

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.

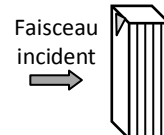
À l'aide de la solution « mère » S_0 de diiode de concentration $C = 1,00 \cdot 10^{-3}$ mol.L⁻¹, on désire préparer 5 solutions « filles » de volume $V_{Fille} = 10,0$ mL suivant le tableau ci-dessous.

| 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 $v(t)$.