



Lorsqu'une transformation chimique lente met en jeu une espèce ionique, la conductimétrie permet d'étudier sa cinétique.
Comment vérifier expérimentalement l'ordre d'une réaction ?

Doc. 1 ▶ La réaction d'hydrolyse

Mis en solution dans l'eau, le chlorure de tertiobutyle $(\text{CH}_3)_3\text{C-Cl}$ réagit avec l'eau, il s'hydrolyse, selon la réaction d'équation :



Dans ces conditions, on peut dire que la réaction est d'ordre 1 par rapport au chlorure de tertiobutyle.

Doc. 2 ▶ Protocole expérimental

- Étalonner le conductimètre avec la solution étalon fournie (calibre $2000\mu\text{S.cm}^{-1}$).
- Verser $V_1 = 100\text{mL}$ d'un mélange 50/50 (en volume) eau distillée / éthanol dans un bêcher.
- Plonger la sonde du conductimètre dans le bêcher et mettre en marche l'agitateur magnétique.
- Ajouter $V_2 = 1,0\text{mL}$ de chlorure de tertiobutyle et déclencher simultanément le chronomètre.
- Toutes les trente secondes et pendant 20 minutes, mesurer la conductivité de la solution.

Doc. 3 ▶ Données

- Chlorure de tertiobutyle :
 - formule $(\text{CH}_3)_3\text{C-Cl}$; il sera noté RCℓ par la suite.
 - masse volumique : $\rho = 0,850\text{g.mL}^{-1}$
 - masse molaire : $M = 92,6\text{g.mol}^{-1}$
- Conductivités molaires ioniques à 25°C : $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35,0.10^{-3}\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ $\lambda(\text{Cl}^-) = 7,63.10^{-3}\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

1. Lancer le protocole du **doc. 2** et compléter le tableau de mesure.

t	0	30s	1min	1min30s	2min	2min30s	3min	3min30s	4min	4min30s	5min	5min30s	6min	6min30s	7min
σ ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)															

t	7min30s	8min	8min30s	9min	9min30s	10min	11min	12min	13min	14min	15min	16min	17min	18min	19min	20min
σ ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)																

- Déterminer la quantité de matière n_0 de chlorure de tertiobutyle dans l'état initial.
- En déduire sa concentration initiale dans le mélange à $t = 0\text{s}$ (la réaction n'a alors pas démarré).
- Exprimer la conductivité σ de la solution en fonction des concentrations $[\text{H}_3\text{O}^+]$ et $[\text{Cl}^-]$ et des conductivités molaires ioniques $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+)$ et $\lambda(\text{Cl}^-)$.
- Compléter le tableau d'avancement :

avancement	RCℓ	+	$2\text{H}_2\text{O}$	→	R-OH	+	H_3O^+	+	Cl^-
état initial ($x = 0$)									
état intermédiaire (x)									
état final (x_{max})									

- Justifier qu'à chaque instant : $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{Cl}^-]$.
 - Exprimer la conductivité σ de la solution en fonction de l'avancement x puis donner l'expression de x en fonction de σ .
 - Exprimer la concentration de chlorure de tertiobutyle $[\text{RCℓ}]$ dans le mélange en fonction de σ .
 - Tracer la courbe $[\text{RCℓ}]$ en fonction du temps dans LatisPro (attention aux unités !).
- Cette réaction suit une loi de vitesse d'ordre 1 par rapport au réactif RCℓ , c'est-à-dire que la vitesse volumique de disparition du réactif peut s'écrire : $v_{\text{disp}}(\text{RCℓ}) = k.[\text{RCℓ}]$
 - Établir l'équation différentielle du premier ordre vérifiée par $[\text{RCℓ}](t)$.
 - Résoudre cette équation différentielle.
 - Vérification graphique de l'ordre de cette réaction :
 - Tracer la courbe $\ln([\text{RCℓ}])$ en fonction de t dans une deuxième fenêtre du logiciel.
 - En déduire que la réaction est du premier ordre par rapport à RCℓ en effectuant une modélisation appropriée.
 - Déterminer la valeur de la constante de vitesse k en s^{-1} .