

Dégradation de la paraffine

CONTEXTE DU SUJET

Les paraffines chlorées sont des espèces chimiques produites lors de la fabrication des matières plastiques. Elles sont considérées comme polluants de l'eau de mer. Afin d'établir les réglementations les concernant, il est nécessaire d'étudier leur vitesse de dégradation dans l'eau

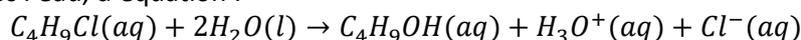
Echouage de paraffine sur la côte d'Opale



QUELQUES DOCUMENTS

Document 1 : Equation de la réaction

La dégradation des paraffines chlorées dans l'eau de mer est modélisée par la réaction du 2-chloro-2-méthylpropane (notée A par la suite) avec l'eau, d'équation :



Document 2 : Loi de Kohlrausch

$$\sigma = \sum \lambda_i \times [X_i]$$

Diagram showing the equation with three blue arrows pointing to the variables: σ , λ_i , and $[X_i]$.

Quelques données

Conductivités ioniques molaires dans l'eau à 25°C

Ion	Cl ⁻	H ₃ O ⁺
λ (en mS · m ² · mol ⁻¹)	7,63	34,98

Concentration de la solution de paraffine

$$C_p = 3,615 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Document 4 : Suivi conductimétrique de la réaction

PROTOCOLE

Matériel

1. À l'aide d'une éprouvette graduée, verser un échantillon de volume $V_e = 50,0$ mL d'eau distillée dans un erlenmeyer de 200 mL placé sous agitation magnétique.
2. Étalonner le conductimètre et paramétrer l'acquisition (durée totale : 40 min ; intervalle entre deux

mesures : 10 s). Plonger la sonde de mesure dans la solution.

3. Verser un prélèvement de volume $V_p = 0,2$ mL dans l'erlenmeyer en déclenchant simultanément le chronomètre et l'acquisition des mesures de conductivité.

PREMIERE PARTIE : DETERMINATION DU TEMPS DE DEMI REACTION

ANALYSER - REALISER

1. Compléter le tableau d'avancement ci-dessous :

Équation		$C_4H_9Cl(aq) + 2 H_2O(\ell) \rightarrow C_4H_9OH(aq) + H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$				
État	Avancement	Quantités de matière				
initial			-			
à la date t			-			
final			-			

2. Calculer la valeur de x_{max}

3. Exprimer la conductivité σ de la solution en fonction des concentrations $[H_3O^+]$ et $[Cl^-]$ et des conductivités molaires ioniques $\lambda_{H_3O^+}$ et λ_{Cl^-} .

4. Justifier que $[H_3O^+] = [Cl^-]$. En déduire σ en fonction de $[H_3O^+]$, $\lambda_{H_3O^+}$ et λ_{Cl^-} .

5. Montrer que l'avancement à l'instant t vaut $x = x_{max} \times \frac{\sigma}{\sigma_f}$ avec σ_f la conductivité finale pour $x = x_{max}$

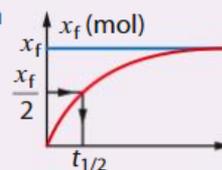
- ➔ Ouvrir le fichier « résultats paraffine » dans Regressi et tracer l'évolution de l'avancement de la réaction en fonction du temps à l'aide des mesures de conductivités.



6. Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$

Temps de demi-réaction

Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est le temps pour lequel la valeur de l'avancement est égal à la moitié de l'avancement final ou à la moitié de l'avancement maximal si la transformation est totale ($x_f = x_{\max}$).



DEUXIEME PARTIE : VITESSE DE DISPARITION

QUELQUES DOCUMENTS

Document 5 : Notion de Vitesse volumique d'apparition ou de disparition

Vitesse volumique de disparition de la paraffine P

$$v_{disp} = -\frac{d[P]}{dt}$$

Vitesse volumique d'apparition de $[H_3O^+]$

$$v_{app} = \frac{d[H_3O^+]}{dt}$$

Document 6 : Réaction d'ordre 1

Loi de vitesse d'ordre 1

Lorsqu'un réactif de concentration $[A]$ est consommé au cours d'une transformation chimique selon une loi de vitesse d'ordre 1, il est possible d'écrire pour l'expression de sa vitesse de disparition v_d :

$$v_d = -\frac{d[A](t)}{dt} = k \times [A](t)^1$$

ce qui conduit à l'équation différentielle :

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

La solution de cette équation différentielle peut s'exprimer de deux manières :

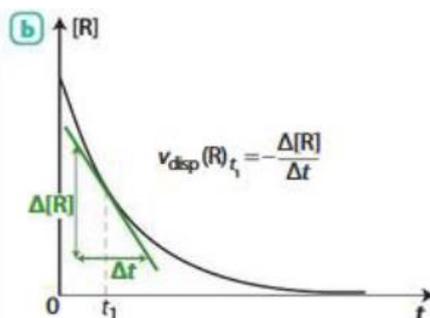
$$[A](t) = [A]_0 \times e^{-k \times t}$$

k est appelée constante de vitesse de la réaction

$$\ln([A](t)) = -k \times t + \ln([A]_0)$$

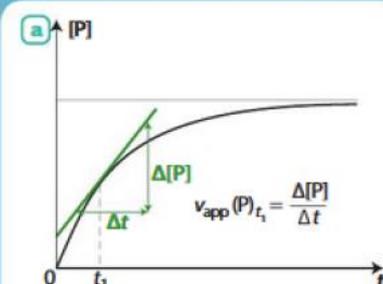
$[A]_0$ est la concentration de l'espèce A à la date $t = 0$

Document 7 : Détermination graphique de vitesse d'apparition ou de disparition



> Le coefficient directeur de la tangente à la courbe $\frac{\Delta[R]}{\Delta t}$ à l'instant t_1 est égal à l'opposé de la vitesse de disparition du réactif R à cet instant.

D Vitesse et coefficient directeur de la tangente à la courbe



> Le coefficient directeur de la tangente à la courbe $\frac{\Delta[P]}{\Delta t}$ à l'instant t_1 est égal à la vitesse d'apparition du produit P à cet instant.

ANALYSER-REALISER

8. Déduire de la question 3 et du tableau d'avancement que $[H_3O^+] = C_p \times \frac{\sigma}{\sigma_f}$ et que $[P] = C_p \times (1 - \frac{\sigma}{\sigma_f})$

→ Tracer sur Regressi l'évolution des concentrations en paraffine et en ions oxonium. Montrer que la réaction étudiée est bien d'ordre 1.



→ Proposer deux autres méthodes graphiques permettant d'affirmer que la réaction est bien d'ordre 1. Les mettre en œuvre sur Regressi.



9. Déterminer graphiquement les vitesses d'apparition des ions oxonium et d'apparition de la paraffine à $t = 100$ s et à $t = 300$ s. Déterminer la limite quand t tend vers l'infini de la concentration en paraffine. Expliquer qualitativement l'évolution de ces vitesses au cours du temps.

