

S07 – Masse volumique et densité

Cours de physique-chimie – BTS MECP 1^{re} année

Compétences visées (E2)

Compétence	Application dans cette séance
Mobiliser	Utiliser les formules $\rho = m/V$ et $d = \rho/\rho_{\text{eau}}$
Analyser	Extraire les données d'un dossier technique
Interpréter	Donner du sens à une mesure de densité
Argumenter	Relier une mesure à une propriété ou un défaut

1 Masse volumique

Définition

La **masse volumique** (notée ρ , lettre grecque "rhô") est le rapport entre la **masse** d'un échantillon et son **volume**.

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

Unités

Grandeur	Symbole	Unité SI	Unité pratique
Masse volumique	ρ	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	$\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ou $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$
Masse	m	kg	g
Volume	V	m^3	mL ou cm^3

Rappel important : 1 mL = 1 cm³

Formules dérivées

À partir de $\rho = m/V$, on peut isoler m ou V :

$$\boxed{m = \rho \times V} \quad \text{et} \quad \boxed{V = \frac{m}{\rho}}$$

Sens physique

La masse volumique indique **quelle masse occupe un volume donné**.

Exemple : $\rho = 0,91 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ signifie que **1 mL de substance a une masse de 0,91 g**.

2 Densité

Définition

La **densité** (notée **d**) compare la masse volumique d'une substance à celle de l'**eau**, prise comme référence.

$$\boxed{d = \frac{\rho_{\text{substance}}}{\rho_{\text{eau}}}}$$

Avec $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ à 20°C.

Propriétés importantes

Propriété	Explication
Sans unité	La densité est un nombre pur (rapport de deux grandeurs de même unité)
Équivalence numérique	Si ρ est exprimé en $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, alors $d \approx \rho$ (numériquement)
Référence : eau	$d = 1,00$ pour l'eau pure à 20°C

Sens physique

La densité indique si une substance est **plus lourde** ou **plus légère** que l'eau à volume égal.

$d < 1$	→ La substance est MOINS dense que l'eau → Elle FLOTTE sur l'eau
$d > 1$	→ La substance est PLUS dense que l'eau → Elle COULE dans l'eau
$d = 1$	→ Même densité que l'eau

3 Valeurs de référence

Masse volumique de substances courantes en cosmétique

Substance	ρ (g·mL ⁻¹)	d	Flotte/Coule
Eau pure (20°C)	1,00	1,00	Référence
Éthanol	0,79	0,79	Flotte
Glycérine	1,26	1,26	Coule
Huile d'amande douce	0,91	0,91	Flotte
Huile de ricin	0,96	0,96	Flotte
Huile de coco	0,92	0,92	Flotte
Huile minérale	0,85	0,85	Flotte
Miel	1,42	1,42	Coule

Observation

- Les **huiles végétales** ont généralement une densité comprise entre **0,85 et 0,96** (elles flottent sur l'eau)

- La **glycérine** et le **miel** sont plus denses que l'eau (ils coulent)
- L'**éthanol** est nettement moins dense que l'eau

Application au contrôle qualité

Pourquoi mesurer la densité ?

La densité est un paramètre de **contrôle qualité** simple et rapide qui peut révéler :

Anomalie de densité	Causes possibles
Densité trop faible	Incorporation d'air excessive
	Utilisation d'une huile plus légère que prévu
	Erreur de formulation (proportions)
Densité trop élevée	Contamination par de l'eau
	Utilisation d'un ingrédient plus dense
	Évaporation du solvant léger

Méthode de mesure

PROTOCOLE DE MESURE DE LA MASSE VOLUMIQUE

1. Tarer une éprouvette graduée ou une fiole jaugée vide
2. Verser un volume V précis du produit (ex : 50,0 mL)
3. Peser l'ensemble et soustraire la tare → masse m
4. Calculer : $\rho = m / V$
5. En déduire la densité : $d = \rho / 1,00 = \rho$ (numériquement)
6. Comparer au cahier des charges

Vérification de conformité

Pour conclure sur la conformité, il faut :

1. **Rappeler** l'intervalle du cahier des charges
2. **Comparer** la valeur mesurée à cet intervalle
3. **Conclure** : conforme ou non conforme

4. **Interpréter** si non conforme (cause possible)

5 Application aux émulsions

Rappel : qu'est-ce qu'une émulsion ?

Une **émulsion** est un mélange de deux liquides **non miscibles** (ex : eau + huile) stabilisé par un **émulsifiant**.

Type d'émulsion	Phase dispersée	Phase continue	Exemple
H/E (Huile dans Eau)	Gouttelettes d'huile	Eau	Lait corporel
E/H (Eau dans Huile)	Gouttelettes d'eau	Huile	Cold cream

Lien avec la densité

Sans émulsifiant, l'huile ($d < 1$) **FLOTTE** sur l'eau

Une émulsion H/E a une densité proche de 1
(majorité d'eau)

Une émulsion E/H a une densité < 1
(majorité d'huile)

La densité d'une émulsion dépend de la **proportion** des deux phases et permet de vérifier la **composition** du produit.

6 Influence de la température

Observation

La masse volumique **varie avec la température** :

- Quand la température **augmente**, le volume augmente (dilatation)
- La masse reste constante
- Donc $\rho = m/V$ **diminue**

Conséquence pratique

Les mesures de densité doivent être effectuées à une **température de référence** (généralement **20°C**) pour être comparables.

Exemple : eau

Température (°C)	ρ eau ($\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)
4	1,0000
20	0,9982
40	0,9922

7 Méthode de calcul D.U.C.I. appliquée

Exemple : Calculer la masse volumique

Données : $m = 45,8 \text{ g}$; $V = 50,0 \text{ mL}$

Étape	Application
D – Données	$m = 45,8 \text{ g}$; $V = 50,0 \text{ mL}$
U – Unités	m en g ✓ ; V en mL ✓ $\rightarrow \rho$ en $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$
C – Calcul	$\rho = m/V = 45,8/50,0 = \mathbf{0,916 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}}$
I – Interprétation	La masse volumique est de $0,916 \text{ g/mL}$, donc la densité est $d = 0,916$. Cette valeur est cohérente avec une huile végétale.

À retenir pour l'E2

Formules essentielles

Formule	Utilisation
$\rho = m / V$	Calculer la masse volumique
$d = \rho / \rho_{\text{eau}}$	Calculer la densité
$m = \rho \times V$	Calculer une masse à partir du volume
$V = m / \rho$	Calculer un volume à partir de la masse

Règles d'interprétation

Observation	Interprétation
$d < 1$	Moins dense que l'eau → flotte
$d > 1$	Plus dense que l'eau → coule
d dans [min ; max]	Conforme au cahier des charges
d hors intervalle	Non conforme → investiguer

Vocabulaire à maîtriser

- **Masse volumique** (ρ) : masse par unité de volume
- **Densité** (d) : rapport de masse volumique par rapport à l'eau
- **Phase continue** : liquide majoritaire dans une émulsion
- **Phase dispersée** : gouttelettes dans une émulsion

Lien avec la suite de la progression

Séance	Réinvestissement
S08	Cohérence des résultats (ordres de grandeur, validation)
S09	pH (autre paramètre de contrôle qualité)
S10 (TP2)	pH-métrie (même rigueur de mesure et d'interprétation)

Séance	Réinvestissement
S15	Diagrammes d'état (lien masse volumique ↔ état physique)

Fiche méthode associée

 Fiche méthode 01 – Justifier une réponse scientifique (O.A.C.J.)

 Fiche méthode 02 – Calculer et interpréter (D.U.C.I.)