

#### Document 1 : types de catalyses:

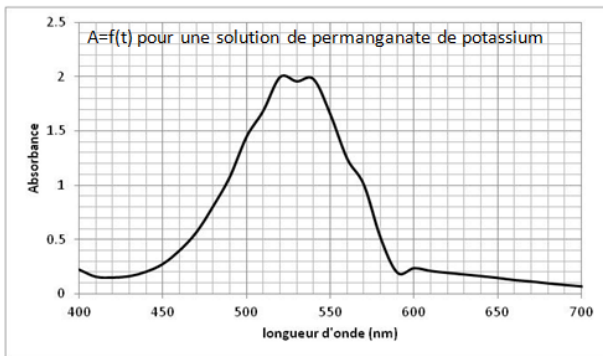
En chimie, un catalyseur est une substance qui augmente la vitesse d'une réaction chimique :

- il participe à la réaction mais est régénéré à la fin de la réaction. Il ne fait donc pas partie des réactifs.
- S'il fait partie des produits, la réaction est dite autocatalysée.

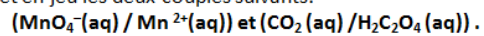
Différents types de catalyse peuvent être distingués selon la nature du catalyseur :

- catalyse homogène, si le catalyseur et les réactifs ne forment qu'une seule phase (souvent liquide) ;
- catalyse hétérogène, si le catalyseur et les réactifs forment plusieurs phases (généralement un catalyseur solide pour des réactifs en phase gazeuse ou liquide) ;
- catalyse enzymatique, si le catalyseur est une enzyme, c'est-à-dire une protéine ; de nombreux caractères de la catalyse enzymatique (influence de la concentration du catalyseur, types de succession d'étapes, etc.) sont les mêmes que ceux de la catalyse homogène.

#### Document 2 : permanganate et acide oxalique



On étudie la réaction d'oxydation de l'acide oxalique  $H_2C_2O_4$  (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:

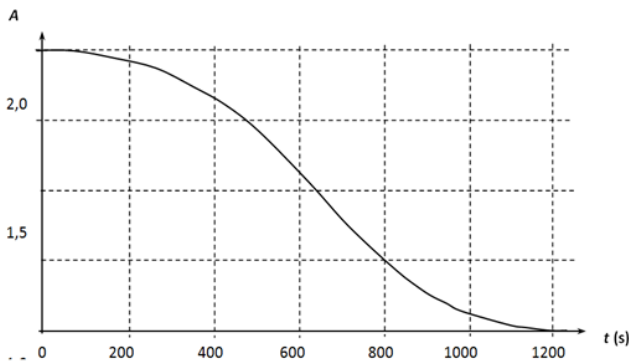
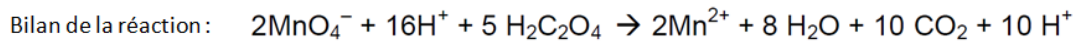


#### protocole

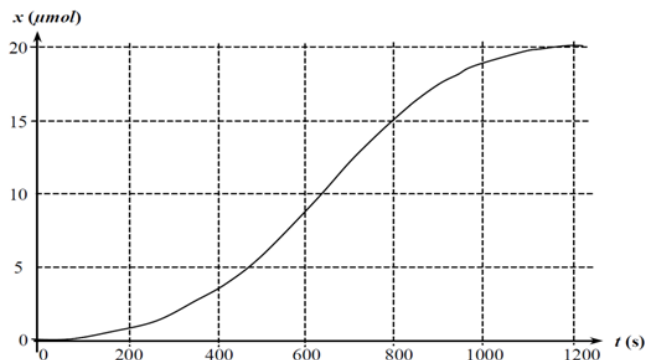
On mélange un volume  $V_1$  de la solution aqueuse de permanganate de potassium à un volume  $V_2$  d'une solution aqueuse d'acide oxalique.

La réaction est suivie par spectrophotométrie. (voir courbe ci-dessous). On en déduit la courbe  $x=f(t)$

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



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



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

Quelques gouttes d'une solution aqueuse de  $K^+ + MnO_4^-$

#### Expérience 2



solution aqueuse d'acide oxalique  $H_2C_2O_4$

La solution se colore en violet puis la coloration disparaît en **8 min**

Quelques gouttes d'une solution aqueuse de  $K^+ + MnO_4^-$



solution aqueuse d'acide oxalique  $H_2C_2O_4$  avec chlorure de manganèse  $Mn^{2+} + 2Cl^-$

La solution se colore en violet puis la coloration disparaît en **2 min**

#### QUESTIONS :

##### 1- Spectrophotométrie

- D'après  $A=f(\lambda)$ , justifier la coloration magenta d'une solution de permanganate. Dans quelle gamme de longueur d'onde est-il judicieux de régler le spectrophotomètre pour ensuite faire le suivi spectrophotométrique de la réaction entre le permanganate et l'acide oxalique ?
- Courbe de suivi  $A = f(t)$  : Justifier le fait que l'absorbance diminue au cours du temps. Quelle est donc l'espèce chimique responsable de l'absorbance ? D'après cette courbe peut-on dire que le permanganate était le réactif limitant ou pas ?

## 2- La réaction

- Etablir les deux demi-équations électroniques d'oxydoréduction permettant d'obtenir le bilan indiqué document 2.
- Justifier le fait que la solution de permanganate devait être acidifiée au préalable.
- L'acide oxalique est un diacide, trouver sa formule développée.

## 3- L'expérience 2

- D'après cette expérience peut-on dire que la réaction est catalysée par la présence d'ion  $Mn^{2+}$  ?
- Pourquoi peut-on parler d'autocatalyse par  $Mn^{2+}$  même si on ne rajoute pas de chlorure de manganèse ?
- Peut-on parler de catalyse homogène ou de catalyse hétérogène.

## 4- Cinétique. Courbe $x=f(t)$

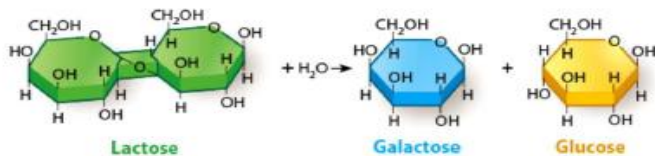
- Quel est l'avancement maximum de la réaction ?
- Par une mesure trouver le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ .
- Expliquer en détail comment évolue la vitesse de la réaction au cours du temps. Pourquoi évolue-t-elle de cette façon ?

### Document 3 : Une enzyme de l'intestin dans une bouteille de lait

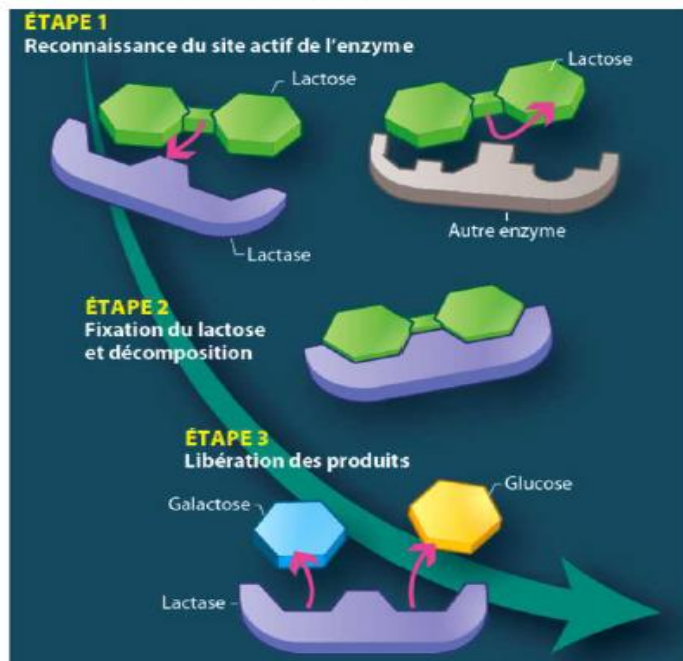
Les enzymes sont des catalyseurs très efficaces et spécifiques d'une réaction.

Comment agissent-elles ? Comment les exploiter à des fins industrielles ?

La lactase est une enzyme présente dans l'intestin : 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. 7). 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.



7 Principe de l'action de la lactase sur le lactose.

### Mise en évidence expérimentale

Afin de mettre en évidence le rôle de la lactase dans la décomposition du lactose, plusieurs expériences sont effectuées (doc. 8).

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

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

### S'informer

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.

### La lactase et l'intolérance au lactose

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.

9 Une application industrielle de la catalyse contre l'intolérance au lactose.



## Questions

- Le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  fournit une échelle de temps caractéristique de la réaction étudiée. On admet qu'une réaction chimique cesse d'évoluer au bout d'une durée de l'ordre de quelques  $t_{1/2}$ . Commenter les temps de demi-réaction du doc. 8.
- Quelle est la condition sur les géométries de l'enzyme et du lactose pour que la réaction soit catalysée ?
- En présence de thiolactose, la durée de réaction augmente. Proposer une interprétation.
- Expliquer pourquoi les industriels ajoutent de la lactase dans le lait dit « facile à digérer ».