

## Cinétique de dismutation de l'eau oxygénée

Le peroxyde d'hydrogène (ou eau oxygénée) se décompose lentement à la température ambiante et ne peut se garder longtemps. Cette décomposition peut être accélérée grâce à un catalyseur contenant des ions  $\text{Fe}^{3+}$ .

Le but de la manipulation est d'étudier la réaction de décomposition de l'eau oxygénée en présence de l'ion  $\text{Fe}^{3+}$ .

### I. Principe de la manipulation

#### 1. Réaction de dismutation de l'eau oxygénée

##### **Document 1 : L'eau oxygénée**

L'eau oxygénée commerciale est une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène utilisée comme désinfectant pour des plaies, pour l'entretien des lentilles de contact ou comme agent de blanchiment. Le peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) intervient dans deux couples oxydant-réducteur :  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2$ . Le peroxyde d'hydrogène (ou eau oxygénée) se décompose lentement à la température ambiante et ne peut se garder longtemps. L'eau oxygénée du commerce se présente en flacons opaques afin d'éviter que la lumière favorise la transformation chimique précédente. Cette décomposition peut être accélérée grâce à un catalyseur contenant des ions  $\text{Fe}^{3+}$ .



1. Écrire les deux demi-équations électroniques correspondant aux couples oxydant-réducteur qui font intervenir l'eau oxygénée.
2. Montrer que l'équation de la réaction de dismutation (réaction 1) étudiée est :



#### 2. Dosage de $\text{H}_2\text{O}_2$ restant

##### **Document 2 : Dosage de l'eau oxygénée**

Afin de déterminer la concentration en eau oxygénée de la solution à la date  $t$ , on réalise un titrage colorimétrique d'un volume prélevé  $V_P$  de cette solution par une solution de permanganate de potassium de concentration connue  $C$ . Le volume équivalent  $V_{eq}$  est déterminé par la coloration rose persistante. On donne les couples oxydant-réducteurs suivants :  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$  et  $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2$

Cette concentration en eau oxygénée restant à la date  $t$  est notée  $[\text{H}_2\text{O}_2]_t$ .

Le volume de permanganate de potassium versé à l'équivalence est noté  $V_{eq}$ .

3. Faire le schéma légendé du montage permettant de réaliser le dosage.
4. Ecrire les deux demi-équations associées à ces deux couples.
5. Écrire l'équation de la réaction de dosage.
6. Donner l'expression littérale de la concentration  $[\text{H}_2\text{O}_2]_t$  en fonction du volume versé de permanganate de potassium,  $V_{eq}$ , de la concentration en ion permanganate de la solution titrante,  $C$  et du volume prélevé de solution à titrer,  $V_P$ .

### II. Mode opératoire

On suit l'évolution de la concentration  $\text{H}_2\text{O}_2$  restant en fonction du temps. Pour cela, effectuer les opérations suivantes.

- Préparer environ 50 mL de solution de permanganate de potassium de concentration  $C=2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  dans un bécher. Remplir la burette avec cette solution
- Verser dans un erlenmeyer 95 mL (mesurés à l'éprouvette graduée) de solution d'eau oxygénée (solution commerciale à 20 volumes diluée 20 fois).
- Préparer 6 béchers contenant chacun 40 mL environ d'eau distillée glacée et 10 mL environ d'acide sulfurique de concentration  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Placer ces 6 béchers dans un cristalliseur contenant un mélange d'eau et de glace.
- Prélever 5 mL (mesurés à l'éprouvette graduée) de la solution de chlorure de fer III et placer cette solution dans l'erlenmeyer contenant la solution d'eau oxygénée (cette solution sera notée S) : déclencher le chronomètre, agiter. Le volume de la solution S est  $V_S = 100 \text{ mL}$ .
- Aux dates  $t = 2 \text{ min}, 5 \text{ min}, 10, 20, 30 \text{ et } 40 \text{ min}$ , effectuer à l'aide d'une pipette graduée un prélèvement de  $V_P=10,0 \text{ mL}$  de la solution précédente. A cause des bulles de dioxygène se dégageant en continu, le prélèvement est quelque peu perturbé. C'est pourquoi, l'utilisation d'une pipette jaugée ne se justifie pas. Une pipette graduée suffit.
- Verser rapidement le contenu de la pipette dans l'un des 6 béchers précédents. (L'ajout d'eau et de glace ralentit (" arrête) la réaction de dismutation de l'eau oxygénée par effet de température mais aussi en diminuant, par dilution, la concentration des réactifs, on dispose donc du temps nécessaire pour effectuer le dosage.)
- Doser le peroxyde d'hydrogène présent par la solution de permanganate de potassium, noter le volume  $V_{eq}$  de solution de permanganate de potassium correspondant à l'apparition de la couleur rose, dans le tableau suivant. (Remplir uniquement la première ligne).

- Pour les groupes les plus rapides. Pour déterminer la concentration de l'eau oxygénée à  $t = 0$ , il est plus simple de préparer une solution contenant 95 mL de la solution diluée d'eau oxygénée et d'ajouter 5 mL d'eau. Cette solution a déjà été préparée au bureau. Prélever 10 mL de cette solution avec une pipette graduée, la verser dans un bécher contenant 40 mL environ d'eau distillée glacée et 10 mL environ d'acide sulfurique. Dosier avec le permanganate de potassium. Noter la valeur du volume équivalent.

Date (min)	0	2	5	10	20	30	40
$V_{eq}$ (mL)							
$[H_2O_2]_{S,t}$ ( $molL^{-1}$ )							
$\ln([H_2O_2]_{S,t})$							

### III. Exploitation des résultats

7. Calculer la concentration  $[H_2O_2]$  de l'eau oxygénée et compléter la ligne 2 du tableau aux différentes dates  $t$ .
8. Que peut-on dire de l'évolution de la concentration  $[H_2O_2]$  de l'eau oxygénée au cours du temps ?
9. Tracer la courbe de la concentration  $[H_2O_2]$  de l'eau oxygénée en fonction du temps ( $[H_2O_2]=f(t)$ )
10. Décrire l'allure de la courbe.
11. Ajouter une colonne au tableau précédent permettant de calculer  $\ln[H_2O_2]$  de l'eau oxygénée aux différentes dates  $t$ .
12. Tracer la courbe de la concentration  $\ln[H_2O_2]$  de l'eau oxygénée en fonction du temps. (On affichera l'équation et on remplacera  $x$  par  $t$  et  $f(x)$  par  $\ln[H_2O_2]$ )
13. Donner l'expression de  $\ln[H_2O_2]$  en fonction du temps  $t$ .
14. Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  de la décomposition de l'eau oxygénée.
15. Une réaction est d'ordre 0 lorsque la courbe  $[H_2O_2]=f(t)$  est une droite. Elle est d'ordre 1 lorsque la courbe  $\ln[H_2O_2]=f(t)$  est une droite. Donner l'ordre de la réaction de dismutation de l'eau oxygénée. Justifier.