

Bioénergétique

Ellycase - Jeux olymp'itut TTR

Le tutorat niçois est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

I. Généralités

- Organisme vivant -> 2 missions essentielles :
se **conserver** et se **perpétuer**



Mais alors c'est quoi la bioénergétique ?

L'étude de l'approvisionnement, du transfert et de l'utilisation de l'énergie par la cellule

- Étude de la dégradation des aliments

-> **CATABOLISME**

- Conversion de l'énergie -> **ATP**

- Utilisation de l'énergie

-> **ANABOLISME**

L'énergie c'est la vie

(le gras aussi)

- la cellule a des besoins continus en énergie
- énergie cellulaire = capacité à réaliser un travail
- travail = mécanique ou transport membranaire

La cellule va capter, céder et utiliser
l'énergie

Deux types de réactions :

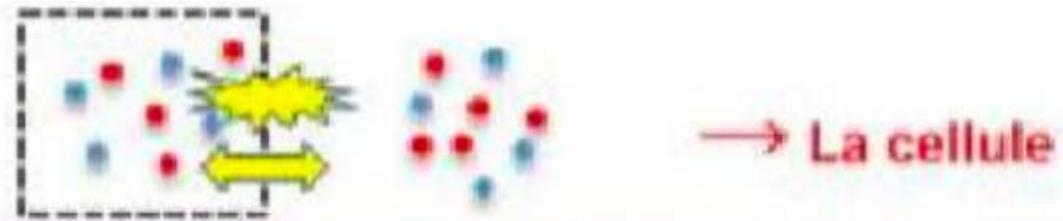
- **Exergonique**
- **Endergonique**

Différents types de systèmes

système : réunion de matière formant un ensemble cohérent qui est considéré comme un tout

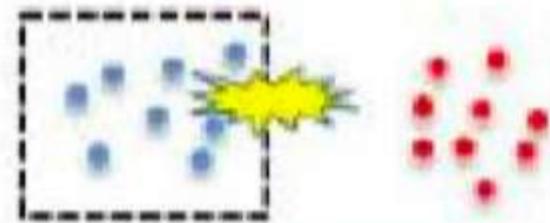
d'échanges d'énergie et/ou de matière avec le milieu/environnement extérieur

Systeme ouvert



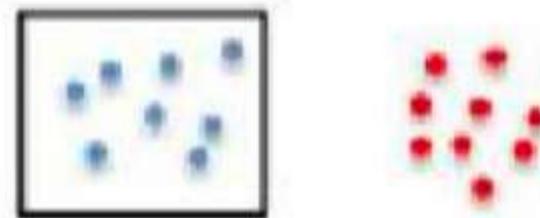
d'échanges d'énergie mais pas de matière avec le milieu/environnement extérieur

Systeme fermé



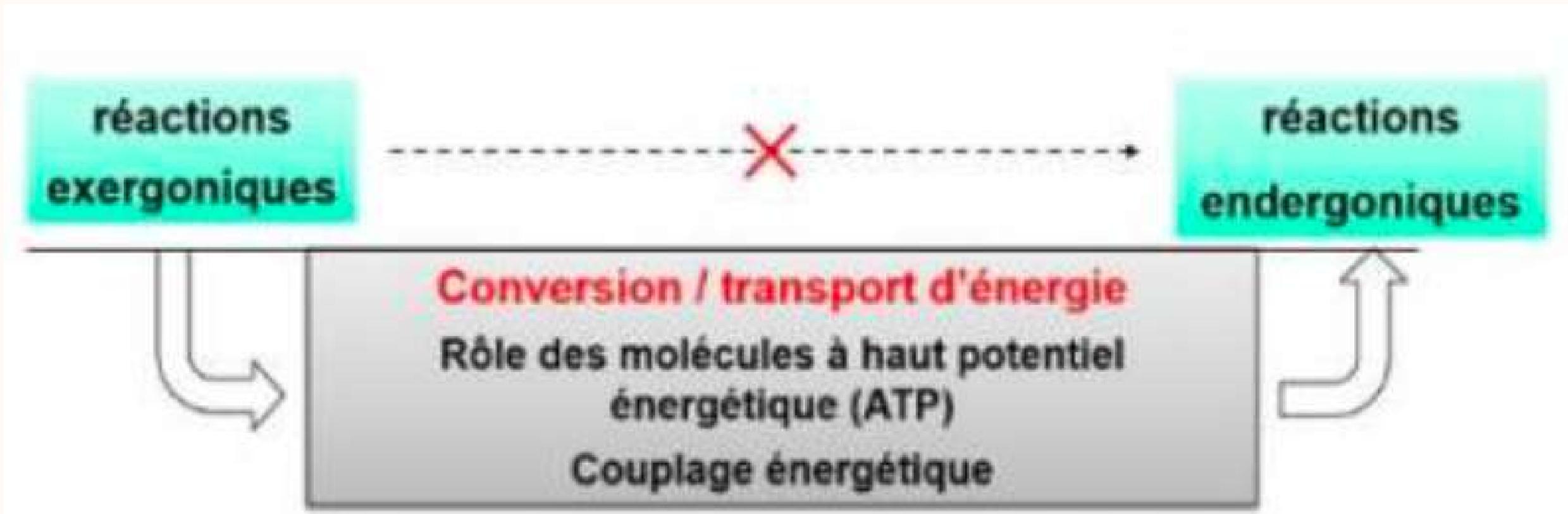
d'aucun échange d'énergie et de matière avec le milieu/environnement extérieur

Systeme isolé

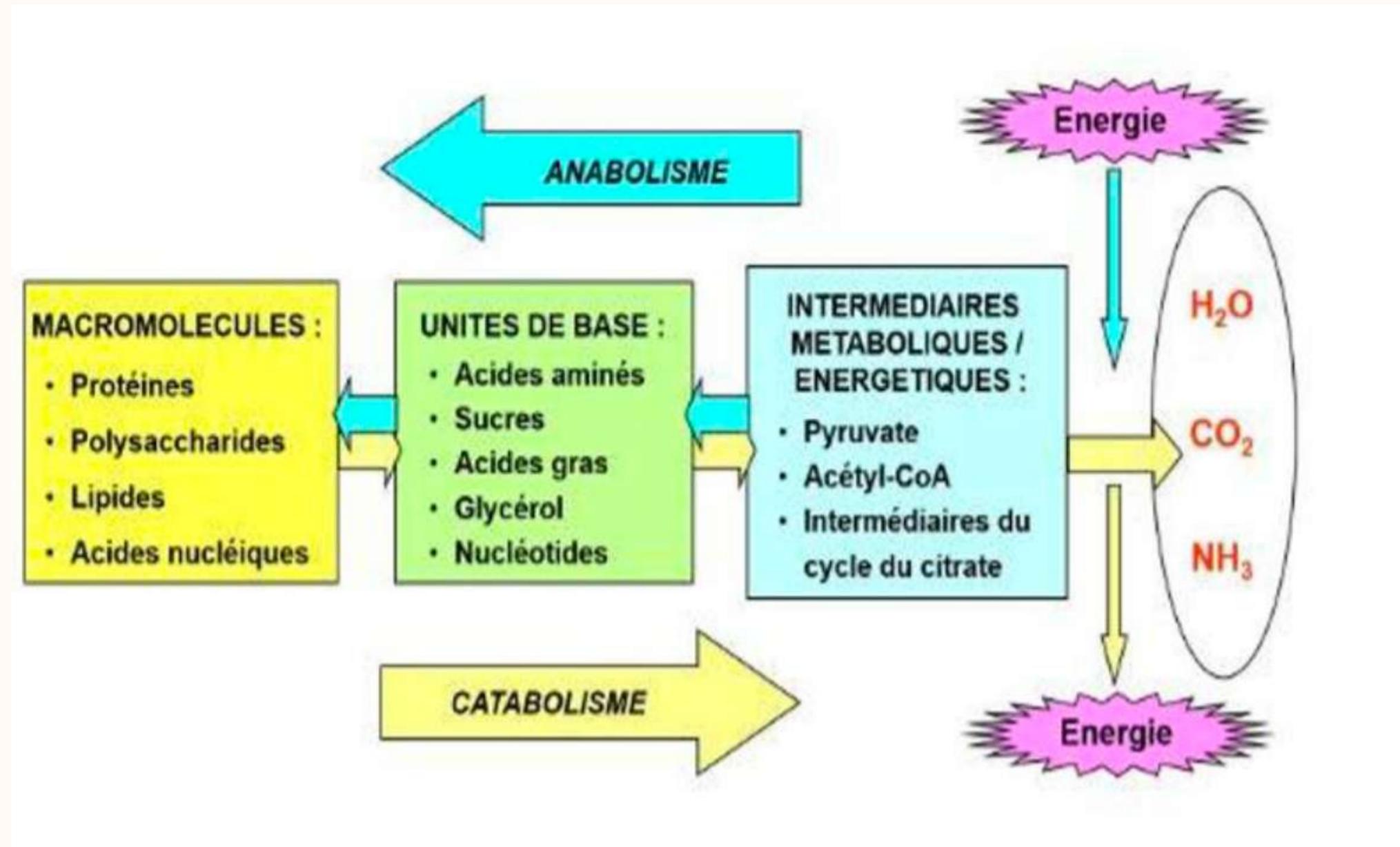


la cellule : isotherme **OUVERT**

Couplage énergétique



Métabolisme = Anabolisme + Catabolisme



Remarque importante : les acides nucléiques ne contribuent que **très peu** au bilan énergétique

II. Bioénergétique et thermodynamique

- Les lois de la thermodynamique permettent d'expliquer les principes régissant les **mouvements de la matière et de l'énergie** entre les organismes et leur environnement ainsi qu'au sein des organismes même
- La **bioénergétique** est l'application de ces lois au sein des réactions biochimiques

Premier principe de la thermodynamique

« l'énergie totale de l'univers demeure constante »

+++

- Elle ne peut **jamais** être créée ou détruite
- Mais elle peut être transformée et déformée

deuxième principe de la thermodynamique

« l'entropie de l'univers augmente »

+++

- Chaque transfert ou transformation d'énergie est associée à des réactions passant d'un état ordonné à un état désordonné
- L'état désordonné est toujours le plus probable

Relation de GIBBS

- permet l'utilisation des deux principes précédents
- Relie la variation d'énergie libre, d'enthalpie et d'entropie
- La variation de l'énergie libre permet de définir la direction et l'importance de la réaction chimique

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

- Tous les systèmes tendent spontanément vers un état d'équilibre car c'est l'état qui est le plus stable

Instable	réaction spontanée : $\Delta G < 0 \rightarrow$ exergonique
Equilibre	le système ne peut plus fournir de travail : $\Delta G = 0$
Besoin d'un apport énergie	Quand $\Delta G > 0 \rightarrow$ il faut un apport d'énergie du milieu extérieur pour rendre ce terme globalement négatif et que le processus se déclenche \rightarrow endergonique

Notion d'état standard

- Permet de calculer la constante d'équilibre K_{eq}
- ΔG caractérise l'état d'équilibre

Remarque importante :

une réaction à l'équilibre ne signifie pas que les concentrations sont égales

+++

CONDITIONS PHYSIOLOGIQUES

- Milieu aqueux à un pH 7
- Concentration initiale de tous les composants de 1.0 M
- Température de 25°
- Pression constante de 1 atm

III. Bioénergétique et métabolisme

- **Le métabolisme** regroupe l'ensemble des réactions biochimiques permettant aux êtres vivants de vivre, de se développer et de se reproduire
- Rappel : les voies cataboliques **libèrent** de l'énergie et les voies anaboliques **consomment** de l'énergie +++

RÉACTIONS COUPLÉES

- Les réactions endergoniques **n'ont pas lieu spontanément et ont besoin d'un apport en énergie pour se dérouler**
- On émet l'Hypothèse que cette énergie peut être fournie **par le couplage direct à une réaction exergonique**
- Energie dégagée par la réaction exergonique doit en valeur absolue être \geq à l'énergie requise par la réaction endergonique

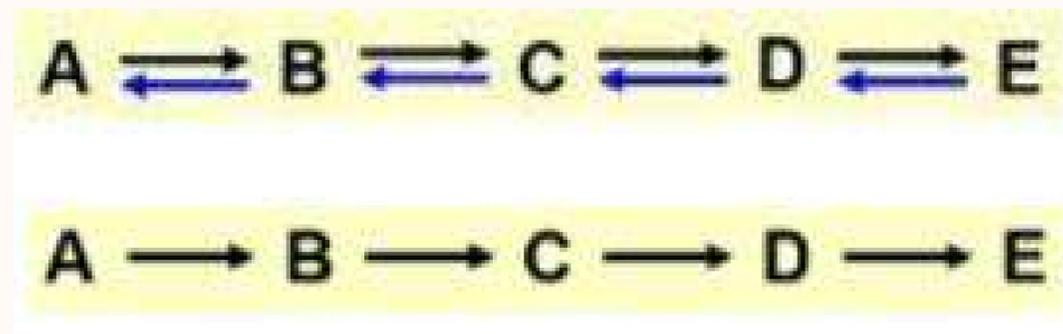
Exemple



Enzyme (hexokinase I à IV)

État d'équilibre et état stationnaire

- Une voie métabolique correspond à un ensemble de réactions biochimiques dont chacune a pour substrat le produit de la réaction précédente.



- **État d'équilibre** : les concentrations A,B,C,D et E sont constantes
- **État stationnaire** : seules les concentrations de B,C et D sont constantes tandis que celle de A diminue et celle de E augmente

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

RÉACTIONS IRRÉVERSIBLES

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 considéré» +++

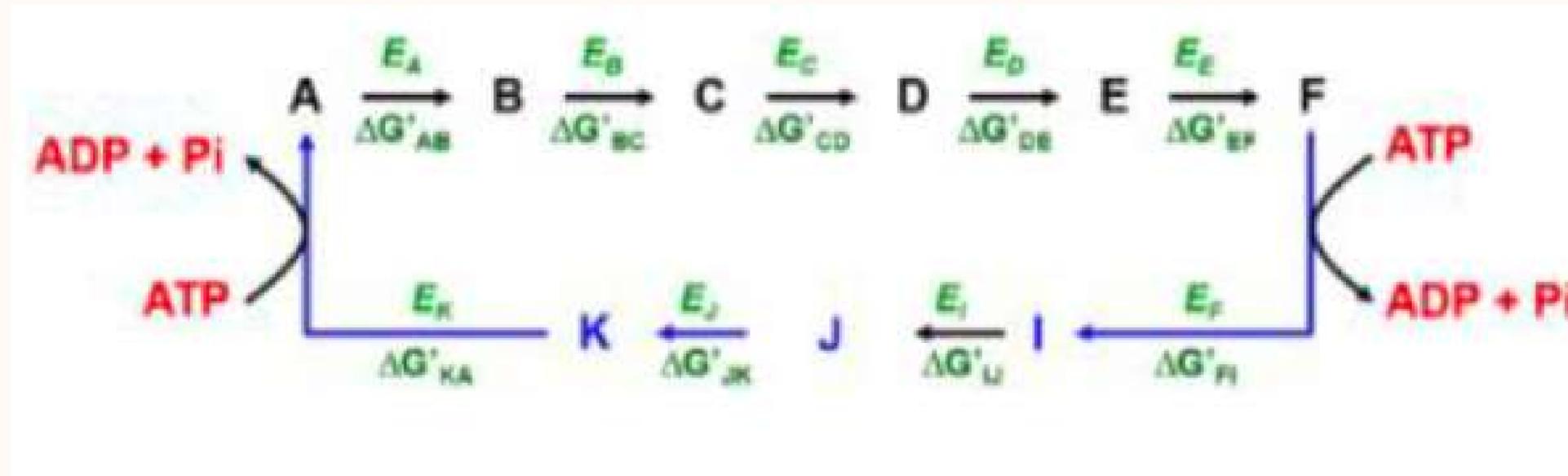


- A \rightarrow B est une réaction irréversible dû au $\Delta G' \ll 0$
- Les réactions suivantes ont un $\Delta G'$ autour de 0 et sont donc réversibles
- Si A augmente, la réaction évolue dans le sens de la production irréversible de B
- Le fonctionnement ou non de la voie métabolique dépend de la **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 physiologiques, elles le sont

+++



Afin de n'avoir au même moment qu'une seule voie active les enzymes de chacune des voies sont régulées de façon opposée

IV. Molécules impliquées dans la bioénergétique

Molécules contenant des liaisons riches en énergie

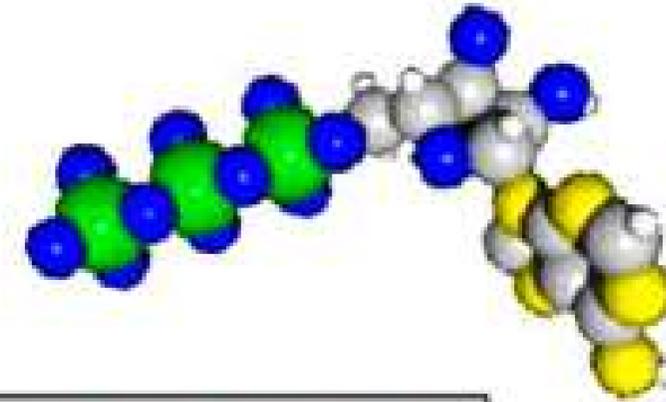
LIAISONS	FORMULES	EXEMPLES
AMIDINE-PHOSPHATES	$\text{R-NH-C(=NH)-NH}\sim\text{P}$	Créatine Phosphate
PHOSPHOANHYDRES	$\text{R-O-P(=O)(O}^-\text{)}_2\text{-O}\sim\text{P(=O)(O}^-\text{)}_2\text{-O}\sim\text{P(=O)(O}^-\text{)}_2\text{-O}^-$	XTP et XDP (X = A, G, C, U)
ACYL-PHOSPHATES	$\text{R-C(=O)-O}\sim\text{P}$	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

L'ADÉNOSINE TRIPHOSPHATE (ATP)

Adénosine TriPhosphate (ATP)

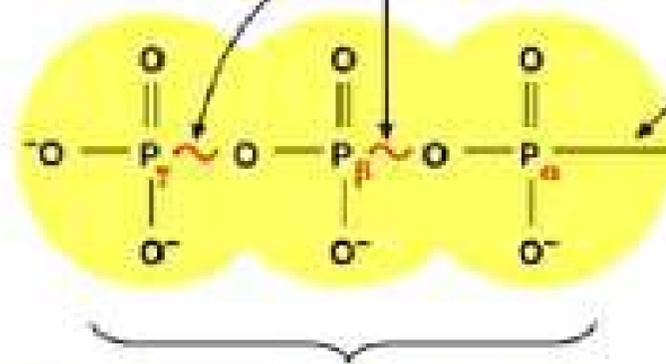
Molécule à haut potentiel énergétique

FORMULE

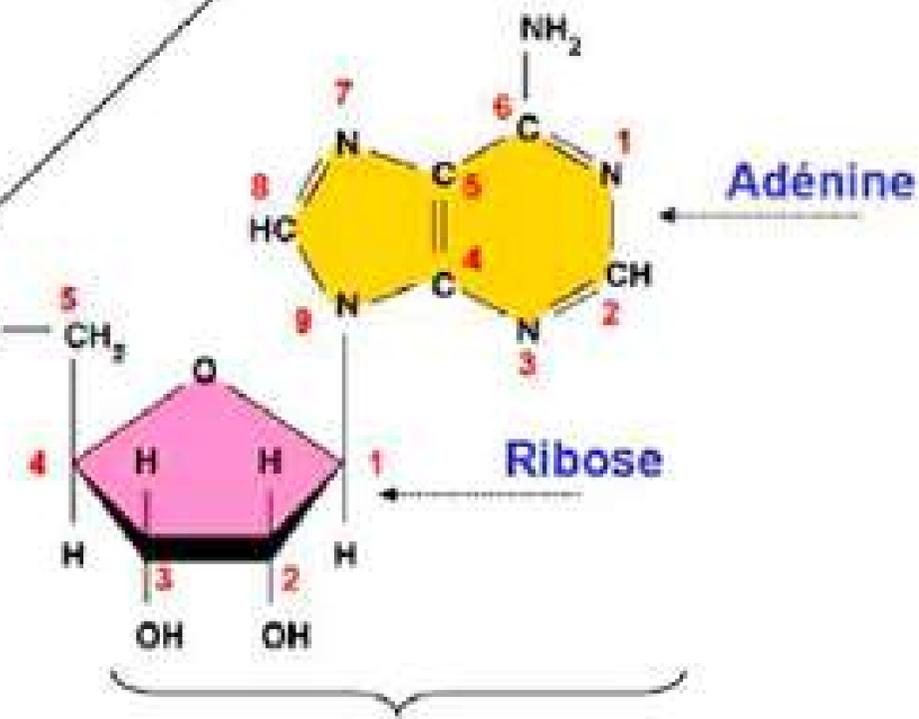


Liaisons type **phosphoanhydride** :
liaisons **"riches" en énergie**

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



3 groupements phosphoryls



Adénosine

Chiffres importants à connaître +++

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

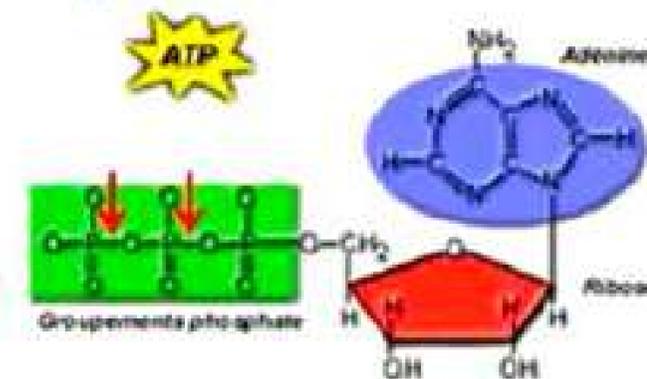
L'ATP: adénosine triphosphate

• 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-)

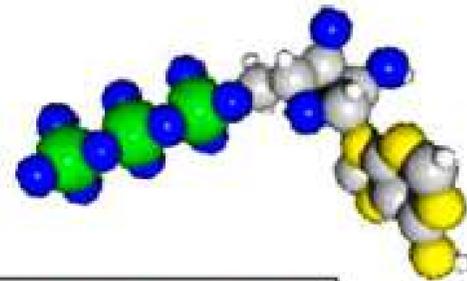


Hydrolyse de l'ATP

- Contient 2 liaisons phosphoanhydrides riches en énergie (γ et β) qui peuvent être hydrolysées

Adénosine TriPhosphate (ATP)

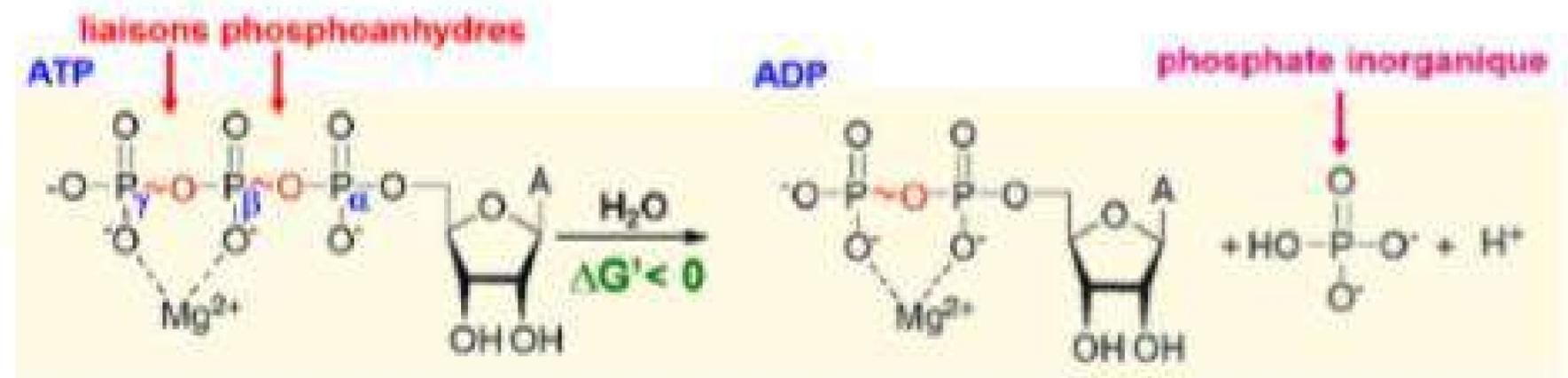
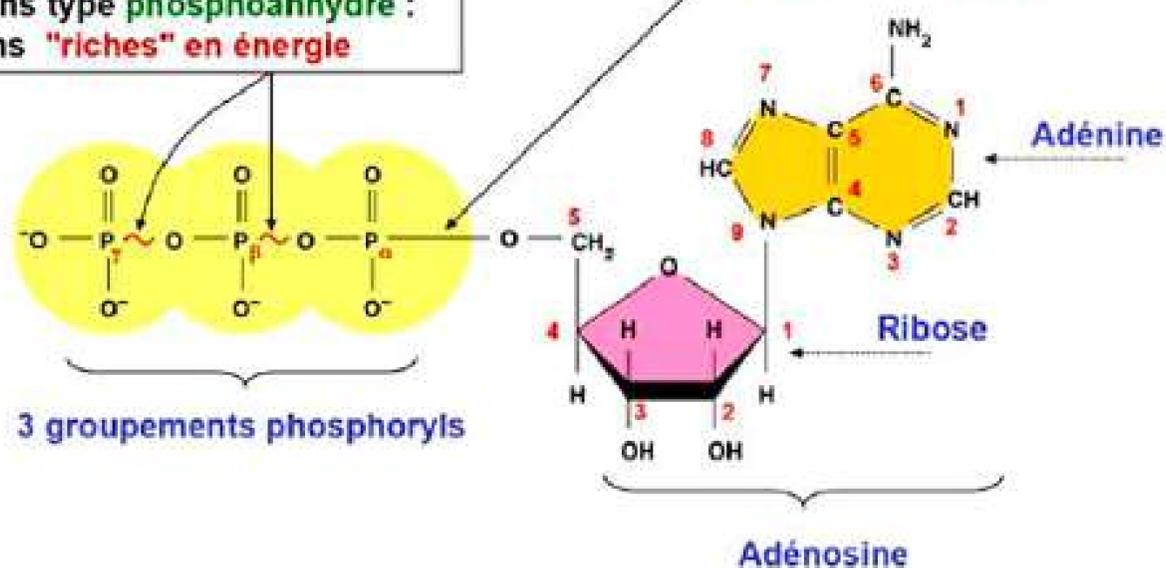
Molécule à haut potentiel énergétique

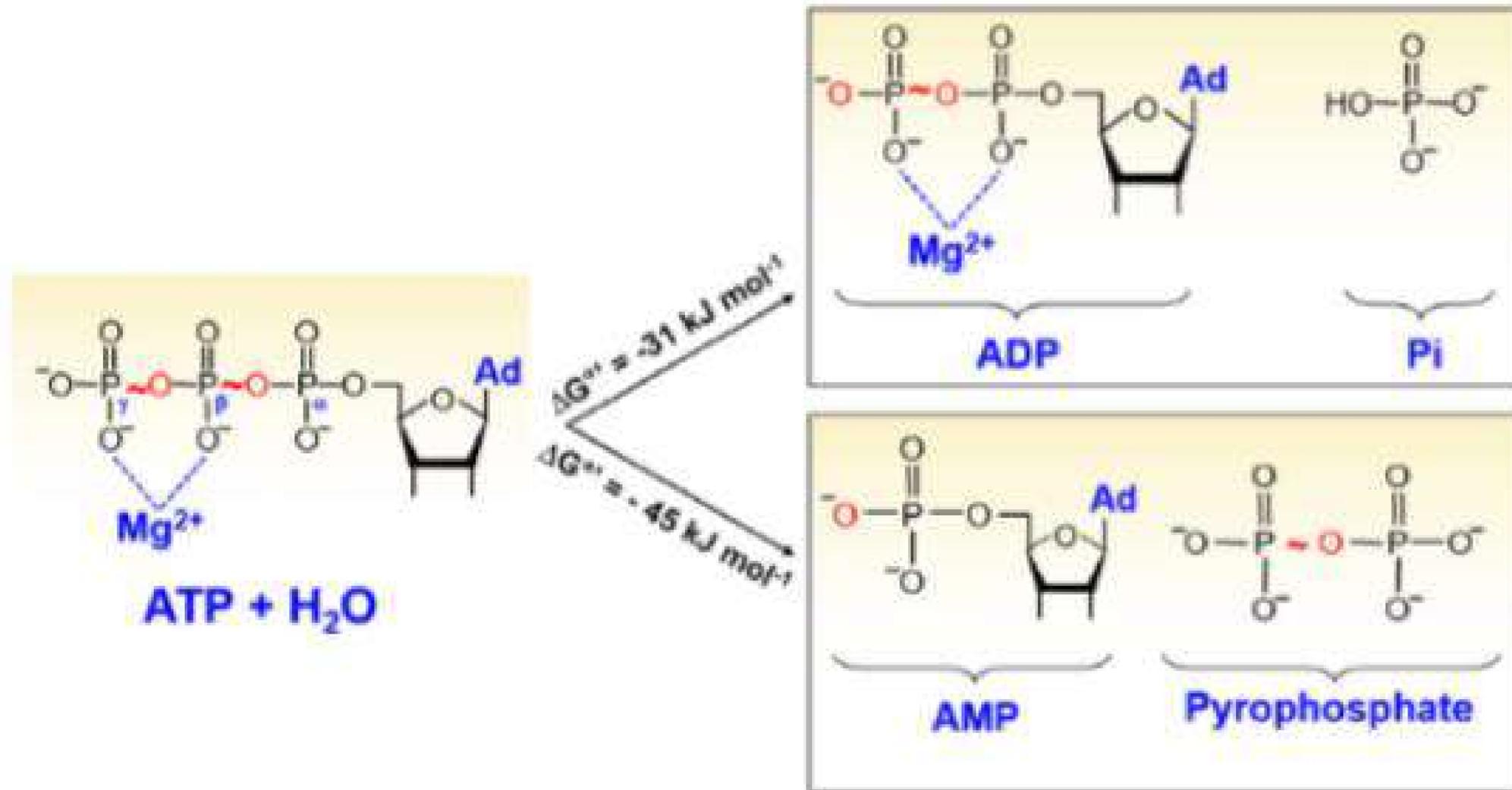


FORMULE

Liaisons type phosphoanhydride :
liaisons "riches" en énergie

Liaison type phosphoester :
liaison "pauvre" en énergie





Pyrophosphate : diphosphate
 Pi : Phosphate inorganique

Formation de l'ATP

- Synthèse de novo à partir de nucléotides puriques
- Synthèse à partir de la transformation de l'ADP en ATP

L'ATP : Formation

1. Voie de synthèse des nucléotides puriques (cytoplasme)



2. Transformation de l'ADP en ATP

- **Phosphorylations oxydatives**

Au sein de la MIM → synthèse d'ATP à partir d'un gradient électrochimique (association CRM et PO) ; **Chez l'homme → 90% ATP**

- **Phosphorylation liée au substrat** (cellules exprimant **CPK**)



- **Adénylate kinase** → réaction essentiellement utilisée par le muscle strié



D'AUTRES MOLÉCULES RICHES EN ÉNERGIE

- Créatine phosphate (CP)
- Créatine Phosphokinase (CPK)
- Adénylate kinase (AK)
- Acétyl-coA
- Phosphoénolpyruvate

QCM :

A propos des généralités sur la bioénergétique, donnez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Le catabolisme est la voie de dégradation des aliments
- B) L'anabolisme est la voie de dégradation des aliments
- C) La cellule est un système isotherme fermé
- D) Les glucides ne contribuent que très peu au bilan énergétique

A propos des généralités sur la bioénergétique, donnez la ou les proposition(s) exacte(s) :

A) Le catabolisme est la voie de dégradation des aliments

B) L'anabolisme est la voie de dégradation des aliments

C) La cellule est un système isotherme fermé c'est un isotherme ouvert ++

**D) Les glucides ne contribuent que très peu au bilan énergétique
il s'agit des acides nucléiques**

A

A propos des généralités sur la bioénergétique, donnez la ou les proposition(s) exacte(s) :

A) D'un point de vue physiologique, les voies métaboliques sont réversibles

B) Une réaction à l'équilibre signifie que les concentrations sont égales entre elles

C) A l'état basal, on retrouve dans notre corps 10 ATP pour 1 ADP

D) l'ATP peut se former à partir d'ADP

A propos des généralités sur la bioénergétique, donnez la ou les proposition(s) exacte(s) :

A) D'un point de vue physiologique, les voies métaboliques sont réversibles

B) Une réaction a l'équilibre signifie que les concentrations sont égales entre elle ne signifie pas que les concentrations sont a l'équilibre

C) A l'état basal, on retrouve dans notre corps 10 ATP pour 1 ADP

D) l'ATP peut se former a partir d'ADP

ACD

C'EST TERMINÉ

