

Fiche 7 : Incertitude d'une mesure indirecte

▪ Une mesure est dite « **directe** » lorsque l'instrument de mesure fournit directement la valeur m.

EX : mesure d'une longueur par une règle

▪ Une mesure est dite « **indirecte** » si la mesure est obtenue à partir de la valeur d'autres grandeurs

EX : Mesure de la masse volumique d'un liquide à partir des valeurs de sa masse et de son volume

▪ Pour une grandeur obtenue par calcul, l'incertitude se calcule à partir des incertitudes des grandeurs utilisées pour le calcul. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées en fonction du niveau de confiance choisi.

expression	incertitude
$y = x_1 + x_2$	$Uy^2 = Ux_1^2 + Ux_2^2$
$y = x_1 - x_2$	
$y = x_1 \times x_2$	$\left(\frac{Uy}{y}\right)^2 = \left(\frac{Ux_1}{x_1}\right)^2 + \left(\frac{Ux_2}{x_2}\right)^2$
$y = \frac{x_1}{x_2}$	
$y = a \cdot x + b$	$Uy = a \times Ux$

Applications

EX1/

On mesure les dimensions d'une feuille A4

I = (21,00 ± 0,08) cm

L = (29,70 ± 0,08) cm

- Calculer le périmètre puis la surface de la feuille ; exprimer les résultats avec leur incertitude

EX2/

Le diamètre d'un cercle est **D = (2,8 ± 0,1) cm**

- Exprimer le diamètre $P = \pi \times D$ du cercle avec son incertitude

EX3/

Une pile de 18 cédéroms mesure **h = (2,50 ± 0,08) cm**

- Donner l'épaisseur d'un disque avec son incertitude

EX4/

Avec un « ruban décimètre » gradué tous les cm, on mesure les dimensions d'une piscine ; on trouve

longueur	largeur	hauteur
L = 10 m	l = 4 m	h = 1,5 m

1) L'incertitude sur la lecture est donnée par la

relation $ULec = \sqrt{\frac{2}{3}} \times grad$

- Exprimer les grandeurs mesurées avec leur incertitude

2) Calculer le périmètre P de la piscine ; exprimer le résultat avec son incertitude

3) Calculer la surface S de la piscine ; exprimer le résultat avec son incertitude

4) Calculer le volume V de la piscine ; exprimer le résultat avec son incertitude

EX5/

Aux bornes d'un conducteur ohmique traversé par un courant $I = (0,120 \pm 0,005) \text{ A}$, on mesure une tension $U = (19,8 \pm 0,3) \text{ V}$

- Exprimer la valeur de la résistance $R = \frac{U}{I}$ avec son incertitude.

EX6/

Une moto parcourt une distance $d = (125,35 \pm 0,15) \text{ m}$ en une durée $t = (2,16 \pm 0,01) \text{ s}$

- Exprimer la valeur de la vitesse de la moto avec son incertitude.

EX7/

Calculer le volume $V = \pi \times R^2 \times h$ d'un cylindre dont les caractéristiques sont :

- rayon $R = (1,50 \pm 0,08) \text{ cm}$
- hauteur $h = (13,20 \pm 0,08) \text{ cm}$

aide : appeler $X = R \times R \times h$ et calculer ΔX

EX8/

Dans le cas de la préparation d'une solution S_1 par dilution d'une solution étalon S_0 le calcul de la concentration C_1 se fait grâce à la relation :

$$C_1 = \frac{C_0 \times V_0}{V_1}$$

$C_0 = (200,00 \pm 0,20) \text{ mmol.L}^{-1}$

$V_0 = (10,000 \pm 0,025) \text{ mL}$

$V_1 = (100,00 \pm 0,25) \text{ mL}$

- Exprimer la valeur de la concentration C_1 avec son incertitude.

EX9/

La notice d'un multimètre numérique de grande précision indique comme précision p :

Sur le calibre $10,00000 \text{ V}$:

$$p = \pm (4 \cdot 10^{-5} \times \text{val mes} + 6 \cdot 10^{-6} \times \text{calibre}).$$

Sur le calibre $1,000000 \text{ A}$:

$$p = \pm (10^{-3} \times \text{valeur mesurée} + 10^{-4} \times \text{calibre}).$$

$$1) \quad U = \frac{2}{\sqrt{3}} \times p$$

- Exprimer le résultat de mesure si la valeur mesurée est $U = 5,12807 \text{ V}$

$$2) \quad I = \frac{2}{\sqrt{3}} \times p$$

Exprimer le résultat de mesure si la valeur mesurée $I = 0,542310 \text{ A}$

3) On calcule le produit $P = U \times I$ à partir des valeurs mesurées précédentes.

3.1. Evaluer l'incertitude-élargie ΔP

3.2. Quel est le résultat de mesure de P ?

- Exprimer la valeur de la puissance P avec son incertitude ΔP