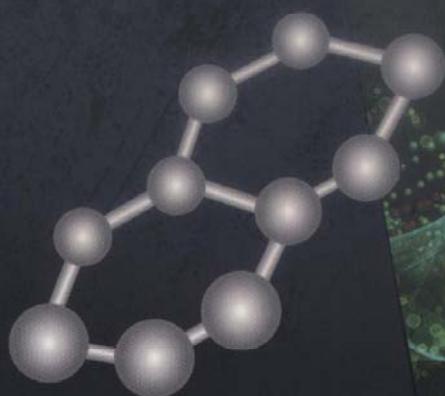


Parsons

# Les concepts clés de la chimie organique

| Traduction de Paul Depovere



**de boeck**  
supérieur

# Table des matières

Préface	xi
<b>1 Structures et liaisons</b>	<b>1</b>
1.1 Liaisons ioniques, covalentes et autres	1
1.2 La règle de l'octet	2
1.3 Charges formelles	2
1.4 Liaisons sigma ( $\sigma$ ) et pi ( $\pi$ )	3
1.5 L'hybridation	4
1.6 Effets inductifs, hyperconjugaison et effets mésomères	6
1.6.1 Effets inductifs	6
1.6.2 L'hyperconjugaison	7
1.6.3 Effets mésomères	7
1.7 Acidité et basicité	9
1.7.1 Les acides	9
1.7.2 Les bases	12
1.7.3 Acides et bases de Lewis	15
1.7.4 Basicité et hybridation	15
1.7.5 Acidité et aromaticité	16
1.7.6 Réactions acido-basiques	16
Exemple résolu	17
Problèmes	18
<b>2 Groupes fonctionnels, nomenclature et représentation des composés organiques</b>	<b>21</b>
2.1 Groupes fonctionnels	21
2.2 Groupes alkyle et aryle	22
2.3 Substitution par des groupes alkyle	23
2.4 La nomenclature des chaînes carbonées	23
2.4.1 Cas particuliers	25
2.5 La représentation des structures organiques	27
Exemple résolu	28
Problèmes	29
<b>3 La stéréochimie</b>	<b>31</b>
3.1 Isomérisation	31
3.2 Isomères de conformation	32
3.2.1 Les conformations de l'éthane ( $\text{CH}_3\text{CH}_3$ )	32
3.2.2 Les conformations du butane ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ )	33

3.2.3	Les conformations des cycloalcanes	34
3.2.4	Le cyclohexane	35
3.3	Les isomères de configuration	37
3.3.1	Les alcènes	37
3.3.2	Isomères comportant des centres chiraux	38
	Exemple résolu	44
	Problèmes	45
<b>4</b>	<b>Réactivité et mécanisme</b>	<b>49</b>
4.1	Intermédiaires réactionnels : ions ou radicaux	49
4.2	Nucléophiles et électrophiles	51
4.2.1	Force relative	52
4.3	Carbocations, carbanions et radicaux carbonés	53
4.3.1	Ordre de stabilité	54
4.4	Les effets stériques	55
4.5	Les nombres d'oxydation	55
4.6	Les types généraux de réactions	56
4.6.1	Les réactions polaires (impliquant des intermédiaires ioniques)	56
4.6.2	Les réactions radicalaires	58
4.6.3	Les réactions péricycliques	59
4.7	Les ions par rapport aux radicaux	59
4.8	Sélectivité des réactions	60
4.9	Thermodynamique et cinétique des réactions	60
4.9.1	La thermodynamique	60
4.9.2	La cinétique	62
4.9.3	Contrôle cinétique ou contrôle thermodynamique	65
4.10	Recouvrement des orbitales et énergie	65
4.11	Directives pour représenter les mécanismes réactionnels	67
	Exemple résolu	68
	Problèmes	69
<b>5</b>	<b>Les halogénoalcanes</b>	<b>73</b>
5.1	Structure	73
5.2	Obtention	74
5.2.1	Halogénéation des alcanes	74
5.2.2	Halogénéation des alcools	75
5.2.3	Halogénéation des alcènes	77
5.3	Réactions	78
5.3.1	Substitution nucléophile	78
5.3.2	Élimination	84
5.3.3	Comparaison entre substitution et élimination	89

Exemple résolu	91
Problèmes	92
<b>6 Alcènes et alcynes</b>	<b>95</b>
6.1 Structure	95
6.2 Les alcènes	97
6.2.1 Obtention	97
6.2.2 Réactions	98
6.3 Les alcynes	110
6.3.1 Obtention	110
6.3.2 Réactions	110
Exemple résolu	113
Problèmes	114
<b>7 Le benzène et ses dérivés</b>	<b>117</b>
7.1 Structure	117
7.2 Réactions	119
7.2.1 Halogénéation	119
7.2.2 Nitration	120
7.2.3 Sulfonation	120
7.2.4 Alkylation: l'alkylation de Friedel-Crafts	121
7.2.5 Acylation: l'acylation de Friedel-Crafts	122
7.3 Réactivité des benzènes substitués	123
7.3.1 Réactivité des cycles benzéniques: substituants activateurs et désactiveurs	124
7.3.2 Orientation des réactions	125
7.4 Substitution nucléophile sur aromatique (le mécanisme $S_NAr$ )	127
7.5 La formation de benzyne	128
7.6 Transformation des chaînes latérales	129
7.7 Réduction du cycle benzénique	132
7.8 La synthèse de benzènes substitués	132
7.9 Substitution électrophile sur le naphthalène	135
7.10 Substitution électrophile sur la pyridine	135
7.11 Substitution électrophile sur le pyrrole, le furanne et le thiophène	136
Exemple résolu	136
Problèmes	137
<b>8 Composés carbonyles: aldéhydes et cétones</b>	<b>139</b>
8.1 Structure	139
8.2 Réactivité	140
8.3 Réactions d'addition nucléophile	142
8.3.1 Réactivité relative des aldéhydes et des cétones	142

8.3.2	Types de nucléophiles	142
8.3.3	Addition nucléophile d'hydrures : réduction	143
8.3.4	Addition nucléophile de nucléophiles carbonés : formation de liaisons C–C	146
8.3.5	Addition nucléophile de nucléophiles oxygénés : formation d'hydrates et d'acétals	149
8.3.6	Addition nucléophile de nucléophiles soufrés : formation de thioacétals	151
8.3.7	Addition nucléophile de nucléophiles aminés : formation d'imines et d'énamines	152
8.4	Réactions de substitution en $\alpha$	156
8.4.1	Tautomérie céto-énolique	156
8.4.2	Réactivité des énols	157
8.4.3	Acidité des atomes d'hydrogène en $\alpha$ : formation d'ions énolate	157
8.4.4	Réactivité des énolates	158
8.5	Réactions de condensation carbonyle-carbonyle	160
8.5.1	Condensations des aldéhydes et des cétones : la réaction de condensation aldolique	160
8.5.2	Condensations aldoliques croisées ou mixtes	161
8.5.3	Réactions aldoliques intramoléculaires	162
8.5.4	La réaction de Michael	163
	Exemple résolu	164
	Problèmes	165
<b>9</b>	<b>Composés carbonylés : acides carboxyliques et dérivés</b>	<b>167</b>
9.1	Structure	167
9.2	Réactivité	168
9.3	Réactions de substitution nucléophile sur acyle	168
9.3.1	Réactivité relative des dérivés des acides carboxyliques	168
9.3.2	Réactivité des dérivés d'acides carboxyliques comparée à celle des acides carboxyliques	169
9.3.3	Réactivité des dérivés d'acides carboxyliques comparée à celle des aldéhydes et des cétones	169
9.4	Réactions de substitution nucléophile sur des acides carboxyliques	170
9.4.1	Obtention des chlorures d'acide	170
9.4.2	Obtention des esters (estérification)	170
9.5	Réactions de substitution nucléophile sur des chlorures d'acide	171
9.6	Réactions de substitution nucléophile sur des anhydrides d'acide	172
9.7	Réactions de substitution nucléophile sur des esters	173
9.8	Réactions de substitution nucléophile et de réduction sur des amides	175
9.9	Réactions d'addition nucléophile sur des nitriles	176
9.10	Réactions de substitution en $\alpha$ sur des acides carboxyliques	178

9.11 Réactions de condensation carbonyle-carbonyle	178
9.11.1 La réaction de condensation de Claisen	178
9.11.2 Condensations de Claisen croisées ou mixtes	179
9.11.3 Condensations de Claisen intramoléculaires : la réaction de Dieckmann	180
9.12 Résumé de la réactivité des carbonyles	181
Exemple résolu	182
Problèmes	183
<b>10 Spectroscopie</b>	<b>185</b>
10.1 Spectrométrie de masse (SM)	185
10.1.1 Introduction	185
10.1.2 Profils isotopiques	187
10.1.3 Établissement de la formule moléculaire	188
10.1.4 Diagrammes de fragmentation	188
10.1.5 Ionisation chimique (IC)	189
10.2 Le spectre électromagnétique	189
10.3 Spectroscopie ultraviolette (UV)	190
10.4 Spectroscopie infrarouge (IR)	192
10.5 Spectroscopie de résonance magnétique nucléaire (RMN)	194
10.5.1 Spectroscopie de RMN du $^1\text{H}$	197
10.5.2 Spectroscopie de RMN du $^{13}\text{C}$	202
Exemple résolu	203
Problèmes	205
<b>11 Produits naturels et polymères synthétiques</b>	<b>207</b>
11.1 Glucides	207
11.2 Lipides	209
11.2.1 Cires, graisses et huiles	209
11.2.2 Stéroïdes	210
11.3 Acides aminés, peptides et protéines	211
11.4 Les acides nucléiques	213
11.5 Polymères synthétiques	214
11.5.1 Polymères d'addition	215
11.5.2 Polymères de condensation	217
Exemple résolu	218
Problèmes	219
<i>Appendice 1: Enthalpies de dissociation des liaisons</i>	221
<i>Appendice 2: Longueurs des liaisons</i>	223
<i>Appendice 3: Valeurs approximatives de <math>pK_a</math> (relatives à l'eau)</i>	225
<i>Appendice 4: Abréviations utiles</i>	227

<i>Appendice 5: Absorptions infrarouges</i>	229
<i>Appendice 6: Déplacements chimiques approximatifs en RMN</i>	231
<i>Appendice 7: Résumé des réactions</i>	235
<i>Appendice 8: Glossaire</i>	241
<i>Autres lectures conseillées</i>	249
<i>Réponses détaillées aux problèmes</i>	251
<i>Index</i>	277