

A. Détermination du taux d'avancement final

1. Couples acide / base : AH(aq) / A⁻(aq) et H₃O⁺(aq) / H₂O(l)

avancement	AH(aq)	+	H ₂ O(l)	⇌	A ⁻ (aq)	+	H ₃ O ⁺ (aq)
état initial (x = 0)	C.V		solvant		0		0
état d'équilibre final (x _f)	C.V - x _f		solvant		x _f		x _f

2. AH en défaut donc : x_{max} = C.V Avancement final : $\tau = \frac{x_f}{x_{\max}}$ donc : x_f = τ.x_{max} = τ.C.V

$$\text{Constante d'acidité : } K_A = \frac{[A^-]_{\text{éq}} \cdot [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}}$$

$$\text{avec : } [A^-]_{\text{éq}} = [H_3O^+]_{\text{éq}} = \frac{x_f}{V} = \frac{\tau.C.V}{V} = \tau.C \quad \text{et : } [AH]_{\text{éq}} = \frac{C.V - x_f}{V} = \frac{C.V - \tau.C.V}{V} = C(1 - \tau)$$

$$\text{En remplaçant dans l'expression de } K_A : \quad K_A = \frac{C^2 \cdot \tau^2}{C(1 - \tau)} = \frac{C \cdot \tau^2}{1 - \tau}$$

3. $K_A = \frac{C \cdot \tau^2}{1 - \tau} \Leftrightarrow C \cdot \tau^2 = K_A(1 - \tau) \Leftrightarrow C \cdot \tau^2 + K_A \cdot \tau - K_A = 0$

4. $\Delta = b^2 - 4 \cdot a \cdot c = K_A^2 + 4 \cdot C \cdot K_A \quad \Delta > 0$ car toutes les grandeurs de la somme sont positives.

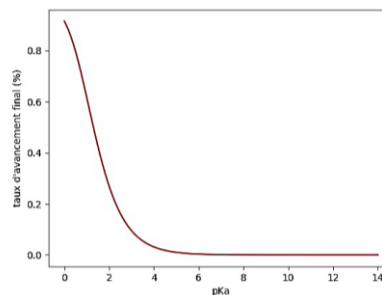
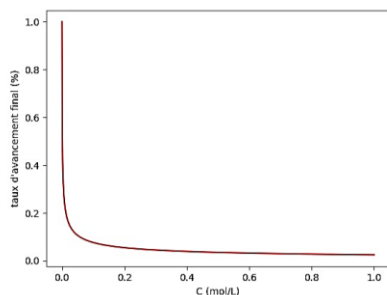
L'équation admet donc deux racines :

$$\tau_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2 \cdot a} = \frac{-K_A - \sqrt{\Delta}}{2 \cdot C} < 0 \quad \text{et : } \tau_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2 \cdot a} = \frac{-K_A + \sqrt{\Delta}}{2 \cdot C} \quad \tau_2 > 0 \text{ car } \sqrt{\Delta} = \sqrt{K_A^2 + 4 \cdot C \cdot K_A} > K_A$$

Un taux d'avancement étant positif, il faut retenir la racine : $\tau = \frac{-K_A + \sqrt{\Delta}}{2 \cdot C}$

5. Le taux d'avancement final dépend de la concentration initiale en quantité de matière C d'acide : plus l'acide est dilué plus le taux d'avancement est élevé.

6. Plus le pK_A du couple est petit, plus le taux d'avancement est élevé et donc plus l'acide est fort.



```

1 from matplotlib import pyplot as plt
2 from math import *
3 import numpy as np
4
5 # 1ère partie à compléter pour calculer la valeur Ka
6 pKa = float(input(" Indiquer la valeur du pKa du cou
7 Ka = 10**(-pKa)
8
9 N = 1000
10
11 C=np.linspace(1e-7,1,N) # génère une liste de N vale
12
13 delta = [0]*N # création et remplissage d'une liste
14 tau = [0]*N # création et remplissage d'une liste de
15
16 # 2ème partie à compléter pour calculer la valeur de
17 for i in range(0,N) :
18     delta[i] = Ka**2+4*C[i]*Ka
19     tau[i] = (-Ka+sqrt(delta[i]))/2/C[i]
20
21 plt.xlabel("C (mol/L)")
22 plt.ylabel("taux d'avancement final (%)")
23 plt.plot(C,tau,"r-")
24 plt.show()

```

```

1 from matplotlib import pyplot as plt
2 from math import *
3 import numpy as np
4
5 C = float(input(" Indiquer la valeur de la con
6
7 N = 1000
8
9 pKa=np.linspace(0,14,N) # génère une liste de
10
11 delta = [0]*N # création et remplissage d'une
12 tau = [0]*N # création et remplissage d'une li
13 Ka = [0]*N # création et remplissage d'une lis
14
15 for i in range(0,N) :
16     Ka[i]=10**(-pKa[i])
17     delta[i] = Ka[i]**2+4*C*Ka[i]
18     tau[i] = (-Ka[i]+sqrt(delta[i]))/2/C
19
20 plt.xlabel("pKa")
21 plt.ylabel("taux d'avancement final (%)")
22 plt.plot(pKa,tau,"r-")
23 plt.show()

```

B. Diagramme de distribution d'un couple acide-base

$$1. K_A = \frac{[A^-]_{\text{éq}} \cdot [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}} \Leftrightarrow [A^-]_{\text{éq}} = \frac{[AH]_{\text{éq}} \cdot K_A}{[H_3O^+]_{\text{éq}}} = [AH]_{\text{éq}} \frac{10^{-pK_A}}{10^{-pH}} = [AH]_{\text{éq}} \times 10^{pH-pK_A}$$

$$2. C = [AH]_{\text{éq}} + [A^-]_{\text{éq}}$$

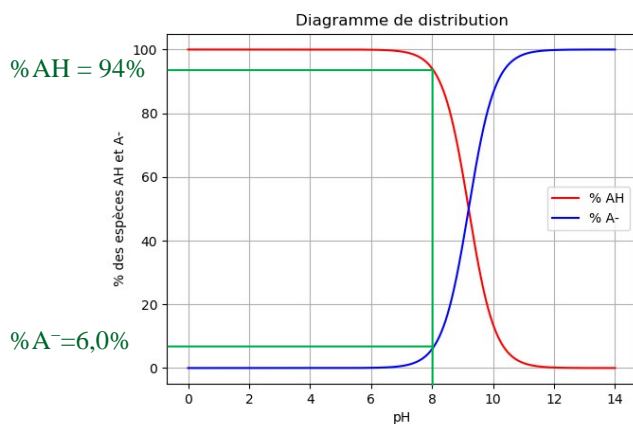
$$[AH]_{\text{éq}} + [AH]_{\text{éq}} \times 10^{pH-pK_A} = C \Leftrightarrow [AH]_{\text{éq}} (1 + 10^{pH-pK_A}) = C \Leftrightarrow [AH]_{\text{éq}} = \frac{C}{1 + 10^{pH-pK_A}}$$

3. Le pourcentage sous la forme AH a pour expression :

$$\%AH = \frac{[AH]_{\text{éq}}}{C} \times 100 = \frac{100}{1 + 10^{pH-pK_A}}$$

Le pourcentage sous la forme A^- s'en déduit facilement : $\%A^- = 100 - \%AH$

4. Diagramme de distribution du couple $NH_4^+(aq) / NH_3(aq)$ de $pK_A = 9,2$:



```

1 import matplotlib.pyplot as plt
2 import numpy as np
3
4 pKa = float(input("Saisir le pKa du couple AH/ A-?"))
5 N=1000
6 pH = np.linspace(0,14,N) # génère une liste de 1000 v
7 pctAH = [0]*N
8 pctAmoins = [0]*N
9
10 # 1ère partie à compléter
11 # calcul de %AH
12 for i in range(0,N) :
13     pctAH[i] = 100/(1+10**(pH[i]-pKa))
14
15 # 2ème partie à compléter
16 # calcul de %A-
17 for i in range(0,N) :
18     pctAmoins[i] = 100-pctAH[i]
19
20 plt.xlabel("pH")
21 plt.ylabel("% des espèces AH et A-")
22 plt.title("Diagramme de distribution")
23 plt.plot(pH,pctAH,"r-", label="% AH")
24 plt.plot(pH,pctAmoins,"b-", label="% A-")
25 plt.grid(True) # affiche une grille
26 plt.legend() # affiche les légendes : couleur de chaq
27 plt.show()

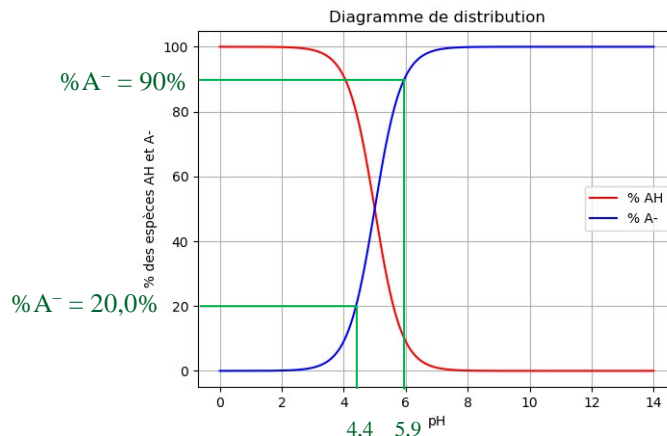
```

Graphiquement, pour $pH = 8,0$: $\%AH = 94\%$ et $\%A^- = 6,0\%$

$$[AH]_{\text{éq}} = 0,94 \times C = 0,94 \times 0,020 = 0,019 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[A^-]_{\text{éq}} = 0,060 \times C = 0,060 \times 0,020 = 0,0012 \text{ mol.L}^{-1}$$

5. Diagramme de distribution du rouge de méthyle $IndH(aq) / Ind^-(aq)$ de $pK_A = 5,0$:



Graphiquement : $\%A^- = 20\% \Rightarrow pH = 4,4$ $\%A^- = 90\% \Rightarrow pH = 5,9$

La zone de virage est comprise entre des pH allant de 4,4 à 5,9 est la teinte sensible est orange (jaune + rouge).