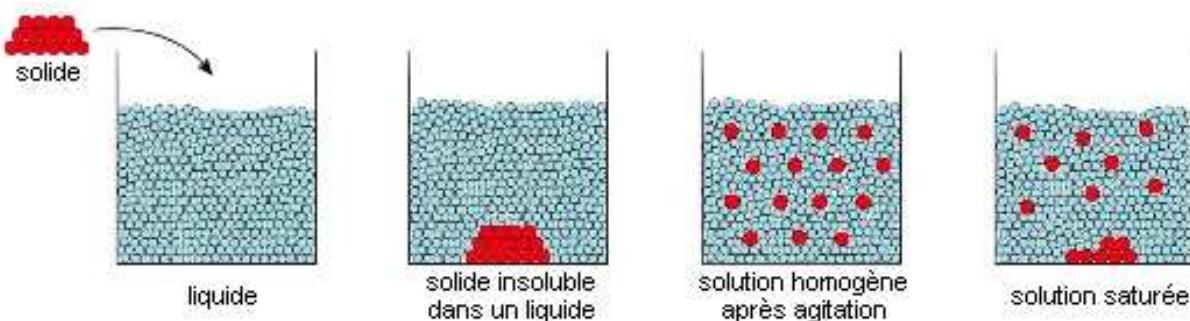


<b>Professeur</b>	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
<b>Chapitre</b>	Les solutions (l'essentiel du cours + applications)
<b>Niveaux</b>	Seconde

## 1. Définitions



### Définition :

Une **solution** est obtenue par dissolution d'une espèce chimique dans un **solvant**. L'espèce chimique dissoute s'appelle le **soluté** ⇔ Une **solution** est le mélange d'un **solvant** et d'un **soluté**.

### A RETENIR :

- Si le solvant est l'eau, la solution est appelée **solution aqueuse** ;
- On dit qu'une solution est **homogène** si le soluté est également réparti dans toute la solution ;
- On dit qu'une solution est **saturée** lorsque, après agitation, tout le solide introduit ne s'est pas totalement dissous.

## 2. Concentration en masse d'une espèce chimique

### Définition :

La **concentration en masse**  $c_m$  d'une espèce chimique en solution (soluté) est la masse **m** de cette espèce chimique présente dans un litre de solution :

$$c_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$$

$c_m$  = concentration en masse (en  $\text{g.L}^{-1}$ )

$m_{\text{soluté}}$  = masse de soluté (en g)

$V_{\text{solution}}$  = volume de la solution (en L)

### REMARQUE :

La concentration en masse d'un soluté en solution et la masse volumique de la solution s'expriment dans la même unité mais ne représentent pas la même chose : la masse volumique d'une substance concerne la masse d'un échantillon d'une espèce alors que la concentration en masse concerne la masse d'un soluté dans une solution

## 3. La solubilité

### Définition :

La **solubilité** d'une espèce chimique dans un solvant est la masse maximale de cette espèce chimique que l'on peut dissoudre dans un litre de solvant, à une température donnée. Elle se note **s** et s'exprime en **gramme par litre** (symbole :  $\text{g.L}^{-1}$ ). La solution ainsi obtenue est alors **saturée**.

Remarque : la solubilité dépend de la température.

<b>Professeur</b>	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
<b>Chapitre</b>	Les solutions (l'essentiel du cours + applications)
<b>Niveaux</b>	Seconde

<b>Soluté</b>	<b>Solvant</b>	<b>Solubilité (en g.L<sup>-1</sup>)</b>		
		0°C	20°C	100°C
NaCl <sub>(s)</sub> (chlorure de sodium)	Eau	356,5	358,9	389,9
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (Glucose)	Eau	?	700	900

La solubilité est donc la concentration à partir de laquelle un soluté ne peut plus se dissoudre davantage : c'est la concentration en masse maximale d'un soluté dans un solvant donné.

#### 4. La densité

Définition :

La **densité** d'une espèce chimique (solide ou liquide) est le quotient de la masse volumique  $\rho$  de l'espèce chimique par la masse volumique  $\rho_{\text{eau}}$  de l'eau. Elle se note  $d$  et n'a pas d'unité :

$$d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau}}}$$

$\rho$  = masse volumique de l'espèce chimique (en kg.m<sup>-3</sup>)  
 $\rho_{\text{eau}}$  = masse volumique de l'eau (= 1000 kg.m<sup>-3</sup>)  
 $d$  = densité (sans unité)

Exemples :

<b>Espèce chimique</b>	<b>Eau</b>	<b>Éthanol</b>	<b>Cyclohexane</b>
Densité (à 20°C)	1	0,79	0,78

On peut déterminer la masse  $m$  d'un échantillon d'une espèce chimique à partir de la densité de l'espèce chimique et du volume qu'occupe l'échantillon :

$$m = d \times \rho_{\text{eau}} \times V$$

$d$  = densité de l'espèce chimique (sans unité)  
 $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$   
 $V$  = volume de l'échantillon (en m<sup>3</sup>)  
 $m$  = masse de l'échantillon (en kg)

Exercice : Déterminez la masse  $m$  d'un volume  $V = 0,50 \text{ m}^3$  d'éthanol.

Réponse :  $d_{\text{éthanol}} = 0,79$

$$m = d_{\text{éthanol}} \times \rho_{\text{eau}} \times V \Rightarrow m = 0,79 \times 1,0 \times 10^3 \times 0,50 = 4,0 \times 10^2 \text{ kg}$$

#### 5. Préparation d'une solution

##### 5.1. Par dissolution d'un composé solide

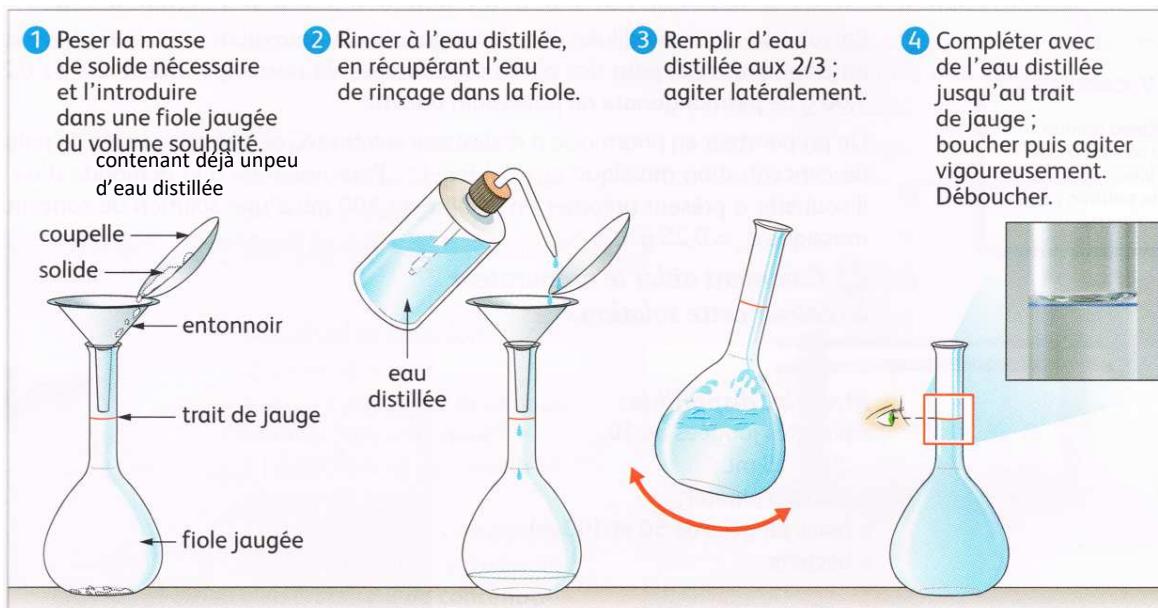
Principe :

Pour obtenir une solution de **concentration donnée**, une quantité donnée d'une espèce chimique est **dissoute** dans un **volume donnée** de solvant.

Pour que la mesure du volume de la solution à préparer soit précise, la **dissolution** s'effectue dans une fiole jaugée.

<b>Professeur</b>	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
<b>Chapitre</b>	Les solutions (l'essentiel du cours + applications)
<b>Niveaux</b>	Seconde

### Protocole expérimental :



### Calcul de la masse de l'espèce chimique à dissoudre :

$$m_{\text{soluté}} = c_m \times V_{\text{solution}}$$

$c_m$  = concentration en masse de la solution à préparer (en g.L<sup>-1</sup>)

$m_{\text{soluté}}$  = masse (en g)

$V_{\text{solution}}$  = volume de la solution à préparer (en L)

### 5.2. Par dilution d'une solution mère

#### Définitions :

- Diluer une solution, c'est diminuer sa concentration en ajoutant de l'eau.
- Diluer  $k$  fois une solution mère de concentration  $c_{\text{mère}}$ , c'est obtenir une solution fille de concentration  $c_{\text{fille}}$  telle que :

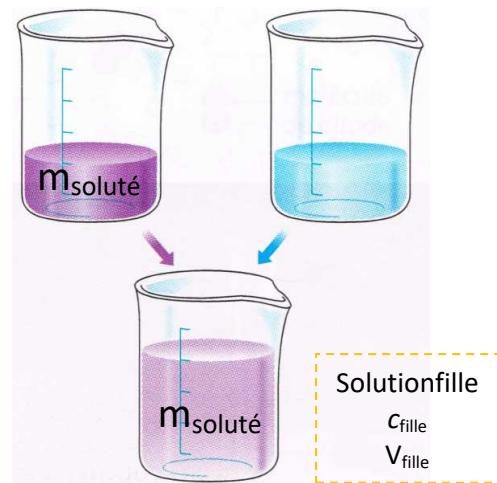
$$c_{\text{fille}} = \frac{c_{\text{mère}}}{k}$$

- Facteur de dilution  $f_d$  :

$$f_d = \frac{c_{\text{mère}}}{c_{\text{fille}}} = \frac{V_{\text{fille}}}{V_{\text{mère}}}$$

<b>Professeur</b>	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
<b>Chapitre</b>	Les solutions (l'essentiel du cours + applications)
<b>Niveaux</b>	Seconde

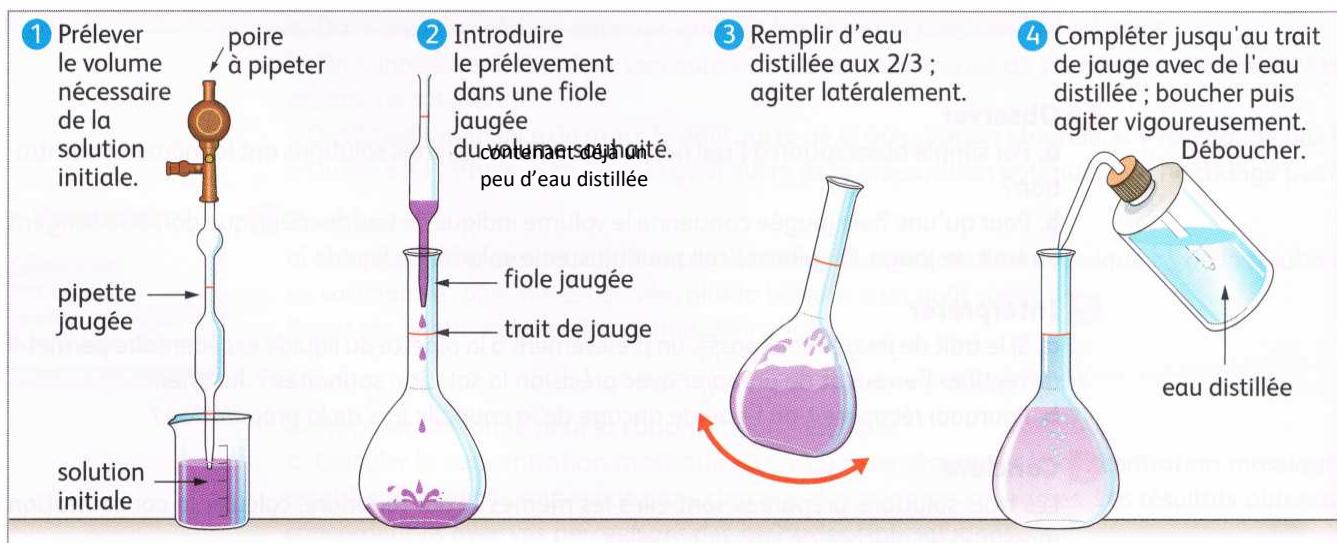
### Quantité de matière à prélever :



Lors d'une dilution, la quantité de matière de l'espèce chimique contenue dans le volume  $V_{mère}$  de l'échantillon de solution mère prélevée se retrouve intégralement dans le volume  $V_{fille}$  de la solution fille préparée :

**n solution mère prélevée = n solution fille préparée**  
(conservation de la masse et de la quantité de matière)

### Protocole expérimental :



### Calcul du volume de l'espèce chimique à prélever :

- À partir de **concentration en masse** dans la solution fille :

$$V_{mère} = \frac{c_{m,fille} \times V_{fille}}{c_{m,mère}}$$

$c_{fille}$  = concentration en masse de la solution à préparer (en mol.L<sup>-1</sup>)

$c_{mère}$  = concentration en masse de la solution mère (en mol.L<sup>-1</sup>)

$V_{fille}$  = volume de la solution à préparer (en L)

- À partir de la **quantité de matière** dans la solution fille :

$$V_{mère} = \frac{n_{soluté}}{c_{mère}} = \frac{c_{m,fille} \times V_{fille}}{c_{m,mère}}$$

$c_{fille}$  = concentration en masse de la solution à préparer (en mol.L<sup>-1</sup>)

$c_{mère}$  = concentration en masse de la solution mère (en mol.L<sup>-1</sup>)

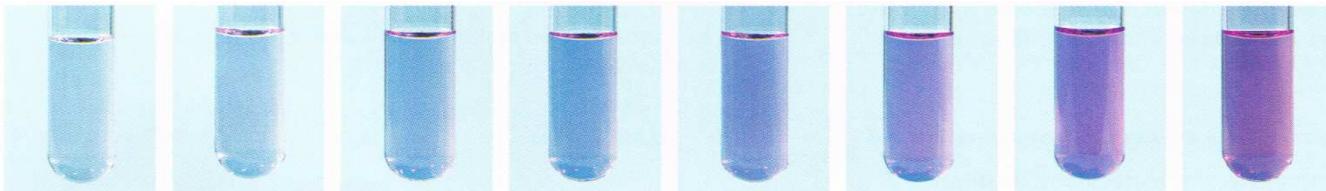
$V_{fille}$  = volume de la solution à préparer (en L)

<b>Professeur</b>	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
<b>Chapitre</b>	Les solutions (l'essentiel du cours + applications)
<b>Niveaux</b>	Seconde

## 6. Détermination d'une concentration à partir d'une échelle de teinte

### Principe :

Par dilution d'une solution mère, on peut fabriquer une **échelle de teintes** (ensemble de solutions contenant la même espèce chimique à des concentrations différentes) qui par simple **comparaison** permet d'évaluer la concentration inconnue d'une solution contenant la même espèce chimique colorée.

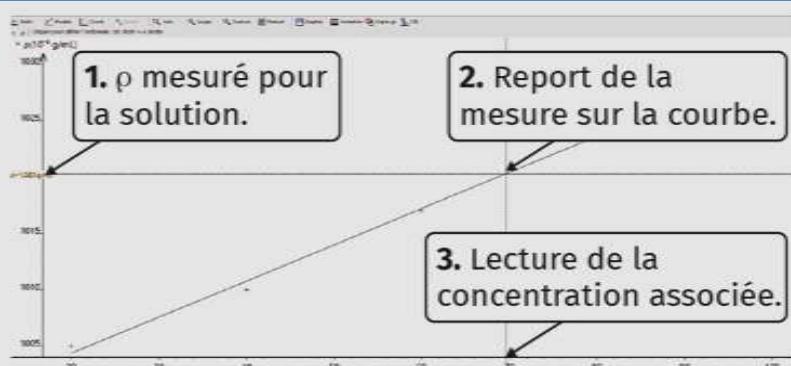


### A RETENIR :

Plus une solution colorée est concentrée, plus sa concentration en espèce colorante augmente et plus sa teinte s'obscurcit.

## 7. Détermination d'une concentration à partir d'une courbe d'étalonnage

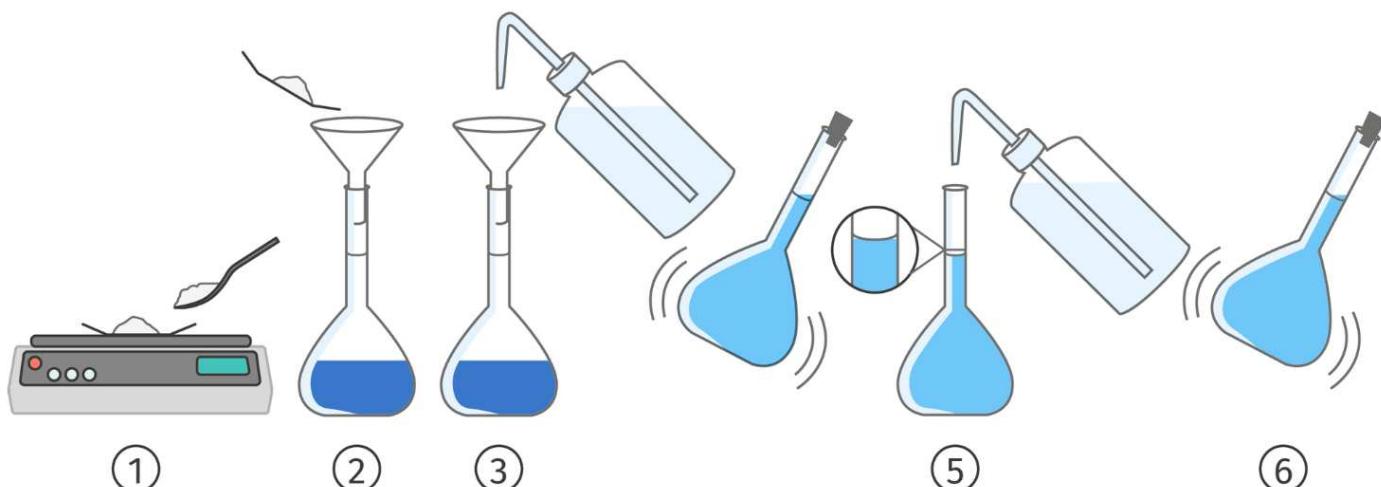
$\gamma$ (g/L)	$\rho$ (g/mL)
20,00	1,005
40,00	1,010
60,00	1,017
80,00	1,024
100,00	1,030



► Résultats de mesures pour l'étalonnage.

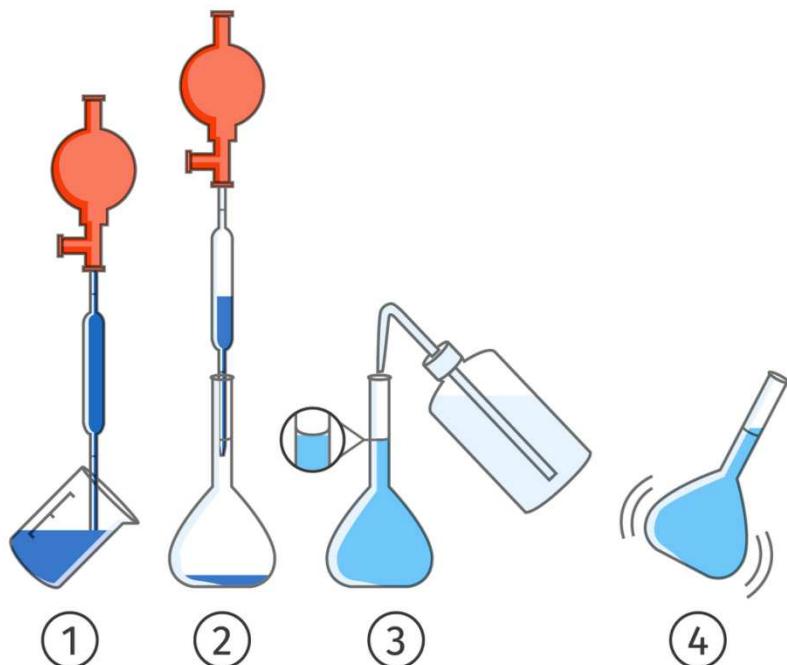
► Mesure de la concentration d'une solution de masse volumique  $\rho = 1,020 \text{ g/mL}$ .

### Etapes de préparation d'une solution par dissolution d'un composé solide :



Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Les solutions (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

### Etapes de préparation d'une solution par dilution d'une solution mère



Facteur de dilution :

$$f_d = \frac{C_{\text{mère}}}{C_{\text{fille}}} = \frac{V_{\text{fille}}}{V_{\text{mère}}}$$

### Application 1

L'éosine est une espèce chimique colorée possédant des propriétés antiseptique et desséchante. On désire préparer une solution aqueuse d'éosine avec une concentration massique de  $C_m = 2,0 \text{ g.L}^{-1}$

- Quel est le solvant de solution ?
- Donner la relation littérale liant la concentration massique, la masse de soluté et le volume de la solution. (1pt)
- Calculer est la masse d'éosine à prélever pour préparer 250,0 mL de solution ? (1pt)
- Décrire avec précision la préparation de cette solution. (1,5pts)

### Solution

- Le solvant est l'eau.
- La relation entre concentration massique, masse de soluté et volume de solution est :  $t_{\text{soluté}} = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$
- La masse d'éosine à prélever est  $m_{\text{éosine}} = t_{\text{éosine}} \times V_{\text{solution}}$  A.N :  $m_{\text{éosine}} = 2,0 \times 250,0 \cdot 10^{-3} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ g}$
- On pèse à l'aide d'une balance électronique 0,50 g d'éosine dans une coupelle. On l'introduit dans une fiole jaugée de 250 mL et on ajoute l'eau de rinçage de la coupelle. On ajoute de l'eau distillée aux  $\frac{3}{4}$ . On bouche et on agite pour dissoudre tout le solide. On complète d'eau distillée jusqu'au trait de jauge. On bouche + on agite pour homogénéiser.

<b>Professeur</b>	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
<b>Chapitre</b>	Les solutions (l'essentiel du cours + applications)
<b>Niveaux</b>	Seconde

## Application 2

On pèse 27,0 g de saccharose de formule  $C_{12}H_{22}O_{11}$  afin de préparer 100,0 mL d'une solution aqueuse de saccharose  $S_1$ .

- Exprimer puis calculer la concentration massique  $t_1$  de la solution  $S_1$ ? (1,5pts)
- Comment s'appelle l'opération réalisée pour préparer la solution  $S_1$ ? (0,5pt)

On prélève 5,0 mL de solution  $S_1$  que l'on introduit dans une fiole jaugée de 100,0 mL afin de préparer une solution aqueuse  $S_2$ .

- Comment s'appelle l'opération réalisée pour préparer la solution  $S_2$ ? (0,5pt)
- Exprimer puis calculer la concentration massique  $t_2$  de la solution  $S_2$ . (2pts)
- Décrire avec précision la préparation de cette solution. (1pt)
- Quelle masse de saccharose aurait-il fallu peser pour préparer directement 100,0mL de solution aqueuse de saccharose de concentration molaire  $t_2$ ? (1,5pts)

## Solution

1. La concentration massique  $t_1$  de la solution  $S_1$  est donnée par la relation :  $t_1 = \frac{m_1}{V_{solution}}$

$$\text{A.N. : } t_1 = \frac{27,0}{0,100} = 270 \text{ g.L}^{-1}$$

2. Il s'agit d'une dissolution, on dissout un soluté ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) dans un solvant (eau).

3. On prépare un volume  $V_2 = 100$  mL d'une solution  $S_2$  partir de  $V_1 = 5,0$  mL de  $S_1$ .

Lors d'une dilution la masse de soluté se conserve :  $t_1.V_1 = t_2.V_2$  soit  $t_2 = \frac{t_1.V_1}{V_2}$

$$\text{A.N. : } t_2 = \frac{270 \times 5,0}{100} = 13,5 \text{ g.L}^{-1}$$

4. Il s'agit d'une dilution.

5. La masse de saccharose à prélever est de  $m = t_2.V_2$       A.N. :  $m = 13,5 \times 0,100 = 1,35\text{g}$ .

## Application 3

Le méthacrylate de méthyle sert à fabriquer, par polymérisation, le Plexiglas. Il a pour formule brute  $C_5H_8O_2$ .

Question 1 : Quels sont les éléments présents dans cette molécule ?

Question 2 : Calculer la masse molaire moléculaire  $M$  du méthacrylate de méthyle.

Question 3 : Trouvez la quantité de matière contenue dans  $m = 10$  g de méthacrylate de méthyle.

<b>Professeur</b>	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
<b>Chapitre</b>	Les solutions (l'essentiel du cours + applications)
<b>Niveaux</b>	Seconde

## Solution

Question 1 : 5 atomes de carbone, 8 d'hydrogène et 2 d'oxygène sont présents dans cette molécule.

Question 2 :  $M(\text{méthacrylatedeméthyle}) = 5M(C) + 8M(H) + 2M(O) = \boxed{100\text{g.mol}^{-1}}$ .

Question 3 :  $\frac{n_{\text{méthacrylatedeméthyle}}}{m_{\text{méthacrylatedeméthyle}}} / M(\text{méthacrylatedeméthyle}) = 10/100 = 0,1\text{mol}$

## Application 4

Un ester à odeur de banane a pour formule brute  $C_xH_{2x}O_2$ . Le pourcentage massique en oxygène vaut 24,60 % .

Question 1 : Calculer la masse molaire de cet ester.

Question 2 : Déterminer la valeur de  $x$ , en déduire la formule brute de l'ester.

## Solution

Question 1 :  $M(\text{ester}) = xM(C) + 2xM(H) + 2M(O) = 12x + 2x + 32 = \boxed{14x + 32\text{mol.}}$

Question 2 : Le pourcentage massique en oxygène vaut 24,60 %. On a donc :

$0,2460 \times (14x + 32) = 32 \rightarrow 14x = 32 / 0,2460 - 32 \rightarrow \boxed{x = 7}$  La formule brute de l'ester est donc  $\boxed{C_7H_{14}O_2}$ .

## Application 5

Le lycée achète pour ses travaux pratiques un colorant bleu, le bleu patenté E131.

La concentration  $C_0 = 5,0 \text{ mol.L}^{-1}$  de la solution achetée est bien trop forte pour les expériences à réaliser.

On réalise alors au laboratoire une dilution pour obtenir un volume  $v = 100 \text{ mL}$  d'une solution de bleu patenté de concentration  $C = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ .

- Quel volume de solution mère faut-il prélever pour préparer la solution nécessaire aux TP ?
- Définir le facteur de dilution et le calculer.

## Solution

<b>Professeur</b>	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
<b>Chapitre</b>	Les solutions (l'essentiel du cours + applications)
<b>Niveaux</b>	Seconde

1) Au cours d'une dilution :  $F = C_m / C_f = V_f / V_m$

On a donc :  $V_m = C_f \cdot V_f / C_m$

Application numérique :  $V_0 = 0,10 \times 0,100 / 5,0 = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ L}$

Il faut donc prélever 2,0 mL de solution mère.

2 ) Le facteur de dilution F est le rapport entre la concentration de la solution mère et celle de la solution fille.  $F = C_0 / C$

Application numérique :  $F = 500 / 2,0 = 2,5 \cdot 10^2$

## Application 6

Les solutions de soude sont très couramment utilisées au laboratoire de chimie. La soude NaOH se présente sous forme de pastilles blanches. On veut préparer, pour une séance de TP,  $V = 500 \text{ mL}$  d'une solution de concentration molaire  $C = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ .

1. Calculer la masse de soude solide nécessaire à la préparation de cette solution.

Pour son expérience, un élève doit utiliser  $v = 10 \text{ mL}$  d'une solution de concentration  $c = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

2. Calculer le facteur de dilution entre ces deux solutions.
3. L'élève commence par diluer la solution initiale d'un facteur 20. La plus petite pipette dont il dispose a une capacité de 5 mL. Quel volume de solution va-t-il préparer ?
4. Quelle est la concentration de la solution intermédiaire ainsi préparée ?
5. Quel doit être le facteur de la seconde dilution ?

Données :  $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g.mol}^{-1}$

## Solution

1.  $m(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH}) \times M(\text{NaOH}) = C(\text{NaOH}) \times V \times M(\text{NaOH})$   
 $m = 1,0 \times 0,5 \times 40 = 20 \text{ g}$
2. Facteur de dilution  $F = C_f / C_m = 1,0 / 1,0 \cdot 10^{-2} = 100$
3. S'il prélève un volume de solution mère de 5 mL, il va préparer  $V' = 5 \times 20 = 100 \text{ mL}$
4. La solution ainsi préparée est 20 fois moins concentrée soit  $C' = C / 20 = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
5. Le facteur de la seconde dilution doit être de 5 car  $20(1^{\text{e}} \text{ dilution}) \times 5 (2^{\text{e}} \text{ dilution}) = 100$  ainsi  $c = C'/5 = 5,0 \cdot 10^{-2} / 5 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$