

Pierre Schuck

Anne Dolivet

Romain Jeantet

Les poudres laitières et alimentaires

Techniques d'analyse



Editions
TEC
& **DOC**

Lavoisier

Chapitre 1

Détermination de l'extrait sec et de l'extrait sec total

Table des matières

Avant-propos	V
---------------------------	----------

Chapitre 1

Procédés de déshydratation et influence sur les propriétés des poudres obtenues

1. Présentation générale des opérations	2
1.1. Concentration par évaporation	2
1.1.1. Principe de l'évaporation sous vide	3
1.1.2. Énergie	4
1.2. Séchage	7
1.2.1. Séchage par ébullition (cylindres chauffants)	8
1.2.2. Séchage par entraînement (pulvérisation)	9
2. Propriétés des produits déshydratés	17
2.1. Propriétés biochimiques et physico-chimiques	18
2.1.1. Teneur en eau	18
2.1.2. Disponibilité de l'eau	20
2.1.3. Modifications des protéines	28
2.2. Propriétés microbiologiques	28
2.3. Propriétés d'usage	29
2.3.1. Taille des particules et structure des poudres	29
2.3.2. Écoulement - éboulement	30
2.3.3. Masse volumique	30
2.3.4. Propriétés de réhydratation	32
Références bibliographiques	35

Chapitre 2

Détermination de l'extrait sec et de l'extrait sec total

1. Détermination de l'humidité libre ou de l'extrait sec	37
1.1. Objet et domaine d'application	37
1.2. Définition	38
1.3. Principe	38
1.4. Réactifs et autres produits	38
1.5. Appareillage et verrerie	38
1.6. Sécurité	38
1.7. Mode opératoire	38
1.7.1. Préparation de la capsule	38
1.7.2. Préparation de l'échantillon pour essai	39
1.7.3. Prise d'essai	39
1.7.4. Détermination	39
1.8. Expression des résultats	39
1.9. Remarques	40
1.9.1. Étuve	40
1.9.2. Dessiccateur	40
1.10. Valeurs de fidélité	41
1.11. Exemples	41
2. Détermination de l'humidité totale ou de l'extrait sec total	42
2.1. Objet et domaine d'application	42
2.2. Définition	42
2.3. Principe	42
2.4. Réactifs et autres produits	42
2.5. Appareillage et verrerie	42
2.6. Sécurité	44
2.7. Mode opératoire	44
2.7.1. Préparation de la zéolite	44
2.7.2. Préparation du petit dessiccateur (j)	44
2.7.3. Préparation de la capsule	44
2.7.4. Préparation de l'échantillon pour essai	44
2.7.5. Prise d'essai	45
2.7.6. Détermination	45
2.8. Expression des résultats	45
2.9. Remarques	46
2.9.1. Étuve	46
2.9.2. Dessiccateur	46
2.10. Valeurs de fidélité	46
2.11. Rapport d'analyse	47
2.12. Exemples	47
Références bibliographiques	48

Chapitre 3

Détermination des fractions azotées

1. Détermination de la teneur en azote total (méthode Kjeldahl)	49
1.1. Objet et domaine d'application	49
1.2. Définition	50
1.3. Principe	50
1.4. Réactifs et autres produits	50
1.5. Appareillage et verrerie	51
1.6. Sécurité	52
1.6.1. Protection individuelle	52
1.6.2. Toxicité des produits utilisés	52
1.7. Mode opératoire	52
1.7.1. Préparation de l'échantillon pour essai	52
1.7.2. Prise d'essai et prétraitement	52
1.7.3. Détermination	53
1.7.4. Essai à blanc	54
1.7.5. Essais de récupération	54
1.8. Expression des résultats	54
1.8.1. Calcul de la teneur en azote total	54
1.8.2. Calcul de la teneur en protéines totales	55
1.9. Valeurs de fidélité	55
1.9.1. Répétabilité	55
1.9.2. Reproductibilité	55
1.10. Exemples	55
1.11. Annexe	56
1.11.1. Introduction	57
1.11.2. Mode opératoire	57
2. Détermination de la teneur en azote soluble à pH 4,60	58
2.1. Objet et domaine d'application	58
2.2. Définition	58
2.3. Principe	58
2.4. Réactifs et autres produits	58
2.5. Appareillage et verrerie	59
2.6. Sécurité	59
2.6.1. Protection individuelle	59
2.6.2. Toxicité des produits utilisés	59
2.7. Mode opératoire	59
2.7.1. Préparation de l'échantillon pour essai	59
2.7.2. Prise d'essai et détermination	59
2.7.3. Essai à blanc	60
2.8. Expression des résultats	60
2.8.1. Calcul de la teneur en azote soluble à pH 4,6	60
2.8.2. Calcul de « l'équivalent protéines »	61
2.9. Valeurs de fidélité	61
2.10. Exemples	61
2.11. Annexe	62

2.11.1. Introduction.....	62
2.11.2. Mode opératoire.....	62
3. Détermination de la teneur en azote non protéique.....	64
3.1. Objet et domaine d'application.....	64
3.2. Définition.....	64
3.3. Principe.....	64
3.4. Réactifs et autres produits.....	64
3.5. Appareillage et verrerie.....	64
3.6. Sécurité.....	65
3.6.1. Protection individuelle.....	65
3.6.2. Toxicité des produits utilisés.....	65
3.7. Mode opératoire.....	65
3.7.1. Préparation de l'échantillon pour essai.....	65
3.7.2. Prise d'essai et détermination.....	65
3.7.3. Essai à blanc.....	66
3.8. Expression des résultats.....	66
3.8.1. Calcul de la teneur en azote non protéique.....	66
3.8.2. Calcul de « l'équivalent protéines ».....	67
3.9. Valeurs de fidélité.....	67
3.9.1. Répétabilité.....	67
3.9.2. Reproductibilité.....	67
3.10. Exemples.....	67
3.11. Annexe.....	68
3.11.1. Introduction.....	69
3.11.2. Mode opératoire.....	69
4. Détermination de l'azote protéique de lactosérum non dénaturé dans la poudre de lait écrémé.....	70
4.1. Objet et domaine d'application.....	70
4.2. Définition.....	70
4.3. Principe.....	70
4.4. Expression des résultats.....	70
4.5. Remarques.....	71
4.6. Exemples.....	71
5. Facteurs de conversion de l'azote en protéines en fonction de la composition en acides aminés : cas du lait et du soja.....	72
5.1. Méthodes de détermination du facteur de conversion.....	72
5.1.1. Détermination du facteur de conversion K selon la méthode de Kjeldahl.....	72
5.1.2. Détermination du facteur de conversion K selon les profils d'acides aminés.....	73
5.1.3. Détermination du facteur de conversion selon la séquence d'acides aminés des protéines.....	73
5.2. Facteurs de conversion pour le lait, des protéines laitières spécifiques, quelques produits laitiers et formules infantiles.....	73
5.2.1. Lait, protéines laitières et produits laitiers.....	73
5.2.2. Formules infantiles laitières.....	74
5.3. Facteurs de conversion pour le soja et ses dérivés.....	75

Pierre Schuck
Anne Dolivet
Romain Jeantet

Les poudres laitières et alimentaires

Techniques d'analyse



Editions
TEC
& **DOC**

Lavoisier

Table des matières

Avant-propos	V
--------------------	---

Chapitre 1

Procédés de déshydratation et influence sur les propriétés des poudres obtenues

1. Présentation générale des opérations	2
1.1. Concentration par évaporation	2
1.1.1. Principe de l'évaporation sous vide	3
1.1.2. Énergie	4
1.2. Séchage	7
1.2.1. Séchage par ébullition (cylindres chauffants)	8
1.2.2. Séchage par entraînement (pulvérisation)	9
2. Propriétés des produits déshydratés	17
2.1. Propriétés biochimiques et physico-chimiques	18
2.1.1. Teneur en eau	18
2.1.2. Disponibilité de l'eau	20
2.1.3. Modifications des protéines	28
2.2. Propriétés microbiologiques	28
2.3. Propriétés d'usage	29
2.3.1. Taille des particules et structure des poudres	29
2.3.2. Écoulement - éboulement	30
2.3.3. Masse volumique	30
2.3.4. Propriétés de réhydratation	32
Références bibliographiques	35

Chapitre 2

Détermination de l'extrait sec et de l'extrait sec total

1. Détermination de l'humidité libre ou de l'extrait sec	37
1.1. Objet et domaine d'application	37
1.2. Définition	38
1.3. Principe	38
1.4. Réactifs et autres produits	38
1.5. Appareillage et verrerie	38
1.6. Sécurité	38
1.7. Mode opératoire	38
1.7.1. Préparation de la capsule	38
1.7.2. Préparation de l'échantillon pour essai	39
1.7.3. Prise d'essai	39
1.7.4. Détermination	39
1.8. Expression des résultats	39
1.9. Remarques	40
1.9.1. Étuve	40
1.9.2. Dessiccateur	40
1.10. Valeurs de fidélité	41
1.11. Exemples	41
2. Détermination de l'humidité totale ou de l'extrait sec total	42
2.1. Objet et domaine d'application	42
2.2. Définition	42
2.3. Principe	42
2.4. Réactifs et autres produits	42
2.5. Appareillage et verrerie	42
2.6. Sécurité	44
2.7. Mode opératoire	44
2.7.1. Préparation de la zéolite	44
2.7.2. Préparation du petit dessiccateur (j)	44
2.7.3. Préparation de la capsule	44
2.7.4. Préparation de l'échantillon pour essai	44
2.7.5. Prise d'essai	45
2.7.6. Détermination	45
2.8. Expression des résultats	45
2.9. Remarques	46
2.9.1. Étuve	46
2.9.2. Dessiccateur	46
2.10. Valeurs de fidélité	46
2.11. Rapport d'analyse	47
2.12. Exemples	47
Références bibliographiques	48

Chapitre 3

Détermination des fractions azotées

1. Détermination de la teneur en azote total (méthode Kjeldahl)	49
1.1. Objet et domaine d'application	49
1.2. Définition	50
1.3. Principe	50
1.4. Réactifs et autres produits	50
1.5. Appareillage et verrerie	51
1.6. Sécurité	52
1.6.1. Protection individuelle	52
1.6.2. Toxicité des produits utilisés	52
1.7. Mode opératoire	52
1.7.1. Préparation de l'échantillon pour essai	52
1.7.2. Prise d'essai et prétraitement	52
1.7.3. Détermination	53
1.7.4. Essai à blanc	54
1.7.5. Essais de récupération	54
1.8. Expression des résultats	54
1.8.1. Calcul de la teneur en azote total	54
1.8.2. Calcul de la teneur en protéines totales	55
1.9. Valeurs de fidélité	55
1.9.1. Répétabilité	55
1.9.2. Reproductibilité	55
1.10. Exemples	55
1.11. Annexe	56
1.11.1. Introduction	57
1.11.2. Mode opératoire	57
2. Détermination de la teneur en azote soluble à pH 4,60	58
2.1. Objet et domaine d'application	58
2.2. Définition	58
2.3. Principe	58
2.4. Réactifs et autres produits	58
2.5. Appareillage et verrerie	59
2.6. Sécurité	59
2.6.1. Protection individuelle	59
2.6.2. Toxicité des produits utilisés	59
2.7. Mode opératoire	59
2.7.1. Préparation de l'échantillon pour essai	59
2.7.2. Prise d'essai et détermination	59
2.7.3. Essai à blanc	60
2.8. Expression des résultats	60
2.8.1. Calcul de la teneur en azote soluble à pH 4,6	60
2.8.2. Calcul de « l'équivalent protéines »	61
2.9. Valeurs de fidélité	61
2.10. Exemples	61
2.11. Annexe	62

2.11.1. Introduction	62
2.11.2. Mode opératoire	62
3. Détermination de la teneur en azote non protéique	64
3.1. Objet et domaine d'application	64
3.2. Définition	64
3.3. Principe	64
3.4. Réactifs et autres produits	64
3.5. Appareillage et verrerie	64
3.6. Sécurité	65
3.6.1. Protection individuelle	65
3.6.2. Toxicité des produits utilisés	65
3.7. Mode opératoire	65
3.7.1. Préparation de l'échantillon pour essai	65
3.7.2. Prise d'essai et détermination	65
3.7.3. Essai à blanc	66
3.8. Expression des résultats	66
3.8.1. Calcul de la teneur en azote non protéique	66
3.8.2. Calcul de « l'équivalent protéines »	67
3.9. Valeurs de fidélité	67
3.9.1. Répétabilité	67
3.9.2. Reproductibilité	67
3.10. Exemples	67
3.11. Annexe	68
3.11.1. Introduction	69
3.11.2. Mode opératoire	69
4. Détermination de l'azote protéique de lactosérum non dénaturé dans la poudre de lait écrémé	70
4.1. Objet et domaine d'application	70
4.2. Définition	70
4.3. Principe	70
4.4. Expression des résultats	70
4.5. Remarques	71
4.6. Exemples	71
5. Facteurs de conversion de l'azote en protéines en fonction de la composition en acides aminés : cas du lait et du soja	72
5.1. Méthodes de détermination du facteur de conversion	72
5.1.1. Détermination du facteur de conversion K selon la méthode de Kjeldahl	72
5.1.2. Détermination du facteur de conversion K selon les profils d'acides aminés	73
5.1.3. Détermination du facteur de conversion selon la séquence d'acides aminés des protéines	73
5.2. Facteurs de conversion pour le lait, des protéines laitières spécifiques, quelques produits laitiers et formules infantiles	73
5.2.1. Lait, protéines laitières et produits laitiers	73
5.2.2. Formules infantiles laitières	74
5.3. Facteurs de conversion pour le soja et ses dérivés	75

5.4. Conclusions	76
Références bibliographiques	77

Chapitre 4

Détermination du taux de cristallisation du lactose

1. Définitions	80
2. Principe	80
3. Expression des résultats	80
4. Remarques	81
5. Exemples	81
Références bibliographiques	82

Chapitre 5

Détermination de la teneur en matière grasse totale et libre

1. Détermination de la teneur en matière grasse totale	84
1.1. Objet et domaine d'application	84
1.2. Définition	84
1.3. Principe	84
1.4. Réactifs et autres produits	85
1.5. Appareillage et verrerie	85
1.6. Sécurité	86
1.6.1. Protection individuelle	86
1.6.2. Toxicité des produits utilisés	86
1.7. Mode opératoire	86
1.7.1. Préparation de l'échantillon à partir de poudre	86
1.7.2. Préparation de l'échantillon pour l'analyse	86
1.7.3. Prise d'essai et réactifs	86
1.7.4. Dissolution des protéines	87
1.7.5. Centrifugation	87
1.7.6. Lecture	87
1.7.7. Entretien des butyromètres	88
1.8. Expression des résultats	88
1.9. Remarques	89
1.10. Valeurs de fidélité	89
1.10.1. Répétabilité	89
1.10.2. Reproductibilité	89
1.11. Exemples	89
2. Détermination de la teneur en matière grasse libre	90
2.1. Objet et domaine d'application	90
2.2. Définition	90
2.3. Principe	90
2.4. Réactifs et autres produits	90
2.5. Appareillage et verrerie	90
2.6. Sécurité	91

2.7. Mode opératoire	91
2.7.1. Préparation du matériel	91
2.7.2. Préparation de l'échantillon pour l'analyse	91
2.7.3. Prise d'essai et réactifs	91
2.8. Expression des résultats	91
2.9. Remarques	92
2.10. Valeurs de fidélité	92
2.10.1. Répétabilité	92
2.10.2. Reproductibilité	92
2.11. Rapport d'analyse	92
2.12. Exemples	93
Références bibliographiques	93

Chapitre 6

Détermination de la teneur en cendres

1. Définitions	95
2. Principe	96
3. Appareillage et verrerie	96
4. Protection individuelle	96
5. Mode opératoire	96
5.1. Préparation de l'échantillon pour essai	96
5.2. Préparation du creuset	96
5.3. Prise d'essai	97
5.4. Détermination	97
6. Expression des résultats	97
7. Valeurs de fidélité	98
8. Exemples	98
Références bibliographiques	99

Chapitre 7

Détermination de la granulométrie et de la friabilité

1. Définition	101
2. Principe	101
3. Méthodes	101
3.1. Granulométrie par tamisage	102
3.2. Granulométrie laser	102
4. Réactifs et autres produits	102
5. Appareillage et verrerie	102
5.1. Granulométrie par tamisage	102
5.2. Granulométrie laser	102
6. Protection individuelle	103
7. Mode opératoire	103
7.1. Granulométrie par tamisage	103
7.2. Granulométrie laser	103

8. Expression des résultats	103
8.1. Granulométrie par tamisage	103
8.2. Granulométrie laser	104
8.3. Friabilité	104
9. Remarques	105
10. Valeurs de fidélité	105
11. Exemples	106
Références bibliographiques	108

Chapitre 8

Détermination des indices d'écoulement et d'écoulement

1. Définition	109
1.1. Écoulement – Fluidité	109
1.2. Éboulement – Déferlement	110
2. Principe	110
2.1. Écoulement – Fluidité	110
2.2. Éboulement – Déferlement	110
3. Réactifs et autres produits	110
4. Appareillage et verrerie	110
5. Mode opératoire	112
5.1. Écoulement – Fluidité	112
5.1.1. Angle de talus (α_T ou angle de repos)	112
5.1.2. Compressibilité (C)	112
5.1.3. Angle de spatule (α_S)	114
5.1.4. Cohésion (C_o)	114
5.1.5. Détermination de l'uniformité (U)	115
5.2. Éboulement – Déferlement	115
5.2.1. Angle de chute (α_C)	115
5.2.2. Différence d'angle (α_D)	115
5.2.3. Dispersibilité (D_{air})	116
6. Expression des résultats	116
6.1. Écoulement – Fluidité	116
6.2. Éboulement – Déferlement	116
7. Remarques	116
8. Valeurs de fidélité	119
9. Exemples	119
Références bibliographiques	122

Chapitre 9

Détermination de la masse volumique, de la teneur en air interstitiel et de la teneur en air occlus

1. Définition	124
2. Principe	124

3. Méthodes	124
3.1. Masse volumique apparente (ρ_A) et masse volumique tassée (ρ_T)	124
3.2. Masse volumique vraie (ρ_V)	124
4. Appareillage et verrerie	124
4.1. Masse volumique apparente (ρ_A) et masse volumique tassée (ρ_T)	125
4.2. Masse volumique vraie (ρ_V)	125
5. Protection individuelle	125
6. Mode opératoire	125
6.1. Masse volumique apparente (ρ_A) et masse volumique tassée (ρ_T)	125
6.2. Masse volumique vraie (ρ_V)	126
7. Expression des résultats	126
7.1. Masse volumique apparente (ρ_A)	126
7.2. Masse volumique tassée (ρ_T)	126
7.3. Masse volumique vraie (ρ_V)	126
7.4. Air interstitiel (AI)	127
7.5. Air occlus (AO)	127
8. Remarques	127
9. Valeurs de fidélité	128
10. Exemples	128
Références bibliographiques	131

Chapitre 10

Détermination de la couleur et de l'aspect

1. Détermination de la couleur	133
1.1. Définitions	133
1.2. Principe	136
1.3. Appareillage et verrerie	136
1.4. Mode opératoire	137
1.4.1. Préparation de l'échantillon pour essai	137
1.4.2. Mesure	137
1.5. Expression des résultats	138
1.6. Valeurs de fidélité	138
1.7. Exemples	138
2. Détermination de la présence de particules brûlées	140
2.1. Définition	140
2.2. Principe	140
2.3. Appareillage et verrerie	140
2.4. Réactif	141
2.5. Protocole	141
2.6. Expression des résultats	141
2.7. Valeurs de fidélité	141
2.8. Remarques	142
2.9. Exemples	142
Références bibliographiques	143

Chapitre 11

**Détermination de l'activité d'eau, de l'isotherme de sorption
et de l'hygroscopicité des poudres**

1. Détermination de l'activité d'eau	145
1.1. Définition	145
1.2. Principe	146
1.3. Méthode	147
1.3.1. Hygromètres électriques : méthode de la mesure de l'HRE ...	147
1.3.2. Hygromètre à miroir : méthode de la mesure du point de rosée	147
1.4. Appareillage et verrerie	147
1.5. Protection individuelle	147
1.6. Mode opératoire	148
1.7. Expression des résultats	148
1.8. Remarques	148
1.9. Valeurs de fidélité	148
1.10. Exemples	149
2. Détermination de l'isotherme de sorption	150
2.1. Définition	150
2.2. Principe	150
2.3. Méthode	150
2.3.1. Méthode statique	150
2.3.2. Méthode dynamique	151
2.4. Réactifs et autres produits	152
2.5. Appareillage et verrerie	152
2.5.1. Méthode statique	152
2.5.2. Méthode dynamique	152
2.6. Protection individuelle	152
2.7. Mode opératoire	152
2.7.1. Préparation de l'échantillon pour essai	152
2.7.2. Prise d'essai	152
2.7.3. Détermination	153
2.8. Expression des résultats	153
2.9. Remarques	153
2.10. Valeurs de fidélité	154
2.11. Exemples	154
3. Détermination de l'hygroscopicité	160
3.1. Définition	160
3.2. Principe	160
3.3. Réactifs et autres produits	160
3.4. Appareillage et verrerie	160
3.5. Protection individuelle	160
3.6. Mode opératoire	160
3.6.1. Préparation de l'échantillon pour essai	160
3.6.2. Prise d'essai	160
3.6.3. Détermination	161

3.7. Expression des résultats	161
3.8. Remarques	162
3.9. Valeurs de fidélité	162
3.10. Exemples	163
Références bibliographiques	164

Chapitre 12

Détermination de la plage de température de transition vitreuse

1. Définition	167
2. Principe	168
3. Méthodes	168
3.1. L'analyse calorimétrique différentielle	168
3.2. Méthode rhéologique	168
4. Appareillage et verrerie	169
4.1. Calorimétrie différentielle	169
4.2. Méthode rhéologique	169
5. Protection individuelle	169
6. Mode opératoire	170
6.1. Calorimétrie différentielle	170
6.2. Méthode rhéologique	170
7. Expression des résultats	171
7.1. Calorimétrie différentielle	171
7.2. Méthode rhéologique	171
8. Remarques	172
9. Valeurs de fidélité	173
10. Exemples	173
Références bibliographiques	175

Chapitre 13

Détermination de l'aptitude à la réhydratation

1. Détermination de la mouillabilité	177
1.1. Définition	177
1.2. Principe	178
1.3. Appareillage et verrerie	178
1.4. Mode opératoire	178
1.5. Expression des résultats	178
1.6. Remarques	178
1.7. Valeurs de fidélité	179
1.8. Exemples	179
2. Détermination de la dispersibilité	179
2.1. Définition	179
2.2. Principe	180
2.3. Appareillage et verrerie	181

2.4. Mode opératoire.....	181
2.5. Expression des résultats.....	181
2.6. Remarques.....	182
2.7. Valeurs de fidélité.....	182
2.8. Exemples.....	182
3. Détermination de la solubilité.....	182
3.1. Définition.....	182
3.2. Principe.....	183
3.3. Réactifs et autres produits.....	184
3.4. Appareillage et verrerie.....	184
3.5. Mode opératoire.....	184
3.6. Expression des résultats.....	185
3.7. Remarques.....	185
3.8. Valeurs de fidélité.....	185
3.9. Exemples.....	186
Références bibliographiques.....	187

Chapitre 14

Synthèse et conclusion générale

Index.....	199
------------	-----

La diversité et la complexité des produits laitiers et alimentaires déshydratés impliquent une bonne connaissance des produits avant séchage, des transferts d'eau au cours du séchage, des propriétés des poudres et des facteurs d'influence, qu'ils soient liés à la composition des produits ou aux technologies mises en œuvre. Ainsi, afin de parvenir à la maîtrise des procédés de séchage et de la qualité des poudres obtenues, il est nécessaire de développer des méthodes et des techniques d'analyse adaptées à tous les types de poudres.

Reposant sur une approche innovante, cet ouvrage propose une étude approfondie des différentes méthodes d'analyse des poudres laitières et alimentaires, et présente un ensemble de mesures pertinentes pour la maîtrise du séchage et le contrôle de la qualité des poudres.

Tout d'abord, les procédés de déshydratation sont décrits ainsi que leur influence sur les propriétés des poudres obtenues. Puis, testée sur 25 poudres laitières et alimentaires et en triple de manière à pouvoir indiquer une moyenne accompagnée de son écart type, chaque technique d'analyse est présentée en détail (objectif, définition, principes, réactifs, matériels, sécurité, méthode, expression des résultats, commentaires, données statistiques, bibliographie, exemples). On retrouve notamment :

- les méthodes biochimiques : teneur en protéines, caséines, protéines solubles, lactose (avec taux de cristallisation), matière grasse, matière grasse libre, cendres, eau libre et liée... ;
- les méthodes physiques : activité de l'eau, transition vitreuse, sorption, hygroscopicité, solubilité, dispersibilité, mouillabilité, écoulement, éboulement, masse volumique (apparente, vraie et tassée), air occlus, air interstitiel, couleur, profil granulométrique, friabilité.

Cet ouvrage s'adresse aux techniciens et ingénieurs de l'industrie alimentaire et laitière, aux fabricants de poudres et d'ingrédients alimentaires, aux responsables de production, aux responsables de laboratoires d'analyses, aux responsables qualité et R&D. Il sera également utile aux étudiants des filières agroalimentaires.

Pierre Schuck est ingénieur de recherche à INRA-Agrocampus Ouest, UMR 1253 Science et technologie du lait et de l'œuf (Rennes).

Anne Dolivet est technicienne de recherche à INRA-Agrocampus Ouest, UMR 1253 Science et technologie du lait et de l'œuf (Rennes).

Romain Jeantet est professeur en génie des procédés alimentaires à Agrocampus Ouest-INRA, UMR 1253 Science et technologie du lait et de l'œuf (Rennes).

www.lavoisier.fr



978-2-7430-1419-3