

**DETERMINATION DE LA PRECISION D'UNE VERRERIE**

**Objectifs bac :** Pratiquer une démarche expérimentale pour :

- mesurer avec précision la masse volumique de l'eau.

**Contexte du sujet**

A 20°C, la masse volumique de l'eau est égale à  $\mu_0 = 0,998\ 16\ \text{g.mL}^{-1}$ . On se propose de retrouver cette valeur en utilisant deux verrerie différentes : une fiole jaugée et une éprouvette graduée.

I/ Détermination de la masse volumique de l'eau à l'aide d'une fiole jaugée (une seule mesure)

**Document n°1 :** Notion de masse volumique

La masse volumique d'un corps est donnée par la relation :

$$\text{g/mL} \longrightarrow \rho = \frac{m}{V} \begin{array}{l} \longleftarrow \text{g} \\ \longleftarrow \text{mL} \end{array}$$

m : la masse du corps

V : Volume occupé par le corps.

**Document n°2 :** Informations sur le calcul de l'incertitude de la masse volumique liée à une seule mesure

-L'incertitude absolue sur la valeur de la masse volumique est donnée est notée U( $\rho$ )

-Cette incertitude est donnée par la relation :  $U(\rho) = \rho \times \sqrt{\left(\frac{U(m)}{m}\right)^2 + \left(\frac{U(V)}{V}\right)^2}$

-Le constructeur a indiqué la tolérance sur la fiole jaugée de 100 mL :  $t = \pm \dots\dots\dots$  mL (à compléter par le candidat)

-L'incertitude sur la mesure du volume V liée à la tolérance de la fiole jaugée est  $U(V) = \frac{2 \times t}{\sqrt{3}}$

-L'incertitude sur la mesure de la masse effectuée à l'aide d'une balance électronique est  $U(m) = \pm 0,01\ \text{g}$

**Document n°3 :** Matériel mis à votre disposition

-Une balance précise au centième, une fiole jaugée de 100 mL, une pissette d'eau distillée.

**TRAVAIL A EFFECTUER****1. Réalisation d'un protocole (10 min conseillées) (Compétence : réaliser)**

- Peser la fiole jaugée vide.
- Remplir la fiole jaugée d'eau distillée et compléter jusqu'au trait de jauge.
- Montrer l'ajustement au trait de jauge à votre professeur.
- Peser alors la fiole.

**2. Exploitation des résultats obtenus (10 min conseillées) (Compétence : Valider)**

- Déterminer la masse de l'eau
- En déduire la masse volumique
- Calculer l'écart relatif.
- S'agit-il d'une incertitude de type A ou B ?
- Déterminer U( $\rho$ )
- Exprimer votre résultat sous la forme  $\rho = \rho_{\text{exp}} \pm U(\rho)$

II/ Détermination de la masse volumique de l'eau à l'aide d'une éprouvette graduée (Réalisation d'une série de mesures)

**Document n°1 :** Matériel mis à votre disposition

-Eprouvette graduée de 100 mL ; Balance avec une précision au centième ; Pissette d'eau distillée ; Bécher de 50 mL

**Document n°2 :** Information sur le calcul d'une incertitude sur la masse volumique liée à une série de mesures

-La valeur moyenne de la masse volumique est donnée par la relation  $\bar{\rho} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho_i$ .

*Remarque : Cette détermination peut être réalisée en utilisant le mode « stats » de votre calculatrice.*

-L'incertitude  $U(\rho)$  sur la série de mesures est donnée par la relation :  $U(\rho) = \frac{s_{exp}}{\sqrt{n}}$

- $s_{exp}$  est appelé l'écart type de la série de mesures. Il est donné par la relation :  $s_{exp} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2}$

*Remarque : Cette détermination peut être réalisée en utilisant le mode « stats » de votre calculatrice. Lors de l'utilisation de la calculatrice,  $s_{exp}$  est désigné sur la calculatrice par  $S_x$*

**TRAVAIL A EFFECTUER**

**1.Réalisation d'un protocole (10 min conseillées) (Compétence : Réaliser)**

- Suivre le protocole du paragraphe I mais cette fois-ci effectuer une série de 4 mesures en utilisant une éprouvette graduée
- Compléter alors le tableau ci-dessous

Mesure	1	2	3	4
Masse (g)				
Masse volumique (g/mL)				

**2. Exploitation des résultats obtenus (10 min conseillées) (Compétence : Valider)**

- $U(\rho)$  est-elle une incertitude de type A ou de type B ?
- Déterminer l'écart type expérimental  $S_{exp}$ .
- Déterminer la valeur de  $U(\rho)$  sur une série de mesures
- Ecrire votre résultat sur la mesure de  $\rho$  sous la forme  $\rho = \bar{\rho} \pm U(\rho)$
- Calculer l'écart relatif.
- Quelle verrerie semble la plus précise pour prélever 100 mL d'eau ?

Compétences évaluées	Indicateurs de réussite	Niveau expert A	Bonne maîtrise B	Maîtrise fragile C	Pas de maîtrise D
✧Analyser un problème et concevoir un protocole✧ ✧Rechercher, extraire et exploiter l'information utile✧					
Réaliser	Je sais suivre un protocole expérimental pour déterminer la masse liée à un certain volume du corps				
	<b>Niveau obtenu</b>				
Valider	Je sais distinguer les deux types d'incertitudes et les calculer				
	Je sais calculer une masse volumique				
<b>Niveau obtenu</b>					
Com/Auto (0)	Je sais soigner ma rédaction et utiliser le vocabulaire scientifique				
	Je sais produire un compte rendu d'expériences				
	Je sais travailler en équipe				
	Je sais faire preuve d'initiative				
<b>Niveau obtenu</b>					
<b>Note globale</b>		/ 20			

**MATERIEL**

**DEROULEMENT DE LA SEANCE (2H)**

- Il faut impérativement des balances au centième car au dixième on trouve trop souvent U = 0,0
- Faire des rappels sur l'utilisation de l'ajustement au trait de jauge.
- Les élèves présenteront au professeur l'ajustement au trait de jauge.

**CORRECTION**

I/ Détermination de la masse volumique de l'eau à l'aide d'une fiole jaugée (une seule mesure)

$$U(\rho) = \rho \times \sqrt{\left(\frac{U(m)}{m}\right)^2 + \left(\frac{U(V)}{V}\right)^2}$$

$$U(V) = \frac{2 \times 0,10}{\sqrt{3}} = 1,1547 \cdot 10^{-1} = 0,12 \text{ mL}$$

U(m) = ± 0,005 g  
 m = 99 g et V = 100,0 mL

U(ρ) = (99/100)\* .....  
 U(ρ) = 0,001189 ≈ 2.10<sup>-3</sup>g/mL (U se donne avec 1CS majoré)

Attention une incertitude est donnée avec un seul CS et arrondie au supérieur.

3/ ρ = 0,990 ± 2.10<sup>-3</sup> g/mL

**η=0,8 %**

II/ Détermination de la masse volumique de l'eau à l'aide d'une éprouvette graduée (Réalisation d'une série de mesures)

Eprouvette à vide : ..... g  
 Eprouvette pleine : ..... g  
 Masse de 100 mL d'eau : m = .....

Mesure	1	2	3	4
Masse (g)				
Masse volumique				

**2. Exploitation des résultats obtenus (10 min conseillées)**

- Incertitude de répétabilité. Il s'agit d'une incertitude de type A.
  - Déterminer la valeur moyenne de la masse  $\bar{m}$ .
  - Déterminer l'écart type expérimental  $S_{exp}$ .
- Sur la calculatrice : stats → edit → 1 : edite → Insérer les données du tableau → stats → Calc → 1 : Stats 1-Var → entrée  
 Pour supprimer les données d'une colonne appuyer sur « suppr »

$\bar{\rho} = \dots\dots\dots$  g  
 $S_{exp} = \sigma_x = \dots\dots\dots$  Attention, on prend désormais Sx sur la calculatrice  
 n = 4

$$U(\rho) = \frac{S_{exp}}{\sqrt{n}} =$$

<b>PROFESSEUR</b> CONTERIO	<b>DATE DU TP</b> .....	<b>DATE DE DEPOT</b> .....	<b>PREPARATEUR</b> .....
<b>JOUR DU TP</b> .....	<b>SALLE</b> .....	<b>HORAIRE</b> .....	
<b>TP : ESTIMATION D'UNE INCERTITUDE</b>			
<b>BAC ELEVE (Nombre de binômes : .....</b>			
Fiole jaugée de 100 mL			1
Pissette d'eau distillée			1
Eprouvette graduée de 100 mL			1
Bécher de 50 mL			1
Pipette jaugée de 5 mL			1
<b>BAC PROF</b>			
Balance au centième placée sur paillasse et allumée			3
Bécher de 50 mL			3
Essuie-tout			1