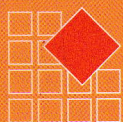


Jean-Pierre Melcion • Jean-Luc Ilari
coordonnateurs



Technologie des pulvérulents dans les IAA



COLLECTION
SCIENCES & TECHNIQUES
AGROALIMENTAIRES

Editions
TEC
& **DOC**

Participant de plusieurs disciplines scientifiques, le concept de pulvérulent permet une nouvelle approche des technologies et des produits. Sollicité dans de nombreuses situations industrielles, il est à l'œuvre dans des produits alimentaires courants aussi variés que le sucre, le sel, le lait, le café, le cacao, les farines, les enzymes, les colorants....

Technologie des pulvérulents dans les IAA propose une étude approfondie de ce concept qui offre de multiples possibilités de transfert technologique. Didactique et pratique, l'ouvrage associe la compréhension des mécanismes à des opérations unitaires et à des applications. Son originalité est de rapprocher les spécificités des produits d'origine biologique des concepts généraux propres aux poudres. Il est structuré en trois parties. La première s'intéresse aux propriétés des poudres alimentaires et à leur caractérisation physique et comportementale. La seconde concerne les opérations d'obtention, de manipulation et de mise en forme. La troisième est consacrée à leur illustration dans des filières de l'industrie alimentaire : alimentation animale, poudres laitières, sucrerie, industries des additifs.

Conjuguant les expériences diversifiées de ses auteurs, chercheurs, enseignants et industriels, ce livre facilite les échanges indispensables et parfois difficiles entre ces professions. Il offre une information accessible, facile à transmettre, et s'adresse à tous les acteurs des filières des industries agroalimentaires. Il intéressera également les spécialistes de la pharmacie galénique et de la cosmétique.

Jean-Pierre Melcion, ingénieur agronome, est adjoint Partenariat au département Transformation des produits végétaux de l'INRA.

Jean-Luc Ilari, ingénieur de l'ENSBANA, docteur-ingénieur en nutrition, habilité à diriger des recherches en génie particulière (université de Nantes), est professeur de génie alimentaire à l'ENITIAA de Nantes.

2-7430-0621-8



9782743006219

Table des matières

Première partie

Caractérisation des milieux divisés dans les produits alimentaires

Chapitre 1

Échantillonnage (Michel Deleuil)	3
Introduction	3
1. Erreur d'échantillonnage	6
2. Erreur relative fondamentale σ_F^2	7
2.1. Analyse en nombre de particules libérées	8
2.2. Analyse en poids de particules libérées	10
2.3. Analyse chimique de particules composites	11
3. Nombre de prélèvements à effectuer	14
3.1. Lots sans ségrégation	14
3.2. Lots avec ségrégation	15
4. Réalisation de l'échantillonnage	16
4.1. Prélever dans un système divisé	18
4.1.1. Prélever en statique	18
4.1.2. Prélever en dynamique	20
4.2. Prélèvement pour l'analyse en ligne	25
4.3. Prélever pour de très petites quantités d'échantillon	25
Conclusion	26
Liste non exhaustive de fournisseurs	28
Références bibliographiques	29

Chapitre 2

Caractérisation de la taille et de la forme des particules

(Bruno Novales, Marie-Françoise Devaux, François Le Deschault de Monredon, Jean-Pierre Melcion) _____ 31

Introduction	31
1. Quelques notions préalables : taille et forme d'une particule, taille équivalente, distributions granulométriques	32
2. Techniques de mesures	34
2.1. Tamisage	34
2.1.1. Principe	34
2.1.2. Tamis, séries de tamis	35
2.1.3. Tamisage à sec	36
2.1.4. Tamisage humide	37
2.1.5. Remarques générales	38
2.2. Compteur à variation de résistance	38
2.2.1. Principe	40
2.2.2. Conditions et limites d'utilisation	40
2.2.3. Résultats	41
2.3. Diffraction de la lumière laser	41
2.3.1. Principe	43
2.3.2. Éléments d'un granulomètre à diffraction de la lumière laser	44
2.3.3. Mode opératoire	45
2.3.4. Résultats	45
2.4. Analyse par imagerie	45
2.4.1. Images de particules	47
2.4.2. Analyse individuelle	48
2.4.3. Analyse globale	50
2.4.4. Distributions granulométriques et morphologiques	51
2.5. Autres méthodes	51
2.5.1. Méthodes par sédimentation	51
2.5.2. Méthodes par classement	51
2.5.3. Méthodes optiques	52
2.6. Choisir sa méthode	55
3. Expression des résultats	55
3.1. Distribution granulométrique	55
3.1.1. Échelle de représentation des classes de dimension	55
3.1.2. Distributions en nombre, surface, volume	57
3.1.3. Distribution fréquentielle, cumulée	57
3.2. Résumé des distributions	57
3.2.1. Paramètres de tendance centrale	58
3.2.2. Paramètres de dispersion	59
3.2.3. Lois théoriques	61
3.2.4. Analyse multidimensionnelle des distributions	62
Conclusion	63
Références bibliographiques	63

Chapitre 3

Caractérisation de la texture physique des pulvérulents (masse volumique, surface spécifique, porosité)*(François Le Deschault de Monredon, Catherine Loisel)* 67

Introduction	67
1. Masse volumique	68
1.1. Masses volumiques vraie et apparente : méthodes volumétriques par déplacement de fluides (pycnométrie)	69
1.1.1. Fluides gazeux	69
1.1.2. Fluides liquides	70
1.2. Masse volumique en vrac : méthodes volumétriques directes avec pesée	71
2. Surface spécifique	74
2.1. Méthodes par adsorption gazeuse	74
2.1.1. Notion d'isotherme et théorie BET	74
2.1.2. Méthodes volumétriques	76
2.1.3. Méthode chromatographique	76
2.1.4. Méthodes gravimétriques	77
2.1.5. Particularités des faibles surfaces (quelques $\text{dm}^2\cdot\text{g}^{-1}$)	78
2.1.6. Précautions opératoires	78
2.2. Méthodes de perméamétrie	78
2.3. Méthode dérivée de l'analyse granulométrique	80
2.4. Comparaison de méthodes et données pratiques	81
3. Porosité	83
3.1. Définitions	83
3.2. Méthode par adsorption et condensation de gaz ou de vapeur	84
3.3. Méthode de porosimétrie par pénétration de mercure	86
3.4. Relations entre masses volumiques et volume poreux	87
3.5. Application aux pulvérulents du domaine des IAA	87
Conclusion	88
Liste des principaux symboles et notations	88
Références bibliographiques	89

Chapitre 4

Caractéristiques mécaniques et rhéologiques des poudres –**Test de cisaillement** (*Ernest Teunou*) 93

Introduction	93
1. Importance de l'écoulement et caractéristiques mécaniques des poudres liées à l'écoulement	95
1.1. Importance de l'écoulement des poudres	95
1.2. Caractéristiques mécaniques des poudres liées à l'écoulement	96
2. Mécanique et aptitude à l'écoulement des poudres	96
2.1. Théorie de la mécanique des milieux continus	97
2.2. Caractérisation expérimentale de la coulabilité par cisaillement	99
2.3. Caractéristiques mécaniques issues du LCR	100