

Table des matières

I	UE1	23
1	Chimie organique	25
1.1	L'atome	26
1.2	Le photon	27
1.3	Cas particuliers de spectres d'émission	28
1.4	La mécanique ondulatoire	29
1.4.1	Les principaux résultats	29
1.4.2	Remarques	29
1.4.3	Principe d'incertitude de Heisenberg	30
1.4.4	Orbitale atomique	30
1.4.5	Les orbitales de l'atome d'hydrogène	30
1.5	Le cortège électronique	31
1.5.1	Exemple 1 : atome de soufre ($Z = 16$)	32
1.5.2	2 cas particuliers importants (exceptions à connaître).	33
1.6	Classification périodique des éléments	35
1.7	Variations	36
1.7.1	Du rayon atomique	36
1.7.2	De l'énergie de première ionisation	36
1.7.3	De l'affinité électronique	36
1.7.4	De l'électronégativité	36
1.8	Questions à choix multiples	37
1.9	Règle de l'octet	47
1.10	Quelques édifices classiques	47
1.11	Les liaisons covalentes multiples	49
1.12	Représentation spatiale : méthode VSEPR	49
1.12.1	Les formules "types" VSEPR	49
1.12.2	Détermination de la géométrie VSEPR	50
1.13	Orbitales moléculaires	52
1.13.1	Molécules diatomiques	52
1.13.2	Molécules polyatomiques : hybridation	55
1.13.3	Retenir	58
1.14	Questions à choix multiples	59
1.15	L'isomérie	67

1.16	Principales fonctions	67
1.16.1	Les alcanes (ou hydrocarbures saturés) : isomérisation de squelette seulement. Formule brute : C_nH_{2n+2}	67
1.16.2	Les alcènes C_nH_{2n} et alcynes C_nH_{2n-2}	69
1.16.3	Les éther-oxydes R-O-R'	70
1.16.4	Les alcools R-OH	70
1.16.5	Les cétones R-CO-R'	70
1.16.6	Les aldéhydes R-CHO	71
1.16.7	Les amines	71
1.16.8	Les amides	72
1.16.9	Les acides carboxyliques R-CO ₂ H ou R-COOH	72
1.16.10	Les esters R-CO ₂ R'	73
1.16.11	Cas des molécules polyfonctionnelles	73
1.17	Stéréoisomérisation	74
1.17.1	Chiralité	74
1.17.2	Nature physique de la lumière	74
1.17.3	Loi de Biot	75
1.17.4	Représentation de Fisher	75
1.17.5	Nomenclature R,S	77
1.17.6	Isomérisation de conformation	78
1.18	Questions à choix multiples	80
1.19	Polarisation de la liaison covalente	89
1.20	Effet inductif	90
1.20.1	Effet inductif attracteur	90
1.20.2	Effet inductif donneur	90
1.20.3	Intermédiaires réactionnels	91
1.20.4	Groupements inductifs donneurs et attracteurs	92
1.21	Effet mésomère	93
1.22	Les diverses "causes" de mésomérisation	94
1.22.1	Deux liaisons π séparées par une liaison σ	94
1.22.2	Un doublet p et une liaison π séparés par une liaison sigma	95
1.22.3	Deux doublets p séparés par une liaison σ	95
1.22.4	Un doublet p et une case quantique vide séparés par une liaison σ	95
1.22.5	Une liaison π et une case quantique vide séparés par une liaison σ	95
1.23	Les règles de la mésomérisation	95
1.24	Les principaux groupements mésomères	96
1.24.1	Groupements mésomères donneurs (+M)	96
1.24.2	Groupements mésomères attracteurs (-M)	96
1.25	Questions à choix multiples	97

2 Chimie générale	109
2.1 Préliminaires	110
2.2 Le premier principe	110
2.2.1 Énoncé	110
2.2.2 Calcul de δW (mécanique exclusivement)	112
2.2.3 Quelques cas particuliers	113
2.2.4 Calcul de δQ	114
2.2.5 Calcul de ΔU dans quelques cas fréquents	114
2.2.6 Enthalpie	115
2.2.7 Relation entre Q_p et Q_v :	116
2.2.8 Calcul des variations d'enthalpie	117
2.3 Le deuxième principe	120
2.3.1 Entropie = évolution	120
2.3.2 Enthalpie libre	122
2.3.3 Applications à l'étude des réactions chimiques	122
2.4 Questions à choix multiples	128
2.5 Généralités	139
2.5.1 Définitions qualitatives	139
2.5.2 Les mécanismes réactionnels	139
2.5.3 Les divers paramètres cinétiques	140
2.6 Vitesse de réaction	141
2.7 Cinétique d'ordre 1	141
2.7.1 Équation d'évolution	141
2.7.2 Temps de demi-réaction	142
2.8 Cinétique d'ordre 2	142
2.8.1 Équation d'évolution	142
2.8.2 Temps de demi-réaction	143
2.9 Autres cas se ramenant aux cas précédents	143
2.9.1 Dégénérescence de l'ordre	143
2.10 Variation avec T : loi d'Arrhénius	144
2.11 Questions à choix multiples	145
2.12 Définitions	158
2.12.1 Oxydants et réducteurs	158
2.12.2 Oxydation et réduction	158
2.12.3 Exemples	158
2.12.4 Couples redox	158
2.12.5 Réactions redox en général	159
2.13 Équilibrage d'une réaction redox	159
2.13.1 Équilibrage pour le couple ion permanganate/ion manganèse	160
2.13.2 Équilibrage pour le couple éthanol/éthanal	160
2.13.3 Équation bilan	161
2.14 Force d'un oxydant et d'un réducteur	161
2.14.1 Aspect qualitatif	161
2.14.2 Piles	162

2.14.3	Potentiel d'électrode	163
2.14.4	Aspect quantitatif	163
2.15	Nombre d'oxydation	164
2.15.1	Définition	164
2.15.2	Utilisation des nombres d'oxydation pour l'équilibrage des réactions	166
2.16	Questions à choix multiples	168
2.17	Acides et bases	174
2.17.1	Définition d'un acide :	174
2.17.2	Définition d'une base :	174
2.17.3	Equations bilan :	174
2.17.4	Couple acido-basique (ou acide-base) :	174
2.17.5	Force d'un acide ou d'une base :	175
2.17.6	Constantes d'équilibre et constantes d'acidité :	175
2.18	Notion de pH (potentiel hydrogène)	176
2.18.1	Définition	176
2.18.2	pH de l'eau	177
2.18.3	Valeur du pH d'un acide ou d'une base	177
2.19	pH des acides et des bases	177
2.19.1	Coefficient de dissociation α	177
2.19.2	Expression du pH en fonction de α	177
2.20	Neutralisation d'un acide par une base forte	178
2.20.1	Équivalence	180
2.20.2	Demi-équivalence	180
2.21	Solutions tampon	180
2.21.1	Définition	180
2.21.2	Obtention	180
2.22	Solutions ampholytes	181
2.22.1	Mélange équimolaire d'un acide faible et d'une base faible non conjuguée	181
2.22.2	Composé amphotère	181
2.23	Questions à choix multiples	183
3	Biochimie	191
3.1	Oses (ou monosaccharides)	192
3.1.1	Trioses (oses en C_3)	192
3.1.2	Pentoses (oses en C_5)	193
3.1.3	Hexoses (oses en C_6)	193
3.1.4	Représentation de Haworth	195
3.1.5	Dérivés des oses	196
3.1.6	Propriété chimiques	196
3.2	Osides	197
3.2.1	Diholosides	198
3.2.2	Polyhulosides	199

3.2.3	Hétéropolyosides	201
3.2.4	Hétérosides	201
3.3	Questions à choix multiples	202
3.4	Catabolismes	209
3.4.1	Glycolyse anaérobie	209
3.4.2	Phase de consommation	209
3.4.3	Phase de remboursement	212
3.4.4	Fermentation lactique	213
3.4.5	Cycle des Cori	214
3.4.6	Bilan énergétique	214
3.4.7	Cycle de Krebs	214
3.4.8	Entrée du pyruvate dans la mitochondrie	214
3.4.9	Bilan énergétique	218
3.4.10	Glycogénolyse	220
3.5	Anabolismes	220
3.5.1	Glycogénogénèse	221
3.5.2	Néoglucogénèse	221
3.6	Régulation du métabolisme glucidique	223
3.7	Questions à choix multiples	224
3.8	Les acides gras	231
3.8.1	Acides gras saturés	231
3.8.2	Acides gras insaturés	231
3.9	Les glycérolipides	235
3.9.1	Glycérides	235
3.9.2	Glycérophospholipides	236
3.10	Les sphingolipides	238
3.11	Les stéroïdes	239
3.11.1	Le cholestérol	239
3.11.2	Les acides biliaires	240
3.11.3	Les dérivés stéroïdes	242
3.11.4	Les vitamines terpéniques	245
3.12	Les lipoprotéines	245
3.12.1	Les chylomicrons	245
3.12.2	Les VLDL (very low density lipoprotein)	246
3.12.3	Les LDL (low density lipoprotein)	246
3.12.4	Les HDL (high density lipoprotein)	246
3.12.5	Deux caractéristiques physiques	247
3.13	Questions à choix multiples	248
3.14	Catabolismes	255
3.14.1	Lipolyse	255
3.14.2	β -oxydation	255
3.15	Anabolismes	256
3.15.1	Synthèse des acides gras	256
3.15.2	Cétogénèse	258

3.15.3	En cas d'excès de glucose	258
3.15.4	En cas de manque de glucose	261
3.16	Questions à choix multiples	262
3.17	Généralités	270
3.18	Les acides aminés (protéiques)	270
3.19	Acides aminés aliphatiques hydrophobes	271
3.20	Acides aminés alcools	271
3.20.1	Propriétés biologiques :	271
3.20.2	Propriétés chimiques	271
3.21	Acides aminés soufrés	272
3.22	Acides aminés acides	273
3.23	Acides aminés amides	273
3.24	Acides aminés basiques	274
3.25	Acides aminés aromatiques	274
3.26	Propriétés physiques des acides aminés	275
3.26.1	Polarité	275
3.26.2	Acides aminés apolaires	275
3.26.3	Acides aminés polaires non chargés.	276
3.26.4	Acides aminés polaires chargés.	276
3.26.5	Acides aminés essentiels	276
3.26.6	Propriétés électriques	276
3.27	Les peptides	278
3.28	Structure primaire	278
3.28.1	Définition	278
3.28.2	Détermination de la séquence	278
3.28.3	Identification des acides aminés	279
3.29	Structure secondaire	280
3.29.1	La liaison (ou pont) hydrogène	280
3.29.2	Hélices α	281
3.29.3	Feuillets β	281
3.29.4	Autres structures secondaires	282
3.29.5	Super structures secondaires	282
3.30	Structure tertiaire	282
3.31	Structure quaternaire	283
3.32	Propriétés physico-chimiques des protéines	284
3.32.1	pH isoélectrique	284
3.32.2	Solubilité	284
3.32.3	Dénaturation des protéines	285
3.32.4	Détermination du poids moléculaire	285
3.33	Questions à choix multiples	288
3.34	Cinétique enzymatique : généralités	300
3.34.1	Mode d'action	300
3.34.2	Site actif	301
3.35	Co-enzymes	302

3.36	Cinétique michaelienne	302
3.36.1	Concentration [S] de substrat donnée	303
3.36.2	Concentration [S] de substrat variable	303
3.36.3	Courbe de Michaelis-Menten	304
3.36.4	Droite de Lineweaver-Burk	305
3.36.5	Inhibiteurs chimiques	306
3.36.6	Enzymes allostériques	306
3.37	Effecteurs allostériques	307
3.38	Questions à choix multiples	309
3.39	ADN	319
3.39.1	Généralités	319
3.39.2	Structure primaire de l'ADN	319
3.39.3	Structure secondaire	321
3.39.4	Structure tertiaire	322
3.39.5	Métabolisme des nucléotides	322
3.40	Réplication de l'ADN	323
3.41	Transcription : ARN	326
3.41.1	Structure générale	326
3.41.2	Survol de la transcription	327
3.41.3	Les différents types d'ARNs	327
3.41.4	Les ARNr	327
3.41.5	Les ARNt (ou ARN 4S)	329
3.41.6	Les ARNm	329
3.42	Survol de la traduction	334
3.42.1	Le code génétique	334
3.42.2	Activation des acides aminés	335
3.42.3	Initiation	335
3.42.4	Élongation	335
3.42.5	Terminaison	335
3.43	Questions à choix multiples	336

II UE2 345

4	Biologie cellulaire	347
4.1	Généralités	348
4.2	Le cycle cellulaire	348
4.3	La structure du noyau : vue générale	348
4.3.1	L'enveloppe limitante	348
4.3.2	L'intérieur du noyau	348
4.4	La structure du noyau : vue détaillée	350
4.4.1	Le matériel génétique	350
4.4.2	La compaction de la chromatine : les différentes étapes . . .	352
4.4.3	Réplication et transcription	353

4.4.4	Le nucléole	353
4.4.5	L'enveloppe nucléaire	356
4.4.6	Les pores	357
4.5	La machinerie d'importation-exportation	358
4.5.1	Les protéines	358
4.5.2	Les ARNm	360
4.6	La lamina	360
4.6.1	Rôle structural	360
4.6.2	Rôle fonctionnel	360
4.6.3	Ultrastructure de la lamina	360
4.7	Questions à choix multiples	361
4.8	Constitution et architecture	371
4.8.1	Constitution	371
4.8.2	Architecture	373
4.9	Les transports membranaires	375
4.9.1	Les transports passifs	375
4.9.2	Les transports actifs	378
4.10	Questions à choix multiples	381
4.11	Présentation générale	391
4.11.1	Un rôle structural :	391
4.11.2	Un rôle dans la motilité	391
4.12	Les microfilaments	391
4.12.1	Structure et assemblage	391
4.12.2	Les différentes fonctions des réseaux et faisceaux de micro- filaments	395
4.13	Les microtubules	397
4.13.1	Structure et assemblage	397
4.14	Les filaments intermédiaires	400
4.14.1	Structure et assemblage	400
4.15	Questions à choix multiples	403
4.16	Synthèse des protéines : schéma général	413
4.16.1	Présence d'une séquence signal	413
4.16.2	Absence d'une séquence signal	414
4.17	Voie réticulaire et glycosylation primaire	414
4.17.1	Prise en charge du ribosome vers le réticulum	414
4.17.2	Progression à travers la membrane du réticulum	414
4.17.3	Glycosylation primaire	415
4.17.4	Contrôle qualité	416
4.18	Maturation des protéines : partie golgienne	416
4.18.1	Le complexe golgien	416
4.18.2	La N-glycosylation secondaire	417
4.19	La O-glycosylation	417
4.20	Les voies de sécrétion et la voie lysosomale	418
4.20.1	La formation des deux types de manteaux	418

4.20.2	Les voies de sécrétion	420
4.20.3	La fusion avec le compartiment accepteur	420
4.20.4	La voie lysosomale	424
4.21	Synthèse des lipides	426
4.21.1	La synthèse du cholestérol	426
4.21.2	La synthèse des hormones stéroïdes	426
4.21.3	La synthèse des phospholipides	426
4.22	Questions à choix multiples	428
4.23	Structure et fonctions de la mitochondrie	438
4.23.1	Fonctions	438
4.23.2	Structure et organisation	438
4.24	La production d'énergie : généralités	439
4.24.1	Cas des procaryotes	439
4.24.2	Cas des eucaryotes	440
4.25	L'oxydo-réduction	440
4.26	Le couplage chimio-osmotique	441
4.26.1	En milieu anaérobie : la glycolyse.	441
4.26.2	En milieu aérobie : le cycle de Krebs et la phosphorylation oxydative.	441
4.27	Les étapes de la phosphorylation oxydative	442
4.27.1	À partir de NADH	443
4.27.2	À partir de FADH ₂	443
4.28	La production d'ATP par l'ATP synthase	444
4.29	Poisons et agents découplants	445
4.29.1	Agents découplants	445
4.29.2	Les poisons	445
4.29.3	Le contrôle respiratoire	446
4.30	Questions à choix multiples	447
4.31	Phosphorylations-Déphosphorylations.	454
4.31.1	Le groupement phosphate	454
4.31.2	Enzymes phosphorylantes	455
4.31.3	Enzymes déphosphorylantes	455
4.31.4	Récapitulation	455
4.32	Les protéines G	455
4.32.1	Les protéines G monomériques (Ras, Ran, Rab, Arf, Rho,...)	457
4.32.2	Les protéines G hétérotrimériques	458
4.33	Cdk et cyclines	459
4.33.1	Les Cdk : Cyclin-dependant kinases	460
4.33.2	Les CKI (inhibiteurs des Cdk).	461
4.34	Le déroulement du cycle	461
4.34.1	Les différentes phases	461
4.34.2	Le déclenchement du cycle	462
4.34.3	Sénescence	462

4.35	Contrôle moléculaire des phases du cycle	462
4.35.1	Les associations Cycline-Cdk	462
4.35.2	Mode de fonctionnement de ces associations et régulation	463
4.36	Les phases du cycle	464
4.36.1	La phase G ₁	464
4.36.2	La phase S	466
4.36.3	La phase G ₂	468
4.36.4	La phase M = Mitose	469
4.37	Questions à choix multiples	476
4.38	Un phénomène physiologique	484
4.38.1	Les divers domaines d'intervention	484
4.39	Comparaison apoptose / nécrose	485
4.39.1	Apoptose = processus actif	485
4.39.2	Nécrose = processus passif	485
4.40	La machinerie moléculaire de l'apoptose	485
4.40.1	La voie des récepteurs de mort	485
4.40.2	La voie mitochondriale	487
4.40.3	Analogies C-elegans/Homme	488
4.41	Télomères et vieillissement	489
4.41.1	Les télomères	489
4.41.2	ATM	489
4.41.3	La télomérase	490
4.41.4	Intérêt de ce système	490
4.42	Questions à choix multiples	491
5	Histologie	499
5.1	Introduction	500
5.2	Les cellules d'un tissu	500
5.2.1	Le tissu épithélial	501
5.2.2	le tissu conjonctif	501
5.2.3	Le tissu musculaire	501
5.2.4	Le tissu nerveux	502
5.2.5	Les cellules libres	502
5.2.6	Les cellules de la lignée germinale	502
5.3	La matrice extra-cellulaire	502
5.3.1	Généralités	502
5.3.2	Fonctions	503
5.3.3	Les molécules fibreuses de la MEC	503
5.3.4	Les polysaccharides	505
5.3.5	Le cas particulier de la membrane basale	505
5.4	Les molécules d'adhérence	506
5.4.1	Généralités	506
5.4.2	Jonction cellule/cellule	507

5.4.3	Les jonctions cellule/matrice	508
5.5	Propriétés générales	510
5.5.1	Les filaments intermédiaires	510
5.5.2	Polarité des cellules épithéliales	510
5.5.3	Autre classification	512
5.6	Les épithéliums de revêtement	513
5.7	Questions à choix multiples	516
5.8	Les tissus conjonctifs communs (TCC)	528
5.8.1	Tissus conjonctifs communs lâches (TCC)	528
5.8.2	Tissus conjonctifs communs denses	529
5.9	Les tissus conjonctifs spécialisés	531
5.9.1	Tissu adipeux	531
5.9.2	Tissu cartilagineux	532
5.9.3	Tissu osseux	535
5.9.4	Les cellules du tissu osseux et la MEC environnante	537
5.9.5	Ostéogénèse	538
5.9.6	Le remodelage osseux	540
5.9.7	Évolution du capital osseux	541
5.10	Questions à choix multiples	542
5.11	Le muscle strié squelettique	562
5.11.1	La fibre musculaire (= myocyte)	562
5.11.2	Ultrastructure du sarcomère	562
5.11.3	Organisation interne des myofibrilles	564
5.11.4	Les tubules T	564
5.11.5	La contraction musculaire	564
5.12	Le muscle strié cardiaque	565
5.13	Le muscle lisse	565
5.14	Questions à choix multiples	567
5.15	Les neurones	574
5.15.1	Disposition des neurites	575
5.15.2	Morphologie des noyaux	575
5.16	Ultra-structure	576
5.16.1	Transport du matériel	577
5.17	Propagation des potentiels d'action	577
5.17.1	Dans les axones	577
5.17.2	Les synapses	578
5.17.3	Les différents types de vésicules	579
5.18	Cellules gliales (= névroglie)	580
5.18.1	Cellules gliales du SNC	580
5.18.2	Cellules gliales du SNP	580
5.18.3	Organisation spatiale de la gaine de myéline des CS	581
5.19	Questions à choix multiples	583

6 Embryologie humaine	591
6.1 Les cellules germinales	592
6.2 La méiose	592
6.2.1 Méiose I	592
6.2.2 Méiose II	594
6.3 L'odyssée des gamètes mâles (hors fécondation)	596
6.3.1 Les testicules et leurs prolongements	596
6.3.2 Histologie des tubes séminifères : les cellules de Sertoli . . .	596
6.3.3 Les cellules de Leydig	597
6.4 La spermatogénèse	597
6.5 Les ovaires et la folliculogénèse	599
6.5.1 Les follicules primordiaux	599
6.5.2 Le follicule primaire	599
6.5.3 Le follicule secondaire	599
6.5.4 Le follicule tertiaire	599
6.5.5 Le follicule de De Graaf	600
6.6 L'ovogénèse	600
6.6.1 Période foetale	600
6.6.2 À la naissance	600
6.6.3 De la naissance à la puberté	601
6.6.4 De la puberté à la ménopause : cycles menstruels (cycles ovariens)	601
6.6.5 Action hormonale au cours du cycle menstruel	602
6.7 Questions à choix multiples	603
6.8 Préambule	612
6.9 Le périple du spermatozoïde	612
6.9.1 Du vagin à l'utérus	612
6.9.2 De l'utérus à l'ampoule	613
6.9.3 Période de fécondabilité	613
6.10 La capacitation	614
6.10.1 Lieu de la capacitation	614
6.10.2 Les événements	614
6.10.3 Remarques	615
6.10.4 1 ^{ère} action : la traversée du cumulus	615
6.11 La réaction acrosomique	615
6.11.1 Structure de la zone pellucide	615
6.11.2 Fixation primaire	616
6.11.3 La réaction acrosomique	616
6.11.4 La fixation secondaire à la zone pellucide	617
6.11.5 Traversée de la ZP	617
6.12 Fusion avec la membrane ovocytaire	617
6.13 Entrée du spermatozoïde : conséquences	618
6.13.1 Activation de l'ovocyte	618
6.13.2 Fin de la méiose	618

6.13.3	Formation des pronuclei	619
6.13.4	La syngamie	619
6.14	Questions à choix multiples	620

III UE3 635

7 Physique 637

7.1	Cinématique du point	638
7.1.1	Vecteur espace	638
7.1.2	Vecteur vitesse	638
7.1.3	Vecteur accélération	638
7.2	Cinétique et dynamique	639
7.2.1	Cinétique	639
7.2.2	Dynamique	640
7.3	Énergétique	641
7.3.1	Travail d'une force	641
7.3.2	Énergies cinétique, potentielle et mécanique	641
7.4	Questions à choix multiples	643
7.5	Notion de pression	659
7.5.1	Définition	659
7.5.2	Unités	659
7.5.3	Pression au sein d'un fluide	660
7.6	Statique des fluides	660
7.6.1	Théorème de Pascal	660
7.6.2	Conséquences et applications	660
7.7	Dynamique des fluides	661
7.7.1	Lignes et tubes de courant de courant	661
7.7.2	Régimes d'écoulement	661
7.7.3	Conservation du débit	662
7.7.4	Charge	663
7.7.5	Fluides parfaits	663
7.7.6	Fluides visqueux	664
7.7.7	Fluides newtoniens	665
7.8	Quelques aspects physiologiques	666
7.8.1	Sténose	666
7.8.2	Anévrisme	667
7.9	Questions à choix multiples	668
7.10	Champs et potentiels (charges sources)	675
7.10.1	Champ Coulombien	675
7.10.2	Potentiel Coulombien	675
7.11	Forces et énergies potentielle (interactions)	676
7.11.1	Force exercée par une charge source q sur une charge d'épreuve q'	676

7.11.2	Énergie potentielle entre deux charges q et q' séparées par une distance r	676
7.12	Lien entre champ et force	676
7.13	Lien entre potentiel et énergie potentielle	677
7.14	Dipôle électrique	677
7.14.1	Définition	677
7.14.2	Moment dipolaire	677
7.14.3	Remarque	677
7.14.4	Potentiel créé à une distance r grande devant a	677
7.14.5	Champ créé à une distance r très grande devant a	678
7.15	Énergie potentielle d'interaction dipôle-champ	679
7.16	Questions à choix multiples	680
7.17	Loi de Biot et Savart	700
7.18	Fil infiniment long	700
7.19	Spire unique parcourue par un courant	701
7.20	Champ à l'intérieur d'un solénoïde infiniment long	702
7.21	Forces électromagnétiques	703
7.22	Questions à choix multiples	705
7.23	Succession des événements dans une manipulation RMN	720
7.24	Les moments magnétiques élémentaires	720
7.25	Aspects énergétiques	721
7.26	Intervention de B_1 : bascule	722
7.27	La relaxation	723
7.27.1	La relaxation de M_z	723
7.27.2	La relaxation de M_t	724
7.28	Le signal RMN	724
7.28.1	Aspects techniques	725
7.28.2	Les gradients de champ	725
7.28.3	L'écho de spin	726
7.28.4	Le temps de répétition	726
7.29	Pondération	726
7.30	Questions à choix multiples	729
7.31	Nature physique de la lumière	739
7.32	Nature géométrique de la lumière	740
7.33	Dioptries	740
7.33.1	Dioptries plan : lois de Descartes	740
7.33.2	Dioptries sphériques et lentilles	741
7.34	Questions à choix multiples	743
8	Biophysique	753
8.1	Équivalence masse-énergie	754
8.1.1	Unités	754
8.1.2	Lois de conservation des réactions nucléaires	754
8.1.3	Défaut de masse	755

8.1.4	Stabilité d'un noyau : radioactivité	755
8.1.5	Définitions	756
8.2	Aspects énergétiques	756
8.3	Capture électronique	756
8.4	Spectres	757
8.5	Loi de décroissance radioactive	759
8.5.1	Période ou demi-vie	760
8.5.2	Activité d'une masse m radioactive	760
8.6	Questions à choix multiples	761
8.7	Particules matérielles	771
8.8	Interactions des photons avec la matière	772
8.8.1	Définitions énergétiques	772
8.8.2	Différentes géométries de faisceaux de photons	774
8.8.3	Les différents types d'interaction d'un photon avec la matière	775
8.8.4	Atténuation d'un faisceau de photons à la traversée de la matière	778
8.9	Questions à choix multiples	780
8.10	Rayonnement de freinage	792
8.10.1	Le principe physique	792
8.10.2	Spectre du bremsstrahlung	792
8.11	Production de rayons X	794
8.11.1	Le dispositif expérimental : tube de Coolidge	794
8.11.2	Le fonctionnement	795
8.11.3	Les rayons X du rayonnement de freinage	795
8.11.4	Les rayons X d'excitation-déexcitation	795
8.11.5	Puissance du tube	795
8.11.6	Rendement du tube	796
8.12	Questions à choix multiples	797
8.13	Les objectifs	807
8.13.1	Aspect physique	807
8.13.2	Effets biologiques	807
8.13.3	Le public concerné	807
8.14	La dose absorbée	807
8.14.1	Définition	808
8.14.2	Unité internationale	808
8.14.3	Débit de dose	808
8.14.4	Calcul pratique	808
8.15	Période effective	810
8.15.1	Cas d'une irradiation externe	810
8.15.2	Cas d'une irradiation interne	811
8.16	Aspects biologiques et physiologiques : doses équivalente et effective	811
8.16.1	Définition : dose équivalente	811
8.16.2	Unité	812
8.16.3	Définition : dose efficace	812

8.16.4	Unité	812
8.17	Conclusion	812
8.18	Questions à choix multiples	813
8.19	Dissolution dans l'eau	825
8.20	Electrolytes et non électrolytes	825
8.21	Définitions	826
8.22	Soluté unique	826
8.23	Mélanges	826
8.24	Quelques exemples	826
8.25	Le contenu en eau	829
8.25.1	L'eau et le corps humain	829
8.25.2	Les compartiments de l'organisme	830
8.25.3	Mesure des volumes des compartiments	830
8.26	La cryoscopie	831
8.26.1	Le phénomène physique	831
8.26.2	La loi de la cryoscopie de Raoult	831
8.27	Questions à choix multiples	833
8.28	Diffusion	844
8.28.1	Diffusion libre	844
8.28.2	Dialyse	844
8.29	Définitions	844
8.29.1	Débit	844
8.29.2	Flux molaire	845
8.29.3	Loi de Fick	845
8.30	Dialyse : calculs pratiques	846
8.31	Osmose : loi de Van't Hoff	846
8.31.1	Le phénomène physique	846
8.31.2	Aspects biologiques	847
8.31.3	Aspects physiologiques	847
8.32	Équilibre de Gibbs-Donnan	850
8.33	Questions à choix multiples	852
9	Physiologie	867
9.1	Généralités	868
9.2	Anatomie fonctionnelle	868
9.2.1	Le coeur : la pompe	868
9.2.2	Les vaisseaux : le transport du sang	869
9.2.3	Les capillaires : les échanges avec les tissus	870
9.2.4	Circulations séries et parallèles	871
9.2.5	Histologie des vaisseaux	874
9.2.6	Compliance, résistance, vitesse et débits locaux	875
9.3	La pression artérielle	879
9.3.1	Précision sémantique	879
9.3.2	Pression artérielle moyenne	879

9.3.3	Résistance périphérique totale (résistance systémique) . . .	880
9.3.4	Mesure de la pression	880
9.3.5	Valeurs typiques de la pression moyenne (artérielle ou veineuse)	880
9.3.6	Retour sur la loi de Pascal	881
9.3.7	Pouls et onde de réflexion	882
9.3.8	Loi de Laplace	883
9.3.9	Loi de Laplace corrigée	885
9.4	Questions à choix multiples	886
9.5	Généralités	901
9.6	Les poumons	901
9.6.1	L'échangeur pulmonaire	901
9.6.2	La plèvre	902
9.6.3	Mécanique ventilatoire et volumes pulmonaires	902
9.7	Les pressions	905
9.7.1	Les unités de pression	905
9.7.2	Pressions partielles	905
9.7.3	Le transport des gaz du sang	908
9.8	Les ventilations	909
9.8.1	Définition	909
9.8.2	Ventilation alvéolaire	909
9.8.3	Remarque importante	910
9.8.4	Quelques formules utiles	911
9.9	Questions à choix multiples	912
9.10	Généralités	924
9.11	Les centres respiratoires	924
9.11.1	Le groupe respiratoire dorsal (GRD)	924
9.11.2	Le groupe respiratoire ventral (GRV)	924
9.11.3	Le centre pneumotaxique PNX	925
9.11.4	Le centre apneustique APN	925
9.12	Les chémorécepteurs périphériques	925
9.13	Les chémorécepteurs centraux	927
9.14	Questions à choix multiples	929
9.15	Les principales fonctions du rein	934
9.16	Aspects anatomiques externes	934
9.17	Aspects anatomiques internes	935
9.18	Vascularisation rénale	935
9.18.1	Vocabulaire anatomique préliminaire (voir schémas)	935
9.18.2	La vascularisation proprement dite	938
9.19	Unité fonctionnelle : le néphron.	938
9.20	Questions à choix multiples	940
9.21	L'eau de l'organisme	945
9.21.1	L'eau et le corps humain	945
9.21.2	Les compartiments de l'organisme	945

9.21.3	Mesure des volumes des compartiments	946
9.22	Pression osmotique et Gibbs-Donnan	948
9.22.1	Les ions et les molécules spécifiques de certains comparti- ments	948
9.22.2	Types de membranes	948
9.22.3	Pression osmotique : loi de Van't Hoff	948
9.22.4	Équilibre de Gibbs-Donnan	950
9.23	Application aux compartiments biologiques	952
9.24	Forces de Starling	954
9.24.1	Les mouvements liquidiens entre plasma et interstitium : aspects physiologiques	954
9.24.2	Les oedèmes : situations pathologiques	955
9.25	Globules rouges dans solution NaCl	956
9.25.1	A- La solution de NaCl est isotonique	957
9.25.2	B- La solution de NaCl est hypertonique	957
9.25.3	C- La solution de NaCl est hypotonique	957
9.26	Apport d'une solution aqueuse	957
9.26.1	Solution de NaCl hypotonique	958
9.26.2	Solution de NaCl hypertonique	958
9.26.3	Solution de NaCl isotonique	958
9.27	Perte d'une solution aqueuse	958
9.27.1	Perte isotonique	959
9.27.2	Perte hypotonique	959
9.27.3	Perte hypertonique	959
9.28	Questions à choix multiples	960
9.29	Débit plasmatique rénal	978
9.30	Ultrafiltration glomérulaire	979
9.30.1	Membrane de filtration	979
9.30.2	Pression d'ultrafiltration	980
9.30.3	Débit de filtration glomérulaire	981
9.31	Composition du filtrat glomérulaire	982
9.32	Modulation du DFG	982
9.32.1	Le système résine-angiotensine	982
9.32.2	Action de l'angiotensine II	982
9.32.3	Rétro-contrôle tubulo-glomérulaire	984
9.33	Transferts tubulaires	984
9.34	Clairance	985
9.34.1	Définition	985
9.34.2	Cas particuliers importants	986
9.35	Questions à choix multiples	988
9.36	Généralités	997
9.37	Le système nerveux central (ou névraxe)	997
9.37.1	Le cerveau	997
9.37.2	Le cervelet	998

9.37.3	Le tronc cérébral	999
9.37.4	La moelle épinière	999
9.38	Le système nerveux périphérique SNP	1000
9.38.1	Le SNS	1000
9.38.2	Le SNA	1000
9.38.3	Les fibres du SNP	1000
9.39	Les circuits neuronaux	1001
9.39.1	Les circuits séries	1001
9.39.2	Les circuits parallèles	1003
9.40	Questions à choix multiples	1006
9.41	La somesthésie	1015
9.41.1	L'extéroception	1015
9.41.2	La proprioception	1016
9.41.3	Organisation de la moelle épinière	1016
9.41.4	Les neurones de la somesthésie	1017
9.42	La motricité volontaire	1019
9.42.1	Les deux principales voies	1019
9.42.2	Les trajets	1020
9.43	Les réflexes	1020
9.44	Questions à choix multiples	1024
9.45	Les deux grandes subdivisions du SNA	1033
9.45.1	Le système nerveux parasympathique	1033
9.45.2	Le système nerveux (ortho)sympathique	1034
9.46	Organisation anatomique schématique du SNA	1034
9.46.1	Le système nerveux parasympathique	1034
9.46.2	Le système nerveux sympathique	1035
9.46.3	Tableau résumé de l'organisation physiologique des deux systèmes	1038
9.47	Opposition parasympathique-sympathique	1038
9.47.1	Action du sympathique	1038
9.47.2	Action du parasympathique	1039
9.47.3	Les exceptions	1040
9.48	Questions à choix multiples	1041
9.49	Système physiologique	1057
9.49.1	Définition	1057
9.49.2	Définition	1057
9.49.3	Exemple de variables à maintenir constantes	1057
9.49.4	Quelques valeurs de consigne	1058
9.49.5	Schéma d'un système de régulation	1058
9.50	Paramètres caractéristiques	1059
9.50.1	Délai de réponse	1059
9.50.2	Sensibilité	1059
9.50.3	Gain	1059
9.51	Variables régulées et variables contrôlées	1060

9.52	Questions à choix multiples	1061
9.53	Régulation de la glycémie par l'insuline	1068
9.53.1	Le problème	1068
9.53.2	L'insuline	1068
9.53.3	Le pancréas endocrine	1068
9.53.4	Le système de régulation associé	1069
9.54	Régulation de la pression artérielle moyenne	1070
9.54.1	Les barorécepteurs	1070
9.54.2	Le Nucleus Tractus Solitarii (NTS)	1070
9.54.3	Action du système nerveux sympathique	1071
9.54.4	Action du système nerveux parasymphatique	1071
9.54.5	Fonctionnement du baroréflexe	1071
9.54.6	Le système de régulation associé	1072
9.55	Régulation de la natrémie	1072
9.55.1	Les osmorécepteurs	1072
9.55.2	L'ADH ou vasopressine	1073
9.55.3	Mode d'action de l'ADH	1073
9.56	Questions à choix multiples	1074

IV UE4 1081

10	Probabilités	1083
10.1	Factorielle d'un entier	1084
10.2	Permutations	1084
10.3	Combinaisons	1084
10.4	Arrangements	1085
10.5	p-listes	1085
10.6	Calcul sur les cardinaux (nombre d'éléments d'un ensemble fini)	1085
10.7	Questions à choix multiples	1086
10.8	Événements	1095
10.9	Probabilités	1095
10.10	Propriétés et théorèmes	1096
10.11	Probabilité conditionnelle	1096
10.12	Questions à choix multiples	1098
10.13	Définitions et propriétés	1113
10.14	Les principales lois discrètes	1114
10.15	Lois conjointes	1114
10.16	Questions à choix multiples	1116
10.17	Généralités	1128
10.18	Exemples fondamentaux de lois continues	1129
10.19	Une formule utile	1129
10.20	Théorème	1129
10.21	Courbes à bien connaître	1130

10.22	Questions à choix multiples	1131
11	Statistiques	1151
11.1	Définitions I	1152
11.2	Définitions II	1152
11.3	Définitions III : variable quantitative	1152
11.3.1	Variable discrète finie	1152
11.3.2	Variable discrète infinie	1153
11.3.3	Variable continue	1153
11.3.4	Remarques	1153
11.4	Lois conjointes	1153
11.5	Questions à choix multiples	1155
11.6	Le problème	1166
11.7	Estimation ponctuelle	1167
11.8	Théorème de la limite centrale (TCL)	1167
11.9	Intervalles de confiance au risque α	1168
11.10	Questions à choix multiples	1169
11.11	Intervalle de pari (ou de fluctuation)	1185
11.12	Degré (ou niveau) de signification	1187
11.13	Les erreurs et la puissance	1187
11.14	Les principales statistiques de test	1189
11.15	Le test du χ^2	1189
11.16	Questions à choix multiples	1192
11.17	Études observationnelles	1209
11.17.1	Etudes descriptives	1209
11.17.2	Etudes analytiques	1210
11.17.3	Enquêtes évaluatives	1212
11.18	Études expérimentales	1212
11.19	Tests diagnostiques : outils	1213
11.20	Tests diagnostiques : courbes ROC	1215
11.21	Questions à choix multiples	1216
11.22	Fonction de répartition de la loi $N(0,1)$	1230
11.23	Table de l'écart-réduit	1232
11.24	Table du χ^2	1233
11.25	Table t de Student	1235