Dégradation d'un produit de contraste
(Bac Spécialité Physique-Chimie - Afrique - mai 2022)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie

<u>Première partie : propriétés chimiques de l'acide diatrizoïque</u>

1. schéma de Lewis de l'acide diatrizoïque :
(en notation simplifiée)

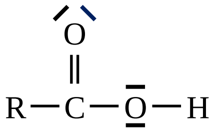
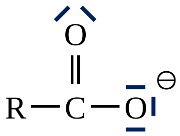


schéma de Lewis de l'ion carboxylate correspondant :
(en notation simplifiée)



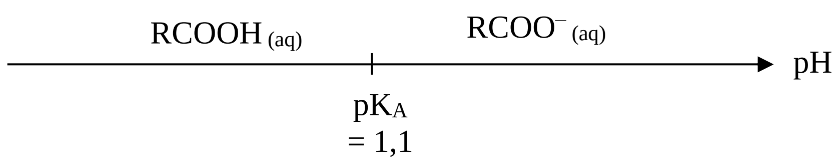
2.

$$RCOOH_{(aq)} \rightleftharpoons RCOO^-_{(aq)} + H^+$$
$$H_2O_{(\ell)} + H^+ \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)}$$

$$RCOOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons RCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

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

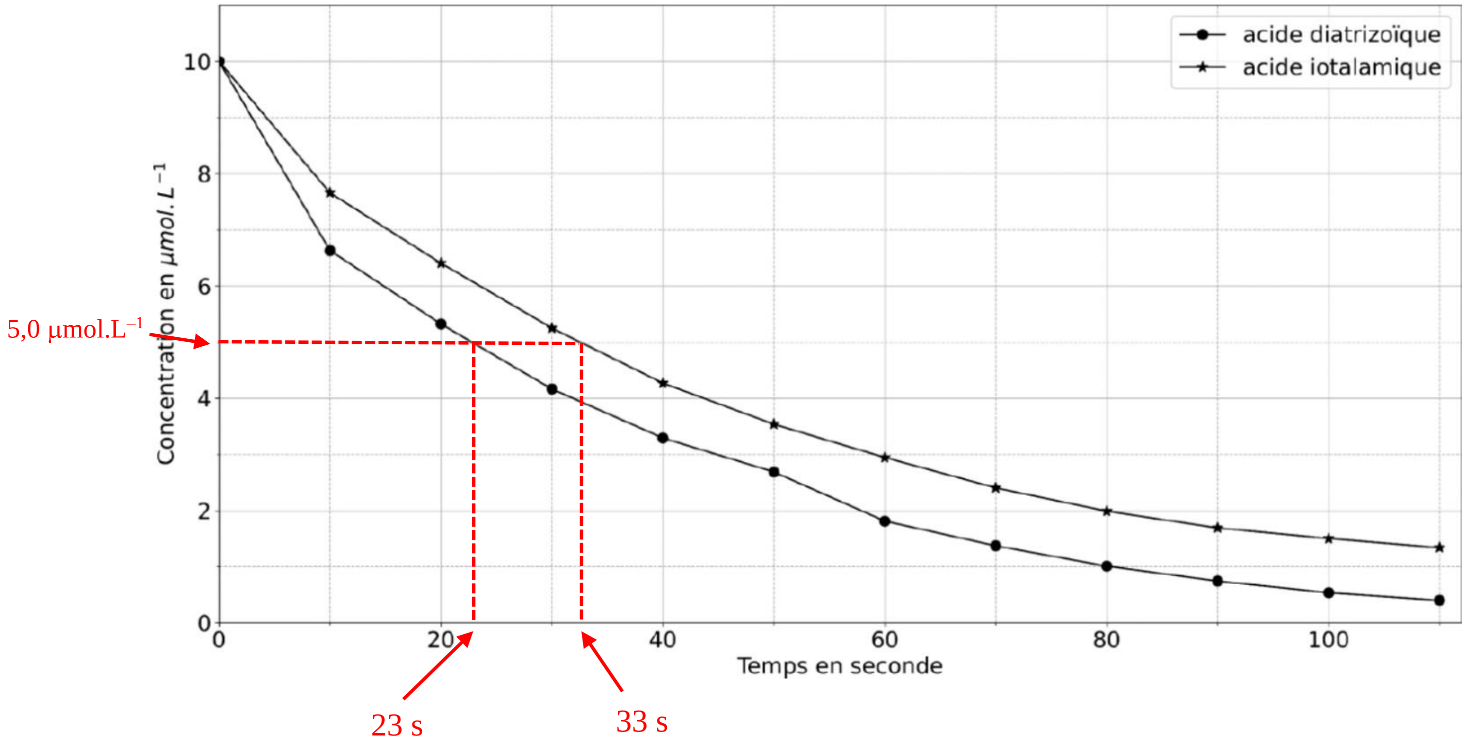
3.



Pour les eaux usées, le pH (entre 6,5 et 8) est supérieur au pK_A (1,1), donc c'est l'ion $RCOO^-$ qui est prédominant.

Deuxième partie : cinétique de dégradation de prosuits de contraste

4. $[A]_{t_{1/2}} = \frac{1}{2}[A]_i = \frac{1}{2} \times 10{,}0 = 5{,}0\ \mu mol.L^{-1}$



$\Rightarrow$ graphiquement, on obtient : $t_{1/2\ (\text{acide diatrizoïque})} = 23$ s

$t_{1/2\ (\text{acide iotalamique})} = 33$ s

Le produit qui se dégrade le plus rapidement est l'acide diatrizoïque.

5. $V = -\frac{d[Iop]}{dt}$

6. $\left.\begin{array}{l} V = -\frac{d[Iop]}{dt} \\ V = k \times [Iop] \end{array}\right\} \Rightarrow -\frac{d[Iop]}{dt} = k \times [Iop] \Rightarrow \frac{d[Iop]}{dt} + k \times [Iop] = 0$

7. Si la réaction est d'ordre 1 par rapport à l'acide iopamidol (réactif), alors $\frac{d[Iop]}{dt} + k \times [Iop] = 0$

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

Or la modélisation des données expérimentales, effectuée par le programme Python, montre que $[Iop]\ (t) = a \times e^{-bt}$, avec $a = 9{,}70\ \mu mol.L^{-1}$ et $b = 0{,}020\ s^{-1}$
(la courbe de modélisation est proche des points expérimentaux)

On en déduit que le modèle de la cinétique d'ordre 1 par rapport à l'acide iopamidol est validé, et que
$[Iop]_0 = a = 9{,}70\ \mu mol.L^{-1}$
$k = b = 0{,}020\ s^{-1}$

8. Déterminons la durée minimale nécessaire au traitement, c'est-à-dire l'instant t_m pour lequel la concentration en masse de l'eau traitée vaut $c_{m,max} = 2{,}0\ mg.L^{-1}$

$c_m(t_m) = c_{m,max}$

Or $c_m = \dfrac{m_{iopamidol}}{V_{solution}} = \dfrac{n_{iopamidol} \times M(iopamidol)}{V_{solution}} = [Iop] \times M(iopamidol)$

$\Rightarrow\ [Iop](t_m) \times M(iopamidol) = c_{m,max}$

$\Rightarrow\ [Iop](t_m) = \dfrac{c_{m,max}}{M(iopamidol)}$

$\Rightarrow\ [Iop]_0 \times e^{-kt_m} = \dfrac{c_{m,max}}{M(iopamidol)}$

$\Rightarrow\ e^{-kt_m} = \dfrac{c_{m,max}}{[Iop]_0 \times M(iopamidol)}$

$\Rightarrow\ -k \times t_m = \ln\left(\dfrac{c_{m,max}}{[Iop]_0 \times M(iopamidol)}\right)$

$\Rightarrow\ t_m = -\dfrac{1}{k}\ln\left(\dfrac{c_{m,max}}{[Iop]_0 \times M(iopamidol)}\right) = -\dfrac{1}{0{,}020}\ln\left(\dfrac{2{,}0 \times 10^{-3}}{9{,}70 \times 10^{-6} \times 777}\right) = 66\ s$