

# C07 – TP 2 : Suivi cinétique d'une transformation lente

## CONTEXTE DE LA SITUATION

Une transformation chimique lente suit des lois d'évolution. Il est donc possible de réaliser un suivi temporel d'une transformation chimique afin de connaître à chaque instant la composition du mélange réactionnel.

***Le but de cette séance est de réaliser le suivi d'une transformation lente, puis de la modéliser à partir de lois d'évolution.***

## INFORMATIONS MISES À DISPOSITION

### La vitesse volumique

La vitesse volumique est un outil mathématique qui permet de quantifier la vitesse d'apparition d'un produit ou la vitesse de disparition d'un réactif.

Elle est liée à la dérivée de la concentration en quantité de matière de l'espèce étudiée par rapport au temps.

Soit la transformation suivante :  $A + B \rightarrow C + D$

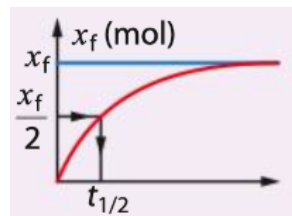
La vitesse volumique de disparition du réactif A est  $v_d = -\frac{d[A]}{dt}$

La vitesse volumique de formation du produit C est  $v_f = \frac{d[C]}{dt}$

Si on a accès à l'évolution de [A] ou de [C] au cours du temps, on peut en déduire pour chaque instant les vitesses  $v_d$  ou  $v_f$  en traçant la tangente à la courbe au point voulu : la pente de cette tangente correspond à la valeur attendue.

### Le temps de demi-réaction

Le temps de demi-réaction est noté  $t_{1/2}$ . C'est le temps pour lequel l'avancement de la réaction  $x$  est égal à la moitié de l'avancement final (ou de l'avancement maximal si la transformation est totale). On a  $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$



### Loi d'ordre 1

Soit la transformation suivante :  $A + B \rightarrow C + D$

On dit que la vitesse volumique  $v_d$  est d'ordre 1 si on peut écrire  $v_d = k \times [A]$

On appelle  $k$  la constante de réaction, l'unité est en  $s^{-1}$ .

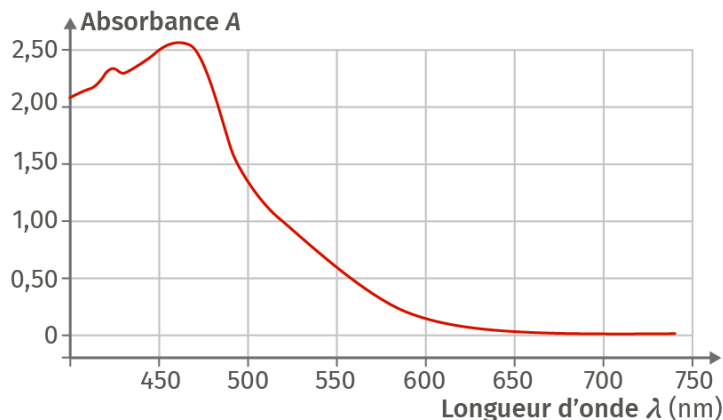
## TRAVAIL À EFFECTUER

### 1. Étude préparatoire (à faire à la maison)



Nous allons étudier la transformation entre les ions peroxodisulfate  $S_2O_8^{2-}$  et les ions iodures  $I^-$ . Ces deux espèces font partie de deux couples redox  $S_2O_8^{2-} / SO_4^{2-}$  et  $I_2 / I^-$ .

1.1. Écrire l'équation d'oxydoréduction étudiée.

Seul le diiode  $I_2$  est coloré. Son spectre d'absorption est donné ci-dessous.



- 1.2. Prévoir la couleur de la solution en fin d'expérience.
- 1.3. Justifier le choix de la spectrophotométrie comme technique de suivi cinétique.
- 1.4. Déterminer la longueur d'onde pour le réglage du spectrophotomètre.

APPEL n°1		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté</b>	

## 2. Protocole expérimental

- 2.1. Effectuer les réglages du colorimètre :
  - Brancher le colorimètre à une prise.
  - Insérer dans l'espace prévu le filtre à 470 nm (couleur bleue).
  - Faire le blanc avec de l'eau distillée. Pour cela :
    - o Introduire de l'eau distillée dans la cuve
    - o Insérer la cuve dans le colorimètre et couvrir avec le capot noir
    - o Sur le côté du colorimètre, sélectionner « T ».
    - o Insérer le fil rouge dans la borne volt du voltmètre et la noire sur la borne COM.
    - o Tourner les deux curseurs « 100% T » pour obtenir 1V sur le voltmètre.
    - o Sur le côté du colorimètre, sélectionner « A ».
- 2.2. Réaliser le suivi cinétique de la transformation. **Attention !** Avant de commencer l'expérience, lire l'**ensemble** du protocole expérimental ci-dessous :
  - Prélever à l'aide d'une éprouvette graduée un volume  $V = 10,0$  mL d'une solution d'iodure de potassium à la concentration  $c_1 = 0,50$  mol/L et les introduire dans un bécher.
  - Prélever à l'aide d'une pipette jaugée un volume  $V = 10,0$  mL d'une solution de peroxydisulfate de potassium à une concentration  $c_2 = 5,0 \cdot 10^{-3}$  mol/L et les introduire dans un second bécher.
  - Verser le contenu du premier bécher dans le second **et déclencher** le chronomètre.
  - Remplir rapidement une cuve avec ce mélange et l'introduire dans le colorimètre
  - Recouvrir avec le capot noir.
  - Lire l'absorbance sur le voltmètre (1V pour 1 d'absorbance) dès que la cuve est dans le colorimètre, puis toutes les 2 minutes et compléter le tableau.
  - Répondre aux questions 3. durant les relevés de l'expérience.

t (min)	0	2	4	6	8	10	12	14
A								
t (min)	16	18	20	22	24	26	28	30
A								
t (min)	32	34	36	38	40	42	44	46
A								

### 3. Étude théorique de la transformation

3.1. Dresser le tableau d'avancement de la transformation et en déduire la concentration finale attendue  $c_F$  en diiode  $I_2$ .

#### 3.2. Lien entre $c(I_2)$ et A

3.2.1. Grâce à la loi de Beer Lambert, exprimer  $c(I_2)$  en fonction de A et d'une constante k.

3.2.2. Appliquer la loi de Beer Lambert à l'état final et en déduire l'expression de k en fonction de  $A_f$  (absorbance à l'état final) et  $c_F$ .

3.2.3. Faire l'application numérique pour calculer k.

### 4. Suivi de la transformation par une programmation Python



- Télécharger depuis le site le fichier Python intitulé *C07\_TP2\_python.py* dans votre dossier personnel.
- Ouvrir le logiciel Pyzo en cliquant sur *autres raccourcis*, puis *Pyzo*, puis *Pyzo général*.
- Ouvrir alors le fichier *C07\_TP2\_python.py* depuis votre dossier personnel.
- Compléter la liste des données de l'absorbance correspondant aux durées t (en min).

**ATTENTION ! dans la liste, le séparateur entre deux valeurs est une virgule alors que la virgule d'un nombre décimal est un point !**

- Compléter avec la relation de la question 3.2.1. la formule nécessaire pour calculer  $c(I_2)$ .

4.1. Quelle ligne du programme correspond au calcul des valeurs de la vitesse volumique d'apparition de  $I_2$  ?

- Exécuter le programme : plusieurs courbes sont ainsi tracées.
- Imprimer les courbes.

APPEL n°2		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter vos courbes ou en cas de difficulté</b>	

4.2. Est-ce que les allures des courbes 1 et 2 sont cohérentes ? Justifier.

4.3. À l'aide des courbes 1 et 2, trouver le temps de demi-réaction. Vérifier que l'on trouve deux fois la même valeur.



4.4. Vitesse volumique de réaction

- 4.4.1. Donner la valeur à  $t = 0$  s de la vitesse volumique de formation de  $I_2$ .
- 4.4.2. Comment évolue la vitesse volumique de formation de  $I_2$  ? Proposer une interprétation de cette évolution.
- 4.4.3. Comment évolue la vitesse volumique de disparition de  $S_2O_8^{2-}$  ? Proposer une interprétation de cette évolution.

- Fermer la fenêtre graphique

#### 4.5. Loi de vitesse d'ordre 1

- 4.5.1. Montrer en quoi la courbe 5 permet de conclure que la loi de la vitesse de disparition  $v_d$  est bien d'ordre 1.
- 4.5.2. Compléter éventuellement (si ce n'a pas déjà été fait) dans le programme la liste avec les valeurs de A et t relevées pour  $t > 30$  minutes. Exécuter le programme.
- 4.5.3. Indiquer sur la courbe 1, à partir de quelle date on peut considérer que la transformation chimique est terminée. Justifier.

APPEL FACULTATIF		
	<b>Appeler le professeur en cas de difficulté</b>	

*À la fin de la séance, reprendre la grille d'auto-évaluation du début du chapitre pour la remplir.*