

## EXERCICES Appliquer le cours

### I Évolution d'un système chimique dans le temps (§1 du cours)

#### 11. Estimer une durée par CCM

Les deux premiers dépôts correspondent aux deux réactifs. La représentation de la plaque montre que seul le *para*aminophénol est visible après révélation. L'intensité de la tache correspondante diminue au cours du temps. Une seconde tache apparaît au cours de la réaction, son intensité augmente. On en déduit qu'il s'agit du produit, le paracétamol. On peut définir la durée de la transformation comme étant la durée nécessaire pour que, dans les mêmes conditions de dépôt, cette tache ne soit plus visible, ce qui correspond au dépôt 5 et donc à une durée de 15 minutes.

#### 12. Déterminer un temps de demi-réaction

a. Le choix de l'expérimentateur s'avère pertinent. En effet, notons RCl le 2-chloro-2-méthylpropane et ROH le 2-méthylpropan-1-ol.

Le tableau d'évolution de la réaction est :

		$RCl + H_2O \rightarrow ROH + H^+ + Cl^-$				
État	Avancement	Quantités de matière				
initial	0	$n_0 = 2 \text{ mol}$	excès	0	0	0
En cours	$x$	$n_0 - x$	excès	$x$	$x$	$x$

La durée de la transformation  $t_d$  choisie par l'expérimentateur correspond à la date où l'avancement vaut  $0,9x_{\max}$  donc  $0,9n_0$ . À cette date, la quantité de RCl restante est  $n_0 - 0,9n_0 = 0,1n_0 = 0,2 \text{ mol}$ .

Pour mesurer  $t_d$  on lit sur le graphique, pour chaque courbe, l'abscisse des points d'ordonnée 0,2 mol. On obtient :

Courbe	Propanone	Eau	$t_d$
rouge	50 %	50 %	4,5 min
bleue	25 %	75 %	3,4 min
verte	0 %	100 %	2,4 min

On remarque que les valeurs relevées sont franchement différentes. C'est pourquoi l'expérimentateur a eu raison de faire ce choix.

b. En  $t_{1/2}$ ,  $x = \frac{x_f}{2}$ . Or  $x_f = 2 \text{ mol}$  donc en  $t_{1/2}$ ,  $x = 1 \text{ mol}$ .

Par lecture graphique, on détermine les valeurs du temps de demi-réaction pour chaque condition :

Courbe	rouge	bleue	verte
$t_{1/2} \text{ (min)}$	1,4	1,1	0,7

### II Influence des facteurs cinétiques (§2 du cours)

#### 13. Mettre en évidence l'influence du solvant

$t_d$  dépend de la nature du solvant qui constitue donc un facteur cinétique.

#### 14. Proposer des expériences

Il faut faire varier la quantité initiale d'eau. Si le solvant est un mélange eau-propanone, le fait de faire varier la quantité initiale d'eau ferait changer la composition du solvant. C'est pourquoi le solvant ne doit être que de l'eau. Il faut donc varier les volumes de solvant (l'eau) puis mesurer les quantités  $n$  de 2-chloro-2-méthylpropane au cours du temps. Les courbes obtenues  $n$  en fonction du temps se superposent, ce qui montre que la quantité d'eau n'est pas un facteur cinétique.

#### 15. Établir un protocole expérimental

a. Pour étudier l'influence de la concentration initiale  $c_1$  en ion éthanolate, on doit la modifier sans modifier la concentration initiale  $c_2$  en iodométhane. On peut par exemple modifier le volume  $V_1$  de l'échantillon de solution ( $S_1$ ) d'ion éthanolate, mais conserver le volume  $V_2$  de l'échantillon de l'autre solution ( $S_2$ ) ainsi que le volume total  $V_{\text{tot}}$  en adaptant le volume  $V_e$  d'éthanol versé.

On peut choisir, par exemple, de réaliser les expériences 2 ou 3 (ou les deux) décrites dans le tableau en bas de page. L'expérience 1 correspond à l'expérience décrite dans l'énoncé.

b. Il faut placer le mélange réactionnel dans des bains thermostatés de températures différentes, tout autre paramètre restant inchangé. Ensuite, il faut suivre l'évolution de l'avancement  $x$  comme précédemment, puis déterminer et enfin comparer les temps de demi-réaction par exemple.

## I Utilisation des catalyseurs (§3 du cours)

### 16. Déterminer un type de catalyse

Homogène.  
Hétérogène.  
Hétérogène.  
Enzymatique.

### 17. Analyser une vidéo d'expérience

Lors de cette expérience, on voit la couleur de la solution évoluer sur plusieurs minutes. Le suivi cinétique est donc réalisable par un spectrophotomètre: la réaction est lente. D'autre part, on constate une évolution des couleurs qui semble périodique dans le temps. Cette transformation est souvent qualifiée de transformation oscillante.

## EXERCICES S'entraîner

### 18. Exercice résolu dans le manuel

### 19. Application de l'exercice résolu

1. Le temps de demi-réaction désigne la durée de la transformation pour laquelle l'avancement est égal à la moitié de l'avancement final.

Dans le cas de la réaction entre cristal violet et ions hydroxyde, l'avancement final est égal à l'avancement maximal, c'est-à-dire correspond à une absorbance nulle. Initialement, l'absorbance est égale à 1,0. La moitié de l'avancement final correspond à une absorbance égale à 0,50.

On lit sur le graphique :

$t_{1/2,1} = 1,1 \text{ min}$ ;  $t_{1/2,2} = 0,7 \text{ min}$ ;  $t_{1/2,3} = 0,6 \text{ min}$ .

2. Les conditions opératoires des expériences 1 et 3 ne varient que par leur température. Comme les temps de demi-réactions  $t_{1/2,1}$  et  $t_{1/2,3}$  ont des valeurs différentes, on

déduit que la température est bien un facteur cinétique pour cette transformation chimique.

3. On note également que  $t_{1/2,3} < t_{1/2,1}$ . Une augmentation de température de 20 à 30 °C a pour effet de diminuer la durée de cette transformation.

### 20. Exercice résolu dans le manuel

### 21. Application de l'exercice résolu

1. Pour un pH compris entre 0 et 4, l'uréease n'a aucune activité.

Son activité augmente jusqu'à atteindre sa valeur maximale pour un pH de 6.

Pour des pH compris entre 6 et 10, l'activité de cette enzyme diminue.

2. L'estomac est un milieu très acide caractérisé par un pH inférieur à 4. Si l'uréease n'était pas associée à d'autres entités chimiques, son activité serait nulle dans l'estomac; l'urée ne serait donc pas décomposée au sein de la bactérie. Comme le phénomène observé est à l'opposé de cette conclusion, on en déduit que l'uréease n'est pas seule à agir dans l'estomac.

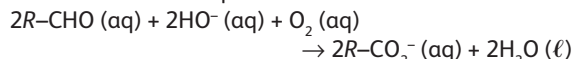
### 22. ★ Apprendre à rédiger

> COMPÉTENCES : Analyser, réaliser, communiquer.

a. La dissolution du dioxygène dans l'eau, obtenue par agitation, colore la solution en bleu. L'apparition de la couleur bleue est immédiate. La dissolution est donc très rapide.

b. Tant que la solution est bleue, il reste du dioxygène en solution. La disparition de la couleur est lente (on l'observe à l'œil), donc cette réaction est lente. Il faut 20 secondes pour observer la disparition de la couleur, durée que l'on peut définir comme étant la durée de la transformation.

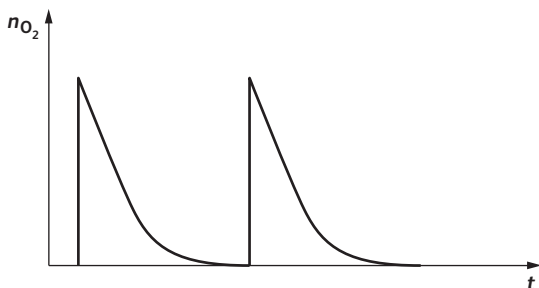
c. Noter qu'au début de la vidéo, la solution est incolore, la quantité de dioxygène aqueux est donc nulle. Après une agitation, la solution est bleue, donc la quantité de dioxygène aqueux prend une valeur non nulle. On observe ensuite la disparition de la couleur bleue, donc celle du dioxygène, ce qui traduit sa consommation selon la réaction d'équation :



Par conséquent, la concentration en dioxygène aqueux est décroissante et tend vers zéro. Le phénomène est répétitif : à chaque agitation, du dioxygène se dissout rapidement, il est ensuite lentement consommé.

Tableau de la question a. de l'exercice 15. :

Expérience	$V_1$	$V_2$	$V_e$	$V_{tot}$	$c_1 = c \frac{V_1}{V_{tot}}$	$c_1 = c \frac{V_2}{V_{tot}}$
1	10 mL	10 mL	20 mL	40 mL	0,50 mol·L <sup>-1</sup>	0,50 mol·L <sup>-1</sup>
2	5,0 mL	10 mL	25 mL	40 mL	0,25 mol·L <sup>-1</sup>	0,50 mol·L <sup>-1</sup>
3	20 mL	10 mL	10 mL	40 mL	1,0 mol·L <sup>-1</sup>	0,50 mol·L <sup>-1</sup>



d. L'équation de la réaction montre qu'une mole de dioxygène est consommée lorsque 2 moles de glucose le sont. On dispose de 1 mol de glucose. Pour le consommer entièrement, il faut 0,5 mol de dioxygène. Or, initialement, la quantité de  $O_2$  est  $n_0 = 2 \text{ mmol} < 0,5 \text{ mol}$ . Le dioxygène est donc le réactif limitant. À chaque agitation, on introduit une quantité  $n_a$  de dioxygène. On peut réaliser cette opération jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de dioxygène disponible, soit :

$$\frac{n_0}{n_a} = \frac{2}{0,15} = 13,3$$

On peut donc le faire 14 fois (la dernière agitation dissoudra une quantité de dioxygène inférieure à 0,15 mmol).

### 23. Plus sucré

> COMPÉTENCES : Réaliser, analyser, valider.

a. Le temps de demi-réaction est la date à laquelle l'avancement est égal à la moitié de l'avancement final, ce qui correspond ici à la date où la concentration en S est égale à la moitié de sa concentration initiale. Par lecture graphique, on détermine les valeurs de  $t_{1/2}$ .

Concentration initiale en enzyme	$2c$	$c$	$0,5c$
$t_{1/2} \text{ (s)}$	0,15	0,3	0,6

b. Plus la concentration initiale en enzyme est importante, plus le temps de demi-réaction est faible.

c. Le rôle catalytique de l'enzyme est interprété par la formation d'une espèce intermédiaire appelée complexe enzyme-substrat qui s'établit par formation de liaisons faibles entre le substrat (ici le saccharose) et l'enzyme. La réaction est d'autant plus rapide que de nombreuses molécules d'enzyme sont présentes pour accueillir les molécules de substrat.

### 24. Suivi spectrophotométrique d'une transformation

> COMPÉTENCES : Réaliser, analyser, valider.

a. Le tableau d'évolution de la réaction est :

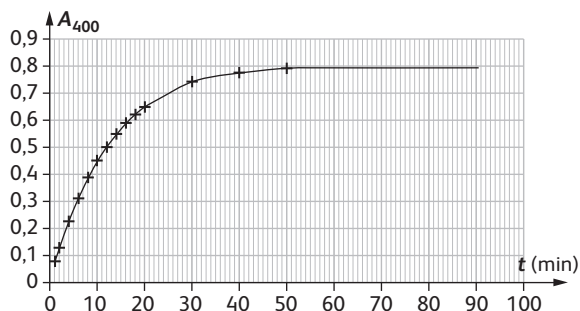
		$2I^-(aq) + S_2O_8^{2-}(aq) \rightarrow I_2(aq) + 2SO_4^{2-}(aq)$			
État	Avancement	Quantités de matière			
initial	0	excès	$n_0$	0	0
en cours	$x$	excès	$n_0 - x$	$x$	$2x$

L'avancement de la réaction est égal à la quantité  $x$  de diiode formée. La seule espèce colorée est le diiode.

D'après la loi de Beer-Lambert, l'absorbance mesurée est donc proportionnelle à la concentration  $\frac{x}{V}$  en diiode

et donc également à l'avancement  $x$  de la réaction puisque le volume  $V$  est constant. L'avancement maximal de la réaction est  $n_0$ . Le temps de demi-réaction est la durée au bout de laquelle l'avancement sera égal à  $\frac{n_0}{2}$ , ce qui correspondra à une valeur d'absorbance égale à la moitié de sa valeur maximale, qui est également sa valeur finale.

Sur le graphique  $A(t)$  tracé ci-dessous on mesure  $A_{\max} = 0,8$  et  $t_{1/2} = 8 \text{ min}$  pour  $A = 0,4$ .



b. Pour réduire  $t_{1/2}$ , on peut augmenter la température. On peut également modifier les concentrations initiales en réactifs mais on ne peut prévoir l'effet de ces modifications sur  $t_{1/2}$ .

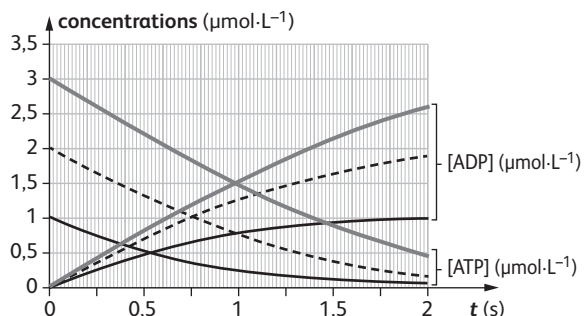
### 25. Catalyse enzymatique

> COMPÉTENCES : Réaliser, analyser.

a. Les données du tableau permettent de calculer à chaque instant la concentration en ATP restante :

$[ATP] = [ATP]_0 - [ADP]$  où  $[ATP]_0$  est la concentration initiale en ATP.

b.



Pour cette réaction, le temps de demi-réaction est la durée nécessaire à la consommation de la moitié de l'ATP. Expérience 1: 0,5 s; expérience 2: 0,75 s; expérience 3: 0,95 s.

c. La concentration initiale en ATP est un facteur cinétique : plus elle est grande, plus le temps de demi-réaction est grand.

## 26. Le chant du styrène

> COMPÉTENCES : S'approprier, connaître.

a. Un catalyseur est une espèce chimique qui diminue la durée d'une transformation chimique.

b. Il s'agit d'une catalyse hétérogène car réactif et catalyseur sont dans des états physiques différents: le réactif, l'éthylbenzène, est liquide tandis que les catalyseurs, l'oxyde de zinc ou l'oxyde de magnésium, sont solides.

## 27. ★ Choisir une durée de transformation

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, valider.

a. Les molécules dont les temps de rétention sont 1,3 min et 2,4 min sont présentes initialement dans le milieu réactionnel. Il s'agit donc de l'alcool A et du catalyseur. On note aussi que la molécule dont le temps de rétention est de 2,4 min est présente à tout instant de la transformation. Or, un catalyseur se régénère tandis qu'un réactif est consommé. On en déduit qu'il s'agit du catalyseur TEMPO, et par suite que l'autre molécule est l'alcool A.

Par ailleurs, la molécule de temps de rétention 1,9 min n'était pas présente initialement. On en déduit qu'il s'agit d'un produit de la réaction. Comme le pic de temps de rétention 1,0 min est attribué à la cétone B, on en déduit que la molécule C a un temps de rétention de 1,9 min.

Le tableau ci-dessous regroupe ces conclusions :

Temps de rétention	1,3 min	1,9 min	2,4 min
Molécule	C	A	TEMPO

b. À  $t = 15$  h, les pics mettent en évidence la présence des produits B et C recherchés mais également celle du réactif A qui n'a pas été totalement consommé. Hugo décide de rajouter le second réactif (BAIB) pour consommer tout le réactif A restant. À  $t = 18$  h, il n'y a plus de réactif A, la réaction est donc terminée.

## 28. ★ Pasteur et les fermentations

> COMPÉTENCES : Connaître, analyser, valider, communiquer.

a. Une levure est un champignon unicellulaire.

b. Les levures sont observables au microscope optique (taille d'environ 10  $\mu\text{m}$ ), appareil couramment utilisé à l'époque de Pasteur.

c. Le sucre est transformé en deux molécules : éthanol et dioxyde de carbone. Pour Pasteur, il se dédouble.

Remarque : aujourd'hui, le terme « dédoublement » a une signification bien précise sans rapport avec la signification donnée par Pasteur.

d. La levure produit une enzyme qui catalyse la réaction de « dédoublement du sucre », ce qui correspond à l'hypothèse de Pasteur selon laquelle « la levure produit une matière, telle que la pepsine, qui agit sur le sucre ». Toutefois, elle ne « disparaît [pas] aussitôt » car elle est en fait régénérée ; mais sa quantité est tellement faible que sa présence ne pouvait pas être mise en évidence à l'époque de Pasteur.

e. Les fermentations utilisent des enzymes produites par des levures comme catalyseurs. Toutefois, seules les

enzymes sont nécessaires, contrairement à la présence des levures qui les produisent. La fermentation peut donc s'opérer sans phénomène physiologique.

f. L'élève doit rédiger un paragraphe structuré et utiliser du vocabulaire précis et scientifique.

Voici un exemple de ce qui serait attendu :

Une démarche scientifique consiste en l'observation de processus, la proposition de modèles pour les expliquer et la validation de ces modèles par la réalisation d'expériences. Il s'agit de plusieurs allers-retours afin de proposer des modèles et des lois mathématiques toujours plus proches de l'observation, sans en réfuter aucun a priori. Cette symbiose entre pratique et théorie permet de repousser les limites des connaissances. Les modèles et théories ont également pour objectif de prédire des phénomènes.

C'est bien la démarche de Pasteur qui propose plusieurs modèles pour justifier ce qu'il observe, et n'en écarte aucun a priori, tant que des expériences ne viennent les confirmer ou les invalider.

## 29. ★ Posologie d'un traitement antibiotique

> COMPÉTENCES : Réaliser, analyser, communiquer.

a. Pour un patient de 70 kg, la quantité d'antibiotique dans le corps (en le supposant uniformément réparti) doit être de  $70 \times 2 = 140$  mg.

S'il prend un comprimé de 400 mg (ce qui correspond à une concentration  $c_0$ ), l'antibiotique n'est plus efficace lorsque sa concentration est inférieure à une masse de 140 mg d'antibiotique réparti dans le corps, ce qui

correspond à une concentration  $c$  vérifiant  $\frac{c}{c_0} = \frac{140}{400} = 0,35$ .

Sur le graphique, déterminons la durée  $t_d$  pour laquelle  $\frac{c}{c_0} = 0,35$ .

On lit 9,6 h, ce qui correspond à l'instant où le patient doit reprendre de l'antibiotique.

Le patient doit donc prendre un comprimé de 400 mg toutes les 9 à 10 h.

b. La lecture de  $t_d$  sur la courbe à 39 °C conduit à  $t_d = 7,5$  h. Cet intervalle de temps est plus court parce qu'à une température plus élevée, les réactions de dégradation de l'antibiotique par l'organisme sont plus rapides.

c. Le paragraphe rédigé par l'élève doit être court et précis. Il doit inclure une posologie simple. Le paragraphe doit également comporter une explication de la posologie, comme par exemple :

Tant que votre température n'est pas stabilisée à 37 °C, prenez un comprimé toutes les 7 heures (un premier vers 7 h du matin, un second vers 14 h, un troisième vers 21 h). Puis, espacez jusqu'à 10 h (le premier à 7 h du matin et le second à 17 h) pendant deux jours.

L'antibiotique n'est efficace que pendant 7 h 30 tant que votre température est de 39 °C. Son efficacité augmente de deux heures quand votre température est de 37 °C.

### 30. ★ In English Please

> COMPÉTENCES : Analyser, réaliser, communiquer

Ethene molecules are adsorbed on the surface of the nickel. The double bond between the carbon atoms breaks and the electrons are used to bond it to the nickel surface.	
Hydrogen molecules are also adsorbed onto the surface of the nickel. When this happens, the hydrogen molecules are broken into atoms.	
These atoms can move around on the surface of the nickel.	
If a hydrogen atom diffuses close to one of the bonded carbons, the bond between the carbon and the nickel is replaced by one between the carbon and the hydrogen.	
That end of the original ethene now breaks free of the surface, and eventually the same thing will happen at the other end. As before, one of the hydrogen atoms forms a bond with the carbon, and that end also breaks free.	

### 31. ★★ S'auto-évaluer

Dès que débute la réaction (1), elle produit du diiode qui devrait colorer la solution en bleu. Toutefois, le diiode produit est très rapidement consommé par la réaction (2) qui consomme également le thiosulfate introduit. Lorsque tout le thiosulfate a été consommé, le diiode formée par (1) colore la solution en bleu.

La durée de la réaction est donc définie comme l'instant où le diiode produit par (1) a permis la consommation totale de la quantité  $n_0$  d'ions thiosulfate introduits.

D'après l'équation de la réaction (2), pour consommer tous les ions thiosulfate, il faut une quantité de  $I_2$  égale à  $\frac{n_0}{2}$ .

Il est donc nécessaire que la quantité d'ions iodure introduite soit suffisante pour former cette quantité de diiode.

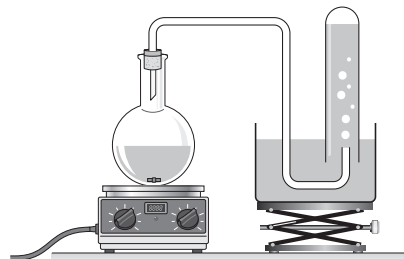
Or, la quantité maximale de diiode produite par la réaction (1) est égale à  $\frac{c_1 V_1}{2}$ .

Le protocole n'a donc de sens que si  $\frac{c_1 V_1}{2} > \frac{n_0}{2}$ , soit  $n_0 < c_1 V_1$ .

### 32. ★★ Décomposition de l'eau oxygénée

> COMPÉTENCES : Analyser, réaliser, valider, communiquer.

a. On peut recueillir le gaz par déplacement d'eau :



Un tube à essais gradué rempli d'eau est renversé sur une cuve remplie d'eau. Un tube coudé relie le ballon fermé dans lequel la réaction a lieu et conduit le gaz formé dans le tube. Le gaz déplace l'eau qui descend dans la cuve. Si le tube est gradué en volume, le volume de dioxygène formé peut être mesuré.

b. Il faut tout d'abord construire un tableau d'avancement pour cette réaction.

	avancement	$2H_2O_2(aq) \rightarrow O_2(g) + 2H_2O(l)$		
état initial	0	$n_0 = c_0 V_0$	0	excès
en cours	$x$	$n_0 - 2x$	$x$	excès
état final	$x_f$	$n_0 - 2x_f = 0$	$x_f$	excès

L'avancement maximal est égal à l'avancement final et

vérifie  $x_f = \frac{n_0}{2} = \frac{c_0 V_0}{2} = 0,48 \text{ mmol}$ , ce qui correspond à un volume de dioxygène formé  $V_f = \frac{x_f RT}{P} = 11,7 \text{ mL}$ .

c. Le temps de demi-réaction est la durée nécessaire pour que l'avancement soit égal à la moitié de son avancement final, soit  $x = \frac{x_f}{2}$  et  $V = \frac{V_f}{2} = 5,8 \text{ mL}$ .

d. D'après le tableau,  $t_{1/2}$  est légèrement supérieur à 47 s.

e. La durée de la transformation est diminuée lorsque la concentration en enzyme est augmentée, jusqu'à une certaine valeur minimale.

Les enzymes sont sensibles aux variations de température. Si la température est diminuée, leur efficacité baisse et la durée de la transformation augmente.

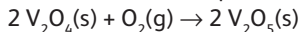
### 33. ★★ Une synthèse industrielle

> COMPÉTENCES : S'approprier, connaître, analyser.

a. La synthèse industrielle n'est pas réalisée à température trop élevée car le rendement de la synthèse diminue au-delà de  $700^\circ\text{C}$ . Par ailleurs, le coût énergétique devient trop important.

b. Les réactifs sont gazeux et le catalyseur est solide, il est donc dans une phase différente des réactifs. Il s'agit de catalyse hétérogène.

c. L'équation de la première étape traduit la consommation d'une molécule de  $\text{SO}_2$  et la formation d'une molécule de  $\text{SO}_3$ . La régénération du catalyseur doit s'accompagner de la consommation de  $\text{O}_2$  qui figure dans l'équation de la réaction. On peut donc proposer :



L'équation de la réaction s'obtient en faisant deux fois la première étape et une fois la seconde

## EXERCICES **Objectif BAC**

Les fiches-guides permettant d'évaluer ces exercices par compétences sont disponibles sur le site : [sirius.nathan.fr/sirius2017](http://sirius.nathan.fr/sirius2017)

### 34. CATALYSE AU SEIN DES BIOPILES AU GLUCOSE

> COMPÉTENCES : Réaliser, valider.

1. En comparant les évolutions temporelles de la concentration en dioxygène, on note que la transformation est plus courte lorsque la concentration en glucose oxydase est plus élevée. On en déduit que cette enzyme joue le rôle de catalyseur pour cette transformation.

2. Le temps de demi-réaction désigne la durée de la transformation pour laquelle l'avancement est égal à la moitié de l'avancement final. La courbe rouge correspond à la concentration la plus élevée en enzyme. On peut supposer qu'à terme cette courbe sera très proche de l'axe des abscisses, c'est-à-dire que la concentration en dioxygène sera nulle, ou encore que l'avancement final sera égal à l'avancement maximal.

On détermine alors la durée pour laquelle la concentration en dioxygène est égale à  $125 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $= \frac{250}{2}$ ). Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous.

Concentration en enzyme	$\frac{c}{8}$	$\frac{c}{4}$	$\frac{c}{2}$	$c$
Temps de demi-réaction	Supérieur à 175 s	Environ 150 s	100 s	Environ 70 s

On constate que le temps de demi-réaction diminue lorsque la concentration en enzyme augmente.

3. Plus la quantité de glucose devant être oxydée est grande, plus le débit d'électrons sera important et donc plus l'intensité sera élevée. D'après les réponses précédentes, l'intensité du courant est d'autant plus élevée que la concentration en enzyme l'est aussi.

### 35. ANALYSE ET SYNTHÈSE DE DOCUMENTS

#### D'une odeur âcre à une odeur fruitée

> COMPÉTENCES : Analyser, réaliser, valider, communiquer.

1.

Expérience	a	b	c	d	e
Température	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	20 °C
Catalyseur	Non	Oui	Oui	Non	Oui
Stœchiométrie	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
$t_{1/2}$ (min)	6	2	1	18	5

2. Influence de la température: expériences **b** et **c** à comparer; plus la température est élevée et plus la durée de la transformation est faible. La température est un facteur cinétique.

Influence du catalyseur: expériences **a** et **c** à comparer; le catalyseur permet de diminuer la durée de la transformation.

Influence de la stœchiométrie: expériences **b** et **e** à comparer; lorsque l'un des réactifs est limitant, la durée de la transformation est augmentée.

3. Du point de vue de la cinétique, les conditions optimales de cette synthèse sont les suivantes :

- 50 °C ;
- avec acide sulfurique ;
- mélange initial stœchiométrique.

Du point de vue du rendement, les conditions optimales sont les suivantes :

- 50 °C ;
- avec acide sulfurique,
- mélange initial non stœchiométrique.

### 36. RÉOLUTION DE PROBLÈME

#### Les plans d'expérience

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer.

1. Les conditions initiales diffèrent par la concentration initiale en éthène qui est le paramètre étudié.

2. Il faut réaliser les expériences en ne faisant varier qu'un seul paramètre.

Par exemple, si on choisit d'analyser l'influence de la concentration initiale en dioxygène dissous, il faut que les trois autres paramètres restent inchangés. Or, la concentration en dioxygène aqueux est proportionnelle à la pression de l'air qui surmonte la solution. Ainsi, pour la modifier, il faut modifier la pression. On peut par exemple choisir les conditions de l'expérience 3 du tableau ci-dessous.

Expérience	1	2	3	4	5
Pression	10 bar	10 bar	5 bar	10 bar	10 bar
Concentration initiale en éthène	1,0 mmol·L <sup>-1</sup>	0,1 mmol·L <sup>-1</sup>	1,0 mmol·L <sup>-1</sup>	1,0 mmol·L <sup>-1</sup>	1,0 mmol·L <sup>-1</sup>
Concentration en chlorure de palladium	2,0 mmol·L <sup>-1</sup>	2,0 mmol·L <sup>-1</sup>	2,0 mmol·L <sup>-1</sup>	5,0 mmol·L <sup>-1</sup>	2,0 mmol·L <sup>-1</sup>
Température	40°C	40°C	40°C	40°C	30°C
Paramètre étudié		concentration initiale en éthène	concentration initiale en $\text{O}_2$	concentration en chlorure de palladium	température

3. Il faut une expérience témoin (ici l'expérience 1), puis une expérience par paramètre à tester (pour chaque expérience, on ne fait varier qu'un seul paramètre par rapport à l'expérience témoin). Il faut donc  $k + 1$  expériences.

### 37. ÉVALUATION DES COMPÉTENCES EXPÉRIMENTALES

#### Décomposition du peroxyde d'hydrogène

Pour cette évaluation, se reporter à la fiche-guide disponible sur le site :

[sirius.nathan.fr/sirius2017](http://sirius.nathan.fr/sirius2017)