



## Activités expérimentale « Suivre et modéliser l'évolution temporelle d'un système siège d'une transformation chimique »

Nom : .....

Nom : .....

**Objectif :**

- Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour suivre dans le temps une transformation chimique par spectrophotométrie.
- Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour déterminer un temps de demi-réaction.

**Contexte du sujet**

On veut suivre l'évolution temporelle de la réaction entre une solution de peroxydisulfate de sodium  $2\text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  et une solution d'iodure  $\text{I}^-$  de potassium et déterminer son temps caractéristique.

Le mélange réactionnel est composé de  $V_1 = 10,0 \text{ mL}$  de solution de peroxydisulfate de sodium ( $2\text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ) concentration en ion peroxydisulfate  $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]_i = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  et de  $V_2 = 10,0 \text{ mL}$  de solution d'iodure de potassium ( $\text{K}^+ + \text{I}^-$ ) de concentration en ion iodure  $[\text{I}^-]_i = 5,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

**Document 1 : Oxydation des ions iodure  $\text{I}^-$  par les ions peroxydisulfate  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$** 

On considère la réaction d'oxydation des ions iodure  $\text{I}^-$  par les ions peroxydisulfate  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  en solution aqueuse.

Cette réaction **lente et totale**, met en jeu les couples oxydant/réducteur suivants :



Cette réaction donne les ions sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$  et le diiode  $\text{I}_2$

Le diiode  $\text{I}_2$  formé est la seule espèce colorée présente et toutes les autres solutions sont incolores.

Le diiode en solution aqueuse, aussi appelée eau iodée, a une couleur jaune voire brune si la solution est très concentrée.

**Document 2 Absorbance d'une solution et Loi de Beer-Lambert**

On caractérise "le pouvoir d'absorption" d'une solution colorée, pour une longueur d'onde  $\lambda$  fixée, par une grandeur appelée absorbance. L'absorbance, notée  $A$ , mesure la capacité d'une espèce chimique colorée à absorber une radiation de longueur d'onde  $\lambda$ .

L'absorbance  $A$  est une grandeur **sans dimension** dont la valeur est généralement comprise entre 0 et 2,5.

Une radiation de longueur d'onde  $\lambda$ , non absorbée, a une absorbance nulle :  $A = 0$

Plus une radiation est absorbée plus la valeur de l'absorbance  $A$  est grande.

Soit une radiation monochromatique de longueur d'onde,  $\lambda$ , traversant un échantillon d'épaisseur  $\ell$ , l'absorbance vérifie la **loi de Beer-Lambert** soit :

$$A = \varepsilon \times \ell \times C \text{ ou } A = k \times C$$

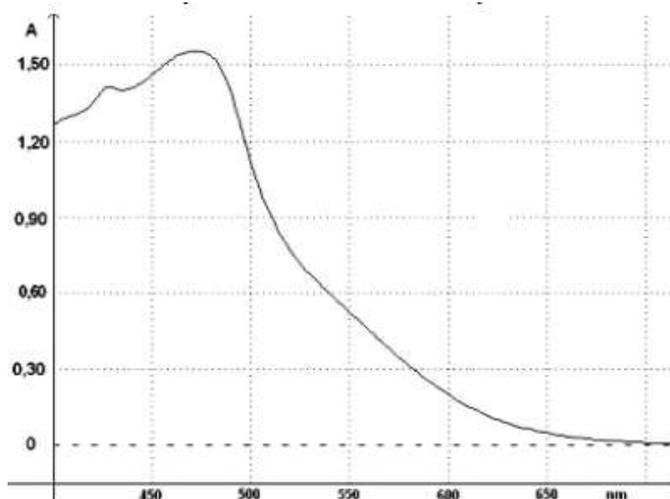
avec  $k = \varepsilon \times \ell$

$A$  : absorbance (sans unité),

$\varepsilon$  : le coefficient d'absorption molaire en  $\text{L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$

$\ell$  : la largeur de cuve en cm,

$C$  : la concentration de la solution en mol/L

**Document 3 Spectre d'absorption d'une solution aqueuse de diiode.****Document 4 : Temps de demi-réaction  $t_{1/2}$** 

On appelle temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  la durée au bout de laquelle l'avancement de la réaction atteint la moitié de sa valeur finale.

Le temps de demi-réaction est défini par la relation littérale :  $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

### Document 5 : Produits et matériel à disposition

- une solution de peroxydisulfate de sodium de concentration en ion peroxydisulfate

$$[S_2O_8^{2-}]_i = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1};$$

- une solution d'iodure de potassium de concentration en ion iodure  $[I^-]_i = 5,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1};$

- un spectrophotomètre et son mode d'emploi ;

- un ordinateur avec un tableur type Excel et son mode d'emploi ;

- le matériel usuel de laboratoire...

### Document 6 : Rappels sur les réactions d'oxydo-réduction

Un **oxydant** est une espèce chimique susceptible de capter au moins un électron.

Un **réducteur** est une espèce chimique susceptible de céder au moins un électron.

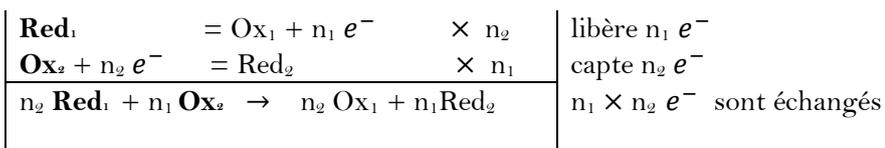
Un **couple oxydant / réducteur (Ox / Red)** est constitué par un oxydant et un réducteur conjugués qui peuvent échanger des électrons suivant la demi-équation d'oxydoréduction : **oxydant + n e<sup>-</sup> = réducteur**

Une réaction d'oxydoréduction est un transfert d'électrons entre le **réducteur Red<sub>1</sub>** d'un couple Ox<sub>1</sub> / Red<sub>1</sub> et l'oxydant Ox<sub>2</sub> d'un couple Ox<sub>2</sub> / Red<sub>2</sub>

Il y a oxydation de **Red<sub>1</sub>**

Il y a réduction de **Ox<sub>2</sub>**

Le nombre d'e<sup>-</sup> cédés est le même nombre e<sup>-</sup> captés :



### Document 7

Équation de la réaction		... S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>2-</sup>	+	... I <sup>-</sup>	->	... SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	+	... I <sub>2</sub>
Etat Initial (mol)	x = ...							
E.t (mol)	x							
Etat Final (mol)	x =.....							



**La réaction étant totale**, l'état final est obtenu lorsque l'un au moins des réactifs est épuisé.  $n^f(\dots) = 0 \text{ mol}$   
 L'état final est obtenu lorsque l'un au moins des réactifs est épuisé.  $n^f(\dots) = 0 \text{ mol}$

**Recherche de  $x_{\max}$**

$$\text{et/ou} \left\{ \begin{array}{l} n^f(\dots) = \dots = \dots \\ n^f(\dots) = \dots = \dots \end{array} \right. \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} x_{\max} = \\ x_{\max} = \end{array} \right. \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} x_{\max} = \\ x_{\max} = \end{array} \right.$$

Donc  $x_{\max} = \dots$

donc  $[I_2]_{\max} = \dots$  avec  $A_{\max} = \dots$

6. Comment déterminer le coefficient k dans la relation  $A = k \times [I_2]$ . Calculer sa valeur

.....  
 .....

7. Exprimer  $[I_2]_{(t)}$  en fonction de  $A(t)$ ,  $A_{\max}$ ,  $[I_2]_{\max}$

8. Exprimer  $x(t)$  en fonction de  $A(t)$ ,  $A_{\max}$ ,  $[I_2]_{\max}$ ,  $V_1$  et  $V_2$

9. Quels sont les réglages préliminaires à faire avant d'effectuer une mesure d'absorbance ? Justifiez vos réglages.

.....  
 .....

10. Quand peut-on considérer que la réaction est finie ?

.....

11. Elaborez un protocole en deux étapes permettant de suivre l'évolution de l'avancement  $x$  (= à la quantité de diiode  $n_{I_2}(t)$  formée) en fonction du temps.  $x = f(t)$

.....  
 .....

### Réaliser

Mettre en œuvre le protocole et présenter les résultats obtenus pour le suivi cinétique sous formes de courbes.  
 Ouvrir le fichier « activite-exp-suivi-valeurs .xlsx » disponible sur le site capneuronal.

### Valider

12. Sous Excel, afficher les courbes  $A=f(t)$ ,  $[I_2] = f(t)$  et  $x = f(t)$ . Après avoir vérifié que « tout entre dans une même feuille, imprimer vos résultats ».

Faire apparaître  $A_{\max}$ ,  $[I_2]_{\max}$

13. A partir de quelle(s) courbe(s) peut-on déterminer le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  ?

.....  
 .....

14. Déterminez graphiquement ce temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  :

Graphiquement, on lit  $t_{1/2} = \dots$

15. Peut-on considérer que la transformation est terminée au bout d'une durée  $\Delta t$  égale à environ 10 min?  
La réaction est elle totale ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....