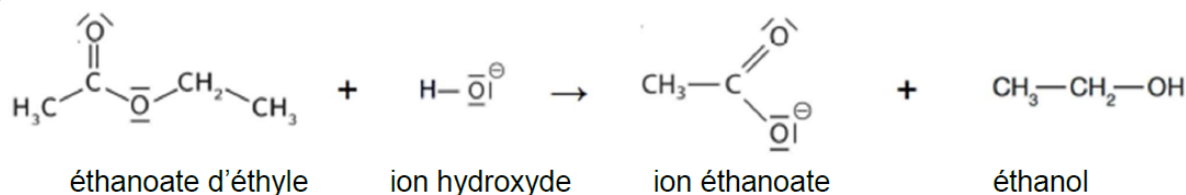




## Saponification de l'éthanoate d'éthyle

**Parties du programme** *Cinétique chimique ; Acido-basicité*

On souhaite déterminer le temps de demi-réaction de la saponification de l'éthanoate d'éthyle par deux méthodes : un suivi cinétique pH-métrique (partie A) puis l'exploitation mathématique de la loi de vitesse (partie B). L'équation de la réaction modélisant cette transformation chimique est :

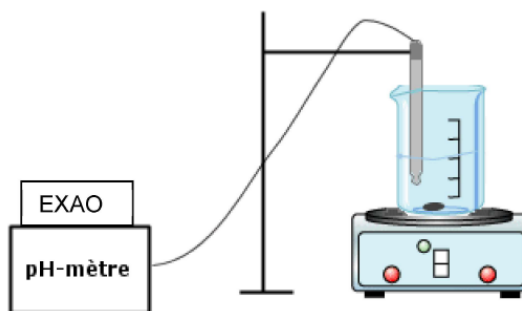


**Données :**

- masse volumique de l'éthanoate d'éthyle :  $\rho_{\text{é.é.}} = 0,925 \text{ g/mL}$  ;
- masse molaire de l'éthanoate d'éthyle :  $M_{\text{é.é.}} = 88,0 \text{ g/mol}$  ;
- constante d'équilibre de l'autoprotolyse de l'eau :  $K_e = 10^{-14}$ .

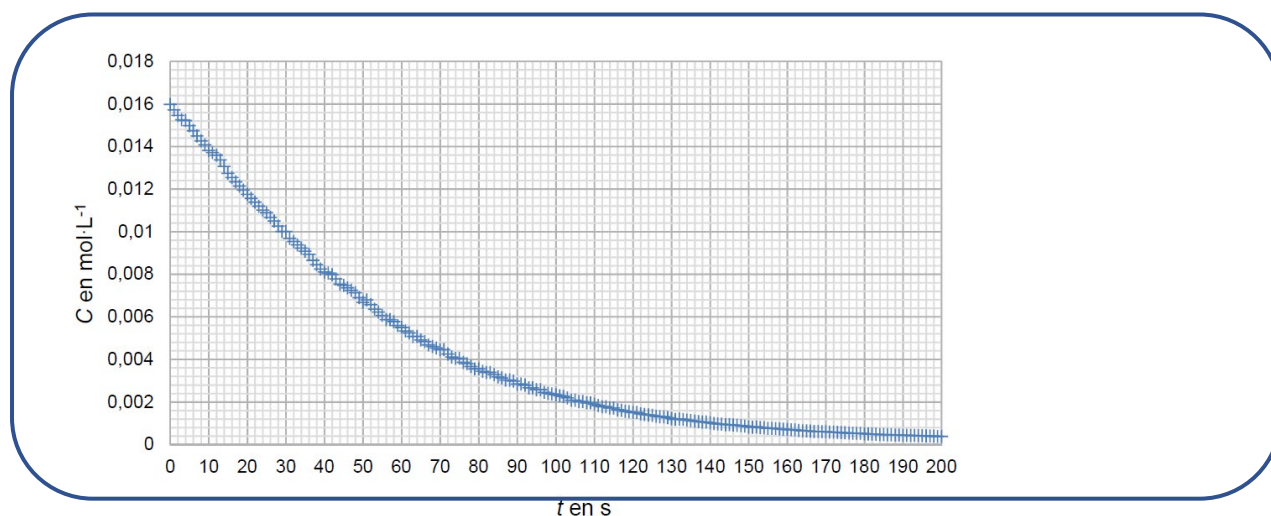
Le suivi est réalisé en mettant en oeuvre le protocole suivant :

- dans un bécher, verser :
  - 10,0 mL de soude à 0,10 mol/L ;
  - environ 35 mL d'eau ;
  - environ 15 mL d'éthanol ;
  - 2,0 mL d'éthanoate d'éthyle.
- déclencher l'acquisition informatique de la mesure du pH toutes les secondes. Le déclenchement définit l'instant initial  $t = 0 \text{ s}$ .



1. Déterminer les valeurs des quantités de matière initiales d'éthanoate d'éthyle et de soude.
2. Dans ces conditions, on considère que la concentration en éthanoate d'éthyle reste constante et égale à sa valeur initiale tout au long de la transformation chimique. La loi de vitesse de réaction peut alors s'écrire comme celle d'une loi d'ordre 1 :  $v = k_1 x [\text{HO}^-]$  dans laquelle  $k_1$  est appelée constante de vitesse apparente.  
On souhaite établir la relation entre le pH mesuré et la concentration en quantité de matière C en ions hydroxyde dans le mélange réactionnel au même instant.
- 2.1. Écrire l'équation de la réaction d'autoprotolyse de l'eau.
- 2.2. Donner l'expression de la constante d'équilibre  $K_e$  de la réaction d'autoprotolyse de l'eau en fonction des concentrations à l'équilibre.
- 2.3. En déduire la relation entre la concentration C en ions hydroxyde et le pH mesuré à tout instant.

2.4. À partir des valeurs du pH mesuré à chaque seconde et en utilisant la relation entre C et le pH, on obtient le graphique fourni ci-dessous



Déterminer graphiquement, le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ , exprimé en seconde, de la saponification. Une justification graphique est attendue.

3. On note  $C(t)$  la concentration en ions hydroxyde, exprimée en  $\text{mol}/\text{L}$ , à l'instant  $t$ , exprimé en seconde et  $C_0$  la concentration en ions hydroxyde à l'instant  $t = 0$ .

Dans les conditions décrites précédemment,  $C_0 = 0,016 \text{ mol}/\text{L}$  et  $k_1 = 0,017 \text{ s}^{-1}$ .

La fonction  $C$  est donc solution de l'équation différentielle (E) suivante :  $y' = -k_1 y$  (E)

3.1. Vérifier que la fonction  $C$  définie sur  $[0 ; +\infty[$  par  $C(t) = C_0 e^{-k_1 t}$  est une solution de (E).

Montrer que  $C(0) = C_0$ . On admet que  $C$  est la seule solution de (E) qui vérifie  $C(0) = C_0$ .

3.2. Déterminer par le calcul le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ . On donnera la valeur exacte, puis l'arrondi à la seconde. Interpréter ce résultat dans le contexte de l'exercice.