

Synthèse d'un ester et rendement

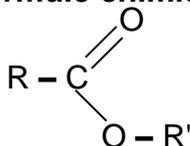
- Mettre en œuvre un protocole de synthèse pour étudier l'influence de la modification des conditions expérimentales sur le rendement ou la vitesse.
- Exploiter des règles de nomenclature fournies pour nommer une espèce chimique ou représenter l'entité associée.
- Identifier, dans un protocole, les opérations réalisées pour optimiser la vitesse de formation d'un produit.
- Mettre en œuvre un protocole de synthèse conduisant à la modification d'un groupe caractéristique ou d'une chaîne carbonée.

Document 1 Les esters

➤ Pourquoi étudier les esters ?

Les esters sont des molécules odorantes présentes dans les fruits murs. Le chimiste en effectue la synthèse afin de fabriquer des arômes alimentaires (arôme de banane, de rhum, etc.), des parfums.

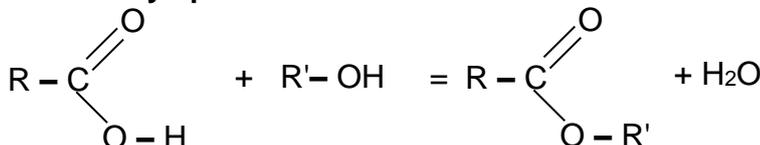
➤ Formule chimique générale



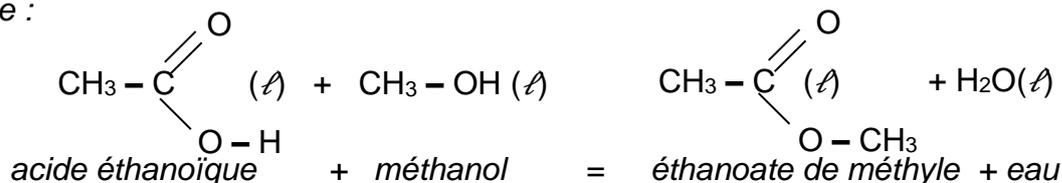
où R représente une chaîne carbonée ou un atome d'hydrogène
R' représente une chaîne carbonée.

➤ Synthèse d'un ester

L'équation modélisant la synthèse d'un ester est toujours du type



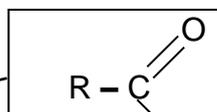
exemple :



On ajoute un catalyseur (acide sulfurique ou APTS).

➤ Nomenclature

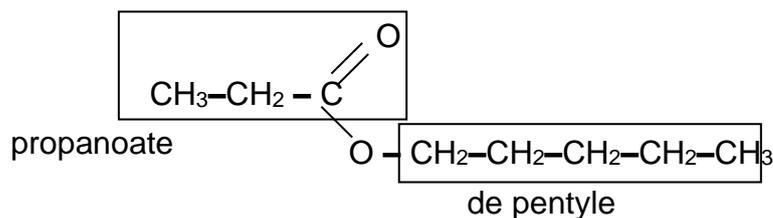
groupe provenant de l'acide carboxylique
donne le début du nom de l'ester : "alcanoate"



groupe provenant de l'alcool
donne la fin du nom de l'ester : "d'alkyle"

exemple :

Propanoate de pentyle



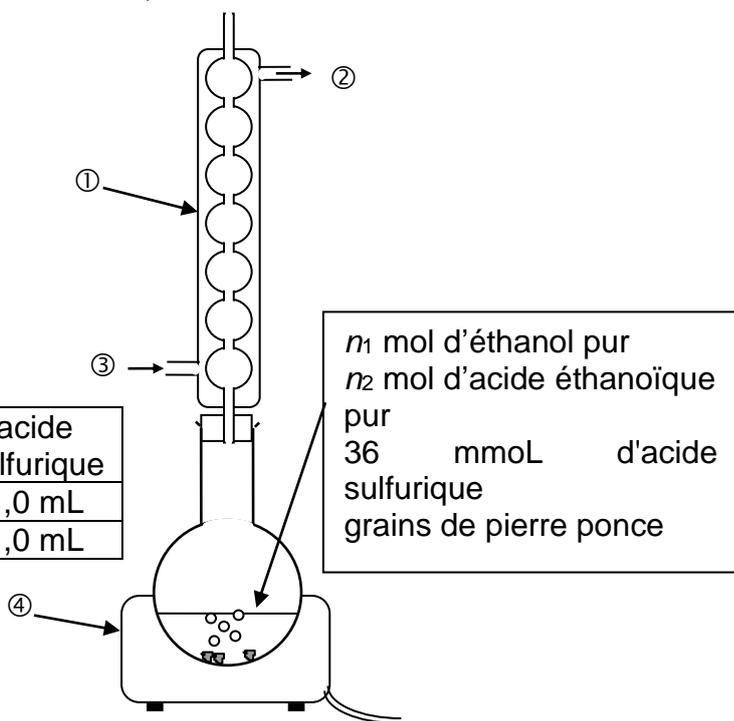
Document 2 Protocole expérimental de synthèse de l'éthanoate d'éthyle

Le préparateur du laboratoire a réalisé deux mélanges réactionnels dont les compositions sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Le volume de chaque mélange réactionnel est le même, on le note $V_r = 116 \text{ mL}$.

Les mélanges réactionnels ont été longuement chauffés à reflux. Ainsi on peut considérer que la transformation est terminée au moment du TP.

mélange	éthanol pur	acide éthanoïque pur	acide sulfurique
A	58 mL	57 mL	1,0 mL
B	75 mL	40 mL	1,0 mL



Document 3 informations concernant les espèces chimiques mises en jeu

	densité	masse molaire $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$	température d'ébullition $^{\circ}\text{C}$	sécurité
éthanol	0,79	46,0	78,5	
acide éthanoïque	1,05	60,0	118	
éthanoate d'éthyle	0,90	88,0	77	
eau	1,00	18,0	100	

Q1. Compléter les légendes ① à ④ sur le schéma du montage de chauffage à reflux.

Q2. Identifier dans le protocole, les deux opérations réalisées pour optimiser la vitesse de formation de l'ester.

Q3. Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation d'estérification, avec des formules semi-développées. Nommer le produit formé.

Q4. Compléter littéralement le tableau d'avancement ci-dessous.

équation chimique		éthanol + acide éthanoïque = ester + eau			
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	0	n_1	n_2	0	0
En cours de transformation	x				
État final d'équilibre	x_f				
État final si totale	x_{max}				

Q5. Exprimer, puis calculer la quantité de matière n_1 d'éthanol dans le mélange initial.

Mélange A :

Mélange B :

Q6. Exprimer, puis calculer la quantité de matière n_2 d'acide acétique dans le mélange initial.

Mélange A :

Mélange B :

Q7. En déduire l'avancement maximal x_{max} .

Mélange A :

Mélange B :

Accès à la composition du système chimique dans l'état final d'équilibre

Principe

On note n_R la quantité de matière d'acide éthanoïque restant dans l'état final d'équilibre.

Afin de déterminer cette quantité n_R , on procède à un titrage colorimétrique d'une prise d'essai d'un volume V du milieu réactionnel.

- Groupes 1 à 4 : réaliser le protocole suivant en commençant par le mélange A.
- Groupes 5 à 9 : réaliser le protocole suivant en commençant par le mélange B.

Protocole

Sous la hotte, prélever **$V = 2,0 \text{ mL}$** du milieu réactionnel. Les placer dans un erlenmeyer.

Ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine (indicateur coloré).

Placer l'erlenmeyer dans un cristallisoir contenant de l'eau glacée (pour éviter une réaction lente qui parasiterait le titrage de l'acide).

Remplir la burette avec la solution d'hydroxyde de sodium $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$ **$c_B = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$** .

Effectuer le titrage : - mettre en route l'agitation magnétique ;

- procéder par ajouts successifs de 0,5 mL de soude, puis goutte à goutte ;
- dès que la coloration rose de la phénolphthaléine persiste, noter la valeur du volume équivalent V_E .

Effectuer, ensuite, le titrage de l'autre mélange.

➤ $V_{EA} = \dots\dots\dots$

$V_{EB} = \dots\dots\dots$

Exploitation

Q8. Écrire l'équation de la réaction acido-basique support du titrage en notant les acides $AH_{(aq)}$.

Q9.1. Exprimer puis calculer, en mmol, n_{AHA} et n_{AHB} la quantité d'acide dosée (présente dans V mL). Justifier.

Q9.2. Rappeler la valeur du volume total V_T du mélange réactionnel $V_T =$

Q9.3. Rappeler la valeur du volume du mélange réactionnel qui a été titré $V =$

On nomme n_{RT} la quantité d'acide présente dans le mélange réactionnel de volume V_T .

Q9.4. Justifier que $n_{RT} = 58n_{AH}$. Calculer n_{RTA} et n_{RTB} en mmol (résultat intermédiaire ne pas l'arrondir).

La quantité n_{RT} d'acide comprend la quantité d'acide éthanoïque restant n_R et la quantité d'acide apportée par le catalyseur n_C (On donne $n_C = 36$ mmol).

Q9.3. Exprimer littéralement n_R en fonction de n_{RT} et de n_C . Calculer n_{RA} et n_{RB} en mol (arrondir)

Q10. On note n_E la quantité de matière d'ester formée dans l'état final d'équilibre.

Établir la relation entre les quantités n_2 , n_E et n_R .

Q11. Calculer les quantités de matière, n_{EA} et n_{EB} , d'ester formé dans le mélange A et dans le mélange B.

Influence de la modification des conditions expérimentales sur le rendement

Q12. Quelle relation lie l'avancement final x_f et la quantité d'ester formé ?

Q13. Calculer les taux d'avancement finaux de la réaction d'estérification pour le mélange A et pour le mélange B.

Q14. La transformation d'estérification est-elle totale ?

Q15. Quel paramètre expérimental permet d'expliquer l'augmentation du taux d'avancement pour la transformation du mélange B ?