

### TP3 : Mélanges eau -alcool

Afin de limiter la transmission de la covid-19 , l'OMS a préconisé d'utiliser largement des gels ou solutions hydroalcooliques et indique que leur composition doit être la suivante

	10 L	1 L	1 L
Alcool (éthanol à 96 %)*	8,333 L	0,833 L	655 g
Eau oxygénée (peroxyde d'hydrogène à 3 %)	0,417 L	0,042 L	42,1 g
Glycérine (glycérol** à 98 %)	0,145 L	0,014 L	18,3 g
Eau (distillée, ou bouillie et refroidie)	q.s.p.	q.s.p.	q.s.p.



\* On peut y substituer de l'*isopropanol* à 99,8 % (7,515 L pour une solution de 10 L)

\*\* propane-1,2,3-triol

*Il s'agit donc principalement de mélanges eau-alcool ; on se propose dans ce TP d'étudier quelques propriétés de ces mélanges .*

#### Première partie : Non idéalité du mélange eau-éthanol

Les produits mis à disposition pour cette partie sont de l'eau distillée et de l'éthanol absolu dont les caractéristiques sont les suivantes :

<b>C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH absolu</b>	<b>M</b> = 46.07 gmol <sup>-1</sup> bp :78 °C (1013 hPa) densité : 0.80 (20 °C) pureté > 99,5 %	 
N° CAS : <a href="#">64-17-5</a>		

**Expérience préliminaire** : A l'aide de deux éprouvettes graduées prélever  $V_e = 10$  mL d'eau et  $V_a = 10$  mL d'éthanol . Transvaser ensuite la totalité des deux liquides dans une éprouvette graduée de 50 mL ....Observer .

**Q1.** On souhaite déterminer la masse volumique d'un mélange eau -éthanol de composition connue . Proposer un protocole expérimental .

**Expérience 1 :** Apres validation du protocole , déterminer la masse volumique des différents mélanges eau -éthanol indiqués dans le tableau suivant . Déterminer également la masse volumique de l'eau et de l'éthanol purs dans les conditions de la salle .

Les mélanges seront réalisés dans un bécher de 100mL ; les volumes d'eau ( $V_e$ ) , de méthanol ( $V_{met}$ ) et d'éthanol ( $V_{eth}$ ) sont prélevés à l'aide d'une burette graduée.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ve(mL)		26	24	22	20	18	15	12	10	8	6	4	2	1	0
Va ( mL)	0	2	4	6	8	10	13	16	18	20	22	24	26	27	

Déterminer également la masse volumique de l'eau pure ( 1) et de l'éthanol pur ( 15) dans les conditions de la salle

☞ Se répartir les mesures entre binômes et mettre en commun les résultats .

**Q2.** Etablir l'expression du volume molaire d'un mélange eau-éthanol de fraction molaire en éthanol  $x$ .

**Q3.** Pour chacun des mélanges utilisés à l'expérience de la question Q1, déterminer les valeurs de la fraction molaire en alcool et du volume molaire  $V_m$ ; tracer la courbe  $V_m(x)$  (Regressi)

#### Q4. Interprétation

a) Prévoir l'allure de la courbe représentant les variations du volume molaire en fonction de la fraction molaire  $x$  en supposant que le mélange eau-éthanol est idéal.

b) Pour un mélange quelconque, le volume étant une grandeur extensive, il vérifie la relation d'Euler qui s'écrit :  $V = n_e \bar{V}_e + n_a \bar{V}_a$   $n_i$  : nombre de moles de l'espèce  $i$

Avec  $\bar{V}_e$  : volume molaire partiel de l'eau dans le mélange,  $\bar{V}_a$  : volume molaire partiel de l'éthanol dans

le mélange définis par les relations :  $\bar{V}_e = \left( \frac{\partial V}{\partial n_e} \right)_{T,P,n_a}$   $\bar{V}_a = \left( \frac{\partial V}{\partial n_a} \right)_{T,P,n_e}$

On fera ici l'hypothèse que  $T$  et  $P$  gardent des valeurs constantes tout le long de la séance.

Etablir que  $x_e d\bar{V}_e + x_a d\bar{V}_a = 0$  ou  $(1-x)d\bar{V}_e + x d\bar{V}_a = 0$

En déduire l'équation de la tangente en point de coordonnées  $(x_M, V_{mM})$  sur la courbe représentant  $V_m$  en fonction de  $x$  sous la forme  $Y - V_{mM} = \left( \frac{dV_m}{dx_a} \right) (X - x_M)$ .

Donner les expressions du coefficient directeur et de l'ordonnée à l'origine de cette tangente. En déduire une méthode permettant de déterminer  $\bar{V}_e$  et  $\bar{V}_a$ .

**Q5.** Exploiter la courbe d'origine expérimentale de la question Q3 pour déterminer les volumes molaires partiels du mélange décrit dans l'expérience préliminaire puis la valeur du volume total  $V$  et comparer à la valeur obtenue expérimentalement. Conclure.

### Deuxième partie : distillation d'un mélange eau-propanol

<b>Propan-1-ol</b>	<b>M</b> = 60,1 gmol <sup>-1</sup> bp : 97 °C (1013 hPa) densité : 0.805 (20 °C) pureté > 99,0 %	
<b>N° CAS</b> : 67-63-0		

**Q5.** Faire un schéma annoté du montage d'une distillation fractionnée et le réaliser.

#### Expérience 2 :

Chaque binôme ne réalisera qu'une seule expérience de distillation : distillation du mélange 1 pour un binôme et distillation du mélange 2 pour le binôme voisin partageant la même paillasse.

Chaque binôme complètera le tableau suivant :

	V <sub>eau</sub> ( mL )	V <sub>alcool</sub> ( mL )	X <sub>alcool</sub>	T <sub>distillat</sub>	n <sub>distillat</sub>	m <sub>distillat</sub> ( g )	n <sub>résidu</sub> *
Mélange 1	10	90					
Mélange 2	80	20					

\*Attendre que ce résidu soit refroidi

► Au niveau du distillat ne garder que la fraction correspondant au premier palier de température

► Observer l'évolution de la température  $t$  le long de la colonne et en tête de colonne au cours du temps. Noter les températures caractéristiques.

### Détermination de la composition du distillat et du résidu

**Q6.** Cette détermination se fait à l'aide d'une courbe d'étalonnage : rappeler le principe de cette méthode . La grandeur physique caractéristique retenue ici est l'**indice de réfraction  $n_D$**  et est mesurée à l'aide d'un **réfractomètre d'Abbe** ( voir fiche correspondante dans le cahier de TP) .

La composition d'un mélange sera indiquée à l'aide de la fraction molaire en alcool ,  $x_{ol}$ .

### Expérience 3 : elle doit être réalisée en parallèle de l'expérience 2

Pour chacun des mélanges eau- propanol indiqués dans la tableau ci-dessous , déterminer la fraction molaire en alcool ( $x_a$ ) et mesurer son indice de réfraction :

► **Chaque binome ne mesurera qu'un indice de réfraction , les résultats seront mis en commun afin de tracer la courbe d'étalonnage .**

Veau (mL)	5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0
Vpropan-1-ol (mL)	0	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5
$x_a$									
$n_D$									

**Q7.** Tracer sur papier millimétré la courbe d'étalonnage et en déduire la nature du distillat et du résidu pour chacune des 2 distillations réalisées .

### **Q8. Interprétation**

Le diagramme isobare ( $P = 1013 \text{ hPa}$ ) liquide-vapeur du mélange eau-propan-1-ol présente un homoazéotrope A de coordonnées  $x_A = 0,432$  et  $T_A = 87,8^\circ\text{C}$  . Tracer son allure .

Matérialiser la progression de la vapeur le long de la colonne à distiller et prévoir la nature du distillat ; comparer aux résultats expérimentaux. Mêmes questions pour le résidu .

**Q9.** Retrouver par le calcul la masse théorique de distillat .

**Q10.** A partir des résultats expérimentaux , évaluer  $\frac{n(\text{propanol, distillat})}{n(\text{propanol, initial})}$  et  $\frac{n(\text{propanol pur})}{n(\text{propanol, initial})}$  .

Conclure sur l'efficacité de la distillation dans ce cas .