

# Table des matières

<b>I</b>	<b>Chimie organique</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>Atomistique</b>	<b>9</b>
1.1	Les particules constitutives de l'atome . . . . .	9
1.1.1	Le noyau . . . . .	9
1.1.2	Le cortège électronique . . . . .	10
1.2	Le modèle planétaire de Perrin–Rutherford . . . . .	11
1.3	Le photon (1905) . . . . .	13
1.4	Le modèle de Bohr . . . . .	13
1.4.1	Les postulats(1913) . . . . .	13
1.4.2	Conséquences . . . . .	14
1.5	La mécanique ondulatoire (1924) . . . . .	16
1.5.1	Postulats de la mécanique ondulatoire . . . . .	17
1.6	Cas de l'atome d'hydrogène . . . . .	18
1.6.1	Les nombres quantiques . . . . .	18
1.6.2	Représentations . . . . .	19
1.6.3	Le nombre quantique de spin . . . . .	19
1.6.4	Récapitulation . . . . .	20
1.6.5	Orbitale atomique . . . . .	20
1.6.6	Les orbitales de l'atome d'hydrogène . . . . .	20
1.7	Cas des autres atomes . . . . .	22
1.7.1	Atomes hydrogénoïdes . . . . .	22
1.7.2	Atomes polyélectroniques . . . . .	22
1.8	Le cortège électronique . . . . .	22
1.8.1	Atome d'oxygène ( $Z = 8$ ) . . . . .	23
1.8.2	Atome de soufre ( $Z = 16$ ) . . . . .	24
1.8.3	Atome de chrome ( $Z = 24$ ) . . . . .	25
1.9	Couche et électrons de valence - valence . . . . .	27
1.9.1	Couche de valence . . . . .	27
1.9.2	Électrons de valence . . . . .	27
1.9.3	Valence . . . . .	27
1.10	Classification périodique des éléments . . . . .	28
1.10.1	Les familles . . . . .	28
1.11	Rayon de l'atome . . . . .	29
1.12	Variations du rayon atomique . . . . .	29
1.12.1	Dans une même période . . . . .	29
1.12.2	Dans une même famille . . . . .	30
1.13	Affinité électronique . . . . .	30
1.14	Énergie d'ionisation . . . . .	30

1.14.1	Énergie de première ionisation . . . . .	30
1.14.2	Énergie de deuxième ionisation . . . . .	30
1.14.3	Variation de EI quand Z augmente . . . . .	30
1.14.4	Dans une même ligne (même période) . . . . .	31
1.15	Électronégativité . . . . .	31
1.15.1	Échelle de Mulliken . . . . .	31
1.15.2	Échelle de Pauling . . . . .	31
1.16	Variation de $\chi$ . . . . .	31
1.17	Questions à choix multiples . . . . .	32
<b>2</b>	<b>La liaison chimique</b> . . . . .	<b>41</b>
2.1	Énergie de liaison . . . . .	41
2.2	Schéma de Lewis . . . . .	42
2.2.1	Le monde de la chimie selon Lewis . . . . .	42
2.3	Représentation spatiale : méthode VSEPR . . . . .	47
2.3.1	Énergie de liaison . . . . .	47
2.3.2	Les formules “types” VSEPR . . . . .	47
2.3.3	Détermination de la géométrie VSEPR à partir des formules . . . . .	48
2.4	Orbitales moléculaires . . . . .	51
2.4.1	Molécules diatomiques . . . . .	51
2.4.2	Molécules polyatomiques : hybridation . . . . .	56
2.4.3	Quelques exemples . . . . .	59
2.5	Questions à choix multiples . . . . .	61
<b>3</b>	<b>Nomenclature et isomérisation</b> . . . . .	<b>69</b>
3.1	L'isomérisation . . . . .	69
3.1.1	Définition . . . . .	69
3.1.2	Les différentes isomérisations . . . . .	69
3.2	Isomérisation de constitution . . . . .	70
3.2.1	Les alcanes (ou hydrocarbures saturés) : isomérisation de squelette seulement. . . . .	70
3.2.2	Les alcènes (double liaison) et alcynes (triple liaison) . . . . .	73
3.2.3	Les éther-oxydes . . . . .	73
3.2.4	Les alcools . . . . .	74
3.2.5	Les cétones . . . . .	74
3.2.6	Les aldéhydes . . . . .	75
3.2.7	Les amines . . . . .	75
3.2.8	Les amides . . . . .	76
3.2.9	Les acides carboxyliques . . . . .	76
3.2.10	Les esters . . . . .	77
3.2.11	Cas des molécules polyfonctionnelles . . . . .	77
3.3	Stéréoisomérisation . . . . .	78
3.3.1	Chiralité . . . . .	78
3.3.2	Loi de Biot . . . . .	80
3.3.3	Comment reconnaître une molécule chirale ? . . . . .	80
3.3.4	Isomérisation de configuration . . . . .	80
3.3.5	Représentation de Fisher . . . . .	81
3.3.6	Nomenclature R,S . . . . .	83
3.3.7	Isomérisation de conformation . . . . .	84
3.4	Questions à choix multiples . . . . .	88

<b>II</b>	<b>Chimie générale</b>	<b>97</b>
<b>4</b>	<b>Thermodynamique</b>	<b>99</b>
4.1	Pourquoi la Thermodynamique ? . . . . .	99
4.1.1	Non conservation de l'énergie mécanique : . . . . .	99
4.1.2	Nécessité d'une nouvelle théorie . . . . .	100
4.2	Thermodynamique : généralités . . . . .	100
4.2.1	Définitions . . . . .	100
4.2.2	L'état d'un système . . . . .	101
4.2.3	Aspects mathématiques . . . . .	102
4.3	Le premier principe . . . . .	103
4.3.1	Énoncé . . . . .	103
4.3.2	Premières applications "concrètes" . . . . .	104
4.3.3	Enthalpie . . . . .	107
4.3.4	Relation entre $Q_p$ et $Q_v$ : . . . . .	108
4.3.5	Calcul des variations d'enthalpie . . . . .	109
4.4	Le deuxième principe . . . . .	112
4.4.1	Critère de spontanéité . . . . .	112
4.4.2	Entropie . . . . .	113
4.4.3	Enthalpie libre . . . . .	115
4.4.4	Applications à l'étude des réactions chimiques . . . . .	115
4.5	Questions à choix multiples . . . . .	120
<b>5</b>	<b>Cinétique chimique</b>	<b>131</b>
5.1	Généralités . . . . .	131
5.1.1	Définitions qualitatives . . . . .	131
5.1.2	Les mécanismes réactionnels . . . . .	132
5.1.3	Les divers paramètres cinétiques . . . . .	133
5.2	Vitesse de réaction . . . . .	133
5.3	Cinétique d'ordre 1 . . . . .	134
5.3.1	Équation d'évolution . . . . .	134
5.3.2	Temps de demi-réaction . . . . .	134
5.4	Cinétique d'ordre 2 . . . . .	135
5.4.1	Équation d'évolution . . . . .	135
5.4.2	Temps de demi-réaction . . . . .	135
5.5	Autres cas se ramenant aux cas précédents . . . . .	136
5.5.1	Dégénérescence de l'ordre . . . . .	136
5.6	Variation avec la température : loi d'Arrhénius . . . . .	137
5.7	Questions à choix multiples . . . . .	138
<b>6</b>	<b>Oxydo-réduction</b>	<b>149</b>
6.1	Définitions . . . . .	149
6.1.1	Oxydants et réducteurs . . . . .	149
6.1.2	Oxydation et réduction . . . . .	149
6.1.3	Exemples . . . . .	149
6.1.4	Couples redox . . . . .	150
6.1.5	Réactions redox en général . . . . .	150
6.2	Équilibrage d'une réaction redox . . . . .	151
6.2.1	Équilibrage pour le couple ion permanganate/ion manganèse . . . . .	151
6.2.2	Équilibrage pour le couple éthanol/éthanal . . . . .	152

6.2.3	Équation bilan . . . . .	152
6.3	Force d'un oxydant et d'un réducteur . . . . .	153
6.3.1	Aspect qualitatif . . . . .	153
6.3.2	Piles . . . . .	154
6.3.3	Potentiel d'électrode . . . . .	154
6.3.4	Aspect quantitatif . . . . .	155
6.4	Nombre d'oxydation . . . . .	156
6.4.1	Définition . . . . .	156
6.4.2	Utilisation des nombres d'oxydation pour l'équilibrage des réactions . . . . .	158
6.5	Questions à choix multiples . . . . .	161
<b>7</b>	<b>pH-métrie</b>	<b>167</b>
7.1	Acides et bases . . . . .	167
7.1.1	Définition d'un acide : . . . . .	167
7.1.2	Remarques : . . . . .	167
7.1.3	Définition d'une base : . . . . .	168
7.1.4	Equations bilan : . . . . .	168
7.1.5	Couple acido-basique (ou acide-base) : . . . . .	168
7.1.6	Force d'un acide ou d'une base : . . . . .	169
7.1.7	Constantes d'équilibre et constantes d'acidité : . . . . .	169
7.2	Notion de pH (potentiel hydrogène) . . . . .	170
7.2.1	Définition . . . . .	170
7.2.2	pH de l'eau . . . . .	171
7.2.3	pH d'un acide ou d'une base . . . . .	171
7.3	pH des acides forts et des bases fortes . . . . .	171
7.3.1	acide fort . . . . .	171
7.3.2	base forte . . . . .	172
7.4	pH des acides faibles . . . . .	173
7.4.1	Formule générale . . . . .	173
7.4.2	Coefficient de dissociation $\alpha$ . . . . .	173
7.4.3	Expression du pH en fonction de $\alpha$ . . . . .	174
7.4.4	Autre expression du pH . . . . .	174
7.5	pH des bases faibles . . . . .	175
7.6	Force des acides et des bases . . . . .	175
7.6.1	Le solvant est l'eau . . . . .	176
7.6.2	Le solvant n'est pas l'eau . . . . .	176
7.6.3	Équivalence . . . . .	177
7.7	Neutralisation d'un acide par une base forte . . . . .	177
7.7.1	Équivalence . . . . .	178
7.7.2	Demi-équivalence . . . . .	179
7.7.3	Neutralisation d'une base par un acide . . . . .	179
7.8	Solutions tampon . . . . .	179
7.8.1	Définition . . . . .	179
7.8.2	Obtention . . . . .	179
7.9	Quelques remarques importantes . . . . .	181
7.9.1	Remarque 1 . . . . .	181
7.9.2	Remarque 2 . . . . .	182
7.9.3	Remarque 3 . . . . .	182
7.10	Solutions ampholytes . . . . .	182

7.10.1	Mélange équimolaire d'un acide faible et d'une base faible non conjuguée . . . . .	182
7.10.2	Composé amphotère . . . . .	183
7.11	Polyacides et polybases . . . . .	183
7.11.1	Polyacides . . . . .	183
7.11.2	Polybases . . . . .	184
7.12	Mélange de deux acides . . . . .	184
7.12.1	Deux acides forts . . . . .	184
7.12.2	Un acide fort et un acide faible . . . . .	184
7.12.3	Deux acides faibles . . . . .	184
7.13	Mélange de deux bases . . . . .	184
7.14	Questions à choix multiples . . . . .	185

### III Biochimie 193

#### 8 Glucides 197

8.1	Oses (ou monosaccharides) . . . . .	197
8.1.1	A) Trioses (oses en C <sub>3</sub> ) . . . . .	197
8.1.2	B) pentoses (oses en C <sub>5</sub> ) . . . . .	198
8.1.3	C) Hexoses (oses en C <sub>6</sub> ) . . . . .	198
8.1.4	D) Représentation de Haworth . . . . .	200
8.1.5	E) Dérivés des oses . . . . .	201
8.1.6	F) Propriété chimiques . . . . .	201
8.2	Osides . . . . .	203
8.2.1	A) Diholosides . . . . .	203
8.2.2	B) Polyholosides . . . . .	204
8.2.3	C) Hétéropolyosides . . . . .	206
8.2.4	D) Hétérosides . . . . .	207
8.3	Questions à choix multiples . . . . .	208

#### 9 Lipides 215

9.1	Les acides gras . . . . .	215
9.1.1	Acides gras saturés . . . . .	215
9.1.2	Acides gras insaturés . . . . .	216
9.2	Les glycérolipides . . . . .	220
9.2.1	Glycérides . . . . .	220
9.2.2	Glycérophospholipides . . . . .	221
9.3	Les sphingolipides . . . . .	223
9.4	Les stéroïdes . . . . .	224
9.4.1	Le cholestérol . . . . .	224
9.4.2	Les acides biliaires . . . . .	225
9.4.3	Les dérivés stéroïdes . . . . .	226
9.4.4	Les vitamines terpéniques . . . . .	229
9.5	Le lipoprotéines . . . . .	230
9.5.1	Les chylomicrons . . . . .	230
9.5.2	Les VLDL (very low density lipoprotein) . . . . .	230
9.5.3	Les LDL (low density lipoprotein) . . . . .	231
9.5.4	Les HDL (high density lipoprotein) . . . . .	231
9.5.5	Deux caractéristiques physiques . . . . .	231

9.6	Questions à choix multiples . . . . .	232
<b>10</b>	<b>Acides aminés et protéines</b>	<b>239</b>
10.1	Généralités . . . . .	239
10.2	Les acides aminés (protéiques) . . . . .	240
10.2.1	Acides aminés aliphatiques hydrophobes . . . . .	240
10.2.2	Acides aminés alcools . . . . .	240
10.2.3	Acides aminés soufrés . . . . .	242
10.2.4	Acides aminés acides . . . . .	242
10.2.5	Acides aminés amides . . . . .	243
10.2.6	Acides aminés basiques . . . . .	244
10.2.7	Acides aminés aromatiques . . . . .	245
10.3	Propriétés physiques des acides aminés . . . . .	246
10.3.1	Polarité . . . . .	246
10.3.2	Propriétés électriques . . . . .	247
10.4	Les protéines . . . . .	249
10.4.1	Les peptides . . . . .	249
10.4.2	Structure primaire . . . . .	249
10.4.3	Structure secondaire . . . . .	251
10.4.4	Structure tertiaire . . . . .	253
10.4.5	Structure quaternaire . . . . .	255
10.5	Propriétés physico-chimiques des protéines . . . . .	255
10.5.1	pH isoélectrique . . . . .	255
10.5.2	Solubilité . . . . .	255
10.5.3	Dénaturation des protéines . . . . .	256
10.5.4	Détermination du poids moléculaire . . . . .	257
10.6	Questions à choix multiples . . . . .	259
10.7	Questions à choix multiples . . . . .	264
<b>IV</b>	<b>Génome</b>	<b>271</b>
<b>11</b>	<b>Généralités</b>	<b>273</b>
11.1	ADN . . . . .	273
11.1.1	Généralités . . . . .	273
11.1.2	Les expériences de Griffith . . . . .	274
11.1.3	Structure primaire de l'ADN . . . . .	274
11.1.4	Structure secondaire . . . . .	277
11.1.5	Structure tertiaire . . . . .	278
11.1.6	Réplication de l'ADN . . . . .	278
11.2	ARN . . . . .	282
11.2.1	Structure générale . . . . .	282
11.2.2	Survol de la transcription . . . . .	283
11.2.3	Les différents types d'ARNs . . . . .	283
11.2.4	Les ARNr . . . . .	283
11.2.5	Les ARNt (ou ARN 4S) . . . . .	285
11.2.6	Les ARNm . . . . .	285
11.3	Questions à choix multiples . . . . .	291