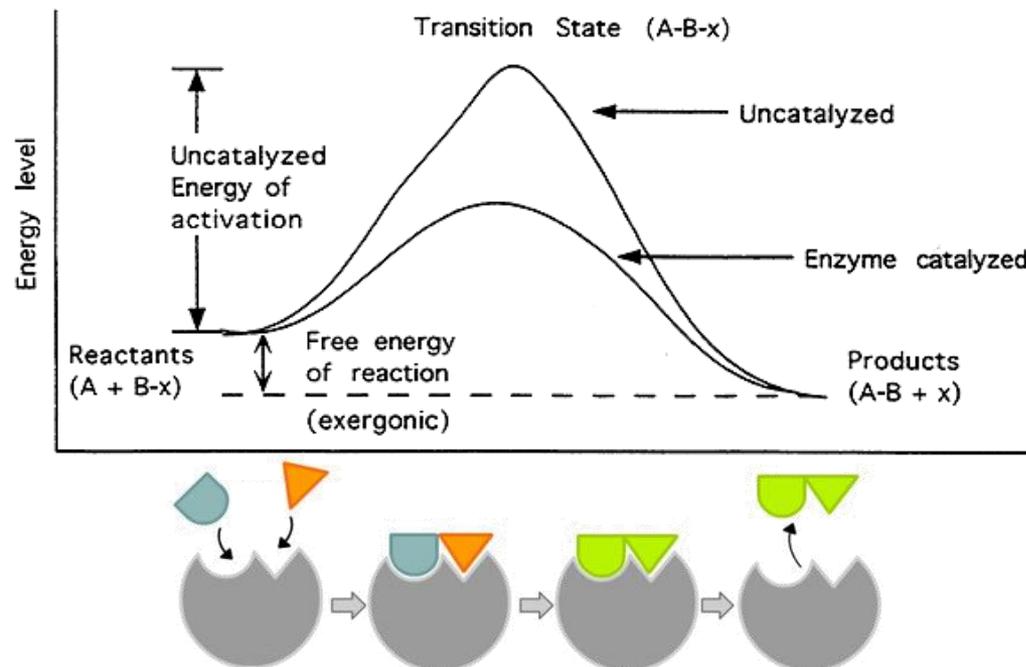


Module : **BIOCHIMIE**

Responsable du module : **Dr. AROUSSI Abdelkrim**

Classe : **Licence 2^{ème} année**



Année Universitaire : **2021 / 2022**



CHAPITRE 4 :

NOTIONS D'ENZYMOLOGIE

Introduction :

Définition et propriétés générales des enzymes

Les enzymes : protéines (globulaires) douées d'activité catalytique spécifique

- Une spécificité d'action
- Une spécificité de substrat
- Un pouvoir catalytique qui est soumis à régulation

Ce sont des catalyseurs biologiques de réactions métaboliques :

- Une enzyme accroît la vitesse d'une réaction chimique, et ne catalyse qu'un seul type de réaction dont elle est spécifique : Elle est spécifique d'un substrat
- La synthèse de leur partie protéique par les cellules qui les utilisent, se fait selon le phénomène de synthèse protéique

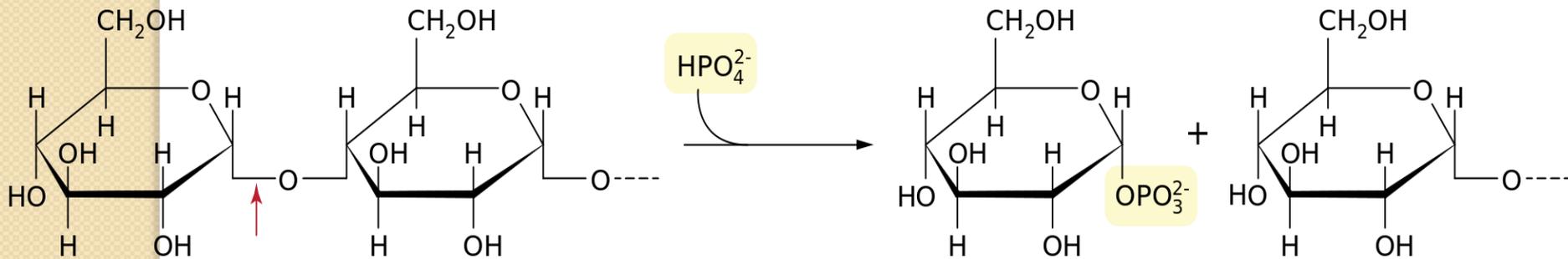
Rôle : interviennent dans diverses réactions de dégradation ou de synthèse

Introduction :

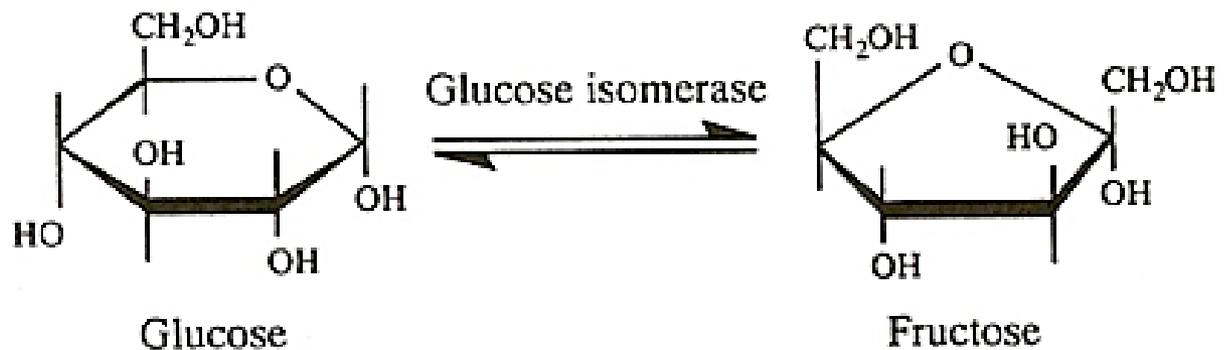
Définition et propriétés générales des enzymes

Exemples :

Phosphorylase : fixe l'acide phosphorique sur les sucres



Isomérases : transforment une molécule en son isomère



Introduction :

Définition et propriétés générales des enzymes

Structure des enzymes : elles adoptent plusieurs degrés d'organisation (Voir cours structure des protéines)

1- Structure primaire : se définit par la séquence en acides aminés

2- Structure secondaire : La séquence en acides aminés subit des repliements pour former des motifs (hélices α et feuillet β)

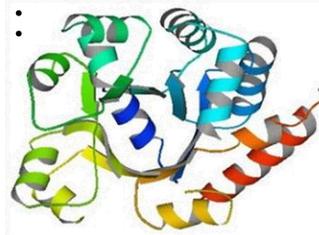
3- Structure tertiaire : Formée par l'association de plusieurs motifs, donnant une forme spatiale à la protéine (enzyme).

Cette organisation entraîne une localisation:

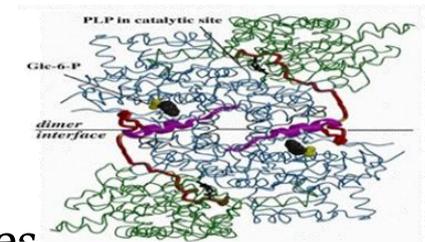
- Des acides aminés polaires en surface externe
- Des acides aminés non polaires vers l'intérieur de la molécule

N.B. : C'est au niveau de cette zone que se situe le site actif d'une enzyme pour qu'une enzyme soit fonctionnelle, il faut qu'elle adopte une **structure tertiaire :**

Structure (III)



Structure (IV)
Enz. régulatrices



Introduction :

Définition et propriétés générales des enzymes

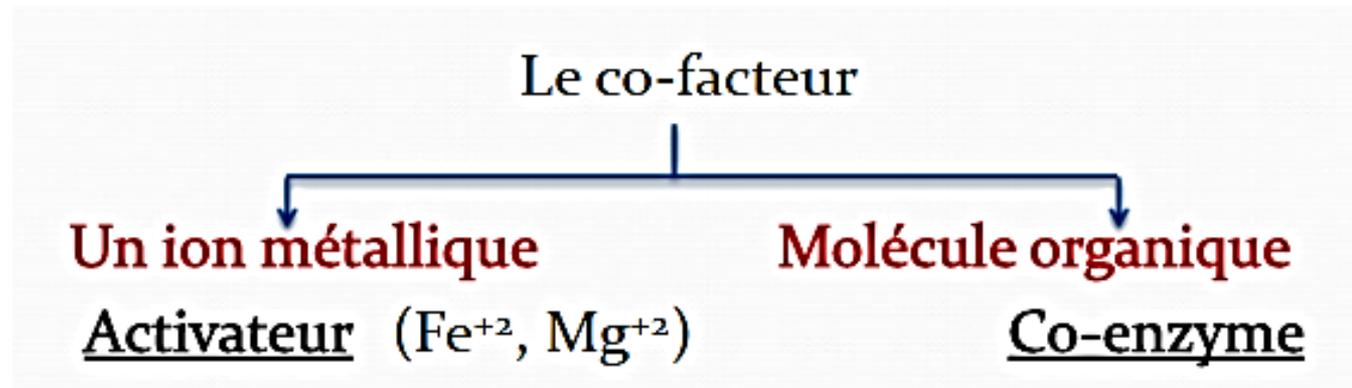
4- Structure quaternaire : Association de plusieurs chaînes protéiques

Cette structure est adoptée par les enzymes régulatrices

Certaines enzymes sont actives par eux mêmes, sans autre groupes fonctionnels ; d'autres au contraire nécessitent la présence d'un composé non protéique : **Co-facteur**

Le Co-facteur est soit :

- Un ion métallique appelé activateur (Fe^{+2} , Mg^{+2})
- Molécule organique : appelée co-enzyme



Introduction :

Définition et propriétés générales des enzymes

Propriétés générales des enzymes :

Nature protéique :

- Toutes les enzymes sont des protéines

Spécificité des enzymes :

Les enzymes sont hautement spécifiques, on distingue :

- **Spécificité de substrat :**

Substrat : La molécule liée au site actif et sur laquelle l'enzyme va agir est appelée substrat

La spécificité de substrat est variable, certaines enzymes ont une spécificité absolue ; transformant un substrat unique en un produit unique

Exemple :

Glucokinase : phosphoryle que le glucose

D'autres ont une spécificité plus large, transformant le substrat d'une classe de substrat en autant de produits

Hexokinase : phosphoryle divers hexoses, dont le glucose

Introduction :

Définition et propriétés générales des enzymes

Propriétés générales des enzymes (suite):

- **Spécificité d'action :**

Une enzyme → Une seule réaction catalysée

Kinases : Ne catalysent que les réactions de phosphorylation en présence d'ATP

Décarboxylases : catalysent la décarboxylation des molécules contenant un groupement carboxyle

Spécificité des enzymes :

L'activité d'une enzyme est contrôlée par des modulateurs :

- Les activateurs augmentent l'activité.
- Les inhibiteurs la diminuent.

Ce qui permet d'ajuster la vitesse globale d'un métabolisme au besoin cellulaire

Exemple:

La phosphofructokinase est activée par l'AMP et inhibée par l'ATP.

Introduction :

Définition et propriétés générales des enzymes

Classification des enzymes :

La commission des enzymes et l'union internationale en biochimie a établi une classification et une nomenclature systémique, comportant :

6 classes, Chacune subdivisée en sous classe

- 1) **Oxydoréductase** : assure une oxydoréduction
- 2) **Transférane** : assure un simple transfert
- 3) **Hydrolase** : assure une hydrolyse
- 4) **Lyase** : assure une addition sur une double liaison
- 5) **Isomérase** : assure une réaction d'inter conversion d'isomères
- 6) **Ligase ou synthétase** : catalyse les réactions de création de liaisons
(C-C / C=O / C-N / C-S)

Le site actif

Site actif des enzymes :

- Ce sont des protéines qui ont des interactions avec d'autres molécules qui peuvent être protéique (ou non), 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.
 - Ces interactions font intervenir :
 - Un phénomène de reconnaissance très spécifique (attraction)
 - Une protéine dénaturée par la chaleur est incapable de lier son ligand ;
- L'activité enzymatique et la spécificité des enzymes dépendent de la conformation spatiale de la protéine.

Le site actif

1- 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 le pouvoir catalytique de l'enzyme.

Il est subdivisé en 2 parties :

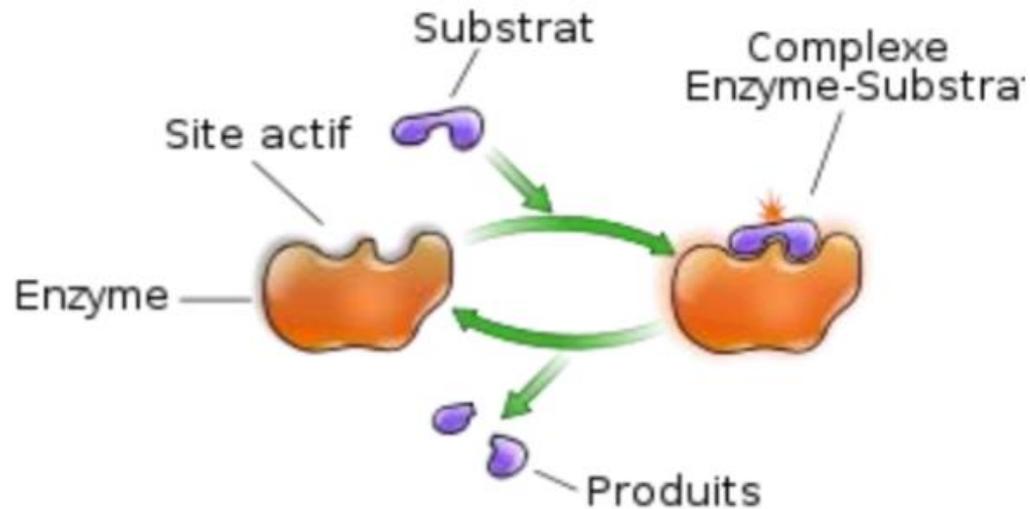
a)- Site de liaison, fixation, et reconnaissance :

Reconnait la complémentarité de forme avec un substrat spécifique de l'enzyme

b)- Site catalytique :

Permet la réaction transformant le substrat en produit:

Le site actif



Il comprend 3 types d'acides aminés :

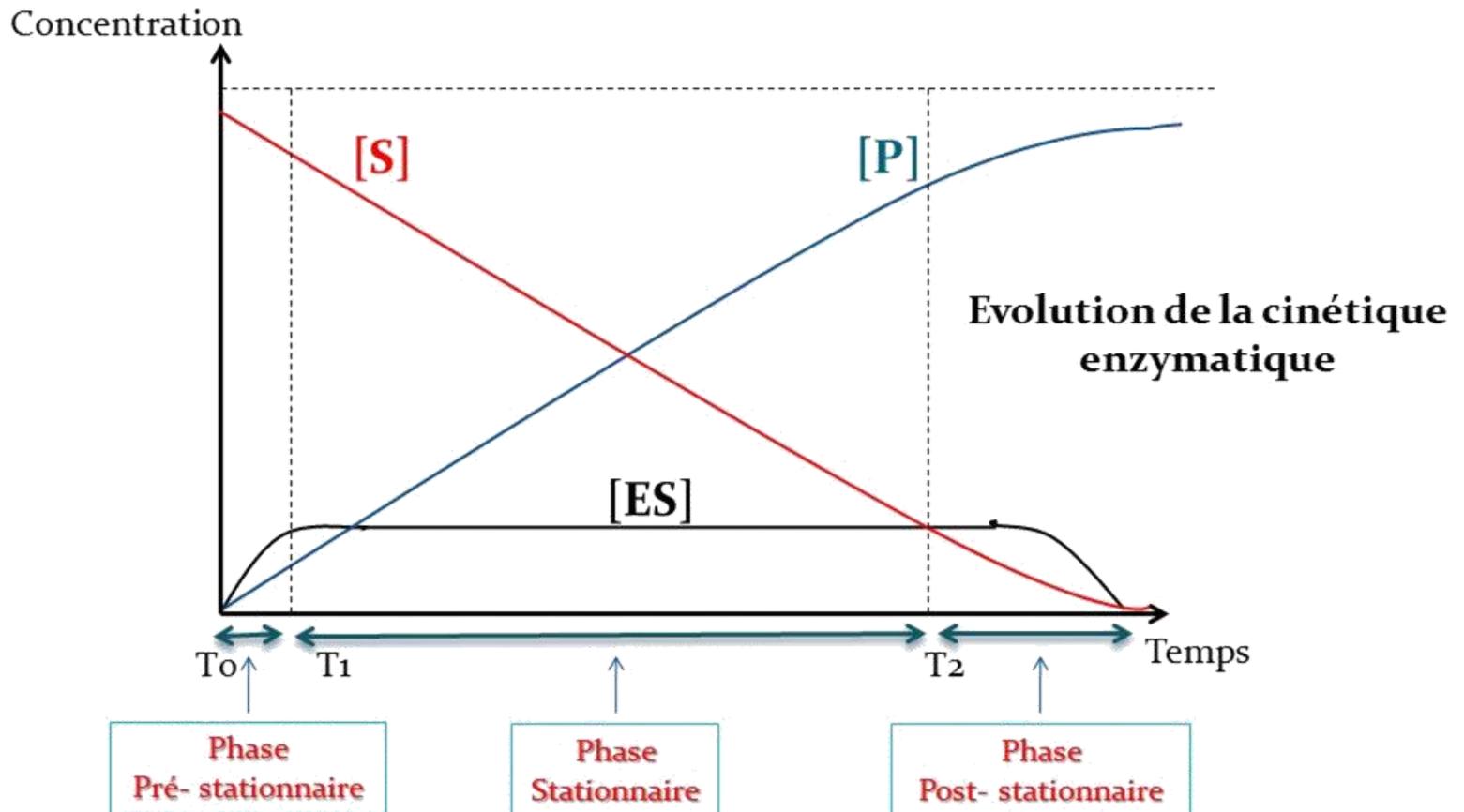
- 1- Acides aminés contributeurs** : Permettent à la (P) enzymatique d'adopter une conformation spatiale pour que le ligand s'adapte à la (P)
- 2- Acides aminés auxiliaires** : Assurent la mobilité des zones situées au voisinage du centre actif
- 3- Acides aminés de contact** : Lieu de la réaction enzymatique qui fait intervenir des groupements particuliers de ces acides aminés de contact, qui interagissent avec les groupements particuliers du substrat.

La Cinétique enzymatique à un substrat

I- Définition de la cinétique enzymatique :

C'est l'étude des **vitesse max** de réactions et de leurs **modifications**, en réponse aux changements des conditions expérimentales.

II- Les différentes phases de la réaction enzymatique:



La Cinétique enzymatique à un substrat

II- Les différentes phases de la réaction enzymatique: (suite)

Phase Pré-stationnaire :

Enzyme mise en présence d'excès de substrat
Combinaison ES très rapide

Phase Stationnaire :

Enzyme saturée par le substrat
Combinaison ES est à concentration maximale Constante
Vitesse de la réaction est constante (tant que le substrat est à concentration saturante de l'enzyme)

Phase Post stationnaire :

Diminution de S de manière significative au bout d'un temps plus au moins long selon l'enzyme

La Cinétique enzymatique à un substrat

II- Les différentes phases de la réaction enzymatique: (suite)

[S] \nearrow : La vitesse de la réaction est indépendante de la concentration en substrat (dépend de la réaction enzymatique)

Faible quantité de S : La vitesse de la réaction est proportionnelle à la concentration en substrat

III- Définition de la vitesse d'une réaction enzymatique :

S'exprime par:

- La quantité de **substrat** métabolisé par unité de temps

$$V = - dS / dt$$

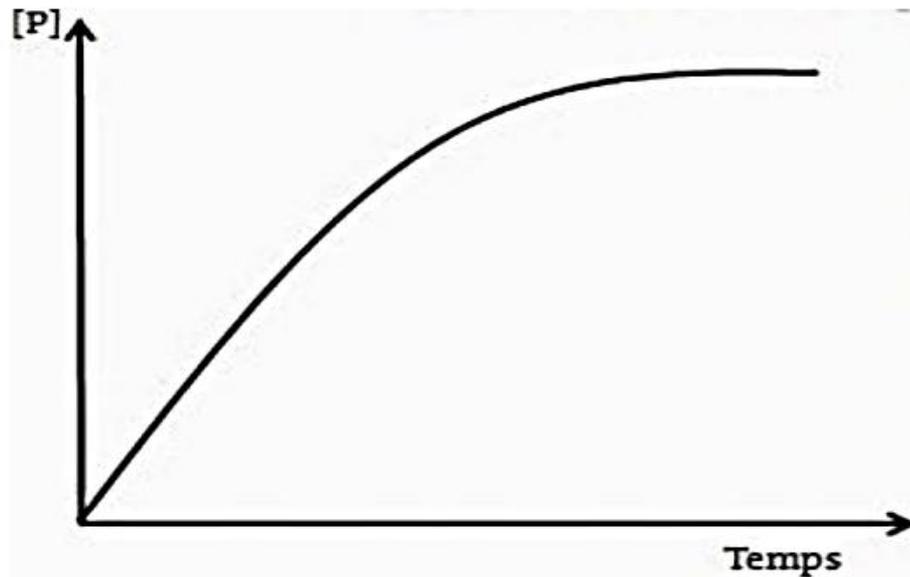
- Ou par la quantité de **produit** formé par unité de temps

$$V = dP / dt$$

La Cinétique enzymatique à un substrat

III- Définition de la vitesse d'une réaction enzymatique : (suite)

Variation de la concentration en produit en fonction du Temps :



Phase I: $v_0 = dP/dt$

Phase II:

Inflexion de la droite par:
-Epuisement du substrat
- Inactivation de l'enzyme
- Formation d'une grande quantité de produits, susceptible de donner la réaction inverse



Merci de votre attention !