

BCM-3002 : Enzymologie

NRC 84807

Automne 2013

Mode d'enseignement : Présentiel

Temps consacré : 2-0-4

Crédit(s) : 2

Préalables : BCM 2001

Notions de catalyse chimique. Caractéristiques des catalyseurs biologiques. L'équilibre protéine-ligand. Les équations fondamentales de la cinétique enzymatique. L'inhibition. Les interactions allostériques. Les enzymes à plusieurs substrats. La détermination des constantes de vitesse. Énergie et mécanismes de catalyse. Cinétiques préstationnaires.

Une période de dépannage aura lieu le vendredi de 10h30 à 11h20.

Plage horaire :

Cours en classe

Mardi 13h30 à 15h20 [VCH-2840](#) Du 3 sept. 2013 au 13 déc. 2013

Atelier

Vendredi 10h30 à 11h20 [VCH-2840](#) Du 3 sept. 2013 au 13 déc. 2013

Il se peut que l'horaire du cours ait été modifié depuis la dernière synchronisation avec Capsule. [Vérifier l'horaire dans Capsule](#)

Site de cours : <https://www.portaildescours.ulaval.ca/ena/site/accueil?idSite=48089>

Coordonnées et disponibilités

Manon Couture
Enseignante

Manon.Couture@bcm.ulaval.ca

Soutien technique :

Équipe TacTic (FSG)
Pavillon Adrien-Pouliot, Local 3718
<http://tactic.fsg.ulaval.ca>
 equipe.tactic@fsg.ulaval.ca

418-656-2131 poste 8747

Toutes sessions (du 1 janvier au 31 décembre)	
Lundi	09h00 à 16h00
Mardi	09h00 à 16h00
Mercredi	09h00 à 16h00
Jeudi	09h00 à 16h00
Vendredi	09h00 à 16h00

Sommaire

Description du cours	3
Objectifs	3
Objectifs spécifiques	3
Description sommaire	3
Contenu	3
Contenu et activités	4
Évaluations et résultats	5
Consignes sur les examens	5
Consignes sur les travaux	5
Liste des évaluations	6
Informations détaillées sur les évaluations sommatives	6
Examen 1	6
Examen 2	6
Examen 3	6
Analyse de données avec VisualEnzymics	6
Travail long	7
Politique sur les évaluations	7
Échelle des cotes	8
Politique sur l'utilisation d'appareils électroniques	8
Politique sur le plagiat et la fraude académique	8
Étudiants ayant un handicap, un trouble d'apprentissage ou un trouble mental	9
Matériel didactique	9
Matériel obligatoire	9
Matériel complémentaire	9
Logiciels	9
Médiagraphie et annexes	10
Bibliographie	10

Description du cours

Objectifs

Le but principal de ce cours est de rendre les étudiants capables d'étudier des enzymes d'intérêt du point de vue de la cinétique des réactions, des mécanismes de catalyse et des moyens de contrôle de l'activité catalytique. Différents aspects de l'enzymologie seront abordés, dont les caractéristiques des catalyseurs biologiques, les équations de la cinétique enzymatique, l'inhibition, la coopérativité, la cinétique pré-stationnaire, les mécanismes catalytiques employés par les enzymes et l'influence de l'environnement physique. Ces connaissances permettront aux étudiants d'analyser concrètement les paramètres cinétiques des enzymes dans un contexte de recherche scientifique ou de travail d'analyse dans des laboratoires pharmaceutiques et de biotechnologies.

Objectifs généraux du cours

- Décrire les principales caractéristiques des catalyseurs biologiques.
- Appliquer les équations appropriées de la cinétique enzymatique.
- Identifier et décrire les différents types de mécanismes catalytiques exploités par les enzymes.
- Découvrir des applications modernes de l'enzymologie.

Objectifs spécifiques

- Reconnaître les différentes classes d'enzyme à partir de la réaction catalysée.
- Calculer certains paramètres cinétiques (V_i , activité spécifique, k_{cat} , K_m , K_i , etc.).
- Comprendre, choisir et utiliser les équations décrivant l'équilibre protéine – ligand, les cinétiques à un substrat, l'inhibition et la coopérativité.
- Être en mesure d'analyser des données par régression non-linéaire.
- Définir les paramètres V_{max} , K_m , k_{cat} , K_i et autres.
- Décrire les principes énergétiques de la catalyse.
- Comprendre la théorie de l'état de transition.
- Comprendre et interpréter l'influence de l'environnement physique sur la catalyse.
- Distinguer les principaux types d'inhibition enzymatique.
- Distinguer les types de réactions enzymatiques à deux substrats.
- Comprendre et être en mesure d'expliquer les méthodes d'analyse de la cinétique pré-stationnaire.
- Choisir la méthode appropriée selon l'expérience à réaliser en cinétique pré-stationnaire.

Description sommaire

Notions de catalyse chimique. Caractéristiques des catalyseurs biologiques. L'équilibre protéine-ligand. Les équations fondamentales de la cinétique enzymatique. L'inhibition. Les interactions allostériques. Les enzymes à plusieurs substrats. La détermination des constantes de vitesse. Énergie et mécanismes de catalyse. Cinétiques préstationnaires.

Une période de dépannage aura lieu le vendredi de 10h30 à 11h20.

Contenu

Semaine 1 (3 sept/6 sept)

- Discussion du plan de cours.
- Lire le Chapitre 6, section 6.5 du livre de référence (Copeland) avant le cours
- Chapitre 1 des notes de cours
- Travail personnel: Problèmes du chapitre 1 (ENA)
- Aide à la résolution de problèmes (atelier du 6 septembre)

Semaine 2 (10/13 sept.)

- Lire le Chapitre 2, section 2.5 du livre de référence (Copeland) avant le cours
- Chapitre 2 des notes de cours
- Travail personnel: Problèmes du chapitre 2 (ENA)

- Présentation du logiciel Visual Enzymics (atelier du 13 septembre)
- Aide à la résolution de problèmes (atelier du 13 septembre)

Semaine 3 (17/20 sept.)

- Lire le Chapitre 4 du livre de référence (Copeland) avant le cours
- Chapitre 3 des notes de cours
- Travail personnel: Problèmes du chapitre 3 (ENA)
- Aide à la résolution de problèmes et logiciel VisualEnzymics (atelier du 20 septembre)

Semaine 4 (24/27 sept.) et semaine 5 (1/4 oct.)

- Lire le Chapitre 5 (sauf 5.10) et la section 11.5 du Chapitre 11 du livre de référence (Copeland) avant le cours
- Chapitre 4 des notes de cours
- Travail personnel: Problèmes du chapitre 4 (ENA)
- Aide à la résolution de problèmes et logiciel VisualEnzymics (ateliers du 27 sept. et 4 oct.)

Semaine 6 (8 oct.)

- Examen 1 (30 %)
- il n'y a pas d'atelier le 11 oct.

Semaine 7 (15 oct./18 oct.) et Semaine 8 (22/25 oct.)

- Lire le Chapitre 6 (sauf 6.5) du livre de référence (Copeland) avant le cours
- Chapitres 5 et 6 des notes de cours
- Travail personnel: Problèmes des chapitre 5 et 6 (ENA)
- Aide à la résolution de problèmes (ateliers du 18 et 25 octobre)
- Évaluation formative du cours

Semaine 9: Semaine de lecture

Semaine 10 (5/8 nov.)

- Lire le Chapitre 7 (pp. 238-252 et 258-263) du livre de référence (Copeland) avant le cours
- Chapitre 7 des notes de cours
- Travail personnel: Problèmes du chapitre 7 (ENA)
- Aide à la résolution de problèmes (atelier du 8 novembre)

Semaine 11 (12 nov.)

- Examen 2 (30 %)
- il n'y a pas d'atelier le 15 nov.

Semaine 12 (19/22 nov.) et Semaine 13 (26/29 nov.)

- Lire les Chapitre 9 et 10 (pp. 318-322) du livre de référence (Copeland) avant le cours
- Chapitre 8 des notes de cours
- Travail personnel: Problèmes du chapitre 8 (ENA)
- Aide à la résolution de problèmes et logiciel VisualEnzymics (ateliers du 22 et 29 novembre)

Semaine 14 (3 dec.)

- Lire le Chapitre 12 (sauf 12.4) et le chapitre 11 (sauf 11.5) du livre de référence (Copeland) avant le cours
- Chapitre 9 et 10 des notes de cours
- Travail personnel: Problèmes des chapitres 9 et 10 (ENA)
- Il n'y a pas d'atelier vendredi 9 décembre (Fête de l'université)

Semaine 15 (10/13 déc.)

- Lire le Chapitre 5 (section 5.10) du livre de référence (Copeland) avant le cours
- Chapitre 11 des notes de cours
- Travail personnel: Problèmes du chapitre 11 (ENA)
- Aide à la résolution de problèmes(atelier du 13 décembre)

Semaine d'examen (17 décembre)

- Examen 3 (30%)

Contenu et activités

Le tableau ci-dessous présente les semaines d'activités prévues dans le cadre du cours.

Titre	Date
Semaine 1	3 sept. 2013
Semaine 2	10 sept. 2013
Semaine 3	17 sept. 2013
Semaine 4	24 sept. 2013
Semaine 5	1 oct. 2013
Semaine 6	8 oct. 2013 Examen 1
Semaine 7	15 oct. 2013
Semaine 8	22 oct. 2013
Semaine 9	29 oct. 2013 Semaine de lecture
Semaine 10	5 nov. 2013
Semaine 11	12 nov. 2013 Examen 2
Semaine 12	19 nov. 2013
Semaine 13	26 nov. 2013
Semaine 14	3 déc. 2013
Semaine 15	10 déc. 2013

Note : Veuillez vous référer à la section Contenu et activités de votre site de cours pour de plus amples détails.

Évaluations et résultats

Consignes sur les examens

L'évaluation sommative de l'apprentissage comprendra trois examens écrits d'une durée d'une heure, 50 min., comptant chacun pour 30 % de la note finale. Les examens comprendront une section de questions vrai/faux avec justification des réponses fausses et de questions à choix multiple et une section de questions à développement et de problèmes à résoudre où la correction tiendra compte du raisonnement démontré par l'étudiant pour résoudre les problèmes. Le pointage alloué à chaque question sera affiché sur les examens.

Aucun document n'est permis. Les étudiants doivent avoir une calculatrice approuvée, une règle, des crayons et leur carte d'identité.

Consignes sur les travaux

Exercice avec VisualEnzymics (3 %)

Des données de cinétique enzymatique seront fournies aux étudiants. Ceux-ci devront les analyser avec le logiciel VisualEnzymics pour en tirer les valeurs de K_m , V_{max} , k_{cat} et constante de spécificité. Ces valeurs devront être soumises dans un fichier au format PDF. Le même fichier PDF devra aussi contenir la page de résultats de logiciel Visual Enzymics. Le fichier devra être soumis sur le site ENA du cours.

Travail long (7 %)

L'évaluation sommative sera complétée par un travail long où il est demandé aux étudiants de résumer et commenter un article scientifique récent (moins de 3 ans) de leur choix traitant de l'enzymologie. Les articles portant sur tous les aspects de

l'enzymologie vus dans le cours sont permis sauf la purification d'enzyme. Le document doit inclure une brève introduction, une figure montrant un résultat particulièrement significatif et un texte décrivant le résultats présenté dans cette figure. Ce résultat doit être discuté et commenté. Une section à la fin du résumé doit être consacrée à une évaluation commentée de la part des étudiants (un jugement d'appréciation) sur la publication. Le résumé devrait avoir une longueur de 2-3 pages (interligne 1 ½). Le titre et la référence complète de l'article choisi doivent être indiqués au début du document. La qualité du français sera évaluée et comptera pour 5% de la note totale du travail. Les étudiants peuvent former des équipes de 2-3 personnes pour réaliser ce travail.

Liste des évaluations

Sommatives

Titre	Date	Mode de travail	Pondération
Examen 1	Le 8 oct. 2013 de 13h30 à 15h20	Individuel	30 %
Examen 2	Le 12 nov. 2013 de 13h30 à 15h20	Individuel	30 %
Examen 3	Le 17 déc. 2013 de 13h30 à 15h20	Individuel	30 %
Analyse de données avec VisualEnzymics	Dû le 15 oct. 2013 à 23h59	En équipe	3 %
Travail long	Dû le 8 déc. 2013 à 23h59	En équipe	7 %

Informations détaillées sur les évaluations sommatives

Examen 1

Date : Le 8 oct. 2013 de 13h30 à 15h20
Mode de travail : Individuel
Pondération : 30 %
Remise de l'évaluation :

- Les étudiants devront remettre leur copie d'examen à la sortie

Matériel autorisé : Les étudiants doivent avoir une calculatrice approuvée, une règle, des crayons et leur carte d'identité.

Examen 2

Date : Le 12 nov. 2013 de 13h30 à 15h20
Mode de travail : Individuel
Pondération : 30 %
Remise de l'évaluation :

- Les étudiants doivent remettre leur copie d'examen à la sortie

Matériel autorisé : Les étudiants doivent avoir une calculatrice approuvée, une règle, des crayons et leur carte d'identité.

Examen 3

Date : Le 17 déc. 2013 de 13h30 à 15h20
Mode de travail : Individuel
Pondération : 30 %
Remise de l'évaluation :

- L'étudiant doit remettre sa copie d'examen à la sortie

Matériel autorisé : Les étudiants doivent avoir une calculatrice approuvée, une règle, des crayons et leur carte d'identité.

Analyse de données avec VisualEnzymics

Date de remise : 15 oct. 2013 à 23h59
Mode de travail : En équipe
Pondération : 3 %
Remise de l'évaluation :

- [Boîte de dépôt](#)

Directives de l'évaluation :

Des données de cinétique enzymatique seront fournies aux étudiants. Ceux-ci devront les analyser avec le logiciel VisualEnzymics pour en tirer les valeurs de K_m , V_{max} et k_{cat} et constante de spécificité. La page de résultat du logiciel devra être imprimée au format PDF de même que le graphique. L'étudiant doit ajouter une page où il indique les valeurs de K_m , V_{max} , k_{cat} et constante de

spécificité de même que l'erreur sur l'estimation de ces constantes. Le travail complet doit être soumis sur l'ENA.

Travail long

Date de remise : 8 déc. 2013 à 23h59
Mode de travail : En équipe
Pondération : 7 %
Remise de l'évaluation : • [Boîte de dépôt](#)

Directives de l'évaluation :

L'évaluation sommative sera complétée par un travail long où il est demandé aux étudiants choisir une enzyme et de rédiger un document de 3 pages présentant certaines caractéristiques de l'enzyme étudiée. Les étudiants devront présenter et discuter au moins trois propriétés de l'enzyme choisie. Par exemple, ses substrats, ses inhibiteurs, le pH optimal, son rôle physiologie, ses effecteurs (molécules de régulation), etc... De plus, il est demandé de citer au moins 3 références de la littérature scientifique traitant de l'enzyme choisie. La qualité du français sera évaluée et comptera pour 5% de la note totale du travail. Les étudiants peuvent former des équipes de 1-3 personnes pour réaliser ce travail.

Politique sur les évaluations

Politique de reprise d'une évaluation

Cette politique de reprise d'une évaluation s'applique aux cours sous la responsabilité du Département de biochimie, de microbiologie et de bio-informatique de l'Université Laval, conformément à l'article 270 du Règlement des études de l'Université Laval.

Motifs d'absence jugés sérieux

Les motifs suivants sont jugés sérieux et donc acceptables pour demander une reprise d'évaluation :

- Maladie ou accident empêchant de se déplacer
- Hospitalisation
- Maladie ou décès d'un proche
- Participation à une activité sportive de haute performance

D'autres motifs peuvent être jugés sérieux à condition de démontrer aussitôt que possible et sans ambiguïté que cela a empêché la présence à l'évaluation.

Procédure à suivre

Aussitôt qu'il est en état de le faire, l'étudiant qui veut se prévaloir d'une reprise d'évaluation doit respecter la procédure suivante :

- Imprimer et remplir le formulaire «[Demande de reprise d'une évaluation](#)» disponible sur le site Internet du Département de biochimie, de microbiologie et de bio-informatique.
- Déposer le formulaire (obligatoire) et les pièces justificatives (voir ci-dessous) à la conseillère à la gestion des études de la Faculté des sciences et de génie.
- Se présenter, s'il est convoqué, pour un complément d'information.

Dans le cas d'une maladie, la pièce justificative est un certificat médical (billet de médecin) mentionnant explicitement que l'étudiant était dans l'incapacité de compléter l'évaluation au moment où l'évaluation se déroulait. Les certificats mentionnant uniquement que l'étudiant s'est présenté à l'urgence ou à la clinique médicale à une heure et date précise ne seront pas acceptés. Le certificat doit être accompagné des coordonnées complètes du médecin afin que ce dernier puisse être rejoint au besoin.

Dans le cas d'un décès dans l'entourage de l'étudiant, décès qui empêchera ou qui a empêché l'étudiant d'assister à une évaluation/examen, les pièces justificatives sont :

- Une preuve du décès de la personne identifiant la personne décédée, le jour et le lieu du décès (copie du certificat de décès, avis dans un journal, lettre d'une tierce personne avec les coordonnées de cette personne, etc.);
- et au besoin, une lettre d'une tierce personne (avec sa signature, la date, son adresse, ses numéros de téléphone) qui atteste du lien entre l'étudiant et la personne décédée.

Dans le cas d'un évènement sportif de haute performance, aussitôt que la date de l'évènement est connue, l'étudiant doit fournir la pièce justificative qui est une lettre de l'entraîneur (avec son nom, sa signature, son adresse et ses numéros de téléphone) mentionnant la nature, la durée et le moment où a lieu l'activité et la raison pour laquelle l'étudiant n'a pas pu se soustraire à cette activité.

Dans les autres cas, les pièces justificatives doivent expliquer clairement pourquoi l'étudiant n'a pas pu être présent lors de l'évaluation (période, nature et raison de l'empêchement). Ces pièces doivent être délivrées par un professionnel ou, à la rigueur, par un témoin clairement identifié.

Toutes les pièces justificatives doivent être datées, signées et identifiées (nom, prénom, coordonnées).

À noter que, à moins de circonstances exceptionnelles, aucune absence due à un travail (même rémunéré), à des voyages (d'affaires ou personnels), à l'achat (prématuré) de billets d'avion ou à des conflits d'horaire ne sera considérée valide. Il est donc important de bien prendre connaissance des dates d'examens dans les plans de cours qui sont distribués en début de session.

Prise de décision

La décision d'accepter ou de refuser un motif de reprise d'évaluation revient à la conseillère à la gestion des études. La conseillère prendra sa décision après avoir pris connaissance des documents déposés par l'étudiant. Au besoin, elle pourra demander à rencontrer l'étudiant.

Si la procédure pour se prévaloir d'une reprise d'évaluation n'a pas été respectée (délai de réaction abusif, formulaire non rempli ou pièces justificatives manquantes) ou si les pièces justificatives déposées ne sont pas jugées valides, la demande sera rejetée a priori et l'étudiant se verra attribuer une note de 0 à l'évaluation.

Si la procédure a été respectée (réaction sans délai, formulaire dûment rempli et pièces justificatives valides), la demande sera acceptée a priori.

Le professeur responsable du cours ou le chargé de cours conviendra avec l'étudiant de la date et l'heure pour les reprises d'évaluation.

Échelle des cotes

Cote	% minimum	% maximum
A+	92	100
A	86	91,99
A-	81	85,99
B+	77	80,99
B	73	76,99
B-	70	72,99

Cote	% minimum	% maximum
C+	67	69,99
C	64	66,99
C-	60	63,99
D+	57	59,99
D	50	56,99
E	0	49,99

Politique sur l'utilisation d'appareils électroniques

L'utilisation d'appareils électroniques (cellulaire ou autre appareil téléphonique sans fil, pagette, baladeur, agenda électronique, etc.) est interdite au cours d'une séance d'évaluation et de toute autre activité durant laquelle l'enseignant l'interdit.

De plus, lorsque l'usage de la calculatrice est permis, alors seuls certains modèles de calculatrices sont autorisés durant les séances d'évaluation.

Les modèles suivants sont autorisés :

Hewlett Packard	HP 20S, HP 30S, HP 32S2, HP 33S, HP 35S
Texas Instrument	TI-30Xa, TI-30XIIB, TI-30XIIS, TI-36X, BA35
Sharp	EL-531*, EL-546*, EL-520*
Casio	FX-260, FX-300 MS, FX-300W Plus, FX-991MS, FX-991ES, FX-991W, FX-991ES Plus C

* Calculatrices Sharp: sans considération pour les lettres qui suivent le numéro

Dans tous ces cas, la calculatrice doit être validée par une vignette autocollante émise par la COOP étudiante ZONE.

Politique sur le plagiat et la fraude académique

Règles disciplinaires

Tout étudiant qui commet une infraction au Règlement disciplinaire à l'intention des étudiants de l'Université Laval dans le cadre du présent cours, notamment en matière de plagiat, est passible des sanctions qui sont prévues dans ce règlement. Il est très important pour tout étudiant de prendre connaissance des articles 28 à 32 du Règlement disciplinaire. Celui-ci peut être consulté à l'adresse suivante:

http://www.ulaval.ca/sg/reg/Reglements/Reglement_disciplinaire.pdf

Plagiat

Tout étudiant est tenu de respecter les règles relatives au plagiat. Constitue notamment du plagiat le fait de:

- i. copier textuellement un ou plusieurs passages provenant d'un ouvrage sous format papier ou électronique sans mettre ces passages entre guillemets et sans en mentionner la source;
- ii. résumer l'idée originale d'un auteur en l'exprimant dans ses propres mots (paraphraser) sans en mentionner la source;
- iii. traduire partiellement ou totalement un texte sans en mentionner la provenance;
- iv. remettre un travail copié d'un autre étudiant (avec ou sans l'accord de cet autre étudiant);
- v. remettre un travail téléchargé d'un site d'achat ou d'échange de travaux scolaires.

L'Université Laval étant abonnée à un service de détection de plagiat, il est possible que l'enseignant soumette vos travaux pour analyse.

Étudiants ayant un handicap, un trouble d'apprentissage ou un trouble mental

Les étudiants qui ont une lettre d'Attestation d'accommodations scolaires obtenue auprès d'un conseiller du secteur Accueil et soutien aux étudiants en situation de handicap (ACSESH) doivent rencontrer leur professeur au début de la session afin que des mesures d'accommodation en classe ou lors des évaluations puissent être mises en place. Ceux qui ont une déficience fonctionnelle ou un handicap, mais qui n'ont pas cette lettre doivent contacter le secteur ACSESH au 656-2880, le plus tôt possible.

Le secteur ACSESH vous recommande fortement de vous prévaloir des services auxquels vous avez droit afin de pouvoir réussir vos études, sans discrimination ni privilège. Pour plus d'information, voir la Procédure de mise en application des mesures d'accommodations scolaires à l'adresse suivante : https://www.aide.ulaval.ca/cms/Accueil/Situations_de_handicap

Matériel didactique

Matériel obligatoire



Enzymes, A practical introduction to structure, mechanism, and data analysis

Auteur : Robert A. Copeland

Éditeur : Wiley

ISBN : 0471220639

Accès numérique : <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471220639>

Ce livre est accessible par la web à partir du campus ou lorsque l'étudiant est connecté par VPN.

Matériel complémentaire



Enzymes : a practical introduction to structure, mechanism, and data analysis (2nd ed édition, xvi tome)

Auteur : Copeland, Robert Allen

Éditeur : Wiley-VCH(TorontoNew York, 2000)

ISBN : 0471359297

Logiciels

Le logiciel VisualEnzymics sera utilisé en classe par les étudiants afin d'analyser des données et résoudre des problèmes d'enzymologie. Deux portables ayant chacun une licence de ce logiciel seront mis à la disposition des étudiants aux périodes d'atelier du vendredi.

Médiagraphie et annexes

Bibliographie

- Chuang Lu et Albert, P. Li (2010). Enzyme inhibition in drug discovery and development: the good and the bad, Wiley.
- Thomas Traut (2009). Allosteric regulatory enzymes [ressource électronique], Springer.
- Andrés Illanes (2008). Enzyme biocatalysis [ressource électronique], Springer.
- Hans Bisswanger (2008). Enzyme kinetics: principles and methods, Blackwell Publishing.
- Springer Handbook of enzymes (2008) [ressource électronique], Springer.
- Julio Polaina et Andrew P. MacCabe (2007). Industrial enzymes: structure, function and applications [ressource électronique], Springer.
- Paul F. Cook et W. W. Cleland (2007). Enzyme kinetics and mechanism, Blackwell Publishing.
- John, H. Smith et Claire Simons (2005). Enzymes and their inhibition: drug development, CRC Press.
- Tim Bugg (2004). Introduction to enzyme and coenzyme chemistry, Blackwell Publishing.
- Athel Cornish-Bowden (2004). Cinétique enzymatique [ressource électronique], Portland Press.
- Daniel, L. Purich (2002). The enzyme reference: a comprehensive guidebook to enzyme nomenclature, reactions and methods, Blackwell Publishing.