# Introduction au métabolisme

Objectif : comprendre comment l’énergie et la matière circulent dans le vivant.

Le métabolisme se compose de deux types d’activité :

|  |  |
| --- | --- |
| Anabolisme qui correspond à la synthèse de molécules | Catabolisme qui correspond à la dégradation de molécules. |

Voie métabolique séquence d’étapes au cours desquelles une même molécule est modifiée.

La cellule a besoin de gérer les ressources

|  |  |
| --- | --- |
| Matérielles | énergétiques |

Bioénergétique étude de la gestion de l’énergie dans la cellule.

Énergie pouvoir de changer la disposition de la matière.

Rmq : La lumière est un type d’énergie cinétique.

## Réaction chimique

Réaction chimique processus de rupture des liaisons entre les réactifs et la formation de nouvelles liaisons qui donneront des produits. Elle a lieu lorsqu’au moins un des réactifs est instable. La réaction se produira de façon à redonner un certain niveau de stabilité moléculaire. Elle s’accompagnera toujours d’une perte d’énergie dissipé sous forme de chaleur.

### Barrière énergétique

Énergie d’activation énergie pour atteindre le niveau d’instabilité suffisant pour que la réaction puisse avoir lieu.

Sans la barrière que forme les énergies d’activation, toutes les molécules complexe des cellules se décomposeraient spontanément en molécules simples.

*Exemple :* *la combustion est une réaction exergonique et spontanée mais il faut fournir de l’énergie (étincelle) pour démarrer la réaction c’est-à-dire permettre à une partie des molécules d’atteindre l’état de transition. L’énergie libérée par ces dernières est alors suffisante pour provoquer celles des molécules voisines.*

Pour qu’une réaction se produise, il faut qu’au moins une molécule soit suffisamment instable c’est-à-dire qu’elle

### La chaleur

L’énergie sous forme de chaleur augmente la vitesse de collision entre les molécules. Elle accélère toutes les réactions même celle non nécessaire. C’est pour cette raison que la température est importante pour les êtres vivants.

## L’énergie dans la cellule

Pour que les réactions puissent avoir lieu mais de manière contrôler, la cellule contrôlent les activités métaboliques par l’intermédiaire des enzymes.

Les enzymes abaissent l’énergie d’activation de certaines réactions substrat réactifs sur lequel agit l’enzyme.

Catalyseur molécule qui augmente la vitesse de réaction.

# Biochimie métabolique

L’énergie utilisée par les cellules est extraite en brisant les liaisons chimiques entre les atomes. Avant d’être utilisé puis elle est stockée dans des molécules d’ATP. Utilise un intermédiaire.

Les cellules ont besoins d’énergie pour fonctionner notamment pour réaliser trois types de travail c’est-à-dire de :

* Chimique : la synthèse de molécules plus complexe.
* Transport : qui va dans le sens opposé.
* Mécanique : changement de forme, battement des cils, mouvement.

Rmq : L’énergie pénètre sous forme de lumière dans un écosystème et le quitte sous forme de chaleur.

Couplage d’énergie processus qui consiste à utiliser l’énergie dégagée par une réaction exothermique pour en déclencher une endothermique

## Adénosine Three Phosphate (ATP)

L’ATP est la molécule la plus utilisées par les cellules pour stocker l’énergie.

### L’énergie contenue dans l’ATP

L’énergie libérée par une molécule d’ATP est dû :

* À la rupture de la liaison phosphate par hydrolyse (54,4kJ/mol).
* Au réarrangement des électrons et de leur orbitales.

Les trois charges négatives des groupements phosphates facilitent la libération de l’énergie stockée dans l’ATP en contribuant à une certaine instabilité moléculaire. Ainsi l’énergie d’activation pour provoquer la rupture du groupement phosphate est suffisamment élevée pour ne pas se produire spontanément et faible pour être accessible via l’interaction avec les autres molécules notamment les enzymes.

Rmq : L’hydrolyse de l’ATP seul produit de la chaleur.

### L’utilisation de l’ATP par la cellule

L’énergie contenue dans l’ATP est libérée par une réaction d’hydrolyse qui produit un ADP et un Pi. Son utilisation se fait par l’intermédiaire d’enzymes. La réaction consiste à passer par un intermédiaire phosphorylé qui sera moins stable que la molécule originelle. Cela se produit par l’hydrolyse de l’ATP créer une liaison covalente entre un groupement phosphate et l’enzyme ou le réactif.

### Production d’ATP

La cellule régénère son stock d’ATP en dégradant des molécules dont le glucose qui est fabriquer par la respiration cellulaire des végétaux.

Rmq : Pour réaliser la catalyse la cellule a besoin de dépenser de l’ATP.

Rmq : Une cellule musculaire renouvelle en une minute tous son stock d’ATP soit environ 10 millions de molécules.

Les cellules peuvent produire de l’énergie par la dégradation de molécule principalement en utilisant deux modes qui dépendent de l’environnement :

|  |  |
| --- | --- |
| La respiration cellulaire (présence de O2) | La fermentation (absence de O2) |

Rmq : certains organismes sont capables des deux modes mais ils privilégient la respiration cellulaire lorsque c’est possible.

# Les protéines

Certaines protéines sont des catalyseurs. Ce sont des molécules qui permet d’accélérer les réactions chimiques.

En moyenne les protéines sont capables de catalyser jusqu’a 1000 réactions par seconde. Un léger changement de quantités peut avoir des répercussion importantes.

NB : En 2015, 4 000 enzymes découvertes

Les enzymes agissent comme catalyseur de plusieurs façons en :

* Diminuant l’énergie d’activation
* Créant un microenvironnement, par exemple acide ou basique, favorable à la réaction.
* Étant participant à la réaction. Il y a modification de l’enzyme par la création d’une liaison covalente avec l’enzyme. A la fin de la réaction, l’enzyme retrouve sa forme initiale.

La vitesse de réaction avec une enzyme peut être augmenter avec la température jusqu’à un certain point :

* Les molécules sont alors trop agitées pour interagir.
* L’enzyme se dénature et n’est plus capable de catalyser la réaction.

Rmq : La température optimale des protéines humaines se situent entre 35 et 40°C.

Pour fonctionner certaines enzymes ont besoins de s’associer à des autres molécules appelées cofacteurs de type :

* Minéraux liés de façon covalente ou non.
* D’autres molécules organiques (non protéique) par des liaison temporaire. Le complexe s’appelle coenzyme.

Certaines enzymes d’une même réaction métabolique s’associent en complexe multienzymatique.

## Régulation enzymatique

Les enzymes besoins de la cellule éviter

* l’utilisation de l’énergie pour des réactions non essentielle
* Diriger vers une voie particulière dans le cas d’un carrefour métabolique. Cette situation est présente quand un substrat peut être utilisé dans plusieurs réactions.

L’activités enzymatique est régulée :

* La synthèse de l’enzyme au niveau des gènes.
* L’activité des enzymes existants (plus rapide chez les Eucaryotes).

### Les inhibiteurs

Les inhibiteurs de type non compétitif agissent en déformant l’enzyme pour la rendre non fonctionnelle.

Rmq : Certains inhibiteurs sont utilisés comme antibiotiques pour bloquer le site de protéines spécifiques. Par exemple, la pénicilline bloque chez les Bactéries, une enzyme impliquée dans la fabrication de la paroi.

### Protéine allostérique

Certaines protéines sont de type allostérique (allo signifie autre) car la régulation se fait par la liaison d’une molécule sur un site différent du site actif.

La plupart sont composées de plusieurs sous unités de protéines avec chacune un site actif. L’enzyme oscille entre deux états, actif et inactif, à cause de sa structure. Un inhibiteur ou un activateur peut venir stabiliser une des formes.

Les protéines allostériques sont peu répandues et difficiles à identifier car les molécules qui les régules ont une faible affinité.

Coopérativité la fixation d’un substrat stabilise l’enzyme et augmente son affinité avec le substrat. Cela permet, par exemple, à l’hémoglobine de fixer l’O2, là où il présent en forte concentration, plus rapidement et efficacement. Inversement, de le libérer dans les tissus, là où elle est faible.

Certaines enzymes allo stériques présentent un phénome de rétro inhibition. La présence du produit finale ralenti ou arrête une voie métabolique.