

# SUIVI TEMPOREL D'UNE TRANSFORMATION ET MODELISATION MACROSCOPIQUE

## 1. Objectifs du TP

On se propose, par l'étude d'une transformation chimique lente, d'analyser l'évolution d'un système chimique au cours du temps, par comparaison de la couleur du milieu réactionnel avec une échelle de teinte (colorimétrie). On recherche ensuite des facteurs pouvant modifier la vitesse de réaction.

Ce TP est de préférence à rédiger sur feuille à petits carreaux (traçage d'un graphe).

## 2. Milieu réactionnel

On fait réagir une solution d'eau oxygénée  $\text{H}_2\text{O}_{2(aq)}$  avec une solution d'iodure de potassium  $\text{K}^+_{(aq)} + \text{I}^-_{(aq)}$  acidifiée. L'eau oxygénée oxyde les ions iodure en diiode  $\text{I}_2$ .

- Indiquer les 2 couples oxydant/réducteur mis en jeu et déterminer leur demi-équation électronique associée.
- En déduire l'équation-bilan de la réaction.

### A noter :

Les molécules de diiode  $\text{I}_2$  ne sont solubles en solution aqueuse qu'en présence d'ions iodure  $\text{I}^-$ . Chaque molécule de  $\text{I}_2$  s'associe alors, dès sa formation, avec un ion  $\text{I}^-$  pour former un complexe triiodure  $\text{I}_3^-$  soluble dans l'eau.

Néanmoins, par souci de commodité, on pourra considérer l'entité  $\text{I}_2$  en lieu et place de l'entité  $\text{I}_3^-$ .

## 3. Étude colorimétrique

On dispose d'une gamme de tubes à essais contenant chacun 10 mL de solution de concentration en  $\text{I}_2$  (en réalité en ions  $\text{I}_3^-$ ) variant de 0,50 à 8,0 mmol.L<sup>-1</sup> comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

Tube n°		1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[\text{I}_2] \text{ mmol.L}^{-1}$	0	0,50	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0
Date (s)										

### Questions :

- Quelle est la couleur du diiode (ou plus exactement de l'ion triiodure) en solution aqueuse ?
- Comment évolue cette teinte lorsque la solution est de plus en plus concentrée en diiode ?

### Mode opératoire :

- Placer environ 30 mL d'iodure de potassium dans un bécher de concentration 0,10 mol.L<sup>-1</sup>.
- Prélever 5,00 mL d'iodure de potassium ainsi acidifié et les introduire dans un tube à essais (garder le reste pour la suite du T.P.).
- Ajouter avec précaution (lunettes, blouse fermée) cinq ou six gouttes d'acide sulfurique dans ce tube.
- Placer 5,00 mL d'eau oxygénée de concentration 0,020 mol.L<sup>-1</sup> dans un autre tube à essais propre puis se munir d'un chronomètre.
- Déclencher le chronomètre dès l'ajout de l'eau oxygénée dans le tube à essais contenant l'iodure de potassium acidifié et homogénéiser rapidement en bouchant le tube.
- Relever dans le tableau précédent les dates pour lesquelles la teinte du mélange réactionnel correspond à celle d'un tube de l'échelle de teinte. **ATTENTION : L'évolution de la teinte est très rapide au début.**

Tracer la courbe  $[\text{I}_2] = f(t)$  représentant l'évolution de la concentration en diiode dans le tube à essais en fonction du temps.

## 4. Détermination de facteurs cinétiques

### Influence de la concentration

Proposer un protocole permettant de montrer l'influence de la concentration d'un réactif sur la vitesse de réaction.

Après accord du professeur, réaliser ce protocole.

- Quelle est l'influence de la concentration des réactifs ?
- La concentration est-elle un facteur cinétique ?

### Influence d'un catalyseur

Proposer un protocole permettant de montrer l'influence de la présence d'un catalyseur sur la vitesse de réaction.

Après accord du professeur, réaliser ce protocole.

- Quelle est l'influence du catalyseur ?
- La présence d'un catalyseur est-elle un facteur cinétique ?

### Influence de la température

Proposer un protocole permettant de montrer l'influence de la température sur la vitesse de réaction.

Après accord du professeur, réaliser ce protocole.

- Quelle est l'influence de la température du milieu réactionnel ?
- La température est-elle un facteur cinétique ?

## 5. Vitesse de réaction

Compléter le tableau d'avancement de la réaction.

Avancement	$\text{H}_2\text{O}_2$	+	$2 \text{H}^+$	+	$2 \text{I}^-$	$\rightarrow$	$2 \text{H}_2\text{O}$	+	$\text{I}_2$
0			<i>Excès</i>				<i>Excès</i>		
$x$			<i>Excès</i>				<i>Excès</i>		
$x_{\text{max}}$			<i>Excès</i>				<i>Excès</i>		

Questions :

- Déduire de ce tableau la relation entre l'avancement  $x$  et la quantité de matière de diiode notée  $n(\text{I}_2)$ .
- Quelle concentration maximale peut-on espérer obtenir ?
- Comment la vitesse de réaction évolue-t-elle au cours du temps ? Justifier.
- Rappeler la définition du temps de demi-réaction. A l'aide du graphique, donner une estimation du temps de demi-réaction dans le cas présent.
- Aurait-on pu étudier l'évolution de la réaction dans un bécher en utilisant l'échelle de teinte proposée ?
- La solution mère de diiode ayant permis de préparer l'échelle de teinte avait pour concentration massique  $2,54 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ . On dispose d'une fiole jaugée de  $100 \text{ mL}$  et de pipettes de  $5$ ,  $10$  et  $20 \text{ mL}$ . Décrire précisément la préparation de la solution contenue dans le tube  $n^\circ 5$  de l'échelle de teinte.

## 6. Partie Python

Les programmes *python* nécessaires dans cette partie sont disponibles sur le site [thedoc777.free.fr](http://thedoc777.free.fr).

```

1.  # Créer un graphique en Python
2.
3.  import matplotlib.pyplot as plt          # importe la bibliothèque pyplot
4.                                          # et renomme cette bibliothèque plt
5.
6.  # Création de la liste des abscisses des N points
7.  x = [ ?? ]
8.
9.  # Création de la liste des ordonnées des N points
10. y = [ ?? ]
11.
12. # construction du graphe
13. plt.plot(x, y, "g+")                    # attribue à chaque point ses coordonnées
14.
15. Titre = str(input("Entrer le titre du graphe :"))
16. Abs = str(input("Entrer le nom et l'unité des abscisses :"))
17. Ord = str(input("Entrer le nom et l'unité des ordonnées :"))
18. plt.title(Titre)
19. plt.xlabel(Abs)
20. plt.ylabel(Ord)
21.
22. plt.show()                               # affiche la fenêtre graphique

```

- Une bibliothèque est un ensemble de modules, fonctions, constantes, etc. ajoutant des possibilités étendues à Python pour le calcul numérique, le graphisme, etc.
- $x$  (ou  $y$ ) est une liste d'éléments. Les éléments sont présentés entre les crochets.
- `plot` est une commande pour définir les coordonnées d'un point. Cette commande n'existant pas de base dans Python, il faut l'importer au démarrage du programme en chargeant en mémoire la bibliothèque qui la contient (ici `pyplot` de `matplotlib`). Il en va de même pour les commandes `title()`, `xlabel()`, `ylabel()` et `show()`.
- La commande `input` demande à l'utilisateur d'entrer la valeur d'une variable.
- `Titre`, `Abs` ou `Ord` sont ici des variables que l'utilisateur doit compléter lors de l'exécution du programme.
- `str` indique à l'ordinateur que la variable est à considérer comme une chaîne de caractères.

- Lancer le logiciel **EduPython.exe**.
- Ouvrir dans ce logiciel le programme **TP1a.py** depuis le site.
- En utilisant les mesures faites durant ce TP de cinétique, compléter la liste des abscisses avec les dates (ligne 7) et celle des ordonnées avec la concentration du tube (ligne 10) dans lequel s'effectue la réaction chimique.

**Attention :** si une valeur n'est pas entière, il faut utiliser le « . » comme séparateur. Par exemple, si l'on doit entrer les dates  $5,3\text{s}$ ,  $6,0\text{s}$  et  $7,2\text{s}$  on écrira :  $x = [5.3, 6, 7.2]$

- Modifier le **g+** de la ligne 13 par un **go** et exécuter. Le modifier ensuite par un **ro** puis un **bo**. Modifier ensuite à sa guise et conclure.
- Les lignes 15 et 18 peuvent être assemblées pour ne former qu'une seule ligne en position 15. Ecrire cette nouvelle ligne et supprimer la 18. Tester le programme et, en cas de réussite, faire de même avec les lignes 16 et 19, puis 17 et 20.
- Ouvrir **TP1b.py** dans **EduPython**. Que peut-on faire de nouveau avec ce programme ? Retracer la courbe du TP avec.