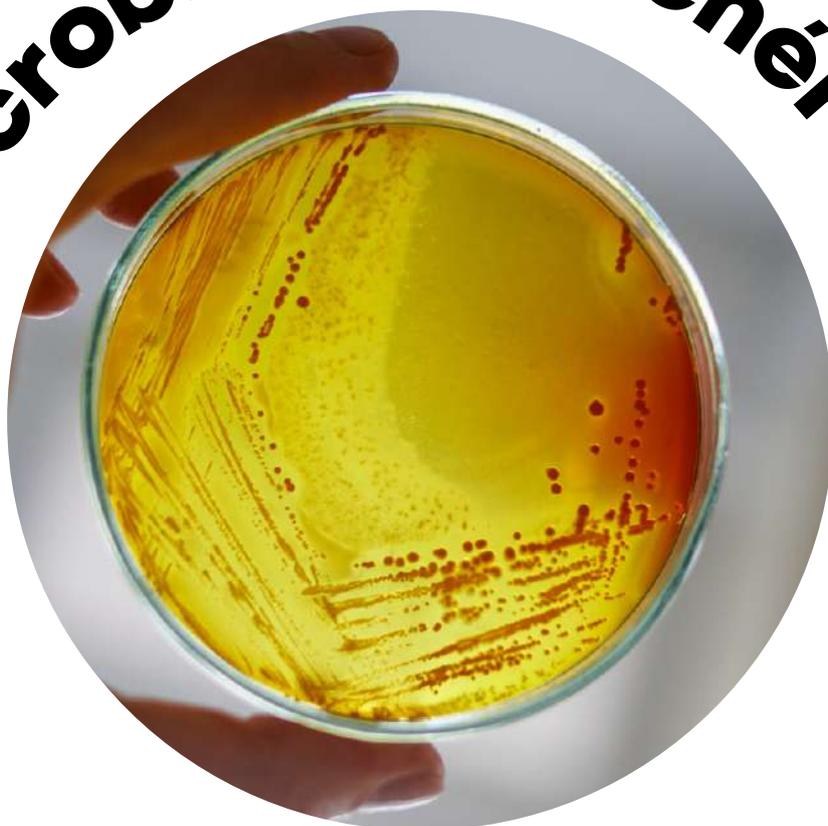


# Microbiologie Générale



SCIENCES DE LA  
VIE



**Shop**



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



**Etudier**



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



**Emploi**



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

# Microbiologie générale SVI. (S3)

## TD 4 Métabolisme énergétique

2016-2017

Pr. S. BOUHDID

# Métabolisme énergétique

**Métabolisme** : ensemble des réactions chimiques qui ont lieu dans la cellule

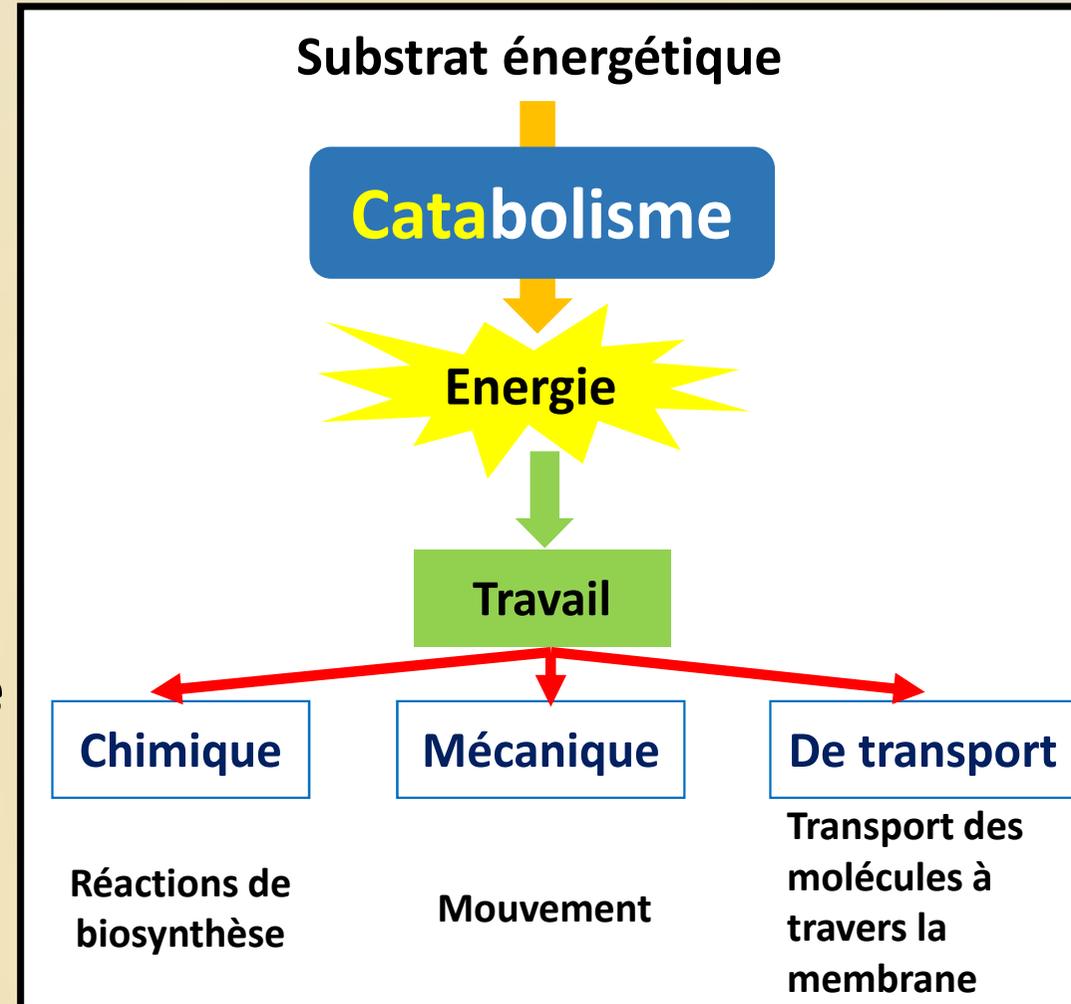
=

**Catabolisme** : réactions de dégradation

+ → production d'énergie

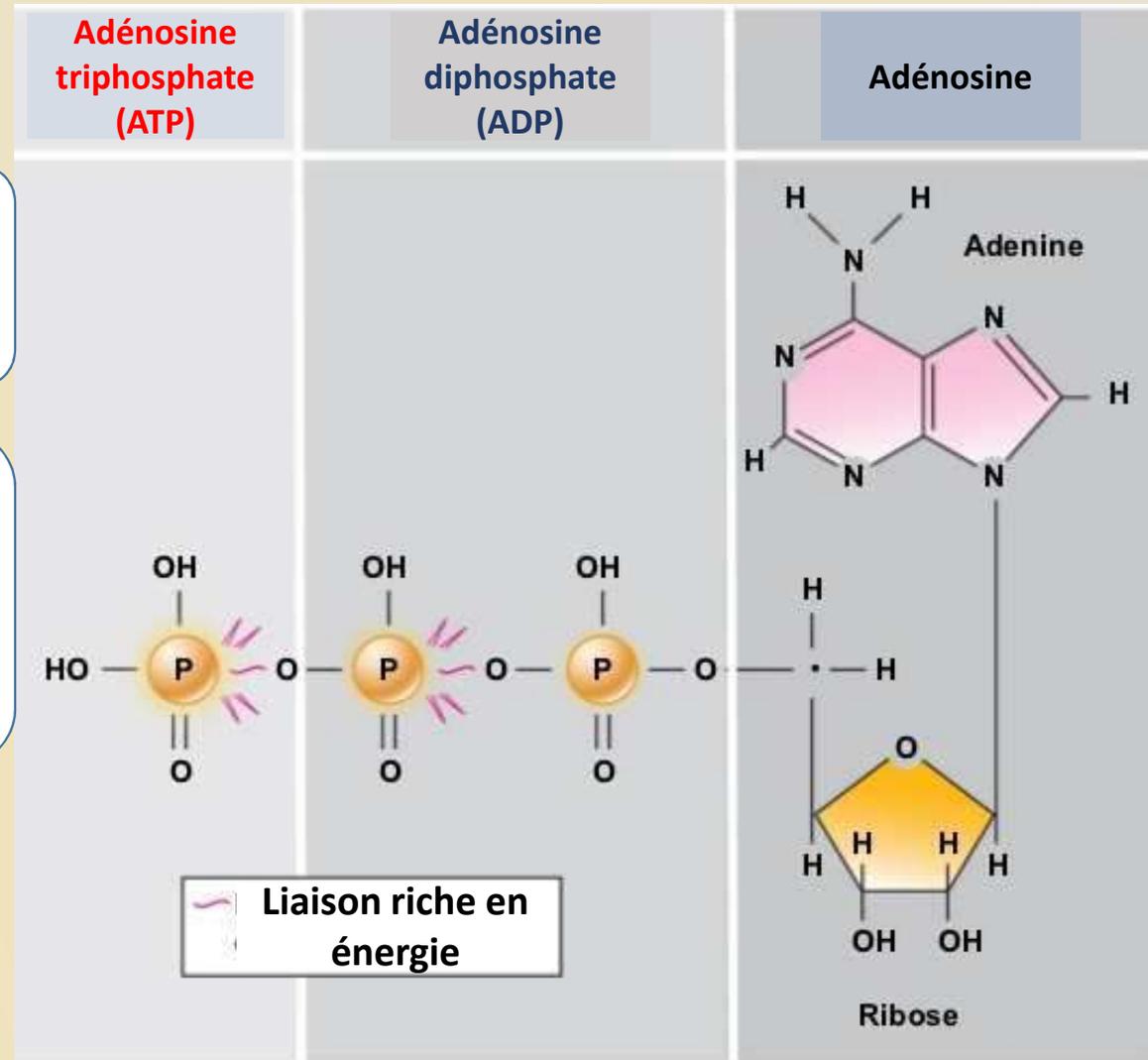
**Anabolisme** : réactions de biosynthèse

→ consommation d'énergie



# ATP: monnaie énergétique de la cellule

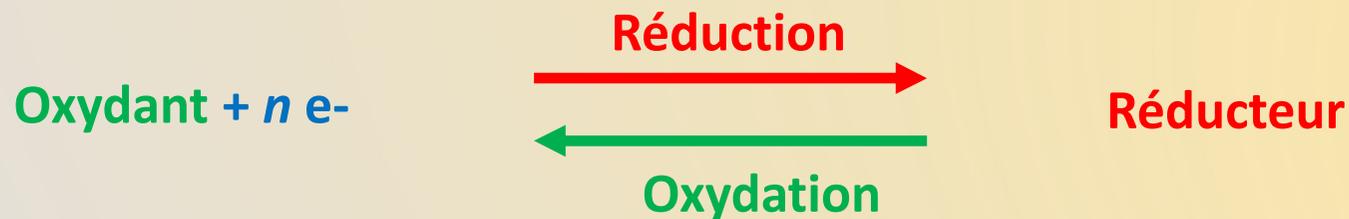
- Dans les cellules, le principal composé phosphorylé **riche en énergie** est l'**ATP**.
- Elle est **produite** par les réactions **exergoniques** et **consommée** dans certaines réactions **endergoniques**.



# Réactions d'oxydoréduction

- **Oxydation** = **perte** d'électron(s) par un composé.
- **Réduction** = **gain** d'électron(s) par un composé.
- En biochimie, les réactions d'oxydation et de réduction impliquent fréquemment le transfert d'un **électron** ( $e^-$ ) et d'un **proton** ( $H^+$ ).

**Oxydoréduction** = les électrons **libérés** par un **donneur d'électrons** sont **captés** par un **accepteur d'électrons**.



## Transporteurs des électrons

- Dans les réactions **redox**, le **transfert d'électrons** requiert un ou plusieurs intermédiaires, appelés **transporteurs**.
- La variation d'énergie de l'ensemble des réactions est déterminée par la différence de potentiel de réduction entre le donneur primaire et l'accepteur terminal.
- Les **transporteurs d'électrons** peuvent être séparés en deux catégories :
  - ❖ ceux qui **diffusent** librement (les coenzymes: **NAD, FAD**)



- ❖ et ceux qui sont **liés** par covalence aux enzymes de la membrane cytoplasmique (les groupements prosthétiques)

## Métabolisme énergétique chez les **chimioorganotrophes**

Les bactéries **chimioorganotrophes** utilisent des **molécules organiques** à la fois comme source de carbone et d'énergie.

Ces molécules, de nature variable (glucides, acides aminés, acides gras...), sont **oxydées** (généralement par déshydrogénation) et les électrons libérés sont pris en charge par des **transporteurs d'e-**.

Le devenir des électrons permet de distinguer **deux voies métaboliques majeures**:



La **respiration**, lorsque les **électrons** sont pris en charge par **une chaîne de transporteurs** localisés dans une membrane, l'**ATP** est alors majoritairement synthétisé par **phosphorylation oxydative**.

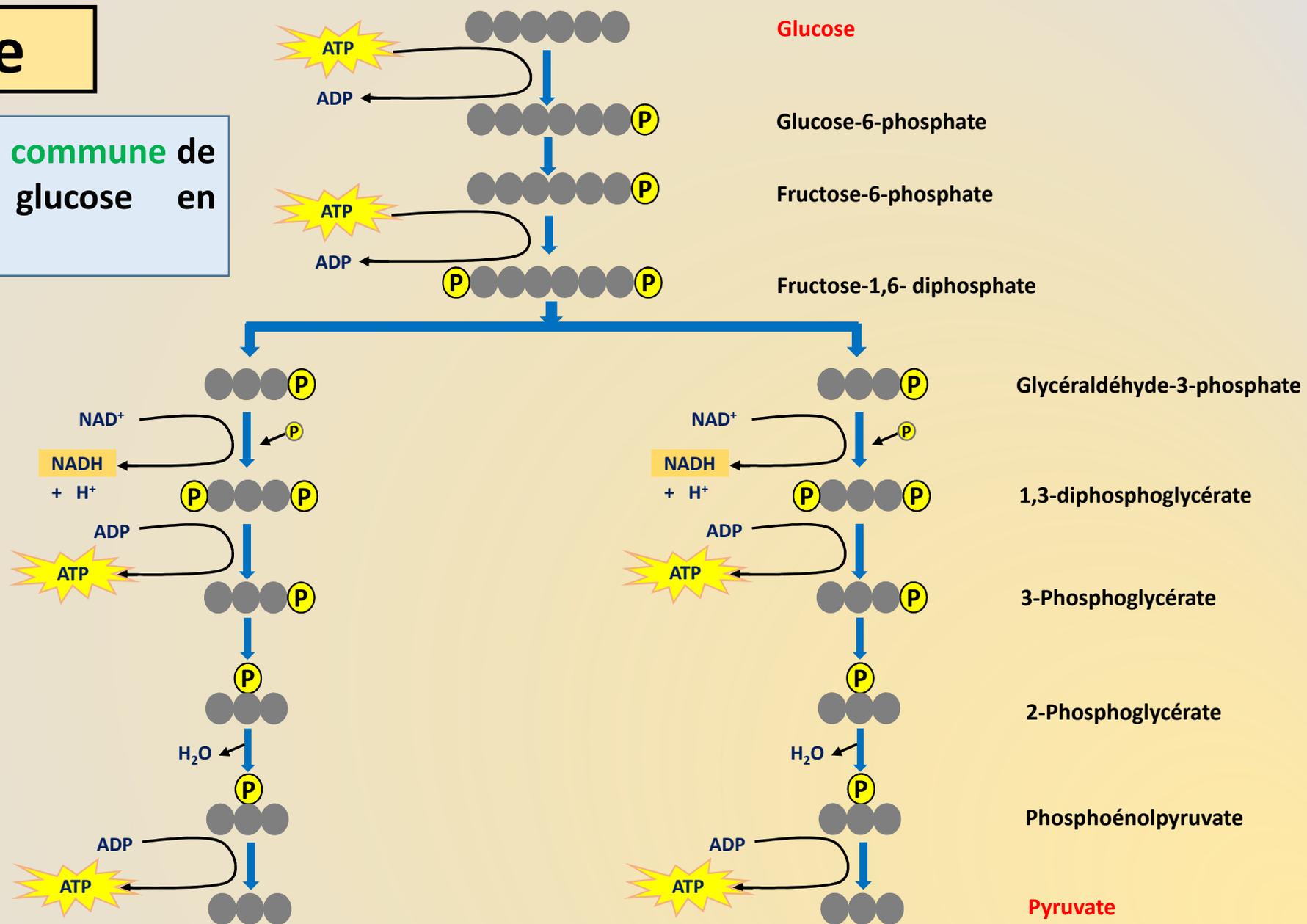


La **fermentation**, lorsqu'une **molécule organique** est utilisée comme **accepteur d'électrons** et de protons, l'**ATP** est synthétisé uniquement par **phosphorylation au niveau du substrat**.

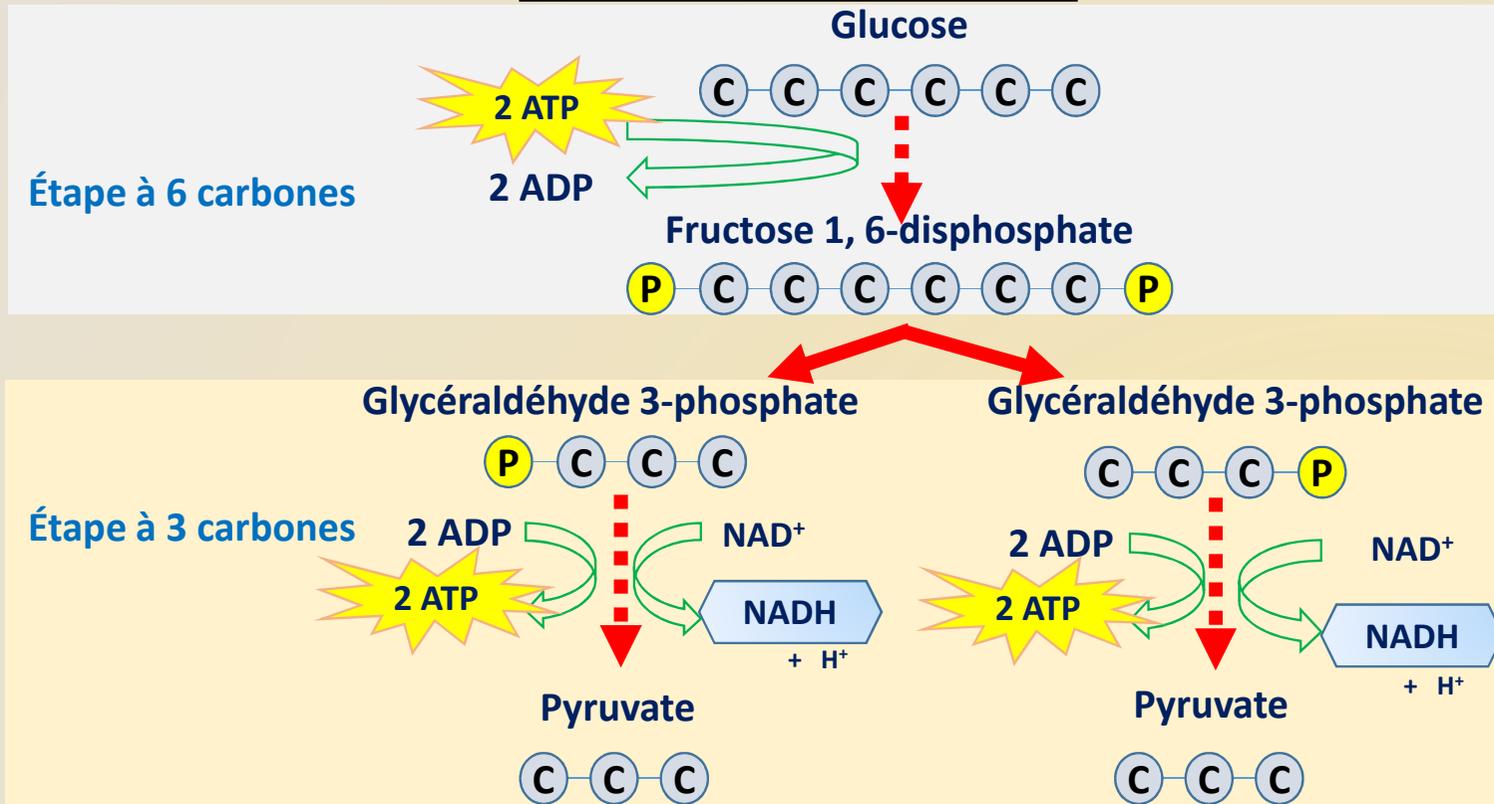
# Glycolyse

C'est la voie la plus commune de dégradation du glucose en pyruvate.

Les électrons libérés au cours de l'oxydation sont transférés au  $\text{NAD}^+$  (transporteur d'e-)



# Glycolyse



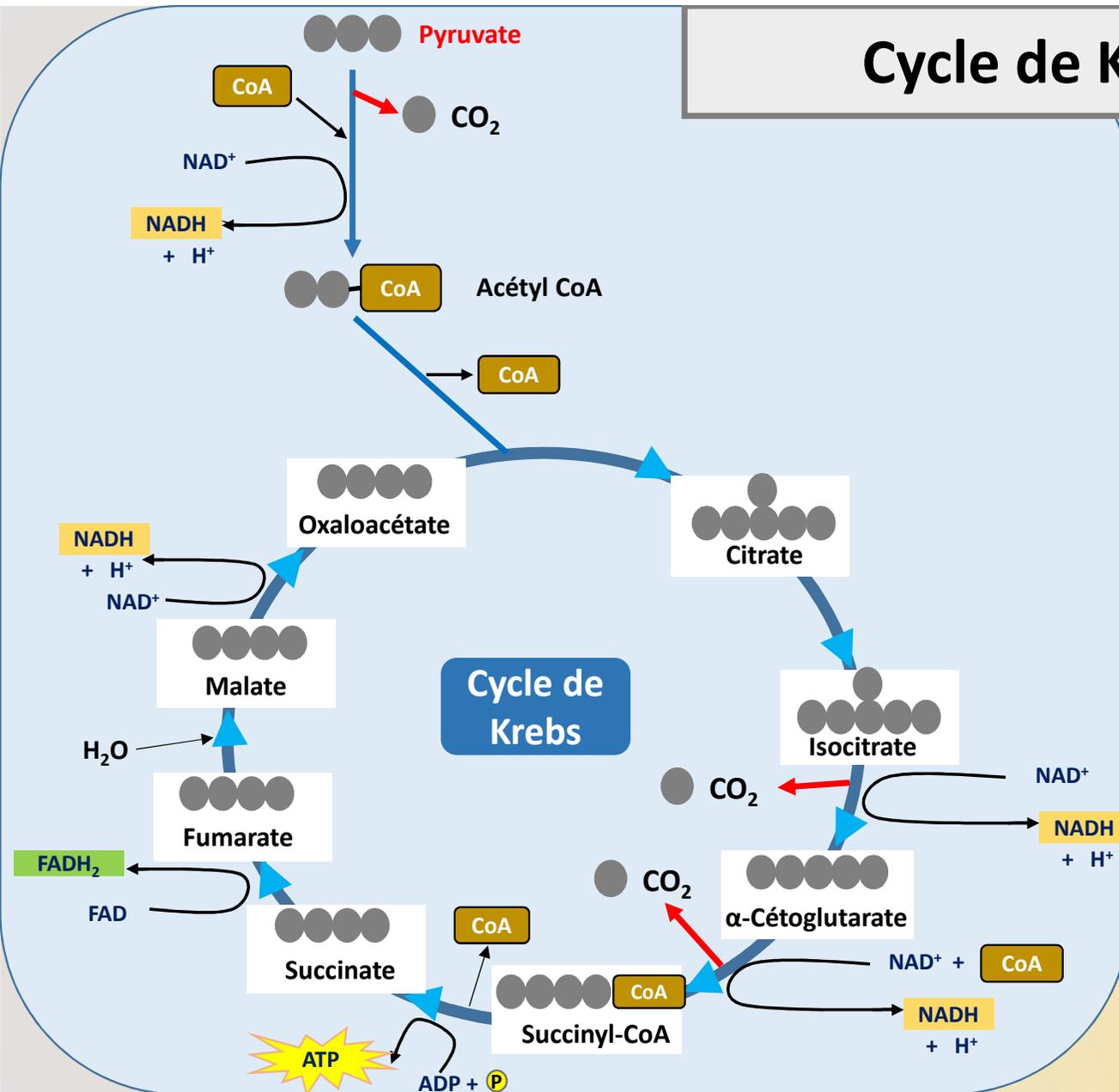
Glucose + 2  $\text{NAD}^+$  + 2 ADP + 2  $\text{P}_i$



2 pyruvates + 2 NADH + 2 ATP + 2  $\text{H}_2\text{O}$

- La glycolyse est une série de réactions conduisant à la **dégradation** d'une molécule de **glucose** en **deux** molécules de **pyruvate**.
- La glycolyse fait partie de la **respiration aérobie et anaérobie** et de la **fermentation**.
- Au cours de la glycolyse, l'**ATP** est produit par **phosphorylation au niveau du substrat**.

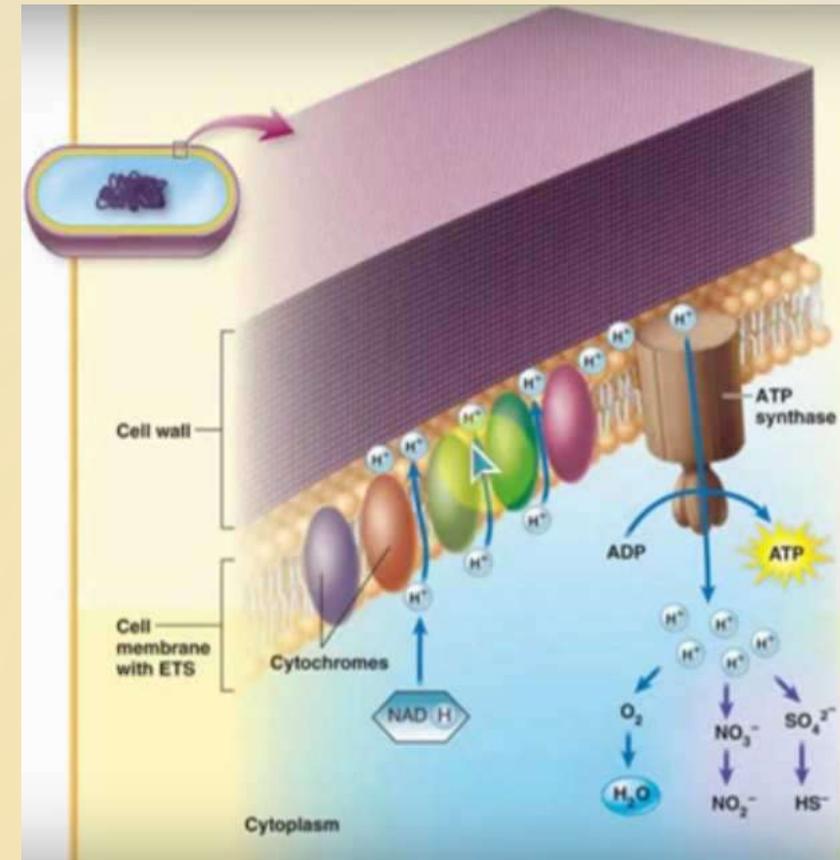
# Cycle de Krebs



- Dans le cycle de Krebs, le pyruvate est **complètement oxydé** en CO<sub>2</sub>.
- Une **molécule d'ATP** est produite par molécule de pyruvate oxydée.
- Elle est produite par **phosphorylation au niveau du substrat**.
- Les électrons libérés au cours des réactions d'oxydation sont transférés à des transporteurs (NAD<sup>+</sup>, FAD). → **NADH et FADH<sub>2</sub>**

## Chaîne de transport des électrons

- Une grande partie de l'**ATP** est produite par l'oxydation des **NADH** et **FADH<sub>2</sub>**, dans la chaîne de transport des e<sup>-</sup>, en NAD<sup>+</sup> et FAD.
- Cette chaîne est composée d'une **série de transporteurs d'e<sup>-</sup>** qui agissent ensemble pour **transférer les e<sup>-</sup>** des **NADH** et **FADH<sub>2</sub>** à l'accepteur terminal des e<sup>-</sup>.
- Simultanément, les **protons** sont **expulsés** à l'extérieur de la membrane et génèrent un gradient de concentration (**force proton-motrice**).
- La force proton-motrice induit un passage de **protons vers l'intérieur** de la cellule, ce qui conduit à la **synthèse de l'ATP** (catalysée par l'ATP synthase).
- L'ATP est ainsi produite par **phosphorylation oxydative**.



# Respiration

Cytoplasme

## Glycolyse



Oxydation du pyruvate en Acétyl-CoA et cycle de Krebs

- **1 ATP** est produite par molécule de pyruvate oxydé.
- Les électrons libérés au cours des réactions d'oxydation sont transférés à des transporteurs ( $\text{NAD}^+$ ,  $\text{FAD}$ ). → **NADH** et **FADH<sub>2</sub>**

## Chaîne de transport des électrons

- Des molécules d'**ATP** sont produites par l'oxydation des **NADH** et **FADH<sub>2</sub>** dans la chaîne de transport des électrons.
- La quantité d'ATP produite dépend de la nature de l'**accepteur terminal des électrons**.

## Glycolyse

2 NADH

2 ATP

Pyruvate

Pyruvate

1 NADH

1 CO<sub>2</sub>

Acétyl CoA

3 NADH

2 CO<sub>2</sub>

Cycle de Krebs

1 FADH<sub>2</sub>

1 ATP

Respiration **aérobie**

Respiration **anaérobie**

Accepteur terminal d'e<sup>-</sup> : O<sub>2</sub>

Accepteur terminal d'e<sup>-</sup> : NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Fe<sup>3+</sup> ...

ATP

Chaîne de transport des électrons

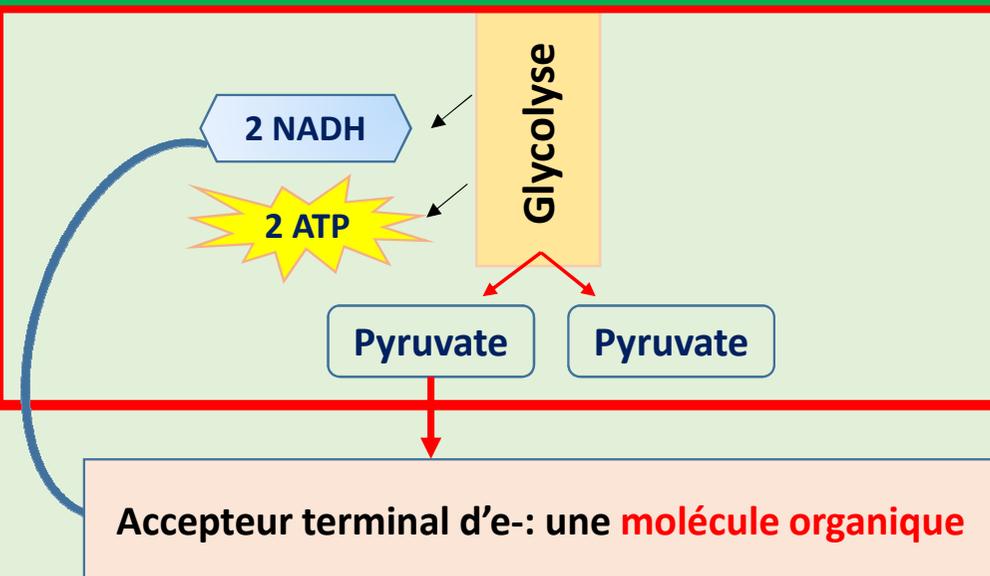
Membrane plasmique

# Respiration

- La respiration est une **oxydation complète** du substrat.
  - **Peu d'ATP** est généré par **phosphorylation au niveau du substrat** (glycolyse et cycle de krebs)
  - La plus **grande partie** de l'**ATP** est produite par **phosphorylation oxydative** (chaîne de transport des e-).
  - Dans la respiration **aérobie**, l'**O<sub>2</sub>** est l'accepteur terminal des e-.  
$$\frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{e}^- + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}$$
  - Dans la respiration **anaérobie**, l'accepteur terminal des e- est le plus souvent une molécule inorganique, autre que l'O<sub>2</sub>, (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Fe<sup>3+</sup> ...).
- Ex: Respiration des nitrates :  $\text{NO}_3^- + 2 \text{e}^- + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$
- Le **rendement** énergétique est plus **important** dans la **respiration aérobie**.

# Fermentation

Cytoplasme



- ✓ Fermentation alcoolique
- ✓ Fermentation lactique
- ✓ Fermentation acide mixte
- ✓ ...

Glycolyse

Glucose + 2 NAD<sup>+</sup> + 2 ADP + 2 Pi

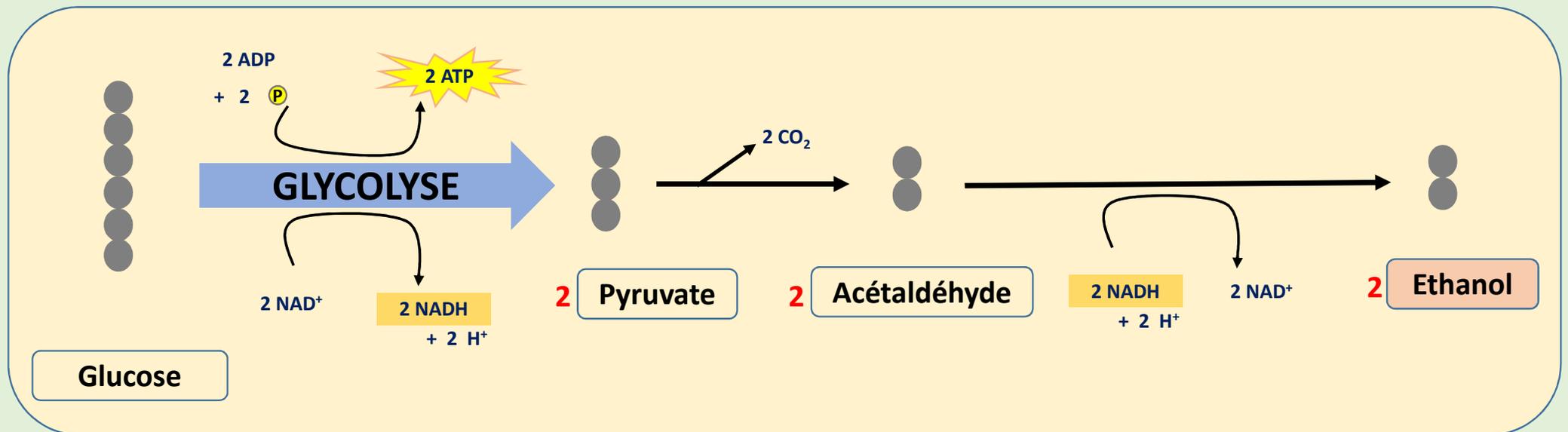
2 pyruvates + 2 NADH + 2 ATP + 2 H<sub>2</sub>O

- L'oxydation du NADH (produit dans la glycolyse) en NAD<sup>+</sup> se fait en utilisant une molécule organique (pyruvate ou un de ses dérivés) comme accepteur terminal d'électrons.

- La fermentation est une oxydation incomplète du substrat.
- La production de l'ATP se fait par phosphorylation au niveau du substrat (glycolyse).
- Le rendement énergétique est beaucoup moins important que celui de la respiration.

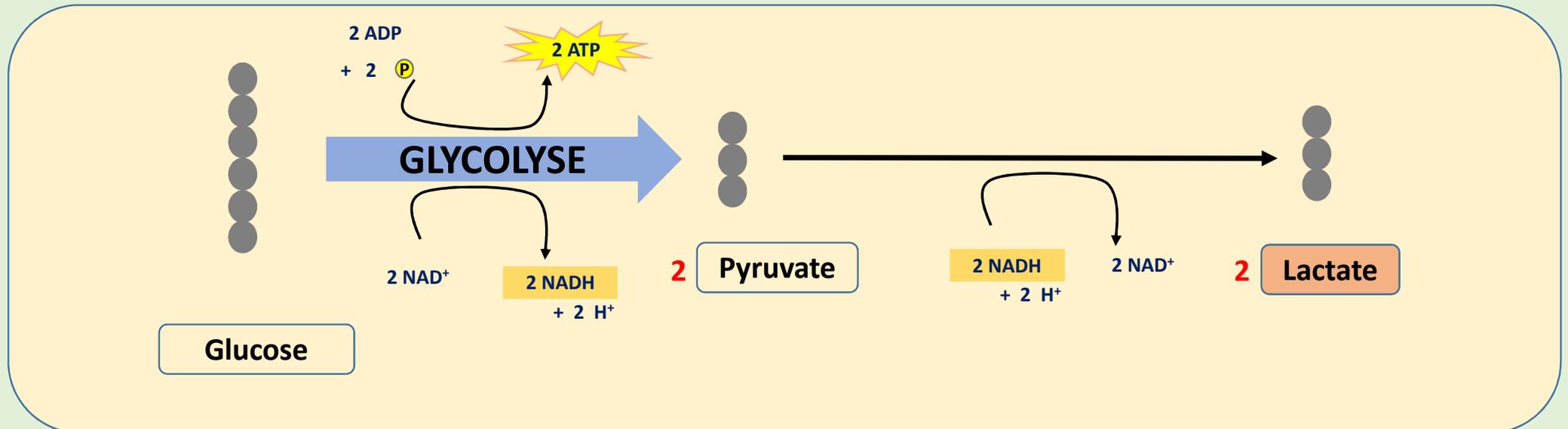
# Exemples de fermentation

## Fermentation alcoolique



# Exemples de fermentation

## Fermentation lactique



# Bon courage



## LIENS UTILES 🙌

### Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

