

31 Une astuce culinaire

1. Comme $\text{pH} > \text{p}K_{A2}$, l'espèce prédominante dans la solution est $(\text{CH}_3)_3\text{N}(\text{aq})$.

Diagramme de prédominance :



2. Le tableau d'avancement de la réaction entre la triméthylamine et l'eau s'écrit :

Équation	$(\text{CH}_3)_3\text{N}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons (\text{CH}_3)_3\text{NH}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$
État initial ($x = 0$ mol)	$n = C \times V$ Solvant 0 0
État en cours (x)	$n - x$ Solvant x x
État final (x_f)	$n - x_f$ Solvant x_f x_f

L'avancement final x_f est :

$$x_f = n_{\text{éq}}(\text{HO}^-) = [\text{HO}^-]_{\text{éq}} \times V$$

$$x_f = \frac{K_e \times V}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}} = \frac{K_e \times V}{10^{-\text{pH}}} = \frac{1,0 \times 10^{-14} \times 50 \times 10^{-3}}{10^{-10,9}}$$

$$x_f = 4,0 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$\text{Et } n = C \times V = 1,0 \times 10^{-2} \times 50 \times 10^{-3} = 5,0 \times 10^{-4} \text{ mol.}$$

La composition finale de la solution est :

$$n_{\text{éq}}((\text{CH}_3)_3\text{N}) = n - x_f = 5,0 \times 10^{-4} - 4,0 \times 10^{-5} = 4,6 \times 10^{-4} \text{ mol ;}$$

$$n_{\text{éq}}((\text{CH}_3)_3\text{NH}^+) = n_{\text{éq}}(\text{HO}^-) = x_f = 4,0 \times 10^{-5} \text{ mol.}$$

3. La triméthylamine n'est pas entièrement consommée à la fin de la réaction, la réaction n'est donc pas totale, la triméthylamine est une base faible dans l'eau.

4. À concentrations apportées égales, la triméthylamine $(\text{CH}_3)_3\text{N}(\text{aq})$ est une base plus forte dans l'eau que les ions éthanoate $\text{CH}_3\text{CO}_2^-(\text{aq})$ car $\text{p}K_{A2} > \text{p}K_{A1}$.

5. L'indicateur coloré adapté à ce titrage doit contenir le pH équivalent pH_E dans sa zone de virage. Graphiquement, $\text{pH}_E = 8,6$. Donc seule, la phénolphtaléine conviendrait pour ce titrage car sa zone de virage est $[8,0 - 10,0]$.

$$6. \text{pH} = \text{p}K_A + \log \left(\frac{[\text{CH}_3\text{CO}_2^-]_{\text{éq}}}{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]_{\text{éq}}} \right).$$

7. a. Une solution tampon est une solution dont le pH varie peu par ajout de petites quantités d'acide ou de base ou par dilution.

b. À la demi-équivalence du titrage, $\text{pH} = 4,8 = \text{p}K_A$. Le mélange réactionnel contient de l'acide éthanoïque et des ions éthanoate en concentrations égales. L'ajout d'hydroxyde de sodium fait peu varier le pH de la solution. On a donc réalisé une solution tampon à la demi-équivalence du titrage.

$$8. K_{A2} = \frac{[(\text{CH}_3)_3\text{N}]_{\text{éq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+]_{\text{éq}}}$$

$$\text{donc : } \frac{[(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+]_{\text{éq}}}{[(\text{CH}_3)_3\text{N}]_{\text{éq}}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{K_{A2}} = \frac{10^{-\text{pH}}}{10^{-\text{p}K_{A2}}} = 10^{\text{p}K_{A2} - \text{pH}}$$

$$9. \frac{[(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+]_{\text{éq}}}{[(\text{CH}_3)_3\text{N}]_{\text{éq}}} = 10^{9,8-6,5} = 10^{3,3} \approx 2,0 \times 10^3.$$

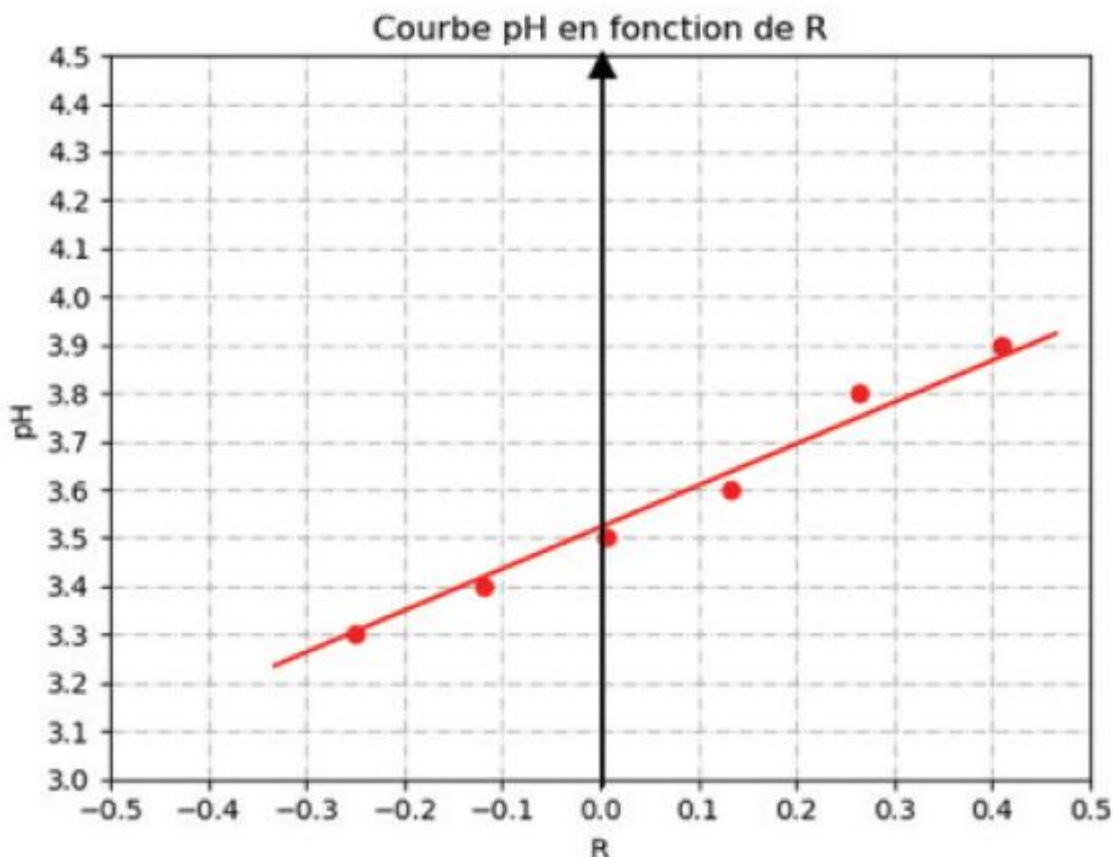
10. Quand on ajoute du vinaigre, alors :

$$[(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+]_{\text{éq}} = 2,0 \times 10^3 \times [(\text{CH}_3)_3\text{N}]_{\text{éq}}.$$

L'espèce d'odeur nauséabonde $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ est alors très minoritaire dans l'eau de cuisson.

Préparation à l'ECE

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 from numpy import log10, arange
3 Vb = [0.010, 0.012, 0.014, 0.016, 0.018, 0.020]
4 pH = [3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.8, 3.9]
5 R=[]
6 for i in Vb :
7     R.append(log10(0.1*i/(0.5/180-0.1*i)))
8 plt.title('Courbe pH en fonction de R')
9 plt.xlabel('R')
10 plt.ylabel('pH')
11 plt.axis(xmin=-0.5,xmax=0.5,ymin=3,ymax=4.5)
12 plt.xticks(arange(-0.5,0.6,0.1))
13 plt.yticks(arange(3,4.6,0.1))
14 plt.grid(linestyle="-.-")
15 plt.plot(R, pH, 'ro')
16 plt.show()
```



2. Comme $\text{pH} = \text{p}K_A + R$, on a $\text{pH} = \text{p}K_A$ lorsque $R = 0$.
Le graphe coupe l'axe des ordonnées en un point dont l'ordonnée vaut $\text{p}K_A$. Graphiquement, $\text{p}K_A \approx 3,5$