

Fiche Méthode - Estérification - hydrolyse : un équilibre chimique

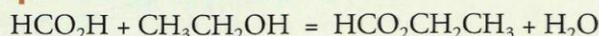
1. Comment déterminer un rendement à l'aide d'un graphe ?

On fait réagir en présence d'ion H^+ , un volume $V_{\text{éth}} = 30,0 \text{ mL}$ d'éthanol avec une masse $m_{\text{ac}} = 15,0 \text{ g}$ d'acide méthanoïque. À l'aide de titrages acido-basiques, il est possible de déterminer la quantité d'ester formé et de tracer le graphe ci-contre.

Quel est le rendement à l'équilibre de cette réaction ?

Donnée : masse volumique de l'éthanol, $\mu_{\text{éth}} = 0,785 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$.

→ **Écrire l'équation de la réaction.**



→ **Déterminer les quantités initiales n_i de réactifs mises en jeu, puis identifier le réactif limitant.**

• Pour l'acide méthanoïque HCO_2H : $n_{i,\text{ac}} = \frac{m_{i,\text{ac}}}{M_{\text{ac}}} = \frac{15,0}{46,0} = 0,326 \text{ mol}$

• Pour l'éthanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$: $n_{i,\text{éth}} = \frac{m_{i,\text{éth}}}{M_{\text{éth}}} = \frac{V_{\text{éth}} \cdot \mu_{\text{éth}}}{M_{\text{éth}}} = \frac{30,0 \times 0,785}{46,0} = 0,512 \text{ mol}$

L'acide méthanoïque est le réactif limitant.

→ **Utiliser le graphe pour déterminer la quantité d'ester à l'équilibre.**

L'équilibre est atteint lorsque la quantité d'ester obtenu n'évolue plus au cours du temps ; sur le graphe on lit :

$$n_{\text{éq}}(\text{ester}) = 0,26 \text{ mol}$$

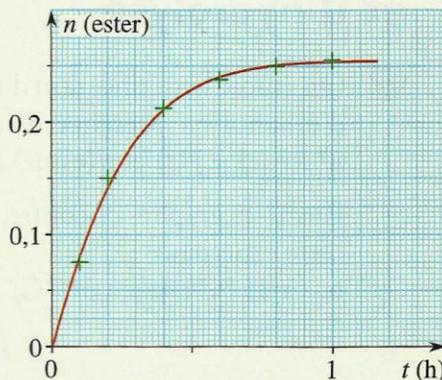
→ **Exprimer, puis calculer numériquement, le rendement ρ .**

Le rendement ρ à l'équilibre de la synthèse est égal au quotient de la quantité d'ester obtenu à l'équilibre, soit $n_{\text{éq}}(\text{ester})$, par la quantité maximale d'ester attendu, soit $n_{\text{max}}(\text{ester})$, d'où :

$$\rho = \frac{n_{\text{éq}}(\text{ester})}{n_{\text{max}}(\text{ester})}$$

Comme l'acide méthanoïque est le réactif limitant :

$$n_{\text{max}}(\text{ester}) = n_{i,\text{ac}} \quad \text{d'où :} \quad \rho = \frac{n_{\text{éq}}(\text{ester})}{n_{i,\text{ac}}} ; \quad \text{numériquement :} \quad \rho = \frac{0,26}{0,326} = 0,80 \quad \text{soit :} \quad \rho = 80 \%$$



2. Comment déterminer une constante d'équilibre d'estérification ?

Comment exploiter les résultats ci-dessus pour déterminer la constante d'équilibre de la réaction étudiée ?

→ **Exprimer la constante d'équilibre pour la réaction étudiée (voir § 1.4 du cours).**

$$K = \frac{[\text{ester}]_{\text{éq}} \cdot [\text{eau}]_{\text{éq}}}{[\text{acide}]_{\text{éq}} \cdot [\text{alcool}]_{\text{éq}}} \quad \text{qui peut aussi s'écrire :} \quad K = \frac{n_{\text{éq}}(\text{ester}) \cdot n_{\text{éq}}(\text{eau})}{n_{\text{éq}}(\text{acide}) \cdot n_{\text{éq}}(\text{alcool})}$$

→ **Exprimer les quantités à l'équilibre de chacune des espèces mises en jeu, puis calculer K .**

$$n_{\text{éq}}(\text{ester}) = n_{\text{éq}}(\text{eau}) = 0,26 \text{ mol}$$

$$n_{\text{éq}}(\text{acide}) = n_{i,\text{ac}} - n_{\text{éq}}(\text{ester}) = 0,07 \text{ mol} \quad \text{et} \quad n_{\text{éq}}(\text{alcool}) = n_{i,\text{éth}} - n_{\text{éq}}(\text{ester}) = 0,25 \text{ mol}$$

Numériquement :

$$K = \frac{(0,26)^2}{0,07 \times 0,25} \quad \text{soit :} \quad K = 3,9$$