

Activité 4

Activité enzymatique et expérimentation assistée par ordinateur

Par Clément Pouliot

Activité réalisée
au Cégep de Sept-Îles

Activité 4

Activité enzymatique et expérimentation assistée par ordinateur

Par Clément Pouliot

Cégep de Sept-Îles

Note : Dans ces textes, le générique masculin est utilisé seul, sans aucune discrimination et dans le seul but d'alléger le texte.

Les annexes en format PDF se retrouvent dans le cédérom qui accompagne ce recueil.

De plus, vous pouvez vous les procurer en format Word dans la section « Trésors pédagogiques » — Coffre aux trésors pédagogiques — du site Internet du Saut quantique à l'adresse URL : <http://www.apsq.org/sautquantique>. Vous pouvez aussi consulter une analyse pédagogique de cette activité aux mêmes endroits.

Les auteurs autorisent toute utilisation de ce texte à des fins pédagogiques, pourvu qu'il y ait mention des auteurs.

Le respect de ces recommandations encouragera les auteurs à partager leur expérience.

Vous pouvez communiquer avec l'auteur à l'adresse électronique : clement.pouliot@cegep-sept-iles.qc.ca pour plus d'information ou pour tout commentaire.

Activité 4

Activité enzymatique et expérimentation assistée par ordinateur

Présentation de l'activité pédagogique

Cette activité s'adresse aux élèves du programme *Sciences de la nature*. Elle peut faire partie du cours de chimie organique ou être réalisée dans le cours d'intégration et servir d'épreuve synthèse de programme.

Par exemple, au Cégep de Sept-Îles, elle remplace la dernière expérience du cours de chimie organique, servant ainsi de pratique à l'épreuve synthèse de programme et rassurant l'élève quant à cette épreuve.

Cette activité est multidisciplinaire. En effet, on y retrouve des éléments de chimie, de biologie et d'informatique. Les élèves étudient, en équipe de trois, l'activité enzymatique de la catalase et les facteurs influençant celle-ci.

Ils utilisent, pour cela, un outil moderne très puissant : l'expérimentation assistée par ordinateur (EXAO).

Le rôle du professeur consiste à surveiller le déroulement de l'activité, à faire respecter l'échéancier et, bien sûr, à aiguiller les élèves dans la bonne direction en donnant des indices ou en posant des questions qui amènent les élèves à réfléchir au problème soumis.

Cette activité innove. En effet, les élèves ont rarement l'occasion de faire des travaux multidisciplinaires d'ordre collégial et à intégrer leurs connaissances pour résoudre un problème complexe. En plus, les élèves utilisent de l'équipement très moderne pour résoudre un problème. Cette façon de procéder les rapprochent

singulièrement du marché du travail et de la recherche professionnelle.

Les objectifs visés sont de :

- Résoudre un problème complexe;
- Utiliser une méthode moderne de travail au laboratoire : l'ordinateur couplé à une sonde de pression et contrôlé par un logiciel;
- Permettre aux élèves d'expérimenter rapidement sans se soucier de la collecte des données, des calculs, des graphiques et de la présentation;
- Permettre aux élèves d'aller à l'essentiel : la compréhension du problème, l'interprétation des résultats et la proposition d'une solution;
- Permettre aux élèves d'apprendre à planifier une expérience;
- Illustrer de façon réaliste le travail d'un scientifique;
- Mettre en évidence les facteurs influençant la catalyse du peroxyde d'hydrogène par l'enzyme catalase.

Relation entre l'activité et le programme *Sciences de la nature*

Le but général visé en lien avec le programme *Sciences de la nature* est d'amener les élèves à traiter de situations nouvelles à partir de ses acquis.

À la fin de cette activité, les élèves auront appris à :

- Planifier une expérience au laboratoire;
- Faire une recherche sur un sujet intéressant : l'activité enzymatique;
- Travailler avec de l'équipement moderne qui est réellement utilisé dans les laboratoires et dans l'industrie;

- Décloisonner leurs connaissances (ex. chimie, biologie, etc.) en les intégrant dans un même sujet;
- Travailler en équipe.

Cette activité s'inscrit très bien dans le programme *Sciences de la nature* :

- Elle est multidisciplinaire. Il y a des notions de cinétique chimique et de chimie organique. On y traite également de notions de biologie (comportement et usage des enzymes) et d'informatique (utilisation de sondes de pression couplées à des ordinateurs et d'un logiciel dédié);
- Elle fait appel à la résolution d'un vrai problème en utilisant de façon réaliste de l'équipement moderne de laboratoire et de l'industrie;
- Elle permet aux élèves d'intégrer le contenu de différents cours;
- Elle peut faire partie de différents cours et de différentes activités :
 - *Chimie des solutions* (section : cinétique);
 - *Chimie organique I ou II* (section : enzymes);
 - *Biologie générale II* (section : enzymes);
 - Activités d'intégration;
 - Épreuve synthèse de programme.

Cette activité a la particularité d'utiliser de l'équipement moderne : une sonde de pression couplée à un ordinateur pour étudier l'activité enzymatique, sujet fort intéressant en sciences.

Elle a aussi la particularité de laisser beaucoup de latitude aux élèves sur la façon de procéder. Ce n'est pas une recette de cuisine. Les élèves apprennent par essais et erreurs. C'est une activité ouverte. Les élèves peuvent choisir la direction que va prendre leur recherche.

Voici des exemples d'études que les élèves peuvent choisir :

- Influence de la concentration du peroxyde;

- Influence de la quantité de catalyseur;
- Influence de la surface de contact;
- Influence de la température;
- Comparaison entre le foie et le radis;
- Influence du pH;
- Comparaison entre les sortes de foie (bœuf, porc, volaille, morue, etc.);
- Comparaison entre la méthode chimique et la méthode enzymatique pour décomposer le peroxyde;
- Métabolisme du foie.

Matériel fourni

Annexe E.1 : *Guide pédagogique pour les élèves.*

Note : Cette annexe en format PDF se retrouve dans le cédérom qui accompagne ce recueil. De plus, vous pouvez vous la procurer en format Word dans la section « Trésors pédagogiques » — Coffre aux trésors pédagogiques — du site Internet du Saut quantique à l'adresse URL : <http://www.apsq.org/sautquantique>. Vous pouvez aussi consulter une analyse pédagogique de cette activité aux mêmes endroits.

Matériel nécessaire

- Sonde de pression absolue 0-700 kPa (exemple : *Pasco CI-6532A*). Pour plus d'information, vous pouvez consulter les sites suivants :
 - http://www2.pasco.com/products/scripts/products.taf?System=PASPORT_Chemistry_Bundles
 - http://www2.pasco.com/products/scripts/products.taf?System=Chemistry_Bundles;
- Module d'interface (ex. *Pasco Science Workshop 750*);

- Logiciel accompagnant l'interface et la sonde (ex. *Pasco Science Workshop* ou *Data studio*).

Note : D'autres compagnies ont le matériel équivalent, par exemple : *Orphy* et *Vernier*. Pour plus d'information, veuillez visiter les sites suivants : <http://www.vernier.com/pkgs/chemlp.html> et <http://www.micrelec.fr/catalogue/defaultph.asp>.

Si vous utilisez d'autres équipements que celui de la compagnie *Pasco*, il vous faudra sans doute modifier légèrement le montage et le protocole de laboratoire.

Matériel de laboratoire

- Erlenmeyer à vide et bouchon;
- Petite éprouvette en plastique collée avec du silicone au fond de l'erenmeyer;
- Ouate pour protéger la sonde;
- Tube transparent, pince à montage, statif à montage;
- Foie frais, radis, peroxyde d'hydrogène, solutions tampons de différents pH;
- Thermomètre, bain-marie à placer autour de l'erenmeyer.

Protocole de laboratoire

Voir l'annexe E.1 : *Guide pédagogique pour les élèves*.

Présentation de l'activité

Ce problème est complexe dans le sens qu'il fait intervenir des connaissances de plusieurs disciplines :

- Chimie (cinétique chimique);
- Biologie (enzymes, foie);
- Informatique (interface, logiciel);

et que les élèves ne sont pas habitués à travailler au laboratoire sans protocole de laboratoire et sur

des sujets qu'ils ne connaissent pas ou qu'ils ne maîtrisent pas.

Il convient donc de les rassurer en leur disant qu'ils sont capables de réaliser de tels projets, en leur mentionnant qu'ils ont tous les habiletés nécessaires et en leur donnant un exemple tiré de la vie quotidienne (l'éducation d'un jeune enfant, par exemple).

Organisation de l'activité

Les élèves reçoivent l'annexe E.1 : *Guide pédagogique pour les élèves* une semaine à l'avance. Ils en prennent connaissance et commencent à se documenter sur le sujet.

À la première séance de laboratoire, ils posent des questions au professeur et au technicien pour être sûrs de bien comprendre le problème et ce qu'ils ont à faire. Ils se réservent ensuite du temps au laboratoire pour utiliser l'interface et faire leurs essais puisque le cégep n'a qu'une interface disponible.

Le professeur mentionne aux élèves qu'ils peuvent choisir un ou plusieurs facteurs à étudier, mais qu'il est préférable de n'étudier qu'un facteur en détail plutôt que de se disperser sur plusieurs facteurs. Par exemple, il est plus intéressant d'étudier l'influence de la concentration avec huit concentrations différentes que d'étudier l'influence de la température, de la concentration et de la surface de contact avec seulement deux valeurs pour chacun des facteurs.

Le professeur leur mentionne aussi qu'il faut que leurs résultats soient reproductibles. Les élèves devront donc refaire la même expérimentation quelques fois pour s'en assurer.

Évidemment, le professeur ou le technicien devra quand même expliquer les rudiments du logiciel utilisé. Les élèves sont toutefois plus habiles qu'on ne le pense avec les ordinateurs. Il suffit de leur dire de brancher la sonde dans la bonne prise et d'ouvrir un tableau ou un graphique pour la prise de données et de cliquer le bouton démarrage quand ils sont prêts

à expérimenter. Le reste, ils le trouveront par essais et erreurs et ils aiment cela.

Les élèves sont avertis que le professeur exigera une copie sur support informatique de leur rapport et qu'il utilisera les logiciels *EVE* et *WORDCHECK* pour vérifier l'originalité de leur travail. *EVE* est un logiciel pour comparer les travaux des élèves à ce qui est déjà publié sur Internet. *WORDCHECK* est un logiciel permettant de comparer les travaux des élèves entre eux à partir d'une banque que le professeur a créée et qui contient les travaux des élèves des années précédentes.

Les élèves sont aussi avertis qu'ils doivent s'attendre à faire au moins six heures de laboratoire.

Déroulement et temps nécessaire

Temps de préparation nécessaire pour le professeur

Le professeur devrait essayer lui-même l'expérience pour se faire une idée réaliste du travail demandé. Il devrait vérifier sur Internet et à la bibliothèque locale s'il est facile de trouver de la documentation sur le sujet. Il devrait vérifier si l'équipement et le matériel sont disponibles au laboratoire. Nous estimons à environ trois heures le temps nécessaire au professeur ou au technicien pour préparer cette activité la première fois qu'elle se fait.

Temps de préparation nécessaire pour les élèves

Les élèves devraient lire et résumer le protocole fourni. Ils devraient vérifier sur Internet et à la

bibliothèque locale s'ils trouvent de la documentation sur le sujet. Sinon, ils devraient demander de l'aide à leur professeur ou au bibliothécaire. Ils devraient décider s'ils utilisent le foie de porc ou le radis et les facteurs qu'ils veulent étudier. Nous estimons à environ deux heures le temps nécessaire à la préparation de cette activité. Les élèves doivent aussi s'attendre à travailler six heures en laboratoire.

Au Cégep de Sept-Îles, cette activité dure deux séances de laboratoire (six heures au total).

Médiagraphie

LIBOIRON, Paul, Brigitte ROUSSILLAT et Pamela WALDEN-LANDRY (mai 1999). « L'activité enzymatique... ou l'art de faire des bulles à l'ordinateur ! », *Spectre thématique*, vol. 28, p. 31-33.

Pasco Scientific. « Instruction sheet for the Pasco model CI-7500 », Roseville, CA, 1998, 6 p.

Pasco Scientific. « Instruction sheet for the Pasco model CI-6532A, pressure sensor – absolute », Roseville, CA, 1998, 6 p.

Logiciel *EVE*

<http://www.canexus.com/eve/index.shtml>

Logiciel *Wordcheck*

<http://www.wordchecksyste.ms.com>