

CHAPITER 3

La Métrologie et les
organismes de Métrologie,
Exigences pour les
processus et les
équipements de mesure :
norme ISO 10012.

1. La métrologie :

La métrologie est la science de la mesure, qui concerne la définition, la réalisation, l'application et l'assurance de la qualité des mesures. Elle est essentielle pour garantir l'exactitude, la précision, la répétabilité et la traçabilité des mesures dans de nombreux domaines, tels que l'industrie, la recherche scientifique, la santé, l'environnement et le commerce international. La métrologie s'appuie sur des normes et des pratiques internationales pour assurer la cohérence et la comparabilité des résultats de mesure, indépendamment du lieu, de l'équipement et de l'opérateur impliqués. La métrologie est donc un enjeu clé pour assurer la confiance dans les mesures et les résultats scientifiques, ainsi que pour soutenir l'innovation technologique et le commerce mondial.

Différents systèmes d'unités de mesure ont été adoptés selon le domaine d'utilisation envisagé (CGS, MTS, MKpS, MKS).

A l'heure actuelle, dans un but d'unification, tous ces systèmes sont abandonnés au profit du système appelé « Système International d'Unités S.I » rendu international par le traité dit « convention du mètre ».

On trouve à l'origine de ce système, le système MKSA (Mètre, Kilogramme, Seconde, Ampère) qui réunissait les unités mécaniques et électriques, cohérent pour toutes les unités géométriques, mécaniques et électriques. C'est l'extension de ce dernier système qui a donné naissance au Système International d'Unités.

Comme ceux qui l'ont précédé, le système S.I. n'est pas un système statique, immuable ; il évolue continuellement pour répondre à tous les besoins de mesure exprimés par les différentes industries.

Ce système devrait anticiper les besoins pour que les possibilités de mesure soient toujours à même de répondre aux demandes de précision plus grande, de domaines plus larges, ou de domaines nouveaux, tout en établissant et en conservant, dans le même temps, la cohérence entre les mesures.

La métrologie à quoi ça sert ?

La métrologie au sens étymologique du terme se traduit par « science de la mesure ». La métrologie s'intéresse traditionnellement à la détermination de caractéristiques (appelées grandeurs) qui peuvent être fondamentales comme par exemple une longueur, une masse, un temps, ou dérivées des grandeurs fondamentales comme par exemple une surface, une vitesse. Cependant, dans les domaines courants des essais, il existe de nombreuses caractéristiques n'ayant qu'une relation indirecte avec ces grandeurs. C'est le cas, par exemple, de la dureté, de la viscosité, qui peut poser des problèmes dans l'interprétation. Mesurer une grandeur physique consiste à lui attribuer une valeur quantitative en prenant pour référence une grandeur de même nature appelée unité. Dans le langage courant des « métrologues », on entend souvent dire mesurer c'est comparer.

Les résultats des mesures servent à prendre des décisions dans de nombreux domaines, tels que :

- Acceptation d'un produit (mesure de caractéristiques, de performances, conformité à une exigence).
- Réglage d'un instrument de mesure, validation d'un procédé.

- Réglage d'un paramètre dans le cadre d'un contrôle d'un procédé de fabrication.
- Validation d'une hypothèse scientifique.
- Protection de l'environnement.
- Définition des conditions de sécurité d'un produit ou d'un système.

L'ensemble de ces décisions concourt à la qualité des produits ou des services : on peut qualifier quantitativement la qualité d'un résultat de mesure grâce à son incertitude. En effet sans incertitude les résultats de mesure ne peuvent plus être comparés :

- Soit entre eux (essais croisés).
- Soit par rapport à des valeurs de référence spécifiée dans une norme ou une spécification (conformité d'un produit).

1.2- Historique de la métrologie en ALGERIE :

➤ Avant 1962 :

- Service des Poids et Mesures

➤ De 1962 à 1980 :

- Service des Instruments de Mesure

➤ De 1980 à 1986 :

- Sous-direction des instruments de mesure de wilaya

➤ De 1986 :

- Office National de Métrologie Légale .

1.3- Les principes fondamentaux de Métrologie :

1.3.1- L'étalon :

Dans le domaine métrologique, l'étalon désigne la matérialisation d'une grandeur donnée comme unité de mesure. Cette valeur précise et pérenne permet d'établir la justesse et la traçabilité des mesures par une incertitude connue.

1.3.2- L'étalonnage :

L'étalonnage est l'action d'utiliser l'étalon afin de déterminer la justesse de l'instrument ou des instruments de mesure.

L'utilisation d'un étalon est indispensable pour effectuer l'étalonnage afin de garantir sa fiabilité.

Le plus souvent, l'étalonnage est exécuté 2 fois au minimum, avant et après l'utilisation des instruments de mesure.

Le délai entre chaque étalonnage est appelé « intervalle d'étalonnage ». Il doit être déterminé en amont et strictement respecté.

1.3.3- L'incertitude :

Elle correspond à l'estimation du doute relevé suite au résultat d'une mesure.

La mesure est influencée par de nombreux facteurs :

- Les moyens de mesure.
- La méthode mise en œuvre.
- La qualification des opérateurs.
- L'environnement.
- La qualité de la mesure.

L'incertitude du résultat d'une prise de mesures est exprimée sous la forme d'un écart-type.

On reconnaît 2 types d'incertitudes :

- ✓ Type A :

Il fait suite à une évaluation par lecture statistique de séries d'observations.

- ✓ Type B :

Il résulte des phénomènes et propriétés physiques reconnus et de valeurs de certificat d'étalonnage ou autres spécifications.

1.4- Les types de Métrologie :

1.4.1- Fondamentale ou scientifique :

Qui vise à créer, développer et entretenir des étalons de référence connus.

1.4.2- Industrielle :

C'est la plus connue, elle garantit les mesures d'un processus de fabrication, encadré par un contrôle qualité relié à un pilotage de management de la qualité.

1.4.3- Légale :

Cela concerne la métrologie liée aux mesures répondant à des exigences réglementaires connues.

1.5- Les domaines d'application de la Métrologie :

- L'industrie, L'énergie, L'environnement, La chimie, La santé, L'agroalimentaire, Le fret.

1.6- Les normes de Métrologie :

- ISO 5725
- ISO 9001
- ISO 10012
- ISO 14001
- ISO 14253-1
- ISO 17.020
- ISO 17025
- ISO 22000

1.7- Les erreurs de mesure :

Les erreurs se classent en trois principales catégories, en fonction de leur cause. Ces causes doivent être soigneusement identifiées afin de prévenir les erreurs.

1.7.1- Erreurs systématiques :

La valeur mesurée est erronée en raison d'une cause spécifique. Exemple de cause : différences propres à chaque instrument (erreurs instrumentales), température et méthode de mesure.

1.7.2- Erreurs aléatoires :

Des circonstances aléatoires se produisant au cours de la mesure sont à l'origine de l'erreur.

1.7.3- Erreurs de négligence :

L'inexpérience ou la mauvaise maîtrise de l'opérateur a causé l'erreur.

2 Les institutions internationales ou bien les organismes de métrologie

2.1. La Convention du Mètre

La Convention du Mètre est le traité international signé le 20 mai 1875 à Paris (France) par dix-sept États dans le but d'établir une autorité mondiale dans le domaine de la métrologie. Elle succède ainsi à la commission internationale du mètre mise en place en 1870.

Pour ce faire, trois structures ont été créées. La Convention délègue ainsi à la Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM), le Comité International des Poids et Mesures (CIPM) et le Bureau International des Poids et Mesures l'autorité pour agir dans le domaine de la métrologie, en assurant une harmonisation des définitions des différentes unités des grandeurs physiques. Ces travaux ont finalement mené à la création du Système International d'unités (SI).

2.2. Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM)

La CGPM se réunit au moins une fois tous les 6 ans sur convocation du Ministère Français des Affaires Étrangères. La fréquence actuelle est de 4 ans. C'est une conférence diplomatique qui réunit les délégués des 55 États Membres de la Convention du Mètre et les 34 membres associés à la CGPM (au 01/08/2011).

Lors de chaque conférence générale, les membres se basent sur le ou les rapports du Comité International des Poids et Mesures (CIPM) relatant les travaux accomplis. Ils prennent alors les dispositions adéquates pour l'extension et/ou l'amélioration du Système International d'unités (SI), ainsi que des dispositions et des recommandations générales concernant la métrologie. Sont également discutées les décisions administratives relatives au fonctionnement du BIPM.

En résumé, la CGPM a pour mission :

- 2.2.1. d'élire les membres du CIPM ;
- 2.2.2. de discuter et de décider des mesures nécessaires pour assurer l'extension et l'amélioration de la mise en œuvre du Système International d'unités, le SI ;
- 2.2.3. de sanctionner les résultats des nouvelles déterminations métrologiques fondamentales et d'adopter les diverses résolutions scientifiques de portée internationale ;
- 2.2.4. d'adopter les décisions importantes concernant le fonctionnement et le développement du BIPM.

2.3. Comité International des Poids et Mesures (CIPM)

Le CIPM se réunit annuellement. Il est composé de 18 personnalités, scientifiques et métrologistes appartenant à des nationalités différentes, élues à titre personnel par la CGPM.

Le CIPM a pour mission:

- 2.3.1. De préparer les propositions et recommandations à soumettre à la CGPM ;
- 2.3.2. De superviser et diriger les travaux du BIPM ;
- 2.3.3. D'établir un rapport annuel sur la situation financière et administrative du BIPM

Devant le nombre croissant d'États Membres, et de travaux scientifiques et techniques développés par les Instituts Nationaux de Métrologie.

2.4. Bureau International des Poids et Mesures (BIPM)

Le BIPM, situé au "Pavillon de Breteuil" à Sèvres (Paris), est un laboratoire de métrologie scientifique dont la mission essentielle est d'assurer l'uniformité des mesures (aussi bien physiques que chimiques) dans le monde. Le Directeur du BIPM est nommé par la CGPM. Le BIPM effectue des recherches fondamentales visant à améliorer les étalons de références en collaboration avec les Instituts Nationaux de Métrologie (INM), de participer et d'organiser des comparaisons internationales, de conserver les étalons de référence dont il a la charge. La seule grandeur encore représentée par un étalon matériel est la masse. Le BIPM conserve le prototype international du kilogramme, le K, auquel les INM doivent se comparer. Cette comparaison est effectuée très rarement pour ne pas altérer les caractéristiques du prototype international. Seulement trois comparaisons ont été effectuées à ce jour.

2.5 Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML)

L'OIML (International Organisations of Legal Metrology en anglais) est une organisation intergouvernementale établie le 12 octobre 1955, son objectif est de promouvoir la standardisation de la métrologie légale. En 2015, elle compte 60 États membres (dont l'Algérie) et 68 membres correspondants. La mission de l'OIML est de permettre aux économies de mettre en place des infrastructures de métrologie légale efficaces, mutuellement compatibles et internationalement reconnues, et ce, dans tous les domaines dont les gouvernements sont responsables, tels ceux qui facilitent le commerce, établissent une confiance mutuelle et harmonisent les niveaux de protection du consommateur à l'échelon mondial.

L'OIML a pour objectif de :

- développer des modèles de réglementation, normes et documents afférents destinés à être utilisés par les autorités de métrologie légale et l'industrie ;
- fournir des systèmes de reconnaissance mutuelle qui réduisent les barrières au commerce et les coûts dans un marché mondial ;
- représenter les intérêts du monde de la métrologie légale au sein des organisations et forums internationaux qui sont concernés par la métrologie, la normalisation, les essais, la certification et l'accréditation ;
- promouvoir et faciliter l'échange de connaissances et de compétences au sein de la communauté mondiale de la métrologie légale ;
- en coopération avec d'autres organismes de métrologie, faire prendre conscience de la contribution qu'une infrastructure de métrologie légale solide peut apporter aux économies modernes. En plus de ces institutions, nous pouvons citer : African. Métrologie System (AFRIMETS) ou encore le Maghreb Métrologie network (MAGMET).

3. Les institutions nationales de métrologie

- Avant 1962 : Service des Poids et Mesures
- De 1962 à 1980 : Service des instruments de Mesure (rattachés aux directions de l'Industrie et de l'énergie).
- De 1980 à 1986 : Sous-direction des instruments de mesure de wilaya
- En 1986 : Création de l'Office National de Métrologie Légale

- En 2002 : Conseil National de Métrologie crée par décret exécutif N°02-220 du 20 juin 2002

4- Iso 10012 :

Définition :

- L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 10012 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 176, *Management et assurance de la qualité*, sous-comité SC 3, *Techniques de soutien*.

Cette première édition de l'ISO 10012 annule et remplace l'ISO 10012-1:1992 et l'ISO 10012-2:1997, qui ont fait l'objet d'une révision technique et qui ont été fusionnés en un seul document.

- Un système efficace de management de la mesure permet de garantir que les équipements de mesure et les processus de mesure sont appropriés à l'utilisation qui leur est assignée. Un tel système joue un rôle important dans l'obtention des objectifs qualité des produits et dans la maîtrise du risque d'obtenir des résultats de mesure incorrects. L'objectif d'un système de management de la mesure est de gérer le risque de voir les équipements et les processus de mesure générer des résultats incorrects ayant une incidence sur la qualité des produits d'un organisme. Les méthodes utilisées par le système de management de la mesure vont de la vérification fondamentale de l'équipement de mesure, jusqu'à l'utilisation de techniques statistiques appliquées à la maîtrise du processus de mesure.

Dans la présente Norme internationale, le terme «processus de mesure» s'applique aux activités de mesure de grandeurs physiques (c'est-à-dire en conception, essai, production, contrôle).

Il peut être fait référence à la présente Norme internationale

- — par un client, lors de la spécification des produits demandés,
- — par un fournisseur, lors de la spécification des produits offerts,
- — par des organismes législatifs ou réglementaires, et
- — dans le cadre de l'évaluation et de l'audit des systèmes de management de la mesure.

Un des principes établis dans l'ISO 9000 réside dans l'approche dite «orientée processus». Les processus de mesure doivent être considérés comme des processus particuliers destinés à apporter un soutien pour obtenir la qualité des produits fabriqués par l'organisme. La Figure 1 montre un schéma d'utilisation du modèle de système de management de la mesure spécifié dans la présente Norme internationale.

Figure 1 — Modèle de système de management de la mesure

VIM ainsi que les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1- système de management de la mesure

ensemble d'éléments corrélés ou interactifs nécessaires pour effectuer une confirmation métrologique et un contrôle continu des processus de mesure

3.2- processus de mesure

ensemble d'opérations effectuées pour déterminer la valeur d'une quantité

3.3- équipement de mesure

instrument de mesure, logiciel, étalon de mesure, matériau de référence ou appareil auxiliaire, ou une combinaison de ceux-ci, nécessaire pour réaliser un processus de mesure

3.4- caractéristique métrologique

caractéristique particulière qui peut influencer sur les résultats de mesure

3.5- confirmation métrologique

ensemble d'opérations nécessaires pour assurer qu'un équipement de mesure répond aux exigences correspondant à l'utilisation prévue

3.6- fonction métrologie

fonction qui a la responsabilité administrative et technique de définir et de mettre en œuvre le système de management de la mesure

Les avantages d'ISO 10012

- Améliorer la qualité de l'entreprise et des produits. ...
- Répondre aux exigences des clients et augmenter la satisfaction des clients avec vos produits.
- Améliorez l'efficacité, réduisez les déchets et économisez de l'argent.
- Contrôle du processus de mesure.

RÉFÉRENCES :

- M. B. Ali, "La métrologie en Algérie," OUARGLA, 2007.
- "les principe de métrologie." <https://www.legarrec.com/entreprise/metrologie/> (accessed. 30-05-2023)
- "les types de métrologie." <https://sepmetrologie.com/2021/01/06/quels-sont-les-typesde-metrologie/> (accessed30-05-2023)
- "les normes de métrologie." (<https://fr.rs-online.com/web/content/blogdiscovery/conception-electronique/normes-iso-metrologie> (accessed. 30-05-2023)
- "les erreurs de mesure." (<https://www.keyence.fr/ss/products/measuresys/measurement-selection/basic/error.jsp> (accessed. 30-05-2023)
- "définition de l'étalonnage." (<https://www.usinenouvelle.com/expo/guides-dachat/etalonnage-des-instruments-de-mesure> 753#:~:text=Le%20Comit%C3%A9%20Fran%C3%A7ais%20d'Accr%C3%A9ditation (accessed. 30-05-2023)
- JCGM. « Vocabulaire international de métrologie ». Concept fondamentaux et généraux et termes associés (VIM). ISO/CEI GUIDE 99:2007. JCGM VIM 3^{ème} édition, JCGM 200:2008.
- la métrologie français.fr
- Site wibe d'onml.dz
- Instrumentation et régulation en 30 fiches « Patrick Prouvost Dunod», 2010.
- <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:10012:ed-1:v1:fr>