

Bilan 5- LES GLUCIDES ALIMENTAIRES ET LA CATALYSE ENZYMATIQUE

Les **aliments** que nous consommons renferment des **macromolécules**, telles que les **protéines**, les **lipides** et les **glucides complexes**, dits sucres lents (amidon, glycogène, cellulose).

Que ces molécules soient destinées à la **croissance** ou à l'**entretien des structures** de l'organisme ou à la **production de l'énergie**, elles subissent une transformation en **nutriments** dans l'**appareil digestif** sous l'action d'**enzymes** digestives.

Les nutriments sont les petites molécules **directement assimilables** (après digestion ou non) qui peuvent être incorporées dans les structures de la cellule ou utilisés par le métabolisme énergétique (ex : les oses comme le glucose, le fructose, le ribose; les acides aminés ...). D'autres molécules comme l'eau, les sels minéraux et des molécules organiques plus complexes comme les vitamines, sont indispensables et parfois classés dans les nutriments.

Un **aliment** contient généralement à la fois des macromolécules et des nutriments directement assimilables (ex : la pomme contient du fructose du glucose mais aussi des sucres complexes comme la pectine et la cellulose, un peu de protéines, de l'eau, des vitamines ...). Il doit donc subir une **simplification moléculaire**. Les nutriments qui en résultent, passent dans le sang en traversant les cellules de l'**intestin grêle**, les **entérocytes**, souvent grâce à des transporteurs spécifiques.

I- L'HYDROLYSE ENZYMATIQUE DES GLUCIDES ALIMENTAIRES

La digestion est réalisée dans le tube digestif par des **enzymes** qui sont toujours des **hydrolases** (hydrolyse en présence d'eau, un cosubstrat indispensable à la simplification moléculaire). Les enzymes digestives sont produites par les **glandes salivaires**, les **entérocytes** mais aussi le **pancréas** qui déverse ses enzymes au niveau du duodénum par le canal pancréatique (au même niveau que le canal cholédoque issu de la vésicule biliaire).

Le pancréas est aussi une glande endocrine qui sécrète des hormones dans le milieu intérieur de l'organisme.

1- Les enzymes sont des biocatalyseurs

Chez tous les êtres vivants (bactéries, animaux, végétaux) les réactions chimiques du métabolisme, (**synthèses** et **dégradations**) se réalisent grâce à la présence d'**enzymes**.

- Ces molécules sont des **catalyseurs biologiques**, protéines qui **accélèrent** la vitesse des réactions chimiques dans les conditions de fonctionnement de l'organisme (dites conditions physiologiques).
- Elles participent à la réaction sans être modifiées après la réaction.
- Comme toute protéine, une enzyme est **codée par un gène**. Elle possède une **structure spatiale** (forme 3D) spécifique qui dépend de sa **séquence polypeptidique**. Cette structure spatiale est à l'origine de la spécificité de l'enzyme. **conditions du milieu (pH, température)**, modifie ou inhibe la réaction enzymatique

2- La double spécificité d'une enzyme

Une enzyme catalyse la transformation d'un seul type de **substrat** dont elle est spécifique et d'un type de réaction chimique. Cette double **spécificité de substrat** et **d'action**, résulte de la **complémentarité géométrique** et **chimique** entre une enzyme et son substrat, au niveau d'une zone de l'enzyme appelée **site actif**.

Au sein du site actif des acides aminés reconnaissent et fixent le substrat pour lequel ils ont une très grande affinité, ils constituent le site de fixation, d'autre permettent la réalisation de la réaction chimique ils constituent le site catalytique.

Cette complémentarité conduit donc à la formation d'un complexe **enzyme-substrat (ES)** puis à la formation du ou des produits.

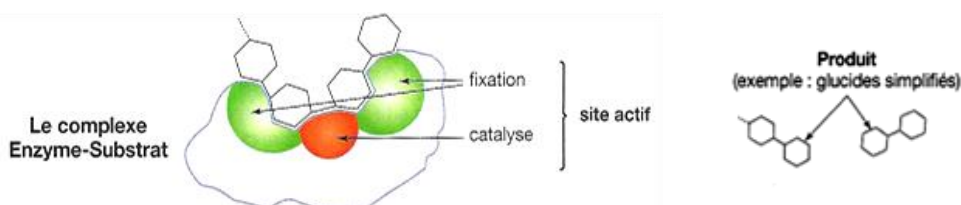
E = enzyme, S = substrat, P = produit



Une enzyme n'est pas un des réactifs de la réaction qu'elle catalyse, à la fin de la réaction, **elle est donc intacte** et peut **catalyser** la transformation d'une **nouvelle molécule de substrat**

Document 2- La complémentarité ES

(d'après Bordas 2012)



3- L'activité enzymatique

L'activité enzymatique se détermine par la **vitesse initiale V_i** . La V_i correspond à la quantité de produit formé ou de substrat transformé par unité de temps, au début de la réaction.

L'augmentation de la V_i en fonction de la concentration en substrat s'explique par la formation croissante de complexes ES.

Lorsque tous les complexes ES possibles sont formés, la V_i n'augmente plus. On obtient alors la vitesse maximale, **V_{max}** qui traduit la **saturation de toutes les molécules d'enzyme**.

Pour être compatibles avec les conditions de vie, les réactions de catalyse enzymatique doivent être extrêmement rapides. En 1 seconde, une seule molécule d'enzyme peut transformer 100 000 molécules de substrat en produit:

4- les conditions du milieu et les mutations, modifient l'activité enzymatique

La **structure spatiale** d'une enzyme conditionne la complémentarité géométrique ES et donc son activité catalytique. Or cette structure 3D, dépend des liaisons que les acides aminés établissent entre eux et avec le milieu. Elle peut donc être affectée par une variation des conditions du milieu comme par une mutation.

a-Conditions du milieu :

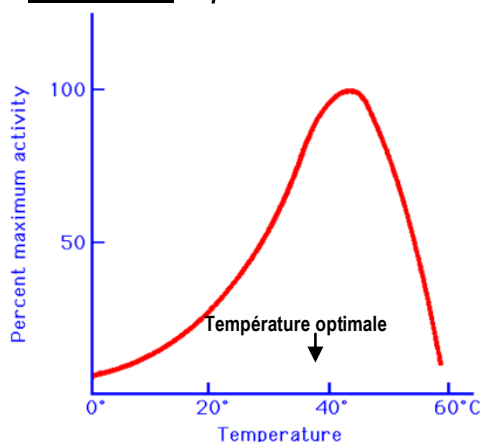
Le pH et la température du milieu, interviennent en modifiant la **structure spatiale** de l'enzyme, ce qui **accélère** ou **ralentit** sa vitesse de réaction (modification de). La **vitesse de la réaction** catalysée par l'enzyme est **maximale** dans des conditions de températures et de pH **optimales** et décroît de part et d'autre de ces conditions.

Ces conditions optimales de température et de pH **diffèrent** d'une enzyme à l'autre. De ce fait, une enzyme qui travaille à un pH donné devient inactive lorsque ce pH change.

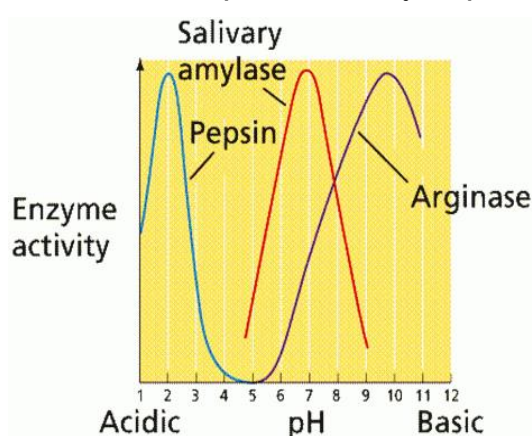
C'est le cas de l'amylase salivaire qui dégrade l'amidon dans la bouche à pH voisin de 6-7, devient inactive dans l'estomac (pH 1/2) où elle est elle-même digérée par les acides de l'estomac comme n'importe quelle protéine.

De même, la lipase gastrique (qui digère les lipides dans l'estomac) devient inactive lorsqu'elle arrive dans l'intestin grêle où le pH est légèrement basique

Document 3 : température et activité d'une enzyme



Document 4 : pH et activité enzymatique

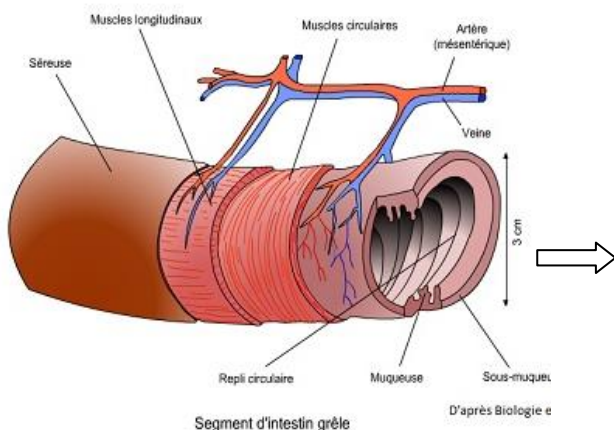


b-Mutations

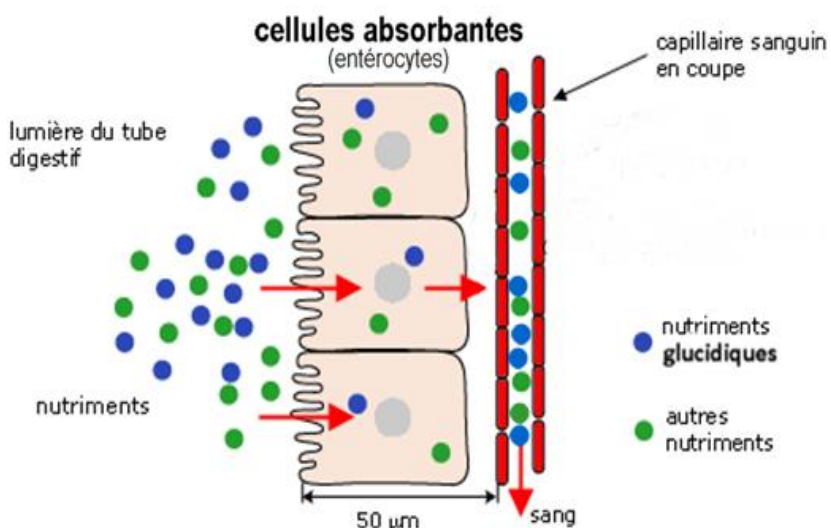
Lorsqu'elles concernent les **acides aminés du site actif** (site catalytique et site de fixation) les mutations affectent la structure spatiale de l'enzyme et **modifient** voire **inhibent**, l'activité de l'enzyme. (Voir prolongement TP14 -Q3)

II- LE DEVENIR DES NUTRIMENTS GLUCIDIQUES ET LA GLYCEMIE

Document 3 : La muqueuse intestinale est formée de nombreux replis, qui augmentent la surface d'absorption



Document 4- schéma très simplifié de l'absorption des nutriments par les entérocytes



L'intestin grêle est une très grande **surface d'absorption** grâce aux replis et villosités qu'il forme et aux microvillosités que présentent les **entérocytes**, cellules spécialisées qui forment sa paroi.

Les **nutriments** comme le glucose, résultent de la simplification des aliments par la digestion. Ils sont absorbés au cours de mécanismes plus ou moins complexes, au travers des entérocytes tapissés d'artères de veines et de capillaires, et rejoignent la circulation.

La glycémie ou taux de glucose sanguin, est un des paramètres régulés par l'organisme du fait de son importance. Elle est maintenue constante autour d'une valeur dite consigne, de 1g.L⁻¹

III-L'IMPORTANCE DES GLUCIDES ALIMENTAIRES.

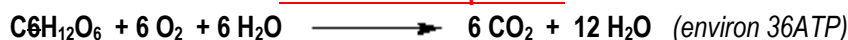
Les glucides alimentaires sont transformés notamment en glucose lors de la digestion. Cet ose, est un nutriment de première importance, en effet **sa disponibilité dans l'organisme est indispensable** pour diverses raisons :

- Il est indispensable à la **synthèse des membranes cellulaires**
- C'est le **substrat de la glycolyse** (indispensable en particulier dans les conditions anaérobies et à toutes les cellules sans mitochondries comme les hématies)
- C'est le substrat énergétique préférentiel **des neurones** en dehors des périodes de jeûne.

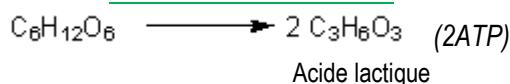
► LE GLUCOSE EST UN METABOLITE ENERGETIQUE PRIVILEGIE (Savoir)

Rappels : pour fabriquer l'énergie (sous forme d'ATP) nécessaire à son fonctionnement, toute cellule est capable d'utiliser le glucose , lors de la **respiration** et/ou de la fermentation.

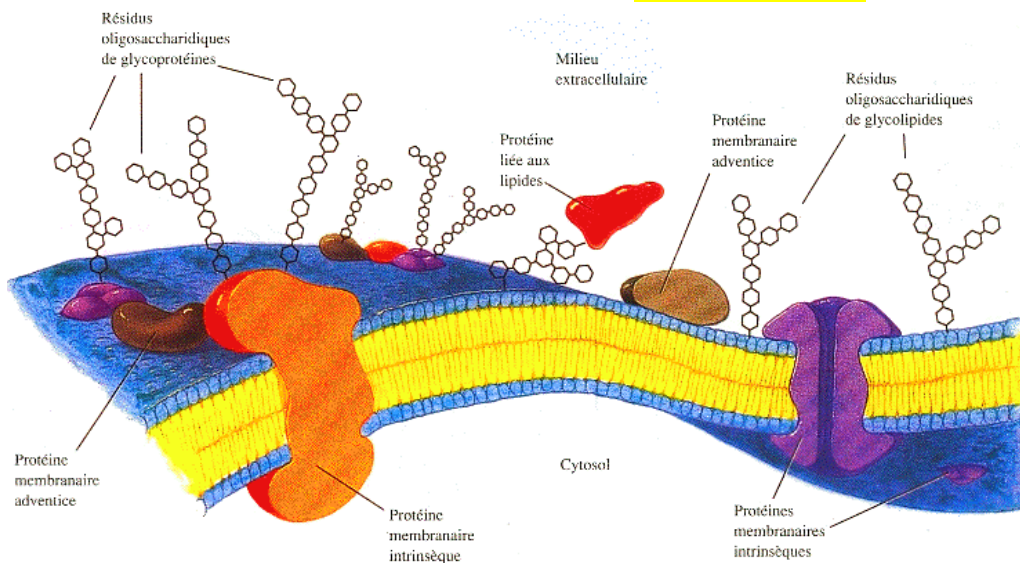
Métabolisme respiratoire :



Métabolisme fermentaire :



► LE GLUCOSE A L'ORIGINE DES GLUCIDES MEMBRANAIRES (pour aller plus loin)



Associés à des lipides ou des protéines, ils forment des **glycoconjugués** essentiels aux processus de reconnaissance et de signalisation.

La diversité de l'enchaînement possible des oses en fait un véritable langage, reconnu par des protéines capables de lire ce langage structural (enzymes anticorps etc.).

Exemple 1 : les groupes sanguins sont déterminés par l'existence de glucides différents (A, B, O) enchâssés dans la membrane des cellules. Ces glucides sont susceptibles d'être reconnus par des anticorps et agglutinés lorsqu'ils diffèrent de ceux de l'organisme.

Exemple 2 : Un organisme infecté reconnaît les glycanes (glucides) de surface de l'agent pathogène (coque des bactéries, enveloppe des virus), qui sont la cible des récepteurs des membranes des leucocytes (permettent la phagocytose)

Exemple 3 : La migration des leucocytes circulants au travers des capillaires sanguins vers le lieu de l'inflammation, se fait grâce à une protéine des vaisseaux sanguins qui reconnaît certains glucides de la membrane des leucocytes et s'y fixe (→adhésion puis traversée)