

RiA
Editions

SÉRIE | AGROALIMENTAIRE

Jean-Jacques Bimbenet
Albert Duquenoy
Gilles Trystram

GÉNIE DES PROCÉDÉS ALIMENTAIRES

Des bases aux applications



2^e édition

DUNOD

BL226



Ouvrage coordonné par
Jean-Jacques Bimbenet
Albert Duquenoy • Gilles Trystram

040423
(3)

GÉNIE DES PROCÉDÉS ALIMENTAIRES

Des bases aux applications

Préface de
François Guinot

2^e édition

RIA
Editions

DUNOD

TABLE DES MATIÈRES

Symboles	XIII
Introduction	1
1 • Mécanique des fluides, filtration, essorage, pressage	7
1.1 Mécanique des fluides : écoulement laminaire	7
1.2 Filtration frontale	14
1.3 Essorage	31
1.4 Extraction par pression	37
2 • Mécanique des fluides, similitude, décantation, centrifugation	45
2.1 Mécanique des fluides : turbulence, couche limite	45
2.2 La similitude et ses applications	50
2.3 Calcul des traînées et des frottements entre phases	62
2.4 Décantation par gravité	67
2.5 Centrifugation	73
2.6 Choix des procédés de séparation de phases	85
3 • Bilans et échanges de chaleur, échangeurs, évaporateurs	91
3.1 Bilans	91
3.2 Transferts de chaleur	98
3.3 Chauffage par champs électriques et électromagnétiques	109
3.4 Échangeurs de chaleur	122
3.5 Évaporation	131
4 • Échange de matière : équilibres, transferts, cristallisation, séparation par membrane	161
4.1 Équilibres de concentrations	161
4.2 Transferts de matière	170
4.3 Cristallisation	182
4.4 Séparation par membrane	198
5 • Échange de matière : extraction, distillation, opérations chromatographiques, déshydratation-imprégnation	221
5.1 Extraction	221
5.2 Distillation	238
5.3 Chromatographie préparative – Échange d'ions	258
5.4 Déshydratation – Imprégnation	274

6 • Réactions	279
6.1 Réactions et réacteurs en IAA	279
6.2 Destruction thermique des micro-organismes	289
6.3 Dispersion des temps de séjour	296
6.4 Bioréactions et bioréacteurs	313
7 • Lois de Fourier et de Fick, traitements thermiques et frigorifiques	327
7.1 Transferts de chaleur et de matière par conduction. Lois de Fourier et de Fick	327
7.2 Traitements industriels de destruction thermique des micro-organismes	346
7.3 Réfrigération et congélation	369
7.4 Techniques de conservation non thermiques et combinées	381
8 • Opérations d'agitation-mélange et de texturation mécanique de la matière	385
8.1 Agitation de liquides et opérations de mélange biphasique	385
8.2 Génération de systèmes dispersés	391
8.3 Pétrissage et mise en forme des pâtes	397
9 • Séchage, cuisson, cuisson-extrusion	405
9.1 Séchage	405
9.2 Cuisson	431
9.3 Texturation par cuisson-extrusion	441
10 • Opérations mécaniques sur les solides divisés	455
10.1 Mécanique des poudres en vrac	455
10.2 Lits fixes et fluidisés	464
10.3 Transport pneumatique	467
10.4 Broyage	471
10.5 Agglomération et enrobage	473
10.6 Classification et sélection	477
10.7 Mélange de pulvérulents à sec et ségrégation	483
11 • Opérations mécaniques sur objets individualisés	491
11.1 Définition des opérations manufacturières	491
11.2 Opérations de mise en forme	492
11.3 Opérations de séparation	494
11.4 Opérations d'assemblage	494
11.5 Manutention d'objets	497
11.6 Problèmes spécifiques aux opérations manufacturières	498
12 • Hygiène des procédés	501
12.1 Hygiène des surfaces : nettoyage, désinfection et rinçage	501
12.2 Maîtrise de la contamination aéroportée	510
12.3 Biocontamination d'origine humaine	513
12.4 Contamination par les nuisibles : insectes, rongeurs et oiseaux	514

13 • Des opérations unitaires au procédé	515
13.1 Simulation et optimisation des schémas de fabrication	515
13.2 Conduite et automatisation des procédés	517
13.3 Qualité et sécurité alimentaires	519
13.4 Innovation et génie des procédés alimentaires	522
13.5 Environnement et sécurité du travail	522
13.6 Aspects économiques	523
13.7 Conclusions	524
Annexes	
A • Mesures, dimensions et unités	527
B • Tables numériques	530
C • Diagrammes	540
Références bibliographiques	549
Index	567

TECHNIQUE ET INGÉNIERIE

Série Agroalimentaire

Jean-Jacques Bimbenet • Albert Duquenoy
Gilles Trystram

GÉNIE DES PROCÉDÉS ALIMENTAIRES

Des bases aux applications

Le génie des procédés alimentaires présente, par rapport au génie des procédés « classique », un certain nombre de spécificités liées à la nature des produits transformés (variabilité des matières premières, grande diversité des produits, finalité alimentaire, etc.).

L'objectif de cette nouvelle édition, mise à jour et enrichie, est de donner pour toutes les opérations unitaires et les réactions du génie des procédés alimentaires :

- les bases nécessaires (mécanique des fluides, échanges de chaleur et de matière) pour comprendre les phénomènes mis en jeu ;
- des outils de raisonnement et de calcul (bilans, nombres sans dimension, etc.) ;
- des exemples d'applications industrielles.

Cet ouvrage comprend toutes les informations utiles à la maîtrise des bioréactions et des différentes opérations unitaires : filtration, cristallisation, distillation, réfrigération, séchage, cuisson-extrusion, opérations mécaniques (agitation-mélange, broyage, triage, etc.).

Une nouveauté pour le lecteur est qu'il trouvera des suppléments en ligne sur le site web de l'éditeur. Ceux-ci contiennent notamment des applications numériques permettant de prendre la pleine mesure de l'intérêt pratique des notions présentées et de comprendre la manière de les utiliser.

Cet ouvrage de référence constitue un outil de travail indispensable pour les ingénieurs et techniciens travaillant sur la conception et l'exploitation de procédés industriels dans l'industrie agroalimentaire, ainsi que pour les étudiants et élèves-ingénieurs du domaine.

CUSSION INDUSTRIELLE

CONCEPTION

FROID ET GÉNIE CLIMATIQUE

MÉCANIQUE ET MATÉRIAUX

CHIMIE

ENVIRONNEMENT ET SÉCURITÉ

REA

AGROALIMENTAIRE

2^e édition

JEAN-JACQUES BIMBENET
ALBERT DUQUENOY
GILLES TRYSTRAM

sont professeurs
à AgroParisTech.



9 782100 514243

6638997

ISBN 978-2-10-051424-3



RIA
Editions

www.dunod.com

