

Table des matières

Avant-propos	9
Chapitre 1. Les plateaux théoriques en distillation, absorption, stripage, choix du type de colonne	11
1.1. Généralités	11
1.1.1. Définitions	11
1.1.2. Données pratiques	12
1.1.3. Méthodes de calcul présentées dans ce chapitre	13
1.2. La méthode de MacCabe et Thiele	14
1.2.1. Hypothèses propres à la méthode de MacCabe et Thiele	14
1.2.2. Courbes d'équilibre $y = f(x)$	14
1.2.3. Bilans matière	15
1.2.4. Tracé des gradins	18
1.2.5. Bilan matière global de la colonne	20
1.2.6. Bilan thermique global de la colonne	21
1.2.7. Taux de revaporisation du bouilleur	22
1.2.8. Régulation d'une distillation continue.	23
1.2.9. Nombre de plateaux pour une grande pureté du léger.	24
1.2.10. Nombre de plateaux pour une grande pureté du lourd.	26
1.3. La méthode globale (plus de deux constituants)	28
1.3.1. Les équations et les inconnues	28
1.3.2. Bilan matière partiel	29
1.3.3. Solutions des équations de bilan partiel (composé i)	32
1.3.4. Bilans matière globaux.	33
1.3.5. Bilans thermiques.	34
1.3.6. Relations de point de bulle	35
1.3.7. Méthode globale de résolution	36

1.4. La méthode des plateaux successifs	37
1.4.1. Généralités	37
1.4.2. Débit et composition du distillat et du résidu.	37
1.4.3. Bilan thermique global.	38
1.4.4. Calcul des températures de plateau.	39
1.4.5. Compositions sur les plateaux	41
1.4.6. Cohérence des deux tronçons	42
1.5. Conclusion	42
1.6. Choix du type de colonne	43

Chapitre 2. Dimensionnement et performances des plateaux perforés gaz-liquide 45

2.1. Géométrie du plateau	45
2.1.1. Intérêt des plateaux perforés	45
2.1.2. Diamètre de la colonne.	45
2.1.3. Dimensionnement des déversoirs.	46
2.1.4. Configurations possibles pour le déversoir	49
2.1.5. Longueur de barrage et nombre de passes	51
2.1.6. Aire active	52
2.1.7. Caractéristiques des trous	53
2.1.8. Plateau de fort diamètre	55
2.2. Chute de pression de la vapeur à la traversée du plateau	56
2.2.1. Chute de pression à sec (à travers le plateau sans liquide)	56
2.2.2. Terme de capillarité dans la chute de pression en présence de liquide.	57
2.2.3. Chute de pression à la traversée du mélange liquide-vapeur.	57
2.2.4. Chute de pression et hauteur du barrage de sortie	58
2.3. Hydrodynamique du plateau.	60
2.3.1. Généralités sur l'engorgement	60
2.3.2. Accumulation de liquide dans le déversoir	61
2.3.3. Engorgement par entraînement de gouttes de liquide	63
2.3.4. Débit des gouttes entraînées.	66
2.3.5. Hauteurs de liquide clair et du mélange liquide-vapeur	67
2.3.6. Pleurage commençant	68
2.3.7. Transition entre les régimes de mousse et de jet	69
2.4. Transferts de matière et de chaleur	70
2.4.1. Aire interfaciale (Stichlmair, 1978)	70
2.4.2. Coefficient de transfert de matière côté phase gazeuse	72
2.4.3. Coefficient de transfert de matière côté phase liquide	73
2.4.4. Coefficient de transfert global	74

2.4.5. Disposition du mélange sur le plateau	75
2.4.6. Transfert local (sur une verticale)	76
2.4.7. Efficacité Murphree	77
2.4.8. Evolution du liquide sur le plateau	77
2.4.9. Bilan matière côté liquide	79
2.4.10. Bilan matière côté vapeur (régime instationnaire)	81
2.4.11. Composition moyenne du liquide sur un plateau	81
2.4.12. Direction du calcul (vers le haut de la colonne ou vers le bas)	83
2.4.13. Droites d'équilibre des composants	84
2.4.14. Transfert thermique sur le plateau	85
2.4.15. Calcul des grandeurs utilisées	88
2.4.16. Homogénéisation de la vapeur	91

Chapitre 3. Dimensionnement et performances des colonnes liquide-gaz à garnissage 93

3.1. Généralités	93
3.1.1. Principe des colonnes à garnissage.	93
3.1.2. Grandeurs caractéristiques importantes des colonnes garnies	93
3.1.3. Utilisation et intérêt des colonnes garnies.	94
3.1.4. Hauteur réelle d'une colonne garnie	94
3.2. Hydrodynamique des colonnes garnies	94
3.2.1. Signification physique de l'engorgement	94
3.2.2. Taux d'engorgement (approche de l'engorgement)	97
3.2.3. Chute de pression	98
3.2.4. Rétention liquide	101
3.3. Hauteur efficace et hauteur utile pour le transfert	102
3.3.1. Marche à suivre	102
3.3.2. Aire efficace pour le transfert.	102
3.3.3. Coefficient partiel de transfert côté gaz	105
3.3.4. Coefficient partiel de transfert côté liquide	107
3.3.5. Coefficients de transfert thermique	108
3.3.6. Hauteur d'unité de transfert et hauteur utile	109
3.3.7. Calcul direct des hauteurs d'unités de transfert partielles	110
3.4. Effets de la répartition du liquide – Hauteur morte	114
3.4.1. Généralités	114
3.4.2. Les alimenteurs	114
3.4.3. Accumulation du liquide à la paroi (effet de paroi)	115
3.4.4. Effet du flux pariétal sur l'absorption et le stripage	117
3.4.5. Remèdes à l'effet de paroi – Les recentreurs	119
3.4.6. Conclusion	120

Chapitre 4. Distillation à la cuvée (discontinue)	121
4.1. Ebullition simple d'une cuvée	121
4.2. Distillation à reflux total	123
4.2.1. Principe de fonctionnement	123
4.2.2. Convention importante	123
4.2.3. Bilans et transferts de matière et de chaleur (reflux total)	123
4.2.4. Calcul d'une colonne à reflux total	125
4.3. Distillation à la cuvée	126
4.3.1. Définitions et intérêt de l'opération	126
4.3.2. Temps de traversée d'un plateau	127
4.3.3. Choix de l'incrément de temps	128
4.3.4. Bilans de l'ensemble cuve + bouilleur	129
4.3.5. Bilans de l'ensemble condenseur + pot de reflux	130
4.3.6. Déroulement de la simulation	131
4.3.7. Conduite pratique d'une installation industrielle	132
Annexe A. Quelques expressions pour des pressions de vapeur partielles	135
Annexe B. Caractéristiques des garnissages habituels	137
Annexe C. Proposition pour un essai de moussage normalisé	139
Annexe D. Intégration numérique, méthode de Runge-Kutta d'ordre 4	141
Bibliographie	143
Index	147