

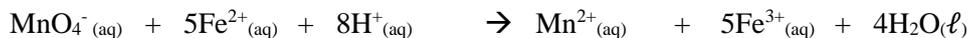


Chapitre B3. Évolution temporelle en chimie : cinétique

Activité 1 : Réaction rapides ou lentes ?...

► Expérience n°1 : Transformation entre les ions permanganate et les ions fer (II) en milieu acide

On donne l'équation de la réaction :



1. Quelle observation peut permettre d'affirmer qu'une transformation chimique s'est produite ?

Dans un bécher on introduit :

- environ 10 mL d'une solution acidifiée de sel de Mohr (contenant des ions Fe^{2+}) ;
- environ 2 mL de solution de permanganate de potassium, progressivement, en agitant.

👁 Observation :

2. Par rapport à l'observation à l'œil nu, cette transformation vous paraît : instantanée ou rapide
 lente ou très lente

► Expérience n°2 : Réaction de l'eau oxygénée sur les ions iodure en milieu acide

On donne l'équation de la réaction :



1. Quelle observation permet d'affirmer qu'une transformation chimique s'est produite ? Identifier la (ou les) espèces chimiques concernée(s).

Dans un bécher on introduit :

environ 10 mL d'une solution acidifiée d'iodure de potassium ;
environ 5 mL d'une solution d'eau oxygénée diluée, progressivement, en agitant.

👁 Observation :

2. Par rapport à l'observation à l'œil nu, cette transformation vous paraît : instantanée ou rapide
 lente ou très lente

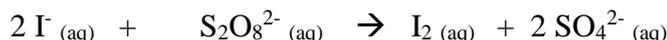
Conclusion

Quel critère permet de distinguer à l'œil nu, une réaction rapide d'une réaction lente ?

Activité 2 : Pour suivre l'avancement, suivons l'absorbance...

A. Principe de l'étude expérimentale

On étudie la cinétique de la **réaction lente** entre les ions peroxodisulfate et les ions iodure, dont l'équation est :



Pour étudier cette cinétique, on suit l'évolution de l'absorbance A du mélange au cours du temps.

1. Parmi les réactifs, quel est l'oxydant, quel est le réducteur ?
2. Pourquoi est-il possible de suivre l'évolution de la transformation avec cette méthode ?
3. Comment doit évoluer l'absorbance du milieu réactionnel au cours du temps ?
4. Rappeler la loi permettant de déterminer la concentration en diiode $[\text{I}_2]$ à partir de la mesure de l'absorbance.

B. Protocole

- Choisir le filtre 470 nm (filtre bleu) : vérifier que la lumière émise est bleue.
- Relier la sortie du colorimètre à l'entrée EA1 de la carte d'acquisition en veillant aux branchements. La tension mesurée en volt correspond à la valeur de l'absorbance.
- Réglages du logiciel "Mesures électriques" : calibre +1/- 1V – Durée d'acquisition : 1200 s – Mesure toutes les 1 s – Déclenchement manuel
- Pour faire l'étalonnage du colorimètre à l'aide d'un "blanc", on met une cuve contenant de l'eau distillée et on choisit "étalonnage".
- Une fois l'étalonnage réalisée, préparer une cuve vide et se préparer à faire le mélange.
- Mélanger dans un bécher :
 - 5,0 mL de solution (K^+/I^-) de concentration en soluté apporté $0,50 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ prélevés à la pipette jaugée
 - 10,0 mL d'eau prélevée à la pipette jaugée (utiliser la même pipette).
- Préparer dans une éprouvette graduée :
 - 20,0 mL de solution ($2\text{K}^+/\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$) de concentration en soluté apporté $0,010 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- Démarrer l'acquisition au moment du mélange. Homogénéiser avec un agitateur magnétique pendant quelques secondes puis prélever à la pipette un peu du mélange pour le mettre dans la cuve ; placer celle-ci dans le colorimètre. Vérifier que l'absorbance augmente.

Pendant la mesure, faire l'étude théorique...



Activité 2-C. Étude théorique

- Comment à partir de la mesure de l'absorbance peut-on calculer la concentration en diiode $[I_2]$? Rappeler le nom et l'expression de la loi qui relie ces deux grandeurs (on notera k la constante impliquée).
- Compléter numériquement le tableau descriptif de l'évolution du système (on suppose la transformation totale) :

		$2 I_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)} \rightarrow I_{2(aq)} + 2 SO_4^{2-}_{(aq)}$			
		quantités en mol			
EI	$x=0$				
État intermédiaire	x				
EF	$x=x_{max}$				

- Déterminer le réactif limitant puis la valeur de x_{max} .
- Calculer la valeur théorique (notée $[I_2]_{max}$) de la concentration en diiode à la fin de la transformation (on note V le volume total de la solution).
- Déterminer la relation littérale entre $[I_2]$ et x puis la relation littérale entre l'absorbance A et x .
- En observant à l'écran l'évolution de l'absorbance, représenter l'allure de la courbe représentant x en fonction du temps.

Activité 2-D. Exploitation des résultats

Une fois les mesures terminées, transférer les données dans Regressi. Afficher puis imprimer le graphe après accord du professeur.

- La réaction vous apparaît-elle terminée à $t = 1200$ s ? Justifier.
- À l'aide d'une autre couleur que le noir, tracer la droite correspondant à l'asymptote de la courbe.
- À l'aide de la valeur expérimentale de l'absorbance maximale et de la valeur théorique de x_{max} , calculer la constante de proportionnalité entre A et x .

Calculer x à l'aide de Regressi et afficher l'évolution de x en fonction du temps.

- À l'aide du § 3 du modèle déterminer graphiquement le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.
- A quel instant la vitesse de la réaction vous semble maximale, à quel instant est-elle quasiment nulle ?
- Quel outil mathématique graphique pourrait donner une idée de la vitesse de la réaction au cours du temps ?
- Tracer l'allure de la courbe si on renouvelait l'expérience à $T = 50$ °C. Comment doit évoluer le temps de demi-réaction ? Justifier graphiquement. Vérifier l'accord de votre réponse avec le § 4 du modèle.
- La réaction sera-t-elle plus ou moins rapide si l'on renouvelait l'expérience avec des solutions initiales diluées ? Justifier.



Activité 3 : Mise en évidence de quelques facteurs cinétiques

Document Aspect microscopique d'une transformation chimique

Lorsque deux entités s'entrechoquent, leurs énergies peuvent être suffisantes pour casser des liaisons et en établir d'autres. Cependant, il n'y a pas forcément modification des liaisons dès qu'il y a choc car il faut certaines conditions bien particulières (orientation des molécules, choc "frontal" ou non....). On distingue donc les chocs dit efficaces qui donnent lieu à de nouvelles entités, des chocs inefficaces qui laissent les entités intactes. Selon les transformations, tout choc a une certaine probabilité d'être efficace et cette probabilité dépend de la transformation chimique considérée et des conditions dans lesquelles la transformation a lieu.

1. En utilisant le document ci-dessus, justifier clairement que la température et la concentration puissent être des "facteurs cinétiques".
2. Donner un exemple de la vie courante qui illustre le facteur cinétique température.
3. Expliquer pourquoi le facteur cinétique "concentration" a été mis en évidence au cours de l'activité 2.
4. Dans trois béchers de 100 mL identiques, on introduit les volumes précisés dans le tableau :

Bécher n°	1	2	3
Volume de sol. iodure de potassium (mL)	5	10	20
Volume de sol. acide sulfurique (mL)	1	1	1
Volume d'eau (mL)	19	14	4

On verse avec une pipette plastique 2 mL d'eau oxygéné **simultanément** dans les 3 béchers. Décrire ce que l'on va observer.

Activité 3 - Partie 2 – Un troisième facteur cinétique : le catalyseur

L'eau oxygénée H_2O_2 peut aussi réagir sur elle-même (une telle réaction est une *dismutation*) selon la réaction suivante :



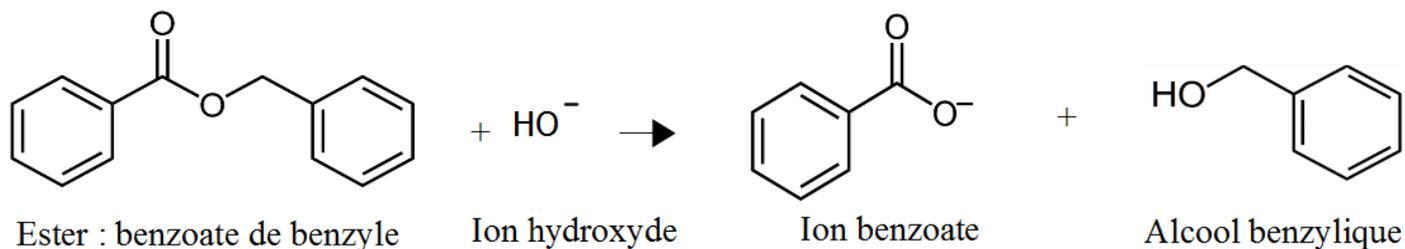
Dans un petit bécher, on met 10 mL d'une solution d'eau oxygénée.

1. Par rapport à l'observation à l'œil nu, cette transformation vous paraît : instantanée ou rapide
 lente ou très lente
2. Cette réaction peut être catalysée par un fil de platine, une mousse de platine, une solution de chlorure de fer(III), mais également par un petit morceau de navet... Dans tous les cas, on a besoin de très peu de catalyseur. Expliquer cette dernière affirmation à l'aide du modèle.



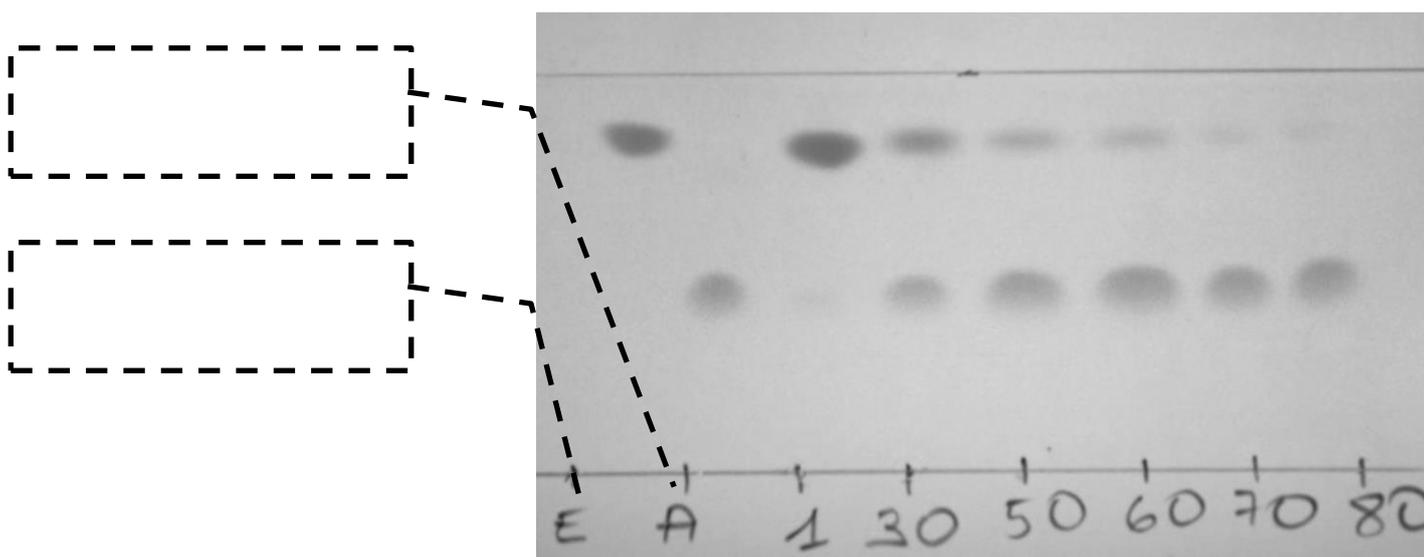
Activité 4 : Suivi cinétique à partir de l'exploitation d'un chromatogramme

On étudie l'hydrolyse basique du benzoate de benzyle à froid dont l'équation de réaction est :



Cette réaction est quasi-totale. La méthode de suivi envisagée est la chromatographie sur couche mince (CCM), certaines espèces chimiques intervenant dans cette réaction pouvant être révélées grâce aux UV.

Aux dates t : 1 min ; 30 min ; 50 min ; 60 min ; 70 min ; 80 min on effectue un prélèvement dans le milieu réactionnel. Chaque prélèvement est ensuite versé dans l'éther diéthylique, puis un dépôt est réalisé sur la plaque chromatographique. Au bout des 80 min on procède à l'éluion et la révélation donne le chromatogramme ci-dessous.



1. À l'aide de l'équation de la réaction, justifier qu'on nomme cette réaction "hydrolyse basique".
2. Les dépôts E et A représentent deux espèces chimiques témoins. Identifier chacune de ces espèces chimiques en remplissant les deux cadres ci-dessus.
3. Quelle espèce chimique a le plus d'affinité avec l'éluant utilisé ?
4. La réaction vous semble-t-elle terminée à $t = 80$ min ?

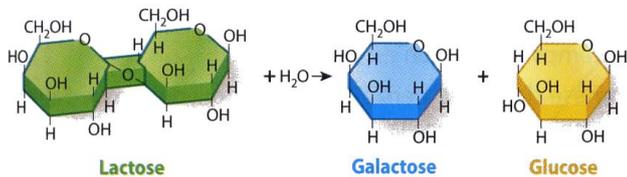
Retour sur la nomenclature : À partir des formules données dans l'équation, entourer les groupes caractéristiques puis nommer les fonctions.



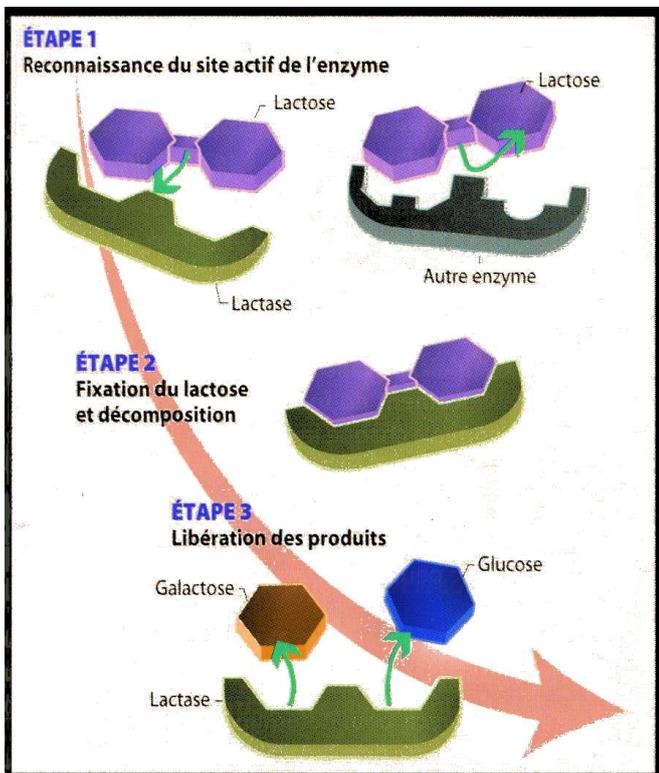
Activité 5 : Une enzyme de l'intestin dans une bouteille de lait

Les enzymes sont des catalyseurs très efficaces et spécifiques d'une réaction. On se propose ici, sur un exemple, de comprendre comment elles agissent.

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 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.



Doc. 1. Principe de l'action de la lactase sur le lactose

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 ($c = 1 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) et de thiolactose ($c = 1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	60 s
En présence de lactase ($c = 1 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) et de thiolactose ($c = 1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	3 min

Doc 2
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.

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**).

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.

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



1. Commenter les temps de demi-réaction du document 2.
2. Quelles est la condition sur les géométries du lactose et de l'enzyme pour que la réaction soit catalysée ?
3. Expliquer pourquoi la réaction est plus lente en présence de thiolactose.
4. Synthèse : rédiger une synthèse sur la principe d'action des enzymes et leur intérêt.