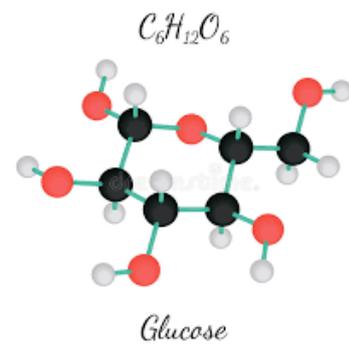


# La glycolyse

*Biochimie métabolique  
Université de Tlemcen*



Dr DJELTI farah

## Caption

-  Glossary entry
-  Abbreviation
-  Bibliographical reference
-  General reference

# Table of contents



<b>I - Chapitre 1 : la glycolyse</b>	
<b>II - Introduction</b>	4
<b>III - Généralités</b>	5
1. Définition .....	5
2. Lieu de la glycolyse .....	5
3. Intérêt de la glycolyse .....	5
<b>IV - Les étapes de la glycolyse</b>	7
1. Entrée du glucose dans la cellule .....	7
2. Les étapes enzymatiques .....	7
3. activité d'apprentissage .....	9
3.1. schéma générale de la glycolyse .....	9
4. la bilan moléculaire de la glycolyse .....	10
5. Le bilan énergétique de la glycolyse .....	11
<b>Glossary</b>	12
<b>Abbreviation</b>	13
<b>References</b>	14
<b>Bibliography</b>	15
<b>Web bibliography</b>	16

# Introduction



Le glucose plasmatique provenant de l'interconversion des oses (galactose, mannose) ou de la digestion des polysides alimentaires est un nutriment essentiel pour toutes les cellules , Son catabolisme permet la production de l'ATP via une voir métabolique appelée glycolyse.

# Généralités



Définition	5
Lieu de la glycolyse	5
Intérêt de la glycolyse	5

## 1. Définition

La glycolyse (du latin « sucré » et « dissolution ») ou voie d'Embden-Meyerhof-Parnas est une voie métabolique d'assimilation du glucose et de production d'énergie.

Cette voie métabolique produit de l'énergie libre sous forme d'ATP<sup>p.13 AA</sup>. Il est à noter que tous les intermédiaires entre le glucose et le pyruvate sont phosphorylés ce qui leur confère une charge négative nette à pH<sup>p.13 AA</sup> 7, les empêchant ainsi de diffuser à l'extérieur de la cellule.

## 2. Lieu de la glycolyse

La glycolyse a lieu dans toutes les cellules comme source d'énergie, principalement :

- *Tissus dits glucodépendants*<sup>p.12</sup> : Les GR<sup>p.13 AA</sup> et le cerveau n'utilisent que le glucose.
- *Le muscle et le myocarde* : utilisent le glucose en période postprandiale<sup>p.12</sup>.
- *Le foie et le tissu adipeux* : utilisent peu le glucose.

la glycolyse semble être le processus métabolique le plus primitif qui a été utilisée par les organisme

## 3. Intérêt de la glycolyse

la glycolyse est une source majeure d'énergie et un précurseur de molécules qui interviennent dans d'autres métabolisme :

- *Source d'énergie* :

En Anaérobiose<sup>p.12</sup> la glycolyse représente la source majeure d'énergie pour plusieurs cellule comme les globules rouges par exemple ; toutefois elle n'a qu'un faible rendement énergétique égale a 2 ATP<sup>p.13 AA</sup> sans phosphorylation oxydation .

- *Précurseurs de molécules d'intérêt biologiques* :

Donne le glycérol 3-P (lipides) et intermédiaires du cycle de crebs<sup>p.14 ↗</sup> et de la néoglucogénèse<sup>p.12 ⇐</sup>

 **Note**

---

Parmi les métabolites de la glycolyse, certains sont des carrefours métaboliques importants :

- Le pyruvate produit final de la glycolyse, est en relation directe dans le cytosol, avec le lactate et l'alanine, et dans mitochondries avec l'acétyl CoA et l'oxaloacétate
- Le G6P conduit à la synthèse du glycogène, des pentoses Phosphate, de la glucosamine, constituant des glycoprotéines.
- Les trioses P sont en relation avec le fructose, les pentoses P et le glycérol 3 P

# Les étapes de la glycolyse



Entrée du glucose dans la cellule	7
Les étapes enzymatiques	7
activité d'apprentissage	9
la bilan moléculaire de la glycolyse	10
Le bilan énergétique de la glycolyse	11

## 1. Entrée du glucose dans la cellule

Le glucose ne peut pénétrer dans la cellule par simple diffusion. Son entrée est assurée par les deux mécanismes suivants :

- *Transport facilité* : On connaît actuellement 5 transporteurs membranaires de glucose appelés GLUT<sup>p.12</sup> ⇒ numérotés de 1 à 5 soit GLUT-1 à GLUT-5.
- *Cotransport* : Ce type de transport est un processus actif qui consomme de l'énergie. Le glucose est transporté contre le gradient de concentration .

Le glucose, petite molécule hydrosoluble, est transporté dans le sang sous forme libre. Le taux sanguin, ou glycémie, est relativement constant entre 0,70 et 1,10 g/l.

## 2. Les étapes enzymatiques

La voie de la glycolyse correspond à une série de réactions catalysées par des enzymes qui dégradent une molécule de glucose (6 carbones) en deux molécules de pyruvate (3 carbones). Chez les eucaryotes, cette transformation a lieu dans le cytosol de la cellule.

La glycolyse comportent deux grandes phases :

- *La première phase : consommation d'énergie* :  
Une phosphorylation du glucose aux dépens de l'ATP. Ils sont ensuite transformés en un produit commun qui est le glycéraldéhyde 3-È.
- *La deuxième phase : création d'énergie* :  
Caractérisée par une séquence de réactions qui conduisent à la formation d'un pyruvate, 2 ATP

et d'un NADH,H+, suite à l'oxydation d'un glycéraldéhyde 3 P.

le tableau 1 résume les enzymes qui catalysent les réactions de la glycolyse

le glucose fabriqué à partir de composés non glucidiques (néoglucogénèse hépatique), ou le G.6.P est libéré après la dégradation du glycogène tissulaire (glycogénolyse hépatique et musculaire).

ETAPE DE LA GLYCOLYSE :

*Etape 1* : Consomme 1 ATP et fait entrer le glucose dans la cellule :c'est une étape limitante qui intervient dans la régulation car Irréversible :Enzyme : *hexokinase* pour toutes les mais Glucokinase pour foie et pancréas

*Etape 2* : interconversion : c'est un passage d'un aldose à un cétose (G6P F6P) , une étape réversible. Enzyme : *Phosphohexose isomérase*.

*Etape 3* : Consomme 1 ATP . (F6P F1,6BP). c'est une étape limitante , intervient dans la régulation car Irréversible : Enzyme : *Phosphofructokinase 1 (PFK1)*

*Etape 4* : coupure (ou clivage) du Fructose 1,6Bi Phosphate en 2 trioses :le Glycer Aldehyde 3Phosphate et la DiHydroxy Acétone Phosphate , une étape réversible. Enzyme : *aldolase*

*Etape 5* : Isomérisation du DiHydroxy Acétone Phosphate en Glycer Aldehyde 3Phosphate ,  
 . à partir de cette étape LES REACTIONS SERONT EN DOUBLE ; Comme si on avait 2 x(Glycer Aldehyde 3Phosphate) , c'est une réaction réversible. Enzyme : *Triose Phosphate isomérase*.

*Etape 6* : Phosphorylation (par Pi et non ATP) avec déshydrogénation (utilisant le NAD+), c'est uen réaction réversible .Enzyme : *GA 3P déshydrogénase*.

*Etape 7* : Fabrication d'1 ATP (donc x 2), c'est une réaction réversible. Enzyme : *Phosphoglycérate Kinase*.

*Etape 8* : Isomérisation. c'est une réaction réversible. Enzyme : *Phosphoglycérate mutase*.

*Etape 9* : Déshydratation (départ de H2O), c'est une réaction réversible. Enzyme : *Enolase*

*Etape 10* : Fabrication d'1 ATP (donc x 2), c'est une réactionir réversible. Enzyme : *Pyruvate Kinase*

	Reaction enzymatique	Enzyme
Première phase: consommation d'énergie		
1	Phosphorylation sur le C6 du glucose	Hexokinase / Glucokinase
2	Isomérisation du glucose 6P en fructose 6P	Phosphoglucosomérase
3	Phosphorylation du fructose p	Phosphofructokinase
4	Coupure en deux triose P	Aldolase
5	Isomérisation du DHAP en G3P	Triose phosphate isomérase
Deuxième phase: création d'énergie		
6	Oxydation + phosphorylation du C de la fonction aldéhyde du Glycer Aldehyde 3 Phosphate	Glycer Aldehyde 3 Phosphate déshydrogénase
7	Transfert du phosphate sur l'ADP	Phosphoglycerate kinase
8	Isomérisation du 3 phosphoglycerate	Phosphoglycerate Mutase
9	dehydratation de 2 phosphoglycerate	enolase
10	Transfert du phosphate sur l'ADP	Pyruvate kinase

Les enzymes de la glycolyse

See "la glycolyse"

 **Fundamental**

La glycolyse est une série de 10 réactions catalysées par 10 enzymes localisées dans le cytosol. Tous les intermédiaires de la glycolyse sont phosphorylés

### 3. activité d'apprentissage

schéma générale de la glycolyse

9

#### 3.1. schéma générale de la glycolyse

a partir des connaissance requise sur la glycolyse ,Construis un schéma général qui résume les étapes de la glycolyse

## DEGRADATION DU GLUCOSE OU GLYCOLYSE (voie d'Embden-Meyerhof)

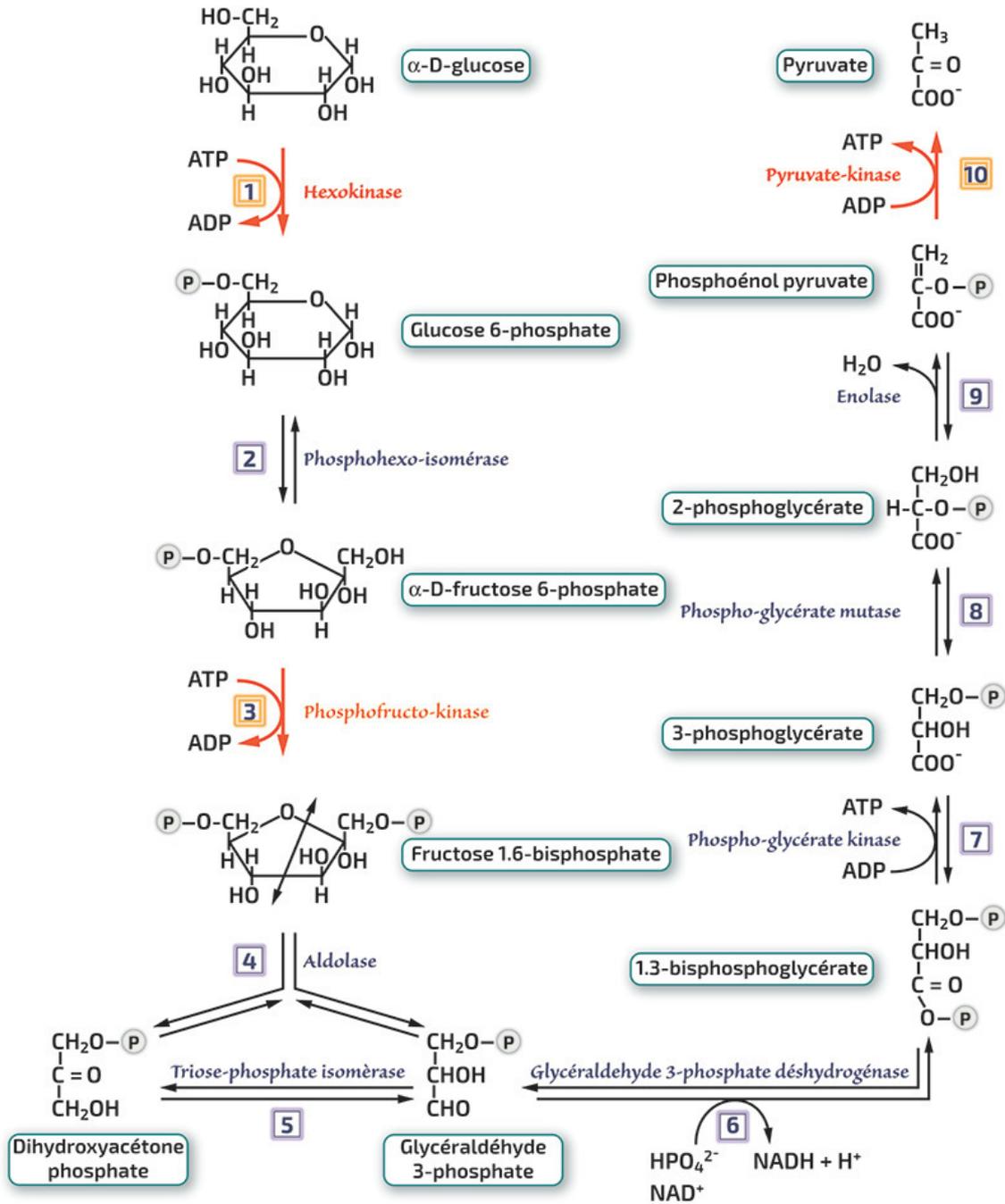


Figure 1 : Les étapes de la glycolyse

### 4. la bilan moléculaire de la glycolyse

La glycolyse est un mécanisme de régénération d'ATP qui ne nécessite pas d'oxygène. elle correspond à l'oxydation du glucose en pyruvate et la réduction de coenzymes NAD<sup>+</sup> (R') en NADH, H<sup>+</sup> (RH<sub>2</sub>').

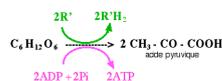


Figure 2 : équation de la glycolyse

## 5. Le bilan énergétique de la glycolyse

Pour chaque glucose il y a eu :

- Consommation de 2 ATP lors de la formation du glucose-6-phosphate et du fructose-1,6-bisphosphate.
- Chaque molécule de glucose donne 2 glycéraldéhyde 3-phosphate . Au niveau de chaque triose phosphate il y a formation d'un NADH,H+ equivalent a 3 ATP , de 2 ATP et d'un pyruvate.

donc : 2 ATP consommée et 4 produite en anaérobiose sans phosphorylation oxydative<sup>p.12</sup> ⇒ ce qui fait 2 ATP gagnés a la fin de la glycolyse mais après phosphorylation oxydative le totale reviens a 8 ATP gagnés a la fin des deux processus métaboliques

La figure 2 ci-dessous résume le bilan totale de la glycolyse

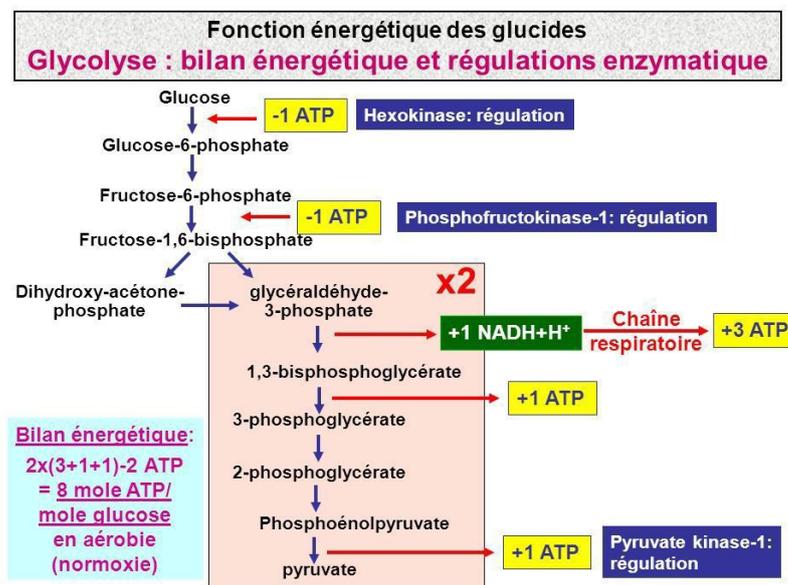


Figure 3 : Bilan énergétique de la glycolyse

### ⚠ Warning

Dans les cellules aérobies, les hydrogènes et électrons du NADH, H<sup>+</sup> sont transportés dans les mitochondries par des systèmes navettes pour être oxydés par la chaîne respiratoire.

# Glossary



## **anaérobiose**

en absence d'oxygène

## **glucodépendant**

ne ne pouvoir utiliser que la molécule de glucose pour son métabolisme énergétique. C'est ainsi que le neurone est glucodépendant, l'hématie (ou globule rouge ou érythrocyte) est aussi glucodépendante.

## **GLUT**

Les transporteurs GLUT sont un large groupe de protéines membranaires, qui assurent le transport du glucose des cellules épithéliales au sang, et du sang aux cellules en passant la barrière intestinale dans le sens du gradient par transport passif.

## **néoglucogenèse**

La néoglucogenèse est la formation de glucose à partir de précurseurs non glucidiques tels que le pyruvate, le lactate, le glycérol et la plupart des acides aminés

## **phosphorylation oxydative**

la phosphorylation oxydative est le processus permettant la phosphorylation de l'ADP en ATP grâce à l'énergie libérée par l'oxydation de donneurs d'électrons par la chaîne respiratoire

## **postprandiale**

Après la prise du repas

# Abbreviation

**ATP:** Adénosine triphosphate

**GR:** Globules rouges

**PH:** potentiel d'hydrogène



# Bibliography



Christian Moussard. Biochimie structurale et métabolique.3e Édition. Paris : DE BOECK  
SUPERIEUR 2006.352 p

Foster & Nordlie (2002). *The biochemistry and molecular biology of the glucose-6-phosphatase system*. Biol. Med. 227, 601 - 608



