Afrique 2007 **Exercice n°3 : ÉTUDE CINÉTIQUE D'UNE REACTION (4 points)**

1. La transformation étudiée.

Le 2-chloro-2-méthylpropane réagit sur l'eau pour donner naissance à un alcool. Cet alcool est le 2-méthylpropan-2-ol.
La réaction est lente et totale.
On peut modéliser cette transformation par :

$$(CH_3)_3C\text{-}Cl_{(l)} + 2H_2O_{(l)} = (CH_3)_3C\text{-}OH_{(l)} + H_3O^+ + Cl^-_{(aq)}$$

Données:

Masse molaire du 2-chloro-2-méthylpropane : $M = 92{,}0$ g.mol^{-1} ; masse volumique : $\rho = 0{,}85$ g.mL^{-1}.
La conductivité d'un mélange est donnée par $\sigma = \sum_i \lambda_i^0 [X_i]$ où $[X_i]$ désigne la concentration des espèces ioniques présentes dans le mélange, exprimée en mol.m^{-3}.
Conductivités molaires ioniques : $\lambda^0(H_3O^+) = 349{,}8.10^{-4}$ S.m^2.mol^{-1}; $\lambda^0(Cl^-) = 76{,}3.10^{-4}$ S.m^2.mol^{-1}

Protocole observé :
Dans une fiole jaugée, on introduit 1,0 mL de 2-chloro-2-méthylpropane et de l'acétone afin d'obtenir un volume de 25,0 mL d'une solution S.
Dans un bécher, on place 200,0 mL d'eau distillée dans laquelle est immergée la sonde d'un conductimètre. Puis à l'instant $t = 0$ min, on déclenche un chronomètre en versant 5,0 mL de la solution S dans le bécher.
Un agitateur magnétique permet d'homogénéiser la solution obtenue, on relève la valeur de la conductivité du mélange au cours du temps.

1.1. Montrer que la quantité initiale de 2-chloro-2-méthylpropane introduite dans le dernier mélange est $n_0 = 1{,}8.10^{-3}$ mol.

1.2. Compléter le tableau d'avancement donné en **ANNEXE 5 (à rendre avec la copie).** Quelle relation lie $[H_3O^+]$ et $[Cl^-_{(aq)}]$ à chaque instant ?

1.3. Donner l'expression de la conductivité σ du mélange en fonction de $[H_3O^+]$ et des conductivités molaires ioniques.

1.4. Donner l'expression de la conductivité σ du mélange en fonction de l'avancement x de la réaction, du volume V du mélange réactionnel et des conductivités molaires ioniques des ions présents dans la solution.

1.5. Pour un temps très grand, la conductivité notée σ_∞ du mélange ne varie plus.
Sachant que $\sigma_\infty = 0{,}374$ S.m^{-1} , vérifier que la transformation envisagée est bien totale.

1.6. Exprimer le rapport $\frac{\sigma}{\sigma_\infty}$. En déduire l'expression de l'avancement x en fonction de σ, σ_∞ et de l'avancement maximal x_{max} de la réaction.

1.7. Pour $\sigma = 0{,}200$ S.m^{-1}, quelle est la valeur de x ?

2. Exploitation des résultats.

L'expression établie en 1.6 permet de construire la courbe montrant les variations de l'avancement x de la réaction en fonction du temps. La courbe est donnée en **ANNEXE 6 (à rendre avec la copie).**

La vitesse volumique v de réaction est donnée par la relation: $v = \frac{1}{V}.\frac{dx}{dt}$ où V est le volume de la solution et x l'avancement de la réaction.

2.1. Expliquer la méthode qui permettrait d'évaluer graphiquement cette vitesse à un instant donné.

2.2. À l'aide de la courbe, indiquer comment évolue cette vitesse au cours du temps.

2.3. Quel facteur cinétique permet de justifier cette évolution ?

2.4. Définir le temps de demi-réaction et estimer graphiquement sa valeur.

2.5. On réalise maintenant la même expérience à une température plus élevée.

2.5.1. Dessiner qualitativement sur le graphique de l'**ANNEXE 6** l'allure de la courbe montrant les variations de l'avancement x au cours du temps.

2.5.2. La valeur du temps de demi-réaction est-elle identique, inférieure ou supérieure à la valeur précédente ? Justifier.

ANNEXE 5 (à rendre avec la copie)

Équation chimique		$(CH_3)_3C\text{-}Cl_{(l)}$ + $2H_2O_{(l)}$ = $(CH_3)_3C\text{-}OH_{(l)}$ + H_3O^+ + Cl^-				
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (en mol)				
État initial	0	n_0	excès			
État intermédiaire	x		excès			
État final	x_{max}		excès			

ANNEXE 6 (à rendre avec la copie).

