

## Chapitre 2 : Solutions aqueuses

### I. Définitions :

- Lorsqu'une espèce est très majoritaire devant les autres dans un mélange liquide homogène, le mélange s'appelle une solution.  
L'espèce majoritaire est le solvant et les espèces minoritaires les solutés.
- Soluté : espèce solide, liquide ou gazeuse qui est dissoute  
Solvant : liquide qui dissout  
Solution : Liquide homogène obtenu par dissolution du soluté dans le solvant  
Si le solvant est de l'eau, on parle de solution aqueuse
- Q1 : Identifier dans les solutions suivantes le solvant, le soluté.

## II. Concentration en masse d'un soluté :

### 1. Définition :

La concentration massique est la masse de soluté dissoute dans 1L de solution.

Formule et unités :

« Déclinaison » de la formule :

- Q2 : Chez le nouveau-né ou le nourrisson âgé de 3 mois ou moins, l'administration de sirop de sucre (saccharose) déposé sur la langue diminue ou fait disparaître la douleur induite par un geste invasif mineur. Cet effet analgésique apparaît dans les 60 à 120 secondes suivant l'administration de la solution sucrée et dure environ 5 à 7 minutes.

L'infirmière prépare la solution aqueuse sucrée en dissolvant  $m_{\text{sac}}=15,0\text{g}$  de saccharose dans  $V_{\text{sol}}=50,0\text{mL}$  d'eau. La solution obtenue est appelée « solution S ».

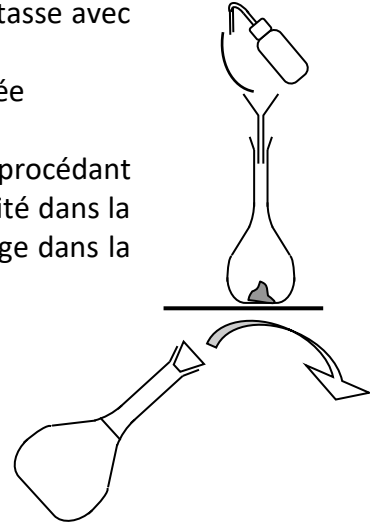
- a. Quelle est la concentration massique  $t$  de la solution en gramme par litre ?
- b. Quelle masse de saccharose ingère un nouveau-né à qui on administre 2,0mL de solution S ?

## 2. Concentration en masse maximale :

- Une solution dont la concentration en masse de soluté est maximale ne peut pas dissoudre plus de ce soluté
  
- Q3 : La solubilité de l'aspirine est de  $4,5 \text{ g.L}^{-1}$  dans l'eau et  $200 \text{ g.L}^{-1}$  dans l'éthanol à  $25^\circ\text{C}$ .
  - a. Que signifient ces indications ?
  - b. Calculer la masse maximale d'aspirine qu'on peut dissoudre dans 80mL d'eau et 80mL d'éthanol.

### 3. Préparation d'une solution par dissolution :

- Q4 : Quelle masse de glucose faut-il prélever pour préparer une solution aqueuse de glucose de volume  $V = 50,0 \text{ mL}$  et de concentration  $t = 90\text{g.L}^{-1}$  ?
- Matériel nécessaire : fiole jaugée, entonnoir, balance
- Protocole de préparation de la solution :
  - Mettre les lunettes de protection et éviter de toucher la potasse avec les doigts
  - Conditionner la fiole jaugée en la rinçant avec de l'eau distillée
  - Prélever la masse de soluté à l'aide de la balance
  - Transvaser le soluté dans la fiole jaugée sans perte en procédant comme suit : à l'aide d'un entonnoir, introduire cette quantité dans la fiole jaugée ; rincer la coupelle et faire couler l'eau de rinçage dans la fiole.
  - Ajouter de l'eau jusqu'au début du col de la fiole, 1cm en dessous du trait de jauge. Boucher et agiter comme l'indique le schéma en tenant le bouchon, jusqu'à dissolution complète du soluté.
  - Compléter en ajoutant de l'eau distillée, en veillant à ce que **le bas du ménisque** formé par la surface de l'eau arrive au niveau du trait de jauge.

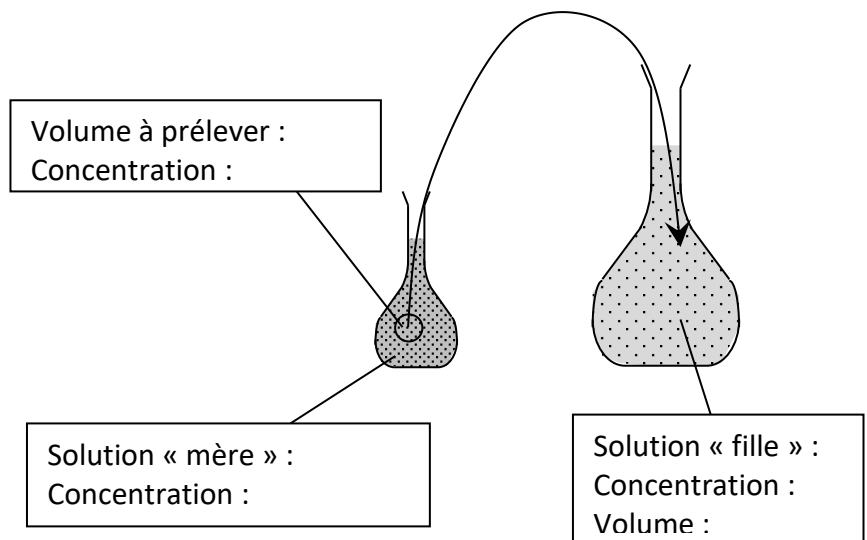


#### 4. Préparation d'une solution par dilution :

- Lorsque la masse de soluté à prélever est trop faible, on préfère préparer la solution par dilution d'une solution existante plus concentrée appelée « solution mère ». La solution préparée par dilution est appelée « solution fille »

- Pour préparer un volume  $V_{\text{fille}}$  de solution fille à la concentration  $t_{\text{fille}}$ , il faudra :

- Prélever à l'aide d'une pipette jaugée un volume  $v_p$  de solution mère (de concentration connue  $t_{\text{mère}}$ )
- Introduire le volume prélevé dans une fiole jaugée correspondant au volume  $V_{\text{fille}}$
- Compléter avec de l'eau jusqu'au trait de jauge



- Pour calculer le volume  $v_p$  à prélever, on utilise la propriété suivante : la masse de soluté prélevé dans la solution mère se retrouve entièrement dans la solution fille. Ceci peut s'écrire :

- Q5 : On désire préparer 100mL de solution  $S_1$  de saccharose de concentration  $15,0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  à partir d'une solution  $S_0$  de concentration  $90\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ .  
Calculer le volume de solution  $S_0$  qu'il faut prélever.

□ Le facteur de dilution représente le nombre de fois qu'on a dilué la solution. Il peut s'obtenir de 2

□ Q5 : En pharmacie, on trouve diverses solutions concentrées qu'il faut utiliser par dilution. Les solutions pour bain de bouche, par exemple, doivent être diluées avant d'être utilisées.

La notice indique :

- Concentration en CHLOROBUTANOL 5,00 g.L<sup>-1</sup>
- Verser 10 mL dans le gobelet doseur et compléter avec de l'eau tiède jusqu'au trait supérieur correspondant à 40 mL.
- a. Combien de fois a-t-on dilué la solution pharmaceutique appelée solution « mère » ?
- b. Quelle est la concentration en chlorobutanol de la solution obtenue appelée solution « fille » ?

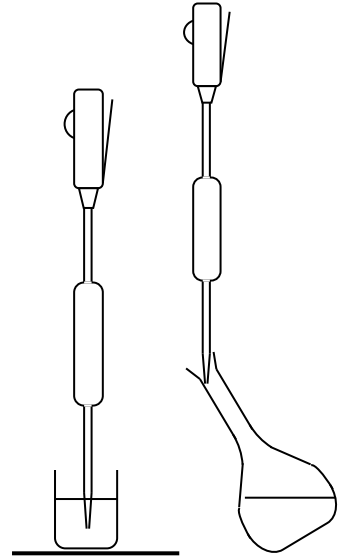
- Q6 : Remplir le tableau suivant pour les différentes dilutions suivantes, sachant que :
- Le cas 1 correspond à la dilution de la solution d'Eludril étudiée précédemment
  - Le cas 2 correspond à la dilution d'un sirop dont la concentration en saccharose est de 80g.L<sup>-1</sup> ; on veut préparer 25cL de solution 10 fois moins concentrée.
  - Le cas 3 correspond à la dilution de la solution S de la question Q2 à partir de laquelle on veut préparer 100mL de solution de concentration 30,0 g.L<sup>-1</sup>

		Cas 1	Cas 2	Cas 3
Soluté	X	Chlorobutanol	Sucre	Sucre
Concentration solution mère	t <sub>mère</sub> (g.L <sup>-1</sup> )	5,00	80	300
Volume prélevé de solution mère	v <sub>p</sub> (L)	10		
Volume solution fille	V <sub>fille</sub> (L)	40	25	100
Concentration solution fille	t <sub>fille</sub> (g.L <sup>-1</sup> )			30
Facteur de dilution	F		10	

- Matériel nécessaire à la dilution : fiole jaugée, pipette jaugée



- Protocole de dilution :
  - Conditionner un petit bécher avec la solution  $S_0$  à prélever
  - Verser environ 3 fois plus solution  $S_0$  à prélever dans le bécher préalablement conditionné (Ne jamais prélever directement dans le flacon contenant la solution à diluer pour éviter des risques de « pollution »)
  - Conditionner la pipette en la rinçant avec la solution  $S_0$  à prélever, en prélevant un volume supérieur à  $v$  de solution. Jeter la solution qui a servi à rincer.
  - Prélever le volume  $v$  calculé à l'aide de la pipette appropriée, en actionnant la molette pour faire monter le liquide jusqu'au trait de jauge, et en appuyant sur le bouton pour laisser couler la solution prélevée, **directement dans la fiole jaugée.**
  - Compléter avec de l'eau jusqu'au trait de jauge



III.

#### IV. Dosage d'une solution :

- Un dosage est une technique qui permet de déterminer la concentration molaire d'une espèce chimique dissoute dans une solution.
- Le dosage par étalonnage repose sur l'utilisation de solutions (appelées solutions étalons) qui contiennent l'espèce chimique à doser en différentes concentrations connues.

On mesure pour chacune de ces solutions étalons une grandeur physique dont la valeur change en fonction de la concentration de l'espèce chimique à doser (exemples de grandeur physique : masse volumique, la couleur, ....)

On détermine alors la concentration de la solution inconnue par comparaison de la grandeur physique mesurée pour la solution inconnue aux valeurs obtenues pour la gamme de solutions étalons.

## Exercices : préparation de solution – concentration massique

1. On dissout 10g de sel dans de l'eau. Le volume de la solution obtenue est de 50mL. Déterminer la concentration massique en sel de la solution obtenue. (2min)
2. Quelle masse de sucre faut-il dissoudre pour fabriquer 150mL de solution d'eau sucrée à la concentration de  $80\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  ? (2min)
3. On prépare 250,0mL de solution aqueuse de sucre par dissolution de 40,0g de sucre, puis on détermine la masse de l'eau sucrée ainsi obtenue. On trouve 265g.  
Calculer la concentration massique de la solution et sa masse volumique. (4min)
4. Sirop de menthe :  
Déterminer la concentration en glucide (sucre) d'un sirop de menthe en utilisant les informations de l'étiquette ci-contre. (2 min)
5. On verse dans un verre 30mL de sirop et on ajoute l'eau qui permet d'obtenir un volume total de 240mL.  
Combien de fois le sirop a-t-il été dilué ?  
Quelle est la concentration en glucide dans la solution obtenue ? (3min)
6. On désire préparer 1,5L de solution de même concentration que celle calculée dans la question précédente.  
Quel volume de sirop faut-il diluer ? (3min)
5. On dispose d'une solution de potasse de concentration massique  $t_0 = 40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ . On désire préparer 100,0 mL de solution de potasse de concentration  $t_f = 2,0\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ . Quel volume de solution mère faut-il prélever pour préparer la solution désirée ?
6. On prépare 200,0mL de vinaigre par dissolution de 15,0mL d'acide acétique dans l'eau. La masse volumique de l'acide acétique est de  $1,05\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ .
  - a. Quel est le soluté ? Quel est le solvant ? Donner un autre nom pour le vinaigre. (1min)
  - b. Quelle masse d'acide a-t-on dissout ? (2 min)
  - c. Quelle est la concentration massique de la solution ? (2min)
  - d. Quel volume de ce vinaigre faut-il prélever pour préparer 200 mL de solution 50 fois diluée.
7. Un vin à 12° est un vin qui contient 12mL d'éthanol (alcool) dans 100mL de vin.  
La masse volumique de l'éthanol est  $\rho_{\text{eth}} = 800\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ .  
Calculer la concentration massique en éthanol du vin. (6min)

INFORMATIONS NUTRITIONNELLES		
valeurs nutritionnelles moyennes pour / povprečne hranilne vrednosti na:	100 ml	1 volume / 1 porcija (= 25 ml)
valeur énergétique / energijska vrednost	1190 kJ (280 kcal)	298 kJ (70 kcal)
protéines / beljakovine	Traces / Sledovi	Traces / Sledovi
glucides / ogljikovi hidrati dont sucres / od tega sladkorji	70 g 70 g	17,5 g 17,5 g
lipides / maščobe dont acides gras saturés / od tega nasičene maščobne kisline	Traces / Sledovi Traces / Sledovi	Traces / Sledovi Traces / Sledovi
fibres alimentaires / prehranska vlaknina	Traces / Sledovi	Traces / Sledovi
sodium / natrij	0,03 g	0,008 g

Cet emballage contient 30 volumes de 25 ml.  
Pakiranje vsebuje 30 porcij 25 ml.

## Exercices : préparation de solution – concentration massique

1. On dissout 10g de sel dans de l'eau. Le volume de la solution obtenue est de 50mL. Déterminer la concentration massique en sel de la solution obtenue. (2min)
2. Quelle masse de sucre faut-il dissoudre pour fabriquer 150mL de solution d'eau sucrée à la concentration de  $80\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  ? (2min)
3. On prépare 250,0mL de solution aqueuse de sucre par dissolution de 40,0g de sucre, puis on détermine la masse de l'eau sucrée ainsi obtenue. On trouve 265g.  
Calculer la concentration massique de la solution et sa masse volumique. (4min)
4. Sirop de menthe :  
Déterminer la concentration en glucide (sucre) d'un sirop de menthe en utilisant les informations de l'étiquette ci-contre. (2 min)
5. On verse dans un verre 30mL de sirop et on ajoute l'eau qui permet d'obtenir un volume total de 240mL.  
Combien de fois le sirop a-t-il été dilué ?  
Quelle est la concentration en glucide dans la solution obtenue ? (3min)
6. On désire préparer 1,5L de solution de même concentration que celle calculée dans la question précédente.  
Quel volume de sirop faut-il diluer ? (3min)
7. On dispose d'une solution de potasse de concentration massique  $t_0 = 40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ . On désire préparer 100,0 mL de solution de potasse de concentration  $t_f = 2,0\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ . Quel volume de solution mère faut-il prélever pour préparer la solution désirée ?
8. On prépare 200,0mL de vinaigre par dissolution de 15,0mL d'acide acétique dans l'eau. La masse volumique de l'acide acétique est de  $1,05\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ .
  - a. Quel est le soluté ? Quel est le solvant ? Donner un autre nom pour le vinaigre. (1min)
  - b. Quelle masse d'acide a-t-on dissout ? (2 min)
  - c. Quelle est la concentration massique de la solution ? (2min)
  - d. Quel volume de ce vinaigre faut-il prélever pour préparer 200 mL de solution 50 fois diluée.
  - e. Un vin à 12° est un vin qui contient 12mL d'éthanol (alcool) dans 100mL de vin.  
La masse volumique de l'éthanol est  $\rho_{\text{eth}} = 800\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ .  
Calculer la concentration massique en éthanol du vin. (6min)

INFORMATIONS NUTRITIONNELLES		
valeurs nutritionnelles moyennes pour / povprečne hranilne vrednosti na:	100 ml	1 volume / 1 porcija (= 25 ml)
valeur énergétique / energijska vrednost	1190 kJ (280 kcal)	298 kJ (70 kcal)
protéines / beljakovine	Traces / Sledovi	Traces / Sledovi
glucides / ogljikovi hidrati dont sucres / od tega sladkorji	70 g 70 g	17,5 g 17,5 g
lipides / maščobe dont acides gras saturés / od tega nasičene maščobne kisline	Traces / Sledovi Traces / Sledovi	Traces / Sledovi Traces / Sledovi
fibres alimentaires / prehranska vlaknina	Traces / Sledovi	Traces / Sledovi
sodium / natrij	0,03 g	0,008 g

Cet emballage contient 30 volumes de 25 ml.  
Pakiranje vsebuje 30 porcij 25 ml.

## Exercices concentration massique

9. Quelle masse de glucose ( $C_6H_{12}O_6$ ) faut-il prélever pour préparer une solution aqueuse de glucose de concentration  $t = 90g.L^{-1}$
10. Calculer la concentration massique en soluté des solutions suivantes :

	Soluté	Volume de solution
Solution 1	15g de chlorure de sodium	250 mL
Solution 2	0,40kg de sulfate de cuivre	5 L
Solution 3	50mL d'acide sulfurique	500 mL

11. L'éosine est un solide rouge très soluble dans l'eau. Il est utilisé comme désinfectant des plaies bénignes. Pour préparer une solution d'éosine, on dissout une masse  $m=2,00g$  d'éosine. La masse totale de la solution obtenue est de 500g.
- Calculer le pourcentage massique en éosine de la solution obtenue.
  - Calculer la concentration massique de la solution obtenue.
12. Quelle masse de permanganate de potassium ( $KMnO_4$ ) faut-il utiliser pour fabriquer  $V = 50mL$  de concentration  $t = 10g.L^{-1}$ .  
Pourrait-on préparer de la même façon une solution de même nature de concentration  $t' = 0,10g.L^{-1}$  ? Expliquer pourquoi.
13. L'acétylcystéine est le principe actif de médicaments utilisés comme fluidifiants des sécrétions bronchiques. Ces dernières sont alors évacuées plus facilement. Les sachets de médicaments contiennent 100mg d'acétylcystéine.  
Pour prendre ce médicament, on dissout en totalité deux sachets dans un verre d'eau : on obtient une solution de volume  $V=75mL$ .
- Calculer la concentration massique de la solution obtenue.
  - Le goût étant trop amer, on ajoute 50mL d'eau et on y dissout un morceau de sucre de masse 6g. Déterminer la nouvelle concentration massique en acétylcystéine de la solution diluée. Quelle est la concentration massique en sucre de la solution ?
  - Finalement, il ne boit que 100mL de la solution contenue dans son verre. Quelle masse d'acétylcystéine ingurgite-t-il ?
14. Sur un flacon de solution concentrée S de peroxyde d'hydrogène utilisé comme désinfectant, on peut lire : « contient 33,0% de peroxyde d'hydrogène en masse ; densité  $d=1,11$  ».
- Calculer la masse d'un volume  $V=500mL$  de la solution.
  - Quelle masse de peroxyde d'hydrogène le volume considéré renferme-t-il ?
  - En déduire la concentration massique  $t$  en peroxyde d'hydrogène de la solution.
  - A partir de cette solution, on désire préparer par dilution de la solution S un volume  $V_1 = 100mL$  de solution  $S_1$  de peroxyde d'hydrogène de concentration massique  $t_1=73,3g.L^{-1}$ . Quel est le facteur de dilution ? Quel volume  $v_p$  de solution S faut-il prélever ?
15. L'alcool modifié utilisé pour désinfecter les plaies bénignes est une solution alcoolique qui contient : de l'alcool en pourcentage volumique 70%, de l'eau, du camphre.  
Il est conditionné sous forme de flacons de 150mL
- Quel volume d'éthanol un flacon contient-il ?
  - Quelle masse d'éthanol contient le flacon
  - Calculer la concentration massique en éthanol de la solution.

16. Masse de glucose :

$$m_{glu} = C_m \cdot V_{sol} \quad \text{A.N.} \quad m_{hex} = 90 \times 50 \times 10^{-3} = 4,5g$$

17. Formule littérale :  $t = \frac{m_{soluté}}{V_{solution}}$

	$m_{soluté}$	$V_{solution}$	$t$
Solution n°1	15g	0,250L	60g.L <sup>-1</sup>
Solution n°2	400g	5L	80g.L <sup>-1</sup>

Pour la solution n°3 :

Il s'agit de déterminer  $m_{soluté}$ . Le soluté étant liquide, on doit utiliser la masse volumique pour trouver sa masse :

$$m_{acide} = \rho_{acide} \cdot V_{acide} \quad \text{A.N.} \quad m_{eau} = 1,83 \times 50 = 91,5g$$

et donc  $t = \frac{m_{soluté}}{V_{solution}} \quad \text{A.N.} \quad m = \frac{91,5}{0,500} = 183g$

18. Pourcentage massique en éosine :

$$\% = \frac{m_{éos}}{m_{solution}} \times 100 \quad \text{A.N.} \quad \% = \frac{2,00}{502} \times 100 = 0,398\%$$

Remarque : la masse de solution est la somme des masses de solvant et de soluté.

d. La masse volumique de l'eau est  $\rho_{eau} = 1000g.L^{-1}$  (à 0°C)

Le volume d'eau est donc :  $V_{eau} = \frac{m_{eau}}{\rho_{eau}} \quad \text{A.N.} \quad V_{eau} = \frac{500}{1000} = 0,500L$  soit 500mL

e. Concentration massique de la solution obtenue :

$$t = \frac{m_{éos}}{V_{sol}} \quad \text{A.N.} \quad t = \frac{0,100}{0,075} = 1,33g.L^{-1} \quad t = \frac{2,00}{0,500} = 4,00g.L^{-1}$$

19. Prélever une masse  $m = C_m \cdot V$  soit  $m = 10 \times 50 \times 10^{-3} = 0,50g$  de permanganate de potassium à l'aide d'une balance

La nouvelle solution étant 100 fois moins concentrée ( $F = \frac{C_m}{C'_m} = \frac{10}{0,1} = 100$ ), il faudrait prélever 100

fois moins de soluté, soit  $m' = 5mg$ .

Les balances utilisées au laboratoire sont précises au centième de gramme et non au millième de gramme. Il est donc impossible de prélever cette quantité avec la précision nécessaire.

Il vaut mieux procéder à une dilution de la solution déjà préparée.

20. Concentration massique de la solution obtenue :

$$t = \frac{m_{acét}}{V_{sol}} \quad \text{A.N.} \quad t = \frac{2 \times 0,100}{0,075} = 2,67g.L^{-1}$$

a.  $t_{acét} = \frac{m'_{acét}}{V'_{sol}} \quad \text{A.N.} \quad t_{acét} = \frac{2 \times 0,100}{0,125} = 1,60g.L^{-1}$

b.  $t_{sucre} = \frac{m_{sucre}}{V} \quad \text{A.N.} \quad t_{sucre} = \frac{6}{0,125} = 48g.L^{-1}$

c.  $m_{acét} = t_{sol} \cdot v_{sol}$       A.N.  $m_{acét} = 1,60 \times 0,100 = 0,160g$   
soit 160mg.

21. Solution de peroxyde d'hydrogène.

a.  $m_{sol} = \rho_{sol} \cdot V_{sol}$

Avec  $\rho_{sol} = d \cdot \rho_{sol} = 1110 g.L^{-1}$

A.N.  $m_{sol} = 1110 \times 0,500 = 555g$

b.  $m_{perox} = \frac{33,0}{100} m_{sol}$       A.N.  $m_{perox} = \frac{33,0}{100} \times 555 = 183,15g$

c.  $t = \frac{m_{perox}}{V_{sol}}$       A.N.  $t = \frac{183,15}{0,500} = 366,3g.L^{-1}$

d. Dilution :

$F = \frac{t}{t_1}$       A.N.  $F = \frac{366,3}{73,3} = 5$

$v_s = \frac{V}{t_1}$       A.N.  $v_s = \frac{100}{5} = 20mL$

On prélève les 20 mL avec une pipette jaugée

On introduit le prélèvement dans une fiole jaugée de 100mL

On complète au trait de jauge avec de l'eau, en ayant pris garde de bien homogénéiser préalablement.

22. Par définition du pourcentage volumique :

$V_{éth} = \frac{70}{100} V_{sol}$       A.N.  $V_{éth} = \frac{70}{100} \times 150 = 105mL$

Masse d'éthanol correspondante :

$m_{éthl} = \rho_{éth} \cdot V_{éth}$       A.N.  $m_{éthl} = 0,79 \times 105 = 83,0g$

Concentration massique en éthanol de la solution :

$t_{éth} = \frac{m_{éth}}{V_{sol}}$       A.N.  $t_{éth} = \frac{83,0}{0,150} = 553g.L^{-1}$