

CLASSE : Terminale

EXERCICE C : au choix du candidat (5 points)

VOIE : Générale

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui sans mémoire, « type collègue »

EXERCICE C au choix du candidat
Dégradation d'un produit de contraste

1.

Schéma de Lewis de l'acide diatrizoïque :

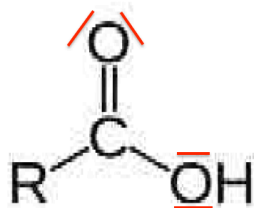
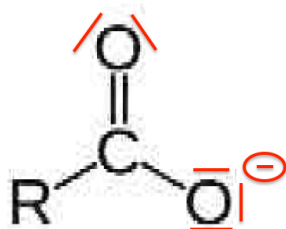


Schéma de Lewis de l'ion carboxylate correspondant :

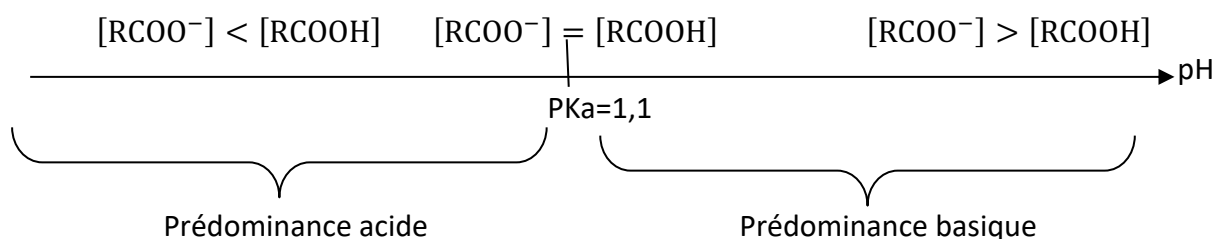


2.

$$K_A = \frac{[\text{RCOO}^-]_{\text{eq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{[\text{RCOOH}]_{\text{eq}} \times c^0}$$

3.

Diagramme de prédominance :



Dans les eaux usées $6,5 < \text{pH} < 8$: $\text{pH} > \text{pK}_a$. L'espèce prédominante est l'ion carboxylate RCOO^- .

4.

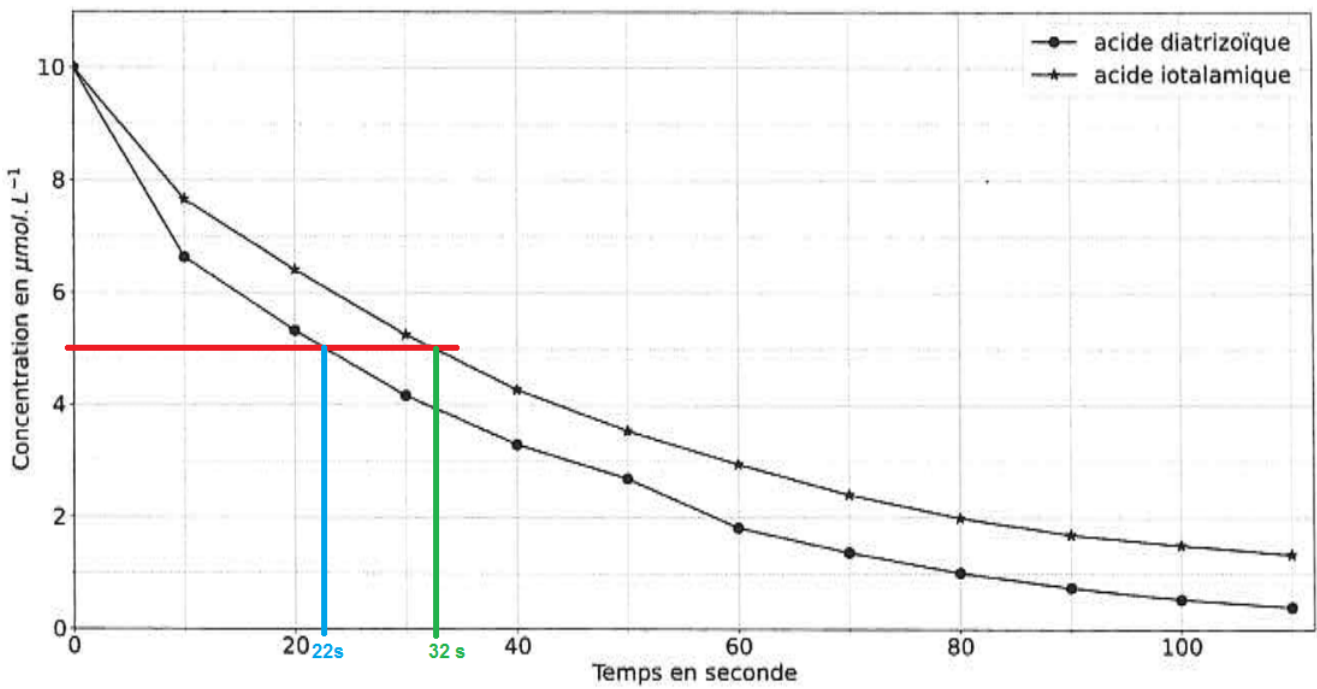


Figure 2. Cinétique de dégradation de deux produits de contraste

Source : Allard S., Criquet J. et al. *Water Research*. 2016

Pour l'acide diatrizoïque $t_{1/2} = 22 \text{ s}$

Pour l'acide iotalmique $t_{1/2} = 32 \text{ s}$

Le produit qui se dégrade le plus rapidement est celui qui a le $t_{1/2}$ le plus petit : l'acide diatrizoïque se dégrade le plus rapidement.

5.

$$v = -\frac{d[\text{Iop}]_{(t)}}{dt}$$

6.

$$v = -\frac{d[\text{Iop}]_{(t)}}{dt}$$

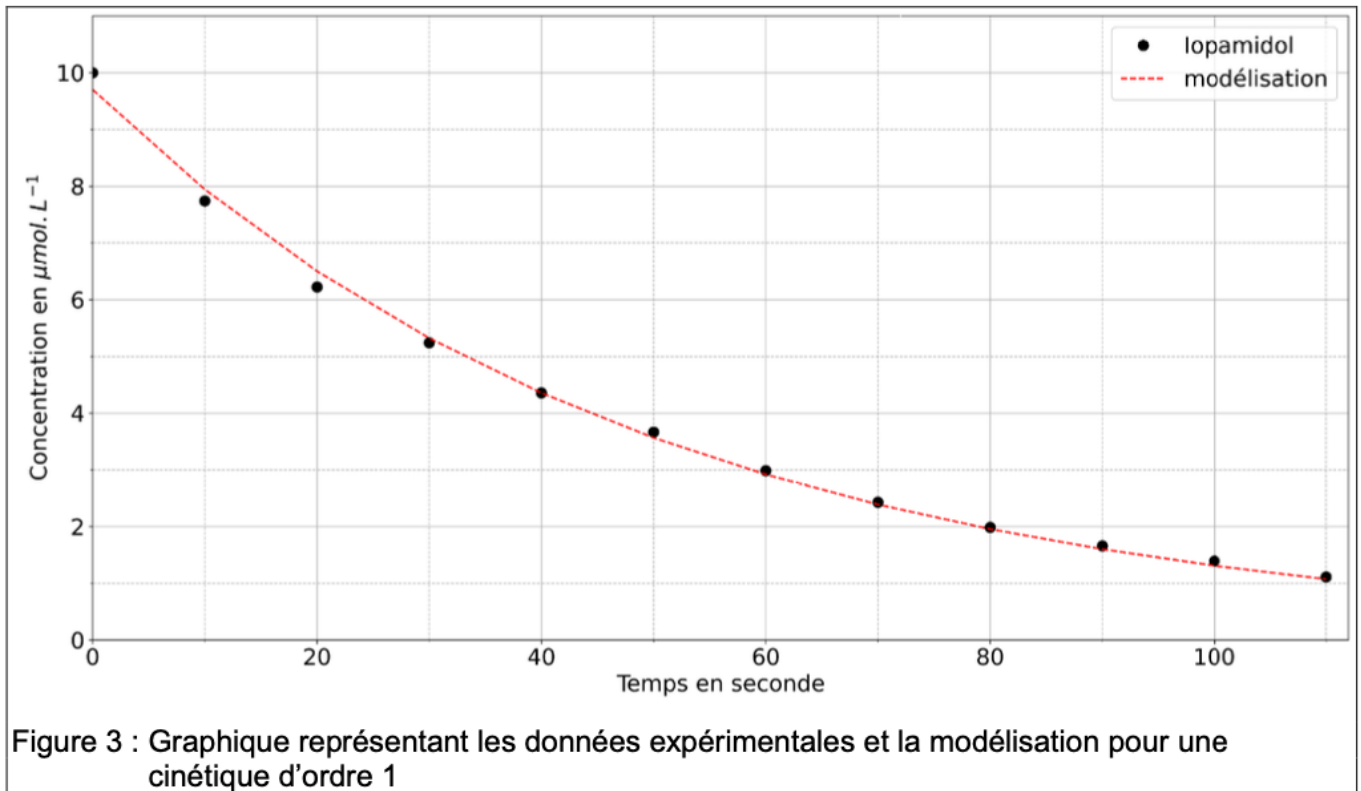
Or pour une vitesse d'ordre 1 : $v = k \times [\text{Iop}]_{(t)}$

d'où

$$k \times [\text{Iop}]_{(t)} = -\frac{d[\text{Iop}]_{(t)}}{dt}$$

$$\frac{d[\text{Iop}]_{(t)}}{dt} + k \times [\text{Iop}]_{(t)} = 0$$

7.



La modélisation représente $[\text{Iop}]_{(t)} = [\text{Iop}]_0 e^{-kt}$. Cette fonction est solution de l'équation différentielle pour une cinétique d'ordre 1.

Les points expérimentaux sont sur la courbe de la modélisation.

Ainsi, le modèle de la cinétique d'ordre 1 est validé.

Programme Python permettant de modéliser les données :

```
import numpy as np
from scipy.optimize import curve_fit

#Données
temps = np.array([0,10,20,30,40,50,60,70,80,90,100,110])
Iopamidol = np.array([10.0,7.74,6.22,5.24,4.36,3.67,2.98,2.43,1.99,1.66,1.39,1.11])

def func(x, a, b):
    return a * np.exp(-b*x)          #modèle de notre fonction

#modélisation des données expérimentale par notre fonction
popt, pcov = curve_fit(func, temps, Iopamidol, bounds=(0, [15, 0.1]))
```

$$[\text{Iop}]_{(t)} = [\text{Iop}]_0 e^{-kt}$$

Dans le programme Python :

$$[\text{Iop}]_{(t)} = a e^{-bt}$$

Par identification :

$$a = [\text{Iop}]_0$$

$$b = k$$

8.

$$[\text{Iop}]_{(t)} = [\text{Iop}]_0 e^{(-kt)}$$

$$[\text{Iop}]_0 e^{(-kt)} = [\text{Iop}]_{(t)}$$

$$e^{(-kt)} = \frac{[\text{Iop}]_{(t)}}{[\text{Iop}]_0}$$

$$\ln(e^{(-kt)}) = \ln\left(\frac{[\text{Iop}]_{(t)}}{[\text{Iop}]_0}\right)$$

$$-kt = \ln\left(\frac{[\text{Iop}]_{(t)}}{[\text{Iop}]_0}\right)$$

$$t = \frac{\ln\left(\frac{[\text{Iop}]_{(t)}}{[\text{Iop}]_0}\right)}{-k}$$

Avec :

➤ $[\text{Iop}]_0 = 10,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol. L}^{-1}$ (**Concentration molaire**)

➤ $[\text{Iop}]_{m(t)} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ g. L}^{-1}$ (**Concentration massique**)

➤ $k = b = 0,020 \text{ s}^{-1}$

$$c = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV} = \frac{c_m}{M}$$

$$[\text{Iop}]_{(t)} = \frac{[\text{Iop}]_{m(t)}}{M} = \frac{2,0 \cdot 10^{-3}}{777} = 2,6 \cdot 10^{-6} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$t = \frac{\ln\left(\frac{[\text{Iop}]_{(t)}}{[\text{Iop}]_0}\right)}{-k}$$

$$t_m = \frac{\ln\left(\frac{2,6 \cdot 10^{-6}}{10,0 \cdot 10^{-6}}\right)}{-0,020}$$

$$t_m = 67 \text{ s}$$

La durée minimum nécessaire au traitement est $t_m = 67 \text{ s}$.