

Mesures et incertitudes

Une grandeur est utilisée pour caractériser un objet ou un événement. Les grandeurs les plus courantes sont la durée, la masse, la longueur, etc. Chaque grandeur a une unité. Par exemple, une longueur s'exprime en mètre (m). Qu'elles soient mesurées ou calculées, les valeurs des grandeurs ne sont connues qu'avec une précision limitée.

1. Détermination de la température de l'air ambiant

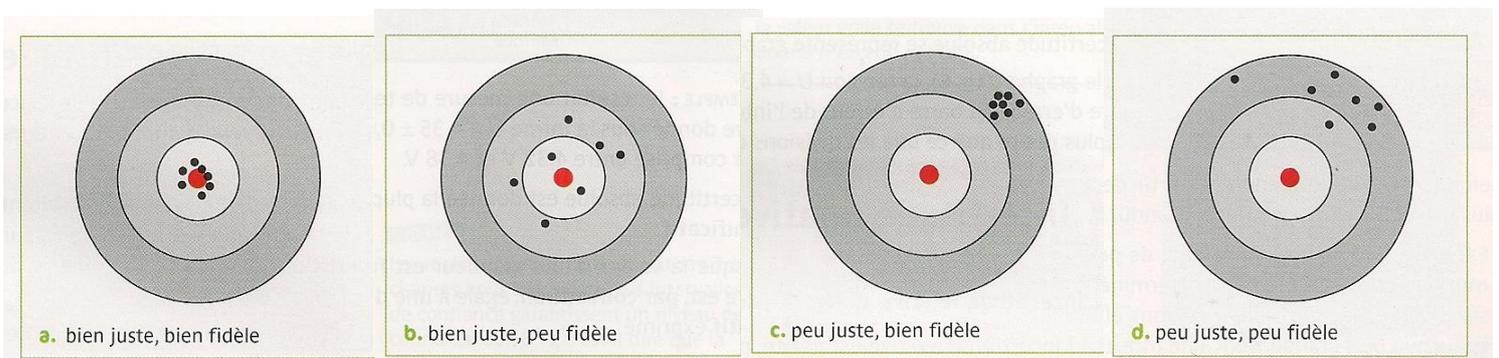
Prenons l'exemple d'un capteur de température relié à un ordinateur. On réalise l'acquisition au cours du temps de la grandeur température T . son unité est le degré celsius. On relève la température sur 10s avec une mesure toutes les 0,5s. On obtient 20 mesures de la température.

Toutes les valeurs de la température sont elles exactement les mêmes ?

Proposer une valeur de la température de l'air ambiant qui pourrait tenir compte de tous les résultats observés.

2. Erreurs de mesure

La difficulté d'obtenir une valeur fiable d'une grandeur est assez semblable à celle que rencontre un tireur sur une cible. Il peut y avoir des erreurs aléatoires, des erreurs systématiques ou les deux.



Erreur aléatoire

Cette erreur est liée à la fluctuation de la grandeur mesurée, à la fluctuation de la méthode de mesure (c'est-à-dire à la manière de l'expérimentateur d'utiliser l'appareil de mesure) et à la fluctuation de l'appareil de mesure.

Plus les erreurs aléatoires sont petites, plus la fidélité de la mesure est grande.

Erreur systématique

Cette erreur est liée à l'appareil de mesure et peut disparaître par réglage ou étalonnage.

Par exemple, si le capteur de température est mal étalonné la température de la pièce peut être mesurée un grand nombre de fois autour d'une température complètement erronée.

3. Incertitude absolue et incertitude relative

Incertitude absolue

Le résultat d'une mesure ou d'un calcul est souvent présenté avec son incertitude, qui rend compte des erreurs.

Soit $X_{\text{mesurée}}$ la valeur mesurée d'une grandeur et ΔX l'incertitude absolue liée à cette mesure, alors la valeur vraie est :

$$X_{\text{mesurée}} - \Delta X \leq X_{\text{vraie}} \leq X_{\text{mesurée}} + \Delta X$$

$$X_{\text{vraie}} = X_{\text{mesurées}} \pm \Delta X$$

Par exemple, sur la valeur de la température indiquée par le thermomètre on a une incertitude de 0,1°C, si la température mesurée est $T=23^{\circ}\text{C}$ alors la température est comprise entre 22,9 et 23,1°C.

Incertitude relative

Elle se note $\frac{\Delta X}{X_{\text{mesurée}}}$ et donne la précision d'une mesure. Plus l'incertitude relative

est petite, plus la mesure est précise.

Cette grandeur n'a pas d'unité et s'exprime souvent en pourcentage.

Par exemple, pour la température de la salle l'incertitude relative est

$$\frac{0,1}{23} = 0,004 \text{ soit } 0,4 \%$$

4. Intérêt expérimental de la notion d'incertitude

Lors d'un Tp, il peut arriver que certaines valeurs de mesures soient incohérentes avec les autres. Celles-ci doivent être éliminées et il faut alors se questionner sur la méthode de mesure employée.

Il faut alors identifier les sources d'erreur. Elles peuvent être dues à l'instrument de mesure lui-même ou à son utilisation. Lors des mesures, il faut donc veiller à indiquer un nombre de chiffres significatifs adéquat ou une incertitude possible sur les mesures. Le but est de réduire les erreurs systématiques et aléatoires.

La notion d'incertitude permet également de comparer les résultats expérimentaux à une grandeur de référence, à l'aide de la notion d'écart relatif :

$$\text{écart_relatif} = \left| \frac{\text{valeur_obtenue} - \text{valeur_de_référence}}{\text{valeur_de_référence}} \right|$$