

Table des matières

Première partie – BASES THÉORIQUES SUR LES MILIEUX DIPHASIQUES

Chapitre 1- Interactions entre un solide et un fluide en mouvement	3
1. Diverses opérations mécaniques de séparation d'un milieu solide-fluide	4
1.1. Sédimentation	4
1.2. Classification	4
1.3. Décantation	5
1.4. Dépoussiérage	6
1.5. Filtration	6
1.6. Centrifugation	7
1.7. Fluidisation	7
1.8. Séparations membranaires	8
1.9. Flottation	8
2. Grandeurs utilisées dans les systèmes diphasiques	9
2.1. Grandeurs relatives à la nature des constituants	9
2.2. Grandeurs relatives au procédé	23
3. Écoulement d'un fluide à travers un lit particulaire fixe	30
3.1. Résistance d'un solide au déplacement d'un fluide	30
3.2. Grandeurs impliquées dans le déplacement d'un fluide à travers un lit de particules solides statiques	33
4. Écoulement d'un fluide à travers une membrane	48
4.1. Définitions	48
4.2. Principe général de fonctionnement d'une membrane	48
4.3. Séparation des espèces présentes dans la solution	49
5. Écoulement d'un fluide à travers un lit de particules en mouvement	53
5.1. Lit fixe traversé par un fluide ascendant	53
5.2. Lit fluidisé	53
6. Déplacement d'une particule dans un fluide immobile	54
6.1. Cas d'une particule solide sphérique en mouvement gravitationnel dans une suspension diluée	54
6.2. Cas d'une particule solide de forme quelconque en mouvement gravitationnel et des solutions concentrées	58
6.3. Cas d'une particule liquide	61
Chapitre 2 - Décantation	
1. Définitions et généralités	63
1.1. Définitions	64
1.2. Applications industrielles	65

2. Notions théoriques	68
2.1. Étude expérimentale de la décantation discontinue des solides	68
2.2. Étude expérimentale de la décantation continue des solides	84
2.3. Généralités sur la décantation des liquides non miscibles	92
3. Techniques et appareillages	94
3.1. Décanteurs-clarificateurs	95
3.2. Décanteurs-épaississeurs	100
3.3. Décanteurs-classificateurs	105
3.4. Laveurs à contre-courants	105
3.5. Autres types de décanteurs	108

Chapitre 3 - Filtration

1. Généralités et définitions	109
1.1. Terminologie utilisée en filtration	109
1.2. Divers types de filtration	110
1.3. Filtration sur support	111
2. Notions théoriques	112
2.1. Relations entre les principales grandeurs utilisées en filtration	113
2.2. Formation du gâteau	114
2.3. Équations de base de la filtration	116
2.4. Filtration des gâteaux incompressibles	121
2.5. Filtration des gâteaux compressibles	130
3. Techniques et appareillages	134
3.1. Conduite d'une filtration	135
3.2. Déroulement de l'opération	138
3.3. Divers types de milieux filtrants	142
3.4. Divers types de filtres	143
3.5. Filtres sous pression	148
3.6. Filtres sous vide	160

Chapitre 4 - Centrifugation

1. Généralités et définitions	167
2. Notions théoriques	167
2.1. Différences entre décantation centrifuge et filtration centrifuge	167
2.2. Théorie de la décantation centrifuge	170
2.3. Théorie de la filtration centrifuge	183
3. Techniques et appareillages	189
3.1. Centrifugeuses de décantation	189
3.2. Centrifugeuses de filtration	198

Chapitre 5 - Fluidisation

1. Généralités et définitions	205
1.1. Introduction	205
1.2. Phénomènes de fluidisation	206
1.3. Principaux régimes de fluidisation	207

2. Notions théoriques	209
2.1. Principales grandeurs du système	209
2.2. Pertes de charge en lit fixe	214
2.3. Pertes de charge et vitesse de fluidisation	215
2.4. Transferts thermiques	217
3. Techniques et appareillages	219
3.1. Avantages et inconvénients des lits fluidisés	219
3.2. Lits fluidisés bouillonnants et turbulents	220
3.3. Lits fluidisés circulants et transportés	226

Chapitre 6 - Dépoussiérage et dévésiculage

1. Généralités et définitions	231
1.1. Introduction	231
1.2. Substances polluantes	234
1.3. Diverses méthodes de dépoussiérage et de dévésiculage	235
2. Facteurs influents du dépoussiérage et du dévésiculage	236
2.1. Forces impliquées dans le dépoussiérage	236
2.2. Caractéristiques des poussières	237
2.3. Caractéristiques des fluides	241
2.4. Efficacité du dépoussiérage	242
2.5. Généralités sur le dévésiculage	242
3. Dépoussiérage gravimétrique et dépoussiérage centrifuge	243
3.1. Notions théoriques	243
3.2. Techniques et appareillages	248
4. Dépoussiérage électrostatique	253
4.1. Notions théoriques	254
4.2. Techniques et appareillages	257
5. Filtration des gaz	260
5.1. Notions théoriques	260
5.2. Techniques et appareillages	262
6. Lavage des gaz	272
6.1. Notions théoriques	272
6.2. Techniques et appareillages	275
7. Dévésiculage des gaz et des vapeurs	281
7.1. Notions théoriques	281
7.2. Techniques et appareillages	282
8. Conclusions sur le dépoussiérage et le dévésiculage	283

Chapitre 7 - Procédés membranaires

1. Généralités	287
1.1. Définitions	287
1.2. Classement et description des principales techniques membranaires	287

2. Notions théoriques	289
2.1. Grandeurs caractéristiques d'une membrane	289
2.2. Courbes caractéristiques	292
3. Techniques et appareillages	294
3.1. Membranes	294
3.2. Modules	296
3.3. Mise en œuvre d'un procédé membranaire	299
3.4. Mise au point d'un procédé	303
3.5. Principales applications industrielles	304

Deuxième partie - EXERCICES D'APPLICATION

Chapitre 8 - Décantation et centrifugation

1. Interactions entre solide et fluide	309
1.1. Grandeurs	309
1.2. Vitesse de chute des particules	312
2. Décantation	322
2.1. Décantation discontinue	322
2.2. Décantation continue	323
3. Centrifugation	338
3.1. Effet centrifuge	338
3.2. Décantation centrifuge des solides	344
3.3. Décantation centrifuge des liquides	349
3.4. Filtration centrifuge	350

Chapitre 9 - Filtration

1. Milieux filtrants	357
2. Filtration à débit constant	359
3. Filtration à débit constant puis à pression constante	367
4. Filtration à pression constante	374
4.1. Détermination des caractéristiques du milieu de filtration	374
4.2. Détermination des paramètres opératoires	380
4.3. Extrapolation des résultats pilotes	398
5. Filtration à pression et débit variables	413
6. Filtration continue avec filtre rotatif	427

Chapitre 10 - Autres méthodes de séparation

1. Fluidisation	435
2. Dépoussiérage	443
2.1. Dépoussiérage gravimétrique	443
2.2. Dépoussiérage centrifuge	446
2.3. Dépoussiérage électrostatique	451

2.4. Filtration des gaz	452
2.5. Lavage des gaz	456
2.6. Dégazage	457
3. Procédés membranaires	458

Troisième partie - EXPÉRIMENTATION

Chapitre 11 - Filtration sur filtre-presse

1. Rappels théoriques sur la filtration	469
1.1. Introduction	469
1.2. Notions fondamentales	470
1.3. Différents modes de filtration	471
2. Matériels et expérimentation	473
2.1. Description du banc	474
2.2. Principe de la filtration avec filtre-presse	475
2.3. Matières premières	476
2.4. Manipulation	476
3. Résultats expérimentaux	477
3.1. Filtration du carbonate de calcium	477
3.2. Filtration du clarcel	496

Chapitre 12 - Fluidisation du sable

1. Rappels théoriques sur la fluidisation	503
1.1. Introduction	503
1.2. Description du phénomène	503
1.3. Grandeurs fondamentales	504
2. Matériels et expérimentation	505
2.1. Description de l'unité de fluidisation	505
2.2. Manipulation	507
3. Résultats expérimentaux	508
3.1. Masse volumique et porosité du lit fixe de sable	508
3.2. Étude de l'influence du diamètre des grains sur la colonne DN 40	509
3.3. Étude de l'influence du diamètre de la colonne avec les grains de diamètre 0,3 mm	514
3.4. Évolution de la porosité du lit de sable avec le débit d'air	517

Chapitre 13 - Séparation des sucres par nanofiltration

1. Rappels théoriques sur les procédés membranaires	519
1.1. Introduction	519
1.2. Grandeurs fondamentales	519

2. Matériels et expérimentation	520
2.1. Description du dispositif expérimental	520
2.2. Manipulation	522
3. Résultats expérimentaux	523
3.1. Perméabilité initiale de la membrane	523
3.2. Manipulation en mode recyclage total	525
3.3. Diafiltration pour l'élimination du saccharose	530
3.4. Perméabilité finale et nettoyage de la membrane	533
4. Conclusion	534
Bibliographie	535
Index	539