

CHAPITRE 4 : BIOENERGETIQUE

1. Introduction

La bioénergétique est la partie de la bio chimie qui étudier la conversion de l'énergie dans les êtres vivants .c'est l'étude de changement de l'énergie associer aux fonctionnements des organismes vivants. Ces derniers ont besoin synthétiser la matière organique pour vivre, cela demande l'énergie.

La cellule capte l'énergie du milieu extérieur (exp : l'énergie lumineuse), une partie de cette énergie reste dans le milieu extérieur sous forme de chaleur et la partie qui reste va utiliser dans les travaux cellulaire

Notion de la thermodynamique classique est la description quantitative des échanges de chaleur et d'énergie des équilibres chimiques

La thermodynamique est la science qui étudié le comportement des matières et des systèmes en fonction des notions de (T) température, d'énergie (chaleur.....) et d'entropie (S).

2. L'énergie libre de Gibbs(G)

Est une fonction d'état pour évaluer la partie d'énergie de travail qui n'est pas dissipé en chaleur.

2.1. Notion de variation d'énergie libre ΔG

Lorsque un composé organique ou biochimique brulé entièrement, l'énergie de cette brulure est appelé L'ENTHALPIE TOTALE (H).une partie de cette énergie donne le travail est L'ENTHALPIE LIBRE ou ENERGIE LIBRE(G).l'énergie désordre dans le système est l'entropie (T.S) c'est la différence entre H et G.

$$\Delta H = \Delta G + T\Delta S$$

Les énergies ou les variations d'énergie : H, ΔH , G, ΔG , TS, T ΔS sont exprimées en calorie /mol ou en joule /mol (1calorie= 4.184Joule).

La variation d'énergie libre ΔG Mesure la partie d'un système qui produit un travail utile (à température et pression constante)

Si $\Delta G = 0$ réaction est à l'équilibre

Si $\Delta G > 0$ réaction est endergonique

Si $\Delta G < 0$ réaction est exergonique

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Réaction endergonique :

$\Delta G > 0$: réaction non spontanées : les produits contiennent plus d'énergie libre que le réactif. Si on fournit l'énergie extérieure la réaction peut se faire vers la droite.

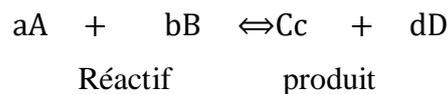
Réaction exergonique :

$\Delta G < 0$ réaction spontanée (irréversible si $\Delta G \ll 0$) les produits contiennent moins d'énergie libre que le réactif. Elle peut faire de gauche à droite.

Réaction à l'équilibre :

$\Delta G = 0$ réaction proche de l'équilibre, les réactions se déroulent dans les deux sens le changement de direction de la réaction se fait selon la concentration des réactifs et des produits

Equation de l'énergie libre de Gibbs pour une réaction chimique



a, b, c, d : nombre de molécules

2.2. Calcul de la variation d'énergie libre ΔG

Soit la réaction $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$

On peut définir à l'instant initial ou à n'importe quel moment de l'évolution de la réaction, la constante de réaction K dite constante de Gibbs. Soit :

$$K = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

Il existe une relation entre la variation d'énergie libre ΔG et K, dite **relation de Gibbs** :

$$\Delta G = \Delta G_0 + R.T.\ln K$$

ΔG = variation de l'énergie libre du système réactionnel,

ΔG_0 = variation de l'énergie libre standard.

R = constante des gaz parfaits, **1,987** cal/mol/degé ou **8,314** J/mol/degé

T = la température Kelvin (t °C + 273).

K = constante de Gibbs G_0 = variation de l'énergie libre standard.

R = constante des gaz parfaits, **1,987** cal/mol/degé ou **8,314** J/mol/degé

T = la température Kelvin (t °C + 273).

K = constante de Gibbs

A l'équilibre $\Delta G=0$:

$$\Delta G_0 = - R.T. \ln K_{\text{éq}}$$

$K_{\text{éq}} = K$ équilibre

3. Les formes d'énergie

L'énergie existe dans les cellules sous deux formes

- a. Energie cinétique
 - Energie thermique
 - Energie radiante
 - Energie électrique
- b. Energie potentielle
 - Energie osmotique
 - Energie chimique

Les molécules qui transportent l'énergie sont nécessaires, ce sont les intermédiaires communs comme l'ATP

4. L'ATP

C'est la principale source de l'énergie de la cellule. l'ATP est la molécule clé de l'énergétique cellulaire ; les êtres vivants tirent leur énergie de l'oxydation des nutriments. Cependant l'énergie libérée lors de cette oxydation n'est pas directement utilisable par la cellule. Elle est captée par un intermédiaire dans la majorité des cas, se révèle l'ATP.

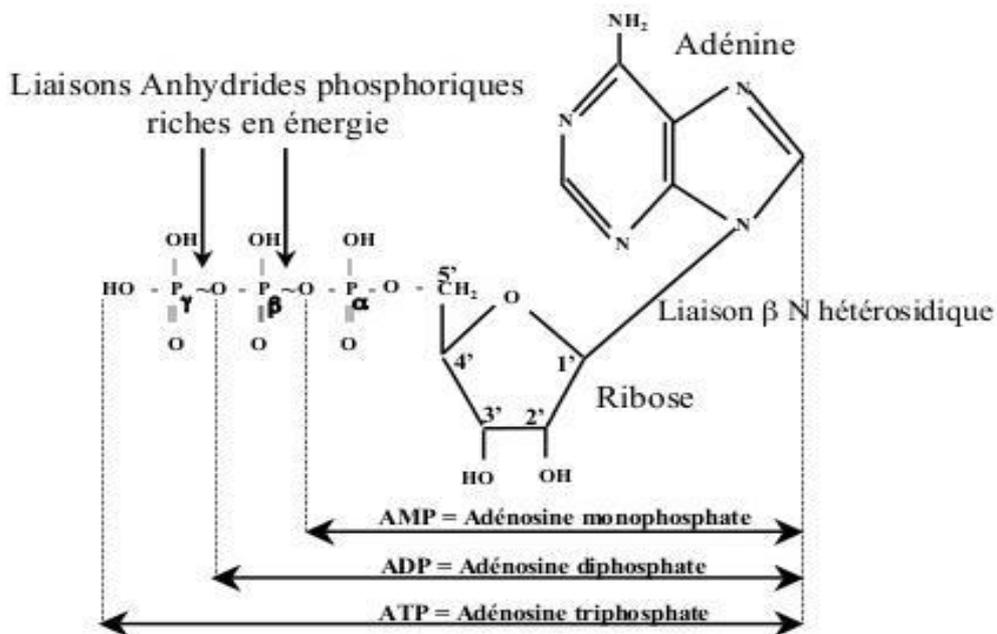


Figure 1 . Schéma de la molécule d'ATP

ATP (10^9 moles /cellule), forme de stockage et de transport énergétique des cellules

Deux liaisons riches en énergie

L'ATP est une source d'énergie soit :

- Par l'hydrolyse d'une liaison anhydride acide
- Par transfert d'énergie dans une liaison ($_p$)

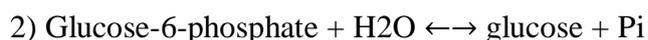
Exemple : Energie libre standard de l'hydrolyse de l'ATP.



On a recours à cette loi car on ne sait à quel moment la réaction est en équilibre dans la cellule, mais on connaît deux autres réactions où intervient l'ATP.



$$\Delta G_{01}' = -4 \text{ kcal / mol}$$



$$\Delta G_{02}' = -3.30 \text{ kcal / mol}$$

La réaction d'hydrolyse de l'ATP est la somme des deux réactions (1) et (2), on déduit :

$$\Delta G_{\text{ATP}}^{\circ'} = \Delta G_{01}' + \Delta G_{02}' = -4 + (-3,30) = -7.3 \text{ kcal/mol}$$

- Phosphate énoï
- Thioester (acétyl CoA)
- Guanidine phosphate
- Phosphocréatine

6. Principe de la chaîne respiratoire

La chaîne respiratoire est la principale séquence de production dans les cellules animales et végétales. Elle permet d'accumuler transitoirement l'énergie libérée par l'oxydation du glucose et des triglycérides sous forme d'ATP

Elle permet la régénération du NAD et du FAD en oxydant la forme réduite de ces coenzymes par l'oxygène :

- Elle utilise l'énergie d'oxydation pour synthétiser de l'ATP

La chaîne respiratoire est constituée d'une série d'enzymes et de coenzymes redox insérées dans la membrane plasmique chez les procaryotes.

Ces enzymes sont de plus des transporteurs membranaires qui permettent par un système de transport actifs d'assurer la synthèse d'ATP.

Références

Carré JL, 2020. Disponible sur https://moodlesante.univ-brest.fr/moodle/pluginfile.php/150536/mod_resource/content/0/1%20Bioenergetique%20LA%202020.pdf . consulté le 15/11/2023.

https://univ.ency-education.com/uploads/1/3/1/0/13102001/bioch1an16-bioenergetique_poly.pdf. consulté le 18/11/2023.

TOUSSAINT B, 2012. Disponible sur https://archives.uness.fr/sites/unf3s/media/paces/Grenoble_1112/toussaint_bertrand/toussaint_bertrand_p04/toussaint_bertrand_p04.pdf .consulté le 18/11/2023.

<http://bchgene.c.b.f.unblog.fr/files/2014/04/bioenergetique.pdf> consulté le 20/11/2023.