**Chapitre 04 : La métrologie**

1. **Généralités**
   1. **La métrologie**

Métrologie en Grec, Métron : mesure, Logia : Science ; donc c’est la science de la mesure et ses applications, elle comprend tous les aspects théoriques et pratiques de mesurage quel que soit l’incertitude de mesurage et le domaine d’application.

Elle 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 ... Mesurer une grandeur physique consiste à lui attribuer une valeur quantitative en prenant pour référence une grandeur de même nature appelée unité.

Et pour avoir des mesures fiables, il faut maitriser les facteurs nécessaires qui influent sur la qualité des résultats et qui sont connait par **les fameux 5 M**: Matière, Milieu, Moyen, Méthode, Mains d’œuvre.

La métrologie permet donc de :

1. Déterminer la conformité des produits mais elle participe aussi l’amélioration de la qualité.
2. Contrôler la qualité des produits.
3. Maitriser les processus de la fabrication.
4. Assurer la protection de la santé et de l’environnement.

En effet, on ne peut valider une action sur un procédé qu’en vérifiant le résultat de cette action par une mesure. Les résultats des mesures servent à prendre des décisions :

− 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

− 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.

* 1. **NB** : Sans incertitude les résultats de mesure ne peuvent plus être comparés soit entre eux soit par rapport à des valeurs de référence spécifiées dans une norme ou une spécification (conformité d’un produit).
  2. **Un mesurage**

Est un processus qui permet d’obtenir un ou plusieurs valeurs que l’on peut attribuer à un grandeurs ou mesurande. Exemple : La différence entre deux valeurs (Max et Min) : 40mn-39.7mm= 0.3 mm (c’est l’incertitude).

* 1. **Les différents types de métrologie**

Elle comprend trois grands axes :

* + 1. **Métrologie scientifique (fondamentale) :** concerne la réalisation des étalons de référence (laboratoire), le développement de nouvelles méthodes de mesures…
    2. **Métrologie technique (Industrielle)** : dont les mesures des produits doivent assurer la conformité aux normes.
    3. **Métrologie légale** : les mesures doivent respecter les lois et les règlements.
  1. **Les concepts utilisés en métrologie**
* **Mesurande** : grandeur particulière
* **Erreur absolu** : L'erreur absolue (ou **incertitude absolue**) mesure l'imprécision sur une mesure que nous effectuons. 
* [**Erreur relative**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Erreur_relative) : On utilise l'erreur absolue pour calculer l'erreur relative

=

* **Fidélité** : méthode qui donne des résultats identiques pour une série de mesure.  la fidélité est l'aptitude d'un appareil de mesure à donner des mesures exemptes d'erreurs accidentelles.

**Vmax – V min**

**F = ±**

**2**

Exemple : des mesures répétées à l'aide d'un ampèremètre donnent :

Amax= 12.6A

Amin= 11.9A F = **±** 12.6 -11.9 / 2 = **± 0.7A**

* **Justesse**: résultats donnés les plus proches possible de la valeur vraie, c'est donc l'aptitude de l'appareil à donner des résultats qui ne sont pas entachés d'erreur.

Dans le cas de mesures multiples c'est l'écart entre le résultat moyen et la valeur vraie. **J = V vraie – V moy**

* **Exactitude**: Un instrument de mesure est d'autant plus exact que les résultats de mesure qu'il indique coïncident avec la « valeur vraie » que l'on cherche à mesurer. Il est à remarquer que l'exactitude ne s'exprime pas par une valeur chiffrée. C'est une appréciation qualitative des résultats, elle est plus aisée à définir par l'erreur de mesure. Elle s'exprime en unité de grandeur (erreur absolue) ou en pourcentage (erreur relative).

En dehors des conditions opératoires, l'exactitude d'un appareil est essentiellement liée à deux types de caractéristiques : **la justesse et la fidélité**. Un appareil est exact s'il est à la fois juste et fidèle.

L'exactitude d'un appareil de mesure peut également être entachée par des causes extérieures : erreur opératoire, erreur provoquée par les grandeurs d'influences (température, pression etc), erreur de référence ou d'étalonnage…

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



* {\displaystyle J={\bar {v}}-V}**Intervalle de tolérance**

Les intervalles de tolérance sont utilisés pour calculer une plage de valeurs pour une caractéristique susceptible de couvrir une proportion spécifiée des futurs résultats du produit. Les intervalles de tolérance déterminent les bornes supérieure et inférieure entre lesquelles un certain pourcentage des résultats du procédé est compris avec un degré de confiance donné.

Il s'agit d'une étendue de valeurs relatives à une caractéristique d'un produit susceptible de couvrir l'endroit où une partie spécifiée de la population se trouve avec un degré de confiance donné.

Par exemple, si l'intervalle de tolérance à 95 % pour 99 % de la population pour le volume de remplissage des bouteilles de 375 ml est de 358 - 381 ml, vous pouvez être certain à 95 % que 99 % des bouteilles à remplir présenteront des volumes compris dans cet intervalle.

Les intervalles de tolérance sont différents des intervalles de confiance et des intervalles de prévision comme suit :

* **Intervalle de confiance**

Il s'agit d'une étendue de valeurs susceptible de contenir la valeur d'un paramètre de population inconnue, comme la moyenne, avec un degré de confiance spécifié.

Par exemple, si l'intervalle de confiance à 95 % pour le volume moyen de remplissage des bouteilles de 375 ml est de 368-372 ml, vous pouvez être certain à 95 % que la valeur réelle de la moyenne du procédé est comprise dans cet intervalle.

* **Intervalle de prévision**

Il s'agit d'une étendue de valeurs relative à une caractéristique d'un produit qui représente la zone où la valeur d'une nouvelle observation est susceptible de se trouver, avec un degré de confiance spécifié.

Par exemple, si l'intervalle de prévision à 95 % du volume de remplissage des bouteilles de 375 ml est de 360 - 379 ml, vous pouvez être certain à 95 % que le volume des prochaines bouteilles échantillonnées sera compris dans cet intervalle.