

# Chapitre 1 : Principes d'une mesure.



AOUAMEUR DJAMILA

# Table des matières



<b>I - Introduction</b>	4
<b>II - Qu'est-ce que la mesure?</b>	5
<b>III - Principe d'une mesure</b>	6
1. Méthode directe .....	6
2. Méthode indirecte .....	6
3. Méthode d'opposition .....	6
<b>IV - Fonction d'un appareil de mesure ou de contrôle</b>	8
1. Indicateur .....	8
2. Enregistreur .....	8
3. Intégrateur .....	8
4. Signalisation .....	9
5. Régulateur .....	9
<b>V - Constitution global d'un appareil de mesure</b>	10
1. Élément primaire .....	10
2. Élément secondaire .....	10
3. Élément final .....	10
<b>VI - Qualités d'un appareil de mesure</b>	12
1. Étendue de mesure (La gamme de mesure) .....	12
2. La résolution .....	12
3. La sensibilité .....	12
4. La justesse l'exactitude et la fidélité .....	13
5. La précision .....	13
<b>VII - Caractéristiques d'étalonnage</b>	14

1. Le zéro .....	14
2. L'échelle .....	14
3. Linéarité .....	15
<b>VIII - La Métrologie</b> .....	<b>16</b>
1. L'incertitude (dx) .....	16
2. Origine d'erreur .....	16
3. Système d'unités internationales et ses symboles (SI) .....	16
3.1. <i>Grandeurs physiques fondamentales (7)</i> .....	17
3.2. <i>Grandeurs dérivées</i> .....	17
4. Autres systèmes d'unités .....	17
<b>Glossaire</b> .....	<b>19</b>
<b>Abréviations</b> .....	<b>20</b>
<b>Références</b> .....	<b>21</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>22</b>

# Introduction



Les appareils de mesure permettent de connaître certains points d'une fabrication. Ils donnent la possibilité d'agir sur le procédé de fabrication de manière à obtenir la qualité et la quantité de produits finis conformément à certaines spécifications dans les meilleures conditions de sécurité et de rendement avec un prix de revient minimum.

Pour cela les appareils donnent une information permettant d'effectuer des contrôles. En partant de ces contrôles on agira sur le procédé pour obtenir la qualité et la quantité escomptées.

Dans certains cas on utilise les appareils de mesure pour agir sur des servomécanismes, corrigeant automatiquement la marche du procédé de fabrication en fonction de certains critères établis à l'avance. Ces dispositifs automatiques portent le nom général de Régulation automatique.

# Qu'est-ce que la mesure?



On entend par mesure l'expression d'une grandeur quelconque, elle s'exprime généralement par un nombre suivi d'un symbole: le nombre donne la valeur de la grandeur mesurée, le symbole sa nature.

## Exemple

$10 \text{ kg/cm}^2$ , 10 exprime la valeur d'une pression mesurée en  $\text{kg/cm}^2$ , ici c'est le symbole  $\text{kg/cm}^2$  qui indique qu'il s'agit d'une pression. 215 m,  $18 \text{ m}^3/\text{h}$ .



 Exemple

---

Balance à double plateau, on place dans un plateau la grandeur à mesurer, dans l'autre des poids  $p$ . Jusqu'à obtention de l'équilibre, à ce moment la différence étant nulle connaissant  $p$  on peut déterminer la grandeur à mesurer.

 Remarque

---

Une mesure par opposition peut être en même temps directe ou indirecte.

# Fonction d'un appareil de mesure ou de contrôle

IV

L'appareil peut exécuter une ou plusieurs fonctions qui sont:

- Indication.
- Enregistrement.
- Intégrations.
- Signalisation.
- Régulation.

## 1. Indicateur

L'appareil est un indicateur lorsqu'il donne la mesure par l'intermédiaire d'une aiguille se déplaçant sur un cadran gradué, ou l'inverse (cadran mobile et index fixe). Il peut être à indication continue (permanence dans le temps), ou discontinue dans ce cas il indique de façon intermittente.

## 2. Enregistreur

Cet appareil donne la mesure par inscription sur papier (Diagramme) portant les graduations et se déroulant en fonction d'une deuxième variable (généralement le temps). L'aiguille est souvent constituée par un stylet jouant le rôle de plume. Dans d'autres systèmes l'enregistrement se fait par points, chiffres, etc...s'inscrivant périodiquement sur le diagramme.

Les enregistreurs peuvent donc être à enregistrement continu, ou discontinu.

## 3. Intégrateur

Cet appareil donne la somme des mesures instantanées.

### Exemple

---

Les compteurs à gaz, à eau, électrique.

## 4. Signalisation

Ce type d'appareil donne un signal sonore, lumineux ou autres....lorsque la variable atteint une valeur critique déterminée à l'avance.

## 5. Régulateur

L'appareil effectue les corrections nécessaires pour maintenir la variable à une valeur stable choisie à l'avance.



### *Remarque*

---

Un appareil de contrôle peut remplir une seul ou plusieurs des fonctions citées ci-dessus.



avant ou après l'élément secondaire pour rendre la mesure linéaire.



# Qualités d'un appareil de mesure

VI

La qualité d'un appareil de mesure est l'ensemble des données qui caractérisent la qualité de la mesure effectuée par l'appareil considéré.

Un appareil de mesure doit présenter les qualités suivantes (07):

- Étendue de mesure.
- La résolution.
- La sensibilité.
- L'exactitude.
- La justesse.
- La fidélité.
- La précision.

## 1. Étendue de mesure (La gamme de mesure)

C'est l'ensemble des valeurs du mesurande pour lesquelles un instrument de mesure est supposé fournir une mesure correcte. L'étendue de mesure correspond à la différence entre la valeur maximale et la valeur minimale de la gamme de mesure.

## 2. La résolution

C'est la plus petite variation de la grandeur mesurée qui produit une variation remarquable de l'indication délivrée par l'instrument. Elle peut être exprimée en points, qui sont alors le nombre de valeurs différentes que l'instrument peut afficher.

### Exemple

Un multimètre de 2000 points pour une étendue de 2V peut afficher toutes les valeurs comprises entre 0,000V et 1,999V, sa résolution est donc de 1mV.

## 3. La sensibilité

La sensibilité est un paramètre exprimant la variation du signal de sortie d'un appareil de mesure en fonction de la variation du signal d'entrée. Un appareil est d'autant plus sensible qu'une petite variation de la grandeur à mesurer provoquera un changement plus grand de l'indication donnée par l'appareil de mesure.

#### 4. La justesse l'exactitude et la fidélité

On peut représenter symboliquement la fidélité, la justesse et l'exactitude de la manière suivante:

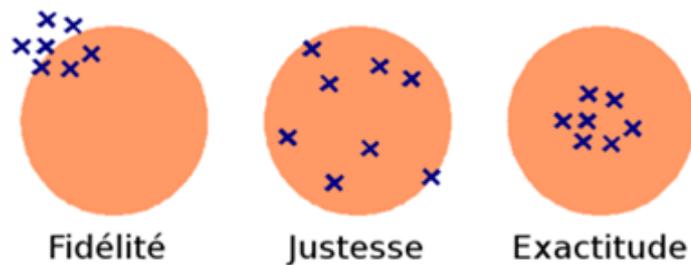


Figure. 1.1. Représentation symbolique de la fidélité, la justesse et l'exactitude.

- Dans le premier cas, les mesures sont proches les unes des autres (bonne fidélité) mais en dehors de la zone de probabilité de la valeur vraie (mauvaise justesse).
- Dans le deuxième cas, les mesures sont au contraire bien dans la zone où se trouve la valeur vraie (bonne justesse), mais ils sont dispersés entre elles (mauvaise fidélité).
- Le dernier cas présente des mesures justes (dans la zone de la valeur vraie) et fidèles (proches les unes des autres), c'est le cas d'un bon appareil de mesure.



#### Remarque

La notion de *justesse* est liée à l'*erreur systématique*<sup>p.19</sup> ⇒ (Appareil)

La notion de *fidélité* est liée aux *erreurs accidentelles*<sup>p.19</sup> ⇒ de la mesure (Opérateur)

#### 5. La précision

Un appareil de mesure est précis quand il indique avec le minimum d'erreur la valeur vraie de la variable.

# Caractéristiques d'étalonnage

VII

L'étalonnage statique d'un appareil est déterminé par trois critères principaux:

- Le zéro.
- L'échelle.
- La linéarité.

## 1. Le zéro

On appelle le zéro d'un appareil de mesure la valeur de l'indication qui correspond à une valeur nulle ou minimal de la variable.

### Exemple

---

Appareil de 0 à 50 kg/cm<sup>2</sup>

Lorsque la variable est à zéro, l'indication doit être à zéro.

### Exemple

---

Appareil de 10 à 60 kg/cm<sup>2</sup>

Si la variable est à 10 kg/cm<sup>2</sup> l'indication doit être à 10 kg/cm<sup>2</sup>.

Si ces conditions, l'une ou l'autre selon les cas, présente une erreur de zéro. On dit que le zéro est décalé. On dit aussi zéro fort ou faible selon que l'indication est en dessus ou en dessous.

Le zéro se rattrape en général dans les appareils mécaniques par un décalage de l'aiguille ou de l'élément primaire. Nous verrons la façon de régler le zéro selon les types d'appareils.

### Exemple

---

La balance numérique, pH mètre, etc...

## 2. L'échelle

Si un appareil est gradué d'un minimum (m) à un maximum (M) l'échelle va de m à M.

m et M sont les graduations portées sur le cadran ou le diagramme.

L'étendue d'échelle est la différence entre M et m.



### Exemple

---

Manomètre de 10 à 60 kg/cm<sup>2</sup>, Échelle de 10 à 60 kg/cm<sup>2</sup>, étendue d'échelle 60 – 10 = 50 kg/cm<sup>2</sup>.

Un appareil, juste à zéro, est correct en échelle (on dit aussi étendue) lorsque la variable étant au maximum mesurable par l'appareil, l'indication est, elle aussi, au maximum.

Le défaut correspondant est un excès ou un manque d'étendue, on dit aussi excès ou manque d'échelle ou encore erreur de multiplication.

La correction se fait en général dans les appareils mécaniques en allongeant ou en raccourcissant un levier.

## 3. Linéarité

Un appareil de mesure est linéaire lorsque, étant juste à zéro et en étendue, la variable prend les valeurs de 25%, 50% et 75% de l'étendue, l'indication prend les mêmes valeurs de 25%, 50% et 75% de l'étendue.

Le défaut correspondant porte le nom d'erreur de linéarité, on dit aussi d'angularité.

Pour le corriger dans les appareils mécaniques on modifie la valeur de l'angle que forment entre-eux les leviers et biellettes du mécanisme.

# La Métrologie

VIII

La métrologie est la science de la mesure qui définit les principes et les méthodes qui permettant de garantir et maintenir la confiance en vers tout processus de mesure.

Elle permet d'attribuer à une propriété particulière des objets, matériaux ou phénomènes, une valeur exprimée en nombre.

Les métrologues emploient le vocabulaire suivant :

- *Mesurande* : grandeur physique soumise à un mesurage (Pression, Température, ...)
- *Mesurage* : toutes les opérations permettant l'obtention de la valeur d'une grandeur physique (Mesurande).
- *Mesure* : valeur numérique représentant le mesurande prise par unité (une longueur de 3m, une masse de 150g).
- *Valeur vraie du mesurande* : La valeur vraie (Mvrai) du mesurande est la valeur que l'on obtiendrait si le mesurage était parfait.

## 1. L'incertitude (dx)

Le résultat de mesure (x) est en taché d'erreur. Pour exprimer correctement ce résultat, il faut évaluer cette erreur.

$$x - dx \leq X \leq x + dx$$

On peut définir l'incertitude relative:

$$[In(x)] (\%) = (dx / x) * 100$$

## 2. Origine d'erreur

- Opérateur.
- Appareil.

## 3. Système d'unités internationales et ses symboles (SI)

### 3.1. Grandeurs physiques fondamentales (7)

Il existe 7 grandeurs physiques fondamentales :

Tableau.1.1. Unités de base

Grandeur		Unité	
Nom	Symbole	Nom	Symbole
Longueur	L	mètre	m
Masse	M	kilogramme	Kg
Temps	t	seconde	s
Courant électrique	i	ampère	A
Température	T	kelvin	K
Quantité de matière	n	mole	mol
Intensité lumineuse	J	kandela	cd

### 3.2. Grandeurs dérivées

Sont fonction des grandeurs fondamentales.

☞ Exemple

Vitesse = Distance / Temps

☞ Exemple

Force → **Newton = kg\*m / s<sup>2</sup>**

Pression → **Pascal = N/m<sup>2</sup> = kg / (m\*s<sup>2</sup>)**

Énergie → **Joule = N\*m<sup>2</sup>**

Puissance → **Watt = J/s**

## 4. Autres systèmes d'unités

Le système SI est le seul système d'unité légal à travers le monde, cependant d'autres systèmes d'unités existent.

### Exemple

---

Sys(CGS) : où les unités de base de la mécanique sont le centimètre (pour les longueurs), le gramme (pour les masses) et la seconde (pour les temps)

### Exemple

---

*Système anglais :*

Longueur: **Foot (ft)**=0,305m

Masse: **livre (lb)**=0,454kg

Température: **Rankin (°R)**= -491,67°C.

Temps: Seconde.

# Glossaire



## **Erreurs accidentelles**

Ce sont des erreurs qui se produisent d'une manière aléatoire variables dans la grandeur et dans le sens, même si les conditions de mesure sont les même. Elles sont du à la fois: à l'utilisateur et à l'environnement.

## **Erreur Systématique**

Ce sont les erreurs qui proviennent généralement des défauts de construction des instruments de mesure.





# Références

[https://sitelec.org/cours  
/dereumaux/mesurdebit.](https://sitelec.org/cours/dereumaux/mesurdebit.htm)

*htm* (1)

<https://www.oiml.org/fr> (2)

