

PLAN GENERAL

- ENZYMOLOGIE
- PROTEINES
- ACIDES AMINES
- GLUCIDES

NATURE ET ACTION DES ENZYMES

I) GENERALITES

1) DEFINITION - NATURE PROTEIQUE DES ENZYMES

2) DONNEES SOMMAIRES SUR LA REACTION CHIMIQUE

❖ THEORIE DES CHOCS MOLECULAIRES

❖ VITESSE DE REACTION

❖ CONSTANTE D'EQUILIBRE

❖ ORDRE DE REACTION

❖ ENERGIE DE REACTION

❖ ENERGIE D'ACTIVATION

3) DONNEES SOMMAIRES SUR LA CATALYSE

❖ EFFET SUR L'ENERGIE D'ACTIVATION

❖ CARACTERES GENERAUX DES CATALYSEURS

❖ CATALYSE HOMOGENE ET CATALYSE HETEROGENE

4) CARACTERES GENERAUX DES ENZYMES

❖ HISTORIQUE , DENOMINATION

❖ STRUCTURE GENERALE : HOLO OU HETEROPROTEIQUE

❖ CARACTERES DE LA CATALYSE ENZYMATIQUE

II) LA REACTIVITE DES ENZYMES

1) NOTION DE LIGAND

2) LA LIAISON PROTEINE - LIGAND

❖ REVERSIBILITE

❖ COMPLEMENTARITE

❖ SPECIFICITE

3) NATURE DES LIAISONS CHIMIQUES MISES EN JEU

ENZYMOLOGIE

NATURE ET ACTION DES ENZYMES

III) LE SITE ACTIF DES ENZYMES

1) DEMONSTRATION EXPERIMENTALE DE SON EXISTENCE

2) CONFORMATION DU SITE ACTIF

- ❖ SITE DE FIXATION
- ❖ SITE CATALYTIQUE
- ❖ FLEXIBILITE , ADAPTATION

3) ETAT ET POSITION DU SUBSTRAT

- ❖ ETAT DE TRANSITION
- ❖ POCHE APOLAIRES

4) METHODES SIMPLES D' ETUDE DU SITE ACTIF

- ❖ EXEMPLES DIVERS
- ❖ LES INHIBITEURS IRREVERSIBLES

IV) MECANISMES MOLECULAIRES DE LA CATALYSE ENZYMATIQUE

1) PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- ❖ TRANSFERT DE PROTONS
- ❖ TRANSFERT D' ELECTRONS

2) EXEMPLE DE L' ACETYLCHOLINE ESTERASE

3) EXEMPLE DE LA CARBOXYPEPTIDASE A

4) EXEMPLE DE LA PYRUVATE - CARBOXYLASE

ENZYMOLOGIE

CINETIQUE ENZYMATIQUE

I) ETUDE EXPERIMENTALE

- 1) MESURE DE LA VITESSE DE REACTION
- 2) NOTION DE VITESSE INITIALE
- 3) INFLUENCE DE LA CONCENTRATION EN SUBSTRAT
- 4) INFLUENCE DE LA CONCENTRATION EN ENZYME
- 5) EVOLUTION DE LA REACTION EN FONCTION DU TEMPS
 - ❖ ETAT PRE-STATIONNAIRE
 - ❖ ETAT STATIONNAIRE
 - ❖ EVOLUTION VERS L' EQUILIBRE
- 6) LES DIFFERENTS ETATS DU COMPLEXE ENZYME - SUBSTRAT

II) ETUDE THEORIQUE

- I) CONDITIONS DE VITESSE INITIALE
- 2) LA CONSTANTE DE MICHAELIS K_M
- 3) L' EQUATION DE MICHAELIS - MENTEN
- 4) SIGNIFICATION DES DIFFERENTS TERMES DE L'EQUATION
 - ❖ ORDRE DE REACTION
 - ❖ VITESSE MAXIMUM V_M
 - ❖ K_M COMME CONSTANTE DE DISSOCIATION
 - ❖ NOMBRE DE ROTATION
 - ❖ EFFICACITE D' UN ENZYME

ENZYMOLOGIE

CINETIQUE ENZYMATIQUE

5) REPRESENTATIONS GRAPHIQUES DE L'EQUATION

- ❖ REPRESENTATION DIRECTE : HYPERBOLE
- ❖ TRANSFORMATION LINEAIRE SELON LINEWEAVER ET BURCK
- ❖ TRANSFORMATION LINEAIRE SELON AUGUSTINSSON
- ❖ METHODE DES TRIANGLES SEMBLABLES POUR DETERMINER K_M ET V_M

III) ASPECTS COMPLEXES DE LA CINETIQUE ENZYMATIQUE

1) LA REVERSIBILITE DES REACTIONS

- ❖ EQUATION DE HALDANE
- ❖ IMPORTANCE IN VIVO

2) LES DIFFERENTS ETATS DU COMPLEXE ENZYMATIQUE

3) LES REACTIONS FAISANT INTERVENIR PLUSIEURS SUBSTRATS

- ❖ COMPLEXES BINAIRES SUCCESSIFS
- ❖ COMPLEXES TERNAIRES
- ❖ CAS DE L'EAU
- ❖ CAS DES COSUBSTRATS

4) LES ENZYMES ALLOSTERIQUES

5) INHIBITION PAR EXCES DE SUBSTRAT

ENZYMOLOGIE

CINETIQUE ENZYMATIQUE

IV) LES EFFECTEURS DE LA CINETIQUE ENZYMATIQUE

1) INFLUENCE DE LA TEMPERATURE

- ❖ ACTIVATION ET INHIBITION
- ❖ NOTION D'OPTIMUM THERMIQUE

2) INFLUENCE DU PH

3) LES ACTIVATEURS CHIMIQUES

- ❖ ACTIVATEURS ESSENTIELS
- ❖ ACTIVATEURS NON ESSENTIELS
- ❖ CAS PARTICULIERS

4) LES INHIBITEURS CHIMIQUES

- ❖ INHIBITION IRREVERSIBLE
- ❖ INHIBITION REVERSIBLE

- * CAS PARTICULIERS
- * INHIBITION COMPETITIVE
- * INHIBITION NON COMPETITIVE
- * INHIBITION INCOMPETITIVE

5) LES EFFECTEURS ALLOSTERIQUES

ENZYMOLOGIE

ENZYMOLOGIE APPLIQUEE

I) CONSIDERATION SUR LA SPECIFICITE DES ENZYMES

1) LA SPECIFICITE D'ACTION

- ❖ SPECIFICITE DE REACTION
- ❖ SPECIFICITE LIEE AU SUBSTRAT

- * ABSOLUE OU RELATIVE
- * ETROITE OU LARGE

2) LA SPECIFICITE DE STRUCTURE

- ❖ ENZYMES ANALOGUES
- ❖ ENZYMES HOMOLOGUES
- ❖ ENZYMES ISOLOGUES
- ❖ IMPORTANCE PHYSIOLOGIQUE DES ISO ENZYMES

II) CLASSIFICATION DES ENZYMES

1) DENOMINATION TRADITIONNELLE

2) NOMENCLATURE INTERNATIONALE

III) MESURES D'ACTIVITE ENZYMATIQUE

1) DEFINITION

2) CONDITIONS DE REACTION

- ❖ NOTION DE VITESSE MAXIMUM OPTIMISEE
- ❖ CHOIX DU SUBSTRAT
- ❖ INFLUENCE DU FACTEUR TEMPS

ENZYMOLOGIE

ENZYMOLOGIE APPLIQUEE

3) EXPRESSION DES RESULTATS

- ❖ NOTION D'UNITE D'ACTIVITE
- ❖ UNITE INTERNATIONALE ET MICROKATAL

IV) L'ANALYSE ENZYMATIQUE

- 1) QUALITES DES REACTIFS DE NATURE ENZYMATIQUE
- 2) CONDITIONS CINETIQUES
- 3) EXEMPLES

V) INTERET PHARMACEUTIQUE DES ENZYMES

- 1) EN THERAPEUTIQUE
- 2) EN PATHOLOGIE
- 3) DANS L'ANALYSE MEDICALE

(CE DERNIER CHAPITRE NE FAIT PAS PARTIE DU COURS MAGISTRAL, IL EST TRAITE EN ENSEIGNEMENT DIRIGE).

ENZYMOLOGIE

GENERALITES SUR LES COENZYMES

I) DEFINITION

II) PROPRIETES GENERALES

- 1) PROPRIETES GENERALES A TOUS LES COENZYMES
- 2) PROPRIETES PARTICULIERES AUX GROUPEMENTS PROSTHETIQUES
- 3) PROPRIETES PARTICULIERES AUX COSUBSTRATS
- 4) DISTINCTION ENTRE COSUBSTRAT ET SUBSTRAT
- 5) LES COFACTEURS

ENZYMOLOGIE

LES COENZYMES DE TRANSFERT DE RADICAUX CARBONES

POUR CHAQUE COENZYME ON ETUDIERA SUCCESSIVEMENT:

- LA STRUCTURE
- LE MECANISME D'ACTION
- UN EXEMPLE

I) LE COENZYME A

II) LA BIOTINE

III) LE PYROPHOSPHATE DE THIAMINE

IV) L'ACIDE LIPOIQUE

V) L'ACIDE TETRAHYDROFOLIQUE

VI) LA S-ADENOSYL METHIONINE

VII) LE COENZYME B12

LES COENZYMES D' OXYDO REDUCTION

- LES COENZYMES FLAVINIQUES
- LES COENZYMES PYRIDINIQUES
- LES COENZYMES HEMATINIQUES
- LES COENZYMES DIVERS

I) COENZYMES DERIVES DE LA RIBOFLAVINE (VITAMINE B2)

1) STRUCTURE

- ❖ LA RIBOFLAVINE
- ❖ LE FMN (FLAVINE MONONUCLEOTIDE)
- ❖ LE FAD (FLAVINE ADENINE DINUCLEOTIDE)

2) PROPRIETES GENERALES

3) MECANISME DE FONCTIONNEMENT

4) LES ENZYMES FLAVOPROTEIQUES

- ❖ LES ENZYMES A FMN
- ❖ LES ENZYMES A FAD

5) BIOSYNTHESE DES COENZYMES FLAVINIQUES

II) COENZYMES DERIVES DE L' AMIDE NICOTINIQUE (VITAMINE PP)

1) STRUCTURE

- ❖ LE NAD (NICOTINAMIDE ADENINE DINUCLEOTIDE)
- ❖ LE NADP (NICOTINAMIDE ADENINE DINUCLEOTIDE PHOSPHATE)

2) PROPRIETES GENERALES

3) MECANISME ET FONCTIONNEMENT

ENZYMOLOGIE

LES COENZYMES D' OXYDO REDUCTION

4) LES ENZYMES PYRIDINIQUES

- ❖ LES ENZYMES A NAD
- ❖ LES ENZYMES A NADP
- ❖ LES ENZYMES A NAD ET NADP

5) BIOSYNTHESE DES COENZYMES PYRIDINIQUES

III) COENZYMES HEMATINIQUES

1) LES CYTOCHROMES

2) LA CATALASE

3) LES PEROXYDASES

4) LES OXYGENASES

4) COENZYMES DIVERS

1) L' ACIDE LIPOIQUE

- ❖ STRUCTURE
- ❖ PROPRIETES
- ❖ MECANISME DE FONCTIONNEMENT

2) LES COENZYMES QUINONIQUES

3) L'ALPHA TOCOPHEROL (VITAMINE E)

4) LES PHYLLOQUINONES (VITAMINES K)

5) LE GLUTATHION

6) L' ACIDE ASCORBIQUE (VITAMINE C)

ENZYMOLOGIE

LES OXYDO-REDUCTIONS BIOLOGIQUES

I) GENERALITES

II) LA CHAINE RESPIRATOIRE

DEFINITION

2) LES SYSTEMES TRANSPORTEURS MITOCHONDRIAUX

- ❖ SCHEMA
- ❖ LOCALISATION
- ❖ INHIBITEURS

3) LES SYSTEMES MICROSOMIAUX

- ❖ LE CYTOCHROME P 450

III) LA PHOSPHORYLATION OXYDATIVE

1) DEFINITION

2) ORIGINE DE L'ENERGIE

3) DESTINEE DE L'ENERGIE

4) LE RAPPORT P/O

5) INHIBITEURS ET ACTIVEURS

- ❖ INHIBITEURS ET AGENTS DE DECOUPLAGE
- ❖ FACTEURS DE COUPLAGE

IV) CONCLUSIONS ET SCHEMA RECAPITULATIF

PROTEINES

LES METHODES DE SEPARATION DES PROTEINES

I) GENERALITES ET TERMINOLOGIE

II) METHODES BASEES SUR LES DIFFERENCES DE MASSE MOLAIRE

1) ULTRA CENTRIFUGATION

2) ULTRA FILTRATION

3) GEL FILTRATION

III) METHODES BASEES SUR LES DIFFERENCES DE SOLUBILITE

1) PRECIPITATION PAR UN SOLVANT ORGANIQUE

2) PRECIPITATION PAR LES SELS (RELARGAGE)

IV) METHODES BASEES SUR LES DIFFERENCES D'IONISATION

1) RAPPEL SUR L' ETAT D'IONISATION ET LE CARACTERE AMPHOTERE DES
PROTEINES

2) CHROMATOGRAPHIE D'ECHANGES D'IONS

3) ELECTROPHORESE

- ❖ RAPPEL THEORIQUE (MOBILITE ELECTRO-PHORETIQUE)
- ❖ DEDUCTIONS PRATIQUES

PROTEINES

LES METHODES DE SEPARATION DES PROTEINES

❖ METHODES

- * ELECTROPHORESE SUR SUPPORTS SIMPLES
- * ELECTROPHORESE SUR SUPPORTS RETICULES
- * ELECTROPHORESE EN GRADIENT DE DENSITE
- * ELECTROPHORESE EN GRADIENT DE PH
- * ELECTROPHORESE BIDIMENSIONNELLE
- * IMMUNOELECTROPHORESES

V) METHODES D' ISOLEMENT BASEES SUR UNE PROPRIETE SPECIFIQUE D' UNE PROTEINE DONNEE

VI) CLASSIFICATION DES PROTEINES DU PLASMA SANGUIN

METABOLISME DES ACIDES AMINES

I) LA DECARBOXYLATION

1) IN VITRO

- ❖ PAR VOIE PHYSIQUE OU CHIMIQUE
- ❖ PAR VOIE ENZYMATIQUE

2) IN VIVO

- ❖ ACTION DES DECARBOXYLASES
- ❖ COMPOSES FORMES
- ❖ TOXICITE
- ❖ METABOLITES IMPORTANTS

II) LA DESAMINATION

1) IN VITRO

2) IN VIVO

- ❖ LA DESAMINATION OXYDATIVE
 - * ENZYMES CONCERNES
 - * MECANISME
 - * LIEU
 - * CONSEQUENCES (CYCLE DE LA GLUTAMINE)

- ❖ LA DESAMINATION HYDROLYTIQUE
- ❖ LA DESAMINATION HYDROGENANTE
- ❖ LA DESAMINATION DESATURANTE

III) LA TRANSAMINATION

1) GENERALITES - HISTORIQUE

METABOLISME DES ACIDES AMINES

2) MECANISME

- ❖ REACTION GENERALE
- ❖ ROLE DU PHOSPHATE DE PYRIDOXAL
- ❖ CAS PARTICULIERS

3) IMPORTANCE RELATIVE DE LA TRANSAMINATION ET DE LA DESAMINATION

4) LOCALISATION TISSULAIRE

5) LES TRANSAMINASES EN PATHOLOGIE

- ❖ AFFECTIONS CARDIAQUES
- ❖ AFFECTIONS HEPATIQUES
- ❖ AFFECTIONS DIVERSES

IV) L' UREOGENESE

1) STRUCTURE DE L' UREE

2) LIEU DE LA SYNTHESE

3) MECANISME

❖ THEORIE DE KREBS - HENSELEIT

- * REACTIONS GENERALES
- * FORMATION DE LA CITRULLINE
- * FORMATION DE L' ARGININE
- * HYDROLYSE DE L' ARGININE
- * BILAN GENERAL

❖ THEORIE DE LEUTHARD

- ❖ FORMATION DIRECTE A PARTIR DE LA CITRULLINE

STRUCTURE DES GLUCIDES

LES HOLOSIDES

I) DEFINITION

II) LES DIHOLOSIDES

1) PROPRIETES GENERALES

- ❖ SOLUBILITE
- ❖ POUVOIR REDUCTEUR
- ❖ ACTION SUR LA LUMIERE POLARISEE
- ❖ HYDROLYSE
- ❖ ETAT NATUREL

2) COMPOSITION - CLASSIFICATION

3) MODE DE LIAISON - ISOMERIES

- ❖ NATURE DES PONTS OSIDIQUES
- ❖ ANOMERIE ALPHA - BETA
- ❖ ISOMERIE PYRANE - FURANE
- ❖ CLASSIFICATION

4) EXEMPLES DE DIHOLOSIDES

- ❖ MALTOSE
- ❖ CELLOBIOSE
- ❖ LACTOSE
- ❖ SACCHAROSE

5) METHODES D' ETUDE

III) LES TRIHOLOSIDES

IV) LE TETRA ET LE PENTAHOSIDE

STRUCTURE DES GLUCIDES

LES HOLOSIDES

V) LES POLYHOLOSIDES

1) DEFINITION - CLASSIFICATION

2) L' AMIDON

- ❖ LOCALISATION - PROPRIETES
- ❖ COMPOSITION - STRUCTURE

* L' AMYLOSE

* L' AMYLOPECTINE

3) LE GLYCOGENE

- ❖ LOCALISATION - PROPRIETES
- ❖ COMPOSITION - STRUCTURE

4) LA CELLULOSE

- ❖ LOCALISATION - PROPRIETES
- ❖ COMPOSITION - STRUCTURE

5) LES FRUCTOSANES

6) LES DEXTRANES

7) LES GALACTANES

8) LES MANNANES

9) LES XYLANES

10) LES ARABANES

METABOLISME DES GLUCIDES

DIGESTION ET ABSORPTION

I) LA DIGESTION

1) BESOINS JOURNALIERS

2) DIGESTION BUCCALE

3) DIGESTION STOMACALE

4) DIGESTION PANCREATIQUE

5) DIGESTION INTESTINALE

II) L' ABSORPTION

1) LIEU DE L' ABSORPTION

2) MECANISMES DE L' ABSORPTION

- ❖ DIFFUSION SIMPLE
- ❖ TRANSFERT FACILITE
- ❖ TRANSFERT ACTIF (SYSTEME DE CRANE)

III) LE TRANSPORT

IV) LE STOCKAGE

METABOLISME DES GLUCIDES

CATABOLISME GLUCIDIQUE

EQUATIONS GENERALES

I) CATABOLISME GENERAL AEROBIE

1) PHOSPHOROLYSE ET TRANSPHOSPHORYLATION

❖ GLYCOGENE \longrightarrow ESTER DES CORI

- * EQUATION
- * MECANISMES ENZYMATIQUES
- * ETUDE DES PHOSPHORYLASES
- * REVERSIBILITE
- * VOIES ANNEXES : FRUCTOSE ET GALACTOSE

❖ ESTER DES CORI \longrightarrow ESTER DE ROBISON

- * EQUATION
- * ENZYME ET INHIBITEUR
- * REVERSIBILITE
- * VOIE ANNEXE : GLUCOSE LIBRE

❖ ESTER DE ROBISON \longrightarrow ESTER DE NEUBERG

- * EQUATION
- * REVERSIBILITE
- * VOIE ANNEXE : MANNOSE

❖ ESTER DE NEUBERG \longrightarrow ESTER DE HARDEN ET YOUNG

- * EQUATION
- * INTERET
- * REVERSIBILITE
- * VOIE ANNEXE : FRUCTOSE 1 PHOSPHATE

❖ BILAN GENERAL

METABOLISME DES GLUCIDES

CATABOLISME GLUCIDIQUE

2) GLYCOLYSE (DE L'ESTER DE HARDEN ET YOUNG A L'ACIDE PYRUVIQUE)

❖ FORMATION DES TRILOSES PHOSPHATES

- * EQUATION
- * ENZYMES RESPONSABLES
- * DEPLACEMENT DES EQUILIBRES ET INTERETS BIOLOGIQUES
- * REVERSIBILITE

❖ FORMATION DES ACIDES GLYCERIQUES

- * EQUATION
- * INTERVENTION DU NAD
- * CONSEQUENCES

❖ FORMATION DE L'ACIDE PYRUVIQUE

- * EQUATION
- * ENZYMES
- * REVERSIBILITE

❖ BILAN ENERGETIQUE

3) DESTINEES DE L'ACIDE PYRUVIQUE

- ❖ FORMATION DE L'ACIDE ACETIQUE
- ❖ FORMATION DE L'ACIDE LACTIQUE
- ❖ FORMATION DE L'ACIDE CITRIQUE

- * MECANISMES ET CONSEQUENCES DE CES TROIS REACTIONS

4) LE CYCLE DE KREBS

- ❖ LES ETAPES ET LES ENZYMES
- ❖ SCHEMA GENERAL

METABOLISME DES GLUCIDES

CATABOLISME GLUCIDIQUE

5) BILAN ENERGETIQUE GLOBAL DE LA DEGRADATION AEROBIE DU GLUCOSE

II) LA CONTRACTION MUSCULAIRE

GENERALITES

2) LES COMPOSES REACTIONNELS

3) LES MECANISMES

- ❖ PERIODE D' INDUCTION
- ❖ PERIODE D' ETAT
- ❖ PERIODE DE RECUPERATION

4) SCHEMA GENERAL

III) LA FERMENTATION ALCOOLIQUE

1) GENERALITES

2) LES COMPOSES REACTIONNELS

3) LES MECANISMES

- ❖ PERIODE D' INDUCTION
- ❖ PERIODE STATIONNAIRE

4) UTILISATIONS DE L' ALCOOL

5) LES FERMENTATIONS DEVIEES

METABOLISME DES GLUCIDES

CATABOLISME GLUCIDIQUE

IV) LE CYCLE DES PENTOSES - PHOSPHATE (CYCLE DE WARBURG - DICKENS - HORECKER)

1) LES ETAPES DU CYCLE

2) SCHEMA GENERAL

3) INTERETS DU CYCLE

- ❖ A L' ETAT PHYSIOLOGIQUE
- ❖ DANS LES ETATS PATHOLOGIQUES

- * DIABETE GRAS
- * DIABETE MAIGRE

METABOLISME DES GLUCIDES

ANABOLISME GLUCIDIQUE

I) LA NEOGLYCOGENOGENESE

1) GENERALITES

2) LES ACIDES AMINES GLUCOFORMATEURS

❖ PERMETTANT D' OBTENIR

- * L' ACIDE ALPHA CETOGLUTARIQUE
- * L' ACIDE SUCCINIQUE
- * L' ACIDE OXALOACETIQUE
- * L' ACIDE PYRUVIQUE

II) LA GLYCOGENOGENESE

1) LE PASSAGE PAR L' ACIDE OXALOACETIQUE

- ❖ PAR LE CYCLE DE KREBS
- ❖ PAR L' ACIDE PYRUVIQUE

- * VOIE D' OCHOA
- * VOIE D'UTTER

2) LA FORMATION DE L' ACIDE PHOSPHOENOL PYRUVIQUE

3) LE RETOUR A L' ESTER DE HARDEN ET YOUNG

4) LA FORMATION DE L' ESTER DE ROBISON

5) LA FORMATION DE L' ESTER DES CORI

METABOLISME DES GLUCIDES

ANABOLISME GLUCIDIQUE

6) LA FORMATION DU GLYCOGENE

- ❖ FORMATION DE L' UDPG
- ❖ INTERVENTION DU PRIMER
- ❖ FORMATION DES CHAINES 1 - 4
- ❖ FORMATION DES RAMIFICATIONS 1 - 6

7) REGULATION DE LA SYNTHESE

- ❖ ROLE DES ENZYMES
- ❖ ROLE DU CORTISOL
- ❖ ROLE DE L' INSULINE

8) SCHEMA GENERAL