Métropole septembre 2026 Sujet 1 CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/	
CLASSE : Terminale	**EXERCICE 3** : 5 points
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ :** PHYSIQUE-CHIMIE
DURÉE DE L'EXERCICE : 0h53	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui « type collège »

EXERCICE 3 : Synthèse de l'alcool de champignon

1. Contrôle qualité d'une solution commerciale de bromure de pentylmagnésium

Q1.

Toutes les espèces sont dans la même solution, on peut exprimer le quotient réactionnel via les quantités de matière :

$$Q_{r,i} = \frac{n^i_{produit\ 1} \times n^i_{produit\ 2}}{n^i_{C_5H_{11}MgBr} \times n^i_{butan-2-ol}}$$

À l'état initial, les produits ne sont pas encore formés :

$n^i_{produit\ 1} = n^i_{produit\ 2} = 0\ mol$

Ainsi

$$Q_{r,i} = \frac{0 \times 0}{n^i_{C_5H_{11}MgBr} \times n^i_{butan-2-ol}}$$

$$Q_{r,i} = 0$$

D'après le sujet :

$K = 10^{25}$

$Q_{r,i} < K$: le sens d'évolution spontanée de la transformation est le sens direct, dès l'ajout de la première goutte de la solution de butan-2-ol.

Q2.

La solution de butan-2-ol est dans la burette, le bromure de pentylmagnésium est dans l'erlenmeyer avec l'indicateur coloré.

Avant l'équivalence :

- le butan-2-ol ajouté est consommé immédiatement, il constitue le réactif limitant ;
- le bromure de pentylmagnésium est en excès, l'indicateur est en présence de bromure de pentylmagnésium : la solution est rose.

À l'équivalence :

- le bromure de pentylmagnésium est entièrement consommé : l'indicateur n'est plus en présence de bromure de pentylmagnésium, la solution devient incolore.

Le changement de couleur observé à l'équivalence est donc de rose à incolore.

Q3.
D'après l'équation de la réaction support du titrage :
$C_5H_{11}MgBr + butan-2-ol \rightarrow produit\ 1 + produit\ 2$

À l'équivalence, les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques :
$$\frac{n^i_{C_5H_{11}MgBr}}{1} = \frac{n^E_{butan-2-ol}}{1}$$
$$C_{réel} \times V_0 = C_{alcool} \times V_E$$
$$C_{réel} = \frac{C_{alcool} \times V_E}{V_0}$$
$$C_{réel} = \frac{1{,}00 \times 19{,}4 \times 10^{-3}}{10{,}0 \times 10^{-3}}$$
$$C_{réel} = 1{,}94\ mol.L^{-1}$$

Q4.
$$u(C_{réel}) = C_{réel} \times \sqrt{\left(\frac{u(V_0)}{V_0}\right)^2 + \left(\frac{u(C_{alcool})}{C_{alcool}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2}$$
$$u(C_{réel}) = 1{,}94 \times \sqrt{\left(\frac{0{,}01}{10{,}0}\right)^2 + \left(\frac{0{,}05}{1{,}00}\right)^2 + \left(\frac{0{,}06}{19{,}4}\right)^2}$$
$$u(C_{réel}) = 1{,}94 \times 0{,}0501$$
$$u(C_{réel}) = 0{,}1\ mol.L^{-1}$$

Q5.
$$z = \left|\frac{x - x_{ref}}{u(x)}\right|$$
$$z = \left|\frac{C_{réel} - C_{com}}{u(C_{réel})}\right|$$
$$z = \left|\frac{1{,}9 - 2{,}00}{0{,}1}\right|$$
$$z = 1$$

$z < 2$: la concentration réelle en bromure de pentylmagnésium est compatible avec la valeur indiquée sur la bouteille neuve C_{com} = 2,00 mol.L^{-1}.
La solution commerciale ne s'est pas dégradée de façon significative : elle peut être utilisée pour la synthèse.

2. Synthèse de l'alcool de champignon

Q6.
Le chauffage à reflux permet :
1. d'accélérer la réaction (la température est un facteur cinétique)
2. sans perte de matière

Le diéthyléther (température d'ébullition 35 °C) et l'acroléine (température d'ébullition 53 °C) sont volatils. Les vapeurs sont condensées dans le réfrigérant et retombent dans le ballon.

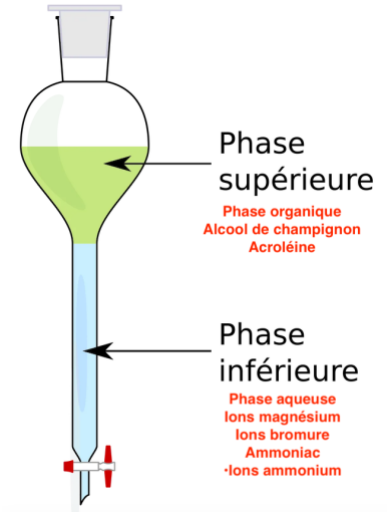
Q7.
Le diéthyléther n'est pas miscible à l'eau (non miscible dans l'eau). Le mélange comporte deux phases : la phase organique contenant le diéthyléther et la phase aqueuse.
La densité du diéthyléther liquide à 25 °C par rapport à l'eau liquide, $d_{éther}$ = 0,71, est plus faible que celle de l'eau. Ainsi la phase organique, constituée de diéthyléther, est située au-dessus de la phase aqueuse.

Phase organique (espèces solubles dans le diéthyléther) :

- l'alcool de champignon (soluble dans le diéthyléther, insoluble dans l'eau) ;
- l'acroléine en excès (soluble dans le diéthyléther, peu soluble dans l'eau).

Phase aqueuse (espèces ioniques, et NH_3 majoritairement dans la phase aqueuse d'après le sujet) :

- les ions magnésium Mg^{2+} ;
- les ions bromure Br^- ;
- l'ammoniac NH_3 ;
- les ions ammonium NH_4^+ en excès.



Q8.

D'après le tableau, la température d'ébullition à pression atmosphérique de l'alcool de champignon est : $T_{eb} = 175$ °C

Les espèces les plus volatiles sont éliminées avant : le diéthyléther (35 °C) puis l'acroléine (53 °C).

La température à sélectionner pour obtenir le produit désiré est donc : 175 °C.

Q9.

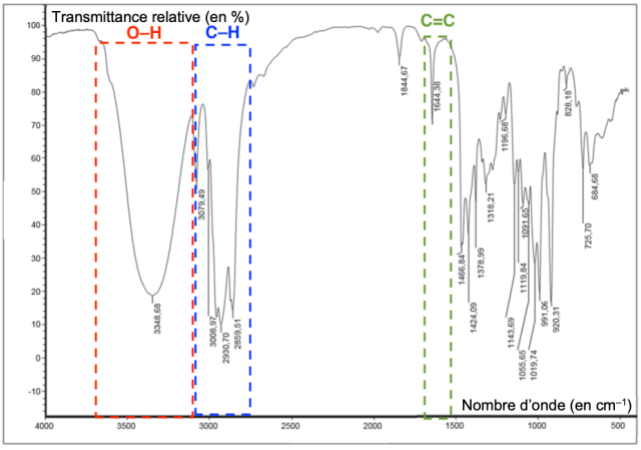


Figure 2. Spectre infrarouge du produit synthétisé

Liaison	O–H	C–H	C=C	C=O
Nombre d'onde (en cm^{-1})	3200 – 3700	2850 – 3100	1620 – 1680	1650 – 1730
Allure de la bande caractéristique	Forte et large	Forte	Faible et fine	Forte et fine

Le spectre infrarouge (figure 2) :

Le spectre présente une bande forte et large autour de 3349 cm^{-1} : caractéristique d'une liaison O–H (3200 – 3700 cm^{-1}). Le produit possède donc la fonction alcool.

Le spectre présente des bandes fortes entre 2859 cm^{-1} et 3079 cm^{-1} : caractéristiques d'une liaison C–H (2850 – 3100 cm^{-1}).

Le spectre présente une bande faible et fine autour de 1644 cm^{-1} : caractéristique d'une liaison C=C (1620 – 1680 cm^{-1}).

Le spectre ne présente pas de bande forte et fine entre 1650 cm^{-1} et 1730 cm^{-1} caractéristique d'une liaison C=O : il n'y a plus d'acroléine (aldéhyde) dans le produit.

Les liaisons O–H, C–H et C=C sont celles de l'alcool de champignon.

Chromatographie sur couche mince (figure 3) :

- la tache du dépôt (3) (produit obtenu après purification) est unique : le produit obtenu après purification est pur ;
- la phase organique avant purification (2) contient trois taches : trois espèces ;
- la tache de (2) située à la même hauteur que la tache de l'acroléine commerciale (1) est l'acroléine, présente avant la purification ;
- la tache de (2) située à la même hauteur que la tache du dépôt (3) est le produit de la synthèse ;
- la troisième tache de (2) est une impureté, absente après purification.

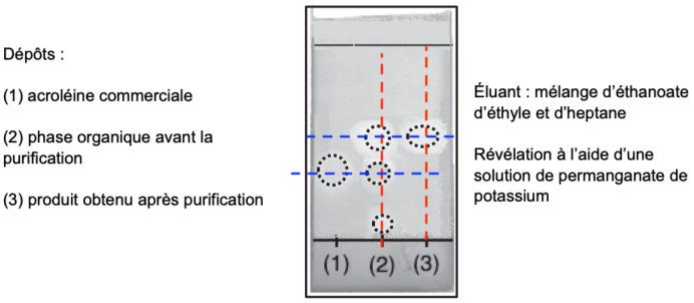


Figure 3. Chromatogramme obtenu

Le produit obtenu est de l'alcool de champignon pur.

Q10.

Calculons la quantité initiale de bromure de pentylmagnésium :

$$n_{C_5H_{11}MgBr} = C \times V$$
$$n_{C_5H_{11}MgBr} = 2{,}00 \times 10{,}0 \times 10^{-3}$$
$$n_{C_5H_{11}MgBr} = 2{,}00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

D'après le sujet : « l'acroléine est ajoutée jusqu'à ce qu'elle soit en excès par rapport au bromure de pentylmagnésium » et « les ions NH_4^+ sont en excès par rapport au bromure de pentylmagnésium ».
Le bromure de pentylmagnésium est le réactif limitant.

$$x_{max} = \frac{n_{C_5H_{11}MgBr}}{1}$$
$$x_{max} = \frac{2{,}00 \times 10^{-2}}{1}$$
$$x_{max} = 2{,}00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Calculons la masse théorique pouvant être produite :

$$n_{alcool}^{th} = x_{max}$$
$$m_{alcool}^{th} = n_{alcool}^{th} \times M_{alcool}$$
$$m_{alcool}^{th} = x_{max} \times M_{alcool}$$
$$m_{alcool}^{th} = 2{,}00 \times 10^{-2} \times 128{,}2$$
$$m_{alcool}^{th} = 2{,}56 \text{ g}$$

Calculons le rendement :

$$\eta = \frac{m_{alcool}^{exp}}{m_{alcool}^{th}}$$
$$\eta = \frac{2{,}25}{2{,}56}$$
$$\eta = 0{,}88$$
$$\eta = 88\%$$

Le rendement est inférieur à 100 % : le produit est perdu en partie lors de la séparation et de la purification.