EXERCICE B (5 points)
SYNTHÈSE DU 2-MÉTHYLPROPAN-2-OL

Le 2-méthylpropan-2-ol est utilisé comme solvant dans les dissolvants pour peintures, dans le carburant pour augmenter l'indice d'octane et comme intermédiaire dans la synthèse d'autres produits chimiques comme les parfums.

On se propose d'étudier la synthèse du 2-méthylpropan-2-ol à partir d'un halogénoalcane : le 2-chloro-2-méthylpropane.
Le 2-chloro-2-méthylpropane (noté RCl par la suite) réagit avec l'eau et cette hydrolyse conduit à la formation de 2-méthylpropan-2-ol (noté ROH) et d'acide chlorhydrique modélisée par une réaction dont l'équation est la suivante :

$$RCl(\ell) + 2\ H_2O(\ell) \rightarrow ROH(\ell) + H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$$

La transformation chimique est supposée totale.

Donnée :
- loi de Kohlrausch. $\sigma = \Sigma_i\ \lambda_i\ [X_i]$, avec λ_i la conductivité ionique molaire ($S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$) et $[X_i]$ la concentration molaire ($mol \cdot m^{-3}$).

Le protocole expérimental, décrit ci-après, est mis en œuvre.
- Dans une fiole jaugée de 100,0 mL, introduire 4,0 mL de 2-chloro-2-méthylpropane et compléter avec de l'acétone jouant le rôle de solvant afin d'obtenir un volume de 100,0 mL d'une solution S.
- Dans un bécher, introduire 8,0 mL de solution S à l'aide d'une pipette graduée de 10,0 mL.
- Immerger la sonde conductimétrique dans un bécher contenant 32,0 mL d'eau distillée et la relier à une carte d'acquisition.
- Verser la solution S dans le bécher contenant l'eau et déclencher en même temps l'acquisition.
- Arrêter l'acquisition lorsque la conductivité n'augmente plus.

B1. Suivi temporel de la transformation par conductimétrie

1. Justifier qu'un suivi temporel de la transformation peut se faire à l'aide de mesures conductimétriques.

2. Donner l'expression littérale reliant la conductivité $\sigma(t)$ de la solution et les concentrations en quantité de matière des espèces chimiques concernées.

À chaque instant, on calcule la concentration en 2-chloro-2-méthylpropane par la relation :

$$[RCl](t) = C_0 \times \left(1 - \frac{\sigma(t)}{\sigma_{finale}}\right)$$

σ_{finale} est la valeur de la conductivité de la solution lorsque la transformation est achevée et C_0 la concentration initiale en RCl.

Cette relation permet de tracer les graphiques donnant l'évolution à 25 °C et à 30 °C de la concentration en RCl en fonction du temps. Ces courbes sont représentées en **annexe 2 à rendre avec la copie, graphiques 1 et 2**.

3. Déterminer la valeur de la vitesse volumique de disparition du réactif RCl à la date t = 1 min et à 25 °C. Justifier la réponse par un tracé graphique sur l'**annexe 2 à rendre avec la copie**.

4. Déterminer la valeur du temps de demi-réaction à 30 °C, en explicitant la démarche suivie, et la comparer à celle de l'expérience à 25 °C. Proposer une interprétation.

B2. Hypothèse sur l'ordre de la réaction par rapport à l'espèce chimique RCl.

Si l'eau est en large excès, la vitesse volumique v de disparition de RCl s'écrit :
$v = k \times [RCl](t)$, où $[RCl](t)$ est la concentration en 2-chloro-2-méthylpropane à la date t, k est la constante de vitesse à la température de l'expérience.

5.

5.1. Donner la définition de la vitesse volumique v de disparition de RCl.

5.2. Déduire l'expression de l'équation différentielle du premier ordre vérifiée par $[RCl](t)$.

La solution de cette équation s'écrit $[RCl](t) = [RCl]_0 \cdot \exp(-k \cdot t)$ où $[RCl]_0$ est la concentration du composé RCl à la date $t = 0$.

5.3. En déduire l'expression du temps de demi-réaction en fonction de la constante de vitesse k.

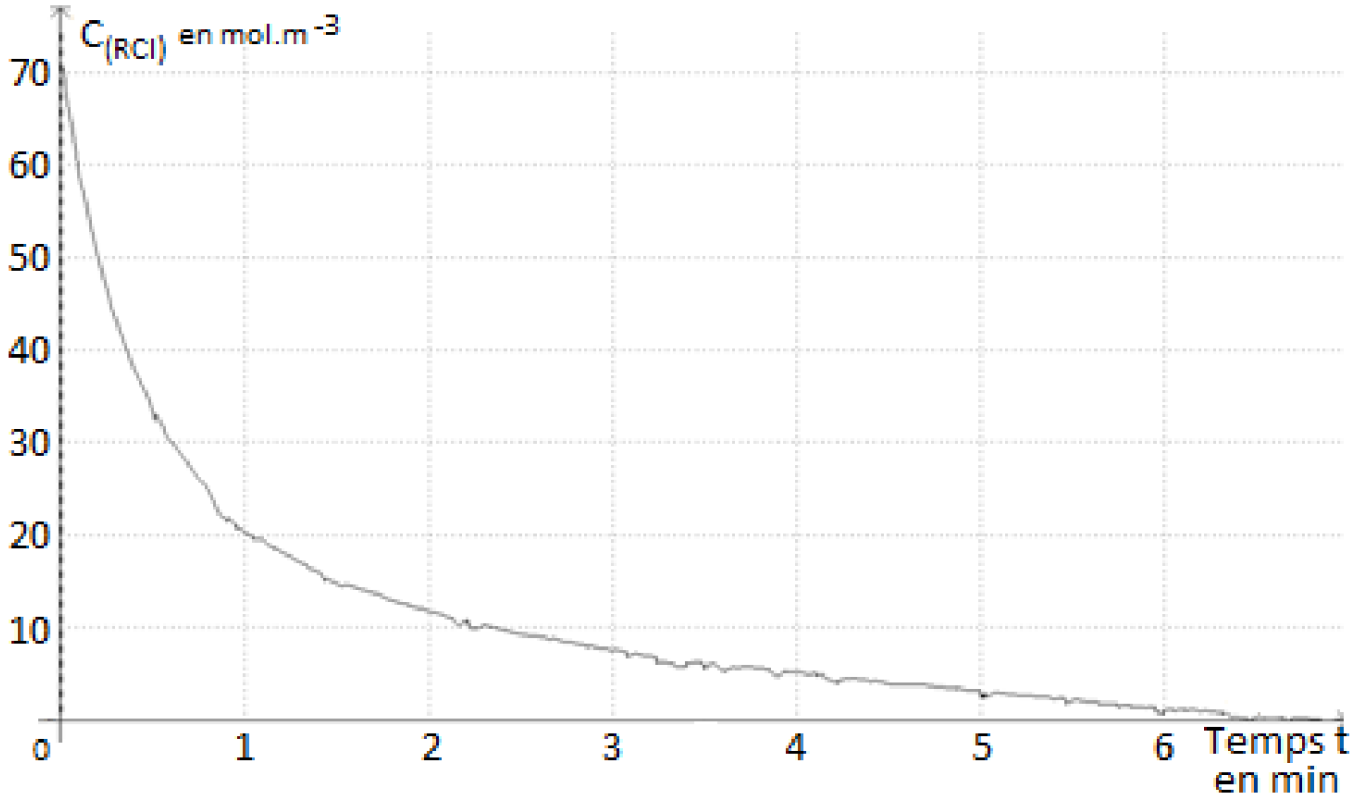
6. On souhaite comparer, à 30 °C, le temps de demi-réaction expérimental déterminé graphiquement à la question 4 et le temps de demi-réaction calculé dans le cadre du modèle de la question précédente.

6.1. La vitesse initiale de disparition de RCl à 30 °C, déterminée sur le graphique 2, étant égal à 3,9 $mol \cdot m^{-3} \cdot s^{-1}$, déterminer la valeur de k dans l'hypothèse d'une loi de vitesse d'ordre 1.

6.2. En déduire la valeur du temps de demi-réaction calculée dans le cadre du modèle de la question 5. Commenter.

ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE

Graphique 1. Concentration en RCl en mol·m^{-3} en fonction du temps en min à 25 °C



Graphique 2. Concentration en RCl en mol·m^{-3} en fonction du temps en min à 30 °C

