

BIOÉNERGÉTIQUE

I) INTRODUCTION

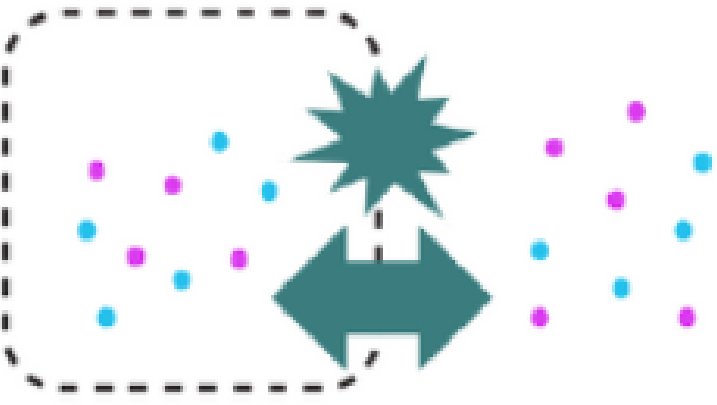
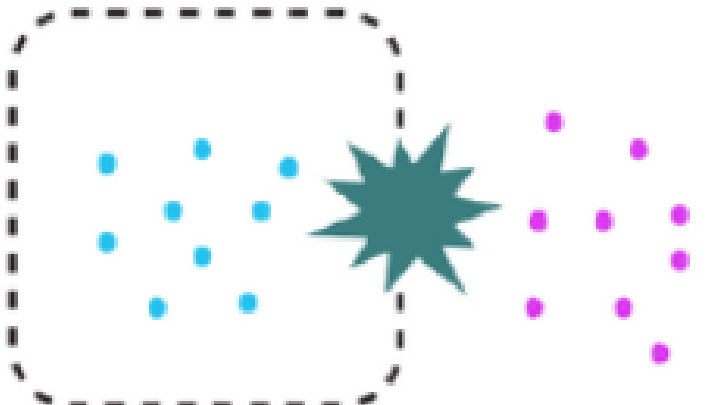

- Un organisme a 2 missions essentielles :
 - **Se conserver / vivre**
 - **Se perpétuer**
- Le métabolisme : **ensemble des réactions chimiques** ayant lieu à l'**intérieur** d'un être vivant et qui génère la **matière** et l'**énergie** pour maintenir l'organisme en vie. Il comprend :
 - **Le Catabolisme** = dégradation
 - **L'Anabolisme** = biosynthèse
- 2 types de réactions :
 - **EXERGONIQUE** : libère de l'énergie dans le milieu (= *réaction spontanée*)
 - **ENDERGONIQUE** : a besoin d'énergie pour avoir lieu

1. L'ÉNERGIE C'EST LA VIE

- Une cellule doit **continuellement travailler**; elle a donc des besoins continus en énergie.
- La cellule **capte**, **cède** et **utilise** de l'énergie
- Pour vivre et se développer, la cellule échange en **continu** de la **matière** et de **l'énergie** avec son milieu environnant



2. DIFFÉRENTS SYSTÈMES APPLIQUÉS À LA BIOÉNERGÉTIQUE

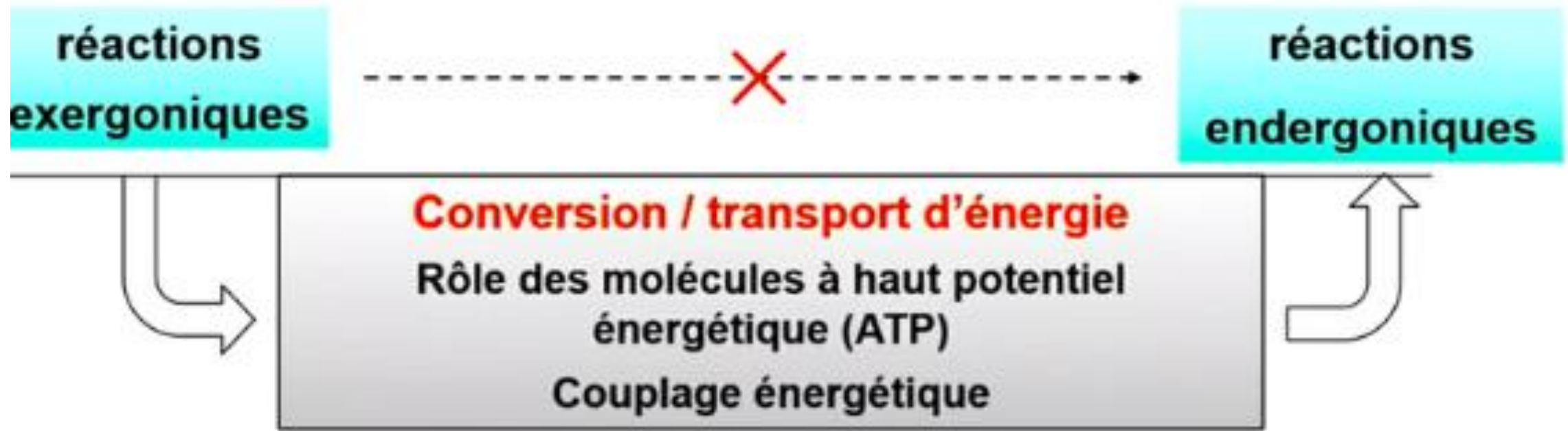
Système ouvert	Système fermé	Système isolé
Échange d'énergie et/ou de matière avec le milieu/environnement extérieur	Échange d'énergie mais pas de matière avec le milieu/environnement extérieur	Aucun échange d'énergie et de matière avec le milieu/environnement extérieur
<p data-bbox="249 825 708 888"><u>Système ouvert</u></p> 	<p data-bbox="1080 825 1538 888"><u>Système fermé</u></p> 	<p data-bbox="1921 825 2379 888"><u>Système isolé</u></p> 

3. QU'EST-CE QUE LA BIOÉNERGÉTIQUE ?



Bioénergétique : étude de **l'approvisionnement**, du **transfert** et de **l'utilisation** de l'énergie par la cellule :

- La **dégradation** des aliments pour en extraire l'énergie par rupture des liaisons chimiques = **CATABOLISME**.
- La **conversion** de l'énergie dans les formes de stockage et de transfert biologiquement utilisables comme l'ATP.
- L'utilisation de l'énergie pour effectuer des travaux divers -> **mouvements d'organites, contraction musculaire, anabolisme....**



4. LE COUPLAGE ÉNERGÉTIQUE

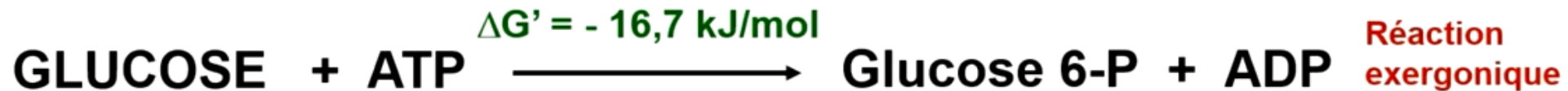
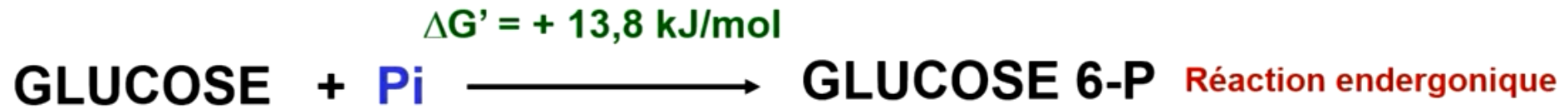
- Les réactions **exergoniques** produisent de l'énergie **permettant le déroulement des réactions endergoniques**.
- Cela implique des phénomènes de conversion et de transport d'énergie.
- Il existe un **couplage énergétique** entre les deux types de réactions.
- Ces réactions ne sont possibles que grâce aux molécules à haut potentiel énergétique comme l'ATP.

Exemple de réaction couplée : La phosphorylation du glucose

- L'hydrolyse de l'ATP en ADP + Pi \longrightarrow fortement exergonique \longrightarrow
 $\Delta G' < 0$ \longrightarrow la réaction a lieu spontanément.
- L'ajout d'un phosphate sur le glucose pour former du glucose-6-P \longrightarrow
endergonique \longrightarrow $\Delta G' > 0$ \longrightarrow elle n'a PAS lieu spontanément.

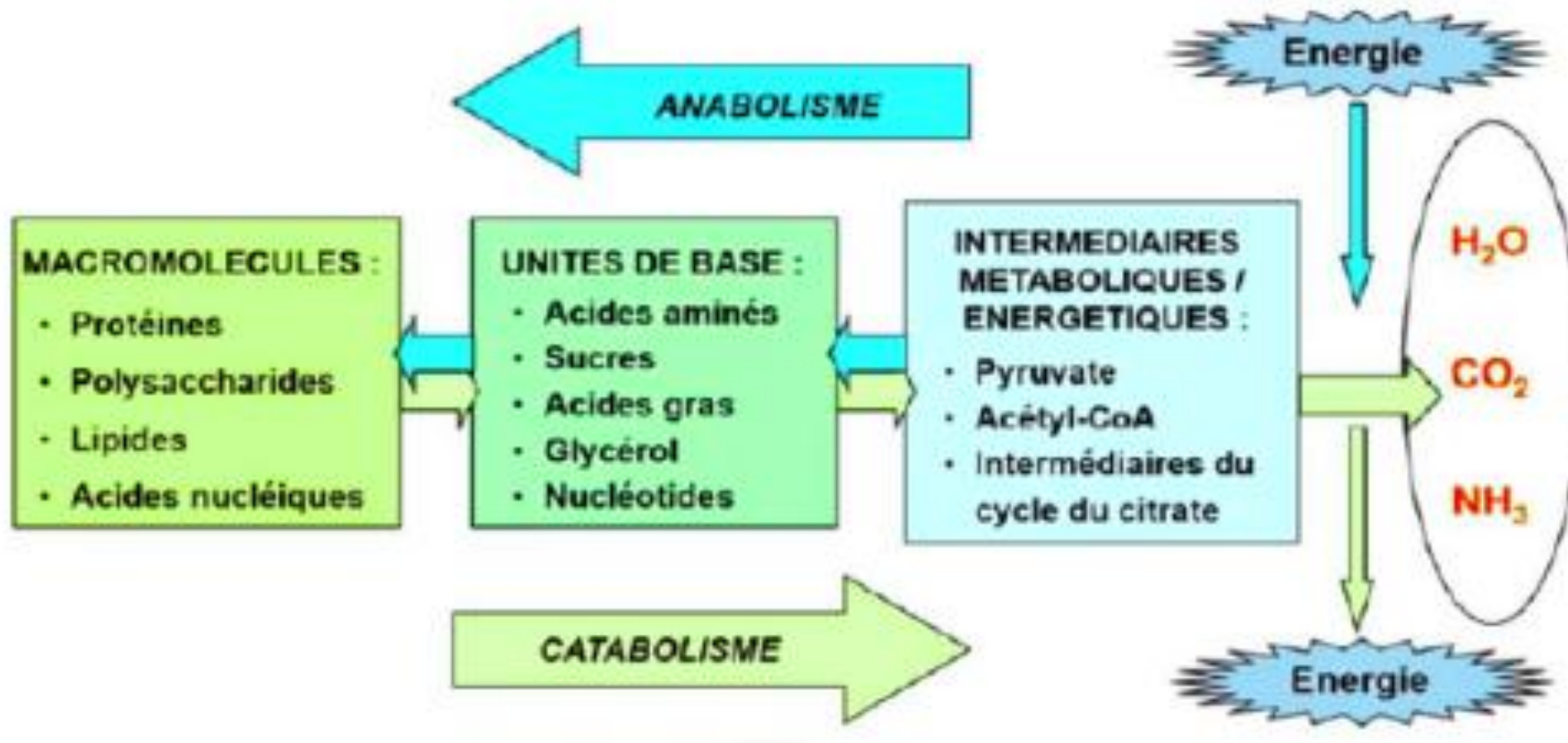
Pourtant la **réaction de phosphorylation du glucose est possible**
par **couplage direct** à l'hydrolyse de l'ATP étant que le $\Delta G'$ cumulé
est **négatif** (< 0)

Réactions couplées: importance des ΔG



↑
Enzyme (hexokinase I à IV)

5. MÉTABOLISME = ANABOLISME + CATABOLISME



Attention : les acides nucléiques contribuent très peu au bilan énergétique!!

II) BIOÉNERGÉTIQUE ET THERMODYNAMIQUE

1. DÉFINITION DES GRANDS PRINCIPES DE LA THERMODYNAMIQUE

Premier principe de la thermodynamique:

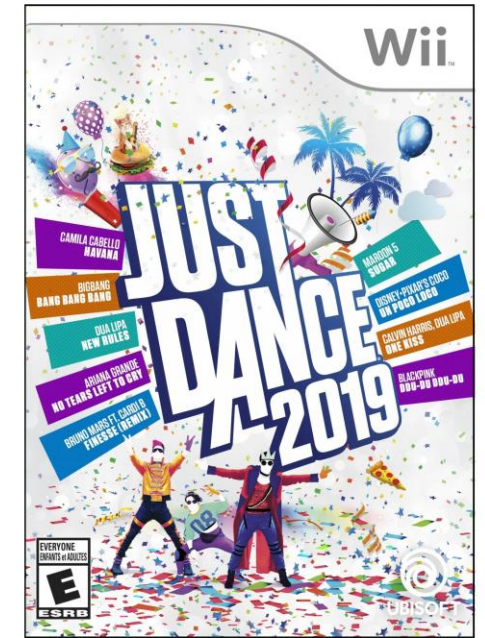
“L'énergie totale de l'univers demeure constante”

Second principe de la thermodynamique

“L'entropie de l'univers augmente”

Energie: **toute forme de travail
ou de chaleur +++**

Entropie: **degré de désordre
ou de hasard+-**



2. RELATION DE GIBBS

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

- Tous les systèmes tendent spontanément vers un état d'équilibre car cet état est le + stable.
- On différencie 3 états du système :

<u>Equilibre</u>	Le système ne peut plus fournir de travail : $\Delta G=0$
<u>Instable</u>	Réaction spontanée : $\Delta G < 0$: réaction exergonique
<u>Nécessitant un apport d'énergie</u>	Lors d'une réaction endergonique : $\Delta G > 0$: nécessite un apport d'énergie pour réagir

3. ETAT STANDARD

- L' état standard est celui dans lequel un élément ou un composé est le **plus stable à température et pression ordinaire.**

Keq

ΔG

Attention : **Une réaction à l'équilibre ne signifie pas que les concentrations sont égales +++**

Conditions physiologiques de l'état standard :

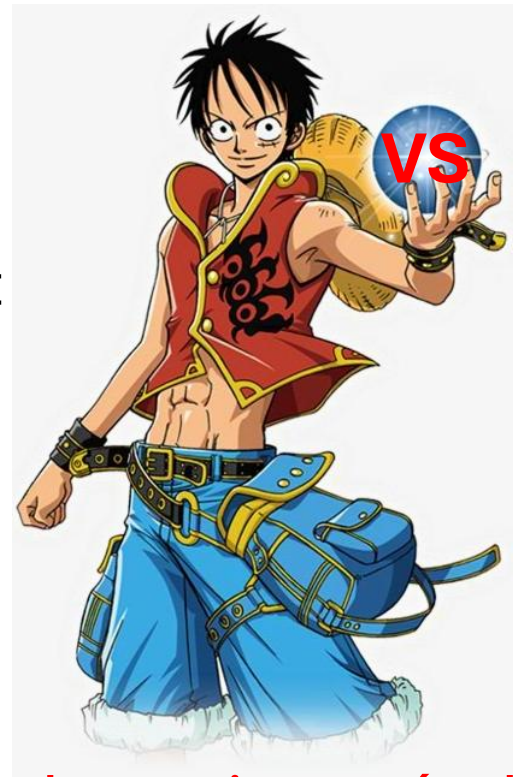
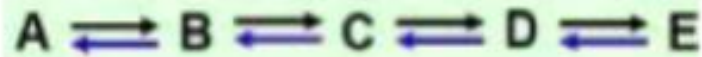
- Milieu aqueux à un **pH = 7** (différent des conditions standard en chimie où $\text{pH} = 0$)
- Concentration initiale de tous les composants de **1.0 M** (*M = molaire*)
- Température de **25°C**
- Pression constante de **1 atm**

III) BIOÉNERGÉTIQUE ET MÉTABOLISME

1. ETAT D'ÉQUILIBRE ET STATIONNAIRE

Etat d'équilibre :

Les concentrations A,B,C,D et E sont **constantes**.



Etat stationnaire :

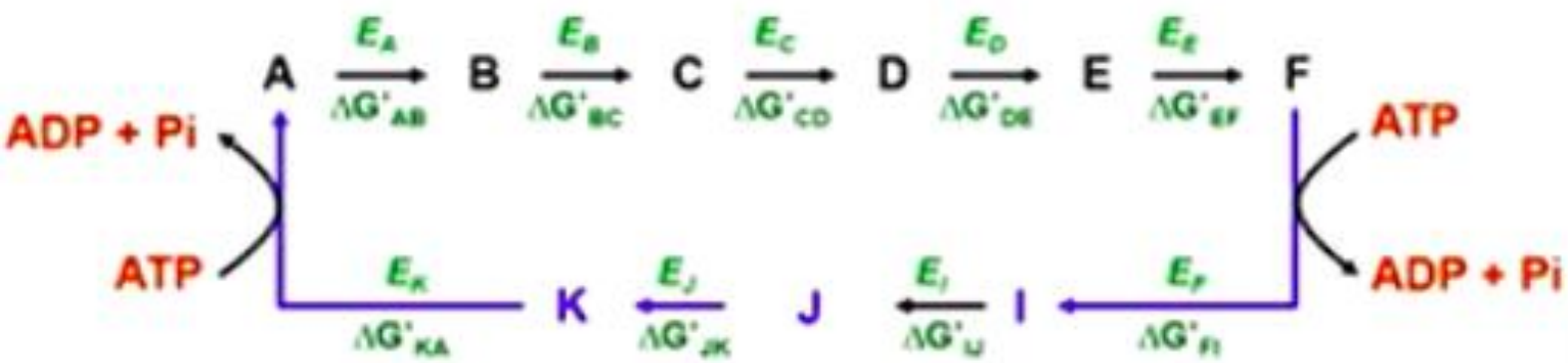
Seules les concentrations de **B,C,D** sont **constantes**; **A diminue** et **E augmente**



Attention : **Dans les cellules, les voies métaboliques s'éloignent de l'état d'équilibre et sont plutôt à l'état stationnaire.**

LOI DE LECHATTELIER :

Loi de Lechatelier : « **Toute modification d'un facteur d'un équilibre chimique réversible provoque, si elle se produit seule, un déplacement de l'équilibre dans un sens qui tend à s'opposer à la variation du facteur** »



Le fonctionnement ou non de la voie métabolique dépend de la **réaction irréversible qui est l'étape limitante** et essentielle pour la régulation de la voie considérée.

- D'un point de vue **thermodynamique**, les voies métaboliques ne sont **pas réversibles**. D'un point de vue **physiologique**, elles le **sont.** +++
- Afin de n'avoir au même moment qu'une **seule voie active** (et pas toutes les voies qui fonctionnent dans tous les sens), les **enzymes** de chacune des voies sont **régulées de façon opposée**.

IV) MOLÉCULES IMPLIQUÉES DANS LA BIOÉNERGÉTIQUE

- L'énergie est stockée dans les liaisons entre 2 atomes.
- Libération de l'énergie = casser les liaisons

Molécules contenant des liaisons riches en énergie

LIAISONS	FORMULES	EXEMPLES
AMIDINE-PHOSPHATES	$\text{R-NH-C(=NH)-NH}\sim\text{P}$	Créatine Phosphate
PHOSPHOANHYDRES	$\text{R-O-P(=O)}_2\text{-O}\sim\text{P(=O)}_2\text{-O}\sim\text{P(=O)}_2\text{-O}^-$	XTP et XDP (X = A, G, C, U)
ACYL-PHOSPHATES	$\text{R-C(=O)-O}\sim\text{P}$	1,3 diphosphoglycérate
ENOL-PHOSPHATES	$\text{R-C(=CH}_2\text{)-O}\sim\text{P}$	Phosphoénolpyruvate
ACYL-THIOESTERS	$\text{R-C(=O)-S}\sim\text{CoA}$	Acétyl-CoA

EXEMPLE DE L'ATP :

Chiffres importants à connaître +++

- Concentration cellulaire d'ATP dans le corps : **1 à 10 mmol/kg de tissu.**
- Répartition cellulaire à l'état basal : **10 ATP pour 1 ADP.**
- Teneur dans l'organisme : **75g mais synthèse de 45 Kg par jour.**

C'est l'hydrolyse de l'ATP au niveau des groupes **phosphates béta** et **gamma** qui libère de l'énergie.

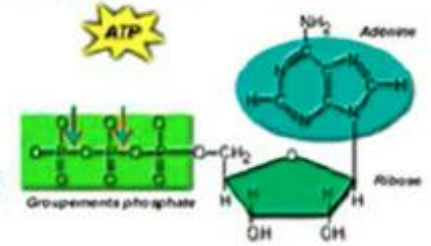
L'ATP: adénosine triphosphate

• L'ATP et ses dérivés :

ATP : forme triphosphate de l'adénosine (2 -)

ADP : forme diphosphate de l'adénosine (1 -)

AMP : forme monophosphate de l'adénosine (0 -)



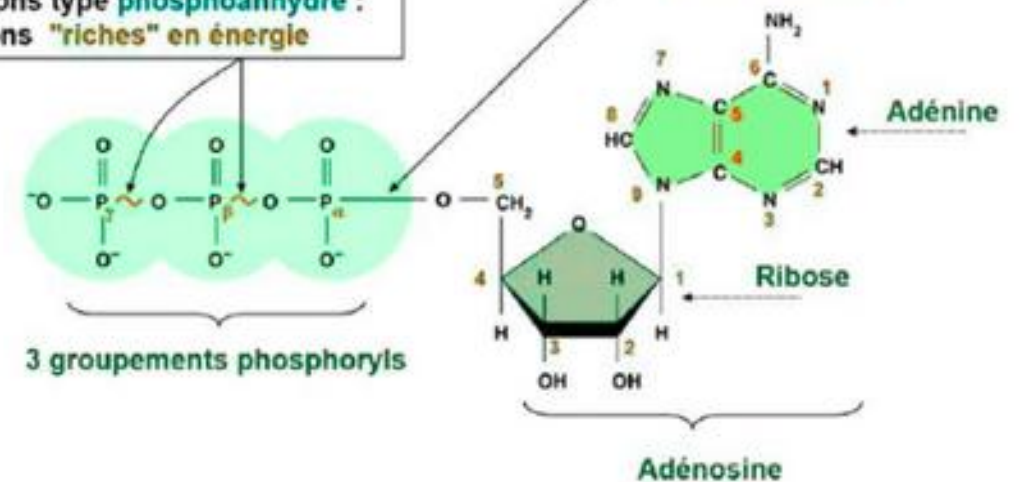
Adénosine TriPhosphate (ATP)

Molécule à haut potentiel énergétique

FORMULE

Liaisons type **phosphoanhydre** : liaisons "riches" en énergie

Liaison type **phosphoester** : liaison "pauvre" en énergie





QUESTIONS ??

QCM 1 :

- A) Les 2 missions essentielles d'un organisme sont: vivre et se perpétuer
- B) Le Catabolisme regroupe le Métabolisme et l'Anabolisme
- C) Les réactions exergoniques libèrent de l'énergie tandis que les réactions endergoniques ont besoin d'énergie pour se faire.
- D) La cellule est un système isotherme ouvert
- E) Les réponses A,B,C,D sont fausses

CORRECTION QCM 1 :

A) Les 2 missions essentielles d'un organisme sont: vivre et se perpétuer

B) Le Catabolisme regroupe le Métabolisme et l'Anabolisme ->
Métabo = Catabo + Anabo

C) Les réactions exergoniques libèrent de l'énergie tandis que les réactions endergoniques ont besoin d'énergie pour se faire.

D) La cellule est un système isotherme ouvert

E) Les réponses A,B,C,D sont fausses

QCM 2 :

- A) L'énergie totale de l'univers augmente
- B) L'énergie est toute forme de travail ou de chaleur
- C) L'entropie de l'univers demeure constante
- D) L'entropie est le degré d'ordre ou de hasard
- E) Les réponses A,B,C,D sont fausses

CORRECTION QCM 2 :

- A) L'énergie totale de l'univers augmente -> demeure constante
- B) L'énergie est toute forme de travail ou de chaleur
- C) L'entropie de l'univers demeure constante -> augmente
- D) L'entropie est le degré d'ordre ou de hasard -> désordre
- E) Les réponses A,B,C,D sont fausses

QCM 3 :

- A) D'un point de vue thermodynamique, les voies métaboliques ne sont pas réversibles. D'un point de vue physiologique, elles le sont.
- B) Loi de Gibbs : "Toute modification d'un facteur d'un équilibre chimique réversible provoque, si elle se produit seule, un déplacement de l'équilibre dans un sens qui tend à s'opposer à la variation du facteur considéré"
- C) Une réaction à l'équilibre signifie que les concentrations sont égales
- D) L'hydrolyse de l'ATP au niveau des groupes phosphates alpha et bêta libère de l'énergie.
- E) Les réponses A,B,C,D sont fausses

CORRECTION QCM 3 :

A) D'un point de vue thermodynamique, les voies métaboliques ne sont pas réversibles. D'un point de vue physiologique, elles le sont.


B) Loi de Gibbs : "Toute modification d'un facteur d'un équilibre chimique réversible provoque, si elle se produit seule, un déplacement de l'équilibre dans un sens qui tend à s'opposer à la variation du facteur considéré -> Loi de Lechatelier

C) Une réaction à l'équilibre ne signifie pas que les concentrations sont égales

D) L'hydrolyse de l'ATP au niveau des groupes phosphates alpha et béta libère de l'énergie. -> béta et gamma

E) Les réponses A,B,C,D sont fausses

Fin !! Oui oui déjà malheureusement!

Merci de votre attention, vous avez été super !! 

Si il vous manque des infos ou si vous avez des questions, n'hésitez surtout pas à me demander. AUCUNE QUESTION N'EST BÊTE !!!

 Pleins de bisous et de motivation 