

# Chapitre 2 : Origine de l'ATP nécessaire à la contraction de la cellule musculaire



Personne en pleine crise d'hypoglycémie

Terminale spécialité SVT

# Plan du chapitre

## I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

A) Rappels oxydation, réduction et mitochondrie

B) L'étape hyaloplasmique : la glycolyse

C) Les étapes mitochondriales

1) Une étape dans la matrice mitochondriale : le cycle de Krebs

2) Une étape sur les crêtes mitochondriales : la chaîne respiratoire

## II) Une autre voie de production d'ATP : la fermentation

A) La première étape est identique : la glycolyse

B) La deuxième étape : la réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation lactique

C) La deuxième étape : La réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation alcoolique

## III) L'amélioration de la production d'ATP

A) L'entraînement

B) L'utilisation d'une substance exogène pour améliorer la production d'ATP

1) La créatine

2) L'érythropoïétine

# Plan du chapitre

## I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

### A) Rappels oxydation, réduction et mitochondrie

### B) L'étape hyaloplasmique : la glycolyse

### C) Les étapes mitochondriales

#### 1) Une étape dans la matrice mitochondriale : le cycle de Krebs

#### 2) Une étape sur les crêtes mitochondriales : la chaîne respiratoire

## II) Une autre voie de production d'ATP : la fermentation

### A) La première étape est identique : la glycolyse

### B) La deuxième étape : la réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation lactique

### C) La deuxième étape : La réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation alcoolique

## III) L'amélioration de la production d'ATP

### A) L'entraînement

### B) L'utilisation d'une substance exogène pour améliorer la production d'ATP

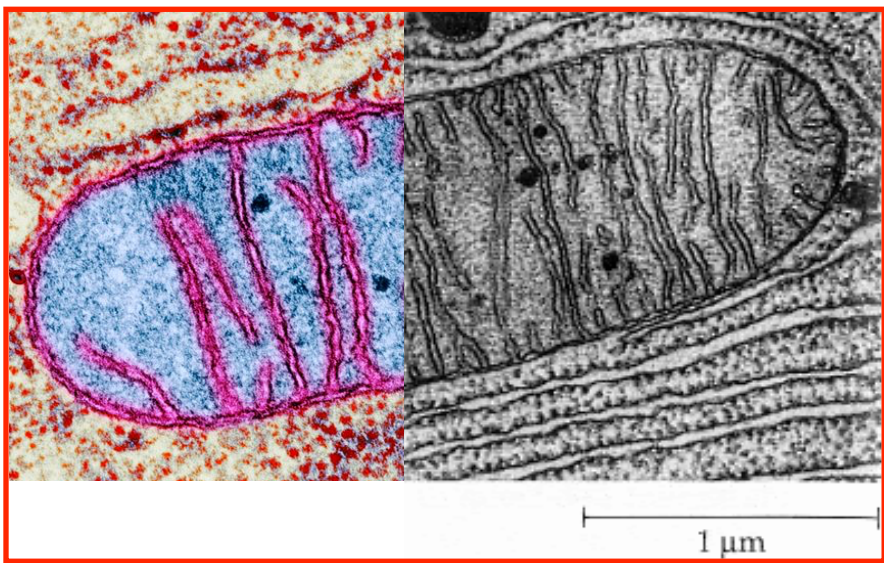
#### 1) La créatine

#### 2) L'érythropoïétine



I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

A) Rappels oxydation, réduction et mitochondrie



Photographie microscopique à transmission d'une mitochondrie (x 20 000)

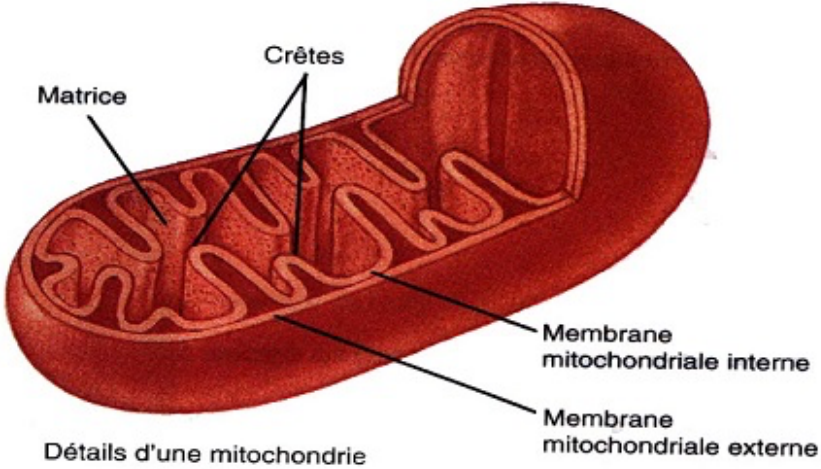
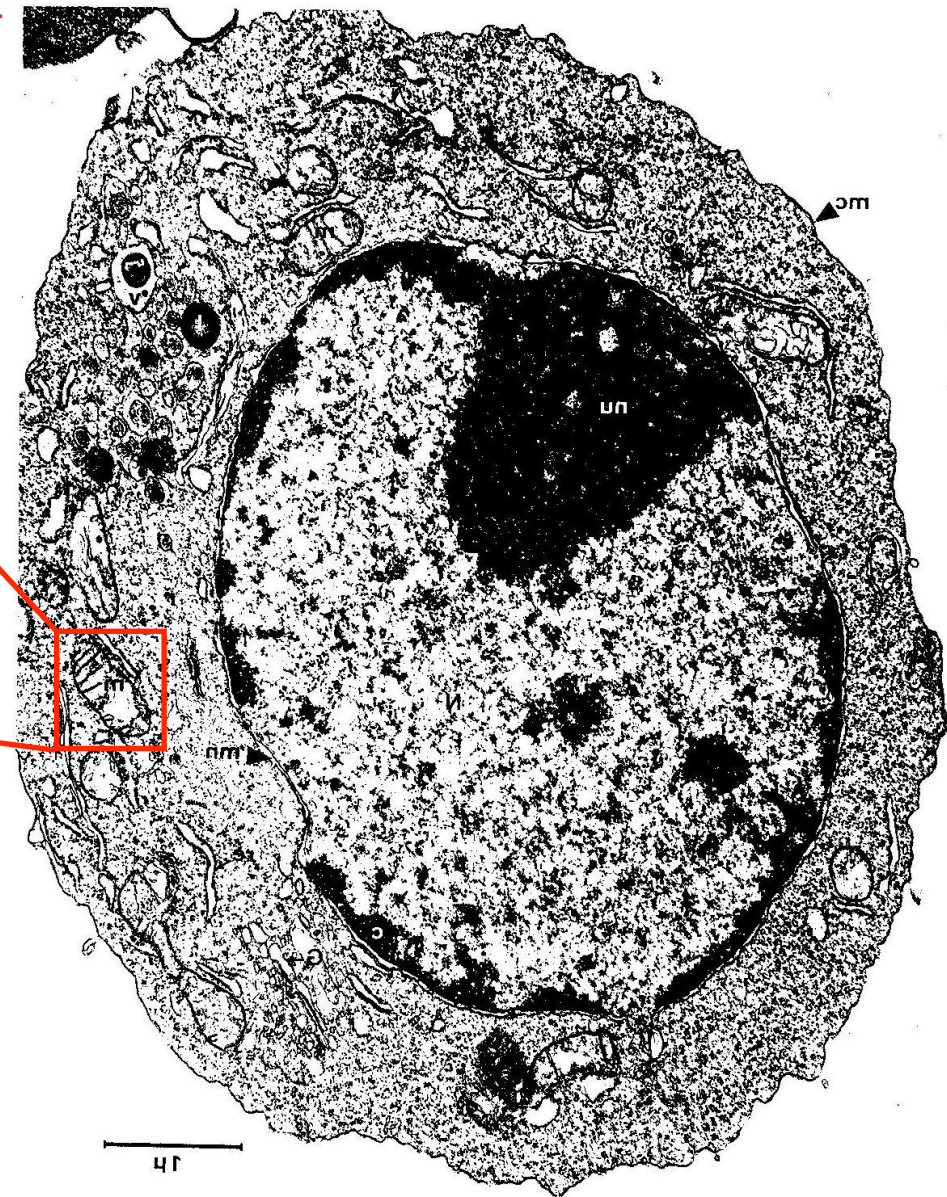


Schéma légendé d'une mitochondrie

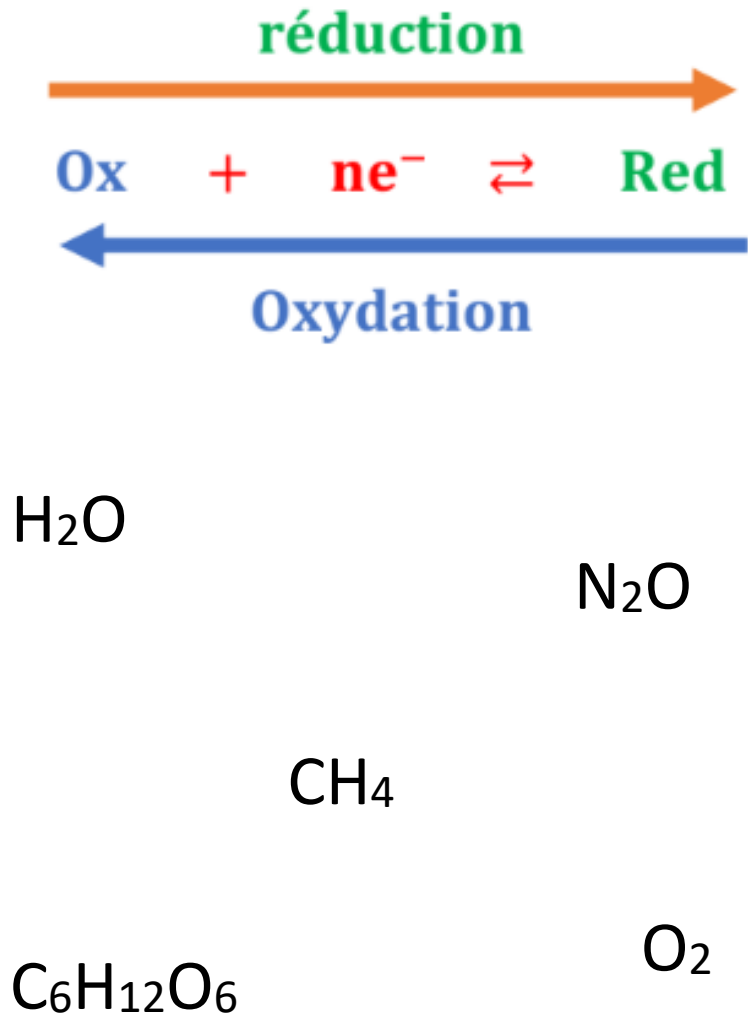


Photographie microscopique à transmission d'une cellule eucaryote (x 25000)



I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

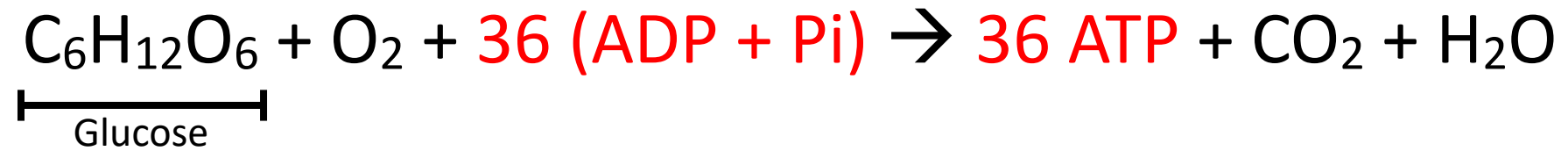
A) Rappels oxydation, réduction et mitochondrie



- Un **réducteur** est un composé susceptible de **perdre un ou des électron(s)** : un composé qui perd un (ou plusieurs) électron(s) devient oxydé → Il y a passage d'un composé réduit à oxydé. De manière générale une molécule **possédant un ou des atomes d'hydrogène** est un réducteur car il peut donner des électrons en se séparant des protons.
- Un **oxydant** est un composé susceptible de **gagner un ou des électron(s)** : un composé qui gagne un (ou plusieurs) électron(s) devient réduit → Il y a passage d'un composé oxydé à réduit. De manière générale une molécule **ne possédant pas d'atome d'hydrogène** est un oxydant car elle ne peut plus donner d'électrons.

# I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

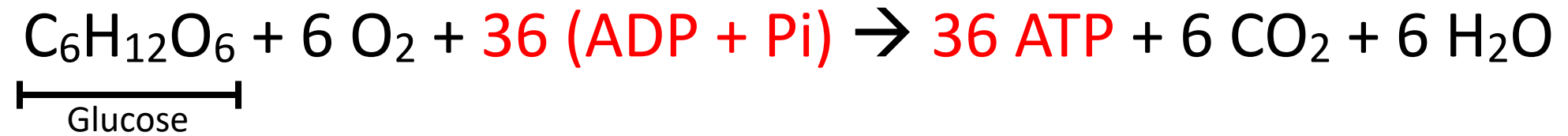
## A) Rappels oxydation, réduction et mitochondrie



Equation de la respiration cellulaire

# I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

## A) Rappels oxydation, réduction et mitochondrie

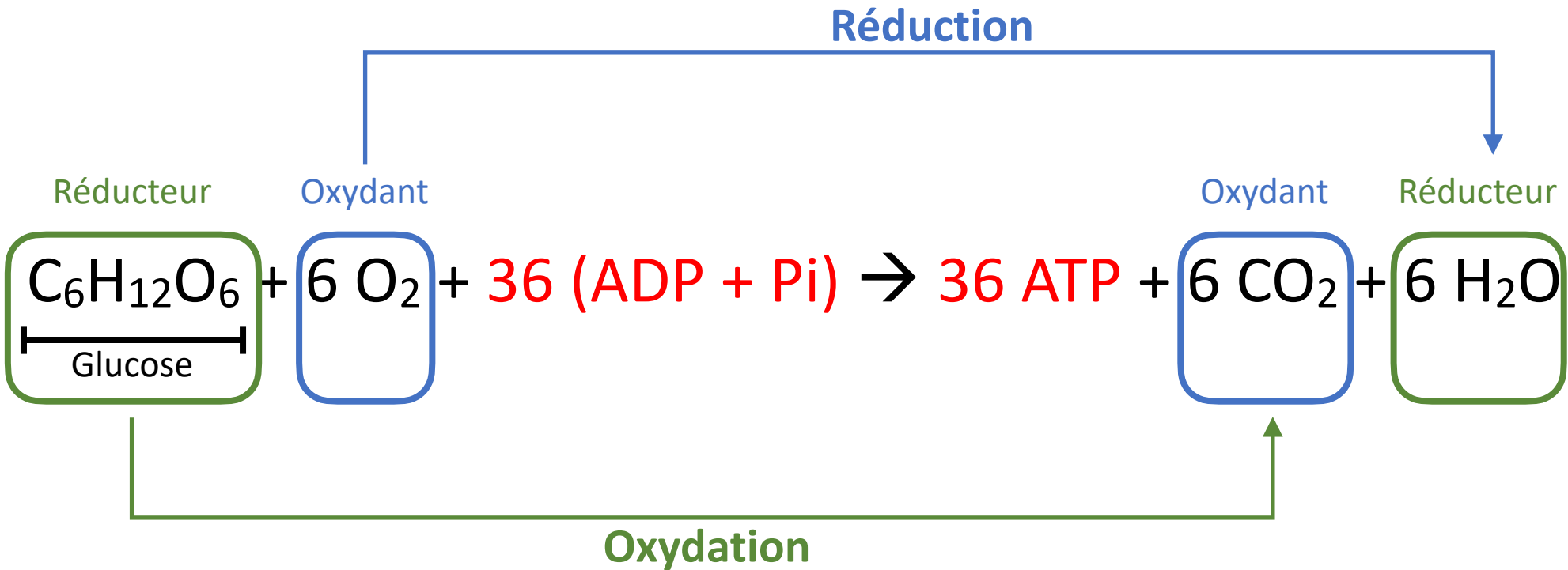


Equation de la respiration cellulaire



I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

A) Rappels oxydation, réduction et mitochondrie



Equation de la respiration cellulaire

# Plan du chapitre

## I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

A) Rappels oxydation, réduction et mitochondrie

B) L'étape hyaloplasmique : la glycolyse

C) Les étapes mitochondriales

1) Une étape dans la matrice mitochondriale : le cycle de Krebs

2) Une étape sur les crêtes mitochondriales : la chaîne respiratoire

## II) Une autre voie de production d'ATP : la fermentation

A) La première étape est identique : la glycolyse

B) La deuxième étape : la réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation lactique

C) La deuxième étape : La réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation alcoolique

## III) L'amélioration de la production d'ATP

A) L'entraînement

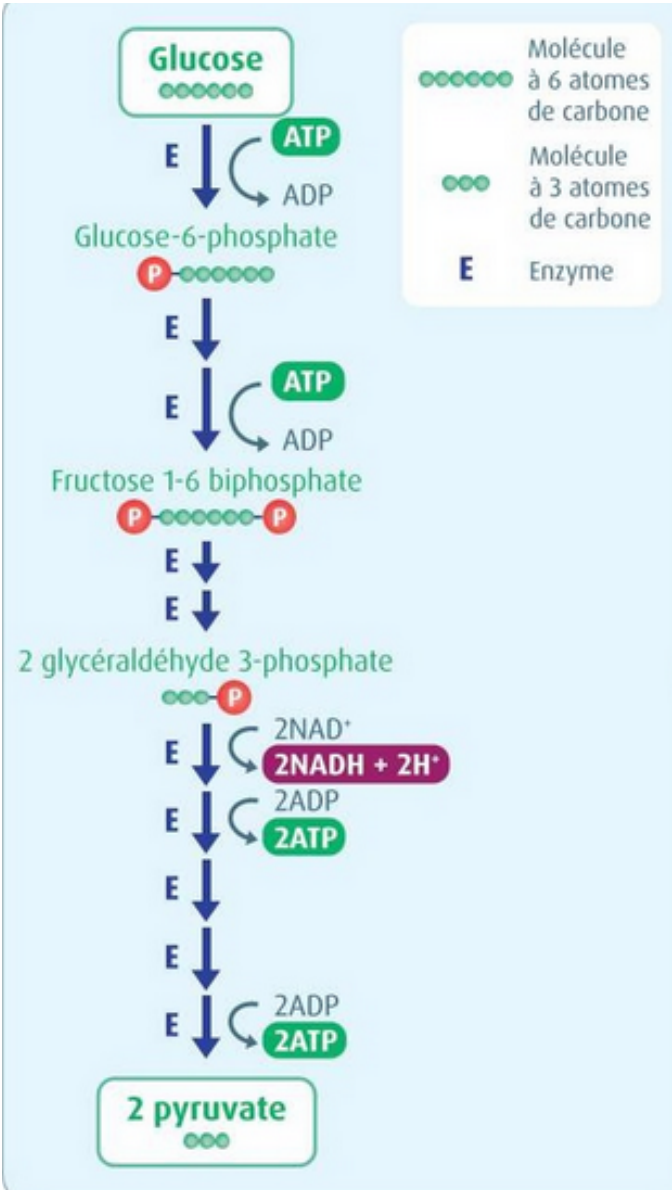
B) L'utilisation d'une substance exogène pour améliorer la production d'ATP

1) La créatine

2) L'érythropoïétine

I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

B) L'étape hyaloplasmique : la glycolyse

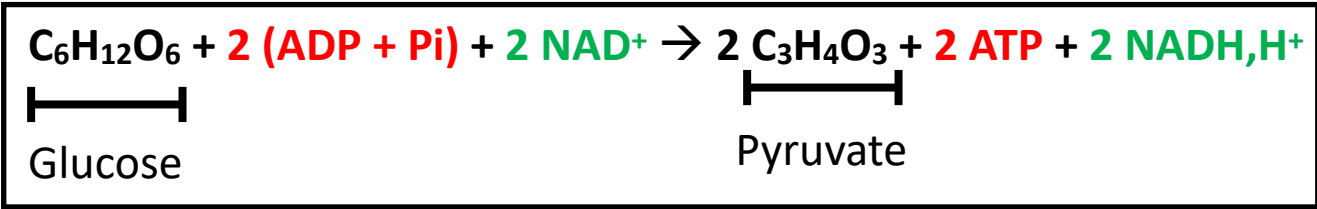


La glycolyse

(10 étapes pour ceux qui visent PASS...).

Bilan énergétique brut → 4 ATP + 2 NADH

Bilan énergétique net → 2 ATP + 2 NADH

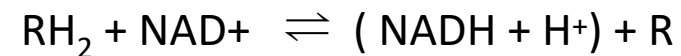
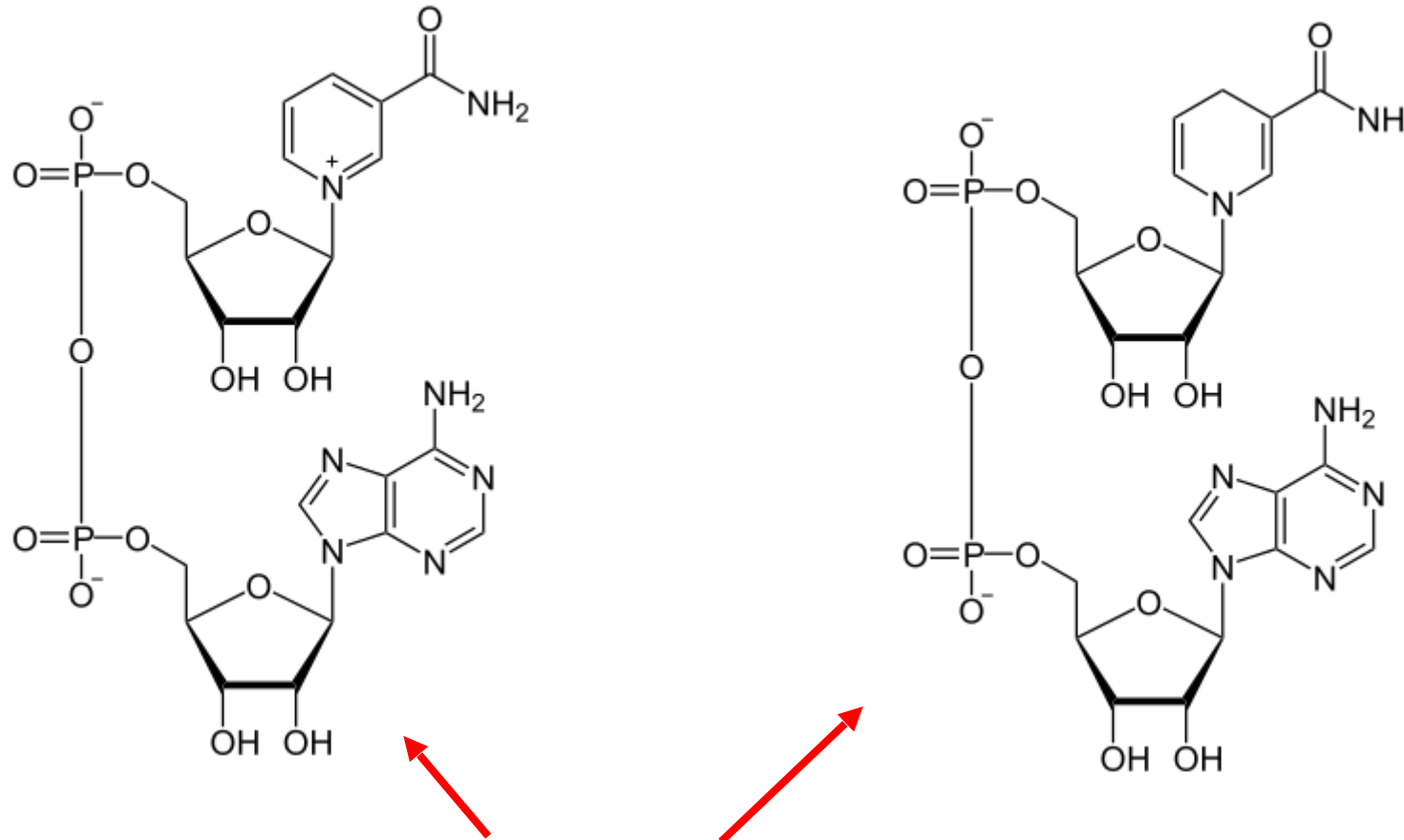




# l) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

## B) L'étape hyaloplasmique : la glycolyse

NAD = nicotinamide adénine dinucléotide



Le NAD intervient dans les réactions d'oxydoréduction comme accepteur d'électrons (NAD<sup>+</sup>, oxydant) ou donneur d'électrons (NADH, réducteur)

# Plan du chapitre

## I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

A) Rappels oxydation, réduction et mitochondrie

B) L'étape hyaloplasmique : la glycolyse

C) Les étapes mitochondriales

1) Une étape dans la matrice mitochondriale : le cycle de Krebs

2) Une étape sur les crêtes mitochondriales : la chaîne respiratoire

## II) Une autre voie de production d'ATP : la fermentation

A) La première étape est identique : la glycolyse

B) La deuxième étape : la réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation lactique

C) La deuxième étape : La réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation alcoolique

## III) L'amélioration de la production d'ATP

A) L'entraînement

B) L'utilisation d'une substance exogène pour améliorer la production d'ATP

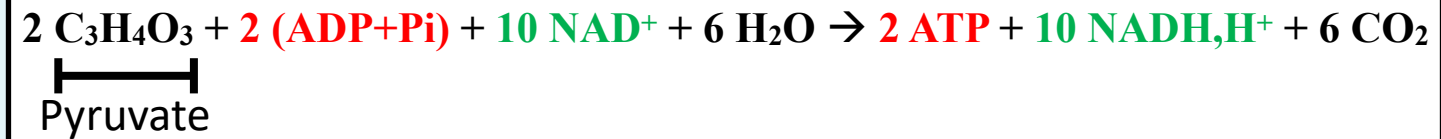
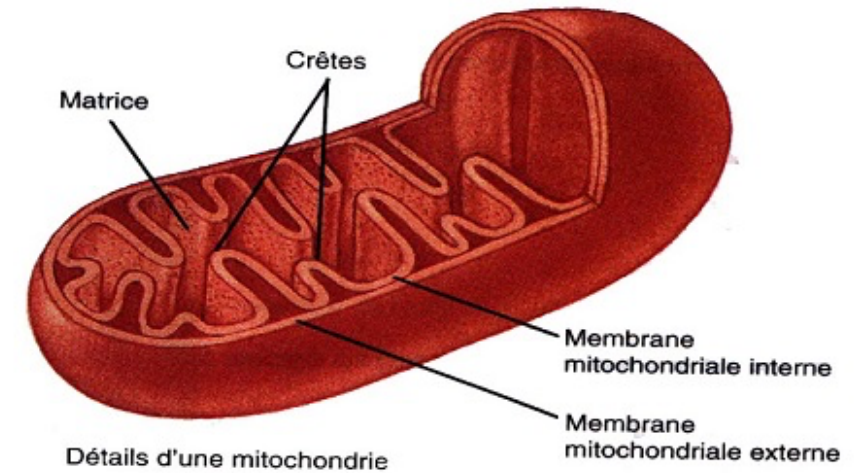
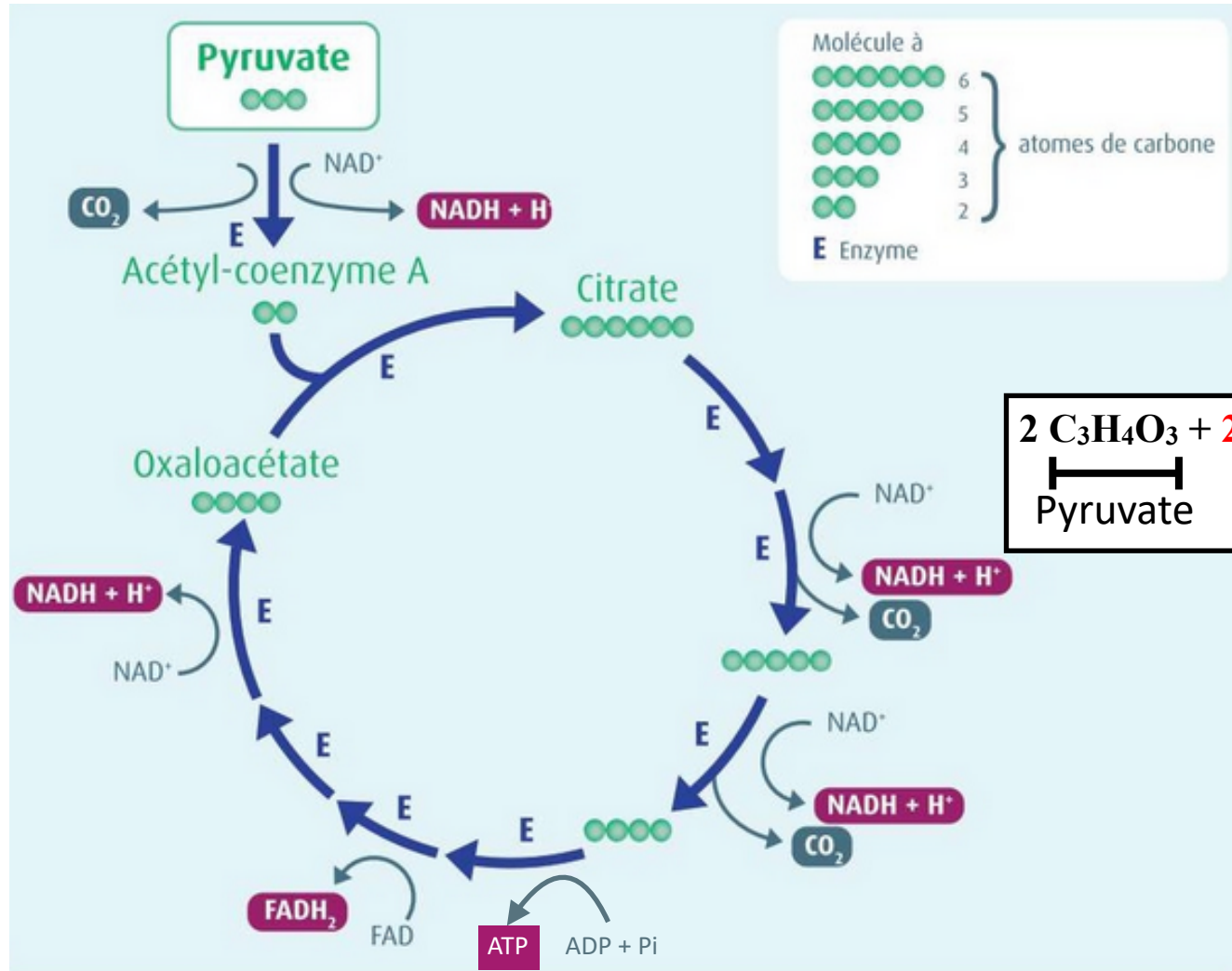
1) La créatine

2) L'érythropoïétine

# 1) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

## C) Les étapes mitochondriales

### 1) Une étape dans la matrice mitochondriale : le cycle de Krebs



D'après Manuel de SVT, Terminale spécialité, Belin, 2020

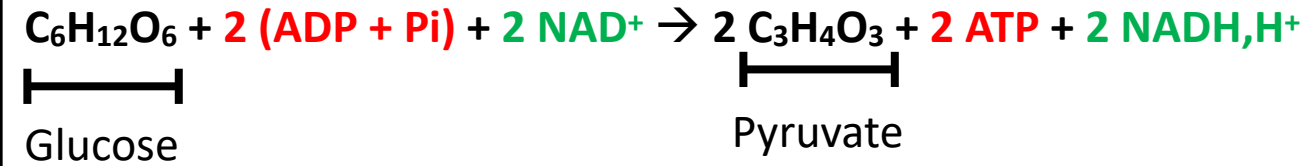
### Le cycle de l'acide citrique ou cycle de Krebs



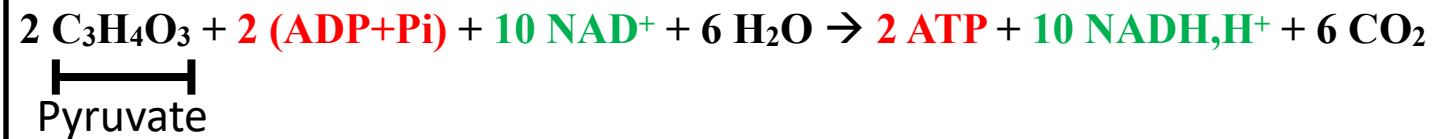
# l) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

## C) Les étapes mitochondriales

### 1) Une étape dans la matrice mitochondriale : le cycle de Krebs



+



≠



# Plan du chapitre

## I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

A) Rappels oxydation, réduction et mitochondrie

B) L'étape cytoplasmique : la glycolyse

C) Les étapes mitochondriales

1) Une étape dans la matrice mitochondriale : le cycle de Krebs

2) Une étape sur les crêtes mitochondriales : la chaîne respiratoire

## II) Une autre voie de production d'ATP : la fermentation

A) La première étape est identique : la glycolyse

B) La deuxième étape : la réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation lactique

C) La deuxième étape : La réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation alcoolique

## III) L'amélioration de la production d'ATP

A) L'entraînement

B) L'utilisation d'une substance exogène pour améliorer la production d'ATP

1) La créatine

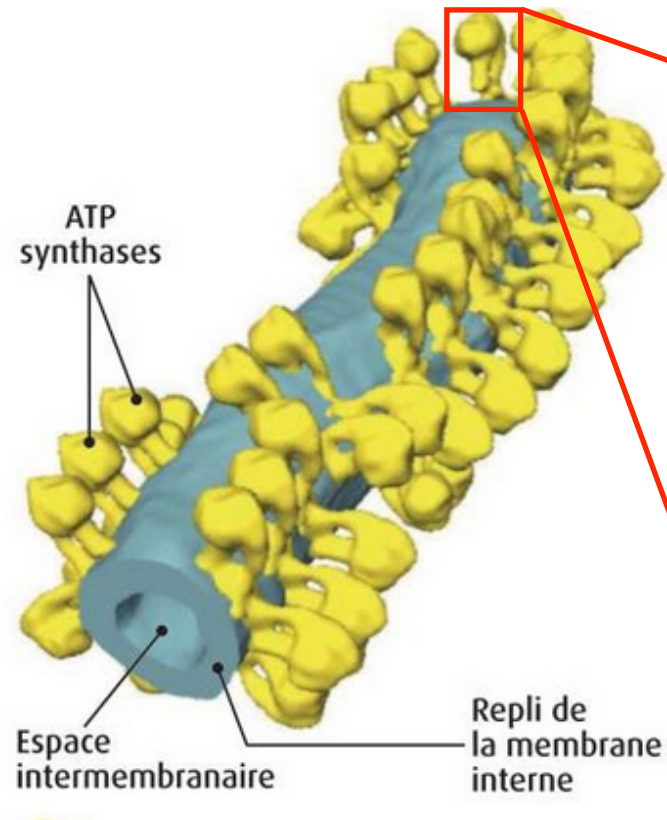
2) L'érythropoïétine

# I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

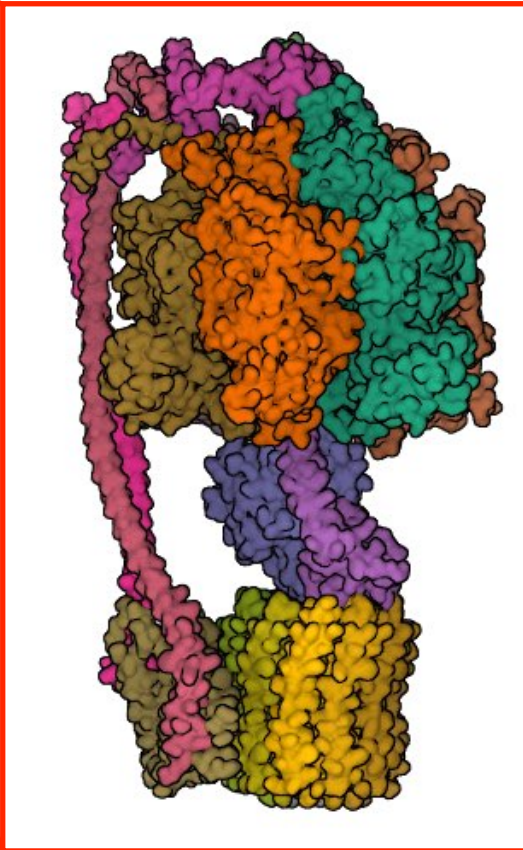
## C) Les étapes mitochondriales

### 1) Une étape sur les crêtes mitochondriales : la chaîne respiratoire

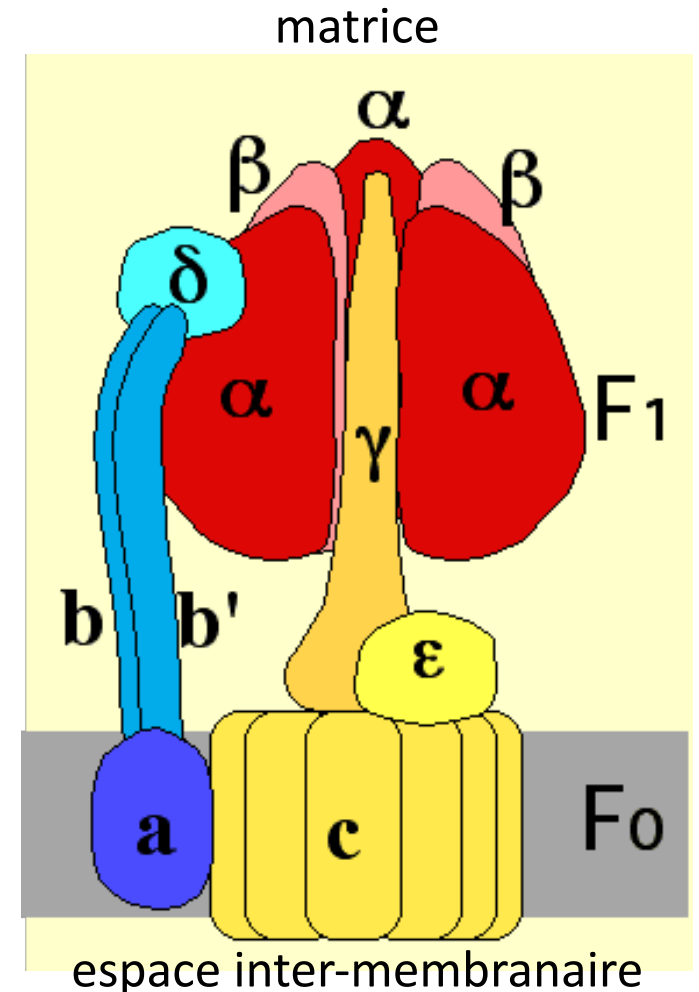
*D'après Manuel de SVT, Terminale spécialité, Belin, 2020*



Observation en cryotomographie  
électronique d'une crête (en tube)  
mitochondriale



Représentation schématique de l'ATP synthase mitochondrial



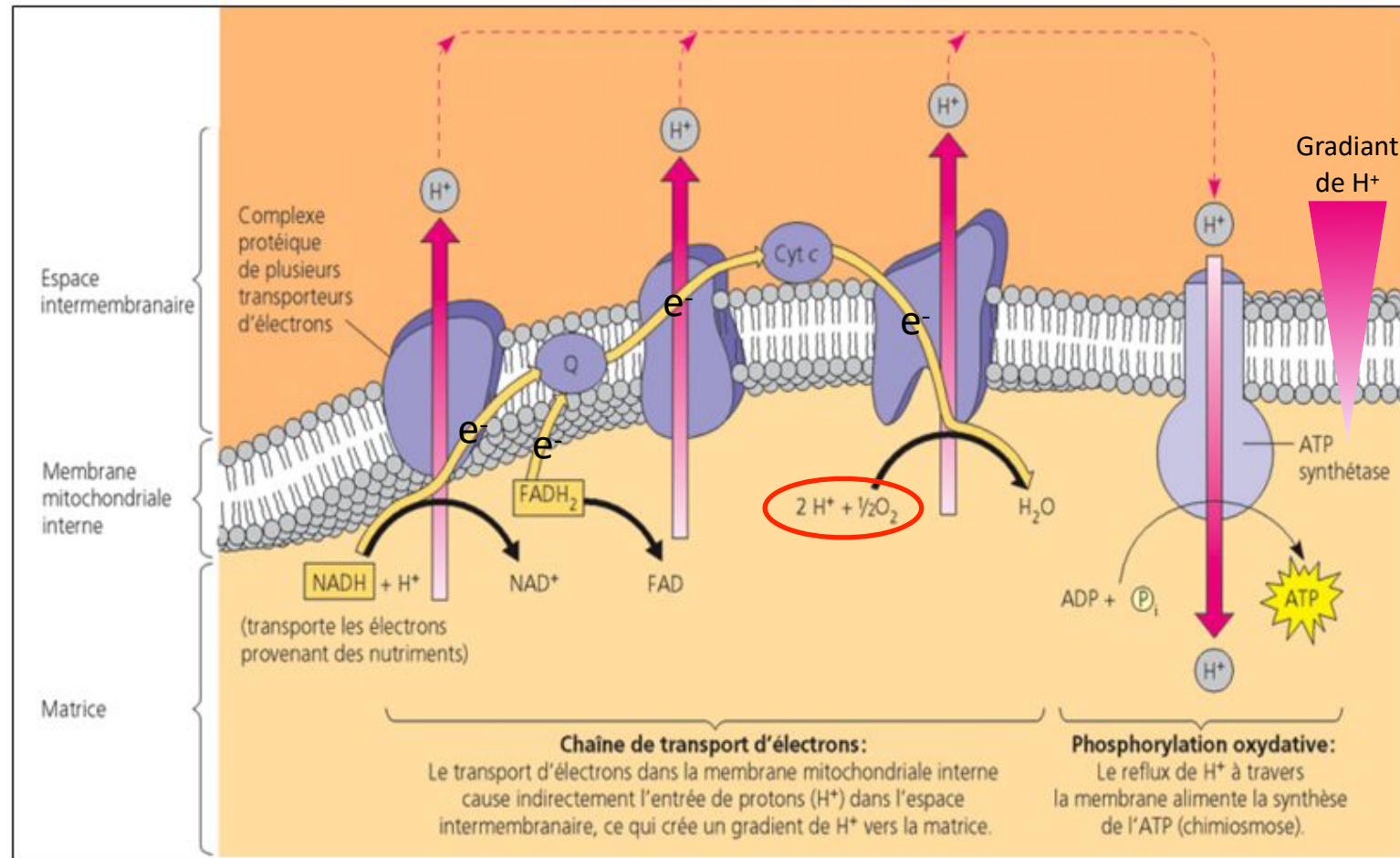


# 1) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

## C) Les étapes mitochondriales

### 1) Une étape sur les crêtes mitochondriales : la chaîne respiratoire

## Récapitulatif du processus de transport des électrons et de la phosphorylation oxydative



# 1) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

## C) Les étapes mitochondriales

### 1) Une étape sur les crêtes mitochondriales : la chaîne respiratoire

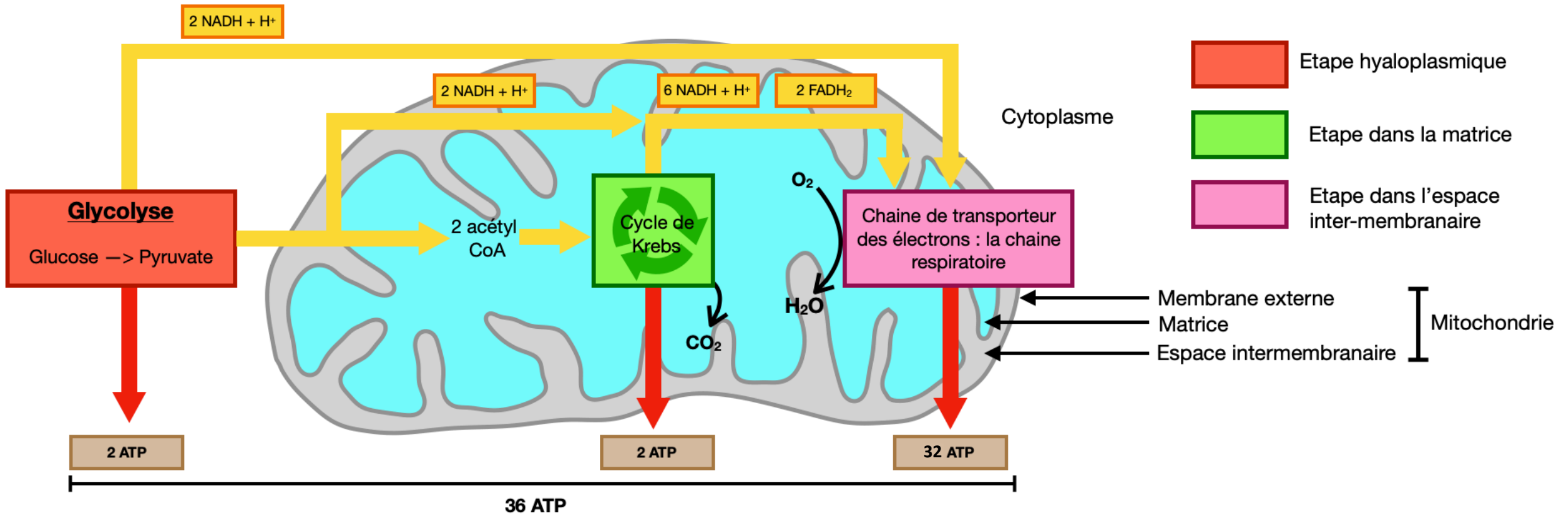


Schéma bilan de la production d'ATP suite à la respiration cellulaire

# Plan du chapitre

## I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

A) Rappels oxydation, réduction et mitochondrie

B) L'étape hyaloplasmique : la glycolyse

C) Les étapes mitochondriales

1) Une étape dans la matrice mitochondriale : le cycle de Krebs

2) Une étape sur les crêtes mitochondriales : la chaîne respiratoire

## II) Une autre voie de production d'ATP : la fermentation

A) La première étape est identique : la glycolyse

B) La deuxième étape : la réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation lactique

C) La deuxième étape : La réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation alcoolique

## III) L'amélioration de la production d'ATP

A) L'entraînement

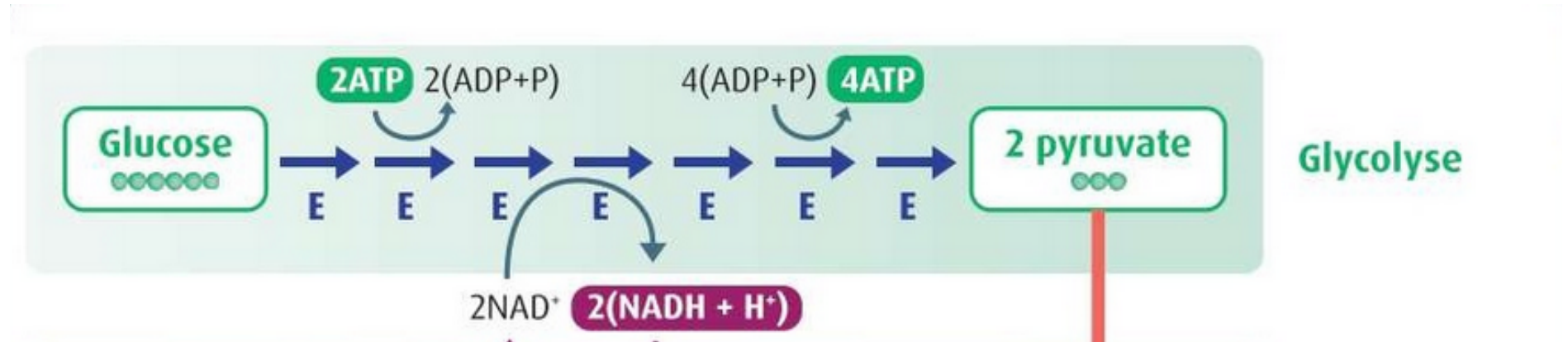
B) L'utilisation d'une substance exogène pour améliorer la production d'ATP

1) La créatine

2) L'érythropoïétine

## II) Une autre voie de production d'ATP : la fermentation

### A) La première étape est identique : la glycolyse



*D'après Manuel de SVT, Terminale spécialité, Belin, 2020*

# Plan du chapitre

## I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

A) Rappels oxydation, réduction et mitochondrie

B) L'étape hyaloplasmique : la glycolyse

C) Les étapes mitochondriales

1) Une étape dans la matrice mitochondriale : le cycle de Krebs

2) Une étape sur les crêtes mitochondriales : la chaîne respiratoire

## II) Une autre voie de production d'ATP : la fermentation

A) La première étape est identique : la glycolyse

B) La deuxième étape : la réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation lactique

C) La deuxième étape : La réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation alcoolique

## III) L'amélioration de la production d'ATP

A) L'entraînement

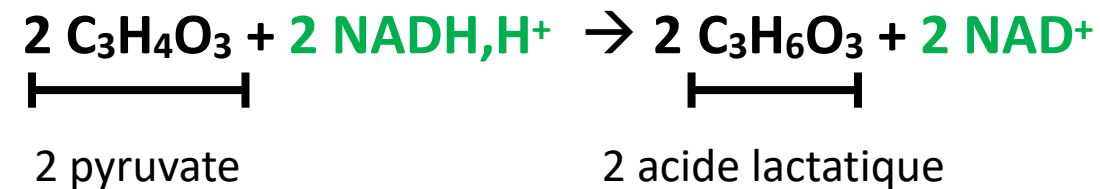
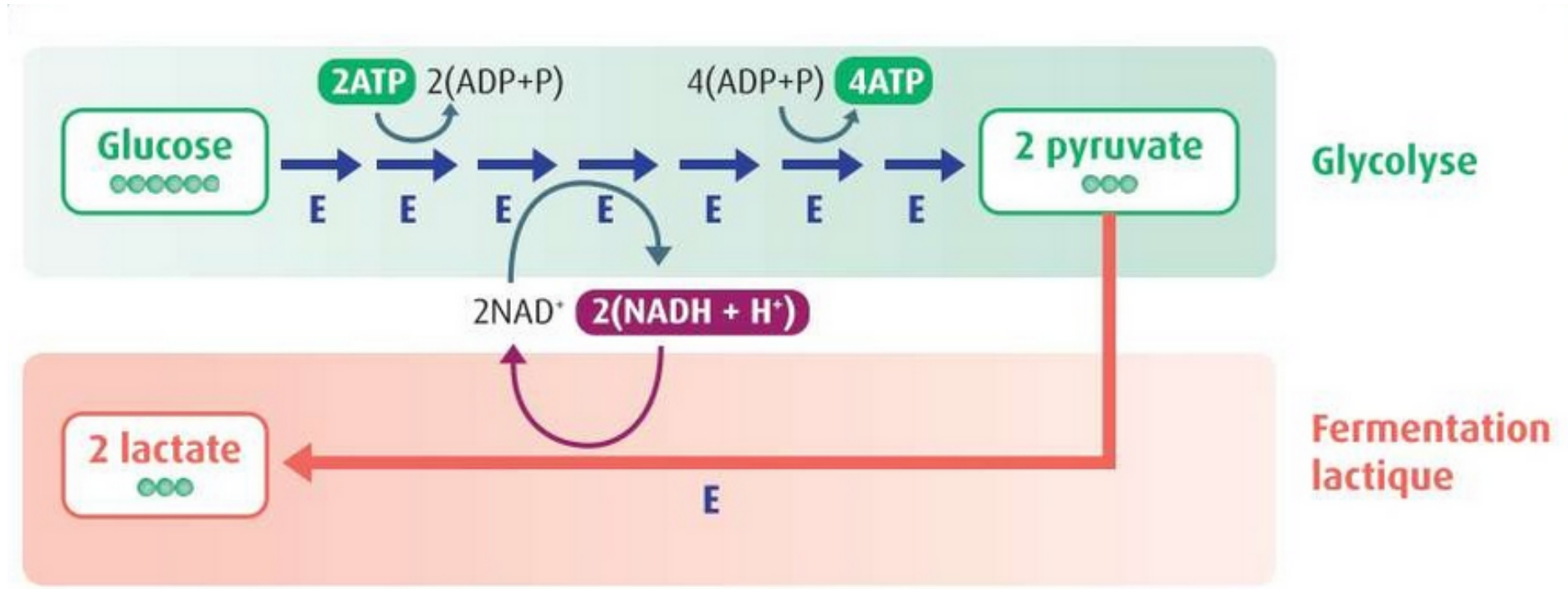
B) L'utilisation d'une substance exogène pour améliorer la production d'ATP

1) La créatine

2) L'érythropoïétine

## II) Une autre voie de production d'ATP : la fermentation

### B) La deuxième étape : la réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation lactique



*D'après Manuel de SVT, Terminale spécialité, Belin, 2020*



# Plan du chapitre

## I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

A) Rappels oxydation, réduction et mitochondrie

B) L'étape hyaloplasmique : la glycolyse

C) Les étapes mitochondriales

1) Une étape dans la matrice mitochondriale : le cycle de Krebs

2) Une étape sur les crêtes mitochondriales : la chaîne respiratoire

## II) Une autre voie de production d'ATP : la fermentation

A) La première étape est identique : la glycolyse

B) La deuxième étape : la réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation lactique

C) La deuxième étape : La réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation alcoolique

## III) L'amélioration de la production d'ATP

A) L'entraînement

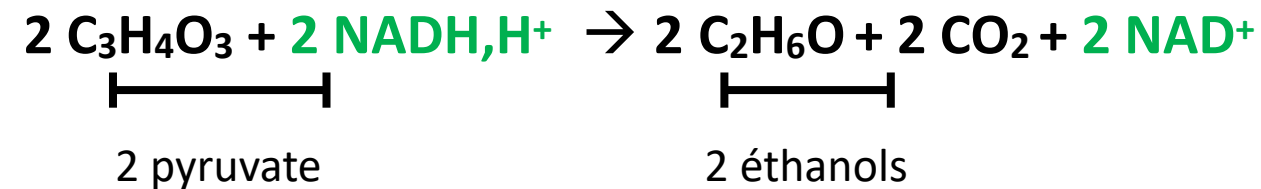
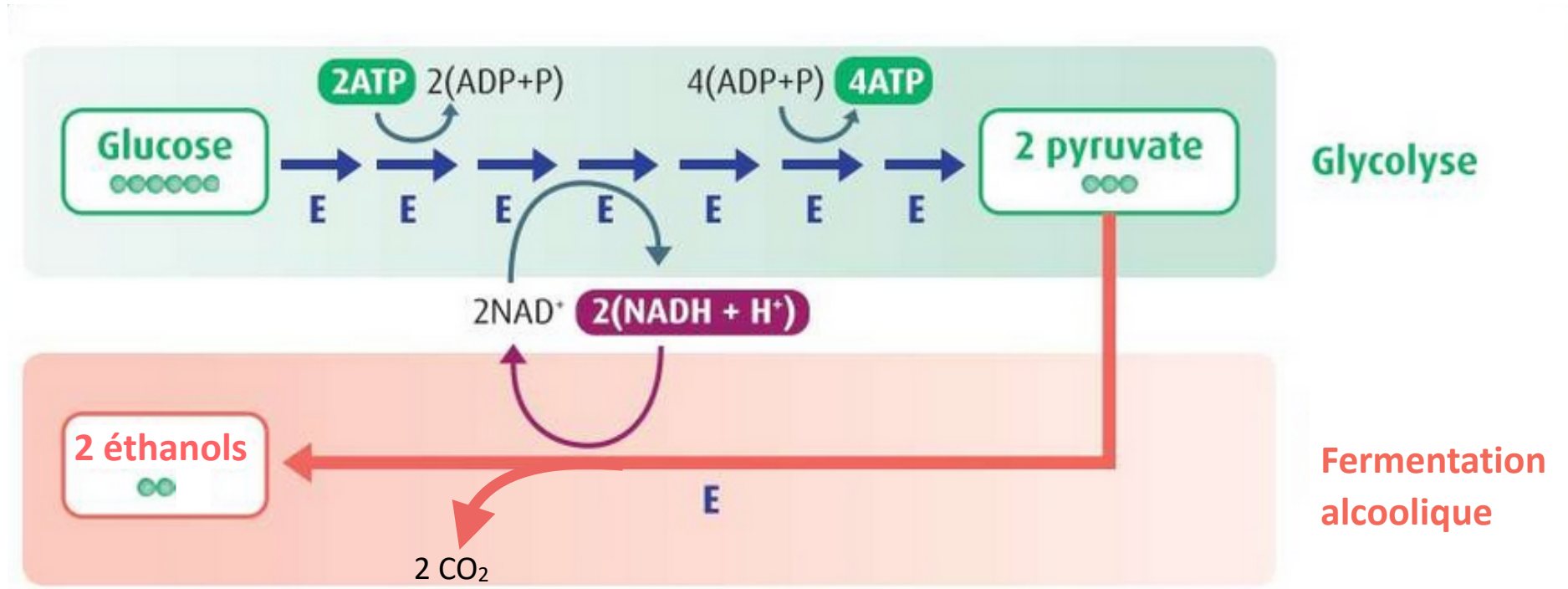
B) L'utilisation d'une substance exogène pour améliorer la production d'ATP

1) La créatine

2) L'érythropoïétine

## II) Une autre voie de production d'ATP : la fermentation

### B) La deuxième étape : la réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation alcoolique



*D'après Manuel de SVT, Terminale spécialité, Belin, 2020*

# Plan du chapitre

## I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

A) Rappels oxydation, réduction et mitochondrie

B) L'étape hyaloplasmique : la glycolyse

C) Les étapes mitochondriales

1) Une étape dans la matrice mitochondriale : le cycle de Krebs

2) Une étape sur les crêtes mitochondriales : la chaîne respiratoire

## II) Une autre voie de production d'ATP : la fermentation

A) La première étape est identique : la glycolyse

B) La deuxième étape : la réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation lactique

C) La deuxième étape : La réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation alcoolique

## III) L'amélioration de la production d'ATP

A) L'entraînement

B) L'utilisation d'une substance exogène pour améliorer la production d'ATP

1) La créatine

2) L'érythropoïétine

### III) L'amélioration de la production d'ATP

#### A) L'entraînement

Comment expliquer la différence de silhouette entre un marathonien et un sprinteur ?  
Quels métabolismes sont impliqués dans ces différents sports ?



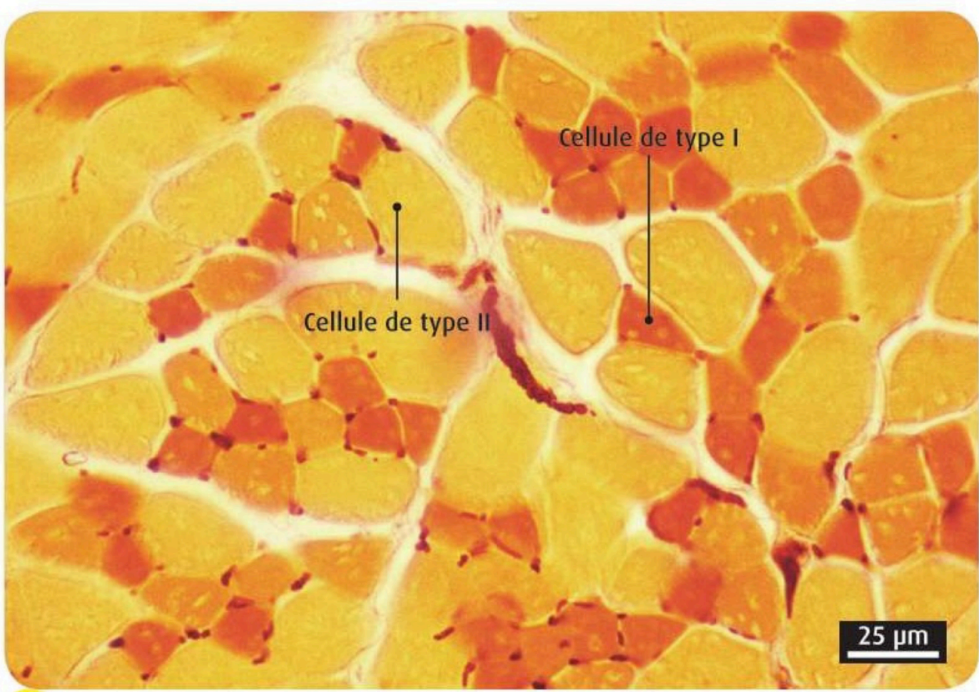
*La Kenyenne Catherine Ndereba, vice-championne olympique en titre*



*100 mètres, Meeting Areva, juillet 2011*

III) L'amélioration de la production d'ATP

A) L'entraînement

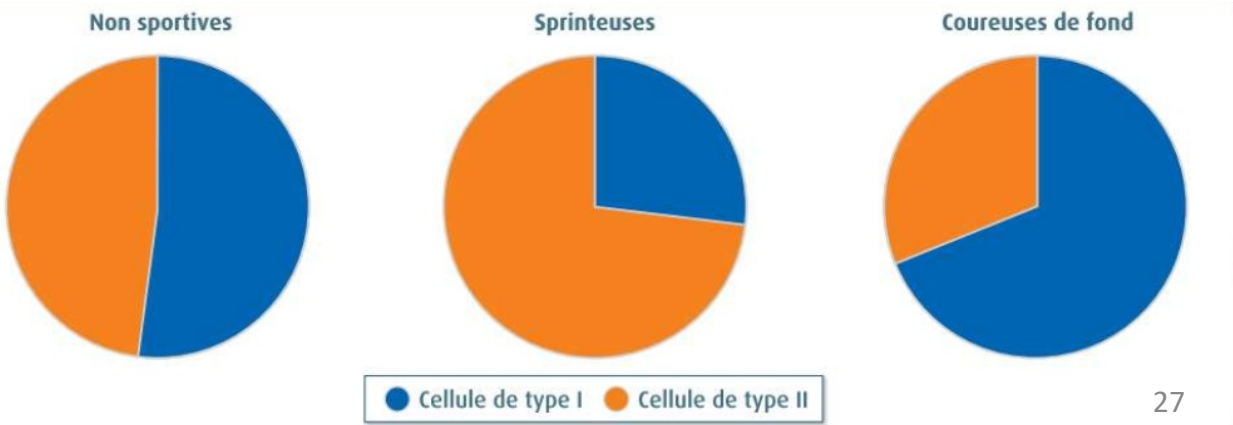


	Fibre de Type I (fibre rouge)	Fibre de type II (fibre blanche)
Réseaux capillaire associé	Très développé	Moins développé
Vitesse de contraction	Lente	Rapide
Teneur en enzyme de la fermentation lactique	Faible	Elevée
Teneur en enzyme du cycle de Krebs et de la chaine respiratoire	Elevée	Faible
Métabolisme majoritairement utilisé	Respiration cellulaire	Phosphocréatine ou Fermentation lactique
Exemple de sport impliquant majoritairement la fibre	Effort modéré sur du long terme (marathon)	Efforts intense et court (sprint / haltérophilie)

Tableau récapitulatif des caractéristiques biochimiques et sportives des fibres musculaires de type I et II

Coupe transversale dans un muscle d'une sprinteuse observé au microscope optique

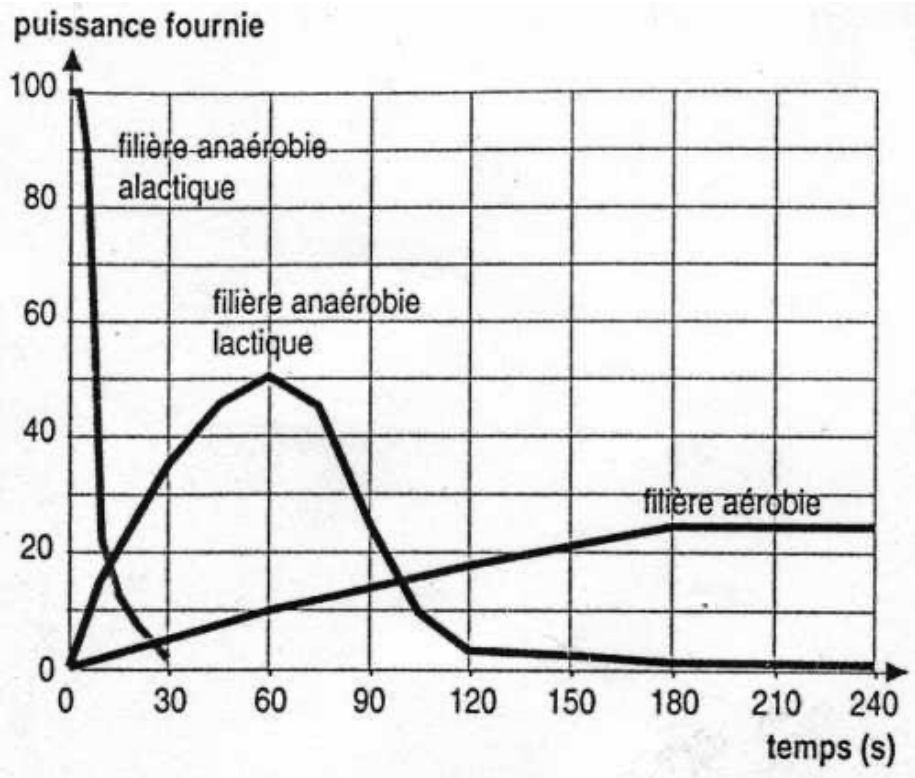
Diagramme circulaire représentant le pourcentage des types de cellules musculaire en fonction de différents entrainement sportif





III) L'amélioration de la production d'ATP

A) L'entraînement



**Fibres de type I** —> voie principale de régénération de l'ATP = respiration cellulaire (AEROBIE)

**Fibre de type II** —> voies principales de régulation de l'ATP de deux type :

- Par la filière anaérobie alactique (phosphocréatine)
- Par la filière anarobié lactique (fermentation lactique)

Activité sportive	Durée	pourcentage de la dépense énergétique totale couvert par chacun des types de métabolismes										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ski de fond	3 à 5 h	<div><div></div></div>										
marathon	2h10 à 3h	<div><div></div></div>										
marche	1 à 3h	<div><div></div></div>										
nage libre (1 500 m)	15 à 16 min	<div><div></div></div>										
course (3 000 m)	7,32 à 8 min	<div><div></div></div>										
course (1 500 m)	3,31 à 3,50 min	<div><div></div></div>										
nage libre (200 m)	1,49 à 2,15 min	<div><div></div></div>										
course (400 m)	43 à 49 s	<div><div></div></div>										
course (100 m)	10 à 11s	<div><div></div></div>										
haltérophilie	quelques secondes	<div><div></div></div>										

Métabolisme anaérobie (phosphocréatine)      Métabolisme anaérobie (fermentation lactique)      Métabolisme aérobie

Tableau reprenant les parts respectives des voies métaboliques en fonction du type d'effort



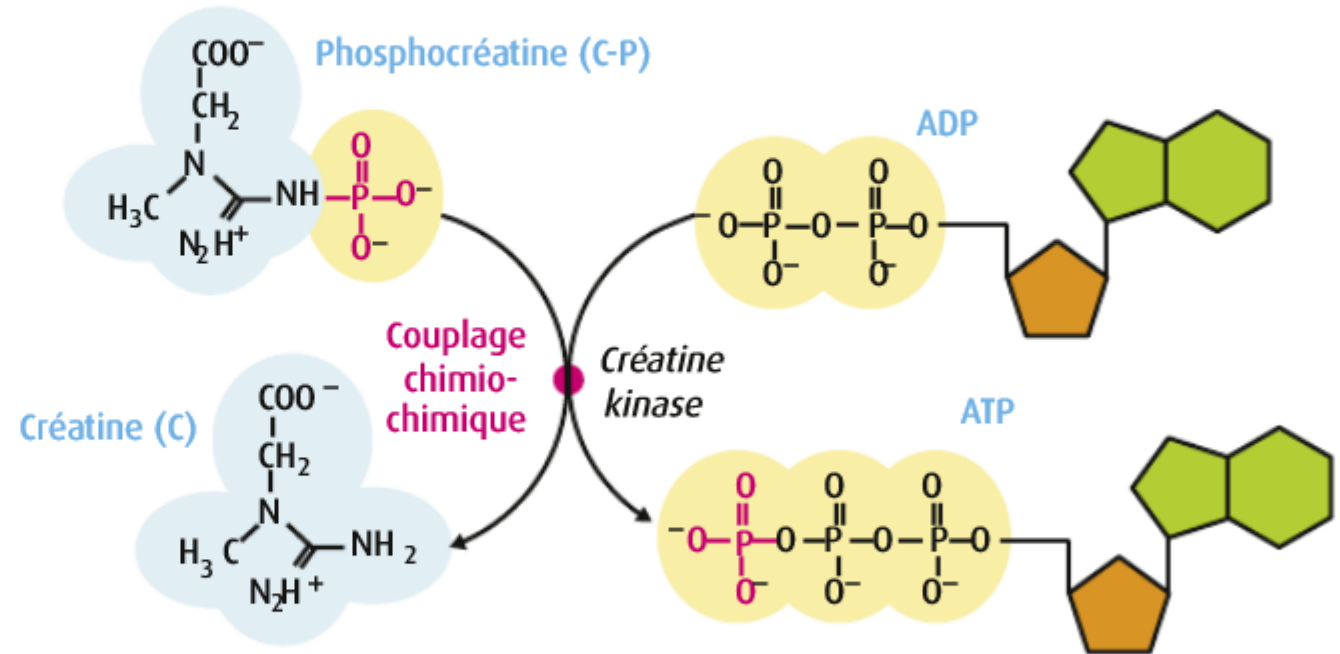
### III) L'amélioration de la production d'ATP

#### A) L'entraînement

## Créatine, phosphocréatine et phosphorylation de l'ADP

La phosphocréatine est une molécule phosphorylée présente principalement dans les cellules musculaires. Son hydrolyse libère de l'énergie permettant la phosphorylation de l'ADP en ATP.

Ces deux réactions, catalysées par la même enzyme (créatine kinase), (le couplage s'effectue également pour la réaction inverse).



# Plan du chapitre

## I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

A) Rappels oxydation, réduction et mitochondrie

B) L'étape hyaloplasmique : la glycolyse

C) Les étapes mitochondriales

1) Une étape dans la matrice mitochondriale : le cycle de Krebs

2) Une étape sur les crêtes mitochondriales : la chaîne respiratoire

## II) Une autre voie de production d'ATP : la fermentation

A) La première étape est identique : la glycolyse

B) La deuxième étape : la réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation lactique

C) La deuxième étape : La réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation alcoolique

## III) L'amélioration de la production d'ATP

A) L'entraînement

B) L'utilisation d'une substance exogène pour améliorer la production d'ATP

1) La créatine

2) L'érythropoïétine

### III) L'amélioration de la production d'ATP

#### B) L'utilisation d'une substance exogène pour améliorer la production d'ATP

##### 1) La créatine

La prise de créatine par certains sportifs permet donc **d'accélérer la resynthèse d'ATP** (environ 20 % de plus) ; cela permet donc d'améliorer la performance musculaire des premières minutes de l'effort (donc inefficace pour des efforts de longue durée). Toutefois, cela n'augmente pas la masse musculaire (juste une augmentation de la teneur en eau dans le muscle), ce qui fait qu'elle n'est pas considérée comme un produit dopant.



# Plan du chapitre

## I) La production majeure d'ATP dans les cellules : la respiration cellulaire

A) Rappels oxydation, réduction et mitochondrie

B) L'étape hyaloplasmique : la glycolyse

C) Les étapes mitochondriales

1) Une étape dans la matrice mitochondriale : le cycle de Krebs

2) Une étape sur les crêtes mitochondriales : la chaîne respiratoire

## II) Une autre voie de production d'ATP : la fermentation

A) La première étape est identique : la glycolyse

B) La deuxième étape : la réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation lactique

C) La deuxième étape : La réoxydation des coenzymes réduits : le cas de la fermentation alcoolique

## III) L'amélioration de la production d'ATP

A) L'entraînement

B) L'utilisation d'une substance exogène pour améliorer la production d'ATP

1) La créatine

2) L'érythropoïétine

### III) L'amélioration de la production d'ATP

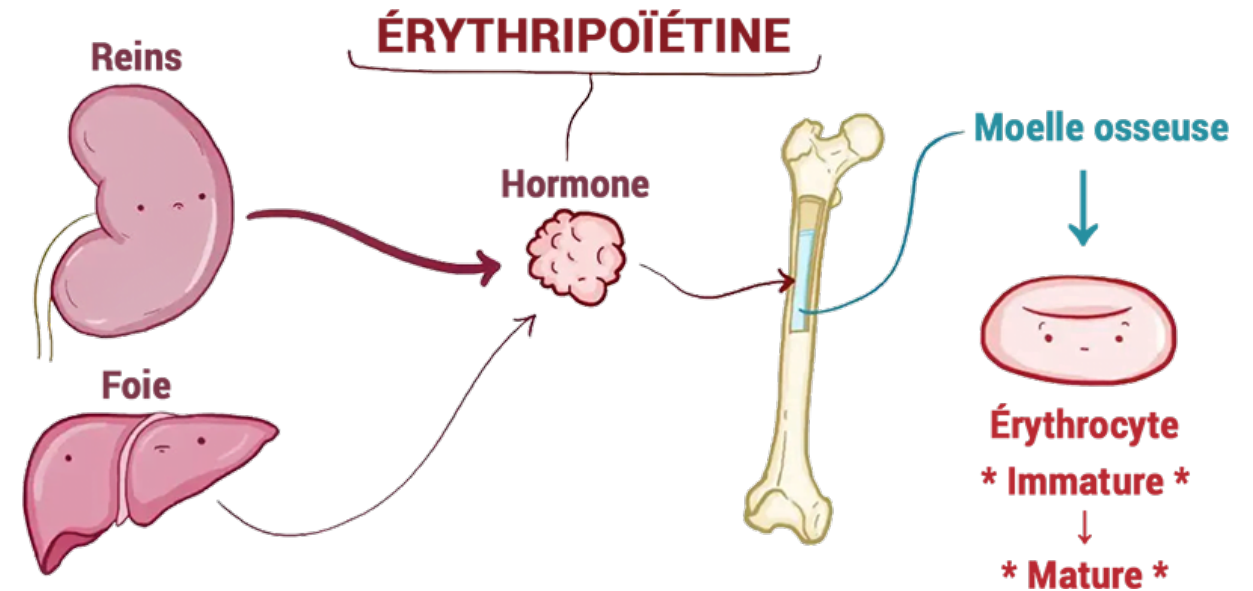
#### B) L'utilisation d'une substance exogène pour améliorer la production d'ATP

##### 2) L'Erythropoïétine (EPO)

15g/L de dioxygène dans le sang en temps normal

Si synthèse ou utilisation d'EPO → >15g/L  
Cela favorise les métabolismes aérobie et donc les efforts de longues durées !

Augmente la viscosité du sang et donc le risque d'AVC et fatigue le coeur (pression artérielle augmente)



*L'érythropoïèse est un phénomène permanent permettant de synthétiser n'importe quelle cellule sanguine (globule rouge / globule blanc) à partir d'une cellule souche pluripotente de la moelle osseuse*

## Conclusion :

Les activités cellulaires, notamment la contraction musculaire, nécessitent de l'énergie, apportée par la molécule d'ATP ; celle-ci est produite en permanence grâce à l'oxydation des nutriments, soit de façon complète (respiration), soit de façon incomplète (fermentation lactique).