

TABLE DES MATIÈRES

1 • Introduction au génie chimique	1
1.1 Généralités	1
1.2 Historique	2
1.3 Opérations de génie chimique	3
1.4 Remarques et conclusions	5
2 • Opérations unitaires	7
2.1 Généralités	7
2.2 Classification des opérations unitaires	8
2.3 Modes de mise en contact	14
2.4 Techniques de séparation	15
2.5 Principes de base	17
2.6 Étage théorique	19
2.7 Bilans	20
3 • Phénomènes de transport	23
3.1 Considérations générales	23
3.2 Transfert thermique	26
3.3 Transfert de matière	36
3.4 Transport et stockage des fluides	43
3.5 Nombres caractéristiques (NC)	55

4 • Sédimentation et décantation	57
4.1 Généralités	57
4.2 Vitesse de sédimentation	59
4.3 Types de décantations	62
4.4 Appareillage et procédure de dimensionnement	67
4.5 Séparation des liquides non miscibles	73
4.6 Flottation	78
4.7 Lavage à contre-courant	79
4.8 Décantation centrifuge	81
5 • Homogénéisation, agitation et mélangeage	85
5.1 Généralités	85
5.2 Mélangeage par barbotage	88
5.3 Mélangeage par circulation forcée du liquide	91
5.4 Mélangeage par dispositifs mécaniques rotatifs	95
6 • Fragmentation et séparation des solides	105
6.1 Généralités	105
6.2 Conditions et techniques de broyage	109
6.3 Appareillage	113
6.4 Séparation des solides	123
7 • Agglomération des solides	125
7.1 Généralités	125
7.2 Mécanismes d'agglomération	127
7.3 Agglomération sans compression : la granulation	133
7.4 Agglomération avec compression	138
7.5 Enrobage	145
8 • Filtration	147
8.1 Généralités	147
8.2 Théorie de la filtration	151

8.3	Choix des filtres	160
8.4	Appareillage	162
8.5	Traitement de post-filtration	172
8.6	Filtration centrifuge (essorage)	176
9	• Fluidisation	179
9.1	Définitions et généralités	179
9.2	Hydrodynamique du lit fluidisé	180
9.3	Considérations théoriques	184
9.4	Techniques et appareillage	192
9.5	Applications industrielles des lits fluidisés	201
10	• Lavage et dépoussiérage des gaz	207
10.1	Généralités	207
10.2	Procédés mécaniques de séparation	211
10.3	Procédés de séparation à tissus filtrants	217
10.4	Procédés de séparation par lavage des gaz	222
10.5	Procédés électrostatiques de séparation	226
10.6	Séparateurs (capteurs) de brouillards	230
10.7	Zone d'empoussiérage contrôlé	231
11	• Séparation par membranes	235
11.1	Généralités	235
11.2	Structure et composition des membranes	237
11.3	Filtration membranaire	248
11.4	Osmose inverse	251
11.5	Dialyse	254
11.6	Électrodialyse	255
11.7	Perméation gazeuse et pervaporation	257
12	• Évaporation	263
12.1	Généralités	263
12.2	Facteurs principaux influençant l'évaporation	269

12.3	Transfert de chaleur	273
12.4	Étude thermique de l'évaporation	277
12.5	Méthodes diminuant la consommation d'énergie	282
12.6	Dispositifs annexes à l'évaporateur	288
13	• Cristallisation	295
13.1	Généralités	295
13.2	Théorie de la cristallisation	298
13.3	Techniques de cristallisation	302
13.4	Bilan thermique et de matière	308
13.5	Appareillage de la cristallisation	316
14	• Séchage des solides	325
14.1	Généralités	325
14.2	Modes de séchage	334
14.3	Cinétique du séchage	340
14.4	Principes de calcul des sécheurs	343
14.5	Appareillages et applications	348
14.6	Choix du procédé de séchage	349
15	• Absorption	357
15.1	Généralités	357
15.2	Équilibre gaz-liquide	359
15.3	Calcul des colonnes d'absorption	361
15.4	Absorption par réaction chimique	370
15.5	Contacteurs gaz-liquide	372
16	• Sublimation	381
16.1	Généralités	381
16.2	Considérations théoriques	382
16.3	Procédés de sublimation	386
16.4	Calcul de la sublimation	389
16.5	Appareils et installations de sublimation	394
16.6	Lyophilisation	396

17 • Adsorption	401
17.1 Définition et applications	401
17.2 Considérations théoriques	404
17.3 Cinétique de l'adsorption	408
17.4 Adsorbants	412
17.5 Procédés et appareillage	413
17.6 Procédés de régénération	421
17.7 Cas d'adsorptions particulières	423
18 • Distillation et rectification	429
18.1 Généralités	429
18.2 Équilibres liquide-vapeur	430
18.3 Distillation simple	436
18.4 Rectification (distillation avec reflux)	442
18.5 Appareillage	463
18.6 Distillations particulières	473
19 • Extraction liquide-liquide	477
19.1 Généralités	477
19.2 Considérations théoriques	479
19.3 Procédés d'extraction liquide-liquide	485
19.4 Appareillage	498
20 • Biotechnologies	505
20.1 Généralités	505
20.2 Catalyseurs biologiques	508
20.3 Ingénierie biotechnologique	513
20.4 Applications de la biotechnologie industrielle	537
21 • Réacteurs chimiques	545
21.1 Généralités	545
21.2 Classification des réacteurs	547

21.3	Types de réacteurs	551
21.4	Calcul des réacteurs	562
21.5	Contrôle, régulation et sécurité	567
22	• Conception et développement des procédés	569
22.1	Généralités	569
22.2	Management du projet	571
22.3	Machines et équipements	586
22.4	Installations pilotes et extrapolation des résultats	594
22.5	Optimisation des procédés	597
22.6	Contrôle-commande des procédés	599
22.7	Calculs économiques	604
23	• Sécurité et gestion du risque chimique	607
23.1	Généralités	607
23.2	Risques d'incendie-explosion	610
23.3	Risques d'emballement d'une réaction	623
23.4	Risques d'agression corporelle	627
23.5	Risques de pollution	630
ANNEXE		
Terminologie et symboles		635
	Terminologie	635
	Symboles et notations	637
	Unités de mesure	641
Bibliographie		643
Index alphabétique		649