



A. Écrire un résultat sous forme scientifique

1. Arrondir un résultat

Il y a deux possibilités pour arrondir un résultat :

- À l'**inférieur**, quand le chiffre suivant le chiffre arrondi est compris entre 0 et 4
- Au **supérieur**, quand le chiffre suivant le chiffre arrondi est compris entre 5 et 9
- À droite de la virgule les chiffres portent le nom de dixième, centième, millième, etc...
- À gauche de la virgule les chiffres portent le nom d'unité, dizaine, centaine, millier, etc...

*Exemples : Arrondir 23,41 au dixième, revient à l'écrire 23,4.
Arrondir 0,2783 au centième, revient à l'écrire 0,28.*

2. Écriture scientifique

L'écriture scientifique est un résultat présenté sous forme d'une multiplication entre :

- Un nombre à virgule à l'unité (un seul nombre à gauche de la virgule)
- Une puissance de dix

*Exemples : 134,8 s'écrit $1,348 \times 10^2$ sous forme scientifique.
0,0025 s'écrit $2,5 \times 10^{-3}$ sous forme scientifique.*

3. Chiffres significatifs (Abrégé C.S.)

Pour écrire correctement un résultat il faut respecter le nombre de chiffres significatifs :

- Tous les chiffres non nuls sont significatifs
- Les zéros placés à droite d'un nombre sont **significatifs**
- Les zéros placés à gauche du premier chiffre non nul du nombre **ne sont pas significatifs**

*Exemples : 124,094 comprend 6 chiffres significatifs.
0,00800 comprend 3 chiffres significatifs.
12,300 comprend 5 chiffres significatifs.*

Lors d'une mesure expérimentale, le nombre de chiffres significatifs doit être adapté à la **précision de l'appareil de mesure** utilisé.

B. Les grandeurs et unités de base du système international

1. Le système international

Le **système international** (abrégié SI) est le système d'unités le plus utilisé au monde. C'est ce dernier qui régit et définit les grandeurs et unités de référence de la science, depuis l'apparition du système métrique, lors de la révolution française. Il permet aux scientifiques des pays participants de se mettre d'accord sur les unités et grandeurs à utiliser pour collaborer internationalement.

2. Grandeur = Valeur $\times$ Unité

Une **grandeur** est une propriété mesurable ou calculable, pour laquelle on obtient des valeurs (numériques), auxquelles sont associées une unité.

Exemples : $I = 35 \text{ mA}$. La grandeur est l'intensité, l'unité est l'ampère et la valeur 35.
 $U = 220 \text{ V}$. La grandeur est la tension, l'unité est le volt, et la valeur 220.

3. Les 7 grandeurs et unités de base SI, et leurs symboles

Grandeur	Unité
Distance (d)	Mètre (m)
Masse (m)	Kilogramme (kg)
Temps (t)	Seconde (s)
Intensité électrique (I)	Ampère (A)
Température (T)	Kelvin (K)
Quantité de matière (n)	Mole (mol)
Intensité lumineuse (I_L)	Candela (cd)

Ces 7 unités de base permettent par combinaison de définir toutes les autres unités du système international : par exemple la vitesse v en m s^{-1} , le volume V en m^3 , etc...

C. Variabilité d'une mesure

1. Sources d'erreurs

- **Précision** : La précision d'un appareil est la capacité à obtenir une mesure la plus proche possible de la valeur réelle.
- **Résolution** : La résolution est la plus petite valeur que l'appareil arrive à distinguer.

Lors d'une mesure, on différencie deux principales sources d'erreur :

- Les **erreurs systématiques**, liées au manque de précision et/ou de résolution des appareils de mesure.
- Les **erreurs aléatoires**, causées par l'opérateur ou son environnement pendant la mesure.

Exemples : Erreur aléatoire de lecture, erreur aléatoire de positionnement, erreur aléatoire due aux conditions de mesure...

2. Justesse et fidélité



- Un appareil **fidèle** est un appareil dont les mesures pour une même valeur sont très **proches les unes des autres**, sans forcément s'approcher de la valeur réelle.
- Un appareil **juste** est un appareil dont les mesures pour une même valeur **se rapprochent de la valeur réelle**.
- Un appareil **fidèle et juste** est un appareil **exact**.

3. Évaluation par approche statistique de type A : l'incertitude-type

Une mesure est toujours **incertaine** car plusieurs erreurs sont susceptibles de la faire varier. Pour inclure cette variabilité dans les mesures, il est important de leur associer une part d'**incertitude**.

Pour calculer une **incertitude-type** sur une **série de mesures**, il est important d'utiliser les bons outils mathématiques.

On considère une série de mesures $x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n$.

Moyenne d'une série de mesures

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

$\bar{x}$: moyenne de la série de mesures

x_i : valeur de la mesure n° i

n : nombre de mesures de la série

Écart-type expérimental d'une série de mesures

$$s_x = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

s_x : écart-type expérimental de la série de mesures

x_i : valeur de la mesure n° i

$\bar{x}$: moyenne de la série de mesures

n : nombre de mesures de la série

Incertitude-type sur la moyenne (sûre à 95%)

$$u(x) = \frac{s_x}{\sqrt{n}}$$

$u(x)$: incertitude-type sur la moyenne

s_x : écart-type expérimental de la série de mesures

n : nombre de mesures de la série

Remarque : les formules de moyenne et d'écart-type peuvent être calculées automatiquement à l'aide d'une calculatrice.

4. Incertitude de type B

L'incertitude de type B d'un appareil de mesure est normalement fournie directement par le constructeur.

Si ce n'est pas le cas, le constructeur peut parfois fournir une précision de l'appareil Δc . Dans ce cas on peut calculer l'incertitude grâce à la formule :

Incertitude liée à la précision d'un appareil

$$u = \frac{\Delta c}{\sqrt{3}}$$

u : incertitude-type sur la mesure

Δc : précision de l'appareil, fournie par le constructeur

Pour finir, dans le cas d'une incertitude due à la lecture de graduations, on peut définir l'incertitude de lecture comme valant :

Incertitude de lecture

$$u_{lecture} = \frac{1 \text{ graduation}}{\sqrt{12}}$$

$u_{lecture}$: incertitude de lecture

1 graduation : plus petite graduation de l'appareil (résolution)

5. Écriture d'un résultat avec son incertitude-type

Le résultat d'une série de mesures s'écrit de la façon suivante :

Écriture d'un résultat avec son incertitude-type

$$B = \bar{x} \pm u$$

B : grandeur mesurée

$\bar{x}$: moyenne de la série statistique

u : incertitude-type (A) sur la série statistique

Il faudra aussi porter une grande attention au nombre de chiffres significatifs ainsi qu'aux unités.

L'incertitude permet d'encadrer ($\pm$: plus ou moins) la moyenne des mesures ($\bar{x}$). On peut ainsi affirmer avec une confiance de 95% que la vraie valeur se situe entre la plus basse et la plus haute valeur de cet encadrement.



Attendus – Ce que je dois connaître

Définitions et notions

Système international
 Grandeurs et unités de base SI
 Sources d'erreurs
 Justesse
 Fidélité
 Exactitude

Grandeurs et unités

Intensité électrique I , en ampères A
 Intensité lumineuse I_L , en candelas cd
 Température T , en kelvins K
 Quantité de matière n , en moles mol
 Masse m , en kilogrammes kg
 Temps t , en secondes s
 Distance d , en mètres m

Formules

$$\text{Moyenne : } \bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

$$\text{Écart-type : } s_X = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$\text{Incertitude de type A : } u(X) = \frac{s_X}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Présentation d'un résultat : } M = \bar{X} \pm u(X)$$

$$\text{Incertitude de lecture (type B) : } u(X) = \frac{1 \text{ graduation}}{\sqrt{12}}$$

$$\text{Incertitude liée à une précision } \Delta c : u(X) = \frac{\Delta c}{\sqrt{3}}$$



Attendus – Ce que je dois savoir faire

Capacités à maîtriser	Exercices et activités associées
Distinguer grandeur unité et valeur	Activité 1
Citer les sept unités de base du système international et leurs unités	Activité 1
Identifier différentes sources d'erreur lors d'une mesure	Activité 2 Exercice 7
Exploiter et comparer des séries de mesures en termes de justesse et fidélité	Activité 2 Exercice 6, 8
Procéder à une évaluation par approche statistique d'une incertitude de type A sur une série de mesures	Activité 2 Exercice 8
Estimer une incertitude-type sur une mesure unique (type B)	Activité 3 Exercice 5
Exprimer un résultat de mesure complet (écriture scientifique, chiffres significatifs, incertitude, unité)	Activité 2 Exercice 2, 3, 4
Discuter de la validité d'un résultat par comparaison avec une valeur de référence	Activité 2, 3