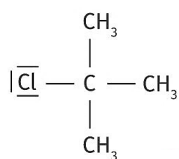


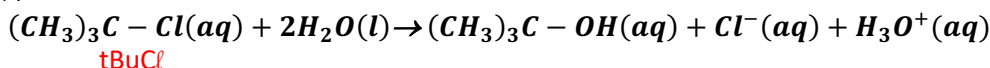
## TP2 : Suivi cinétique par conductimétrie



Le chlorure de tertiobutyle (ou 2-chloro-2-méthylpropane) est un composé organique utilisé en chimie comme précurseur dans certaines synthèses. Il est instable en solution aqueuse et se décompose par hydrolyse en 2-méthylpropan-2-ol. Cet alcool permet de synthétiser du MTBE, un additif de l'essence dont l'odeur est bien connue dans les stands de Formule 1.



Mis en solution dans l'eau, le chlorure de tertiobutyle (noté tBuCl) s'hydrolyse selon la réaction considérée comme totale d'équation :



L'objectif du TP est de déterminer les caractéristiques cinétiques de la réaction d'hydrolyse du chlorure de tertiobutyle, c'est-à-dire de déterminer expérimentalement :

- le temps de demi-réaction,
- la vitesse de réaction en fonction du temps ( $t$ ),
- si la réaction est d'ordre 1 par rapport au chlorure de tertiobutyle,

### REALISER

- Préparation d'une solution organique de tBuCl notée S : dans une fiole jaugée de 25,0 mL, introduire 0,50 mL de tBuCl pur puis compléter avec de l'éthanol jusqu'au trait de jauge.
- Introduire dans un bécher environ 200 mL d'eau distillée FRAICHE.
- Mettre sous agitation magnétique puis relever la température dans le bécher.
- Placer le conductimètre dans les 200 mL d'eau distillée.
- Introduire 5,0 mL de solution S dans les 200 mL d'eau distillée fraîche et **LANCER IMMEDIATEMENT LE CHRONOMETRE**
- Relever la valeur de la conductivité  $\sigma$  toutes les 30 secondes durant 10 minutes.

$t(\text{min})$	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
$\sigma(\text{mS/cm})$									

$t(\text{min})$	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5
$\sigma(\text{mS/cm})$									

$t(\text{min})$	9	9.5	10						
$\sigma(\text{mS/cm})$									

Données :  $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 3,49 \times 10^{-2} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$  et  $\lambda(\text{Cl}^-) = 7,6 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

### ANALYSER

Q1 : Justifier le choix de la conductimétrie pour le suivi cinétique de cette réaction.

Q2 : Justifier l'augmentation de la conductivité au cours de cette réaction.

#### Document 1 : temps de demi-vie

Pour toute réaction chimique on définit le **temps de demi-réaction** (analogue au temps de demi-vie radioactive vue en ... enseignement scientifique) noté  $t_{1/2}$ , qui est la **durée** nécessaire pour que la **moitié du réactif limitant soit consommée**.

#### Document 2 : Cinétique d'ordre $n$ et constante de réaction $k$


Une réaction chimique suit une cinétique d'ordre  $n$  si, pour tout instant  $t$ , la vitesse  $v_d$  de disparition d'un réactif est proportionnelle à la concentration en réactif  $R$  élevée à la puissance  $n$ . Le coefficient de proportionnalité correspond à la constante de réaction notée  $k$  :

$$v_d = k \times [R]^n$$

## REALISER



**Etape 1** : Tracer l'évolution temporelle de la concentration puis déterminer le temps de demi-réaction.

- Ouvrir le programme Python « TP\_cinetique1.py » avec Edupython.
- Compléter les lignes de code **A COMPLETER** pour tracer  $C$  en fonction de  $t$ .
- Exécuter le programme avec la flèche verte .

## ANALYSER


**Q3** : A partir du programme Python, écrire l'équation mathématique permettant le calcul de la concentration  $C$  à partir de la conductivité  $\sigma$ .

**Q4** : Imprimer la courbe de la concentration  $C$  en fonction du temps  $t$  puis déterminer une valeur expérimentale du temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ .

## REALISER



**Etape 2** : Tracer la courbe de la vitesse en fonction de la concentration et déterminer la réaction suit une cinétique l'ordre 1.

- Ouvrir le programme Python « TP\_cinetique2.py » avec Edupython.
- Compléter les lignes de code **A COMPLETER** pour tracer  $v$  en fonction de  $C$ .
- Exécuter le programme avec la flèche verte .

## ANALYSER

**Q5** : Imprimer la courbe de la vitesse  $v$  en fonction de la concentration  $C$  puis en déduire que la réaction suit une cinétique d'ordre 1.

**Q6** : En déduire une valeur expérimentale de la constante de réaction  $k$ .

**Document 3 : temps de demi-vie et constante de vitesse**

Le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  dépend en général de la concentration initiale en réactif, sauf pour les réactions d'ordre 1. En effet, dans ce cas, le temps de demi-réaction ne dépend que de la constante de vitesse  $k$ . Il est possible de calculer  $t_{1/2}$  grâce à la relation :

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k} \quad \left| \begin{array}{l} t_{1/2} : \text{temps de demi-réaction (s) Ou (min)} \\ k : \text{constance de vitesse (s}^{-1}\text{) Ou (min}^{-1}\text{)} \end{array} \right.$$

**Q7** : A partir des valeurs expérimentales obtenues en Q4 et Q6 et du document 3, vérifier que la réaction suit une cinétique d'ordre 1.

**POUR ALLER PLUS LOIN (NON EVALUE)****Document 4 : Cinétique d'ordre 1 par la méthode logarithmique**

Si une réaction chimique suit une cinétique d'ordre 1, on peut montrer en mathématique que la concentration en réactif en fonction du temps  $t$  est donnée par :

$$C(t) = C_0 \times e^{-kt}$$

Où  $k$  est la constante de vitesse de la réaction et  $C_0$  est la concentration initiale en réactif.

Q1 : A partir de l'équation du document 4, établir la relation ci-dessous :

$$\ln\left(\frac{C_0}{C(t)}\right) = k \times t$$

Q2 : En déduire la courbe à tracer dans ce cas pour obtenir une droite. Indiquer comment calculer la constante de réaction  $k$ .

**N.B.** : Ces deux questions sont dans l'esprit d'un sujet ECE 2022 (voir sujet [ICI](#)).

**Retour sur quelques calculs théoriques de ... chimie**

Q3 : Montrer que la **quantité de matière** de chlorure tertibutyle à l'état initial est  $n_0$  est égale à :

$$n_0 = \frac{V_{\text{tBuCl}} \times d \times \rho_{\text{eau}}}{M} \times \frac{V_{\text{S\_preleve}}}{V_{\text{fiolle}}}$$

Avec  $V_{\text{tBuCl}}$  volume de tBuCl introduit dans la fiole jaugée de 25,0 mL,  $d$  densité de tBuCl,  $\rho_{\text{eau}}$  masse volumique de l'eau,  $M$  masse molaire de tBuCl,  $V_{\text{S\_preleve}}$  volume de solution S prélevé et  $V_{\text{fiolle}}$  le volume de la fiole jaugée.

Q4 : Calculer la **concentration en soluté apporté**  $C_0$  en chlorure de tertibutyle dans l'eau distillée.

Q5 : Calculer la conductivité théorique  $\sigma_{\text{théorique}}$  en mS/cm que l'on devrait mesurer si la réaction est totale.

Q6 : Comparer la conductivité  $\sigma_{\text{théorique}}$  avec la conductivité mesurée expérimentalement  $\sigma_{\text{final}}$  puis conclure.

**Données** :  $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 3,49 \times 10^{-2} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$  et  $\lambda(\text{Cl}^-) = 7,6 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ,  $M(\text{tBuCl}) = 92,6 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $d(\text{tBuCl}) = 0,851$ .