

Chapitre 0

Grandeurs, mesures et incertitudes

◆ Rappel des règles sur les chiffres significatifs (C.S.)

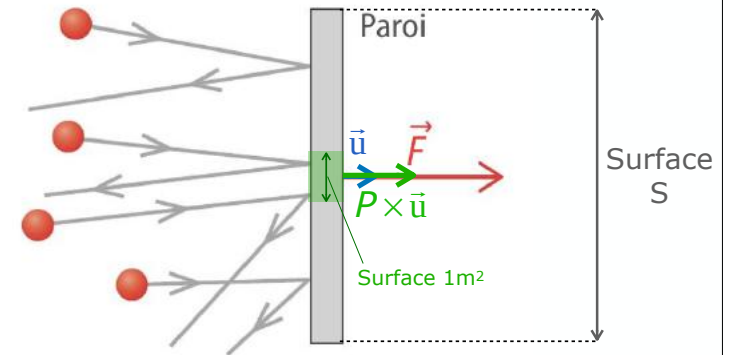
Chiffres significatifs d'une mesure = tous les chiffres fournis par l'appareil (affichage ou graduation).

Supposons qu'on place un échantillon sur la balance à $1/100^{\text{e}}$ g et qu'elle affiche : 12,30 g

👉 Ici, le nombre de **chiffres significatifs** est 4.

Le dernier chiffre écrit correspond toujours au premier incertain (lié à la précision de l'appareil).

🔍 Pour la balance $1/100^{\text{e}}$ g, la précision de l'appareil est de $\pm 0,01$ g.



Pour pouvoir comparer des forces pressantes, on utilise une nouvelle grandeur « la pression P » qui est la force pressante exercée sur une paroi de surface 1m^2 .

La pression P est donc une force par unité de surface.

📖 Règles

Les zéros situés avant le premier chiffre (à gauche) ne sont jamais significatifs (ils ne servent qu'à placer la virgule). Exemple : 0,0048 → 2 C.S.

Les zéros situés après le dernier chiffre (à droite) sont significatifs.

→ Exemple : 51,40 → 4 C.S.

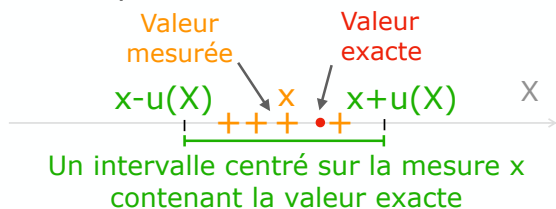
Règles des chiffres significatifs dans les calculs

Opération	Règle	Exemple
Addition	Résultat avec le même nombre de décimales que la donnée la moins précise	$12,3 + 4,56 = 16,9$
Soustraction	Résultat avec le même nombre de décimales que la donnée la moins précise	$25,40 - 2,1 = 23,3$
Multiplication	Résultat avec le même nombre de C.S. que la donnée qui en a le moins.	$4,56 \times 1,4 = 6,4$
Division	Résultat avec le même nombre de C.S. que la donnée qui en a le moins.	$25,0 \div 4,68 = 5,34$

Incertitude-type ou incertitude

- On note X la grandeur mesurée ou calculée
- On note x la valeur obtenue (mesurée ou calculée)
- On note **$u(X)$ l'incertitude-type** (ou **incertitude**) sur la grandeur X

u : « Uncertainty »



$$X = x \pm u(X)$$

Incertitudes

Phénomène : - Pas net
- Variabilité du phénomène observé

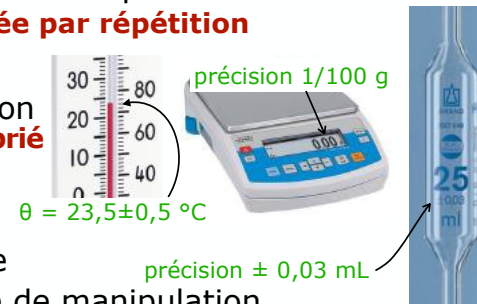
Atténuée par répétition

Appareil : - précision
Limitée par choix approprié

Manipulation :

- Lecture
- Qualité de manipulation
 - Liquide qui reste dans les verreries
 - Solide qui reste dans l'entonnoir
 - Etalonnage de l'appareil ...

Éliminée par identification



Estimation d'une incertitude pour une série de n mesures

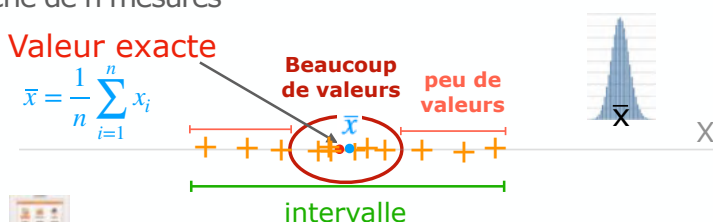
série de n mesures

Valeur exacte

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

Beaucoup de valeurs

peu de valeurs



↪ Statistique

↳ L'écart-type échantillon s « standard deviation »

L'incertitude estimée pour une série de n mesures est donnée par la relation $u(x) = \frac{s}{\sqrt{n}}$

👉 Résultat final : $X = \bar{x} \pm u(X)$ (unité)

	TI-83 Premium CE	CASIO GRAPH90+E (ou GRAPH35+L, sauf Python)	HP Prime	NumWorks
STATISTIQUES À UNE VARIABLE				
Saisie des données et accès aux fonctions	stats EDIT puis 1 Modifier... puis stats FPLC 1 Stats 1 Var puis Calculer	MENU Statistique Saisir les valeurs, puis 1 1 Var puis Calculer	Appuies sur Stat Var Saisir les valeurs puis 1 1 Var puis Calculer	Onglet Données, saisir les valeurs puis onglet Stats
Nombre de valeurs dans la liste	n=	n (F1)	n	Effectif total
Moyenne des valeurs	$\bar{x}$ =	$\bar{x}$ (F2)	$\bar{x}$	Moyenne
Écart-type expérimental	Sx	Sx (F3) puis F4	Sx	Écart type échantillon

L'incertitude-type estimée pour une série de n mesures est donnée par la relation $u(x) = \frac{s}{\sqrt{n}}$



💡 Remarque importante

On ne conserve qu'un **seul chiffre significatif** pour la valeur de l'incertitude, que l'on **arrondit toujours par excès**.

Ensuite, on arrondit la valeur mesurée (ou calculée) de manière à ce qu'elle comporte **le même nombre de décimales** que l'incertitude.

🔧 Exemple :

Supposons qu'on obtienne, après calcul :

$$X = 12,342 \pm 0,0831 \text{ (unité de X)}$$

Étape 1 – Arrondir l'incertitude

On garde un seul chiffre significatif pour l'incertitude :

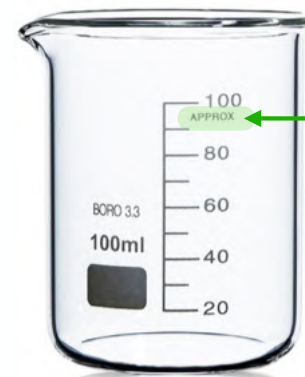
$$u(X) = 0,0831 \Rightarrow 0,09 \text{ (Arrondi par excès : 0,08 aurait été insuffisant)}$$

Étape 2 – Arrondir la valeur mesurée

Elle doit avoir le même nombre de décimales que l'incertitude (2 ici) :

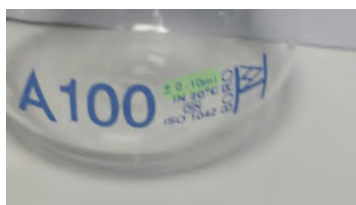
$$X = 12,342 \Rightarrow 12,34$$

✅ Résultat final à présenter : $X = 12,34 \pm 0,09$ (unité de X)

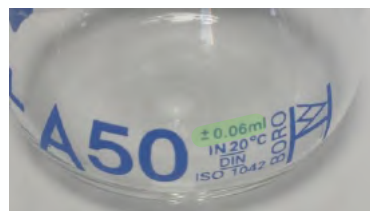


bécher

$\pm 3\%$ c'est à dire 3 mL
(valeur fournie par le fabricant)



fiolle jaugée volume 100 mL
précision : $\pm 0,10$ mL



fiolle jaugée volume 50 mL
précision : $\pm 0,06$ mL



pipette jaugée volume 5 mL
précision : $\pm 0,015$ mL

L'incertitude composée

Incertitude-type composée	
Cas d'une addition $Y = X_1 + X_2$ ou d'une soustraction $Y = X_1 - X_2$	Cas d'une multiplication $Y = X_1 \cdot X_2$ ou d'une division $Y = \frac{X_1}{X_2}$
$U(y) = \sqrt{U(x_1)^2 + U(x_2)^2}$	$\frac{U(y)}{y} = \sqrt{\left(\frac{U(x_1)}{x_1}\right)^2 + \left(\frac{U(x_2)}{x_2}\right)^2}$

La relation de composition des incertitudes vous sera donnée.

Rappels de la géométrie

Rayons R



périmètre
du cercle

$$2 \pi R$$



aire d'un
disque

$$\pi R^2$$



aire d'une
sphère

$$4 \pi R^2$$



volume
d'une sphère

$$\frac{4}{3} \pi R^3$$

Droite d'étalonnage - Linéarisation - Régression linéaire

- Spectroscopie visible - UV (Beer-Lambert)
- Suivi conductimétrie (Kohlrausch)
- Diffraction
- Interférences
- Cinétique chimique (linéarisation)
- Radioactivité (linéarisation)
- Mécanique (chronophotographie pour un mouvement uniforme ou un mouvement avec une accélération constante)