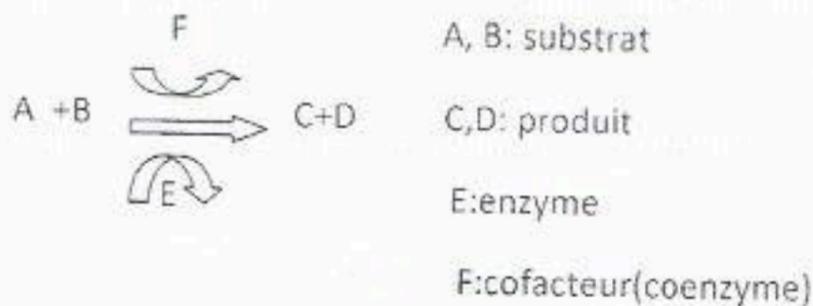


ENZYMOLOGIE

I/Introduction :

- ❖ l'enzymologie est la partie de la biochimie qui étudie les propriétés structurales et fonctionnelles des enzymes (la relation structure- fonction).
- ❖ En particulier, elle s'applique à décrire la vitesse des réactions catalysées par les enzymes.



- Les enzymes sont des protéines douées d'une activité biologique particulière : se sont des catalyseurs qui permettent d'accélérer la vitesse de ces réactions.
- Exemple : la dégradation du glucose, pour obtenir de l'énergie.



-sans catalyse enzymatique, durée.....plusieurs mois !!

-avec catalyse enzymatique, durée.....quelques secondes !!

II/Définitions :

A/ENZYME

- **Protéine présentant des propriétés de catalyse spécifiques d'une réaction chimique du métabolisme de l'être vivant qui la produit.**

Toutes les enzymes sont des protéines.

- Les protéines enzymatiques sont des catalyseurs, c'est-à-dire qu'en agissant à des concentrations très petites, elles augmentent la vitesse des réactions chimiques, sans en modifier le résultat.
- A la fin de la réaction la structure de l'enzyme se retrouve inchangée
Il existe deux grandes catégories d'enzymes:
- ✓ Les enzymes purement protéiques (qui ne sont constituées que d'acides aminés), les holoenzymes.
- ✓ Les enzymes en deux parties, une partie protéique (l'apoenzyme) et une partie non protéique (le cofacteur), appelées « hétéro enzymes »

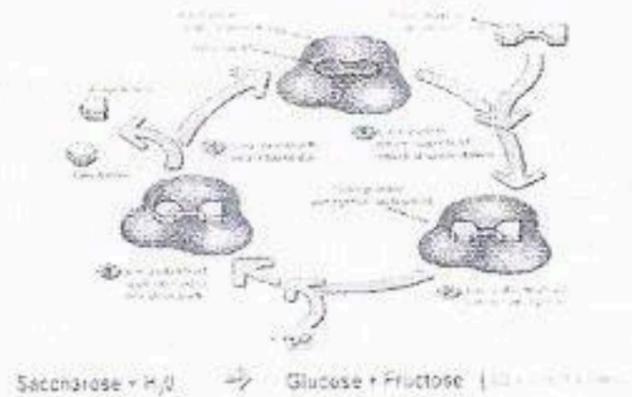
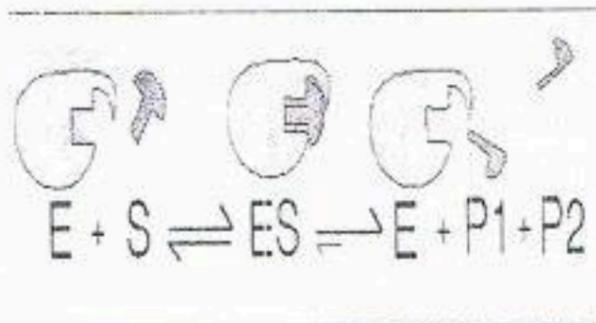
B/ SUBSTRAT

- **Molécule qui entre dans une réaction pour y être transformée grâce à l'action catalytique d'une enzyme.**
- Toutes les molécules qui entrent dans une réaction enzymatique et sont définitivement modifiées sont appelées substrats.

C/ PRODUIT

- **Molécule qui apparaît au cours d'une réaction catalysée par une enzyme.**

- La nouvelle molécule qui résulte de cette transformation est appelée produit.
- D/ COFACTEUR**
- Corps chimique intervenant obligatoirement dans une réaction enzymatique :
 - pour transporter ou compléter un substrat ;
 - pour accepter un produit ;
 - comme participant à la structure de l'enzyme.
- ✓ Les cofacteurs peuvent être des ions comme l'atome de Zinc de l'anhydrase carbonique
- ✓ ou de petites molécules minérales habituellement présentes dans les milieux biologiques, à commencer bien sûr par la molécule d'eau.
- ✓ Certains cofacteurs sont des molécules plus complexes synthétisées par les cellules : nous les appellerons coenzymes.
- E/COENZYMES**
- Molécule biologique intervenant comme cofacteur indispensable dans la catalyse enzymatique d'une réaction.



III/ Spécificité

A/Notion de spécificité

1- Substrats

- Théoriquement, une seule réaction possible, sur un seul substrat
- En réalité, il existe une relation structure activité : il faut que la bonne liaison soit placée au bon endroit

Il est fréquent qu'une enzyme intervienne non sur une molécule unique, mais sur une classe de substrats.

- Exemple 1 : Galactose épimère en C4 du glucose, non pris en charge par les enzymes de la glycolyse
- Exemple 2 : β - oxydation des acides gras ,les enzymes prennent en charge des acyl - CoA. A chaque dégradation, perte d'un motif à 2 carbones, mais les mêmes enzymes fonctionnent sur le nouvel acyl - CoA, le même motif est reconnu.

2- Réaction

En fonction de l'environnement atomique du site catalytique, un seul type de réaction sera possible :

- acide - base
- redox, par échange d'électrons avec des ions métalliques (cytochromes)
- transferts de groupements

B/Classification et nomenclature des enzymes

1- Principe:

1961 - 1972 : Enzyme commission codification internationale.

- Un certain nombre d'appellations traditionnelles subsistent, en utilisant la dénomination du substrat en lui ajoutant le suffixe « ase » exp urée +ase → uréase.

Mais l'emploi des numéros de code est aujourd'hui obligatoire dans toutes les publications scientifiques et les documentations techniques et commerciales.

➤ Le numéro de code spécifie : EC X1.X2.X3.X4

X1 - le type de réaction (classe).

X2 - le type de fonction du substrat métabolisé (sous-classe).

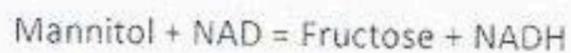
X3 - le type de l'accepteur (sous-sous-classe).

X4 - Le numéro d'ordre (dans la sous-sous-classe).

2- Classes et exemples

1 /Oxydoréductases : réaction redox portant sur différents résidus, associant des coenzymes, des cytochromes, des accepteurs comme O₂, ...

• EC 1.1.1.67 Mannitol : NAD oxydoréductase = Mannitol DH



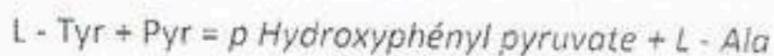
2/ Transférases : transfert d'un groupement carboné, phosphoré, azoté, etc. d'une molécule à une autre.

• On distingue parfois:

➤ les aminotransférases : transfert d'un groupement α -NH₂ d'une molécule sur un céto-acide, en position α : on obtient un nouvel acide aminé

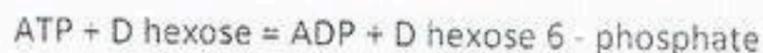
➤ les transaminases : le NH₂ n'est pas transféré en α : le nouveau composé n'est pas un acide α aminé

• EC 2.6.1.20 L - Tyrosine : pyruvate aminotransférase



➤ Kinase = Phosphotransférases avec transfert d'un ATP vers une autre molécule

• EC 2.7.1.1 ATP : D - hexose 6 - phosphotransférase = hexokinase

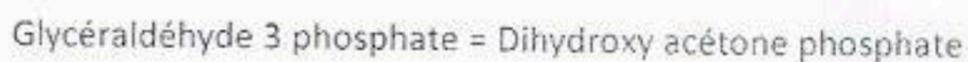


3 /Hydrolases : catalysent l'hydrolyse de diverses liaisons: liaisons ester, résidus glycosyle, etc.

4/ Lyases : catalysent l'enlèvement ou l'addition d'un groupement autrement que par hydrolyse

5/ Isomérases : Catalysent: les réactions d'isomérisation dans une simple molécule

• EC 5.3.1.1 D-glycéraldéhyde 3-phosphate céto-isomérase = Triose phosphate isomérase



6/ Ligases : création d'une liaison entre 2 molécules couplée avec la dégradation d'une liaison à haut potentiel énergétique.

Exemple avec codification : Exemple sur l'enzyme qui catalyse cette réaction:



- 1) La classe 2 : Un groupe phosphate est transféré de l'ATP au C-6-OH du glucose, l'enzyme est donc une transférase.
- 2) La sous classe 7 des transférases regroupe les enzymes qui catalysent le transfert d'un groupe contenant du phosphate
- 3) La sous-sous-classe 1 englobe les phosphotransférases dont l'accepteur est un alcool.
- 4) L'enzyme enregistré sous le numéro 2 de cette sous-sous-classe est l'ATP: D-glucose-6-phosphotransférase et son numéro complet dans la classification est: EC 2.7.1.2

IV/ Spécificité de l'association protéine-ligand-site actif :

Le site actif des enzymes : les protéines enzymatiques interagissent avec d'autres molécules protéiques ou non protéiques ; ces molécules sont appelées **ligands**

- Le substrat est un ligand spécifique des enzymes
- Les interactions entre enzyme et substrat font intervenir des liaisons non covalentes : -liaisons hydrogènes.
-liaisons de Van der waals.
- Cette structure globale de la macromolécule permet à une région particulière, le site actif (souvent enfoui au sein de la protéine), d'adopter elle aussi une structure spatiale qui est reconnue par le ligand spécifique de la protéine.
- Le site actif est constitué d'un petit nombre d'acides aminés qui le plus souvent ne sont pas contigus dans l'enchaînement de la chaîne polypeptidique.
- Ces acides aminés sont caractérisés par une chaîne latérale dont à la fois la nature chimique (groupement ionisable ou polarisable) et la structure (encombrement stérique) sont spécifiquement adaptés à la reconnaissance du(ou des) ligand(s)
- La stéréochimie qui résulte de cet agencement unique des acides aminés qui constituent le site actif est la cause de la stéréospécificité de reconnaissance entre ces acides aminés et le ligand.
- On distingue donc au sein du site actif:
 - ❖ Les acides aminés qui constituent le site de fixation ou de liaison (ces acides aminés n'ont pas de fonction chimique impliquée dans la réaction).
 - ❖ Les acides aminés qui constituent le site catalytique.
- Chaque enzyme « reconnaît » spécifiquement une ou plusieurs molécules de substrat selon un principe de complémentarité de type clé-serrure, d'après la projection de Fischer.

