

4

Nom :

Prénom :

2020-2021

TP N°9 Suivi cinétique d'une transformation chimique par spectrophotométrie

Compétences :

- Justifier le choix d'un capteur de suivi temporel de l'évolution d'un système
- Mettre en œuvre une méthode physique pour suivre l'évolution d'une concentration
- Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$
- Déterminer une vitesse volumique d'apparition

Nous voyons comment suivre l'avancement d'une réaction lente au cours du temps.

I/ Réaction étudiée

Dans un tube à essai, introduire les volumes indiqués des réactifs suivants :

Solution	Espèces chimiques contenues	Concentration (mmol/L)	Volume (mL)
Iodure de potassium	$K^+ ; I^-$	100	2,0
Acide sulfurique	$H^+ ; SO_4^{2-}$	500	2,0
Peroxyde d'hydrogène	H_2O_2	10	2,0

- 1) Que peut-on dire de la cinétique de cette réaction ?
- 2) Écrire l'équation-bilan de la réaction.
couples redox mis en jeu : $H_2O_2(aq) / H_2O(l)$ et $I_2(aq) / I^-(aq)$.
- 3) Vérifier que le peroxyde d'hydrogène est le réactif limitant. On note n_0 la quantité initiale de H_2O_2 . (On peut faire un tableau d'avancement).
- 4) Les ions hydrogène sont-ils des catalyseurs de cette réaction ?
- 5) Quelle espèce chimique est responsable de la couleur de la solution obtenue ?
- 6) Expliquer pourquoi on peut suivre l'évolution de la réaction par spectrophotométrie.

II/ Suivi de la réaction par spectrophotométrie

Le but est de mesurer l'absorbance du milieu réactionnel en fonction du temps pour la réaction étudiée dans la partie I.

Manipulations

- Préparer un tableau permettant de relever le temps t et l'absorbance A .
- Allumer le spectrophotomètre et régler la longueur d'onde à $\lambda = 490 \text{ nm}$.
- Faire le zéro su spectrophotomètre avec de l'eau distillée.
- Prévoir une autre cuve propre et sèche.
- On prépare un mélange identique à celui indiqué dans le tableau (volumes mesurés précisément à l'éprouvette) mais on ajoute la solution de peroxyde d'hydrogène au dernier moment (et on enclenche le chronomètre !), juste avant de verser le milieu réactionnel dans la cuve et de la placer dans le spectrophotomètre.

Ne pas oublier d'homogénéiser le mélange réactionnel rapidement avant de mettre la solution dans la cuve !

- Mesurer l'absorbance dès que possible puis toutes les minutes pendant environ 30 minutes.

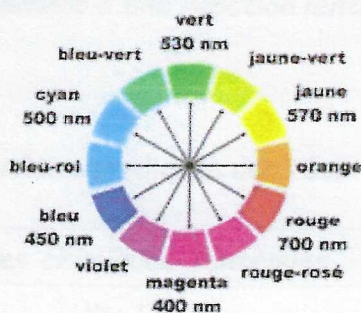
Exploitation

- 1) Tracer le graphe $A = f(t)$ à l'aide de Regressi.
- 2) Déterminer graphiquement la valeur de l'absorbance finale A_f lorsque le système n'évolue plus.
- 3) Quelle est alors la valeur de t notée t_f ?
- 4) Modéliser la courbe et noter l'équation.
- 5) En observant la couleur de la solution de diiode, justifier la valeur de la longueur d'onde choisie pour les mesures.
- 6) Rappeler l'expression de la loi de Beer-Lambert.
- 7) a- A l'aide d'un tableau d'avancement, déterminer le réactif limitant et établir la relation :
$$[I_2] = \frac{x(t)}{V}$$
- 8) b- Montrer que $[I_2]_{\max} = \frac{n_0}{V}$, où n_0 est la quantité initiale de réactif limitant.
- 9) Déterminer graphiquement la valeur de $t_{1/2}$ telle que $x(t_{1/2}) = \frac{n_0}{2}$.
- 10) A l'aide de l'ensemble des valeurs de $t_{1/2}$ trouvées par les différents groupes, déterminer la valeur moyenne de cette grandeur et un encadrement de cette valeur avec un intervalle de confiance de 95 %.
- 11) Comparer t_f et $t_{1/2}$. Conclure.
- 12) Calculer la vitesse d'apparition à $t = 10$ min, à $t = 20$ min.

Documents d'accompagnement du TP N°9 : Suivi cinétique d'une transformation chimique par spectrophotométrie

Doc 1 : Principe de la spectrophotométrie

- Si une solution apparaît colorée c'est qu'elle contient des substances (molécules ou ions) qui absorbent certaines longueurs d'ondes contenues dans la lumière blanche qui traverse cette solution. La couleur absorbée est la couleur complémentaire de la solution.

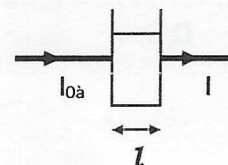


- Cette absorption est caractérisée par l'absorbance, notée A , mesurée pour une radiation de longueur d'onde

λ donnée : soit $A = \log \frac{I_0}{I}$,

I_0 : intensité lumineuse incidente

I : intensité lumineuse transmise (après passage au travers de la solution colorée)



A n'a pas d'unité

- Pour des solutions diluées (pour lesquelles $A < 1,5$), l'absorption est proportionnelle à la concentration de l'espèce chimique colorée, selon la loi de Beer-Lambert : $A = \epsilon \cdot l \cdot C$

A : absorbance **sans unité**

ϵ : coefficient d'absorption molaire en $L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$

l : épaisseur de la cuve en **cm**

C : concentration de l'espèce chimique qui absorbe les radiations **mol.L⁻¹**

Doc 2 : Quelques informations sur le suivi cinétique d'une réaction chimique « lente »

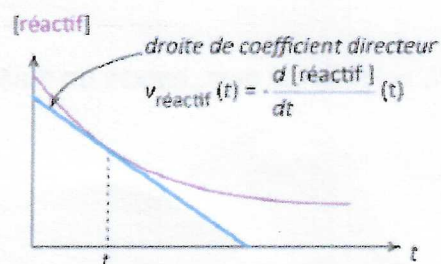
- Vitesse volumique de consommation à une date t

POINT MATH ! Le nombre dérivé d'une fonction à une abscisse donnée est égal au coefficient directeur de la tangente à sa courbe représentative à cette abscisse.

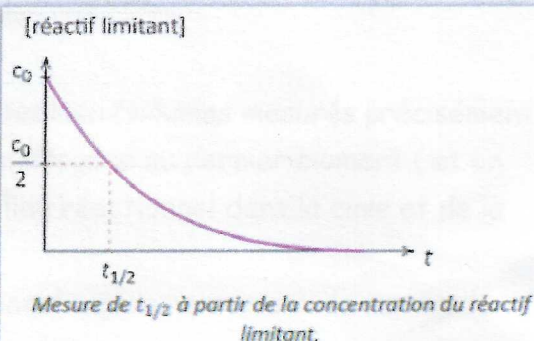
La vitesse volumique de disparition d'un réactif peut être déterminé comme l'opposé du coefficient directeur de la tangente à sa courbe représentative en fonction du temps.

- Définition du temps de demi-réaction :

Le temps de demi-réaction d'une réaction chimique, notée $t_{1/2}$, est la durée au bout de laquelle son avancement a atteint la moitié de sa valeur finale



Mesure graphique d'une vitesse de disparition



Mesure de $t_{1/2}$ à partir de la concentration du réactif limitant.