



La glycolyse

Voie glycolytique Embden-Meyerhof

Deux phases de la glycolyse

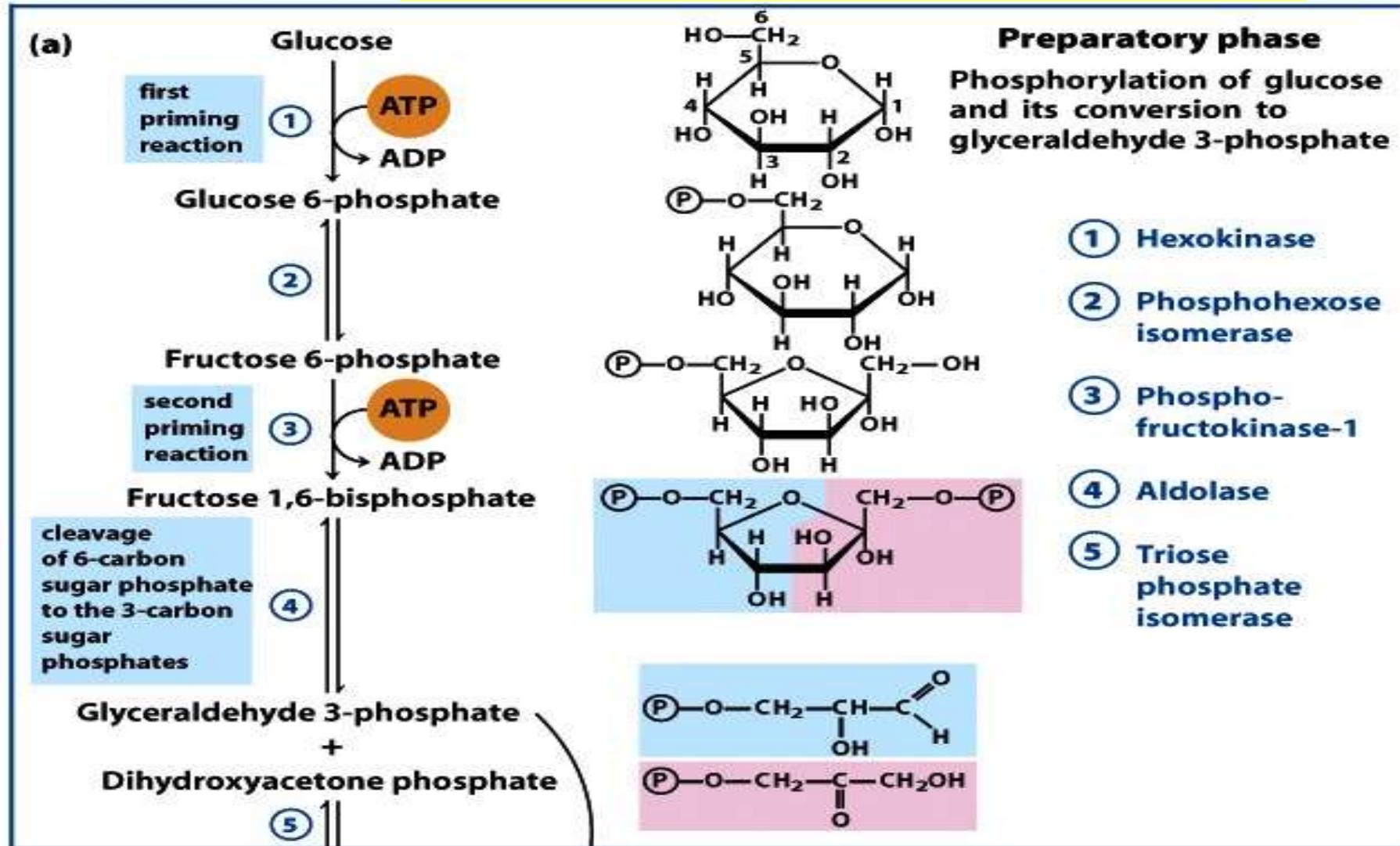


Figure 14-2
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

Deux phases de la glycolyse

(b)

Glyceraldehyde 3-phosphate (2)

oxidation and phosphorylation

⑥



1,3-Bisphosphoglycerate (2)

first ATP-forming reaction (substrate-level phosphorylation)

⑦



3-Phosphoglycerate (2)

⑧

2-Phosphoglycerate (2)

⑨



Phosphoenolpyruvate (2)

second ATP-forming reaction (substrate-level phosphorylation)

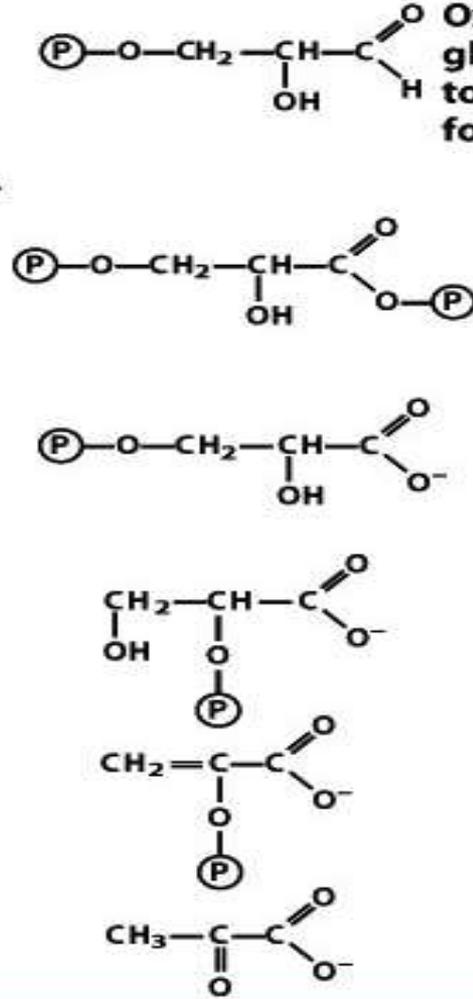
⑩



Pyruvate (2)

Payoff phase

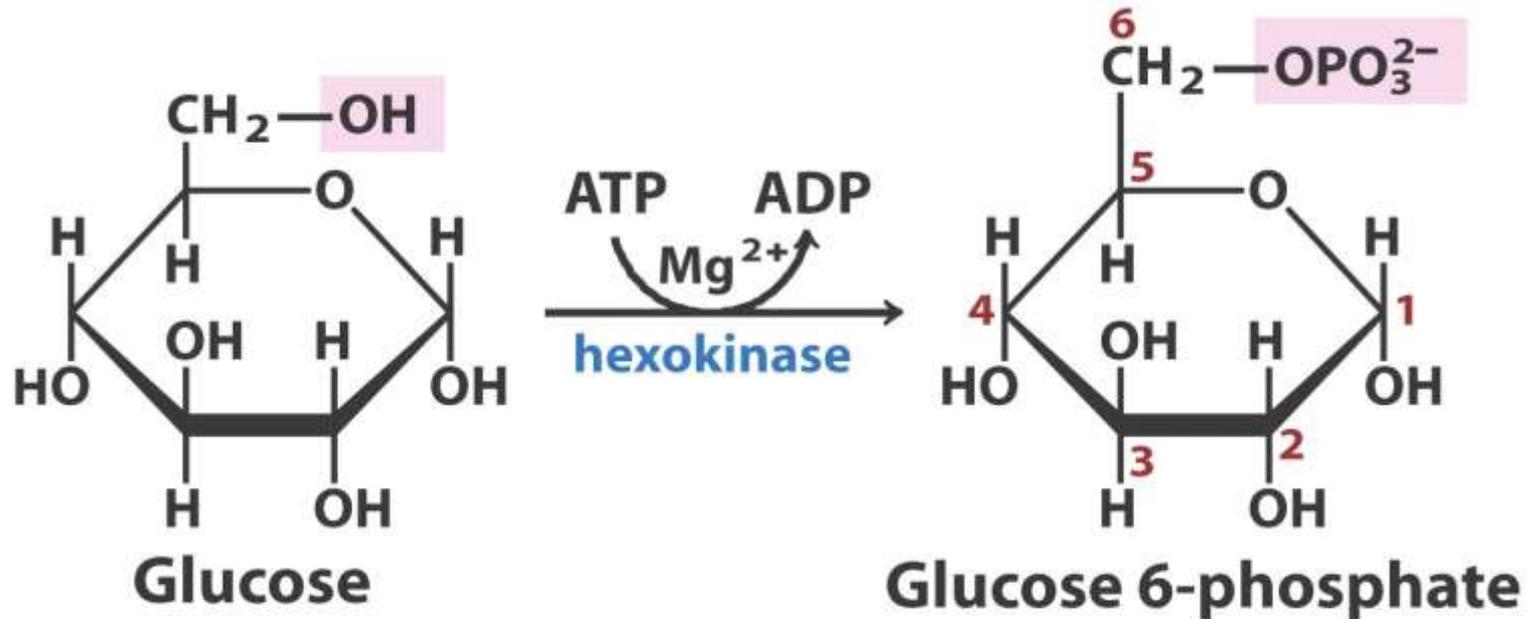
Oxidative conversion of glyceraldehyde 3-phosphate to pyruvate and the coupled formation of ATP and NADH



- ⑥ Glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase
- ⑦ Phosphoglycerate kinase
- ⑧ Phosphoglycerate mutase
- ⑨ Enolase
- ⑩ Pyruvate kinase

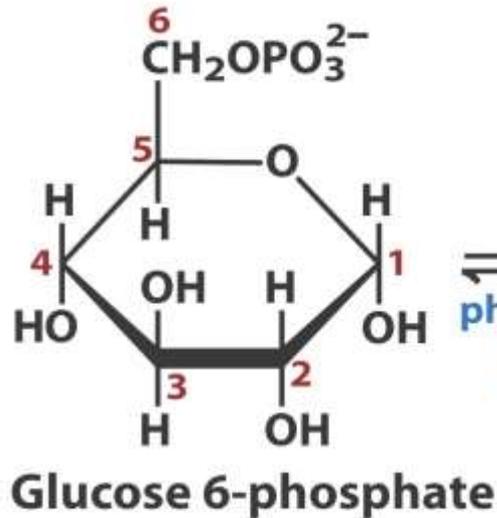
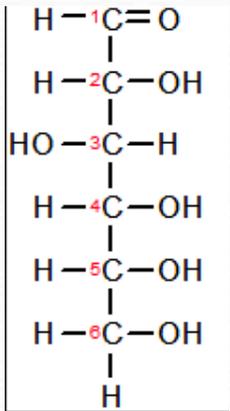
Figure 14-2
 Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
 © 2008 W. H. Freeman and Company

Reaction 1: phosphorylation

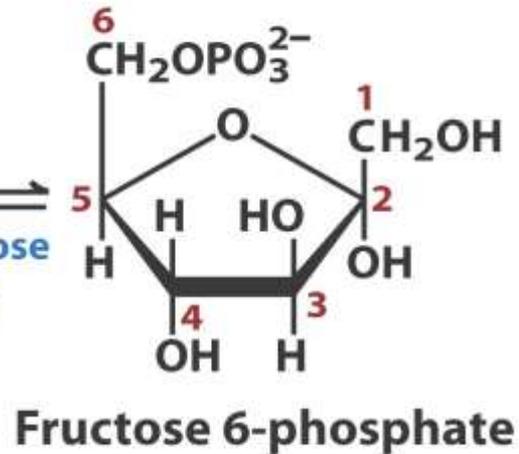
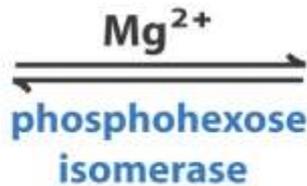


$$\Delta G'^{\circ} = -16.7 \text{ kJ/mol}$$

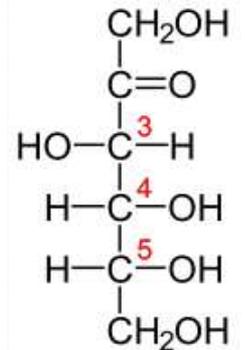
Réaction 2: isomérisation



Glucose 6-phosphate



Fructose 6-phosphate



$$\Delta G'^{\circ} = 1.7 \text{ kJ/mol}$$

aldose

ketose

Réaction 1: Phosphorylation du glucose en de glucose-6 phosphate .

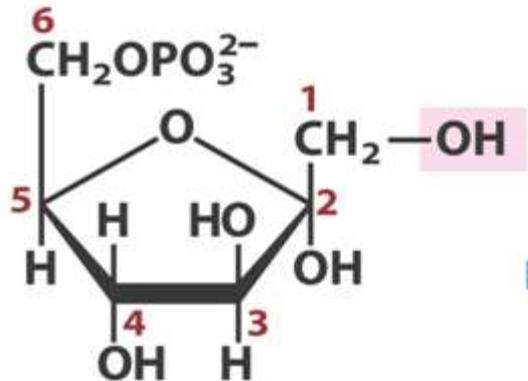
- Cette réaction nécessite de l'énergie et est donc couplée avec l'hydrolyse de l'ATP en ADP et Pi.
- Enzyme : hexokinase.
- Cette étape est irréversible. Ainsi, le glucose est piégé à l'intérieur de la cellule. (Les transporteurs de glucose transportent uniquement du glucose libre, pas du glucose phosphorylé)

Réaction 2: Isomérisation du glucose-6-phosphate en fructose 6-phosphate.

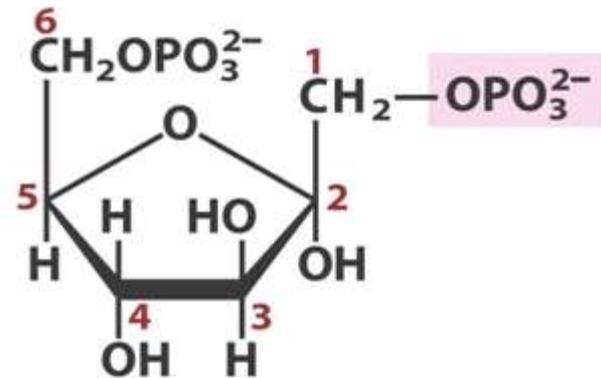
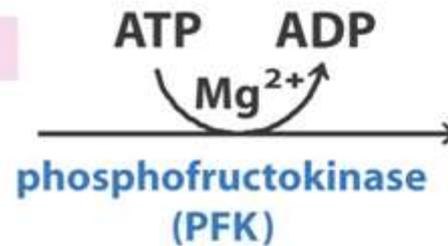
Le sucre aldose est converti en isomère cétose

- Enzyme: phosphohexose isomérase
- Il s'agit d'une réaction réversible.

Réaction 3: phosphorylation



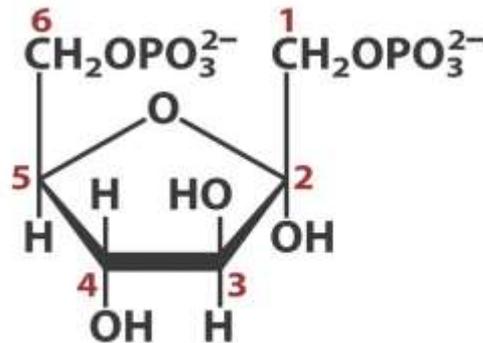
Fructose 6-phosphate



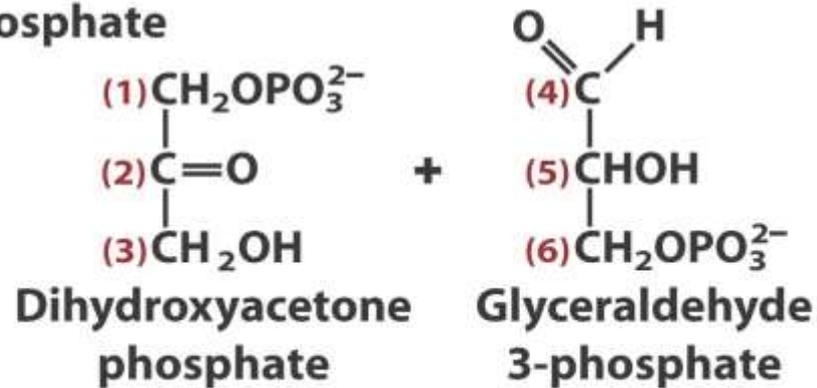
Fructose 1,6-bisphosphate

$$\Delta G'^{\circ} = -14.2 \text{ kJ/mol}$$

Réaction 4: *clivage*

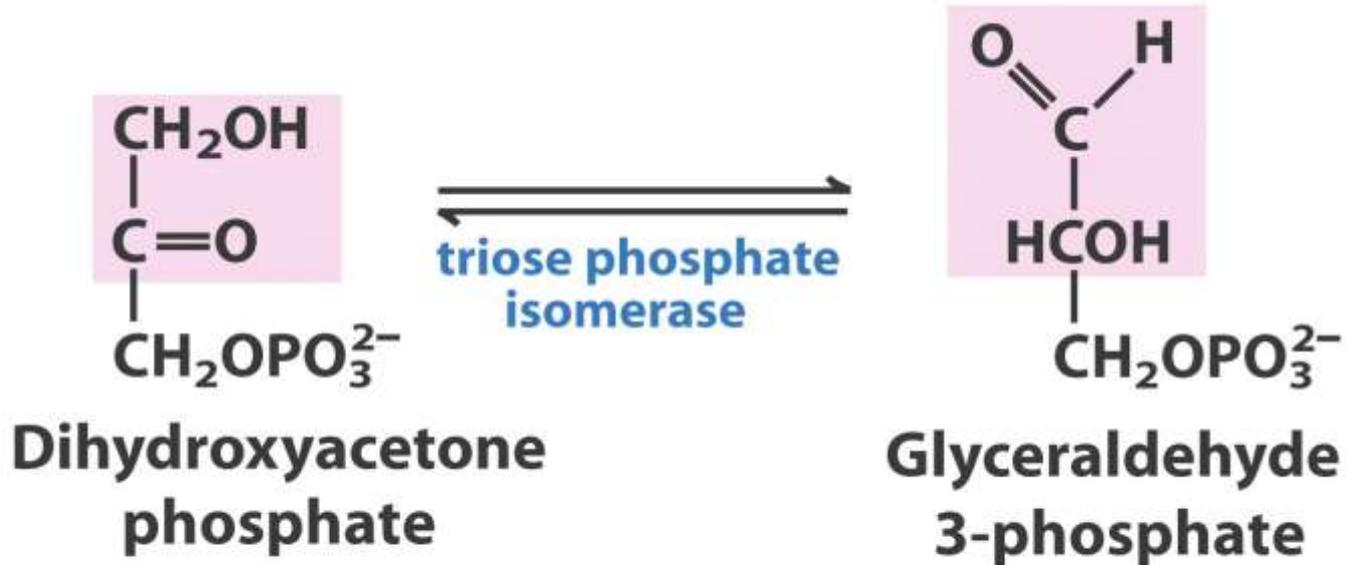


Fructose 1,6-bisphosphate



$$\Delta G'^{\circ} = 23.8 \text{ kJ/mol}$$

Reaction 5: *isomérisation*



$$\Delta G'^{\circ} = 7.5 \text{ kJ/mol}$$

Réaction 3 : est une autre réaction kinase. Phosphorylation du groupe hydroxyle sur C1 formant le fructose-1,6-disphosphate.

- Enzyme: phosphofructokinase. Cette enzyme allostérique régule le rythme de la glycolyse.
- La réaction est couplée à l'hydrolyse d'un ATP en ADP et Pi.
- Il s'agit de la deuxième réaction irréversible de la voie glycolytique.

Réaction 4 : le fructose-1,6-disphosphate est divisé en 2 molécules à trois carbones, un aldose et un cétose : le glycéraldéhyde 3-phosphate (3PGA) et le dihydroxyacétone phosphate (DHAP).

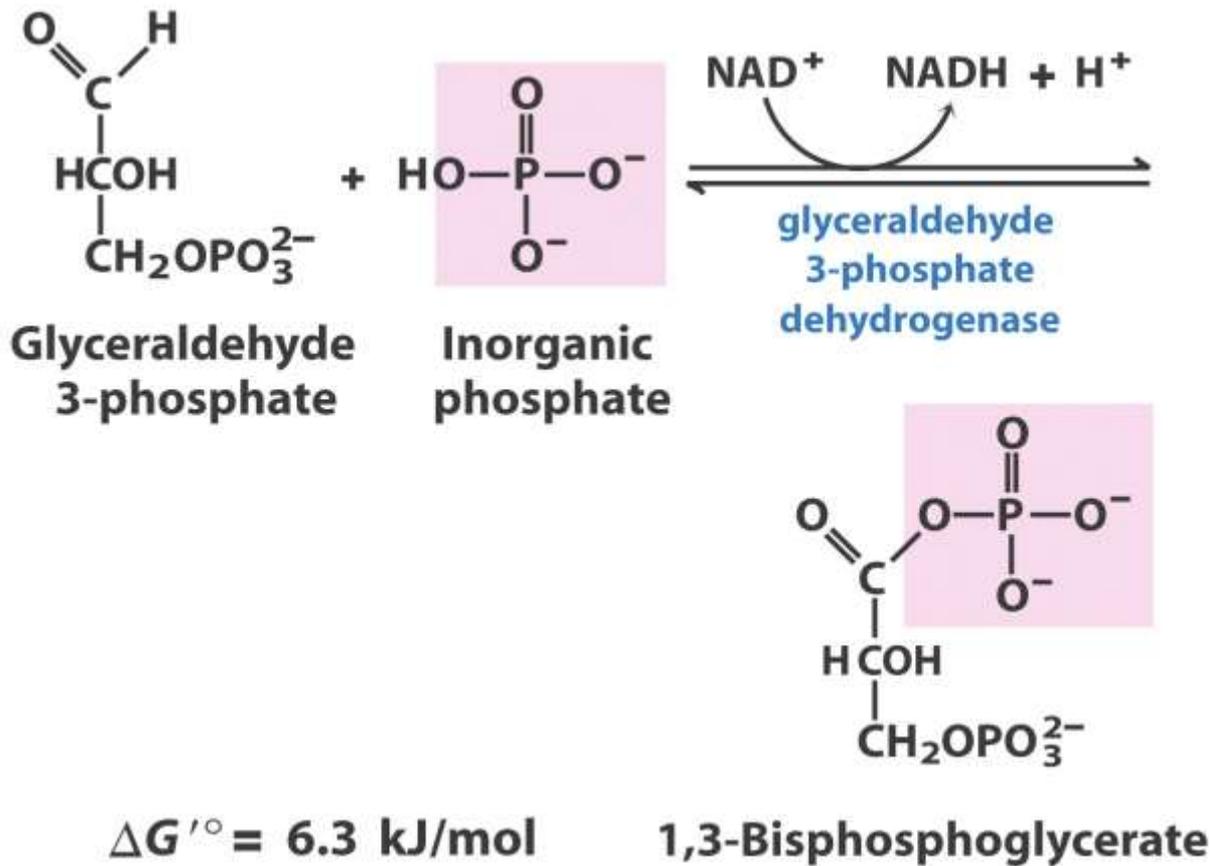
- L'enzyme est l'aldolase.

Réaction 5 : DHAP et 3PGA sont des isomères l'un de l'autre et peuvent facilement inter-convertir par l'action de l'enzyme triose-phosphate isomérase.

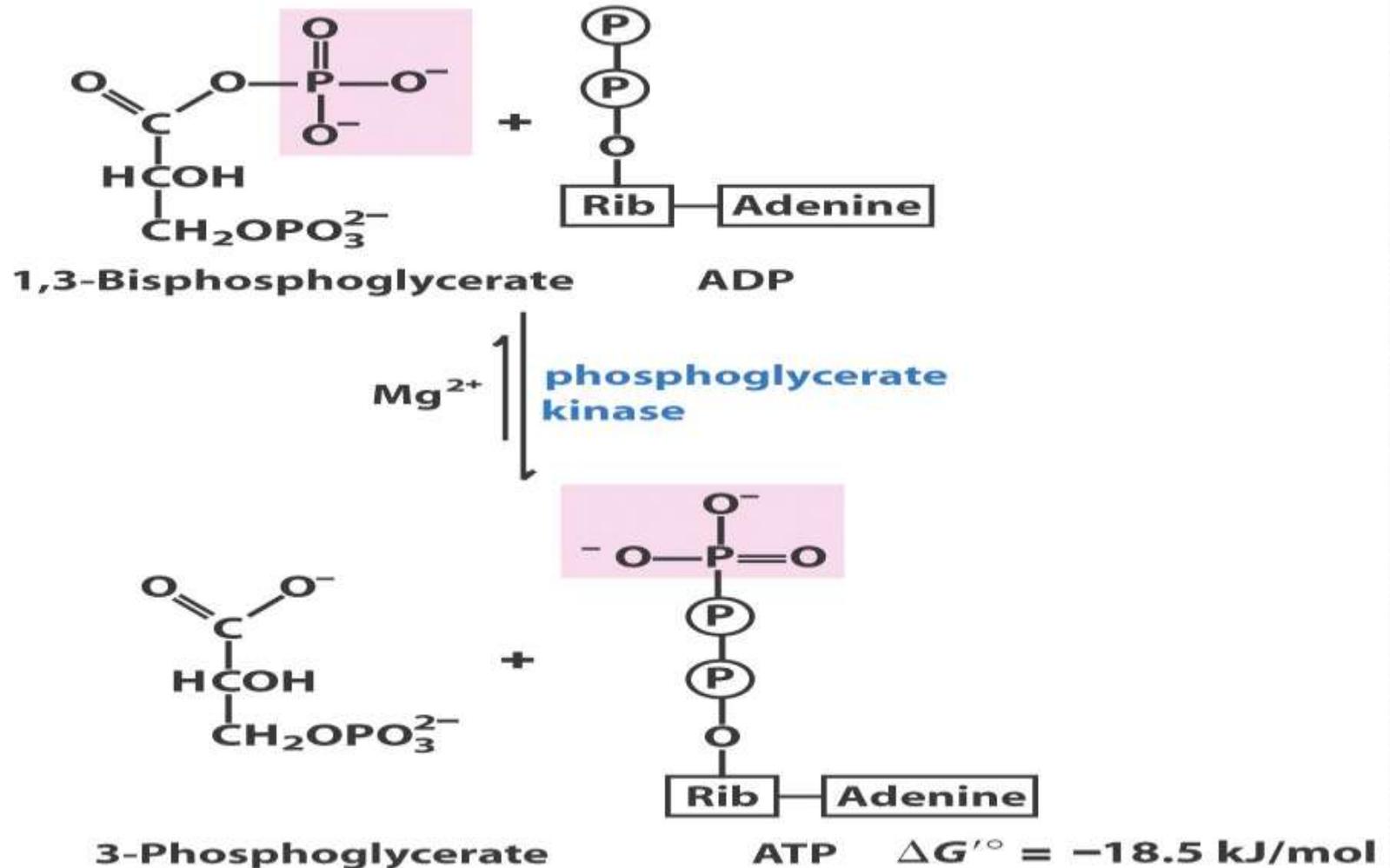
- 3PGA est un substrat pour la prochaine étape de la glycolyse, de ce fait, tous les DHAP sera finalement épuisé. Ainsi, 2 molécules de 3PGA se forment de chaque molécule de glucose

- Jusqu'à cette étape, 2 molécules d'ATP étaient nécessaires pour chaque molécule de glucose oxydée.
- Les étapes restantes libèrent suffisamment d'énergie pour déplacer le bilan du côté positif. Cette partie de la voie glycolytique est appelée stade de gain ou de récolte.
- Puisqu'il y a 2 molécules de 3PGA générées à partir de chaque glucose, chacune des réactions restantes se produit deux fois pour chaque molécule de glucose oxydée.

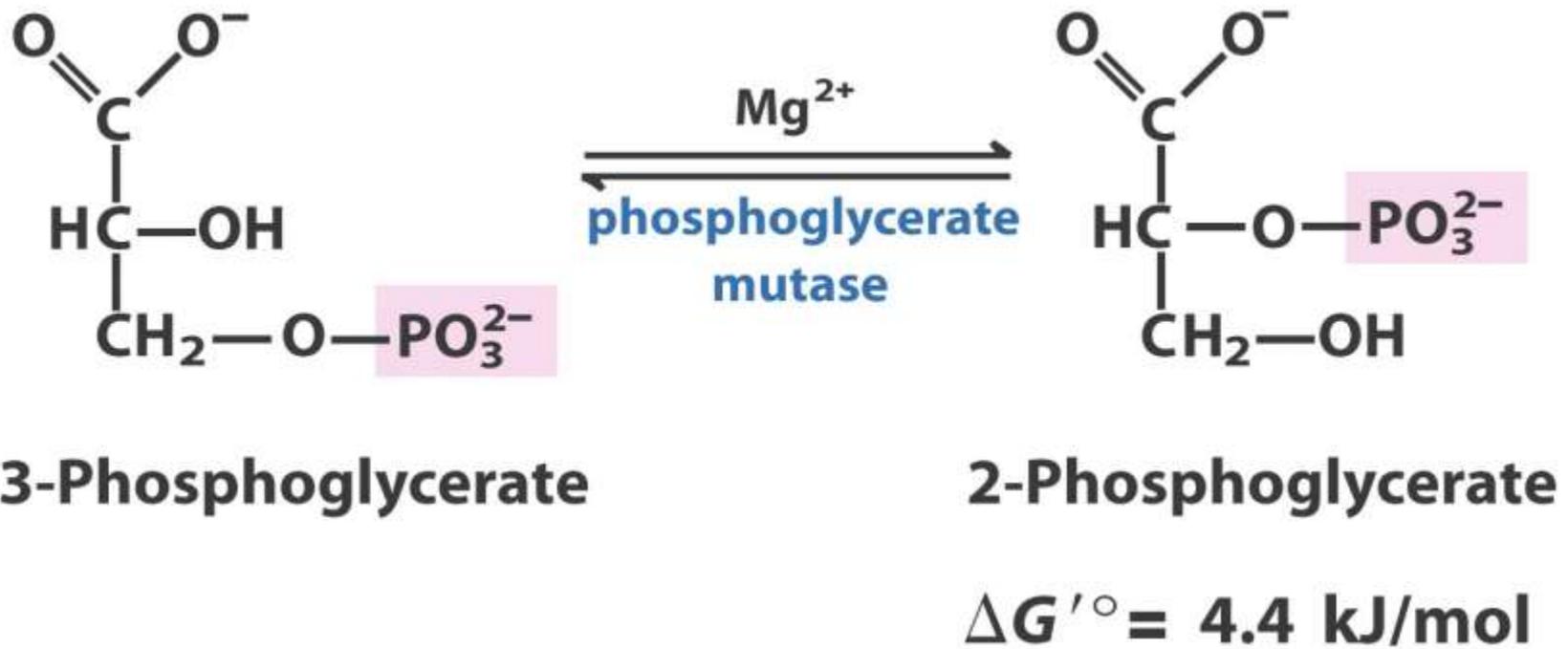
Réaction 6: oxydation



Réaction 7: phosphorylation au niveau du substrat



Réaction 8: déplacement du groupe phosphoryle

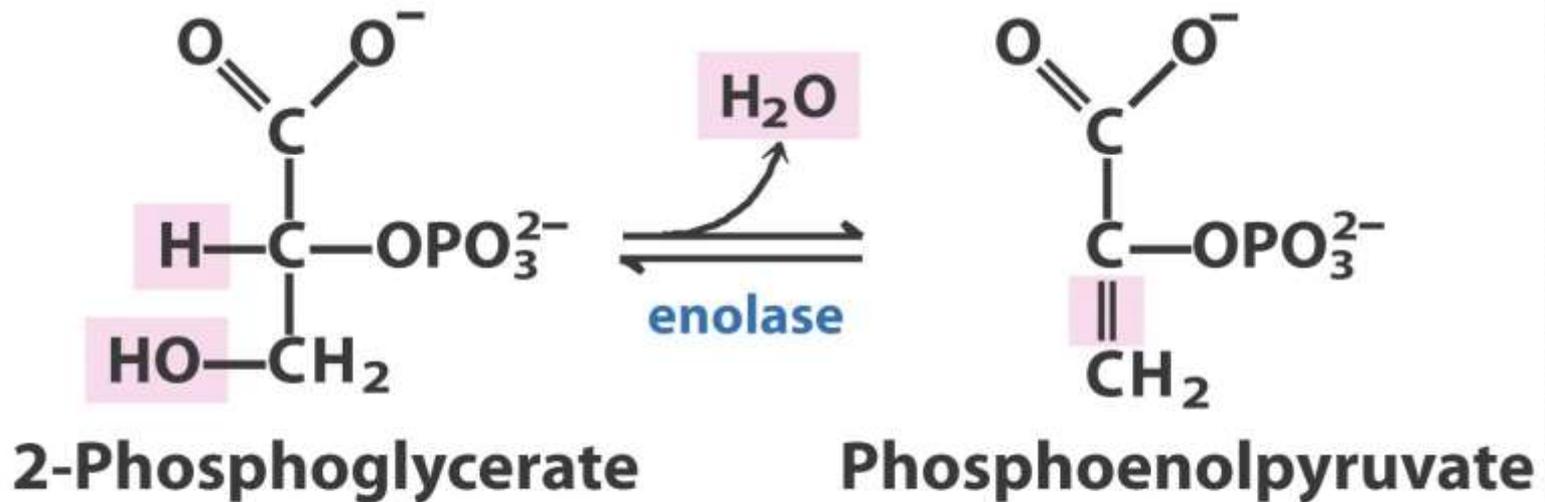


Réaction 6 : Le 3PGA est déshydrogéné par l'enzyme : glycéraldéhyde 3-phosphate déshydrogénase (GAPDH). Dans le processus, NAD^+ est réduit en $\text{NADH} + \text{H}^+$ à partir de NAD . L'oxydation est couplée à la phosphorylation du carbone C1. Le produit est le 1,3-disphosphoglycérate.

Réaction 7 : le 1,3-disphosphoglycérate a une liaison à haute énergie en C1. Cette liaison est hydrolysée et l'énergie libérée est utilisée pour générer de l'ATP à partir de l'ADP. Produit : 3-phosphoglycérate. Enzyme : phosphoglycérate kinase.

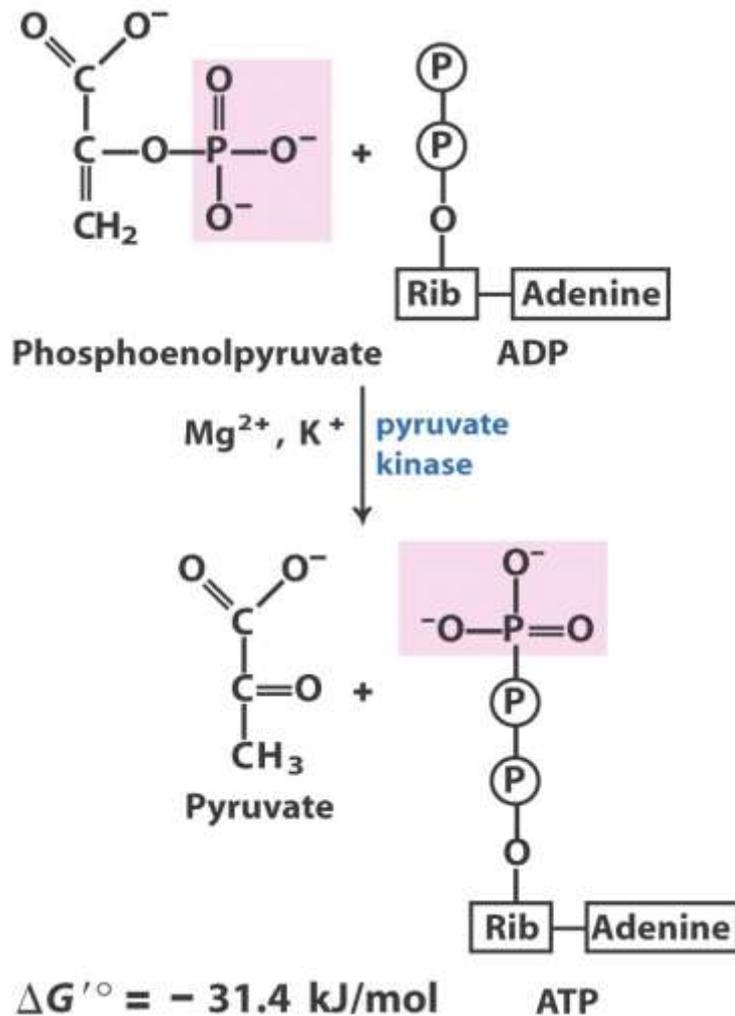
Réaction 8 : Le phosphate passe de C3 à C2 pour former du 2-phosphoglycérate. Enzyme : phosphoglycérate mutase.

Reaction 9: *déshydratation*



$$\Delta G'^{\circ} = 7.5 \text{ kJ/mol}$$

Réaction 10: phosphorylation au niveau du substrat



Réaction 9 : Déshydratation catalysée par l'énolase (une lyase). Une molécule d'eau est éliminée pour former du phosphoénol pyruvate qui a une double liaison entre C2 et C3.

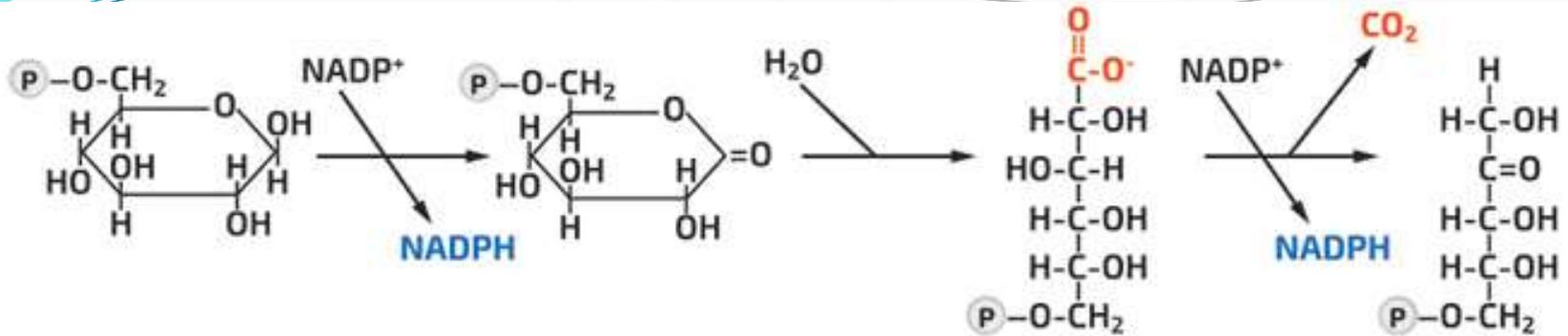
Réaction 10 : L'énolphosphate est une liaison à haute énergie. Il est hydrolysé pour former du pyruvate avec la synthèse d'ATP. La réaction irréversible est catalysée par l'enzyme pyruvate kinase.

VOIES ALTERNATIVES

VOIE DES PENTOSE PHOSPHATE

VOIE D'ENTNER-DOUDOROFF

Voie des pentoses phosphate

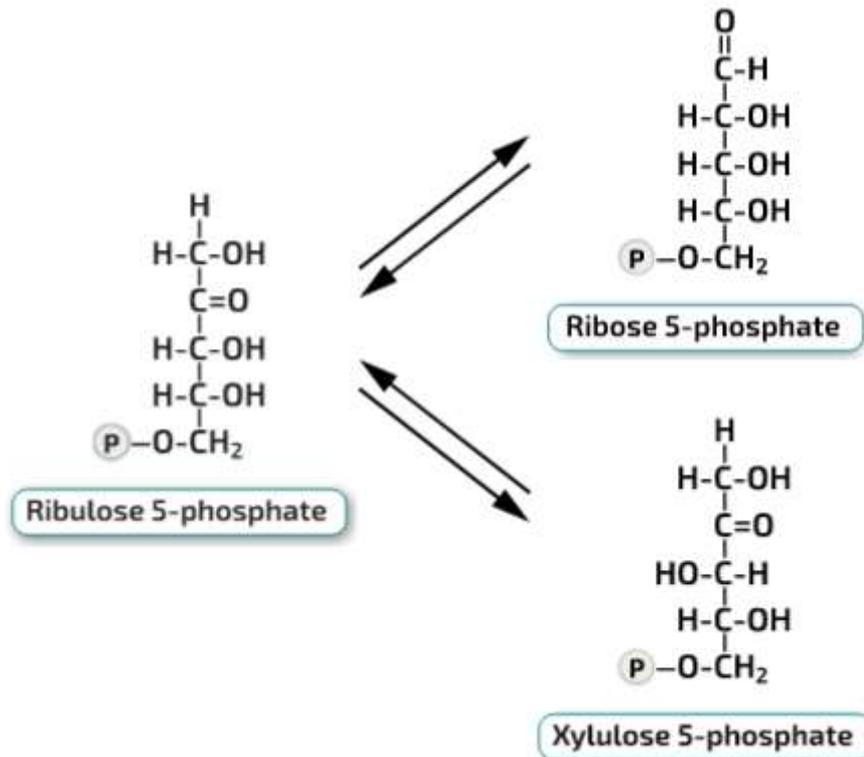


Glucose 6-phosphate

6-phospho-gluconolactone

6-phospho-gluconate

Ribulose 5-phosphate

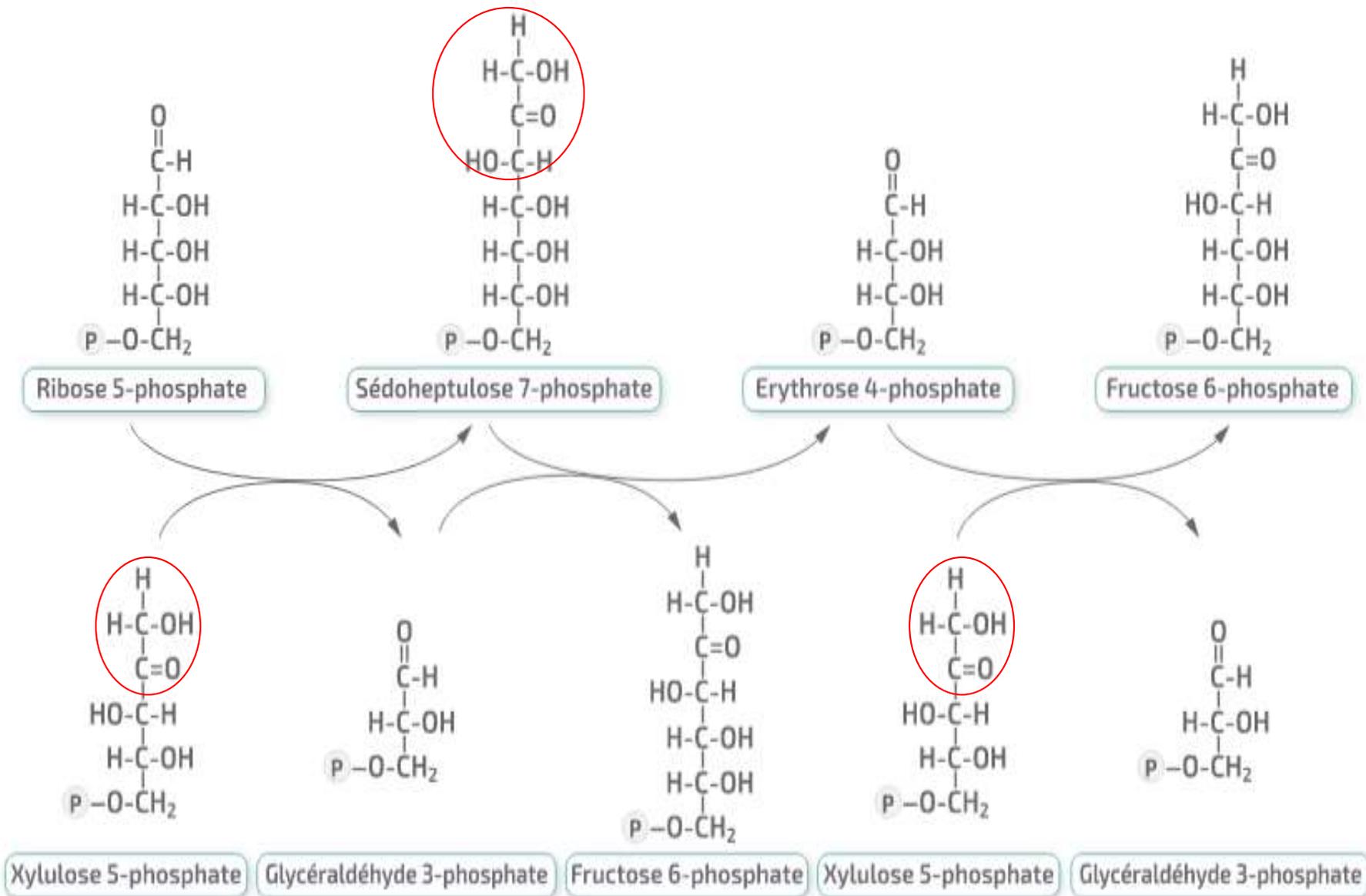


Ribose 5-phosphate

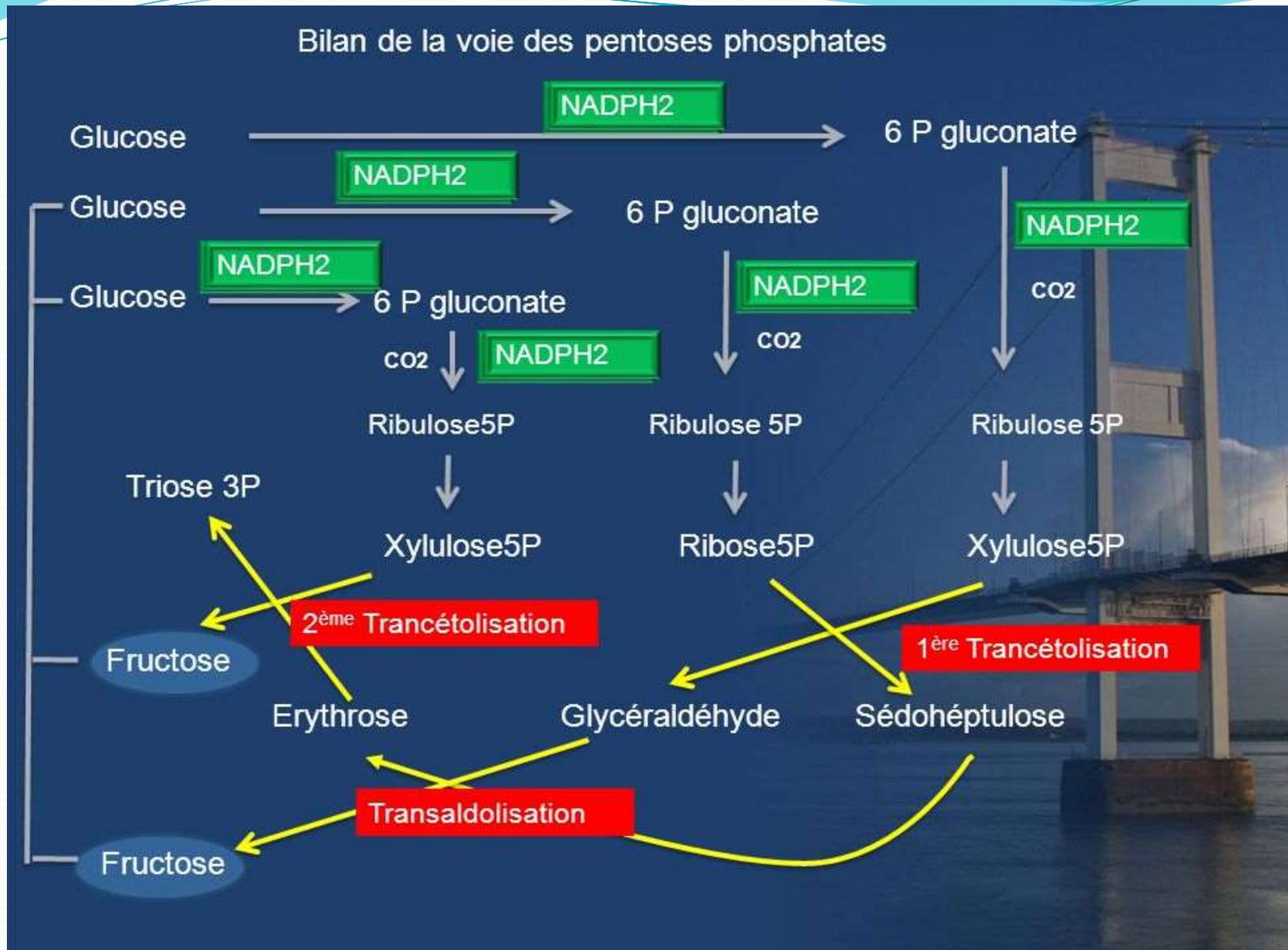
Ribulose 5-phosphate

Xylulose 5-phosphate

Voie des pentoses phosphate



Voie des pentoses phosphate



NADPH+H⁺ et non pas NADPH₂

Voie Entner-Doudoroff

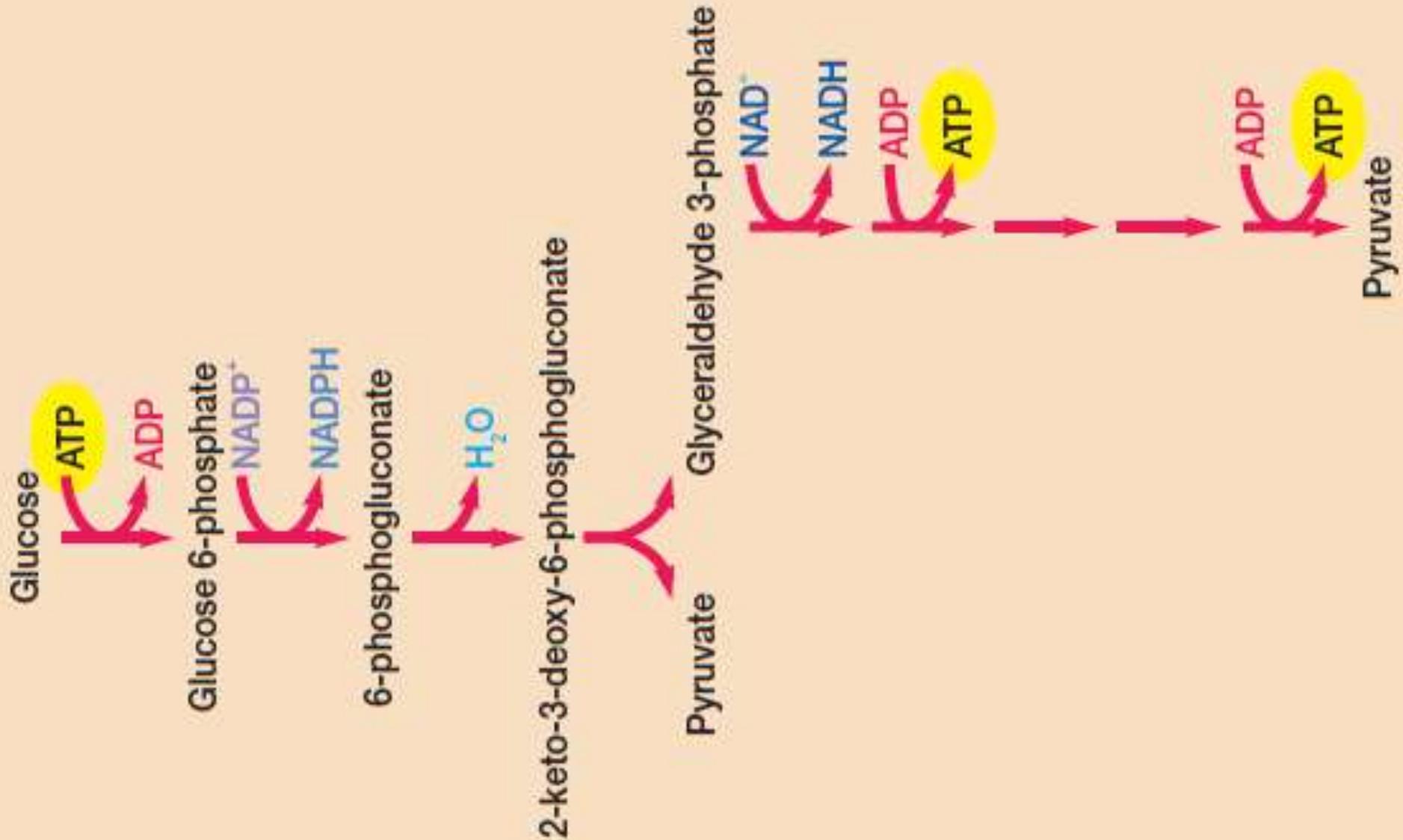
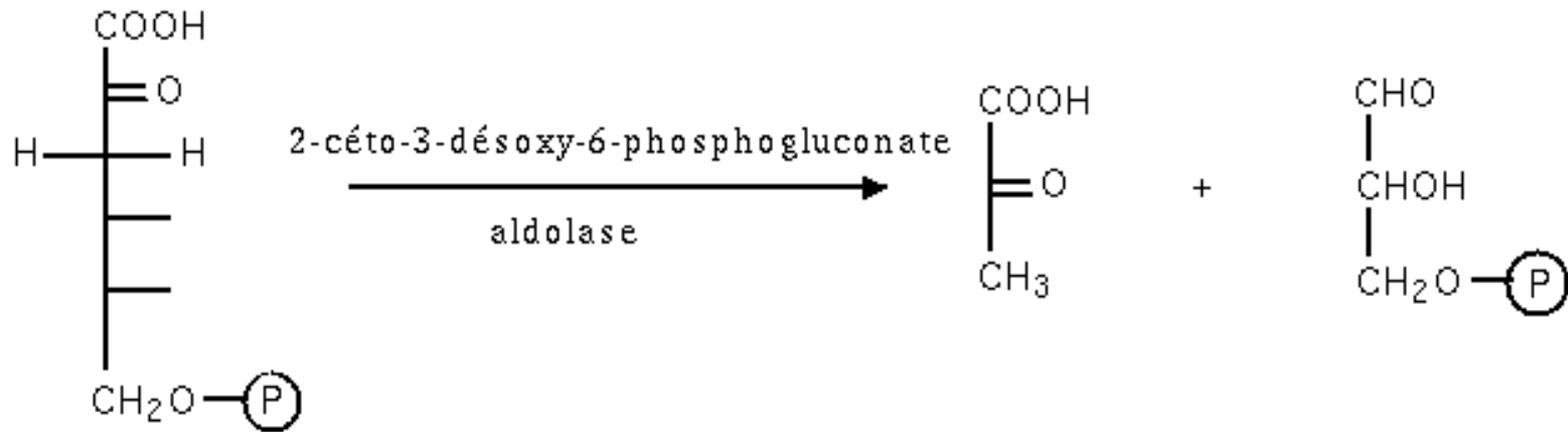


Figure La Voie Entner-Doudoroff. La séquence menant du glycéraldéhyde 3-phosphate au pyruvate est catalysé par des enzymes communes à la voie glycolytique.

Voie Entner-Doudoroff



2-céto-3-désoxy-6-phosphogluconate

Pyruvate

3-phosphoglycéraldéhyde