

# Bioénergie

Ellycase - Jeux olymp'tut 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

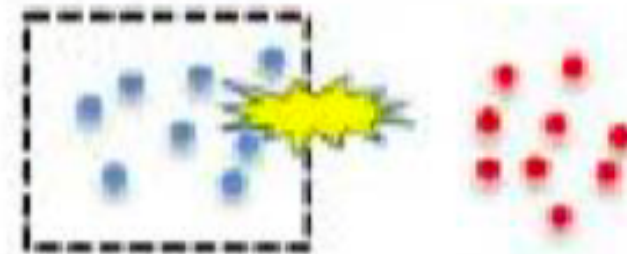
d'échanges d'énergie et/ou de matière avec le milieu/environnement extérieur

**Systeme ouvert**



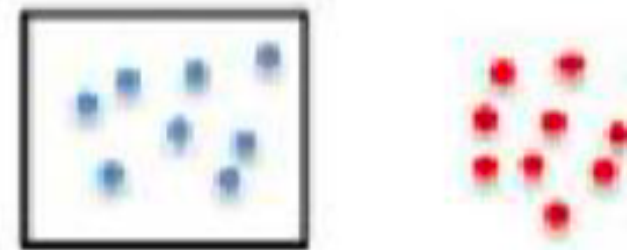
d'échanges d'énergie mais pas de matière avec le milieu/environnement extérieur

**Systeme fermé**



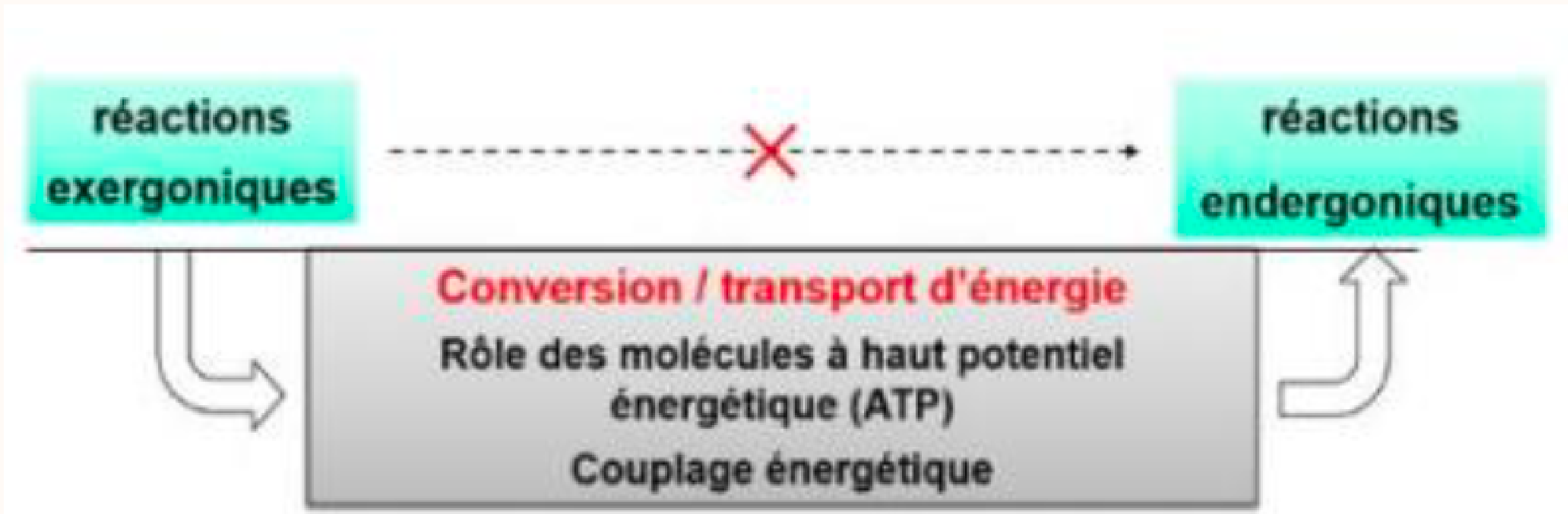
d'aucun échange d'énergie et de matière avec le milieu/environnement extérieur

**Systeme isolé**



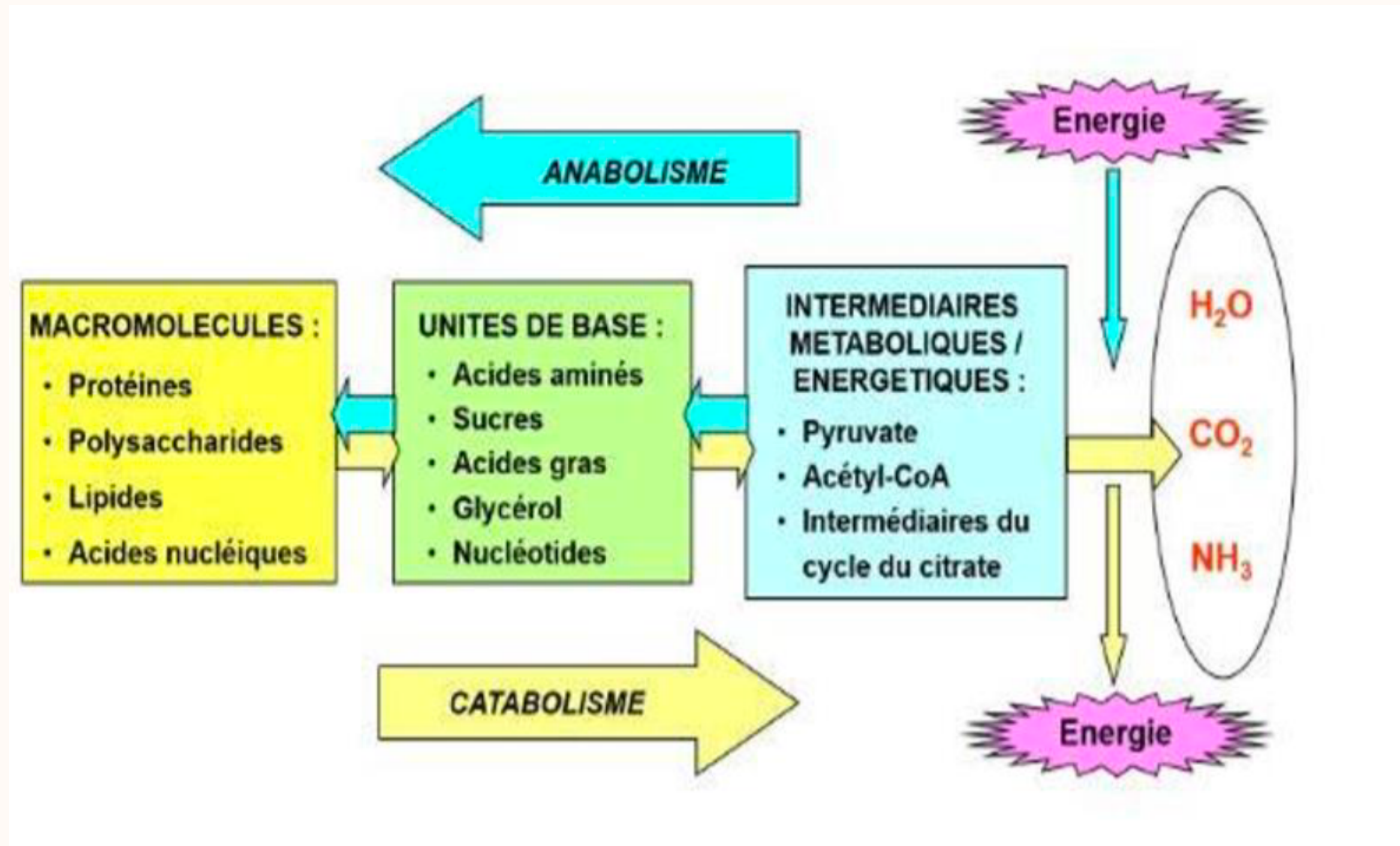
la cellule : isotherme **OUVERT**

# 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  $K_{eq}$
- $\Delta G$  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

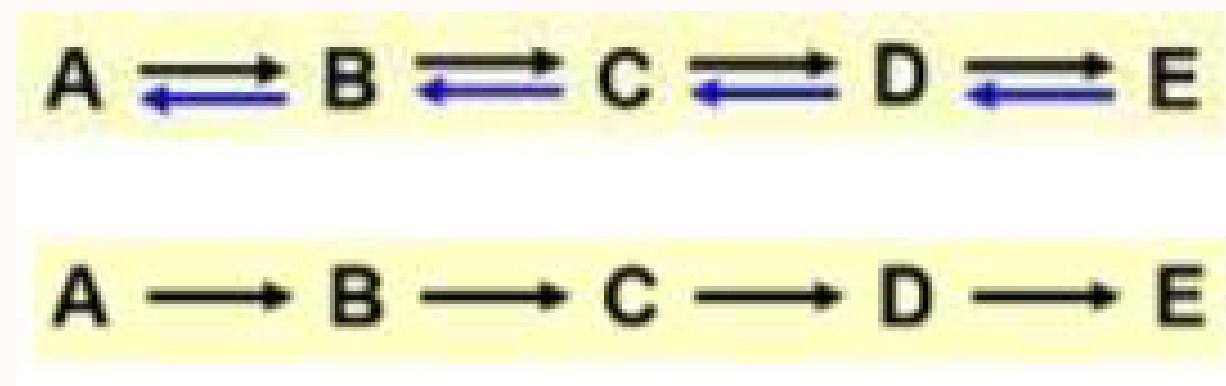


# Exemple



# 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» +++



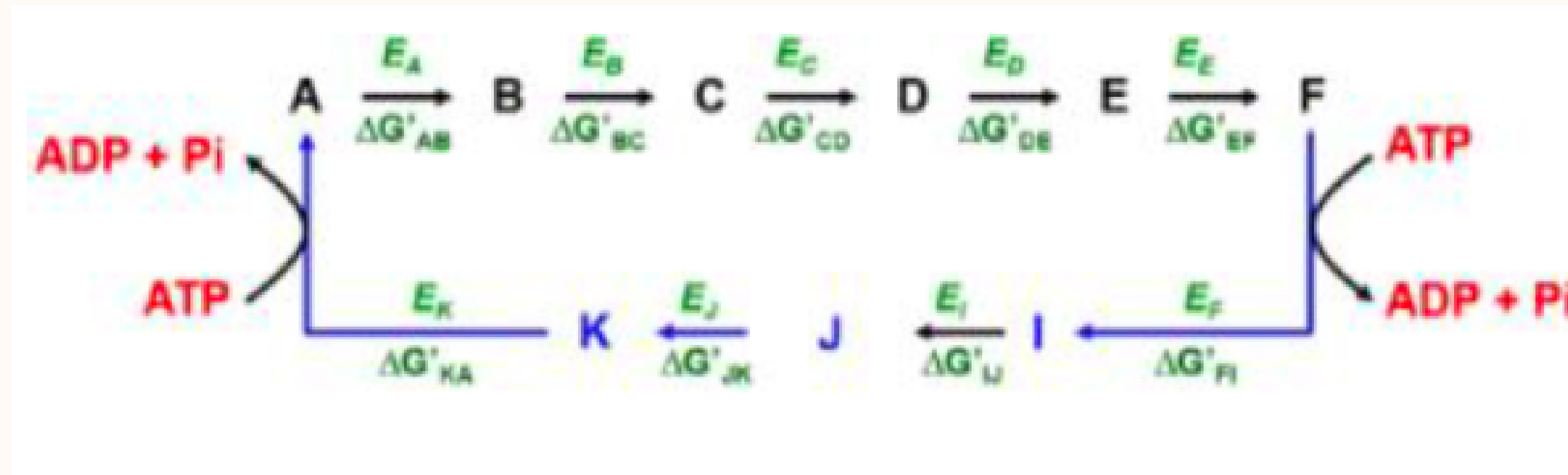
- A  $\rightarrow$  B est une réaction irréversible dû au  $\Delta G' \ll 0$
- Les réactions suivantes ont un  $\Delta G'$  autour de 0 et sont donc réversibles
- Si A augmente, la réaction évolue dans le sens de la production irréversible de B
- Le fonctionnement ou non de la voie métabolique dépend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

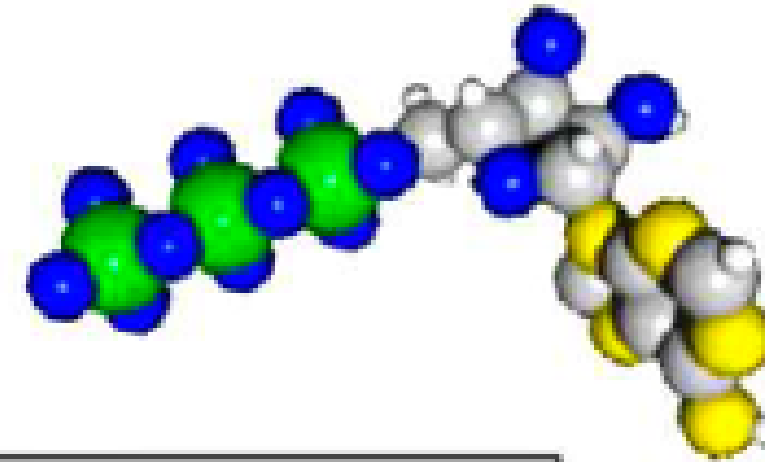
LIAISONS	FORMULES	EXEMPLES
AMIDINE-PHOSPHATES	$\text{R}-\text{NH}-\overset{\text{NH}}{\underset{\text{  }}{\text{C}}}-\text{NH}\sim\text{P}$ 	Créatine Phosphate
PHOSPHOANHYDRES	$\text{R}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}^-}{\text{P}}}-\text{O}\sim\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}^-}{\text{P}}}-\text{O}\sim\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}^-}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

# L'ADÉNOSINE TRIPHOSPHATE (ATP)

## Adénosine TriPhosphate (ATP)

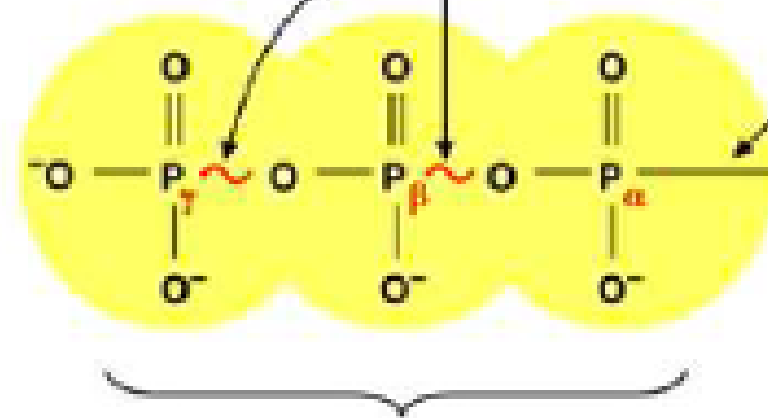
Molécule à haut potentiel énergétique

FORMULE

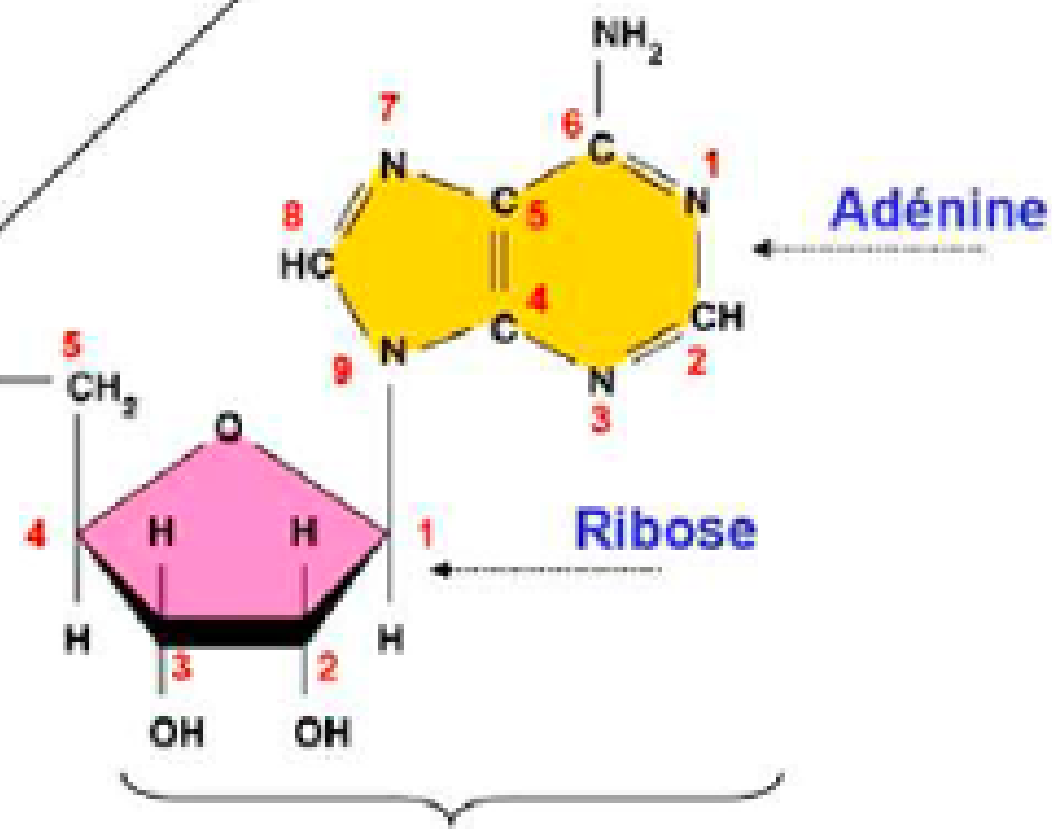


Liaisons type **phosphoanhydride** :  
liaisons **"riches" en énergie**

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

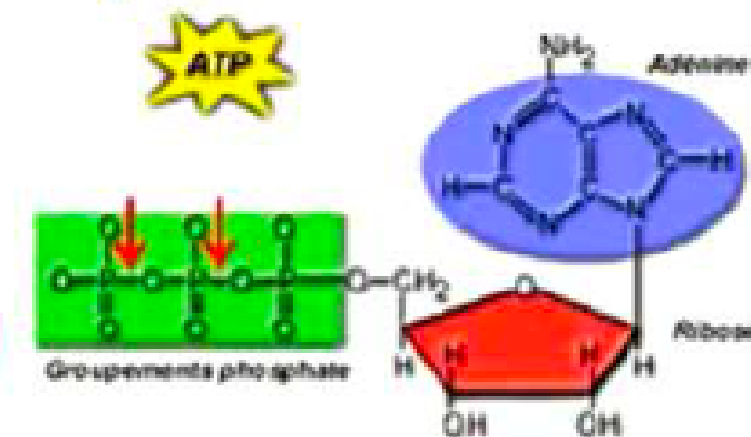
## L'ATP: adénosine triphosphate

### • 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 ( $\gamma$  et  $\beta$ ) qui peuvent être hydrolysées

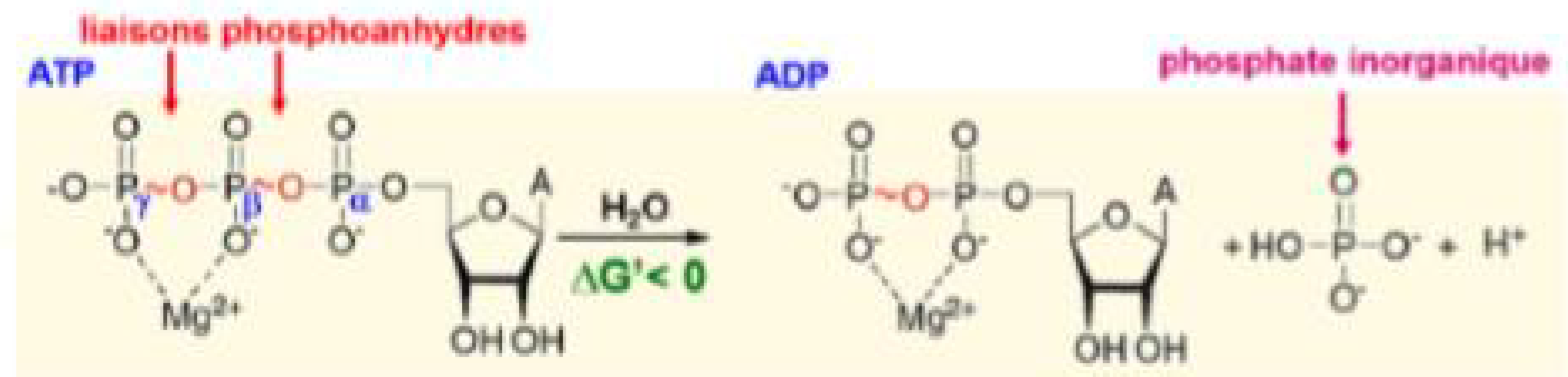
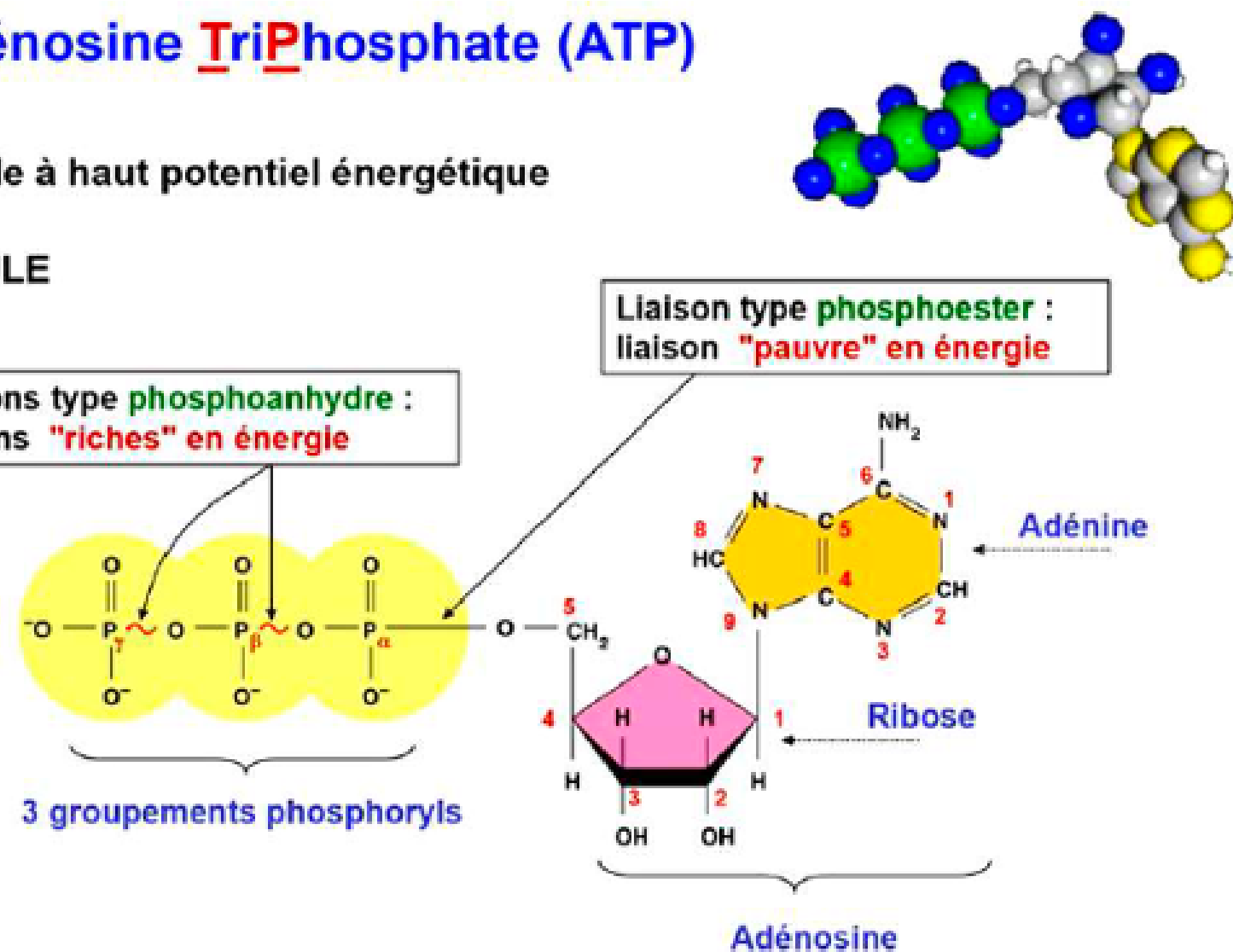
## Adénosine TriPhosphate (ATP)

Molécule à haut potentiel énergétique

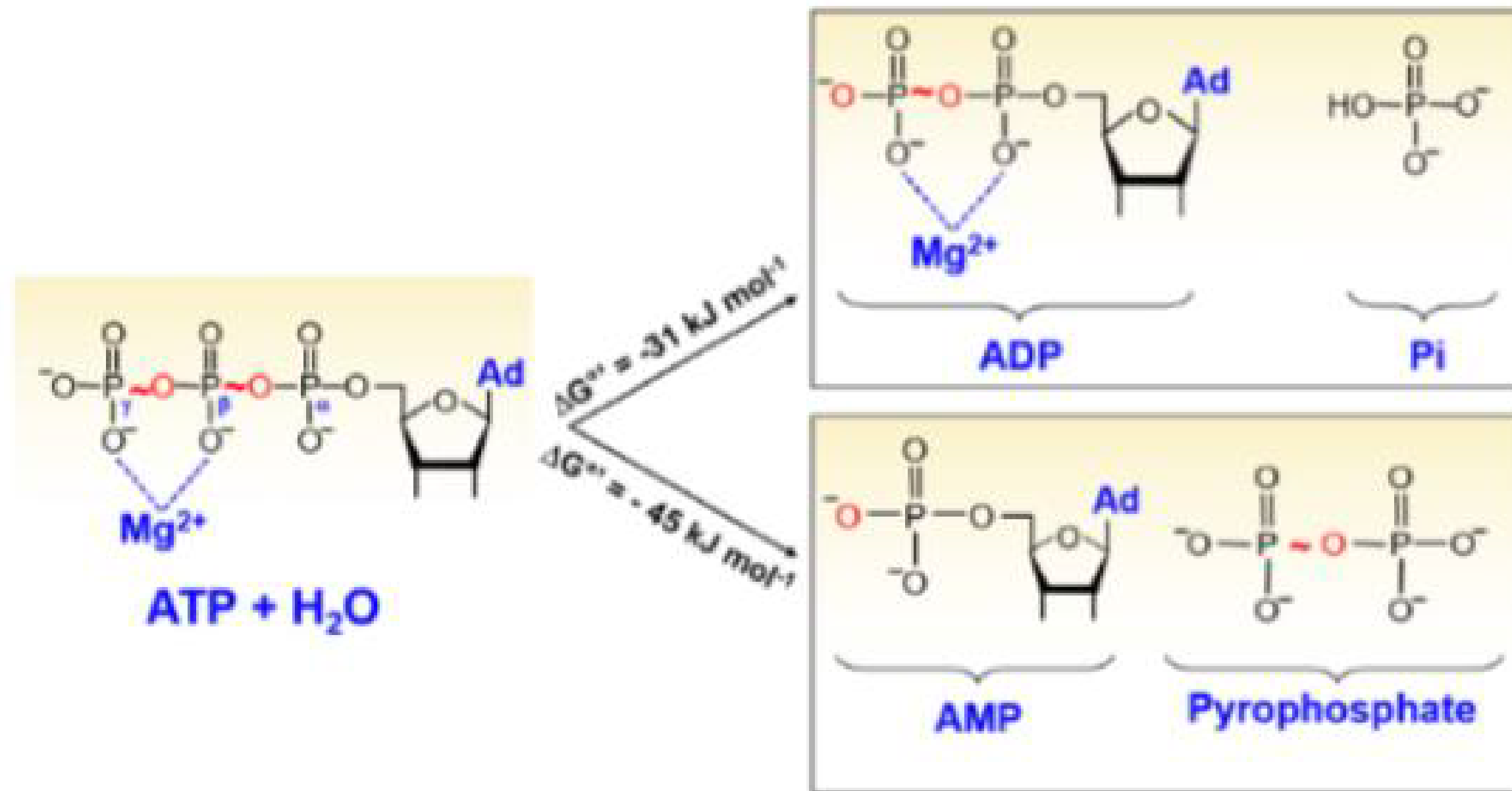
FORMULE

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)

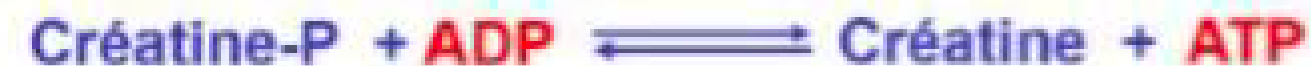


### 2. Transformation de l'ADP en ATP

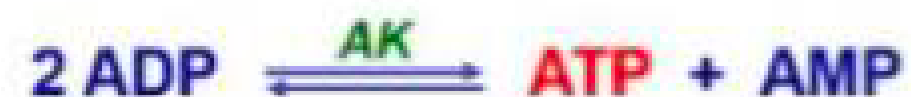
- **Phosphorylations oxydatives**

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

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



- **Adénylate kinase**  $\rightarrow$  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

