

## LA VOIE DES PENTOSE PHOSPHATES

### 1. Définition.

Voie métabolique du cytoplasme partiellement réversible qui permet l'interconversion des hexoses en pentoses et permet l'oxydation du glucose en bicarbonates ( $\rightarrow$  NADPH,  $H^+$ ).

Rq: voie des pentoses phosphate= shunt des pentoses= dérivation des pentoses= shunt des hexoses monophosphates= voie du 6-phosphogluconate= voie de Dickens-Horecker.

Elle se produit dans les adipocytes principalement, mais aussi dans le foie, un peu, et dans d'autres tissus exceptés les muscles (importante dans érythrocytes).

C'est une source de NADPH (enzyme malique et voie des pentoses), de ribose, et chez les végétaux, c'est une étape importante pour la photosynthèse.

90% du métabolisme énergétique assurée par la glycolyse, les 10% restants étant assurés par la voie des pentoses phosphates.

La voie des pentoses phosphates se déroulent en 2 phases:

-oxydative.

-non oxydative.

### 2. La phase oxydative de la voie des pentoses.

Cf Pent 1 et 2.

Trois réactions:

#### 1) La G6P DH:

Réaction qui transforme le G6P en 6-phospho-gluconolactone.

La DH se fait sur le C1 avec formation d'une fonction cétone. Transforme la liaison du cycle en liaison ester entre C1 et C5.

DH donc nécessité d'apport  $NADP^+ \rightarrow NADPH$ .

L'enzyme est très spécifique de NADP. En effet, il a mille fois moins d'affinité pour le NAD que pour le NADP.

Produit du NADPH.

Étape d'engagement du G6P dans la voie des pentoses.

Réglée par la disponibilité en  $NADP^+$  mais aussi grâce à l'insuline au niveau de l'expression des gènes.

2) 6-phospho-gluconolactone, ouverture du cycle par lactonase  $\rightarrow$  6-phosphogluconate. Ce dernier est soumis à la 6-phosphogluconate DH pour donner une molécule instable (acide  $\beta$  cétonique) immédiatement décarboxylée en ribulose-5-P.

Réduction d'un NADP et élimination d'un carbone sous forme de bicarbonate.

Stimulé par l'insuline.

Point de départ de la photosynthèse, confère le cycle de Calvin: à partir du ribulose-5-P, l'on obtient une molécule à 6C.

### 3. Étape non oxydative.

Le ribulose-5-P est divisé en deux pools. L'un est soumis à l'épimérase qui change l'orientation d'un hydroxyle (le passe de l'autre côté) pour donner du xylulose-5-P. L'autre est soumis à l'isomérase pour donner du ribose-5-P (déplacement d'un proton).

Cf Pent 3.

Cf Pent 4.

Déplacement d'un fragment bicarboné du xylulose-5-P via une transcétolase (CoE = thiamine pyrophosphate) vers un ribose-5-P. Ainsi, le xylulose-5-P se retrouve avec 3C, c'est alors un glycéraldéhyde-3-P, et le ribose-5-P devient un sédoheptulose-7-P. Ces deux nouveaux composés agissent l'un sur l'autre, il y a transfert de la part du sédoheptulose-7-P vers le glycéraldéhyde-3-P de 3C via une transaldolase. L'on obtient du F6P depuis le glycéraldéhyde-3-P, et de l'érythrose-4-P depuis le sédoheptulose-7-P. L'érythrose-4-P s'associe à une nouvelle molécule de xylulose-5-P via une transcétolase pour effectuer le transfert d'une fonction cétone.

### 4. Schéma général de la voie des pentoses.

Une partie oxydative et une partie non oxydative.

La partie oxydative produit du NADPH pour la lipogénèse (partie non réversible).

Notons que la partie non oxydative est entièrement réversible.

Cf Pent 7.

RQ: IL FAUT CONNAITRE LES NOMS DES EXTRÉMITÉS AINSI QUE L'ÉVOLUTION DU NOMBRE DE CARBONES; EN REVANCHE, POUR LA PARTIE OXYDATIVE, IL FAUT CONNAITRE LE NOM DES MOLÉCULES ET DES ENZYMES.

En bref:

La voie des pentoses phosphates se déroule en 2 fois trois phases de 6 réactions:

Phase 1: Phase oxydative, irréversible, produisant 2 NADPH, H<sup>+</sup>, destiné aux synthèses réductrices et le premier phosphate de la voie, le ribulose-5-phosphate.

1. Oxydation du G6P → 6-phosphoglucono-δ-lactone par la G6PDH, puis → 6-phosphogluconate (6PG) par une lactonase.

2. Oxydation en C3 et décarboxylation du 6PG en ribulose-5-phosphate (Ru5P) par une 6PGDH, à CoE NADP.

Phase 2: Phase d'isomérisation des pentoses phosphates, réversible, le Ru5P étant interconverti en ribose-5P (R5P) destiné aux synthèses nucléotidiques ou épimérisé en xylulose-5P.

3. Épimérisation du Ru5P → xylulose-5P (Xu5P) par la ribulose-5P épimérase.  
Ou, interconversion du Ru5P → R5P par la ribulose-5P isomérase.

Phase 3: Phase non oxydative, réversible, recombinaison des pentoses phosphates en hexoses phosphate.

4. Transcétolisation entre une molécule de Xu5P et une molécule de R5P → glycéraldéhyde-3-P (GA3P) + sédoheptulose-7-P (Su7P) par une transcétolase, à CoE pyrophosphate de thiamine.

5. Transaldolisation entre une molécule de Su7P et une molécule de GA3P → F6P + érythrose-4-P (E4P) par une transaldolase.

6. Transcétolisation entre une molécule de Xu5P et la molécule d'E4P → F6P (interconvertible en G6P) + GA3P par une transcétolase.

Ainsi 3 R5P sont converties en 2 F6P + 1 GA3P. Ou encore: 6 R5P sont converties en 5 G6P, le dernier provenant des 2 GA3P. Le bilan de la voie des pentoses phosphates peut ainsi être résumé ainsi:

Le catabolisme d'un C6 en 6 C1 aura produit 12 NADPH, H<sup>+</sup>.

5. Intérêt physiologique de la voie des pentoses.

Cf Pent 9, 10, 11, 12.

Selon les besoins de la cellule, plusieurs scénarios:

Mode 1: La cellule a besoin de R5P plus qu'elle n'a besoin de NADPH.

Phase non oxydative inversée, et s'arrête avant la phase oxydative.

2 G6P + GA3P → 3 R5P

5 G6P → 6 R5P

Mode 2: Besoin en ribose et NADPH équilibrés.

Production de NADPH et R5P prédomine donc phase oxydative.

G6P + 2NADP<sup>+</sup> (+ H<sub>2</sub>O) → R5P + 2NADPH + CO<sub>2</sub> (+ H<sup>+</sup>)

Mode 3: Besoin en NADPH supérieur au besoin en ribose.

Cf Pent 11.

C'est l'inverse du mode 1.

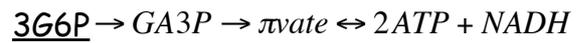
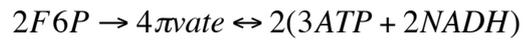
F6P et GA3P produit en fin de voie non oxydative sont réinjectés dans la néoglucogénèse → G6P.

L'ensemble de la voie est utilisé mais les produits redonnent du G6P.

G6P + 12 NADP<sup>+</sup> → 12 NADPH + 6 CO<sub>2</sub>

Mode 4: Besoin de NADPH et ATP.

Entrée dans la glycolyse des produits dans la réaction.



Bilan: production de 6 NADPH + 8 ATP + 5 NADH.

La fabrication de NADP consomme de l'énergie.

6. Biosynthèse du palmitate (16C).

Consomme 49 molécules d'ATP et 14 NADPH. Il faut 4 glucoses.