

Coordonnateur **Didier Ronze**

Introduction au génie des procédés

*Applications et
développements*

TEC
& **DOC**

Lavoisier



Introduction au génie des procédés

Applications et développements

Coordonné par
Didier Ronze

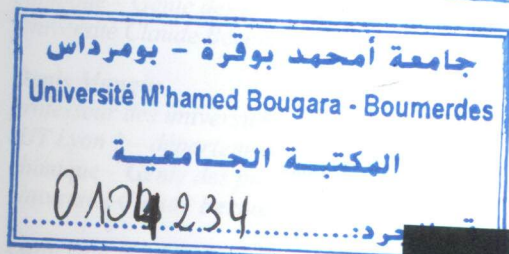


Table des matières

Chapitre 1

Thermodynamique (Noël Hiquily, Didier Colson et Éric Peyrol)	1
1. Thermodynamique générale. Premier et second principes.	1
1.1. Caractérisation de la matière	1
1.2. Travail.	6
1.3. Transfert thermique	10
1.4. Premier principe	12
1.5. Second principe	21
2. Équilibres de phases	37
2.1. Équilibres liquide-vapeur sur le corps pur	37
2.2. Chaleurs latentes-changement d'état	41
2.3. Équilibres liquide-vapeur – Solutions idéales	46
2.4. Mélanges réels – Équilibres liquide-vapeur isothermes	51
2.5. Mélanges réels – Diagramme enthalpique (équilibre liquide-vapeur)	55
2.6. Équilibres ternaires gaz-liquide isothermes et isobares	57
2.7. Équilibres ternaires liquide-liquide	61
2.8. Diagrammes de phases – Équilibres liquide-solide	66
2.9. Équilibres liquide-solide à composés définis	69
3. Machines thermiques	71
3.1. Compresseurs volumiques (alternatifs)	71
3.2. Machines productrices de travail : centrales thermiques à turbines (à vapeur)	73
3.3. Machines productrices de froid à compression simple – Pompes à chaleur	78
3.4. Liquéfacteur	98

Chapitre 2

Mécanique des fluides (Nicolas Roche)	105
1. Statique des fluides	105

Table des matières

Chapitre 1

Thermodynamique (Noël Hiquily, Didier Colson et Éric Peyrol)	1
1. Thermodynamique générale. Premier et second principes.	1
1.1. Caractérisation de la matière	1
1.2. Travail.	6
1.3. Transfert thermique	10
1.4. Premier principe	12
1.5. Second principe	21
2. Équilibres de phases	37
2.1. Équilibres liquide-vapeur sur le corps pur	37
2.2. Chaleurs latentes-changement d'état	41
2.3. Équilibres liquide-vapeur – Solutions idéales	46
2.4. Mélanges réels – Équilibres liquide-vapeur isothermes	51
2.5. Mélanges réels – Diagramme enthalpique (équilibre liquide-vapeur).	55
2.6. Équilibres ternaires gaz-liquide isothermes et isobares	57
2.7. Équilibres ternaires liquide-liquide	61
2.8. Diagrammes de phases – Équilibres liquide-solide	66
2.9. Équilibres liquide-solide à composés définis	69
3. Machines thermiques	71
3.1. Compresseurs volumiques (alternatifs)	71
3.2. Machines productrices de travail : centrales thermiques à turbines (à vapeur).	73
3.3. Machines productrices de froid à compression simple – Pompes à chaleur	78
3.4. Liquéfacteur	98

Chapitre 2

Mécanique des fluides (Nicolas Roche)	105
1. Statique des fluides	105

2. Dynamique des fluides	110
3. Pertes de charge	120
4. Pompes centrifuges	130

Chapitre 3

Milieux poreux et séparation solide/liquide (Gilles Févotte)	139
1. Caractérisation des particules	139
2. Interaction fluide-particule isolée	165
3. Écoulements à travers les milieux poreux	171
4. Filtration sur support	186

Chapitre 4

Transfert de chaleur (Jean Costes et Nordine Mouhab)	225
1. Conduction	225
1.1. Conduction dans une paroi plane	225
1.2. Conduction dans une paroi cylindrique	226
2. Convection forcée et naturelle : estimation des coefficients	228
3. Condensation en film : estimation des coefficients	232
4. Transfert entre deux fluides séparés par une paroi. Isolation thermique	235
5. Échangeurs de chaleur	246
Notations utilisées	266

Annexe – Corrélations d'estimation du coefficient de transfert de chaleur par convection

1. Convection forcée d'un fluide sans changement d'état	268
1.1. Géométrie fermée (écoulement interne)	268
1.1.1. Écoulement à l'intérieur d'un tube	268
1.1.2. Écoulement dans un espace annulaire	268
1.2. Géométrie ouverte (écoulement externe)	269
1.2.1. Écoulement à l'extérieur d'un tube, perpendiculaire à l'axe	269
1.2.2. Écoulement à l'extérieur de tubes confinés dans une calandre munie de chicanes	269
2. Convection naturelle	270
3. Condensation en film	270
3.1. Condensation en film sur plaques planes et tubes disposés verticalement	271
3.2. Condensation en film sur un (ou N) tube(s) disposé(s) horizontalement	271

Chapitre 5

Opérations unitaires (Didier Colson)	273
1. Généralités sur les opérations unitaires	273

2. Distillation	285
3. Extraction Liquide-Liquide	366
4. Absorption/Désorption	412
5. Cristallisation (<i>Denis Mangin</i>)	445
6. Séchage	456
7. Adsorption	491

Chapitre 6

Génie des réacteurs (<i>Jean-Paul Klein</i>)	513
1. Évolution du mélange réactionnel. Cinétique des réactions	513
2. Bilans de matière dans les réacteurs idéaux	523
2.1. Réacteurs fermés. Détermination des cinétiques de réaction	523
2.2. Réacteurs continus et semi-continus	536
3. Bilans thermiques dans les réacteurs idéaux	569
4. Association de zones idéales	587
5. Modélisation des réacteurs réels : distribution des temps de séjour	601

Chapitre 7

Régulation (<i>Didier Ronze</i>)	613
1. Dynamique des systèmes	613
1.1. Fonctions de transfert	613
1.2. Procédés du premier ordre	623
1.3. Procédés intégrateurs	639
1.4. Procédés du deuxième ordre	641
1.5. Identification des procédés	649
1.6. Actionneur	656
1.7. Régulateurs	658
2. Régulation	663
2.1. Boucles de régulation	663
2.2. Applications	667

Chapitre 8

Bioréacteurs (<i>Ridha Mosrati</i>)	707
1. Introduction	707
2. Cinétiques enzymatiques homogènes	708
2.1. Détermination des paramètres cinétiques d'une loi de Michaelis-Menten	708
2.2. Influence de la concentration en substrat sur la cinétique enzymatique	711
2.3. Inhibition par un produit de réaction	714
3. Réacteurs enzymatiques	716
3.1. Influence du transfert de matière externe	716
3.2. Influence du transfert de matière interne	725

4. Cinétiques microbiennes et calcul de bioréacteurs	729
4.1. Détermination de paramètres cinétiques en bioréacteur discontinu	729
4.2. Détermination de paramètres cinétiques en bioréacteur continu	732
4.3. Production en bioréacteur continu d'un composé à cinétique de formation mixte	735
4.4. Bioréacteur continu avec recyclage de cellules	738

Chapitre 9

Sécurité – Environnement (<i>Séverine Vessot-Crastes et Catherine Morlay</i>)	743
1. Sécurité	743
2. Environnement	746

Annexes	751
----------------------	-----

Index	797
--------------------	-----

Cet ouvrage est le complément d' **Introduction au génie des procédés** paru en 2008. Conçu par la même équipe éditoriale, il présente des applications détaillées qui éclairent et complètent les concepts abordés dans le livre précédent. Y sont proposées des solutions explicites de problèmes de difficulté graduée, couvrant une large part des thématiques rencontrées en génie des procédés, des sciences fondamentales (mécanique des fluides, thermodynamique) aux aspects opérationnels (opérations unitaires, génie de la réaction chimique).

Les applications et développements permettant de résoudre de nombreux problèmes de génie des procédés sont regroupés par thématiques :

- processus fondamentaux du génie des procédés (transfert de matière, de fluide, de chaleur) ;
- opérations unitaires ;
- technologie des appareils et principes de leurs dimensionnements ;
- réactions chimiques et biochimiques ;
- régulation ;
- sécurité et environnement.

Les exercices, réalisés à partir de cas concrets, sont accompagnés de nombreux schémas, tableaux et graphiques qui permettent au lecteur une meilleure compréhension des sujets.

Conforme au programme d'enseignement du DUT GC-GP, **Introduction au génie des procédés : Applications et développements** est un outil indispensable pour les étudiants des IUT de **Génie chimique – Génie des procédés**, des écoles d'ingénieurs et des masters Génie des procédés. Il s'adresse aussi aux techniciens et agents de maîtrise en formation ou en activité souhaitant consolider et actualiser leurs connaissances.

Didier Ronze, professeur des universités, enseigne à l'IUT Lyon 1, département Génie chimique – Génie des procédés, Université Claude Bernard – Lyon 1. Il s'est entouré d'une équipe de douze enseignants pour rédiger cet ouvrage.

www.editions.lavoisier.fr



978-2-7430-1487-2