

PCEM1

Biologie cellulaire

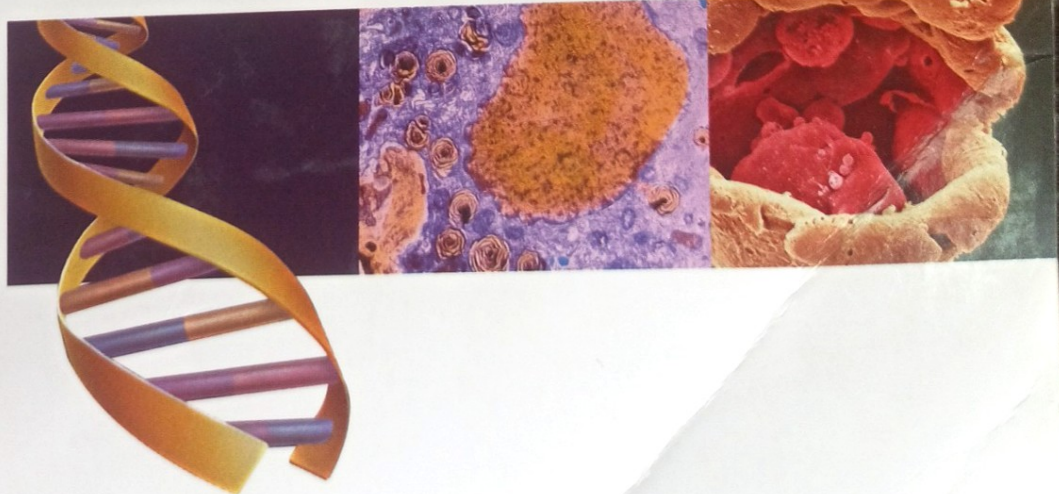
Marc Maillet

Avec la collaboration de M. Lemullois

► L'essentiel
du cours

► 350 QCM et
QROC corrigés

*10^e édition
entièrement refondue*



MASSON

Biologie cellulaire

Marc Maillet

Avec la collaboration de M. Lemullois

L'OUVRAGE

L'ouvrage correspond aux orientations thématiques des enseignements : la cellule eucaryote est présentée dans sa globalité à la lumière des plus récentes découvertes. Chaque chapitre est consacré à l'étude concise, claire et approfondie d'un organe (noyau, mitochondrie, lysosome...).

Divisé en 20 chapitres, l'ouvrage comprend :

- l'essentiel du cours pour acquérir les connaissances, s'informer, réviser ;
- 350 QCM et QROC pour s'évaluer et s'entraîner aux concours.

Cette nouvelle édition a été entièrement revue par l'auteur du point de vue de la présentation dans un souci de clarté pédagogique ; son contenu a été simplifié et actualisé en fonction du programme dispensé dans les facultés ; des points clés concluent chaque chapitre et l'ensemble des exercices d'entraînement a été renouvelé.

LE PUBLIC

- Les étudiants du 1^{er} cycle des études de médecine.
- Les étudiants de pharmacie, sciences de la vie, en prépa vétérinaire ou agro.
- Les étudiants en maîtrise de sciences biologiques et médicales.
- Les professeurs de SVT du secondaire pour lesquels il constitue un ouvrage de référence.

LES AUTEURS

Marc Maillet est docteur en médecine, docteur ès sciences d'état, ex-professeur titulaire de la Chaire d'histologie, d'embryologie et de cytogénétique, ancien pasteurien, fondateur du département de microscopie électronique de la faculté de Tours, Président honoraire de l'université François-Rabelais de Tours.

Michel Lemullois, maître de conférences et enseignant en PCEM au Kremlin-Bicêtre, a collaboré à cette 10^e édition.

Table des matières

REMERCIEMENTS	1
AVANT-PROPOS	3
ABRÉVIATIONS	5
1. SCHÉMA GÉNÉRAL DES CELLULES PROCARYOTES ET EUCARYOTES	17
Les deux types de cellules	19
Les dimensions des cellules	19
Les cellules eucaryotes	19
Membrane cellulaire	19
Compartimentation	20
Cytosquelette.....	23
Cytosol.....	24
Les cellules procaryotes	24
Bactéries.....	24
Mycoplasmes.....	25
Cyanophycées	26
Les virus	26
Définition	26
Structure.....	27
Caractères des virus.....	27
Virus à ADN.....	28
Virus à ARN ou rétrovirus.....	28
Forme.....	28
2. LES TECHNIQUES D'ÉTUDE DE LA CELLULE	31
Les microscopes	31
Microscope optique ou photonique en lumière transmise	31
Microscope polarisant.....	32
Microscope à contraste de phase	32
Microscope à fluorescence.....	32
Microscope confocal à balayage.....	33
Microscope électronique à transmission (MET)	33
Microscope électronique à balayage (MEB).....	34
Microscope électronique à haut voltage.....	35
Microscope à force atomique utilisant l'effet tunnel	35
Les techniques de préparations conventionnelles	35
En microscopie optique	35
En microscopie électronique	36
L'histochimie	37
Définition	37

Techniques utilisées en histochimie.....	38
Les sondes moléculaires	41
Définition.....	41
Sondes d'acides nucléiques	42
La quantification du fonctionnement cellulaire	43
Étude de la concentration ionique intracellulaire	43
Patch-clamp.....	44
Stéréologie.....	44
Quantification par informatique.....	44
Cytométrie à flux continu.....	45
Les cultures cellulaires	46
Les techniques de microdissection	46
Les techniques d'ultracentrifugation	47
Centrifugation zonale	47
Centrifugation isopycnique.....	47
Purification des fractions obtenues par les techniques d'immunologie	48
Les techniques de diffraction des rayons X	48
3. ORGANISATION DE LA MEMBRANE PLASMIQUE	50
Structure de la membrane plasmique	50
En microscopie électronique à transmission	50
Cryodécapage ou freezing-etching.....	51
Le concept actuel : modèle de Singer et Nicholson.....	51
Composition biochimique de la membrane plasmique	53
Techniques d'étude.....	53
Pourcentage relatif des divers constituants.....	54
Les lipides membranaires	54
Pourcentage relatif	54
Propriétés communes	54
Acides gras (AG).....	54
Phospholipides.....	55
Cholestérol.....	57
Glycolipides	57
Propriétés de la double couche lipidique.....	58
Synthèse des lipides membranaires.....	63
Les protéines membranaires	63
Définition.....	63
Pourcentage relatif	64
Protéines intramembranaires	64
Protéines périphériques	66
Mobilité des protéines	68
Glycosylation des protéines membranaires	70
Fonctions des protéines membranaires	70
Les glucides membranaires ou le <i>cell coat</i>	71
Résidus glucidiques	71
Pourcentage relatif	71
Mise en évidence du <i>cell coat</i>	71
Structure	72
Constituants du <i>cell coat</i>	72
Fonction du <i>cell coat</i>	74
Rapport de la membrane plasmique avec la matrice extracellulaire	76
Définition.....	76
Collagènes.....	76
Fibronectine.....	77
Lames basales.....	80
Protéoglycanes	

4. LES TRANSPORTS PERMÉATIFS DE LA MEMBRANE PLASMIQUE	84
Les transports passifs	84
Diffusion simple	84
Diffusion facilitée	86
Les pompes (transports actifs)	86
Définition	86
Rôle de transporteurs actifs primaires	86
Pompe à sodium	86
Les transporteurs	88
Définition	88
Propriétés	88
Mécanisme	88
Diffusion facilitée du glucose	89
Aquaporines	89
Systèmes de cotransports	90
Les canaux ioniques	91
Définition	91
Organisation moléculaire et fonctionnement	92
Propriétés des canaux ioniques	94
Canaux de fuite du potassium	94
Canaux ioniques voltage-dépendants	95
Canaux ioniques ligand-dépendants ou chimio-dépendants	96
Canaux ioniques CNG-dépendants (dépendant des nucléosides cycliques)	96
Canaux ioniques à ouverture mécanique	96
5. SPÉCIALISATIONS DE LA MEMBRANE PLASMIQUE	99
Les microvillosités	99
Microvillosités isolées	99
Microvillosités groupées	100
Les stéréocils	102
Structure	102
Disposition des stéréocils des cellules auditives	102
Composition de l'axe des stéréocils	102
Transformation des vibrations sonores en potentiel d'action	103
Spécialisations morphologiques de la membrane plasmique basolatérale	104
Hémidesmosomes	104
Replis de la membrane plasmique basale	104
Jonctions et engrenements des faces latérales	105
6. LA MEMBRANE PLASMIQUE ET LES ÉCHANGES D'INFORMATIONS	108
Les molécules de signalisation intercellulaire	108
Définition	108
Caractères des molécules de signalisation	108
Molécules informatives hydrophiles	109
Molécules informatives hydrophobes	111
Les divers modes de communication intercellulaire	113
Signalisation endocrine	113
Signalisation paracrine	113
Signalisation synaptique	114
Signalisation contact-dépendante	114
Signalisation autocrine	114
Les récepteurs de la membrane plasmique	115
Classification	115
Famille des récepteurs couplés aux protéines G (GPCR)	115
Récepteurs-enzymes	116

Récepteurs couplés aux sphingomyélinases.....	123
Récepteurs des cytokines.....	124
Récepteurs canaux ioniques ligand-dépendants et voltage-dépendants.....	126
Autres récepteurs.....	126

7. LES MOLÉCULES D'ADHÉRENCE CELLULAIRE OU CAM	131
La superfamille des immunoglobulines (Ig-CAM)	132
Définition.....	132
Structure.....	132
Les différents types d'Ig-CAM ou IgSF (superfamille des immunoglobulines)	132
Fonctions.....	133
La superfamille des cadhérines	133
Définition.....	133
Fonctions.....	133
Pathologie.....	135
Les sélectines	135
Définition.....	136
Origine.....	136
Ligands des sélectines.....	136
Fonction.....	136
Les intégrines	137
Définition.....	137
Structure.....	138
Mode de fonctionnement.....	139
Fonctions.....	139

8. LES JONCTIONS INTERCELLULAIRES	142
Définition	142
Classification	143
La forme des jonctions intercellulaires	143
Les jonctions occlusives	144
Définition.....	144
Localisation.....	144
Structure en microscopie électronique.....	144
Contrôle de la jonction occlusive	146
Fonctions.....	147
Pathologie liée aux jonctions occlusives.....	148
Les jonctions d'ancrage	148
Les divers types de jonctions d'ancrage.....	148
Principales classes de protéines des jonctions d'ancrage	148
Jonctions adhérentes.....	148
Desmosomes	151
Les jonctions communicantes	155
Définition.....	155
Structure.....	156
Organisation moléculaire.....	157
Mode de fonctionnement des connexons.....	158
Fonction des jonctions communicantes.....	160
Les complexes de jonction	161
Les hémidesmosomes	161
Définition.....	161
Structure.....	166
9. LE CYTOSQUELETTE	166
Définition	166

Les microfilaments d'actine du cytosquelette	167
Définition	167
Généralités	167
Architecture moléculaire des MF	168
Actine G	168
Polymérisation des MF	169
Dépolymérisation des MF	172
Inhibiteurs de la polymérisation et de la dépolymérisation	172
Localisation des MF	172
Arp associées à l'actine	172
Protéines de liaison de l'actine	173
Faisceaux contractiles	176
Faisceaux serrés	179
Fonction des MF	181
Contrôle extracellulaire du cytosquelette d'actine	189
L'actine des fibres musculaires striées	190
Myofibrilles	190
Myofilaments épais	191
Myofilaments fins	192
Structure des myofibrilles	192
Mécanisme moléculaire de la contraction	194
Les filaments intermédiaires	195
Définition	195
Propriétés	196
Localisation	196
Constitution des filaments intermédiaires	196
Classification	197
Protéines associées aux filaments intermédiaires	201
Les microtubules	202
Définition	202
MT labiles	203
MT stables	203
Composition moléculaire	204
Structure des MT	204
Rapports des microtubules	204
Mécanisme de formation des microtubules	206
Protéines associées aux microtubules	210
Fonctions des microtubules	217
10. LE NOYAU	218
Définition	218
Structure	219
Caractères généraux	219
Variations de forme	219
Variations de volume	220
Variations de position	220
Cellules eucaryotes anucléées	221
La chromatine	221
Définition	221
Structure en microscopie optique	221
Fibres nucléosomiques (fibres chromatiniennes)	228
L'ADN nucléaire	231
Réplication de l'ADN : généralités	232
Réplication de l'ADN de procaryotes	237
Réplication de l'ADN des eucaryotes	237

Familles de protéines qui contrôlent le cycle.....	309
Points de contrôle du cycle cellulaire	312
L'interphase	313
Définition	313
Phase G1	314
Phase G0	320
Phase S	321
Phase G2	323
La phase M	325
Prophase	325
Prométaphase	328
Métaphase	331
Anaphase	334
Télophase	336
Cytodiérèse.....	337
L'apoptose	340
Définition	340
Mort accidentelle et mort programmée.....	340
Déroulement de l'apoptose.....	341
Altérations cellulaires provoquées par l'apoptose.....	341
Caspases : machinerie enzymatique de l'apoptose	342
Voies de la mort cellulaire.....	343
Système de dégradation apoptotique de l'ADN.....	347
Apoptose et cancer.....	348
Apoptose et sida.....	348
13. LES MITOCHONDRIES	352
Définition	353
Structure de la mitochondrie en microscopie optique	353
<i>In vitro</i> , après fixation	354
<i>In vivo</i> après coloration vitale	354
<i>In vivo</i> en microscopie en contraste de phase	355
Structure en ME et constitution biochimique	355
Organisation.....	356
Membrane externe	357
Chambre externe ou espace intermembranaire	358
Membrane interne	362
Matrice mitochondriale	363
Renouvellement des mitochondries	364
Fusion des mitochondries	365
Le génome mitochondrial	365
ADN mitochondrial	365
Gènes mitochondriaux	366
Mitoribosomes	366
Transmission du génome mitochondrial.....	366
Synthèse des protéines d'origine mitochondriale	366
Importation des acides aminés nécessaires aux synthèses.....	367
Synthèse de l'ARNmt.....	367
Activation des acides aminés	367
Formation de la chaîne polypeptidique	367
Cycle des synthèses protéiques.....	368
Importation des protéines dans les mitochondries	368
Signal d'adressage	368
Rôle des chaperonnes.....	369
Complexes d'importation des protéines cytosoliques	369

Distribution et organisation des endosomes	432
Endosomes précoces (ou primaires)	432
Endosomes tardifs	439
Endosomes, carrefour de l'endocytose	443
16. RIBOSOMES ET RÉTICULUM ENDOPLASMIQUE	446
Les ribosomes	446
Définition	446
Forme et structure	447
Constitution et organisation moléculaire	448
Divers sites ribosomiaux	449
Reconstruction spontanée des ribosomes	451
La protéogenèse	451
Définition	451
Schéma général de la synthèse protéique	451
Mécanisme de la traduction	452
Polyribosomes ou polysomes	457
Le réticulum endoplasmique	459
Définition	459
Composition membranaire	459
Asymétrie de la membrane	460
Fonctions du REG	461
Fonction du réticulum endoplasmique lisse	473
Biogenèse du réticulum endoplasmique	478
Transport des molécules du RE à l'appareil de Golgi	479
17. L'APPAREIL DE GOLGI	484
Structure de l'appareil de Golgi	484
Définition	484
Microscopie optique de l'appareil de Golgi	485
Microscopie électronique de l'appareil de Golgi	486
Rôle des microtubules dans l'intégrité de l'appareil de Golgi	489
Localisation de l'appareil de Golgi	489
Stabilisation par les microtubules	489
Le réseau cis de l'appareil de Golgi	489
Le CGN est-il un compartiment intermédiaire ?	489
Structure du CGN	490
Échanges entre RE et CGN	490
Fonction de tri du CGN	491
Les saccules du dictyosome	491
Saccules cis	491
Saccules médians	492
Saccules trans	492
Composition moléculaire des membranes des saccules	493
Le réseau trans de l'appareil de Golgi	493
Structure	493
Constitution biochimique de la membrane du TGN	493
Fonctions du TGN	494
Fonctions de l'appareil de Golgi	494
Transport des protéines issues du RE à travers l'appareil de Golgi	496
Synthèse des glycoprotéines et des protéoglycanes	501
Sulfatation des glycoprotéines et des protéoglycanes	501
Maturation des protéines dans l'appareil de Golgi	502
Fonction de tri	503
Exportation des protéines	503

Assemblage des membranes peroxysomales membranaires.....	539
Importation des protéines peroxysomales dans la matrice.....	539
Polymérisation des protéines dans la matrice.....	541
Biogenèse des peroxysomes	541
Multiplication des peroxysomes.....	541
Activation des gènes PEX.....	541
Variabilité des peroxysomes	543
Variation numérique	543
Variation du contenu enzymatique	543
Fonctions des peroxysomes	543
β -oxydation des acides gras.....	543
α -oxydation des acides gras	543
Début de la synthèse des plasmalogènes.....	544
Métabolisme des purines.....	544
Biosynthèse du cholestérol et des sels biliaires.....	544
Catabolisme des prostaglandines.....	545
Métabolisme des acides aminés.....	545
Métabolisme de la tri-iodothyronine	545
Détoxification de l'éthanol et du méthanol.....	545
Transformation des acides gras en glucose.....	546
Les maladies peroxysomales	546
20. LE CENTRE CELLULAIRE ET LES DÉRIVÉS CENTRIOLAIRES	550
Le centrosome ou MTOC	550
Définition	550
Le centriole.....	551
Matériel péricentriolaire.....	559
Fonction des centrosomes : nucléation des microtubules.....	561
Les cils vibratiles	562
Définition	562
Structure des cils vibratiles.....	562
Battement ciliaire	565
Groupement de cils en bordure ciliaire	569
 RÉPONSES AUX EXERCICES.....	 573
OUVRAGES CONSEILLÉS	595
INDEX.....	597