

# Exercices d'application « Mesure et incertitudes »

Extraits du livre DELAGRAVE -Programme 2019

Livre Nathan p 241 à 255

## 1 Chiffres significatifs

Combien de chiffres significatifs comprend chacune de ces valeurs ?

- a)  $I = 25,21 \text{ mA}$                       e)  $\ell = 8,30 \times 10^4 \text{ m}$   
 b)  $U = 0,48 \text{ V}$                         f)  $n = 5,03 \times 10^{-3} \text{ mol}$   
 c)  $t = 48,80 \text{ s}$                         g)  $T = 7,63 \times 10^6 \text{ K}$   
 d)  $m = 1,000 \text{ kg}$                       h)  $I = 0,020 \times 10^5 \text{ cd}$

## 2 Résultat d'un mesurage

On mesure avec un chronomètre la durée  $t = (50,256 \pm 0,005) \text{ s}$ .

- Quelle est l'unité de cette valeur ?
- Quel est le mesurande ?
- Que vaut l'incertitude de mesure ?
- Quel est le nombre de chiffres significatifs de cette mesure ?

## 3 Écriture d'un mesurage

Rectifier, si nécessaire, l'écriture des mesurages suivants.

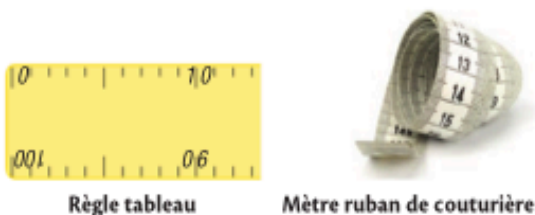
- a)  $V = (100,0 \pm 0,5) \text{ mL}$             c)  $m = (3,56 \pm 0,0584) \text{ g}$   
 b)  $t = (60,00 \pm 0,4) \text{ s}$             d)  $\ell = (10 \pm 0,5) \text{ cm}$

## 4 Écriture d'un mesurage (bis)

Écrire correctement le résultat des mesurages suivants (on suppose une unique source d'erreurs pour chaque mesure).

- a) Avec une règle, on mesure  $\ell = 90,5 \text{ cm}$ . L'incertitude-type de lecture vaut  $u_{\text{lect}} = 1 \text{ cm}$ .  
 b) Avec une balance, on pèse  $m = 0,896 \text{ g}$ . L'incertitude-type de résolution vaut  $u_{\text{res}} = 0,02 \text{ g}$ .  
 c) On mesure une tension  $U = 12,05 \text{ V}$ . L'incertitude-type de précision vaut  $u_{\text{pré}} = 0,1 \text{ V}$ .

## 5 Mesure d'une longueur



Règle tableau

Mètre ruban de couturière



Pied à coulisse (Précision : 0,01 mm.)

Calculer l'incertitude-type de lecture pour chacun des instruments de mesure de longueurs.

## 6 Mesure de résistances

On dispose d'une résistance dont la valeur donnée par le constructeur est  $R = (1\,000 \pm 50) \Omega$ .

On dispose de deux ohmmètres et on possède la notice d'un des ohmmètres. Pour déterminer la valeur de la résistance avec précision on fait deux séries de mesurages :  
 – avec l'ohmmètre possédant une notice on mesure  $987,8 \Omega$ . La précision de l'appareil est 0,8% de la valeur lue plus 4 digits.

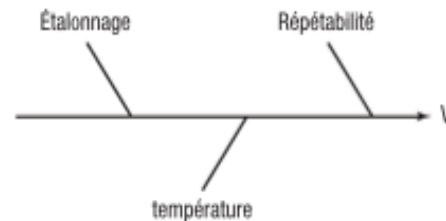
– avec l'ohmmètre ne possédant pas de notice, on réalise une série de 8 mesurages, donnée ci-dessous.

Mesure N°	1	2	3	4
Valeur ( $\Omega$ )	986,1	987,4	988,1	987,0
Mesure N°	5	6	7	8
Valeur ( $\Omega$ )	988,0	987,8	986,9	988,9

- Quelle mesure correspond à une évaluation de l'incertitude de type A ? de type B ?
- Calculer l'incertitude-type  $u(R)$  pour chacune des méthodes.
- Présenter les résultats de ces deux mesurages sous la forme  $R = (\dots \pm u(R))$  unité.
- Quelle est la méthode la plus précise ?

## 7 Utilisation d'une pipette jaugée

Le diagramme « cause-effet » d'une pipette jaugée permet d'identifier les sources d'erreurs pour la mesure d'un volume.



- Quelles sont les sources d'erreurs lors de l'utilisation d'une pipette jaugée ? Quelles informations sur la pipette jaugée permettent d'en quantifier deux ?
- Calculer l'incertitude-type d'étalonnage  $u_{\text{ét}}(V)$ .
- L'incertitude-type  $u_{\text{temp}}(V)$  due à la variation de la température est donnée par la relation :  $u_{\text{temp}}(V) = 1,2 \times 10^{-4} \times V \times \Delta\theta$  où  $\Delta\theta$  est la variation de la température autour de la valeur  $20^\circ\text{C}$ .



Calculer  $u_{\text{temp}}$  (V) lorsqu'on manipule dans un laboratoire dont la température ambiante est de 22°C.

4. L'incertitude-type de répétabilité  $u_{\text{rep}}$  (V) est quantifiée en faisant une évaluation de type A. Le tableau ci-dessous rassemble les pesées de 10 prélèvements d'eau avec la pipette jaugée.

Essai N°	1	2	3	4	5
Masse (g)	25,02	25,04	25,06	24,99	25,00

Essai N°	6	7	8	9	10
Masse (g)	24,97	25,02	25,00	24,95	25,01

a) Définir une évaluation de type A d'une incertitude-type.

b) Calculer  $u_{\text{rep}}$  (V).

5. Quelle est la source d'incertitude la plus importante lors de l'utilisation d'une pipette jaugée ?

## 8 Fidélité et justesse d'une balance de précision



Voici les caractéristiques d'une balance.

- **Portée max** : 220 g
- **Portée mini** : 0,02 g
- **Résolution** : 0,1 mg
- **Écart maximal toléré** : 1 mg

Pour qu'une balance soit homologuée, il faut que la fidélité et le biais soient inférieurs à l'écart maximal toléré.

### 1. Fidélité d'une balance

On réalise successivement 6 mesures d'une masse étalon de valeur nominale 50,0000 g.

Mesure N°	1	2	3
Valeurs (g)	50,0000	49,9997	49,9996

Mesure N°	4	5	6
Valeurs (g)	50,0004	50,0001	49,9999

Calculer l'écart-type et comparer cette valeur à l'écart maximal toléré. Conclure.

## 2. Justesse d'une balance

On réalise successivement 6 mesures des 3 masses étalons, respectivement de valeur nominale 0,1000 g, 50,0000 g et 200,0000 g.

### Étalon 1

Mesure N°	1	2	3
Valeurs (g)	0,0999	0,0997	0,1001

Mesure N°	4	5	6
Valeurs (g)	0,1005	0,0994	0,1002

### Étalon 2

Mesure N°	1	2	3
Valeurs (g)	50,0004	50,0000	49,9997

Mesure N°	4	5	6
Valeurs (g)	49,9998	50,0002	50,0000

### Étalon 3

Mesure N°	1	2	3
Valeurs (g)	200,0010	200,0008	200,0018

Mesure N°	4	5	6
Valeurs (g)	200,0015	200,0017	200,0009

Calculer le biais pour chacune des pesées et le comparer avec l'écart maximal toléré. Conclure.

## 9 Utilisation multimètre

Grâce au montage ci-dessus, on souhaite vérifier la loi d'Ohm. Pour cela, on mesure la tension  $U$  aux bornes de la résistance et l'intensité  $I$  la traversant avec deux multimètres identiques.

Les tableaux ci-dessous sont extraits de la notice des multimètres.

### Tension continue

Gamme	200,0 mV	2,000 V	20,00 V	200,0 V	1000 V
Résolution	0,1 mV	1 mV	10 mV	100 mV	1 V
Précision	± 0,5% affich. ± 2 dgts			± 0,8% affich. ± 2 dgts	

### Courant continu

Gamme	2,000 mA	20,00 mA	200,0 mA	20,0 A
Résolution	1 µA	10 µA	100 µA	10 mA
Précision	± 2,5% affich. ± 10 dgts		± 1,5% affich. ± 3 dgts	± 2,5% affich. ± 10 dgts

Les résultats des mesures sont :  $U = 9,95 \text{ V}$ ,  $I = 4,52 \text{ mA}$ .

1. On a utilisé les calibres permettant le mesurage le plus précis. Quels calibres a-t-on utilisé pour ces deux mesures ?

2. Donner les résultats des mesures sous la forme  $U = (\dots \pm u(U))$  unité et  $I = (\dots \pm u(I))$  unité.