

TP Ch2 : Suivi temporel d'une transformation par spectrophotométrie

OBJECTIF :

- Préparer une échelle de teinte et tracer une courbe d'étalonnage.
- Mettre en œuvre la méthode de suivi temporel d'une réaction par spectrophotométrie.
- Tracer la courbe donnant l'avancement x en fonction du temps t .
- Étudier le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

I. COMMENT SUIVRE L'ÉVOLUTION D'UNE TRANSFORMATION ?

Nous allons suivre l'évolution d'une transformation chimique dans le temps en suivant l'apparition d'un de ses produits. En effet lors de cette réaction il se forme du diiode ($I_2(aq)$) coloré. Nous allons donc suivre l'évolution temporelle d'une grandeur physique associée à la couleur, l'absorbance notée A .

II. ÉTUDE PRÉLIMINAIRE

La réaction étudiée est celle mettant en jeu les couples $H_2O_2(aq)/H_2O(l)$ et $I_2(aq)/I^-(aq)$.

1. Écrire les deux demi-équations puis l'équation de la réaction d'oxydoréduction.

À $t = 0$ s on mélange :

- $V_1 = 17$ mL de solution S_1 d'iodure de potassium de concentration $C_1 = 0,10$ mol.L⁻¹.
- $V_a = 2,0$ mL de solution d'acide sulfurique de concentration $C_a = 1$ mol.L⁻¹.
- $V_2 = 1,0$ mL de solution S_2 d'eau oxygénée de concentration $C_2 = 0,023$ mol.L⁻¹.
- On appelle V le volume total du mélange.

2. Déterminer les quantités initiales de chaque réactif.
3. Compléter le tableau d'avancement et déterminer l'avancement maximal x_{max} .

Équation chimique						
État du système	Avancement	Quantités de matière				
État initial	0					
État intermédiaire	$x(t)$					
État final	x_{max}					

4. Déduire la concentration maximale de diiode dans le mélange.
5. Montrer que $x = [I_2(aq)] \times V$.

III. COURBE D'ÉTALONNAGE

a. DÉTERMINATION DU MAXIMUM D'ABSORPTION

Avant d'effectuer les mesures d'absorbance pour le suivi temporel, il faut déterminer la longueur d'onde à utiliser pour le colorimètre. Pour cela, nous disposons d'une solution S_0 de diiode de concentration $C = 1,00 \cdot 10^{-3}$ mol.L⁻¹.

- On mesure l'absorbance de cette solution pour des longueurs d'onde λ entre 400 nm et 800 nm.
- On trace la courbe $A = f(\lambda)$.

6. Quelle longueur d'onde va-t-on choisir pour le suivi temporel et pourquoi ?
7. Déterminer la valeur de k et donner son unité.

8. Montrer que $x = \frac{A \times V}{k}$ en précisant les unités de chaque terme.

b. ÉCHELLE DE TEINTE.

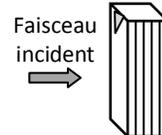
À l'aide de la solution « mère » S_0 de diiode de concentration $C = 1,00 \cdot 10^{-3}$ mol.L⁻¹, on désire préparer 5 solutions « filles » de volume $V_{Fille} = 10,0$ mL suivant le tableau ci-dessous.

Solution n°	1	2	3	4	5
Volume V_0 solution mère en I_2 (mL)	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Volume eau distillée (mL)	4,0	3,0	2,0	1,0	0,0
$[I_2]$ en mol.L ⁻¹					

- Remplir une burette graduée avec la solution mère en diiode et une autre avec de l'eau distillée.
- Préparer dans 5 tubes à essais les 5 solutions ci-dessus. Agiter, l'échelle de teinte est prête.
- Déterminer les concentrations en diiode des solutions préparées. Remplir la ligne correspondante du tableau

C. COURBE D'ÉTALONNAGE : $A = f([I_2])$

- Vérifier que le spectrophotomètre est réglé sur la longueur d'onde choisie à la question 6.
- Régler le spectrophotomètre en absorbance en cliquant sur  **Intensité Lumineuse** sur la gauche.
- Les cuves présentent deux faces lisses et deux faces dépolies. Le faisceau de lumière doit entrer **par la face lisse** repérée par la flèche sur le haut de la cuve (voir ci-contre).
- Remplir une cuve avec de l'eau distillée. Placer la face lisse de la cuve avec la flèche vers l'indication « filtre ».
- Appuyer sur le bouton « référence » pour régler le **zéro de l'absorbance**.
- Mesurer l'absorbance des 5 solutions : retirer la cuve, la vider, la rincer et la remplir avec la solution n°1, la placer dans le spectrophotomètre (attention au sens !) et mesurer son absorbance (acquisition clavier - en bas à gauche). Retirer la cuve, la vider, la rincer et utiliser la même cuve pour mesurer l'absorbance des solutions n°2, 3, 4 et 5.



Solution n°	1	2	3	4	5
$[I_2]$ en mol.L ⁻¹					
A					

9. Compléter le tableau.
10. Ouvrir Régressi (répertoire SOFTWARES BIOLOGIA) et tracer le graphe $A = f([I_2])$.
11. Commenter l'allure du graphe obtenu. Quelle relation numérique lie A et $[I_2]$?

IV. SUIVI TEMPOREL DE LA TRANSFORMATION

a. EXPÉRIENCE

- On réalise le mélange réactionnel rappelé ci-dessous et bien homogénéiser.
 - $V_1 = 17$ mL de solution S_1 d'iodure de potassium de concentration $C_1 = 0,10$ mol.L⁻¹.
 - $V_a = 2,0$ mL de solution d'acide sulfurique de concentration $C_a = 1$ mol.L⁻¹.
 - $V_2 = 1,0$ mL de solution S_2 d'eau oxygénée de concentration $C_2 = 0,023$ mol.L⁻¹.

Expérience élèves :

- Suivre l'évolution temporelle de la transformation à partir de l'échelle de teinte :
 - Faire le mélange $V_1 + V_a$.
 - **Déclencher le chronomètre** à l'instant où vous ajoutez les **2,0 mL** de solution d'eau oxygénée. Agiter.
 - Verser rapidement environ **5 mL** du mélange dans un **tube à essais**.
 - En comparant la couleur du tube à essais contenant le mélange réactionnel à ceux de l'échelle de teinte, estimer les temps nécessaires pour atteindre les concentrations des solutions de l'échelle de teinte.

Expérience professeur :

- On effectue une mesure d'absorbance toutes les 20 s et sur environ 10 min :
 - on fait "le blanc" (réglage du zéro de l'absorbance) avec une cuve remplie d'eau distillée, puis on la sèche,
 - on fait le mélange $V_1 + V_a$,
 - on fait le réglage de l'acquisition du spectrophotomètre : mesure d'absorbance toutes les 20 s et sur 10 min,
 - on **déclenche l'acquisition** à l'instant où l'on ajoute les **2,0 mL** de solution d'eau oxygénée. On agite.
 - on remplit rapidement **la même cuve** avec le mélange et on place la cuve dans le spectrophotomètre

Solution n°	1	2	3	4	5
$[I_2]$ en mol.L ⁻¹					
t (mélange)					

- Récupérer les valeurs de $A = f(t)$ et en utilisant le logiciel Regressi tracer $x = f(t)$.

On appelle **vitesse volumique de réaction** notée v la grandeur :
$$v = \frac{1}{V} \times \frac{dx}{dt}$$

- Créer v à l'aide des fonctionnalités de Regressi et faire apparaître $x(t)$ et $v(t)$ sur le même graphique.

b. EXPLOITATION DES RÉSULTATS

12. Décrire l'évolution de l'avancement au cours du temps. La réaction est-elle rapide ?
13. Déterminer graphiquement la valeur de x_{max} en utilisant le curseur réticule. Y a-t-il accord avec le calcul fait au II.3. ?
14. Proposer une explication.

On définit le **temps de demi-réaction** $t_{1/2}$ comme le temps au bout duquel l'avancement a atteint la **moitié de sa valeur finale**.

15. a) Déterminer graphiquement $t_{1/2}$.
 b) Quels sont les paramètres dont peut dépendre $t_{1/2}$?
 c) Proposer un protocole pour montrer l'influence de l'un de ces paramètres.
16. À l'aide du tableau d'avancement, donner les expressions des quantités de matière de chaque espèce à un instant t en fonction de x puis les créer et les tracer.
17. Exprimer $v(t)$ en fonction de la concentration de $[I^-(aq)]$.
18. Créer $[I^-(aq)]$ et tracer puis créer à partir de celle-ci $v(t)$.