

Tiré des Actes du Colloque 2000 de l'Association de la recherche au collégial (ARC).
 Copie numérique autorisée disponible sur le serveur Web du Centre de documentation collégiale (CDC):
 URL= http://www.cdc.qc.ca/actes_arc/2000/bernard_rafei_actes_ARC_2000.pdf
 Format : 4 pages en PDF.

ÉTAPE DE L'INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LA CATALASE À L'AIDE DE L'EXPÉRIMENTATION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

Diane Bernard, Collège Ahuntsic, Étudiante en Sciences de la nature

Moutih Rafei, Collège Ahuntsic, Étudiant en Sciences de la nature

1^{er} prix étudiant

Recherche réalisée dans le cadre du cours de projet de fin d'études en Sciences de la nature.

RÉSUMÉ

Les enzymes sont des protéines globulaires qui ont un effet catalyseur, c'est-à-dire qu'elles accélèrent les réactions chimiques sans pour autant être modifiées durant le processus. En fait, une enzyme peut catalyser tellement rapidement qu'une seule molécule d'enzyme transforme habituellement un millier de molécules de substrat par seconde. Toutefois, la vitesse des réactions chimiques est dépendante de la température. À une certaine température, les liaisons hydrogènes responsables de la structure quaternaire sont détruites, et l'efficacité de l'enzyme ayant ainsi perdu sa configuration diminue.

Notre projet sur l'activité enzymatique a été complété dans le cadre du cours *Projet de fin d'étude en biologie* dans le programme de Sciences de la nature. Les démarches utilisées par l'équipe consistaient à choisir un sujet précis et à élaborer une hypothèse. Par la suite, l'ensemble de l'équipe se chargeait de la recherche documentaire pour pouvoir élaborer un protocole valable permettant l'expérimentation et le traitement des données. Une des exigences du cours est de produire un rapport de recherche sous forme de publication scientifique d'une longueur maximale de cinq pages. Les démarches ainsi que les résultats bruts sont disponibles dans le cahier d'équipe et sur disquettes.

PRÉSENTATION DES ACTIVITÉS DE DIFFUSION

Participation à l'atelier ACFAS COLLOQUE C461 de Université de Montréal, mercredi le 17 mai de 13h à 17h, sur l'illustration de l'expérimentation assistée par ordinateur.

Participation comme élève accompagnateur et présentation orale du projet de recherche dans l'atelier de Marcotte et Sabourin (La pédagogie par projet et l'expérimentation assistée par ordinateur) au Colloque de l'AQPC, jeudi le 8 juin 2000 au Centre des congrès à Laval.

Le texte intégral de la communication sera disponible sur le site web du laboratoire de robotique pédagogique

de l'Université de Montréal à l'adresse suivante : www.lrp.educ.infinit.net/

ÉTUDE DE L'INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LA CATALASE À L'AIDE DE L'EXPÉRIMENTATION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR

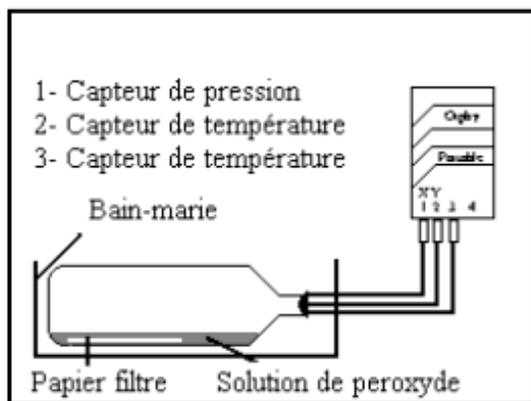
Les enzymes sont des protéines globulaires. Elles ont un effet catalyseur, c'est-à-dire qu'elles accélèrent les réactions chimiques sans pour autant être modifiées durant le processus. En fait, une enzyme peut catalyser tellement rapidement, qu'une seule molécule d'enzyme transforme habituellement un millier de molécules de substrat par seconde. Il faut bien sûr tenir compte de certains facteurs comme la température, le pH et la concentration d'enzyme qui peuvent modifier la vitesse et l'efficacité de la réaction. La plupart des organismes peuvent décomposer certaines substances toxiques, comme le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) qui est produit par différentes réactions métaboliques du corps. On compte au moins deux enzymes pouvant répondre à cette fonction : la peroxydase, que l'on trouve chez les plantes, et la catalase, qu'on retrouve dans les tissus des animaux ainsi que chez les protistes. On représente l'action de la catalase par la réaction suivante :



La vitesse des réactions chimiques est dépendante de la température. On retrouve une relation similaire pour les enzymes jusqu'à leur temps de dénaturation. En effet, à une certaine température, les liaisons hydrogènes responsables de la structure quaternaire sont détruites. Ayant perdu sa configuration, l'efficacité de l'enzyme diminue (Tournier, Servant, 1983). L'action enzymatique de la catalase est représentée sur le graphique 1. L'expérience que nous avons réalisée a pour objectif de vérifier cette relation.

L'originalité de notre expérience consiste à utiliser une interface (Orphy) et un logiciel d'acquisition de données (Portable). On définit ce type d'expérience comme étant de l'expérimentation assistée par ordinateur (ExAO). Un des avantages de ce type d'expérimentation est la possibilité de suivre un phénomène très rapide et d'obtenir les données sous forme numérique. Une accumulation de résultats qu'on ne pouvait pas réaliser par les méthodes antérieures. Ayant obtenu des données, on peut facilement les traiter par des logiciels plus puissants pour le traitement des données tel qu'Excel.

Figure 1 : Présentation du montage



Grâce à l'expérimentation assistée par ordinateur (ExAO), nous avons pu réaliser un montage simple (figure 1) et enregistrer les variations de pression engendrées par la réaction chimique dans la bouteille. Pour ce faire, nous préparons des solutions de peroxyde de même concentration, ainsi qu'un broyat de foie de veau qui sera notre solution de catalase. Par la suite, nous ajoutons le peroxyde d'hydrogène dans la bouteille en la gardant couchée. Nous rajoutons un papier filtre trempé dans la solution de catalase qu'on met tout près du sommet de la paroi interne. Après avoir installé

le bouchon muni des capteurs de pression et de température, la réaction débute lorsque nous permettons le contact entre les deux solutions en bougeant la bouteille. Nous effectuons par la suite l'expérience à différentes températures allant de 0 à 60°C.

Pour chacune des températures étudiées, c'est-à-dire 0, 10, 20, 30, 40, 50 et 60°C, nous avons effectué trois expérimentations. Chacune de ces expérimentations enregistrait la pression d'O₂ dégagé, la température dans la bouteille ainsi que la température initiale dans le bain-marie. Malgré un échantillonnage restreint (trois essais sur un temps de 2,5 minutes chacun), on note une reproductibilité des résultats. Après avoir recueilli ces données (figure 2), nous avons analysé nos résultats de deux façons différentes. Premièrement, nous avons représenté la vitesse initiale de la réaction enzymatique en fonction de la température à laquelle cette dernière s'effectuait (graphique 1). Puis, afin de voir l'efficacité des réactions étudiées, nous avons recompilé les résultats pour illustrer le nombre de moles d'O₂ dégagé (graphique 2).

Dans le premier graphique, une courbe ascendante est obtenue pour les valeurs comprises entre 0 et 50 °C. Puis, nous observons une chute brutale à partir de 50 °C. En effet, la vitesse devient pratiquement nulle à 60 °C. Cependant, selon Fenton (2000), la catalase devrait être totalement dénaturée à 50 °C. Nous attribuons cette différence au fait que le montage avait le temps de refroidir quelque peu durant la manipulation. De plus, il y a le fait que nous n'avons peut-être pas tenu compte du temps nécessaire d'exposition des réactifs à la température voulue. Nous pouvons observer que les vitesses de réaction obtenues à partir de 0 °C sont très concluantes, puisque nous obtenons une ascension constante qui vérifie notre hypothèse ainsi que la théorie disant que l'enzyme est plus efficace au fur et à mesure que la température augmente jusqu'à un point maximum.

Pour le deuxième graphique, nous avons calculé le nombre de moles d'O₂ dégagé grâce aux formules suivantes :

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (\text{Équation 2})$$

$$PV = nRT \quad (\text{Équation 3})$$

Il faut tenir compte du fait que la pression enregistrée par la sonde correspond à la pression contenant de l'oxygène et de l'azote initialement présents (dans la bouteille avant l'expérience), ainsi que la nouvelle

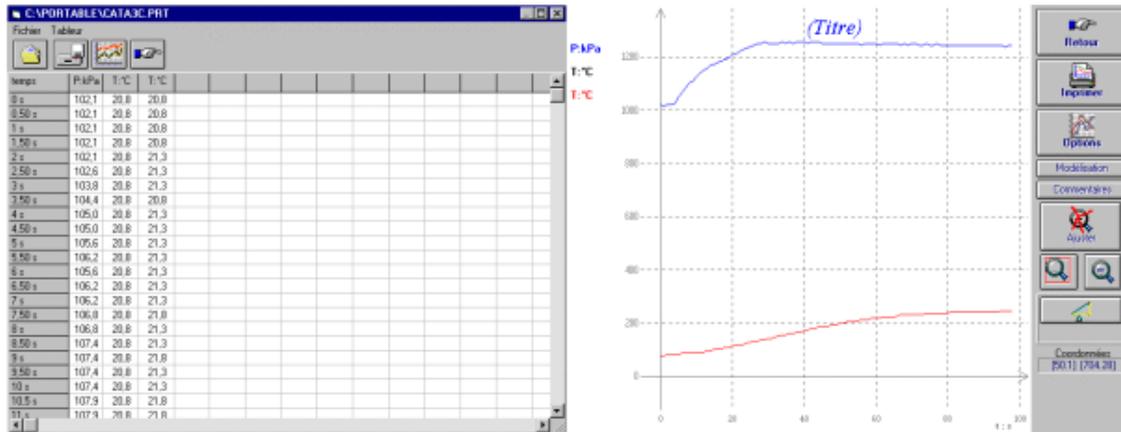
quantité d'O₂ formée. Ceci implique donc qu'il faut corriger la dilatation de l'air à l'aide de l'équation 2 (la réaction est exothermique), et ensuite la soustraire de la pression enregistrée par la sonde. Ayant obtenu la pression d'O₂ dégagé, on peut calculer le nombre de moles d'O₂ formé grâce à l'équation 3. Nous pouvons observer une concentration d'O₂ pratiquement constante pour les valeurs de 10 à 50°C, et une baisse à 0°C à partir de 50 °C pour le même temps de réaction.

En résumé, pour une même quantité de substrat avec de l'enzyme en excès, plus la température augmente, plus la réaction de dégradation du peroxyde par la catalase se produit rapidement sans pour autant produire une plus grande quantité d'O₂. De plus, à une tempé-

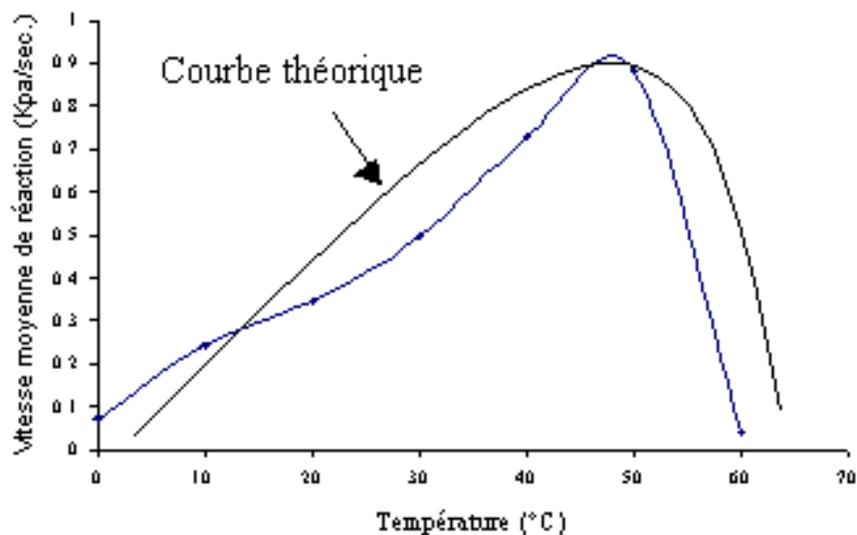
rature supérieure à 50°C, la catalase commence à être dénaturée. Il serait intéressant de pouvoir comparer l'activité de la catalase extraite du foie de veau avec une autre catalase provenant d'une espèce animale adaptée à des conditions climatiques plus froides. Cette catalase pourrait-elle dégrader le peroxyde d'hydrogène plus efficacement à des températures aussi basses que 0°C?

Une retombée de notre expérimentation pourrait être la mise en œuvre d'un protocole dans les cours de biologie du programme de Sciences de la nature, modernisés grâce à l'expérimentation assistée par ordinateur. Ce type d'expérimentation permet en fait une prise de mesures rapide, c'est-à-dire en moins de 5 minutes.

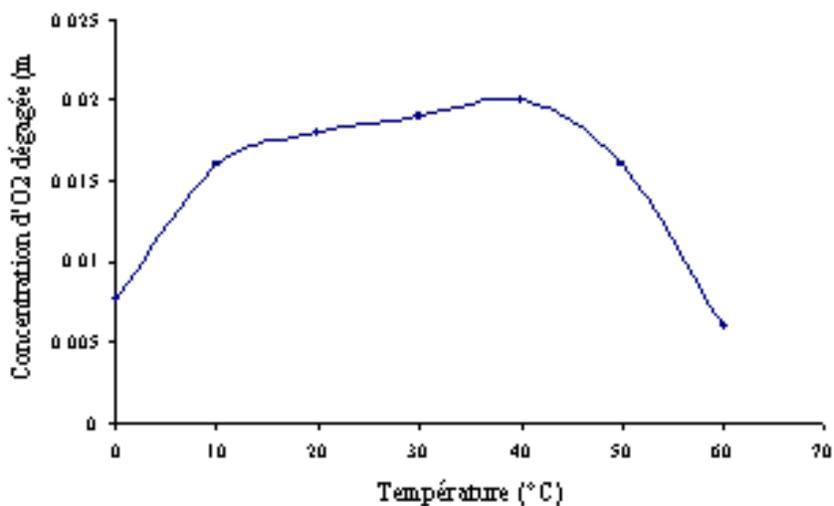
Figure 2 Exemple de prise de données à l'aide du logiciel Portable.



Graphique 1 Vitesse moyenne de réaction en fonction de la température.



Graphique 2 Concentration d'O₂ dégagé en fonction de la température.



BIBLIOGRAPHIE

TOURNIER M. et SERVANT M., 1983, *Les équilibres et cinétique chimiques*, Centre éducatif et culturel inc., Montréal, p.192.

FENTON S., consulté le 10 février 2000, *Reaction of the enzyme catalase with hydrogen peroxide*,

www.shu.ac.uk/schools/sci/sol/cgi/answers/