

**. REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**  
**Université de Ahmed Zabana Relizene**

# **Cours : Instrumentation et mesures**

## **Chapitre I**

**Présenté par:**

**Dr : KERROUZ siham**

**Année universitaire 2022/2023**

## CHAPITRE 1 INTRODUCTION A LA METROLOGIE

### 1.1 NOTIONS DE BASE

#### 1.1.1 Quelques définitions

La mesure est l'une des bases importantes sur lesquelles repose la recherche expérimentale. Une recherche de qualité ne peut se réaliser sans un programme expérimental reposant sur un dispositif de mesure adapté

La métrologie : C'est la science de la mesure.

Le mesurage : C'est l'ensemble des opérations expérimentales dont le but est de déterminer la valeur

numérique d'une grandeur.

Le mesurande : C'est la grandeur physique particulière qui fait l'objet du mesurage.

L'incertitude : Le résultat de la mesure  $x$  d'une grandeur  $X$  ne peut pas être entièrement défini par un

seul nombre. Il faut le caractériser par un couple  $(x, dx)$  où  $dx$  représente l'incertitude sur  $x$  due aux différentes erreurs liées au mesurage:  $x \pm dx$  ou  $x - dx < x < x + dx$ .

L'erreur absolue : C'est la différence entre la vraie valeur du mesurande et sa valeur mesurée. Elle

s'exprime en unité de la mesure.

L'erreur relative : C'est le rapport de l'erreur absolue au résultat du mesurage. Elle s'exprime en

pourcentage de la grandeur mesurée.

#### 1.1.2 Le système d'unités internationales (SI) et ses symboles

Le système d'unités internationales comporte 7 unités de base indépendantes du point de vue dimensionnel, des unités dérivées et des unités complémentaires. Les grandeurs les plus fréquemment utilisées, ainsi que leurs unités sont présentées dans le tableau suivant.

| Unités de base                |                                             |         |
|-------------------------------|---------------------------------------------|---------|
| Grandeur                      | Unité (SI)                                  | Symbole |
| Longueur (notée l)            | mètre                                       | m       |
| Masse (notée m)               | Kilogramme                                  | kg      |
| Temps (noté t)                | seconde                                     | s       |
| Courant électrique (noté i)   | Ampère (André Marie Ampère, 1775-1836)      | A       |
| Température (notée T)         | Kelvin (Lord Kelvin, Angleterre, 1824-1907) | K       |
| Quantité de matière           | mole                                        | mol     |
| Intensité lumineuse (notée I) | la candela                                  | cd      |

| Unités dérivées                          |                                              |                |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------|
| Grandeur                                 | Unité (SI)                                   | Symbole        |
| Aire (notée A ou S)                      | mètre carré                                  | m <sup>2</sup> |
| Volume (noté V)                          | mètre cube                                   | m <sup>3</sup> |
| Fréquence (notée f)                      | Hertz (Heinrich Hertz, Allemagne, 1857-1894) | Hz             |
| Vitesse (notée v)                        | mètre par seconde                            | m/s            |
| Force (notée F)                          | Newton (Issac Newton, Angleterre, 1642-1727) | N              |
| Moment d'une force (noté $\mathcal{M}$ ) | mètre - Newton                               | mN             |
| Moment d'un couple (noté $\mathcal{T}$ ) | mètre - Newton                               | mN             |
| Viscosité dynamique (notée $\eta$ )      | poiseuille                                   | Pi             |
| Tension électrique (notée U)             | Volt (Alexandro Volta, Italie, 1745-1827)    | V              |
| Force électromotrice (notée E)           | Volt                                         | V              |
| Résistance électrique (notée R)          | Ohm (Georges Ohm, Allemagne, 1789-1854)      | $\Omega$       |
| Réactance (notée X)                      | Ohm                                          | $\Omega$       |

|                                            |                                                |                    |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------|
| Impédance (notée $Z$ )                     | Ohm                                            | $\Omega$           |
| Résistivité (notée $\rho$ )                | Ohm-mètre                                      | $\Omega\text{m}$   |
| Capacité électrique (notée $C$ )           | Farad (Michael Faraday, Angleterre, 1791-1867) | F                  |
| Perméabilité électrique (notée $\mu$ )     | Henry par mètre                                | H/m                |
| Flux lumineux                              | lumen                                          | lm                 |
| Eclairement lumineux                       | lux                                            | lx                 |
| Longueur d'onde (notée $\lambda$ )         | mètre                                          | m                  |
| Vitesse angulaire (notée $\omega$ )        | radian par seconde                             | rad/s              |
| Accélération (notée $g$ )                  | mètre par seconde <sup>2</sup>                 | m/s <sup>2</sup>   |
| Accélération angulaire (notée $\alpha$ )   | radian par seconde <sup>2</sup>                | rad/s <sup>2</sup> |
| Energie, Travail (noté $W$ )               | Joule (James Joule, Angleterre, 1818-1889)     | J                  |
| Puissance (notée $P$ )                     | Watt (James watt, Ecosse, 1736-1819)           | Watt               |
| Puissance apparente (notée $S$ )           | Volt-Ampère                                    | VA                 |
| Puissance réactive (notée $q$ )            | Volt-Ampère-Réactif                            | VAR                |
| Pression (notée $P$ )                      | Pascal (Blaise Pascal, France, 1623-1662)      | Pa                 |
| Quantité d'électricité (notée $Q$ )        | Coulomb (Charles Coulomb, France, 1736-1806)   | C                  |
| Inductance (notée $L$ )                    | Henry (Joseph Henry, Etats-Unis, 1797-1878)    | H                  |
| Champ magnétique (noté $H$ )               | Ampère par mètre                               | A/m                |
| Induction magnétique (notée $B$ )          | Tesla (Nicolas Tesla, Yougoslavie, 1857-1943)  | T                  |
| Flux d'induction magnétique (noté $\phi$ ) | Weber (Wilhelm Weber, Allemagne, 1816-1892)    | Wb                 |

| Unités complémentaires |            |         |
|------------------------|------------|---------|
| Grandeur               | Unité (SI) | Symbole |
| Angle plan             | radian     | rad     |
| Angle solide           | stéradian  | Sr      |

## Les multiples et les sous-multiples des unités

| Multiples |         |         |
|-----------|---------|---------|
| Multiple  | Préfixe | Symbole |
| $10^{24}$ | yotta   | Y       |
| $10^{21}$ | zetta   | Z       |
| $10^{18}$ | exa     | E       |
| $10^{15}$ | peta    | P       |
| $10^{12}$ | téra    | T       |
| $10^9$    | giga    | G       |
| $10^6$    | méga    | M       |
| $10^3$    | kilo    | k       |
| $10^2$    | hecto   | h       |
| 10        | déca    | da      |

| Sous-multiples |         |         |
|----------------|---------|---------|
| Multiple       | Préfixe | Symbole |
| $10^{-1}$      | déci    | d       |
| $10^{-2}$      | centi   | c       |
| $10^{-3}$      | milli   | m       |
| $10^{-6}$      | micro   | $\mu$   |
| $10^{-9}$      | nano    | n       |
| $10^{-12}$     | pico    | p       |
| $10^{-15}$     | femto   | f       |
| $10^{-18}$     | atto    | a       |
| $10^{-21}$     | zepto   | z       |
| $10^{-24}$     | yocto   | y       |

## Liens entre les unités SI et les unités anglo-saxonnes

### Distance :

*f* pouce (inch) : 1 in = 2.54 cm

*f* pied (foot) : 1 ft = 12 in = 30.48 cm

*f* mile (miles) : 1 mile = 5280 ft = 1.609 km

### Volume :

*f* pinte (pint) : 1 pint = 0.94 l

*f* gallon (US gallon) : 1 US gal = 4 pintes = 3.786 l

*f* baril (US barel): 1 bbi = 42 USgal = 159 l10

### Masse :

*f* once (ounce) : 1 oz = 28.35 g

*f* livre (pound) : 1 lb = 0.454 kg

### Puissance :

$f$  cheval vapeur (horsepower) :  $1 \text{ hp} = 0.736 \text{ kW}$

**GRANDEUR MESURABLE** : C'est une caractéristique d'un phénomène, d'un corps ou d'une substance, qui est susceptible d'être distingué qualitativement par un nom (en métrologie dimensionnelle : Distance, Angle..) et déterminé quantitativement par une valeur (nombre exprimé dans l'unité choisie).

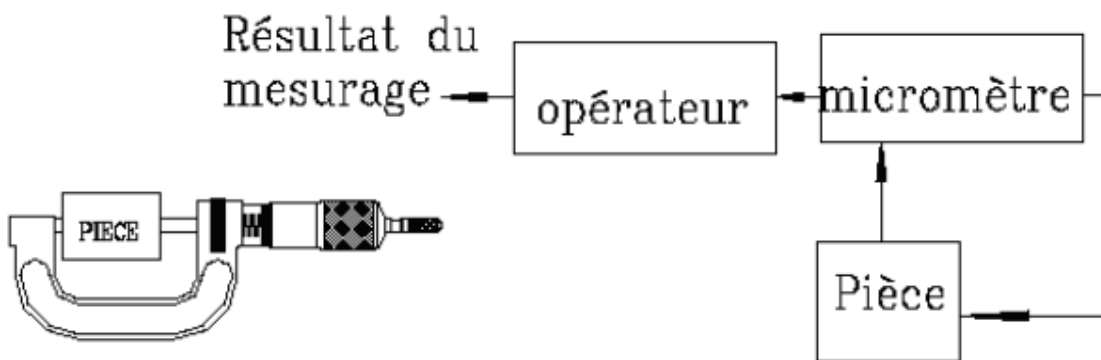
**4- METHODE DE MESURE** : C'est une succession logique d'opérations décrites d'une manière succincte permettant de la mise en œuvre de mesurage.

**4.1- Méthode direct** : C'est le relevé d'une dimension à partir d'une référence. La précision et la grandeur de dimension influent sur le choix de la référence.

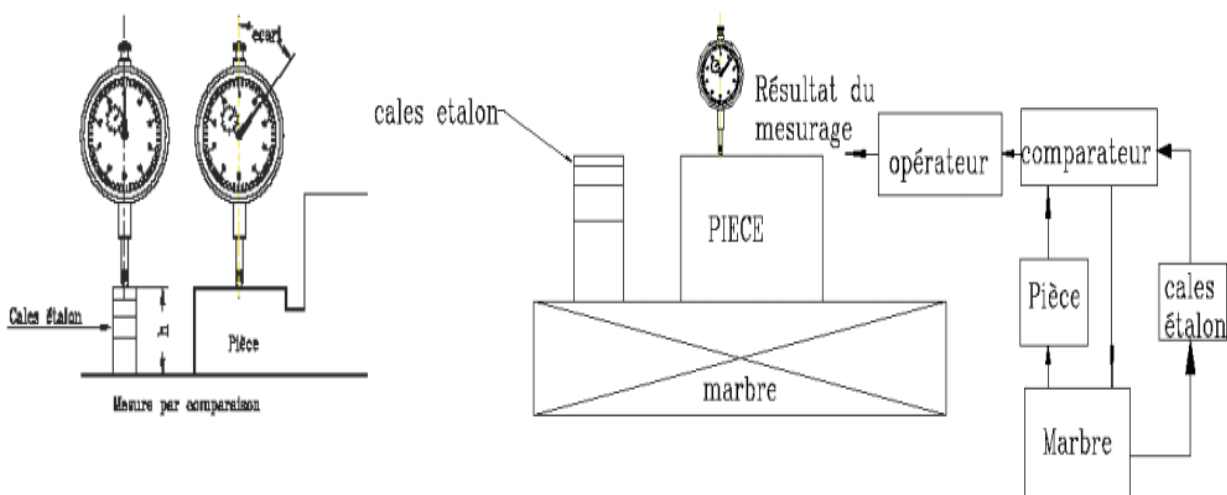
**EXP** : Appareil à trait : Mètre

Appareil à vernier : Pied à coulisse

Appareil à vis micrométrique : Micromètre



**Méthode indirect** : C'est le relevé à l'aide d'un capteur de l'écart entre une pièce à mesurer et un étalon (pièce de référence).



$L_{\text{pièce}} = L_{\text{étalon}} + \alpha$  avec ( $L_{\text{pièce}}$  : Longueur pièce,  $L_{\text{étalon}}$  : Longueur étalon,  $\alpha$  : Ecart mesuré)

**DIMENSION** : C'est la distance la plus courte entre deux points réelles ou fictifs

Exp. : Un diamètre, un alésage, un entraxe.

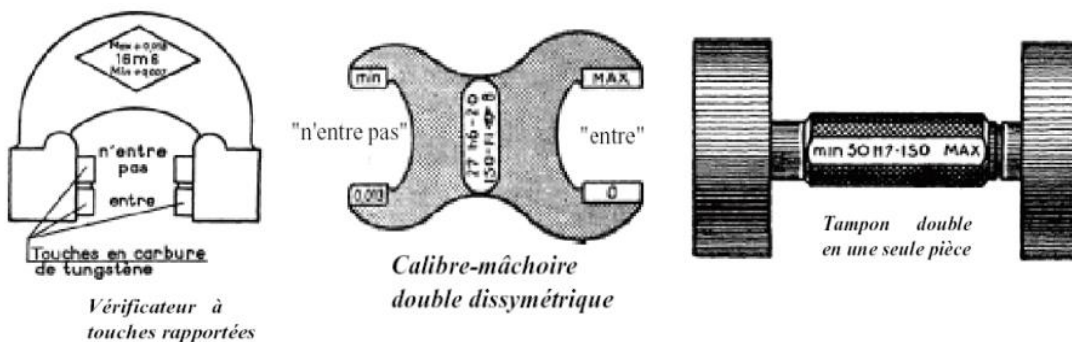
**6- MESURANDE** : C'est la grandeur particulière soumise du mesurage (Exp. : Température, Pression, Dimension...)

**7- RESULTAT DE MESURAGE** : C'est la valeur attribué au grandeur (à la mesurande) obtenue par mesurage. Une expression complète doit contenir la valeur et une information sur l'incertitude.

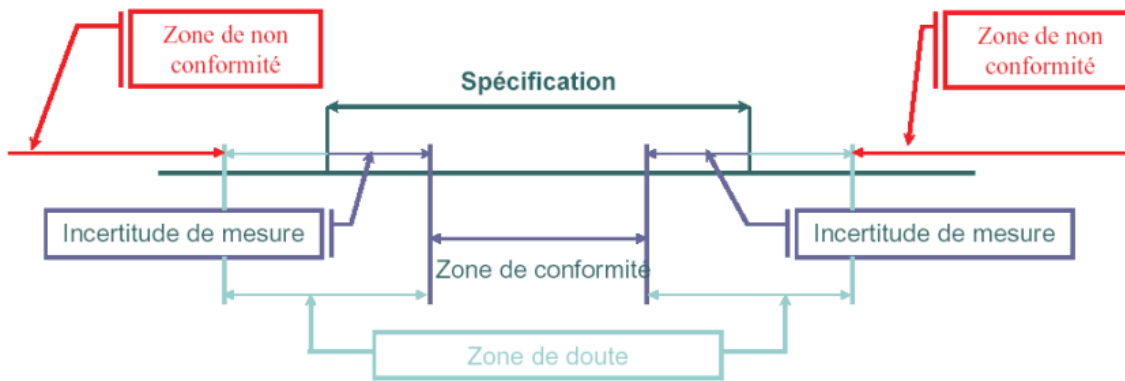
**8- CONTROLE DIMENSIONNEL** : C'est l'ensemble des opérations permettant de déterminer si la valeur d'une grandeur se trouve bien entre les limites de tolérance qui lui sont imposées. On distingue deux types de contrôle :

**8-1. le contrôle par attribut**: Il est limité à une simple vérification de conformité (réponse par oui ou non, pas de mesurage)

**Applications** : calibres fixes, montages de contrôle, plaquettes visco-tactiles



**le contrôle par mesurage**: Où l'on procède d'abord à un ou plusieurs mesurages pour quantifier les grandeurs et ensuite à une comparaison des valeurs mesurées avec les spécifications demandées. Pour palier à ce problème, la norme ISO 14253-1 préconise de déduire de la spécification l'incertitude de mesure



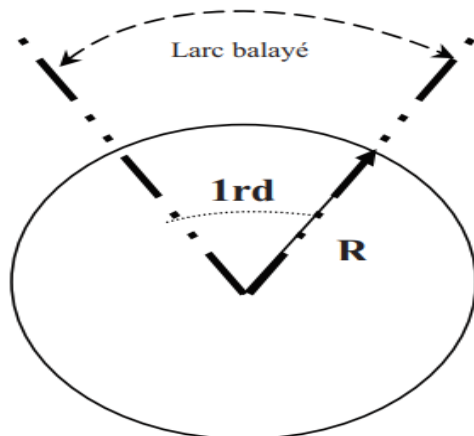
Application des cartes de contrôle et analyse statistique des données en utilisant l'approche maîtrise statistique des processus (MSP)

### UNITE DE MESURE :

Mètre : L'unité de base de longueur. Mais conventionnellement on utilise le (mm).

**L'angle :** (rd) 1 radian : C'est l'équivalent de l'angle qui sur une circonférence ayant pour centre le sommet de l'angle interceptant entre ses cotés un arc d'une longueur égale à celle de rayon.

$$1\text{rd} = \{\text{Longueur Arc balayé} = R\}$$



**VALEUR VRAIE :** C'est la valeur qui caractérise une grandeur parfaitement définie dans les conditions qui existent lorsque cette grandeur est considérée. Il s'agit d'une notion idéale, la valeur vraie ne peut être connue exactement et ceci quelle que soit la précision des moyens de métrologie utilisés.

**VALEUR CONVENTIONNELLEMENT VRAIE :** C'est la valeur d'une grandeur que l'on substitue à la valeur vraie. La valeur conventionnellement vraie est considérée comme

suffisamment proche de la valeur vraie pour que l'on considère que la différence (entre ces deux valeurs) n'est plus significative pour l'utilisation que l'on veut en faire.

### Exemples :

- valeur mesurée avec une très grande précision dans un laboratoire de métrologie.
- valeur indiquée sur une cale étalon.

**ETALONNAGE** : C'est l'ensemble des opérations établissant, dans des conditions spécifiées, la relation entre les valeurs indiquées par un appareil de mesure ou un système de mesure, ou les valeurs représentées par une mesure matérialisée et les valeurs connues correspondantes d'une grandeur mesurée. (Voir Annexe rapport de calibration)

**ETALON** : Mesure matérialisée, appareil de mesure ou système de mesure, destinés à définir, réaliser, conserver ou reproduire une unité ou une ou plusieurs valeurs connues d'une grandeur pour les transmettre par comparaison à d'autres instruments de mesure.

**le principe de classification des boîtes de cale étalons** : 4 Classes. La classification est suivants l'incertitude sur la longueur de cale étalon mesuré) (4 Classes : Classe 0 ; Classe 1 ; Classe 2 ; Classe3)

Série 516



516-943-10

#### Caractéristiques techniques

Précision : NF EN ISO 3650

Classe : K  
Pour laboratoires

Classe : 0  
Comme étalon pour le contrôle des cales de travail, pour la mise au point d'instruments de mesure avec une précision élevée. Etalons de référence de l'entreprise, pour laboratoires.

Classe : 1  
Pour le contrôle des cales et calibres d'essai et pour la mise au point des instruments de mesure linéaire pour un travail de précision.

Classe : 2  
Pour la mise au point ou le contrôle des instruments pour l'ajustement des outillages, des dispositifs ou des machines.

Les jeux de cales de la classe K sont livrés avec un certificat RVA (équivalent COFRAC).

Les autres jeux de cales peuvent être livrés avec un certificat RVA (équivalent COFRAC), nous consulter.

