

## Activité expérimentale : Incertitudes liées aux appareils de mesure

**Problématique** : comment réaliser une mesure la plus juste et fidèle possible ?

### Document 1 :

- La grandeur **M** que l'on veut mesurer est appelée le mesurande.
  - On appelle mesurage l'action de mesurer, c'est à dire l'ensemble des opérations permettant de déterminer expérimentalement une valeur, notée **m**.
  - La valeur vraie  $M_{\text{vraie}}$  est la valeur que l'on obtiendrait si le mesurage était parfait. Un mesurage n'étant jamais parfait il ya toujours une erreur de mesure : Erreur =  $m - M_{\text{vraie}}$
- L'**erreur de mesure** est l'écart entre la valeur mesurée et la valeur vraie.  
 L'**incertitude de mesure** est une estimation de l'erreur de mesure.

### Document 2 : incertitude et écriture du résultat de la mesure

L'incertitude est notée  $u$  (uncertainty) c'est l'incertitude "type"  $u(M)$  . Elle se calcule à l'aide de formules en fonction du type d'incertitude type A (doc4) ou type B (doc 3) ou incertitude indirecte.

Écriture du résultat de la mesure       **$M = m \pm u(M)$**  unités

- on devra arrondir à la valeur supérieure  $u(M)$  avec 1 seul chiffre significatif (ou 2 dans certains cas), arrondi **par excès** ;
- on devra écrire  $m$  avec le même nombre de décimales que  $u(M)$  (même puissance de 10) et la même unité ;

### Document 3- Incertitude de type B = incertitude liée aux appareils de mesures utilisés.

On réalise une seule mesure donc  $m$  est la valeur du résultat de mesure.

Cas usuels	Formule pour calculer l'incertitude-type
<b>Appareil analogique</b> (appareil à cadran, réglet, ...)	$u_{\text{lecture}}(M) = \frac{\text{graduation}}{\sqrt{3}}$
<b>Appareil numérique</b> (voltmètre, ampèremètre,...)	$u(M) = \frac{\text{précision}}{\sqrt{3}} = \frac{(\% \times \text{lecture} + n \times \text{digit})}{\sqrt{3}}$ Les valeurs de % et $n$ sont données par le constructeur, le digit est la plus petite valeur affichable sur l'écran
<b>Autre instrument</b> (verrerie,...) avec la précision ou tolérance du constructeur	$u_{\text{instrument}}(M) = \frac{\text{tolérance}}{\sqrt{3}}$

### Document 4 : **Incetitude statistique (type A) lors de plusieurs mesures réalisées dans les mêmes conditions de répétabilité** (même opérateur, même matériel, ...).

Soient  $n$  mesures effectuées dans les mêmes conditions expérimentales dites conditions de répétabilité

- La valeur retenue comme valeur mesurée est la moyenne :  $\bar{m}$
- L'incertitude-type est telle que :  $u(M) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$  avec  $\sigma$  écart-type de l'échantillon de mesures
- Pour calculer  $\sigma$  on utilise la fonction " $\sigma_{n-1}$ " ou "s" des calculatrices, écart d'un échantillon de mesures ou on utilise le logiciel GUM

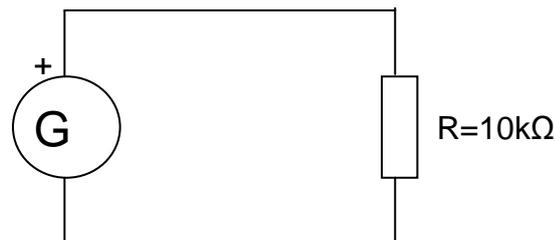
## A- Mesure de l'intensité du courant électrique :

- Compléter le schéma du montage permettant de mesurer l'intensité  $I$  du courant, en indiquant la polarisation de l'ampèremètre.
- Réaliser le montage avec  $U_{\text{générateur}}=5\text{V}$ , et  $R=10\text{k}\Omega$

SANS le mettre sous tension.



- APRES validation du montage par le professeur, mettre sous tension le montage et mesurer  $I$ .
- Compléter le tableau pour



Ampèremètre	Calibre 2A	Calibre mA	Calibre $\mu\text{A}$
Valeur lue $I_{\text{lue}}$			
Précision de l'ampèremètre (voir notice constructeur)			
Incertitude type $u(I)$ <b>Voir documents</b>			
Résultat de la mesure $I$			

**Conclusion :** Répondre à la problématique.

## B- Mesure de volume

On souhaite mesurer un volume de 100 mL d'eau en utilisant différentes verreries.

### **Travail à effectuer :**

On dispose de 3 pièces de verrerie usuelles :  
bêcher de 100mL  
fiolle jaugée de 100 mL  
éprouvette graduée de 100 mL.

### **Principe de la manipulation :**

- Déterminer la valeur  $m_0$  de la masse de chaque pièce de verrerie vide.
- Prélever un volume d'eau de valeur  $V_0 = 100 \text{ mL}$ , le plus précisément possible, avec chacun des éléments de verrerie.
- Mesurer la valeur  $m_1$  de la masse du récipient rempli d'eau.
- Faire un tableau dans lequel on inscrira, pour chaque pièce de verrerie testée :
  - la valeur de la masse  $m_0$  de la pièce de verrerie vide,
  - la valeur de la masse  $m_1$  obtenue par chaque élève,
  - la valeur de la masse d'eau  $m_{\text{eau}}$  prélevée par chaque élève
  - la valeur du volume  $V$  d'eau calculé à partir de la masse d'eau (la masse volumique de l'eau:  $\rho \text{ (g.mL}^{-1}\text{)} = 1,000$ )
- Mettre en commun vos résultats au tableau, et calculer la moyenne des volumes mesurés par verrerie
- Utiliser le logiciel GUM2020 pour calculer l'incertitude de type A.  
Pour cela ouvrir Gum2020 (demarrer/programmes reseaux/physique), choisir le niveau première, cliquer sur l'onglet incertitude type A, nommer la grandeur et son unité, saisir les valeurs, noter l'incertitude type et écrire le résultat de la mesure

GUM\_MC\_2020

Options Aide

Evaluation de type A (N mesures répétées) | Évaluation de type B (mesure directe) | Détermination indirecte (propagation)

Saisie, moyenne, écart-type, histogramme | Comparaison à une valeur de référence (facultatif)

**Veillez saisir ci-dessous les N mesures répétées indépendantes de la grandeur physique:**

Valeurs "aberrantes" en rouge

Mesures
1 99.5
2 100.4
3

Calculer | Ajouter des valeurs depuis un fichier | Supprimer toutes les lignes

Supprimer ligne courante | Supprimer valeurs aberrantes

Ajouter des valeurs depuis le presse-papier | Copier toutes les valeurs dans le presse papier

Moyenne, écart-type, incertitude-type

Nombre de valeurs correctes: 2 Nombre de valeurs aberrantes: 0

Moyenne:  $x_{exp} = 99.95m$

Ecart-type:  $s(x) = 0.636396103067893m$

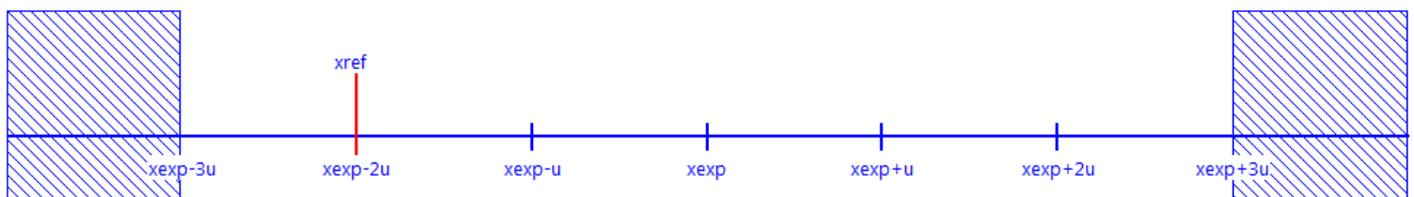
Incertitude-type:  $u(x) = 0.45m$

La valeur expérimentale de la grandeur physique  $x$  est **100.0 m** avec une incertitude-type voisine de **0.5 m**

Le nom de la grandeur physique est:

Le nom de l'unité est:

- Pour les 3 verreries, comparer à la valeur de référence  $V_0$ , copier la représentation de l'intervalle obtenue



Questions :

1. Pourquoi toutes les mesures devraient-elles être faites avec la même balance ?
2. Pourquoi faire plusieurs essais et calculer une moyenne ?
3. Classer les éléments de verrerie du plus au moins précis.
4. Quelles sont les sources d'erreur qui expliquent la dispersion des résultats de mesure ?
5. Pourquoi n'a-t-on jamais obtenu la valeur de la masse théorique attendue ?
6. Au vu des observations précédentes, expliquer pourquoi on écrit généralement, par exemple, qu'un bécher permet de mesurer un volume de 20 mL alors qu'une fiole jaugée permet de mesurer un volume de 20,0 mL ?

**Exercice :**

On dispose du matériel suivant

- béchers : 50 mL, 100 mL, 250 mL
- burette : 25 mL
- fiole jaugée : 100 mL, 250 mL
- éprouvette graduée : 100 mL, 250 mL
- pipette jaugée : 5 mL, 10 mL, 20 mL

Pour chacune des tâches suivantes, choisir, en justifiant, le matériel le plus adapté :

- a) Fabriquer 100,0 mL d'une solution diluée d'un acide.
- b) Introduire 25 mL d'eau glacée dans un mélange pour le refroidir.
- c) Stocker 100 mL d'une solution colorée pour y effectuer des prélèvements par la suite.
- d) Prélever 10,0 mL d'une solution aqueuse.
- e) Introduire 10,0 mL d'une solution dans un récipient.
- f) Introduire 5,0 mL d'une même solution dans 5 récipients différents

**Matériel :**

**Par groupe d'élèves :**

- 1 générateur de tension réglable
- 1 résistance 100ohm et 10kOhm
- 1 plaquette + fils
- 1 bécher, 1 éprouvette, 1 fiole de 100mL
- 1 balance