

## Principe

Un mélange **équimolaire** d'acide éthanoïque (acétique) et d'éthanol, additionné d'acide sulfurique concentré, est réparti en plusieurs échantillons identiques.

Ces échantillons sont placés dans un bain-marie à température constante ( $\approx 100^{\circ}\text{C}$ ), puis prélevés à intervalles de temps réguliers afin d'être analysés.

Une trempe, à la date  $t$ , fige l'état de l'échantillon.

Un dosage acido-basique à intervalles de temps connus, permet alors de déterminer la quantité d'acide acétique présent dans l'échantillon à la date  $t$ .

On en déduit à la date  $t$ , la quantité d'ester formé, puis l'avancement  $x$ .

## Matériel

Un erlenmeyer de 100 mL

Un bécher de 250 mL

Deux béchers de 100 mL

Un agitateur magnétique et son turbulent.

Sept tubes à essais.

Bouchons et condenseurs à air.

Une pipette **jaugée** de 2mL.

Deux pipettes de 10 mL **graduées** en 0,1 mL.

Poires propipettes.

Un chronomètre.

Une burette.

## Réactifs

Acide éthanoïque pur ( $d = 1,05$ ;  $M = 60 \text{ g.mol}^{-1}$ ).

Ethanol ( $d = 0,79$ ;  $M = 46 \text{ g.mol}^{-1}$ ).

Acide sulfurique concentré.

Solution d'hydroxyde de sodium NaOH à  $1 \text{ mol.L}^{-1} = C_B$ .

Phénolphtaléine (un indicateur coloré).

## Sécurité

Les acides et les bases concentrées sont des produits dangereux qui doivent être manipulés avec **BEAUCOUP DE PRECAUTIONS**.

## Mode opératoire

### Mise en place des réactifs

❑ Mettre de l'eau à bouillir dans un récipient pour constituer un bain-marie.

❑ Dans l'erlenmeyer de 100 mL, maintenu dans la glace, verser *5,8 mL d'acide éthanoïque pur* et *9,2 mL d'alcool* prélevés avec **deux pipettes graduées de 10 mL différentes**.

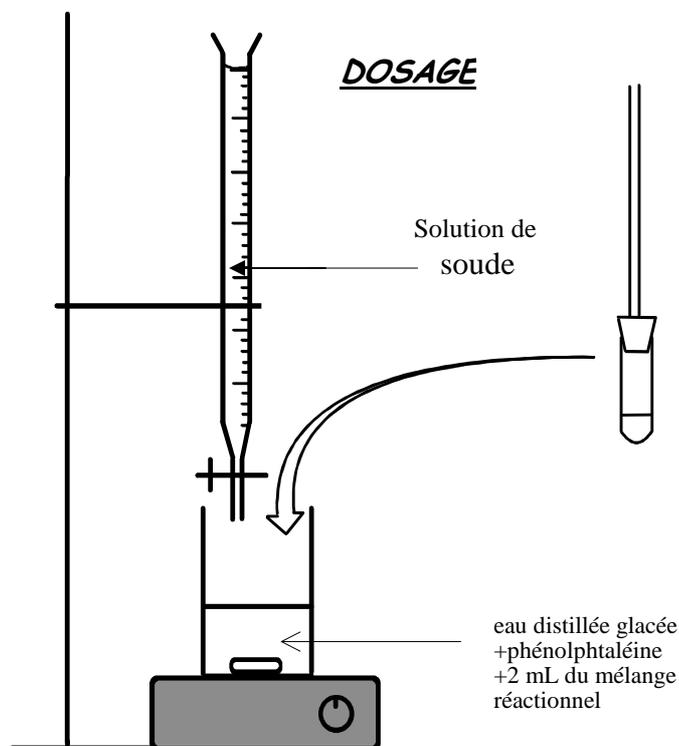
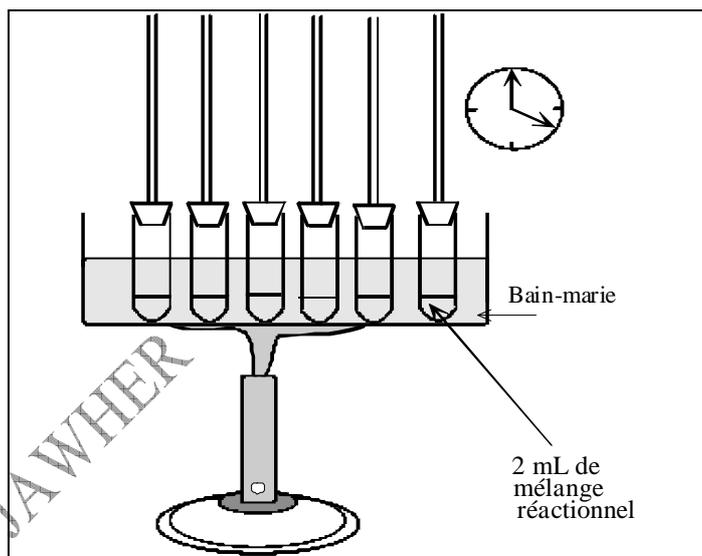
Ajouter avec beaucoup de précaution 3 gouttes d'acide sulfurique concentré. Boucher et agiter.

**Dosage des échantillons :**

❑ Dans les 7 tubes à essais secs maintenus dans la glace introduire 2 mL du mélange prélevé avec la **pipette jaugée de 2 mL**.

❑ En fermer 6 avec un bouchon percé muni d'un réfrigérant à air et les placer dans le bain-marie. Déclencher le chronomètre ( $t = 0$ )

❑ Conserver le tube restant dans la glace.



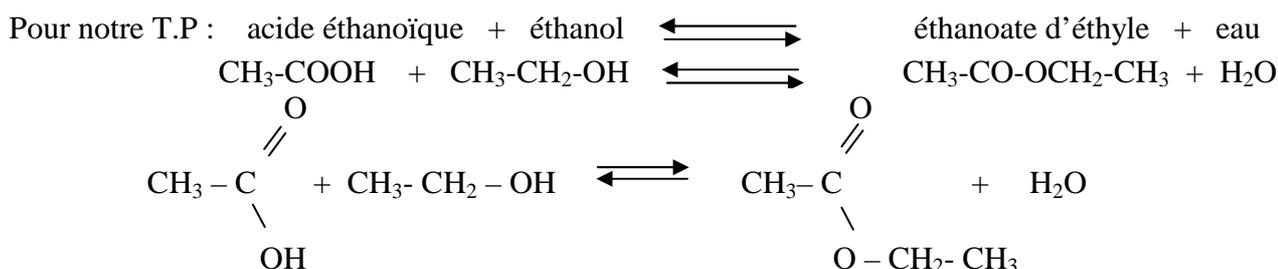
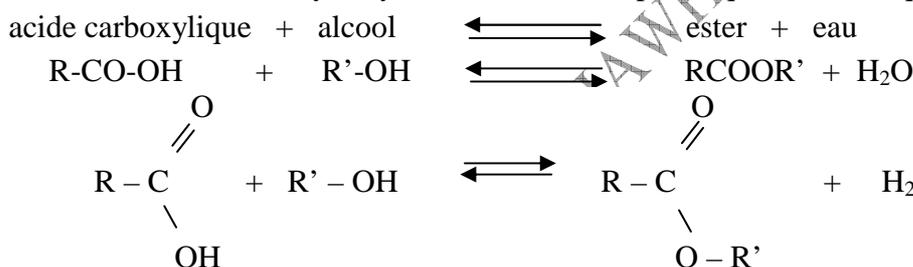
- Maintenir une pissette d'eau distillée dans la glace.
- Verser environ 50 cm<sup>3</sup> d'eau distillée glacée dans un bécher de 100 mL.
- Ajouter 2 gouttes de phénolphtaléine.
- A la date indiquée dans le tableau, à l'aide d'une **pince en bois**, sortir un premier tube du bain-marie et verser son contenu dans le bécher d'eau froide.
- Rincer le tube avec un peu d'eau et vider l'eau de rinçage dans le bécher.
- Laisser tomber la soude, lentement en agitant le contenu du bécher jusqu'au rose de l'indicateur léger mais persistant.
- Vider et bien rincer le bécher, remettre de l'eau distillée froide et les deux gouttes d'indicateur.
- Remettre la burette à zéro.
- Doser le tube suivant à la date indiquée.
- Ne pas oublier de doser le tube restant dans la glace, lorsque le temps entre deux dosages le permet. Ce dosage donne la valeur V<sub>B</sub>(0).

## Résultats

a) Pour chaque dosage noter dans le tableau suivant la valeur de volume V<sub>B</sub> de la base versée à l'équivalence acido-basique :

Date (min)	0	3	6	15	30	45	60
V <sub>B</sub> (mL)	13,33	7,4	5,6	4,7	4,3	4,3	4,3
x (10 <sup>-3</sup> mol)							
τ							

b) La réaction d'estérification-hydrolyse est schématisée par l'équation chimique suivante :



c) Compléter le tableau d'avancement suivant:

L'équation		Acide carboxylique + alcool $\rightleftharpoons$ ester + eau			
Etat de système	Avancement	Quantités de matières ( en mol )			
Etat initial (t = 0)	0	n <sub>0</sub> (ac) = 13,3 · 10 <sup>-3</sup>	n <sub>0</sub> (al) = 13,3 · 10 <sup>-3</sup>	0	0
Etat intermédiaire t	x				
Etat final t <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>				

Pourquoi ce mélange initial est-il dit équimolaire ? .....

d) Déduire l'expression de x en fonction de la quantité de matière n(ac) d'acide éthanoïque restant a une date t.  $n(\text{ac}) = 13,3 \cdot 10^{-3} - x$  d'où  $x = 13,3 \cdot 10^{-3} - n(\text{ac})$

Dans cette expérience x représente la quantité de matière d'acide qui .....

Dans cette expérience x représente aussi la quantité de matière d'ester .....

e) Ecrire la condition d'équivalence acido-basique et déduire n(ac) restant a une date t en fonction de C<sub>B</sub> et V<sub>B</sub>. Déduire l'expression de x.

A l'équivalence acido-basique : n(ac) = n<sub>BE</sub> d'où n(ac) = C<sub>B</sub>.V<sub>BE</sub>

$$x = 13,3 \cdot 10^{-3} - C_B \cdot V_{BE}$$

f) Compléter la ligne de x dans le tableau a).

Date (min)	0	3	6	15	30	45	60
V <sub>B</sub> (mL)	13,33	7,4	5,6	4,7	4,3	4,3	4,3
x (10 <sup>-3</sup> mol)	0	5,87	7,73	8,63	9	9	9
τ							

g) Déterminer la valeur de l'avancement maximal x<sub>max</sub>.

Calcul de x<sub>max</sub> : 13,3.10<sup>-3</sup> - x<sub>max</sub> = 0 (le mélange est équimolaire.) d'où : x<sub>max</sub> = 13,3.10<sup>-3</sup> mol.

h) Représenter la courbe de x = f (t).

i) Déterminer la valeur de l'avancement final x<sub>f</sub>.

D'après la courbe de x = f(t) , à l'état final (lorsque x reste constante) : x<sub>f</sub> = 9.10<sup>-3</sup> mol.

i) Comparer x<sub>f</sub> et x<sub>max</sub> , calculer le taux d'avancement final  $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$  ; La réaction d'estérification est-elle

totale ou limitée?

.....  
 .....  
 .....

j) Compléter la ligne de τ dans le tableau a),  $\tau = \frac{x}{x_{max}}$  .

Date (min)	0	3	6	15	30	45	60
V <sub>B</sub> (mL)	13,33	7,4	5,6	4,7	4,3	4,3	4,3
x (10 <sup>-3</sup> mol)	0	5,87	7,73	8,63	9	9	9
τ	0	0,44	0,58	0,64	0,67	0,67	0,67

On pourra représenter la courbe de τ = f (t).

### Remarques :

- On pourra vérifier théoriquement que n<sub>0</sub>(ac) = 13,3.10<sup>-3</sup> mol dans 2 mL de mélange, a partir de la densité et de la masse molaire M de l'acide. (De même pour l'alcool.)
- Préciser le rôle de l'acide sulfurique ? .....
- Préciser le rôle de chauffage (température voisine de 100°C) ? .....
- Préciser le rôle de l'eau glacée ? .....
- Préciser le rôle du phénol phtaléine? .....
- Préciser le rôle de réfrigérant a air ? .....

Conclusion : .....