

I. GENERALITES

1.1. Introduction

« On ne connaît bien un phénomène que lorsqu' il est possible de l'exprimer par un nombre » **d'après Lord Kelvin**

En effet la simple observation de phénomènes ne peut en donner qu'une idée vague. Pour arriver à une meilleure compréhension d'un phénomène, il faut recourir à l'expérience, au cours de laquelle, l'observation est effectuée à l'aide d'instruments de mesure, permettant de faire une étude quantitative du phénomène et, grâce à l'outil mathématique, d'en donner une interprétation théorique. L'évolution de tout phénomène physique dépend de paramètres : grandeurs.

Une grandeur est mesurable lorsqu'on sait définir le rapport de deux grandeurs de son espèce. Si on choisit une grandeur **U** prise comme référence ou unité, toutes les grandeurs **G** peuvent être exprimées en fonction de **U** sous la forme : $G = g \cdot U$ où **g** représente la mesure de **G** avec l'unité **U**.

On appelle grandeurs extensives lorsqu'elles s'ajoutent comme la masse.

Les grandeurs intensives ne s'ajoutent pas comme la température.

1.2. Grandeurs fondamentales et grandeurs dérivées

On est amenées pour des raisons de commodités à choisir arbitrairement un certain nombre de grandeurs indépendantes comme grandeurs fondamentales, toutes les autres grandeurs seront exprimées en fonction de celles-ci et appelées grandeurs dérivées.

Les grandeurs fondamentales choisies sont:

- La longueur
- La masse
- Le temps
- L'intensité du courant électrique
- La température
- L'intensité lumineuse

Ainsi les unités fondamentales correspondantes sont:

- Le mètre (**M**)
- Le kilogramme (**Kg**)
- La seconde (**S**)
- L'ampère (**A**)
- Le degré Kelvin (**°k**)

- La candela

Les quatre premières unités fondamentales forment le système international (le système MKSA). A l'aide de ces unités, on peut définir toutes les autres unités dérivées à partir des lois générales de la physique.

1.3. Equations de dimensionnement

Toutes les grandeurs dérivées peuvent être exprimées en fonction des grandeurs fondamentales sous la forme : $[XX] = M^\alpha L^\beta T^\gamma I^\delta$

C'est l'équation aux dimensions de la grandeur X.

Exemples :

- $F = m \cdot \gamma \gamma \rightarrow [F] = M \cdot L \cdot T^{-2}$
- $V = \frac{P}{I} \rightarrow [V] = M \cdot L^2 \cdot T^{-3} I^{-1}$

Toutes les formules de la physique sont homogènes. La vérification de l'homogénéité d'une équation permet d'éviter les erreurs de calcul. De plus, il est possible de retrouver une formule à partir de l'analyse dimensionnelle du phénomène.

1.4. Incertitudes et erreurs

Toute mesure de n'importe quelle grandeur physique comporte des erreurs, et un résultat expérimental n'a de valeur que si l'on a déterminé l'ordre de grandeur de l'erreur globale commise dues :

- Aux erreurs de manipulation de l'expérimentateur.
- Aux instruments de mesure.
- Aux imperfections causées au système.

Les erreurs sont exprimées sous deux formes:

1.4.1. Erreur absolue

Elle représente la valeur absolue de l'écart entre la vraie valeur X et la valeur mesurée X_{mes} : $\Delta XX = |XX - XX_{mes}|$

1.4.2. Erreur relative

Elle donne la précision de la mesure et s'exprime par un nombre sans dimension qui est le rapport: $\epsilon = \frac{\Delta XX}{XX}$

1.4.3. Théorème des erreurs

Soit une grandeur G , liée aux grandeurs x, y, z par une relation: $G = f(x, y, z)$.

Les grandeurs x, y, z sont supposées indépendantes.

On écrit la différentielle totale de cette fonction : $df = \frac{\partial f}{\partial x} dx + \frac{\partial f}{\partial y} dy + \frac{\partial f}{\partial z} dz$

Où $\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z}$ représentent les dérivées partielles de f par rapport aux variables x, y, z .

Le principe de base du calcul d'erreurs est d'assimiler les erreurs absolues $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ aux valeurs absolues des différentielles dx, dy, dz . La relation fondamentale de l'erreur est donnée par :

$$\Delta f = \frac{\partial f}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial f}{\partial y} \Delta y + \frac{\partial f}{\partial z} \Delta z \quad .$$

1.5. Différentes erreurs

1.5.1. Erreurs systématiques

Ce sont des erreurs reproductibles dues à l'équipement et à la méthode utilisée et dépendent de la totalité des conditions de mesure et sont reliées à leur cause par une loi physique,

1.5.2. Erreurs aléatoires

Ce sont des erreurs, non reproductibles, qui obéissent à des lois statistiques.

1.5.3. Erreurs accidentelles

Elles résultent d'une fausse manœuvre, d'un mauvais emploi ou de dysfonctionnement de l'appareil. Elles sont imprévisibles et incontrôlables.