

# Voie des pentoses phosphates

## Introduction

La voie des pentoses phosphates ou voie des hexoses monophosphates ou voie du phosphogluconate est une **voie alternative à la GL à partir du G6P**

Nous allons voir qu'elle est divisée en 2 différentes phases :

1. Une **phase oxydative**
2. Une **phase non-oxydative**

Cette dernière est **utilisée de manières différentes en fonction des besoins cellulaires** de plus, elle joue un rôle très important dans les cellules érythrocytaires

*#je vous avoue j'ai trouvé cette voie grv chelou en p1, jsp elle dégage une vibe bizzare mdrr comme quand vous sentez pas une personne, mais pas d'inquiétude vous n'êtes pas moi et vous allez kiffer <3*

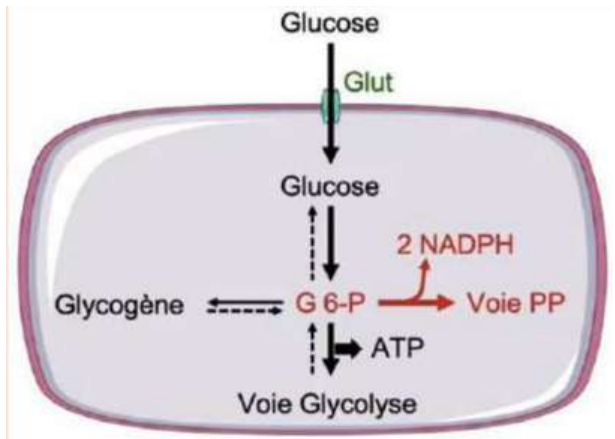
## I- G6P = Lidl carrefour métabolique

La VPP débute au niveau du G6P = carrefour métabolique.

À ce niveau-là, il peut s'engager :

- Soit dans la **Glycolyse** pour produire de l'énergie et des intermédiaires pour d'autres voies métaboliques  $G6P \rightarrow F6P$
- Soit dans la **Glycogénogénèse** pour reconstituer des stocks énergétiques de glycogène  $G6P \rightarrow G1P$
- Soit dans la **Synthèse des sucres complexes** grâce aux intermédiaires produits par la voie de la GL et de la GGG
- Soit dans la **VPP** pour produire des molécules de NADPH qui sont importantes dans la synthèse des sucres C4, C5 et C7

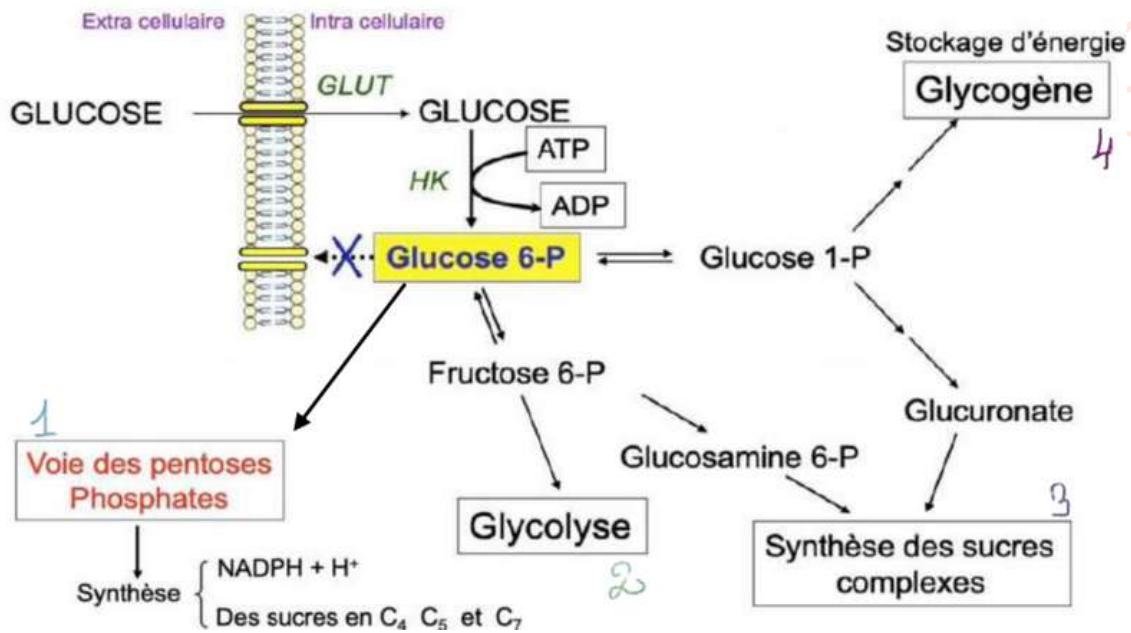
*#vous m'entendez souffler derrière l'écran ? JPP des répétions*



Augmentation de la concentration de glucose dans le sang :

- Glucose capté par les cellules
- Entrée dans les cellules par les transporteurs de la famille GLUT avec  $\neq$  isoformes
- Phosphorylation du glucose par une hexokinase en G6P et consommation d'un ATP
- Blocage du G6P à l'intérieur de la cellule (phosphorylé = incapable d'emprunter le transporteur GLUT pour sortir)
- Le G6P peut s'engager dans les différentes voies citées ci-dessous

*#madame je vous promets on a compris 🤔*



## II- Voie des pentoses phosphates

### A quoi tu sers cousine ?

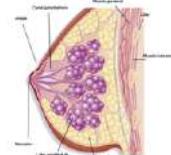
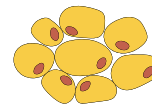
La VPP permet la production de :

- **Ribose 5-P** : indispensable à la synthèse des **nucléotides** (dans toutes les cellules)  
→ ADN, ARN, coenzymes à adénine (NAD<sup>+</sup>, NADHP, ATP, coenzyme A)
- **NADPH** : indispensable à certaines **réactions de biosynthèse**. C'est une coenzyme à fort pouvoir réducteur qui est utile dans la :
  - Synthèse des **acides gras** (foie, glande mammaire lactante)
  - Synthèse des **hormones stéroïdiennes** (cortex surrénalien, gonades)
  - **Détoxification des dérivés réactifs à l'oxygène** (toxiques) *#on va parler de ça nous*
- **Érythrose 4-P** : précurseur des **acides aminés aromatiques** (Phe, Tyr, Tryp)

### T ou ?

Elle a lieu **exclusivement dans le CYTOPLASME** dans toutes les cellules MAIS joue un rôle important surtout dans :

- le **foie** (jusqu'à 30% de l'oxydation du glucose)
- le **tissu adipeux**
- la **glande mammaire lactante** *#donc quand ya bébé qui boit*



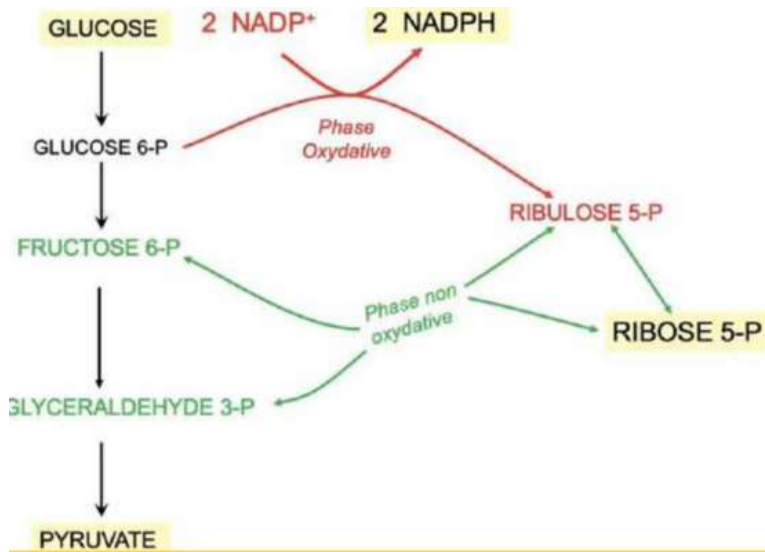
SUGAR

## T comment ?

Il s'agit d'une dérivation de la glycolyse avec :

- o Une **phase oxydative** : permet la production de **2 NADPH**
- o Une **phase non-oxydative** : séquence d'isomérisations permettant de produire du **Ribose 5-P** et **potentiellement de retourner à la glycolyse**

La VPP #7 *misérables étapes* joue un rôle en fonction des besoins de la cellule et peut s'engager dans la production de différents intermédiaires et molécules

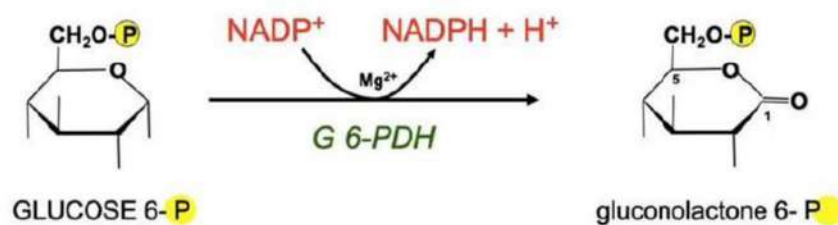


*#allez on respire un coup, le sérieux commence. Jsp si je devrais vous le dire mdr mais sachez que cette voie tombe rarement à l'examen ... mais rarement ne veut pas dire jamais. Si tu l'impasse et qu'elle tombe, viens pas me voir après l'exam "tu as dit que ça tombe pas" NON me faites pas dire ce que j'ai pas dit mdr. Si ça tombe virginie tu te débrouilles*

### III- Phase oxydative

#### Oxydation du G6-P en Gluconolactone 6-P

1



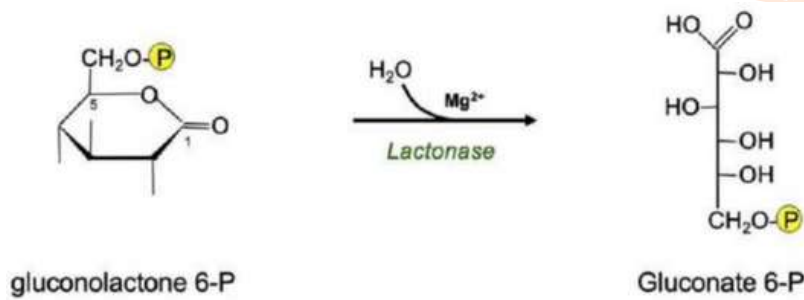
Enzyme : Glucose 6-phosphate déshydrogénase (G 6-PDH)

Réaction : irréversible

**À retenir : Production d'une molécule de NADPH à la première étape d'oxydation du G 6-P**

Hydrolyse du cycle du gluconolactone 6-P en gluconate 6-P

2



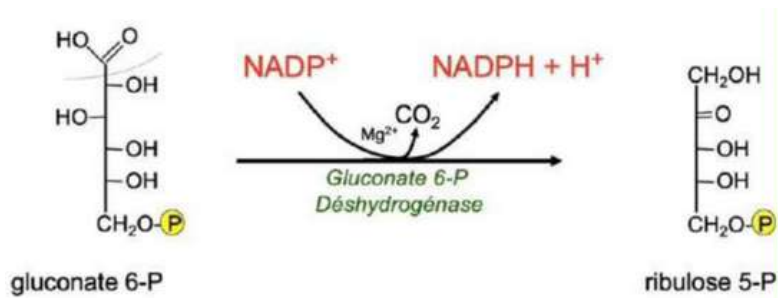
Enzyme : Lactonase

Réaction : fortement exergonique + irréversible

Hydrolyse = utilisation d'une molécule d'H<sub>2</sub>O #tu savais ça bg

Décarboxylation oxydative du gluconate 6-P en Ribulose 5-P

3



Enzyme : Gluconate 6-P déshydrogénase

Réaction : irréversible

À retenir :

Au cours de la phase oxydative, 2 molécules de NADPH sont produites à partir d'une molécule de G 6-P

**RECACAP**

**G6P → Gluconolactone 6P → Gluconate 6P → Ribulose 5P**  
**G6P Déshydrogénase → Lactonase → Gluconate déshydrogénase**

Production de 2 NADPH+ : à l'étape 1 et 3 pendant la phase **oxydative**

Les réactions de la phase oxydative sont toutes **IRREVERSIBLES**

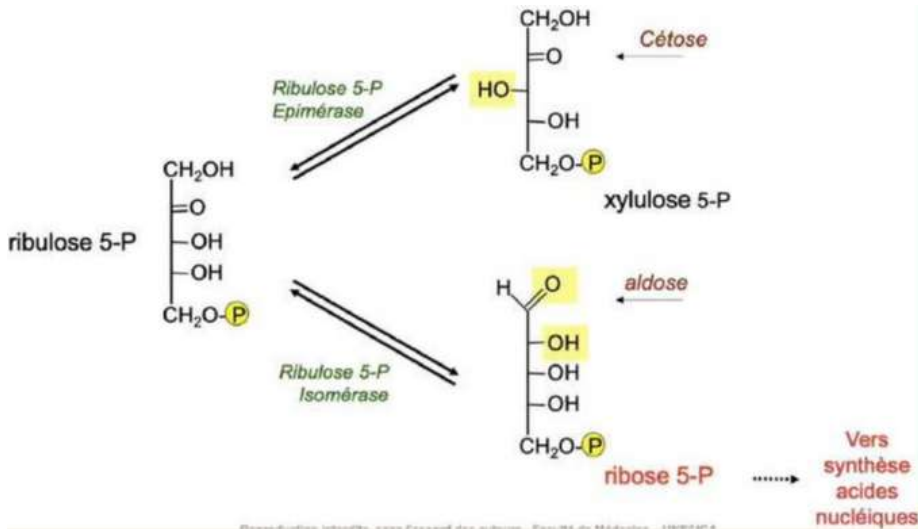
#on dit merci qui ? MERCI MINH NHAT, elle est vieille mais sa mémoire va perdurer longtemps <3

IV- Phase non oxydative

Remarque : Tandis que toutes les réactions de la phase oxydative sont irréversibles, **toutes les réactions de la phase non-oxydative sont réversibles**

Isomérisation du Ribulose 5P en Xylulose 5P + Ribose 5P

4



Le Ribulose 5-P peut s'isomériser :

- Soit par une **EPIMERASE** = ce qui donne du **Xylulose 5-P** (cétose)
- Soit par une **ISOMERASE** = Ce qui donne du **Ribose 5-P** (aldose)

Le Ribose 5P peut être utilisée pour :

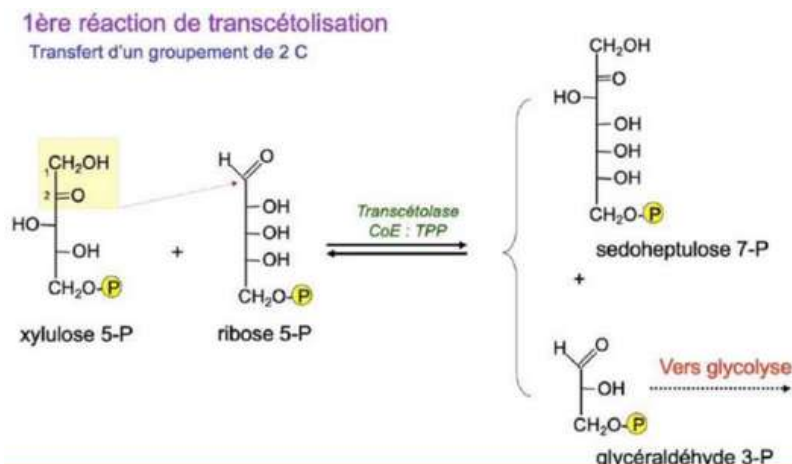
- la **synthèse des acides nucléiques** #tu sais déjà ça n'est-ce pas ?
- ou continuer la VPP

Remarque : Il faudrait donc **2 G6P pour produire 2 molécules de Ribulose 5-P** et obtenir ainsi 1 Xylulose 5P et 1 Ribose 5P pour la suite des réactions.

#genre le ribulose 5-P ça donne pas les 2 hein, ça donne qu'un

Interconversion et remaniement du Xylulose 5P + Ribose 5P en Sedoheptulose 7P + Glycéraldéhyde 3P

5



Un **groupement de 2C** est transféré depuis le Xylulose 5-P (5C) sur le Ribose 5-P (5C) et on obtient :

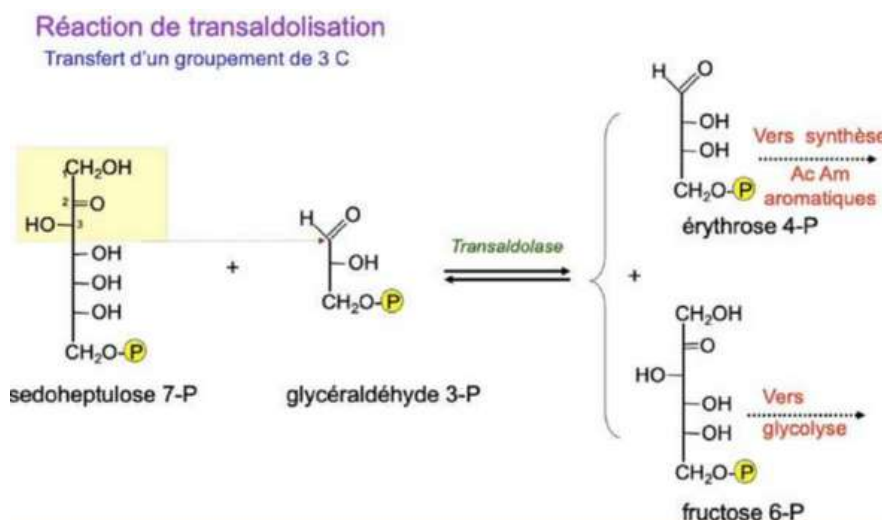
- Du Sedoheptulose 7-P (7C)
- Du Glycéraldéhyde 3-P (3C)

Le G3P peut potentiellement retourner vers la Glycolyse car c'en est un intermédiaire

L'enzyme qui catalyse cette **première réaction de transcétolisation** est une **transcétolase**, ayant pour **coenzyme le thiamine pyrophosphate (TPP)**.

**Transaldolisation du Sedoheptulose 7P + G3P en Erythrose 4P + F6P**

6

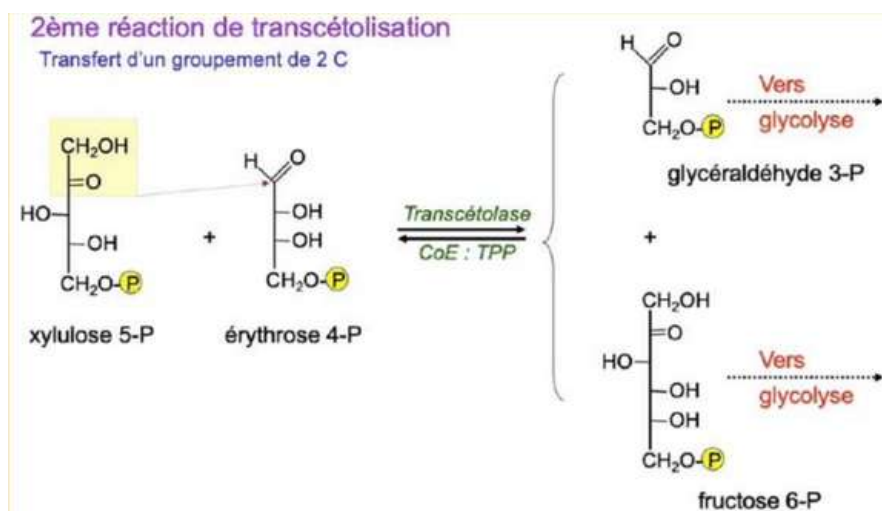


Enzyme : **transaldolase** = un **groupement de 3C** est transféré du Sedoheptulose 7-P sur le **G3P** pour donner :

- De l'érythrose 4-P (4C) = cette molécule peut être utilisée pour la synthèse des acides aminés aromatiques
- Du fructose 6-P (6C) = Intermédiaire de la glycolyse donc retour possible

**Transcétolisation du Xylulose 5P + Erythrose 4P en G3P + F6P**

7



Un **groupement de 2C** est transféré depuis le **Xylulose 5-P (5C)** sur l'**érythrose 4-P (4C)** sous l'action de la **transcétolase** donnant :

- Du G3P
- Du F6P

Tous 2 **intermédiaires de la glycolyse** donc retour possible à la GL

Remarque : Il faudrait un 3ème G6P pour produire une 3ème molécule de ribulose 5-P qui s'isomérisent en xylulose 5-P pour que cette deuxième transcétolisation puisse avoir lieu.

*#en gros il faut 3 G6P pour faire la VPP en entier*

## BILAN

- ✚ **3 Ribulose 5-P → 2 F6P + 1 G3P** *possible par interconversion*
- ✚ Si on double la voie pour l'équilibrer (*càd VPP et NGG actives*) :  
**6 Ribulose 5P → 4 F6P + 2 G3P** *tu fais x2 youhouuu (parce qu'il faut 2 G3P pour faire 1 G6P)*
- ✚ Ces molécules deux par deux (2 couples de fructose 6-P et un couple de G 3-P) forment du **pyruvate** dans la glycolyse
- ✚ Les réactions de la phase **oxydative** sont **irréversibles** tandis que les réactions de la phase **non-oxydative** sont **réversibles** donc on peut faire le chemin inverse pour produire du **Ribose 5-P** à partir des intermédiaires de la glycolyse.
- ✚ Dans les cellules hépatiques notamment, on peut utiliser le F6P ou le G3P pour remonter les étapes de la glycolyse avec les enzymes de la néoglucogenèse pour régénérer des molécules de G 6-P (intérêt pour la cellule)
- ✚ L'utilisation de la VPP aura un bilan différent en fonction des besoins de la cellule

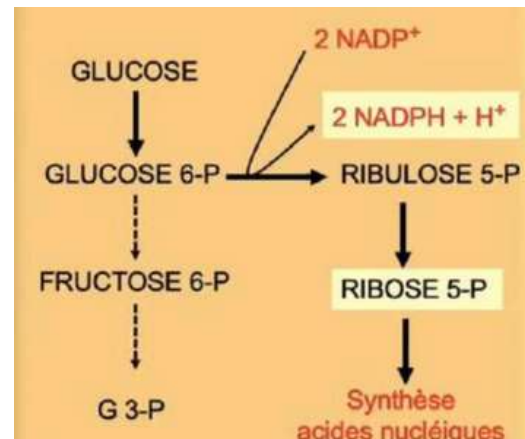
*#bilan by minh nhat la best*

### V- Bilans en fonction des besoins de la cellule +++

#### Besoin de NADPH et de Ribose 5P

La cellule n'a aucun intérêt à faire la Glycolyse à partir du G6P, il s'engagera donc dans la **VPP** car son objectif est de produire :

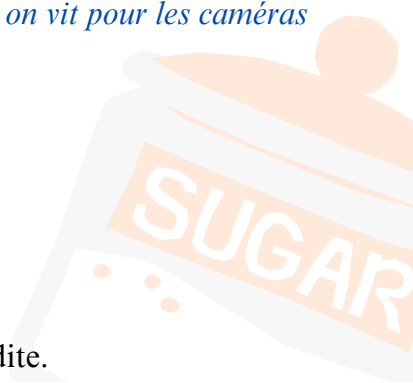
- Du **NADPH** par la phase oxydative *#étape 1 + 3*
- Du **Ribose 5-P** par isomérisation du ribulose 5-P



#### P2 dentaire by Ramifié :



*#jsuis dsl mais c LA filière la plus aesthetic, on vit pour les caméras*



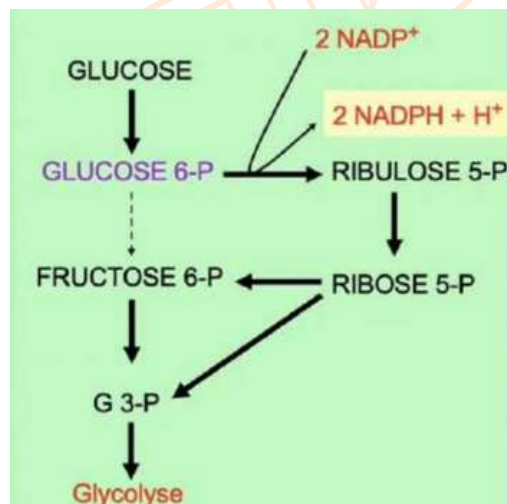
## Besoin majoritaire de NADPH et d'Acétyl CoA

#ici le G6P fait la VPP et la GL

- **VPP** : Production du NADPH par la phase oxydative
- **GL** : Le ribulose 5-P s'isomérisé en ribose 5-P, interconvertit en F6P et G3P qui descendent la glycolyse (= poursuivent la GL) pour produire du pyruvate transformé en Acétyl-CoA via le CK.

Le NADPH et l'Acétyl-CoA sont nécessaires pour la synthèse d'acide gras :

- Le NADPH est utilisé comme coenzyme
- L'Acétyl-CoA est la molécule de départ



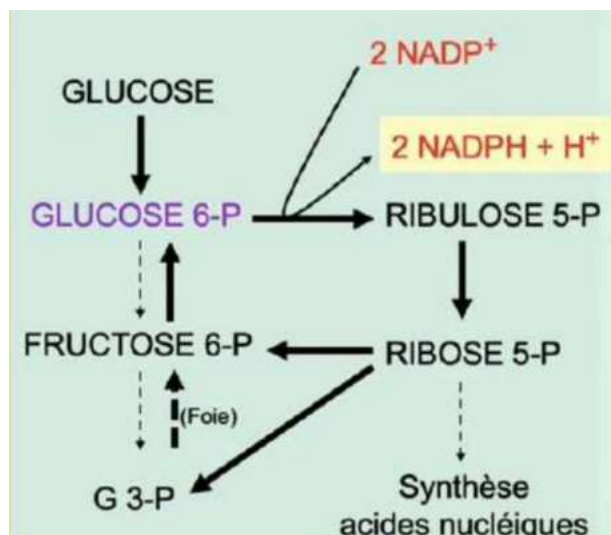
## Besoin majoritaire de NADPH

Ce cas correspond particulièrement à la **cellule hépatique** :

- G6P s'engage dans la phase oxydative → Production de NADPH
- Le Ribulose 5-P s'isomérisé en Ribose 5-P qui n'est pas utilisé pour la synthèse des acides nucléiques : Le ribose 5-P continue la VPP et se convertit en F6P + G3P qui régénèrent du G6P (en remontant la glycolyse)
- Le G6P pourra à nouveau être oxydé produisant encore + du NADPH

#bref gros cercle vicieux comme avec ton ex

=> Le NADPH est une molécule importante pour les voies de biosynthèse +++



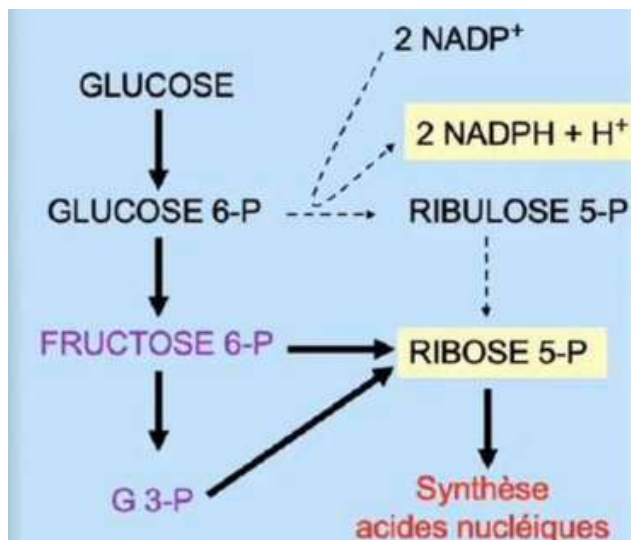
## Besoin majoritaire de Ribose 5P

Dans une cellule qui a besoin de **proliférer** #cancer sur nous purée, l'augmentation du pool d'acides nucléiques est nécessaire :

Le G6P évite la phase oxydative de la VPP car pas besoin de NADPH mais rentre plutôt dans la Glycolyse pour donner du F6P et du G3P.

Le Ribose 5-P est généré à partir de F6P et de G3P par interconversion lors de la phase non-oxydative de la VPP

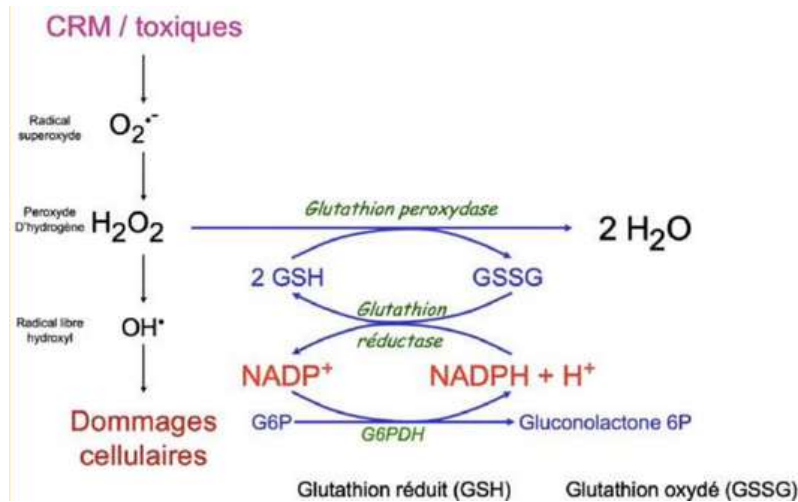
#logique non ? cancer = prolifération = bcp de cellule = besoin de bcp d'ADN





Donc on a besoin d'un pool de NADPH dans la cellule érythrocytaire pour cette détoxification, donc une VPP active.

Quelle que soit l'origine des dérivés réactifs de l'oxygène : environnement ou métabolisme, **les érythrocytes sont confrontés à la détoxification de ces molécules : si le système de la VPP est défaillant et ne génère pas de NADPH, alors cela engendre un dommage cellulaire +++**



### C) Détoxification des dérivés réactifs à l'oxygènes

Cette étape est nécessaire car les érythrocytes sont directement exposés à l'oxygène, et par conséquent aux radicaux libres générés par l'oxygène : il leur faut un **mécanisme de défense** pour neutraliser les oxydants et empêcher l'oxydation des molécules (protéines, lipides).

Les globules rouges étant sans mitochondrie, le seul moyen pour eux d'empêcher la formation/ éliminer les radicaux libres/ de se détoxifier est d'utiliser la **glutathion peroxydase** (cytoplasmique), tandis que dans les autres cellules possédant des mitochondries, d'autres systèmes de détoxification existent (catalase). *#pas d'inquiétude ça va pas être vu en bioch, je sais cachez votre tristesse mdr*

Pour **maintenir un pool de glutathion réduit (GSH) = indice d'une détoxification fonctionnelle, il faut un ratio élevé de NADPH / NADP+ = beaucoup de NADPH**

Bref pour une détox fonctionnelle il faut du **NADPH/ une VPP fonctionnelle et du glutathion réduit**

Si l'érythrocyte est **incapable de réduire le glutathion oxydé (GSSG) #pathoo**

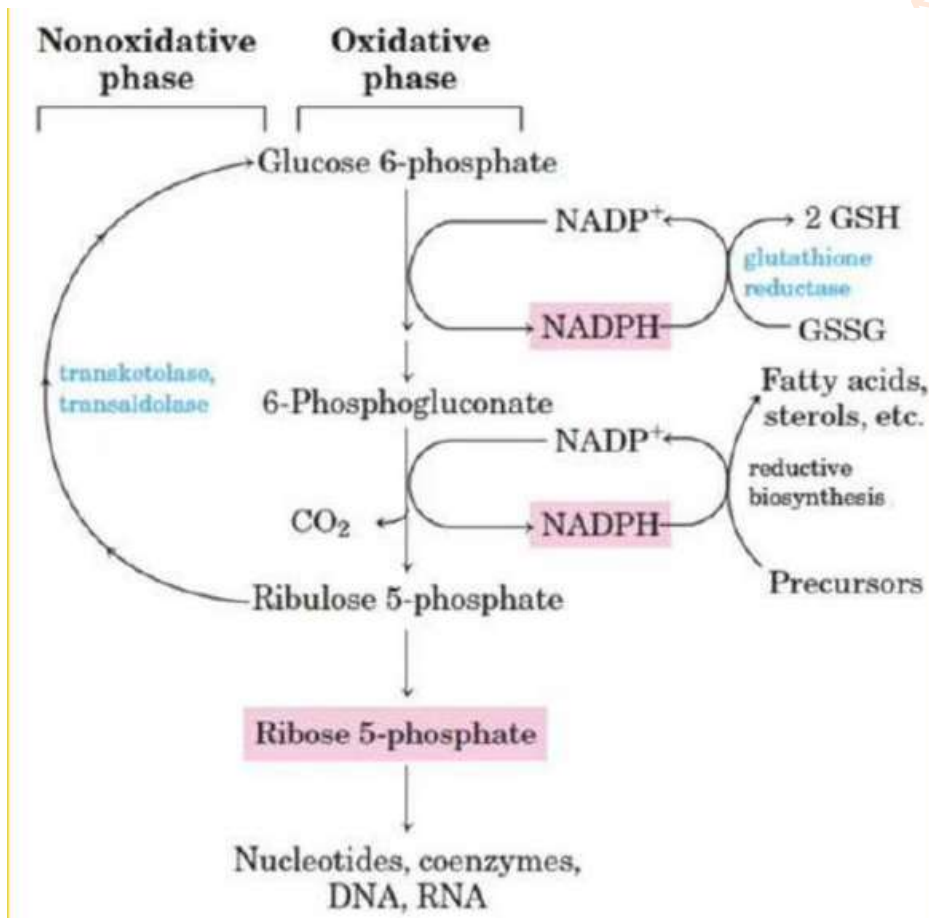
→ C'est à cause d'un **déficit en Glucose 6-PDH** (= pas de phase oxydative de la VPP = pas de NADPH)

→ **Accumulation de peroxydes**

→ **Augmentation du taux d'oxydation de l'hémoglobine générant de la méthémoglobine**

→ **Grande fragilité de la membrane cellulaire**

→ **Lyse / anémies hémolytiques graves #destruction des GR quoi pas top**



#et voilaaaaa c'était la **DERNIÈRE VOIE DU MÉTABOLISME GLUCIDIQUE**, j'suis émue la et vous aussi vu que le MB glucidique est votre pref :))))

#mais c pas ma dernière fiche orhh je reviens vite avec un dernier cours sur la coopération tissulaire. Alors oui je sais y a le cours sur la régulation glycémique mais j'ai décidé de pas le ficher car c un cours de répétition sur toutes les voies métaboliques et leurs régulations ... y a qql truc nouveau au début (hormone surtout) mais c vrmt 90% de la répèt donc flemme vous m'excuserez :( MAISSS minh nhat avait fiché ce cours et franchement sa fiche est inccr donc allez le voir dans le centre de téléchargement de l'année dernière

### Place au dédi des partisans de la bioch :

- > Dédi à **LAURIANE (las1)**, qui a classé la bioch dans son top 3 des matières pref <3
- > Dédi à **LOLA (las1)** qui kiffe aussi la bioch après "15 lectures" jppp faut de la patience pour aimer cette matière
- > Dédi à Maewen, qui met la bioch en 7/13 dans son classement mais qui est pardonnée car elle aime le MB glucidique
- > Dédi aux **LAS2 de discord QUI AIMES LA BIOCH : Valentin, Maeva, Azetyl-CoA, Malo, kaaz, Mina**. Les las2 tenez bonnnn cette fois c la bonne <333 vous verrez la réussite après 2 ans est tellement belle
- > Spécial dédi à malo, l'éco tu vas gérer c easyyyy
- > Dédi au **MB glucidique**, c celui que j'ai le plus aimé en p1 et celui que j'ai essayé de vous faire aimer, j'espère que mes fiches vous ont aidé et bientôt y aura un DM sur tout ce métabolisme miammm

C ciaooo, c'est bientôt fini on donne tout pour rien regretter !!! jym

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite.