



Chapitre 3

Les enzymes et leur fonctionnement

Nous avons vu que les protéines étaient produites grâce à la transcription puis à la traduction. Après leur production, les protéines vont acquérir leur forme tridimensionnelle (3D) pour devenir active. Certaines protéines sont des enzymes qui permettent de réaliser rapidement les réactions chimiques du métabolisme au sein des cellules. Comment les enzymes réalisent-elles les réactions du métabolisme de façon spécifique ? Nous verrons tout d'abord les caractéristiques générales des enzymes puis nous identifierons leur double spécificité et enfin nous expliquerons l'importance du site actif.

I. Les enzymes sont des biocatalyseurs spécifiques

TP6 - La spécificité des enzymes

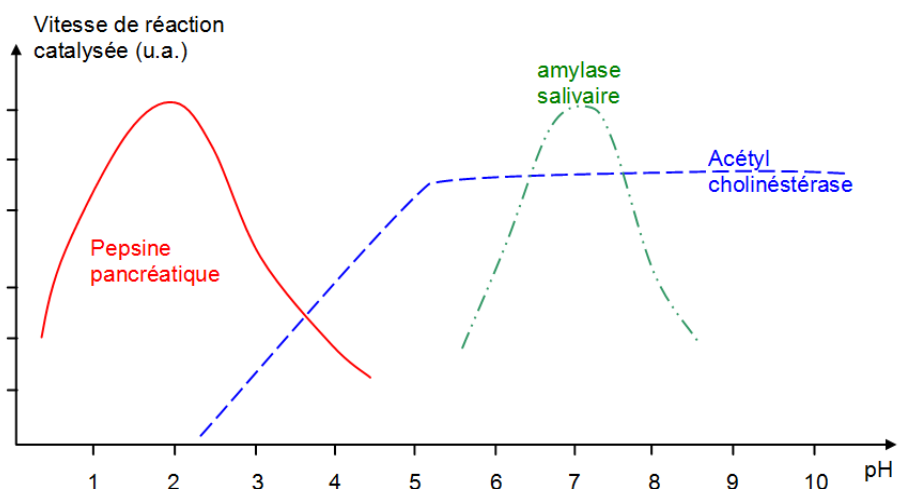
1- Les propriétés des enzymes (p84 - 85)

Une enzyme ou catalyseur biologique ou biocatalyseur est une protéine qui présente les propriétés suivantes :

- Elle transforme un substrat en produit
- Elle accélère (catalyse) les réactions qui se font habituellement à des vitesses très lentes.
- Elle agit à très faible concentration.
- Elle est retrouvée intacte après la réaction chimique et elle n'intervient pas dans l'équation bilan.
- Elle agit rapidement (durée de la réaction 10^{-3} sec). En 1 seconde, une enzyme peut donc catalyser la transformation de mille molécules.

2- Les enzymes sont sensibles à l'environnement

L'action des enzymes est variable selon l'environnement. La plupart des enzymes (comme l'amylase) a un



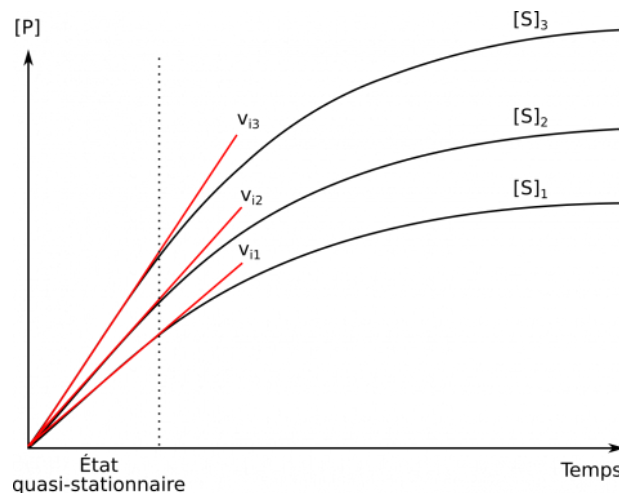
fonctionnement maximal pour une température de 37°C et un $\text{pH}=7$: il s'agit des conditions optimales (température optimale ou pH optimal). Néanmoins, certaines enzymes peuvent fonctionner à des conditions différentes et mêmes parfois extrêmes (Taq Polymérase fonctionnant à 72°C , Pepsine fonctionnant à $\text{pH}2$).

3- Vitesse de réaction et concentrations optimales de réactifs

La vitesse de la réaction varie selon plusieurs paramètres :

- La concentration en substrat : plus elle est forte, plus la vitesse de réaction est importante (forte au début de la réaction, faible voire nulle en fin de réaction). Si la concentration en substrat est trop forte, il y aura saturation de l'enzyme.
- La concentration enzyme : plus les enzymes sont nombreuses, plus elles peuvent réaliser un grand nombre de réaction et plus la vitesse est importante.

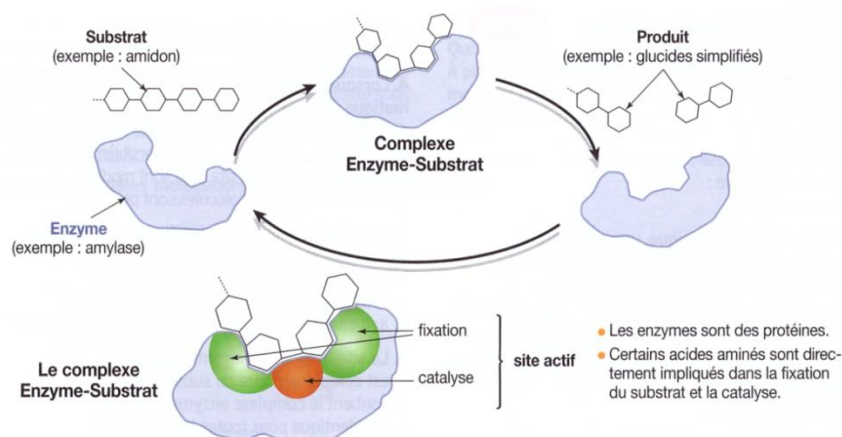
Il faut donc des quantités raisonnables (équilibre) d'enzyme et de substrat pour que la réaction ait lieu convenablement.



On peut évaluer la vitesse de la réaction par la méthode graphique (méthode des tangentes). Pour cela, on réalise un graphique montrant la concentration de produit formé au cours du temps. La vitesse est alors évaluée par la tangente en un point. Plus la pente de la tangente est forte, plus la vitesse est importante.

Remarque : la tangente à l'origine correspond à la vitesse initiale (V_i).

La saturation des enzymes permet de suggérer l'existence d'un complexe ENZYME - SUBSTRAT.



CCL : L'activité catalytique d'une enzyme nécessite sa fixation temporaire sur le substrat. Une fois le complexe formé, la réaction chimique démarre. A la fin de la réaction le complexe se dissocie et les produits formés sont libérés. L'enzyme n'intervient donc pas dans la réaction et elle travaille à faible concentration mais très rapidement.

II- La double spécificité des enzymes

1 – La spécificité de substrat des enzymes :

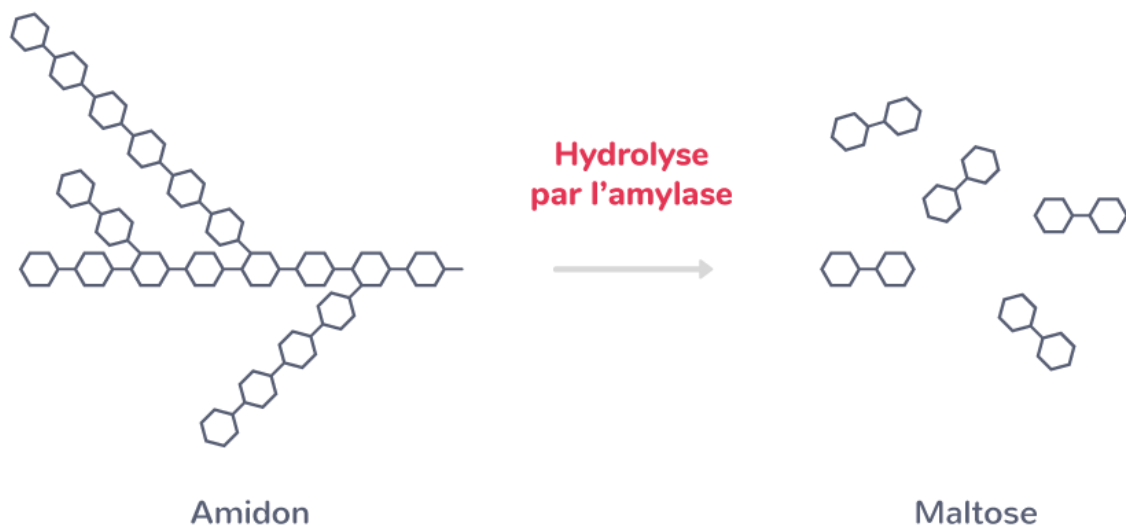
Le substrat est la molécule sur laquelle une enzyme agit. Chaque enzyme agit spécifiquement sur un substrat donné. Par exemple, l'amylase agit sur l'amidon mais ne peut hydrolyser (dégrader) d'autres molécules proches comme le glycogène. La spécificité d'une enzyme pour un substrat donné suggère une reconnaissance du substrat et la présence d'un site de fixation.

NB : Cette spécificité permet parfois de nommer certaines enzymes en fonction de la nature du substrat sur lequel elles agissent : l'amylase dégrade l'amidon, la saccharase dégrade le saccharose, la cellulase dégrade la cellulose.

NB : Plusieurs enzymes différentes peuvent toutefois agir sur le même substrat. Ex : l'ADN Polymérase et l'hélicase agissent sur l'ADN mais elles n'ont pas la même action.

2 – La spécificité d'action des enzymes :

Sur un substrat donné, une enzyme a une action définie : elle catalyse une réaction chimique précise. Par exemple, l'amylase hydrolyse l'amidon, c'est-à-dire qu'elle découpe l'amidon en molécules plus petites (du maltose, constitué de 2 glucoses).



NB : Cette spécificité permet parfois de nommer certaines enzymes en fonction de la nature du substrat sur lequel elles agissent : l'ADN Polymérase est l'enzyme qui polymérise (construit) l'ADN, alors que l'ARN Polymérase polymérise l'ARN.

NB : Plusieurs enzymes différentes peuvent parfois synthétiser le même produit mais à partir de substrats différents. Ex : L'amylase et la cellulase produisent du maltose mais pas à partir des mêmes substrats (amidon ou cellulose).

III- Le fonctionnement du site actif

TP7 : Le mode d'action des enzymes

1 – La découverte du site actif

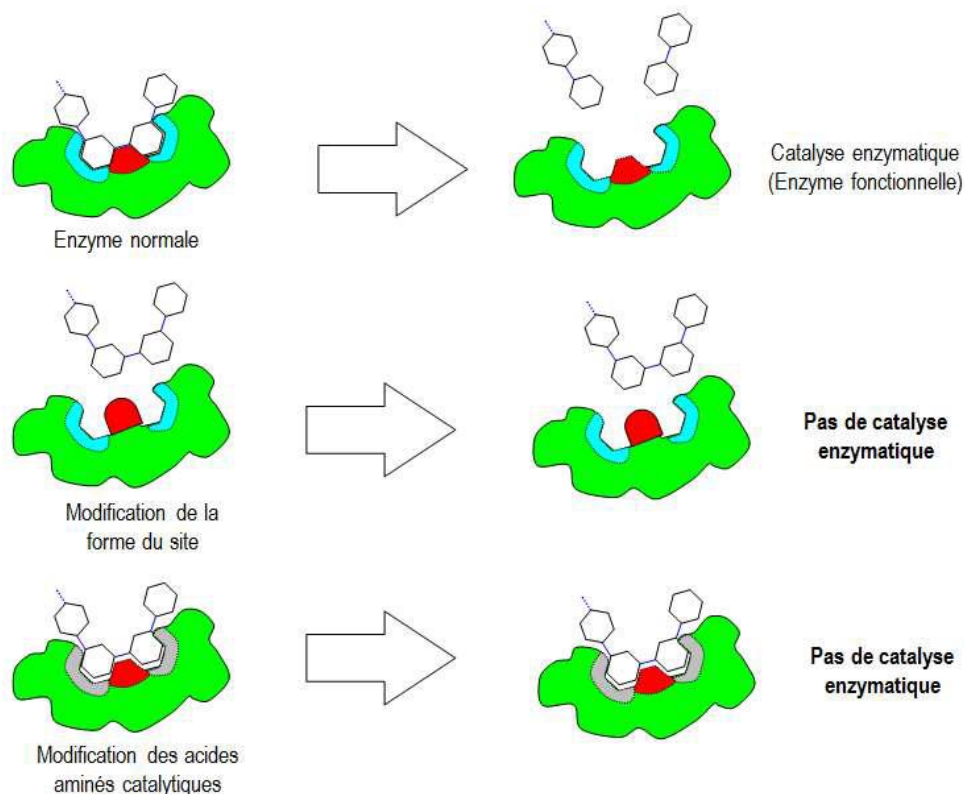
Certaines enzymes ayant subi une mutation deviennent non fonctionnelles. On en déduit que la mutation a modifié un acide aminé qui est impliqué dans la réaction enzymatique. Le site actif est constitué de quelques acides aminés dont certains ont un rôle de liaison temporaire avec le substrat et d'autres ont un rôle catalytique.

2 – Le site actif et la reconnaissance du substrat

Certains acides aminés du site actif ont un rôle de structure (acides aminés structuraux). Ainsi, toute mutation change la forme du site actif, ce qui empêche la reconnaissance du substrat. Cette reconnaissance se fait par complémentarité de forme : on parle de modèle « clé-serrure ». C'est donc la forme du site actif qui conditionne la spécificité de substrat.

3 – Le site actif et la catalyse enzymatique

D'autre part, le site actif contient également des acides aminés catalytiques : ce sont eux qui vont permettre la réaction chimique qui transformera le substrat en produit. Lorsqu'une mutation affecte ces acides aminés, le substrat peut encore se fixer au site actif mais il ne pourra pas être transformé en produit.



CONCLUSION : Ainsi, les enzymes permettent d'accélérer spécifiquement les réactions biologiques pour les rendre compatibles avec le fonctionnement des êtres vivants. Les enzymes sont sensibles à l'environnement et peuvent également subir des mutations, ce qui modifie leur fonctionnement.