

Activité expérimentale n° 1 – Les étiquettes disent-elles vrai ?

► Introduction

Le laboratoire municipal d'analyses reçoit chaque semaine des échantillons envoyés par les services de la ville : l'atelier de maintenance, la cuisine centrale, la pharmacie. Cette semaine, le carton est arrivé en mauvais état : pendant le transport, **les étiquettes des trois échantillons se sont décollées, puis ont été recollées** — peut-être pas toutes sur le bon contenant.

Aucune étiquette n'est donc prise pour argent comptant : chaque échantillon doit être contrôlé par une **mesure physique** (masse volumique pour les liquides, température de fusion pour la poudre), comparée à une **valeur de référence**. C'est ce contrôle que vous allez mener, poste par poste.

Les étiquettes disent-elles vrai ?

✓ Savoirs et savoir-faire

Savoirs	Savoir-faire / capacités
• Masse volumique : $\rho = m/V$, exprimée en $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$. • Température de changement d'état (fusion) comme grandeur caractéristique d'une espèce chimique. • Variabilité d'une série de mesures et valeur de référence.	• Déterminer la masse volumique d'un échantillon (protocole, verrerie, balance). • Mesurer une température de changement d'état au banc Kofler. • Écrire un résultat avec un nombre adapté de chiffres significatifs et le comparer qualitativement à une valeur de référence.

Document 1 – Le carton reçu et ses étiquettes

n°	Échantillon reçu	Étiquette recollée	Service demandeur
E1	Flacon de 100 mL, liquide incolore	« Éthanol »	Atelier de maintenance
E2	Flacon de 250 mL, liquide incolore	« Eau distillée »	Laboratoire d'analyses
E3	Pot de 50 g, poudre blanche	« Aspirine (acide acétylsalicylique) »	Pharmacie municipale

Document 2 – Le banc Kofler, appareil à gradient de température

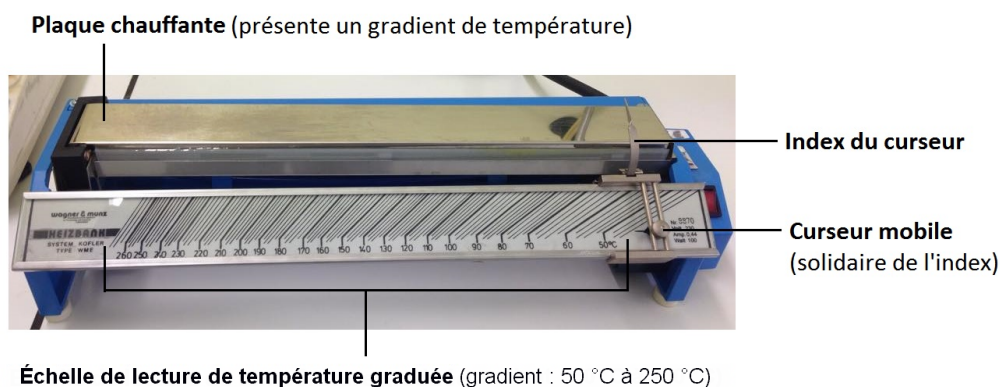


FIGURE 1 – Le banc Kofler : plaque chauffante présentant un **gradient de température** (ici de 50 °C à 250 °C), échelle de lecture graduée et curseur mobile. Source : Wikimedia Commons, IUT Robert Schuman, Illkirch, Département chimie (2015), licence CC BY-SA 4.0.

On dépose une très petite quantité de poudre sur la **zone froide** de la plaque, puis on la pousse doucement vers la zone chaude. La poudre fond à l'endroit où la température atteint sa **température de fusion** : on place alors le curseur, solidaire de son index, à cet endroit et on lit directement la température sur l'échelle graduée.

Activité expérimentale n° 1 – Les étiquettes disent-elles vrai ?

Document 3 – Valeurs de référence et sécurité

Liquides (valeurs de référence à 20 °C) :

Liquide	ρ (g · mL ⁻¹)	Sécurité
Eau distillée	1,00	aucune précaution particulière
Éthanol	0,79	 SGH02 : liquide et vapeurs très inflammables

Poudre blanche (températures de fusion) :

Espèce chimique	Acide benzoïque (conservateur E210)	Aspirine (acide acétylsalicylique)	Paracétamol
T_{fus} (°C)	122	135	169

Précision de la lecture au banc Kofler : environ ± 2 °C (données du constructeur).

Document 4 – Le matériel disponible

- balance au centigramme (précision : 0,01 g) ;
- béchers, pipette (pour ajuster le volume au trait) ;
- éprouvette graduée de 25 mL ;
- Sur la paillasse enseignant : Banc Kofler (manipulation encadrée par le professeur).

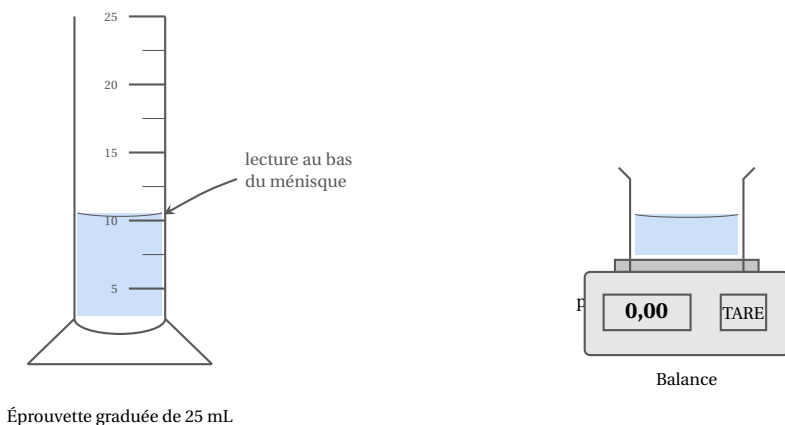


FIGURE 2 – Le matériel du Poste B : prélever un volume précis à l'éprouvette...

Σ ♥ Formule à connaître

La **masse volumique** d'un échantillon se calcule à partir de sa masse m et de son volume V :

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

avec m en g et V en mL, ρ s'exprime en g · mL⁻¹. La relation s'emploie dans les deux sens : calculer ρ à partir de m et V , ou retrouver un volume (ou une masse) à partir des deux autres grandeurs.

Conversion utile : 1 g · mL⁻¹ = 1000 g · L⁻¹.

Les liquides : mesurer la masse volumique

Activité expérimentale n° 1 – Les étiquettes disent-elles vrai ?

1. Que signifie le pictogramme SGH02 apposé sur le flacon d'éthanol? En déduire **deux règles concrètes** à respecter.

✓ Correction

Le pictogramme SGH02 signifie que l'éthanol est un **liquide et des vapeurs très inflammables**. Deux règles concrètes : ne pas utiliser de flamme nue (burner éteint) à proximité, et reboucher le flacon d'éthanol dès qu'on n'en verse plus, en l'éloignant des sources de chaleur.

2. Rédiger, par étapes numérotées, le **protocole** de mesure de la masse volumique d'un liquide à partir du matériel du **Document 4**. (compétence **Analyser**)

Faire valider le protocole par le professeur avant toute manipulation.

✓ Correction

- (a) Placer le bécher vide sur la balance et la **tarer** (affichage 0,00 g).
- (b) Prélever le liquide à l'éprouvette graduée, ajuster le volume au trait de 20,0 mL à la pipette et noter le volume V (lecture au bas du ménisque).
- (c) Verser le liquide dans le bécher et mesurer la masse m affichée.
- (d) Calculer $\rho = m/V$.
- (e) Recommencer l'expérience avec un nouveau prélèvement (nouveau bécher taré, nouvelle pesée) pour l'essai 2.

3. Réaliser **deux essais indépendants** pour chaque liquide (nouveau prélèvement et nouvelle pesée à chaque essai). Compléter le tableau avec les mesures obtenues, puis calculer chaque $\rho = m/V$ avec **3 chiffres significatifs** et la moyenne pour chaque liquide. (compétence **Réaliser**)

Liquide (étiquette)	Essai	m (g)	V (mL)	Masse volumique ($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)
E2 – « eau distillée »	1	15,8	20,0	0,79
	2	11,9	15,0	0,79
Moyenne				0,79
E1 – « éthanol »	1	20,0	20,0	1,00
	2	14,9	15,0	0,99
Moyenne				1,00

✓ Correction

Valeurs d'exemple (à remplacer par les mesures réellement obtenues). Exemple de calcul pour l'essai 1 de E1 : $\rho = \frac{20,0 \text{ g}}{20,0 \text{ mL}} = 1,00 \text{ g/mL}$.

4. (compétence **Valider**)

Activité expérimentale n° 1 – Les étiquettes disent-elles vrai ?

- Rappeler **de mémoire** la valeur de la masse volumique de l'eau liquide.
- Comparer chacune de vos deux valeurs moyennes à la valeur de référence correspondante. Conclure

✓ Correction

- De mémoire : $\rho_{\text{eau}} \approx 1,0 \text{ g/mL}$.
- E1 (« éthanol ») : la valeur mesurée (1,00 g/mL) est très différente de la référence de l'éthanol (0,79 g/mL) → étiquette **non conforme**; en revanche elle correspond exactement à celle de l'eau.
- E2 (« eau distillée ») : la valeur mesurée (0,79 g/mL) est très différente de la référence de l'eau (1,00 g/mL) → étiquette **non conforme**; en revanche elle correspond exactement à celle de l'éthanol.
- Conclusion : chaque liquide possède la masse volumique de l'**autre** étiquette; les deux étiquettes des liquides ont été inversées.

5. (compétence **Analyser**)

Les deux essais réalisés pour un même liquide donnent-ils exactement la même valeur? Proposer **deux raisons possibles** de cet écart entre les deux essais, puis expliquer l'intérêt de répéter la mesure et de calculer une moyenne plutôt que de garder un seul essai.

✓ Correction

Non, les deux essais ne donnent jamais exactement la même valeur. Deux raisons possibles : la lecture du ménisque n'est pas identique d'un essai à l'autre, et un peu de liquide reste accroché aux parois de l'éprouvette ou du bécher (ou s'évapore, pour l'éthanol). Répéter la mesure et calculer la moyenne réduit l'effet des erreurs aléatoires : la moyenne est plus proche de la valeur réelle qu'un essai isolé.

La poudre blanche au banc Kofler

La manipulation est **encadrée par le professeur**. Protocole fourni :

- vérifier que l'échelle du banc va bien de 50 °C à 250 °C (voir **Document 2**) ;
- déposer à la pince-spatule une **très petite quantité** de poudre du pot E3 sur la zone froide du banc ;
- pousser doucement la poudre vers la zone chaude et repérer la limite où elle fond (aspect brillant) ;
- placer le curseur mobile à cet endroit et lire T_{fus} à l'index sur l'échelle.

Remarque

Sécurité – banc Kofler. La plaque est brûlante sur toute sa surface pendant la mesure **et longtemps après** : risque de brûlure. Ne jamais poser la main au-dessus de la plaque, ne manipuler la poudre qu'à la pince, en très faible quantité. Ne jamais laisser le banc allumé sans surveillance et attendre son refroidissement complet avant tout rangement.

6. (compétence **Réaliser**)

Noter la température de fusion T_{fus} lue au banc Kofler.

✓ Correction

Exemple de lecture (à remplacer par la valeur réellement mesurée) : $T_{\text{fus}} \approx 135 \text{ °C}$.

7. (compétence **Valider**)

Activité expérimentale n° 1 – Les étiquettes disent-elles vrai ?

La lecture au banc Kofler est précise à environ $\pm 2^\circ\text{C}$. Comparer la valeur lue à chacune des trois références du **Document 3** : quels écarts s'expliquent par la précision de l'appareil, et lesquels sont définitivement trop grands ? En déduire si l'étiquette « Aspirine » du pot E3 est **conforme**.

✓ Correction

Avec la lecture 135°C :

- acide benzoïque (122°C) : écart = 13°C , bien supérieur à $\pm 2^\circ\text{C}$ → définitivement trop grand ;
- aspirine (135°C) : écart = 0°C , dans la précision de l'appareil → compatible ;
- paracétamol (169°C) : écart = 34°C , bien supérieur à $\pm 2^\circ\text{C}$ → définitivement trop grand.

Seule l'aspirine est compatible avec la mesure : l'étiquette « Aspirine » du pot E3 est **conforme**.

4. Le certificat de conformité

8. (compétence **Valider**)

Rédiger la conclusion du **certificat de conformité** du carton : une phrase par échantillon (E1, E2, E3), rappelant chacune la valeur mesurée, la valeur de référence correspondante (**Document 3**) et le verdict – **étiquette conforme** ou **non conforme**.

✓ Correction

- **E1** : ρ mesuré = $1,00\text{ g/mL}$, référence éthanol = $0,79\text{ g/mL}$ → étiquette **non conforme** : le flacon contient de l'eau, pas de l'éthanol.
- **E2** : ρ mesuré = $0,79\text{ g/mL}$, référence eau distillée = $1,00\text{ g/mL}$ → étiquette **non conforme** : le flacon contient de l'éthanol, liquide très inflammable (SGH02), à manipuler avec les précautions correspondantes.
- **E3** : T_{fus} mesurée $\approx 135^\circ\text{C}$, référence aspirine = 135°C (écart dans la précision $\pm 2^\circ\text{C}$) → étiquette **conforme** : le pot contient bien de l'aspirine.

Les deux étiquettes des liquides ont donc été inversées lors du transport, tandis que celle de la poudre est exacte.