

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. — | | |
| Mélanges. — Analyse immédiate. — Corps purs. — Éléments | | 5 |
| <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 |
| CHAPITRE II. — Molécules et atomes | 27 |
| <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 |
| CHAPITRE III. — Détermination des masses moléculaires | 37 |
| 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 |
| CHAPITRE IV. — Classification des éléments. Structure des atomes | 47 |
| <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 |
| CHAPITRE V. — Liaisons chimiques. Théories électroniques de la valence | | 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 |
| CHAPITRE VI. — Notions de thermochimie | | 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 |
| CHAPITRE VII. — Notions de cinétique chimique. Catalyse..... | 103 |
| 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 |
| CHAPITRE VIII. — Les équilibres chimiques..... | 118 |
| § 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 |
| CHAPITRE IX. — Propriétés des électrolytes | | 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 |
| CHAPITRE X. — Acidité libre. Hydrolyse des sels | | 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 |
| CHAPITRE XI. — Généralités sur les corps simples. Échelle d'élec- tronégativité | | 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 |
|---|-------|
| CHAPITRE XII. — Phénomènes d'oxydation et de réduction. | |
| Potentiel d'oxydo-réduction | 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 |
| CHAPITRE XIII. — Étude succincte des principaux réducteurs et oxydants | 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

| | |
|---|-----|
| CHAPITRE XIV. — Généralités | 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 |
| CHAPITRE XV. — Structure des molécules organiques | 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 |
| CHAPITRE XVI. — Stéréochimie | 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 |
| CHAPITRE XVII. — Hydrocarbures aliphatiques | 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. — Hydrocarbures alicycliques | 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. — Hydrocarbures aromatiques | 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 |
| CHAPITRE XX. — Dérivés halogènes des carbures | 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 |
| CHAPITRE XXI. — Composés organo-magnésiens | 301 |
| § 178. Généralités sur les organo-métalliques | 301 |
| § 179. Préparation des organo-magnésiens | 302 |
| § 180. Réactions de substitution | 303 |
| § 181. Réactions d'addition | 305 |
| CHAPITRE XXII. — Fonction alcool | 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 |

| | |
|--|-----|
| § 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 |
| CHAPITRE XX. — Dérivés halogènes des carbures | 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 |
| CHAPITRE XXI. — Composés organo-magnésiens | 301 |
| § 178. Généralités sur les organo-métalliques | 301 |
| § 179. Préparation des organo-magnésiens | 302 |
| § 180. Réactions de substitution | 303 |
| § 181. Réactions d'addition | 305 |
| CHAPITRE XXII. — Fonction alcool | 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 |
| CHAPITRE XXIII. — Polyols. Fonctions éther-oxyde et thioalcool | 323 |
| <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. — Phénols | 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. — Amines | 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. — Aldéhydes et cétones ; quinones | 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. — Fonction acide carboxylique | 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 |
| CHAPITRE XXVIII. — Fonctions dérivées de la fonction acide... | 397 |
| <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 |