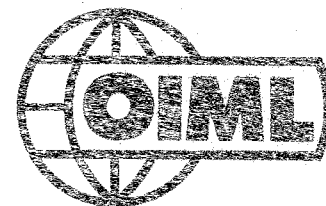


Bulletin OIML n° 120

Septembre 1990

ISSN 0473-2812

BULLETIN

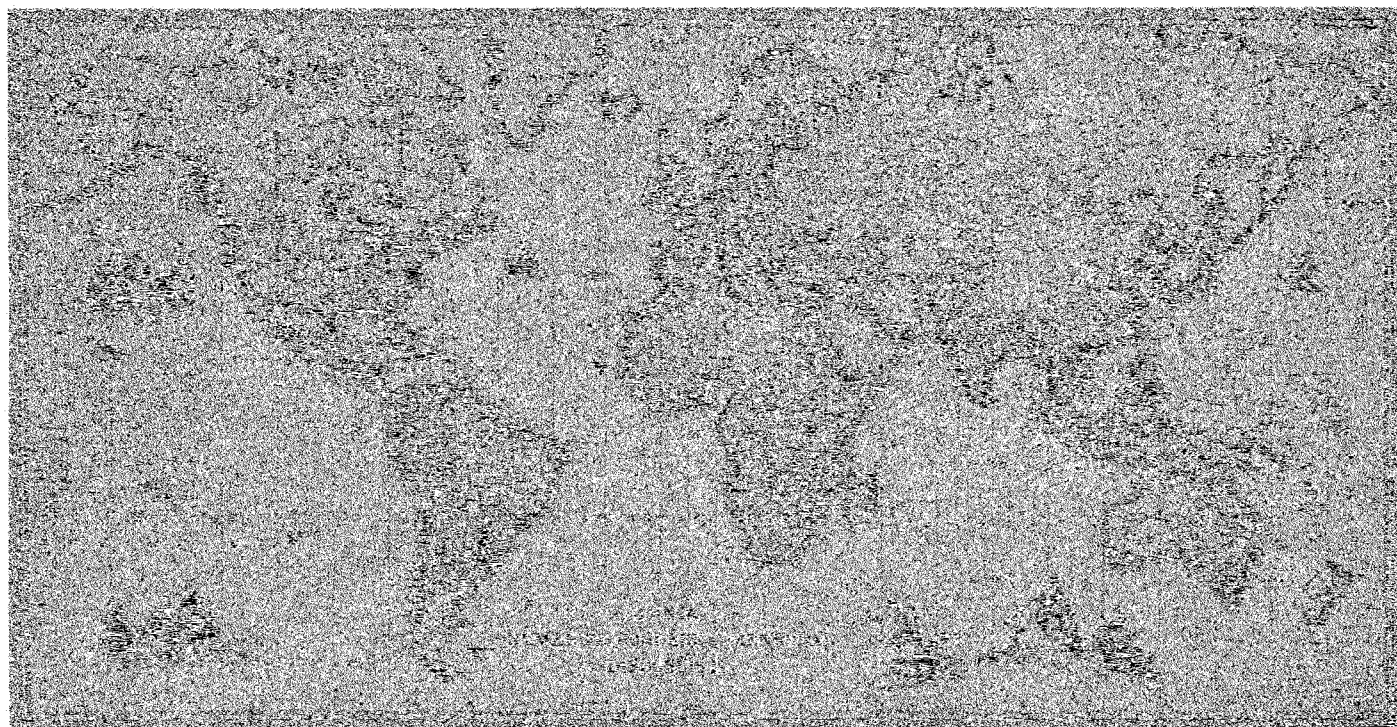


DE

L'ORGANISATION

INTERNATIONALE

DE MÉTROLOGIE LÉGALE



BUREAU INTERNATIONAL DE METROLOGIE LEGALE
11, Rue Turgot — 75009 PARIS — France

BULLETIN
de
L'ORGANISATION INTERNATIONALE de MÉTROLOGIE LÉGALE

SOMMAIRE

	Pages
Weighing in Braunschweig — 15-18 May 1990	3
Séminaire de l'OIML sur le pesage, Braunschweig — 15-18 mai 1990	6
AUSTRALIE — Trends in weighing instrument design and their effects on performance and metrological control by C. DAVIES	7
AUSTRALIE — Les tendances de conception des instruments de pesage et leurs effets sur la performance et le contrôle métrologique par C. DAVIES	18
Coopération internationale dans le domaine des matériaux de référence	29
ISO — REMCO — Matériaux de référence — L'exactitude, objectif à atteindre par S.D. RASBERRY	32
International cooperation in the field of reference materials	37
ISO — REMCO — Reference materials — Meeting the accuracy target by S.D. RASBERRY	40
SUEDE — Georg Stiernhielm and his Swedish system of units for weights and measures by R. OHLON	44
Séminaire international de métrologie "Metrologia '90" Ixtapa, Mexique — 8-11 mai 1990	52
International seminar on metrology "Metrologia '90" Ixtapa, Mexico — 8-11 May 1990	53
Coopération métrologique en Europe — WELMEC — Western European Legal Metrology Cooperation	54
Three new publications on the measurement of force, hardness and pressure	57
 INFORMATIONS	
Français	59
English	59
Réunions OIML	60
 DOCUMENTATION	
Publications: Liste complète à jour	61
Etats membres de l'Organisation Internationale de Métrologie Légale	68
Membres actuels du Comité International de Métrologie Légale	69
Adresses des Services des Membres Correspondants	74

Abonnement pour 1991 : Europe : 175 F-français
Autres pays : 230 F-français
Chèques postaux : Paris 8 046-24 X
Banque de France : B.P. 140-01 - 75049 Paris Cedex 01
Comptes Courants, Banques Etrangères, Cpte n° 5051-7

BUREAU INTERNATIONAL DE METROLOGIE LEGALE
11, Rue Turgot — 75009 Paris — France
Tél. 33 (1) 48 78 12 82 Le Directeur : Mr B. ATHANÉ
et 42 85 27 11 Télécopie : 33 (1) 42 82 17 27
Télex : SASVP 215463F ATTN OIML



WEIGHING IN BRAUNSCHWEIG

15-18 May 1990

Technical seminars on various subjects have been organized by OIML practically every two years since 1981 when the first event of this kind took place in Sweden and subsequently produced an impetus on OIML activities within the field of electronic instruments.

It was felt that the application of the new Recommendations resulting from this work and in particular in the field of weighing technology was a suitable subject for another seminar at which staff from the various legal metrology authorities could be briefed on the developments and discuss recent experience in the presence of representatives from the industry concerned.

On suggestion by the CIML Member Professor KOCHSIEK the Physikalisch-Technische Bundesanstalt had offered to host this seminar in their excellently renewed auditorium facilities in Braunschweig.

The total number of participants was 84 whereof 45 delegates from national legal metrology authorities and 36 from the weighing industry.

The participants came from 23 different countries whereof 3 corresponding member countries (Iceland, Luxemburg and New Zealand). The Commission of the European Community was also represented as well as CECIP.

The seminar was opened by Professor KIND, President of PTB who greeted the delegates welcome and explained the various activities of his Institute.

The introduction of the speakers and the conduct of the discussions were made by Professor VOLKMANN who was in charge of the practical organisation in cooperation with the representative from BIML.

The subjects of the lectures concerned for a great part the application of the OIML Recommendation R 76, the revision of which was discussed after the seminar at a subsequent meeting of the Reporting Secretariat SP 7-Sr 4.

There was a total of 24 lectures out of which 10 were presented by specialists from the industry. Most of the lectures were followed by extensive discussions and exchanges of sometimes very different opinions. Generally industry representatives expressed the view that the tests performed by the manufacturers were more far-going than those done by the legal authorities.

Some of the seminar lectures will be published on progressive basis in the OIML Bulletin starting with this issue.

The full list of the titles of these papers is given below in the same order as they were presented.

The discussions revealed that the topics of the lectures were generally of great interest to most of the participants who were also very satisfied with the practical arrangements.

A half-day excursion was offered by the host organization as a break in the seminar to visit the car engine production of Volkswagen at their works nearby Braunschweig and the international windmill museum at Gifhorn, followed by a reception allowing the participants to exchange personal views and impressions outside the auditorium.

On two other days the participants were also given the opportunity to visit PTB and assist at demonstrations in several laboratories for mass and force.

We express our deepest gratitude to the President of PTB, Professor KIND, to the CIML Member Professor KOCHSIEK and to Professor VOLKMANN and all his team for ensuring the success of the seminar.

List of papers presented at "Weighing in Braunschweig"

- | | |
|---|--|
| — Trends in weighing instrument design and their effects on performance and metrological control | Chris Davies
National Standards Commission
Australia |
| — The development of weighing instruments and the experiences and problems for applying R 76 in China | Shi Changyan
Shi Hangian
National Institute of Metrology
People's Rep. of China |
| — The weight classifier, is there a place for it in R 76 ? | S. Feinland
Pitney Bowes Inc.
U.S.A. |
| — Development of the capacitance type electronic crane scale | Xu Pingjung
China Zhengzhou
Electronic Scale Factory
People's Rep. of China |
| — Temperature effect on no-load indication and comparison of some requirements of weighing instruments and load cells | T. Lammi
Technical Inspection Centre
Finland |
| — Method for an approximate calculation of the maximum number of scale intervals for weighing instruments fitted with load cells, the metrological characteristics of which are related to R 60 | P. Bengtsen
Elektronik Centralen
Denmark |
| — Pattern approval and verification testing for non-automatic weighing machines | B.J. Anthony
GEC Avery Technology Limited
United Kingdom |

- First experiences with the testing procedures of weighing instruments for pattern examination according to R 76
H.G. Kalkhof
PTB
Fed. Rep. of Germany
- Intercomparison test of electronic weighing instruments according to R 76
H. Källgren
Statens provningsanstalt
Sweden
- Application of R 76 to special cases
P. Brandes
PTB
Fed. Rep. of Germany
- The examination and testing of peripheral equipment connected to non-automatic weighing instruments
P.D. Edwards
P.C. Knowles
National Weights and Measures Laboratory, United Kingdom
- Standard computers in legal metrology as auxiliary measuring devices and as component part of measuring instruments
R. Ohl
PTB
Fed. Rep. of Germany
- Personal computer as part of measuring instruments subject to verification
U. Grottker and J. Glimm
PTB
Fed. Rep. of Germany
- Free programmable personal computer for calibrated measurement
Rabins
Epson Deutschland GmbH
Fed. Rep. of Germany
- A proposition to replace the durability tests by a feed-back system in order to maintain long time stability
H. Lerch
Federal Office of Metrology
Switzerland
- The impact of the gravity effect on weighing machines and metrological legislation
D.H. Fereday
H. Fereday & Sons Ltd
United Kingdom
- Automatic weighing machines, the need for commonality with non-automatic machines
P. Wasser and
R.G. Yarwood
Chronos-Richardson Ltd
United Kingdom
- Technology and requirements common to both automatic and non-automatic weighing instruments
W. Wünsche
PTB
Fed. Rep. of Germany
- Differences between legal requirements and practical exigencies for automatic and non-automatic weighing instruments from the manufacturers point of view
L. Groeneweg
Philips GmbH
Fed. Rep. of Germany
- Electronic scales and components — Test procedures applied by the manufacturer
H. Biermann
Bizerba-Werke
Fed. Rep. of Germany
- Failure preventing tools in the production of load cells
R. Liefland
Hottinger-Baldwin Messtechnik
Fed. Rep. of Germany
- Elements of production conformity (quality control applied by a manufacturer)
W. Paull
Hobart Corporation
U.S.A.
- A proposed optional accreditation (self-certification) system in New Zealand for trade measuring devices
J. Barker and
J. Abbott
Weights and Measures Division
Ministry of Commerce
New Zealand

SEMINAIRE DE L'OIML SUR LE PESAGE

WEIGHING IN BRAUNSCHWEIG

15-18 mai 1990

Des séminaires techniques sur différents sujets ont été organisés par l'OIML pratiquement tous les deux ans depuis 1981 lorsque le premier événement de ce genre eut lieu en Suède et donna un élan aux activités de l'OIML dans le domaine des instruments électroniques.

Il a été estimé que l'application pratique des nouvelles Recommandations qui en résultèrent, en particulier dans le domaine du pesage, était un sujet intéressant pour un autre séminaire au cours duquel des spécialistes de différents services de métrologie légale pourraient s'informer des développements et discuter de leurs expériences en présence de représentants invités de l'industrie.

Sur proposition du Professeur KOCHSIEK, Membre du CIML, la Physikalisch-Technische Bundesanstalt s'était offerte pour organiser ce séminaire dans son excellent auditorium, entièrement rénové, à Braunschweig.

Le nombre de participants a été de 84 dont 45 représentants des services nationaux de métrologie et 36 de l'industrie du pesage.

Ces participants sont venus de 23 pays différents dont 3 membres correspondants (Islande, Luxembourg et Nouvelle-Zélande). La Commission de la Communauté Européenne ainsi que le CECIP ont également été représentés.

Le séminaire a été ouvert par un discours du Professeur KIND, Président de la PTB, qui a souhaité la bienvenue aux participants et expliqué les différentes activités de son Institut.

La présentation des conférenciers et la conduite des discussions ont été faites par le Professeur VOLKMANN qui était chargé de l'organisation pratique du séminaire en coopération avec le représentant du BIML.

Les sujets des exposés ont concerné en grande partie l'application pratique de la Recommandation R 76, dont la révision fut l'objet de discussions après le séminaire lors de la réunion du Secrétariat Rapporteur SP 7-Sr 4.

Il y a eu au total 24 exposés dont 10 présentés par des spécialistes de l'industrie. La plupart des exposés ont été suivis de discussions approfondies et d'échanges d'opinions parfois très différentes. Les représentants de l'industrie ont généralement estimé que les essais effectués chez les fabricants sont bien plus poussés que ceux réalisés par des autorités de métrologie légale.

Certains exposés seront publiés progressivement dans le Bulletin de l'OIML à partir de ce numéro.

La liste complète des titres de ces exposés est donnée à la fin de la version anglaise de cet article.

Les discussions lors du séminaire ont montré que les sujets des exposés étaient généralement d'un grand intérêt et également que les participants étaient très satisfaits de l'organisation pratique du séminaire.

Afin de faire une pause, les hôtes ont invité les participants à une excursion d'une demi-journée pendant laquelle ils ont pu voir la fabrication des moteurs de Volkswagen ainsi que le musée international de moulins à Gifhorn. Cette excursion fut suivie d'une réception permettant des échanges de vues et impressions en privé en dehors de la salle de conférence.

Lors des deux autres journées du séminaire les participants ont également pu visiter et assister à des démonstrations dans plusieurs laboratoires de masse et de force de la PTB.

Nous exprimons nos plus profonds remerciements au Président de la PTB, Professeur KIND, au Membre du CIML, Professeur KOCHSIEK, ainsi qu'au Professeur VOLKMANN et à tous ses collaborateurs pour avoir assuré le succès de ce séminaire.

AUSTRALIE

**TRENDS in WEIGHING INSTRUMENTS DESIGN
and their EFFECTS on PERFORMANCE
and METROLOGICAL CONTROL ***

by **Christopher DAVIES**

National Standards Commission

SUMMARY — The metrological characteristics of weighing instruments are no longer fixed and inherent in the design of the instrument. The way this has happened and the direction in which this is heading are examined. Particular attention is given to the introduction of linearity and temperature corrections, the difficulties these impose on metrological control, and the possibilities and problems of these techniques.

1. Introduction

There is no single major design trend in the weighing industry. Some manufacturers concentrate on refining existing technology whilst others look for new techniques to utilise. As the existing technology is well known and well controlled, this paper explores some of the newer design techniques which have been developed.

2. Design trends

The design trends in the trade weighing industry, as seen from an Australian perspective, are in two main areas: market-oriented and technological trends. Obviously there is a close relationship between the two trends but it is interesting to attempt to separate them.

2.1 Market-oriented trends

There is a trend, as in most areas of industry, for the increasing globalisation of the weighing equipment market. In addition there is a tendency for large companies involved in the weighing industry to become part of major industrial and multinational conglomerates whose main business is unlikely to be weighing. As a result there is an increased cross-fertilisation of ideas and injection of expertise in areas such as electronics and computing.

The changeover from mechanical weighing instruments to digital electronic instruments is now almost complete in Australia. Therefore customers who previously had incentives to upgrade to a digital electronic instruments, e.g. ease of reading, ability to provide output data, ability to price compute, now see no great advantages

* Presented at the OIML-PTB Seminar "Weighing in Braunschweig" 15-18 May 1990.
Une traduction en français est publiée à la suite de cet article.

in upgrading any further. The weighing industry is no longer buoyant, and manufacturers have had to reduce prices and margins to maintain sales, encourage upgrading by including additional features (many of which are unnecessary for most users). This has resulted in rapid product cycles.

At the same time as the fall in the price of instruments, the cost to instrument manufacturers of pattern evaluation and approval which is a labour intensive process (and can also require expensive equipment) has been increasing. In addition to inflationary pressures this increased cost is due to increased OIML requirements (humidity and electromagnetic interference testing) and pressures from governments (in Australia at least) to recover the costs of approval testing directly from the instrument suppliers.

It follows from this that the ratio of the cost of pattern evaluation to the instrument cost is becoming larger. This increases the importance of internationally harmonised requirements and adds to the pressure for international acceptance of test results through systems such as the proposed OIML certification scheme.

The problem of the ratio of the cost of pattern evaluation and approval to the instrument cost is especially difficult where only one instrument, or very few, will be manufactured. In a large market this situation is less likely to occur, however in a small market such as Australia this can be a problem.

This problem is also influenced by the type of instrument being considered. The costs can be more easily justified and absorbed where the instrument is used in a high value and high throughput situation such as loading wheat onto ships, however it is more difficult to justify the costs for a class 4 instrument weighing waste product. Unfortunately the OIML requirements, though having different maximum permissible errors for each situation, still require much the same degree of testing (using the same equipment). Both instruments thus incur the same pattern evaluation costs.

Due to their cost and differing requirements between countries (although these differences are now small) pattern approval procedures do appear to present some restrictions to the globalisation of the market, but appear to have had less effect on slowing the rapid product cycles. This is probably because once manufacturers are committed to becoming involved in a particular market, they are driven by the new products introduced by competitors to introduce the latest product which they themselves have available.

2.2 Technological trends

There are two main aspects of technological trends which may be explored: (a) electronic construction trends and (b) mechanical construction trends.

The reductions in the cost of instruments as detailed below have been achieved mainly through reduced costs in the electronics. Load cell costs seem to be reasonably static whereas the cost of platform construction is dependent on the particular type of instrument but appears to be increasing relatively slowly.

2.2.1 Electronic construction trends

The 1970s and 1980s saw phenomenal developments in the electronics industry. The introduction of microprocessors and the rapidly declining costs of electronics enabled the cheap introduction of features such as price computing, price look-up tables, stored tares, counting and printing. These features are useful operational features which to a large extent have no effect on the metrological performance of the instrument.

In the last five years the use of software for setting up the instrument parameters and for the calibration of instruments has become widespread, with the calibration including linearity corrections and even temperature corrections in some

cases. Software setup and calibration features are of particular concern to those organisations involved in the metrological control of weighing instruments, and these features are discussed in more detail later.

2.2.2 Mechanical construction trends

The cost of platform construction has in many cases been kept from rising by pushing the platform designs nearer to the limits of the structural strengths of the materials used. In the retail area this can be seen in instrument designs which are light in weight and of flimsy design. Light instruments are likely to be knocked or moved by the user (a problem in enforcement of regulations for weights and measures inspectors), and in extreme cases the loading of a flimsy instrument changes the reading of the level indicator (a situation which is not addressed in OIML R 76).

In Australia fierce competition between companies in the industrial instrument and weighbridge areas has led to designs in which the structural integrity of platforms has been marginal. However following some problems with these "minimal" designs the manufacturers have reverted to a more acceptable standard, though safety margins are still small.

The National Standards Commission finds this situation particularly difficult as it primarily sees itself as responsible for the metrological performance of the instrument and not for the structural integrity of the instrument (unless metrological performance is affected). However any problems in the field do tend to be seen by the users of the instruments and by manufacturers as reflecting on the National Standards Commission.

2.3 Other developmental trends

The retail trade has seen the introduction of networks of weighing instruments integrated with electronic cash registers, store-wide management system computers and weighing instruments incorporated into scanning devices. The problems with these sophisticated systems are not so much with the technology used but with the definition of where the responsibility of the legal metrology authority ends.

The National Standards Commission does not believe that it should become involved in pattern approving computers which are separate from the measuring instrument and has avoided the pattern approval examination of cash registers, although there are requirements which specify the format of tickets produced by electronic cash registers when attached to weighing instruments and the conditions under which they may be attached.

However if legal metrology authorities are to be concerned with all aspects of the transaction (the alternative is to consider that the scope of legal metrology ends with the measurement - and that what is done with that measurement is not the responsibility of the legal metrology authority), consideration must also be given to how the unit price and price data are determined, how such information is stored and how the calculations are carried out. Rather than pattern approval, these aspects are probably best controlled (if control is required) by the use of codes of practice or similar recommendations which may, if necessary, be given some legal standing. This is one area in which OIML could perhaps assist in preparing international recommendations and documents.

3. Implication of trends internationally

As will be discussed, there are an increasing variety of alternative instrument design strategies. This presents difficult problems in the preparation of OIML requirements. The aim of OIML requirements is for an instrument acceptable in one country to be acceptable in another without modifications, however the increasing variety of

approaches which can be taken to designing instruments makes it necessary for the requirements to be more general than is desirable. This leaves room for interpretation in the application of the requirements to a particular type of instrument, which results in instruments which are not internationally acceptable.

Rather than complicate the OIML requirements even more, the increasing complication could be handled by developing appendixes to OIML R 76 specifying "acceptable solutions" to the various issues that arise for particular types of instruments. For example separate acceptable solution appendixes could be developed for each of the three linearisation approaches outlined in section 6. This would probably involve some repetition of requirements and it would be necessary to take care that the solutions are based on consistent principles as set out in OIML R 76 and 60 and OIML D 15, 16, 19 and 20. However it would allow attention to be focused on the issues which are critical to the particular areas considered, without being concerned as to how the requirements may be interpreted or misinterpreted when applied to a different problem.

The pace of developments in weighing instrument design, the increasing globalisation of the industry and moves toward international harmonisation of requirements and acceptance of test results, have resulted in a need for improved communications between manufacturers and pattern approval authorities, and pattern approval authorities on an international basis.

The establishment of a bulletin board system for weights and measures information in the United States is an interesting development, and a similar international system would be of great benefit. Using such a system it would be possible to ask for opinions on the interpretation of a particular requirement, and to receive replies in an informal manner and with minimal delay rather than waiting for a formal meeting to discuss requirements. There are obvious difficulties such as language, confidentiality and cost, however it should be possible to overcome these problems and take advantage of the substantial benefits.

4. Requirements necessary for metrological control

The introduction of software setup and software calibration in instruments are of major concern, as before the legal metrology authority can accept these features it must be assured of a number of things:

- a. The instrument(s) examined must be a characteristic sample of the instruments to be produced and installed in the field.

It is frequently impossible to check this - the software may be able to be checked by reading the read-only memory chips, but in instruments which use custom very large scale integration circuitry any changes to the design of the circuitry of the integrated circuit could not be detected. There is therefore a greater reliance than in the past on operational tests of the instrument and on the honesty and reliability of the manufacturer/supplier.

- b. Any features of the instrument which are configurable and which could affect the acceptability of the instrument for approval, must be configured the same in the field as they were at the time of approval.

This includes features which are of a non-metrological nature such as printout format and price-computing features, as well as metrological features such as zero setting, tare operation, scale interval, maximum capacity and single or multiple interval.

- c. That the instrument is able to be calibrated to be accurate when installed in the field, and the calibration is not liable to be easily changed by the user in the field.

It is important to consider the practical application of the calibration features in the field, for example the determination of correction factors for individual cells in a multi-cell weighing instrument. It can be easy to overlook these considerations in the pattern approval laboratory. To reduce the possibilities of fraud the calibration of the instrument must be secure. This is particularly important where corrections for influence factors are in use as changes due to these factors would be unlikely to be discovered during verification testing.

- d. That the performance of the instrument will remain within certain limits while it is subject to various influences such as voltage, temperature and barometric pressure, and any adjustment which may affect the performance of the instrument when subjected to these influence factors must not be able to be easily changed in the field.

While the instrument may have features which can in theory correct for various influence factors and linearise the output, before pattern approval it is necessary to be sure that these features are practical. For example temperature corrections cannot be determined in the field, and to expect an installer to do so would be impractical.

OIML D 15 - Principles of Selection of Characteristics for the Examination of Measuring Instruments, D 16 - Principles of Assurance of Metrological Control, D 19 - Pattern Evaluation and Pattern Approval, and D 20 - Initial and Subsequent Verification of Measuring Instruments and Processes, constitute a very good statement of the principles on which legal metrology is based, and all those involved in legal metrology should read these documents occasionally, to maintain an overview of the system in which they are involved.

5. Linearisation and temperature compensation

It is important that personnel involved in the verification and pattern approval of instruments are fully aware of the effects linearisation and other corrections can have. Unfortunately personnel involved in verification can adopt the attitude that the only really important characteristic of an instrument is its performance on the particular day that the instrument is verified, and often this concern is restricted to the increasing load curve only.

Whilst in many cases it is agreed that the increasing curve is more important than the decreasing curve, linearisation can make the decreasing curve worse than it might otherwise be, and so it is important that verifying personnel are aware of the potential problems so that they can exercise discretion wisely.

It is also important that the effects of temperature variation are recognised, though there is nothing that can be done if, for instance, the temperature is 40 °C when the instrument is calibrated and verified. However if temperature corrections are able to eliminate the temperature spread of an instrument, there may be a case for the allowable tolerances to be reduced, otherwise the instrument may be calibrated within tolerance, but always biased to the advantage of the owner of the instrument.

There are cases in the flow metering industry (LPG driveway flowmeters) where improvements in technology have made the capabilities of the instruments much better than the tolerances applied, and as a result instruments have been adjusted so as to favour the owner of the instrument. If weighing instruments can now be made highly linear and with minimal temperature sensitivity, the verifying authority should perhaps expect the instrument to indicate correctly no matter what the temperature is, rather than simply to be within certain tolerances which have been provided to allow for the temperature sensitivity of conventional instruments.

The effects of linearisation and temperature compensation are illustrated in Figures 1 and 2. In these graphs the tolerances shown are those for a 3 000e instrument and have been referenced through the line from zero to 75 % of the 20 °C increasing curve, as specified in OIML R 60. The lines marked with symbols are the increasing load curves, and the load curves have been simplified by assuming that the shape of the curves is constant at all temperatures. Figure 1 gives an example of an instrument for which linearisation has taken the performance outside the allowable tolerance. Figure 2 is an example of an instrument which has had its performance enhanced by linearisation.

6. Linearisation and temperature compensation

There are a number of differing approaches to the linearisation and temperature compensation of the transducer output.

6.1 Linearisation and temperature correction in the indicator

One approach is for the analogue to digital conversion, linearisation and other software manipulation to be carried out in the indicator, with the transducer (which is no longer necessarily linear and hence may be cheaper) remaining as a separate item.

Where the instrument uses the outputs of a number of non-linear transducers it is advisable that the outputs be linearised before the individual contributions are added. Each transducer output analogue to digital conversion will therefore occur separately. This can be achieved using a number of analogue to digital (A/D) converters or by multiplexing the inputs to a single A/D converter. Where the amount of linearisation necessary is determined in the field at the time of installation it is important to consider how each cell will be individually calibrated and linearised and the costs involved in doing this.

Similarly if temperature corrections are made these need to be applied separately to each cell unless it can be assured that all cells will have similar temperature responses and will be subjected to the same temperatures, e.g. the sun shining on one side of an above-ground weighbridge could result in the cells on that side being at a higher temperature than those on the other side.

The advantage of this approach is that the cells can be simple and inexpensive. The disadvantages are that the load cell cables all need to be taken back to the indicator (they cannot be added in a summing module with only one cable taken to the indicator), there are problems in individually calibrating each cell, and a relatively complex indicator is necessary (both in hardware and software terms). This approach is therefore most suited to instruments which only use a single cell, i.e. where the disadvantages do not apply.

6.2 Linearisation and temperature correction in the load cell

A second approach to linearisation and temperature compensation is the development of "smart sensors" or digital load cells. This involves the incorporation of some of what has normally been considered to be part of the indicator into the load cell itself. The features which may be incorporated within the load cell include the A/D converter, power supply conditioning, serial interface circuitry, linearisation, temperature sensors and temperature compensation.

The disadvantage of this approach is that the circuitry must be repeated for each cell used thus adding to the cost of each cell (compared with the previously mentioned approach), however with large production volumes this cost can be minimised. The advantages of this approach are many; the mechanical design of the load cell can be kept inexpensive, cable lengths can be adjusted as necessary, only two wires

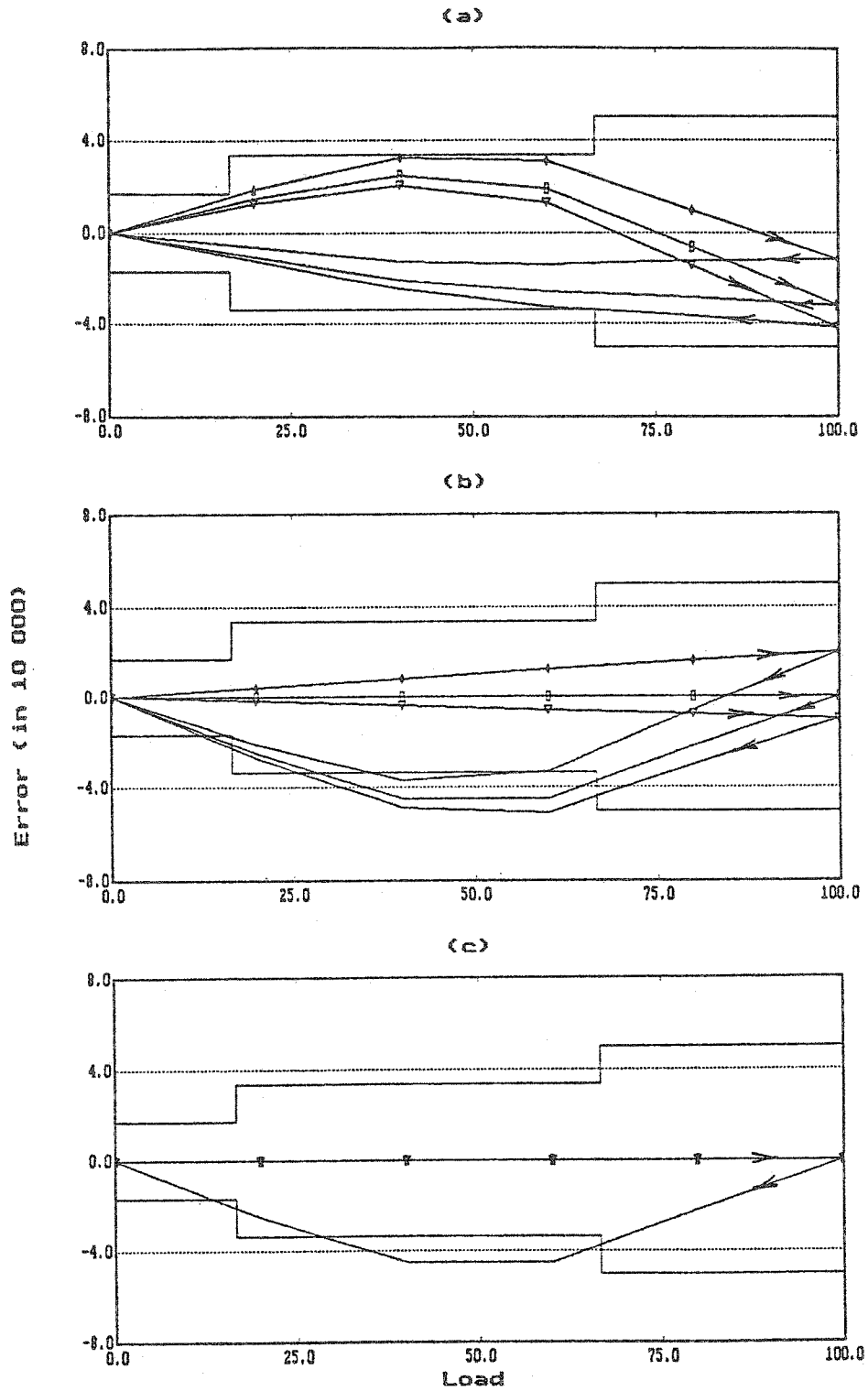


Figure 1. Characteristics of an instrument:
 (a) unlinearised;
 (b) linearised;
 (c) linearised and temperature compensated.
 (□ 20 °C; ◇ - 10 °C; ▽ 40 °C).

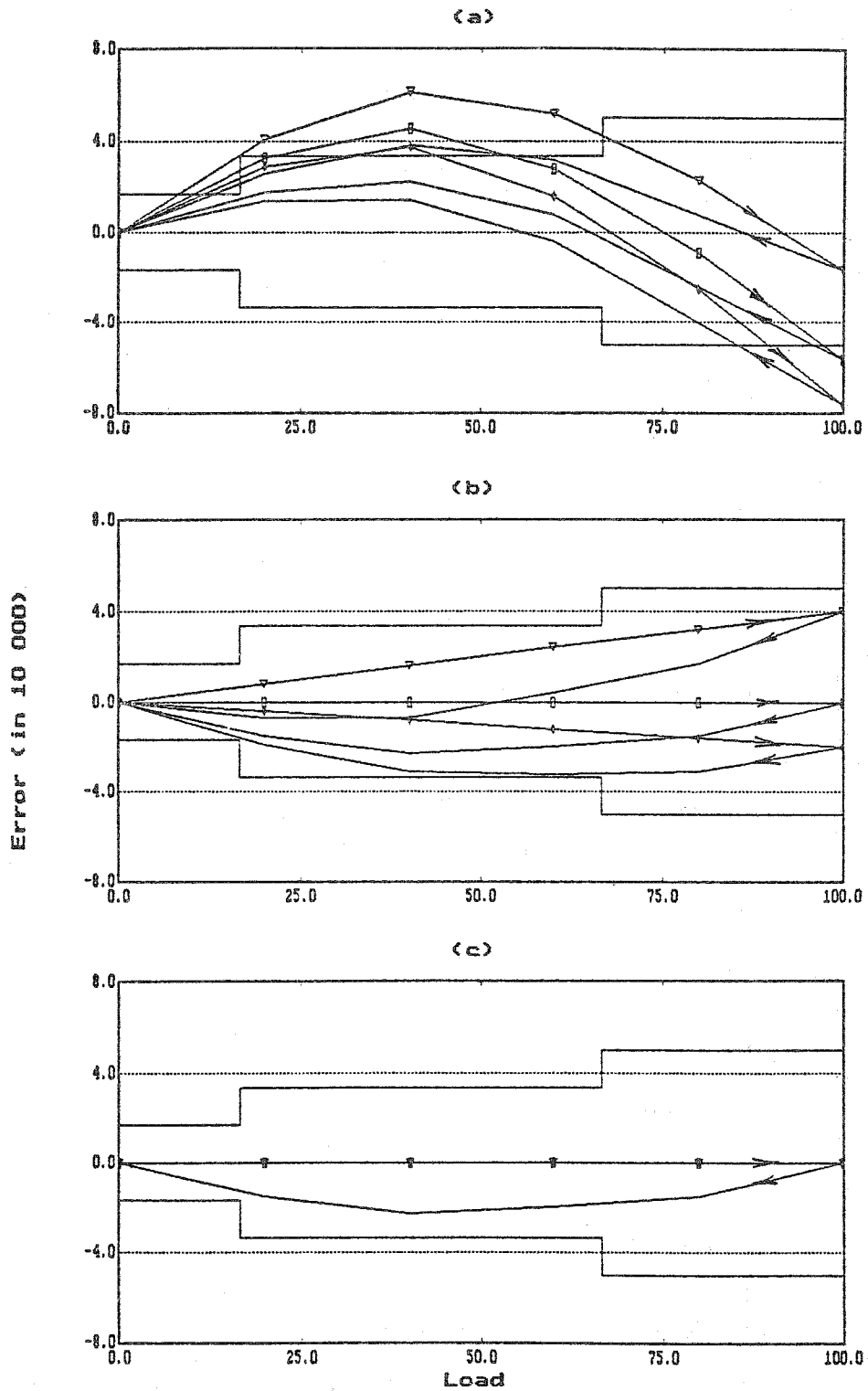


Figure 2. Characteristics of an instrument:
 (a) unlinearised;
 (b) linearised;
 (c) linearised and temperature compensated.
 (□ 20 °C; ◇ 10 °C; ▽ 40 °C).

may be required for communication of the digital information (the digital information should be able to be transmitted through the same wires as the power supply), each cell may be separately identified facilitating fault diagnosis and enabling calibration of each individual cell, and standard computer communication protocols with error detection and correction methods can be used, resulting in simple connection to computers and eliminating the problems of signal noise.

An additional development could be a load cell in which a number of strain gauge bridges are arranged to measure the strains within the cell, the strains could then be analysed and corrections made within the cell to reduce errors due to non-axial loading, or to resolve the forces into vertical and horizontal components.

6.3 Combined Approach

A third method of linearisation and temperature compensation is a combination of the previous methods. The A/D conversion can be carried out in the load cell (and possibly also the A/D conversion of a temperature sensor), but with the linearisation and other data processing being carried out in the indicator.

7. Acceptable solutions

7.1 Temperature compensation

The following is an outline of approaches which may be considered acceptable solutions to the problems of temperature compensation.

- a. The temperature sensor must be located with the load transducer, and care must be taken to ensure that the temperature sensor and load transducer are in good thermal contact.
- b. If a single load cell is used a single temperature sensor will generally be sufficient.
- c. If a number of load cells are used one temperature sensor for each load cell will be necessary.
- d. The temperature correction characteristics must be determined by testing each load cell individually (this testing cannot be carried out in the field and therefore must be conducted before release of the cell from the manufacturer), unless it can be assured, e.g. by testing a number of load cells, that the temperature responses of all cells are the same (within certain limits).
- e. If the temperature correction is also to include corrections for temperature effect on sensitivity (rather than just temperature effect on zero), the testing required to determine the temperature correction characteristics must include loaded temperature tests, unless it can be assured that the temperature effect on sensitivity is the same for all cells (within certain limits).
- f. If the temperature correction is carried out within the load cell the correction values must be stored within the load cell and must not be able to be modified in the field.
- g. If the temperature correction is carried out in the indicator, the temperature correction values must be printed on the load cell and must be entered into the indicator prior to verification. It must not be possible to modify the values in normal operation in the field, e.g. without breaking a seal. In addition it must be possible for the correctness of the values (as compared to the values printed on the load cell) to be checked at verification by such means as the display of the actual values or the display of a checksum which is also printed on the load cell.
- h. The integrity of any temperature correction calculations and stored temperature correction characteristics must be protected against modification or loss through

component failure, power failure etc, by means such as checksums, and the instrument must cease to operate if any loss or modification is detected.

7.2 Linearity corrections

The following is an outline of approaches which may be considered acceptable solutions to the problems of linearity compensation.

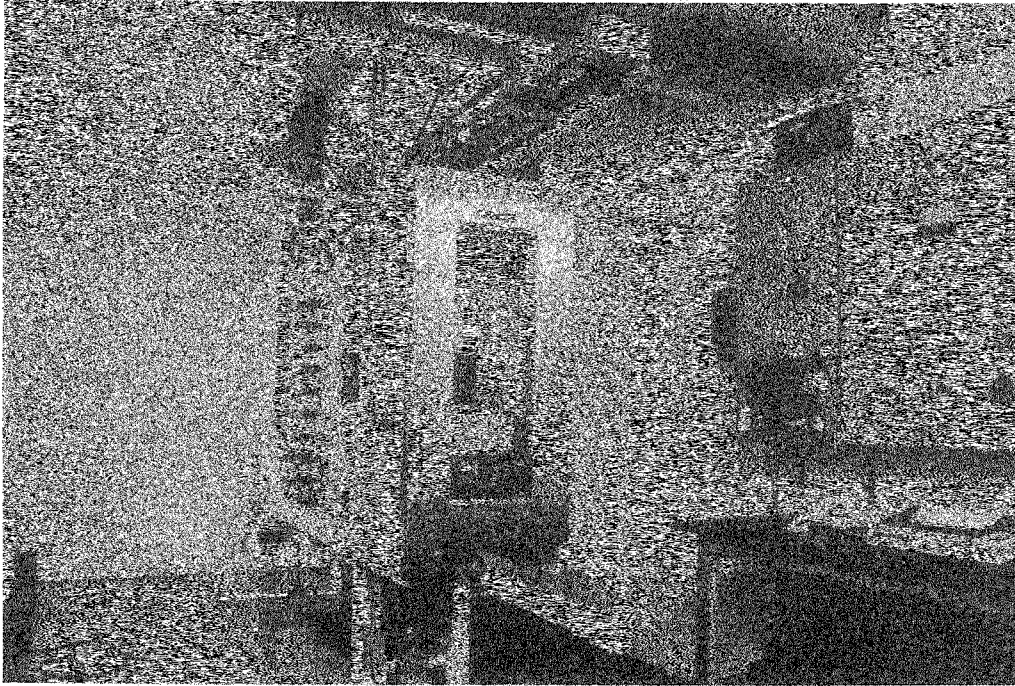
- a. If a number of load cells are used, separate A/D conversion for each load cell is generally necessary to ensure that the correct linearity correction can be applied to each cell.

Applying linearity correction to an instrument in which the load cell inputs have already been combined may be able to improve the performance of the instrument somewhat, however it cannot be relied on to linearise correctly where the loads on each cell differ (for example during off-centre loading), or where the cells are not equally non-linear.

- b. In an instrument which only uses a single load cell, a single A/D converter and a single linearity correction procedure will be sufficient.
- c. Provision is generally required for linearity corrections to be determined individually for each load cell, unless it can be assured that the linearity characteristics of all cells are the same (within suitable limits). The linearity characteristics may be determined by testing each load cell individually at the time of manufacture. Alternatively, in some cases where the load cells are reasonably linear, it may be possible for the necessary linearity corrections to be sufficiently well determined by off-centre load testing at the time of installation.
- d. The linearity correction method used may involve the fitting of a curve to the characteristic load curve of the load cell, the determination of parameters of a curve which is known to model the characteristic load curve of the load cell, or linearisation of the characteristic load curve by determining the necessary corrections at a number of points and interpolating the necessary corrections between those points.
- e. If the linearity correction is carried out within the load cell the correction values must be stored within the load cell and must not be able to be modified in the field.
- f. If the linearity corrections are carried out in the indicator using factors determined for each cell individually at the time of manufacture, the linearity correction values must be printed on the load cell and must be entered into the indicator prior to verification. It must not be possible to modify the values in normal operation in the field, e.g. without breaking a seal. In addition it must be possible for the correctness of the values (as compared to the values printed on the load cell) to be checked at verification by such means as the display of the actual values or the display of a checksum which is also printed on the load cell.
- g. The integrity of any linearity correction calculations and stored linearity correction characteristics must be protected against modification or loss through component failure, power failure etc, by means such as checksums, and the instrument must cease to operate if any loss or modification is detected.
- h. If the linearity corrections are determined at the time of manufacture and programmed into the load cell, and it is not possible to change the corrections in the field, the load cell can be treated in the same way as a conventional analogue (linear) load cell for the purpose of testing according to OIML R 60, except that the apportioning of errors to the load cell must be different as the load cell now contains the analogue to digital converter. According to the first draft revision of OIML R 76, the error limits to be applied to the combined error would be 0.8 times the maximum permissible errors of the complete instrument.

8. Conclusion

An examination has been made of the changes which have been taking place in the weighing industry, and weighing instrument design in particular. Manufacturers are in the best position to know the direction of future developments, however it seems certain that linearisation and temperature compensation will remain common techniques used in the industry. These techniques are some of the major issues which have yet to be adequately addressed in OIML R 76 and R 60.



500 kg load cell test machine installed at the laboratories of the National Standards Commission

AUSTRALIE

Les TENDANCES de CONCEPTION des INSTRUMENTS de PESAGE et les EFFETS sur leurs PERFORMANCES et le CONTROLE MÉTROLOGIQUE *

par Christopher DAVIES

National Standards Commission

RESUME — Les caractéristiques métrologiques des instruments de pesage ne sont plus à présent des éléments fixes et inhérents à l'instrument. Cet exposé analyse les facteurs qui ont conduit à cette situation ainsi que la direction prise à l'heure actuelle. Nous nous pencherons plus particulièrement sur l'introduction des corrections de linéarité et de température, les difficultés que ces aspects présentent au contrôle métrologique, les possibilités offertes par ces techniques et les problèmes que celles-ci posent.

1. Introduction

Il n'existe pas de tendance unique d'orientation technologique chez les constructeurs d'instruments de pesage. Alors que certains fabricants s'appliquent à raffiner la technologie actuelle, d'autres cherchent à utiliser de nouvelles techniques. Puisque la technologie existante est déjà connue et bien dominée, cette communication se penche sur certaines des plus récentes techniques élaborées.

2. Tendances de conception

Les tendances de l'industrie de pesage en Australie proviennent de deux domaines : l'influence du marché et la technologie. Il est évident que ces deux tendances sont très proches l'une de l'autre, mais il est intéressant d'essayer de les distinguer.

2.1 Les tendances du marché

Comme dans la majorité des domaines de l'industrie, le marché des instruments de pesage tend de plus en plus à s'uniformiser. En outre, les grandes compagnies impliquées dans l'industrie de pesage ont tendance à s'intégrer à de gros conglomérats ou multinationales industriels dont la préoccupation principale n'est certainement pas le pesage. Nous assistons par conséquent à un échange de plus en plus productif des idées et à une poussée de l'expertise dans des domaines tels que l'électronique et l'informatique.

* Exposé présenté en anglais au séminaire OIML-PTB "Weighing in Braunschweig", 15-18 Mai 1990.

A l'heure actuelle en Australie, les instruments mécaniques de pesage ont pour ainsi dire complètement cédé la place aux instruments électroniques numériques. Par conséquent, les clients qui avaient auparavant des motifs de passer à un instrument électronique numérique, tels que la facilité de la lecture, la possibilité d'obtenir des données de sortie, ou le traitement des prix, ne voient maintenant plus grand besoin de continuer à améliorer leur équipement. Le marché pour l'industrie de pesage a cessé d'être facile et les fabricants se sont vus dans l'obligation d'une part de baisser leurs prix et marges d'intérêts de sorte à maintenir les ventes et d'autre part d'encourager la mise à jour des instruments en incorporant de nouvelles particularités (dont beaucoup sont inutiles à la majorité des utilisateurs). Ceci a conduit à des cycles accélérés de production.

Parallèlement à la baisse des prix des instruments, le coût pour les fabricants des essais de modèles et leurs approbations, qui sont des processus nécessitant une main-d'œuvre importante (et qui parfois exigent aussi un équipement coûteux), est en hausse. Ceci est non seulement dû à l'inflation, mais aussi à l'augmentation du nombre des prescriptions de l'OIML (essais pour l'humidité et l'interférence électromagnétique) et aux pressions gouvernementales (du moins en Australie) pour recouvrer directement des fabricants les coûts associés aux essais de modèles.

Il s'en suit que le rapport du coût des essais de modèles sur celui des instruments s'accroît. Ce problème fait ressortir le besoin urgent qui existe de reconnaître au niveau international les prescriptions et les résultats des essais par le biais de systèmes semblables au plan de certification proposé par l'OIML.

La question concernant le rapport du coût des essais et approbations de modèles sur le coût des instruments est particulièrement difficile lorsqu'un seul ou peu d'instruments sont construits. Il est peu probable que cette situation se présente dans un marché de taille, mais elle peut poser des difficultés dans un marché tel que celui de l'Australie.

Ce problème dépend également du genre d'instrument considéré. Il est plus facile de justifier et d'absorber les coûts lorsque l'instrument est utilisé dans un secteur à débit élevé générant des bénéfices, comme le chargement du blé sur les bateaux, mais il est cependant plus difficile de justifier les coûts d'un instrument de la classe 4 employé pour le pesage des déchets. Malheureusement, bien que les erreurs maximales tolérées des prescriptions de l'OIML varient selon le contexte, celles-ci nécessitent toujours les mêmes essais (à partir du même équipement). Les coûts associés aux essais de modèles sont par conséquent identiques pour les deux classes d'instruments.

Si les facteurs coût et différence des prescriptions entre pays (bien que ces différences soient à présent négligeables) semblent indiquer que les procédures relatives à l'approbation de modèle vont à l'encontre de la globalisation du marché, ils semblent avoir moins d'impact sur la rapidité des cycles de production. Ceci vient probablement du fait qu'une fois engagés dans un marché les fabricants se voient obligés, en réponse aux nouveaux produits lancés par leurs concurrents, de mettre à leur tour sur le marché leur dernière conception.

2.2 Les tendances technologiques

Il existe deux aspects des tendances principales en ce qui concerne la technologie, à savoir: la construction électronique et la construction mécanique. La baisse du coût des instruments, telle qu'indiquée ci-dessous, est en majeure partie due à la diminution du prix de l'équipement électronique. Les coûts associés aux cellules de pesée sont assez stables et ceux de la fabrication de plate-formes, bien que relatifs à l'instrument en question, n'augmentent que relativement lentement.

2.2.1. Les tendances de l'électronique

Les années 70 et 80 ont témoigné de nouveautés phénoménales dans le monde de l'électronique. L'apparition des microprocesseurs en plus de la chute des prix

de l'équipement électronique a permis l'introduction à peu de frais de particularités telles que le traitement des prix, les tableaux de référence de prix, l'enregistrement physique des tares, le comptage et l'impression. Ces aspects, utiles au niveau opérationnel, n'ont pas grand impact sur la performance métrologique de l'instrument.

L'utilisation du logiciel s'est répandue ces cinq dernières années pour l'établissement des paramètres et l'étalonnage des instruments, ce dernier comprenant les corrections de linéarité et même dans certains cas celles de la température. La mise en logiciel et les caractéristiques d'étalonnage sont de grande importance pour les organisations impliquées dans le contrôle métrologique des instruments de pesage, et nous reviendrons plus tard sur ces aspects.

2.2.2 Les tendances de la construction mécanique

Le coût associé à la construction d'une plate-forme a dans l'ensemble été contenu en poussant la conception de la plate-forme aux limites des forces structurales des matériaux utilisés. Cet aspect se remarque par la présence sur le marché d'instruments légers et de fabrication peu solide. De tels instruments peuvent être bougés ou bousculés par l'utilisateur (ce qui pose un problème aux contrôleurs des poids et mesures lors de la mise en vigueur de la réglementation), et dans des cas extrêmes le chargement d'instruments peu solides peut affecter la lecture de l'indicateur de niveau (situation qui n'est pas envisagée dans l'OIML R 76).

La compétition démesurée qui existe en Australie entre les compagnies d'instruments industriels et de ponts-basculés fait qu'à présent les fabricants donnent peu d'importance à l'intégrité structurale des plate-formes. Néanmoins, à la suite de problèmes causés par ces constructions "minimales", les fabricants se sont vus dans l'obligation de retourner à un niveau plus acceptable, bien que les marges de sécurité demeurent faibles.

La National Standards Commission trouve cette situation particulièrement ingrate puisqu'elle s'estime avant tout responsable de la performance métrologique des instruments et non de leur intégrité structurale (à moins que celle-ci joue sur la performance métrologique). Quoi qu'il en soit, tout problème survenant dans ce domaine a tendance à être jugé, tant par les utilisateurs que par les fabricants, comme étant du ressort de la Commission.

2.3 Autres tendances du développement

Le commerce de détail a vu l'arrivée de réseaux d'instruments de pesage intégrés à des caisses enregistreuses électroniques, des ordinateurs pour le système de gestion au niveau de l'entreprise, ainsi que des instruments de pesage incorporés à des dispositifs explorateurs. Les problèmes associés à ces systèmes de pointe ne reposent pas vraiment sur la technologie utilisée mais bien sur l'étendue de la responsabilité octroyée aux autorités de métrologie légale.

La National Standards Commission est d'avis pour l'approbation de modèle que les ordinateurs séparés des instruments de mesurage ne sont pas de son ressort. La Commission évite aussi le test d'approbation des caisses enregistreuses, bien qu'il existe des prescriptions spécifiant le format des tickets émis par les caisses enregistreuses électroniques reliées aux instruments de pesage, ainsi que les conditions sous lesquelles elles peuvent être reliées.

Cependant, si les autorités de métrologie légale doivent être impliquées dans tous les aspects de la transaction (l'alternative serait que la métrologie légale prenne fin avec le mesurage et que l'exploitation des résultats ne tombe pas sous la responsabilité des autorités), l'attention doit aussi être portée sur la façon dont le prix unitaire et les données relatives au prix sont déterminés, dont ces données sont stockées et dont les calculs sont effectués. Plutôt que de contrôler ces aspects (si un contrôle est toutefois nécessaire) par le biais d'essais de modèles, il serait préférable de le faire à partir d'un code de pratique, ou de toute recomman-

dation semblable, pouvant au besoin être légalisé. L'OIML pourrait à cet égard prêter son concours à l'élaboration des recommandations et des documents internationaux pertinents.

3. Implication des tendances au niveau international

Comme nous allons le voir, il existe une variété de plus en plus grande de conceptions alternatives. Ceci pose de graves problèmes lors de l'élaboration des prescriptions de l'OIML. Le but de ces dernières est d'assurer qu'un instrument acceptable dans un pays le soit aussi dans un autre sans avoir à subir de modification, mais la grande variété d'approches pouvant être prises lors de la conception d'instruments fait que les prescriptions sont d'ordre plus général qu'il n'est en réalité souhaitable. Cette situation permet d'appliquer un peu trop librement les prescriptions à des instruments spécifiques, ce qui résulte en des instruments inacceptables au niveau international.

Plutôt que de compliquer davantage les prescriptions de l'OIML, les difficultés croissantes pourraient être éludées en joignant à l'OIML R 76 des appendices ayant pour but de spécifier des "solutions possibles" aux questions soulevées par certains types d'instruments. A titre d'exemple, de tels appendices pourraient être élaborés pour chacune des trois approches relatives à la linéarisation définies à la partie 6. Ceci impliquerait probablement un certain degré de répétition des prescriptions et il faudrait aussi veiller à ce que les solutions soient basées sur des principes cohérents tels que ceux définis dans les recommandations de l'OIML R 76 et 60 et de l'OIML D 15, 16, 19 et 20. Cette solution permettrait toutefois de se pencher sur les points clés des domaines spécifiques considérés, sans pour cela avoir à se préoccuper de la manière dont les prescriptions seront interprétées une fois appliquées à un problème différent.

La rapidité des développements dans le domaine des instruments de pesage, l'internationalisation croissante de l'industrie, ainsi que les tendances allant vers une harmonisation internationale des prescriptions et de l'acceptation des résultats des essais, ont provoqué le besoin d'améliorer les communications entre les fabricants et les autorités d'approbation de modèle, ainsi qu'entre toutes les autorités nationales.

La mise en place aux Etats-Unis d'un système de tableaux d'affichage d'informations concernant les poids et mesures est une innovation intéressante, et l'élaboration à l'échelle internationale d'un système semblable serait très utile. Ce système permettrait de demander des avis quant à l'interprétation d'une prescription et de recevoir les réponses de façon officielle et à bref délai, au lieu de devoir attendre une réunion officielle pour pouvoir en discuter. Il devrait être possible de surmonter les difficultés évidentes que posent les langues, le caractère confidentiel des échanges et le coût, afin de tirer pleinement profit des avantages non négligeables qu'un tel système offrirait.

4. Prescriptions nécessaires au contrôle métrologique

L'introduction d'instruments incorporant des dispositifs électroniques est une préoccupation d'ordre majeur pour les autorités de métrologie légale car avant de pouvoir accepter ces particularités, elles devront s'assurer que

- a. les instruments examinés sont représentatifs de ceux allant être construits et installés.

Il est souvent impossible de vérifier ce point. S'il est possible de vérifier le logiciel à partir de microplaquettes à mémoire inaltérable (ROM), il est par contre impossible de déceler toute modification de conception du circuit intégré sur des instruments à circuits intégrés à très grande échelle. Cela prouve par conséquent que l'on se repose de plus en plus sur les essais opérationnels des instruments et sur l'honnêteté et la fiabilité des fabricants/fournisseurs.

- b. les caractéristiques des instruments susceptibles d'être configurées et pouvant affecter l'admission d'instruments à l'approbation doivent être configurées au lieu d'installation de la même façon que lors de l'approbation.

Ces caractéristiques comprennent d'une part celles qui ne sont pas associées à la métrologie telles que le format du texte imprimé et le traitement des prix, et d'autre part celles relatives à la métrologie, entre autres la mise à zéro, les opérations relatives à la tare, la valeur d'une division, la capacité maximale, et l'échelon simple ou multiple.

- c. les instruments peuvent être ajustés de façon à conserver leur exactitude après installation et que l'étalonnage ne soit pas susceptible de pouvoir être modifié par l'utilisateur.

Il est important de prendre en considération l'application pratique des moyens d'ajustage par exemple en fonction des facteurs de correction des capteurs individuels incorporés dans un instrument de pesage à capteurs multiples. Ceci peut facilement être oublié dans un laboratoire d'approbation de modèle. L'étalonnage des instruments doit être protégé afin d'éviter l'usage frauduleux, ce qui est particulièrement important lorsque des corrections sont apportées en fonction des facteurs d'influence. Il est en effet peu probable que des modifications dues à ces facteurs soient détectées pendant la vérification.

- d. la performance des instruments soumis à des facteurs d'influence tels que le voltage, la température et la pression barométrique ne dépasse pas certaines limites, et que tout ajustage susceptible de la modifier ne soit pas facilement altéré au lieu d'utilisation.

Bien que l'instrument ait des particularités permettant en principe la correction de divers facteurs d'influence et la linéarisation des signaux de sortie, il est nécessaire d'en assurer le caractère pratique avant d'effectuer l'approbation de modèle. A titre d'exemple, les corrections de la température ne peuvent être déterminées au lieu d'utilisation, et de s'attendre qu'un installateur le fasse serait peu concevable.

Les documents: OIML D 15 - Principes du choix des caractéristiques pour l'examen des instruments de mesure usuels, D 16 - Principes d'assurance du contrôle métrologique, D 19 - Essai de modèle et approbation de modèle, et D 20 - Vérifications primitive et ultérieure des instruments et processus de mesure, fournissent une définition très précise des principes de base de la métrologie légale, et toute personne impliquée dans ce domaine devrait se faire un devoir de les parcourir de temps à autre de sorte à garder à l'esprit l'idée générale du système auquel elle participe.

5. Linéarisation et compensation de la température

Il est crucial que le personnel impliqué dans les opérations de vérification et d'approbation de modèle soit pleinement conscient des effets que les corrections telles que celle de linéarisation peuvent provoquer. Il est regrettable que ce personnel soit souvent d'avis que l'aspect principal d'un instrument soit sa performance au moment de sa vérification, et bien souvent cet aspect se limite à la seule courbe croissante de pesée.

Bien qu'il soit reconnu que la courbe croissante est dans bien des cas plus importante que la courbe descendante, la linéarisation peut cependant affecter cette dernière de façon négative. Il est de ce fait important que le personnel de vérification soit au courant des problèmes éventuels de sorte à pouvoir les discerner.

Il ne faut pas non plus négliger les effets causés par la variation de la température, bien que nous soyons dans l'impossibilité d'agir si celle-ci atteint 40 °C au moment de l'ajustage et de la vérification de l'instrument. Toutefois, il serait peut-être opportun d'envisager le resserrement des limites tolérées dans les cas où les

corrections parviennent à éliminer les effets de la température d'un instrument, sinon l'instrument pourra être ajusté de façon à toujours être à l'avantage de l'utilisateur.

Il a parfois été remarqué dans l'industrie des débitmètres (distributeurs routiers de GPL) que les améliorations technologiques entraînent une augmentation notable de la performance des instruments par rapport aux tolérances appliquées, ce qui a pour résultat l'ajustage des instruments en faveur de leurs utilisateurs.

Si les instruments de pesage peuvent actuellement être construits de façon à présenter une très bonne linéarité avec une sensibilité minimale à la température, les autorités de vérification devraient pouvoir s'attendre à ce que l'instrument donne des indications correctes indépendamment de la température plutôt que respecter simplement des tolérances qui avaient été fixées afin de tenir compte de la sensibilité à la température des instruments conventionnels.

Les effets de la linéarisation et de la compensation de l'influence de la température sont illustrés dans les figures 1 et 2. Les tolérances indiquées dans ces figures s'appliquent à un instrument de 3 000e et se réfèrent à une ligne allant de zéro à 75 % de la courbe pour charge croissante à 20 °C comme cela est spécifié dans l'OIML R 60. Les tracés marqués par des symboles représentent des courbes à charge croissante et ces tracés ont été simplifiés en supposant que la forme des courbes est la même pour toutes les températures. A la figure 1 la linéarisation conduit à un dépassement des tolérances alors que la figure 2 illustre un exemple où la linéarisation améliore les performances.

6. Linéarisation et compensation de la température

Il existe plusieurs approches en ce qui concerne la linéarisation et la compensation de la température du signal de sortie du transducteur.

6.1 Linéarisation et correction de la température dans l'indicateur

L'une des solutions est d'effectuer la conversion d'analogique en numérique, la linéarisation et tout autre ajustage logiciel dans le dispositif indicateur même, et de garder le transducteur à part (celui-ci n'ayant plus besoin d'être linéaire peut donc être meilleur marché).

Lorsque les instruments utilisent les signaux de sortie de plusieurs transducteurs non linéaires, il est préférable de linéariser ces signaux avant d'additionner les contributions individuelles. Chaque conversion d'analogique en numérique du signal de sortie du transducteur sera par conséquent effectuée de façon séparée. Ceci peut être fait à partir de plusieurs convertisseurs d'analogique en numérique (A/N), ou d'un multiplexeur transmettant les signaux d'entrée en un seul convertisseur A/N. Dans les cas où le niveau de linéarisation nécessaire est déterminé au lieu d'utilisation au moment de l'installation, il est important de considérer la façon dont chaque capteur sera étalonné et linéarisé, ainsi que les coûts impliqués dans cette opération.

De même, si le signal est corrigé en fonction de la température, il faudra appliquer ces corrections séparément sur chaque capteur, à moins de pouvoir certifier que tous les capteurs auront la même réponse à la température et subiront la même température. Par exemple, le soleil qui donne sur un côté d'un pont-bascule en élévation pourrait faire augmenter la température des capteurs placés de ce côté par rapport à celles de l'autre côté.

L'avantage de cette approche est que les capteurs peuvent être simples et bon marché. Les inconvénients sont que les câbles des cellules de pesée doivent tous être ramenés à l'indicateur (ils ne peuvent être combinés en un seul module avec un seul câble ramené à l'indicateur), qu'il existe des problèmes associés à l'étalon-

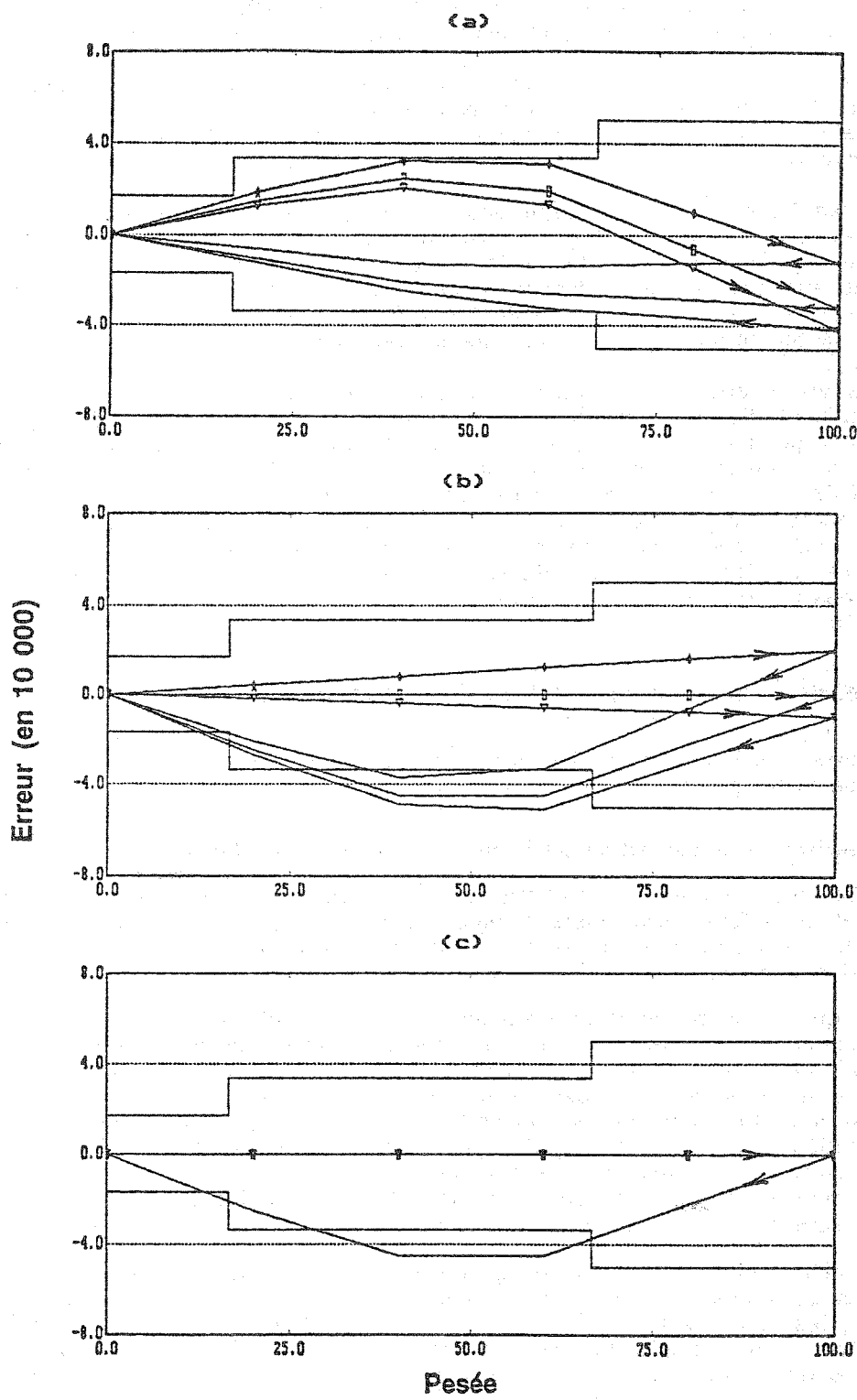


Figure 1. Caractéristiques d'un instrument:
 (a) non-linéarisé;
 (b) linéarisé;
 (c) linéarisé et température corrigée.
 (□ 20 °C; ◇ - 10 °C; ▽ 40 °C).

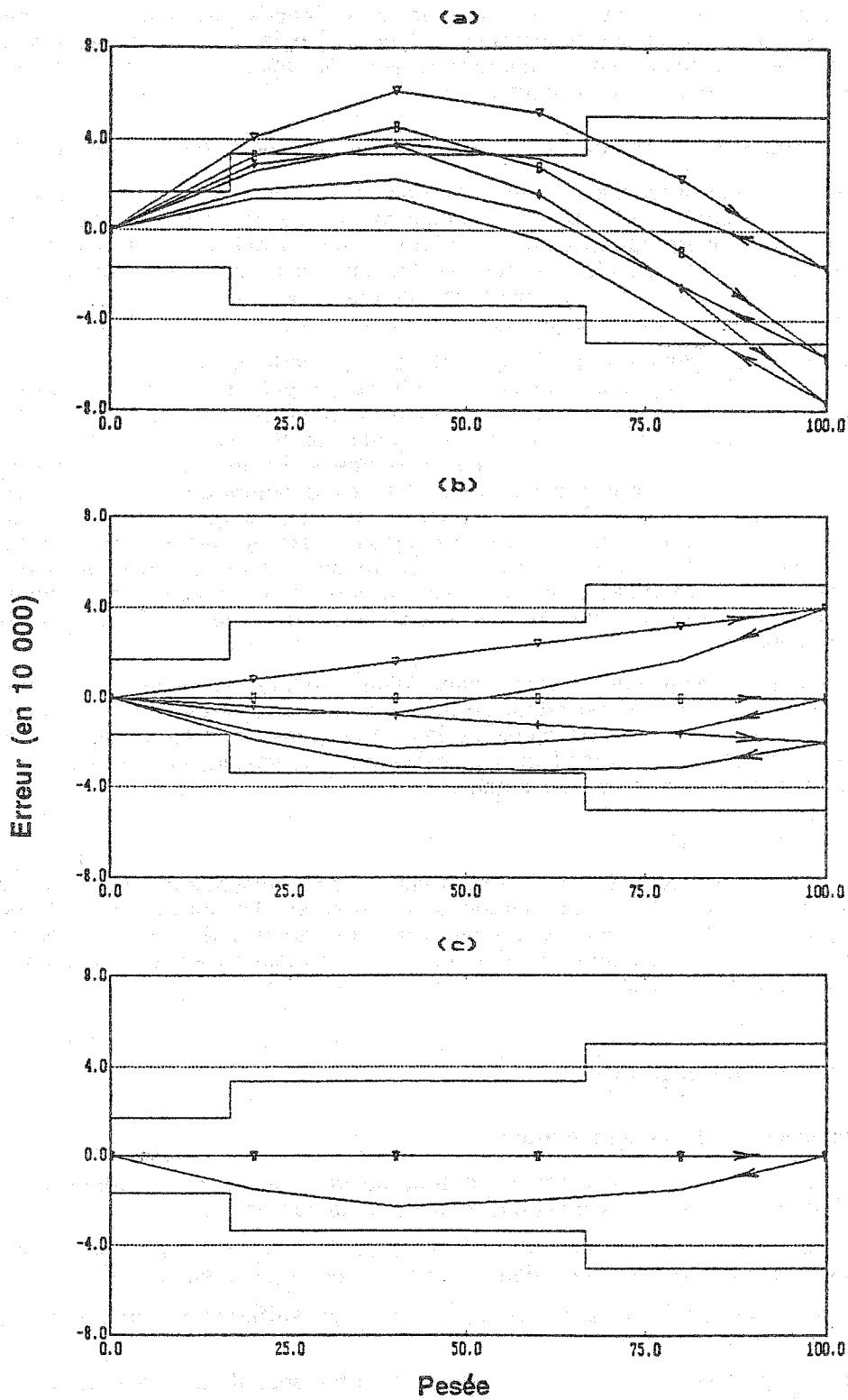


Figure 2. Caractéristiques d'un instrument:
 (a) non-linéarisé;
 (b) linéarisé;
 (c) linéarisé et température corrigée.
 (□ 20 °C; ◇ — 10 °C; ▽ 40 °C).

nage individuel des capteurs, et que l'indicateur nécessaire est relativement complexe (aussi bien en ce qui concerne le matériel que le logiciel). Cette approche est par conséquent particulièrement appropriée aux instruments n'ayant qu'une seule cellule où les inconvénients n'existent pas.

6.2 Linéarisation et correction de la température dans la cellule de pesée

Une deuxième approche à la linéarisation et à la compensation de la température consiste à la création de "capteurs intelligents" ou de cellules de pesée numériques. Ceci demande l'incorporation dans la cellule de pesée même de certaines caractéristiques généralement considérées comme faisant partie intégrante de l'indicateur, à savoir, le convertisseur A/N, le conditionnement des sources d'énergie, la linéarisation, les capteurs de température et la compensation de la température.

L'inconvénient de cette approche est que les cellules sont plus coûteuses qu'à l'approche précédente puisque le circuit doit être répété sur chaque cellule utilisée, néanmoins, la production en masse permet de minimiser le coût. Les avantages sont par contre nombreux: la fabrication mécanique de la cellule de pesée reste peu coûteuse, la longueur des câbles peut être réglée selon les cas, seulement deux fils sont nécessaires à la transmission de l'information numérique (celle-ci devrait pouvoir être transmise par les fils de sources d'énergie), chaque cellule peut être identifiée de façon séparée ce qui facilite le diagnostic des erreurs et permet l'étalonnage individuel des cellules, et pour finir, des protocoles types de transmission informatisée avec détection d'erreurs et méthodes de correction peuvent être utilisés, ce qui permet une connexion directe sur ordinateurs et élimine les problèmes associés au bruit des signaux.

Un autre développement serait celui d'une cellule de pesée sur laquelle des ponts d'extensomètres permettraient de mesurer les contraintes dans la cellule. Celles-ci pourraient ensuite être analysées et les corrections apportées dans la cellule de manière à limiter les erreurs dues au chargement non-axial, ou à séparer les forces en composants verticaux et horizontaux.

6.3 Approche combinée

Une troisième méthode de linéarisation et de compensation de la température est une combinaison des deux méthodes précédentes. La conversion A/N peut être menée dans la cellule de charge (probablement de même que la conversion A/N d'un capteur de température), tout en effectuant la linéarisation et le traitement des autres données dans l'indicateur.

7. Solutions acceptables

7.1 Compensation de la température

Ce qui suit sont les approches en bref pouvant servir de solutions acceptables aux problèmes posés par la compensation de la température.

- a. Le capteur de température doit être situé dans le transducteur de pesée, et soin doit être pris que ces deux éléments soient en contact thermique adéquat.
- b. Un seul capteur de température est en principe suffisant lorsqu'une seule cellule de pesée est employée.
- c. Lorsque plusieurs cellules de pesée sont utilisées, il est nécessaire de placer un capteur de température par cellule.
- d. Les caractéristiques de la correction de la température doivent être déterminées à partir de la vérification individuelle des cellules de pesée (cette vérification ne pouvant être entreprise au lieu d'utilisation, elle doit être faite par le fabricant), à moins de pouvoir assurer, par exemple après vérification de plusieurs cellules

de pesée, que les réponses à la température sont identiques pour toutes les cellules (dans certaines limites).

- e. Si la correction de la température doit aussi inclure des corrections concernant l'effet de la température sur la sensibilité (au lieu de seulement sur le zéro), l'essai nécessaire à la détermination des caractéristiques de la correction de la température doit comprendre les essais en charge, à moins de pouvoir garantir que l'effet de la température sur la sensibilité est identique pour toutes les cellules (dans certaines limites).
- f. Lorsque la température est corrigée dans la cellule de pesée même, les valeurs de la correction doivent être stockées dans la cellule de pesée et ne doivent pas être modifiables sur le lieu d'utilisation.
- g. Si la température est corrigée dans l'indicateur, les valeurs de la correction doivent être indiquées sur la cellule de pesée et doivent être enregistrées dans l'indicateur avant vérification. L'utilisateur ne doit pas être en mesure de régler ces valeurs au lieu d'utilisation sans rompre un cachet. Il doit en outre être possible de vérifier la justesse des valeurs (par rapport aux valeurs indiquées sur la cellule de pesée) lors de la vérification, par exemple au moyen de l'affichage des valeurs réelles ou d'une somme de contrôle qui est aussi indiquée sur la cellule de pesée.
- h. L'intégrité des calculs des corrections de la température ainsi que des caractéristiques stockées relatives à la correction de la température doit être protégée, par exemple à l'aide d'une somme de contrôle, contre toute modification ou perte causée entre autres par la panne d'un composant ou une panne d'électricité, et l'instrument doit être mis hors fonction dès qu'une irrégularité est détectée.

7.2 Corrections de la linéarité

Ce qui suit sont les approches en bref pouvant servir de solutions acceptables aux problèmes posés par la compensation de la linéarité.

- a. Lorsque plusieurs cellules de pesée sont utilisées, il est en général nécessaire de convertir en A/N chaque cellule individuellement de manière à assurer que la correction voulue de la linéarité a bien été appliquée à toutes les cellules.
Il se peut que la correction de la linéarité d'un instrument dont les signaux d'entrée de sa cellule de pesée ont déjà été combinés puisse améliorer de quelque peu sa performance, cependant la linéarité de l'instrument ne peut être jugée fiable lorsque les pesées de chaque cellule diffèrent (par exemple lors d'un chargement décentré), ou lorsque les cellules ne présentent pas les mêmes non-linéarités.
- b. En ce qui concerne les instruments à une seule cellule de pesée, il est suffisant d'effectuer une seule correction de la linéarité et un seul convertisseur A/N est nécessaire.
- c. Les corrections de la linéarité doivent généralement être déterminées pour chaque cellule de pesée, à moins de pouvoir garantir la similitude des caractéristiques pour toutes les cellules (dans certaines limites). Ces caractéristiques peuvent être déterminées à partir de l'essai individuel des cellules au moment de la construction. Par contre, lorsque les cellules de pesée sont suffisamment linéaires, les corrections nécessaires peuvent être déterminées par l'essai de pesée décentrée au moment de l'installation.
- d. Il se peut que la méthode de correction employée exige une adaptation sur la courbe caractéristique de pesée de la cellule de pesée, la détermination des paramètres d'une courbe connue comme formant la courbe caractéristique de pesée de la cellule de pesée, ou la linéarisation de cette courbe à partir de la détermination des corrections nécessaires à des points donnés et de leur interpolation entre ces points.

- e. Si la correction est effectuée dans la cellule de pesée, ces valeurs doivent être stockées dans la cellule et il ne doit pas être possible de les modifier sur le lieu d'installation.
- f. Si les corrections sont effectuées sur l'indicateur à partir de données déterminées pour chaque cellule au moment de la construction, les valeurs des corrections doivent être indiquées sur la cellule de pesée et doivent être inscrites sur l'indicateur avant vérification. Il ne doit pas être possible de modifier ces valeurs sur le lieu d'utilisation sans rompre un cachet. Il doit en outre être possible de vérifier la justesse des valeurs (par rapport aux valeurs indiquées sur la cellule de pesée) lors de la vérification, par exemple au moyen de l'affichage des valeurs réelles ou de celui d'une somme de contrôle qui est aussi indiquée sur la cellule de pesée.
- g. L'intégrité des calculs des corrections de la linéarité ainsi que des caractéristiques stockées relatives à la correction de la linéarité doit être protégé, par exemple au moyen d'une somme de contrôle, contre toute modification ou perte causée entre autres par la panne d'un composant ou une panne d'électricité, et l'instrument doit être mis hors fonction dès qu'une irrégularité est détectée.
- h. Si les corrections de la linéarité sont déterminées lors de la construction et programmées dans la cellule de pesée et qu'il est impossible de les régler au lieu d'utilisation, la cellule de pesée peut alors être traitée de façon semblable à une cellule de pesée analogique (linéaire) conventionnelle dans le but de vérification aux termes de l'OIML R 60, mis à part le fait que le pourcentage d'erreurs appliqué à la cellule de pesée doit être modifié puisque la cellule contient à présent le convertisseur analogique/numérique. Selon le premier projet de révision de l'OIML R 76, les limites d'erreur pouvant être appliquées à l'erreur combinée seraient 0,8 fois les erreurs maximales tolérées de l'instrument entier.

8. Conclusion

Nous avons analysé l'évolution technologique qui a eu lieu dans l'industrie du pesage et en particulier dans la conception des instruments. Bien que les fabricants soient les mieux placés pour savoir quelle est l'orientation des développements, il est néanmoins certain que la linéarisation et la compensation de la température demeureront des techniques très utilisées. Ces techniques font partie des questions principales qui doivent être traitées avec soin dans les révisions des R 76 et R 60 de l'OIML.

COOPÉRATION INTERNATIONALE

dans le DOMAINE des MATÉRIAUX de RÉFÉRENCE

L'OIML et son Secrétariat Pilote SP27 ont pratiquement arrêté leurs activités propres dans le domaine des matériaux de référence pour mieux se consacrer à la coopération internationale dans le cadre du REMCO (Comité des matériaux de référence) de l'ISO.

Rappelons qu'en 1973, l'OIML avait organisé à Washington un symposium international sur ce sujet; les discussions avaient conclu à la nécessité de créer une commission internationale dans laquelle toutes les institutions concernées pouvaient coopérer. L'ISO avait accepté de prendre en charge le secrétariat de cette commission qui, en fait, ne fut jamais créée en tant que commission indépendante puisque le REMCO pouvait parfaitement jouer ce rôle.

La participation de l'OIML au REMCO a pour but, en particulier, que les Guides élaborés soient pleinement acceptables et si possible directement utilisables par l'OIML. Si nécessaire, le SP27 aura pour charge de les adapter ou de les compléter pour les besoins propres de l'OIML.

Par ailleurs, le SP27 est chargé de guider les Secrétariats Rapporteurs OIML responsables d'élaborer des Recommandations sur des instruments de mesure donnés, chaque fois que des matériaux de référence peuvent être utilisés pour étalonner ou vérifier ces instruments.

Etant donné que les services de métrologie légale des membres de l'OIML ne sont pas toujours directement responsables des activités nationales sur les matériaux de référence, il nous a semblé opportun de publier des informations sur la coopération internationale dans ce domaine, et on trouvera ci-après des informations sur le REMCO et sur la banque de données COMAR. Ces informations sont suivies d'un article du Dr Rasberry (USA), membre du REMCO; cet article, reproduit du Bulletin ISO de Juin 1989, décrit le rôle irremplaçable des matériaux de référence dans la recherche d'une précision toujours meilleure.

REMCO

Le REMCO est le Comité du Conseil de l'ISO pour les matériaux de référence. Créé en 1975 sur recommandation d'un séminaire international sur les matériaux de référence certifiés (MRC), il a pour objet d'entreprendre et d'encourager un vaste effort international d'harmonisation et de promotion des MRC, ainsi que leur application, en plus de ses activités fondamentales au sein de l'ISO.

OBJECTIFS

- Etablir des définitions, catégories, niveaux et classification des matériaux de référence à l'usage de l'ISO.
- Déterminer la structure des formes apparentées de matériaux de référence.
- Formuler des critères à appliquer pour le choix des sources à mentionner dans les documents ISO (compte tenu également des aspects juridiques).
- Elaborer des directives pour les comités techniques sur la manière de faire mention des matériaux de référence dans les documents ISO.
- Proposer, dans la mesure des besoins, des actions à entreprendre concernant les matériaux de référence requis pour les travaux de l'ISO.
- Traiter les questions de son ressort survenant en rapport avec d'autres organisations internationales et présenter des avis au Conseil sur les dispositions à prendre.

PROGRAMME DE TRAVAIL

Le REMCO a créé trois groupes de travail en les chargeant des travaux suivants:

1 Groupe de travail Hiérarchie

- Recueillir et analyser les différents avis concernant la définition de "Producteur de matériau de référence certifié (MRC)", en insistant spécialement sur la notion de traçabilité, et rédiger une définition du terme qui sera examinée en vue de son insertion dans le Guide ISO 30 Termes et définitions utilisés en rapport avec les matériaux de référence.
- Revoir le Guide ISO 30 et rédiger toutes modifications nécessaires à apporter au texte.
- Coordonner les révisions futures du Guide ISO 30 et du Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie afin que les deux documents concordent.
- Examiner les définitions, catégories, niveaux et classifications des matériaux de référence et recommander les suites à donner pour étude lors des débats du REMCO.

2 Groupe de travail Etalonnage

- Etudier les modèles mathématiques et statistiques faisant appel aux matériaux de référence certifiés et rédiger des principes directeurs propres aux utilisateurs de MRC en vue de les insérer dans les guides ISO.
- Elaborer des modèles mathématiques qui aideront les producteurs de MRC à fixer des niveaux certifiés lorsque des données de certification proviennent de sources différentes: méthodes, laboratoires, analyses tributaires de méthodes ou de leurs combinaisons.
- Réunir et diffuser des banques de données de MRC disponibles et de MRC à l'étude et en projet.

3 Groupe de travail Promotion

- Assurer la liaison avec les comités techniques de l'ISO et les comités d'études de la CEI, les organisations, les institutions et agences internationales, et avec les utilisateurs de MRC pour identifier leurs besoins en la matière et les transmettre aux producteurs.
- Faire connaître aux comités techniques de l'ISO les MRC disponibles et les encourager à les citer, le cas échéant, dans les normes.
- Faciliter l'organisation de journées d'étude, de séminaires et de séances de démonstration en coopérant en partie avec le DEVCO (le Comité du Conseil de l'ISO du développement), en vue de former de potentiels utilisateurs de MRC.
- Aider le REMCO à étudier les besoins futurs en MRC et rédiger des propositions pertinentes.

TRAVAUX ACHEVES

1 Publications

Guide ISO 30: 1981 — Termes et définitions utilisés en rapport avec les matériaux de référence

Guide ISO 31: 1981 — Contenu des certificats des matériaux de référence

Guide ISO 33: 1989 — Utilisations des matériaux de référence certifiés

Guide ISO 35: 1989 — Certification des matériaux de référence — Principes généraux et statistiques

2 Documents de référence

ISO/REMCO 106: 1983 — Définition du système d'indexation des matériaux de référence "COMAR"

Directives CEI/ISO Partie 2: Méthodologie pour l'élaboration des Normes internationales. Annexe B: Mention des matériaux de référence: 1989

ORGANISATIONS INTERNATIONALES EN LIAISON AVEC LE REMCO

AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
CCE/BCR	Commission des communautés européennes, Bureau communautaire de référence
CEI	Commission électrotechnique internationale
ECCLS	Comité européen de normes pour laboratoires médicaux
IFCC	Fédération internationale de chimie clinique
ILAC	Conférence internationale sur l'agrément des laboratoires d'essais
UICPA	Union internationale de chimie pure et appliquée
OIML	Organisation internationale de métrologie légale
OMS	Organisation mondiale de la santé

COMAR

Le 16 mai 1990, les représentants de 7 pays (R.F. d'Allemagne, R.P. de Chine, Etats-Unis d'Amérique, France, Japon, Royaume-Uni et URSS), réunis au Laboratoire National d'Essais à Paris, ont signé un mémorandum établissant une coopération permanente pour le fonctionnement d'une banque de données sur les matériaux de référence "COMAR". (COde d'indexation des MATériaux de Référence), dont le LNE assure la fonction de Secrétariat Central pour une période de 4 ans.

Développé à la fin des années 70 par le LNE, ce Code fut présenté au REMCO qui encouragea son utilisation comme base d'un système international d'information sur les matériaux de référence.

Pour plusieurs milliers de matériaux de référence certifiés (MRC) originaires des pays signataires du mémorandum, ainsi que pour des MRC internationaux ou d'autres pays, codés par le Secrétariat Central, la banque de données précise:

- le ou les domaines d'application,
- les propriétés certifiées d'indication (composition élémentaire, composition moléculaire, propriétés physiques, propriétés conventionnelles...),
- la forme de l'échantillon,
- le pays d'origine,
- le producteur,
- les références.

Le logiciel d'interrogation a été conçu dans l'esprit d'un système d'aide à la décision de l'utilisateur: celui-ci dialogue avec le système en indiquant, dans l'ordre, les critères qualitatifs et quantitatifs auxquels le MRC recherché doit satisfaire. Au fur et à mesure qu'il précise ses souhaits, le système indique le nombre de MRC conformes à la demande.

La Banque de données COMAR est disponible en version compatible PC * mais des formes d'accès direct existent déjà (en France par Minitel) ou sont à l'étude dans certains pays.

* S'adresser au Laboratoire National d'Essais
Secrétariat des Matériaux de Référence
1, rue Gaston Boissier, 75015 Paris
Fax: (33) 1 40 43 37 37

MATERIAUX DE REFERENCE — L'EXACTITUDE, OBJECTIF A ATTEINDRE *par **S.D. RASBERRY**Chef, Office of Standard Reference Materials,
National Institute of Standards and Technology, USA

Les bons mesurages coûtent cher, et les mauvais plus cher encore, parfois plus que l'investissement initial et souvent plus que de l'argent. Ils peuvent causer des erreurs de diagnostic et de traitement médicaux, entraîner une perte du temps de production, un gaspillage d'énergie et de matériaux, la production de rebuts et des problèmes de responsabilité du fait des produits, voire des procès nés de conflits liés au commerce, à l'environnement, à la santé et à la sécurité. En revanche, un bon mesurage est une clé de la productivité.

Les matériaux de référence certifiés représentent une manière de concilier l'économie et l'exactitude dans l'intérêt de tous.

L'ISO a défini ** le matériau de référence comme un matériau ou substance dont une ou plusieurs propriété(s) est (sont) suffisamment bien définie(s) pour permettre de l'utiliser pour l'étalonnage d'un appareil, l'évaluation d'une méthode de mesurage ou l'attribution de valeurs aux matériaux. Un matériau de référence certifié est défini comme un matériau de référence dont les valeurs des propriétés sont certifiées par une procédure techniquement valide, ayant un certificat ou un autre document à cet effet, qui l'accompagne ou qui peut lui être rapporté. C'est de ces derniers matériaux, les MRC, que s'occupe largement l'ISO/REMCO.

Les MRC sont des objets réels. Dans de nombreux cas, il s'agit de prototypes de matériaux commerciaux tels que ciments, verres ou aciers inoxydables, prototypes qui sont certifiés quant à leur composition chimique. Certains MRC sont des matériaux naturels tels qu'un sol ou un tissu végétal. Dans d'autres cas, les MRC sont à la base d'essais d'ingénierie, soit en vertu des propriétés des matériaux, soit en vertu de leur forme. Par exemple, le NIST certifie des MRC pour la dimension de plusieurs fissures différant par la largeur et servant à tester la sensibilité et la performance des pénétrants colorés utilisés dans les essais non destructifs. Chaque matériau est prévu pour aider les utilisateurs à valider ou à étalonner leur processus de mesurage.

C'est dans le domaine de la maîtrise de la qualité industrielle, en particulier en métallurgie, que les premiers MRC ont été élaborés et utilisés. Mais les matériaux de référence certifiés sont également produits et utilisés à d'autres fins. Dans certains cas, ils facilitent les transactions entre acheteurs et vendeurs, par exemple lorsque l'acier inoxydable est vendu à un prix basé sur la teneur en chrome et en nickel; l'acheteur comme le vendeur exigent une analyse équitable du matériau, c'est-à-dire une analyse dont l'exactitude est assurée par référence à un étalon.

Nous donnerons de nombreux exemples ci-dessous. Mais tout d'abord, quelles sont les caractéristiques requises d'un matériau pour qu'il puisse être candidat à la certification en tant que matériau de référence ?

* Ce texte est reproduit du ISO Bulletin Vol. 20 N° 6, juin 1989.

** Guide ISO 30 Termes et définitions utilisés en rapport avec les matériaux de référence. Voir également le Guide ISO 31 Contenu des certificats des matériaux de référence.

Homogénéité

Il est essentiel que toute partie d'un lot donné soit identique aux autres parties, dans des limites globales d'incertitude.

Stabilité

La plupart des matériaux s'altèrent avec le temps. De plus en plus souvent, une date d'expiration accompagne les MRC fournis, date au-delà de laquelle le certificat n'est plus valable.

Procédures de manutention

L'usage adéquat d'un MRC peut exiger des mesures spéciales telles que l'emmagasinage dans des conditions de froid, le séchage et d'autres préparations. Le cas échéant, ces dispositions sont livrées avec le MRC.

Valeur certifiée

Il est manifestement important d'analyser les matériaux avec exactitude de sorte que des "valeurs vraies" puissent être indiquées sur le certificat. Il s'agit en fait pour nous du travail le plus délicat. Nous ne prétendons pas à l'infaillibilité. Certes, nous cherchons toujours à dépister les erreurs systématiques dans les mesurages servant à la certification, mais les progrès de la technique peuvent révéler des erreurs qui n'ont pas été détectées lors des travaux originaux.

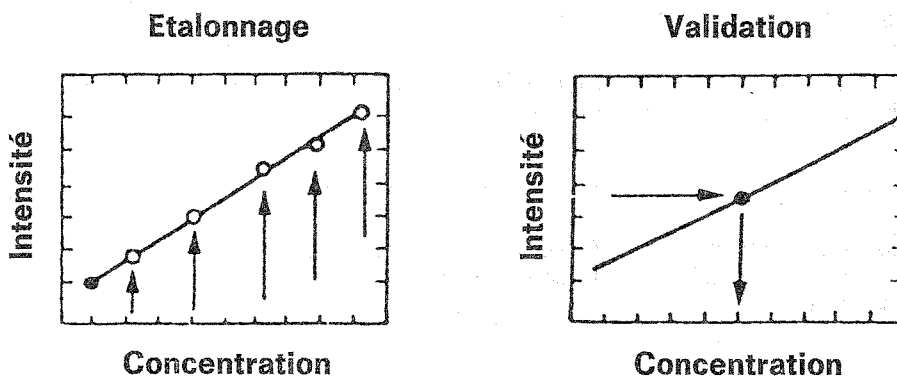
Plusieurs techniques sont particulièrement utiles. En premier lieu, bien qu'elles puissent être bien trop coûteuses pour une utilisation de routine, il existe des méthodes de très grande exactitude qui font appel à des unités fondamentales de mesure et qui diminuent les sources d'erreur. En second lieu, les résultats concordants de plusieurs méthodes indépendantes garantissent la certification. De plus, un accord entre plusieurs laboratoires indépendants (utilisant la même méthode ou des méthodes différentes) est une source supplémentaire de confiance.

Aux Etats-Unis, de nombreux laboratoires indépendants fournissent une assistance en matière de certification. La coordination a été peu à peu assurée grâce à l'American Society for Testing and Materials (ASTM), par le biais d'association en matière de recherche. Certains accords de ce type sont appliqués dans les domaines des métaux et des minerais, du verre et de la granulométrie. La coopération d'autres associations a été des plus utiles. Parmi celles qui coopèrent avec le NIST, citons la Motor Vehicle Manufacturers Association, l'American Iron and Steel Institute, l'American Foundrymen's Society et la Portland Cement Association.

Etalonnage

Lorsque les MRC d'un type donné sont disponibles en nombre suffisant, ils peuvent fournir des bases d'étalonnage à l'analyse chimique industrielle et à d'autres types de mesurages industriels. Par exemple, en sidérurgie, les analystes emploient les séries de MRC du NIST pour l'analyse des aciers faiblement alliés par fluorescence de rayons X, une méthode analytique relative où de bons étalons jouent un rôle essentiel.

Le diagramme montre deux manières différentes d'utiliser des matériaux de référence étalons (SRM) pour aider à l'assurance de la qualité du mesurage. Le matériau de référence a servi à déterminer la relation entre l'intensité mesurée sur l'instrument (à gauche) et la concentration d'un élément donné en différents matériaux (à droite).



L'étalonnage de certains instruments et méthodes est fondé sur des principes premiers, c'est-à-dire sur des étalons d'éléments purs ou des combinaisons binaires de tels étalons. Une utilisation accrue de telles méthodes donnera aux MRC un rôle très important de validation de la méthode.

Comme outil de validation, le MRC n'est pas utilisé durant l'étalonnage de l'instrument, mais mesuré avec les inconnues. Il figure sur le graphe en tant qu'inconnue et les résultats sont comparés avec la valeur certifiée afin de confirmer ou d'infirmer la validité du processus de mesurage.

Les MRC sur la ligne de départ

Des producteurs du monde entier ont mis à disposition plusieurs milliers de MRC. On en trouvera la liste dans le Répertoire ISO des matériaux de référence certifiés. Comme mon expérience s'est surtout déroulée au sein du NIST, je donnerai un certain nombre d'exemples de matériaux produits par cet organisme dans le cadre d'un programme s'étendant sur quatre-vingts années. Par commodité, j'utiliserai le terme ancien mais toujours en usage de matériau de référence étalon (SRM), dont la définition est la même que celle du MRC.

Bien que, dans les années 70 et 80, on ait énormément mis l'accent sur la production de SRM de laboratoire dans les domaines environnemental, énergétique, biologique et clinique, l'effort de production porte toujours principalement sur les matériaux présentant un intérêt pour l'industrie. Par exemple, il existe environ 350 SRM de métaux, minerais, ciments et céramiques. Des SRM ont également été produits pour servir à la métrologie microdimensionnelle, y compris la granulométrie. Des SRM pour l'épaisseur des revêtements, les courants parasites et les pénétrants colorés, contribuent à l'expansion actuelle des méthodes d'évaluation non destructives. Des SRM pour la rugosité des surfaces, l'usure par frottement et les propriétés lubrifiantes des huiles ont été mis au point. Des SRM de maîtrise de la qualité sont disponibles pour les industries métallurgique, minière, chimique et les industries du ciment, des matières plastiques, du caoutchouc, du verre et de la céramique.

Solutions spectrométriques

Dans les laboratoires chimiques, l'analyse par spectrométrie d'absorption atomique est devenue un instrument de première importance. Les méthodes s'appuient sur l'étalonnage d'un instrument par un matériau en solution et les caractéristiques spectroscopiques de l'échantillon sont représentées sous forme de graphes et en chiffres. L'extrême exactitude et simplicité de ces méthodes leur permettent presque de remplacer les méthodes classiques. Il devient par conséquent nécessaire d'élaborer des solutions étalons. Le NIST produit plus de 65 solutions spectrométriques uni-élémentaires et pluri-élémentaires afin de satisfaire à la demande. Ces dernières comprennent un SRM éléments aqueux résiduels contenant 17 éléments certifiés à l'échelle du nanogramme par gramme, ainsi qu'un ensemble de SRM solutions anioniques pour l'électroconductivité et la recherche sur les pluies acides.

Electronique

La résistivité électrique est une grandeur significative utilisée dans l'industrie électronique en tant que prédicteur de la performance d'un matériau. Il existe des SRM pour la résistivité du métal aussi bien que pour celle du silicium.

L'assurance de la qualité relative aux photo-masques utilisés dans la production de microprocesseurs à circuit intégré exige un mesurage exact de la dimension de chaque trait du photo-masque. Le NIST produit des étalons de mesure dans le but d'étalonner les microscopes optiques utilisés pour mesurer la largeur des lignes opaques et des espaces vides dans des photo-masques à circuit intégré.

Matériaux d'ingénierie

De nombreux types de matériaux utilisés pour tester les propriétés des matériaux en matière d'ingénierie sont certifiés au NIST. Les fabricants de pneus et autres produits de l'industrie du caoutchouc disposent d'un certain nombre de matériaux en caoutchouc ou en composés de caoutchouc. Il existe également des SRM pour l'aire massique des poudres, le tamisage, la granulométrie et la qualité des ciments.

Plusieurs SRM sont utilisables dans les domaines de la construction et de la recherche sur le feu. Par exemple, certains d'entre eux sont utilisés pour étalonner les chambres servant à mesurer la densité de fumée.

D'autres sont utilisés pour étalonner des dispositifs qui mesurent les propriétés d'isolation à la chaleur des matériaux de construction.

Des étalons pour l'environnement

Les matériaux de référence fournissent, à tous les niveaux, une base commune aux activités gouvernementales de surveillance de la pollution, et aux industries qui doivent contrôler les niveaux d'émission des polluants. Une grande variété de matériaux sont disponibles à cette fin, y compris des solides, des liquides et des gaz certifiés pour des traces de métaux et les polluants organiques, tels que sédiments de rivières et d'estuaires, la poussière urbaine et les pesticides chlorés en iso-octane.

Des gaz de l'environnement destinés à évaluer les polluants de sources d'énergie mobiles ou fixes sont disponibles dans toute une gamme de concentration, de même qu'une série de SRM de dioxydes de carbone atmosphériques qui sont utilisés pour surveiller la concentration de CO₂ dans l'atmosphère.

Il existe un certain nombre d'hydrocarbures servant à mesurer la pollution potentielle, par exemple des houilles et pétroles certifiés quant à la teneur en éléments résiduels et en soufre. Certaines houilles fournissent également le dosage de la chaleur et les valeurs de l'"analyse immédiate" (eau, matière volatile, calamine et cendre). Une cendre volatile, typique des centrales à charbon, est également disponible et clôt cette série de SRM.

SRM cliniques et nutritionnels

Le NIST a produit les premiers SRM cliniques il y a environ 20 ans, ce qui a marqué un essor majeur du programme concernant les SRM. Ces matériaux fournissent une base exacte aux chimistes cliniciens. Les SRM actuellement disponibles sont utilisés pour élaborer des "méthodes de référence" employées par les fabricants et les services de recherche clinique.

Parmi les matériaux de référence intéressants et actuellement disponibles, mentionnons un sérum humain lyophilisé, une série de sérums (lyophilisés et congelés) de cholestérols, un sérum d'albumine de bovidé, un sérum d'anti-épileptique et un sérum d'anticonvulsant. Des étalons thermométriques et un certain nombre de matériaux cliniques certifiés pour la pureté sont également disponibles.

Dans le domaine des SRM nutritionnels, plusieurs matériaux alimentaires et connexes certifiés pour les éléments résiduels ont été mis en circulation. Récemment, une huile de coco a été certifiée pour la teneur en cholestérol et en plusieurs vitamines et un matériau de référence du Département américain de l'agriculture a constitué de fait un étalon de "régimes alimentaires mixtes".

J'ai dû me limiter à une brève description des MRC, du point de vue de l'organisation dont je relève. Il est possible d'obtenir de nombreuses autres informations: soit des références techniques spécifiques concernant ce qui précède en me contactant à l'Office of Standards Reference Materials, NIST, B311 Chemistry Building, National Institute of Standards and Technology; Gaithersburg, Maryland, 20899, USA; soit des informations plus générales en s'adressant au secrétaire du REMCO, Secrétariat central de l'ISO.

INTERNATIONAL COOPERATION in the FIELD of REFERENCE MATERIALS

OIML and its Pilot Secretariat SP27 have practically ceased their own activities in the field of reference materials with a view of better devoting its efforts to international co-operation within the framework of REMCO (Reference Materials Committee) of ISO.

It may be recalled that OIML organized in 1973 an international symposium in Washington on this subject; the discussions then concluded that it was necessary to create an international commission within which all the concerned institutions could co-operate. ISO accepted to ensure the secretariat for this commission which in fact was never created in the form of an independent commission as its role could perfectly be handled by REMCO.

The participation of OIML in REMCO aims in particular to ensure that the Guides elaborated within this committee can be fully accepted and if possible directly utilized by OIML. If necessary the SP27 will have to adapt and complete them for the use by OIML.

The SP27 shall also guide the Reporting Secretariats of OIML which are responsible for the elaboration of Recommendations on particular measuring instruments whenever reference materials can be used to calibrate or verify these instruments.

As the legal metrology services of OIML Member States are not always in charge of the national activities pertaining to reference materials we have found it appropriate to publish a review of the international co-operation in this field and you will find below information about REMCO and the data bank COMAR.

This information is followed by a paper by Dr Rasberry (USA), member of REMCO; this paper which is reproduced from the June 1989 issue of the ISO Bulletin describes the important role of reference materials in the search for ever increasing accuracy.

REMCO

REMCO is the ISO Council Committee on reference materials. It was established in 1975 at the recommendation of an international seminar on Certified Reference Material (CRM). The aim of the Committee is to carry out and encourage a broad international effort for harmonization and promotion of CRMs and their applications, in addition to its basic activities within ISO.

OBJECTIVES

- To establish definitions, categories, levels and classification of reference materials for use by ISO.
- To determine the structure of related forms of reference materials.
- To formulate criteria to be applied for choice of sources for mention in ISO documents (including legal aspects).
- To prepare guidelines for technical committees for making reference to reference materials in ISO documents.
- To propose, as necessary, action to be taken on reference materials required for ISO work.
- To deal with matters within its competence concerning other international organizations and to advise the Council on action to be taken.

WORK PROGRAMME

REMCO has organized three task groups and distributed the work among them as follows:

1 Hierarchy Task Group

- To collect and analyse viewpoints concerning the definition of "Certified Reference Material (CRM) producers", with special emphasis on traceability, and to draft a definition of the term for consideration for inclusion in ISO Guide 30 Terms and definitions used in connection with reference materials.
- To review ISO Guide 30, and to draft any necessary revisions to it.
- To coordinate future revisions of ISO Guide 30 with future revisions of the International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology, so that both documents are in harmony.
- To consider definitions, categories, levels and classifications of reference materials, and recommended actions for REMCO deliberation.

2 Calibration Task Group

- To study mathematical, including statistical, models of calibration using Certified Reference Materials and to draft appropriate guidance to CRM users for inclusion in ISO guides.
- To develop mathematical models that will assist CRM producers to establish certified levels when certification data arise from multiple methods, multiple laboratories, method-dependent analyses, or combinations of these sources.
- To collect and disseminate databases of available CRMs and CRMs in production or planned.

3 Promotion Task Group

- To provide liaison with ISO and IEC technical committees, international organizations, institutions, agencies and CRM users, in order to identify their needs for CRMs and convey them to producers.
- To inform ISO TCs of CRM availability and encourage mention of CRMs in standards, as appropriate.
- To help organize workshops, seminars and demonstrations, partly in cooperation with DEVCO (the ISO Council Committee on development), to train potential users of CRMs.
- To help REMCO study future needs for CRMs and prepare relevant propositions.

WORK COMPLETED

1 Publications

ISO Guide 30: 1981 — Terms and definitions used in connection with reference materials

ISO Guide 31: 1981 — Contents of certificates of reference materials

ISO Guide 33: 1989 — Uses of certified reference materials

ISO Guide 35: 1989 — Certification of reference materials — General and statistical principles

2 Reference documents

ISO/REMCO 106: 1983 — Definitions of "COMAR" reference materials indexing system
Directives IEC/ISO, Part 2 — Methodology for the development of International Standards. Annex B: Mention reference materials: 1989.

INTERNATIONAL ORGANIZATIONS IN LIAISON WITH REMCO

CEC/BCR	Commission of the European Communities, Community Bureau of Reference
COWS of WASP	Commission on World Standards of the World Association of Societies of Pathology
ECCLS	European Committee for Clinical Laboratory Standards
IAEA	International Atomic Energy Agency
IEC	International Electrotechnical Commission
IFCC	International Federation of Clinical Chemistry
ILAC	International Laboratory Accreditation Conference
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
OIML	International Organization of Legal Metrology
WHO	World Health Organization

COMAR

On the 16th May 1990, representatives of seven countries (F. R. Germany, P. R. China, United States of America, France, Japan, the United Kingdom and USSR) gathered at the Laboratoire National d'Essais (LNE) in Paris to sign a memorandum of agreement to cooperate permanently in the operation of a data base for reference materials, called "COMAR" (COde for the indexing of MAterials of Reference). The Laboratoire National d'Essais will supply the Central Secretariat for a period of four years.

The Code, developed by LNE in the late 1970s, was submitted to REMCO, who encouraged its use as the basis of an international information system on reference materials.

For some thousands of certified reference materials (CRMs) produced in the countries that are signatories to the memorandum, and for international CRMs and CRMs from other countries, all coded by the Central Secretariat, the data bank indicates:

- the field or fields of application,
- the certified indication properties (elementary composition, molecular composition, physical properties, conventional properties...),
- the form of the sample,
- the country of origin,
- the name of the producer,
- references.

The software for the interrogation of the data base has been developed as a system designed to help the user in forming decisions: the user enters into a dialogue with the system, telling it, in the order in which they are itemized, the qualitative and quantitative criteria that the desired CRM must satisfy. To the extent that he is explicit in stating his wishes the system indicates the number of the CRM that conforms to his request.

The COMAR Data Bank is available in a version for PC compatibles*: but direct access is also possible (in France by Minitel) or is under development in some countries.

* Apply to: Laboratoire National d'Essais
Secrétariat des Matériaux de Référence
1, rue Gaston Boissier, 75015 PARIS
Fax: (33) 1 40 43 37 37

REFERENCE MATERIALS — MEETING, THE ACCURACY TARGET *by **S.D. RASBERRY**Chief, Office of Standard Reference Materials,
National Institute of Standards and Technology, USA

Good measurements cost money, bad ones cost more — sometimes even more than the original investment — and often more than money alone. They can cause wrong medical diagnosis and treatment. They can mean lost production time, waste of energy and materials, manufacturing rejects, and product liability problems. They can bring opposing parties to court over commercial, environmental, health and safety issues. On the positive side, good measurement is a key to productivity.

Certified reference materials are a way of marrying economy and accuracy in the interests of everybody.

ISO has defined ** the term reference material as a material or substance, one or more properties of which are sufficiently well established to be used for calibration of an apparatus, the assessment of a measurement method, or for assigning values to materials. It defines a certified reference material as one whose property values are certified by a technically valid procedure, accompanied by or traceable to a certificate or other documentation. It is the certified reference material (CRM for short) with which ISO REMCO is largely concerned.

CRMs are tangible objects. In many cases they are prototypes of a commercial material such as cement, glass or stainless steel, certified for chemical composition. Some are natural materials such as soil or plant tissue. In other cases, CRMs support engineering tests, either by virtue of the properties of the materials or by their shape. For example, NIST certifies CRMs for the dimensions of several cracks of different width which can be used to test the sensitivity and performance of dye penetrants used in non-destructive testing. Each material is planned to help users validate or calibrate their measurement process.

The earliest developments and uses of CRMs were found in the field of industrial quality control — particularly in the metal industries. There are other reasons why certified reference materials are produced and used. In some instances they aid buyer-seller transactions, an example being in the sale of stainless steel at a price based on the content of chromium and nickel. Both the buyer and the seller require a fair analysis of the material — one where the accuracy of analysis is assured by reference to an impartial standard.

Plenty of examples are given below, but to begin with what are the characteristics of a material that make it a candidate for certification as a reference material ?

Homogeneity

It is essential that every part of a given lot be the same within the overall uncertainty limits provided.

* Text reproduced from ISO Bulletin Vol. 20 n° 6, June 1989.

** ISO Guide 30 Terms and definitions used in connection with reference materials. Also, see ISO Guide 31 Contents of certificates of reference materials.

Stability

Most materials change with time. CRMs are increasingly provided with expiration dates after which the certificate is not valid.

Handling procedures

Special measures such as cold storage, drying and other preparation, may be necessary to the proper use of a CRM and are now provided when appropriate.

Certified values

Accurately analysing materials so that "true value" numbers can be placed on the certificate is clearly important, but this is our most difficult job at NIST. We do not claim infallibility. Even though systematic errors in the measurements leading to certification are always investigated, later advances in the state of the art may uncover errors that were undetected at the time of the original work. Several techniques are especially helpful.

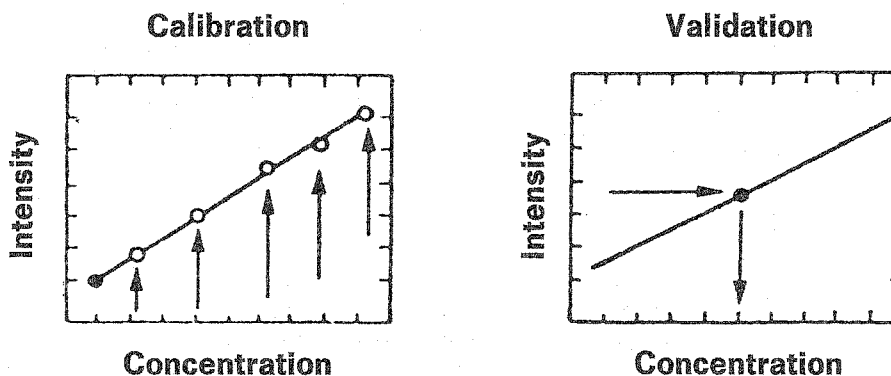
First, although they may be much too costly for routine use, methods of the highest accuracy are linked to basic measurement units and thus reduce sources of error. Secondly, the agreement of several independent methods lends assurance to certification. Further, agreement among several independent laboratories (using the same or different methods) provides additional reason for confidence.

In the United States, assistance in certification is provided by many independent laboratories. Increasingly, the coordination of this assistance has been accomplished with the help of the American Society for Testing and Materials (ASTM), through research associate agreements. There are such agreements in effect in the fields of metals and ores, glass and particle metrology; additionally, the cooperation of other associations has been most helpful. Some of those cooperating with NIST include the Motor Vehicle Manufacturers Association, the American Iron and Steel Institute, the American Foundrymen's Society and the Portland Cement Association.

Calibration

Where enough CRMs of a given type are available, they can provide calibration points for industrial chemical analysis and other types of industrial measurements. For example, steel analysts employ NIST CRM series for low alloy steel x-ray fluorescence analysis, a relative analytical method in which good calibration standards are crucial.

The diagram shows two different ways of using standard reference materials to assist measurement quality assurance. To the left, the reference material has been used to determine the relationship between intensity measured in the instrument and to the right, concentration of an element in different materials.



Some instruments and methods have calibrations based on first principles. Here calibrations may be based on pure element standards or binary mixtures of pure element standards. A very important role for CRMs emerges with the increased use of such methods — the role of method validation.

To serve as a validator, the CRM is not used at all during the instrument calibration. Instead, it is measured along with the unknowns. It is placed on the graph as such and the results are compared with certified value to confirm or deny the validity of the measurement process.

Ready to go

Several thousand CRMs have been made available by producers around the world and can be traced in the ISO Directory of Certified Reference Materials. Because my experience is mostly with the materials produced at NIST, the following examples are drawn from the NIST output in a programme spanning 80 years. For convenience I use the older and still current term SRM to indicate a standard reference material — it has the same definition as the CRM.

Although the 1970s and 1980s saw considerable emphasis on producing environmental, energy-related, biological and clinical laboratory SRMs most of the production effort is still concentrated on materials of industrial interest. About 350 metals, ores, cements and ceramics are available, for instance. Also, SRMs have been issued to support microdimensional metrology, including particle size analysis. Coating thickness, eddy current and dye penetrant SRMs support the growing field of non-destructive evaluation. SRMs for surface roughness, wear debris and lubricating properties of oil have been completed. Quality control SRMs are available for such industries as metal, mining, cement, chemical, plastics, rubber, glass and ceramics.

Spectrometric solutions

Atomic absorption plasma spectroscopy has become a major analytical tool in the chemical laboratory. Methods are based on the calibration of an instrument by a material in solution, the spectroscopic characteristics of the sample material being shown as a graph or in figures. The extreme accuracy and simplicity of these methods have enabled them almost to replace classical methods. They have given rise to the need for solution standards. NIST is issuing over 65 single-element and multi-element spectrometric solutions to meet the demand. The latter include a trace element in water SRM containing 17 certified elements at the nanogram per gram level and a set of anion solution SRMs for electroconductance and acid rain research.

Electronics

Electrical resistivity is an important quantity used in the electronics industry as a predictor of material performance. SRMs are available for metal resistivity as well as for silicon resistivity.

Quality assurance for the photomasks which are used in producing integrated circuit microchips requires accurate measurement of the size of each feature on the photomask. NIST has been producing linewidth measurement standards to calibrate optical microscopes used to measure the widths of opaque lines and clear spaces on integrated circuit photomasks.

Engineering materials

Many kinds of materials used in testing the engineering properties of materials are certified at NIST. Tyre makers and others in the rubber industry have available a number of rubber and rubber compounding materials. Surface area of powders, sieve size, particle size and cement fineness SRMs are also available.

Several SRMs are of use in construction and in fire research. For example, some are used to calibrate smoke density chambers. Others are useful in calibrating devices which measure the heat insulation qualities of building materials.

Environmental standards

Standard reference materials provide a common base for all levels of government that monitor pollution, and for industries that must control the emission levels of pollutants. A wide variety of materials are available for this purpose including solids, liquids and gases certified for trace metals and organic pollutants. Among these are river and estuarine sediments, urban dust, and chlorinated pesticides in iso-octane.

Environmental gases to evaluate pollutants from both mobile and stationary power sources are available in a range of concentrations, as are a series of carbon dioxide in air SRMs used to monitor CO₂ buildup in the atmosphere.

To tackle the problem of measuring potential pollution a number of hydrocarbon fuels are available. These include coals and fuel oils certified for trace elements and sulfur content. Some of the coal materials also provide heat content and "proximate analysis" values (moisture, volatile matter, fixed carbon and ash). A fly ash typical of coal burning power plants is also available to round out the series.

Clinical and nutrition

The first clinical SRMs were issued by NIST about 20 years ago and marked a major expansion of the SRM programme. These materials provide an accurate base for the clinical chemist. The currently available SRMs are used to develop "reference methods" employed by manufacturers and clinical research facilities.

Materials of interest that are now available include a freeze-dried human serum, a series of cholesterol in serum materials (freeze-dried and frozen), a bovine serum albumin, anti-epilepsy drugs in serum and anticonvulsant drugs in serum. Also available are thermometric standards and a number of clinical materials certified for purity.

In the area of nutrition SRMs, several food and food-related materials certified for trace elements have been issued. Recently a coconut oil was certified for cholesterol and several vitamins certified from the US Department of Agriculture provide in effect a standard "mixed diet" food material.

This has of necessity been a brief account of CRMs seen mainly from the point of view of my own organization. Much further information is available. Specific technical references to the above may be obtained from me at the Office of Standard Reference Materials, NIST, B311 Chemistry Building, National Institute of Standards and Technology; Gaithersburg, Maryland, 20899, USA. More general information can be obtained from the Secretary, REMCO, ISO Central Secretariat.

SUEDE

GEORG STIERNHIELM and his SWEDISH SYSTEM of UNITS for WEIGHTS and MEASURES

by Rolf OHLON

Introduction

Georg Stiernhielm was one of the most remarkable Swedes who lived during the short time the country was one of the big powers of Europe. He was born in 1598. His basic university studies took place in Greifswald. He acted later as public official both in the Swedish Baltic provinces as well as in the home country. In the sixteentforties he became the court poet of Queen Christina. His contribution as a poet gave him the attribute as being the father of the Swedish poetry. Stiernhielm, as also to some extent René Descartes, wrote plays which were performed at the court.

In his forties he started self-studies in mathematics and physics. He was probably inspired by Anders Bure who was a close relative to his wife Christina. Anders Bure was the first Swedish cartographer. As such he worked for King Gustavus Adolphus. Bure was also interested in questions related to weights and measures. Amongst others, he proposed decimal division of measurement units already in 1637. Further, he established the size of the Swedish corn barrel which was decided upon by the parliament 1638.

As result of his studies and experiments, Stiernhielm published in 1644 "Archimedes Reformatus", which he dedicated to the Queen. It is the first scientific treatise printed in Swedish language. The work describes methods for the determination of densities or rather specific weights as the values were related to water. As a result of this work, Stiernhielm in 1648 invented a rule with scales by means of which he was able to determine values and contents of gold and silver in alloys. In doing so, he is probably one of the first persons who developed nomographic charts. He extended this method to other fields of metrology which will be described later.

By 1650 Stiernhielm started to devote most of his work to questions related to metrology. As a result of this, he proposed a measurement system in which the units were logically interrelated using water as the transfer medium between volume and mass. This principle had been used already 1627 by Kepler in his "Ulmer Messkessel" by which units for length, volume and weight were connected. However, there is nothing which indicates that Stiernhielm had knowledge of Kepler's work. He also went one step further and based his system on what was considered to be an indestructable and absolute unit, namely the Dutch weight unit ass of about 48 mg.

This unit was at that time well established in Europe for weighing coins and precious metals. The apprehension that the unit was considered to have an absolute value can be illustrated by quoting one of the Swedish commissioners for weights and measures, councillor Bengt Horn. In 1668 he stated: "It is with the ass as with the number 1. It cannot be changed."

Stiernhielm finalized his system in 1657. This is confirmed by a document in Latin describing a measure rule called "Linea Carolina" which he dedicated to King



Fig. 1 — Georg Stiernhielm according to a painting by Ehrenstrahl, 1663. To the lower right objects which associate to his activities in metrology.

Charles X Gustavus. One year later, he demonstrated for the King another measure rule which was named "Carl-Staf". The situation concerning units for weights and measures were at that time chaotic in Sweden. The government therefore in 1664 asked Stiernhielm to propose a new system. As a result of Stiernhielm's proposal, the government issued a decree according to his proposal in 1665. Stiernhielm was appointed to be general director for weights and measures in 1667. His contributions were also known abroad. Thus, he became the first Swedish member of Royal Society in 1669. He died in 1672.

His system will be briefly described below. However, the situation concerning weights and measures before Stiernhielm will first be referred to.

The units before Stiernhielm

The lack of a strong central government in the medieval Sweden affected the situation for measurement units. Except for coinage, no uniform units existed. Sweden was divided into regions called landscapes. The landscapes were self-governed units with their own administration and legislation. Even if the importance of the landscapes started to decrease in the 14th century the local tradition in the field of measure-

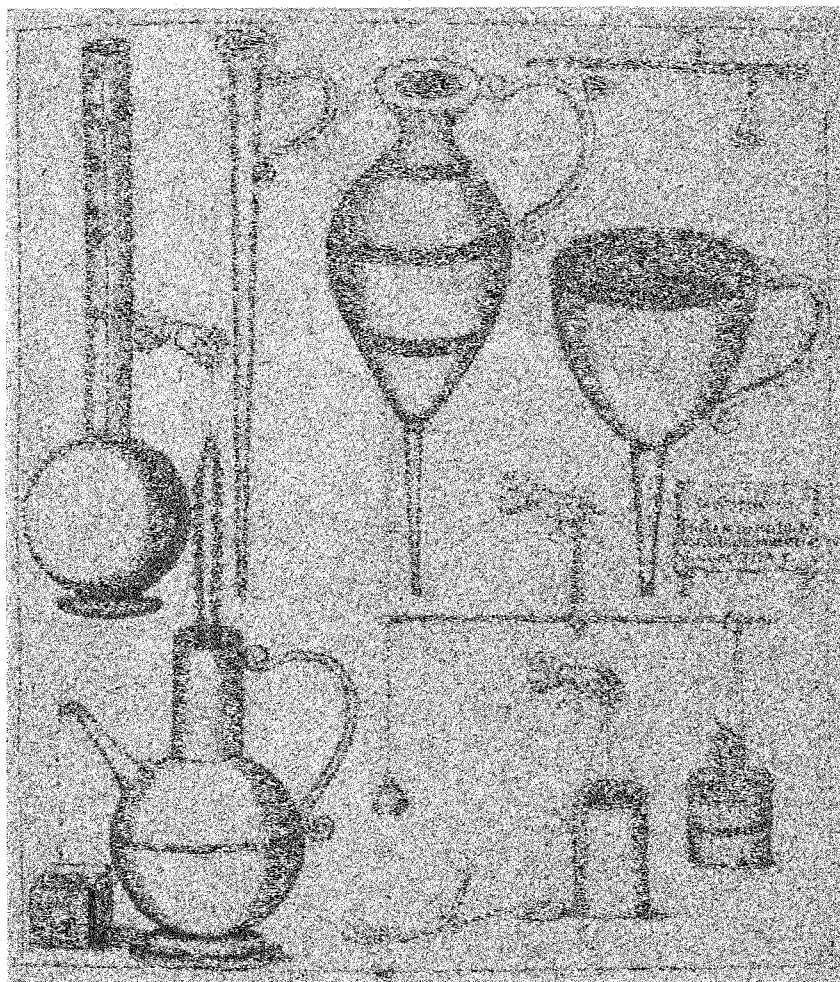


Fig. 2 — Devices used by Georg Stiernhielm for determination of specific weights. Copper engraving from 1669.

ment units remained. The lack of uniformity in weights and measure still existed when the first representative of the Wasa-family, Gustavus I, took power of the country in 1521.

In 1555, the King issued an instruction to the sheriffs stipulating that “the same cubit, measure and weight shall all over be used and kept”. However, this did not have any effect on the situation as no means were stipulated on how the goals were to be achieved.

Sweden was at that time the biggest exporter in the world of iron and copper. In 1583 a regulation for the metal trade was issued by King Johannes I. The King then legalized the so called proportional over-weight system which probably had been in use for a long time earlier. The base for the system was a weight unit called ship-pound. However, the size of this unit was not constant as three different values were stipulated: the shipment weight, the up-country weight and the rock weight respectively.

The shipment weight was valid in Stockholm, the up-country weight in inland places and the rock weight at the ironworks close to the mines in Dalarna. The sizes of the shipment pounds were the following: 1 shipment weight = 20 lis-pound =

400 mark pound; 1 up-country weight = 21 lis-pound = 420 mark pound; 1 rock weight = 22 lis-pound = 440 mark pound.

The mark pound was the reference metal weight used at the balance of Stockholm. Its value was around 343 g. The intention of the weight differences was to cover costs for transportation to the shipment harbour.

No uniform conditions were stipulated for the other areas of trade. In 1604, the parliament asked the King for a reform. As a consequence of this request, Charles IX issued two decrees for weights and measures in 1605. Amongst others, uniform measurement units were herewith established. Thus, it was stipulated that the cubit of Rydaholm in Smaland of two foot or four quarter was to be the base for length measurements and that the pan pound and barrel of the town of Örebro were the units for the victual weight and volume respectively. However, confusion arose concerning the sizes of the Örebro units which were not well established all over the country.

Therefore, it was in 1634 decided to chose the coinage weight as base for the victual weight according to the relation: 1 pan pound = 2 coinage mark = 421.23 g.

In 1638 it was decided that the corn barrel was to contain 54 Stockholm pottles according to a proposal from Anders Bure. The size of this pottle was around 2.65 L. It was based on the wine barrel of Worms (160 L) containing 60 pottles. Thus, the size of the corn barrel became about 43 L. Besides that, the beer or herring barrel of Rostock of about 119 L was in use. This barrel contained 48 pottles of about 2.48 L each.

The size of the Swedish acre was stipulated to be 14 000 square cubit or 56 000 square foot in the instruction to the office of land survey 1643. A decree stipulated in 1649 that the distance between the inns should be 1 Swedish mile of 18 000 cubit or 36 000 foot, corresponding to 10 688 m.

However, the complaints concerning the situation of weights and measures continued in spite of all reforms. One reason was the insufficient resources for inspection and verification of devices. Only one person was employed for that purpose. His field of responsibility covered not only the Swedish area but also Finland as also the Baltic provinces. In order to improve the situation, Georg Stiernhielm was given the task to reform the system. His activities and thoughts in this matter were namely well known to the regency of Charles XI.

Stiernhielm's measurement system

In 1654, Stiernhielm visited the University of Uppsala. He found there two copies of Roman foot measures in wood. The designation *Pes. Rom. antiq versus* — the real antique Roman foot — was written on a smaller measure; *Pes. Rom. Posterium temporum* — the Roman foot of later time — on a longer. He found the length of the later measure to be equal to one Swedish foot of half a cubit. This discovery, as also his knowledge of the connection between volume and mass in the Roman system, 1 Amphora or 1 cubic foot water = 80 Roman pound, led him to the development of the Swedish system.

He had also knowledge of Villapandus' experiments where the size of the Roman foot estimated by the use of a congius measure from the time of Emperor Vespasianus, the volume of which should contain 10 Roman pound of water. The Swedish foot was later found to be 296.9 mm or 1 mm longer than the Roman.

Stiernhielm divided the Swedish foot in 10 decimal inches and began experiments with cubic measures by weighing their water contents. Thus, he determined that the

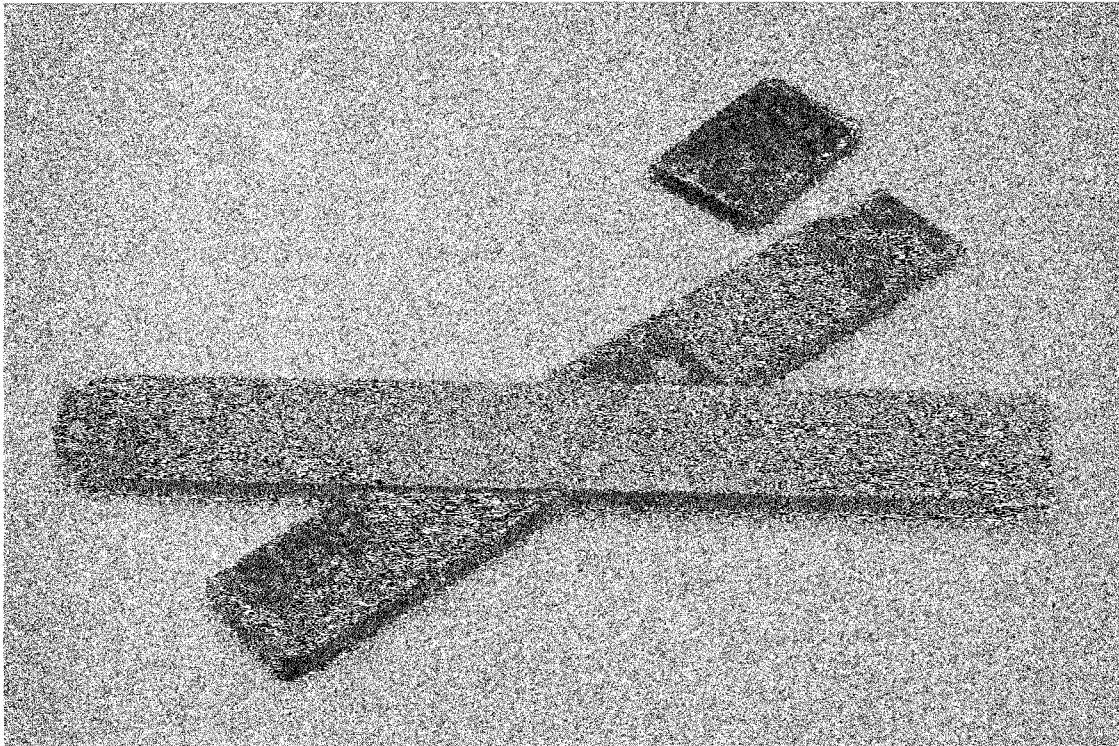


Fig. 3 — Stiernhielm's measure rule Linea Carolina from 1659 dedicated to Charles X Gustavus 1657.

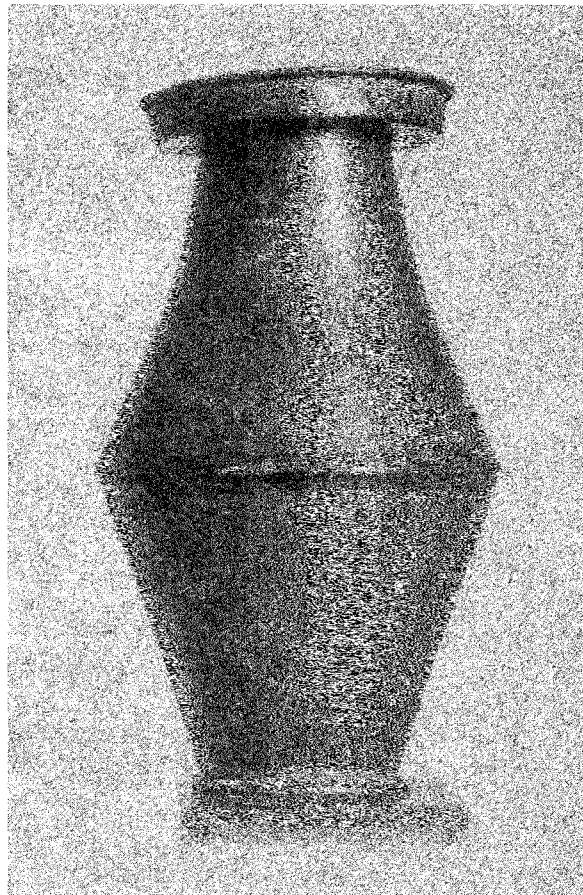


Fig. 4 — Congius measure of $\frac{1}{8}$ Amphora from the time of Emperor Vespasianus. According to the text the measure was checked by water weight.

Epilogue

Stiernhielm's increase of the Swedish pan pound and metal mark with about 1 % caused criticism which came to the knowledge of the government. However, Stiernhielm was able to give an explanation for his action which was accepted in spite of the fact that his arguments were not correct. The government endorsed however the new weight values by a decision in April 27, 1667.

The complaints over deficiencies in weights and measures continued in spite of the new system. The reason was not the system itself but rather the lack of regular inspections and verifications. Only one person was engaged for making inspections in a country of a very vast area. The step of employing one person further for this task in 1730 was not sufficient. In order to improve the situation, the parliament therefore in 1734 decided that the task of inspecting weights and measures was to be committed to the land-surveyors. The head of the land-survey Jacob Nordencreutz and his closest collaborator Jacob Faggot were very able persons who with great interest devoted themselves to the new task. Thus, they assured that necessary equipment for inspection of weights and measures was available and that the land-surveyors received training which was needed in order to perform the inspections in a competent way. Due to their initiative, a new decree for weights and measures was issued in 1739.

By this decree, the connection between the units for volume and mass was abandoned. Nordencreutz had namely found that Stiernhielm's result of 533 ass for 1 cubic decimal inch water was erroneous. The presumption of the existence of a unique ass value was further found not to be correct. Therefore the pan pound was stipulated to be 8 848 Swedish ass. The value for the pottle of 100 cubic decimal inch was retained as also the size of the foot. The decimal inch was also introduced for length measurements; the duo-decimal inch was allowed to be used only for building and handicraft activities.

However, the criticism against the disorder in weights and measures continued. The main reason was the complexity of the system. Besides the three different barrels, it existed special regulations on heap which was to be added to a brimful measure when measuring solid products. In reality this meant that not less than eight different barrels existed in practice. Concerning mass, besides the pan pound for victuals, there was the mark pound for metals, the coinage mark and the medicine mark respectively. Besides the three different shipment weights in the proportional over-weight system two other weights were added to this system; the raw copper weight and the iron ingot weight respectively. The later weights were intended to cover costs for refining the raw materials.

The complaints finally reached King Gustavus III. He appointed a commission for proposing a reform. The conclusions of the commission were published in 1789. According to the commission only one unit of length, weight and volume respectively was to be used in the new system. The commission rejected decimal division as people were used to other habits. In spite of a favourable receipt of the proposal, the King postponed the matter due to war with Russia. As a result of this it lasted even to 1823 before something happened. Then the Royal Academy of Science published, on behalf of the government, a proposal for a new reformed system.

The secretary of the Academy at that time was Jöns Jacob Berzelius. He had advocated for the metric system in his book about chemistry which was published in 1818.

However, the Academy rejected the French system in spite of its advantages as it was believed that the population did not have the ability to learn this system. Instead the Academy proposed a system with Stierhielm's values for the pan pound, foot and pottle as base units.

Furthermore the Academy proposed that the foot measure was to be determined by means of the length of a pendulum with a time period of 1 s at the latitude of Stockholm and that the volume unit was to be derived from the length unit and that the pound was to be established by means of water of certain volume and temperature. The system was to be decimal divided.

The proposal was approved by the parliament in 1823. However, the government was hesitant to take any action. The result was that a decree for the new decimal system was issued only in 1855. The reformed Swedish decimal system was not long-lasting as the parliament already in 1875 approved a motion from André Oscar Wallenberg to adopt the metric system.

Sweden started to be metric in 1879 when the metric system was introduced parallel with the Swedish system during a conversion period of 10 years. Since 1889, the metric system has thus been the only official measurement system of Sweden.

However, a Swedish mile ("mil") of 10 km is a reminiscence of the old road mile of 36 000 foot or 10 688 m. The new mile of 10 km is namely still the most common unit used for expressing distances between distant places in spite of the fact that road signs are showing distances in km. Fuel consumptions of cars are also expressed in litres per Swedish mile.

Séminaire international de métrologie

METROLOGIA '90

Ixtapa - Mexique - 8-11 mai 1990

Après avoir organisé plusieurs séminaires de métrologie purement nationaux, le Secrétariat au Commerce et au Développement Industriel, l'Association Mexicaine pour la Métrologie, le Centre National de Métrologie et la Commission Fédérale d'Electricité du Mexique, ont tenu leur premier séminaire international dans ce domaine.

Quelque 200 participants Mexicains, représentant les divers organismes ou laboratoires de métrologie et d'essais, des laboratoires pharmaceutiques, des universités ainsi que des sociétés de construction d'instruments de mesure ont assisté aux conférences plénières, conférences parallèles et cours de formation, en compagnie d'une dizaine de représentants d'autres pays et d'institutions internationales.

On notait en particulier la présence des représentants de la République Fédérale d'Allemagne, du Canada, des Etats-Unis d'Amérique, de la France, de la Norvège (M. Birkeland, Directeur Général du Service Norvégien de Métrologie, Président du Comité International de Métrologie Légale), de la Suisse et de l'Uruguay, ainsi que du Bureau International des Poids et Mesures et du Bureau International de Métrologie Légale (M. Athané).

M. Birkeland a donné une conférence sur la métrologie à l'aube des années 1990, dans laquelle il a en particulier insisté sur la coopération tant au niveau régional (EUROMET, WECC et WELMEC pour l'Europe de l'Ouest) qu'international (BIPM, OIML).

Le Directeur du BIPM a donné un exposé sur la structure et le fonctionnement de l'Organisation Internationale de Métrologie Légale. Les autres délégués non Mexicains ont également présenté des exposés sur divers sujets, tels que les unités et grandeurs de mesures électriques, de temps et fréquence, la National Conference on Standards Laboratories, les thermomètres médicaux et la base de données pour les matériaux de référence, COMAR (voir information dans ce même Bulletin).

De très nombreux conférenciers Mexicains ont de leur côté fait des exposés à caractère technique, administratif ou historique.

Une exposition de mesures mexicaines anciennes (dont certaines précolombiennes) et d'instruments de mesure modernes s'est tenue pendant toute la durée du séminaire.

Devant l'indéniable succès de ce séminaire international, les organisateurs (parmi lesquels il faut mentionner la Directrice de la métrologie, Maria Isabel López Martinez) ont estimé envisageable de renouveler périodiquement cette manifestation, par exemple tous les deux ou trois ans.

International seminar on metrology

METROLOGIA '90

Ixtapa - Mexico - 8-11 May 1990

After having held several Seminars in metrology on purely national level the first international seminar in Mexico in this field was organized by the Ministry of Commerce and Industrial Development, the Mexican Metrology Association, the National Metrology Center and the Federal Electricity Commission.

The plenary lectures, parallel sessions and tutorials were attended by some 200 Mexican participants representing various organizations, testing, metrology and pharmaceutical laboratories, universities and instrument manufacturers together with some ten representatives from other countries and international organizations.

Among the international participants there were representatives from the Federal Republic of Germany, Canada, France, Norway (Mr Birkeland, President of CIML), Switzerland, Uruguay as well as from BIPM and BIML (Mr Athané).

Mr Birkeland delivered a lecture on the metrology infrastructure in the 1990's in which he emphasized the importance of the co-operation as well on regional level (EUROMET, WECC, WELMEC in Western Europe) as on international level (BIPM, OIML).

The Director of BIML described in his lecture the structure and operation of OIML. The other lectures by the foreign participants concerned subjects such as electrical units and quantities, time and frequency, the operation of the National Conference on Standards Laboratories in the USA, medical thermometers and the reference materials data bank COMAR (see separate information, in this Bulletin).

A great number of Mexican lecturers made presentations on various technical subjects and in some cases on administrative and historical aspects.

Old Mexican weights and measures (some of precolombian origin) were collected in an interesting exhibition.

Due to the undeniable success of this international seminar the organizers (and among them we specially mention the Director of Metrology Mrs Maria Isabel López Martínez) are considering to renew periodically this event every two or three years.

COOPÉRATION MÉTROLOGIQUE en EUROPE
WELMEC
WESTERN EUROPEAN
LEGAL METROLOGY COOPERATION

Nous avons, à plusieurs reprises, tenu nos lecteurs informés des développements de la coopération métrologique entre les pays européens membres de la Communauté Economique Européenne et de l'Association Européenne de Libre Echange.

Aux deux organes de coopération déjà existants, EUROMET pour la métrologie scientifique et WECC pour les étalons, s'est ajouté récemment un troisième organe, WELMEC pour la métrologie légale.

Réunis à Wabern (Suisse) les 7 et 8 juin 1990, les représentants des services de métrologie légale de 13 pays membres de la CEE ou de l'AELE ont signé le Memorandum dont on trouvera ci-après le texte intégral en langue anglaise.

We have several times informed our readers about the co-operation in the field of metrology between countries, members of the European Economic Community and the European Free Trade Association.

To the two co-operation bodies which are already existing EUROMET concerned with scientific metrology and WECC with measurement standards, a third organ was recently added, WELMEC for legal metrology.

At a meeting in Wabern (Switzerland) on 7 and 8 June 1990 representatives of the legal metrology services of 13 States belonging to EEC or EFTA signed the Memorandum which is reproduced in full below.

WELMEC
WESTERN EUROPEAN LEGAL METROLOGY COOPERATION
MEMORANDUM OF UNDERSTANDING

SECTION 1 — CONSTITUTION

- (A) The bodies on behalf of whom this Memorandum of Understanding has been signed declare their common intention to participate in the Western European Legal Metrology Cooperation, hereinafter called WELMEC.
- (B) A WELMEC Committee, consisting of one Delegate representing each of these bodies and observers from the Commission of the European Communities (CEC), the European Free Trade Association (EFTA) Secretariat, EUROMET, the Western European Calibration Cooperation (WECC) and the Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML), ensures that the specific tasks are pursued in accordance with the objectives of WELMEC. Each Delegate, with the agreement of the Chairman, may be accompanied at Committee meetings by one or more observers. The Chairman may also invite observers from other organisations.

- (C) The WELMEC Committee shall meet at least once each year. The Committee shall decide its own rules of procedure. The Committee shall elect its Chairman from its delegates for a period of two years. The body of which the Chairman is a delegate will normally supply the Secretariat and may, if it so wishes, appoint an alternative Delegate to WELMEC Committee meetings.
- (D) A body on behalf of whom this Memorandum has been signed may invite other relevant bodies from its country to participate in the activities of WELMEC and shall monitor their participation.

SECTION 2 — OBJECTIVES AND TASKS

(A) The objectives of WELMEC are:

- (i) to develop and maintain mutual confidence between legal metrology services in Europe,
- (ii) to achieve and maintain the equivalence and harmonisation of legal metrology activities taking into account the relevant guidelines,
- (iii) to identify any special features of legal metrology which need to be reflected in the European metrology, certification and testing framework,
- (iv) to organise the exchange of information for legal metrology applied at national and local level,
- (v) to identify, and promote the removal of, technical or administrative barriers to trade in the field of measuring instruments,
- (vi) to promote consistency of interpretation and application of normative documents and propose actions to facilitate implementation,
- (vii) to identify specific technical problems which might form the subject of collaborative projects,
- (viii) to maintain working links with all relevant bodies and promote the infrastructure relating to harmonisation of legal metrology,
- (ix) to debate trends and establish criteria for the scope of legal metrology and maintain channels for a continuous flow of knowledge.

(B) WELMEC shall perform such tasks as are decided by the WELMEC Committee. These tasks may include the following:

- (i) establish harmonised style of certificates,
- (ii) organise interlaboratory test comparisons,
- (iii) establish expert working groups in specific fields of legal metrology,
- (iv) disseminate appropriate information.

SECTION 3 — RIGHTS

In order to achieve the objectives of WELMEC, each body on behalf of whom this memorandum has been signed shall have the following rights:

- (A) to request information on the operation of the other bodies,
- (B) to participate in expert working group meetings organised on behalf of WELMEC,
- (C) to participate in WELMEC interlaboratory test comparisons and if appropriate to organise such exercises,
- (D) to request reports and results of pattern evaluation, compliance assessment and verification relating to measuring instruments.

SECTION 4 — OBLIGATIONS

Each of the bodies on behalf of whom this Memorandum has been signed commits itself to the pursuance of the objectives and tasks of WELMEC. In particular the obligations of each of these bodies are:

- (A) to make available to other participants in WELMEC activities on reasonable request its current non-confidential working documents, details of new improvements introduced and its annual report,
- (B) to promote the acceptance of recognised styles of certificate,
- (C) to preserve the confidentiality of type approval reports and test results supplied by another body.

SECTION 5 — VALIDITY OF MEMORANDUM OF UNDERSTANDING

- (A) This Memorandum of Understanding shall immediately come into operation. It shall remain open for signature on behalf of national legal metrology bodies of other states within the European Communities and the European Free Trade Association.
- (B) This Memorandum of Understanding may be amended at any time by arrangement between the bodies, subject to there being dissent by no more than one fourth of them.
- (C) If a body on behalf of whom this Memorandum has been signed, for any reason whatever, intends to terminate its participation in this Memorandum of Understanding, the body shall notify the Chairman of the WELMEC Committee of its intention not later than three months beforehand.
- (D) This Memorandum of Understanding is of an exclusively recommendatory nature. It does not create any binding legal effect on the bodies on behalf of whom this Memorandum has been signed.

Three new publications on the MEASUREMENT OF FORCE, HARDNESS, AND PRESSURE

Bray — Barbato — Levi: Theory and Practice of Force Measurement

(Academic Press, London, 1990, 380 pages)

This book belongs to a series of Monographs in Physical Measurement, following other publications on the measurement of frequency and time, and of temperature. The authors are staff members of Istituto di Metrologia "G. Colonnetti", Torino and of Politecnico di Torino. Prof. A. Bray is member of the International Committee of Weights and Measures (CIPM).

The subjects are grouped around primary force standards and force transducers, the latter considered as secondary standards. The development of both groups has been based on a very active international cooperation along multiple channels, such as bilateral, intergovernmental (BIPM, European Communities), and non-governmental (IMEKO). The long list of acronyms given in the introduction of the book is already a proof of widespread international connections of research work in this field. It is worth mentioning that already in the 1950's and early 60's researchers in dynamometry, as well as those in the related field of hardness measurement, were strongly represented among the pioneers of international metrological cooperation. At that time scientific symposia, meetings of experts, comparative measurements were not as frequent as they are today.

The book begins with a historical and philosophical discussion of the very concept of force. The evolution of its practical and speculative aspects, as they affect statics and dynamics is discussed. The types of force current in measurement practice are weight force, elastic force, electrostatic and magnetic force, atomic and nuclear forces, and finally the "fifth force". (A small historical remark: Roland Eötvös is quoted, who "published his results in 1922". He died in 1919, these results were published by his collaborators).

In the Chapter on metrological regulation, R 60 of OIML is quoted in detail. In the description of test equipment, special attention is paid to the parasitic components generated by force-transmission devices. The measurement of these components needs multicomponent dynamometers, which are discussed in a very long and detailed chapter.

In standards of force, a precisely defined mass is exposed to the effect of the local acceleration due to gravity. This is the reason for the thorough discussion of the measurement of g . Results obtained with the BIPM-IMGC transportable absolute gravimeter in three continents are given.

A long chapter is devoted to force standard machines: deadweight types and machines with mechanical or hydraulic amplification. This part includes also the determination of the effective areas of piston-cylinder systems, the stress analysis of machine structures, and several questions of loading weight design and calibration.

A chapter deals with the mechanical and electrical design aspects of load cells, another with ring-type dynamometers, including the experimental methods employed at strain analysis.

The dissemination of the unit force necessitates a comparison of different standard machines. Special force transducers used for comparisons, the measurement procedures, and measurement results on standards in the EEC are presented.

Each chapter is followed by a long list of references. The book is a monograph which will be greatly appreciated by engineers engaged in accurate force measurements.

Hardness Testing in Theory and Practice

(VDI-Verlag, Düsseldorf, 1990, 434 pages)

VDI International Symposia on the above subject have a forty years' tradition; the series of conference reports is a valuable source of information. (A summary of the most interesting research results was included in three OIML special publications on hardness measurement.)

The papers of the 8th Symposium held in May 1990 in Heidelberg are published in the volume VDI Berichte 804, most of them in English and German.

In the paper on the state of hardness testing, the scientific chairman of the Symposium, Dr. W. Weiler of PTB, discussed the state of standardization and a new test method, the Vickers test with depth measurement under load. An interesting paper (W. Schmidt) dealt with difficulties in assessing material properties by means of non-standardized hardness test methods.

The European hardness comparisons (Helmrath) and the special character of the measured quantity hardness (Petik) were subjects of further contributions at the symposium.

An important element in the traceability of hardness values is the standard block. In this connection the effects of block surface quality (Krause), durability (Kawagoe), and computer controlled calibration (Polzin) were presented.

The automatic evaluation of Vickers indentations was the subject of three papers (Vogt, Gori, Yamamoto). The evaluation of Brinell indentations is another research subject (Schwenk). The automation of Rockwell tests is desirable in certain cases (Mumford).

Among the subjects representing the material testing side of the field, mention is due to the hardness test of thin layers, of ceramics, and of glass surfaces. Impact hardness testing, and some non-indentation methods, such as eddy-current, electromagnetic and ultrasonic methods were discussed by authors from various countries.

Sindelar — Synac: Pressure measurement and its units

(In Czech language: Tlak, jeho mereni a jednotky. Prague, 1988, 200 pages)

In the series "The foundations of metrology" of the Publishing House of the Czechoslovak Office of Measurement and Standardization, Dr. Sindelar, former director of the Institute of Metrology and Mr. Synac have published a useful book on pressure measurement.

The description of the physical foundations of pressure and of its measurement is followed by a discussion of terminology, the correct use of which is perhaps even more important here than in other fields of measurement. The chapter on units is also a complicated matter in the case of pressure, as units taken from different systems are still permitted or used in practice. In the description of measuring means the extensive treatise of piston and liquid column manometers gives various formulae to calculate instrument constants, while manometers with elastic sensing elements are presented from the practical aspect. Pressure transducers with electrical and pneumatic output are also treated. The tasks of metrology services in ensuring the uniformity and accuracy of pressure measurement are described, with special emphasis on standard equipment and hierarchy schemes.

The well-known problem of authors writing in a language of a relatively small nation is the limited access of foreign readers to their work. A complete or partial translation to a universal language of this book on pressure measurement would be useful in teaching metrology, especially in developing countries.

F.P.

INFORMATIONS

NOUVEAUX MEMBRES DU CIML — NEW CIML MEMBERS

Nous sommes heureux d'accueillir les nouveaux Membres suivants du CIML:

We are happy to welcome the following new CIML Members :

ARABIE SAOUDITE	Mr KHALED Y. AL-KHALAF		
BRESIL	Mr D.C. MOCSANYI	qui remplace	Mr MASAO ITO
CAMEROUN	Mr S. NOUMSI	who replaces	Mr E. NDOUGOU
POLOGNE	Mr Z. REFEROWSKI		Mr J. MACIEJEWICZ
PORTUGAL	Mr J.N. CARTAXO REIS		Mr A. CRUZ
ROUMANIE	Mr D. STOICHITOIU		Mr I. ISCRULESCU
YOUgoslavie	Mr Z.M. MARKOVIC		

Nous rappelons que M. REFEROWSKI a été Adjoint au Directeur du BIML de 1974 à 1981.

We remind you that Mr REFEROWSKI was Assistant Director of BIML from 1974 to 1981.

ROYAUME-UNI — UNITED KINGDOM

Nous signalons la parution d'un important rapport ayant pour titre "European Metrology — Inspection, Protection and Control" et qui décrit les méthodes d'approbation de modèle, de vérification et de surveillance métrologique dans les pays de la Communauté Economique Européenne. Ce rapport a été élaboré par l'organisme de coordination de la métrologie au niveau local, LACOTS, voir informations en anglais pour plus de détails.

A report which contrasts and compares weights and measures pattern approval, verification and inspection procedures in the countries of the European Economic Community is published by the Local Authorities Co-ordinating Body on Trading Standards (LACOTS). This report "European Metrology — Inspection, Protection and Control" highlights

Administrative Structures — Functional Ranges — Scope of Equipment Controls — Inspectors Qualifications — Verification and Reverification — Inspection Criteria — Sanctions and Penalties — Fees and Statistics.

The report also identifies the key legal metrology supervisory and enforcement contacts in each Member State.

Copies of the report are available from LACOTS, P.O. Box 6, Token House, 1A Robert Street, Croydon, CR9 1LG, United Kingdom (price £50 including postage and packing).

IUPAC

L'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée est très active dans le domaine de la mesure et du contrôle de la pollution. Ces activités sont résumées dans une brochure illustrée de 60 pages ayant pour titre Chemistry and the Environment — Recent and ongoing projects, March 1990. Des copies peuvent être obtenues en s'adressant au Secrétariat de l'IUPAC.

The International Union of Pure and Applied Chemistry is very active in the field of pollution measurements and pollution control. Its activities in this field are summarized in an illustrated booklet of 60 pages with the title "Chemistry and the Environment — Recent and ongoing projects March 1990". Copies may be obtained from the IUPAC Secretariat, Bank Court Chambers, 2-3 Pound Way, Templars Square, Cowley, Oxford OX4 3YF, United Kingdom.

REUNIONS OIML

Groupes de travail	Dates	Lieux
SP 22-Sr 4 Principes de la vérification des instruments <i>Principles of verification of instruments</i>	8-10 Oct./October 1990	BIML, PARIS
SP 5D-Sr 3 Compteurs d'eau <i>Water meters</i>	11-12 Oct./October 1990	BERLIN-OUEST
SP 5D Mesurage dynamique des quantités de liquides <i>Dynamic measurement of quantities of liquids</i>	22-26 Oct./October 1990	WASHINGTON U.S.A.
SP 5D-Sr 1 Compteurs et ensembles de mesure de liquides autres que l'eau à chambres mesurantes ou à turbine <i>Meters and measuring systems for liquids other than water with measuring chambers or with turbines</i>		
SP 5D-Sr 10 Mesurage massique direct en dynamique des quantités de liquides <i>Mass flow assemblies for measuring quantities of liquids</i>		
SP 7 Mesure des masses <i>Measurement of mass</i>	28 Jan.-1er Févr./Feb. 1991	BRAUNSCHWEIG R.F. d'ALLEMAGNE
SP 7-Sr 4 Instruments de pesage à fonctionnement non automatique <i>Non-automatic weighing instruments</i>		
25e Réunion du Comité International de Métrologie Légale <i>25th Meeting of the International Committee of Legal Metrology</i>	3-5 Oct./October 1990	PORTO PORTUGAL

Note: Liste à jour fin septembre 1990
List as per end September 1990

PUBLICATIONS

- Vocabulaire de métrologie légale
Vocabulary of legal metrology
- Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie
International vocabulary of basic and general terms in metrology

RECOMMANDATIONS INTERNATIONALES

INTERNATIONAL RECOMMENDATIONS

R N°

- 1 — Poids cylindriques de 1 g à 10 kg (de la classe de précision moyenne)
Cylindrical weights from 1 g to 10 kg (medium accuracy class)
- 2 — Poids parallélépipédiques de 5 à 50 kg (de la classe de précision moyenne)
Rectangular bar weights from 5 to 50 kg (medium accuracy class)
- 4 — Fioles jaugées (à un trait) en verre
Volumetric flasks (one mark) in glass
- 5 — Compteurs de liquides autres que l'eau à chambres mesureuses
Meters for liquids other than water with measuring chambers
- 6 — Dispositions générales pour les compteurs de volume de gaz
General provisions for gas volume meters
- 7 — Thermomètres médicaux (à mercure, en verre, avec dispositif à maximum)
Clinical thermometers (mercury-in-glass, with maximum device)
- 9 — Vérification et étalonnage des blocs de référence de dureté Brinell
Verification and calibration of Brinell hardness standardized blocks
- 10 — Vérification et étalonnage des blocs de référence de dureté Vickers
Verification and calibration of Vickers hardness standardized blocks
- 11 — Vérification et étalonnage des blocs de référence de dureté Rockwell B
Verification and calibration of Rockwell B hardness standardized blocks
- 12 — Vérification et étalonnage des blocs de référence de dureté Rockwell C
Verification and calibration of Rockwell C hardness standardized blocks
- 14 — Saccharimètres polarimétriques
Polarimetric saccharimeters
- 15 — Instruments de mesure de la masse à l'hectolitre des céréales
Instruments for measuring the hectolitre mass of cereals

- 16 — Manomètres des instruments de mesure de la tension artérielle (sphygmo-
manomètres)
Manometers for instruments for measuring blood pressure (sphygmomanometers)
- 17 — Manomètres, vacuomètres, manovacuumètres indicateurs
Indicating pressure gauges, vacuum gauges and pressure-vacuum gauges
- 18 — Pyromètres optiques à filament disparaissant
Visual disappearing filament pyrometers
- 19 — Manomètres, vacuomètres, manovacuumètres enregistreurs
Recording pressure gauges, vacuum gauges, and pressure-vacuum gauges
- 20 — Poids des classes de précision E_1 E_2 F_1 F_2 M_1 de 50 kg à 1 mg
Weights of accuracy classes E_1 E_2 F_1 F_2 M_1 from 50 kg to 1 mg
- 21 — Taximètres
Taximeters
- 22 — Tables alcoométriques internationales
International alcoholometric tables
- 23 — Manomètres pour pneumatiques de véhicules automobiles
Tyre pressure gauges for motor vehicles
- 24 — Mètre étalon rigide pour agents de vérification
Standard one metre bar for verification officers
- 25 — Poids étalons pour agents de vérification
Standard weights for verification officers
- 26 — Seringues médicales
Medical syringes
- 27 — Compteurs de volume de liquides (autres que l'eau). Dispositifs complémentaires
Volume meters for liquids (other than water). Ancillary equipment
- 29 — Mesures de capacité de service
Capacity serving measures
- 30 — Mesures de longueur à bouts plans (calibres à bouts plans ou cales-étalons)
End standards of length (gauge blocks)
- 31 — Compteurs de volume de gaz à parois déformables
Diaphragm gas meters
- 32 — Compteurs de volume de gaz à pistons rotatifs et compteurs de volume de
gaz à turbine
Rotary piston gas meters and turbine gas meters
- 33 — Valeur conventionnelle du résultat des pesées dans l'air
Conventional value of the result of weighing in air
- 34 — Classes de précision des instruments de mesurage
Accuracy classes of measuring instruments

- 35 — Mesures matérialisées de longueur pour usages généraux
Material measures of length for general use
- 36 — Vérification des pénétrateurs des machines d'essai de dureté
Verification of indenters for hardness testing machines
- 37 — Vérification des machines d'essai de dureté (système Brinell)
Verification of hardness testing machines (Brinell system)
- 38 — Vérification des machines d'essai de dureté (système Vickers)
Verification of hardness testing machines (Vickers system)
- 39 — Vérification des machines d'essai de dureté (systèmes Rockwell B, F, T - C, A, N)
Verification of hardness testing machines (Rockwell systems B, F, T - C, A, N)
- 40 — Pipettes graduées étalons pour agents de vérification
Standard graduated pipettes for verification officers
- 41 — Burettes étalons pour agents de vérification
Standard burettes for verification officers
- 42 — Poinçons de métal pour agents de vérification
Metal stamps for verification officers
- 43 — Fioles étalons graduées en verre pour agents de vérification
Standard graduated glass flasks for verification officers
- 44 — Alcoomètres et aréomètres pour alcool et thermomètres utilisés en alcoométrie
Alcoholometers and alcohol hydrometers and thermometers for use in alcoholometry
- 45 — Tonneaux et futailles
Casks and barrels
- 46 — Compteurs d'énergie électrique active à branchement direct (de la classe 2)
Active electrical energy meters for direct connection (class 2)
- 47 — Poids étalons pour le contrôle des instruments de pesage de portée élevée
Standard weights for testing of high capacity weighing machines
- 48 — Lampes à ruban de tungstène pour l'étalonnage des pyromètres optiques
Tungsten ribbon lamps for calibration of optical pyrometers
- 49 — Compteurs d'eau (destinés au mesurage de l'eau froide)
Water meters (intended for the metering of cold water)
- 50 — Instruments de pesage totalisateurs continus à fonctionnement automatique
Continuous totalising automatic weighing machines
- 51 — Trieuses pondérales de contrôle et trieuses pondérales de classement
Checkweighing and weight grading machines
- 52 — Poids hexagonaux. Classe de précision ordinaire de 100 g à 50 kg
Hexagonal weights. Ordinary accuracy class, from 100 g to 50 kg
- 53 — Caractéristiques métrologiques des éléments récepteurs élastiques utilisés pour le mesurage de la pression. Méthodes de leur détermination
Metrological characteristics of elastic sensing elements used for measurement of pressure. Determination methods
- 54 — Echelle de pH des solutions aqueuses
pH scale for aqueous solutions
- 55 — Compteurs de vitesse, compteurs mécaniques de distances et chronotachygraphes des véhicules automobiles - Réglementation métrologique
Speedometers, mechanical odometers and chronotachographs for motor vehicles. Metrological regulations

- 56 — Solutions-étalons reproduisant la conductivité des électrolytes
Standard solutions reproducing the conductivity of electrolytes
- 57 — Ensembles de mesurage de liquides autres que l'eau équipés de compteurs de volumes. Dispositions générales
Measuring assemblies for liquids other than water fitted with volume meters. General provisions
- 58 — Sonomètres
Sound level meters
- 59 — Humidimètres pour grains de céréales et graines oléagineuses
Moisture meters for cereal grains and oilseeds
- 60 — Réglementation métrologique des cellules de pesée
Metrological regulations for load cells
- 61 — Doseuses pondérales à fonctionnement automatique
Automatic gravimetric filling machines
- 62 — Caractéristiques de performance des extensomètres métalliques à résistance
Performance characteristics of metallic resistance strain gages
- 63 — Tables de mesure du pétrole
Petroleum measurement tables
- 64 — Exigences générales pour les machines d'essai des matériaux
General requirements for materials testing machines
- 65 — Exigences pour les machines d'essai des matériaux en traction et en compression
Requirements for machines for tension and compression testing of materials
- 66 — Instruments mesureurs de longueurs
Length measuring instruments
- 67 — Ensembles de mesurage de liquides autres que l'eau équipés de compteurs de volumes. Contrôles métrologiques
Measuring assemblies for liquids other than water fitted with volume meters. Metrological controls
- 68 — Méthode d'étalonnage des cellules de conductivité
Calibration method for conductivity cells
- 69 — Viscosimètres à capillaire, en verre, pour la mesure de la viscosité cinématique
Glass capillary viscometers for the measurement of kinematic viscosity
- 70 — Détermination des erreurs de base et d'hystérésis des analyseurs de gaz
Determination of intrinsic and hysteresis errors of gas analysers
- 71 — Réservoirs de stockage fixes. Prescriptions générales
Fixed storage tanks. General requirements
- 72 — Compteurs d'eau destinés au mesurage de l'eau chaude
Hot water meters
- 73 — Prescriptions pour les gaz purs CO, CO₂, CH₄, H₂, O₂, N₂ et Ar destinés à la préparation des mélanges de gaz de référence
Requirements concerning pure gases CO, CO₂, CH₄, H₂, O₂, N₂ and Ar intended for the preparation of reference gas mixtures

- 74 — Instruments de pesage électroniques
Electronic weighing instruments
- 75 — Compteurs d'énergie thermique
Heat meters
- 76 — Instruments de pesage à fonctionnement non automatique
Non-automatic weighing instruments
Partie 1 : Exigences métrologiques et techniques - Essais
Part 1: Metrological and technical requirements - Tests
Partie 2 : Rapport d'essai de modèle
Part 2: Pattern evaluation report
- 77 — Ensembles de mesurage de liquides autres que l'eau équipés de compteurs de volumes. Dispositions particulières relatives à certains ensembles
Measuring assemblies for liquids other than water fitted with volume meters. Provisions specific to particular assemblies
- 78 — Pipettes Westergren pour la mesure de la vitesse de sédimentation des hématies
Westergren tubes for measurement of erythrocyte sedimentation rate
- 79 — Etiquetage des préemballages
Information on package labels
- 80 — Camions et wagons-citernes
Road and rail tankers
- 81 — Dispositifs et systèmes de mesure de liquides cryogéniques (comprend tables de masse volumique pour argon, hélium, hydrogène, azote et oxygène liquides)
Measuring devices and measuring systems for cryogenic liquids (including tables of density for liquid argon, helium, hydrogen, nitrogen and oxygen)
- 82 — Chromatographes en phase gazeuse pour la mesure des pollutions par pesticides et autres substances toxiques
Gas chromatographs for measuring pollution from pesticides and other toxic substances
- 83 — Chromatographe en phase gazeuse équipé d'un spectromètre de masse et d'un système de traitement de données pour l'analyse des polluants organiques dans l'eau
Gas chromatograph/mass spectrometer/data system for analysis of organic pollutants in water
- 84 — Capteurs à résistance thermométrique de platine, de cuivre ou de nickel (à usages techniques et commerciaux)
Resistance-thermometer sensors made of platinum, copper or nickel (for industrial and commercial use)
- 85 — Jaugeurs automatiques pour le mesurage des niveaux de liquide dans les réservoirs de stockage fixes
Automatic level gauges for measuring the level of liquid in fixed storage tanks
- 86 — Compteurs à tambour pour alcool et leurs dispositifs complémentaires
Drum meters for alcohol and their supplementary devices
- 87 — Contenu net des préemballages
Net content in packages

- 88 — Sonomètres intégrateurs-moyenneurs
Integrating-averaging sound level meters
- 89 — Electroencéphalographes - Caractéristiques métrologiques - Méthodes et moyens de vérification
Electroencephalographs - Metrological characteristics - Methods and equipment for verification
- 91 — Cinémomètres radar pour la mesure de la vitesse des véhicules
Radar equipment for the measurement of the speed of vehicles
- 92 — Humidimètres pour le bois — Méthodes et moyens de vérification: exigences générales
Wood-moisture meters - Verification methods and equipment: general provisions
- 95 — Bateaux-citernes - Prescriptions générales
Ships' tanks - General requirements
- 96 — Bouteilles récipients-mesures
Measuring container bottles
- 97 — Baromètres
Barometers

DOCUMENTS INTERNATIONAUX

INTERNATIONAL DOCUMENTS

D N°

- 1 — Loi de métrologie
Law on metrology
- 2 — Unités de mesure légales
Legal units of measurement
- 3 — Qualification légale des instruments de mesurage
Legal qualification of measuring instruments
- 4 — Conditions d'installation et de stockage des compteurs d'eau froide
Installation and storage conditions for cold water meters
- 5 — Principes pour l'établissement des schémas de hiérarchie des instruments de mesure
Principles for the establishment of hierarchy schemes for measuring instruments
- 6 — Documentation pour les étalons et les dispositifs d'étalonnage
Documentation for measurement standards and calibration devices
- 7 — Evaluation des étalons de débitmétrie et des dispositifs utilisés pour l'essai des compteurs d'eau
The evaluation of flow standards and facilities used for testing water meters
- 8 — Principes concernant le choix, la reconnaissance officielle, l'utilisation et la conservation des étalons
Principles concerning choice, official recognition, use and conservation of measurement standards

- 9 — Principes de la surveillance métrologique
Principles of metrological supervision
- 10 — Conseils pour la détermination des intervalles de réétalonnage des équipements de mesure utilisés dans les laboratoires d'essais
Guidelines for the determination of recalibration intervals of measuring equipment used in testing laboratories
- 11 — Exigences générales pour les instruments de mesure électroniques
General requirements for electronic measuring instruments
- 12 — Domaines d'utilisation des instruments de mesure assujettis à la vérification
Fields of use of measuring instruments subject to verification
- 13 — Conseils pour les arrangements bi- ou multilatéraux de reconnaissance des : résultats d'essais - approbations de modèles - vérifications
Guidelines for bi- or multilateral arrangements on the recognition of : test results - pattern approvals - verifications
- 14 — Formation du personnel en métrologie légale - Qualification - Programmes d'étude
Training of legal metrology personnel - Qualification - Training programmes
- 15 — Principes du choix des caractéristiques pour l'examen des instruments de mesure usuels
Principles of selection of characteristics for the examination of measuring instruments
- 16 — Principes d'assurance du contrôle métrologique
Principles of assurance of metrological control
- 17 — Schéma de hiérarchie des instruments de mesure de la viscosité des liquides
Hierarchy scheme for instruments measuring the viscosity of liquids
- 18 — Principes généraux d'utilisation des matériaux de référence certifiés dans les mesurages
General principles of the use of certified reference materials in measurements
- 19 — Essai de modèle et approbation de modèle
Pattern evaluation and pattern approval
- 20 — Vérifications primitive et ultérieure des instruments et processus de mesure
Initial and subsequent verification of measuring instruments and processes
- 21 — Laboratoires secondaires d'étalonnage en dosimétrie pour l'étalonnage des dosimètres utilisés en radiothérapie
Secondary standard dosimetry laboratories for the calibration of dosimeters used in radiotherapy

Note — Ces publications peuvent être acquises au / *These publications may be purchased from*
Bureau International de Métrologie Légale, 11, rue Turgot, 75009 PARIS.



ORGANISATION INTERNATIONALE DE MÉTROLOGIE LÉGALE

ETATS MEMBRES

ALGERIE	INDONESIE
REP. FEDERALE D'ALLEMAGNE	IRLANDE
REP. DEMOCRATIQUE ALLEMANDE	ISRAEL
ARABIE SAOUDITE	ITALIE
AUSTRALIE	JAPON
AUTRICHE	KENYA
BELGIQUE	LIBAN
BRESIL	MAROC
BULGARIE	MONACO
CAMEROUN	NORVEGE
CANADA	PAKISTAN
REP. POP. DE CHINE	PAYS-BAS
CHYPRE	POLOGNE
REP. DE COREE	PORTUGAL
REP. POP. DEM. DE COREE	ROUMANIE
CUBA	ROYAUME-UNI DE GRANDE-BRETAGNE ET D'IRLANDE DU NORD
DANEMARK	SRI LANKA
EGYPTE	SUEDE
ESPAGNE	SUISSE
ETATS-UNIS D'AMERIQUE	TANZANIE
ETHIOPIE	TCHECOSLOVAQUIE
FINLANDE	TUNISIE
FRANCE	U.R.S.S.
GRECE	YUGOSLAVIE
HONGRIE	
INDE	

MEMBRES CORRESPONDANTS

Albanie - Bahrein - Bangladesh - Barbade - Botswana - Burkina Faso - Colombie - Costa Rica - Equateur
Fidji - Ghana - Hong Kong - Irak - Islande - Jordanie - Koweït - Libye - Luxembourg - Malaisie - Mali
Maurice - Mexique - Népal - Nouvelle-Zélande - Oman - Panama - Pérou - Philippines - Sénégal - Seychelles
Syrie - Trinité et Tobago - Turquie - Venezuela

MEMBRES
du
COMITE INTERNATIONAL de METROLOGIE LEGALE

ALGERIE

Membre à désigner par son Gouvernement
Correspondance adressée à
Office National de Métrologie Légale
1, rue Kaddour Rahim Hussein Dey
ALGER

REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE

Mr M. KOCHSIEK
Directeur
Physikalisch-Technische Bundesanstalt,
Bundesallee 100 - Postfach 3345
3300 BRAUNSCHWEIG.
TP 49-531-592 80 10 TC 49-531-592 40 06
TX 9-52 822 PTB
TG Bundesphysik Braunschweig

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE ALLEMANDE

Mr K. HASCHKE
Leiter der Fachabteilung "Mechanik/Metrologie
in der Fertigungstechnik"
Amt für Standardisierung, Messwesen,
und Warenprüfung,
Fürstenwalder Damm 388
1162 BERLIN.
TP 37-2-65 260
TX 112630 asmw

ARABIE SAOUDITE

Mr KHALED Y. AL-KHALAF
Director General
Saudi Arabian Standards Organization
P.O. Box 3437
11471 RIYADH
TP 966-1-479 33 32 TC 966-1-479 30 63
TX 40 16 10 saso sj
TG giasy

AUSTRALIE

Mr J. BIRCH
Executive Director
National Standards Commission,
P.O. Box 282
NORTH RYDE, N.S.W. 2113.
TP 61-2-888 39 22 TC 61-2-888 30 33
TX AA 23144
TG NATSTANCOM Sydney

AUTRICHE

Mr R. GALLE
Director of the Metrology Service
Gruppe Eichwesen
Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen
Postfach 20
Arltgasse 35
A-1163 WIEN.
TP 43-222-92 16 27 TC 43-222-92 44 65
TX 115 468 bevwn

BELGIQUE

Mr H. VOORHOF
Inspecteur Général
Service de la Métrologie
24-26, rue J.A. De Mot
B-1040 BRUXELLES
TP 32-2-233 61 11 TC 32-2-230 83 00
TX 20 627 COM HAN

BRESIL

Mr D.C. MOCSANYI
Président, INMETRO
Praça Mauah N° 7, 11 Andar
20081 RIO DE JANEIRO
TP 55-21-233 0286 et 263 6946
TC 55-21-223 0178
TX 2134599 IMNQ BR

BULGARIE

Mr V. TZAREVSKI
Vice-Président
Comité de la Qualité auprès du Conseil des
Ministres de la R.P. de Bulgarie
21, rue du 6 Septembre
1000 SOFIA
TP 359-2-8591
TX 22 570 DKS BG
TG techprogress

CAMEROUN

Mr S. NOUMSI
Sous-Directeur des Poids et Mesures
Direction des Prix, Poids et Mesures
Ministère du Développement Industriel
et Commercial
B.P. 501
YAOUNDE
TP 237-22 31 16 et 237-23 26 17
TX 82-68 à Yaoundé

CANADA

Mr R.G. KNAPP
Director, Legal Metrology Branch
Consumer and Corporate Affairs
207, rue Queen
OTTAWA, Ontario K1A OC9
TP 1-613-952 0655
TX 053 3694

REPUBLIQUE POPULAIRE DE CHINE

Mr BAI JINGZHONG
Deputy Director General
State Bureau of Technical Supervision
P.O. Box 2112
BEIJING 100009
TP 86-1-44 43 04 TC 86-1-4011016
TX 210209 SBTS CN
TG 1918 Beijing

CHYPRE

Mr G. TSIARTZAZIS
Controller of Weights and Measures
Ministry of Commerce and Industry
NICOSIA
TP 357(2) 40 34 41 - 48 TC 357(2) 36 61 20
TX 2283 MIN COMIND
TG Mincommind Nicosia

REPUBLIQUE DE COREE

Mr SON BOCK-GILL
Director of Metrology Division
Bureau of Standards
Industrial Advancement Administration
2, Chungang-dong
KWACHON-CITY, KYONGGI-DO 427-010
TP 82-2-503 79 28 TC 82-2-503 79 41
TG KOREA IAA
TX 28456 FINCEN K

REPUBLIQUE POP. DEM. DE COREE

Mr DJEUNG KI TCHEUL
Directeur de l'Institut Central de Qualité
et de Métrologie auprès du Comité National
de la Science et de la Technologie
Arrondissement de Sadong
PYONGYANG
TG standard

CUBA

Membre à désigner par son Gouvernement
Correspondance adressée à :
Mr Acosta Alemany
Comite Estatal de Normalizacion
Egido 610 e/Gloria and Apodaca
HABANA Vieja
TP-62-1503, 62-1504, 62-2892
TX 512236 CENDH
TG CEN HAVANA

DANEMARK

Mr Ove E. PETERSEN
Senior Executive Engineer
Division of Metrology
National Agency of Industry and Trade
Tagensvej 135
DK-2200 COPENHAGEN N
TP 45-31-85 10 66 TC 45-1-81 70 68
TX 15768 INDTRA DK

EGYPTE

Mr M. HILAL
Président,
Egyptian Organization for Standardization
and Quality Control
2 Latin America Street, Garden City
CAIRO.
TP 20-2-26 355
TX 93 296 EOS
TG TAWHID

ESPAGNE

Membre à désigner par son Gouvernement
Correspondance adressée à :
Centro Espanol de Metrologia
c/ del alfar s/n
28760 TRES CANTOS (Madrid)
TP 34-1-803 33 03 TC 34-1-803 11 78
TX 47254 CEME E

ETATS-UNIS D'AMERIQUE

Mr S.E. CHAPPELL
Chief, Standards Management Program
Office of Standards Services
National Institute of Standards and Technology
Admin. 101, A625
GAITHERSBURG, Maryland 20899
TP 1-301-975 40 24 TC 1-301-963 28 71
TX 197674 NBS UT

ETHIOPIE

Mr Yohannes AFEWORK
Head of Technical Service
Ethiopian Authority for Standardization
P.O. Box 2310
ADDIS ABABA.
TP — 15 04 00 et 15 04 25
TX 21725 ETHSA ET
TG ETHIOSTAN

FINLANDE

Madame U. LÄHTEENMÄKI
Director of Metrology Department
Technical Inspection Centre
Box 204
SF 00181 HELSINKI
TP 358-0-61 671 TC 358-0-6167 467
TG TEKTARTOS HKI

FRANCE

Mr Ph. BERTRAN
Sous-Directeur de la Métrologie
S.A.R.S.C.I. Ministère de l'industrie et de l'amé-
nagement du territoire
30-32, rue Guersant
75833 PARIS Cedex 17
TP 33-1-45 72 85 85 TC 33-1-45 72 87 57
TX 649 917 F

GRECE

Mr A. DESIS
Technical Officer
Directorate of Weights and Measures
Ministry of Commerce
Canning Sq.
10181 ATHENS
TP 30-1-36 14 168
TX 21 67 35 DRAG GR et 21 52 82 YPEM GR

HONGRIE

Mr D. BELEDI
Président, Országos Mérésügyi Hivatal,
P.O. Box 19
H-1531 BUDAPEST
TP 36-1-1567 722
TX 22-4856 OMH
TG HUNGMETER Budapest

INDE

Mr S. HAQUE
Director, Weights & Measures
Ministry of Food and Civil Supplies
Weights and Measures Unit
12-A, Jam Nagar House
NEW DELHI 110 011
TP 91-11-38 53 44
TX 31 61962 COOP IN
TG POORTISAHAKAR

INDONESIE

Mr G.M. PUTERA
Director of Metrology
Directorate General of Domestic Trade
Departemen Perdagangan
Jalan Pasteur 27
40171 BANDUNG.
TP 62-22-50 597 et 50 695
TX 28 176

IRLANDE

Mr J. LOWE
Assistant Secretary
Department of Industry and Commerce
Frederick Building, Setanta Centre,
South Frederick Street,
DUBLIN 2.
TP 353-1-61 44 44 TC 353-1-79 57 10
TX 93478
TG TRADCOM Dublin

ISRAEL

Mr A. RONEN
Controller of Weights, Measures and Standards
Ministry of Industry and Trade
P.O.B. 299
JERUSALEM 91002
TP 972-2-27 241

ITALIE

Mr C. AMODEO
Capo dell'Ufficio Centrale Metrico,
Via Antonio Bosio, 15
00161 ROMA.
TP 39-6-348 78 34

JAPON

Mr S. HATTORI
Director General
National Research Laboratory of Metrology
1-4, Umezono 1-Chome, Tsukuba
IBARAKI 305.
TP 81-298-54 41 49 TC 81-298-54 41 35
TX 03652570 AIST
TG KEIRYOKEN TSUCHIURA

KENYA

Mr P.A. AYATA
Director of Weights and Measures
Weights and Measures Department
Ministry of Commerce
P.O. Box 41071
NAIROBI
TP 254-2-50 46 64/5
TG ASSIZERS, Nairobi

LIBAN

Membre à désigner par son Gouvernement
Correspondance à adresser à
Service des Poids et Mesures,
Ministère de l'Economie et du Commerce,
Rue Al-Sourati, imm. Assaf
RAS-BEYROUTH.
TP — 34 40 60

MAROC

Mr M. BENKIRANE
Chef de la Division de la Métrologie Légale
Direction de l'Industrie
5, rue Errich, Immeuble A, Quartier Hassan
RABAT.
TP 212-7-51 792
TX 31816 M

MONACO

Mr A. VEGLIA
Ingénieur au Centre Scientifique de Monaco
16, Boulevard de Suisse
MC 98000 MONTE CARLO
TP 33-93-30 33 71

NORVEGE

Mr K. BIRKELAND
Directeur Général
Service National de Métrologie
Postbox 6832 St. Olavs Plass
0130 OSLO 1
TP 47-2-20 02 26 TC 47-2-20 77 72

PAKISTAN

Mr M. ASAD HASAN
Director
Pakistan Standards Institution
39-Garden Road, Saddar
KARACHI-74400.
TP 92-21-72 95 27
TG PEYASAI

PAYS-BAS

Mr J.A.J. BASTEN
Directeur, IJkwezen bv
Nederlands Meetinstituut nv
Postbus 654
2600 AR DELFT.
TP 31-78 33 23 00 TC 31-15-61 29 71
TX 38 373 IJKWZ NL

POLOGNE

Mr Z. REFEROWSKI
Vice-Président
Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakosci
ul. Elektoralna 2
00-139 WARSZAWA.
TP 48-22-20 54 34
TX 813 642 PKN
TG PEKANIM

PORTUGAL

Mr J.N. CARTAXO REIS
Service de la Métrologie
Instituto Português da Qualidade
Rua Prof. Reinaldo Santos
Lote 1378
1500 LISBOA
TP 351-1-78 61 58 TC 351-1-78 19 80
TX 65744 METROQ P

ROUMANIE

Mr D. STOICHITOIU
Directeur de la Métrologie d'Etat
Commission Nationale de Normalisation,
Métrologie et Qualité
21 blvd Nicolae Balcescu
BUCAREST 1
TP 40-0-13 16 05
TX 011 355 IGS R

ROYAUME-UNI

Mr P.B. CLAPHAM
 Director,
 National Weights and Measures Laboratory
 Stanton Avenue
 TEDDINGTON, Middlesex TW 11 OJZ
 TP 44-81-943 72 72 TC 44-81-943 72 70
 TX 9312131043 (WM G)

SRI LANKA

Mr H.L.R.W. MADANAYAKE
 Deputy Commissioner of Internal Trade
 Measurement Standards and Services Division
 Department of Internal Trade
 101, Park Road
 COLOMBO 5.
 TP 94-1-83 261

SUEDE

Mr R. OHLON
 Ingénieur en Chef, Statens Provningsanstalt.
 P.O. BOX 857
 S-501 15 BORÅS.
 TP 46-33-16 50 00 TC 46-33-13 55 02
 TX 36252 TESTING S

SUISSE

Mr P. KOCH
 Vice-Directeur, Office Fédéral de Métrologie,
 Lindenweg 50
 3084 WABERN/BE.
 TP 41-31-59 61 11 TC 41-31-59 62 10
 TX 912860 TOPO CH
 TG OFMET

TANZANIE

Mr A.H.M. TUKAI
 Commissioner for Weights and Measures
 Weights and Measures Bureau
 Ministry of Industries and Trade
 P.O. Box 313
 DAR ES-SALAAM
 TP 64046/64797/64808
 TX 41 689 INDIS

TCHECOSLOVAQUIE

Mr M. CIBAK
 Director
 Czechoslovak Institute of Metrology
 L. Novomeskeho 4
 842 55 BRATISLAVA
 TP 42-7-329 820 et 329 865
 TX 92786 METR
 TG METR BRATISLAVA

TUNISIE

Mr Ali BEN GAID
 Président Directeur Général
 Institut National de la Normalisation
 et de la Propriété Industrielle
 Boîte Postale 23
 1012 TUNIS BELVEDERE
 TP 216-1-785 922 TC 216-1-781 563
 TX 13 602 INORPI

U.R.S.S.

Mr V.I. PUSTOVOIT
 Vice-Président
 Gosstandart
 Leninsky Prospect 9
 117049 MOSCOU.
 TP — 236 40 44
 TX 411 378 GOST
 TG Moskva-Standart

YOUGOSLAVIE

Mr Z.M. MARKOVIC
 Bureau-Fédéral des Mesures et Métaux Précieux
 Mike Alasa 14
 11000 BEOGRAD.
 TP 38-11-18 37 36
 TX 11 020 YUZMBG

TP = telephone TC = telecopie (telex)

Les numéros sont en général indiqués pour le régime automatique international à l'exception des numéros qui sont précédés d'un trait.

The call numbers are generally indicated for international automatic dialling except where the local number is preceded by a dash.

TG = telegramme TX = telex

Pour tout télex ou télégramme, il est nécessaire d'indiquer le nom de la personne et sa qualité.
For all telex or telegrams it is necessary to indicate name of person and occupation.

PRESIDENCE

Président K. BIRKELAND, Norvège
Vice-Président S.E. CHAPPELL, U.S.A.
Vice-Président N...

CONSEIL DE LA PRESIDENCE

K. BIRKELAND, Norvège, Président
S.E. CHAPPELL, U.S.A., V/Président
M. KOCHSIEK, Rép. Féd. d'Allemagne Ph. BERTRAN, France
BAI JINGZHONG, Rép. Pop. de Chine P.B. CLAPHAM, Royaume-Uni
Le Directeur du Bureau International de Métrologie Légale

BUREAU INTERNATIONAL DE METROLOGIE LEGALE

Directeur B. ATHANÉ
Adjoint au Directeur S.A. THULIN
Adjoint au Directeur F. PETIK
Ingénieur Consultant W.H. EMERSON
Ingénieur E. WEBER
Administrateur Ph. LECLERCO

MEMBRES D'HONNEUR

J. STULLA-GOTZ, Autriche — Président du Comité
H. MOSER, Rép. Féd. d'Allemagne — Membre du Conseil de la Présidence
V. ERMAKOV, U.R.S.S. — Vice-Président du Comité
A.J. van MALE, Pays-Bas — Président du Comité
A. PERLSTAIN, Suisse — Membre du Conseil de la Présidence
W. MUEHE, Rép. Féd d'Allemagne — Vice-Président du Comité
H.W. LIERS, Rép. Dém. Allemande — Membre du Conseil de la Présidence

ADRESSES DES SERVICES DES MEMBRES CORRESPONDANTS

ALBANIE

Directeur
Drejtoria e Standardeve dhe e Mjeteve
Matëse (DSMA)
në Komisionin e Planit të Shtetit
TIRANA

BAHREIN

The Responsible of Metrology
Standards and Metrology Section
Ministry of Commerce and Agriculture
P.O. Box 5479
MANAMA

BANGLADESH

Director General
Bangladesh Standards and Testing Institution
116-A, Tejgaon Industrial Area
DHAKA 1208

BARBADE

Director
Barbados National Standards Institution
Culloden Road
St. Michael
BARBADOS W.I.

BOTSWANA

The Permanent Secretary
Division of Weights and Measures
Department of Commerce and Consumer Affairs
Private Bag 48
GABORONE

BURKINA FASO

Direction Générale des Prix
Ministère du Commerce
et de l'Approvisionnement du Peuple
B.P. 19
OUAGADOUGOU

COLOMBIE

Superintendencia de Industria y Comercio
Centro de Control de Calidad y Metrología
Cra. 37 No 52-95, 4° piso
BOGOTA D.E.

COSTA RICA

Oficina Nacional de Normas y Unidades
de Medida
Ministerio de Economía y Comercio
Apartado 10 216
SAN JOSE

EQUATEUR

The Director General
Instituto Ecuatoriano de Normalización
Calle Baquerizo Moreno No 454
entre 6 de Diciembre y Almagro
Casilla No 3999
QUITO

FIDJI

The Chief Inspector of Weights and Measures
Ministry of Economic Development, Planning
and Tourism
Government Buildings
P.O. Box 2118
SUVA

GHANA

Ghana Standards Board
Kwame Nkrumah Conference Centre
(Tower Block - 2nd Bay, 3rd Floor)
P.O. Box M-245
ACCRA

HONG-KONG

Commissioner of Customs and Excise
(Attn. Trading Standards Investigation Bureau)
Tokwawan Market & Government Offices
165, Ma Tau Wei Road
11/F., Kowloon
HONG KONG

IRAK

Planning Board
Central Organization for Standardization
and Quality Control
P.O.B. 13032
Al Jadiria
BAGHDAD

ISLANDE

The Director
Weights and Measures in Iceland
Löggildingarstofan
Sidumula 13
P.O. Box 8114
128 REYKJAVIK

JORDANIE

Directorate of Standards
Ministry of Industry and Trade
P.O. Box 2019
AMMAN

KOWEIT

The Under Secretary
Ministry of Commerce and Industry
Department of Standards and Metrology
Post Box No 2944
KUWAIT

LIBYE

The Director General
National Centre for Standardization
and Metrology
(N.C.S.M.)
P.O. Box 5178
TRIPOLI

LUXEMBOURG

Le Préposé du Service de Métrologie
Administration des Contributions
Rue des Scillas
2529 HOWALD

MALAISIE

The Acting Director of Standards
Standards and Industrial Research Institute of
Malaysia
P.O. Box 35, Shah Alam
SELANGOR

MALI

Le Directeur Général des Affaires Economiques
(Service des Poids et Mesures)
B.P. 201
BAMAKO

MAURICE

The Permanent Secretary
Ministry of Trade and Shipping
(Division of Weights and Measures)
New Government Centre
PORT LOUIS

MEXIQUE

Dirección General de Normas
Secretaria de Comercio y Fomento Industrial
Sistema Nacional de Calibración
Ave. Puente de Tecamachalco no. 6 - Planta Baja
Lomas de Tecamachalco, Sección Fuentes
53950 NAUCALPAN DE JUAREZ

NEPAL

The Chief Inspector
Nepal Bureau of Standards and Metrology
P.B. 985
Sundhara
KATHMANDU

NOUVELLE-ZELANDE

The Chief Inspector of Weights and Measures
Ministry of Commerce
P.O. Box 1473
WELLINGTON

OMAN

The Director General
for Specifications and Measurements
Ministry of Commerce and Industry
P.O. Box 550
MUSCAT

PANAMA

Le Directeur
Comision Panamena de Normas Industriales
y Técnicas
Ministerio de Comercio e Industrias
Apartado 9658
PANAMA 4

PEROU

The Director General
ITINTEC Instituto de Investigacion Tecnologica
Industrial y de Normas Tecnicas
Apartado 145
LIMA 100

PHILIPPINES

The Director
Product Standards Agency
Ministry of Trade and Industry
Trade & Industry Building
361 Sen. Gil J. Puyat Avenue
Makati, Metro Manila
PHILIPPINES 3117

SENEGAL

Monsieur le Directeur
Institut Sénégalais de Normalisation
Ministère du Plan et de la Coopération
DAKAR

SEYCHELLES

The Director
Seychelles Bureau of Standards
P.O. Box 199
INDEPENDENCE HOUSE

SYRIE

The General Director
The Syrian Arab Organization
for Standardization and Metrology
P.O. Box 11836
DAMASCUS

TRINITE ET TOBAGO

The Director
Trinidad and Tobago Bureau of Standards
P.O. Box 467
PORT OF SPAIN

TURQUIE

Monsieur le Directeur Général
Service du Contrôle de la Qualité et des Mesures
Sanayi ve Ticaret Bakanligi
Ölçüler ve Kalite Kontrol Genel
Müdürlüğü
ANKARA

VENEZUELA

Le Directeur
Dirección General de Tecnología
Servicio Nacional de Metrología
Ministerio de Fomento,
Av. Javier Ustariz, Edif. Parque Residencial
Urb. San Bernardino
CARACAS.

Grande Imprimerie de Troyes, 130, rue Général-de-Gaulle, 10000 TROYES
Dépôt légal n° 8352 - Octobre 1990

