



## MESURES DE MASSE ET DE VOLUME

Cette activité réalisée au cours d'une séance d'activité expérimentale dure 1 h 30 min. Les élèves doivent déterminer le volume d'eau contenu dans trois instruments de mesures de volumes : un bécher, une éprouvette graduée et une fiole jaugée. Pour atteindre cet objectif, les élèves mesurent la masse d'eau correspondant à un volume indiqué par la graduation « 100 mL » puis déterminent le volume précis d'eau mesuré à l'aide d'un tableau représentant l'évolution de la masse volumique en fonction de la température. On effectue ensuite une mise en commun des résultats afin d'exploiter les mesures.

### Prérequis / repères de progressivité

Les élèves doivent connaître la relation mathématique entre la masse volumique, la volume et la masse (Relation mathématique vue au cycle 4).

### Objectifs d'apprentissage en physique chimie

L'objectif est de sensibiliser l'élève, à la notion de variabilité des mesures. L'élève pourra interpréter les résultats expérimentaux pour choisir la verrerie la mieux adaptée dans un contexte expérimental.

## Références à la partie « Mesure et incertitudes » du programme

### Mesure et incertitudes

Notions et contenus	Capacités exigibles
	Activité expérimentale support de formation
Variabilité de la mesure d'une grandeur physique.	Exploiter une série de mesures indépendantes d'une grandeur physique : histogramme, moyenne et écart-type. Discuter de l'influence de l'instrument de mesure et du protocole.
Incertitude-type	Évaluer qualitativement la dispersion d'une série de mesures indépendantes.
Écrire du résultat.	Capacité numérique : Représenter l'histogramme associé à une série de mesures à l'aide d'un tableur. Expliquer qualitativement la signification d'une incertitude-type et l'évaluer par une approche statistique. Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure. Comparer qualitativement un résultat à une valeur de référence.

## Éléments pour construire l'activité des élèves

### Exemple de contextualisation

Trois étudiants (Nolan, Marie et Sébastien) doivent préparer du sérum physiologique en dissolvant 1 g de chlorure de sodium dans 100 mL d'eau purifiée.

Nolan pense qu'il serait préférable d'utiliser une éprouvette graduée pour mesurer les 100 mL d'eau avec précision. Marie explique à Nolan que la fiole jaugée est plus précise que l'éprouvette graduée pour mesurer les 100 mL d'eau. Sébastien pense que le bécher est l'instrument de mesure le plus précis.

D'après vous, quel est l'instrument de mesure de volume, le plus précis parmi la fiole jaugée, l'éprouvette graduée et le bécher ?

### Démarche à suivre

Afin de connaître avec la plus grande des précisions le volume du liquide prélevé à l'aide de l'instrument choisi (bécher, éprouvette graduée et fiole jaugée), nous vous proposons de mesurer la masse du liquide prélevé puis de déterminer le volume du liquide réellement contenu dans les différents types de verrerie.

### Documents

#### Document 1

On rappelle la relation mathématique reliant la masse volumique, la masse et le volume.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

#### Document 2 : évolution de la température de la masse volumique de l'eau en fonction de la température

T en °C	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho$ en $\text{kg/m}^3$	998,74	998,56	998,36	998,16	998,96	998,74	997,50	997,25	996,99

#### Document 3 : liste du matériel

- 1 balance électronique
- 1 thermomètre
- 1 fiole jaugée de 100 mL
- 1 éprouvette de 250 mL
- 1 bécher de 100 mL
- 1 ordinateur muni d'un logiciel de tableur/grapheur

## Éléments pour le professeur

### Organisation et remarques

Les élèves traitent l'ensemble des mesures effectuées par la classe. En seconde, on fournit une feuille de calcul pré-remplie comportant une table dynamique (Libre-office). Dans une logique de différenciation pédagogique, les élèves plus expérimentés peuvent remplir une partie du tableau en suivant un tutoriel et en saisissant les formules de calcul. De plus, une aide à la résolution peut être proposée aux élèves.

Un tutoriel pour réaliser une table dynamique avec le logiciel Libre-office est disponible sur la page [éduscol du GRIESP](#).

### Exemple de résultats bruts obtenus

Ces résultats sont disponibles dans l'annexe téléchargeable depuis la page [éduscol du GRIESP](#).

#### Détermination du volume à l'aide du bécher

Moyenne (mL)	98,38
Écart-type (mL)	2,4395
Incertitude-type (mL)	1,725

#### Détermination du volume à l'aide de l'éprouvette graduée

Moyenne (mL)	99,415
Écart-type (mL)	0,17677
Incertitude-type (mL)	0,125

#### Détermination du volume à l'aide d'une fiole jaugée

Moyenne (mL)	99,900
Écart-type (mL)	0,07071
Incertitude-type (mL)	0,050

### Remarque

- Il est à noter que si un intervalle de classe de 0,1 mL ne contient aucune mesure, il est automatiquement enlevé de la table dynamique. Dans l'exemple de l'histogramme représentant les mesures de volume à l'aide du bécher dans le fichier fourni, il n'y a pas de valeur entre 97,6 mL et 97,7 mL : la table dynamique a automatiquement enlevé cette classe. Ainsi, la représentation associée en diagramme en bâton n'affiche pas cette classe.
- Certains élèves obtiennent des valeurs aberrantes à cause d'une erreur de manipulation lors de la mesure de la masse de l'eau. Ces derniers oublient d'appuyer sur le bouton TARE avant de verser le liquide. Ces valeurs doivent être éliminées de la série de mesures.

## Commentaires

- Le nombre de chiffres significatifs de la valeur moyenne est déterminé grâce à l'incertitude-type qui est conservée avec un seul chiffre significatif. Dans le contexte d'une démarche de mesures collectives, le volume contenu dans :
  - le bécher (graduation 100 mL) est  $\bar{V}_{\text{bécher}} = 98$  mL avec une incertitude-type  $u(\bar{V}_{\text{bécher}}) = 2$  mL ;
  - l'éprouvette (graduation 100 mL) est  $\bar{V}_{\text{épiprouvette}} = 99,4$  mL avec une incertitude-type  $u(\bar{V}_{\text{épiprouvette}}) = 0,1$  mL ;
  - la fiole (au trait de jauge) est  $\bar{V}_{\text{fiole}} = 99,90$  mL avec une incertitude-type  $u(\bar{V}_{\text{fiole}}) = 0,05$  mL.

La fiole est donc bien la verrerie la mieux adaptée pour effectuer une dilution.

- Le grand nombre de mesures permet de diminuer l'incertitude-type qui devient même inférieure à la résolution de l'instrument de mesure (exemple de l'éprouvette graduée).
- Dans le cas de l'utilisation ultérieure de la verrerie lors d'une mesure unique, la variabilité sera traduite par l'écart-type ; l'incertitude-type est obtenue par le rapport entre l'écart-type et le nombre de mesures (ici une seule) et donc sera égale à l'écart-type. Ainsi, dans le cas de l'utilisation de la fiole, dans le contexte d'une mesure unique, le volume contenu dans la fiole (au trait de jauge) est  $V_{\text{fiole}} = 99,90$  mL avec une incertitude-type  $u(V_{\text{fiole}}) = 0,07$  mL.

## Aide à la résolution du problème

### Mesure de la masse de 100 mL d'eau et détermination du volume précis

- Lire et noter la valeur de la masse du liquide.
- À l'aide du tableau représentant l'évolution de la masse volumique de l'eau en fonction de la température, en déduire la masse volumique du liquide.
- Utiliser la relation entre la masse volumique et la masse pour déterminer le volume précis contenu dans la verrerie.

## Annexe : référence au programme

### Description et caractérisation de la matière à l'échelle macroscopique

Notions et contenus	Capacités exigibles
	Activité expérimentale support de formation
Les solutions aqueuses, un exemple de mélange.	Mesurer des masses pour étudier la variabilité du volume mesuré par une pièce de verrerie ; choisir et utiliser la verrerie adaptée pour préparer une solution par dissolution ou par dilution.