

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 :

C₂H₅OH absolu	M = 46.07 gmol ⁻¹ bp :78 °C (1013 hPa) densité : 0.80 (20 °C) pureté > 99,5 %	 
N° CAS : 64-17-5		

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 .

Q1. Noter la valeur du volume total V du mélange ; commenter .

Q2. On souhaite déterminer la masse volumique d'un mélange eau -éthanol de composition connue . Proposer un protocole expérimental .

Q3. Etablir l'expression du volume molaire d'un mélange eau-éthanol de fraction molaire en éthanol x_a .

Expérience 1 :

Après validation du protocole (question Q2) , 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) , 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)	28	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	28

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

Q4. Pour chacun des mélanges déterminer les valeurs de la fraction molaire en alcool et du volume molaire V_m ; tracer la courbe $V_m(x)$.

Q5. 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 .

Q6. 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 .

Q7. Exploiter la courbe de la question Q4 pour déterminer les volumes molaires partiels du mélange décrit dans l'expérience préliminaire puis sa valeur du volume total V et comparer à la valeur obtenue expérimentalement . Conclure .

Deuxième partie : distillation d'un mélange eau-propanol

Propan-1-ol	M = 60,1 g mol^{-1} bp : 97 °C (1013 hPa) densité : 0.805 (20 °C) pureté > 99,0 %	 
N° CAS : 67-63-0		

Q8. 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_{eau} (mL)	V_{alcool} (mL)	X_{alcool}	$T_{\text{distillat}}$	$n_{\text{distillat}}$	$m_{\text{distillat}}$ (g)	$n_{\text{résidu}}^*$
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

Q9. 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_a .

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									

Q10. Tracer la courbe d'étalonnage et en déduire la nature du distillat et du résidu pour chacune des 2 distillations réalisées .

Q11. 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 .

Q12. Retrouver par le calcul la masse théorique de distillat .

Q13. 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 .