

# CHAPITRE 7

## ENZYMOLOGIE

L'enzymologie est la partie de la biochimie qui étudie les propriétés structurales et fonctionnelles des enzymes. Elle s'intéresse aussi à décrire la vitesse des réactions catalysées par les enzymes, c'est-à-dire la cinétique enzymatique.

### 1. LES ENZYMES

---

Les organismes vivants sont le siège de nombreuses réactions biochimiques. Ces réactions constituent le métabolisme, c'est-à-dire la biosynthèse (anabolisme) et la dégradation (catabolisme) d'un grand nombre de molécules biologiques.

Ces réactions se déroulent dans des conditions physiologiques qui ne pourraient pas avoir lieu dans la présence d'enzymes. Les enzymes ont donc un rôle vital.

#### 1.1. Définitions

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

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.

Les enzymes agissent en très faible quantité, ne sont pas consommées au cours de la réaction (c'est-à-dire qu'elles se retrouvent intactes à la fin de la réaction) et ont une spécificité de substrat et de réaction, c'est-à-dire qu'une enzyme transforme un substrat donné grâce à une réaction donnée.

Les protéines enzymatiques sont synthétisées par les êtres vivants, synthèse déterminée génétiquement.

**Substrat** : molécule qui entre dans une réaction pour y être transformée grâce à l'action catalytique d'une enzyme.

**Produit** : molécule qui apparaît au cours d'une réaction catalysée par une enzyme. La nouvelle molécule qui résulte de cette transformation est appelée produit.

**Ligand** : corps chimique ayant une liaison spécifique avec une enzyme. Toutes les molécules ayant une liaison spécifique avec une protéine sont appelées ligand. Pour chaque ligand, il existe au moins un site de fixation sur la protéine qui le reçoit.

**Cofacteur** : corps chimique intervenant dans une réaction enzymatique : pour accepter ou compléter un substrat, pour accepter un produit, comme participant à la structure de l'enzyme. Les cofacteurs peuvent être des ions, des petites molécules minérales ou encore l'eau. Certains cofacteurs sont des molécules plus complexes synthétisées par les cellules : ce sont les coenzymes.

**Coenzymes** : molécules biologiques intervenant comme cofacteur indispensable dans la catalyse enzymatique d'une réaction :

- les coenzymes libres interviennent dans la réaction de manière stœchiométrique, c'est-à-dire en même proportion que le substrat ;
- les coenzymes liés interviennent dans la réaction de manière catalytique, leur concentration est alors la même que celle de l'enzyme.

Les coenzymes sont des molécules biologiques, c'est-à-dire que leur synthèse naturelle ne peut être faite que par des cellules vivantes. Lorsque cette synthèse n'est pas inscrite dans le patrimoine génétique d'une espèce, alors tout ou partie de la molécule du coenzyme doit être apporté par l'alimentation : cet aliment indispensable est une vitamine.

## 1.2. Structure des enzymes

Il existe deux grands groupes d'enzymes :

- les enzymes entièrement protéiques ou enzymes holoprotéiques ;
- les enzymes formées d'une partie protéique, l'apoenzyme, et d'une partie non protéique, le cofacteur. Ces enzymes sont dites hétéroprotéiques.

### 1.2.1. Les enzymes holoprotéiques

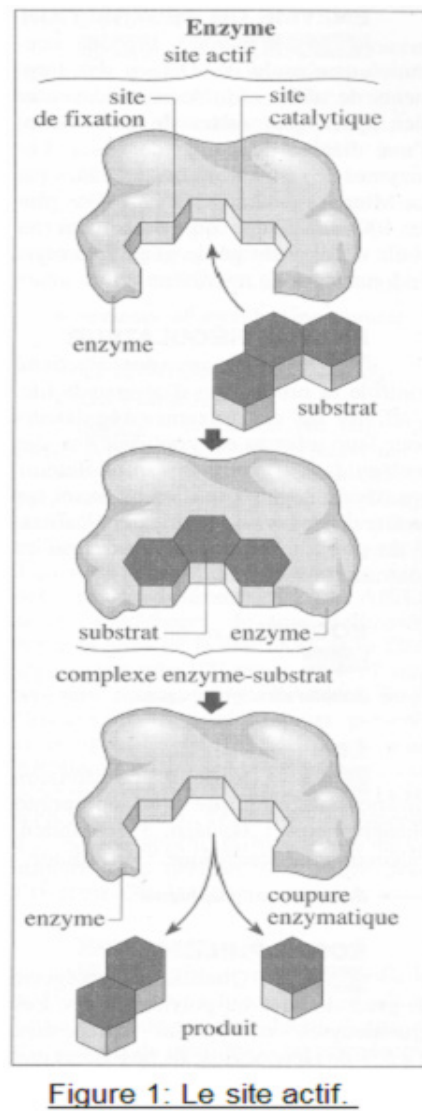
Il s'agit de protéines globulaires pouvant être formées d'une seule chaîne polypeptidique ou de plusieurs chaînes identiques ou différentes.

Ces enzymes possèdent un site actif qui comprend :

- un site de fixation du substrat ;
- un site catalytique qui agit sur le substrat pour lui faire subir la réaction chimique.

Les interactions par lesquelles le substrat se fixe à l'enzyme impliquent des interactions de Van der Waals, électrostatiques, hydrophobes et des liaisons hydrogène.

La conformation et la composition chimique du site actif déterminent la spécificité de l'enzyme.



**Figure 1: Le site actif.**

### 1.2.2. Les enzymes hétéroprotéiques

Il s'agit d'enzymes à cofacteurs qui sont soit de nature inorganique, comme les ions métalliques, soit de nature organique, comme les coenzymes.

La partie protéique ou apoenzyme intervient dans la spécificité au niveau du site de fixation du substrat et le coenzyme correspond au site catalytique. Ainsi, la réaction se produit par fixation du substrat sur l'apoenzyme puis action catalytique du coenzyme.

À la différence des enzymes qui sont spécifiques, les coenzymes ne le sont pas et plusieurs enzymes peuvent avoir le même coenzyme.