

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date: .....

## Études des facteurs cinétiques

✔ Objectifs	👤 Classe
<input type="checkbox"/> Transformations lentes et rapides. <input type="checkbox"/> Facteurs cinétiques: température, concentration des réactifs. Catalyse, catalyseur. <input type="checkbox"/> Citer les propriétés d'un catalyseur et identifier un catalyseur à partir de données expérimentales. <input type="checkbox"/> Identifier, à partir de données expérimentales, des facteurs cinétiques.	Terminale Spé
	🕒 Durée
	2 h

### ✂ Sur la paillasse

- Un feutre de tableau noir,
- 4 béchers de 100 mL,
- Un agitateur en verre,
- Deux éprouvettes graduées de 50 mL,
- Un flacon de 200 mL contenant une solution de thiosulfate de sodium notée  $S_1$  de concentration  $C_1 = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,
- Un flacon 100 mL contenant une solution d'acide chlorhydrique notée  $S_2$  de concentration  $C_2 = 1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,
- Un flacon 50 mL contenant une solution de peroxydisulfate de sodium notée  $S_3$  de concentration  $C = 3 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,
- Un flacon 50 mL contenant une solution d'iodure de potassium notée  $S_4$  de concentration  $C = 2,5 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,
- Un flacon 10 mL contenant une solution contenant des ions fer (II) notée  $S_5$  de concentration  $C = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,
- Un flacon 10 mL contenant une solution de chlorure de fer contenant des ions fer (III) de concentration  $C = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,
- Un flacon 50 mL contenant une solution d'eau oxygénée à 10 volumes,
- Un morceau de navet,
- Un fil de platine,
- Un thermomètre digital,
- Un chronomètre,
- Un bain marie à  $50^\circ\text{C}$ ,
- Un mélange réfrigérant à  $10^\circ\text{C}$ ,
- 4 tubes à essais,
- Gants et lunettes.

L'objectif de cette séance est d'observer l'influence de certains facteurs cinétique sur la réaction de dismutation des ions thiosulfate  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$  en milieu acide<sup>1</sup>.

### 📄 Document 1: Cinétique chimique

La cinétique chimique est l'étude de la vitesse des réactions chimiques.

Certaines réactions sont très rapides voire instantanées, comme les explosions. D'autres sont tellement lentes qu'elles durent plusieurs années (comme la formation de la rouille), voire plusieurs siècles (comme la formation du charbon ou du pétrole). Certaines sont même tellement lentes que les réactifs de départ sont considérés comme stables, par exemple la transformation du diamant en carbone graphite. On parle alors d'états « métastables ».

Connaître la vitesse des réactions chimiques et être capable de la calculer est de toute première importance dans toutes les applications de la chimie. Source : *Wikipedia*

1. <https://dlatreyte.github.io/terminales-pc/chap-6/2-facteurs-cinetiques/>

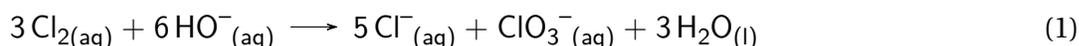
**Document 2: Facteur cinétique**

Dans le domaine de la chimie, un **facteur cinétique** désigne un **paramètre physique** capable d'influencer la **vitesse d'une transformation chimique**. Un facteur cinétique modifie donc la durée d'évolution d'un système chimique. Source : *Wikipedia*

**Document 3: Réaction de dismutation**

On appelle réaction de dismutation une réaction d'oxydoréduction au cours de laquelle une espèce chimique joue à la fois le rôle de l'oxydant et celui du réducteur.

Par exemple, le dichlore  $\text{Cl}_2$  apparaît dans les deux couples  $\text{Cl}_{2(\text{aq})}/\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$  et  $\text{ClO}_3^-_{(\text{aq})}/\text{Cl}_{2(\text{aq})}$ . En milieu basique, le dichlore réagit avec les ions hydroxyde  $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$  :

**1 Influence de la concentration des réactifs**

1. Suivre le protocole suivant :



Pour chacune des 5 solutions du tableau ci-dessous,

- Mesurer avec une éprouvette graduée, les volumes  $V_1$  de  $S_1$  et  $V$  d'eau. Verser ces volumes dans un bécher.
- Placer le bécher au dessus de la croix noire préalablement tracée.
- Préparer dans une autre éprouvette graduée le volume  $V_2$  de  $S_2$ .
- Déclencher le chronomètre à l'instant du mélange de la solution  $S_2$  avec le contenu du bécher.
- Noter la durée  $\Delta t$  nécessaire pour que la croix noire disparaisse, en regardant au dessus du bécher.

T	Essai	$V_1$ (mL)	$V$ (mL)	$V_2$ (mL)	$\Delta t$ (s)	$n_0(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ (mol)	$[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]$ (mol · L <sup>-1</sup> )	$n_0(\text{H}_3\text{O}^+)$ (mol)	$[\text{H}_3\text{O}^+]$ (mol · L <sup>-1</sup> )
Ambiante	1	10,0	40,0	10,0					
Ambiante	2	20,0	30,0	10,0					
Ambiante	3	30,0	20,0	10,0					
Ambiante	4	40,0	10,0	10,0					
Ambiante	5	50,0	0,0	10,0					

**2 Influence de la température du système**

2. Suivre le protocole suivant :



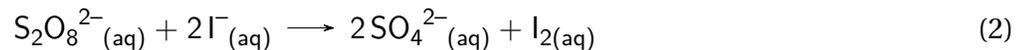
- Reprendre les proportions de réactifs et d'eau de l'essai 1 et reporter les résultats dans le tableau précédent.
- Porter le mélange eau — thiosulfate de sodium à une température supérieure pour l'essai 6 et inférieure pour l'essai 7 avant de l'ajouter à l'acide chlorhydrique. Pour cela on utilisera un bain marie à environ 50 °C pour l'essai 6 et un bain réfrigérant à environ 10 °C pour l'essai 7.
- Déclencher le chronomètre à l'instant du mélange de la solution  $S_2$  avec le contenu du bécher.
- Noter la durée  $\Delta t$  nécessaire pour que la croix noire disparaisse, en regardant au dessus du

bécher.

T	$T_{\text{bécher}}$ (°C)	Essai	$V_1$ (mL)	$V$ (mL)	$V_2$ (mL)	$\Delta t$ (s)	$n_0(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ (mol)	$[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]$ (mol·L <sup>-1</sup> )	$n_0(\text{H}_3\text{O}^+)$ (mol)	$[\text{H}_3\text{O}^+]$ (mol·L <sup>-1</sup> )
Ambiante		1	10,0	40,0	10,0					
$T' > T_{\text{ambiante}}$		6	10,0	40,0	10,0					
$T' < T_{\text{ambiante}}$		7	10,0	40,0	10,0					

### 3 La catalyse homogène

On étudie la transformation suivante :



Le diiode  $\text{I}_2(\text{aq})$  qui se forme est coloré et opacifie le milieu.

3. Suivre le protocole suivant :



- Préparer les béchers comme décrits dans le tableau ci-dessous avec les solutions suivantes :
  - Solution 3, notée  $S_3$  : solution de peroxydisulfate de sodium à  $3 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ;
  - Solution 4, notée  $S_4$  : solution d'iodure de potassium à  $2,5 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ;
  - Solution 5, notée  $S_5$  : solution contenant des ions fer II à  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .
- Verser le contenu du bécher 2 dans le bécher 1 et déclencher le chronomètre. Observer à quelle vitesse apparaît la couleur du diiode.

Expérience	Bécher 1	Bécher 2	$\Delta t$
1	10 mL de $S_3$	10 mL de $S_4$	
2	10 mL de $S_3$	10 mL de $S_4$ + 0,5 mL de $S_5$	

### 4 La catalyse hétérogène

L'eau oxygénée est une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ . C'est une solution instable dont la décomposition est lente à température ambiante. L'équation de la transformation est la suivante :



4. Suivre le protocole suivant :



- Préparer quatre tubes à essais remplis à moitié d'eau oxygénée à 10 volumes. Les numéroter. Le tube n°1 sera témoin.
- Ajouter dans le tube à essais :
  - Tube 2 : un morceau de navet écrasé ou un morceau de foie ;
  - Tube 3 : quelques millilitres de solution de chlorure de fer (III) ( $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{Cl}^-(\text{aq})$ ) à  $C = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ;
  - Tube 4 : un fil de platine. Le laboratoire n'étant pas pourvu de platine, nous nous contenterons de visionner la vidéo disponible ci-contre.
- Observer ce qui se passe.



## 5 Exploitation

On donne les couples oxydant/réducteur :  $\text{SO}_2/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  et  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}/\text{S}$ .

5. Écrire les demi-équations correspondant aux couples mis en jeu.

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

6. Écrire l'équation de la réaction associée à la transformation.

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

7. Quel est l'oxydant ? Le réducteur ? Justifier l'appellation dismutation de cette réaction.

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

8. Construire le tableau d'avancement.

--

9. Compléter les différentes colonnes relatives aux quantités de matière dans les tableaux.

10. L'un des essais correspond-il aux proportions stœchiométriques ?

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

11. Quelle serait la quantité de matière de soufre formée après un temps très long pour l'essai 1.

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

12. Quelle seraient les quantités de matière de soufre formées après un temps très long pour les autres essais ? Ne pas détailler les calculs.

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

13. Compléter les différentes colonnes relatives aux concentrations dans les tableaux.

14. Tracer le graphique  $\Delta t = f([S_2O_3^{2-}]_0)$ . La relation est-elle linéaire ?

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

15. Quels essais peut-on comparer entre eux ? Préciser à chaque fois quel est le paramètre dont on étudie l'influence.

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

16. En déduire l'influence de la concentration initiale en ion thiosulfate sur la vitesse de réaction.

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

17. En déduire l'influence de la température sur la vitesse de réaction.

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

18. Dans le cas de la catalyse homogène, que remarque-t-on sur la durée de la réaction ? Que peut-on en conclure ?

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

19. Les ions  $\text{Fe}^{2+}$  sont-ils des réactifs de la transformation ?

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

20. Le gaz qui se forme est du dioxygène. Comment cela pourrait-il être prouvé ?

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

21. Quel est le rôle du navet, des ions fer (III) et du platine dans le déroulement de cette réaction ?

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

22. Classer les catalyseurs utilisés dans les trois catégories suivantes : « Catalyseur homogène », « Catalyseur hétérogène » ou « Catalyseur enzymatiques ».

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

23. Donner les caractéristiques d'un catalyseur.

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