

Thème 1 : la Vie et l'évolution du Vivant

Partie A : Transmission, variation et expression du patrimoine génétique

Chapitre 5: Les enzymes, des biomolécules aux propriétés catalytiques

Introduction Découverte de CRISPR Cas 9, enzyme bactérienne porteuse d'espoir...

<https://www.pourlascience.fr/sr/actualites/le-prix-nobel-de-chimie-2020-distingue-la-decouverte-des-ciseaux-genetiques-crispr-cas9-20227.php>

▶ Les enzymes sont des protéines issues de l'expression génétique des cellules. Elles sont indispensables aux réactions et à la vie des cellules. Leurs propriétés permettent par ailleurs des applications dans des domaines très variés : les enzymes des levures sont aujourd'hui très utilisées en boulangerie ou dans la production des vins.

Pb: Qu'est-ce qu'une enzyme et Comment fonctionne-t-elle?

I. Les enzymes sont des biocatalyseurs spécifiques

1- Les propriétés des enzymes

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 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 pH2).

3- Vitesse de réaction et concentrations optimales de réactifs

On peut évaluer la vitesse de la réaction par la méthode graphique 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 à l'origine V_i . Plus la pente de la tangente V_i est forte, plus la vitesse est importante.

La vitesse de la réaction varie selon plusieurs paramètres :

- Elle est forte au début de la réaction et diminue avec le temps (moins de substrats présents)
- Elle augmente quand on augmente la concentration en enzymes ou la concentration en substrat, mais à une concentration importante, la vitesse n'augmente plus : c'est la saturation.

|

Il faut donc des quantités raisonnables d'enzyme et de substrat, ce qui suggère la formation d'un complexe ENZYME – SUBSTRAT et permet d'envisager que les enzymes se lient au substrat via un site actif.

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).

Il y a donc spécificité d'action et spécificité de substrat : on parle de double spécificité.

III- Le fonctionnement du site actif

Les enzymes sont des protéines, constituées d'une succession d'acides aminés, avec une structure tridimensionnelle particulière. Certains acides aminés, forment une « poche » dans laquelle vient se fixer le substrat : cette poche est appelé site actif. 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.

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.