

❖ **Variabilité de la mesure :**

1. Identifier dans les exemples suivants la cause principale de la variabilité des valeurs mesurées :

| Processus expérimental | Cause principale de la variabilité |
|--|------------------------------------|
|  | |
| <p>Un étudiant mesure la longueur d'une table avec un double décimètre puis avec un mètre ruban. Les valeurs mesurées ne sont pas identiques.</p> | |
| <p>Un étudiant mesure la célérité des ondes sonores en salle A110. Il mesure via le même protocole, cette mesure en salle B205. Les valeurs mesurées ne sont pas identiques.</p> | |
| <p>Un étudiant mesure la célérité des ondes sonores en salle A110. Un deuxième étudiant mesure la célérité des ondes sonores en salle A110. Les valeurs mesurées ne sont pas identiques.</p> | |

❖ **Rédaction d'un mesurage :**

Un étudiant réalise le mesurage d'une longueur notée l : il obtient $l_{exp} = 12,0 \text{ mm}$ (avec une règle graduée au mm). L'étudiant calcule l'incertitude-type correspondante et trouve $0,0288 \text{ mm}$.

2. Rédiger le résultat du mesurage, en mm :

3. Rédiger le résultat du mesurage, en mètre :

4. Rédiger le résultat du mesurage en écriture scientifique, en mètre :

❖ **Les deux types d'incertitude-type :**

5. Pour le mesurage précédent de la longueur l , déterminer le type d'incertitude-type :

❖ **Incetitude-type de type A :**

Un étudiant réalise le mesurage de la valeur de la tension constante (ou dite « tension continue ») délivrée par un générateur de tension (modèle AL 994). La valeur de référence de cette tension est $U_{ref} = 5,0 V$

Il utilise 4 voltmètres différents et constate une variation des valeurs mesurées pour chaque voltmètre. Il rédige dans le tableau ci-dessous le résultat de 5 valeurs mesurées pour chaque voltmètre.

6. Compléter les tableaux suivants :

| Voltmètre | Valeurs mesurées | Moyenne arithmétique \bar{U} |
|-----------|--|--------------------------------|
| W | {4,8 V ; 4,9 V ; 4,3V ; 5,7V ; 4,3V} | |
| X | {4,80 V ; 4,90 V ; 5,30 V ; 5,77V ; 4,23V} | |
| Y | {4,6 V ; 4,7 V ; 4,8V ; 5,0V ; 4,9V} | |
| Z | {4,90 V ; 4,95 V ; 5,00 V ; 5,10V ; 5,05V} | |

| Voltmètre | Valeurs mesurées | Incetitude-type $u(U)$ pour une des mesures |
|-----------|--|--|
| W | {4,8 V ; 4,9 V ; 4,3V ; 5,7V ; 4,3V} | |
| X | {4,80 V ; 4,90 V ; 5,30 V ; 5,77V ; 4,23V} | |
| Y | {4,6 V ; 4,7 V ; 4,8V ; 5,0V ; 4,9V} | |
| Z | {4,90 V ; 4,95 V ; 5,00 V ; 5,10V ; 5,05V} | |

7. Rédiger le résultat de la mesure pour une unique observation, à savoir la première valeur mesurée de la tension U , réalisé avec le voltmètre Z :
8. Rédiger le résultat de la mesure pour une unique observation, à savoir la dernière valeur mesurée de la tension U , réalisé avec le voltmètre Z :
9. Rédiger le résultat du mesurage pour l'ensemble des observations de la tension U , réalisé avec le voltmètre X :
10. Rédiger le résultat du mesurage pour l'ensemble des observations de la tension U , réalisé avec le voltmètre Z :

On a :

$$\begin{cases} U_{exp} = \bar{U} = 5,0 V \\ u(\bar{U}) = \frac{u(U)}{\sqrt{N}} \text{ donc } u(\bar{U}) = \frac{0,0791}{\sqrt{5}} = 0,036 V \end{cases}$$

Le résultat du mesurage est donc :

$$U_{exp} = 5,000 V ; u(\bar{U}) = 0,036 V$$

❖ **Résultat d'un mesurage d'une masse avec une balance « à aiguille » (ou analogique) :**



Une personne se pèse en utilisant un pèse-personne (balance à aiguille / analogique) : l'aiguille se positionne comme sur la photo ci-contre. Si la personne descend du pèse-personne et qu'elle y remonte, l'aiguille se positionne à l'identique.

11. Rédiger le résultat du mesurage, en kg et en écriture scientifique :

❖ **Résultat d'un mesurage d'une résistance avec l'ohmmètre Métrix MX579 :**

Une étudiante réalise le mesurage de la résistance R d'un conducteur ohmique à l'aide du multimètre MX579, en étant sur le calibre $200\ \Omega$. L'appareil indique une valeur fixe comme sur la photo ci-après.



Un extrait de la fiche technique est donné ci-dessous :

RESISTANCES:

| Calibre | Résolution | Précision $\pm(n\%L + mUR^*)$ | Coeff. de Ture. | Courant nomi- nal | Protec- tion |
|---------|------------|----------------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|
| 200Ω | 10mΩ | 0,2 % + 5 UR | 2E-4/K | 1mA | 380V~ |
| 2kΩ | 100mΩ | 0,2 % + 2 UR | " | " | " |
| 20kΩ | 1Ω | 0,1 % + 3 UR | " | 10μA | " |
| 200kΩ | 10Ω | " | " | 1μA | " |
| 2MΩ | 100Ω | 0,2 % + 3 UR | " | 0,1μA | " |
| 20MΩ | 1kΩ | 0,3 % + 3 UR | 3E-4/K | " | " |

12. Rédiger le résultat du mesurage, en écriture scientifique, en ohm :

La même étudiante réalise le mesurage de la résistance R d'un conducteur ohmique à l'aide du multimètre MX579, en étant sur le calibre $2k\Omega$. L'appareil indique une valeur fixe comme sur la photo ci-après.



13. Rédiger le résultat du mesurage, en écriture scientifique, en ohm :

❖ **Écart normalisé :**

On rappelle les mesurages réalisés par l'étudiante précédemment :

$$\begin{array}{ll} \text{Calibre } 200\Omega & R_{exp} = 111,03 \Omega; u(R) = 0,16 \Omega \\ \text{Calibre } 2k\Omega & R_{exp} = 110,90 \Omega; u(R) = 0,25 \Omega \end{array}$$

14. Ces deux mesurages sont-ils compatibles ? Justifier votre réponse à l'aide d'un calcul.

❖ **Fidélité et justesse de mesurages :**

15. Quel mesurage de la résistance R (calibre 200Ω ou calibre $2k\Omega$) est le plus fidèle ?

Cela revient à poser la question « Quel calibre fournit l'incertitude-type relative la plus faible ? »

Pour le calibre 200Ω :

Pour le calibre $2k\Omega$:

Le calibre 200Ω fournit une incertitude-type relative plus _____, c'est donc le mesurage le _____ fidèle :
c'est pour cela qu'on choisit toujours le calibre

16. La valeur de référence de la résistance est $R_{ref} = 110 \Omega$: le mesurage sur le calibre 200Ω est-il compatible avec cette valeur de référence ? Justifier votre réponse à l'aide d'un calcul.

Un étudiant réalise le mesurage de la valeur de la tension constante (ou dite « tension continue ») délivrée par un générateur de tension (modèle AL 994). La valeur de référence de cette tension est $U_{ref} = 5,0 V$

Il utilise 4 voltmètres différents et constate une variation des valeurs mesurées pour chaque voltmètre. Il rédige dans le tableau ci-dessous le résultat de 5 valeurs mesurées pour chaque voltmètre.

On rappelle les résultats obtenus précédemment :

| Voltmètre | Valeurs mesurées | Moyenne arithmétique |
|-----------|--|----------------------|
| W | {4,8 V ; 4,9 V ; 4,3V ; 5,7V ; 4,3V} | $\bar{U} = 4,8 V$ |
| X | {4,80 V ; 4,90 V ; 5,30 V ; 5,77V ; 4,23V} | $\bar{U} = 5,0 V$ |
| Y | {4,6 V ; 4,7 V ; 4,8V ; 5,0V ; 4,9V} | $\bar{U} = 4,8 V$ |
| Z | {4,90 V ; 4,95 V ; 5,00 V ; 5,10V ; 5,05V} | $\bar{U} = 5,0 V$ |

| Voltmètre | Valeurs mesurées | Incertitude-type pour l'ensemble des valeurs mesurée |
|-----------|--|--|
| W | {4,8 V ; 4,9 V ; 4,3V ; 5,7V ; 4,3V} | $\frac{0,58}{\sqrt{5}} = 0,26 V$ |
| X | {4,80 V ; 4,90 V ; 5,30 V ; 5,77V ; 4,23V} | $\frac{0,58}{\sqrt{5}} = 0,26 V$ |
| Y | {4,6 V ; 4,7 V ; 4,8V ; 5,0V ; 4,9V} | $\frac{0,16}{\sqrt{5}} = 0,072 V$ |
| Z | {4,90 V ; 4,95 V ; 5,00 V ; 5,10V ; 5,05V} | $\frac{0,080}{\sqrt{5}} = 0,036 V$ |

17. Compléter les phrases suivantes :

Le mesurage effectué avec le voltmètre _____ est le mesurage le moins juste et le moins fidèle de tous.

Le mesurage effectué avec le voltmètre X est plus _____ que celui effectué avec le voltmètre W

Le mesurage effectué avec le voltmètre Y est plus _____ que celui effectué avec le voltmètre W

Le mesurage effectué avec le voltmètre Z est _____ que celui effectué avec le voltmètre W.

Le mesurage effectué avec le voltmètre Z est _____ que celui effectué avec le voltmètre X.

❖ Niveau de confiance et incertitude élargie :

On rappelle les résultats du mesurage d'une tension constante, réalisé avec le voltmètre Z (par répétition de mesures) :

$$U_{exp} = 5,000 \text{ V} ; u(\bar{U}) = 0,036 \text{ V}$$

18. Dans quel intervalle de tension, un expérimentateur aura 68% de chance de trouver sa valeur mesurée ?

19. Dans quel intervalle de tension, un expérimentateur aura 95% de chance de trouver sa valeur mesurée ?