LA METROMOGIE DANS LE LABORATOIRE

Formation de Mrs Mohammed EL KAHLAOUI

**Réaliser par : TAZRORATE Mohcine**

2013

R2MV

Université Cadi Ayyad Faculté des Sciences Semlali Département de Chimie Licence Professionnelle Resource Minières Marocaines et Valorisation

18/01/2013

**Sommaire**

**Génialités**

**Introduction**

**I Histoire de Métrologie**

**II Rôle de la métrologie**

**III Définition de Métrologie**

**1 Autre définition :**

**IV LES TYPES DE MÉTROLOGIE**

* 1. **La métrologie Légale**
  2. **La métrologie Industrielle**
  3. **La métrologie Scientifique**

**V Métrologie et Qualité**

1. **Les problèmes de certification qualité**
2. **L’organisation d’une chaine d’étalonnage**

**VI QUELQUES ABRÉVIATIONS**

**1 Manuels de base :**

**2 Organismes Internationaux :**

1. **Organismes nationaux :**

**4 Systèmes de normalisation :**

**VII UN PILIER DE LA QUALITÉ**

**IX Les différentes erreurs possibles**

**X COMMENT LA MÉTROLOGIE?**

**XI LA MAITRICE DES CINQ M:**

**1 MESURE**

* 1. **Méthodes normalisées**
  2. **Milieu**
  3. **MAIN D’ŒUVRE**
  4. **MOYEN**

**XII FINALITÉ DE LA MÉTROLOGIE**

**XIII MÉTROLOGIE DES MASSES ET PESAG**

1. **Programme de vérification :**

* **Justesse :**
* **Fidélité :**
* **Excentration :**
* **Influence du temps :**
* **Influence du zéro :**

**XIV QUELQUES ABRÉVIATIONS**

* 1. **Manuels de base :**
  2. **Organismes Internationaux :**
  3. **Organismes nationaux :**

**Conclusion**

**Génialités**

**La métrologie est une base invisible, mais néanmoins essentielle, des activités humaines, car la mesure est ce qui nous permet de comprendre et d’appréhender le monde, d’agir dans tous les domaines où la technique intervient. Elle garantit la qualité de la mesure et, par suite, engendre la confiance en celle-ci. Mais il faut aussi communiquer les résultats des mesures de telle manière qu’ils soient compris et utilisables correctement et sans ambiguïté par tous. Pour cela, il est nécessaire que ces mesures se rapportent aux mêmes références et cela, par suite de la mondialisation, quels que soient les Pays. De plus, le résultat brut d’une mesure n’a de sens que s’il est accompagné d’une indication sur la fourchette dans laquelle il y a une probabilité importante que se trouve la vraie valeur (96%, ce qui correspond à deux écarts types). Dans le langage de la métrologie, cela s’appelle l’incertitude. Cette notion semble, au premier abord, simple, mais sa mise en œuvre est délicate, et il faudrait faire un effort important d’enseignement auprès des ingénieurs et techniciens dans toutes les branches d’activité.**

**L’équivalence des références est assurée dans la métrologie moderne par les laboratoires nationaux de métrologie. En France, ce rôle est assuré par le Bureau national de métrologie, BNM, qui va, en 2005, être absorbé par le Laboratoire National d’Essais.**

**Ces laboratoires sont reliés au réseau d’équivalences internationales établi sous l’égide du Bureau international des poids et masures (BIPM) et des organisations régionales de métrologie grâce aux nombreuses comparaisons internationales d’étalons et de matériaux de référence. Il faut aussi permettre à tout utilisateur de certifier que ses mesures sont effectuées dans les mêmes conditions que partout ailleurs. Cela est assuré par les chaînes d’étalonnage qui relient, par les laboratoires accrédités (en France par le Comité français d’accréditation, COFRAC) la traçabilité des mesures vers les laboratoires nationaux de métrologie.**

**Introduction**

**Si la satisfaction des attentes des clients et la qualité doivent être le moteur du progrès des entreprises, toute démarche qualité, dans une entreprise est fondée sur la rigueur. La qualité s’appuie et s’appuiera toujours sur des essais et des mesures tant il est vrai que l’on ne progresse que si l’on mesure. La qualité même de ces mesures repose sur une bonne métrologie.**

**Mais qu’est-ce que la métrologie ? Il est difficile de répondre à cette question, car le sujet, qui paraît simple, est en fait lié à des principes et à une organisation qui font intervenir des notions d’étalon, d’étalonnage, de vérification, de traçabilité, d’accréditation, d’incertitudes de mesures.**

**Nous vous apportons ici une approche pragmatique de la métrologie basée sur la compréhension des enjeux qu’elle représente et sur la présentation de bonnes pratiques et d’outils à déployer pour assurer la maîtrise de la fonction métrologie.**

1. **Histoire de Métrologie**

**Jusqu'à la Renaissance européenne, les grandeurs sont évaluées en comparaison avec des références humaines, comme le pied, le pouce ou la ligne (1/12ede pouce) pour les longueurs (souvent les organes des rois et empereurs), le journal pour la surface (champ gérable par une personne s'en occupant quotidiennement)…**

**Chaque pays, chaque région même, dispose de ses propres unités de mesure. L'Empire allemand ne compte pas moins de 19 pieds de longueurs différentes, le reste de l'Europe 18 autres. Ceci complique les échanges commerciaux et gêne la diffusion des connaissances.**

**Les scientifiques français, inspirés par l'esprit des Lumières et la Révolution française, conçoivent un système de référence basé sur des objets ayant la même valeur pour tous, sans référence à une personne particulière, bref universel — « universel » dans le sens « accessible à tous et reconnu par tous », mais il ne s'agit au fond que d'une convention arbitraire. C'est ainsi que l'on prend la circonférence de la Terre comme référence de longueur pour bâtir le mètre.**

* **Le 26 mars 1791 nait le mètre, dont la longueur est établie comme égale aux dix millionième parties du quart du méridien terrestre.**
* **le 7 avril 1795 : institution du système métrique.**
* **1799 : les premiers étalons du mètre et du kilogramme.**
* **la loi du juillet 1837 : adoption exclusive du système métrique décimal.**
* **1875 : création du Bureau International des Poids et Mesures (B.I.P.M).**
* **1960: Le Système international d'unité (SI) remplace le système métrique.**

1. **Rôle de la métrologie**

**Elle permet de gérer le risque des résultats incorrects pouvant avoir un impact sur la qualité des produits.**

**LA METROLOGIE EST DONC UN ACTEUR FONDAMENTAL DE LA QUALITE.**

**Pour obtenir cette maîtrise, la fonction métrologie devra mettre en place une organisation permettant le contrôle périodique des équipements de mesure mais aussi avoir à disposition un état réel et instantané de la vie des processus de mesure employés.**

**Ces états réels se traduisent dans les faits par des enregistrements papiers ou numériques qui permettent une traçabilité des domaines suivants :**

* **Notice technique et spécification de chaque composant de la chaîne de mesure**
* **Liste des interventions du service maintenance**
* **Fiche de configuration des équipements programmables**
* **Formation et habilitation du personnel à utiliser l’équipement de mesure**

**La fonction et métrologie doit donc posséder un véritable système qualité propre son service.**

**La métrologie ce fait un client de service qualité.**

1. **Définition de Métrologie**

**La métrologie, du grec :**

* Metro = mesure
* Logies = sciences

**C’est la science des mesures**

**Vocabulaire International de Métrologie (VIM), Concepts**

**Fondamentaux et généraux :**

**"Science des mesurages et ses applications"**

**Note: La métrologie comprend tous les aspects théoriques et pratiques des mesurages, quels que soient l'incertitude de mesure et le domaine d'application.**

* 1. **Autre définition :**

**" La métrologie est la science de la mesure associée à une évaluation de son incertitude".**

**"La métrologie est l'ensemble des techniques permettant d'effectuer une mesure et d'exprimer la qualité de cette mesure".**

**"C’est la science de mesurage elle embrasse tous les aspects aussi bien théorique que pratique se rapportant aux mesurages quelque soit le niveau d’exactitude de ceux-ci et quelque soit les domaines de la science et de la technologie".**

1. **LES TYPES DE MÉTROLOGIE**
   1. **La métrologie Légale**

* **Assurer la régularité des transactions commerciales**
* **Garantir/contrôler la qualité d’un produit (fournisseur/client)**
  1. **La métrologie Industrielle**

**Contrôler le long d’un procédé, différents paramètres qui peuvent réduire le coût de production et/ou le coût du non qualité.**

* 1. **La métrologie Scientifique**

**Au niveau mondial, comparer les résultats des recherches technologiques et scientifiques de façon homogène et pérenne.**

1. **Métrologie et Qualité** 
   1. **Les problèmes de certification qualité**

**L'un des points délicats de l'assurance de la qualité en métrologie est le choix de la traçabilité de chaine d'étalonnage, autrement dit, du raccordement du moyen de mesure à la chaine d'étalonnage nationale. Le système national d'étalonnage mis en place pour assurer le raccordement des références et des instruments de mesure aux étalons nationaux est fondé sur des laboratoires officiellement accrédités par le COFRAC-Section Étalonnage.**

**Note :**

* **La notion de raccordement recouvre l'étalonnage ou la vérification ; bien souvent il y a confusion entre ces deux mots. Or, ils ne couvrent pas la même notion et en pratique il est, le plus souvent, effectué une vérification.**
* **En pratique, le choix des modalités de raccordement est toujours délicat car la gamme des coûts induits est très étendue.**
  1. **L’organisation d’une chaine d’étalonnage**

**On définie plusieurs types d’étalons :**

* **Étalon primaire : Étalon qui est désigné ou largement reconnu comme présentant les plus hautes qualités métrologiques et dont la valeur est établie sans se référer à d'autres étalons de la même grandeur.**
* **Étalon de référence : Étalon, en général de la plus haute qualité métrologique disponible en un lieu donné ou dans une organisation donnée, dont dérivent les mesurages qui y son faits.**
* **Étalon de transfert : Étalon utilisé comme intermédiaire pour comparer entre eux des étalons.**
* **Étalon de travail : Étalon qui est utilisé couramment pour étalonner ou contrôler des mesures matérialisées, des appareils de mesure ou des matériaux de référence.**

**Remarque :**

* **Le terme dispositif de transfert doit ^être utilisé lorsque l'intermédiaire n'est pas un étalon.**
* **Un étalon de travail est habituellement étalonné par rapport à un étalon de référence.**
* **Un étalon de travail utilisé couramment pour s'assurer que les mesures sont effectuées correctement est appelé étalon de contrôle.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Conservation et amélioration des étalons | | |
| Étalon national | Laboratoire National de métrologie | BUREAU NATIONAL DE METROLOGIE (BNM)   * Conservation et améliorations des étalons nationaux * Étalonnage des références des centres d’étalonnage agréés * Tutelle technique de la chaîne d’étalonnage |
| Étalon de transfert | **↓** |  |
| Diffusion de la métrologie | | |
| Étalon de référence | Centre d’Étalonnage Agréés (CETA) | Laboratoire ou organisme public délivrant des certificats officiels d’étalonnage :   * Raccordement des références aux étalons nationaux * Conseil, formation et assistance technique. |
| Étalon de transfert | **↓** |  |
| Étalon de référence | Services de Métrologie Habilités (SMH) | Laboratoire d’une société ou d’un organisme dont le  potentiel technique et reconnu officiellement par le  COFRAC Section Étalonnage :   * Étalonnage des étalons de référence, * Conseil, formation et assistance technique. |
| Étalon de transfert | **↓** |  |
| Étalon de référence | Entreprise ou service | Chaîne d’étalonnage dans l’entreprise ou le service (si  l’entreprise est elle-même SMH, la chaîne est simplifiée). |
| Étalon de travail | | |

1. **QUELQUES ABRÉVIATIONS**
   1. **Manuels de base :**

* **VIM (2008) : Vocabulaire International de Métrologie**
* **GUM (1995) : Guide to the expression of Uncertainty in Measurements**
  1. **Organismes Internationaux :**
* **ISO : International Standard Organisation**
* **OIML : Organisation Internationale de Métrologie Légale**
* **NIST : National Institute for Science and Technology**
  1. **Organismes nationaux :**
* **DQN: Direction de la Normalisation et de la Promotion de la Qualité**
* **MICMANE: Ministère de l’Industrie, du Commerce et de la Mise à Niveau de l’Economie**
  1. **Systèmes de normalisation :**
* **SI : Système International (d'unités)**
* **DIN : Deutsche Industrie Normen**
* **NF : Normes Françaises**

1. UN PILIER DE LA QUALITÉ

**Métrologie apparaît dans toute démarche de certification, que ce soit du produit ou de système d’assurance qualité:**

* **Le paragraphe 7.6 de l’ISO 9001 :**

**Maîtrise des dispositifs de surveillance et de mesure:**

**« L'organisme doit déterminer les activités de surveillance et de mesure à entreprendre et les dispositifs de surveillance et de mesure nécessaires pour apporter la preuve de la conformité du produit aux exigences déterminées»**

* **Le paragraphe 4.5.1 de l’ISO 14001 :**

**Surveillance et mesurage « L'organisme doit établir mettre en œuvre et tenir à jour une (des) procédure (s) pour surveiller et mesurer régulièrement les principales caractéristiques de ses opérations qui peuvent avoir un impact environnemental significatif.» Le paragraphe 5.6 de l’ISO 17025: traçabilité de mesurage.**

**«Tout équipement utilisé pour effectuer des essais et/ou des étalonnages, y compris les instruments de mesurage annexes (par exemple des conditions ambiantes), ayant un effet significatif sur l’exactitude ou la validité du résultat de l’essai, de l’étalonnage ou de l’échantillonnage, doit être étalonné avant d’être mis en service. Le laboratoire doit avoir un programme et une procédure établis pour l’étalonnage de son équipement ».**

* **Le paragraphe 8.3 de l’ISO 22000:**

**Maîtrise de la surveillance et du mesurage.**

**«L’organisme doit fournir les preuves du caractère approprié des méthodes et équipements spécifiés de surveillance et de mesurage afin mesurage, de garantir la performance des procédures de surveillance et de mesurage».**

1. **Les différentes erreurs possibles**

* **Les erreurs systématiques** :

**Ce sont des erreurs reproductibles reliées à leur cause par une loi Physique, donc susceptible d'être éliminées par des corrections convenables.**

* **Les erreurs aléatoires** :

**Ce sont des erreurs, non reproductibles, qui obéissent \_a des lois statistiques.**

* **Les erreurs accidentelles** :

**Elles résultent d'une fausse manœuvre, d'un mauvais emploi de l'appareil. Elles ne sont généralement pas prises en compte dans la détermination de la mesure.**

* **L’erreur absolue :**

**Est la différence algébrique entre la valeur donnée par la mesure (m) et la valeur vraie (L).**

**ea = m−L**

* **L’erreur relative :**

**est le rapport entre l’erreur absolue (ea) et la valeur vraie (L).**

**er=ea/L**

**Les types d’erreurs classiques**

Mesure x

* **L'erreur de zéro (offset)**

C'est une erreur qui ne dépend pas de la valeur de la courbe

Grandeur mesurée de référence

Erreur de zéro = Valeur de x quand X = 0

*grandeur X*

* **L'erreur d'échelle (gain**) mesure x

C'est une erreur qui dépend de façon linéaire de la

valeur de la grandeur mesurée. Courbe

Erreur de gain (dB) = 20 log (Δx/ΔX) de référence

mesure x courbe *grandeur* X

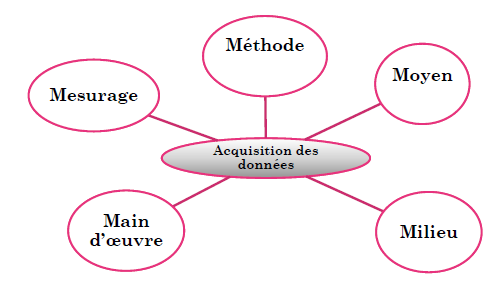
**L'erreur de linéarité** de référence

La caractéristique n'est pas une droite.

grandeur X

1. **COMMENT LA MÉTROLOGIE?**

**Maîtriser l’acquisition des données :**

****

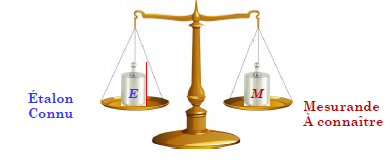
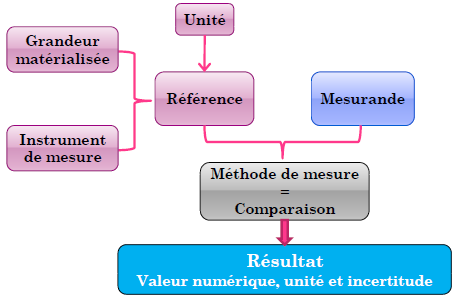
**C’est maîtriser les 5M**

1. **LA MAITRICE DES CINQ M:** 
   1. **MESURE**

* **Définition du VIM (2008)**

**Mesurande : « Grandeur que l’on veut mesurer ».**

**Mesurage : « Processus consistant à obtenir expérimentalement une ou plusieurs valeurs que l’on peut raisonnablement attribuer à une grandeur ».**

* **Il est courant de dire que "Mesurer, c’est comparer" une grandeur inconnue à une référence dont la traçabilité est établie.**
* **Processus de mesurage:**
  1. **Méthodes normalisées**
* **Valider les méthodes et enregistrer les résultats de la validation.**
* **Rédiger, diffuser les modes opératoires (mise en œuvre de la mesure, nombre de mesures, application de corrections, durée …).**
  1. **Milieu**
* **Maîtriser les facteurs d’ambiance (température, humidité, etc) influant sur la qualité des résultats.**
* **Fixer des exigences si nécessaires, mesurer les paramètres et respecter les tolérances.**
* **Maîtriser la qualité des locaux et leur maintenance.**
* **Confidentialité, sûreté, contrôle d’accès.**
  1. **MAIN D’ŒUVRE**
* **Définition des missions, des responsabilités des intervenants ayant un impact sur la qualité des résultats.**
* **Qualification des intervenants : formation, compétences, pratique …**
* **Sélection de sous traitants fiables (critères, liste…).**
* **Nommer un responsable métrologie.**
  1. **MOYEN**
* **Identification des équipements critiques (unique, invariable).**
* **Etablir des fiches de vies des équipements critiques (carte d’identité et de santé du matériel).**
* **Choix de périodicité des raccordements, étalonnage, vérification des équipements critiques.**
* **Réglage et ajustage si nécessaire.**
* **Suivi métrologique : exploitation et archivage des résultats d’étalonnage et des rapports de vérification**.

1. FINALITÉ DE LA MÉTROLOGIE

* **Prendre les BONNES décisions, basées sur des mesures exacte ayant un niveau de confiance BIEN DETERMINE.**
* **Etre conscient du risque couru lors de l’expression d’un résultat de mesure et donc sur la décision qui en découle.**
* **Permet de gagner de l’argent en évitant d’en perdre.**

1. **MÉTROLOGIE DES MASSES ET PESAG**
   1. **Programme de vérification :**
      1. **Justesse :**

**On choisit au moins 5 valeurs de charges différentes correspondantes aux : Pmin – 1/5 Pmax – 2/5 Pmax – 3/5 Pmax- 4/5 Pmax et Pmax.**

* + 1. **Fidélité :**

**Elle est déterminée par 10 pesées répétées en 3 points: Au minimum, au milieu et au maximum de la plage d’étalonnage.**

* + 1. **Excentration :**

**On effectue 5 mesures d’une même charge, chaque mesure est distincte par la position des masses sur le plateau récepteur de charges.**

* **Cette vérification est effectuée avec une charge égale à la limite supérieure du premier tunnel des erreurs.**
  + 1. **nfluence du temps :**

**Cette vérification est réservée aux instruments de classe de précision fine ou spéciale lors de l’étalonnage de réception (étalonnage initial ou suite à une réparation).**

**Une charge correspondante à la portée maximale de l’instrument est posée relativement centrée sur le récepteur de charge, puis relevé des indications constatées aux temps 0, 1, 3, 7, 15, 30, 60 et 120 minutes.**

* + 1. **Influence du zéro :**

**A charge nulle, le zéro étant bien réglé et la tare, lorsqu’elle existe, est bien actionnée, on pose sur le plateau, une charge égale à la portée maximale puis on enlève la charge et on relève l’indication de la balance puis on repose la même charge (sans actionner le dispositif de tare) et on la maintient pendant ½ heure sur l’instrument puis on relève l’indication du zéro après l’enlèvement de cette charge.**

* **Cette vérification est réservée aux instruments de classe de précision fine ou spéciale lors de l’étalonnage de réception.**

1. **QUELQUES ABRÉVIATIONS**
   1. **Manuels de base :**

* **VIM (2008) : Vocabulaire International de Métrologie**
* **GUM (1995) : Guide to the expression of Uncertainty in Measurements**
  1. **Organismes Internationaux :**
* **ISO : International Standard Organisation**
* **OIML : Organisation Internationale de Métrologie Légale**
* **NIST : National Institute for Science and Technology**
  1. **Organismes nationaux :**
* **DQN: Direction de la Normalisation et de la Promotion de la Qualité MICMANE: Ministère de l’Industrie, du Commerce et de la Mise à Niveau de l’Economie**
  1. **Systèmes de normalisation**
* **SI : Système International (d'unités)**
* **DIN : Deutsche Industrie Normen**
* **NF : Normes Françaises**

**Conclusion**

**La vente de produits non conformes ou le refus de produits conformes peut avoir des répercussions économiques désastreuses pour l’entreprise.**

**Le seul moyen de se protéger contre ce risque consiste à maîtriser la métrologie de l’entreprise, notamment en étalonnant ou vérifiant correctement les instruments de mesure et en connaissant les incertitudes de mesure.**

**Ainsi, la métrologie est un véritable outil de la qualité qui a été intégré de la même manière dans toutes les référentielles qualités existantes, dont les normes de la série ISO**