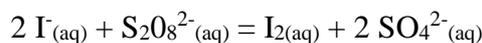


TP CH08 ELABORATION D'UN NOUVEL OUTIL POUR SUIVRE L'EVOLUTION D'UNE TRANSFORMATION CHIMIQUE
LE TABLEAU D'AVANCEMENT OU D'EVOLUTION D'UN SYSTEME CHIMIQUE.

On envisage la réaction chimique entre les ions iodure I^- , incolore, et les ions peroxydisulfate $S_2O_8^{2-}$, incolore, d'équation :



Il se forme du diiode, plus ou moins marron, et des ions sulfate, incolores.

Cette transformation chimique peut être suivie par la mesure de l'absorbance du diiode formé puisque c'est la seule espèce colorée donc qui absorbe dans le visible.

Remarque : la réaction a lieu entre une solution d'iodure de potassium et une solution de peroxydisulfate de sodium ; le bilan indiqué plus haut ne fait pas apparaître les espèces spectatrices.

MANIPULATION

Réglage du spectrophotomètre

- Alimenter le spectrophotomètre
- Remplir une cuve avec la solution d'iodure de potassium, la placer dans le spectrophotomètre.
- Sélectionner la longueur d'onde $\lambda = 470 \text{ nm}$ et faire le zéro d'absorbance.

Réglages de l'interface

- Ouvrir le logiciel d'acquisition.
- Connecter la sortie absorbance (jaune) du spectrophotomètre à la voie EA1 de l'interface, et sa masse à la masse ; activer EA1.
- Régler l'acquisition en **balayage temporel**; choisir **200 points** pendant **100 min**.

Réalisation de l'expérience

- Dans un bécher, prélever 5,0 ml d'une solution d'iodure de potassium à $0,20 \text{ mol.L}^{-1}$.
- Dans un autre, prélever 5,0 ml d'une solution de peroxydisulfate d'ammonium à $5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.
- Mélanger le contenu des deux béchers **en déclenchant l'acquisition (F10)**.
- En moins d'une minute, **homogénéiser** et remplir une cuve avec le mélange.
- L'introduire dans le spectrophotomètre à la place de la cuve précédente.

La courbe doit se tracer à raison d'un point toutes les 30 secondes.

EXPLOITATION

Remarque : Le prélèvement évolue comme la totalité du mélange. Les calculs seront faits en raisonnant sur le volume total du milieu réactionnel.

Donnée : à 470 nm, la loi de Beer-Lambert s'écrit $A = 0,54 \times [I_2]$

1. *Comment lisez-vous l'équation de la transformation chimique, à l'échelle macroscopique ?*
Votre lecture correspond à des espèces introduites dans les proportions dites stœchiométriques, comme les proportions données dans une recette de cuisine, qu'il suffit d'adapter aux quantités à « manipuler ».
2. *Si on forme une quantité $n(I_2)$ mol de diiode, quelle quantité de matière en ions sulfate est-il formé ? Cela nécessite des réactifs : en quelle quantité ?*
3. *Comment déterminer la quantité de diiode formée à une date t à partir de l'absorbance ? Trouver la relation littérale puis numérique qui permettra le calcul.*
4. *Calculer les quantités initiales de réactifs introduits, c'est-à-dire $n^0(I^-)$ et $n^0(S_2O_8^{2-})$. Le résultat sera exprimé en μmol .*
5. *Compléter le tableau 1, en annexe, qui comporte, à des dates différentes, les quantités de matière des 4 espèces participant à la transformation chimique étudiée. Vous utiliserez le fichier comportant les résultats expérimentaux obtenus sur une durée de 2h30. L'unité utilisée sera le μmol .*
6. *Soit x la quantité de diiode formé à une date t : on peut donc écrire $n(I_2) = x$. Exprimer, en vous aidant du tableau que vous venez de compléter, les quantités de matière en ions iodure, peroxydisulfate et sulfate en fonction de la variable x .*
7. *Compléter alors les deux premières lignes du tableau « réduit » en annexe, appelé tableau d'avancement.*

Ouvrir Regressi, choisir Fichier Nouveau Simulation.

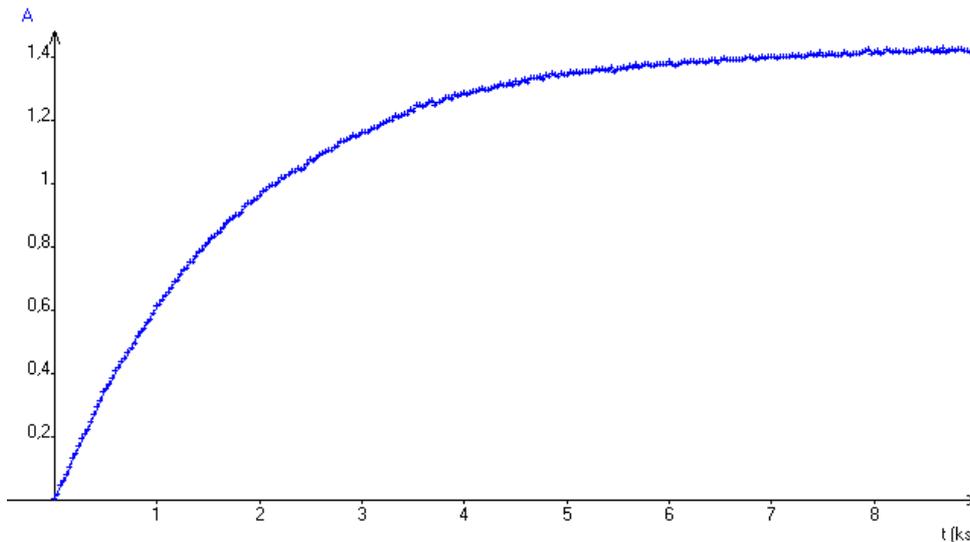
La variable de contrôle est x , en mol, de valeur comprise entre 0 et une valeur « quelconque », par exemple $3 \cdot 10^{-5}$ mol. Les expressions à entrer sont celles donnant $n(I_2)$, $n(S_2O_8^{2-})$, $n(I^-)$ et $n(SO_4^{2-})$ en fonction de x .

Afficher, sur un même graphique, les quantités de matière de chaque espèce en fonction de x .

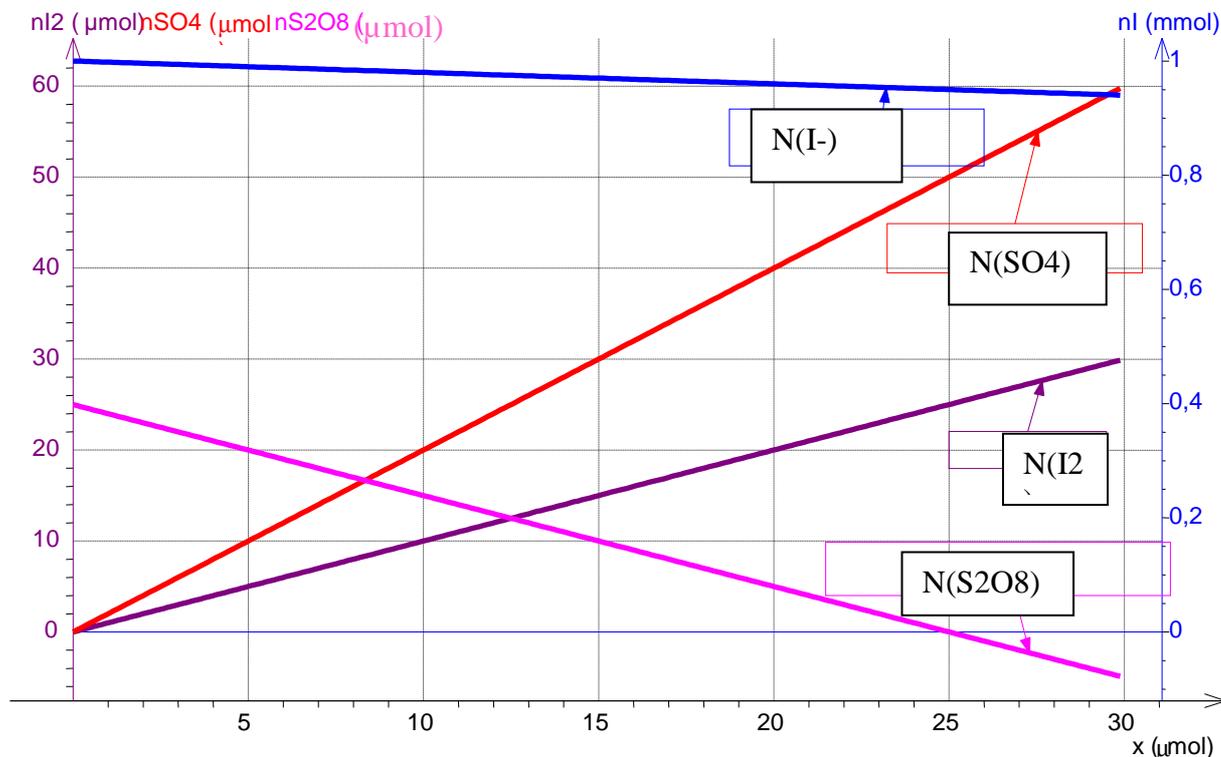
8. *Quelle est l'allure des graphes ? Est-ce surprenant ?*
9. *Interpréter chimiquement l'allure de ces courbes (sens de la pente, intersection avec les axes, ...).*
10. *Que peut-on dire de la composition du mélange à la date $t = 2 \text{ h } 30$? Que cela signifie-t-il ?*
11. *Pourquoi y-a-t-il « une fin » à cette réaction ?*
12. *On dit que lors de cette expérience, l'ion peroxydisulfate est le réactif limitant ou que l'ion iodure est en excès. Expliquer ces deux affirmations.*
13. *Ces résultats doivent se retrouver facilement à l'aide du tableau, dans la dernière ligne. Expliquer comment procéder.*
14. *Quel est l'intérêt d'un tel tableau ?*

RESULTATS EXPERIMENTAUX :

- Tous les résultats obtenus expérimentalement ($A(t)$) et par simulation ($n(x)$) sont disponibles dans les fichiers joints.
- En voici les graphes :



Ce graphe met bien en évidence l'évolution de la transformation chimique ; le tableau de valeurs permet aux élèves de faire les calculs.



n

Ce graphe est la simulation obtenue sur Regressi (attention : l'axe concernant $n(I^-)$ est à droite afin de ne pas « écraser » les 3 autres droites).

Il faut laisser les élèves « faire parler » ces droites pour aboutir à la notion de réactif limitant.

CORRECTION EXPLOITATION

Remarque : Le prélèvement évolue comme la totalité du mélange. Les calculs seront faits en raisonnant sur le volume total du milieu réactionnel.

Donnée : à 470 nm, la loi de Beer-Lambert s'écrit $A = 0,54 \times [I_2]$

1. *Comment lisez-vous l'équation de la transformation chimique, à l'échelle macroscopique ?*
2 moles de $I_{(aq)}$ réagissent avec 1 mole de $S_2O_8^{2-}(aq)$ pour former 1 mole de $I_{2(aq)}$ et 2 moles de $SO_4^{2-}(aq)$
2. *Si on forme une quantité $n(I_2)$ mol de diiode, quelle quantité de matière en ions sulfate est-il formé ? La même quantité que celle de I_2 consommé.*
3. *Comment déterminer la quantité de diiode formée à une date t à partir de l'absorbance ? Trouver la relation littérale puis numérique qui permettra le calcul.*

Lire la valeur de l'absorbance à l'état final sur le graphe : $A=1,4$

On connaît la quantité de matière formée de diode à l'état final (voir tableau d'avancement) :

$n(I_{2(aq)}) = 0,025$ mmol

On connaît donc la concentration de $I_{2(aq)}$ correspondante : $[I_{2(aq)}] = 0,025$ mmol / 10 mL = $2,5 \cdot 10^{-3}$ mol/L

On en déduit la relation entre A et $[I_{2(aq)}]$: $A = 1,4/2,5 \cdot 10^{-3} \cdot [I_{2(aq)}] = 560 \cdot [I_{2(aq)}]$

A la date t on peut connaître $n(I_{2(aq)}) = [I_{2(aq)}] \cdot V(\text{total}) = A \cdot 10/560$

4. *Calculer les quantités initiales de réactifs introduits, c'est-à-dire $n^0(I^-)$ et $n^0(S_2O_8^{2-})$. Le résultat sera exprimé en μmol . **Voir tableau fait en mmol***
5. *Compléter le tableau 1, en annexe, qui comporte, à des dates différentes, les quantités de matière des 4 espèces participant à la transformation chimique étudiée. Vous utiliserez le fichier comportant les résultats expérimentaux obtenus sur une durée de 2h30. L'unité utilisée sera le μmol . **Recopier votre tableau fait sur regressi.***
6. *Soit x la quantité de diiode formé à une date t : on peut donc écrire $n(I_2) = x$. Exprimer, en vous aidant du tableau que vous venez de compléter, les quantités de matière en ions iodure, peroxydisulfate et sulfate en fonction de la variable x .*
7. *Compléter alors les deux premières lignes du tableau « réduit » en annexe, appelé tableau d'avancement.*
8. *Quelle est l'allure des graphes ? **fonction affines qui varient en fonction de x***
9. *Interpréter chimiquement l'allure de ces courbes (sens de la pente, intersection avec les axes, ...).*
pente négative : il s'agit d'un réactif qui est consommé.
pente positive : il s'agit d'un produit qui apparaît, sa quantité augmente.
10. *Que peut-on dire de la composition du mélange à la date $t = 2$ h 30 ? Que cela signifie-t-il ?*
Le système n'évolue plus, c'est l'état final.
11. *Pourquoi y-a-t-il « une fin » à cette réaction ? **Le réactif limitant est totalement consommé.***
12. *On dit que lors de cette expérience, l'ion peroxydisulfate est le réactif limitant ou que l'ion iodure est en excès. Expliquer ces deux affirmations. **voir réponse 11.***
13. *Ces résultats doivent se retrouver facilement à l'aide du tableau, dans la dernière ligne. Expliquer comment procéder. **voir tableau***
14. *Quel est l'intérêt d'un tel tableau ? **Il permet de prévoir les quantités des réactifs et produits à l'état final.***

