



Catalyseurs

Objectif n°1 :

Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mettre en évidence le rôle d'un catalyseur.

Objectif n°2 : Extraire et exploiter des informations sur la catalyse, notamment en milieu biologique et dans le domaine industriel, pour en dégager l'intérêt.

I. Autocatalyse :

Document n°1

Une réaction autocatalytique est une réaction chimique dont le catalyseur figure parmi les produits de la réaction. On dit que cette transformation est "autocatalysée". De ce fait, l'évolution de la vitesse volumique de réaction au cours du temps est peu habituelle, particulièrement pour les transformations chimiques lentes ou très lentes.

Exemple de réaction autocatalytique

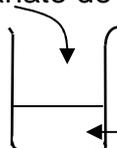
Réaction des ions permanganate MnO_4^- avec l'acide oxalique $C_2H_2O_4$ autocatalysée par les ions Mn^{2+} .

D'après Wikipédia

Document n°2

Extrait photocopié de cours Doc 1 Durée d'une réaction chapitre C5

Expérience 1 Cinq gouttes d'une solution aqueuse de permanganate de potassium $K^+ + MnO_4^-$



50 mL d'une solution aqueuse d'acide oxalique $H_2C_2O_4$
+ 10 mL d'acide chlorhydrique $H_3O^+ + Cl^-$

Document n°3

Liste des espèces chimiques disponibles dans la salle de TP

Solution d'acide oxalique $H_2C_2O_{4(aq)}$ à $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$



Solution d'acide chlorhydrique ($H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) à $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$



Solution de permanganate de potassium ($K^+_{(aq)} + MnO_4^-_{(aq)}$) à $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$



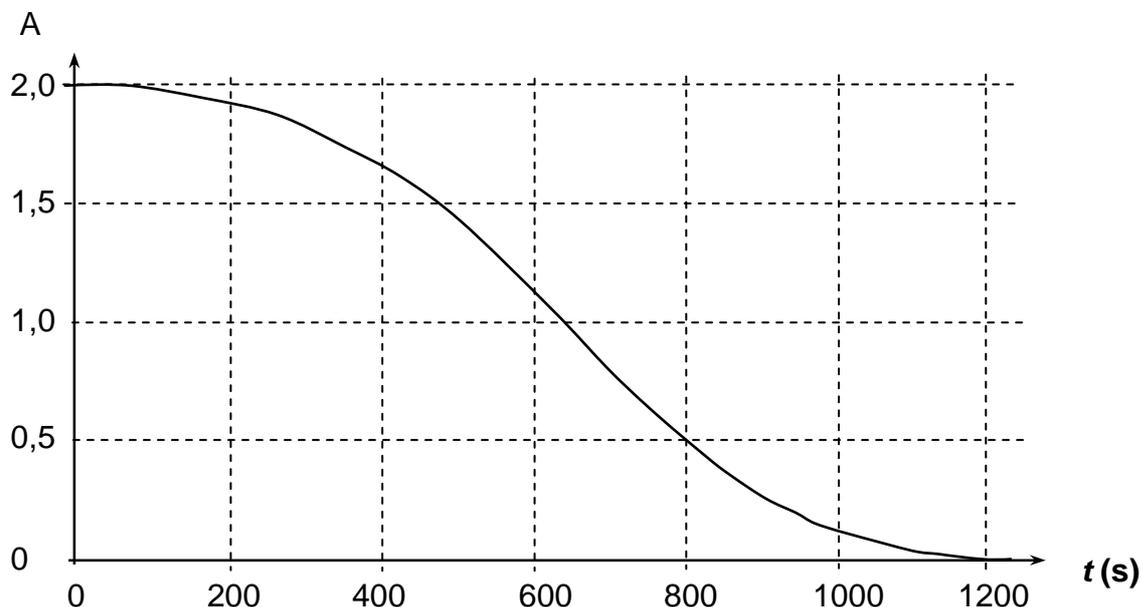
Solution de chlorure de manganèse (II) ($Mn^{2+}_{(aq)} + 2 Cl^-_{(aq)}$) à $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$



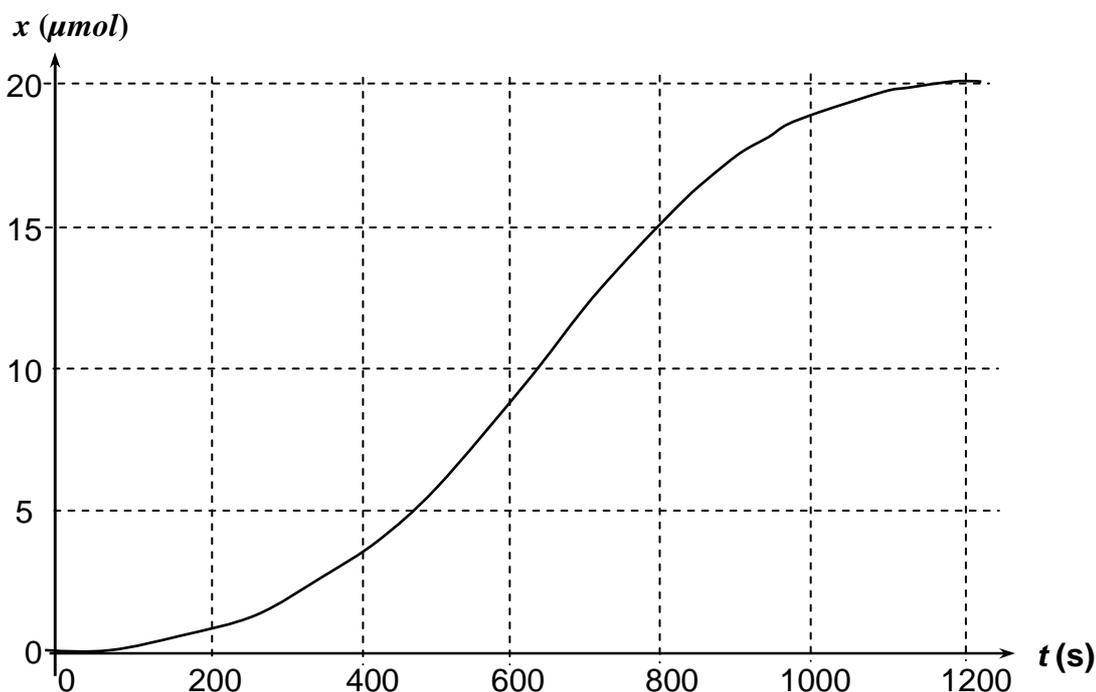
Un chronomètre est disponible sur le bureau du PC, lancer le programme Chronoplus.

On étudie la réaction d'oxydation de l'acide oxalique HOOC-COOH (solution incolore) par l'ion permanganate MnO_4^- (aq) en milieu acide (solution de couleur violette).

La réaction met en jeu les deux couples suivants: MnO_4^- (aq) / Mn^{2+} (aq) et CO_2 (aq) / $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (aq).
Le suivi de la réaction est réalisé par un enregistrement spectrophotométrique.



Courbe 1. Absorbance en fonction du temps: $A = f(t)$



Courbe 2. Avancement en fonction du temps: $x = f(t)$

La vitesse de réaction est proportionnelle au coefficient directeur de la tangente à la courbe représentative de l'avancement en fonction du temps.

Questions :

Q1. Écrire les demi-équations d'oxydo-réduction de la réaction entre les ions MnO_4^- et l'acide oxalique dont l'équation est : $2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} + 10\text{CO}_2$

Q2. Quelle espèce chimique est responsable de l'absorbance de la solution du document 4 ?

Q3. D'après le document n°4, comment évolue la vitesse de la réaction au cours du temps ? Expliquer cette évolution au regard du document n°1 et de vos connaissances.

Q4. Mettre au point un protocole expérimental permettant de confirmer le rôle des ions manganèse II évoqué dans le doc.1.

Décrire ce protocole.

Noter les observations.

Conclure.



II. Teinture des textiles et catalyse :

Document n°1

Avant de teindre les textiles, ces derniers sont blanchis par ajout d'eau oxygénée, une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène, espèce qui doit être ensuite éliminée.

Le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 se décompose

naturellement selon la réaction suivante : $2\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{O}_{2(\text{g})}$. Cette transformation est lente à 25°C. Traditionnellement, les tissus sont donc lavés à haute température, ce qui est coûteux en énergie.

Pourtant cette réaction peut être catalysée par les ions ferriques, le platine ou la catalase (enzyme présente dans le navet).

Document n°2

Liste des espèces chimiques disponibles dans la salle de TP

Solution d'eau oxygénée à 10 volumes $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})}$



Solution de chlorure de fer (III) ($\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + 3\text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$)



Sonde conductimétrique avec électrodes en platine.

Navet

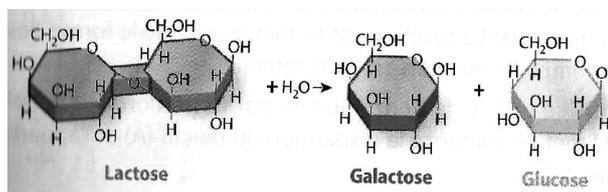
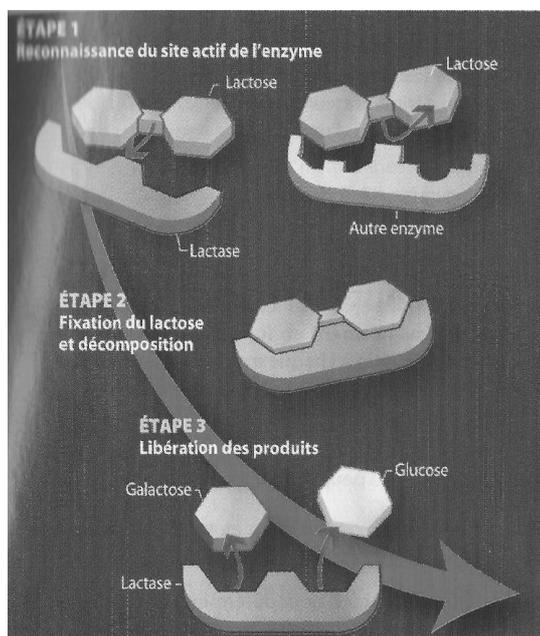
Questions :

Q5. Mettre en œuvre des expériences illustrant les différentes catalyses (homogène, hétérogène et enzymatique) de la décomposition de l'eau oxygénée. Les décrire à l'aide de schémas.

III. Une enzyme de l'intestin dans une bouteille de lait :

Les enzymes sont des catalyseurs très efficaces et spécifiques d'une réaction. Comment agissent-ils ? Comment les exploiter à des fins industrielles ?

La lactase est une enzyme présente dans les intestins ; elle accélère la décomposition du lactose présent dans les produits laitiers pour former du galactose et du glucose.



Pour que la décomposition ait lieu, le lactose doit s'insérer dans un endroit particulier de la lactase dont la géométrie lui correspond de façon spécifique : le site actif (**doc. 1**). Une fois le lactose fixé sur l'enzyme, les interactions entre les deux espèces favorisent la transformation du lactose en glucose et galactose, qui sont finalement libérés.

Mise en évidence expérimentale :

Afin de mettre en évidence le rôle de la lactase dans la décomposition du lactose, plusieurs expériences sont effectuées (**doc. 2**).

Document 1 : principe de l'action de la lactase sur le lactose

Images visibles dans le diaporama « TS-TPC8-Lactase.pptx »

Conditions expérimentales, à $c_{\text{lactose}} = 1 \text{ mmol.L}^{-1}$	Temps de demi-réaction
En absence de catalyseur	Environ 1 mois
En milieu acide (pH = 4)	60 min
En présence de lactase ($c = 1 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$)	60 s
En présence de lactase ($c = 1 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$) et de thiolactose* ($c = 1 \text{ mmol.L}^{-1}$)	3 min

Document 2 : Temps de demi-réaction de la décomposition du lactose en fonction des conditions expérimentales (à $\theta = 25^\circ\text{C}$).

* La molécule de thiolactose a une géométrie similaire à celle du lactose. Elle peut occuper le site actif de la lactase, mais n'est pas transformée.

En France, 20 à 40 % de la population présente un déficit en lactase dans l'intestin. Chez la plupart des personnes concernées, la consommation de lait entraîne des troubles digestifs : c'est l'intolérance au lactose. Les industriels ont donc développé des laits à teneur réduite en lactose.



Document 3 : Une application de la catalyse contre l'intolérance au lactose.

Q6. Quelle est la condition sur les géométries de l'enzyme et du lactose pour que la réaction soit catalysée ?

Q7. En présence de thiolactose, la durée de réaction augmente. Proposer une interprétation.

Q8. Commenter les temps de demi-réaction du **doc. 2**.

Q9. Expliquer pourquoi les industriels ajoutent de la lactase dans le lait dit « facile à digérer » (**doc. 3**).