

## Fiche 7 : Incertitude d'une mesure indirecte

- Lorsque l'on désire obtenir la valeur d'une grandeur physique,
  - soit on dispose d'un appareil qui nous donne directement la valeur désirée,
  - soit on dispose de la valeur d'autres grandeurs, mesurées avec des appareils, qui permettent ensuite, par un calcul, d'obtenir la valeur désirée.

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

**EX :** Mesure d'une longueur en utilisant 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 :

**EX1** On mesure les dimensions d'une feuille A4

$$l = (21,000 \pm 0,041) \text{ cm}$$

$$L = (29,700 \pm 0,041) \text{ cm}$$

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

**EX2** Le diamètre d'un cercle est  $D = (2,83 \pm 0,041) \text{ cm}$

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

**EX3** Une pile de 18 cédéroms mesure  $h = (2,50 \pm 0,041) \text{ cm}$

- 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
$L = 10 \text{ m}$	$l = 4 \text{ m}$	$h = 1,5 \text{ m}$

(1) L'incertitude sur la lecture est donnée par la relation :  $u(\text{longueur}) = \frac{\text{grad}}{\sqrt{6}}$

- 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  $I = (0,1200 \pm 0,0050) \text{ A}$ , on mesure une tension  $U = (19,82 \pm 0,34) \text{ V}$

- 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  $R = (1,500 \pm 0,041) \text{ cm}$
- hauteur  $h = (13,200 \pm 0,041) \text{ cm}$

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

Sur le calibre **1,000000 A** :  $p = \pm (10^{-3} \times \text{valeur mesurée} + 10^{-4} \times \text{calibre})$ .

(1) Exprimer le résultat de mesure si la valeur mesurée est  $U = 5,12807 \text{ V}$  sachant que  $u(U) = \frac{p}{\sqrt{3}}$

(2) Exprimer le résultat de mesure si la valeur mesurée  $I = 0,542310 \text{ A}$  sachant que  $u(I) = \frac{p}{\sqrt{3}}$

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

Exprimer la valeur de la puissance  $P$  avec son incertitude  $\Delta P$