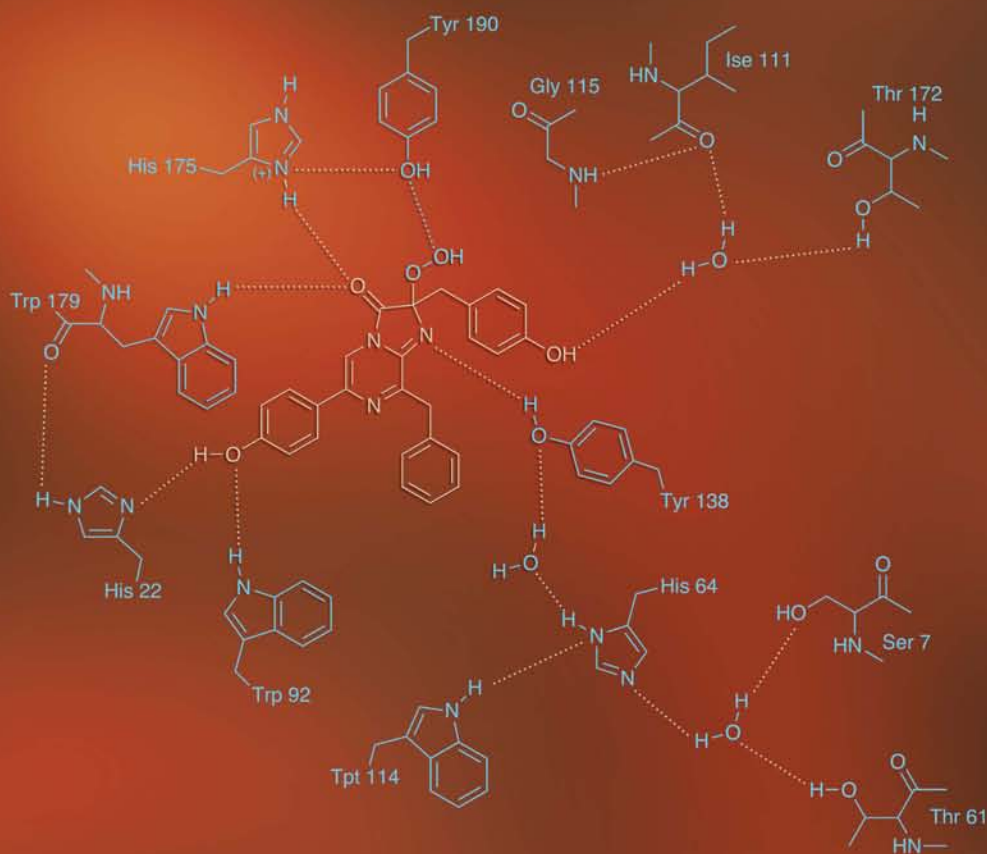


Préface de Michel Rohmer

# Chimie bioorganique

Maurice Santelli



Médecine Sciences  
Publications

*Lavoisier*

# Chimie bioorganique

### *Chez le même éditeur*

**L'essentiel de la biologie cellulaire, 3<sup>e</sup> édition**, par B. Alberts, D. Bray, K. Hopkin, A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts et P. Walter

**Biologie moléculaire de la cellule, 5<sup>e</sup> édition**, par B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts et P. Walter

**Biologie moléculaire de la cellule, 5<sup>e</sup> édition, Livre d'exercices**, par J. Wilson et T. Hunt

**Biologie moléculaire et médecine**, par J.-C. Kaplan et M. Delpech

**Manuel de poche de biologie cellulaire**, par H. Plattner et J. Hentschel

**Manuel de poche de microbiologie médicale**, par F.H. Kayser, E.C. Böttger, R.M. Zinkernagel, O. Haller, J. Eckert et P. Deplazes

**Biochimie**, par L. Stryer, J. Berg et J. Tymoczko

**Biochimie et biologie moléculaire**, par P. Kamoun, A. Lavoigne et H. de Verneuil

**Aide-mémoire de biochimie et biologie moléculaire**, par P. Kamoun

**Exercices et problèmes de biochimie**, par P. Kamoun, C. Dode, M. Jeanpierre et D. Rabier

**Biochimie humaine**, par F. Horn, G. Lindenmeier, C. Grillhöst ; I. Moc, S. Berghold, N. Schneider et B. Münster

**Atlas de poche de biochimie humaine**, par J. Koolman et K.-H. Röhm

**Atlas de poche de pharmacologie**, par H. Lüllmann, K. Mohr et L. Hein

**Le monde du vivant**, par W.K. Purves, G.H. Orians, H.C. Heller et D. Sadava

**Principes de médecine interne Harrison**, par E. Braunwald, A.S. Fauci, D.L. Kasper, S.L. Hauser, D.L. Longo et J.L. Jameson

**Traité de médecine**, par P. Godeau, S. Herson et J.-C. Piette

**Petite encyclopédie médicale Hamburger**, par M. Leporrier

**Dictionnaire français-anglais/anglais-français des termes médicaux et biologiques et des médicaments**, par G.S. Hill

**L'anglais médical : spoken and written medical english**, par C. Coudé, X.-F. Coudé

**Guide de conversation médicale, français-anglais-allemand**, par C. Coudé, X.-F. Coudé, K. Kassmann

# Chimie bioorganique

**Maurice Santelli**

Professeur de Chimie organique, Université d'Aix-Marseille

*Préface de Michel Rohmer, Professeur de Chimie, Université de Strasbourg,  
Académie des Sciences*

Médecine Sciences  
Publications

<http://www.medecine.lavoisier.fr>

*Direction éditoriale* : Emmanuel Leclerc

*Édition* : Mélanie Kucharczyk

*Couverture* : Isabelle Godenèche

*Fabrication* : Estelle Perez

*Composition* : STDI, Lassay-les-Châteaux

*Impression* : Europe Média Duplication, Lassay-les-Châteaux

ISBN : 978-2-257-20526-1

© 2012, Lavoisier SAS

Paris

À Françoise, Florence... et Camille,

*Moi, lorsque tout subit l'empire  
Du noir sommeil,  
J'ai ton regard, j'ai ton sourire,  
J'ai le soleil !*

Victor HUGO



# Sommaire

Préface.....	XV
Introduction .....	1

## Chapitre 1

### Structure des molécules organiques

1. Structure des atomes.....	5
2. Hybridation .....	13
3. Structure des molécules simples hydrocarbonées.....	16
3.1. Méthane, CH <sub>4</sub> .....	16
3.2. Éthane, CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub> .....	17
3.3. Éthylène, CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub> .....	18
3.4. Acétylène.....	19
4. Structure des molécules simples hétéroatomiques.....	20
4.1. Électronégativité, exemples de l'acide fluorhydrique et du fluorométhane	20
4.2. Méthanol, CH <sub>3</sub> -OH.....	22
4.3. Méthanal, H <sub>2</sub> C=O .....	23
4.4. Méthylamine, H <sub>3</sub> C-NH <sub>2</sub> .....	24
4.5. Méthylimine, H <sub>2</sub> C=NH.....	25
4.6. Acide cyanhydrique, HC≡N .....	26
4.7. Oxygène, O <sub>2</sub> .....	26
5. Conjugaison et caractère aromatique .....	29
5.1. Conjugaison.....	29
5.2. Caractère aromatique.....	32



6. Liaison hydrogène .....	35
7. Tautomérie.....	36
8. Complexes des métaux de transition, cas du fer .....	37
9. Analyse conformationnelle .....	40
9.1. Éthane.....	40
9.2. Butane .....	41
9.3. Cyclohexane .....	41
9.4. Méthylcyclohexane .....	43
9.5. Diméthylcyclohexane.....	44
9.6. Hydrocarbures bicycliques.....	45
10. Stéréochimie .....	45
10.1. Isomérisation optique.....	45
10.1.1. Molécules avec un atome de carbone asymétrique.....	45
10.1.2. Molécules avec deux atomes de carbone asymétrique.....	48
10.2. Pro-chiralité .....	50
10.3. Isomérisation géométrique .....	51
11. Représentation des molécules .....	51

## *Chapitre 2*

### Réactivité chimique

1. Cinétique chimique.....	53
2. Mécanisme des réactions.....	55
2.1. Réactivité chimique.....	55
2.2. Substitutions nucléophiles.....	57
2.2.1. Mécanisme $S_N2$ .....	57
2.2.2. Mécanisme $S_N1$ .....	60
2.3. Transpositions induites par un atome de carbone déficient en électrons...	63
2.4. Réactions d'élimination .....	63
2.4.1. Mécanisme $E_2$ .....	63
2.4.2. Mécanisme $E_1$ .....	64
2.5. Additions électrophiles.....	64
2.5.1. Addition d'halogènes .....	64
2.5.2. Addition d'hydracides.....	65
2.5.3. Hydratation .....	66
2.5.4. Époxydation.....	66
2.5.5. Dihydroxylation.....	67
2.5.6. Ozonolyse .....	67
2.6. Substitutions électrophiles en série aromatique.....	67
2.7. Additions nucléophiles .....	69
2.7.1. Réactions d'aldolisation.....	73
2.7.2. Addition de Michael .....	74
2.8. Estérification des acides organiques.....	76
2.9. Hydrolyse des amides.....	78
3. Réactions intramoléculaires .....	79
4. Équilibres chimiques.....	83

5. Oxydation et réduction .....	83
6. Réactions d'oxydoréduction.....	85
7. Effet tunnel.....	87

### Chapitre 3

#### Spectroscopie et bioluminescence

1. Infrarouge .....	91
2. Spectres ultraviolets.....	93
3. Résonance magnétique nucléaire.....	96
4. Luminescence en biologie.....	96

### Chapitre 4

#### Principaux constituants de la matière vivante

1. Les protéines .....	101
1.1. Acides aminés.....	101
1.2. Protéines.....	103
2. Les enzymes.....	105
3. Les glucides .....	105

### Chapitre 5

#### Cellules

1. Cellules d'eucaryotes .....	117
1.1. Mitochondries .....	118
1.2. Réticulum endoplasmique.....	121
1.3. Appareil de Golgi.....	125
1.4. Peroxysomes .....	125
1.5. Superoxyde dismutase .....	126
2. Cellules de procaryotes.....	127
3. Cellules nerveuses.....	128
4. Cellules végétales.....	131
5. Arbre phylogénétique de la vie.....	131

### Chapitre 6

#### Membranes

1. Micelles.....	133
2. Membranes lipidiques .....	134

## Chapitre 7

### Principaux coenzymes

1. Dihydrogénases.....	140
1.1. Nicotinamide adénine dinucléotide .....	140
1.2. Riboflavine .....	145
2. Thiamine pyrophosphate (TPP).....	151
3. Pyridoxal phosphate.....	154
3.1. Transaminases .....	155
3.2. Déhydratases .....	157
3.3. Racémases.....	158
3.4. Décarboxylases .....	159
3.5. Biosynthèse du pyridoxal phosphate.....	160
4. Adénoside triphosphate (ATP).....	161
5. Coenzyme A ou HS-CoA .....	164
6. S-Adénosylméthionine .....	166
7. Acide folique (ou vitamine B <sub>9</sub> ).....	168
8. Tétrahydrobioptérine .....	174

## Chapitre 8

### Biosynthèse des nucléotides

1. Biosynthèse des bases pyrimidiques .....	178
2. Biosynthèse des bases puriques .....	181
3. Recyclage des bases puriques.....	184
4. Déoxyribonucléotides.....	185
5. Association des bases.....	185

## Chapitre 9

### Molécules comportant un cycle porphyrine

1. Structure et biosynthèse du cycle porphyrine.....	187
2. Cytochromes P450.....	191
3. Cytochrome b <sub>5</sub> .....	192
4. Cytochrome c .....	193
5. Vitamine B <sub>12</sub> .....	193

## Chapitre 10

### Hydrolases

1. $\alpha$ -Chymotrypsine.....	197
2. Carboxypeptidase A.....	200

## Chapitre 11

### Glycolyse, glucogenèse et cycle de Krebs

1. Glycolyse.....	202
1.1. Première partie .....	202
1.2. Deuxième partie.....	207
2. Glucogenèse.....	211
3. Cycle des Cori .....	212
4. Cycle de l'acide citrique ou cycle de Krebs.....	214

## Chapitre 12

### Voie des pentoses phosphate

1. Formation du ribulose 5-phosphate.....	221
2. Formation du sédoheptulose 7-phosphate.....	223
3. Formation du fructose 6-phosphate et de l'érythrose 4-phosphate .....	225
4. Voie des pentoses phosphate .....	226

## Chapitre 13

### Biosynthèse des acides aminés et des dérivés de la phénylalanine

1. Biosynthèse des acides aminés aliphatiques fonctionnalisés.....	229
1.1. À partir de l' $\alpha$ -cétoglutarate : synthèse du glutamate, de la glutamine, de la proline et de l'arginine.....	229
1.2. Synthèse de l'hydroxyproline à partir de la proline .....	235
1.3. À partir de l'oxaloacétate : synthèse de l'aspartate, de l'asparagine, de la thréonine, de l'isoleucine et de la lysine .....	236
1.4. À partir du pyruvate : synthèse de l'alanine, de la valine et de la leucine ..	240
1.5. À partir du phosphoglycérate : synthèse de la sérine, de la cystéine et de la glycine .....	241
2. Biosynthèse de l'histidine.....	243
3. Biosynthèse des acides aminés aromatiques.....	244
4. Métabolisation de la phénylalanine et de la tyrosine.....	252
4.1. Biosynthèse des catécholamines .....	252
4.2. Mélanine.....	253
4.3. Hormones thyroïdiennes .....	254
4.4. Phénylpropanoïdes et monolignols .....	255

## Chapitre 14

### Phosphorylation oxydative

1. Transferts intermembranaires.....	259
2. Obtention de l'ATP.....	261
2.1. Mécanisme du transfert d'électrons .....	261

2.2. Réduction du dioxygène.....	264
2.3. Production de l'ATP .....	267

### Chapitre 15

#### Biosynthèse des acides gras

1. Condensation des énoles d'esters ou condensation de Claisen .....	271
2. Condensation de l'acétyl-coenzyme A .....	272
3. Biosynthèse d'acides gras.....	274
4. Acide arachidonique et acide cervonique.....	279

### Chapitre 16

#### Métabolisation des acides gras

1. Généralités.....	283
2. Bilan énergétique .....	286

### Chapitre 17

#### Biosynthèse des polycétones

##### *Biosynthèse des macrolides et des colorants végétaux*

1. Biosynthèse de la doxorubicine .....	290
2. Biosynthèse de l'acide orsellinique.....	292
3. Biosynthèse des macrolides.....	292
4. Biosynthèse des colorants végétaux.....	295

### Chapitre 18

#### Biosynthèse des terpènes

1. Biosynthèses des terpènes.....	300
1.1. Biosynthèse par la voie du mévalonate.....	300
1.2. Alternative à la voie du mévalonate, la voie MEP/DOXP .....	304
1.3. Biosynthèse des pyrophosphates de prényle .....	306
1.4. Biosynthèse des poly-isoprènes.....	308
1.5. Biosynthèse des composés terpéniques.....	309
2. Biosynthèse du squalène .....	312
3. Biosynthèse de triterpénoïdes et de stéroïdes.....	315
3.1. Biosynthèse de l'hopène.....	316
3.2. Biosynthèse du lanostérol .....	317
3.3. Biosynthèse des stéroïdes .....	319
3.4. Modes d'action des stéroïdes .....	325

*Chapitre 19***Photosynthèse**

1. Formation du dioxygène à partir de l'eau .....	329
2. Biosynthèse des hexoses.....	333

*Chapitre 20***Vision**

1. Capture d'un photon.....	339
2. Conséquences de la capture d'un photon.....	340

*Chapitre 21***Chimie prébiotique**

1. Synthèse des molécules de la vie .....	345
1.1. Synthèse des acides aminés .....	346
1.2. Synthèse des bases pyrimidiques et puriques .....	346
1.3. Synthèse des glucides .....	348
1.4. Synthèse des dérivés de l'acide acétique .....	348
2. Panspermie.....	349

<b>Nomenclature des enzymes .....</b>	<b>353</b>
---------------------------------------	------------

<b>Liste des enzymes .....</b>	<b>355</b>
--------------------------------	------------

<b>Liste des principales abréviations.....</b>	<b>362</b>
--	------------

<b>Index .....</b>	<b>364</b>
--------------------	------------



# Préface

Voici un ouvrage attendu depuis longtemps ! Maurice Santelli nous propose un cours de chimie bioorganique, qui est la somme d'une expérience accumulée pendant toute une carrière. La compréhension du fonctionnement d'une cellule vivante à l'échelle moléculaire est entièrement fondée sur des notions de chimie. En ce sens, la chimie de la vie et la chimie bioorganique ne se différencient pas des autres disciplines de la chimie. Un souvenir personnel. Certains étudiants ont été un peu déçus quand je leur ai annoncé que pour un cours de chimie du vivant, ils doivent se souvenir de tout ce qu'ils ont appris en chimie organique, en chimie inorganique, en chimie physique et l'appliquer. Les mêmes principes, les mêmes formulations s'appliquent à tous ces domaines de la chimie, qui en fait est une. Une pointe de déception a pu même apparaître quand ils ont découvert que la chimie du vivant « n'est que de la chimie ». Mais quelle chimie ! C'est ce que l'auteur nous fait découvrir.

Cet ouvrage est destiné à un public large. La chimie utilise un formalisme plutôt hermétique aux non-initiés. C'est pourquoi M. Santelli a préparé en trois chapitres un substantiel condensé des rappels indispensables à la compréhension de la chimie du vivant. De cette façon, ceux qui ont fait peu d'études de chimie ou qui les auraient oubliées se mettront ou se remettront à niveau avant d'aborder les subtilités des chapitres suivants, entièrement consacrés à la chimie du vivant. Si un bref rappel en deux chapitres présente les outils/les molécules du vivant, la cellule et son organisation interne, tout le reste de l'ouvrage est consacré à ce qui en constitue l'essentiel, les réactions chimiques qui sont réalisées par la cellule vivante grâce à la catalyse enzymatique et l'analyse de leurs mécanismes réactionnels. Cette catalyse par les enzymes, des protéines, est tout à fait spécifique de la



chimie du vivant. Presque toutes les grandes classes de réactions enzymatiques et les principaux cofacteurs sont largement illustrés. Les exemples sont abondants, clairement présentés et les mécanismes expliqués à l'échelle moléculaire à partir des données de la littérature la plus récente.

On peut évidemment arguer que le catalogue n'est pas complet. Il est vrai que les exemples sont largement orientés vers la physiologie animale ou humaine, ce qui est compréhensible vu les applications en chimie médicinale. Un ouvrage ne saurait cependant être la somme exhaustive des connaissances sans devenir intransportable, sinon illisible. Les exemples traités sont tous judicieusement choisis, et le lecteur souhaitant en savoir plus pourra aborder par la suite de lui-même d'autres aspects de la chimie enzymatique, en particulier chez les végétaux et les microorganismes (bactéries et champignons inférieurs). Il ne sera pas dépaysé et sera outillé pour affronter d'autres domaines. L'ouvrage de M. Santelli est une somme de ce qu'il est bon de savoir en chimie du vivant et un tremplin pour en savoir encore davantage. De nombreuses références bibliographiques ont été sélectionnées par l'auteur. Elles permettent au lecteur curieux d'entreprendre une démarche personnelle pour compléter son savoir. La connaissance scientifique n'est pas figée. C'est une quête sans fin.

**Michel Rohmer**

Professeur de chimie, Université de Strasbourg, Académie des Sciences

# Introduction

La biochimie (la chimie de la vie) est la science qui cherche à décrire les bases moléculaires de la vie.

Si l'on compare la chimie et la biochimie, on constate que la vie s'est développée en n'utilisant qu'une partie des possibilités potentielles de la chimie. Par exemple, la nature n'a pas à sa disposition de systèmes développant un pouvoir réducteur élevé. De ce fait, il n'y a pas de métaux à l'état réduit qui auraient pu induire une chimie organométallique ou une catalyse par les métaux de transition (sauf la vitamine B<sub>12</sub>). De même, la nature ne dispose pas d'un groupement libérable puissant. Le meilleur groupement libérable est le pyrophosphate, qui se comporte comme un chlorure. De ce fait, l'activation nucléophile est beaucoup plus présente que l'activation électrophile.

Concernant les échanges de protons, l'acidité optimale est donnée par les acides carboxyliques glutamique et aspartique (pKa de l'ordre de 4) et la basicité la plus efficace est celle d'un anion carboxylate. Même l'intervention de cations métalliques, qui sont des acides de Lewis comme Zn<sup>(2+)</sup> ou Fe<sup>(2+)</sup>, est peu fréquente, bien qu'elle permette d'accroître le caractère électrophile de certaines fonctions. Enfin, les réactions sont effectuées à température ambiante.

Cependant, malgré tous ces handicaps, la nature est capable d'utiliser des réactions remarquables grâce à la présence des enzymes qui les catalysent. De plus, la chimie oxydoréductrice du fer et du cuivre permet d'effectuer des réactions pour lesquelles le chimiste de synthèse a peu de réactifs équivalents.

En fait, toute l'efficacité des enzymes résulte de leur structure tridimensionnelle qui transcende ces handicaps. Le maintien à proximité de fonctions

simples de la chimie organique a pour effet d'accroître de façon spectaculaire leur réactivité.

Grâce à la diffraction des rayons X, la détermination de la structure des enzymes permet de mettre en évidence l'agencement dans le site actif des acides aminés autour des substrats et de comprendre comment se déroule la réaction.

Dans une hiérarchie des sciences basée sur le degré de complexité croissant des sujets d'études, la biochimie moléculaire apparaît comme la première du monde vivant et elle se situe à un niveau de complexité médian [4].

Niveau	Science
Abstraction	Mathématiques
Subnucléaire	Physique des hautes énergies
Subatomique	Physique nucléaire
Atomique	Spectroscopie
Polyatomique (faible nombre)	Chimie théorique Physique des états solides moléculaires Chimie physique Chimie organique
Polyatomique (grand nombre)	Biochimie moléculaire Chimie des polymères Biochimie
Subcellulaire	Colloïdes Génétique Virologie Immunologie
Cellulaire	Cytologie Bactériologie
Polycellulaire	Physiologie Neurologie
Organisme	Médecine
Polyorganisme	Psychologie Sociologie

Une des difficultés de la chimie est d'imaginer la taille des molécules. Le nombre d'Avogadro ( $6,023 \times 10^{23}$ ), qui indique le nombre de molécules contenues dans une mole (18 g d'eau par exemple), ne peut pas induire une représentation. Aussi la comparaison suivante, due à J. Jacques, est plus démonstrative : « le nombre de molécules présentes dans 18 g d'eau est fini, connu, mais sa grandeur considérable ne parle guère à notre imagination, sauf si l'on sait qu'il égale le nombre de petites cuillères qu'il faudrait remplir pour vider l'Océan Pacifique. » [3]

Chaque enzyme n'assure la formation que d'une molécule à la fois et les molécules qui transmettent un signal biologique peuvent être efficaces dès qu'une

seule d'entre elles est captée. Par exemple, les cucurbitacines sont les composés connus les plus amers pour l'Homme (ils sont produits par les plantes pour se protéger des herbivores). Ils peuvent être détectés en ingérant 1 à 2 millilitres d'eau dès qu'ils sont présents à la concentration de 1 microgramme par litre [1]. De même, les insectes ont dans leurs antennes des récepteurs qui peuvent réagir avec une seule molécule. Ainsi, en 1870, l'entomologiste Jean-Henri Fabre possédait la femelle d'un grand papillon (15 cm d'envergure), nommé grand empereur ou paon-de-nuit, qui venait de sortir de son cocon. Il plaça cette femelle dans une cage grillagée située dans un local ouvert. La nuit suivante, il observa qu'une douzaine de mâles grand empereur s'étaient posés sur le grillage. Ce type de papillon est très rare et Fabre en conclut que la femelle avait émis une odeur (nommée maintenant phéromone, du grec *pherein*, transférer et *hormon*, exciter) qui avait été détectée par les mâles à des kilomètres à la ronde et qui les avait guidés vers elle [2]. Depuis, cette hypothèse a été validée et un grand nombre de messagers chimiques existent dans la nature entre les insectes, les animaux et les plantes (sémiochimie, du grec *sêmeion*, signal).

Ce cours est une extension de celui enseigné pendant trente ans en maîtrise de biochimie des universités d'Aix-Marseille. La principale difficulté pédagogique vient du fait que la biochimie est la science qui assure le lien entre la chimie et les sciences naturelles. Cet aspect pluridisciplinaire exige des connaissances dans des domaines variés.

Pour donner au lecteur les moyens de saisir les subtilités de la réactivité enzymatique, les deux premiers chapitres sont consacrés à la structure des molécules organiques et à la réactivité chimique. Ainsi, ce cours permettra au lecteur, peu familier de la chimie organique, de suivre les développements des processus biochimiques.

La suite comporte des chapitres agencés dans un ordre en partie arbitraire. Dans la mesure du possible, des renvois permettent au lecteur de faire le lien entre les divers exposés afin de garantir une certaine continuité, mais les chapitres peuvent être considérés comme autonomes. Enfin, le dernier chapitre est consacré à la chimie prébiotique, c'est-à-dire aux études concernant l'origine des molécules du vivant.

Afin que l'on puisse avoir une référence concernant les distances à l'échelle cellulaire, celles-ci seront souvent converties en Angströms (Å) sachant qu'une liaison carbone-carbone a pour longueur 1,5 Å. Ainsi, l'épaisseur des membranes des mitochondries est de 6 nm ou 60 Å. C'est-à-dire qu'elles pourraient contenir 45 liaisons C-C alignées entre les deux parois.

*Remarques pratiques* : c'est le nom international (en anglais) des enzymes qui a été utilisé et il sera écrit en italique. Dans les schémas, les acides aminés de la cavité enzymatique sont dessinés en bleu clair ainsi que le nom international de l'enzyme écrit en italique. La nomenclature des enzymes éditée par l'Union internationale de biochimie et de biologie moléculaire (IUBMB) est rapportée à la

fin de l'ouvrage. Nous avons choisi le nom de l'enzyme de l'IUBMB et non celui utilisé dans les publications.

### **Remerciements :**

Je remercie les membres du Laboratoire Chimie Provence où ce livre a été écrit et qui ont, à des titres divers, facilité sa réalisation, en particulier Michèle Bertrand, Paul Brémond, Didier Gignes, Philippe Knauth, Sylvain Marque, Olivier Ouari et Paul Tordo.

Je suis particulièrement reconnaissant à Jacques Fantini pour sa lecture minutieuse du manuscrit.

Michel Rohmer, professeur à l'université de Strasbourg et membre de l'Académie des Sciences, a accepté d'écrire la préface, je l'en remercie d'autant plus sincèrement que ses découvertes dans le domaine de la biosynthèse des terpènes constituent une avancée déterminante dont je suis avec intérêt les développements.

### **BIBLIOGRAPHIE**

1. AGOSTA W. Bombardier Beetles and Fever Tree. Addison-Wesley Publ. Co, 1996 : 11.
2. AGOSTA W. Bombardier Beetles and Fever Tree. Addison-Wesley Publ. Co, 1996 : 141.
3. JACQUES J. La molécule et son double. Paris, Hachette, 1992 : 22.
4. KOSOWER EM. Molecular Biochemistry. Mc Graw-Hill Book Co, 1962 : 2.

La compréhension du fonctionnement d'une cellule vivante à l'échelle moléculaire est fondée sur la connaissance des processus biologiques et des mécanismes chimiques sous-jacents. **Ce manuel expose de façon claire et accessible les principes de la chimie enzymatique à partir d'exemples judicieusement choisis.**

Il couvre les divers aspects de l'activité enzymatique en 21 chapitres :

- les deux premiers constituent un rappel sur la structure des molécules organiques et la réactivité chimique ; le lecteur peu familier de la chimie organique pourra ainsi suivre les développements des processus biochimiques ;
- les suivants présentent les réactions chimiques réalisées par la cellule vivante grâce à la catalyse enzymatique et analyse leurs mécanismes réactionnels. Les derniers résultats concernant la structure des enzymes impliquées et leur réactivité sont analysés afin de dégager une explication à l'échelle moléculaire de leur remarquable efficacité. Un accent particulier est mis sur la stéréochimie des réactions, la justification de la réactivité des coenzymes, la création et la diffusion de l'énergie biologique ;
- le dernier est consacré à l'origine prébiotique éventuelle de certaines molécules biologiquement actives.

Les grandes classes de réactions enzymatiques et les principaux cofacteurs sont largement illustrés en couleur. Les exemples sont abondants, clairement présentés et les mécanismes expliqués à l'échelle moléculaire à partir de la littérature la plus récente.

Cet ouvrage, à l'interface des sciences du vivant et de la chimie, réunit les bases fondamentales de la discipline. Il s'adresse aux étudiants des masters de chimie organique, de biochimie, aux étudiants en pharmacie et en médecine, aux étudiants vétérinaires ainsi qu'aux chercheurs travaillant dans le domaine pharmaceutique.

**Maurice Santelli** est professeur de chimie organique à l'Université d'Aix-Marseille. Il a dirigé une unité de recherche du CNRS. Son activité de recherche concerne la réactivité chimique et la synthèse organique, en particulier dans le domaine du biomimétisme.

[www.medecine.lavoisier.fr](http://www.medecine.lavoisier.fr)



978-2-257-20526-1