

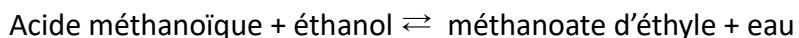
Activité documentaire – Synthèse de l’arôme de rhum

Synthèse organique

- ☞ Les esters sont des espèces chimiques souvent utilisées pour produire des arômes et des fragrances synthétiques.
- ☞ On désire préparer un ester dont l’odeur est présente dans le rhum. Cet ester, le méthanoate d’éthyle appelé aussi le formiate d’éthyle, se présente sous la forme d’un liquide transparent incolore.

Document 1 – Réaction de synthèse

La réaction étudiée est lente, limitée et athermique. L’équation de la réaction est :



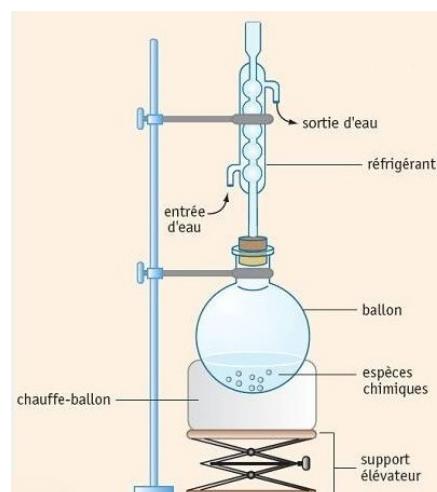
Document 2 – Données physico-chimiques

Espèces chimiques	Propriétés physiques				Pictogrammes
	Masse molaire M (g.mol ⁻¹)	Température d'ébullition θ _{eb} (°C)	Densité d	Solubilité dans l'eau	
Ethanol	46	78,5	0,79	Très soluble dans l'eau.	
Acide méthanoïque	46	100,7	1,22	Très soluble dans l'eau.	
Méthanoate d'éthyle	74	54,3	0,91	Très peu soluble dans l'eau et encore moins soluble dans l'eau froide et salée.	
Eau salée	>18,0	>100	1,3	Très soluble	

Document 3 – Protocole 1 de la synthèse

Dans un ballon, on introduit :

- ☞ 0,26 mol d’éthanol
- ☞ 0,26 mol d’acide méthanoïque
- ☞ 5 gouttes d’acide sulfurique
- ☞ Quelques grains de pierreponce
 - On chauffe à reflux pendant 30 minutes
 - À la fin du chauffage, plonger le ballon dans un bain d’eau froide (sans enlever le réfrigérant) puis, quand il est



refroidi, verser son contenu dans l'ampoule à décanter (attention à ne pas y verser les pierres ponceuses).

- Ajouter 50 mL d'eau salée, agiter et dégazer plusieurs fois.
- Laisser décanter puis éliminer la phase aqueuse.
- Laver la phase organique en versant 20mL de solution d'hydrogénocarbonate de sodium. Agiter et dégazer plusieurs fois (attention, un dégagement gazeux important apparaît).
- Recueillir la phase organique dans une éprouvette préalablement pesée. Noter la masse de l'espèce recueillie ainsi que son volume.

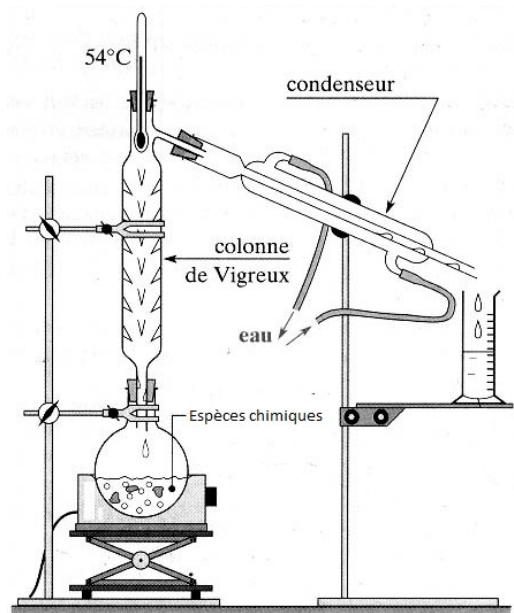
À l'issue de la synthèse n°1, on obtient une masse de méthanoate d'éthyle de $m_{\text{exp}} = 12,9 \text{ g}$

Document 4 – Protocole expérimental 2

Dans un ballon, on introduit :

- ☞ 0,26 mol d'éthanol
- ☞ 0,26 mol d'acide méthanoïque
- ☞ 5 gouttes d'acide sulfurique
- ☞ Quelques grains de pierre ponce

- On réalise un montage à distillation fractionnée. En tête de colonne, un thermomètre permet de suivre la température. Celle-ci se stabilise pendant toute la distillation de l'espèce voulue.
- Lorsque la température augmente à nouveau, on arrête le chauffage et on enlève l'éprouvette.



À l'issue de la synthèse n°2, on obtient une masse de méthanoate d'éthyle de $m_{\text{exp}} = 19,2 \text{ g}$

Questions :

1. Avant toute manipulation, quelles sont les précautions à prendre concernant cette synthèse ?
2. Faire les calculs nécessaires pour connaître les volumes de réactifs à prélever pour réaliser la synthèse.
3. À l'aide du **Document 1**, écrire en formule semi-développée puis en formule topologique, l'équation de réaction.
4. Identifier deux facteurs cinétiques utilisés lors de cette expérience.

5. Si la réaction était totale, quelle serait la masse m_{max} d'ester formé ? À quel volume cela correspond-il ? Vous pouvez vous aider d'un tableau d'avancement.

On rappelle que le rendement d'une synthèse s'obtient en déterminant le rapport entre la masse de produit formé expérimentalement et la masse de produit formé théoriquement si la réaction était totale :

$$\eta = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{max}}}$$

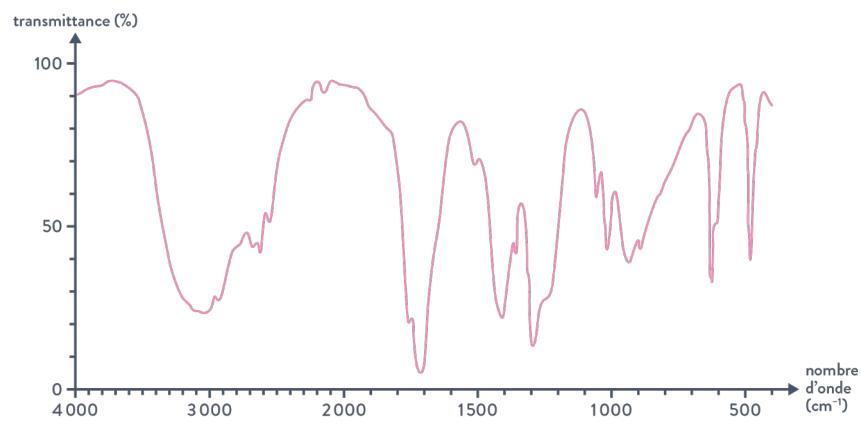
6. Calculer le rendement η (en %) des deux synthèses et comparer leur valeur.
7. Donner l'expression de la constante d'équilibre K sachant que l'eau est ici un des produits formés et non pas le solvant de la réaction. Cette constante est égale à $K = 4$
8. Exprimer le quotient de réaction à l'instant initial $Q_{r,i}$ et déterminer sa valeur. En déduire le sens d'évolution spontané de la réaction.

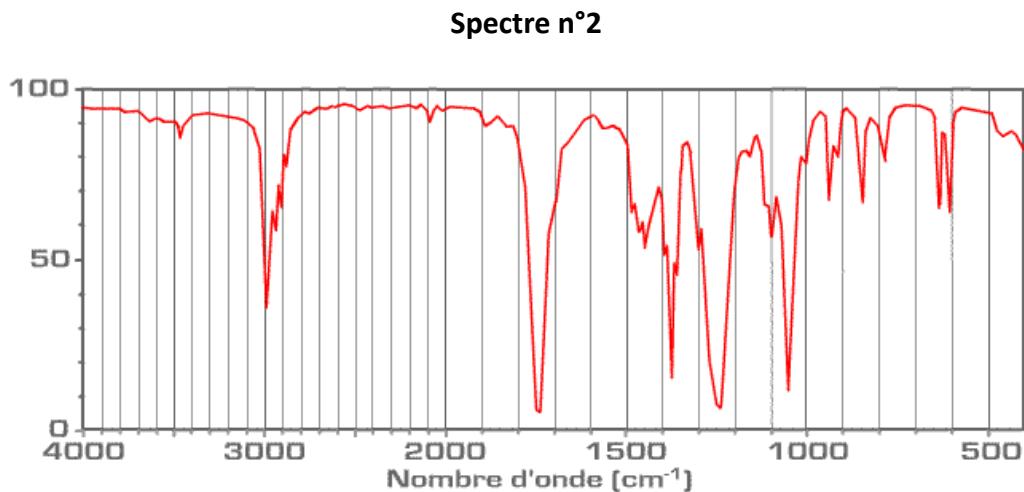
Le montage n°2, permet de distiller en temps réel l'ester formé. La température en tête de colonne est égale à la température d'ébullition du méthanoate d'éthyle.

9. En déduire la quantité de matière de méthanoate d'éthyle dans le milieu réactionnel à une date t de la réaction.
10. En vous aidant des questions précédentes, identifier une méthode permettant d'augmenter le rendement d'une synthèse organique.
11. En utilisant le même raisonnement, quel serait l'impact sur le rendement de placer un des réactifs en excès par rapport à l'autre ? Justifier.

Document 6 – Spectre IR de l'acide méthanoïque et du méthanoate d'éthyle

Spectre n°1




Document 7 – Table des données spectroscopiques IR

Liaison	Nombre d'onde σ (cm^{-1})	Liaison	Nombre d'onde σ (cm^{-1})
O-H (alcool)	3200-3400 (Bande forte et large)	O-H (acide)	2500-3200 (Bande forte et très large)
N-H	3100-3500	C=O (ester)	1700-1740 (Bande forte et fine)
C-H	2800-3100	C=O (aldéhyde, cétone)	1650-1730 (Bande forte et fine)
C-H (aldéhyde)	2750-2900	C=O (acide)	1680-1710 (Bande forte et fine)

12. Identifier en justifiant quel spectre correspond à l'acide méthanoïque et celui qui correspond au méthanoate d'éthyle.
13. En quoi l'obtention du deuxième spectre confirme que la synthèse a eu lieu ?