

# Correction DM n°5

## Exercice n°49 p 109

### 1- Titration à deux équivalences

a) Les réactifs titrés sont  $\text{H}_3\text{O}^+$  et l'acide éthanóïque  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

Le réactif titrant est l'ion  $\text{OH}^-$

Réaction du premier titrage :  $\text{OH}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

Réaction du deuxième titrage :  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$

b) A la première équivalence, le mélange réactionnel contient les ions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ , de l'eau et de l'acide éthanóïque  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

c) A la deuxième équivalence, le mélange réactionnel contient les ions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  et de l'eau.

### 2- Titration pH métrique

a) Avec la méthode des tangentes, on trouve  $V_{E1} = 10,0 \text{ mL}$  et  $V = 27,6 \text{ mL}$  pour le deuxième titrage.  $V$  n'est pas le volume équivalent  $V_{E2}$  car il faut prendre en compte le volume versé uniquement depuis la première équivalence :  $V_{E2} = V - V_{E1} = 17,6 \text{ mL}$ .

b) À la première équivalence,  $\frac{n_0(\text{H}_3\text{O}^+)}{1} = \frac{n_{E1}(\text{OH}^-)}{1} \rightarrow c_{A1} \times V_1 = c_B \times V_{E1} \rightarrow c_{A1} = c_B \times \frac{V_{E1}}{V_1}$

On a donc  $c_{A1} = 0,100 \times \frac{10,0}{25,0} = 4,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$

À la deuxième équivalence,  $\frac{n_0(\text{CH}_3\text{COOH})}{1} = \frac{n_{E2}(\text{OH}^-)}{1} \rightarrow c_{A2} \times V_1 = c_B \times V_{E2} \rightarrow c_{A2} = c_B \times \frac{V_{E2}}{V_1}$

On a donc  $c_{A1} = 0,100 \times \frac{17,6}{25,0} = 7,04 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$

### 3- Titration pH-métrique

a) On ajoute de l'eau distillée dans la solution à titrer pour obtenir une solution plus diluée et pouvoir négliger la dilution lors de l'ajout de solution titrante.

b) On a le tableau suivant :

$V < V_{E1}$	$V_{E1} < V < V_{E2}$	$V > V_{E2}$
$[\text{OH}^-] = 0$ (réactif titrant limitant) $[\text{Na}^+] \nearrow$ (ion spectateur versé avec le titrant) $[\text{Cl}^-] \rightarrow$ (ion spectateur dans le bécher) $[\text{H}_3\text{O}^+] \searrow$ (1 <sup>er</sup> réactif titré consommé) $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0$ (pas encore formé)	$[\text{OH}^-] = 0$ (réactif titrant limitant) $[\text{Na}^+] \nearrow$ (ion spectateur versé avec le titrant) $[\text{Cl}^-] \rightarrow$ (ion spectateur dans le bécher) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0$ (1 <sup>er</sup> réactif titré entièrement consommé) $[\text{CH}_3\text{COO}^-] \nearrow$ (produit formé)	$[\text{OH}^-] \nearrow$ (réactif titrant versé mais non consommé) $[\text{Na}^+] \nearrow$ (ion spectateur versé avec le titrant) $[\text{Cl}^-] \rightarrow$ (ion spectateur dans le bécher) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0$ (1 <sup>er</sup> réactif titré entièrement consommé) $[\text{CH}_3\text{COO}^-] \rightarrow$ (produit ne se forme plus)
On a $\lambda_{\text{Na}^+} < \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$ donc la courbe $\sigma$ est une courbe décroissante.	$\sigma$ est une courbe croissante.	On a $\lambda_{\text{OH}^-} > \lambda_{\text{Na}^+}$ et $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}$ donc la courbe $\sigma$ est une courbe croissante avec une pente plus importante.

c) Les deux volumes équivalents sont trouvés à l'endroit des ruptures de pente :

$V_{E1} = 11,0 \text{ mL}$  et  $V = 28,0 \text{ mL}$  pour la deuxième rupture.

Comme précédemment,  $V_{E2} = V - V_{E1} = 28,0 - 11,0 = 17,0 \text{ mL}$

d) On réutilise les mêmes formules que dans la question 2-b)

À la première équivalence,  $c_{A1} = c_B \times \frac{V_{E1}}{V_1} = 0,100 \times \frac{11,0}{25,0} = 4,40 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$

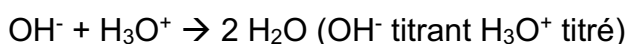
À la deuxième équivalence,  $c_{A2} = c_B \times \frac{V_{E2}}{V_1} = 0,100 \times \frac{17,0}{25,0} = 7,20 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$

- 4- Le suivi conductimétrique est une méthode plus précise car on obtient des portions de droites bien marquées, alors que le premier saut de pH n'est pas clairement marqué. De plus, la lecture du volume équivalent est plus simple à mettre en œuvre que la méthode des tangentes.

#### Exercice 50 p 109 :

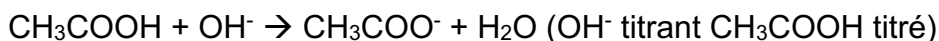
Toutes les réactions sont des réactions acide-base : il faut forcément faire réagir un acide d'un couple avec la base d'un autre couple.

Il y a 4 possibilités :



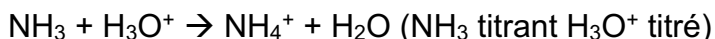
Avant équivalence	Après équivalence
$[\text{OH}^-] = 0$ (réactif titrant limitant) $[\text{Na}^+] \nearrow$ (ion spectateur versé avec le titrant) $[\text{Cl}^-] \rightarrow$ (ion spectateur dans le bécher) $[\text{H}_3\text{O}^+] \searrow$ (réactif titré consommé)	$[\text{OH}^-] \nearrow$ (réactif titrant versé ne réagit plus) $[\text{Na}^+] \nearrow$ (ion spectateur versé avec le titrant) $[\text{Cl}^-] \rightarrow$ (ion spectateur dans le bécher) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0$ (réactif titré limitant)
On a $\lambda_{\text{Na}^+} < \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$ donc la courbe $\sigma$ est une courbe décroissante.	$\sigma$ est une courbe croissante.

**C'est la description de la courbe 1**



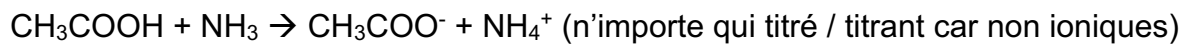
Avant équivalence	Après équivalence
$[\text{OH}^-] = 0$ (réactif titrant limitant) $[\text{Na}^+] \nearrow$ (ion spectateur versé avec le titrant) $[\text{CH}_3\text{COO}^-] \nearrow$ (produit formé par la réaction)	$[\text{OH}^-] \nearrow$ (réactif titrant versé ne réagit plus) $[\text{Na}^+] \nearrow$ (ion spectateur versé avec le titrant) $[\text{CH}_3\text{COO}^-] \rightarrow$ (ne se forme plus)
la courbe $\sigma$ est une courbe croissante.	$\sigma$ est une courbe croissante. Or $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} < \lambda_{\text{OH}^-}$ : la pente est plus forte

**C'est la description de la courbe 2**



Avant équivalence	Après équivalence
$[\text{H}_3\text{O}^+] \searrow$ (réactif titré consommé) $[\text{NH}_4^+] \nearrow$ (produit formé par la réaction) $[\text{Cl}^-] \rightarrow$ (ion spectateur avec le titré)	$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0$ (réactif titré limitant) $[\text{NH}_4^+] \rightarrow$ (ne se forme plus) $[\text{Cl}^-] \rightarrow$ (ion spectateur avec le titré)
$\lambda_{\text{NH}_4^+} < \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$ la courbe $\sigma$ est une courbe décroissante.	$\sigma$ est une courbe constante.

**C'est la description de la courbe 3**



Avant équivalence	Après équivalence
$[\text{NH}_4^+] \nearrow$ (produit formé par la réaction) $[\text{CH}_3\text{COO}^-] \nearrow$ (produit formé par la réaction)	$[\text{NH}_4^+] \rightarrow$ (ne se forme plus) $[\text{CH}_3\text{COO}^-] \rightarrow$ (ne se forme plus)
la courbe $\sigma$ est une courbe croissante.	$\sigma$ est une courbe constante.

**C'est la description de la courbe 4**

Remarque : afin que l'on puisse attribuer les courbes, il faut bien choisir le titrant et le titré. (Il faut tester pour voir si cela fonctionne !)