

Pass'
SUP

UN LIVRE



UN SITE

CHIMIE ORGANIQUE

RÉUSSIR SON ANNÉE
EN FILIÈRE SANTÉ

PASS

L.AS

Biotech

Pharma

Marine Peuchmaur • Benjamin Boucherle

PUG

Regroupant l'ensemble des connaissances de chimie organique nécessaires aux étudiants souhaitant poursuivre efficacement leur parcours en filière santé, cet ouvrage leur assure la compréhension des notions clés de la discipline, quelle que soit leur formation d'origine.

Présentant de manière claire et synthétique les notions enseignées pendant le Parcours d'accès spécifique santé (PASS), il aborde tous les concepts de base, depuis la représentation et la nomenclature des molécules jusqu'aux principes plus avancés de la réactivité et des mécanismes réactionnels.

Destiné principalement aux étudiants issus de L.AS ou intégrant une licence en biotechnologies ou sciences, il offre, en complément de la version papier, de nombreuses ressources en ligne, disponibles grâce à un système de flashcodes donnant accès de façon immédiate à des exercices d'application, des vidéos claires et didactiques, des compléments de cours et des ressources permettant d'approfondir les notions abordées dans l'ouvrage.

Marine Peuchmaur, ingénieure-chimiste, et **Benjamin Boucherte**, pharmacien-chimiste, sont maîtres de conférences à l'UFR de pharmacie de l'Université Grenoble Alpes. Ils enseignent depuis de nombreuses années la chimie organique et la chimie médicinale aux étudiants de PASS et L.AS, ainsi qu'à ceux des filières Pharmacie et Biotechnologies pour la Santé.

Vidéo, tutos,
démos

Savoir, comprendre,
s'entraîner

Indispensable
en PASS, L.AS,
Biotech et Pharma

**PAss'Sup : une collection
pour bien vivre ses études
supérieures.**

Déclinés par discipline, les ouvrages de la collection PAss'Sup permettent de réviser les notions fondamentales du lycée, d'acquies celles du programme supérieur et de progresser par la pratique. Chaque titre propose de nombreuses ressources complémentaires numériques accessibles gratuitement avec un smartphone.



PUG
15, rue de l'Abbé-Vincent
38600 Fontaine
ISBN : 978-2-7061-5259-7
ISSN : 2740-3084
Prix : 19,50 € (TTC France)



**P@SS'
SUP**

UN LIVRE



UN SITE

CHIMIE ORGANIQUE

RÉUSSIR SON ANNÉE
EN FILIÈRE SANTÉ

PASS

L.AS

Biotech

Pharma

Marine Peuchmaur • Benjamin Boucherle

PUG

CHAPITRE 1. INTRODUCTION À LA CHIMIE ORGANIQUE	4		
Bref historique	5		
Domaines d'application	5		
Les objectifs fondamentaux de la synthèse organique	6		
Pourquoi étudier la chimie organique dans les filières de santé ?	6		
CHAPITRE 2. COMPOSÉS ET FONCTIONS ORGANIQUES	11		
Structures et représentations des molécules organiques	12		
Les hydrocarbures	16		
Les fonctions organiques les plus courantes	21		
CHAPITRE 3. NOMENCLATURE	31		
Méthode pour nommer un composé organique	32		
Application 1 : Nommer une molécule	36		
Application 2 : Représenter une molécule citée	37		
Quelques hétérocycles	38		
CHAPITRE 4. ISOMÉRIE	39		
Introduction et définition	40		
Isométrie plane	40		
Stéréoisométrie de configuration – chiralité	41		
Stéréoisométrie de configuration – <i>Z/E</i> et <i>cis/trans</i>	50		
Stéréoisométrie de conformation	53		
CHAPITRE 5. INTRODUCTION À LA RÉACTIVITÉ	58		
Contrôle cinétique et contrôle thermodynamique	59		
		Effets électroniques intramoléculaires	63
		Propriétés et rôle des solvants	68
		Électrophilie et nucléophilie	71
		Différentes réactions organiques	73
		CHAPITRE 6. SUBSTITUTIONS NUCLÉOPHILES ET ÉLIMINATIONS	77
		Considérations stéréochimiques	78
		Les substitutions nucléophiles (SN)	79
		Les éliminations (E)	85
		Compétition E/SN	95
		CHAPITRE 7. ADDITIONS ÉLECTROPHILES ET ADDITIONS NUCLÉOPHILES	100
		Les additions électrophiles (AE)	101
		Les additions nucléophiles (AN)	106
		CHAPITRE 8. LES SUBSTITUTIONS ÉLECTROPHILES AROMATIQUES (SEAr)	113
		Rappels	114
		Substitution électrophile aromatique	115
		CHAPITRE 9. LA RÉACTIVITÉ DE QUELQUES FONCTIONS ORGANIQUES	122
		Les halogénoalcanes	123
		Les alcènes	124
		Les alcools, phénols et étheroxydes	125
		Les acides carboxyliques et fonctions dérivées	132
		Les amines et fonctions dérivées	137
		Introduction à la notion de groupements protecteurs	138
		LEXIQUE	140



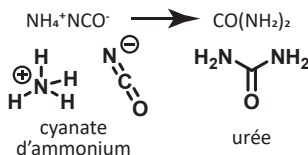
CHAPITRE 1

INTRODUCTION À LA CHIMIE ORGANIQUE

En introduisant l'importance de la chimie organique dans la nature, mais aussi dans la conception de molécules présentant des propriétés diverses pouvant aboutir à des applications variées (médicaments, cosmétique, agroalimentaire, etc.), ce chapitre met en évidence l'intérêt des notions qui seront abordées par la suite dans la compréhension des phénomènes biochimiques.

BREF HISTORIQUE

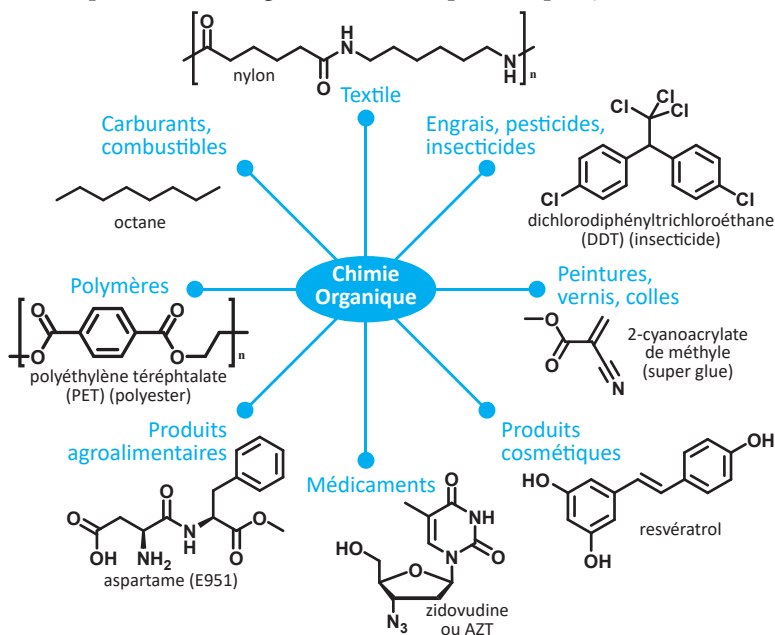
Le terme « chimie organique » a été utilisé à l'origine pour caractériser la branche de la chimie qui se consacrait à l'étude des substances issues des êtres vivants, animaux et végétaux, par opposition à la chimie minérale (ou inorganique). À l'époque, on pensait qu'il était impossible de synthétiser des substances organiques sans l'intervention d'une force vitale non expliquée. En 1828, F. Wöhler réalisa la première synthèse d'un composé organique, l'urée, à partir d'un composé inorganique, le cyanate d'ammonium. Cette découverte a alors initié un engouement des chimistes pour la synthèse de composés organiques.



DOMAINES D'APPLICATION

La chimie organique s'est développée principalement en trois temps. D'abord focalisés sur l'étude des structures naturelles, les chimistes ont ensuite tenté de reproduire par synthèse les produits naturels connus ou de structure proche, c'est-à-dire des **analogues structuraux**, afin d'en améliorer les propriétés physico-chimiques ou les activités biologiques. Enfin, la synthèse de produits nouveaux a abouti à la mise sur le marché de produits originaux. Les domaines d'application de la **chimie organique** sont larges et variés : agriculture, cosmétique, médicaments, produits agroalimentaires, peintures, carburants, polymères, textile, etc. Actuellement, ces trois axes de recherche sont toujours exploités dans les laboratoires. Néanmoins, toutes ces évolutions ont abouti à une

nouvelle définition de la chimie organique : il s'agit désormais de la branche de la chimie qui s'intéresse aux composés du carbone, qu'ils soient d'origine naturelle ou produits par synthèse.



LES OBJECTIFS FONDAMENTAUX DE LA SYNTHÈSE ORGANIQUE

Un des objectifs de la chimie organique consiste à établir des relations entre la structure d'une molécule et ses propriétés chimiques (ou physiques, ou biologiques). Il est cependant également fondamental de comprendre les mécanismes des transformations organiques afin de prévoir les réactions, dans le but de développer des méthodes pour la synthèse de nouvelles molécules en vue d'augmenter en particulier le panel de médicaments disponibles.

POURQUOI ÉTUDIER LA CHIMIE ORGANIQUE DANS LES FILIÈRES DE SANTÉ ?

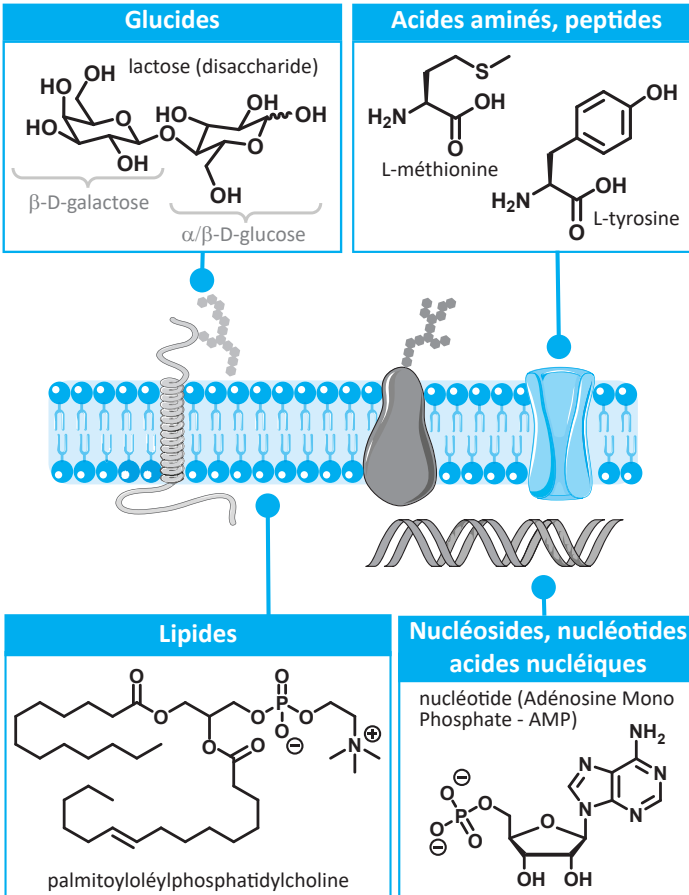
Pour tenter de répondre à cette question, il est nécessaire d'établir quelques liens entre chimie organique, chimie thérapeutique et biochimie au travers de trois exemples généraux.

LES BIOMOLÉCULES

Les **biomolécules**, telles les glucides, acides aminés, lipides ou encore les nucléotides, sont présentes au niveau des structures cellulaires (comme la membrane ou le matériel génétique) et font apparaître de nombreuses **fonctions organiques** qui vont conditionner le comportement de ces composés vis-à-vis du solvant (l'eau dans le cas des molécules du vivant) ou d'autres composés présents dans leur milieu.



Les fonctions organiques seront détaillées dans le chapitre 2.





LEXIQUE

A

Acétal p. 24
Acide carboxylique p. 25
Acide de Lewis p. 72
Acte élémentaire p. 60
Acylation Friedel et Crafts p. 117
Acylophosphate p. 30
Addition électrophile (AE) p. 101
Addition nucléophile (AN) p. 106
Alcane p. 16
Alcène p. 17
Alcool p. 22
Alcyne p. 18
Alcyne vrai p. 18
Aldéhyde p. 25
Aldol p. 130
Aldolisation p. 130
Alkylation Friedel et Crafts p. 117
Alkyle p. 23
Allène p. 42
Amide p. 25
Amination réductrice p. 137
Amine p. 26
Ammonium p. 27
Anhydride d'acide p. 25
Aprotique p. 70
Aromatique p. 19
Aryle p. 23

B

Base de Lewis p. 72
Base de Schiff p. 28
Benzoyle p. 36
Benzyle p. 36
Bimoléculaire p. 82, 90

C

Carbone asymétrique (C*) p. 42
Carbonyle p. 25
Carboxyle p. 106
Catalyseur p. 61
Cétal p. 24
Cétol p. 131
Cétone p. 25
Chiralité p. 42
Chlorure d'acyle (ou d'acide) p. 25
Complexe activé p. 61
Composé *méso* p. 49
Condensation p. 110
Condensation de Claisen p. 135
Configuration absolue p. 45
Conformation chaise p. 55
Conformation éclipsée p. 53
Conformères p. 53
Contrôle cinétique p. 62
Contrôle thermodynamique p. 62
Coordonnées de réaction (CR) p. 60
Crotonisation p. 130
Cyanhydrine p. 109
Cycloalcanes p. 16

D

Décarboxylation p. 136
Dextrogyre p. 44
Diastéréoisomère p. 43
Diastéréoisomérisation *cis/trans* p. 51
Diastéréoisomérisation *Z/E* p. 51
Disulfure p. 29

E

Effet électronique intramoléculaire p. 63
Effet inductif p. 63

Effet mésomère p. 65
Effet stérique (gêne stérique) p. 13, 53
Électrophilie p. 71
Élimination (E) p. 85
Énamine p. 137
Énantiomère p. 43
Énergie d'activation p. 61
Épimère p. 50
Époxyde p. 125
Équilibre conformationnel p. 56
Ester p. 25
Estérification p. 111
Étape cinétiquement limitante/
déterminante p. 61
État de transition p. 61
Étheroxyde p. 22

F

Formule topologique p. 12

G

Groupe activant p. 119
Groupe désactivant p. 119
Groupement protecteur p. 138

H

Halogénoalcane p. 21
Halonium p. 104
Hémiacétal p. 24
Hémicétal p. 24
Hétérocycle p. 38
Hétérolytique p. 75
Homologue p. 17
Homolytique p. 74
Hybride de résonance p. 19
Hydrate p. 24

Hydrocarbure p. 16
Hydrogénation p. 125
Hydroxyle p. 22

I

Imine p. 28
Insaturation p. 16
Interaction électrostatique p. 69
Interconversion p. 56
Intermédiaire de Wheland p. 115
Intermédiaire réactionnel p. 61
Inversion de Walden p. 82
Isomérisation p. 40

L

Lactame p. 25
Lactone p. 25
Lévogyre p. 44
Liaison hydrogène p. 69
Liaison peptidique p. 25
Loi de Le Châtelier p. 59

M

Mélange racémique p. 81
Mésomérisation p. 65
Méto p. 19
Monomoléculaire p. 80, 87

N

Nitration p. 116
Nitrile p. 29
Nomenclature p. 31
Notation L et D p. 50
Nucléofuge p. 79
Nucléophilie p. 71

O

Optiquement actif p. 44
Organolithien p. 123
Organomagnésien p. 123
Organométallique p. 123
Ortho p. 19

P

Para p. 19
Peracide p. 125
Peroxyde p. 125
Phénol p. 22
Phényle p. 36
Phosphoester p. 30
Position axiale p. 56
Position énolique p. 130
Position équatoriale p. 56
Pouvoir rotatoire p. 44
Prodrogue p. 133
Profil énergétique p. 61
Projection de Newman p. 13
Protique p. 69
Prototropie p. 108

R

Ramification p. 16, 34
Réaction concertée p. 75
Réaction de Baeyer-Villiger p. 130
Réaction de Grignard p. 129
Réaction équilibrée p. 59
Réaction ionique p. 75
Réaction péricyclique p. 75
Réaction radicalaire p. 74
Réaction totale p. 59
Rectus p. 45
Régiosélectivité p. 78
Règle de Markovnikov p. 101

Règle de Saytzev p. 86
Règles de Cahn-Ingold et Prelog p. 45
Règles de Holleman p. 120
Règles de Hückel p. 20
Règles de l'IUPAC p. 32
Représentation de Cram p. 13
Représentation de Fischer p. 14

S

Sinister p. 45
Soluté p. 68
Solution p. 68
Solvant p. 68
Solvatation p. 69
Stéréoisomérisation de configuration p. 40
Stéréoisomérisation de conformation p. 40, 53
Stéréosélectivité p. 78
Stéréospécificité p. 78
Substitution électrophile aromatique (SEAr) p. 113
Substitutions nucléophiles (SN) p. 79

T

Tautomérie p. 28
Terpène p. 17
Thioester p. 25
Thioéther p. 29
Thiol (mercaptan) p. 29
Thiophénol p. 29
Transestérification p. 127

U

Umpolung p. 123

X

Xénobiotique p. 8