

PARTIE 3 : Réactions chimiques et milieux biologiques

TP 15

La chimie des facteurs cinétiques

- OBJECTIFS :**
- Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mettre en évidence quelques paramètres influençant l'évolution d'une réaction chimique.
 - Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mettre en évidence le rôle d'un catalyseur.

Document 1 : Dismutation des ions thiosulfate en milieu acide

Les ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}$ (aq) se transforment progressivement en milieu acide selon la réaction, dite de dismutation, d'équation : $S_2O_3^{2-}$ (aq) + $2H_3O^+$ (aq) \rightarrow S (s) + SO_2 (aq) + $3H_2O$ (l)

La formation de particules de soufre solide en suspension opacifie le milieu réactionnel initialement limpide.

Document 2 : L'eau oxygénée

L'eau oxygénée est une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 .

La décomposition de ce peroxyde pouvant aussi être accélérée sous l'action d'un rayonnement ultraviolet, les flacons d'eau oxygénée doivent être conservés à l'abri de la lumière.



Pour nettoyer les lentilles de contact, on utilise de l'eau oxygénée. À son efficacité décontaminante s'ajoute le « massage » effectué par les bulles d'oxygène libérées lors de sa décomposition qui nécessite 6 h. Ce processus peut néanmoins être accéléré. Ainsi, dans le commerce, on trouve des dispositifs de nettoyage des lentilles de contact, contenant un fil de platine.



Document 3 : Produits et matériel à disposition

- une solution de thiosulfate de sodium de concentration en ion thiosulfate $[S_2O_3^{2-}] = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$;
- une solution d'acide chlorhydrique de concentration en ion oxonium $[H_3O^+] = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$;
- une solution d'eau oxygénée à 10 volumes ;
- une solution concentrée de chlorure de fer(III) ou de sulfate de fer(III) ;
- un petit morceau de platine ;
- un petit morceau de foie ;
- un bain marie ;
- de la glace ;
- un thermomètre ;
- un chronomètre.
- le matériel usuel de laboratoire...

Document 4 : Le matériel usuel de laboratoire...



1 **Spatules** : Pour prendre un solide dans un flacon.

2 **Capsules (a) et verres de montre (b)** : Pour contenir les solides à peser.

3 **Fioles jaugées avec bouchons** : Pour préparer un volume bien déterminé (25,0 mL, 50,0 mL, 100,0 mL, 200,0 mL, 250,0 mL, 500,0 mL, 1,00 L...) de solution.

4 **Entonnoirs à solide et à liquide** : Pour transvaser un solide ou un liquide.

5 **Pissette d'eau distillée** : Pour dissoudre les solides, diluer les liquides, rincer les capsules et les entonnoirs...

6 **Béchers** : Pour placer le liquide à pipeter pour un prélèvement.

7 **Pipettes jaugées à un trait ou à deux traits** : Pour prélever un volume précis (1,00 mL, 2,00 mL, 10,0 mL, 20,0 mL, 25,0 mL, 50,0 mL...) de solution.

8 **Pipettes graduées** : Pour prélever des volumes précis qui ne peuvent l'être avec des pipettes jaugées (6,7 mL par exemple).

9 **Pipettes simples (a) et pipettes Pasteur (b)** : Pour finir de compléter une fiole jaugée jusqu'au trait de jauge.

10 **Propipette (a) ou pipeteur (b)** : Pour pipeter un liquide en toute sécurité.

11 **Éprouvettes graduées** : Pour mesurer approximativement un volume de liquide.

12 **Erlenmeyers** : Pour placer les solutions à doser ou agiter pour une dissolution.

13 **Agitateurs en verre** : Pour agiter des solutions contenues dans des béchers ou des tubes à essais.

14 **Pince en bois** : Pour tenir un tube à essais lors de son chauffage.

15 **Tubes à essais** : Pour réaliser des tests.

16 **Tube à dégagement** : Pour faire barboter un gaz dans une solution.

17 **Verres à pied** : Pour réaliser des expériences sur des volumes plus importants qu'avec des tubes à essais.

Document 5 : Facteurs cinétiques

On appelle **facteur cinétique** tout paramètre permettant d'influencer la vitesse d'une transformation chimique.

Extraits d'un article intitulé *Cinétique chimique* (<http://fr.wikipedia.org>) :

La vitesse des réactions est sous la dépendance de plusieurs facteurs. On peut citer:

- la température,
- la quantité des réactifs présents (en solution c'est la concentration des réactifs qui intervient),
- la pression pour les réactions en phase gazeuse,
- le degré de mélange des réactifs (ségrégation),
- la surface ou l'aire de contact des réactifs dans le cas de systèmes hétérogènes,
- la présence d'un catalyseur qui peut accélérer la réaction ou d'un inhibiteur qui peut la ralentir.
- la lumière UV ou visible, dans le cas des réactions photochimiques

Le facteur le plus important est la température, car l'énergie thermique permet en effet dans de nombreux cas de franchir la barrière énergétique qui existe entre le système dans son état initial (mélange de réactifs) et son état final (produits formés).

Un autre paramètre important est l'état de la matière. De ce point de vue, les réactions les plus favorisées sont les réactions qui se déroulent au sein d'une seule phase (liquide : solution, mélange de liquides miscibles ou gazeuse). En effet, dans ces cas, les molécules des réactifs sont dans une même phase et peuvent donc facilement entrer en contact pour réagir.

Dans le cas de systèmes hétérogènes, c'est-à-dire de réactions entre un solide et un gaz, un solide et un liquide, un solide et un solide, un liquide et un gaz, deux liquides non miscibles, la réaction ne peut avoir lieu qu'aux surfaces de séparation des phases (interfaces).

Lorsque les espèces sont fractionnées, la réaction est plus rapide, c'est le cas notamment des :

- aérosols (fines gouttelettes de liquide dispersées dans un gaz),
- émulsions (fines gouttelettes d'un liquide dans un autre liquide, dans le cas de liquides non miscibles),
- mélanges de poudres finement broyées (fins grains de solides),
- lysoles (poudre dans un liquide),
- mousses et écumes (bulles dans un liquide).

En effet, dans le cas de la matière fractionnée, la surface de contact entre les réactants est importante, donc les possibilités de réaction nombreuses. Pour les solides, on quantifie ceci par la surface spécifique, qui est la surface libre par unité de masse ; une poudre, un solide poreux ou une mousse (filaments imbriqués) ont une grande surface spécifique. Lorsque les réactants ne sont pas dans le même état (par exemple solide-gaz, solide-liquide, liquide-gaz), on parle de réaction hétérogène.

TRAVAIL À EFFECTUER :

S'APPROPRIER :

1. Comment procéder pour évaluer la durée de la réaction de dismutation des ions thiosulfate ?

2. Quels sont les paramètres qui peuvent avoir une influence sur la durée de cette réaction ?

APPEL N°1



Appeler le professeur pour lui présenter vos réponses
ou en cas de difficulté

A. Influence d'un premier facteur sur la dismutation des ions thiosulfate

RÉALISER :

- Dessiner une croix (+) de 4 cm environ sous un bécher de 100 mL.
- Placer $v = 5,0$ mL d'acide (mesurés à l'éprouvette graduée) dans ce bécher.
- Préparer v_1 de thiosulfate de sodium et v_2 d'eau dans l'éprouvette de 50 mL.
- À $t = 0$, verser le contenu de l'éprouvette dans le bécher et déclencher le chronomètre
- Agiter légèrement, puis laisser reposer.
- Mesurer la durée au bout de laquelle la croix n'est plus visible à travers la solution du bécher.

Effectuer trois expériences successives dans les conditions suivantes :

	acide	thiosulfate v_1	eau v_2	Δt
A	5,0 mL	50,0 mL	0 mL	
B	5,0 mL	40,0 mL	10,0 mL	
C	5,0 mL	30,0 mL	20,0 mL	

Attention : utiliser toujours le même type de bécher.

VALIDER :

3. Écrire les demi-équations rédox et retrouver l'équation de la transformation de l'ion thiosulfate en milieu acide ; Quel rôle joue le thiosulfate dans cette transformation ? On parle de dismutation de l'ion thiosulfate, que signifie ce terme ?

Données : couples rédox : $S_2O_3^{2-}/S$ et $SO_2/S_2O_3^{2-}$

4. En vous aidant du tableau descriptif du système, vérifier que le thiosulfate est toujours en excès par rapport à l'acide dans les trois expériences.

Étude pour l'expérience A, B ou C (expliquer le choix) :

Équation chimique		
État du système	Avancement	Quantités de matière
État initial (EI)	0	
État intermédiaire	x	
État final (EF)	x_{max}	

5. Que peut-on en déduire quant à la quantité finale de soufre produite dans les trois cas ? Comparer les concentrations des réactifs dans les trois expériences.

6. Pourquoi doit-on utiliser un ou des béchers identiques, contenant le même volume total et observés dans les mêmes conditions pour les trois expériences ?

7. Quel est le facteur cinétique étudié ? Quelle est son influence sur la vitesse de la réaction ?

APPEL N°2	Appeler le professeur pour lui présenter vos conclusions ou en cas de difficulté

S'appropriier	<i>coefficient 1</i>	A																B																			
Réaliser	<i>coefficient 2</i>	A				B				C				D				A				B				C				D							
Valider	<i>coefficient 3</i>	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Note		20	18	14	12	18	16	13	11	16	14	10	8	15	13	9	7	19	17	13	11	18	16	12	10	15	13	10	8	14	12	8	6				

S'appropriier	<i>coefficient 1</i>	C																D																			
Réaliser	<i>coefficient 2</i>	A				B				C				D				A				B				C				D							
Valider	<i>coefficient 3</i>	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Note		18	16	12	10	16	15	11	9	14	12	8	6	13	11	7	5	17	15	11	10	16	14	10	8	13	11	8	6	12	10	6	5				

B. Influence d'un second facteur sur la dismutation des ions thiosulfate

ANALYSER :

8. Proposer un protocole expérimental permettant d'étudier l'influence de la température sur la réaction étudiée.

APPEL N°3



**Appeler le professeur pour lui présenter le protocole expérimental
ou en cas de difficulté**

RÉALISER :

- Mettre en œuvre ce protocole pour mettre en évidence l'influence de la température sur la réaction de dismutation des ions thiosulfate.

Résultats expérimentaux obtenus :

COMMUNIQUER :

9. Quelle est l'influence de la température sur la vitesse de la réaction de dismutation des ions thiosulfate ?

APPEL N°4



**Appeler le professeur pour lui présenter vos conclusions
ou en cas de difficulté**

C. Étude des différents types de catalyse

RÉALISER :

Dans quatre tubes à essais marqués A, B, C et D, verser environ 3 mL d'eau oxygénée ou solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 à 10 volumes. Le tube A sert de témoin.

Introduire:

- dans le tube B, un petit morceau de platine utilisé pour la désinfection et le nettoyage des lentilles cornéennes ;
- dans le tube C, quelques gouttes d'une solution concentrée de chlorure de fer(III) ou de sulfate de fer(III) ;
- dans le tube D, un petit morceau de foie contenant une enzyme, la catalase.

CONCLURE :

10. Écrire les deux demi-équations puis l'équation de décomposition de l'eau oxygénée.

Données : couples rédox : $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})/\text{H}_2\text{O}(\text{l})$; $\text{O}_2(\text{g})/\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$.

11. Les espèces chimiques introduites dans les tubes à essais sont appelées catalyseurs.

Quelles sont les caractéristiques des catalyseurs mises en évidence dans cette activité ?

12. On distingue trois types de catalyseurs : homogène, hétérogène et enzymatique.

Classer les catalyseurs utilisés dans cette activité dans les trois catégories évoquées ci-dessus.