2004 Réunion **Exercice 3 : La catalyse homogène (4 points)**

L'eau oxygénée est un antiseptique c'est à dire une substance qui, par oxydation, prévient l'infection des tissus vivants en détruisant les micro-organismes. Elle contient des molécules d'eau oxygénée, H_2O_2, qui sont capables d'oxyder les ions tartrate de formule chimique, $C_4H_4O_6^{2-}$. L'équation chimique modélisant la réaction chimique qui a lieu entre ces deux entités chimiques est :

$$5\ H_2O_{2(aq)} + 2\ H_3O^+_{(aq)} + C_4H_4O_6^{2-}{}_{(aq)} = 10\ H_2O_{(l)} + 4\ CO_{2\,(g)}$$

Dans tout l'exercice, elle sera considérée comme totale.
Afin de réaliser la transformation chimique correspondante, on mélange une solution d'eau oxygénée de concentration c_1, de volume V_1 avec une solution de sel de Seignette contenant les ions tartrate de concentration c_2 et de volume V_2, à la température de 20°C. Le mélange réactionnel est ensuite légèrement acidifié. On supposera que la transformation chimique a lieu à volume constant.
La durée de cette transformation chimique est de l'ordre de plusieurs semaines.

I. Étude cinétique de la transformation chimique

I.1. Tableau descriptif de l'évolution du système chimique

I.1. a. Un élève a obtenu le tableau descriptif d'évolution du système chimique suivant avec $n_1 < 5\ n_2$:

Equation chimique		$5\ H_2O_{2(aq)}$ + $C_4H_4O_6^{2-}{}_{(aq)}$ + $2\ H_3O^+_{(aq)}$ = $10\ H_2O_{(l)}$ + $4\ CO_{2\,(g)}$				
	Avancement (mol)	Quantités de matière (en mol)				
Etat initial	0	n_1	n_2	excès	excès	0
Etat intermédiaire	x	$n_1 - x$	$n_2 - x$	excès	excès	4x
Etat final	$x_{max} = n_1$	0	$n_2 - n_1$	excès	excès	$4\ n_1$

Des erreurs se sont glissées dans ce tableau. Quelles sont- elles ?

I.1.b. Pourquoi le milieu doit- il être légèrement acidifié ?

I.1.c. Donner l'allure de la courbe représentant la concentration en eau oxygénée en fonction du temps. Justifier votre choix.

I. 2. Étude de la vitesse volumique de réaction

I.2.a. Définir la vitesse volumique v de la réaction en fonction de l'avancement x.

I.2. b. Montrer que l'expression de cette vitesse volumique, v, en fonction de la concentration en eau oxygénée $[H_2O_2]$ est : $v = -\frac{1}{5}\frac{d[H_2O_2]}{dt}$.

I.2. c. Comment cette vitesse évolue-t-elle au cours du temps ? Justifier graphiquement sans calcul. Pourquoi subit-elle une telle évolution ?

II Catalyse homogène

La réaction chimique précédente est extrêmement lente. Pour pouvoir réaliser l'oxydation des ions tartrate par l'eau oxygénée de façon plus rapide, on peut la catalyser par les ions cobalt II, Co^{2+} qui donnent une couleur rosé aux solutions.
Ce catalyseur permet aux réactifs (molécule d'eau oxygénée et ion tartrate) de parvenir aux produits par un chemin énergétiquement moins exigeant. Ce chemin peut être modélisé par deux réactions chimiques rapides dont les équations sont :

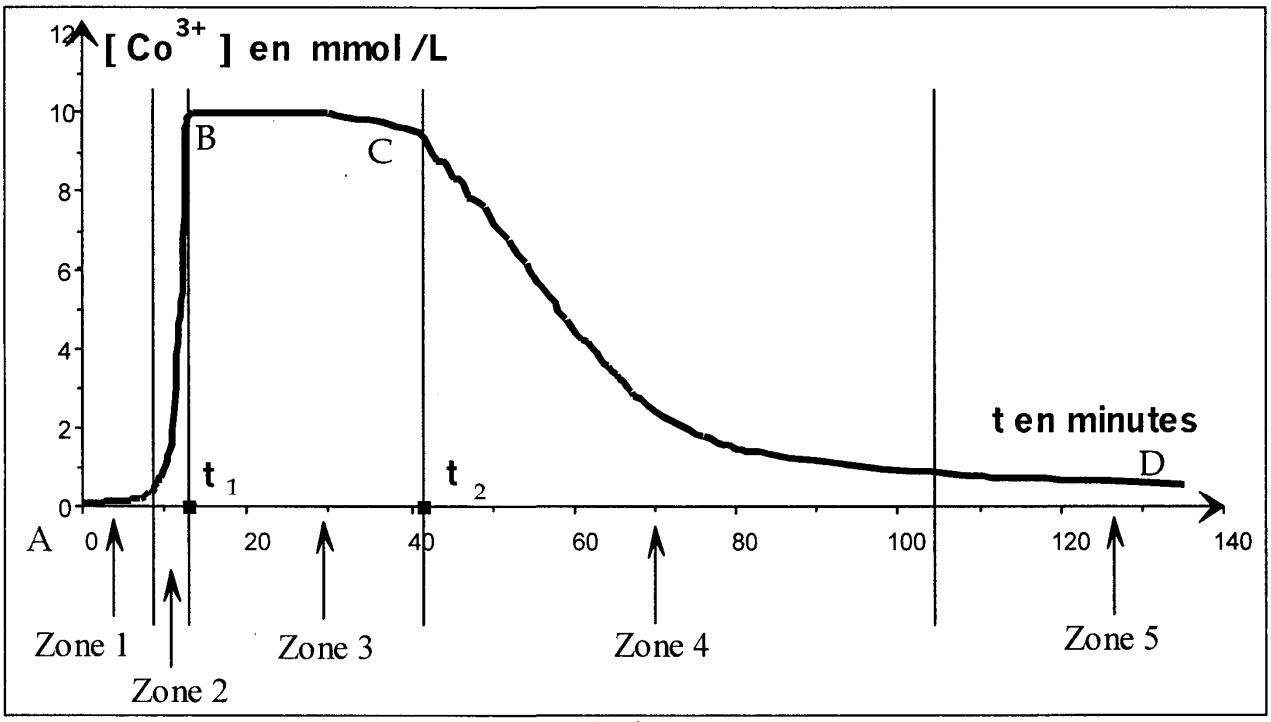
$5\ H_2O_{2(aq)} + 10\ H_3O^+_{(aq)} + 10\ Co^{2+}_{(aq)} = 20\ H_2O_{(l)} + 10\ Co^{3+}_{(aq)}$ **(R_1)**

$C_4H_4O_6^{2-}{}_{(aq)} + 10\ Co^{3+}_{(aq)} + 10\ H_2O_{(l)} = 4\ CO_{2\,(g)} + 8\ H_3O^+_{(aq)} + 10\ Co^{2+}_{(aq)}$ **(R_2)**

En fait les ions cobalt II et cobalt III agissent sous forme d'un complexe tartrique non représenté ici.

Le mélange réactionnel étudié comporte 60 mL d'une solution de sel de Seignette (contenant les ions tartrate) à 0,2 mol.L^{-1}, 10 mL d'une solution d'eau oxygénée à 11 mol.L^{-1} et 5,0 mL d'une solution de chlorure de cobalt II à 0,15 mol.L^{-1}.

L'évolution temporelle de la concentration en ions cobalt III, $Co^{3+}_{(aq)}$ présents dans le mélange réactionnel précédent est représentée sur la courbe suivante :



Courbe 1 :

Donnée :

- Les ions cobalt III, Co^{3+} donnent une couleur verte aux solutions.

II.1. Étude de la courbe 1

II.1.a. Quelle est la méthode physique la plus adaptée pour le suivi temporel de la concentration en ions cobalt III $Co^{3+}_{(aq)}$ présents dans le mélange réactionnel ? Justifier.

II.1.b. Dans les zones 2 et 4, le mélange réactionnel a une couleur verdâtre. Quelle est la couleur du mélange réactionnel dans les zones 1, 3 et 5 ? Justifier.

II.1.c. Parmi les réactions chimiques proposées (R_1 et R_2) quelle est celle qui a lieu dans la zone 2 ? Dans la zone 3 ? Dans la zone 4 ? Justifier vos choix.

II.2. Vitesse de réaction

Exposer succinctement la méthode permettant de déterminer la vitesse volumique de réaction, v, à un instant t_3 ($t_3 > t_2$) à partir de la courbe 1, sachant que $v = -\frac{1}{10}.\frac{d[Co^{3+}]}{dt}$ (la valeur de v n'est pas demandée)

II.3. Rôle du catalyseur

II.3.a. Une des propriétés du catalyseur est qu'il ne doit pas figurer dans l'équation chimique de la réaction d'oxydation des ions tartrate par l'eau oxygénée. Comment la courbe 1 met-elle en évidence cette propriété ?

II.3.b. La quantité de matière finale de dioxyde de carbone obtenu est-elle plus grande, plus petite, inchangée avec la présence du catalyseur ? Justifier.

II.3.c. Pourquoi peut-on parler de catalyse homogène ?