

# TABLE DES MATIÈRES

<b>Partie I — La chimie des solutions</b> .....	<b>3</b>
<b>Chapitre 1 Une introduction à la chimie des solutions</b> .....	<b>7</b>
1.1 Quelques définitions .....	7
1.2 Unités de concentration .....	8
1.2.1 Concentration molaire volumique .....	9
1.2.2 Pourcentages .....	13
1.2.3 Fraction molaire .....	17
1.3 Conversion des unités de concentration .....	19
1.4 Méthodes de préparation des solutions .....	25
1.4.1 Dissolution du soluté .....	25
1.4.2 Dilution d'une solution concentrée .....	27
Résumé .....	31
Exercices .....	33
Réponses aux exercices .....	37
<b>Chapitre 2 Les propriétés des gaz en solution</b> .....	<b>41</b>
2.1 Quelques rappels à propos des gaz .....	41
2.2 Solubilisation des gaz et loi de Henry .....	44
2.3 Diffusion des gaz et loi de Fick .....	48
Résumé .....	52
Exercices .....	53
Réponses aux exercices .....	55
<b>Chapitre 3 L'équilibre chimique</b> .....	<b>57</b>
3.1 Définition de l'équilibre chimique .....	57
3.2 Constantes d'équilibre et quotient réactionnel .....	57
3.2.1 Écriture des constantes d'équilibre et du quotient réactionnel .....	58
3.2.2 Interprétation de la valeur numérique d'une constante d'équilibre et du quotient réactionnel .....	63
3.3 Calcul des concentrations à l'équilibre .....	64
3.4 Principe de Le Chatelier .....	71
3.4.1 Modification de la concentration molaire volumique .....	71
3.4.2 Modification de la pression .....	72
3.4.3 Modification de la température .....	72

3.5	Équilibre acido-basique .....	74
3.5.1	Quelques définitions .....	74
3.5.2	Couples acide-base conjugués .....	74
3.6	Échelle pH.....	78
3.7	Force des acides et des bases .....	82
3.8	Calcul du pH .....	86
3.9	Caractéristiques acido-basiques des sels .....	90
3.9.1	Sels produisant des solutions neutres .....	91
3.9.2	Sels produisant des solutions basiques.....	91
3.9.3	Sels produisant des solutions acides .....	94
3.10	Courbes de neutralisation .....	94
3.11	Solutions tampons .....	97
3.12	Calcul du pH sanguin .....	99
	Résumé .....	102
	Exercices .....	105
	Réponses aux exercices.....	111

## Partie II — La chimie générale..... 117

### Chapitre 4 Le modèle atomique et la liaison chimique ..... 121

4.1	Évolution du modèle atomique .....	121
4.2	Composition et représentation d'un atome .....	125
4.2.1	Numéro atomique et nombre de masse .....	125
4.2.2	Isotopes d'un élément.....	127
4.2.3	Représentation de Lewis des atomes et ions .....	127
4.3	Types de liaisons.....	127
4.3.1	Électronégativité des atomes.....	128
4.3.2	Liaison ionique .....	128
4.3.3	Liaison covalente.....	128
4.4	Représentation des molécules selon la méthode de Lewis .....	130
4.4.1	Règles d'écriture d'une structure de Lewis .....	130
4.4.2	Calcul des charges formelles.....	134
4.4.3	Règle de sélection de la représentation la plus plausible.....	135
4.5	Modèle de la répulsion des paires d'électrons de valence (RPEV) .....	137
4.5.1	Molécules avec un arrangement linéaire .....	138
4.5.2	Molécules avec un arrangement trigonal planaire .....	139
4.5.3	Molécules avec un arrangement tétraédrique.....	140
4.5.4	Molécules ayant plus d'un atome central .....	143

4.6	Polarité des molécules.....	145
	Résumé .....	149
	Exercices .....	150
	Réponses aux exercices.....	153
<b>Chapitre 5</b>	<b>Les interactions intermoléculaires .....</b>	<b>159</b>
5.1	Caractéristiques et évaluation de l'importance relative des interactions intermoléculaires	159
5.1.1	Attraction dipôle-dipôle .....	159
5.1.2	Dispersion de London.....	161
5.1.3	Liaison hydrogène .....	164
5.2	Tension superficielle et viscosité .....	166
5.3	Tensioactif et surfactant pulmonaire .....	171
	Résumé .....	175
	Exercices .....	176
	Réponses aux exercices.....	179
<b>Partie III</b>	<b>— La chimie organique .....</b>	<b>185</b>
<b>Chapitre 6</b>	<b>Une introduction à la chimie organique.....</b>	<b>189</b>
6.1	Modes de représentation des molécules organiques .....	189
6.1.1	Formule développée .....	189
6.1.2	Formule semi-développée.....	190
6.1.3	Formule stylisée .....	190
6.1.4	Formule tridimensionnelle .....	191
6.2	Nomenclature de l'Union internationale de chimie pure et appliquée.....	194
6.2.1	Quelques définitions .....	194
6.2.2	Groupes fonctionnels courants .....	199
6.2.3	Règles de base de la nomenclature de l'UICPA.....	204
	A. Nomenclature des composés aliphatiques .....	204
	B. Nomenclature des composés cycliques.....	215
	C. Nomenclature des composés aromatiques .....	217
6.3	Types de réactions .....	220
6.3.1	Règles d'écriture des réactions.....	220
6.3.2	Types de réactifs .....	220
6.3.3	Classification des réactions .....	221
	Résumé .....	226
	Exercices .....	228
	Réponses aux exercices .....	232

<b>Chapitre 7</b>	<b>La chimie des alcools</b>	<b>239</b>
7.1	Types d'alcools et nomenclature	239
7.2	Propriétés des alcools	243
7.2.1	Liaison hydrogène et solubilité	243
7.2.2	Caractère acide	244
7.3	Réactions des alcools	245
7.3.1	Réaction de substitution	246
7.3.2	Réaction d'élimination	249
7.3.3	Réaction d'oxydation et réaction de réduction	252
	Résumé	258
	Exercices	259
	Réponses aux exercices	262
<b>Chapitre 8</b>	<b>La chimie des aldéhydes et des cétones</b>	<b>267</b>
8.1	Description et nomenclature des aldéhydes et des cétones	267
8.2	Propriétés de la fonction carbonyle	270
8.3	Réactivité des aldéhydes et des cétones	271
8.3.1	Oxydation et réduction des aldéhydes et des cétones	271
8.3.2	Réaction d'addition sur les fonctions aldéhydes et cétones	272
8.3.3	Acidité de l'hydrogène $\alpha$ et énolisation	281
	Résumé	283
	Exercices	284
	Réponses aux exercices	290
<b>Chapitre 9</b>	<b>La chimie des acides carboxyliques et des esters</b>	<b>297</b>
9.1	Nomenclature des acides carboxyliques et des esters	297
9.2	Réactions des acides carboxyliques et des esters	301
9.2.1	Fonction acide des acides carboxyliques	302
9.2.2	Réaction de substitution et estérification	305
9.2.3	Hydrolyse des esters	307
	Résumé	311
	Exercices	312
	Réponses aux exercices	316

<b>Chapitre 10 Les amines et les amides .....</b>	<b>321</b>
10.1 Nomenclature des amines et des amides .....	321
10.2 Caractère basique des amines et des amides .....	328
10.3 Hydrolyse des amides .....	330
Résumé .....	334
Exercices .....	335
Réponses aux exercices .....	338
<b>Partie IV — La biochimie.....</b>	<b>341</b>
<b>Chapitre 11 Les glucides .....</b>	<b>351</b>
11.1 Classification des glucides.....	351
11.2 Structure linéaire des aldoses .....	352
11.3 Structure linéaire des cétooses .....	356
11.4 Structure cyclique des monosaccharides.....	362
11.5 Métabolisme des glucides .....	373
11.5.1 Glycolyse .....	374
11.5.2 Cycle de Krebs .....	376
11.5.3 Chaîne respiratoire et production d'ATP .....	380
11.5.4 Bilan de la production d'ATP pour une molécule de glucose .....	382
Résumé .....	383
Exercices .....	385
Réponses aux exercices .....	390
<b>Chapitre 12 Les lipides .....</b>	<b>395</b>
12.1 Structure des divers types de lipides .....	395
12.1.1 Acides gras .....	395
12.1.2 Triesters d'acides gras.....	396
12.1.3 Cires et phospholipides .....	398
12.1.4 Terpènes .....	402
12.1.5 Stéroïdes.....	403
12.1.6 Prostaglandines .....	404
12.2 Métabolisme des lipides .....	406
12.2.1 $\beta$ -Oxydation.....	407
Résumé .....	415
Exercices .....	417
Réponses aux exercices .....	420

<b>Chapitre 13</b>	<b>Les acides aminés et les protéines.....</b>	<b>423</b>
13.1	Structures des acides aminés .....	423
13.1.1	Caractéristiques des acides aminés .....	423
13.1.2	Acides aminés naturels.....	424
13.2	Caractère acido-basique des acides aminés.....	424
13.3	Formation de la liaison peptidique.....	428
13.4	Niveaux de structure des protéines.....	430
13.4.1	Structure primaire des protéines.....	430
13.4.2	Structure secondaire des protéines .....	431
13.4.3	Structure tertiaire des protéines.....	435
13.4.4	Structure quaternaire des protéines .....	437
13.5	Fonction des protéines .....	438
13.6	Notions de base en enzymologie.....	439
13.7	Métabolisme des protéines .....	441
13.7.1	Transamination.....	441
13.7.2	Désamination oxydative .....	446
13.7.3	Cycle de l'urée.....	448
	Résumé .....	454
	Exercices .....	456
	Réponses aux exercices .....	459
<b>Chapitre 14</b>	<b>Le transport des gaz.....</b>	<b>465</b>
14.1	Transport de l'oxygène.....	465
14.1.1	Courbe de saturation de l'hémoglobine.....	466
14.1.2	Calcul du contenu artériel en oxygène (CaO <sub>2</sub> ).....	470
14.1.3	Facteurs qui modifient la saturation.....	472
	A. Déplacement de la courbe de saturation à gauche : affinité augmentée.....	472
	B. Déplacement de la courbe de saturation à droite : affinité diminuée.....	474
14.1.4	Structure de l'hémoglobine .....	476
	A. Structure primaire de l'hémoglobine.....	476
	B. Structure secondaire de l'hémoglobine .....	477
	C. Structure tertiaire de l'hémoglobine .....	478
	D. Structure quaternaire de l'hémoglobine.....	480
14.1.5	Mutations de l'hémoglobine et autres types d'hémoglobine .....	485
	A. Mutations de l'hémoglobine .....	486
	B. Autres types d'hémoglobines.....	486

14.2	Transport du dioxyde de carbone .....	487
14.3	Effets Bohr et Haldane .....	488
14.3.1	Effet Bohr : action du dioxyde de carbone sur le transport de l'oxygène.....	488
14.3.2	Effet Haldane : action de l'oxygène sur le transport du dioxyde de carbone .....	489
	Résumé .....	490
	Exercices .....	491
	Réponses aux exercices .....	495
<b>Chapitre 15</b>	<b>Le diagnostic des désordres acido-basiques .....</b>	<b>501</b>
15.1	Calcul du pH sanguin .....	501
15.2	Mécanismes de contrôle du pH sanguin .....	508
15.2.1	Contrôle respiratoire .....	508
15.2.2	Contrôle rénal .....	510
15.3	Désordres acido-basiques .....	515
15.3.1	Acidose respiratoire.....	515
15.3.2	Alcalose respiratoire .....	517
15.3.3	Acidose métabolique .....	518
15.3.4	Alcalose métabolique .....	520
15.4	Diagnostic d'un désordre acido-basique simple.....	522
	Résumé .....	529
	Exercices .....	530
	Réponses aux exercices .....	536
<b>Annexe</b>	<b>Calculs avec des chiffres significatifs .....</b>	<b>539</b>
<b>Médiagraphie</b> .....		<b>542</b>
<b>Liste des acronymes, sigles et symboles</b> .....		<b>543</b>





## LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

### Partie I

Figure P1.1	Réseau de concepts de la chimie des solutions liés à la pratique de l'inhalothérapie .....	5
-------------	--	---

### Chapitre 1

Figure 1.1	Préparation d'une solution par dissolution du soluté dans l'eau .....	7
Figure 1.2	Saturation d'une solution .....	8
Figure 1.3	Schéma récapitulatif du chapitre .....	31
Tableau 1.1	Description des pourcentages .....	13
Tableau 1.2	Unités de concentration .....	20

### Chapitre 2

Figure 2.1	Collisions des molécules d'un gaz dans un contenant hermétique et rigide .....	41
Figure 2.2	Solubilisation d'un gaz dans l'eau .....	44
Figure 2.3	Effet de l'augmentation de la pression sur la solubilisation d'un gaz.....	44
Figure 2.4	Diffusion d'un gaz au travers d'une membrane .....	48
Figure 2.5	Vitesse de diffusion et gradient de pression .....	49
Figure 2.6	Diffusion des gaz à travers une coupe transversale de la membrane alvéolo-capillaire.....	51
Figure 2.7	Schéma récapitulatif du chapitre .....	52
Tableau 2.1	Valeur de la constante de Henry de divers gaz, à 25,0 °C.....	45
Tableau 2.2	Valeur de la constante de Henry de quelques gaz, en fonction de la température... 45	

### Chapitre 3

Figure 3.1	Dissociation complète d'un acide fort (HCl) et dissociation partielle d'un acide faible (CH <sub>3</sub> COOH) .....	83
Figure 3.2	Courbe de neutralisation de 20,0 mL de HCl 0,100 mol/L par NaOH 0,100 mol/L.....	95
Figure 3.3	Courbe de neutralisation de 20,0 mL de CH <sub>3</sub> COOH 0,100 mol/L par NaOH 0,100 mol/L.....	96
Figure 3.4	Schéma récapitulatif du chapitre .....	102
Tableau 3.1	Tableau iCé de l'exemple 3.4 .....	66
Tableau 3.2	Tableau iCé de l'exemple 3.5 .....	67
Tableau 3.3	Tableau iCé de l'exemple 3.6 .....	69
Tableau 3.4	Valeur numérique de la constante de dissociation (K <sub>a</sub> ) d'acides faibles sélectionnés .....	84

Tableau 3.5	Valeur numérique de la constante de dissociation ( $K_b$ ) de bases faibles .....	85
Tableau 3.6	Tableau $\alpha$ de l'exemple 3.14 .....	89
Tableau 3.7	Réponse de l'exercice 3.8 c .....	111
Tableau 3.8	Réponse de l'exercice 3.9 c .....	112

## Partie II

Figure P2.1	Réseau de concepts de la chimie générale liés à la pratique de l'inhalothérapie ...	119
-------------	---	-----

## Chapitre 4

Figure 4.1	Modèle atomique de Dalton .....	122
Figure 4.2	Modèle atomique de Thomson.....	123
Figure 4.3	Montage expérimental de Rutherford .....	123
Figure 4.4	Modèle atomique de Rutherford .....	124
Figure 4.5	Modèle atomique de Bohr pour un atome comportant trois orbites .....	124
Figure 4.6	Représentation de Lewis du carbone (C), de l'azote (N) et de l'oxygène (O) .....	127
Figure 4.7	Représentation de Lewis de NaCl .....	128
Figure 4.8	Représentation de Lewis de HCl .....	129
Figure 4.9	Représentation de Lewis de HCl avec charges partielles.....	129
Figure 4.10	Électrons liants et non liants dans la molécule de HCl .....	129
Figure 4.11	Structure squelettique de $\text{NF}_3$ .....	130
Figure 4.12	Construction de la représentation de Lewis de la molécule $\text{NF}_3$ .....	131
Figure 4.13	Représentation de Lewis de la molécule $\text{NF}_3$ .....	131
Figure 4.14	Représentation de Lewis de la molécule $\text{CH}_4$ .....	132
Figure 4.15	Structure squelettique de $\text{CO}_3^{2-}$ .....	132
Figure 4.16	Construction de la représentation de Lewis de l'ion $\text{CO}_3^{2-}$ .....	132
Figure 4.17	Formation d'une liaison double dans la représentation de Lewis de l'ion $\text{CO}_3^{2-}$ .....	133
Figure 4.18	Représentation de Lewis de l'ion $\text{CO}_3^{2-}$ .....	133
Figure 4.19	Représentation de Lewis de l'ion $\text{NH}_4^+$ .....	133
Figure 4.20	Représentation de Lewis de l'ion $\text{CO}_3^{2-}$ .....	134
Figure 4.21	Représentation de Lewis de l'ion $\text{CO}_3^{2-}$ avec charges formelles .....	135
Figure 4.22	Représentation de Lewis de l'ion $\text{NH}_4^+$ avec charges formelles .....	135
Figure 4.23	Trois structures possibles de l'ion thiocyanate .....	136
Figure 4.24	Charges formelles des trois structures de l'ion $\text{SCN}^-$ .....	136
Figure 4.25	Deux structures possibles de la molécule $\text{CH}_2\text{O}$ .....	137
Figure 4.26	Représentation de Lewis du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ).....	138
Figure 4.27	Arrangement et géométrie du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ).....	139
Figure 4.28	Représentation de Lewis de l'ion carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) .....	139

Figure 4.29	Arrangement et géométrie de l'ion carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ).....	139
Figure 4.30	Représentation de Lewis de l'ion nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ).....	140
Figure 4.31	Arrangement et géométrie de l'ion nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ).....	140
Figure 4.32	Représentation de Lewis de $\text{CH}_4$ .....	140
Figure 4.33	Représentation tridimensionnelle des liaisons dans un tétraèdre .....	141
Figure 4.34	Arrangement et géométrie de $\text{CH}_4$ .....	141
Figure 4.35	Représentation de Lewis de $\text{NH}_3$ .....	142
Figure 4.36	Arrangement et géométrie de $\text{NH}_3$ .....	142
Figure 4.37	Représentation de Lewis de $\text{H}_2\text{O}$ .....	142
Figure 4.38	Arrangement et géométrie de $\text{H}_2\text{O}$ .....	142
Figure 4.39	Représentation de Lewis de $\text{AsH}_3$ .....	143
Figure 4.40	Représentation de Lewis de $\text{CH}_3\text{OH}$ .....	144
Figure 4.41	Arrangement et géométrie des deux atomes centraux de $\text{CH}_3\text{OH}$ .....	144
Figure 4.42	Représentation de Lewis de $\text{CH}_2\text{NH}$ .....	144
Figure 4.43	Moment dipolaire de $\text{HCl}$ .....	145
Figure 4.44	Représentation de $\text{H}_2\text{CO}$ et de son dipôle résultant .....	146
Figure 4.45	Représentation de $\text{CO}_2$ et de son dipôle résultant .....	147
Figure 4.46	Représentation tridimensionnelle de deux molécules .....	147
Figure 4.47	Représentation des dipôles (vecteurs) dans deux molécules .....	148
Figure 4.48	Structure de la molécule $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$ .....	148
Figure 4.49	Schéma récapitulatif du chapitre .....	149
Figure 4.50	Réponses de l'exercice 4.4 .....	154
Figure 4.51	Réponses de l'exercice 4.6 .....	154
Figure 4.52	Réponses de l'exercice 4.7 .....	154
Figure 4.53	Réponses de l'exercice 4.8 .....	155
Figure 4.54	Réponses de l'exercice 4.9 .....	156
Figure 4.55	Réponses de l'exercice 4.10 .....	157
Tableau 4.1	Géométries et arrangements courants.....	138
Tableau 4.2	Nombre de protons, électrons et neutrons de divers atomes et ions.....	153
Tableau 4.3	Nombre de protons, électrons et neutrons de divers atomes et ions.....	153
<b>Chapitre 5</b>		
Figure 5.1	Rôle du dipôle-dipôle dans la solubilisation des substances.....	160
Figure 5.2	Représentation tridimensionnelle de $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ et $\text{CH}_3\text{OCH}_3$ .....	161
Figure 5.3	Polarisabilité d'une molécule non polaire .....	162
Figure 5.4	Polarisabilité d'une molécule polaire .....	163
Figure 5.5	Liaison hydrogène dans l'eau.....	164
Figure 5.6	Interactions intermoléculaires à l'intérieur et à la surface d'un liquide .....	166

Figure 5.7	Structure de $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ et $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ .....	168
Figure 5.8	Structure de deux alcools .....	169
Figure 5.9	Structure de $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ et de $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$ .....	170
Figure 5.10	Zones non polaires dans les molécules $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ et de $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$ .....	170
Figure 5.11	Deux molécules aux fins d'application de l'exemple 5.6 .....	171
Figure 5.12	Structure typique d'un surfactant .....	171
Figure 5.13	Fonctionnement d'un savon .....	173
Figure 5.14	Structure d'un surfactant pulmonaire synthétique .....	174
Figure 5.15	Schéma récapitulatif du chapitre .....	175
Figure 5.16	Quatre isomères de $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ .....	180
Figure 5.17	Structure du propan-1-ol et du propan-2-ol .....	181
Figure 5.18	Structures du propan-1-ol, du propylène glycol et du glycérol .....	182
Tableau 5.1	Tension superficielle de liquides courants .....	167
Tableau 5.2	Viscosité de quelques liquides courants .....	168
Tableau 5.3	Variation de la tension superficielle du 1-bromobutane en fonction de la température .....	177
Tableau 5.4	Variation de la viscosité du nitrométhane en fonction de la température .....	178
Tableau 5.5	Temps d'écoulement de divers liquides au travers d'un viscosimètre .....	178

### Partie III

Figure P3.1	Représentation stylisée du Ventavis® .....	186
Figure P3.2	Représentation stylisée du furosémide .....	186
Figure P3.3	Représentation stylisée du Coumadin® .....	186
Figure P3.4	Réseau de concepts de la chimie organique liés à la pratique de l'inhalothérapie .....	187

### Chapitre 6

Figure 6.1	Représentation développée de l'éthanol .....	190
Figure 6.2	Formule semi-développée de l'éthanol .....	190
Figure 6.3	Formule semi-développée avec répétition d'un groupe .....	190
Figure 6.4	Deux représentations stylisées .....	191
Figure 6.5	Formule tridimensionnelle de l'éthanol .....	192
Figure 6.6	Formule tridimensionnelle d'une partie de molécule .....	192
Figure 6.7	Représentation développée de $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-CH}_2\text{-OH}$ .....	193
Figure 6.8	Représentation stylisée de $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-CH}_2\text{-OH}$ .....	193
Figure 6.9	Deux représentations de $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-CH}_2\text{-OH}$ .....	193
Figure 6.10	Deux représentations de $(\text{CH}_3)_2\text{-CH-CH}_2\text{-Cl}$ .....	194
Figure 6.11	Alcane saturé de cinq carbones $\text{C}_5\text{H}_{12}$ .....	194
Figure 6.12	Alcane de cinq carbones et substituant halogène .....	195

Figure 6.13	Alcane linéaire et alcane ramifié.....	195
Figure 6.14	Alcène et alcyne .....	196
Figure 6.15	Distinction entre alcyne et diène.....	197
Figure 6.16	Cycle aromatique : le benzène.....	197
Figure 6.17	Identification des substituants, ramifications et insaturations sur deux molécules..	198
Figure 6.18	Ramifications, insaturations et substituants de deux molécules.....	198
Figure 6.19	Molécule pour application de l'exemple 6.2.....	198
Figure 6.20	Alcools aliphatiques et alcool aromatique.....	199
Figure 6.21	Aldéhydes et cétones.....	200
Figure 6.22	Acides carboxyliques et esters.....	201
Figure 6.23	Amines et amides .....	202
Figure 6.24	Deux molécules où les groupes fonctionnels sont à identifier.....	203
Figure 6.25	Deux molécules où les groupes fonctionnels ont été mis en évidence et identifiés .....	203
Figure 6.26	Molécule pour application de l'exemple 6.3.....	203
Figure 6.27	Trois composés aliphatiques à nommer selon les règles de l'UICPA.....	205
Figure 6.28	Deux composés aliphatiques avec mise en évidence des ramifications et de la numérotation des atomes de carbone.....	206
Figure 6.29	Deux composés aliphatiques pour application de l'exemple 6.4 .....	206
Figure 6.30	Trois composés aliphatiques avec plusieurs ramifications.....	207
Figure 6.31	Trois composés aliphatiques avec mise en évidence des ramifications et des substituants, et numérotation des carbones.....	207
Figure 6.32	Deux molécules aliphatiques pour application de l'exemple 6.5 .....	208
Figure 6.33	Représentation stylisée du 4-éthyl-2-méthylheptane .....	209
Figure 6.34	Représentation stylisée du 3-chloro-4-éthyl-2-méthylheptane .....	209
Figure 6.35	Composé aliphatique avec plusieurs ramifications et substituants .....	210
Figure 6.36	Composé aliphatique avec mise en évidence des ramifications et des substituants, et numérotation des carbones.....	210
Figure 6.37	Composé aliphatique avec plusieurs ramifications pour application de l'exemple 6.7.....	211
Figure 6.38	Composés aliphatiques avec ramifications et insaturations .....	212
Figure 6.39	Composés aliphatiques avec mise en évidence des ramifications et des insaturations, et numérotation des carbones .....	212
Figure 6.40	Composés aliphatiques pour application de l'exemple 6.8 .....	213
Figure 6.41	Deux composés aliphatiques avec substituants, ramifications et insaturations .....	214
Figure 6.42	Deux composés aliphatiques avec mise en évidence des insaturations, des substituants et des ramifications, et numérotation des carbones .....	214
Figure 6.43	Composé aliphatique pour application de l'exemple 6.9.....	215
Figure 6.44	Trois composés cycliques à nommer selon les règles de l'UICPA.....	216

Figure 6.45	Trois composés cycliques avec mise en évidence des ramifications et des insaturations, et numérotation des carbones .....	216
Figure 6.46	Deux composés cycliques pour application de l'exemple 6.10 .....	217
Figure 6.47	Benzène.....	217
Figure 6.48	Composés du benzène .....	218
Figure 6.49	Dénominations des composés aromatiques disubstitués .....	218
Figure 6.50	Deux composés aromatiques à nommer selon les règles de l'UICPA.....	219
Figure 6.51	Deux composés aromatiques nommés selon les règles de l'UICPA.....	219
Figure 6.52	Composé aromatique pour application de l'exemple 6.11 .....	219
Figure 6.53	Réaction de substitution effectuée en présence de lumière ultraviolette.....	220
Figure 6.54	Réactions d'additions .....	221
Figure 6.55	Réactions d'élimination .....	222
Figure 6.56	Réactions de substitution .....	222
Figure 6.57	Réactions de réarrangement.....	223
Figure 6.58	Réactions d'oxydation .....	223
Figure 6.59	Réactions de réduction .....	224
Figure 6.60	Deux réactions à identifier .....	224
Figure 6.61	Réaction à identifier pour application de l'exemple 6.12 .....	225
Figure 6.62	Schéma récapitulatif du chapitre .....	226
Figure 6.63	Quatre molécules illustrées selon la représentation stylisée à dessiner en utilisant la représentation semi-développée .....	228
Figure 6.64	Quatre molécules écrites à l'aide la formule semi-développée à illustrer en utilisant les représentations stylisée et tridimensionnelle.....	228
Figure 6.65	Trois molécules avec atomes d'hydrogène à noter et groupes fonctionnels à nommer .....	229
Figure 6.66	Huit molécules à nommer selon les règles de l'UICPA.....	229
Figure 6.67	Huit molécules cycliques à nommer selon les règles de l'UICPA. ....	231
Figure 6.68	Quatre types de réaction à nommer .....	231
Figure 6.69	Réponses de l'exercice 6.1 .....	232
Figure 6.70	Réponses de l'exercice 6.2 .....	233
Figure 6.71	Réponses de l'exercice 6.3 .....	234
Figure 6.72	Réponses de l'exercice 6.4 .....	235
Figure 6.73	Réponses de l'exercice 6.6 .....	236
Figure 6.74	Réponses de l'exercice 6.7 .....	236
Tableau 6.1	Alcanes et ramifications correspondantes, de C <sub>1</sub> à C <sub>10</sub> .....	204

**Chapitre 7**

Figure 7.1	Illustration des trois types d'alcools.....	240
Figure 7.2	Représentation stylisée du phénol.....	240
Figure 7.3	Trois alcools à nommer selon les règles de l'UICPA.....	241
Figure 7.4	Trois alcools avec groupe fonctionnel prioritaire, ramifications, insaturations et substituants mis en évidence.....	241
Figure 7.5	Trois alcools avec numérotation des carbones .....	242
Figure 7.6	Deux alcools à nommer selon les règles de l'UICPA.....	242
Figure 7.7	Polarité des liaisons dans une molécule de méthanol.....	243
Figure 7.8	Représentation semi-développée du butan-1-ol et du butan-2-ol .....	244
Figure 7.9	Sites possibles de réactions sur la fonction alcool .....	244
Figure 7.10	Illustration du caractère faiblement acide des alcools .....	245
Figure 7.11	Résonance de l'ion phénolate.....	245
Figure 7.12	Réaction de substitution nucléophile et formation d'esters.....	246
Figure 7.13	Test de Lucas : substitution nucléophile de la fonction alcool par un halogénure ..	247
Figure 7.14	Deux réactions de substitution à compléter.....	248
Figure 7.15	Produits obtenus à la suite des réactions de substitution .....	248
Figure 7.16	Réaction de substitution à compléter pour application de l'exemple 7.2 .....	249
Figure 7.17	Réaction de substitution complétée pour application de l'exemple 7.2 .....	249
Figure 7.18	Réaction d'élimination d'un alcool.....	249
Figure 7.19	Réaction d'élimination entre deux carbones $\alpha$ .....	250
Figure 7.20	Deux réactions d'élimination à compléter .....	250
Figure 7.21	Deux réactions de substitution complétées .....	251
Figure 7.22	Réaction d'élimination à compléter pour application de l'exemple 7.3.....	251
Figure 7.23	Réaction d'élimination complétée pour application de l'exemple 7.3.....	251
Figure 7.24	Oxydation de divers alcools et produits obtenus en fonction des conditions de réaction.....	253
Figure 7.25	Oxydoréduction selon le type d'alcool .....	254
Figure 7.26	Trois réactions d'alcools à identifier et à compléter.....	255
Figure 7.27	Trois réactions d'alcools complétées .....	256
Figure 7.28	Deux réactions d'alcools à identifier et à compléter.....	256
Figure 7.29	Deux réactions d'alcools complétées .....	257
Figure 7.30	Schéma récapitulatif du chapitre .....	258
Figure 7.31	Huit alcools à nommer selon les règles de l'UICPA.....	259
Figure 7.32	Identification de réactifs pour obtenir quatre réactions d'un alcool .....	260
Figure 7.33	Sept réactions à identifier et à compléter .....	261

Figure 7.34	Réponses de l'exercice 7.1 .....	262
Figure 7.35	Représentations stylisées de l'exercice 7.3.....	264
Figure 7.36	Réponses de l'exercice 7.5 .....	265
Tableau 7.1	Solubilité relative dans l'eau et température d'ébullition de quelques alcools .....	243

## Chapitre 8

Figure 8.1	Fonction carbonyle : aldéhyde et cétone.....	267
Figure 8.2	Aldéhydes et cétones à nommer selon les règles de l'UICPA.....	268
Figure 8.3	Aldéhydes et cétones avec groupes fonctionnels et substituants mis en évidence, et numérotation des carbones.....	269
Figure 8.4	Aldéhyde et cétone à nommer selon les règles de l'UICPA pour application de l'exemple 8.1.....	270
Figure 8.5	Représentation de la fonction carbonyle et de sa polarité.....	271
Figure 8.6	Réaction du test de Fehling .....	271
Figure 8.7	Réduction de l'acide pyruvique en acide lactique.....	272
Figure 8.8	Réaction d'addition d'un alcool sur une fonction aldéhyde et formation de l'hémiacétal correspondant .....	273
Figure 8.9	Réaction de substitution sur un hémiacétal et formation de l'acétal correspondant .....	274
Figure 8.10	Formation d'un hémiacétal et d'un acétal par addition suivie d'une substitution à partir d'un aldéhyde .....	275
Figure 8.11	Formation d'un hémicétal et d'un cétal par addition, suivie d'une substitution à partir d'une cétone .....	276
Figure 8.12	Formation de deux hémiacétals cycliques.....	277
Figure 8.13	Formation de deux hémicétals cycliques.....	278
Figure 8.14	Trois réactions d'aldéhydes ou de cétones à identifier et à compléter.....	279
Figure 8.15	Trois réactions d'aldéhydes ou de cétones complétées .....	280
Figure 8.16	Deux réactions d'aldéhydes ou de cétones à identifier et à compléter .....	280
Figure 8.17	Deux réactions d'aldéhydes ou de cétones complétées.....	281
Figure 8.18	Acidité d'un hydrogène en $\alpha$ et formation de carbanion.....	281
Figure 8.19	Équilibre céto-énolique .....	282
Figure 8.20	Quelques molécules susceptibles d'arriver à un équilibre avec une forme énol ....	282
Figure 8.21	Schéma récapitulatif du chapitre .....	283
Figure 8.22	Six aldéhydes ou cétones à nommer selon les règles de l'UICPA.....	284
Figure 8.23	Sept réactions pour identification et représentation de leurs produits.....	285
Figure 8.24	Identification du ou des réactifs de sept produits .....	287
Figure 8.25	Huit réactions à compléter .....	288



Figure 8.26	Deux schémas de réactions à compléter .....	289
Figure 8.27	Réponses de l'exercice 8.1 .....	290
Figure 8.28	Réponses de l'exercice 8.3 .....	292
Figure 8.29	Réponses de l'exercice 8.4 .....	293
Figure 8.30	Réponses de l'exercice 8.5 .....	294
Figure 8.31	Réponses de l'exercice 8.6 .....	294
Figure 8.32	Réponses de l'exercice 8.7 .....	295
Figure 8.33	Réponses de l'exercice 8.8 .....	295
<b>Chapitre 9</b>		
Figure 9.1	Acides carboxyliques à nommer selon les règles de l'UICPA .....	298
Figure 9.2	Acides carboxyliques à nommer selon les règles de l'UICPA .....	298
Figure 9.3	Trois esters à nommer conformément aux règles de l'UICPA .....	299
Figure 9.4	Trois esters avec mise en évidence des parties à nommer .....	300
Figure 9.5	Deux esters à nommer selon les règles de l'UICPA pour application de l'exemple 9.2.....	301
Figure 9.6	Sites de réactions possibles de la fonction acide carboxylique .....	301
Figure 9.7	Dissociation de la fonction acide carboxylique.....	302
Figure 9.8	Stabilisation de l'ion carboxylate par résonance.....	302
Figure 9.9	Représentation de la stabilisation d'un ion carboxylate par l'ajout d'atomes électro-négatifs sur le carbone $\alpha$ .....	304
Figure 9.10	Neutralisation des acides carboxyliques et formation du sel correspondant .....	305
Figure 9.11	Formation d'un ester et d'un thioester .....	306
Figure 9.12	Résultat de l'hydrolyse d'un ester selon les conditions de réaction.....	307
Figure 9.13	Trois réactions à identifier et à compléter.....	308
Figure 9.14	Trois réactions identifiées et complétées .....	309
Figure 9.15	Deux réactions à compléter pour application de l'exemple 9.3.....	309
Figure 9.16	Deux réactions complétées pour application de l'exemple 9.3.....	310
Figure 9.17	Schéma récapitulatif du chapitre .....	311
Figure 9.18	Six acides carboxyliques et esters à nommer selon les règles de l'UICPA.....	313
Figure 9.19	Six réactions à identifier et à compléter .....	314
Figure 9.20	Deux schémas de réactions à compléter .....	315
Figure 9.21	Réponses de l'exercice 9.1 .....	316
Figure 9.22	Réponses de l'exercice 9.4, représentations stylisées seulement .....	318
Figure 9.23	Réponses de l'exercice 9.5 .....	319
Tableau 9.1	Constantes de dissociation ( $K_a$ ) de quelques acides carboxyliques .....	303

## Chapitre 10

Figure 10.1	Quatre amines à nommer selon les règles de l'UICPA .....	322
Figure 10.2	Quatre amines dont les chaînes alkyle sont mises en évidence .....	323
Figure 10.3	Deux amines à nommer selon les règles de l'UICPA pour application de l'exemple 10.1 .....	324
Figure 10.4	Quelques amines hétérocycliques .....	324
Figure 10.5	Trois amides à nommer selon les règles de l'UICPA .....	326
Figure 10.6	Trois amides dont on a mis en évidence les portions provenant de l'acide carboxylique et de l'amine .....	326
Figure 10.7	Deux amides à nommer selon les règles de l'UICPA pour application de l'exemple 10.2 .....	327
Figure 10.8	Représentation tridimensionnelle de la méthylamine .....	328
Figure 10.9	Équilibre acido-basique pour une amine primaire, secondaire et tertiaire .....	328
Figure 10.10	Résonance dans la fonction amide .....	330
Figure 10.11	Hydrolyse acide de la fonction amide .....	331
Figure 10.12	Hydrolyse basique de la fonction amide .....	331
Figure 10.13	Deux réactions d'hydrolyse à compléter .....	332
Figure 10.14	Deux réactions d'hydrolyse complétées .....	332
Figure 10.15	Réaction d'hydrolyse à compléter pour application de l'exemple 10.3 .....	333
Figure 10.16	Réaction d'hydrolyse complétée .....	333
Figure 10.17	Schéma récapitulatif du chapitre .....	334
Figure 10.18	Huit molécules dont le groupe prioritaire et les groupes fonctionnels sont à identifier .....	335
Figure 10.19	Huit molécules à nommer selon les règles de l'UICPA .....	336
Figure 10.20	Six réactions à identifier et à compléter .....	337
Figure 10.21	Réponses de l'exercice 10.2 .....	339
Figure 10.22	Réponses de l'exercice 10.4, représentations stylisées seulement .....	340
Tableau 10.1	Priorités relatives des divers groupes fonctionnels avec les préfixes et suffixes correspondants .....	325
Tableau 10.2	Kb de quelques amines courantes .....	329

## Partie IV

Figure P4.1	Représentation stylisée des médicaments utilisés pendant une greffe du foie .....	343
Figure P4.2	Représentation stylisée des médicaments utilisés lors du déclampage .....	344
Figure P4.3	Représentation stylisée d'antibiotiques .....	345
Figure P4.4	Schéma intégrateur des trois voies métaboliques .....	346
Figure P4.5	Réseau de concepts de la biochimie respiratoire en vue de leurs applications en inhalothérapie .....	349

**Chapitre 11**

Figure 11.1	Aldohexose et cétohexose .....	352
Figure 11.2	Représentation linéaire du glucose .....	352
Figure 11.3	Isomères de la série D des aldohexoses de formule $C_6H_{12}O_6$ .....	353
Figure 11.4	Passage d'une représentation tridimensionnelle à la projection de Fisher pour le glycéraldéhyde.....	354
Figure 11.5	Projection de Fischer des D-aldoses .....	355
Figure 11.6	Représentation linéaire et projection de Fischer du D-fructose.....	356
Figure 11.7	Projection de Fischer des D-cétooses .....	357
Figure 11.8	Formation de l'éinol du D-glucose.....	358
Figure 11.9	Glucides reliés à un éinol .....	359
Figure 11.10	Éinol formé à partir du D-idose.....	360
Figure 11.11	Glucides obtenus à partir de l'éinol de la figure 11.10.....	361
Figure 11.12	Formation d'un hémiacétal cyclique de six atomes à partir du D-glucose.....	362
Figure 11.13	Représentation de Haworth des anomères $\alpha$ et $\beta$ du D-glucopyranose.....	363
Figure 11.14	Clé de conversion des pyranoses .....	364
Figure 11.15	Deux pyranoses à convertir dans une autre représentation en utilisant la clé appropriée.....	365
Figure 11.16	Deux pyranoses converties dans leur représentation correspondante grâce à l'utilisation de la clé appropriée.....	366
Figure 11.17	Glucide à représenter en projection de Fischer pour application de l'exemple 11.2.....	366
Figure 11.18	Projection de Fischer du glucide .....	367
Figure 11.19	Formation d'un hémiacétal cyclique de cinq atomes à partir du D-glucose .....	368
Figure 11.20	Représentation de Haworth des anomères $\alpha$ et $\beta$ du D-glucofuranose.....	369
Figure 11.21	Clé de conversion des furanoses .....	370
Figure 11.22	Deux furanoses à convertir dans leur représentation correspondante en utilisant la clé appropriée.....	371
Figure 11.23	Deux furanoses convertis dans leur représentation correspondante.....	372
Figure 11.24	Glucide à représenter en projection de Haworth pour application de l'exemple 11.3.....	372
Figure 11.25	Représentation de Haworth du glucide .....	373
Figure 11.26	Séquence des réactions de la glycolyse .....	374
Figure 11.27	Réaction globale de la glycolyse .....	375
Figure 11.28	Réaction de l'acide pyruvique avec la coenzyme A .....	375
Figure 11.29	Vue globale du cycle de Krebs.....	376
Figure 11.30	Formation de l'acide citrique .....	377
Figure 11.31	Première partie du cycle de Krebs : de l'acide citrique à l'acide succinique .....	378

Figure 11.32	Deuxième partie du cycle de Krebs : de l'acide succinique à la régénération de l'acide oxaloacétique .....	379
Figure 11.33	Vue schématique de la chaîne respiratoire .....	380
Figure 11.34	Composition générale des complexes de la chaîne respiratoire .....	381
Figure 11.35	Insertion de NADH + H <sup>+</sup> et de FADH <sub>2</sub> dans la chaîne respiratoire.....	381
Figure 11.36	Bilan de la production d'ATP à partir d'une molécule de glucose.....	382
Figure 11.37	Schéma récapitulatif des caractéristiques des glucides.....	383
Figure 11.38	Schéma récapitulatif du métabolisme des glucides.....	384
Figure 11.39	Six glucides à identifier .....	385
Figure 11.40	β-glucosamine.....	386
Figure 11.41	Trois disaccharides à hydrolyser.....	387
Figure 11.42	Structure de la gentamicine .....	388
Figure 11.43	Réponses de l'exercice 11.2 .....	391
Figure 11.44	Réponses de l'exercice 11.4 .....	392
Figure 11.45	Réponses de l'exercice 11.6 .....	393
Figure 11.46	Réponse de l'exercice 11.7 a .....	393
Figure 11.47	Réponse de l'exercice 11.10 a .....	394

## Chapitre 12

Figure 12.1	Isomérisation géométrique <i>cis-trans</i> autour d'une liaison double .....	396
Figure 12.2	Réaction d'estérification entre le glycérol et trois molécules d'acides gras identiques.....	397
Figure 12.3	Triester d'acides gras mixte.....	398
Figure 12.4	Formation du 4-méthylhexanoate de 2-méthyl-octadécyle à partir de l'alcool et de l'acide carboxylique correspondant .....	398
Figure 12.5	Trois phospholipides : une choline et deux céphalines .....	399
Figure 12.6	Trois esters d'acides gras à identifier .....	400
Figure 12.7	Deux esters d'acides gras à identifier pour application de l'exemple 12.1 .....	401
Figure 12.8	Molécule d'isoprène .....	402
Figure 12.9	Deux types d'enchaînements tête-queue des unités isoprènes de quelques terpènes .....	402
Figure 12.10	Squelette de base des stéroïdes.....	403
Figure 12.11	Quelques stéroïdes courants .....	403
Figure 12.12	Squelette de base des prostaglandines et deux exemples .....	404
Figure 12.13	Trois lipides non saponifiables à identifier .....	405
Figure 12.14	Deux lipides non saponifiables à classer pour application de l'exemple 12.2.....	406
Figure 12.15	Transformation du glycérol en glycéraldéhyde-3-phosphate .....	406
Figure 12.16	Activation d'une molécule d'acide gras .....	407

Figure 12.17	Première étape de la $\beta$ -oxydation .....	408
Figure 12.18	Deuxième étape de la $\beta$ -oxydation .....	408
Figure 12.19	Troisième étape de la $\beta$ -oxydation .....	409
Figure 12.20	Quatrième étape de la $\beta$ -oxydation .....	410
Figure 12.21	Réaction globale de la $\beta$ -oxydation .....	411
Figure 12.22	Sept $\beta$ -oxydations de l'acide palmitique .....	412
Figure 12.23	Dernière $\beta$ -oxydation d'un acide gras .....	413
Figure 12.24	Formation des corps cétoniques à partir de l'acétyl-CoA .....	414
Figure 12.25	Schéma récapitulatif des caractéristiques des lipides .....	415
Figure 12.26	Schéma récapitulatif du métabolisme des triesters d'acides gras .....	416
Figure 12.27	Sept lipides à identifier .....	417
Figure 12.28	Cinq terpènes dans lesquels il faut identifier les enchaînements d'unités isoprènes .....	418
Figure 12.29	Deux triesters d'acides gras pour lesquels il faut calculer la production d'ATP .....	419
Figure 12.30	Réponses de l'exercice 12.2 .....	421
Figure 12.31	Réponses de l'exercice 12.3 .....	422

### Chapitre 13

Figure 13.1	Représentation générale d'un acide aminé .....	423
Figure 13.2	Caractères acide et basique d'un acide aminé .....	424
Figure 13.3	Formation d'un zwitterion .....	426
Figure 13.4	Diverses formes possibles d'un acide aminé en fonction du pH et du point isoélectrique .....	426
Figure 13.5	Représentation stylisée de deux acides aminés à un pH de 7,40 .....	427
Figure 13.6	Représentation stylisée de la phénylalanine à un pH de 4,50 .....	427
Figure 13.7	Formation d'une liaison peptidique entre deux acides aminés .....	428
Figure 13.8	Formation des deux dipeptides possibles à partir de l'alanine et de la valine .....	429
Figure 13.9	Deux dipeptides obtenus à partir de l'alanine et de la valine .....	429
Figure 13.10	Deux dipeptides obtenus à partir de cys et gly .....	430
Figure 13.11	Disposition de part et d'autre de la chaîne principale des chaînes latérales dans un pentapeptide .....	431
Figure 13.12	Formation de liaisons hydrogène entre les NH et les C=O de liaisons peptidiques .....	431
Figure 13.13	Formation des liaisons peptidiques en vue de la formation d'une hélice alpha .....	432
Figure 13.14	Vue axiale d'une hélice alpha avec mise en évidence des chaînes latérales vers l'extérieur de la chaîne .....	433
Figure 13.15	Impossibilité de faire une liaison hydrogène avec la proline dans une chaîne peptidique .....	433

Figure 13.16	Formation d'un feuillet bêta .....	434
Figure 13.17	Protéine avec une hélice alpha, une zone de feuillet bêta et une zone sans structure secondaire précise.....	435
Figure 13.18	Représentation des interactions intermoléculaires de la structure tertiaire .....	436
Figure 13.19	Structure quaternaire du collagène : une superhélice à trois brins .....	437
Figure 13.20	Structure quaternaire de l'insuline.....	438
Figure 13.21	Fonctionnement du site actif d'une enzyme.....	440
Figure 13.22	Quatre acides aminés (transamination) et leur acide cétonique correspondant.....	442
Figure 13.23	Schéma général de la transamination .....	443
Figure 13.24	Transamination de l'alanine et de l'acide aspartique .....	444
Figure 13.25	Insertion des acides aminés naturels à travers six carrefours .....	446
Figure 13.26	Désamination oxydative de l'acide glutamique .....	447
Figure 13.27	Transamination et désamination oxydative : caractère cyclique de la séquence des deux réactions.....	448
Figure 13.28	Structure de l'urée .....	448
Figure 13.29	Formation du carbamyl-phosphate .....	449
Figure 13.30	Formation de la citrulline .....	449
Figure 13.31	Formation de l'acide arginino-succinique .....	450
Figure 13.32	Libération de l'acide fumarique et de l'arginine.....	451
Figure 13.33	Libération de l'urée et régénération de l'ornithine .....	452
Figure 13.34	Cycle de l'urée : schéma global .....	453
Figure 13.35	Schéma récapitulatif caractéristique des acides aminés et des protéines .....	454
Figure 13.36	Schéma récapitulatif du métabolisme des protéines .....	455
Figure 13.37	Acides aminés à identifier .....	456
Figure 13.38	Réponses de l'exercice 13.2 .....	459
Figure 13.39	Réponses de l'exercice 13.3 .....	460
Figure 13.40	Réponses de l'exercice 13.6 .....	461
Figure 13.41	Réponses de l'exercice 13.7 a.....	462
Figure 13.42	Réponses de l'exercice 13.8 a.....	463
Tableau 13.1	Vingt acides aminés naturels : leur structure et quelques caractéristiques physiques.....	425
Tableau 13.2	Sommaire des fonctions exercées par les protéines .....	439

## Chapitre 14

Figure 14.1	Courbe de saturation de l'hémoglobine.....	467
Figure 14.2	Lecture de la saturation correspondant à une pression d'oxygène donnée .....	468
Figure 14.3	Lecture de la pression d'oxygène correspondant à une saturation donnée .....	469
Figure 14.4	Courbe de saturation normale et déplacement vers la gauche : affinité augmentée .....	473

Figure 14.5	Courbe de saturation normale et déplacement vers la droite : affinité diminuée .....	475
Figure 14.6	Huit hélices d'une unité globine $\alpha$ .....	478
Figure 14.7	Noyau hème.....	478
Figure 14.8	Noyau hème avec son atome de fer $2+$ et amarrage à la globine au moyen de la chaîne latérale de l'histidine proximale .....	479
Figure 14.9	Six liaisons du fer au centre du noyau hème .....	480
Figure 14.10	Noyau hème au centre de la poche formée par les hélices E et F .....	481
Figure 14.11	Assemblage des quatre unités de l'hémoglobine .....	481
Figure 14.12	Effet de la fixation d'un premier $O_2$ sur l'organisation spatiale d'une sous-unité de l'hémoglobine.....	482
Figure 14.13	Interactions des chaînes latérales dans les deux formes possibles de l'hémoglobine .....	483
Figure 14.14	Représentation du 2,3-DPG dans la cavité centrale de l'hémoglobine .....	484
Figure 14.15	Vue générale des formes T et R de l'hémoglobine .....	485
Figure 14.16	Schéma récapitulatif du chapitre .....	490
Figure 14.17	Équilibres dans les tissus.....	493
Figure 14.18	Équilibres dans les poumons .....	494
Figure 14.19	Réponses de l'exercice 14.6 a.....	496
Figure 14.20	Réponses de l'exercice 14.7 a.....	496
Figure 14.21	Réponses de l'exercice 14.8 .....	497
Figure 14.22	Réponses de l'exercice 14.9 .....	498
Tableau 14.1	Composition de l'air inspiré et de l'air alvéolaire .....	465
Tableau 14.2	Séquence des acides aminés des globines $\alpha$ et $\beta$ .....	476
Tableau 14.3	Positions des hélices alpha dans les unités de l'hémoglobine.....	477

## Chapitre 15

Figure 15.1	Mécanisme du contrôle respiratoire.....	509
Figure 15.2	Mécanisme du contrôle rénal : excrétion des ions $H^+$ et réabsorption des ions $Na^+$ .....	511
Figure 15.3	Mécanisme du contrôle rénal : réabsorption des ions $HCO_3^-$ .....	513
Figure 15.4	Tampon phosphate et tampon ammonium-ammoniac.....	514
Figure 15.5	Schéma récapitulatif du chapitre .....	529
Tableau 15.1	Variation des données cliniques en fonction du stade de l'acidose respiratoire ....	516
Tableau 15.2	Variation des données cliniques en fonction du stade de l'alcalose respiratoire ....	517
Tableau 15.3	Variation des données cliniques en fonction du stade de l'acidose métabolique...	519
Tableau 15.4	Variation des données cliniques en fonction du stade de l'alcalose métabolique ..	521
Tableau 15.5	Diagnostic d'un désordre acido-basique en trois étapes .....	523