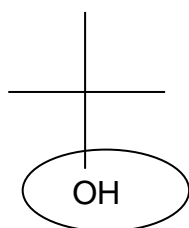


EXERCICE 3 PRÉPARATION DU CHLORURE DE TERTIOBUTYLE (4 pts)

Q.1. Représenter la formule topologique du tertiobutanol. Entourer le groupe caractéristique et nommer la famille fonctionnelle correspondante.



Famille des alcools

groupe hydroxyle

À partir d'acide chlorhydrique commercial concentré à 37 % en masse, on prépare un volume $V = 250,0 \text{ mL}$ d'une solution d'acide chlorhydrique S à la concentration $C = 2,4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Q.2. Présenter la démarche à mettre en œuvre pour préparer la solution S, en indiquant la verrerie utilisée parmi la liste suivante :

- Bêchers : 50 mL ; 100 mL ; 250 mL
- Éprouvettes graduées : 50 mL ; 100 mL ; 250 mL ; 500 mL
- Pipettes jaugées de 5,0 mL ; 10,0 mL ; 20,0 mL ; 50,0 mL
- Fioles jaugées de 50,0 mL ; 100,0 mL ; 250,0 mL ; 500,0 mL

Il faut déterminer la concentration en quantité de la solution concentrée à 37% en masse dont la densité est $d = 1,19$.

$$w = \frac{\text{masse d'acide}}{\text{masse de la solution}} = \frac{m_{\text{acide}}}{m_{\text{sol}}}$$

$$d = \frac{\rho_{\text{sol}}}{\rho_{\text{eau}}} \text{ donc } \rho_{\text{sol}} = d \cdot \rho_{\text{eau}} \quad \text{et } \rho_{\text{sol}} = \frac{m_{\text{sol}}}{V_{\text{sol}}} \quad \text{ainsi } m_{\text{sol}} = \rho_{\text{sol}} \cdot V_{\text{sol}} = d \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V_{\text{sol}}$$

$$m_{\text{sol}} = 1,19 \times 1,00 \times 10^3 \times 1,000 \text{ L}$$

$$m_{\text{sol}} = 1,19 \times 10^3 \text{ g}$$

$$m_{\text{acide}} = w \cdot m_{\text{sol}}$$

$$n_{\text{acide}} = \frac{m_{\text{acide}}}{M} = \frac{w \cdot m_{\text{sol}}}{M}$$

$$C_0 = \frac{n_{\text{acide}}}{V_{\text{sol}}} = \frac{w \cdot m_{\text{sol}}}{M \cdot V_{\text{sol}}}$$

$$C_0 = \frac{37}{100} \times \frac{1,19 \times 10^3}{36,5 \times 1,000} = 12 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

On procède à une dilution.

Solution mère concentrée à 37%

$$C_0 = 12 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$V_0 = ?$ à prélever

Au cours d'une dilution, il y a conservation de la quantité de matière de soluté.

$$C_0 \cdot V_0 = C \cdot V$$

$$V_0 = \frac{C \cdot V}{C_0}$$

$$V_0 = \frac{2,4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 250,0 \text{ mL}}{12 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}} = 50 \text{ mL}$$

Solution fille, solution S

$$C = 2,4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$V = 250,0 \text{ mL}$$

Protocole :

À l'aide d'une pipette jaugée de 50,0 mL, on prélève de la solution mère préalablement placée dans un bécher de 100 mL.

On verse la solution mère dans une fiole jaugée de 250,0 mL.

On ajoute de l'eau distillée jusqu'au 1/3 de la fiole. On agite. On poursuit l'ajout d'eau jusqu'au trait de jauge. On agite.

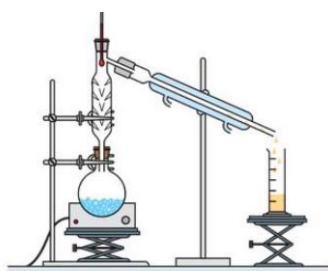
Q.3. Écrire l'équation de la réaction acide-base qui modélise la transformation chimique ayant lieu dans l'ampoule à décanter (étape 2) et préciser le nom du gaz formé.

Parmi les couples acide-base proposés, on a le couple $\text{CO}_2(\text{g}), \text{H}_2\text{O}(\ell) / \text{HCO}_3^-$ dont l'acide conjugué est le dioxyde de carbone gazeux. C'est lui qui se forme et provoque l'effervescence. Il réagit avec les ions oxonium apportés par l'acide chlorhydrique.

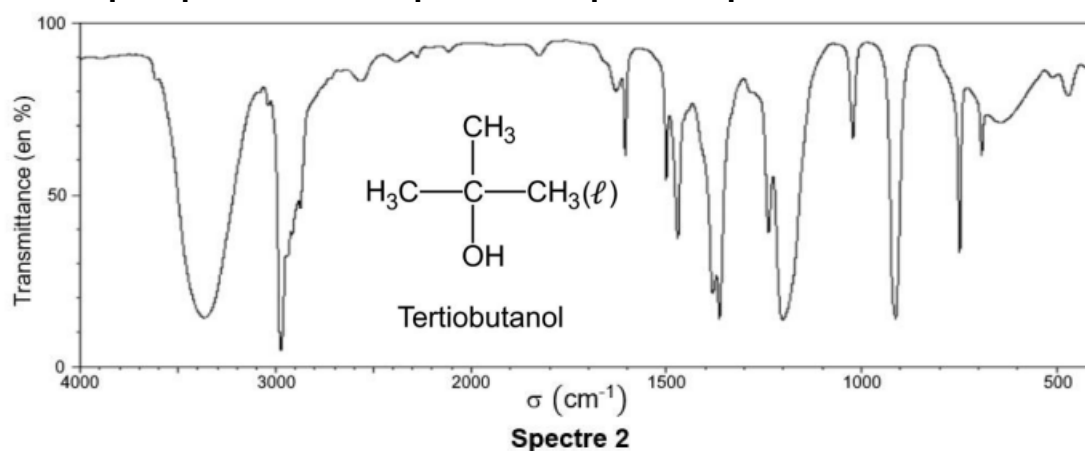
On peut avoir la réaction : $\text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}), \text{H}_2\text{O}(\ell) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$.

Q.4. Parmi les montages ci-après, indiquer celui utilisé pour purifier le chlorure de tertibutyle par distillation.

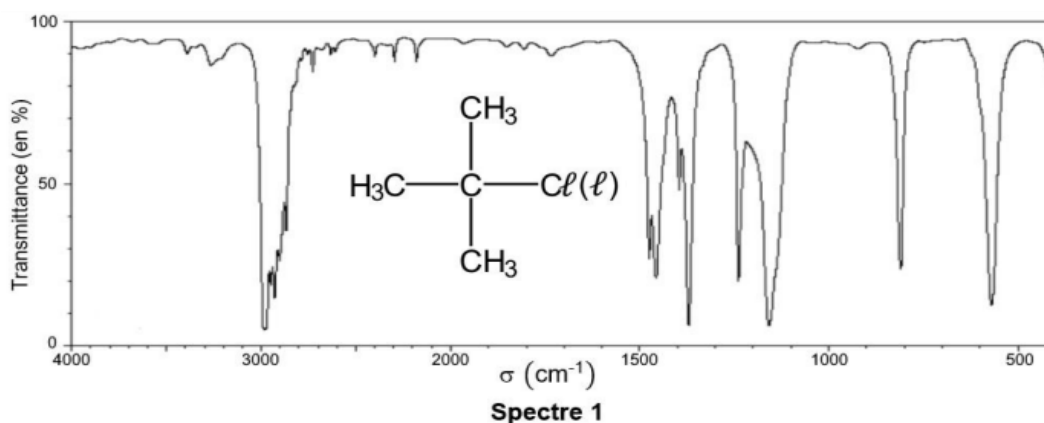
Montage C



Q.5. La figure 1 fournit les spectres IR du tertibutanol et du chlorure de tertibutyle. Attribuer chaque spectre à une espèce chimique en explicitant le raisonnement.



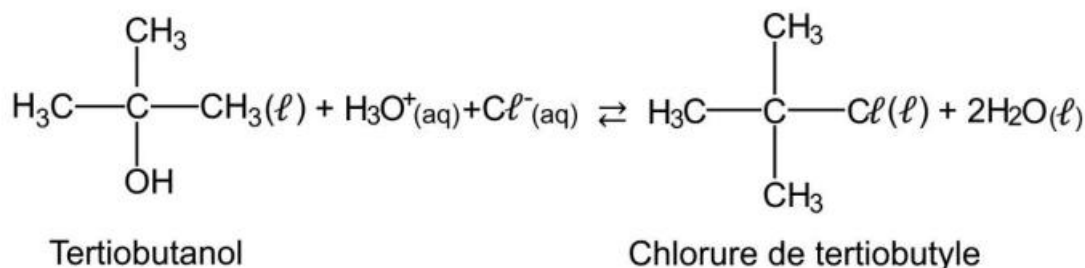
Présence d'une bande large et de forte intensité entre 3200 et 3400 cm^{-1} caractéristique de la liaison O-H alcool lié.



Absence de la bande caractéristique de l'alcool.

Q.6. À l'issue de la distillation, on recueille une masse $m = 4,45$ g de chlorure de tertiobutyle. Déterminer la valeur du rendement de la synthèse.

Rendement $\eta = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{théo}}}$ où m_{exp} est la masse de produit obtenu expérimentalement et $m_{\text{théo}}$ la masse maximale obtainable.



Déterminons le réactif limitant.

Quantité de matière d'ions H_3O^+ apportée par un volume $V = 100$ mL de la solution préparée d'acide chlorhydrique :

$$n_1 = C \cdot V$$

$$n_1 = 2,4 \times 0,100 = 0,24 \text{ mol}$$

Quantité de matière de tertiobutanol :

$$n_2 = \frac{m_A}{M_{\text{tertio}}}$$

$$n_2 = \frac{5,00}{74,0} = 6,76 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

L'équation de la réaction indique que pour consommer une mole de tertiobutanol, il faut une mole d'ions H_3O^+ .

Ici $\frac{n_1}{1} > \frac{n_2}{1}$ donc le tertiobutanol est le réactif limitant.

Remarque : cela confirme l'information donnée dans le sujet pour l'étape 1 qui précise que l'acide chlorhydrique est en excès.

On peut donc obtenir au maximum $x_{\text{max}} = 6,76 \times 10^{-2}$ mol de chlorure de tertiobutyle.

Soit une masse $m_{\text{théo}} = x_{\text{max}} \cdot M_{\text{tertriobutyle}}$

$$m_{\text{théo}} = 6,76 \times 10^{-2} \times 92,5 = 6,25 \text{ g.}$$

$$\eta = \frac{4,45}{6,25} = 0,712 = 71,2\%$$

Merci de nous signaler d'éventuelles erreurs par email à labolycee@labolycee.org