

Chapitre 15 : Synthèse organique (optimisation d'une synthèse)

Feuille d'évaluation à rendre obligatoirement avec la copie

Correction activité expérimentale n°15.3 : Augmenter un rendement

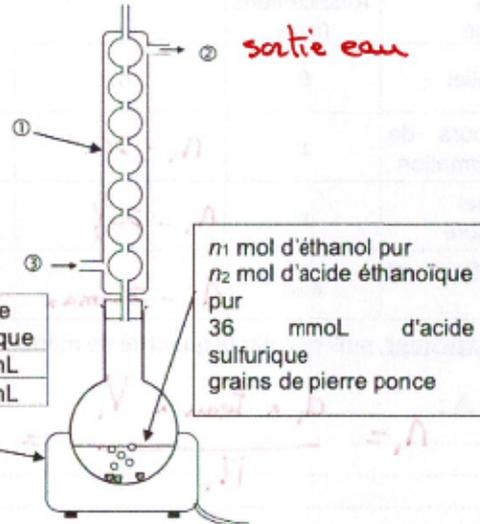
Document 2 Protocole expérimental de synthèse de l'éthanoate d'éthyle

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



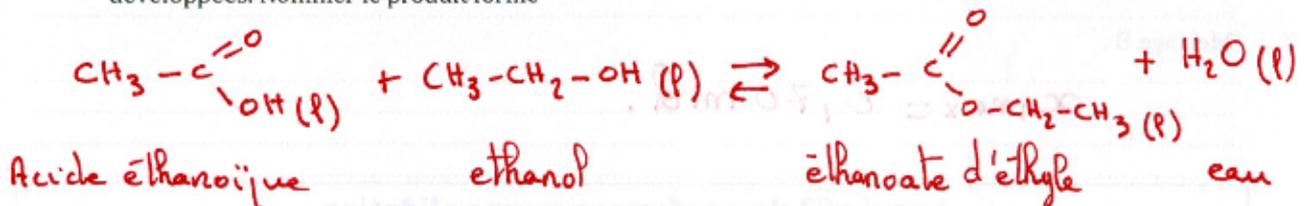
Document 3 informations concernant les espèces chimiques mises en jeu

	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	

1. **Compléter** les légendes 1 à 4 sur le montage de chauffage à reflux.
2. **Identifier** dans le protocole, les deux opérations réalisées pour optimiser la vitesse de formation de l'ester.

•) Température = facteur cinétique
 •) Acide sulfurique = catalyseur

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



Appel n°1 du professeur pour validation

4. **Compléter** littéralement le tableau d'avancement ci-dessous :

équation chimique		éthanol	+ acide éthanóïque =	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	$n_1 - x$	$n_2 - x$	x	x
État final d'équilibre	x_f	$n_1 - x_f$	$n_2 - x_f$	x_f	x_f
État final si totale	x_{max}	$n_1 - x_{max}$	$n_2 - x_{max}$	x_{max}	x_{max}

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

Mélange A :
$$n_1 = \frac{d_1 \times \rho_{eau} \times V_1}{M_1} = \frac{0,79 \times 1000 \times 58 \cdot 10^{-3}}{46,0} = 1,0 \text{ mol}$$

Mélange B :
$$n_2 = \frac{d_2 \times \rho_{eau} \times V_2}{M_2} = \frac{0,75 \times 1000 \times 75 \cdot 10^{-3}}{46,0} = 1,3 \text{ mol.}$$

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

Mélange A :
$$n_{2A} = \frac{d_2 \times \rho_{eau} \times V_2}{M_2} = \frac{1,05 \times 1000 \times 57 \cdot 10^{-3}}{60,0} = 1,0 \text{ mol}$$

Mélange B :
$$n_{2B} = \frac{d_2 \times \rho_{eau} \times V_2}{M_2} = \frac{1,05 \times 1000 \times 40 \cdot 10^{-3}}{60,0} = 0,70 \text{ mol}$$

7. **En déduire** l'avancement maximal x_{max} :

Mélange A :
$$x_{max} = 1,0 \text{ mol}$$

Mélange B :
$$x_{max} = 0,70 \text{ mol.}$$

Appel n°2 du professeur pour validation

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

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

$$n_R = n_{RT} - n_C$$

$$n_{RA} = n_{RTA} - n_C = 464 - 36 = 428 \text{ mmol}$$

$$n_{RB} = n_{RTB} - n_C = 179,8 - 36 = 143,8 \text{ mmol}$$

14. 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 .

$$n_R = n_2 - n_E$$

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

$$n_{EA} = n_{2A} - n_{RA} = 1,0 - 0,428 = 0,572 \text{ mmol}$$

$$n_{EB} = n_{2B} - n_{RB} = 0,70 - 0,143 = 0,557 \text{ mmol}$$

Appel n°5 du professeur pour validation

Influence de la modification des conditions expérimentales sur le rendement

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

$$n_E = x_f$$

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

$$x_{fA} = 0,572 \text{ mol}$$

$$x_{fB} = 0,557 \text{ mol}$$

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

$$x_f < x_{\max} \text{ donc réaction non totale}$$

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

$$\sigma_A = \frac{x_{fA}}{x_{\max}} = \frac{0,572}{1,0} = 57,2\% \quad \sigma_B = \frac{0,557}{0,70} = 80\%$$

Appel n°6 du professeur pour validation

L'accès d'un des réactifs permet d'expliquer l'augmentation du taux d'avancement.