**CLASSE :** Terminale
**VOIE :** ☒ Générale
**DURÉE DE L'ÉPREUVE :** 0h53
**EXERCICE C** : au choix du candidat (5 points)
**ENSEIGNEMENT : physique-chimie**
**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui sans mémoire, « type collège »

**EXERCICE C au choix du candidat**

**Dégradation d'un produit de contraste**

**1.**

Schéma de Lewis de l'acide diatrizoique :

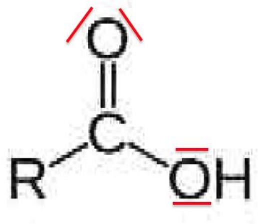
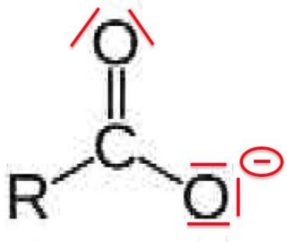



Schéma de Lewis de l'ion carboxylate correspondant :



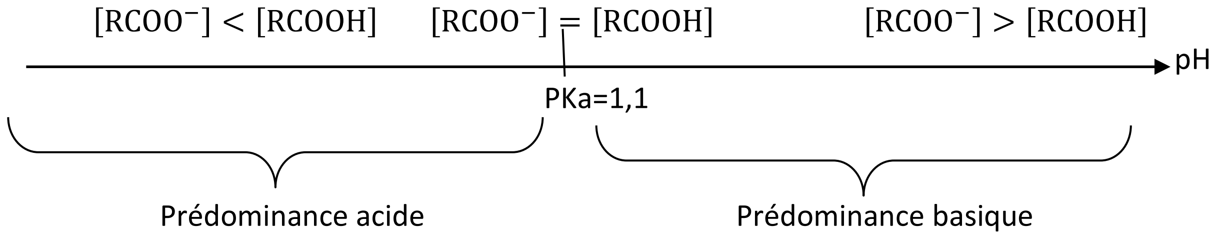

**2.**

$RCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows RCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

$$K_A = \frac{[RCOO^-]_{eq} \times [H_3O^+]_{eq}}{[RCOOH]_{eq} \times c^0}$$

**3.**

Diagramme de prédominance :




Dans les eaux usées 6,5<pH<8 : pH>pKa . L'espèce prédominante est l'ion carboxylate $RCOO^-$.

**4.**

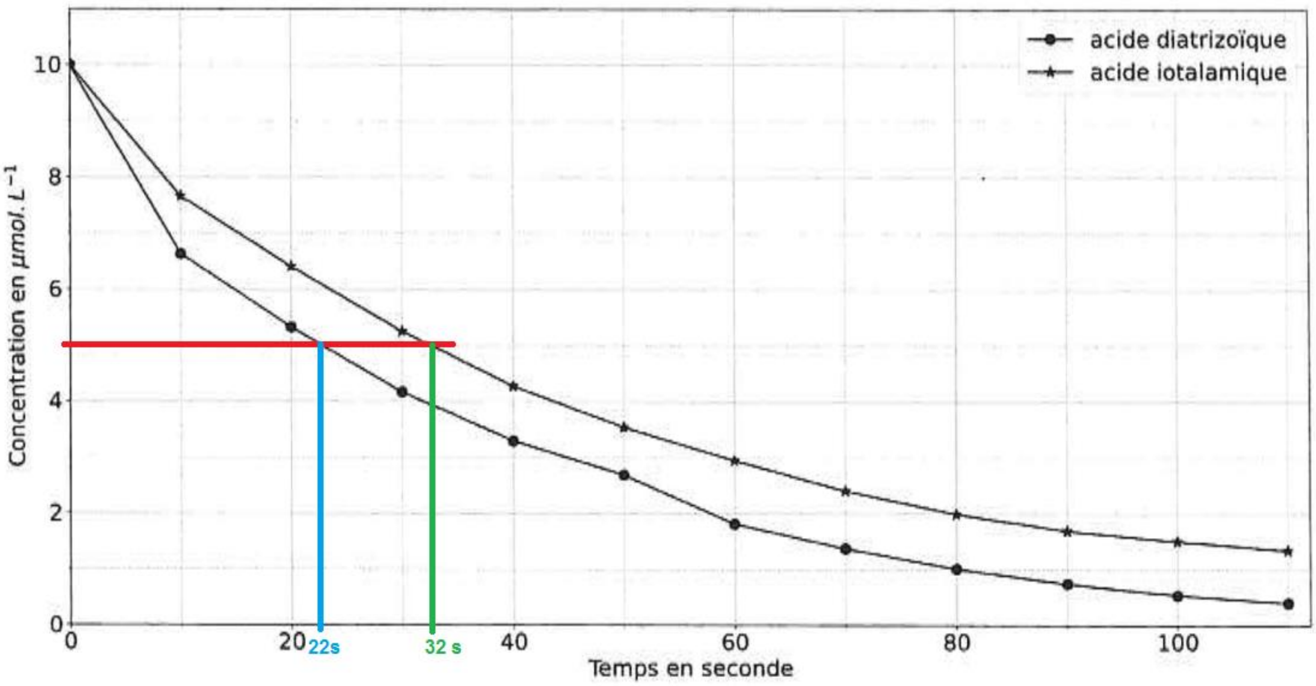



Figure 2. Cinétique de dégradation de deux produits de contraste
Source : *Allard S., Criquet J. et al. Water Research. 2016*

Pour l'acide diatrizoique $t_{1/2} = 22\ s$
Pour l'acide iotalmique $t_{1/2} = 32\ s$

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

**5.**

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

**6.**

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

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

d'ou

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

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

**7.**

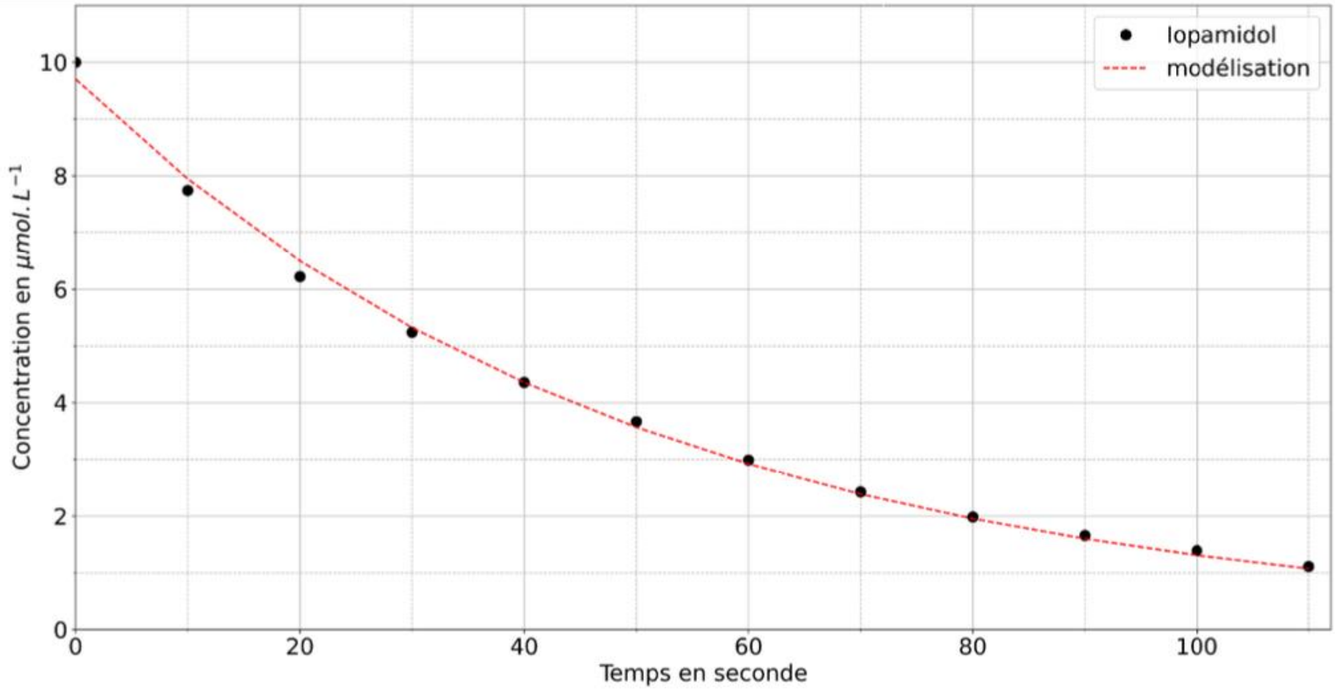



Figure 3 : Graphique représentant les données expérimentales et la modélisation pour une cinétique d'ordre 1

La modélisation représente $[\mathrm{Iop}]_{(t)} = [\mathrm{Iop}]_0 e^{(-kt)}$. 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]))
```

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

Dans le programme Python :

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

Par identification :

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

$b = k$

**8.**

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

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

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

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

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

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

Avec :

- $[\mathrm{Iop}]_0 = 10{,}0\,.\,10^{-6}\ \mathrm{mol.L^{-1}}$ (**Concentration molaire**)
- $[\mathrm{Iop}]_{m(t)} = 2{,}0\,.\,10^{-3}\ \mathrm{g.L^{-1}}$ (**Concentration massique**)
- $k = b = 0{,}020\ \mathrm{s^{-1}}$

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

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

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

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

$t_m = 67\ \mathrm{s}$

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