

# Table des matières

I	UE1	19
1	<b>Chimie organique</b>	<b>21</b>
1.1	<b>F1- Atomistique</b> - L'atome . . . . .	22
1.2	Le photon . . . . .	23
1.3	Cas particuliers de spectres d'émission . . . . .	24
1.4	La mécanique ondulatoire . . . . .	25
1.4.1	Les principaux résultats . . . . .	25
1.4.2	Remarques . . . . .	25
1.4.3	Principe d'incertitude de Heisenberg . . . . .	26
1.4.4	Orbitale atomique . . . . .	26
1.4.5	Les orbitales de l'atome d'hydrogène . . . . .	26
1.5	Le cortège électronique . . . . .	27
1.5.1	Exemple 1 : atome de soufre ( $Z = 16$ ) . . . . .	28
1.5.2	Deux cas particuliers importants. . . . .	29
1.6	Classification périodique des éléments . . . . .	31
1.7	Variations . . . . .	32
1.7.1	Du rayon atomique . . . . .	32
1.7.2	De l'énergie de première ionisation . . . . .	32
1.7.3	De l'affinité électronique . . . . .	32
1.7.4	De l'électronégativité . . . . .	32
1.8	Questions à choix multiples . . . . .	33
1.9	<b>F2 - Édifices moléculaires</b> - Règle de l'octet . . . . .	43
1.10	Quelques édifices classiques . . . . .	43
1.11	Les liaisons covalentes multiples . . . . .	45
1.12	Représentation spatiale : méthode VSEPR . . . . .	45
1.12.1	Les formules "types" VSEPR . . . . .	45
1.12.2	Détermination de la géométrie VSEPR . . . . .	46
1.13	Orbitales moléculaires . . . . .	48
1.13.1	Molécules diatomiques . . . . .	48
1.13.2	Molécules polyatomiques : hybridation . . . . .	52
1.13.3	Retenir . . . . .	55
1.14	Questions à choix multiples . . . . .	56
1.15	<b>F3 - Isomérisation</b> . . . . .	65

1.16	Principales fonctions . . . . .	65
1.16.1	Les alcanes (ou hydrocarbures saturés) : isométrie de squelette seulement. Formule brute : $C_nH_{2n+2}$ . . . . .	65
1.16.2	Les alcènes $C_nH_{2n}$ et alcynes $C_nH_{2n-2}$ . . . . .	67
1.16.3	Les éther-oxydes R-O-R' . . . . .	68
1.16.4	Les alcools R-OH . . . . .	68
1.16.5	Les cétones R-CO-R' . . . . .	68
1.16.6	Les aldéhydes R-CHO . . . . .	69
1.16.7	Les amines . . . . .	69
1.16.8	Les amides . . . . .	70
1.16.9	Les acides carboxyliques R-CO <sub>2</sub> H ou R-COOH . . . . .	70
1.16.10	Les esters R-CO <sub>2</sub> R' . . . . .	71
1.16.11	Cas des molécules polyfonctionnelles . . . . .	71
1.17	Stéréoisométrie . . . . .	72
1.17.1	Chiralité . . . . .	72
1.17.2	Nature physique de la lumière . . . . .	72
1.17.3	Loi de Biot . . . . .	73
1.17.4	Représentation de Fisher . . . . .	73
1.17.5	Nomenclature R,S . . . . .	75
1.17.6	Isométrie de conformation . . . . .	76
1.18	Questions à choix multiples . . . . .	78
1.19	<b>F4 - Effets électroniques</b> - Polarisation de la liaison covalente . . . . .	87
1.20	Effet inductif . . . . .	88
1.20.1	Effet inductif attracteur . . . . .	88
1.20.2	Effet inductif donneur . . . . .	88
1.20.3	Intermédiaires réactionnels . . . . .	89
1.20.4	Groupements inductifs donneurs et attracteurs . . . . .	90
1.21	Effet mésomère . . . . .	91
1.22	Les diverses "causes" de mésomérie . . . . .	92
1.22.1	Deux liaisons $\pi$ séparées par une liaison $\sigma$ . . . . .	92
1.22.2	Un doublet p et une liaison $\pi$ séparés par une liaison sigma . . . . .	93
1.22.3	Deux doublets p séparés par une liaison $\sigma$ . . . . .	93
1.22.4	Un doublet p et une case quantique vide séparés par une liaison $\sigma$ . . . . .	93
1.22.5	Une liaison $\pi$ et une case quantique vide séparés par une liaison $\sigma$ . . . . .	93
1.23	Les règles de la mésomérie . . . . .	93
1.24	Les principaux groupements mésomères . . . . .	94
1.24.1	Groupements mésomères donneurs (+M) . . . . .	94
1.24.2	Groupements mésomères attracteurs (-M) . . . . .	94
1.25	Questions à choix multiples . . . . .	95



2.14.2	Piles . . . . .	162
2.14.3	Potentiel d'électrode . . . . .	163
2.14.4	Aspect quantitatif . . . . .	163
2.15	Nombre d'oxydation . . . . .	165
2.15.1	Définition . . . . .	165
2.15.2	Utilisation des nombres d'oxydation pour l'équilibrage des réactions . . . . .	166
2.16	Questions à choix multiples . . . . .	169
2.17	<b>F8 - pH-métrie</b> - Acides et bases . . . . .	175
2.17.1	Définition d'un acide : . . . . .	175
2.17.2	Définition d'une base : . . . . .	175
2.17.3	Equations bilan : . . . . .	175
2.17.4	Couple acido-basique (ou acide-base) : . . . . .	176
2.17.5	Force d'un acide ou d'une base : . . . . .	176
2.17.6	Constantes d'équilibre et constantes d'acidité : . . . . .	176
2.18	Notion de pH (potentiel hydrogène) . . . . .	178
2.18.1	Définition . . . . .	178
2.18.2	pH de l'eau . . . . .	178
2.18.3	Valeur du pH d'un acide ou d'une base . . . . .	178
2.19	pH des acides et des bases . . . . .	178
2.19.1	Coefficient de dissociation $\alpha$ . . . . .	178
2.19.2	Expression du pH en fonction de $\alpha$ . . . . .	179
2.20	Neutralisation d'un acide par une base forte . . . . .	181
2.20.1	Équivalence . . . . .	181
2.20.2	Demi-équivalence . . . . .	181
2.21	Solutions tampon . . . . .	181
2.21.1	Définition . . . . .	181
2.21.2	Obtention . . . . .	182
2.22	Solutions ampholytes . . . . .	182
2.22.1	Mélange équimolaire d'un acide faible et d'une base faible non conjuguée . . . . .	182
2.22.2	Composé amphotère . . . . .	183
2.23	Questions à choix multiples . . . . .	184
<b>3</b>	<b>Biochimie</b> . . . . .	<b>193</b>
3.1	<b>F9 - Structure des glucides</b> - Oses . . . . .	194
3.1.1	Trioses (oses en C <sub>3</sub> ) . . . . .	194
3.1.2	Pentoses (oses en C <sub>5</sub> ) . . . . .	195
3.1.3	Hexoses (oses en C <sub>6</sub> ) . . . . .	195
3.1.4	Représentation de Haworth . . . . .	197
3.1.5	Dérivés des oses . . . . .	198
3.1.6	Propriété chimiques . . . . .	198
3.2	Osides . . . . .	200
3.2.1	Diholosides . . . . .	200

3.2.2	Polyholosides . . . . .	201
3.2.3	Hétéropolyosides . . . . .	203
3.2.4	Hétérosides . . . . .	203
3.3	Questions à choix multiples . . . . .	205
3.4	<b>F10 - Métabo. glucides</b> - Catabolismes . . . . .	212
3.4.1	Glycolyse anaérobie . . . . .	212
3.4.2	Phase de consommation . . . . .	212
3.4.3	Phase de remboursement . . . . .	215
3.4.4	Fermentation lactique . . . . .	216
3.4.5	Cycle des Cori . . . . .	217
3.4.6	Bilan énergétique . . . . .	217
3.4.7	Cycle de Krebs . . . . .	217
3.4.8	Entrée du pyruvate dans la mitochondrie . . . . .	218
3.4.9	Bilan énergétique . . . . .	221
3.4.10	Glycogénolyse . . . . .	223
3.5	Anabolismes . . . . .	224
3.5.1	Glycogénogénèse . . . . .	224
3.5.2	Néoglucogénèse . . . . .	225
3.6	Régulation du métabolisme glucidique . . . . .	227
3.7	Questions à choix multiples . . . . .	228
3.8	<b>F11 - Structure lipides</b> - Les acides gras . . . . .	236
3.8.1	Acides gras saturés . . . . .	236
3.8.2	Acides gras insaturés . . . . .	236
3.9	Les glycérolipides . . . . .	240
3.9.1	Glycérides . . . . .	240
3.9.2	Glycérophospholipides . . . . .	241
3.10	Les sphingolipides . . . . .	244
3.11	Les stéroïdes . . . . .	245
3.11.1	Le cholestérol . . . . .	245
3.11.2	Les acides biliaires . . . . .	246
3.11.3	Les dérivés stéroïdes . . . . .	248
3.11.4	Les vitamines terpéniques . . . . .	250
3.12	Les lipoprotéines . . . . .	251
3.12.1	Les chylomicrons . . . . .	251
3.12.2	Les VLDL (very low density lipoprotein) . . . . .	252
3.12.3	Les LDL (low density lipoprotein) . . . . .	252
3.12.4	Les HDL (high density lipoprotein) . . . . .	253
3.12.5	Deux caractéristiques physiques . . . . .	253
3.13	Questions à choix multiples . . . . .	254
3.14	<b>F12 - Métabolisme lipidique</b> - Catabolismes . . . . .	261
3.14.1	Lipolyse . . . . .	261
3.14.2	$\beta$ -oxydation . . . . .	261
3.15	Anabolismes . . . . .	263
3.15.1	Synthèse des acides gras . . . . .	263

3.15.2	Cétogénèse . . . . .	265
3.15.3	En cas d'excès de glucose . . . . .	265
3.15.4	En cas de manque de glucose . . . . .	265
3.16	Questions à choix multiples . . . . .	268
3.17	<b>F13 - AA et protéines</b> - Généralités . . . . .	276
3.18	Les acides aminés (protéiques) . . . . .	276
3.19	Acides aminés aliphatiques hydrophobes . . . . .	277
3.20	Acides aminés alcools . . . . .	277
3.20.1	Propriétés biologiques : . . . . .	277
3.20.2	Propriétés chimiques . . . . .	278
3.21	Acides aminés soufrés . . . . .	278
3.22	Acides aminés acides . . . . .	279
3.23	Acides aminés amides . . . . .	279
3.24	Acides aminés basiques . . . . .	280
3.25	Acides aminés aromatiques . . . . .	281
3.26	Propriétés physiques des acides aminés . . . . .	282
3.26.1	Polarité . . . . .	282
3.26.2	Acides aminés apolaires . . . . .	282
3.26.3	Acides aminés polaires non chargés. . . . .	282
3.26.4	Acides aminés polaires chargés. . . . .	282
3.26.5	Acides aminés essentiels . . . . .	282
3.26.6	Propriétés électriques . . . . .	282
3.27	Les peptides . . . . .	284
3.28	Structure primaire . . . . .	285
3.28.1	Définition . . . . .	285
3.28.2	Détermination de la séquence . . . . .	285
3.28.3	Identification des acides aminés . . . . .	286
3.29	Structure secondaire . . . . .	287
3.29.1	La liaison (ou pont) hydrogène . . . . .	287
3.29.2	Hélices $\alpha$ . . . . .	287
3.29.3	Feuillets $\beta$ . . . . .	288
3.29.4	Autres structures secondaires . . . . .	288
3.29.5	Super structures secondaires . . . . .	289
3.30	Structure tertiaire . . . . .	289
3.31	Structure quaternaire . . . . .	290
3.32	Propriétés physico-chimiques des protéines . . . . .	290
3.32.1	pH isoélectrique . . . . .	290
3.32.2	Solubilité . . . . .	291
3.32.3	Dénaturation des protéines . . . . .	291
3.32.4	Détermination du poids moléculaire . . . . .	292
3.33	Questions à choix multiples . . . . .	294
3.34	<b>F14 - Catabolisme des acides aminés</b> . . . . .	305
3.35	<b>F15 - Enzymologie</b> : généralités . . . . .	307
3.35.1	Mode d'action . . . . .	307

3.35.2	Site actif . . . . .	308
3.36	Co-enzymes . . . . .	309
3.37	Cinétique michaelienne . . . . .	309
3.37.1	Concentration [S] de substrat donnée . . . . .	310
3.37.2	Concentration [S] de substrat variable . . . . .	310
3.37.3	Courbe de Michaelis-Menten . . . . .	311
3.37.4	Droite de Lineweaver-Burk . . . . .	312
3.37.5	Inhibiteurs chimiques . . . . .	313
3.37.6	Enzymes allostériques . . . . .	313
3.38	Effecteurs allostériques . . . . .	314
3.39	Questions à choix multiples . . . . .	316
3.40	<b>F16 - Acides nucléiques - ADN</b> . . . . .	326
3.40.1	Généralités . . . . .	326
3.40.2	Structure primaire de l'ADN . . . . .	326
3.40.3	Structure secondaire . . . . .	328
3.40.4	Structure tertiaire . . . . .	329
3.40.5	Métabolisme des nucléotides . . . . .	330
3.41	Réplication de l'ADN . . . . .	330
3.42	Transcription : ARN . . . . .	334
3.42.1	Structure générale . . . . .	334
3.42.2	Survol de la transcription . . . . .	334
3.42.3	Les différents types d'ARNs . . . . .	334
3.42.4	Les ARNr . . . . .	334
3.42.5	Les ARNt (ou ARN 4S) . . . . .	336
3.42.6	Les ARNm . . . . .	336
3.43	Survol de la traduction . . . . .	341
3.43.1	Le code génétique . . . . .	341
3.43.2	Activation des acides aminés . . . . .	342
3.43.3	Initiation . . . . .	342
3.43.4	Élongation . . . . .	342
3.43.5	Terminaison . . . . .	343
3.44	Questions à choix multiples . . . . .	344

## II UE2

351

### 4 Biologie cellulaire

353

4.1	<b>F17 - Le noyau interphasique - Généralités</b> . . . . .	354
4.2	Le cycle cellulaire . . . . .	354
4.3	La structure du noyau : vue générale . . . . .	354
4.3.1	L'enveloppe limitante . . . . .	354
4.3.2	L'intérieur du noyau . . . . .	354
4.4	La structure du noyau : vue détaillée . . . . .	355
4.4.1	Le matériel génétique . . . . .	355

4.4.2	Compaction de la chromatine : les différentes étapes	356
4.4.3	Réplication et transcription	359
4.4.4	Le nucléole	359
4.4.5	L'enveloppe nucléaire	362
4.4.6	Les pores	363
4.5	La machinerie d'importation-exportation	363
4.5.1	Les protéines	363
4.5.2	Les ARNm	366
4.6	La lamina	366
4.6.1	Rôle structural	366
4.6.2	Rôle fonctionnel	366
4.6.3	Ultrastructure de la lamina	366
4.7	Questions à choix multiples	367
4.8	<b>F18 - La membrane plasmique</b>	377
4.8.1	Constitution	377
4.8.2	Architecture	379
4.9	Les transports membranaires	381
4.9.1	Les transports passifs	381
4.9.2	Les transports actifs	385
4.10	Questions à choix multiples	387
4.11	<b>F19 - Le cytosquelette</b> - Présentation générale	397
4.11.1	Un rôle structural :	397
4.11.2	Un rôle dans la motilité	397
4.12	Les microfilaments	397
4.12.1	Structure et assemblage	397
4.12.2	Les différentes fonctions des réseaux et faisceaux de microfilaments	401
4.13	Les microtubules	403
4.13.1	Structure et assemblage	403
4.14	Les filaments intermédiaires	406
4.14.1	Structure et assemblage	406
4.15	Questions à choix multiples	409
4.16	<b>F20 - Synthèse et trafic protéiques</b>	419
4.16.1	Présence d'une séquence signal	419
4.16.2	Absence d'une séquence signal	420
4.17	Voie réticulaire et glycosylation primaire	420
4.17.1	Prise en charge du ribosome vers le réticulum	420
4.17.2	Progression à travers la membrane du réticulum	420
4.17.3	Glycosylation primaire	421
4.17.4	Contrôle qualité	422
4.18	Maturation des protéines : partie golgienne	422
4.18.1	Le complexe golgien	422
4.18.2	La N-glycosylation secondaire	422
4.19	La O-glycosylation	423



4.20	Les voies de sécrétion et la voie lysosomale . . . . .	424
4.20.1	La formation des deux types de manteaux . . . . .	424
4.20.2	Les voies de sécrétion . . . . .	426
4.20.3	La fusion avec le compartiment accepteur . . . . .	426
4.20.4	La voie lysosomale . . . . .	430
4.21	Synthèse des lipides . . . . .	432
4.21.1	La synthèse du cholestérol . . . . .	432
4.21.2	La synthèse des hormones stéroïdes . . . . .	432
4.21.3	La synthèse des phospholipides . . . . .	432
4.22	Questions à choix multiples . . . . .	434
4.23	<b>F21 - La mitochondrie</b> - Structure et fonctions . . . . .	444
4.23.1	Fonctions . . . . .	444
4.23.2	Structure et organisation . . . . .	444
4.24	La production d'énergie : généralités . . . . .	445
4.24.1	Cas des procaryotes . . . . .	445
4.24.2	Cas des eucaryotes . . . . .	446
4.25	L'oxydo-réduction . . . . .	446
4.26	Le couplage chimio-osmotique . . . . .	447
4.26.1	En milieu anaérobie : la glycolyse. . . . .	447
4.26.2	En milieu aérobie : le cycle de Krebs et la phospho- rylation oxydative. . . . .	447
4.27	Les étapes de la phosphorylation oxydative . . . . .	448
4.27.1	À partir de NADH . . . . .	449
4.27.2	À partir de FADH <sub>2</sub> . . . . .	449
4.28	La production d'ATP par l'ATP synthase . . . . .	450
4.29	Poisons et agents découplants . . . . .	451
4.29.1	Agents découplants . . . . .	451
4.29.2	Les poisons . . . . .	451
4.29.3	Le contrôle respiratoire . . . . .	452
4.30	Questions à choix multiples . . . . .	453
4.31	<b>F22 - Cycle cellulaire</b> -Phosphorylations. . . . .	460
4.31.1	Le groupement phosphate . . . . .	460
4.31.2	Enzymes phosphorylantes . . . . .	461
4.31.3	Enzymes déphosphorylantes . . . . .	461
4.31.4	Récapitulation . . . . .	461
4.32	Les protéines G . . . . .	462
4.32.1	Les protéines G monomériques (Ras, Ran, Rab, Arf, Rho,...) . . . . .	463
4.32.2	Les protéines G hétérotrimériques . . . . .	464
4.33	Cdk et cyclines . . . . .	465
4.33.1	Les Cdk : Cyclin-dépendant kinases . . . . .	466
4.33.2	Les CKI (inhibiteurs des Cdk). . . . .	467
4.34	Le déroulement du cycle . . . . .	467
4.34.1	Les différentes phases . . . . .	467

4.34.2	Le déclenchement du cycle . . . . .	468
4.34.3	Sénescence . . . . .	468
4.35	Contrôle moléculaire des phases du cycle . . . . .	468
4.35.1	Les associations Cycline-Cdk . . . . .	468
4.35.2	Mode de fonctionnement de ces associations et régulation . . . . .	469
4.36	Les phases du cycle . . . . .	470
4.36.1	La phase G <sub>1</sub> . . . . .	470
4.36.2	La phase S . . . . .	472
4.36.3	La phase G <sub>2</sub> . . . . .	474
4.36.4	La phase M = Mitose . . . . .	475
4.37	Questions à choix multiples . . . . .	482
4.38	<b>F23 - L'apoptose</b> - Un phénomène physiologique . . . . .	490
4.38.1	Les divers domaines d'intervention . . . . .	490
4.39	Comparaison apoptose / nécrose . . . . .	491
4.39.1	Apoptose = processus actif . . . . .	491
4.39.2	Nécrose = processus passif . . . . .	491
4.40	La machinerie moléculaire de l'apoptose . . . . .	491
4.40.1	La voie des récepteurs de mort . . . . .	491
4.40.2	La voie mitochondriale . . . . .	493
4.40.3	Analogies C-elegans/Homme . . . . .	494
4.41	Télomères et vieillissement . . . . .	495
4.41.1	Les télomères . . . . .	495
4.41.2	ATM . . . . .	495
4.41.3	La télomérase . . . . .	496
4.41.4	Intérêt de ce système . . . . .	496
4.42	Questions à choix multiples . . . . .	497
<b>5</b>	<b>Histologie</b> . . . . .	<b>505</b>
5.1	<b>F24 - Généralités</b> : Introduction . . . . .	506
5.2	Les cellules d'un tissu . . . . .	506
5.2.1	Le tissu épithélial . . . . .	507
5.2.2	le tissu conjonctif . . . . .	507
5.2.3	Le tissu musculaire . . . . .	507
5.2.4	Le tissu nerveux . . . . .	508
5.2.5	Les cellules libres . . . . .	508
5.2.6	Les cellules de la lignée germinale . . . . .	508
5.3	La matrice extra-cellulaire . . . . .	508
5.3.1	Généralités . . . . .	508
5.3.2	Fonctions . . . . .	509
5.3.3	Les molécules fibreuses de la MEC . . . . .	509
5.3.4	Les polysaccharides . . . . .	510
5.3.5	Le cas particulier de la membrane basale . . . . .	511
5.4	Les molécules d'adhérence . . . . .	512

5.4.1	Généralités . . . . .	512
5.4.2	Jonction cellule/cellule . . . . .	513
5.4.3	Les jonctions cellule/matrice . . . . .	514
5.5	<b>F25 - Épithéliums</b> : propriétés générales . . . . .	516
5.5.1	Les filaments intermédiaires . . . . .	516
5.5.2	Polarité des cellules épithéliales . . . . .	516
5.5.3	Autre classification . . . . .	518
5.6	Les épithéliums de revêtement . . . . .	519
5.7	Questions à choix multiples . . . . .	522
5.8	<b>F26 - Tissus conjonctifs</b> - Les tissus communs (TCC) . . . . .	534
5.8.1	Tissus conjonctifs communs lâches (TCCL) . . . . .	534
5.8.2	Tissus conjonctifs communs denses . . . . .	536
5.9	Les tissus conjonctifs spécialisés . . . . .	536
5.9.1	Tissu adipeux . . . . .	536
5.9.2	Tissu cartilagineux . . . . .	538
5.9.3	Tissu osseux . . . . .	540
5.9.4	Les cellules du tissu osseux et la MEC environnante . . . . .	542
5.9.5	Ostéogénèse . . . . .	544
5.9.6	Le remodelage osseux . . . . .	545
5.9.7	Évolution du capital osseux . . . . .	547
5.10	Questions à choix multiples . . . . .	548
5.11	<b>F27 - Tissu musculaire</b> - Le MSS . . . . .	568
5.11.1	La fibre musculaire (= myocyte) . . . . .	568
5.11.2	Ultrastructure du sarcomère . . . . .	568
5.11.3	Organisation interne des myofibrilles . . . . .	570
5.11.4	Les tubules T . . . . .	571
5.11.5	La contraction musculaire . . . . .	571
5.12	Le muscle strié cardiaque . . . . .	572
5.13	Le muscle lisse . . . . .	572
5.14	Questions à choix multiples . . . . .	574
5.15	<b>F28 - Tissu nerveux</b> - Les neurones . . . . .	581
5.15.1	Disposition des neurites . . . . .	582
5.15.2	Morphologie des noyaux . . . . .	582
5.16	Ultra-structure . . . . .	583
5.16.1	Transport du matériel . . . . .	584
5.17	Propagation des potentiels d'action . . . . .	584
5.17.1	Dans les axones . . . . .	584
5.17.2	Les synapses . . . . .	585
5.17.3	Les différents types de vésicules . . . . .	586
5.18	Cellules gliales (= névroglie) . . . . .	587
5.18.1	Cellules gliales du SNC . . . . .	587
5.18.2	Cellules gliales du SNP . . . . .	587
5.18.3	Organisation spatiale de la gaine de myéline des CS . . . . .	588
5.19	Questions à choix multiples . . . . .	590

<b>6 Embryologie humaine</b>	<b>597</b>
6.1 <b>F29 - La méiose</b> - Les cellules germinales . . . . .	598
6.2 La méiose . . . . .	598
6.2.1 Méiose I . . . . .	598
6.2.2 Méiose II . . . . .	600
6.3 <b>F30 - Spermatogénèse</b> - L'odyssée des gamètes mâles . . . . .	602
6.3.1 Les testicules et leurs prolongements . . . . .	602
6.3.2 Tubes séminifères : les cellules de Sertoli . . . . .	602
6.3.3 Les cellules de Leydig . . . . .	603
6.4 La spermatogénèse . . . . .	603
6.5 <b>F31 - Ovogénèse et folliculogénèse</b> - Les ovaires et la folliculogénèse . . . . .	605
6.5.1 Les follicules primordiaux . . . . .	605
6.5.2 Le follicule primaire . . . . .	605
6.5.3 Le follicule secondaire . . . . .	605
6.5.4 Le follicule tertiaire . . . . .	605
6.5.5 Le follicule de De Graaf . . . . .	606
6.6 L'ovogénèse . . . . .	606
6.6.1 Période foetale . . . . .	606
6.6.2 À la naissance . . . . .	606
6.6.3 De la naissance à la puberté . . . . .	607
6.6.4 De la puberté à la ménopause : cycles menstruels (cycles ovariens) . . . . .	607
6.6.5 Action hormonale au cours du cycle menstruel . . . . .	607
6.7 Questions à choix multiples . . . . .	609
6.8 <b>F32 - Fécondation</b> - Préambule . . . . .	618
6.9 Le périple du spermatozoïde . . . . .	618
6.9.1 Du vagin à l'utérus . . . . .	618
6.9.2 De l'utérus à l'ampoule . . . . .	619
6.9.3 Période de fécondabilité . . . . .	619
6.10 La capacitation . . . . .	620
6.10.1 Lieu de la capacitation . . . . .	620
6.10.2 Les événements . . . . .	620
6.10.3 Remarques . . . . .	621
6.10.4 1 <sup>ère</sup> action : la traversée du cumulus . . . . .	621
6.11 La réaction acrosomique . . . . .	621
6.11.1 Structure de la zone pellucide . . . . .	622
6.11.2 Fixation primaire . . . . .	622
6.11.3 La réaction acrosomique . . . . .	623
6.11.4 La fixation secondaire à la zone pellucide . . . . .	623
6.11.5 Traversée de la ZP . . . . .	625
6.12 Fusion avec la membrane ovocytaire . . . . .	625
6.13 Entrée du spermatozoïde : conséquences . . . . .	627
6.13.1 Activation de l'ovocyte . . . . .	627

6.13.2	Fin de la méiose . . . . .	627
6.13.3	Formation des pronuclei . . . . .	628
6.13.4	La syngamie . . . . .	628
6.14	Questions à choix multiples . . . . .	630
<b>III</b>	<b>UE3</b>	<b>647</b>
<b>7</b>	<b>Physique</b>	<b>649</b>
7.1	<b>F33 - Dynamique</b> - Cinématique du point . . . . .	650
7.1.1	Vecteur espace . . . . .	650
7.1.2	Vecteur vitesse . . . . .	650
7.1.3	Vecteur accélération . . . . .	650
7.2	Cinétique et dynamique . . . . .	651
7.2.1	Cinétique . . . . .	651
7.2.2	Dynamique . . . . .	652
7.3	Énergétique . . . . .	653
7.3.1	Travail d'une force . . . . .	653
7.3.2	Énergies cinétique, potentielle et mécanique . . . . .	653
7.4	Questions à choix multiples . . . . .	655
7.5	<b>F34 - Mécanique des fluides</b> - Notion de pression . . . . .	671
7.5.1	Définition . . . . .	671
7.5.2	Unités . . . . .	671
7.5.3	Pression au sein d'un fluide . . . . .	672
7.6	Statique des fluides . . . . .	672
7.6.1	Théorème de Pascal . . . . .	672
7.6.2	Conséquences et applications . . . . .	672
7.7	Dynamique des fluides . . . . .	673
7.7.1	Lignes et tubes de courant de courant . . . . .	673
7.7.2	Régimes d'écoulement . . . . .	673
7.7.3	Conservation du débit . . . . .	673
7.7.4	Charge . . . . .	675
7.7.5	Fluides parfaits . . . . .	675
7.7.6	Fluides visqueux . . . . .	676
7.7.7	Fluides newtoniens . . . . .	677
7.8	Quelques aspects physiologiques . . . . .	678
7.8.1	Sténose . . . . .	678
7.8.2	Anévrisme . . . . .	679
7.9	Questions à choix multiples . . . . .	680
7.10	<b>F35 - Électrostatique</b> - Champs et potentiels (charges sources) . . . . .	687
7.10.1	Champ Coulombien . . . . .	687
7.10.2	Potentiel Coulombien . . . . .	687
7.11	Forces et énergies potentielle (interactions) . . . . .	688

7.11.1	Force exercée par une charge source $q$ sur une charge d'épreuve $q'$ . . . . .	688
7.11.2	Énergie potentielle entre deux charges $q$ et $q'$ séparées par une distance $r$ . . . . .	688
7.12	Lien entre champ et force . . . . .	688
7.13	Potentiel et énergie potentielle . . . . .	689
7.14	Dipôle électrique . . . . .	689
7.14.1	Définition . . . . .	689
7.14.2	Moment dipolaire . . . . .	689
7.14.3	Remarque . . . . .	689
7.14.4	Potentiel créé à une distance $r$ grande devant $a$ . . . . .	689
7.14.5	Champ créé à une distance $r$ très grande devant $a$ . . . . .	690
7.15	Énergie potentielle dipôle-champ . . . . .	691
7.16	Questions à choix multiples . . . . .	692
7.17	<b>F36 - Magnétisme</b> - Loi de Biot et Savart . . . . .	711
7.18	Fil infiniment long . . . . .	711
7.19	Spire unique parcourue par un courant . . . . .	712
7.20	Champ à l'intérieur d'un solénoïde infiniment long . . . . .	713
7.21	Forces électromagnétiques . . . . .	714
7.22	Questions à choix multiples . . . . .	716
7.23	<b>F37 - IRM</b> - Succession des événements . . . . .	731
7.24	Les moments magnétiques élémentaires . . . . .	731
7.25	Aspects énergétiques . . . . .	733
7.26	Intervention de $B_1$ : bascule . . . . .	733
7.27	La relaxation . . . . .	734
7.27.1	La relaxation de $M_z$ . . . . .	734
7.27.2	La relaxation de $M_t$ . . . . .	734
7.28	Le signal RMN . . . . .	736
7.28.1	Aspects techniques . . . . .	736
7.28.2	Les gradients de champ . . . . .	736
7.28.3	L'écho de spin . . . . .	737
7.28.4	Le temps de répétition . . . . .	737
7.29	Pondération . . . . .	737
7.30	Questions à choix multiples . . . . .	740
7.31	<b>F38 - Optique</b> - Nature physique de la lumière . . . . .	750
7.32	Nature géométrique de la lumière . . . . .	751
7.33	Dioptries . . . . .	751
7.33.1	Dioptries plan : lois de Descartes . . . . .	751
7.33.2	Dioptries sphériques et lentilles . . . . .	752
7.34	Questions à choix multiples . . . . .	754

<b>8 Biophysique</b>	<b>765</b>
8.1 <b>F39 - Radioactivité</b> - Équivalence masse-énergie . . . . .	766
8.1.1 Unités . . . . .	766
8.1.2 Lois de conservation des réactions nucléaires . . . . .	766
8.1.3 Défaut de masse . . . . .	767
8.1.4 Stabilité d'un noyau : radioactivité . . . . .	767
8.1.5 Définitions . . . . .	768
8.2 Aspects énergétiques . . . . .	768
8.3 Capture électronique . . . . .	768
8.4 Spectres . . . . .	769
8.5 Loi de décroissance radioactive . . . . .	771
8.5.1 Période ou demi-vie . . . . .	771
8.5.2 Activité d'une masse m radioactive . . . . .	772
8.6 Questions à choix multiples . . . . .	773
8.7 <b>F40 - Interactions rayons - matière</b> . . . . .	783
8.8 Interactions des photons avec la matière . . . . .	784
8.8.1 Définitions énergétiques . . . . .	784
8.8.2 Différentes géométries de faisceaux de photons . . . . .	786
8.8.3 Les différents types d'interaction d'un photon avec la matière . . . . .	787
8.8.4 Atténuation d'un faisceau de photons à la traversée de la matière . . . . .	790
8.9 Questions à choix multiples . . . . .	792
8.10 <b>F41 - Rayons X</b> - Rayonnement de freinage . . . . .	804
8.10.1 Le principe physique . . . . .	804
8.10.2 Spectre du bremsstrahlung . . . . .	805
8.11 Production de rayons X . . . . .	806
8.11.1 Le dispositif expérimental : tube de Coolidge . . . . .	806
8.11.2 Le fonctionnement . . . . .	807
8.11.3 Les rayons X du rayonnement de freinage . . . . .	807
8.11.4 Les rayons X d'excitation-déexcitation . . . . .	807
8.11.5 Puissance du tube . . . . .	808
8.11.6 Rendement du tube . . . . .	808
8.12 Questions à choix multiples . . . . .	809
8.13 <b>F42 - Dosimétrie</b> - Les objectifs . . . . .	819
8.13.1 Aspect physique . . . . .	819
8.13.2 Effets biologiques . . . . .	819
8.13.3 Le public concerné . . . . .	819
8.14 La dose absorbée . . . . .	819
8.14.1 Définition . . . . .	820
8.14.2 Unité internationale . . . . .	820
8.14.3 Débit de dose . . . . .	820
8.14.4 Calcul pratique . . . . .	820
8.15 Période effective . . . . .	822

8.15.1	Cas d'une irradiation externe . . . . .	822
8.15.2	Cas d'une irradiation interne . . . . .	823
8.16	Doses équivalente et effective . . . . .	823
8.16.1	Définition : dose équivalente . . . . .	823
8.16.2	Unité . . . . .	823
8.16.3	Définition : dose efficace . . . . .	824
8.16.4	Unité . . . . .	824
8.17	Conclusion . . . . .	824
8.18	Questions à choix multiples . . . . .	825
8.19	<b>F43 - Solutions aqueuses</b> - Dissolution dans l'eau . . . . .	837
8.20	Electrolytes et non électrolytes . . . . .	837
8.21	Définitions . . . . .	838
8.22	Soluté unique . . . . .	838
8.23	Mélanges . . . . .	838
8.24	Quelques exemples . . . . .	838
8.25	Le contenu en eau . . . . .	841
8.25.1	L'eau et le corps humain . . . . .	841
8.25.2	Les compartiments de l'organisme . . . . .	842
8.25.3	Mesure des volumes des compartiments . . . . .	842
8.26	La cryoscopie . . . . .	843
8.26.1	Le phénomène physique . . . . .	843
8.26.2	La loi de la cryoscopie de Raoult . . . . .	843
8.27	Questions à choix multiples . . . . .	845
8.28	<b>F44 - Transports membranaires</b> - Diffusion . . . . .	856
8.28.1	Diffusion libre . . . . .	856
8.28.2	Dialyse . . . . .	856
8.29	Définitions . . . . .	856
8.29.1	Débit . . . . .	856
8.29.2	Flux molaire . . . . .	857
8.29.3	Loi de Fick . . . . .	857
8.30	Dialyse : calculs pratiques . . . . .	857
8.31	Osmose : loi de Van't Hoff . . . . .	858
8.31.1	Le phénomène physique . . . . .	858
8.31.2	Aspects biologiques . . . . .	859
8.31.3	Aspects physiologiques . . . . .	859
8.32	Équilibre de Gibbs-Donnan . . . . .	861
8.33	Questions à choix multiples . . . . .	864

#### IV UE4 879

#### 9 Probabilités 881

9.1	<b>F45 - Analyse combinatoire</b> - Factorielle d'un entier . . . . .	882
9.2	Permutations . . . . .	882



9.3	Combinaisons . . . . .	882
9.4	Arrangements . . . . .	883
9.5	p-listes . . . . .	883
9.6	Calcul sur les cardinaux (nombre d'éléments d'un ensemble fini) . . . . .	883
9.7	Questions à choix multiples . . . . .	884
9.8	<b>Fiche 46 : Événements et probabilités</b> . . . . .	893
9.9	Événements . . . . .	893
9.10	Probabilités . . . . .	894
9.11	Propriétés et théorèmes . . . . .	894
9.12	Probabilité conditionnelle . . . . .	894
9.13	Questions à choix multiples . . . . .	896
9.14	<b>F47 - Variables aléatoires discrètes</b> - Définitions et propriétés . . . . .	911
9.15	Les principales lois discrètes . . . . .	912
9.16	Lois conjointes . . . . .	912
9.17	Questions à choix multiples . . . . .	914
9.18	<b>F48 - Lois continues</b> - Généralités . . . . .	926
9.19	Exemples fondamentaux de lois continues . . . . .	927
9.20	Une formule utile . . . . .	927
9.21	Théorème . . . . .	927
9.22	Courbes à bien connaître . . . . .	929
9.23	Questions à choix multiples . . . . .	930
<b>10</b>	<b>Statistiques</b> . . . . .	<b>949</b>
10.1	<b>F49 - Statistiques descriptives</b> - Définitions I . . . . .	950
10.2	Définitions II . . . . .	950
10.3	Définitions III : variable quantitative . . . . .	950
10.3.1	Variable discrète finie . . . . .	950
10.3.2	Variable discrète infinie . . . . .	951
10.3.3	Variable continue . . . . .	951
10.3.4	Remarques . . . . .	951
10.4	Lois conjointes . . . . .	952
10.5	Questions à choix multiples . . . . .	953
10.6	<b>F50 - Estimation</b> - Le problème . . . . .	964
10.7	Estimation ponctuelle . . . . .	965
10.8	Théorème de la limite centrale (TCL) . . . . .	965
10.9	Intervalles de confiance au risque $\alpha$ . . . . .	966
10.10	Questions à choix multiples . . . . .	967
10.11	<b>F51 - Tests</b> - Intervalle de pari (ou de fluctuation) . . . . .	983
10.12	Degré (ou niveau) de signification . . . . .	985
10.13	Les erreurs et la puissance . . . . .	985
10.14	Les principales statistiques de test . . . . .	987
10.15	Le test du $\chi^2$ . . . . .	988

10.16	Questions à choix multiples . . . . .	990
10.17	<b>F52 - Épidémiologie</b> - Études observationnelles . . . . .	1007
	10.17.1 Études descriptives . . . . .	1007
	10.17.2 Études analytiques . . . . .	1008
	10.17.3 Enquêtes évaluatives . . . . .	1010
10.18	Études expérimentales . . . . .	1010
10.19	Tests diagnostiques : outils . . . . .	1012
10.20	Tests diagnostiques : courbes ROC . . . . .	1013
10.21	Questions à choix multiples . . . . .	1015
10.22	<b>F53 - Fonction de répartition de la loi N(0,1)</b> . . . . .	1028
10.23	Table de l'écart-réduit . . . . .	1030
10.24	Table du $\chi^2$ . . . . .	1031
10.25	Table t de Student . . . . .	1032