Présentation d'un résultat numérique

III.1. Chiffres significatifs

L'incertitude absolue détermine le nombre de chiffres de la valeur de x dans lesquels on peut avoir confiance, ces chiffres sont appelés ***chiffres significatifs.*** Ils concernent le nombre et la position des chiffres qu'on utilise pour représenter un nombre.

Comment déterminer lesquels des chiffres qui sont significatifs ? Examinons ces trois nombres :

0, 00<u>**51002400**</u> a huit chiffres significatifs

0,0**99** a deux chiffres significatifs

200 possède 1 ou 2 ou 3 chiffres significatifs.

1. **Tout chiffre différent de zéro est significatif :**
   - ✓ **0, 0 0 <u>5 1</u> 0 0 <u>24</u> 0 0**
     - $\Rightarrow$ 4 chiffres différents de zéros donc significatifs : **5, 1, 2** et **4**
   - ✓ **<u>8</u> 0 0 0**
     - $\Rightarrow$ 1 chiffre différent de zéros donc significatif : **8**
2. **Les zéros qui sont placés entre deux chiffres significatifs sont significatifs**
   - ✓ **0, 0 0 5 1 <u>0 0</u> 2 4 0 0**
     - $\Rightarrow$ Les deux zéros au milieu sont significatifs
3. **Les zéros qui sont placés à gauche du 1^er^ chiffre qui est différent de zéro ne sont pas significatifs**

   ~~0, 0 0~~ 5 1 0 2 4 0 0

   ~~0 0~~ 2 0 0

   $\Rightarrow$ Les zéros barrés ne sont pas significatifs
4. **Les zéros qui sont placés à droite sont significatifs s'ils sont placés <u>après la virgule</u>**
   - ✓ 0**,** 0 0 5 1 0 24 <u>**0 0**</u>

     $\Rightarrow$ Les deux zéros placés après le chiffre 4 sont significatifs car ils sont placés après la virgule

5. **Les zéros placés à la fin d'un nombre <u>sans virgule</u> peuvent être ou ne pas être significatifs**

$I = 200\ mA$ possède 1 ou 2 ou 3 chiffres significatifs

Pour sortir de l'ambigüité :

- ✓ on peut changer d'unité et faire apparaitre une virgule :

0, 2 A a un seul chiffre significatif

0, 20 A a deux chiffres significatifs

0,200 A a trois chiffres significatifs

- ✓ On peut encore écrire un nombre en notation scientifique sous la forme :

$$x = (\boldsymbol{x_{mesurée}}) \times 10^{n} \ unité$$

Avec n un entier. Dans la notation scientifique, on ne garde qu'un seul chiffre avant la virgule !

I = 200 mA
S'écrit :
$I = 2{,}00 \times 10^{2} \ mA$ a trois chiffres significatifs
$I = 2 \times 10^{2} \ mA$ a un seul chiffre significatif

On présente un résultat en notation scientifique sous la forme :

$$x = (\boldsymbol{x_{mesurée}} \pm \Delta x)\, 10^{n} \ unité$$

III.2. Comment arrondir les nombres et les incertitudes

Règle #1

Les incertitudes ne comportent qu'un seul chiffre significatif et sont toutes majorées à la hausse

Exemples :

$\Delta x = 0{,}00325$	s'écrira	$\Delta x = 0{,}004$
$\Delta x = 0{,}025$	s'écrira	$\Delta x = 0{,}03$
$\Delta x = 0{,}91$	s'écrira	$\Delta x = 1$

Cas particulier :

Si le calcul d'une incertitude donne un résultat du type : $\boldsymbol{\Delta x = 0,06025}$:
On admet que la majoration n'est pas nécessaire et on écrit : $\boldsymbol{\Delta x = 0,06}$

Règle #2

La valeur de x ne peut être arrondie qu'après avoir déterminé l'incertitude Δx.

La valeur de x doit avoir autant de décimales que l'incertitude. Si Δx comporte après sa majoration un nombre de **n décimales**, alors **x** doit comporter également **n décimales**. Il faut supprimer toutes les autres décimales (n+1, n+2 etc.) qui se trouvent à droite de la **n**^{eme} décimale après avoir arrondi x correctement. La valeur de x doit alors être arrondie de la manière suivante :

1. **Si la (n+1)**^{ème} **décimale à supprimer est** < 5 **,** la **n**^{eme} décimale à conserver dans x est gardée telle quelle.

2. **Si la (n+1)**^{ème} **décimale à supprimer est** $\geq \mathbf{5}$ **,** la **n**^{eme} décimale à conserver doit être majorée d'une unité.

Exemple :

Etant données les valeurs x et de son incertitude Δx obtenues par le calcul :

$x = 0{,}023167$ et $\Delta x = 0{,}000472$

$$\boldsymbol{x = (0,023167 \pm 0,000472) \quad unités}$$

Pour exprimer correctement le résultat, on procède de la manière suivante :

Premièrement, on majore Δx (Règle 1):

$\Delta x = 0{,}000\mathbf{472}$ s'écrira $\Delta x_{max} = 0{,}000\mathbf{5}$

Δx comporte 4 chiffres après la virgule (**4 décimales**)

Donc x qui ne doit comporter que 4 décimales !

On arrondit $x = 0{,}0\,2\,3\,1\,\mathbf{6}\,7$ (règle 2)

$$\Delta x_{majorée} = 0,0\ 0\ 0\ 5$$

$$x = 0,0\ 2\ 3\ \mathbf{1}\ \ \mathbf{6}\ \ \mathbf{7}$$

Comme la 5ème décimale à supprimer (ici c'est le chiffre 6) est > 5 **;** donc la 4ème décimale à conserver (c'est-à-dire ici le chiffre **1**) doit être majorée.

D'où

$$x = 0{,}023\mathbf{2}$$

Le résultat final avec 3 chiffres significatifs s'écrit :

$$x = (2{,}3\mathbf{2} \pm 0,0\,5)\ 10^{-2} \quad unités$$

REMARQUES

R1. Lorsque nous avons plusieurs opérations mathématiques pour déterminer un résultat, nous effectuons **les calculs sans arrondir**. A la toute fin, nous ajustons la réponse finale avec le bon nombre de chiffres significatifs pour le résultat et son incertitude.

R2. Lorsqu'une grandeur x est affectée de plusieurs incertitudes, Δx_1, Δx_2 etc. la résultante Δx est la somme arithmétique :

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \cdots$$

Si un terme est relativement faible devant les autres, il peut être négligé.

R3. Dans certains cas simple, l'incertitude absolue est déduite à partir de la graduation de l'appareil. En générale pour simplifier, on prend pour l'incertitude **absolue la moitié de la plus petite graduation** de l'instrument de mesure utilisé.

Par exemple, si on désire mesurer une longueur L avec une règle graduée en mm, précise à 1 mm près, alors l'incertitude absolue est :

$$\boldsymbol{\Delta x = 0,5\ mm}$$

Si, parfois on rencontre des difficultés dans la lecture pour distinguer entre les graduations (par exemple dans le cas d'un thermomètre à graduations), alors, on peut tout simplement prendre la **plus petite division ou plus**:

$$\Delta T = 1°\, C$$