

M. JAVILLIER, M. POLONOVSKI, M. FLORKIN,
P. BOULANGER, M. LEMOIGNE, J. ROCHE, R. WURMSER

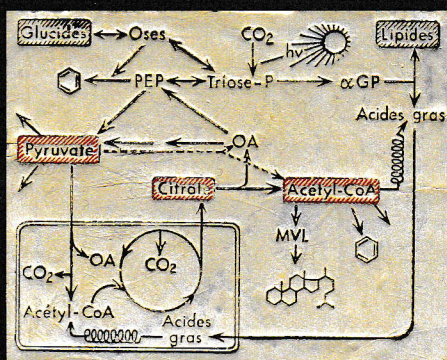
TRAITÉ DE BIOCHIMIE GÉNÉRALE

TOME III

LES PROCESSUS BIOCHIMIQUES DE SYNTHÈSE
ET DE DÉGRADATION

DEUXIÈME FASCICULE

MÉTABOLISME DES GLUCIDES ET DES LIPIDES



MASSON ET C^{IE}

TABLE DES MATIÈRES

TROISIÈME PARTIE

MÉTABOLISME DES GLUCIDES

A. — LES OSES

CHAPITRE PREMIER. — *Dégradation des oses, processus anaérobies et aérobie*
par R. DESVEAUX.

3

INTRODUCTION (3). LA VOIE D'EMBDEN-MEYERHOF (5); Des origines à l'hypothèse d'Embden (5); La confirmation de l'hypothèse d'Embden (9); Mécanisme de la transformation du glucose (glycogène) en acide pyruvique (10); Répartition dans la cellule des enzymes de la glycolyse (18); Importance de la voie d'Embden-Meyerhof. Le cas du muscle (19); Reversibilité de la glycolyse. Glucogénèse. Gluconéogénèse (22). LA VOIE DES PENTOSE (32); Mécanisme (32); Importance du cycle des pentoses (38). RÉPARTITION DES DEUX VOIES (41). AUTRES VOIES DE DÉGRADATION DES OSES (43); *Glucose* (43). Voie d'Entner-Doudoroff (43); Passage par des intermédiaires non phosphorylés (45); Cycle glucuronate $\rightarrow$ xyllose (47); *Fructose* (47); *Galactose* (50); *Désoxyhexoses* (52); *Pentoses* (53); *Acides uroniques* (55); *Hexosamines et polyols* (55). RÉGULATION DE LA GLYCOLYSE (57); *Pénétration du glucose dans la cellule* (57); Régulation quantitative de la voie d'Embden-Meyerhof (58); Phosphorylases (58); Hexokinase et glucokinase (59); Phosphofructokinase (60); Glyceraldéhyde-phosphate-déshydrogénase (60); Glucogénèse (60); *Répartition entre la voie d'Embden-Meyerhof et celle des pentoses* (61); *Régulations hormonales* (62); *Insuline* (62); *Adrénaline* (65); *Glucagon* (66); *Glucocorticostéroïdes* (66); *Hormones antéhypophysaires* (66); *Thyroïdine* (67); *Troubles du métabolisme du glucose* (67); *Effet Pasteur* (69). BIBLIOGRAPHIE (71).

CHAPITRE II. — *Mécanisme des principales fermentations* par R. DESVEAUX.

77

Introduction (77); *Fermentation des hexoses* (79). FERMENTATION DÉBUTANT PAR LA VOIE D'EMBDEN-MEYERHOF (79); *Fermentation homolactique* (80); *Fermentation alcoolique* (83); *Fermentation butyrique et fermentations apparentées* (89); *Fermentation butyrique* (89); *Fermentation acétono-butyrique et analogues* (94). *Fermentation β -hydroxybutyrique* (96); *Fermentation mixte produite par Escherichia coli* (96); *Fermentation butanediolique* (99); *Fermentation homoacétique* (103); *Fermentation propionique* (104); Cas de *Propionibacterium* (105); Cas de *Clostridium propionicum* (109). FERMENTATION DÉBUTANT PAR L'ACTION DE LA GLUCOSE-6-PHOSPHATE-DÉSHYDROGÉNASE (110); *Fermentation hétérolactique* (110); *Fermentation alcoolique de Pseudomonas linderii* (115). FERMENTATION

DÉBUTANT À LA FOIS PAR LA VOIE D'EMBDEN-MYERHOF ET PAR LA GLUCOSE-6-PHOSPHATE-DÉSHYDROGÉNASE (117); *Fermentation par les levures osmophiles* (117); *CONCLUSION* (121).

Fermentation des autres oses (122). FERMENTATION DES PENTOSE (122); *Coupage en deux composés en C₂ et C₃* (122); *Transformation en hexoses, par la voie des pentoses* (125); *Autres mécanismes* (126); *Cas du désoxyribose* (126). FERMENTATION DES TÉTROSES ET HEPTOSES (129).

Fermentation des polyols (131); *Hexitols et pentitols* (131); Glycérol (132); **Fermentations des acides** (134); *Acides aldoniques* (134); *Acides uroniques* (137); *Autres acides* (138); *Acide lactique* (138); *Acides du cycle de Krebs* (138); *Fermentation par Clostridium kluyverii* (141); *Fermentation méthanique* (141); **Conclusion** (142); **BIBLIOGRAPHIE** (144).

CHAPITRE III. — Biosynthèse et interconversion des oses par R. BOURRILLON.

150

FRUCTOSE (152); Formation des dérivés phosphorylés du fructose (152); (152); Transformation du fructose-1-phosphate en glucose (154); Formation du fructose-1-6-diphosphate (156); Formation du fructose libre (159); Défauts enzymatiques dans le métabolisme du fructose (161). Place du fructose-6-phosphate dans le métabolisme glucidique (162); Dérivés nucléotides du fructose (162).

GALACTOSE (163); Biosynthèse de l'uridine-diphosphogalactose (164). Défauts enzymatiques dans le métabolisme du galactose (169); Métabolisme du galactose chez la levure (172); Biosynthèse du galactose (173).

MANNOSE (173); Formation du mannose-6-phosphate (174); conversion du mannose-6-P en fructose-6-P (174); Interconversion du mannose-6-P et du mannose 1-P (175); Formation des mannoses-nucléotides (176).

BIOSYNTHÈSE DES DÉSOXYHEXOSES (177); Biosynthèse du fucose (177); Biosynthèse du L-rhamnose (179); Autres 6-désoxyhexoses (183); Didésoxyhexoses (184); 6-Désoxycétoses (184).

ACIDES URONIQUE (185); Biosynthèse de l'acide D-glucuronique (185); Cycle de l'acide glucuronique (189); Voie du xylulose (192); Pentosurie essentielle (194); Voie de l'acide ascorbique (195); Stimulation du cycle de l'acide glucuronique (200); Acide D-galacturonique (202); Acide D-mannuronique (203); Acide L-iduronique (203); Acide L-guluronique (205).

PENTOSES (205); Formation des pentoses par la voie oxydative (205); voie non oxydative ou voie transaldolase-transcétolase (208). FORMATION PARTICULIÈRE DES PENTOSES ET DES PENTOSES-PHOSPHATES ET LEUR INTERCONVERSION (215); Ribose (215); 2-Désoxyribose (216); D et L-ribulose (218); D et L-xylose (220); D et L-xylulose (221); D et L-arabinose (223); HEPTOSES (226); TÉTROSES (229).

OSAMINES (230); *Glucosamine* (230). *Osamines-nucléotides* (234); Biosynthèse de l'UDP-N-acétylglucosamine (235); Formation du N-acétylglucosamine-1-phosphate (235); Formation de la TDP-N-acétyl-glucosamine (236); *Galactosamine* (238); Formation des dérivés nucléotides de la galactosamine (238); Formation des dérivés phosphorylés de la galactosamine (239); UDP-N-acétylgalactosamine-sulfate (239); *Mannosamine* (240); Autres osamines (241).

ACIDES SIALIQUES (242); Mécanisme de la biosynthèse de l'acide N-acétylneuraminique (243); Formation des autres dérivés de l'acide sialique (246); Activation des acides sialiques (246). AUTRES ACIDES 2-CÉTO-3-DÉSOXYALDONIQUES (247); Formation des acides 2-céto-3-désoxyaldoniques à 5 ou 6 atomes de carbone (249); Formation des acides 2-céto-3-désoxyaldoniques à 7, 8 et 9 atomes de carbone (250).

POLYOLS (252). HEXITOLS (252); Sorbitol (252); Mannitol (253). PENTITOLS (254); Xylitol (255); Arabitol (255); Ribitol (256); Interconversion pentoses-pentitols (256). TÉTRITOLS (257.) **BIBLIOGRAPHIE** (258).

B. — LES OSIDES

CHAPITRE PREMIER. — <i>Biosynthèse et dégradation des osides. Généralités</i> par R. DEDONDER	271
Considérations générales sur les transosylations. Quelques données thermodynamiques (277); Nature du radical transféré (278); Configuration anomérique (279); Spécificité (280).	
CHAPITRE II. — <i>Synthèse des hétérosides</i> par R. DEDONDER	282
Glucuronides (282); Hétérosides phénoliques (283); Glycolipides (285); D-Glucosyl-acide désoxyribonucléique (287).	
CHAPITRE III. — <i>Synthèse des oligosides</i> par R. DEDONDER	289
Disaccharides (289); Oligosaccharides (294); Oligosaccharides du lait (294); Raffinose (295); <i>Synthèse des oligosaccharides par action des phosphorylases</i> (295).	
CHAPITRE IV. — <i>Synthèse des osides par action des transosylases</i> par R. DEDONDER.	297
Transfructosylases (297); Transglucosylases (300); Transgalactosylases (302); Transglucuronosylases (302).	
CHAPITRE V. — <i>Synthèse et dégradation des homopolyosides</i> par R. DEDONDER.	303
<i>Glycogène</i> (303); Glycogène-synthétase (305); Phosphorylase (306); Enzyme de branchement (308); Amylo-1, 6-glucosidase et oligo-1-4, 1, 4-glucane transférase (308); Régulation du métabolisme du glycogène (309); Voies métaboliques alternatives (313); Les glycogénoses (314); Biosynthèse du glycogène bactérien (315); Amidon (316); <i>Polyosides constituant des parois végétales</i> (320); <i>Autres homopolyosides</i> (324).	
CHAPITRE VI. — <i>Synthèse des hétéropolyosides</i> par R. DEDONDER.	326
MUCOPOLYSACCHARIDES (326). POLYSACCHARIDES CAPSULAIRES DE PNEUMOCOQUES (330); Polysaccharides de pneumocoque, type 3 (330); Polysaccharide de pneumocoque type 8 (331); Polysaccharide de pneumocoque type 1 (331); Polysaccharide de pneumocoque type 14 (332). LIPOPOLYSACCHARIDES DES BACTÉRIES GRAM NÉGATIVES (333); Composition en glucides simples des polysaccharides (334); <i>Biosynthèse des lipopolysaccharides</i> (336); Synthèse de la structure centrale (336), Incorporation de KDO. Structure de la chaîne centrale KDO-heptosephosphate (338); Synthèse de la structure centrale commune (339); Biosynthèse des chaînes latérales antigéniques O (341).	
CHAPITRE VII. — <i>Biosynthèse des parois bactériennes</i> par R. DEDONDER et M.M. LECADÉ.	346
<i>Muréine</i> (347); Formation des uridyl-muropeptides (353); Polymérisation in vitro (355); Inhibition de la biosynthèse (359); Croissance, et réglage de la croissance du « sacculus » de muréine (361); <i>Acides teichoïques</i> (362); Structure des acides teichoïques (362); Biosynthèse des acides teichoïques (366). BIBLIOGRAPHIE (370).	

QUATRIÈME PARTIE

MÉTABOLISME DES LIPIDES

A. — MÉTABOLISME DES ACIDES GRAS

CHAPITRE PREMIER. — *Dégradation des acides gras* par J. POLONOVSKI 383

CATABOLISME DE L'ACIDE PALMITIQUE (383); β -oxydation (384); Théorie de la β -oxydation de Knoop (384); Mécanisme de la β -oxydation. Hélice ou spirale de Lynen (385); Étapes de la β -oxydation (387); Destinée des radicaux acétyle dans le cycle tricarboxylique (389). Bilan de l'oxydation de l'acide palmitique (390); Catabolisme incomplet de l'acide palmitique. Céto-génèse (391); Métabolisme de l'acétone (394); Localisation tissulaire et cellulaire de la β -oxydation (395); ω -Oxydation (396); α -Oxydation (398). CATABOLISME DES AUTRES ACIDES GRAS SATURÉS À CHAÎNE DROITE (399). CATABOLISME DES ACIDES GRAS RAMIFIÉS ET CYCLIQUES (401). CATABOLISME DES ACIDES GRAS NON SATURÉS (405). MÉTABOLISME DES ALCOOLS GRAS ET ALDÉHYDES GRAS (407). DÉCARBOXYLATION DES ACIDES GRAS (408). RÉGULATION DE L'OXYDATION DES ACIDES GRAS (408). BIBLIOGRAPHIE (410).

CHAPITRE II. — *Biogénèse des acides gras* par J. POLONOVSKI 413

BIOGÉNÈSE DE L'ACIDE PALMITIQUE (413); *Réversion de la β -oxydation* (414); *Biosynthèse par les enzymes solubles (voie malonique)* (415); Carboxylation de l'acétyl-CoA (415); Réaction de condensation (416); Condensation du malonyl-ACP avec un acyl-ACP (418); Réduction du β -céto-acyle (418); Déshydratation du β -hydroxy-acyle (419); Réduction du déhydro-acyle (420); Cycle de Wakil-Lynen (420); Régulation de la biogénèse des acides gras saturés (421). BIOGÉNÈSE DES ACIDES GRAS SATURÉS LINÉAIRES AUTRES QUE L'ACIDE PALMITIQUE (426); VOIES DE BIOGÉNÈSE POLY- β CÉTONIQUE (427). BIOGÉNÈSE DES ACIDES GRAS RAMIFIÉS ET CYCLIQUES (429); Acides gras à ramifications à longue chaîne (429); Acides gras à ramification méthyle (439); Acides gras cyclopropaniques (432). BIOGÉNÈSE DES ACIDES GRAS NON SATURÉS (433); Formation d'une liaison éthylénique dans une chaîne saturée (433). Formation d'une liaison éthylénique au cours de la biosynthèse de l'acide gras (438). BIOGÉNÈSE DES PROSTAGLANDINES (439). LOCALISATION ET RÉGULARISATION DE LA BIOGÉNÈSE DES ACIDES GRAS (441). BIBLIOGRAPHIE (443).

B. — FORMATION ET HYDROLYSE DES LIPIDES

CHAPITRE PREMIER. — *Processus d'estérification des lipides* par G. AILHAUD et P. DESNUELLE. 447

Introduction (447); *Activation des acides gras* (450); Généralités (450); Rôle des acyl-CoA synthétases (451); Mécanisme de l'activation (451). Transfert des groupes acyle (452). BIOSYNTHÈSE DES ACIDES PHOSPHATIDIQUES (453); Biosynthèse du glycérol-3-phosphate (453); Conversion du glycérol-3-phosphate en acides phosphatidiques (455). Phosphorylation des mono et des diglycérides (456); Rôle des acides phosphatidiques (456); Déphosphorylation des acides phosphatidiques (457). BIOSYNTHÈSE DES PHOSPHO-

LIPIDES (457); Phosphatidylcholines (457); Phosphatidyléthanolamines (460); Phosphatidylsérines (461); *Interconversion des phospholipides à choline, éthanolamine et sérine* (461); Phosphatidylinositols (462); Phosphatidylglycérols (465). BIOSYNTHESE DES TRIGLYCÉRIDES (465); *La voie du glycérol-3-phosphate* (466); *La voie des monoglycérides dans la muqueuse intestinale* (467); Existence d'une monoglycéride-transacylase dans la muqueuse (468); spécificité de la monoglycéride-transacylase (468); Localisation subcellulaire de la monoglycéride-transacylase (470); La monoglycéride-transacylase existe-t-elle ailleurs que dans la muqueuse intestinale (470). ANNEXE : Formule des principaux composés cités (470). BIBLIOGRAPHIE (472).

CHAPITRE III. — *Processus d'hydrolyse des lipides* par L. SARDA et P. DESNUELLE.

476

INTRODUCTION (476); HYDROLYSE DES GLYCÉRIDES (476); *La lipase pancréatique* (476); La lipolyse intraluminale (476); La place de la lipase parmi les enzymes du pancréas exocrine (477); Détermination de l'activité lipasique (478); Purification et propriétés moléculaires (478); Spécificité due à l'état physique du substrat (479); Spécificité due à la nature chimique du substrat (481); La spécificité de position (482); Application à l'étude de la structure des triglycérides naturels (484); Stéréospécificité (485); Action de la lipase pancréatique sur les phospholipides (486); *La lipase intestinale* (487); *La lipoprotéine-lipase* (488); *Les lipases du tissu adipeux* (490); *Les lipases des microorganismes* (491); *Les lipases végétales* (492). HYDROLYSE DES PHOSPHOLIPIDES (493); *Introduction* (493); *Généralités sur les phospholipases* (493); *Les phospholipases A* (495); *Généralités* (495); Spécificité et mode d'action (495); Facteurs régissant la formation du complexe enzyme-substrat (497); Utilisation de la phospholipase A pour la détermination de la structure des phospholipides naturels (498); *La phospholipase B* (498); *La phospholipase C* (500); *La phospholipase D* (500); *La phosphatidate-phosphatase ou L-(α) phosphatidate-phosphohydrolase* (501). BIBLIOGRAPHIE (502).

C. — MÉTABOLISME DES AMINO-ALCOOLS
CONSTITUANTS DES PHOSPHOLIPIDES

par L. DOUSTE-BLAZY

Sérine (506); *Ethanolamine et méthyl-éthanolamines* (510); *Choline* (515); *Carnitine* (524); *Sphingosine et dérivés* (525). BIBLIOGRAPHIE (529).

D. MÉTABOLISME DES COMPOSÉS ISOPRÉNIQUES

par A. CRASTES DE PAULET

Introduction (533); La règle biogénétique poly-isoprénique (533). BIBLIOGRAPHIE (535).

CHAPITRE PREMIER. — *Biogénèse de l'unité isoprénoïde et des précurseurs aliphatiques des composés polyisopréniques*

538

DE L'ACIDE ACÉTIQUE À L'ACIDE β -HYDROXY β -MÉTHYLGLUTARIQUE (540). DE L'ACIDE β -HYDROXY β -MÉTHYLGLUTARIQUE À L'ACIDE MÉVALONIQUE (541); Biogénèse de l'acide mévalonique (541); Autre voie de formation de l'acide mévalonique (545). DE L'ACIDE MÉVALONIQUE À L'ISOPENTÉNYLPYROPHOSPHATE (545). DE L'ISOPENTÉNYLPYROPHOSPHATE AUX COMPOSÉS POLYISOPRÉNIQUES LINÉAIRES (547); *Isomérisation de l'isopenténylpyrophosphate*