

RAYMOND QUELET

**CHIMIE  
PROPÉDEUTIQUE  
MÉDICALE**

COLLECTION



EUCLIDE

**PRESSES UNIVERSITAIRES  
DE FRANCE**



# TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
INTRODUCTION .....	VII
Table des masses atomiques .....	2-3

## PREMIÈRE PARTIE

### CHIMIE GÉNÉRALE

CHAPITRE PREMIER. — Les états physiques de la matière. —	5
Mélanges. — Analyse immédiate. — Corps purs. — Éléments	
<i>Les états physiques de la matière</i> .....	5
§ 1. État cristallin et état amorphe .....	6
§ 2. Systèmes cristallins .....	7
§ 3. Structure des cristaux .....	7
<i>Mélanges. Notion de phase</i> .....	9
§ 4. Complexité des produits naturels .....	9
§ 5. Différents types de mélanges. Phases .....	10
§ 6. Mélanges hétérogènes .....	11
§ 7. Mélanges homogènes .....	12
<i>Analyse immédiate</i> .....	14
§ 8. But et caractères de l'analyse immédiate .....	14
§ 9. Analyse d'un mélange homogène liquide .....	15
§ 10. Adsorption chromatographique ou chromatographie .....	15
§ 11. Chromatographie en phase vapeur .....	20
§ 12. Mélanges gazeux .....	21
<i>Corps purs. Éléments</i> .....	22
§ 13. Corps purs .....	22
§ 14. Espèces chimiques définies .....	23



	PAGES
§ 15. Corps simples et corps composés .....	23
§ 16. Éléments .....	24
§ 17. Allotropie .....	25
§ 18. Réactions chimiques .....	26
§ 19. Analyse élémentaire .....	26
<b>CHAPITRE II. — Molécules et atomes</b> .....	<b>27</b>
<i>Discontinuité de la matière. Molécules et atomes</i> .....	27
§ 20. Structure de la matière .....	27
§ 21. Grandeurs moléculaires .....	28
§ 22. Loi d'Avogadro et Ampère .....	29
<i>Historique de la théorie atomique, lois des combinaisons chimiques</i> .....	29
§ 23. Loi de Lavoisier .....	30
§ 24. Loi de Proust .....	30
§ 25. Loi des proportions multiples .....	31
§ 26. Loi des nombres proportionnels .....	32
§ 27. Lois volumétriques .....	32
<i>Système des masses atomiques et des masses moléculaires usuelles</i> .....	33
§ 28. Système des masses atomiques. Atome gramme ...	33
§ 29. Masse moléculaire. Molécule gramme ou mole .....	34
§ 30. Nombre d'Avogadro .....	36
<b>CHAPITRE III. — Détermination des masses moléculaires</b> .....	<b>37</b>
1° <i>Mesure des densités gazeuses</i> .....	37
§ 31. Méthode de Meyer .....	37
2° <i>Méthodes déduites des propriétés des solutions étendues</i> .....	39
§ 32. Pression osmotique .....	39
§ 33. Lois de Raoult .....	41
§ 34. Cryométrie (ou cryoscopie) .....	43
§ 35. Ebulliométrie (ou ébullioscopie) .....	45
<b>CHAPITRE IV. — Classification des éléments. Structure des atomes</b> .....	<b>47</b>
<i>Classification des éléments</i> .....	47
§ 36. Classification périodique des éléments .....	48
§ 37. Numéro atomique .....	53



	<i>Constitution des atomes. Isotopes</i> .....	54
	A) Structure électronique de l'atome .....	55
§	38. Les nombres quantiques et la constitution du nuage électronique dans les atomes .....	55
§	39. Périodicité dans la répartition électronique .....	56
§	40. Règle de Hund .....	60
§	41. Formulation de la structure électronique .....	61
§	42. Ions .....	62
§	43. Aspect mécanique du problème .....	62
	B) Le noyau atomique. Isotopes .....	65
§	44. Structure des noyaux .....	65
§	45. Isotopes .....	66
§	46. Radio-activité, réactions nucléaires .....	68
§	47. Intérêt pratique des isotopes. Indicateurs radio-actifs	72
<b>CHAPITRE V. — Liaisons chimiques. Théories électroniques de la valence</b> .....		74
§	48. Généralités sur les édifices d'atomes .....	74
§	49. Les différents types de liaison .....	75
	<i>Liaisons chimiques</i> .....	76
§	50. Liaison ionique .....	76
§	51. Liaison par mise en commun d'électrons entre les atomes. Liaison par covalence .....	78
§	52. Sur les liaisons hétéropolaires .....	80
§	53. Liaison coordinative ou semi-polaire .....	81
§	54. Autres liaisons par électrons .....	83
	<i>Liaisons intermoléculaires</i> .....	85
§	55. La notion de molécule dans les divers états physiques de la matière .....	85
§	56. Liaisons intermoléculaires. Liaison hydrogène.....	87
<b>CHAPITRE VI. — Notions de thermochimie</b> .....		90
	<i>Chaleurs de réaction</i> .....	91
§	57. Définition de la chaleur de réaction.....	91
§	58. Principe de la mesure des chaleurs de réaction ....	92



	PAGES
§ 59. Le premier principe de thermodynamique .....	93
§ 60. Principe de l'état initial et de l'état final.....	95
§ 61. Applications aux réactions chimiques .....	96
§ 62. Calcul des chaleurs de réaction .....	98
<i>Application des données thermiques</i> .....	100
§ 63. Stabilité thermique des composés .....	100
§ 64. Application à la biologie animale .....	101
<b>CHAPITRE VII. — Notions de cinétique chimique. Catalyse.....</b>	<b>103</b>
A) <i>Généralités</i> .....	103
§ 65. Définition. Importance .....	103
§ 66. Définition de la vitesse d'une réaction .....	104
B) <i>Influence de la concentration</i> .....	106
§ 67. Ordre d'une réaction .....	106
§ 68. Mécanisme des réactions ; molécularité .....	107
§ 69. Réactions en chaînes .....	110
C) <i>Influence de la température et des radiations</i> .....	111
§ 70. Influence de la température .....	111
§ 71. Influence des radiations .....	112
D) <i>Catalyse</i> .....	113
§ 72. Généralités .....	113
§ 73. Variété des catalyseurs .....	114
§ 74. Biocatalyseurs .....	114
§ 75. Catalyse homogène.....	115
<b>CHAPITRE VIII. — Les équilibres chimiques.....</b>	<b>118</b>
§ 76. Généralités .....	118
<i>Facteurs de l'équilibre</i> .....	120
§ 77. Loi qualitative du déplacement de l'équilibre .....	120



	<i>Loi d'action de masse</i> .....	124
§	78. Expression de la loi d'action de masse .....	125
§	79. Extension aux systèmes hétérogènes .....	130
<b>CHAPITRE IX. — Propriétés des électrolytes</b> .....		132
	<i>Dissociation électrolytique (ionisation)</i> .....	132
§	80. Explication des propriétés des électrolytes .....	134
§	81. Application de la loi d'action de masse aux électrolytes faibles .....	136
§	82. Produit de solubilité .....	137
	<i>Acides. — Bases. — Sels</i> .....	139
§	83. Acides .....	139
§	84. Force d'un acide .....	140
§	85. Bases .....	141
§	86. Généralisation des notions d'acide et de base .....	142
§	87. Sels .....	144
<b>CHAPITRE X. — Acidité libre. Hydrolyse des sels</b> .....		147
	<i>Acidité libre, pH</i> .....	147
§	88. Ionisation de l'eau .....	147
§	89. Définition du pH .....	148
§	90. Importance du pH en chimie biologique .....	151
§	91. Mesure du pH .....	151
	<i>Hydrolyse des sels. — Effet tampon</i> .....	152
§	92. Mécanisme de l'hydrolyse des sels .....	153
§	93. Neutralisation des acides par les bases .....	155
§	94. Tampons de pH .....	161
<b>CHAPITRE XI. — Généralités sur les corps simples. Échelle d'élec- tronégativité</b> .....		163
§	95. Caractères distinctifs des deux catégories d'éléments ..	163
§	96. Échelle d'électronégativité .....	166
§	97. Importance de l'électronégativité dans les réactions chimiques .....	168
§	98. Nomenclature des composés binaires .....	169



	PAGES
<b>CHAPITRE XII. — Phénomènes d'oxydation et de réduction.</b>	
<b>Potentiel d'oxydo-réduction</b> .....	171
§ 99. Définitions .....	171
§ 100. Potentiel d'oxydo-réduction .....	173
§ 101. Mesure des potentiels d'oxydo-réduction .....	174
§ 102. La notion de rH .....	176
§ 103. La notion de degré d'oxydation .....	177
<b>CHAPITRE XIII. — Étude succincte des principaux réducteurs et oxydants.</b>	181
I. <i>Réducteurs. Exemples de réductions</i> .....	181
§ 104. Réductions par l'hydrogène .....	182
II. <i>Oxydants. Exemples d'oxydations</i> .....	186
§ 105. Oxydations par action directe de l'oxygène .....	186
§ 106. Ozone .....	188
§ 107. Principaux oxydants .....	190
§ 108. Oxydation anodique dans l'électrolyse .....	192

## DEUXIÈME PARTIE

### CHIMIE ORGANIQUE

<b>CHAPITRE XIV. — Généralités</b> .....	195
§ 109. Objet et définition de la chimie organique .....	195
§ 110. Composition et caractères généraux des composés organiques .....	197
<i>Analyse élémentaire des composés organiques</i> .....	199
§ 111. Analyse qualitative .....	199
§ 112. Analyse quantitative .....	200
§ 113. Formules brutes .....	204
<b>CHAPITRE XV. — Structure des molécules organiques</b> .....	206
<i>Formules développées planes</i> .....	207
§ 114. Représentation plane des composés organiques ....	207
§ 115. Principe de substitution .....	209



§ 116. Structure des chaînes carbonées .....	210
<i>Fonctions chimiques. Isomérisation</i> .....	212
§ 117. Les principales fonctions de la chimie organique...	214
§ 118. Isomérisation .....	216
§ 119. Tautomérisation .....	218
<b>CHAPITRE XVI. — Stéréochimie</b> .....	220
<i>Isomérisation optique</i> .....	220
§ 120. Activité optique .....	220
§ 121. Pouvoir rotatoire spécifique .....	221
§ 122. Inverses ou antipodes optiques .....	221
§ 123. Racémiques .....	222
§ 124. Dédoublage des racémiques .....	223
§ 125. Cause de l'activité optique .....	224
§ 126. Molécules ayant plusieurs carbones asymétriques...	227
§ 127. Analyse conformationnelle .....	231
<i>Isomérisation éthylénique</i> .....	233
§ 128. Isomères cis et trans-éthyléniques .....	233
<b>CHAPITRE XVII. — Hydrocarbures aliphatiques</b> .....	235
I. — <i>Hydrocarbures saturés aliphatiques</i> .....	235
§ 129. Structure et isomérisation .....	236
§ 130. Nomenclature .....	236
§ 131. État naturel .....	237
§ 132. Méthodes de préparation .....	238
§ 133. Propriétés physiques .....	241
§ 134. Propriétés chimiques .....	241
§ 135. Méthane .....	243
§ 136. Éthane .....	244
§ 137. Butane .....	244
II. — <i>Hydrocarbures éthyléniques</i> .....	245
§ 138. Nomenclature .....	245
§ 139. Isomérisation .....	245
§ 140. Création de la fonction éthylénique .....	246



§ 141. Réactions d'addition .....	248
§ 142. Réactions de dégradation .....	251
§ 143. Isomérisation ; polymérisation .....	252
<i>Carbures diéthyléniques ; diènes conjugués</i> .....	253
§ 144. Diènes conjugués .....	254
§ 145. Conjugaison ou mésomérie .....	256
III. — <i>Carbures acétyléniques</i> .....	259
§ 146. Isomérisation ; différents types .....	259
§ 147. Nomenclature .....	260
§ 148. Méthodes de préparation .....	260
§ 149. Propriétés physiques .....	261
§ 150. Propriétés chimiques générales .....	261
§ 151. Propriétés spéciales des acétyléniques vrais .....	263
§ 152. Acétylène .....	264
CHAPITRE XVIII. — <b>Hydrocarbures alicycliques</b> .....	266
<i>Cyclanes</i> .....	266
§ 153. État naturel et préparation .....	267
§ 154. Propriétés .....	268
<i>Hydrocarbures terpéniques</i> .....	271
§ 155. Généralités .....	271
A) <i>Carbures terpéniques monocycliques</i> .....	272
§ 156. Préparation .....	273
§ 157. Propriétés .....	273
§ 158. Limonène .....	273
B) <i>Carbures terpéniques bicycliques</i> .....	274
§ 159. Pinènes .....	274
CHAPITRE XIX. — <b>Hydrocarbures aromatiques</b> .....	276
<i>Benzène</i> .....	276
§ 160. Structure du noyau benzénique .....	276
§ 161. Nature des liaisons entre les carbones .....	278
§ 162. Conjugaison cyclique et caractère aromatique .....	279



	PAGES
§ 163. Origine et préparation du benzène .....	281
§ 164. Propriétés physiques .....	282
§ 165. Propriétés chimiques .....	282
§ 166. Règles de substitution sur le noyau benzénique ...	285
§ 167. Mécanisme des réactions de substitution .....	286
<i>Carbures benzéniques</i> .....	287
§ 168. Vue d'ensemble .....	287
§ 169. Propriétés .....	288
<i>Carbures aromatiques à noyaux condensés</i> .....	290
§ 170. Généralités .....	290
§ 171. Naphtalène .....	291
§ 172. Anthracène .....	293
§ 173. Phénanthrène .....	293
<b>CHAPITRE XX. — Dérivés halogènes des carbures</b> .....	<b>295</b>
<i>Dérivés monohalogènes saturés</i> .....	296
§ 174. Nomenclature .....	296
§ 175. Préparation .....	296
<i>Propriétés</i> .....	297
§ 176. Action des métaux .....	298
§ 177. Réactions de substitution .....	298
<b>CHAPITRE XXI. — Composés organo-magnésiens</b> .....	<b>301</b>
§ 178. Généralités sur les organo-métalliques .....	301
§ 179. Préparation des organo-magnésiens .....	302
§ 180. Réactions de substitution .....	303
§ 181. Réactions d'addition .....	305
<b>CHAPITRE XXII. — Fonction alcool</b> .....	<b>308</b>
<i>Généralités</i> .....	308
§ 182. Nomenclature .....	308
§ 183. Classes d'alcools .....	309
<i>Monoalcools</i> .....	311
§ 184. État naturel .....	311
§ 185. Méthodes de préparation .....	311
§ 186. Propriétés physiques .....	314



§ 163. Origine et préparation du benzène .....	281
§ 164. Propriétés physiques .....	282
§ 165. Propriétés chimiques .....	282
§ 166. Règles de substitution sur le noyau benzénique ...	285
§ 167. Mécanisme des réactions de substitution .....	286
<i>Carbures benzéniques</i> .....	287
§ 168. Vue d'ensemble .....	287
§ 169. Propriétés .....	288
<i>Carbures aromatiques à noyaux condensés</i> .....	290
§ 170. Généralités .....	290
§ 171. Naphtalène .....	291
§ 172. Anthracène .....	293
§ 173. Phénanthrène .....	293
<b>CHAPITRE XX. — Dérivés halogènes des carbures</b> .....	295
<i>Dérivés monohalogènes saturés</i> .....	296
§ 174. Nomenclature .....	296
§ 175. Préparation .....	296
<i>Propriétés</i> .....	297
§ 176. Action des métaux .....	298
§ 177. Réactions de substitution .....	298
<b>CHAPITRE XXI. — Composés organo-magnésiens</b> .....	301
§ 178. Généralités sur les organo-métalliques .....	301
§ 179. Préparation des organo-magnésiens .....	302
§ 180. Réactions de substitution .....	303
§ 181. Réactions d'addition .....	305
<b>CHAPITRE XXII. — Fonction alcool</b> .....	308
<i>Généralités</i> .....	308
§ 182. Nomenclature .....	308
§ 183. Classes d'alcools .....	309
<i>Monoalcools</i> .....	311
§ 184. État naturel .....	311
§ 185. Méthodes de préparation .....	311
§ 186. Propriétés physiques .....	314



	PAGES
<i>Propriétés chimiques</i> .....	314
§ 187. Propriétés générales .....	315
§ 188. Propriétés distinctives des trois classes d'alcools ...	317
<i>Étude spéciale de quelques alcools</i> .....	320
§ 189. Alcool méthylique (méthanol) .....	320
§ 190. Alcool éthylique .....	320
§ 191. Alcools cycliques .....	322
<b>CHAPITRE XXIII. — Polyols. Fonctions éther-oxyde et thioalcool</b>	<b>323</b>
<i>Polyalcools</i> (polyols) .....	323
§ 192. Généralités .....	323
<i>Glycols</i> (diols) .....	324
§ 193. Préparation .....	325
§ 194. Propriétés .....	325
<i>Glycérol</i> (propane triol) .....	326
§ 195. État naturel .....	326
§ 196. Préparation .....	327
§ 197. Propriétés physiques .....	328
§ 198. Propriétés chimiques .....	328
§ 199. Corps gras ou glycérides .....	330
§ 200. Phospholipides. Phosphoaminolipides .....	331
<i>Éthers-oxydes</i> .....	332
§ 201. Nomenclature .....	332
§ 202. Préparation .....	332
§ 203. Propriétés .....	333
§ 204. Éther ordinaire (ou oxyde d'éthyle) .....	334
<i>Thio-alcools</i> .....	334
§ 205. Préparation .....	335
§ 206. Propriétés de l'éthane-thiol .....	335
§ 207. Thio-éther ou sulfure d'éthyle .....	337



	PAGES
CHAPITRE XXIV. — <b>Phénols</b> .....	338
§ 208. Généralités .....	338
<i>Monophénols</i> .....	339
§ 209. État naturel .....	339
§ 210. Préparation .....	340
<i>Propriétés</i> .....	340
§ 211. Propriétés dues au groupement fonctionnel .....	340
§ 212. Propriétés dues au noyau aromatique .....	342
§ 213. Phénol ordinaire .....	346
<i>Polyphénols</i> .....	347
§ 214. Diphénols .....	347
§ 215. Triphénols .....	350
CHAPITRE XXV. — <b>Amines</b> .....	351
§ 216. Nomenclature des amines .....	352
<i>Amines aliphatiques</i> .....	352
§ 217. État naturel .....	352
§ 218. Méthodes de préparation .....	353
§ 219. Propriétés physiques .....	356
§ 220. Propriétés chimiques .....	356
<i>Exemples d'amines</i> .....	360
§ 221. Monométhylamine .....	360
§ 222. Diméthylamine .....	360
§ 223. Triméthylamine .....	361
<i>Amines aromatiques</i> .....	361
§ 224. Préparation des arylamines .....	362
§ 225. Propriétés physiques .....	363
§ 226. Propriétés chimiques .....	363
§ 227. Aniline .....	364
<i>Sels et hydroxydes d'ammonium quaternaires</i> .....	364
§ 228. Sels d'ammonium quaternaires .....	364
§ 229. Hydroxydes d'ammonium quaternaires .....	365



	PAGES
CHAPITRE XXVI. — <b>Aldéhydes et cétones ; quinones</b> .....	368
<i>Aldéhydes et cétones</i> .....	368
§ 230. Nomenclature .....	368
<i>Méthodes de préparation</i> .....	369
§ 231. Communes aux aldéhydes et aux cétones .....	369
§ 232. Préparations particulières aux aldéhydes .....	371
§ 233. Préparation synthétique des cétones .....	371
<i>Propriétés</i> .....	372
§ 234. Réactions communes .....	372
§ 235. Propriétés distinctives .....	377
<i>Étude particulière de quelques aldéhydes et cétones</i> ..	378
§ 236. Aldéhyde formique (méthanal) .....	378
§ 237. Éthanal (aldéhyde acétique) .....	379
§ 238. Chloral .....	379
§ 239. Acroléine (aldéhyde acrylique) .....	379
§ 240. Aldéhyde benzoïque (benzaldéhyde) .....	380
§ 241. Acétone (propanone) .....	380
§ 242. Cyclohexanone .....	381
§ 243. Camphre .....	381
<i>Quinones</i> .....	382
§ 244. Généralités .....	382
§ 245. Parabenzoquinone .....	383
CHAPITRE XXVII. — <b>Fonction acide carboxylique</b> .....	387
§ 246. État naturel .....	388
§ 247. Nomenclature .....	388
§ 248. Méthodes de préparation .....	388
§ 249. Propriétés physiques .....	389
§ 250. Propriétés chimiques .....	389
<i>Étude particulière de quelques acides</i> .....	392
§ 251. Acide formique (méthanoïque) .....	392
§ 252. Acide acétique (éthanoïque) .....	392



	PAGES
§ 253. Acides gras supérieurs.....	393
§ 254. Acides éthyléniques.....	394
§ 255. Acides aromatiques.....	395
<b>CHAPITRE XXVIII. — Fonctions dérivées de la fonction acide...</b>	<b>397</b>
<i>Halogénures d'acides carboxyliques</i> .....	397
§ 256. Préparation des chlorures d'acides.....	397
§ 257. Propriétés.....	397
<i>Anhydrides d'acides carboxyliques</i> .....	399
§ 258. Préparation.....	399
§ 259. Propriétés.....	399
<i>Esters des acides carboxyliques</i> .....	400
§ 260. État naturel.....	401
§ 261. Préparation.....	401
§ 262. Propriétés.....	402
§ 263. Exemples.....	403
<i>Amides d'acides carboxyliques</i> .....	403
§ 264. Nomenclature.....	404
§ 265. Préparation.....	404
§ 266. Propriétés physiques.....	405
§ 267. Propriétés chimiques.....	405
§ 268. Formamide.....	407
§ 269. Acétamide.....	407
<i>Nitriles</i> .....	407
§ 270. Nomenclature.....	407
§ 271. Méthodes de préparation.....	407
§ 272. Propriétés.....	408
Acide cyanhydrique (méthane nitrile).....	409
§ 273. État naturel et préparation.....	409
§ 274. Propriétés.....	409