

# C16n – FACTEUR CINÉTIQUE : CONCENTRATION

Auteur : Eric Tixidor

TI-Nspire™ CAS

**Mots-clés :** suivi cinétique assisté par ordinateur, acquisition de données, absorbance, eau oxygénée, KI, concentration.

**Fichiers associés :** C16nElev\_CinetiqueConcentration.pdf ; CinetiqueConcentration\_eleve.tns ; CinetiqueConcentration\_prof.tns.

## 1. Objectifs

- Réaliser le suivi cinétique de la réaction de l'eau oxygénée avec une solution d'iodure de potassium.
- Comparer les résultats obtenus pour deux concentrations différentes de la solution de KI, par mesure du temps de demi-réaction.
- Vérifier que la réaction est totale par comparaison de la valeur de  $[I_2]$  dans l'état final avec la valeur attendue dans l'hypothèse d'une réaction totale.
- Utiliser une courbe d'étalonnage.

## 2. Énoncé

Les transformations chimiques ne sont pas toutes instantanées. Le contrôle de leur évolution est important si l'on souhaite qu'elles se produisent plus ou moins rapidement ; on peut ainsi éviter ou rechercher la dégradation rapide d'un matériau (déchets, médicaments), améliorer la vitesse de prise d'une colle, prévoir la vitesse de combustion d'un mélange...

L'eau oxygénée est un produit bactéricide utilisé sur des surfaces (inertes ou biologiques) à décontaminer. Le peroxyde d'hydrogène contenu peut réagir avec de nombreuses espèces chimiques, qu'elles soient oxydantes ou réductrices. Ceci confère à l'eau oxygénée une très grande réactivité.

On étudiera, ici, l'évolution de la transformation de l'eau oxygénée avec les ions iodures, aux concentrations  $[I^-]_0 = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$  et  $[I^-]_0 = 0,25 \text{ mol.L}^{-1}$ . Cette réaction doit être réalisée en milieu acide. Elle est totale.

## 3. Matériel

- solution d'eau oxygénée de concentration en peroxyde d'hydrogène  $[H_2O_2]$  égale à  $4,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  (eau oxygénée à 0,05 volumes) ;
- solution d'iodure de potassium de concentration  $[I^-] = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$  ;
- solution d'acide sulfurique (incolore si possible), de concentration à peu près égale à  $4 \text{ mol.L}^{-1}$  ;
- pipette jaugée 10 mL et 25 mL, propipette, pipette pasteur 1 mL, deux tubes à essai ou deux bechers de 50 mL, éprouvette graduée de 10 mL, fiole jaugée 50 mL ;
- colorimètre (Vernier), calculatrice Ti-Nspire, interface LabCradle.



## 4. Expérimentations

### 1) Mise en place du dispositif

Le colorimètre est branché sur l'un des ports d'acquisition du LabCradle. La calculatrice TI-Nspire est insérée sur le support du LabCradle.

- Mettre la calculatrice sous tension.


- Choisir une nouvelle application **DataQuest** à partir de l'écran d'accueil en cliquant sur l'icône .

Régler le colorimètre sur 470 nm. Ajuster la valeur à zéro en utilisant une cuve d'eau distillée.

- On introduit dans un tube à essai :

- **10,0 mL** d'une solution de iodure de potassium ( $K^+(aq) + I^-(aq)$ ) à  $0,50 \text{ mol.L}^{-1}$  (à l'éprouvette)
- **1,0 mL** d'une solution aqueuse d'acide sulfurique ( $2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$ ) de concentration  $4,0 \text{ mol.L}^{-1}$  en  $H^+$ .


- Paramétrer l'acquisition : 10 s par échantillon, durée : 1 500 s.

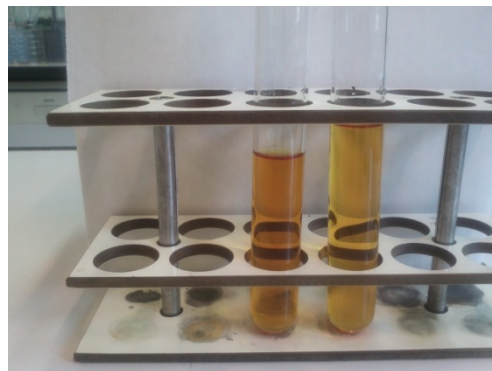
- Déclencher l'acquisition : bouton .

### 2) Acquisitions

- Verser de manière très précise **10,0 mL de la solution aqueuse de  $H_2O_2$  à  $4,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$** .

On remplit une petite cuve avec quelques millilitres de ce mélange (à l'aide d'une pipette pasteur) que l'on dispose dans le colorimètre.

Une fois l'acquisition terminée, enregistrer le dernier ensemble de données .



Déclenchement simultané des deux expériences. Photo après 240 s.

A gauche : KI à  $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$  apporté.

- On renouvelle ensuite l'expérience avec **10,0 mL d'une solution de iodure de potassium ( $K^+(aq) + I^-(aq)$ ) à  $0,25 \text{ mol.L}^{-1}$**  selon le même protocole.

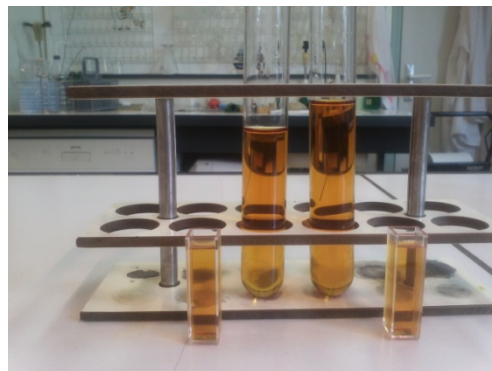


Photo après 1 200 s

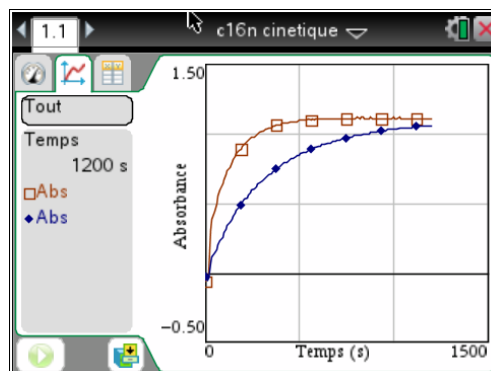
systèmes chimiques proches de l'état final

## 5. Exploitation

### 1) Affichage des deux graphiques

Il est commode de pouvoir afficher les deux courbes des acquisitions sur un même graphique dans la page d'acquisition : positionner le curseur sur run2 (partie gauche de la page) puis faire **ctrl** **menu** **Tout**.

On peut remarquer que la courbe pour l'acquisition 1 (à concentration  $[I^-]_0$  initiale plus élevée) atteint plus rapidement la valeur d'absorbance  $A_{\max}$ .

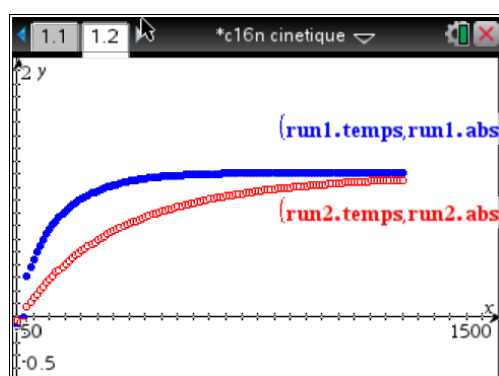


Le traitement sera toutefois plus riche avec l'application **Graphiques** de la calculatrice :

**doc** 4 : Insertion, 4 : Graphiques.

**menu** 3 : Entrée/Modification graphique,  
5 : Nuage de points.

- Choisir pour s1 :  $x = \text{run1.temps}$  et  $y = \text{run1.absorbance}$ .
- Tracer de la même manière  
s2 :  $x = \text{run2.temps}$  et  $y = \text{run2.absorbance}$ .
- Modifier l'échelle (clic de sélection sur la valeur extrême de chacun des axes) :
- Définir  $x(\max) = 1500$ ,  $y(\max) = 2$ ,  $y(\min) = 0$ .



### Asymptote horizontale

Les deux courbes semblent atteindre la même limite pour des durées  $t > 1\,200$  s. Ce résultat semble d'ailleurs évident d'après la photo prise après 1 200 s : la couleur des deux mélanges réactionnels est à peu près la même.

### Détermination des temps de demi-réaction

- Tracer une droite confondue avec l'axe des abscisses :

**menu** 8 : Géométrie, 1 : Points et droites, 4 : Droite.

- Tracer une parallèle à cette droite, confondue avec l'asymptote horizontale des courbes d'absorbance pour  $t > 1\,200$  s : **menu** 8 : Géométrie, 4 : Constructions, 2 : Parallèle.

Disposer alors un point de cette droite sur la partie horizontale des courbes dans l'état final. Sélectionner ensuite la première droite, dont on veut tracer une parallèle (celle confondue avec l'axe des abscisses). Le tracé est alors automatique.

- Construire une troisième droite parallèle, passant à équidistance des deux précédentes :

**menu** 8 : Géométrie, 4 : Constructions, 5 : Milieu.

Choisir les deux points sur les deux parallèles tracées précédemment. L'outil **Constructions** crée alors un nouveau point, milieu de ces deux parallèles.

Tracer alors une droite parallèle aux deux précédentes, passant par ce point.

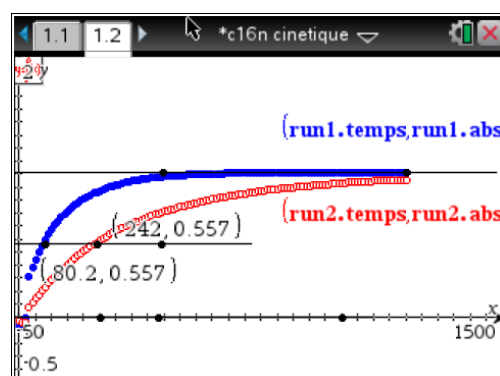
- Disposer deux nouveaux points, aux intersections de cette droite avec les deux courbes de tracé d'absorbance :

**menu** 8 : Géométrie, 1 : Points et droites, 2 : Point sur...

- Afficher les coordonnées de ces deux points :

**menu** 1 : Action, 8 : Coord. et équ.

- Cliquer sur les deux points en question pour afficher les valeurs sur la page.



## 6. Résultats

On lit ici : pour  $[I^-] = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$  :  $t_{1/2} = 80 \text{ s}$  et pour  $[I^-] = 0,25 \text{ mol.L}^{-1}$ ,  $t_{1/2} = 242 \text{ s}$  : le **temps de demi-réaction**, et par conséquent, l'état final de la transformation sont atteints **plus rapidement** pour le mélange avec  $(K^+(aq) + I^-(aq))$  de concentration apportée  $0,50 \text{ mol.L}^{-1}$  (l'essai avec la **concentration la plus élevée en  $I^-$** ).

L'état final du système est le même dans les deux expériences : un petit calcul de quantités de matières montre que dans les deux cas,  $H_2O_2$  est le réactif en défaut.

On peut également vérifier que la réaction est totale. Le tableau d'évolution de la réaction montre que, dans l'état final,  $[I_2] = 2,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Un travail préliminaire permettant de tracer la courbe Absorbance -  $[I_2]$  (à réaliser dans une séance précédente), donne le graphique ci-contre.

Comme la valeur de l'absorbance de la solution à l'état final donne  $A = 1,28$ , on a bien pour  $[I_2]$  une valeur proche de  $2 \cdot 10^{-3}$ .

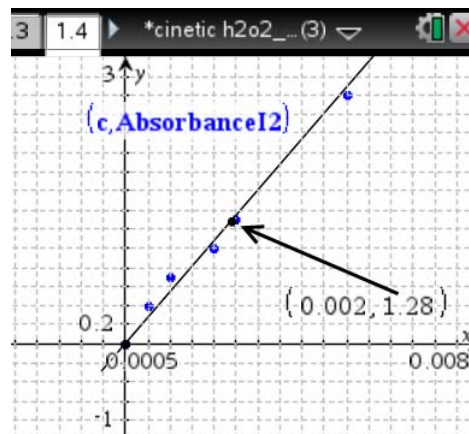


Tableau d'évolution

		$H_2O_{2(aq)} + 2I_{(aq)}^- + 2H^+_{(aq)} = 2H_2O_{(l)} + I_{2(aq)}$				
	Concentrations en $\text{mol.L}^{-1}$	C1	C2	-	-	C3
EI	$x = 0$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	0,238	-	-	0
intermédiaire	$x$	$\frac{4,4 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2} - x}{21 \cdot 10^{-3}}$	$\frac{0,5 \cdot 10^{-3} - 2x}{21 \cdot 10^{-3}}$	-	-	$\frac{x}{21 \cdot 10^{-3}}$
EF	$x_{\text{max}} = 4,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$	0	0,234	-	-	$2,1 \cdot 10^{-3}$