

LA VOIE DES PENTOSE PHOSPHATES

I. DEFINITION :

La voie des pentoses phosphates ou voie des Dickens –Horecker ou encore shunt des pentoses n'a pas pour but de produire l'énergie mais :

- D'être une source de NADPH, H^+ , coenzyme réduit nécessaire à :
 - Des réactions de synthèses réductrices (synthèse des acides gras, du cholestérol et des hormones stéroïdes.)
 - Des réactions de réduction particulières : réactions de réduction du glutathion.
- Et précurseur du ribose-5-phosphate indispensable à la synthèse des nucléotides puriques et pyrimidiques.

Toutes les enzymes de cette voie sont cytosoliques.

II. LIEU DE DEROULEMENT :

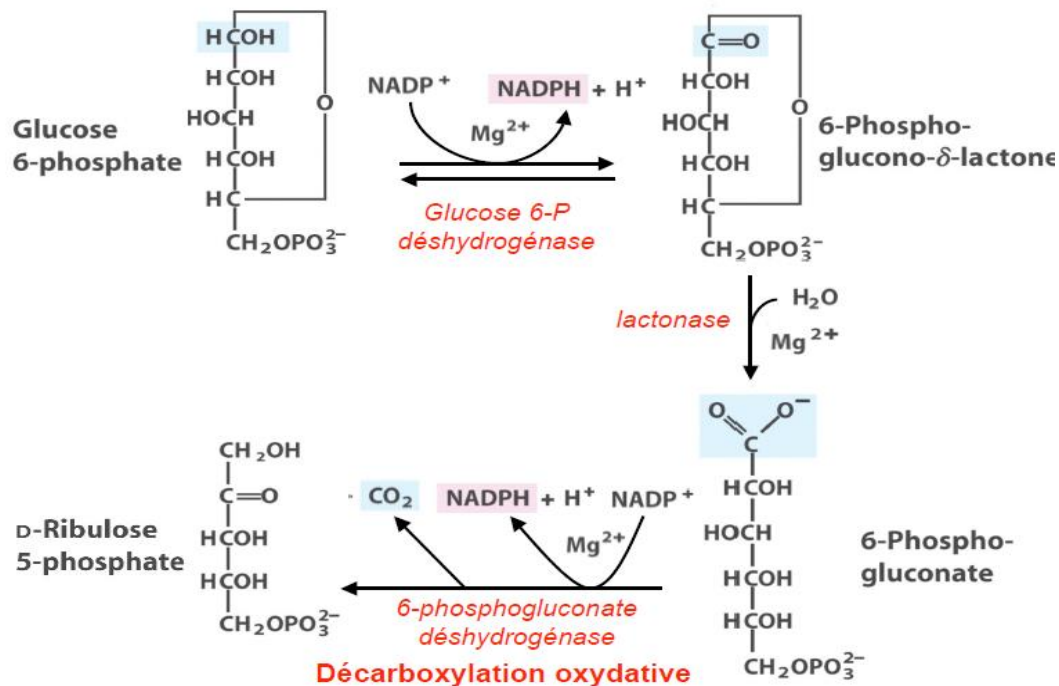
- Le foie : (synthèse des acides gras, du cholestérol, réactions d'hydroxylation)
- Dans le tissu adipeux : synthèse des acides gras.
- Dans la glande mammaire au cours de lactation (synthèse des acides gras).
- Dans les tissus stéroïdogènes (synthèse des hormones stéroïdes) : cotricosurrénales, testicules, ovaire, placenta
- Dans les globules rouges (réduction du glutathion)

III. LES REACTIONS DE LA VOIE DES PENTOSE PHOSPHATES :

Les réactions de la voie des pentoses phosphates ont lieu en 3 phases :

- **Phase oxydative irréversible** : produisant 2 molécules de NADPH, H^+ et le premier pentose phosphate (ribulose-5-phosphate).
- **Une phase d'isomérisation des pentoses phosphates : réversible**, le ribulose-5-phosphate est interconverti en ribose-5-phosphate destiné aux synthèses réductrices ou épimérisé en xylulose-5-phosphate.
- **Une phase non oxydative** : réversible, recombinaison des pentoses phosphates en hexoses phosphate

1. LA PHASE OXYDATIVE :

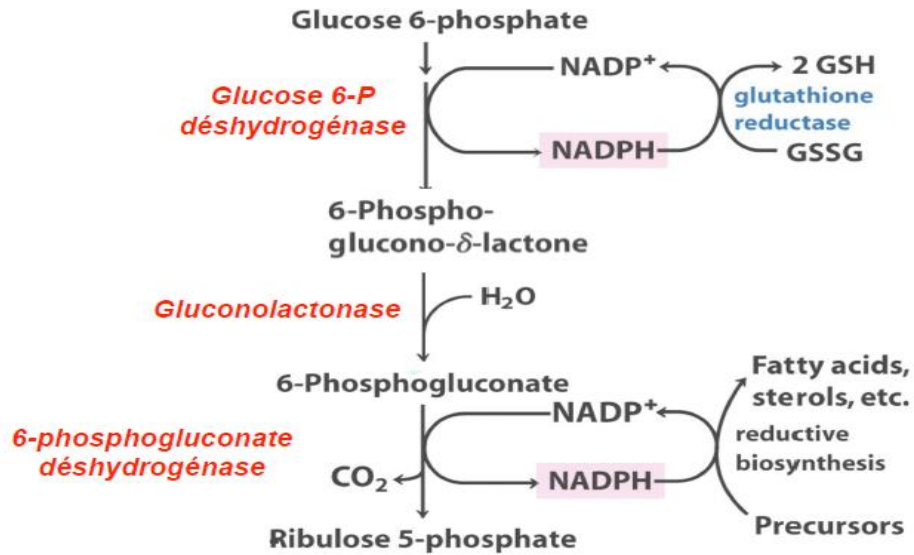


Réaction 1 :

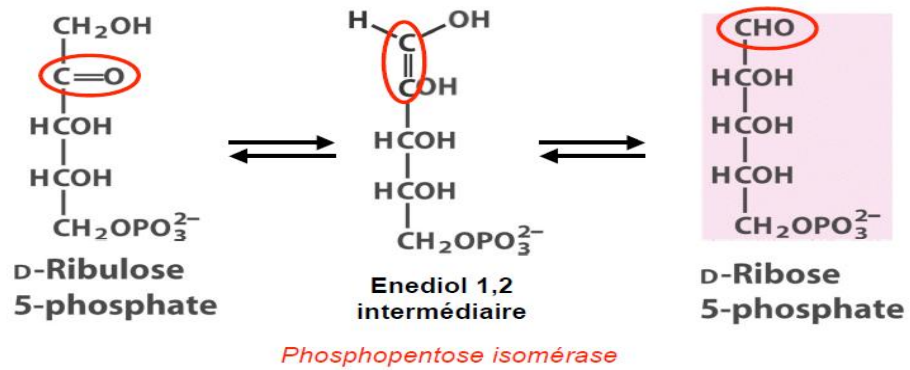
- Oxydation du glucose -6-phosphate en 6-phosphogluconate : elle a eu lieu en deux temps :
- Oxydation du C-1 du glucose-6-phosphate pour former une lactone intermédiaire.
- Hydrolyse de cette lactone en 6-phosphogluconate qui perd la structure cyclique de départ.
- Irréversible.
- Produit une molécule de NADPH, H^+
- Limitante : étape majeure de régulation de la voie des pentoses phosphates.
- Enzymes ; **glucose-6-phosphate déshydrogénase (G6PDH)**, et **gluconolactonase** ; la réaction est accélérée par une baisse du rapport $\text{NADPH}, \text{H}^+ / \text{NADPH}$ témoignant de l'utilisation du NADPH, H^+ .

Réaction 2 :

- Oxydation en C-3 et décarboxylation du 6-phosphogluconate en ribulose-5-phosphate (Ru5P).
- Produit une molécule de NADPH, H^+ .
- Libère une molécule de CO_2 .
- Irréversible
- Enzyme : 6-phosphogluconate déshydrogénase à coenzyme NADP .

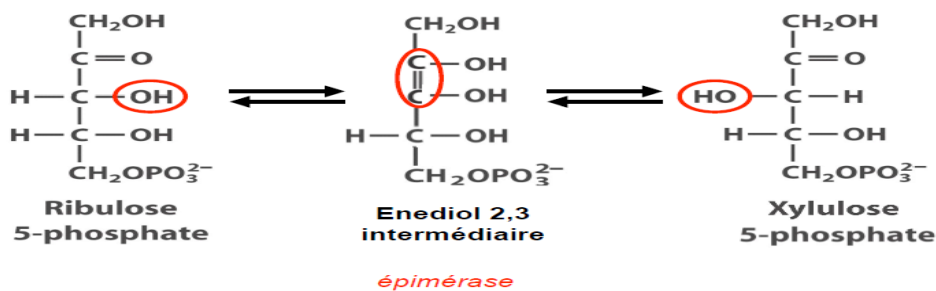


2. PHASE D'ISOMERISATION DES PENTOSE PHOSPHATES :



- Le ribulose -5-phosphate est le substrat de 2 réactions réversibles :
- La réaction d'épimérisation (cétose-cétose) en xylulose-5-phosphate : catalysée par la ribulose-5-phosphate épimérase.
- Réaction d'interconversion (cétose-aldose) en ribose-5-phosphate catalysée par la ribulose-5-phosphate isomérase

Epimérisation

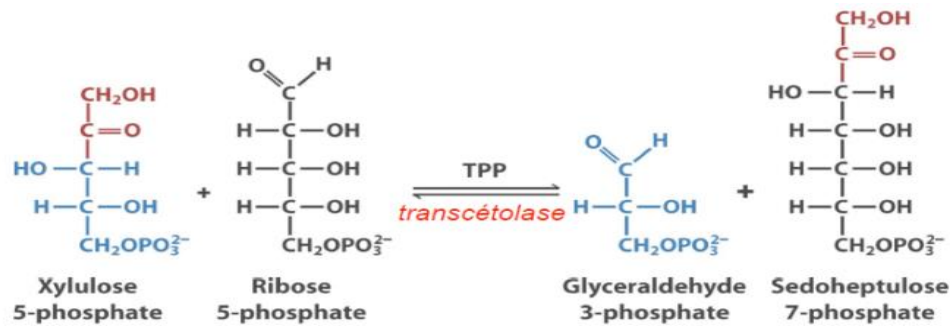


3. PHASE NON OXYDATIVE :

Dans les cellules qui n'ont besoin que de NADPH,H⁺. le ribose-5-phosphate retourne à la glycolyse.

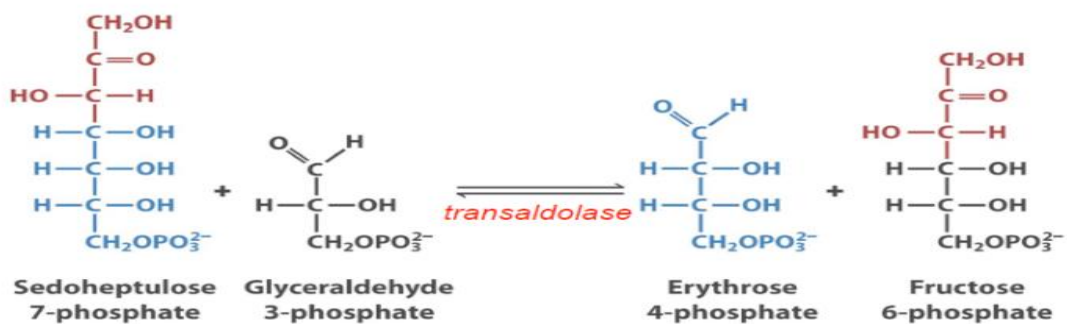
- 6 C5 donnent 5 C6.
- La réaction fait intervenir deux enzymes :
- **Une transcétolase** : à coenzyme pyrophosphate de thiamine : elle transfère un groupement céto CO-CH₂OH d'un cétose donneur à un aldose récepteur. Le donneur perdant 2 atomes de carbone devient un aldose. L'accepteur gagnant deux atomes de carbone devient un cétose.
- **Une transaldolase** : elle transfère un groupement aldol CH₂OH-CO- CH₂OH d'un cétose donneur à un aldose récepteur. Le donneur perdant 3 atomes de carbone devient un aldose. L'accepteur gagnant 3 atomes de carbonnes devient cétose.

Réaction 4 :



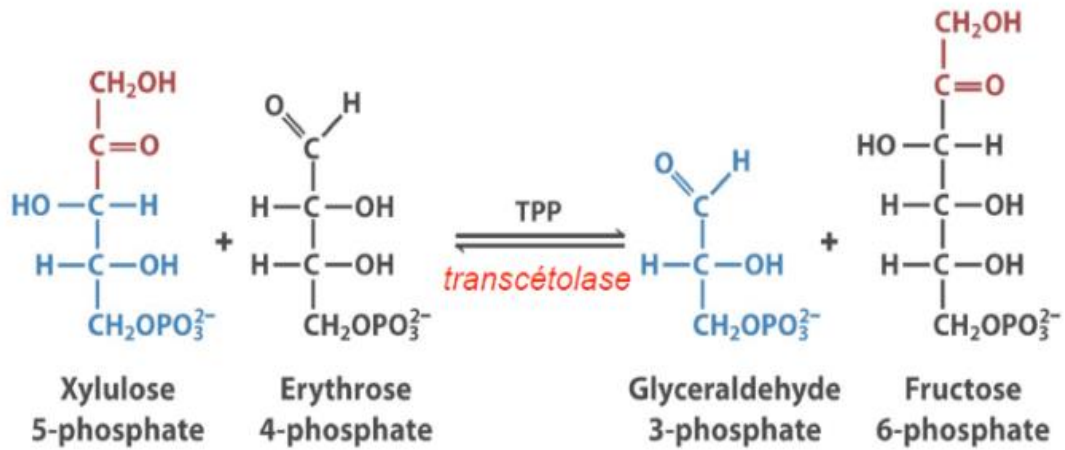
- De transcétole entre une molécule de xylulose-5-phosphate et une molécule de ribose-5-phosphate pour former une molécule de glyceraldéhyde-3-phosphate (GA3P) et une molécule de sédoheptulose-7-phosphate(Su7P).
- Enzyme : transcétolase à coenzyme phosphate de thiamine.

Réaction 5 :



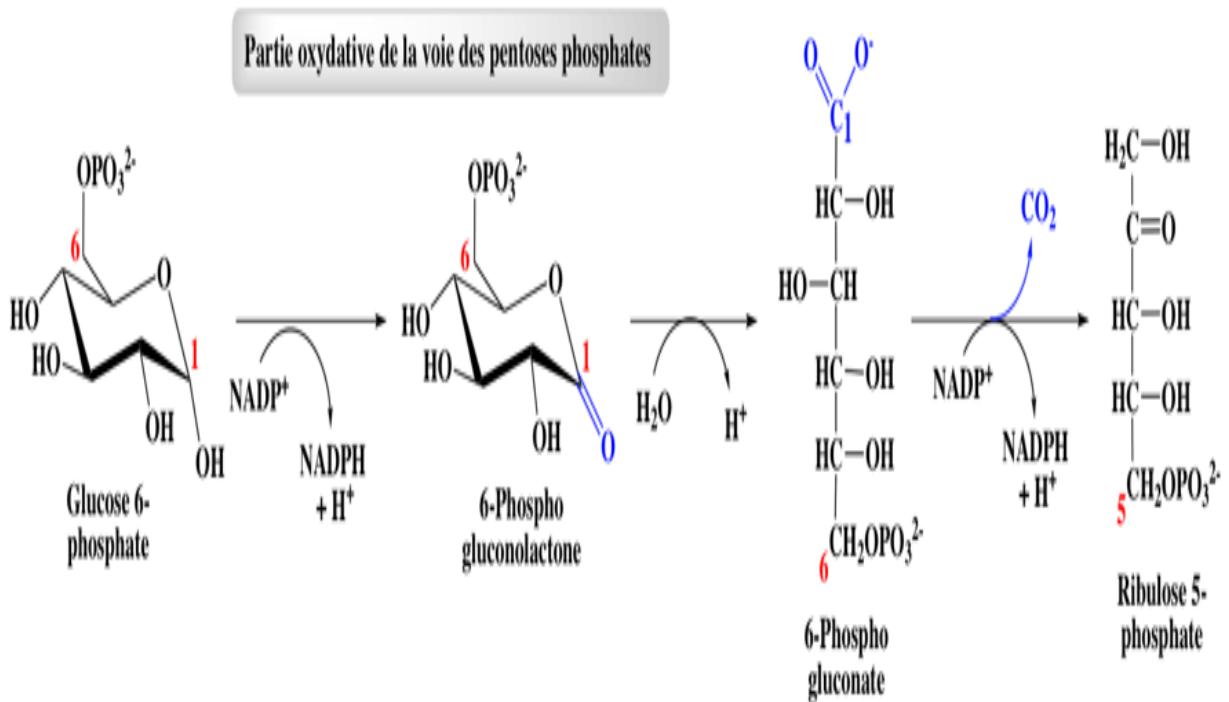
- Transaldolisation entre une molécule de sédoheptulose-7-phosphate et une molécule de glyceraldéhyde-3-phosphate pour former une molécule de fructose-6-phosphate interconvertible en glucose-6-phosphate et une molécule d'érythrose-4-phosphate. Enzyme : aldolase

Réaction 6 :

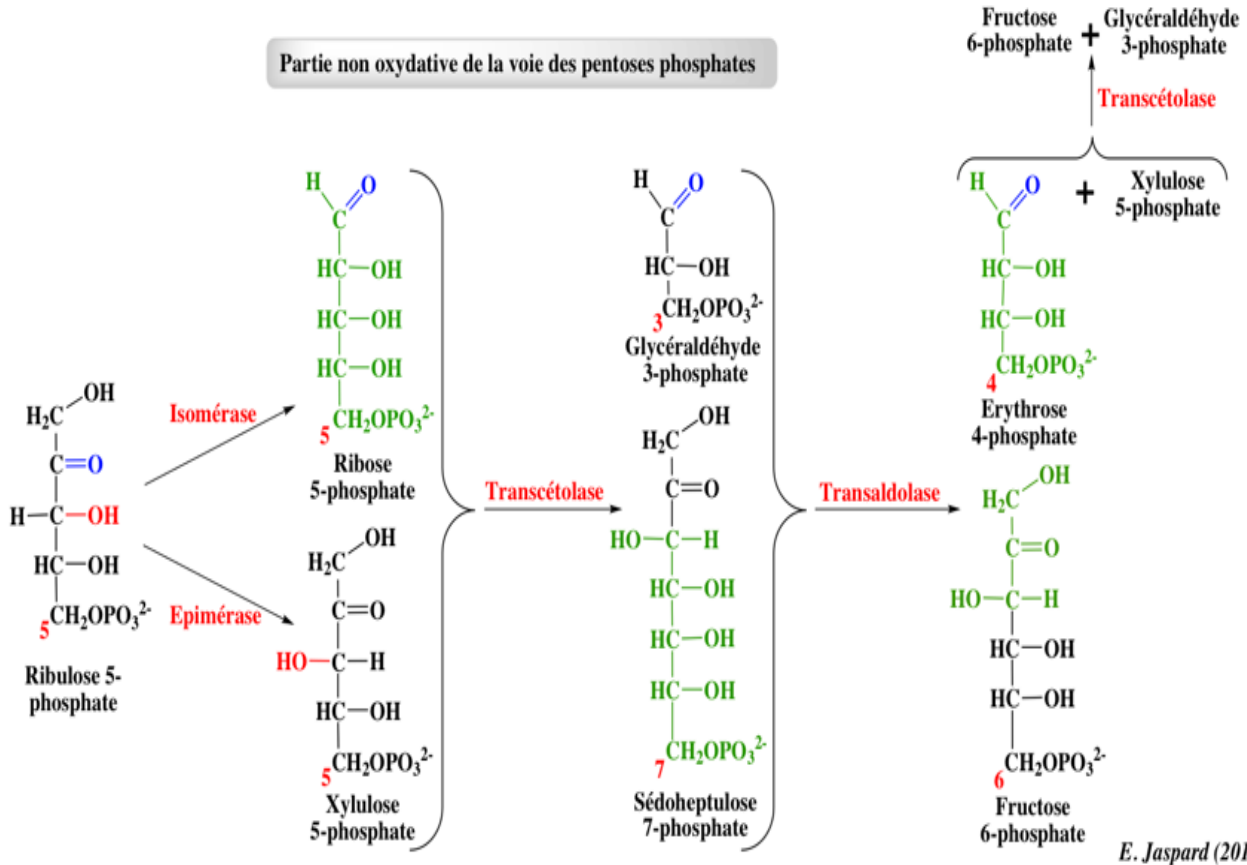


- Transcétolisation entre une molécule de xylulose-5-phosphate et la molécule d'érythrose-4-phosphate pour former une molécule de fructose-6-phosphate interconvertible en glucose-6-phosphate ; et une molécule de glyceraldéhyde-3-phosphate.

Schéma général de la voie des pentoses phosphates

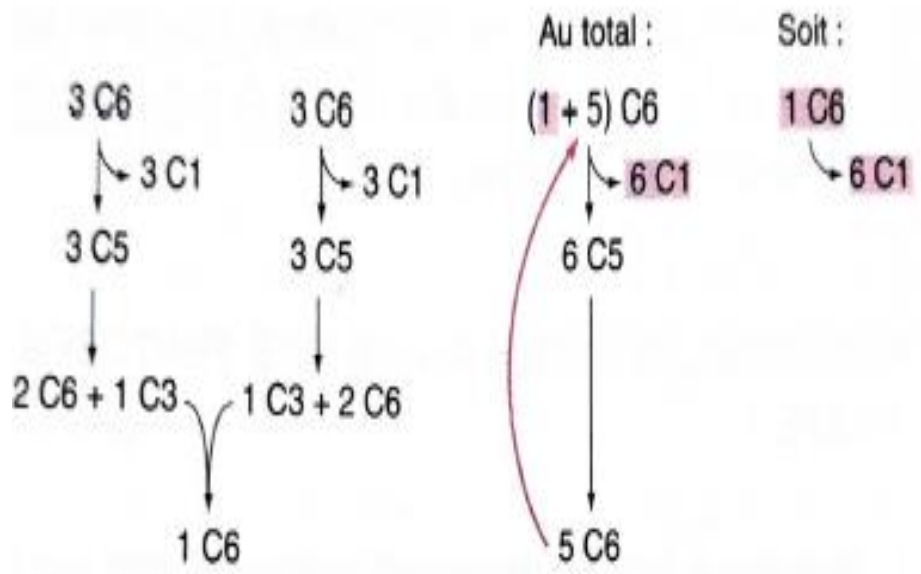


E. Jaspard (2013)



IV-BILAN MOLECULAIRE ET ENERGETIQUE DE LA VOIE DES PRNTOSES PHOSPHATES

- 6 molécules de ribose 5 phosphate sont converties en 5 molécules de glucose-6-phosphate, la dernière provenant des deux molécules de glyceraldéhyde-3-phosphate.
- Le bilan peut se résumer ainsi :
Le catabolisme d'un C6 en 6C1 aura produit 12 NADPH,H⁺.

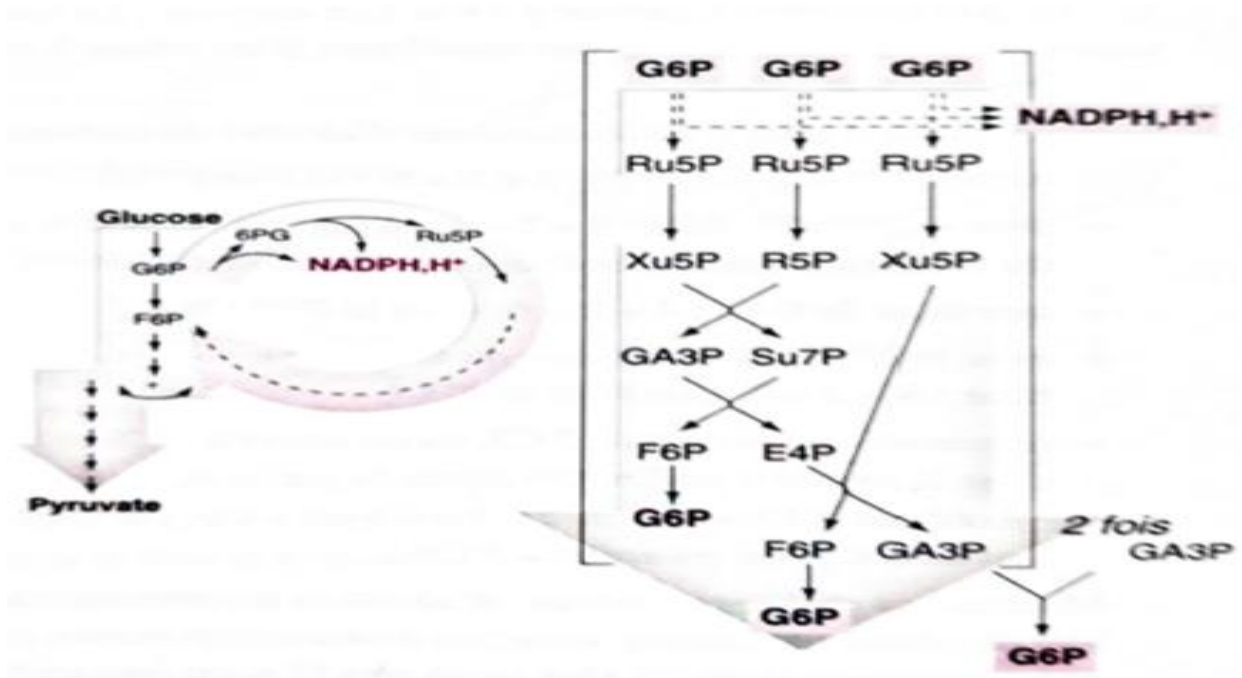


DEVENIR DU GLUCOSE-6-PHOSPHATE DANS 3 SITUATIONS DIFFERENTES.

1. Situations où les besoins en NADPH, H⁺ sont supérieurs aux besoins en ribose-5-phosphate (tissus adipeux et globule rouge).

Le ribulose-5-phosphate qui sort de la phase oxydative productrice de NADPH, H⁺ est isomérisé en ribose-5-phosphate, dont la plus grande part entre dans la phase non oxydative menée à son terme. C'est-à-dire la formation de fructose-6-phosphate.

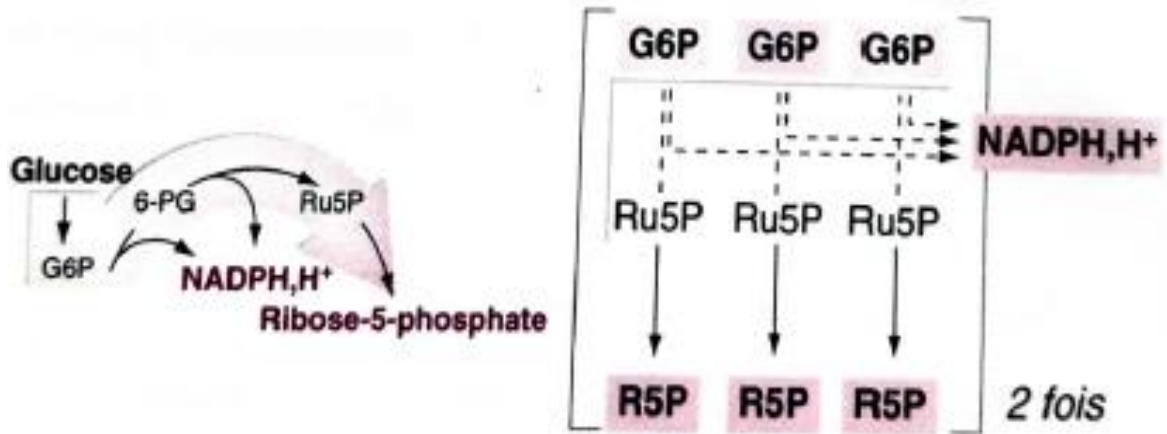
Ce dernier : Est interconverti en glucose-6-phosphate, qui entre à nouveau dans la voie (dans le globule rouge par exemple).



2. Situations où les besoins en NADPH, H⁺ et en ribose-5-phosphate sont équivalents :

Le ribulose-5-phosphate qui sort de la phase oxydative productrice de NADPH, H⁺, est interconverti en ribose-5-phosphate dirigé vers la synthèse nucléotidiques.

Quant au NADPH, H⁺, il est utilisé aux synthèse réductrices.



3. Situations où les besoins en ribose-5-phosphate sont supérieurs aux besoins en NADPH, H⁺

La phase oxydative est court-circuitée.

le glucose-6-phosphate est converti par la glycolyse en fructose-6-phosphate et en glyceraldéhyde-3-phosphate qui par les réactions inverses de transaldolisation et transcéto-lisation remontent au ribose-5-phosphate.

