

ENERGETIQUE DES REACTIONS BIOCHIMIQUES

1 – GENERALITES

- 1.1 - Introduction
- 1.2 - Les êtres vivants dans leur environnement
- 1.3 - Bioénergétique et les limites de la thermodynamique classique

2 – ENERGIE (ENTHALPIE) LIBRE DES REACTIONS BIOCHIMIQUES

- 2.1 - Notions d'énergie totale (h) et d'énergie libre (g)
- 2.2 - Calcul de la variation d'enthalpie libre
 - 2.2.1- Calcul de ΔG
 - 2.2.2 - Conditions standard et calcul de ΔG°
 - 2.2.3 - Conditions biochimiques : Calcul de $\Delta G'$ et de $\Delta G'^{\circ}$
- 2.3 - Nature additive de la variation de Δg
- 2.4 - Enthalpie libre standard d'hydrolyse des liaisons phosphates riches en énergie
 - 2.4.1 - Les phosphodérivés riches en énergie
 - 2.4.2 : ATP : Phosphodérivé essentiel à l'intérieur de la cellule
- 2.5 - Principe du couplage énergétique et de l'intermédiaire commun : réactions couplées

3 - POTENTIEL D'OXYDOREDUCTION

- 3.1 - Notion de potentiel d'oxydoreduction
- 3.2 - Réaction d'oxydoréduction
- 3.3 - Mesure du potentiel redox
- 3.4 - Conditions standard : calcul de E°
- 3.5 - Conditions biologiques : calcul de E' et de E'°
- 3.6 - Variation d'énergie libre dans les réactions d'oxydoréduction
- 3.7 - Potentiels standard d'oxydoréduction de quelques couples
- 3.8 - $\text{NADH}, \text{H}^+/\text{NAD}^+$ et FADH_2/FAD : deux couples redox, accepteurs d'électrons impliqués dans la production de l'ATP.
 - 3.8.1 – Structure et mécanisme de la prise en charge des électrons et des protons
 - 3.8.2 - $\Delta G'^{\circ}$ du transfert des électrons jusqu'à l'oxygène

NOMENCLATURE DES ENZYMES ET TYPES DE REACTIONS

I - INTRODUCTION – PROPRIETES DES ENZYMES

2 - NOMENCLATURE ET CLASSIFICATION

3 - LES DIFFERENTS TYPES D'ENZYMES

3.1 - LES ENZYMES D'OXYDOREDUCTION ET DE FIXATION D'OXYGENE

- 3.1.1 - Déshydrogénases des fonctions alcool, carbonyles ou carboxyliques
- 3.1.2 - Déshydrogénases faisant apparaître des doubles liaisons
- 3.1.3 - Déshydrogénases des fonctions azotées
- 3.1.4 - Enzymes participant au transfert d'électrons dans la mitochondrie
- 3.1.5 - Oxygénases

3.2 - LES TRANSFERASES

- 3.2.1 - Enzymes transférant un groupe méthyle
- 3.2.2 - Enzymes transférant des radicaux a plusieurs carbones
- 3.2.3 - Enzymes transférant des molécules glucidiques
- 3.2.4 - Aminotransférases
- 3.2.5 - Phosphotransférases

3.3 - LES HYDROLASES

- 3.3.1 - Hydrolases des glucides
- 3.3.2 - Hydrolases des esters phosphoriques d'oses
- 3.3.3 - Hydrolases des lipides
- 3.3.4 - Hydrolases des peptides et des protéines
- 3.3.5 - Hydrolases agissant sur les nucléosides, nucléotides et acides nucléiques
- 3.3.6 - Hydrolases des esters ou anhydrides phosphoriques

3.4 - LES LYASES

- 3.4.1 - Décarboxylases
- 3.4.2 - Aldéhydes-lyases
- 3.4.3 - Acyl-lyases
- 3.4.4 - Hydratases et déshydratases

3.5 - LES ISOMERASES

- 3.5.1 - Epimérases
- 3.5.2 – Isomérases : enzymes d'oxydoréduction intramoléculaire
- 3.5.3 – Mutases : enzymes de transport de radicaux

3.6 - LIGASES (SYNTHETASES)

- 3.6.1 - Ligases des liaisons C-O
- 3.6.2 - Ligases des liaisons C-C
- 3.6.3 - Ligases des liaisons C-S
- 3.6.4 - Ligases des liaisons C-N

COENZYMES ET VITAMINES

1 - INTRODUCTION ET PROPRIETES

2 - LES COENZYMES D'OXYDOREDUCTION

2.1 - COENZYMES NICOTINIQUES OU PYRIDINIQUES

2.1.1 - Propriétés et structure

2.1.2 - Mécanisme de la prise en charge des électrons et des protons

2.1.3 - Equilibre des déshydrogénases à pyridine nucléotides.

2.1.4 - Mécanisme de formation du complexe enzymatique et de la catalyse

2.2 - LES COENZYMES FLAVINIQUES

2.2.1 - Propriétés et structure

2.2.2 - Mécanisme d'action

2.2.3 - Principales flavoprotéines membranaires

2.3 - LES COENZYMES QUINONIQUES : UBIQUINONE ET PLASTOQUINONE

2.4 - LES METALLOPORPHYRINES : CYTOCHROMES ET PEROXYDASES

2.4.1 – Les cytochromes

2.4.2 – Les peroxydases

2.4.3 – Les oxygénases

2.5 – PROTEINES FER-SOUFRE

3 - LES COENZYMES DE TRANSPORT DES RADICAUX MONOCARBONES

3.1 - COENZYME DE TRANSPORT DE CO₂ : LA BIOTINE

3.2 - COENZYMES DE TRANSPORT DE RADICAUX AUTRES QUE CO₂

3.2.1 - S-ADENOSYL METHIONINE

3.2.2 - ACIDES FOLIQUES (Les folates)

4 - COENZYMES DE TRANSPORT DE RADICAUX A DEUX OU PLUSIEURS CARBONES

4.1 - THIAMINE PYROPHOSPHATE

4.3 - LE COENZYME A ou HSCoA

4.3.1 - Activation de l'acétate

4.3.2 - Réaction de carboxylation

PHOSPHORYLATIONS CELLULAIRES

1 - INTRODUCTION - DEFINITION

2 - FORMATION DE L'ATP PAR TRANSFERT D'ENERGIE ET DE GROUPEMENT PHOSPHATE D'UN PHOSPHODERIVE RICHE EN ENERGIE

3 - PHOSPHORYLATION OXYDATIVE

3.1- INTRODUCTION -LOCALISATION

3.2 - ΔG° DE L'OXYDATION DE NADH , H^+ ET DE FADH_2

3.3 - LES GROUPES TRANSPORTEURS D'ES ELECTRONS

3.3.1 - Complexe I - NADH , H^+ - CoQ Réductase (FP_1)

3.3.2 - Complexe II - Succinate - CoQH_2 réductase (FP_2).

3.3.3 - Complexe III - CoQH_2 - Cytochrome réductase

3.3.4 - Complexe IV - Cytochrome c oxydase

3.3.5 - Organisation du transport des électrons dans la chaîne respiratoire

3.4 - CREATION DE GRADIENT DE DENSITE DE PROTONS

3.4.1 - Gradient de densité de protons

3.4.2 - Calcul de l'énergie libérée pour la production de l'ATP

3.5 - MECANISME DE FORMATION DE L'ATP - Théorie de Mitchell

3.6 – INHIBITEURS DU COMPLEXE ATP SYNTHETASE

3.6.1 – Oligomycine

3.6.2 – Les découplants

3.7 – TRANSPORT DE MOLECULES A TRAVERS LA MEMBRANE MITOCHONDRIALE INTERNE

3.7.1 – Système ADP/ATP translocase

3.7.2 – Réoxydation des NAD , H^+ cytosoliques / les navettes

3.8 – DEFICIENCES HERITEES LIEES A LA PHOSPHORYLATION OXYDATIVE (PCEM1)

4 - PHOTOPHOSPHORYLATION

4.1 - DEFINITION -LOCALISATION

4.2 - LES GROUPES TRANSPORTEURS D'ELECTRONS

4.2.1 - Photosystème II ou PSII.

4.2.2 - Le Photosystème I (PSI)

4.2.3 - Groupe 3 : Complexe intermédiaire ou Complexe bf

4.2.4 -Organisation du transport des électrons

4.3 - CREATION DE GRADIENT DE PROTONS

4.4 - MECANISME DE LA SYNTHÈSE DE L'ATP : THEORIE DE MITCHELL

LA GLYCOLYSE : VOIE D'EMBDEN-MEYEROFF-PARNAS

1 – INTRODUCTION

2 – ENTREE DU GLUCOSE DANS LA CELLULE

3 - LES ETAPES DE LA GLYCOLYSE

A - ETAPES ENZYMATIQUES DE LA PREMIERE PHASE

- 3.1 - Phosphorylation du glucose par l'ATP
- 3.2 - Transformation de G-6-P en fructose 6-phosphate
- 3.3 - Phosphorylation du F-6-P en fructose 1,6-bisphosphate
- 3.4 - Coupure du F-1,6-bisPhosphate
- 3.5 - Interconversion des trioses-phosphates

B - ETAPES ENZYMATIQUES DE LA DEUXIEME PHASE

- 3.6 - Oxydation du 3-phosphoglyceraldéhyde en 3-phosphoglycéroyl-phosphate
- 3.7 - Transfert du phosphate sur ADP - Synthèse de l'ATP
- 3.8 - Isomérisation de 3-phosphoglycérate en 2-phosphoglycérate
- 3.9 - Déshydratation du 2-phosphoglycérate en phosphoénolpyruvate
- 3.10 - Transfert du phosphate du phosphoénolpyruvate sur ADP.

C - BILAN ENERGETIQUE DE LA GLYCOLYSE

4 – REGENERATION DU NAD⁺ CYTOSOLIQUE

5 - DEVENIR DU PYRUVATE

- 5.1 - Oxydation du pyruvate en CO₂
- 5.2 - Réduction du pyruvate en lactate.
- 5.3 - Transformation du pyruvate en éthanol
- 5.4 – Carboxylation

6 - LA GLYCOLYSE EST SOURCE DE PRECURSEURS BIOSYNTHETIQUES

7 – ENTREE DES AUTRES GLUCIDES DANS LA SEQUENCE GLYCOLYTIQUE

- 7.1 - Glycogène et amidon
- 7.2 - Les disaccharides
- 7.3 - Les monosaccharides

8 - REGULATION DE LA GLYCOLYSE

- 8.1 - Rétro-inhibition au niveau des enzymes allostériques
- 8.2 – Régulation hormonale

9 - COOPERATION METABOLIQUE ENTRE LE MUSCLE STRIE ET LE FOIE (Cycle des Cori)

10 – PATHOLOGIES LIEES A LA GLYCOLYSE : ASPECTS CLINIQUES (PCEM1)

- 10.1 – Déficiences enzymatiques héréditaires
- 10.2 – Acidose Lactique
 - Glycolyse anaérobie : source de production d'ATP de survie.
 - Lactate sanguin

METABOLISME DU GLYCOGENE

1 – INTRODUCTION GENERALE

2 – DEGRADATION DU GLYCOGENE

2.1 - ETAPES ENZYMATIQUES

2.1.1 – Phosphorolyse du glycogène

2.1.2 - Phosphorolyse du glycogène

2.1.3 -Conversion du glucose-1-phosphate en glucose-6-phosphate

2.2 – DEGRADATION LYSOSOMALE DU GLYCOGENE

2.3 - REGULATION DE LA DEGRADATION DU GLYCOGENE

3 - SYNTHSE DU GLYCOGENE OU GLYCOGENOGENESE

3.1 - SEQUENCE DES REACTIONS

3.1.1 - Isomérisation du glucose 6- P en glucose 1- P

3.1.2 - Transfert du résidu glucosyle sur UTP (formation de l'UDP glucose).

3.1.3 –Synthèse d'un primer pour initier la synthèse du glycogène

3.1.4 –Elongation de la chaîne par la glycogène synthase

3.1.5 –Formation des chaînes latérales

3.2 - REGULATION DE LA GLYCOGENOGENESE

4 – REGULATION RECIPROQUE DE LA DEGRADATION ET DE LA SYNTHSE DU GLYCOGENE

5 - PATHOLOGIES LIEES AU METABOLISME DU GLYCOGENE.

5.1 – DEFICIENCE EN GLYCOGENE PHOSPHORYLASE DANS LES MUSCLES SQUELETTIQUES

5.2 – DEFICIENCE EN GLUCOSE 6-PHOSPHATASE DU FOIE

5.3 – DEFICIENCE EN GLUCOSIDASE LYSOSOMALE

LE CYCLE TRICARBOXYLIQUE (CYCLE DE KREBS OU CYCLE DU CITRATE)

1 - INTRODUCTION

2 - ENTREE DU PYRUVATE DANS LE CYCLE DE L'ACIDE CITRIQUE

3 - DIFFERENTES ETAPES ENZYMATIQUES DU CYCLE

A - ETAPES ENZYMATIQUES DE L'OXYDATION DE L'ACÉTYL-CoA

- 3.1 - Formation du citrate
- 3.2 - Isomérisation du citrate en isocitrate
- 3.3 - Déshydrogénation décarboxylante de l'isocitrate
- 3.4 - Déshydrogénation de α -cétoglutarate

B - REGENERATION DE L'OXALOACETATE à partir du succinique

- 3.5 - Formation d'une liaison riche à partir du succinyl-CoA
- 3.6 - Déshydrogénation de succinate EN FUMARATE
- 3.7 - Hydratation du fumarate et formation du malate
- 3.8 - Déshydrogénation du malate EN oxaloacétate
- 3.9 - Bilan énergétique de l'oxydation de L'Acétyl-CoA

4 – BILAN ENERGETIQUE DE L'OXYDATION COMPLETE DU GLUCOSE

5 - CYCLE DE L'ACIDE CITRIQUE : AUTRES FONCTIONS

6 - REACTIONS ANAPLEROTIQUES DU CYCLE

- 6.1 - Pyruvate carboxylase
- 6.2 - PEP Carboxylase et PEP Carboxykinase

7 - REGULATION DU CYCLE DE KREBS

- 7.1 - Disponibilité en substrats
- 7.2 - Inhibition par les produits accumulés
- 7.3 - Régulation au niveau de la pyruvate déshydrogénase
 - 7.3.1 – Rétro-inhibition
 - 7.3.2 - Régulation par phosphorylation-déphosphorylation

8 - CYCLE DU GLYOXYLATE OU SHUNT GLYOXYLIQUE :

- 8.1 - Remarques générales
- 8.2 - Réaction spécifique du cycle du glyoxylate
 - 8.2.1 - Clivage de l'isocitrate en glyoxylate et en succinate
 - 8.2.2 - Bilan du cycle
- 8.3 - Rôle du cycle du glyoxylate

9 – PATHOLOGIES LIEES AUX DEFICIENCES EN PDH

10 – CYCLE DU CITRATE ET CYCLE DU GLYOXYLATE : ce qu'il faut retenir.

***LA NEOGLUCOGENESE
BIOSYNTHESE DU GLUCOSE A PARTIR DU PYRUVATE***

1 - INTRODUCTION

2 - ETAPES ENZYMATIQUES

2.1 - TRANSFORMATION DU PYRUVATE EN PHOSPHOENOLPYRUVATE

2.1.1 - Phase mitochondriale

2.1.2 - Phase cytosolique

2.2 - TRANSFORMATION DU PHOSPHOENOLPYRUVATE EN FRUCTOSE 1-6
BISPHOSPHATE

2.3 - TRANSFORMATION DU FRUCTOSE 1-6 BISPHOSPHATE EN GLUCOSE

2.3.1 - Déphosphorylation du fructose-1,6-bisphosphate en fructose-6-phosphate

2.3.2 - Isomérisation du fructose 6-phosphate en glucose 6-phosphate

2.3.3 - Déphosphorylation du glucose 6-phosphate en glucose

2.4 - BILAN

3 - REGULATION RECIPROQUE DE LA GLYCOLYSE ET DE LA GLUCONEOGENESE

3.1 – REGULATION ALLOSTERIQUE

3.2 – REGULATION HORMONALE

VOIE DES PENTOSE PHOSPHATES)
(PRODUCTION DU POUVOIR REDUCTEUR ET DU RIBOSE)

1 – INTRODUCTION

2 - PRODUCTION DE NADPH,H⁺ : POUVOIR REDUCTEUR

PHASE 1 : LES REACTIONS D'OXYDOREDUCTION

- 2.1 - Déshydrogénation du glucose 6-phosphate
- 2.2 – Déshydrogénation décarboxylante du gluconate-6-phosphate

PHASE .2 : ISOMERISATION DES PENTOSE

- 2.3 - Epimérisation du ribulose 5-@ en xylulose 5-@
- 2.4 - Isomérisation du 3e ribulose 5-@ en ribose 5-@

PHASE 3 : INTERCONVERSION DES OSES

- 2.5 - Formation du sédoheptulose 7-@ par transcétolation
- 2.6 - Formation du fructose 6-@ par transaldolisation
- 2.7 - Formation d'un 2^e fructose 6-@ par transcétolation
- 2.8 – Isomérisation des fructose 6-@ en glucose 6-@
- 2.9 – Bilan de la voie

3 – CONVERSION DU GLUCOSE EN RIBOSE

- 3.1 - Transcétolation entre un fructose 6-@ et un glycéraldéhyde 3-@
- 3.2 - Formation du sédoheptulose 7-@ par transaldolisation.
- 3.3 - Deuxième transcétolation
- 3.4 - Epimérisation du xylulose 5-@ en ribulose-@
- 3.5 - Isomérisation des 2 ribulose 5-@ en 2 ribose 5-@
- 3.6 - Bilan

4 – CONVERSION DU GLUCOSE EN RIBOSE AVEC FORMATION DE NADPH,H⁺

- 4.1- Déshydrogénation du glucose 6-@
- 4.2 - Déshydrogenation décarboxylante du gluconate 6-@
- 4.3 - Isomérisation du ribulose -@ en ribose -@
- 4.4 - Bilan

5 - LE NADPH,H⁺ : POTENTIEL REDUCTEUR DE LA CELLULE

- 5.1 – NADPH,H⁺ : donneur des électrons dans les réductions biosynthétiques.
- 5.2 – Réduction du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) et des peroxydes
- 5.3 – Système cytochrome P-450 mono-oxygénase des microsomes du foie
- 5.4 – La phagocytose

6 - ENZYMOPATHIES : DEFICIENCES EN GLUCOSE 6-@ DH (G6PDH)

- 6.1 - Rôle de G6PDH dans les globules rouges
- 6.2 – Déficiences en G6PDH muettes

METABOLISME DU FRUCTOSE ET DU GALACTOSE

- 1 - INTRODUCTION
- 2 - DIGESTION DES GLUCIDES
 - 2.1 - DANS LA BOUCHE
 - 2.2 - DANS L'INTESTIN GRELE
 - 2.3 – ABSORPTION
 - 2.4 – DEGRADATION ANORMALE DES DISACCHARIDES
- 3 – METABOLISME DU FRUCTOSE
 - 3.1 – SOURCE ALIMENTAIRE DU FRUCTOSE
 - 3.2 - PHOSPHORYLATION DE FRUCTOSE
 - 3.3 - LE CLIVAGE DE FRUCTOSE 1-PHOSPHATE
 - 3.4 - LA CONVERSION DE GLUCOSE EN FRUCTOSE VIA LE SORBITOL
 - 3.4.1- La synthèse de sorbitol
 - 3.4.2 - L'effet de l'hyperglycémie sur le métabolisme du sorbitol
 - 3.5 - LES DESORDRES DU METABOLISME DU FRUCTOSE
 - 3.5.1 – REGIME RICHE EN FRUCTOSE
 - 3.5.2 - LES MALADIES GENETIQUES
- 4 – METABOLISME DU GALACTOSE
 - 4.1 - INTRODUCTION
 - 4.2 - PHOSPHORYLATION DU GALACTOSE
 - 4.3 - LA FORMATION D'UDP-GALACTOSE
 - 4.4 - UDP-GALACTOSE : SOURCE DE CARBONE POUR LA GLYCOLYSE
 - 4.4.1 - Le rôle d'UDP-galactose dans les réactions biosynthétiques
 - 4.4.2 - Les désordres du métabolisme de galactose

DEGRADATION DES LIPIDES

1 - DIGESTION DES LIPIDES ET MOBILISATION DES LIPIDES DE RESERVE

1.1 - DIGESTION DES LIPIDES

1.1.1 - Les enzymes :

1.1.2 - Absorption

1.1.3 - Les lipoprotéines

1.2 - MOBILISATION DES TRIGLYCERIDES DE RESERVE

2 - β -OXYDATION DES ACIDES GRAS

2.1 - INTRODUCTION

2.2 - HYDROLYSE DES TRIGLYCERIDES

2.3 - ACTIVATION ET ENTREE DES ACIDES GRAS DANS LA MITOCHONDRIE

2.3.1 - Activation des acides gras par le coenzyme A cytosolique

2.3.2 - Transfert sur la carnitine

2.3.3 - Transfert par la translocase

2.3.4 - Transfert du radical acyle sur le HSCoA matriciel

2.4 - ETAPES DE LA β -OXYDATION DES ACIDES GRAS

2.4.1 - Première déshydrogénation de l'acyl-CoA

2.4.2 - Hydratation de la double liaison

2.4.3 - Deuxième déshydrogénation

2.4.4 - Coupure de l'acide gras

2.4.5 - BILAN

3 - DEVENIR DU GLYCEROL, DU PROPIONYL-CoA ET DES ACETYL-CoA

3.1 - DEVENIR DU GLYCEROL

3.2 - DEVENIR DU PROPIONYLCOA

3.2.1 - Carboxylation

3.2.2 - Isomérisation du 2-méthyl malonyl-CoA en succinyl-CoA

3.3 - DEVENIR DES ACETYL-COA

3.3.1- Oxydation dans le cycle de krebs

3.3.2 - Précurseurs de biosynthèse

4 - CETOGENESE

4.1 – Formation de l'acétoacétyl-CoA

4.2 – Formation du 3-Hydroxy 3-méthyl glutaryl-CoA

4.3 – Génération des corps cétoniques

5 - β -OXYDATION DES ACIDES GRAS INSATURES

6 - REGULATION

BIOSYNTHESE DES LIPIDES (LIPOGENESE)

1 - INTRODUCTION

2 - TRANSFERT DU RADICAL ACÉTYLE DE LA MITOCHONDRIE DANS LE CYTOSOL

3 - BIOSYNTHESE DE L'ACIDE PALMITIQUE

3.1 – MOLECULES IMPLIQUEES DANS LA SYNTHÈSE DU PALMITATE

3.1.1 – HSACP (Acyl Carrier Protein)

3.1.2 - Formation du malonyl-CoA

3.1.3 – Transfert des groupements acétyle et malonyle sur HSACP

3.2 - ETAPES ENZYMATIQUES DE LA SYNTHÈSE DU PALMITATE

3.2.1 - Condensation de l'acétyl-ACP et du malonyl-ACP

3.2.2 - Réduction de l'acétoacétyl-ACP en β -hydroxybutyryl-ACP

3.2.3 - Déshydratation du β -hydroxyacyl-ACP

3.2.4 - Réduction de la double liaison par NADPH, H⁺

3.2.5 - Bilan

4 - BIOSYNTHESE DES TRIGLYCERIDES

4.1 - ORIGINE DU GLYCEROL

4.2 – SYNTHÈSE DES TRIGLYCERIDES

4.2.1 - Formation de l'acide phosphatidique

4.2.2 - Formation du diacylglycérol ou diglyceride

4.2.3 - Formation du triacylglycérol ou triglycéride

5 - SYNTHÈSE DES PHOSPHOLIPIDES

5.1 - PHOSPHORYLATION DE LA CHOLINE

5.2 - TRANSFERT DE LA CHOLINE SUR LE CTP

5.3 - SYNTHÈSE DE LA PHOSPHATIDYL CHOLINE

6 – REGULATION DE LA SYNTHÈSE DES ACIDES GRAS ET DES TRIGLYCERIDES

7 – REGULATION DU METABOLISME DES LIPIDES

7.1 – REGULATION ALLOSTERIQUE

7.2 – REGULATION HORMONALE

NB : Les illustrations et figures sont contenues dans le document de travail

CYCLE DE CALVIN ET PHOTORESPIRATION

1 – INTRODUCTION

2 - LES VOIES DE CARBOXYLATIONS PHOTOSYNTHETIQUES

- 2.1 - Carboxylation chez les espèces de type C₃
- 2.2 - Carboxylation chez les espèces de type C₄
 - 2.2.1 - Formation de l'oxaloacétate, du malate ou de l'aspartate
 - 2.2.2 - Régénération du phosphoénolpyruvate
- 2.3 - Carboxylation chez les espèces de type CAM

3 - CYCLE DE CALVIN

A - REACTIONS DE SYNTHÈSE DES HEXOSES

- 3.1 - Carboxylation du Ribulose 1,5-bisphosphate et formation du glycérate 3-P
- 3.2 - Phosphorylation du 3-phosphoglycérate (PGA)
- 3.3 - Réduction du 3-phosphoglycéroyl 1-phosphate
- 3.4 - Isomérisation du 3-phosphoglyceraldéhyde.
- 3.5 - Formation du fructose 1,6 bisphosphate
- 3.6 - Déphosphorylation des fructose 1,6-bisphosphate en fructose 6-phosphate
- 3.7 - Isomérisation du fructose 6-phosphate
- 3.8 - Déphosphorylation du glucose 6-P en glucose

B - REACTIONS DE RÉGÉNÉRATION DU RIBULOSE 1,5-BISPHOSPHATE

- 3.9 - Première réaction de transcétoleation
- 3.10 - Formation du sédoheptulose 7-phosphate.
- 3.11 - Seconde réaction de transcétoleation.
- 3.12 - Epimérisation des xylulose 5-phosphate
- 3.13 - Isomérisation des ribose 5-phosphate
- 3.14 - Phosphorylation du ribulose 5-phosphate

C – BILAN DU CYCLE DE CALVIN

4 - COUT ÉNERGETIQUE DE LA SYNTHÈSE DU GLUCOSE CHEZ LES ESPÈCES

- 4.1 – Espèces de type C₃
- 4.2 – Espèces de type C₄
- 4.3 – Espèces de type CAM

5 - PHOTORESPIRATION

- 5.1 – Introduction
- 5.2 – Réactions biochimiques
 - 5.2.1 – Formation du phosphoglycolate et du glycérate 3-P
 - 5.2.2 – Oxydation du glycolate en glyoxylate.
 - 5.2.3 – Oxydation du glyoxylate en CO₂
- 5.3 – Rôle dans la cellule

METABOLISME DE L'AZOTE ET DE L'AMMONIAC

1 - ORIGINE ET ASSIMILATION DE L'AZOTE

- 1.1 - Fixation biologique de l'azote
- 1.2 – Fixation non biologique de l'azote

2 - ASSIMILATION DE L'AMMONIAC

- 2.1 – Glutamate déshydrogénase
- 2.2 – Glutamine synthétase
- 2.3 – Glutamate synthase

3 – Transamination

4 - ORIGINE ET TRANSPORT DE L'AMMONIAC

- 4.1 – Source de l'ammoniac
- 4.2 – Transport de l'ammoniac

5 – CYCLE DE L'UREE – UREOGENESE

A - PHASE MITOCHONDRIALE

- 5.1 – Synthèse du carbamoylphosphate
- 5.2 – Synthèse de la citrulline

B- PHASE CYTOSOLIQUE

- 5.3 – Transfert du carbamoyle sur la citrulline.
- 5.4 – Clivage de l'argininosuccinate
- 5.5 – Hydrolyse de l'arginine et formation de l'uree

C - BILAN DU CYCLE

6 – HYPERAMMONIEMIE

- 6.1 – Déficiences acquises
 - 6.2 – Déficiences héritées
 - 6.2 – Toxicité de l'ammoniac
-