

# Thème : Constitution de la matière de l'échelle macroscopique à l'échelle microscopique

## Chapitre : Solutions aqueuses

### Objectifs :

- Identifier le soluté et le solvant à partir de la composition ou du mode opératoire de préparation d'une solution.
- Distinguer la masse volumique d'un échantillon et la concentration en masse d'un soluté au sein d'une solution.
- 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.
- Déterminer la valeur d'une concentration en masse et d'une concentration maximale à partir de résultats expérimentaux.
- Déterminer la valeur d'une concentration en masse à l'aide d'une gamme d'étalonnage.

### Sommaire

<b>1. Cours</b>	<b>2</b>	<b>3. Activité 2 : Préparer une solution par dissolution.</b>	<b>6</b>
1.1 Solution aqueuse, un mélange homogène . . . . .	2		
1.2 Préparation d'une solution . . . . .	3	<b>4. Activité 3 : Préparer une solution par dissolution.</b>	<b>7</b>
1.3 Détermination d'une concentration par étalonnage . . . . .	4		
<b>2. Activité 1 : Trop salé ou pas assez ?</b>	<b>5</b>	<b>5. Exercices</b>	<b>8</b>

# 1. Cours

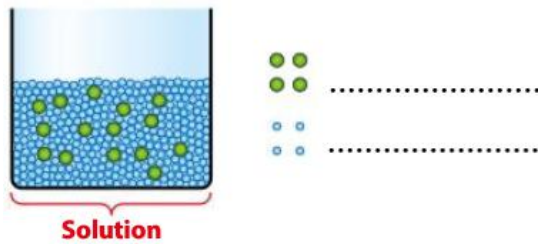
## 1.1 Solution aqueuse, un mélange homogène

### Composition d'une solution

Qu'est ce qu'une solution ?

.....

Compléter le schéma avec les mots **Soluté** et **Solvant**.



- Le **soluté** est l'**espèce chimique dissoute en solution**. Il est sous forme moléculaire ou ionique.
- Le **solvant** est l'**espèce chimique majoritaire** dans une solution.

→ Si le solvant est l'eau, la solution est dite **aqueuse**.

### La concentration en masse

Définir la concentration en masse, notée  $C_m$  :

.....

.....

Quelle relation existe-t-il entre la **concentration massique**  $C_m$  (en  $\text{g.L}^{-1}$ ), la **masse du soluté dissous**,  $m$  (en g), et le **volume de la solution**  $V$  (en L) ?

.....

→ La solution est dite **saturée** lorsque la **concentration en masse de soluté est maximale**. Le soluté ne se dissout alors plus dans le solvant.

→ La concentration en masse maximale de soluté est appelée **solubilité** du soluté et est notée  $s$ .

**Exemple** : Une solution de volume  $V = 0,20$  L contient une masse  $m = 5,0$  g de saccharose. **Calculer** la concentration en masse  $C_m$  de saccharose dans la solution.

.....



Ne pas confondre masse volumique et concentration en masse !

$$\rho_{\text{solution}} = \frac{m \left( \begin{array}{c} \text{●} \text{●} \text{●} \text{●} \\ \text{●} \text{●} \text{●} \text{●} \\ \text{●} \text{●} \text{●} \text{●} \end{array} \right)}{V \left( \begin{array}{c} \text{●} \text{●} \text{●} \text{●} \\ \text{●} \text{●} \text{●} \text{●} \\ \text{●} \text{●} \text{●} \text{●} \end{array} \right)}$$

$$C_m = \frac{m \left( \begin{array}{c} \text{●} \text{●} \text{●} \\ \text{●} \text{●} \text{●} \end{array} \right)}{V \left( \begin{array}{c} \text{●} \text{●} \text{●} \text{●} \\ \text{●} \text{●} \text{●} \text{●} \\ \text{●} \text{●} \text{●} \text{●} \end{array} \right)}$$

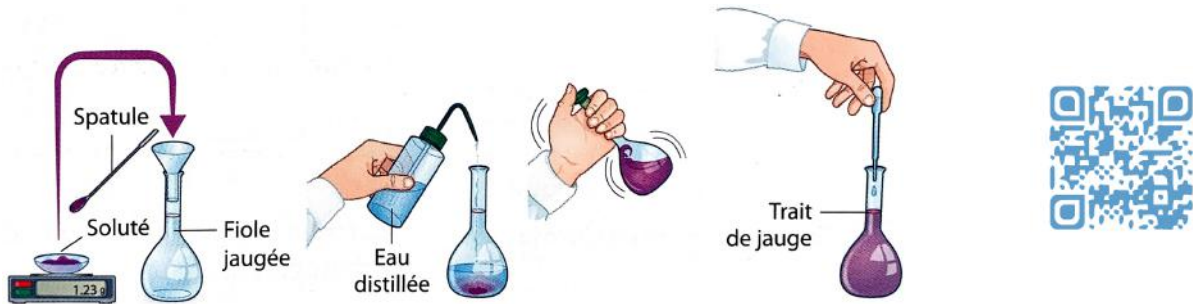
## 1.2 Préparation d'une solution

### Par dissolution

Définir le terme de dissolution ?

.....

Étapes à suivre :



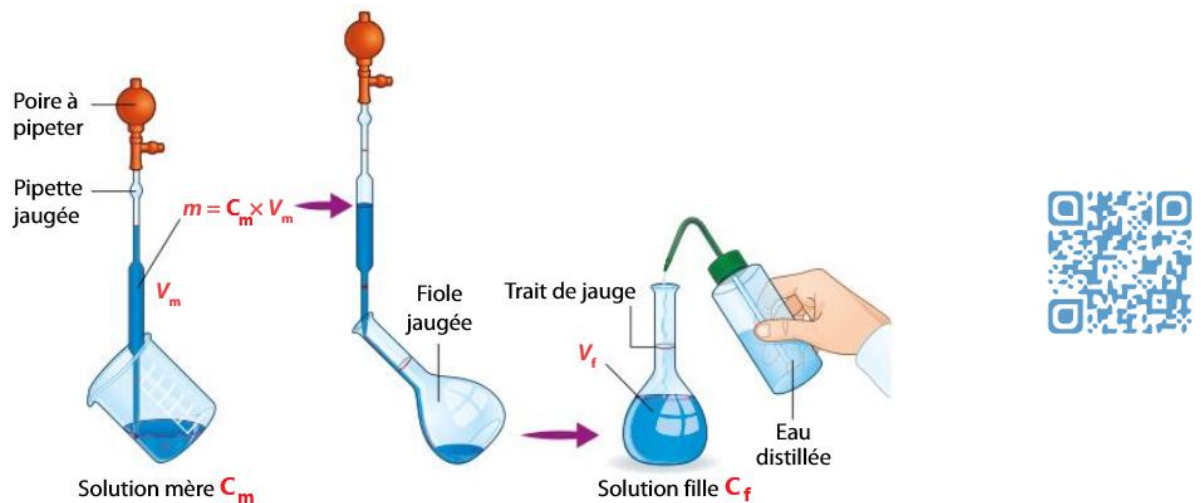
### Par dilution

Définir une dilution d'une solution aqueuse :

.....

.....

Étapes à suivre :



Au cours d'une dilution, la masse de soluté  $m_m$  prélevé dans la solution mère est égale à la masse de soluté  $m_f$  présent dans la solution fille :

$$m_m = m_f \quad (1)$$

donc :

$$C_m \times V_m = C_f \times V_f \quad (2)$$

→ La masse de soluté se conserve.

**Définir** le facteur de dilution, noté  $F$  :

.....

**Exemple** : Pour diluer 5 fois une solution mère de concentration en masse  $C_m = 10,0 \text{ g.L}^{-1}$  et obtenir un volume  $V_1 = 100,0 \text{ mL}$  de solution fille, le volume de solution mère à prélever est :

$$V_m = \frac{V_f}{F} = \frac{100,0}{5} = 20,0 \text{ mL}$$

La concentration en masse de la solution fille obtenue est :

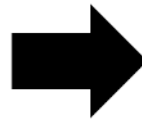
$$C_f = \frac{C_m}{F} = \frac{10,0}{5} = 2,0 \text{ g.L}^{-1}$$

### 1.3 Détermination d'une concentration par étalonnage

On veut déterminer la concentration en masse  $C$  en une espèce  $E$  d'une solution  $S$ . Comment faire ? **Compléter** l'encadré.

On dispose :

- D'une **solution S** de concentration en masse  $C$  en une espèce  $E$  ;
- De plusieurs **solutions étalon** dont on connaît les concentrations en masse ( $C_1, C_2, C_3, \text{ etc.}$ ) en une espèce  $E$ .



.....

.....

.....

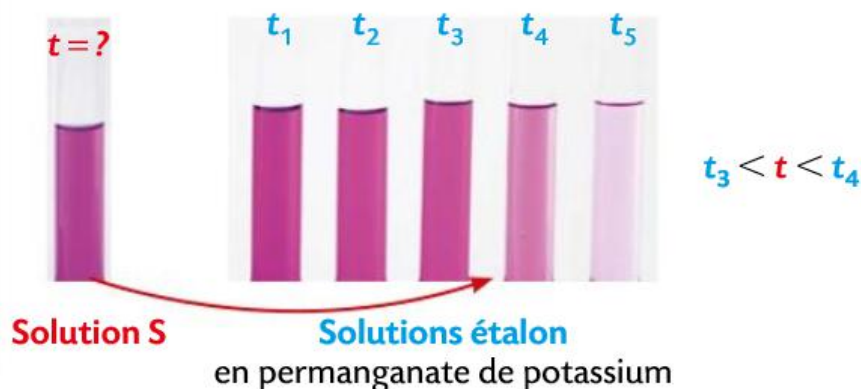
.....

.....

.....

.....

**Exemple** :



On détermine un encadrement de la concentration en permanganate de potassium de la solution  $S$  par comparaison des teintes.

→ Une échelle de teintes permet d'**estimer la concentration** d'une solution en une espèce chimique colorée par comparaison de sa teinte avec celles des solutions étalon de l'échelle de teintes.

## 2. Activité 1 : Trop salé ou pas assez ?

### Objectif :

- Identifier le soluté et le solvant ;
- Distinguer la masse volumique d'un échantillon et la concentration en masse d'un soluté au sein d'une solution.

Estimer qu'un plat est assez salé est très subjectif. Au laboratoire, goûter n'est pas possible pour des raisons de sécurité.

### Comment avoir des repères chiffrés ?

Valeurs nutritionnelles moyennes	Pour 100 mL	% par portion
Matières grasses	1,8 g	8 %
dont acides gras saturés	0,7 g	11 %
Glucides	5,1 g	6 %
dont sucre	3 g	11 %
Protéines	0,8 g	5 %
Sel	0,78 g	33 %

FIGURE 1 – Étiquette d'une soupe commerciale

BOUILLON DE LÉGUMES ANCIENS EN CUBE	
<b>8 × 10 g = 80 g</b>	
<b> Ingrédients :</b> sel de mer, amidon de maïs, sirop de maïs, sucre de canne, extrait de levure, persil, ail, cèpes, jus concentré de légumes (panais, topinambour, patates douces), basilic, oignons, céleri, poivre, romarin, huile de tournesol.	
<b>Valeurs nutritionnelles moyennes pour 100 mL de bouillon reconstitué (valeurs obtenues pour 1 cube dans 500 mL d'eau)</b>	
Énergie	26 kJ / 6 kcal
Graisses	0,4 g
dont acides gras saturés	0,2 g
Glucides	0,6 g
dont sucre	0,2 g
Protéines	0,1 g
Sel	0,9 g
<b>Préparation :</b> le bouillon de légumes peut aromatiser toute préparation de légumes : soupe, etc. Il peut aussi être utilisé comme bouillon.	

FIGURE 2 – Composition d'un bouillon de légumes.

Il est recommandé de ne pas consommer plus de 5 g de sel par jour pour un adulte. [...] N'oubliez pas que les enfants n'ont pas les mêmes besoins qu'un adulte. [...]

Parce qu'une consommation excessive de sel favorise l'hypertension, elle-même à l'origine de maladies cardiovasculaires.

Extrait de l'article « Sel : à limiter », *mangerbouger.fr*.

FIGURE 3 – Recommandations nutritionnelles

1 cuillère à soupe	2,0 cL
1 verre à eau	20 cL
1 assiette creuse	25 cL
1 mug moyen	37,5 cL
1 grand bol à soupe	50 cL

FIGURE 4 – Volume de plusieurs contenants.

1. D'après la figure 1, quelle est la masse  $m_1$  de sel contenue dans 1 L de soupe ?
2. On réalise une soupe avec quelques légumes et un cube de bouillon. Quelle est la masse  $m_2$  de sel qui sera contenue dans 0,5 L de soupe maison ? (D'après la figure 2).
3. Quelle est la soupe la moins salée ? **Justifier.**  
La concentration en masse, notée  $C_m$  d'un soluté est la masse (notée  $m$ ) de cette espèce contenue dans un certain volume (noté  $V$ ) de solution.
- 4.a) **Proposer** une relation mathématique pour calculer la concentration en masse,  $C_m$  à partir de la masse  $m$  et du volume  $V$  de solution.
- b) Parmi les propositions suivantes, quelles sont les unités qui pourraient être utilisées pour exprimer la concentration en masse ? **Justifier.**  
 $g$  ;  $L$  ;  $g/L$  ;  $g.L$  ;  $L/g$  ;  $kg/m^3$  ;  $g.L^{-1}$  ;  $g/cm^3$  ;  $mg.L^{-1}$  ;  $g/mL$  ;  $mL/mg$  ;  $kg/L$
5. Quel volume de soupe maison (exprimée en litre puis en nombre d'assiettes creuses) faut-il boire pour atteindre l'apport maximum journalier recommandée ?
6. Finalement quels éléments faut-il prendre en compte pour savoir si un plat est trop salée ?

### 3. Activité 2 : Préparer une solution par dissolution.

#### Objectif :

- Choisir et utiliser la verrerie adaptée pour préparer une solution par dissolution.

La bouillie bordelaise est un fongicide, dont la couleur bleue est due à la présence de sulfate de cuivre dissous en solution aqueuse. L'utilisation de bouillie bordelaise est autorisée en agriculture biologique. La concentration en masse de sulfate de cuivre alors recommandée est de  $4,0 \text{ g.L}^{-1}$ .

#### Comment préparer cette solution aqueuse par dissolution ?

Pour préparer une solution de bouillie bordelaise, on dissout une masse de sulfate de cuivre comprise entre 10 g et 20 g par litre de solution aqueuse. Un agriculteur réalise plusieurs solutions :

Solution aqueuse	①	②	③
Masse de sulfate de cuivre (en g)	1,0	1,0	1,5
Volume de la solution (en mL)	50	100	100

FIGURE 1 – Des solutions de bouillie bordelaise.

- Balances
- Spatule
- Verre de montre
- Entonnoir à solide
- Bêchers 50 mL et 100 mL
- Fioles jaugées 50 mL et 100 mL
- Eau distillée
- Sulfate de cuivre solide

FIGURE 2 – Matériel



FIGURE 3 – Matériel à disposition.

1. **Nommer** le soluté, le solvant et la méthode utilisée pour préparer la solution aqueuse de sulfate de cuivre.
2. **Choisir** le matériel permettant de préparer les solutions aqueuses de sulfate de cuivre le plus précisément possible. **Justifier**.
3. **Préparer** les solutions aqueuses de sulfate de cuivre.
4. **Calculer** la concentration en masse de soluté dans les solutions aqueuses de sulfate de cuivre préparées.
5. **Indiquer** si les solutions aqueuses de sulfate de cuivre préparées peuvent être utilisées en agriculture biologique.

## 4. Activité 3 : Préparer une solution par dissolution.

### Objectif :

- 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.
- Déterminer la valeur d'une concentration en masse et d'une concentration maximale à partir de résultats expérimentaux.
- Déterminer la valeur d'une concentration en masse à l'aide d'une gamme d'étalonnage.

Le sucre est très présent dans de nombreuses boissons bien qu'on ne le voie pas.

### Comment vérifier la composition en sucre d'une boisson ?

Certaines canettes de 33 cL de boissons sans alcool peuvent contenir jusqu'à près de 40 g de sucre. Le sucre est souvent le soluté largement majoritaire.

Pour simplifier, on peut alors considérer ces boissons dégazées comme des solutions aqueuses sucrées.



FIGURE 1 – Sucre dans les boissons

La masse volumique  $\rho$  d'un liquide est le rapport entre la masse totale  $m$  du liquide et le volume  $V$  de celui-ci :  $\rho = \frac{m}{V}$ .

FIGURE 3 – Qu'est-ce qu'une courbe d'étalonnage ?

• Coupelle de pesée ;	• Bécher ;
• Spatule ;	• Entonnoir ;
• Agitateur magnétique avec barreau aimanté ;	• Une bouteille de boisson dégazée ;
• Balance ;	• Sucre ;
• Éprouvette de 100 mL ;	• Eau ;
• Fiole jaugée de 100,0 mL ;	• Logiciel tableur-grapheur.

FIGURE 2 – Matériel disponible

Une courbe d'étalonnage permet de faire un lien graphique entre deux grandeurs mesurables.

La série de mesures nécessaires pour l'établir permet d'avoir une meilleure précision sur le résultat final que si l'on réalise une mesure unique.

Exemple : courbe  $P(m)$  montrant le lien graphique entre le poids  $P$  d'un objet et sa masse  $m$ .

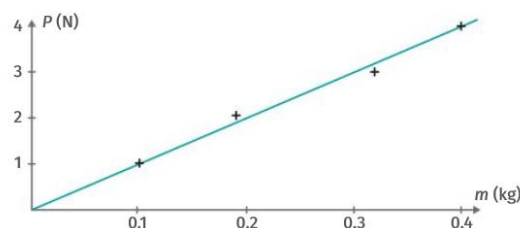


FIGURE 4 – Masse volumique

1. À partir des figures 1 et 3, **calculer** la concentration en sucre théorique en (g/L) de la boisson à disposition.
2. À partir de la figure 2, **déterminer** expérimentalement la masse volumique de cette boisson.
3. **Proposer** un protocole pour trouver un lien graphique entre la concentration en sucre et la masse volumique.
4. **Mettre en œuvre** le protocole après vérification du professeur.
5. **Déterminer** la quantité de sucre contenue dans la boisson et la **comparer** à l'indication de l'étiquette.
6. Quelle est finalement la différence entre masse volumique et concentration ?

## 5. Exercices

### Exercice 1

Une solution aqueuse de permanganate de potassium a une concentration en masse  $t = 0,50 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ . On souhaite en préparer un volume  $V_{\text{solution}} = 0,200 \text{ L}$ .

1. **Écrire** la relation permettant de calculer la masse  $m$  de permanganate de potassium à peser pour préparer cette solution. **Indiquer** les unités de chaque grandeur.
2. **Déterminer** la valeur  $m$  de la masse à peser.

### Exercice 2

Une boisson au cola de volume 330 mL contient 35,0 g de sucre dissous et a une masse de 103,6 g.

1. Calculer, en  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  :
  - la concentration en masse  $C_m$  en sucre dissous ;
  - la masse volumique  $\rho_{\text{solution}}$  de la solution.

### Exercice 3

À partir d'une solution mère de concentration en masse en diiode  $C_m = 0,25 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ , on souhaite préparer un volume  $V_f = 0,200 \text{ L}$  de solution fille de concentration en masse en diiode  $C_f = 0,10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ .

1. **Calculer** le facteur de dilution.
2. **Calculer** la volume  $V_m$  de solution mère à prélever.

### Exercice 4

Une solution mère de concentration en masse  $C_m = 20 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  est diluée cinq fois pour préparer une solution fille.

**Calculer** la concentration en masse  $C_f$ , de la solution fille.

### Exercice 5

Une échelle de teintes en colorant E133 a été préparée par dilution d'une solution mère. Les concentrations en masse du colorant sont indiquées ci-dessous.



Dans un tube à essai identique à ceux de l'échelle de teintes, on verse une solution d'Alodant® contenant le colorant E133.

1. **Nommer** la méthode permettant de déterminer la concentration en masse de l'espèce colorée.
2. **Estimer** la concentration en masse  $t$  en colorant E133 de la solution d'Alodant®.



## Exercice 6

L'éosine est un colorant utilisé pour ses propriétés asséchantes. Les flacons disponibles en pharmacie contiennent un volume  $V_m = 2,0$  mL d'une solution  $S_m$  d'éosine de concentration en masse en éosine  $C_m = 20$  g.L<sup>-1</sup>. On verse le contenu d'un flacon d'éosine dans une fiole jaugée de volume  $V_f = 50,0$  mL, que l'on complète avec de l'eau jusqu'au trait de jauge. On note  $C_f$  la concentration en masse de la solution  $S_f$  ainsi préparée.

1. **Identifier** le soluté et le solvant de la solution  $S_f$ .
2. Comment se nomme la manipulation qui consiste à préparer la solution  $S_f$  à partir de la solution  $S_m$  ?
3. **Calculer** le facteur de dilution.
4. **En déduire** la concentration en masse  $C_f$ .

## Exercice 7

Un lait est considéré comme frais si sa concentration en masse en acide lactique est inférieure à 1,8 g.L<sup>-1</sup>. Un échantillon de lait, de volume  $V_{solution} = 150$  mL contient une masse  $m = 0,23$  g d'acide lactique.

1. **Déterminer** la concentration en masse en acide lactique de ce lait.
2. **Évaluer** son état de fraîcheur.

## Exercice 8

Les boissons isotoniques pour sportifs contiennent environ 6 g de sucre pour 100 mL de solution. Un sportif remplit sa gourde, de volume 0,75 L, avec une solution isotonique notée  $S_1$ . Après plusieurs heures de sport, le sportif a bu les deux tiers du contenu de sa gourde. Il la complète avec de l'eau et obtient une nouvelle solution notée  $S_2$ .

1. **Calculer** la concentration en masse en sucre de la solution isotonique  $S_1$ .
2. **Calculer** le volume de solution restant dans la gourde quand le sportif en a bu les deux tiers.
3. **Donner** le volume de la solution  $S_2$ .
4. **Calculer** le facteur de dilution  $F$ .
5. **En déduire** la concentration en masse en sucre de la solution  $S_2$ .

## Résolution de problème

La dose journalière admissible, ou DJA, est la masse maximale d'une espèce chimique qu'un individu peut ingérer quotidiennement sans risque pour sa santé. Elle s'exprime généralement en milligramme (mg) d'espèce absorbée par kilogramme (kg) de masse corporelle et par jour.

FIGURE 1 – Dose journalière admissible

L'aspartame est un édulcorant ayant un pouvoir sucrant environ 200 fois supérieur à celui du saccharose. Il est utilisé pour sucrer les aliments tout en limitant l'apport calorique.

La DJA de l'aspartame est 40 mg/kg/jour. En Europe, l'aspartame est autorisé dans les boissons allégées à une concentration en masse maximale de 0,6 g.L<sup>-1</sup>.



FIGURE 2 – L'aspartame

Combien de cannettes contenant 33 cL de boisson allégées en sucre à une concentration en masse en aspartame de 0,6 g.L<sup>-1</sup>, un individu de 60 kg peut-il boire quotidiennement sans risque ?