

## Transformations de la matière

### Chapitre 1

# TP – Étude d'une cinétique d'ordre 1 suivie par conductimétrie

**Matériel (par groupe) :** conductimètre (à étalonner), chronomètre, chlorure de tertiobutyle  $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{Cl}$  (donc  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$ ) (1 mL), acétone (20 mL), eau distillée (100 mL), pipette graduée 1 mL, éprouvette graduée de 25 mL et de 150 mL, béchers de 150 mL et de 50 mL, agitateur magnétique, ordinateur (Régressi).

**Objectifs :** mesurer la vitesse d'une réaction (ici par suivi de la conductivité), déterminer son ordre. Manipuler en chimie.

### Côté théorie : lien entre vitesse et conductivité

On étudie la réaction d'hydrolyse du chlorure de tertiobutyle :



La réaction est quasi-totale. Le solvant est un mélange eau-acétone, l'eau est donc introduite en excès. On note  $c_0$  la concentration initiale en  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$ .

On indique que dans les conditions choisies, après une phase initiale assez courte, la cinétique devient d'ordre 1 en  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$  et d'ordre 0 en  $\text{H}_2\text{O}$ .

**1 -** Proposer une forme pour la loi de vitesse donnant  $v(t)$ .

Dresser un tableau d'avancement en concentration (on notera  $x$  l'avancement).

**2 -** Prendre connaissance de l'annexe sur la conductivité d'une solution. Puis donner l'expression de la conductivité  $\sigma$  de la solution en fonction des concentrations des ions en présence et des  $\lambda_i^o$ .

D'après le tableau d'avancement, quel est la relation entre  $[\text{H}^+]$  et  $[\text{Cl}^-]$ ? Utiliser ceci pour exprimer  $\sigma$  en fonction uniquement de  $x(t)$  et de  $\lambda_{\text{tot}} = \lambda_{\text{H}^+}^o + \lambda_{\text{Cl}^-}^o$ .

**3 -** L'hypothèse d'ordre 1 implique que  $[\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}] = c_0 e^{-kt}$  (on admet ceci, la démonstration est à faire à la fin).

Sous cette hypothèse, en déduire l'expression de  $x(t)$ , puis en déduire que :

$$\boxed{\sigma(t) = \lambda_{\text{tot}} c_0 (1 - e^{-kt})}. \quad (1)$$

**Bilan :** pour pouvoir valider l'hypothèse d'ordre 1, il faut mesurer la conductivité  $\sigma(t)$  au cours de la réaction, et vérifier si elle est bien du type  $\sigma(t) = \lambda_{\text{tot}} c_0 (1 - e^{-kt})$ .

### Côté expérience

Nous allons donc réaliser l'expérience et suivre la conductivité au cours du temps.

Le protocole consiste à préparer un bécher avec l'eau, l'autre avec  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$ . Le lire avant de débiter :

– Préparer le conductimètre (allumage, nettoyer la cellule avec de l'eau distillée). L'étalonner en suivant la notice.

– **Bécher 1 :**

Dans un bécher 1 de 150 mL, verser 70 mL d'eau distillée à l'aide de la grande éprouvette graduée. Immerger la cellule du conductimètre dans ce bécher. Mettre l'agitateur magnétique et agiter doucement. Relever la valeur de la conductivité.

– **Bécher 2 :**

**Attention**, il faut éviter que le chlorure de tertiobutyle  $C_4H_9Cl$  entre en contact avec de l'eau avant le mélange des deux béchers, car cela ferait démarrer la réaction trop tôt.

Dans le bécher 2 (initialement **sec**) de 50 mL, verser 10 mL d'acétone. Utiliser pour cela la petite éprouvette graduée qui servira uniquement à cela. L'acétone sert de solvant organique pour  $C_4H_9Cl$ .

Puis verser dans ce même bécher 0,5 mL de chlorure de tertiobutyle  $C_4H_9Cl$  à l'aide de la pipette graduée (ne jamais la rincer ! pas d'eau!).

– **Mélange :** Verser le contenu du bécher 2 (acétone+ $C_4H_9Cl$ ) dans le bécher 1 contenant l'eau distillée.

**Attention :** la réaction démarre, il s'agit de l'instant 0 : au même moment, lancer le chronomètre et préparer vous à lire la valeur de la conductivité.

– Relever la valeur de la conductivité toutes les 30 s pendant 20 minutes.

4 - Réaliser le protocole ci-dessus.

## Exploitation des données, validation de l'ordre 1

L'objectif est de voir si les données expérimentales permettent de valider l'hypothèse d'ordre 1, donc une loi du type (1) pour  $\sigma(t)$ .

5 - Entrer vos données sous Capytale (code 7cc9-1314469), tracer  $\sigma(t)$ .

6 - Essayer un fit en  $a(1 - e^{-kt})$  (pour une fois on n'essaie pas de se ramener à une droite) et en déduire si oui ou non la prédiction d'un ordre 1 est validée.

Si elle l'est, en déduire la valeur de la constante de vitesse  $k$  (attention à son unité).

## Compléments

7 - Si c'est possible, réaliser la même étude expérimentale à une autre température. En déduire la nouvelle valeur de  $k$ . En déduire la valeur de l'énergie d'activation de cette réaction chimique.

8 - L'objectif de cette question est de démontrer que l'hypothèse d'ordre 1 implique  $[C_4H_9Cl](t) = c_0 e^{-kt}$ .

À partir de l'hypothèse d'ordre 1, aboutir à une équation différentielle suivie par la concentration  $[C_4H_9Cl](t)$ . La résoudre.