

1. Les deux phases de la lotion capillaire

1.1. L'alcool dénaturé est essentiellement constitué d'éthanol de formule semi-développée $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$

Comme $\chi(\text{O}) > \chi(\text{H})$, l'atome d'oxygène attire davantage les électrons de la liaison O–H, il est porteur d'une charge partielle négative δ^- tandis que l'atome d'hydrogène est porteur d'une charge partielle positive δ^+ . La liaison O–H est polarisée.

Dès lors il peut y avoir formation de liaisons hydrogène entre le solvant H_2O (molécule polaire) et l'éthanol. Ces deux espèces sont miscibles.

1.2. À l'aide du tableau des solubilités, on obtient :

Composition de la phase hydroalcoolique : eau, alcool dénaturé (essentiellement de l'éthanol), chlorure de sodium.

Composition de la phase huileuse : pétrole léger désodorisé, chlorophylle, camphre, huiles essentielles.

1.3. La phase huileuse contient de la chlorophylle qui la colore en vert. La photographie montre que cette phase est la phase supérieure, donc la moins dense. De plus cette phase huileuse ne représente que 7% en volume, on voit bien que la phase supérieure occupe un faible volume. La phase hydroalcoolique est plus dense que la phase huileuse.

1.4. Pour séparer les deux phases, on place la lotion dans une ampoule à décanter. On laisse reposer, puis on ouvre le robinet. On recueille la phase hydroalcoolique inférieure dans une éprouvette graduée, on mesure son volume V_1 . Puis on verse la phase huileuse supérieure dans une autre éprouvette graduée, on mesure son volume V_2 .

On calcule ensuite le rapport $\frac{V_1}{V_1 + V_2}$ afin de vérifier qu'il vaut bien 93%.

2. Vérification de la présence de camphre dans la phase huileuse

2.1. On repère un groupe carbonyle C=O inséré dans la chaîne carbonée, ainsi le camphre appartient à la famille des **cétones**.

2.2. Matériel :

Pour réaliser une chromatographie sur couche mince, il faut travailler sous la hotte et porter une blouse :

- une cuve close,
- une éprouvette graduée pour mesurer le volume d'éluant à placer au fond de la cuve,
- un becher pour verser l'éluant dans l'éprouvette,
- une plaque de CCM avec du gel de silice,
- de l'éluant,
- des tubes capillaires pour déposer les espèces chimiques sur la plaque,
- un crayon à papier pour écrire sur la plaque,
- une cuve à diode,
- une pince pour tenir la plaque de CCM dans la cuve à diode,
- une solution de camphre pur,
- la phase huileuse.

Protocole :

On remplit la cuve d'éluant, on la referme et on attend que la cuve soit saturée en vapeurs d'éluant.

Sur une plaque de CCM, on trace un trait délicatement au crayon à papier, à 1,5 cm du bas.

Avec un tube capillaire, on dépose une petite goutte de solution de camphre pur sur la ligne.

Avec un autre tube capillaire, on dépose une petite goutte de la phase huileuse.

On place la plaque dans la cuve.

On laisse l'éluant migrer jusqu'à 1,5 cm du bord supérieur.

On retire la plaque de CCM.

On plonge la plaque dans la cuve de diode.

On repère les taches sur la plaque afin d'exploiter la CCM.

Si la tache issue du camphre pur est à la même hauteur qu'une des taches de la phase huileuse, on peut penser que la phase huileuse contient du camphre.

3. Titration des ions chlorure présents dans la phase hydroalcoolique

3.1. Le volume d'essai doit être prélevé avec la plus grande précision possible, pour cela on utilise une pipette jaugée de 10,0 mL.

3.2. L'ajout d'eau distillée permet de bien immerger la sonde du conductimètre et il ne modifie pas la quantité de matière d'ions présents dans la solution.

Remarque bac+1 : (en réalité cette question est difficile et hors programme...)

On ajoute beaucoup d'eau à la prise d'essai afin d'avoir des concentrations ioniques faibles, car la relation $\sigma_i = \lambda_i \cdot [X_i]$ n'est vérifiée qu'à cette condition.

D'autre part pour obtenir des courbes représentatives de $\sigma = f(V)$ modélisables par des fonctions affines, il faut que le volume de nitrate d'argent versé soit négligeable face au volume total du milieu réactionnel. Ainsi on néglige l'effet de la dilution dû à l'ajout de V.

Voir la courbe de l'exercice III de spécialité du Liban 2016 pour observer l'allure de la courbe $\sigma = f(V)$ lorsque ces règles ne sont pas respectées.

3.3. Avant l'équivalence :

Les ions Ag^+ versés réagissent avec les ions Cl^- . Il y a de moins en moins d'ions Cl^- , et les ions Ag^+ disparaissent dès leur ajout.

À chaque ajout d'un cation Ag^+ , on ajoute également un ion NO_3^- . Tout se passe comme si chaque anion Cl^- était remplacé par un anion NO_3^- . Comme $\lambda(\text{NO}_3^-) < \lambda(\text{Cl}^-)$, la conductivité de la solution diminue progressivement.

Au-delà de l'équivalence :

Il n'y a plus d'ions Cl^- dans le milieu réactionnel, les ions Ag^+ versés ne réagissent pas et s'accumulent en solution tout comme les ions NO_3^- . La conductivité de la solution augmente.

Remarque : la courbe fournie ne correspond pas à cette situation, la décroissance de σ est bien trop brusque.

3.4. À l'équivalence, il y a un changement de réactif limitant.

3.5. À l'équivalence, les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques.

On a $n_{\text{Ag}^+ \text{versée}} = n_{\text{Cl}^- \text{initiale}}$.

On note C_C la concentration molaire en ions chlorure, elle est égale à la concentration apportée en chlorure de sodium car l'équation de la réaction modélisant sa dissolution est $\text{NaCl}_{(s)} \rightarrow \text{Na}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$.

On a $C \cdot V_{\text{eq}} = C_C \cdot V_{\text{ESSAI}}$

On détermine graphiquement la valeur du volume équivalent $V_{\text{eq}} = 7,8$ mL, c'est l'abscisse du point d'intersection des deux droites modélisant l'évolution de la conductivité avant et après l'équivalence (voir courbe en fin d'exercice).

Remarque : ne pas tenir compte des 200 mL d'eau ajoutée, ce volume ne contient pas d'ions.

$$C_C = \frac{C \cdot V_{\text{eq}}}{V_{\text{ESSAI}}}$$

$$C_C = \frac{2,00 \times 10^{-2} \times 7,8}{10,0} = 1,56 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

on n'arrondit pas ce résultat intermédiaire.

On peut déterminer la masse de chlorure de sodium présente dans un litre de solution hydroalcoolique :

$$n = C_C \cdot V \text{ et } n = \frac{m}{M} \text{ ainsi } C_C \cdot V = \frac{m}{M} \text{ donc } m_{\text{NaCl}} = C_C \cdot V \cdot M_{\text{NaCl}}$$

$$m_{\text{NaCl}} = 1,56 \times 10^{-2} \times 1,000 \times (23,0 + 35,5) = 0,9126 \text{ g} \quad \text{on n'arrondit pas ce résultat intermédiaire.}$$

On peut déterminer la masse d'un litre de la solution hydroalcoolique : $\rho = \frac{m_{\text{sol}}}{V}$ donc $m_{\text{sol}} = \rho \cdot V$

On peut enfin déterminer le pourcentage massique :

$$P\% = \frac{m_{\text{NaCl}}}{m_{\text{sol}}} \times 100$$

$$P\% = \frac{C_C \cdot V \cdot M_{\text{NaCl}}}{\rho \cdot V} \times 100 = \frac{C_C \cdot M_{\text{NaCl}}}{\rho} \times 100$$

$$P\% = \frac{1,56 \times 10^{-2} \times 58,5}{975} \times 100$$

$$P\% = 0,0936 = 9,4 \times 10^{-2}$$

on ne conserve que deux chiffres significatifs étant limité par la précision sur V_{eq} .

L'étiquette indique que $P\% = 0,1$.

$$\text{On a donc un écart relatif de } \frac{0,1 - 0,0936}{0,1} = 6,4\%.$$

On peut considérer que l'information de l'étiquette est exacte. Le faible écart relatif peut s'expliquer par le manque de précision sur la détermination graphique du volume équivalent.

La courbe n'est pas en annexe à rendre avec la copie, donc le tracé ci-dessous n'est pas demandé pour justifier V_{eq} .

