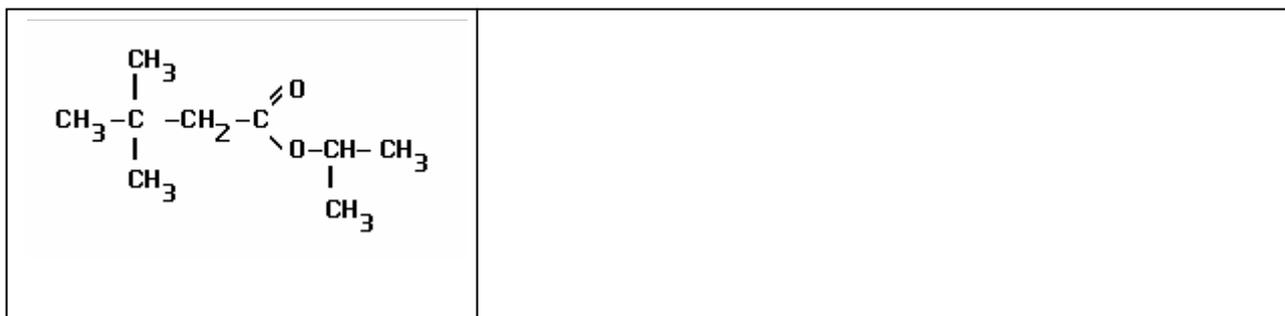


Donner le nom de l'ester suivant :

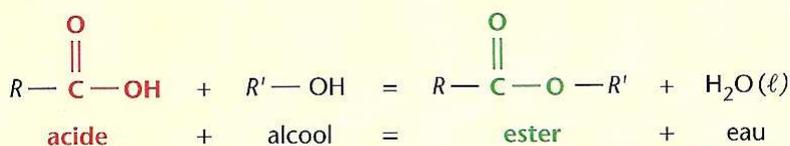


III) ESTERIFICATION ET HYDROLYSE DES ESTERS

1) Estérification

a) Définition et équation

L'estérification est la réaction entre un acide carboxylique et un alcool. Cette réaction conduit à un ester et à de l'eau.



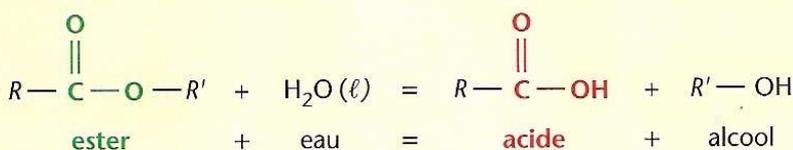
b) Exercice

Ecrire l'équation entre l'acide éthanóique et le butan-1-ol préciser le nom de l'ester formé

2) Hydrolyse

a) Définition et équation

L'hydrolyse d'un ester est la **réaction inverse** de l'estérification. La réaction entre un ester et l'eau conduit à la formation d'un acide carboxylique et d'un alcool.



b) Exercice

Ecrire l'équation d'hydrolyse du 2-méthylpropanoate d'éthyle

IV) CARACTERISTIQUES DE L'EQUILIBRE ESTERIFICATION ET HYDROLYSE

1) Equilibre dynamique

Les deux réactions estérification et hydrolyse évoluent vers le même état d'équilibre.

C'est un équilibre **dynamique** dans lequel les deux réactions inverses l'une de l'autre se produisent simultanément et dont les réactifs et les produits coexistent dans des proportions constantes.

L'équilibre est atteint lorsque les vitesses des réactions d'estérification et d'hydrolyse sont égales. Il est alors produit autant de réactifs par la réaction directe qu'il en est consommé par la réaction inverse.

2) Calcul de la constante d'équilibre

On considère la réaction d'équation



Le volume de liquide du milieu réactionnel est V. Déterminer la constante d'équilibre de la réaction ci-dessus.

Exemple : on fait réagir 1 mole d'acide éthanique et 1 mole d'éthanol (alcool primaire). : on obtient le tableau d'avancement ci-dessous.

équation	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}(\ell) + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\ell) = \text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3(\ell) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$				
état	avancement x (mol)	quantités de matière (mol)			
initial	0	1,0	1,0	0	0
inter-médiaire	x	1,0 - x	1,0 - x	x	x
équilibre	$x_{\text{éq}} = 0,67$	0,33	0,33	0,67	0,67

- 1) De quel type est le mélange des réactifs ?
- 2) Dédire de ce tableau la valeur de la constante d'équilibre K
- 3) Déterminer le taux d'avancement final.
- 4) On fait réagir n mole d'acide éthanique et n mole d'éthanol (alcool primaire), donner la composition du système chimique à l'équilibre . En déduire la valeur de la constante d'équilibre puis le taux d'avancement final.

Conclusion

3) Propriétés de la réaction d'estérification et d'hydrolyse

On retiendra que les réactions d'estérification et d'hydrolyse sont :

- Lente
- Limitée
- athermique

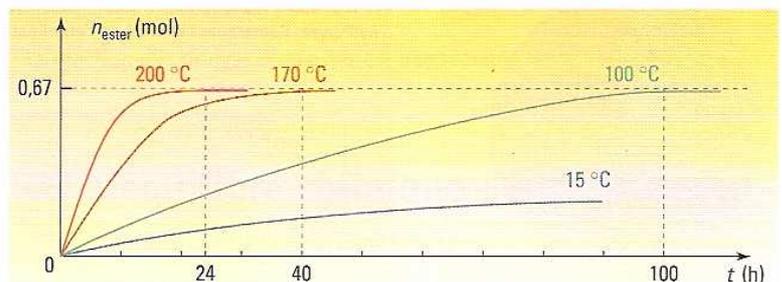
Commentaires :

V) CONTROLE DE LA REACTION

1) Contrôle de la vitesse

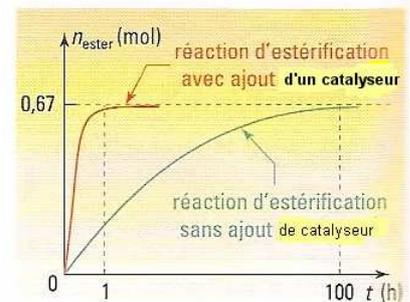
a) Influence de la température :

- La réaction est athermique donc sa constante d'équilibre est indépendante de la température.
La modification de température est sans effet sur le taux d'avancement.
- Par contre son élévation permet d'atteindre l'état d'équilibre plus rapidement sans le modifier.
- Commenter le graphique ci-contre.



b) Influence d'un catalyseur

- Un catalyseur est une espèce chimique qui augmente la vitesse d'une réaction chimique sans apparaître dans la réaction chimique.
- On utilisera de l'acide sulfurique concentré de formule H_2SO_4 (l)
Dans la nature les réactions d'estérification sont catalysées par des enzymes.



Influence d'un catalyseur sur l'évolution de la quantité d'ester formé à partir d'un mélange équimolaire d'acide éthanique d'éthanol maintenu à 100 °C.

2) Rendement d'une transformation chimique

3) Contrôle de l'avancement final

a) Influence de la nature des réactifs

La constante d'équilibre dépend de la nature des réactifs. Dans l'équilibre estérification hydrolyse, il dépend très peu de la nature de l'acide, mais beaucoup de la classe de l'alcool utilisé.

Pour un mélange équimolaire acide + alcool le rendement de l'estérification est de 67% pour un alcool primaire, 60% pour un alcool secondaire et 5% pour un alcool tertiaire.

b) Influence des proportions initiales de réactifs :

1. Analyser le tableau ci-contre.

Conclure

2. Application du critère d'évolution spontanée.

On considère un mélange constitué de (voir le tableau page 4)

$$n(\text{acide})_{\text{eq}} = n(\text{alcool})_{\text{eq}} = \frac{1}{3} \quad \text{et} \quad n(\text{ester})_{\text{eq}} = n(\text{eau})_{\text{eq}} = \frac{2}{3}$$

Calculer la constante d'équilibre K

On ajoute une mole d'acide au système précédent. Calculer

Q_{ri}

En déduire le sens de la réaction chimique

Compléter le schéma ci-dessous :

Quantités initiales (mol)		n_{ester} à l'équilibre (mol)	Taux d'avancement final
n_{acide}	n_{alcool}		
1	1	0,67	0,67
1	2	0,84	0,84
2	1	0,84	0,84
1	3	0,90	0,90
3	1	0,90	0,90

c) Influence de l'élimination d'un des produits de réaction

1) Que se passe-t-il si par un moyen physique on extrait un des produits (ester ou eau) du milieu réactionnel ?

2) Application du critère d'évolution spontanée

On considère un mélange constitué de (voir le tableau page 4)

$$n(\text{acide})_{\text{eq}} = n(\text{alcool})_{\text{eq}} = \frac{1}{3} \quad \text{et} \quad n(\text{ester})_{\text{eq}} = n(\text{eau})_{\text{eq}} = \frac{2}{3}$$

On enlève 0,1 mole d'ester. Calculer Q_{ri}

Conclure et compléter le schéma ci-dessous.

EN RESUME

Contrôle d'une réaction chimique

✓ Le contrôle vise à améliorer le rendement et la vitesse de la réaction.

Pour augmenter le rendement d'une réaction d'estérification, on peut :

- introduire en excès un des réactifs ;
- éliminer un des produits au fur et à mesure de sa formation.

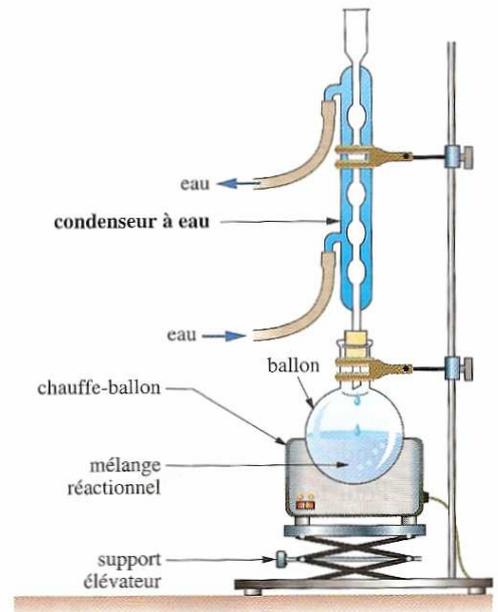
Pour augmenter la vitesse d'une réaction, on peut :

- élever la température du milieu réactionnel ;
- ajouter un catalyseur au milieu réactionnel.

Généralement on chauffe le milieu réactionnel et on ajoute un catalyseur.

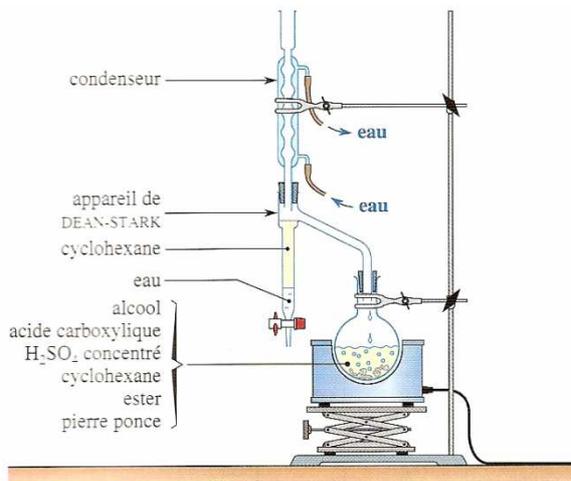
Techniques expérimentales utilisées

I) Chauffage à reflux

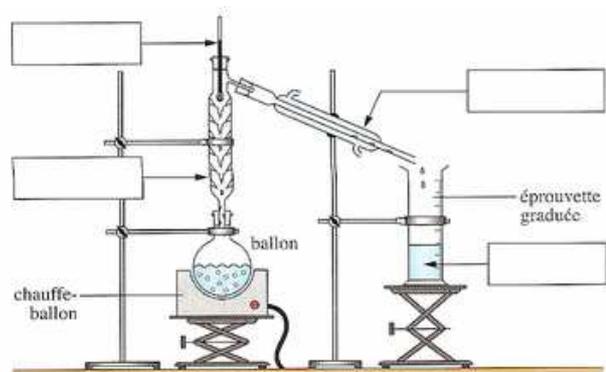


Chauffage à reflux avec condenseur ou réfrigérant à eau.
Le long du condenseur, la température diminue grâce à la circulation d'eau froide. Les vapeurs se condensent et refluent dans le ballon.

II) Montages permettant d'extraire les produits formés



Appareil de Dean et Stark (pour extraire l'eau)



Extraction de l'ester par distillation

Cette technique n'est utilisable que si la température de l'ester est inférieure à celle des autres constituants du mélange.

Par exemple, pour la synthèse du méthanoate de méthyle

$\theta_{\text{éb}}(\text{acide méthanoïque}) = 100,7^{\circ}\text{C}$; $\theta_{\text{éb}}(\text{méthanol}) = 63,5^{\circ}\text{C}$.

$\theta_{\text{éb}}(\text{méthanoate de méthyle}) = 31,5^{\circ}\text{C}$ et $\theta_{\text{éb}}(\text{eau}) = 100^{\circ}\text{C}$