

EXERCICE N°1 : CATALYSE AU SEIN DES BIOPILES AU GLUCOSE

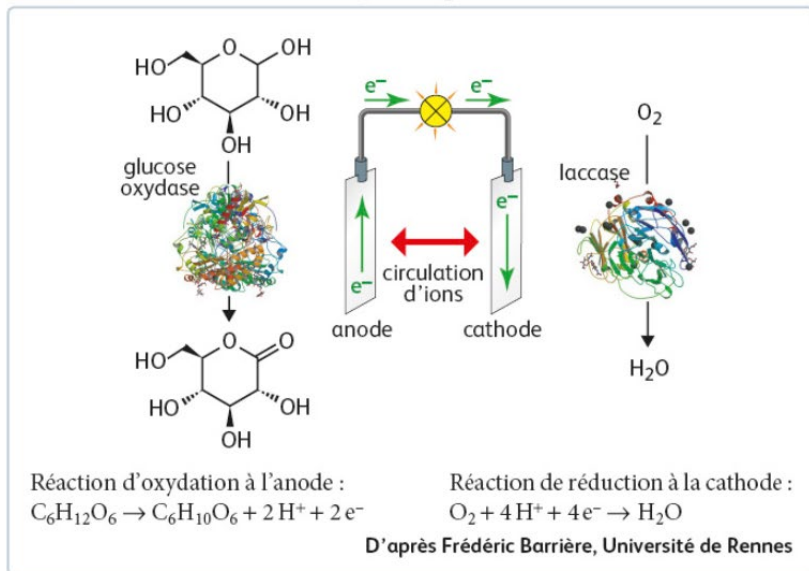
Et si l'électricité prenait désormais sa source dans la nature grâce aux biopiles... Depuis dix ans, glucose, bactéries ou plantes inspirent les chercheurs en quête d'une source d'énergie alternative et propre. Les avancées dans ce domaine se multiplient notamment pour des applications biomédicales nécessitant de faibles puissances électriques (alimentation d'un pacemaker par exemple).



Biopile à glucose implantable dans le corps humain

En 2010, des chercheurs ont réussi à mettre au point une pile uniquement alimentée par du glucose. Le procédé est basé sur l'oxydation du glucose par le dioxygène, avec l'utilisation d'enzymes qui recouvrent les électrodes. Cette réaction génère des électrons et conduit à la production de courant électrique comme le montre le document 1.

Doc. 1 Fonctionnement de la biopile au glucose



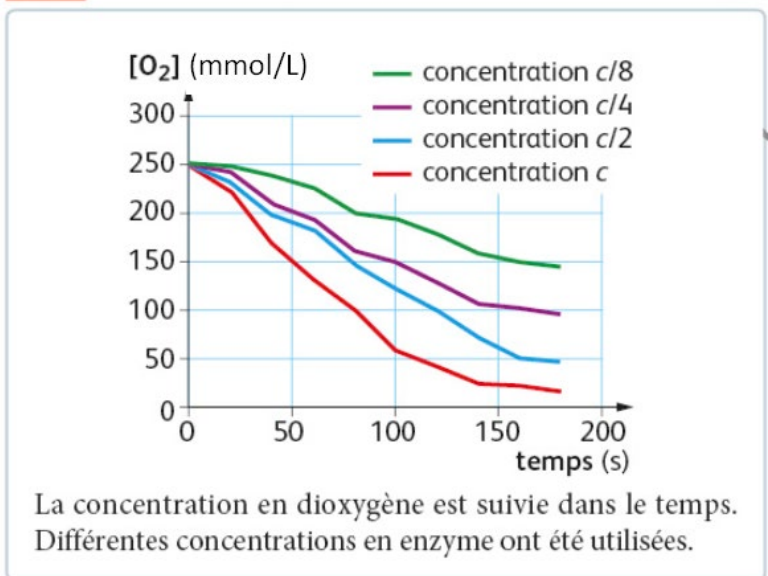
Doc. 2 Expérience

Pour illustrer les effets de l'enzyme glucose oxydase, des élèves réalisent quatre suivis cinétiques de l'oxydation du glucose par le dioxygène. Ils réalisent quatre mélanges identiques de solution de glucose et de dioxygène. Le dioxygène est le réactif limitant et il est complètement consommé au bout d'une durée très grande. Dans chaque mélange, l'enzyme est introduite avec des concentrations différentes :

$$c_1 = c ; c_2 = \frac{c}{2} ; c_3 = \frac{c}{4} \text{ et } c_4 = \frac{c}{8},$$

où c est une concentration de référence en enzyme. Les courbes donnant la concentration en dioxygène dans le milieu en fonction du temps pour chaque expérience sont représentées dans le document 3.

Doc. 3 Évolution temporelle de la concentration en O_2



1. Écrire l'équation de la réaction d'oxydation du glucose par le dioxygène, sachant que les couples oxydant/réducteur mis en jeu sont $C_6H_{10}O_6/C_6H_{12}O_6$ et O_2/H_2O .
2. Quel est le rôle de la glucose oxydase dans la réaction d'oxydation du glucose par le dioxygène ? Justifier.
3. Représenter qualitativement, sur le document 3, l'allure de la courbe donnant l'évolution de la concentration en dioxygène dans la solution en l'absence de glucose oxydase.
4. Le dioxygène étant le réactif limitant, montrer que l'avancement maximal x_{max} de la réaction est égal à la quantité de matière de dioxygène initialement présente $n(O_{2initiale})$.
5. En déduire l'évolution du temps de demi-réaction en fonction de la concentration en enzyme. Justifier graphiquement sur le document 3

6. Dans la biopile au glucose, l'oxydation du glucose a lieu à l'anode et la réduction du dioxygène, à la cathode. L'intensité du courant étant d'autant plus grande que le débit d'électrons dans le circuit est important, que peut-on dire de l'évolution de l'intensité du courant en fonction de la concentration en glucose oxydase ?

EXERCICE N°2 : D'UNE ODEUR ACRE À UNE ODEUR FRUITÉE

Les esters ont généralement une odeur agréable. La parfumerie et l'industrie alimentaire utilisent les esters et les obtiennent par extraction ou par synthèse. Il est relativement aisé de passer d'un produit ayant une odeur âcre, comme l'acide formique, à l'odeur fruitée d'un ester, par exemple le méthanoate de butyle (odeur de framboise). C'est ce qu'illustre le protocole de la synthèse décrit ci-après.



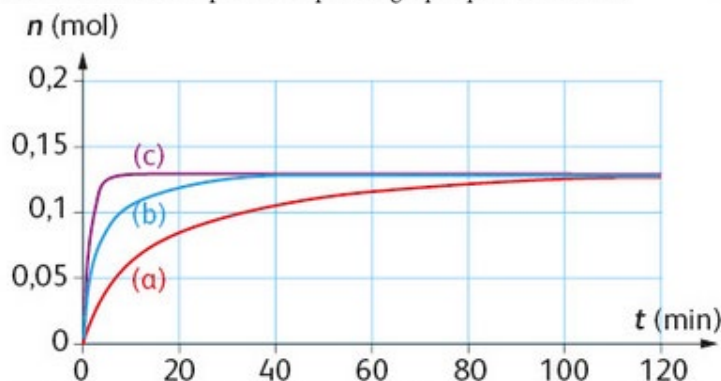
Doc. 1 Protocole expérimental

- Préparer un bain-marie à une température d'environ 50 °C.
- Sous la hotte, verser dans un erlenmeyer 7,5 mL d'acide formique, puis 18,0 mL de butan-1-ol ; ajouter 3 gouttes d'acide sulfurique concentré.
- Surmonter l'erlenmeyer contenant le mélange d'un réfrigérant à air, le placer dans le bain-marie et assurer une agitation douce.
- L'équation de la réaction qui se produit est :

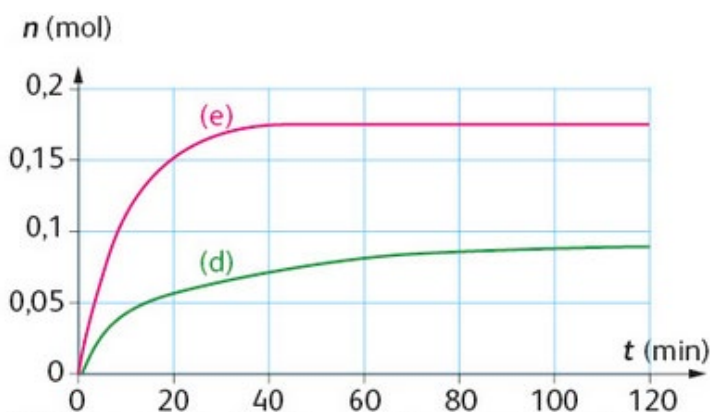
$$\text{HCO}_2\text{H} + \text{C}_4\text{H}_9\text{-OH} \rightleftharpoons \text{HCO}_2\text{-C}_4\text{H}_9 + \text{H}_2\text{O}.$$

Doc. 2 Étude expérimentale de la synthèse du méthanoate de butyle

Pour optimiser cette synthèse, des études expérimentales sont menées dans différentes conditions. La quantité initiale de butan-1-ol utilisée est celle du protocole du **document 1**. La quantité d'ester présente dans le milieu est notée n . Les résultats sont représentés par les graphiques ci-dessous.



- (a) 50 °C sans ajout d'acide sulfurique, réactifs en proportions stœchiométriques
 (b) 20 °C avec ajout d'acide sulfurique, réactifs en proportions stœchiométriques
 (c) 50 °C avec ajout d'acide sulfurique, réactifs en proportions stœchiométriques



- (d) 20 °C sans ajout d'acide sulfurique, réactifs en proportions stœchiométriques
 (e) 20 °C avec ajout d'acide sulfurique, le butan-1-ol est le réactif limitant

1. Estimer graphiquement les temps de demi-réaction pour chacune des 5 expériences et compléter toutes les lignes du tableau ci-dessous.
2. A la lecture de ce tableau, effectuer une analyse détaillée de l'influence des conditions expérimentales sur la synthèse du méthanoate de butyle.

Expérience	a	b	c	d	e
Température	50 °C				
Catalyseur	non				
Stœchiométrie	oui				
$t_{1/2}$ (min)					