

Notion en enzymologie

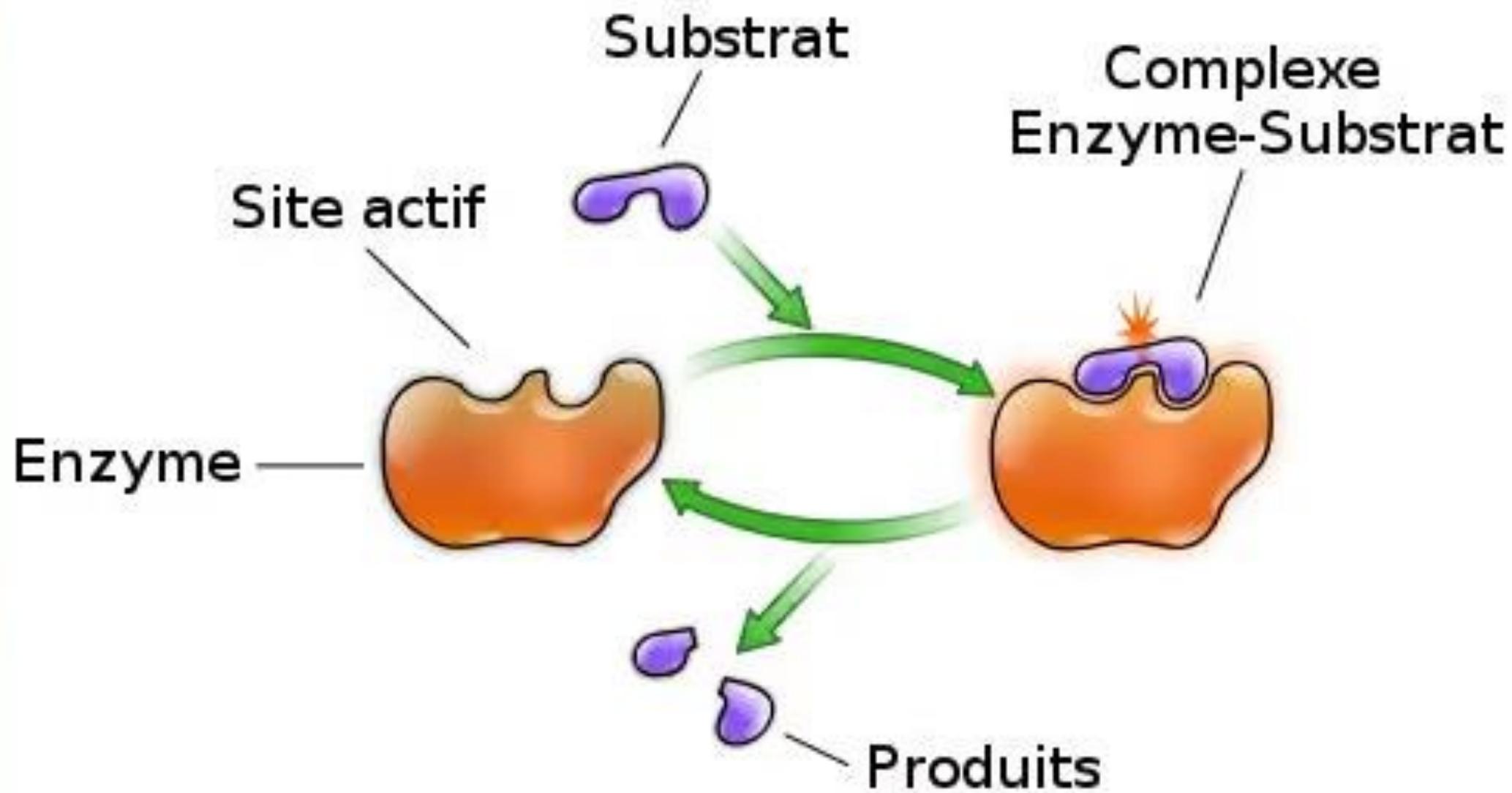
Dr. Samari H

Définitions

❖ L'**enzymologie** traite de la science qui étudie la structure, le mode d'action et le rôle des enzymes. Elle est une discipline biochimique axée sur l'étude et la caractérisation des enzymes.

Enzyme

- Protéine présentant des propriétés de catalyse spécifiques d'une réaction chimique du métabolisme de l'être vivant qui la produit.
- Macromolécule produit par les cellules de l'organisme vivante, sensible à la T° et le PH.
- Une spécificité d'action.
- Une spécificité de substrat
- Un pouvoir catalytique qui est soumis à régulation.



- **Le substrat** : toutes les molécules qui entrent dans une réaction enzymatique et sont définitivement modifiées.
- **Le produit** : c'est la nouvelle molécule qui résulte de cette transformation.
- **Le complexe enzyme-substrat** : cette association est réalisée grâce au site de reconnaissance responsable de la spécificité de substrat de l'enzyme.
- **La spécificité** : une enzyme donnée est spécifique d'une réaction, c'est-à-dire qu'elle catalyse toujours la même transformation, se produisant sur les mêmes corps chimiques initiaux.

- **Les coenzymes** sont des cofacteurs donc des molécules indispensables à la catalyse enzymatique.
- **Les inhibiteurs enzymatiques** sont des espèces qui sont capables de diminuer l'activité enzymatique.

- Selon leur localisation *in vivo*, les enzymes peuvent être regroupées en:
 - ✓ **Enzymes extracellulaires** (ou exoenzymes) : elles sont synthétisées à l'intérieur de la cellule, puis sécrétées dans l'espace extracellulaire.
 - ✓ **Enzymes intracellulaires** : elles sont synthétisées et utilisées entièrement à l'intérieur de la cellule où elles sont généralement liées à des particules subcellulaires ou membranes intracellulaires rendant leur extraction plus difficile.

Du point de vue de leur structure on divise les enzymes en deux catégories :

- **Holoenzymes:** des enzymes purement protéiques : elles ne sont constituées que d'acides aminés.
- **Hétéroenzyme** : Les enzymes en deux parties : une partie protéique appelée apoenzyme (thermolabile) et une partie non protéique appelée cofacteur ou coenzyme (thermostable)

Classification des enzymes

- La classification des enzymes, établie selon la nomenclature de la Commission Enzyme (EC), permet de désigner chaque enzyme par un nom de code et prend en considération la nomenclature spécifique de l'IUBMB (*International Union of Biochemistry and Molecular Biology*).

EC N-X Y Z

- L'ensemble de 4 nombres et/ou chiffres EC N-X Y Z confère ainsi un nom de code à chaque enzyme, permettant de l'identifier.

EC *N*-X Y Z

- À chaque enzyme est attribuée une série de nombre. Le premier chiffre **N** qui succède à l'EC correspond à la classe enzymatique, il y en a 6 dont chacun est en relation avec un type de réaction catalysée.

EC N-X Y Z

- Après le chiffre **N** correspondant à la classe (**EC N**), on trouve le chiffre ou le nombre **X** de la sous-classe désignant le plus souvent le donneur, le groupement transféré, la nature du substrat suivant le cas, en relation avec la famille du ou des substrats transformés.

EC N-X Y Z

- Le nombre de la sous-classe **X** (**EC N-X**) est suivi du chiffre ou du nombre **Y** de la sous-sous-classe désignant une caractéristique complémentaire de celle indiquée par la sous-classe (concernant le mode d'action sur le substrat, le type de catalyse...).
- Le dernier chiffre ou nombre **Z** désigne l'enzyme.

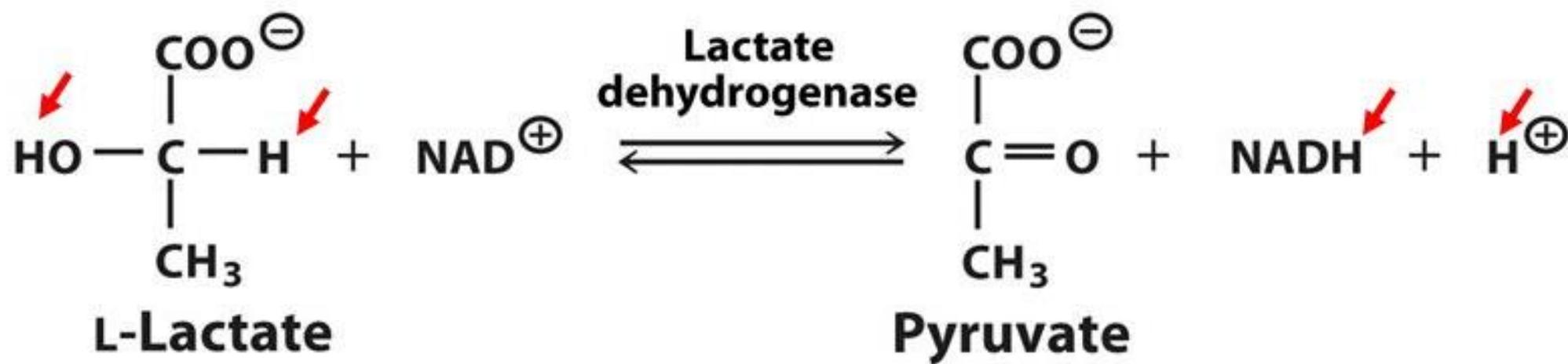
Exemple

- La trypsine correspond au code **EC 3.4.21.4**. Elle appartient à la classe **3** des hydrolases. La sous-classe **4** signifie qu'il s'agit d'une peptidase (le substrat clivé est de nature peptidique). Le nombre **21** indique qu'elle appartient à la sous-sous-classe caractéristique d'une endoprotéase à sérine catalytique. Le dernier chiffre **4** désigne l'enzyme concernée.

1. Oxydoréductases

- Les oxydoréductases catalysent des réactions d'oxydoréduction dont le substrat oxydé est considéré comme un accepteur d'électrons ou d'hydrogène, et le substrat réduit comme un donneur d'électrons ou d'hydrogène. Les donneurs et les accepteurs d'électrons de l'oxydoréductase sont pris en compte. Les noms les plus courants de ces enzymes sont déshydrogénases, réductases et oxydases. Pour les oxydoréductases, il y a 24 sous-classes enzymatiques.

Exemple: Lactate dehydrogenase (EC 1.1.1.27)



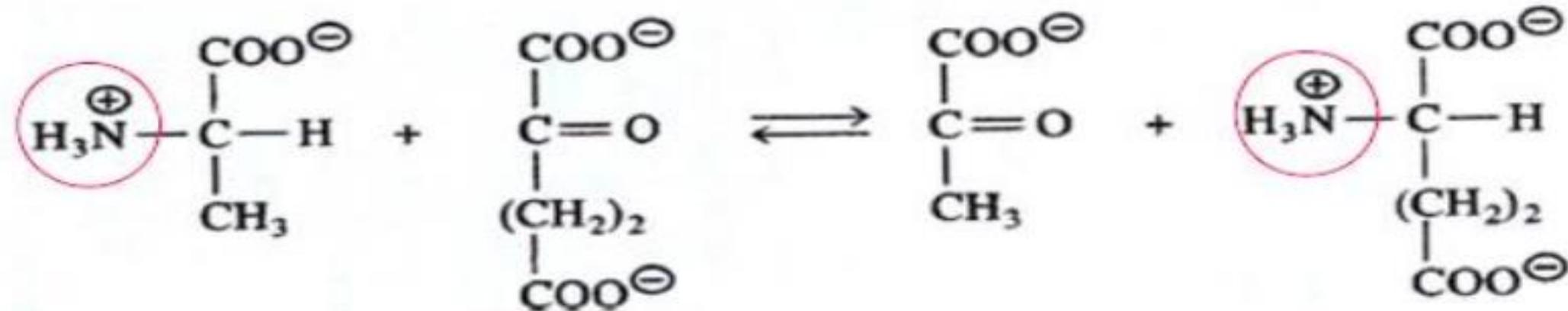
Unnumbered figure pg 131a Principles of Biochemistry, 4/e
© 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Lactate = substrat
- Pyruvate = produit
- NAD⁺/NADH = cofacteur

2. *Transférases*

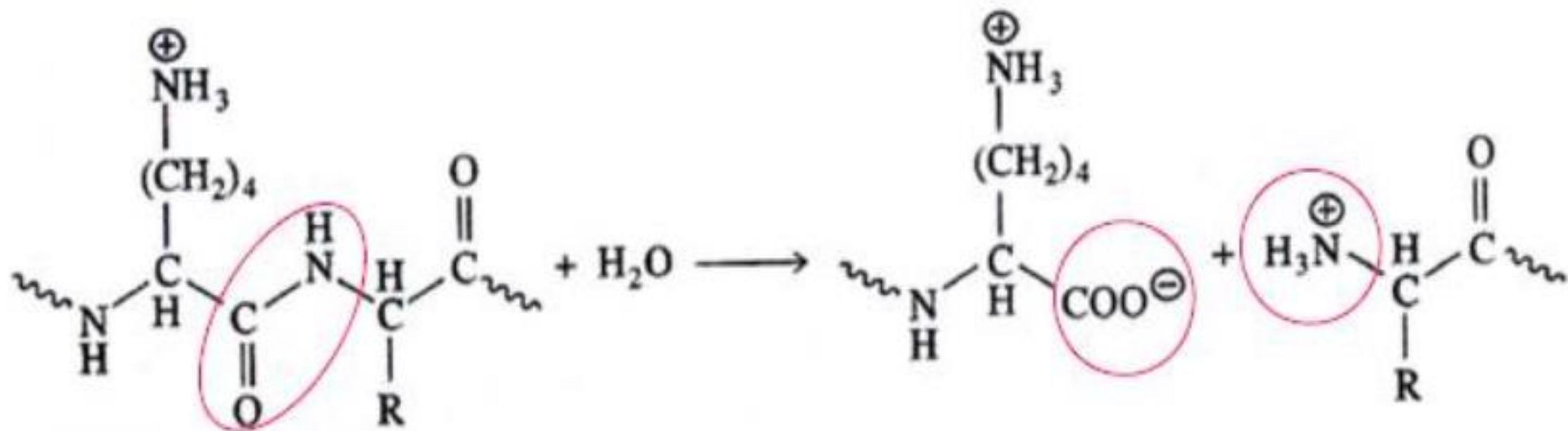
- Les transférases réalisent le transfert d'un groupement d'une molécule donneuse à une molécule acceptrice. Les noms les plus retrouvés pour ces enzymes sont transférases, polymérases. Dans beaucoup de cas, la molécule donneuse est un cofacteur (coenzyme) qui porte le groupe à transférer. Pour les transférases, 10 sous-classes sont répertoriées.

Alanine aminotransferase (transaminase) : transfert de groupe aminé



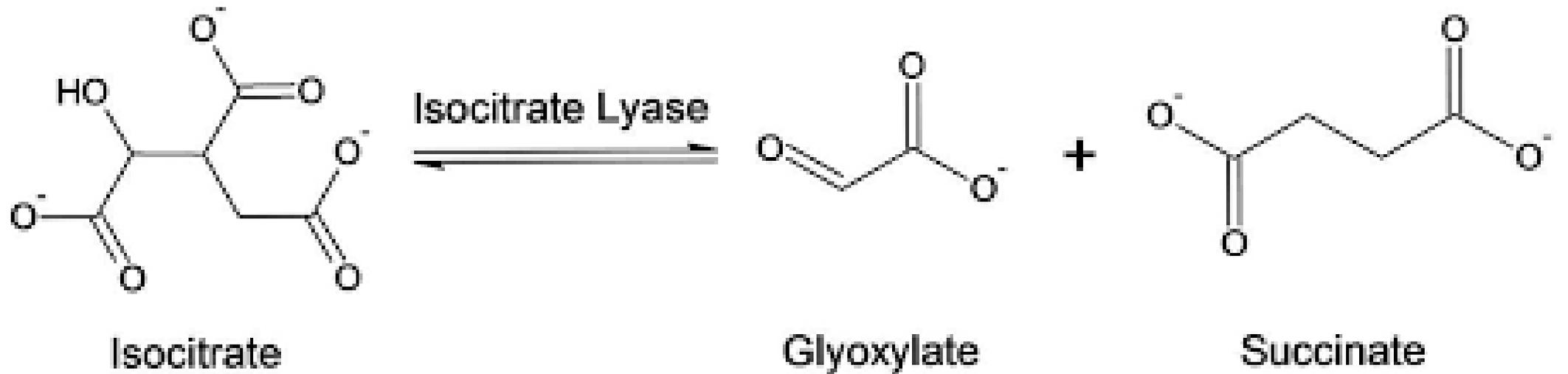
3. *Hydrolases*

- Les hydrolases permettent l'hydrolyse de liaisons variées grâce à l'intervention d'une molécule d'eau. Le préfixe de l'enzyme est généralement le diminutif de la molécule clivée (proté(o)- pour protéine, lip(o)- pour lipide ou glucid(o)- pour les glucides) suivi du suffixe -ase. Ainsi, les noms obtenus pour cette catégorie d'enzymes sont protéases, lipases ou glucidases. Les hydrolases comptent 13 sous-classes.



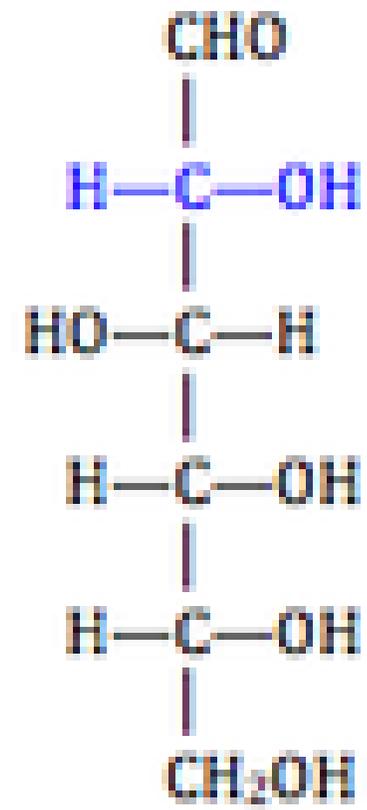
4. *Lyases*

- Les lyases clivent des simples liaisons type C-C, C-O, C-N, ainsi que des doubles liaisons par d'autres procédés que l'hydrolyse ou l'oxydation. La réaction inverse de création de liaison est également possible. Les noms les plus communs de ces enzymes sont décarboxylases, aldolases, déshydratases ou synthases. Pour les lyases, 8 sous-classes sont établies.

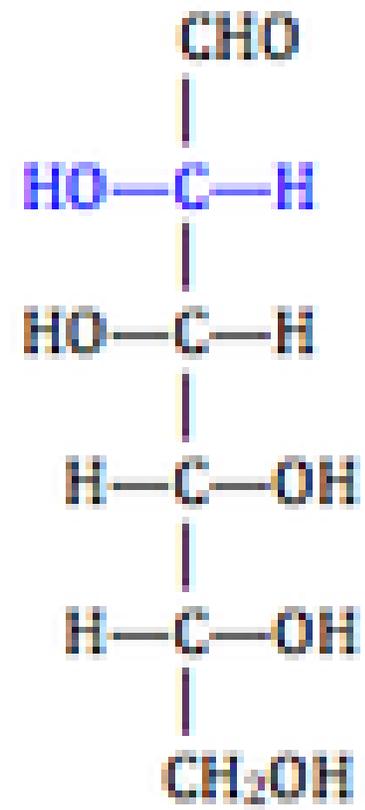


5. Isomérases

- Les isomérases permettent la formation d'un isomère d'une molécule donnée.
- Enzyme qui catalyse des réarrangements intramoléculaires (par exemple la transformation d'une forme L en forme D ou d'une forme cis en forme trans).



D-Glucose

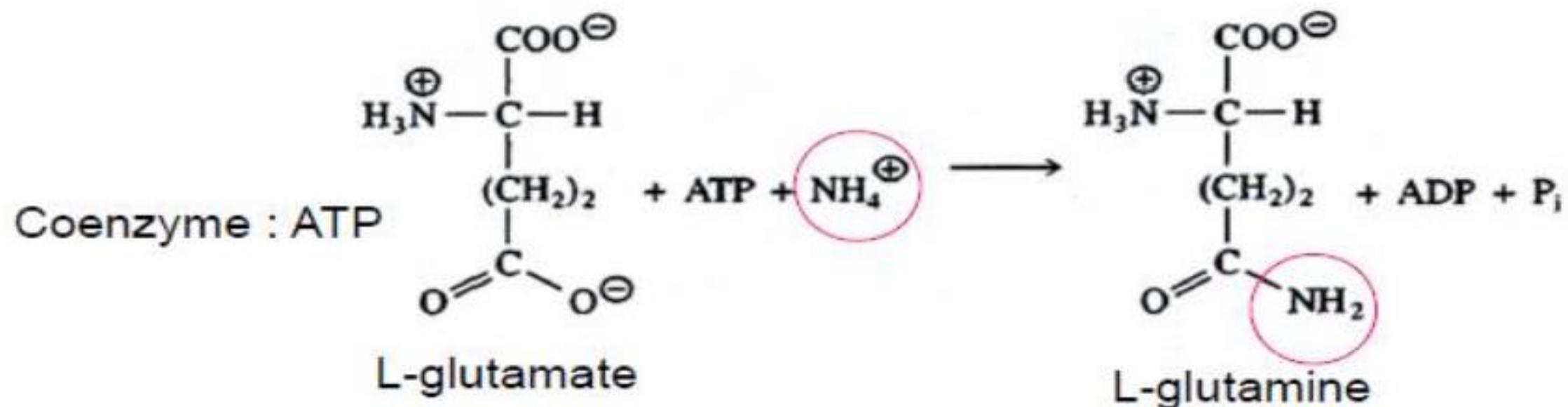


D-Mannose

6. ligases ou synthétases

- Une ligase est une enzyme capable de créer une nouvelle liaison covalente entre deux molécules.
- Est une enzyme qui catalyse la jonction de deux molécules par de nouvelles liaisons covalentes avec hydrolyse concomitante de l'ATP ou d'autres molécules similaires.
- Produisent l'action inverse des hydrolases.

Glutamine synthétase : synthèse ATP dépendante de la L-glutamine



Site actif des enzymes

- Les enzymes sont des protéines, elles ont des interactions avec d'autres molécules qui peuvent être protéique ou non protéique ; c'est molécules sont appelées **ligands**.
- Le substrat est un ligand spécifique des enzymes.

- Les interactions entre enzymes et substrat font intervenir des liaisons non covalentes :

- ❖ Liaisons hydrogènes

- ❖ Liaisons de Van der waals

- Ces interactions entre enzymes et substrat sont des réactions spontanées, qui ne nécessitent aucune énergie.

- Cette interaction fait intervenir :

- ❖ **Un phénomène de reconnaissance très spécifique**

- ❖ **Un phénomène d'attraction**

- Une protéine dénaturée par la chaleur est incapable de lier son ligand;
- L'activité enzymatique et la spécificité des enzymes dépendent de l'hélicité et de la conformation spatiale de la protéine.

- **Définition**

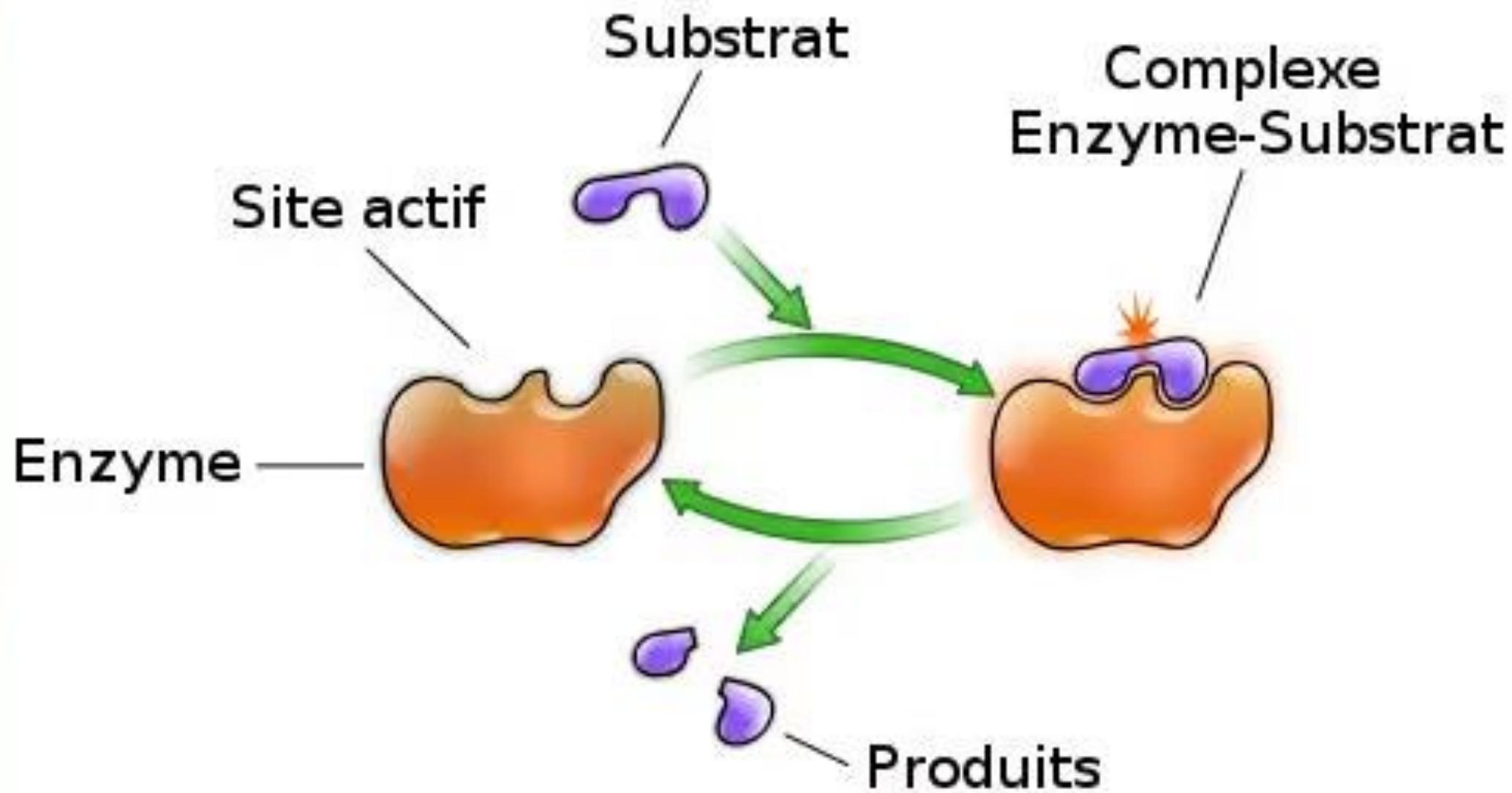
:

Le site actif est une zone privilégiée, qui a la forme d'une cavité, situé dans la zone hydrophobe de la protéine, au niveau de laquelle s'exerce électivement le pouvoir catalytique de l'enzyme.

- Il est subdivisé en 2 parties :

a- Site de liaison, fixation, et reconnaissance : Reconnaît la complémentarité de forme avec un substrat spécifique de l'enzyme.

b- Site catalytique : Permet la réaction transformant le substrat en produit.



- Il comprend 3 types d'acides aminés :

- 1- **Acides aminés contributeurs** : Permettent à la protéine enzymatique d'adopter une conformation spatiale pour que le ligand puisse s'adapter à la protéine

- 2- **Acides aminés auxiliaires** : Assurent la mobilité des zones situées au voisinage du centre actif

3- Acides aminés de contact : Lieu de la réaction enzymatique. Fait intervenir des groupements particuliers de ces acides aminés de contact, qui interagissent avec un ou plusieurs groupements particuliers du substrat.