

# LAITS ET PRODUITS LAITIERS

## VACHE.BREBIS. 2

### CHEVRE

LES PRODUITS  
LAITIERS  
Transformation  
et technologies

Société Scientifique  
d'Hygiène Alimentaire

**F.M. LUQUET**  
coordonnateur

Préfaces de  
J. KEILLING  
R. DE WILDE

Collection **Sciences & Techniques Agro-Alimentaires** sous l'égide de l'Association pour la Promotion Industrie-Agriculture et sous le haut patronage du Ministère de la Recherche et de la Technologie, et du Ministère de l'Agriculture

*lavoisier*

**TEC**  
&  
**DOC**

apria

# Table des matières

---

## Partie I

### LAITS ET PRODUITS FRAIS

---

#### Chapitre 1

LAITS DE CONSOMMATION . . . . .	3
<i>R. LESEUR, N. MELIK</i>	

---

1. Lait cru . . . . .	4
2. Laits traités thermiquement. . . . .	4
2.1. Laits pasteurisés. . . . .	4
2.2. Laits stérilisés . . . . .	5
2.3. Laits aromatisés . . . . .	6
3. Altérations principalement rencontrées . . . . .	6
3.1. Laits pasteurisés. . . . .	6
3.2. Laits stérilisés . . . . .	7

#### Chapitre 2

EVAPORATION ET SÉCHAGE DU LAIT . . . . .	17
<i>P. SLOTH, J. REGNIER, J. VIEILLE</i>	

---

Introduction. . . . .	17
1. Procédé technologique. . . . .	19
2. Technique de séchage par atomisation . . . . .	23
3. Consommation d'énergie . . . . .	29
4. Conduite des installations de sécurité . . . . .	29
5. Séchage du lait. . . . .	30
5.1. Séchage du lait écrémé . . . . .	32
5.2. Séchage du lait entier . . . . .	32

#### Chapitre 3

PRODUITS FRAIS . . . . .	35
<i>J.F. BOUDIER</i>	

---

1. Les produits frais lactés autres que les laits boissons et les laits fermentés . . . . .	35
--	----

1.1. Agents texturateurs. . . . .	36
1.2. Schéma général de fabrication. . . . .	38
1.3. Accidents généralement rencontrés. . . . .	39
<hr/>	
2. Laits fermentés. . . . .	42
Introduction. . . . .	42
2.1. Le yaourt. . . . .	43
2.2. Laits fermentés par une flore lactique autre que celle du yaourt. . . . .	58
2.3. Laits fermentés alcoolisés . . . . .	61
Bibliographie . . . . .	65

Partie II

**FROMAGES ET PRODUITS DE LA FROMAGERIE . . . . . 67**

Chapitre 1

**GÉNÉRALITÉS - PRÉPARATIONS DU LAIT . . . . . 69**  
*P. TINGUELY, G. PERNODET*

1. Cas des fabrications fermières et artisanales au lait cru . . . .	69
2. Les laits "industriels" et l'évolution des technologies. . . . .	73
2.1. Actions au niveau de la composition chimique des laits et leurs conséquences. . . . .	73
2.2. Actions au niveau des bactéries du lait. . . . .	78
3. Maturation du lait et corrections apportées avant coagulation. . . . .	83
3.1. Contrôle de la maturation. . . . .	85
3.2. Corrections apportées au lait de fabrication fromagère . . . . .	85
Conclusion. . . . .	86

Chapitre 2

**NOUVELLES DÉFINITIONS DES CONCEPTIONS TECHNOLOGIQUES . . . . . 89**  
*J. LABLEE*

1. Définition de la porosité. . . . .	89
2. Structure du coagulum. . . . .	90
3. Conclusion et résumé . . . . .	92

Chapitre 3

**LES FROMAGES . . . . . 95**  
*H. POINTURIER*

3.1. LES FROMAGES A PARTIR DE LAIT DE VACHE. . . . .	95
<i>H. POINTURIER, B. MIETTON, J.J. DEVOYOD, L. MILLET, S.N. BELLARD,</i>	
<i>H. MEYER-CARON, C. BRASSIER, H. TRACARD, J.F. CHAMBA,</i>	
<i>P. CRETIN-MAINTENAZ, Dr. UHLMANN</i>	

1. Les fromages frais . . . . .	95
1.1. Liminaire à la fabrication des fromages frais. . . . .	96
1.2. Réglementation française . . . . .	99
1.3. Les fromages blancs moulés . . . . .	103
1.4. Fromages frais obtenus par égouttage lent à partir de lait écrémé ou gras. . . . .	109

1.5. Fromages frais obtenus par égouttage rapide . . . . .	112
1.6. Fromages blancs obtenus par ultrafiltration . . . . .	121
1.7. Conditionnement - Etiquetage - Commercialisation. . . . .	123
2. Les technologies pâtes molles et dérivés. . . . .	129
Introduction . . . . .	129
2.1. Les pâtes molles traditionnelles françaises . . . . .	132
2.2. Les pâtes molles dites modernes ou spéciales. . . . .	143
2.3. Emballage des pâtes molles. . . . .	150
3. Pâtes persillées. . . . .	155
Généralités. . . . .	155
3.1. Historique - Evolution des fabrications . . . . .	155
3.2. La technologie des pâtes persillées . . . . .	158
3.3. Législation - Les appellations d'origine. . . . .	163
Bibliographie. . . . .	171
4. Fromages à pâte persillée demi-cuite et non cuite . . . . .	171
4.1. Généralités . . . . .	171
4.2. Les fromages à pâte pressée demi-cuite et non cuite . . . . .	172
4.3. Etiquetage - Marquage - Commercialisation . . . . .	229
Bibliographie. . . . .	231
5. Les fromages à pâte cuite . . . . .	232
5.1. Généralités sur les fromages à pâte cuite . . . . .	232
5.2. Technologie traditionnelle. . . . .	237
5.3. La mécanisation de la fabrication des gruyères. . . . .	244
Bibliographie. . . . .	251
6. Les fromages fondus . . . . .	253
6.1. Historique. . . . .	253
6.2. Qu'est-ce que le fromage fondu ? . . . . .	254
6.3. Les matières premières. . . . .	255
6.4. La fabrication du fromage fondu . . . . .	255
6.5. Le conditionnement. . . . .	258
6.6. La conservation du fromage fondu. . . . .	259
6.7. Les contrôles de qualité. . . . .	259
Bibliographie. . . . .	260
Annexes. . . . .	262
3.2. FROMAGES A PARTIR DU LAIT DE BREBIS. . . . .	269
<i>L. ASSEMAT, G. KALATZOPOULOS</i>	
1. Le fromage de roquefort . . . . .	269
1.1. Historique - Appellation d'origine. . . . .	269
1.2. Principes généraux de la fabrication du roquefort . . . . .	271
1.3. Technologie . . . . .	274
1.4. Fiches analytiques. . . . .	276
Bibliographie. . . . .	281
2. Le fromage "Ossau-Iraty brebis pyrénées". . . . .	282
2.1. Historique - Appellation d'origine. . . . .	282
2.2. Principes généraux de la fabrication du fromage Ossau-Iraty brebis pyrénées . . . . .	284
2.3. Technologie . . . . .	284
Bibliographie. . . . .	286
3. Autres fromages de brebis. . . . .	288
3.1. Généralités. . . . .	288
3.2. Présentation de quelques diagrammes de fabrications. . . . .	289
Bibliographie . . . . .	291

1. Définitions - Législation. . . . .	295
1.1. Définitions légales. . . . .	295
1.2. Formes réservées aux fromages de chèvre. . . . .	296
1.3. Normes d'étiquetage et de pré-emballage. . . . .	296
1.4. Les fromages définis et les appellations d'origine . . . . .	297
1.5. Les labels . . . . .	297

2. Principaux fromages de chèvre : modes et lieux de fabrication - quantités produites. . . . .	297
2.1. Classification des fromages de chèvre français . . . . .	297
2.2. Localisation des productions . . . . .	297
2.3. Quantités produites en France. . . . .	301
Référence bibliographique . . . . .	301

3. Les ferments et la préparation du lait en fabrication fromagère à partir de lait de chèvre : particularités. . . . .	301
3.1. Les ferments . . . . .	301
3.2. L'ensemencement direct en fabrication de pâtes molles à partir de lait de chèvre . . . . .	301
Références bibliographiques . . . . .	301

4. Fromages vendus en frais . . . . .	301
4.1. Fromages frais moulés (pur chèvre) . . . . .	301
4.2. Caillé frais lisse (pur chèvre). . . . .	309

5. Fromages à pâtes molles. . . . .	312
5.1. Fromages à prise lente et à caractère lactique . . . . .	312
5.2. Fromages à prise rapide et caractère présure plus marqué . . . . .	317
Référence bibliographique . . . . .	317

6. Fromages à pâte persillée. . . . .	320
---------------------------------------	-----

7. Les pâtes pressées non cuites. . . . .	320
Bibliographie . . . . .	323

8. L'ultrafiltration en fromagerie de chèvre. . . . .	326
8.1. Introduction . . . . .	326
8.2. Les techniques . . . . .	327
Références bibliographiques . . . . .	330

9. Les techniques de report . . . . .	331
9.1. Introduction . . . . .	331
9.2. Conservation de caillé frais égoutté congelé . . . . .	333
9.3. Lait concentré par ultrafiltration et congelé. . . . .	333
9.4. Fromages non affinés congelés. . . . .	335
Références bibliographiques . . . . .	336

## Chapitre 4

LES FROMAGES À APPELLATION D'ORIGINE. . . . .	339
---	-----

1. L'appellation d'origine . . . . .	339
2. Classification des fromages . . . . .	340
3. Monographies. . . . .	340
3.1. Pâtes molles. . . . .	340
3.2. Pâtes pressées non cuites . . . . .	345
3.3. Pâtes cuites pressées . . . . .	345

4. Appellation d'origine "Brocciu" . . . . .	345
Conclusion . . . . .	354
Bibliographie. . . . .	354

Chapitre 5

**PRODUITS DÉRIVÉS DES FABRICATIONS FROMAGÈRES . . . . . 357**

*P. SOTTIEZ*

1. Le lactosérum . . . . .	357
1.1. Généralités sur le lactosérum . . . . .	357
1.2. Les différents types de lactosérum. . . . .	361
1.3. Les différentes technologies appliquées au lactosérum . . . . .	361
2. Le lactose. . . . .	377
2.1. Principe de la cristallisation industrielle du lactose. . . . .	377
2.2. Inhibiteurs de cristallisation. . . . .	380
2.3. Séparation - Séchage. . . . .	381
2.4. Intérêt du lactose. . . . .	382
2.5. Utilisation du lactose. . . . .	383
2.6. Le lactose hydrolysé. . . . .	384
3. Les protéines du lactosérum . . . . .	384
3.1. Technologies d'obtention des protéines de sérum . . . . .	384
3.2. Intérêt des protéines du lactosérum . . . . .	389
→ 4. Aspects économiques du traitement du lactosérum . . . . .	390
Bibliographie. . . . .	392

Partie III

**AUTRES PRODUITS LAITIERS . . . . . 393**

Chapitre 1

**CASÉINES ET CASÉINATES . . . . . 395**

*P. SEGALEN, M. BOULLE, G. GVOZDZ*

1. Description des différentes techniques de fabrication des caséines et caséinates. . . . .	395
1.1. Techniques générales de fabrication de la caséine . . . . .	395
1.2. Techniques générales de fabrication des caséinates. . . . .	401
Bibliographie. . . . .	405
2. Le procédé Conticas (Pillet) : production de caséine en continu. . . . .	406
2.1. Principes du fonctionnement . . . . .	406
2.2. Bilans. . . . .	414
2.3. Perspectives d'avenir . . . . .	415
3. Les procédés procalex de fabrication de caséines et caséinates . . . . .	416
3.1. Procédés PROCALEX de fabrication de caséine alimentaire . . . . .	416
3.2. Méthodes de fabrication de caséinates par "attrition" . . . . .	422
Bibliographie. . . . .	423

4. Production et utilisation des caséines et caséinates. . . . .	426
4.1. Production. . . . .	426
4.2. Débouchés . . . . .	426
4.3. Utilisations. . . . .	427
Conclusion . . . . .	428
5. L'industrie de la caséine dans la décennie 80-90. . . . .	428
5.1. Une industrie complexe. . . . .	428
5.2. Rentabilité . . . . .	430
5.3. Etat de la technique. . . . .	431
5.4. Le caséinate. . . . .	434
5.5. Le lactosérum . . . . .	435
5.6. Perspectives. . . . .	437
Annexes. . . . .	439

Chapitre 2

CRÈMES, BEURRES ET AUTRES PRODUITS ISSUS DE  
LA MATIÈRE GRASSE . . . . . 443  
*J.L. BOUTONNIER, Cl. DUNANT*

Introduction aux technologies de la matière grasse . . . . .	443
1. Les crèmes de consommation. . . . .	444
1.1. Réglementation française. . . . .	444
1.2. Obtention des crèmes. . . . .	447
1.3. Préparation des crèmes de consommation. . . . .	451
1.4. Conditionnement - étiquetage - commercialisation. . . . .	453
2. Les beurres . . . . .	456
2.1. Réglementation française. . . . .	456
2.2. Technologie . . . . .	459
2.3. Les rendements en beurrerie . . . . .	479
2.4. Défauts et altérations. . . . .	479
2.5. Conditionnement - Etiquetage - Commercialisation. . . . .	481
3. Les produits concentrés en matières grasses . . . . .	486
3.1. Réglementations internationales . . . . .	486
3.2. Techniques de préparation des matières grasses concentrées. . . . .	488
3.3. Conditionnement - Etiquetage - Commercialisation. . . . .	492
4. Les produits à teneur allégée en matière grasse . . . . .	495
4.1. Réglementation française. . . . .	495
4.2. Technologie . . . . .	495
5. Les modifications de la matière grasse laitière . . . . .	500
5.1. L'hydrogénation . . . . .	500
5.2. L'interestérification . . . . .	501
5.3. Fractionnement par cristallisation. . . . .	501
Bibliographie. . . . .	503

Chapitre 3

GLACES, CRÈMES GLACÉES ET SORBETS . . . . . 505  
*R. DEVEAUX, F.M. LUQUET*

1. Technologies. . . . .	505
1.1. Données physico-chimiques de la crème glacée. . . . .	505
1.2. Description des différents états de dispersion dans le mix. . . . .	505
1.3. Effets physiques du glaçage et de la congélation. . . . .	507
1.4. Dispersion des gaz : moussage . . . . .	507
1.5. Technologie de fabrication. . . . .	509

2. Composition . . . . .	520
2.1. Composition théorique comparée. . . . .	520
2.2. Composition réelle. . . . .	523
2.3. Glaces et vitamines . . . . .	525
2.4. Autres éléments . . . . .	527
2.5. Qualités sensorielles des glaces. . . . .	528
3. Les produits particuliers . . . . .	530
3.1. Glace au yaourt . . . . .	530
3.2. Glaces diététiques. . . . .	530
4. Place dans l'alimentation . . . . .	531

Chapitre 4

**LAITS ET PRODUITS LAITIERS RECOMBINÉS . . . . . 533**

*Cl. AVEZARD, J. LABLEE*

---

1. Lait et beurre recombines . . . . .	533
1.1. Définitions . . . . .	533
1.2. Remarques générales . . . . .	536
1.3. Schéma d'une ligne de recombinaison . . . . .	536
1.4. Commentaire sur le schéma de recombinaison crème pour fabrication de beurre recombine. . . . .	544
1.5. Emballage . . . . .	544
2. Technologie fromagère à partir de lait reconstitué ou recombine . . . . .	546
2.1. Généralités . . . . .	546
2.2. Les différents types de fromages. . . . .	549
2.3. Conclusion. . . . .	550
Annexes. . . . .	551

Chapitre 5

**PRODUITS LAITIERS SPÉCIAUX . . . . . 557**

*P. BLANCHON*

---

1. Laits infantiles. . . . .	557
1.1. Adaptation du lait de vache - Elaboration de formules modernes. . . . .	559
1.2. Fabrication des laits infantiles. . . . .	562
1.3. Réglementation. . . . .	563
1.4. Perspectives d'avenir . . . . .	565
2. Aliments lactés de régime . . . . .	566
2.1. Substitution des protéines lactiques. . . . .	566
2.2. Suppression de certains acides aminés . . . . .	566
2.3. Suppression d'un élément minéral. . . . .	566
2.4. Suppression du lactose. . . . .	566
3. Laits vitaminés . . . . .	567
Bibliographie. . . . .	567

Chapitre 6

**LES AUXILIAIRES TECHNOLOGIQUES . . . . . 569**

*M. DESFLEURS<sup>†</sup>, M. DESMAZEAUD, J. HARDY, R. SOUVERAIN*

---

1. Les levains fongiques. . . . .	569
1.1. Composition. . . . .	569
1.2. Présentation . . . . .	570
1.3. Normes de qualité. . . . .	570
1.4. Contrôles. . . . .	570



1.5. Préparation. . . . .	57
1.6. Mode d'emploi des levains fongiques. . . . .	57
1.7. Rôle des levains fongiques . . . . .	57
1.8. Défauts dûs à la mauvaise utilisation des levains fongiques. . . . .	57
Bibliographie générale abrégée. . . . .	58
2. Les enzymes utilisées en Industrie Laitière. . . . .	58
2.1. Les enzymes coagulantes. . . . .	58
2.2. Les protéases. . . . .	59
2.3. Les lipases. . . . .	59
2.4. Les lactases . . . . .	59
2.5. Le lysozyme. . . . .	60
2.6. Références bibliographiques. . . . .	60
3. Le chlorure de sodium : propriétés et utilisation en fromagerie. . . . .	60
3.1. L'activité de l'eau (Aw) . . . . .	60
3.2. Propriétés des solutions de NaCl . . . . .	60
3.3. Le salage des fromages . . . . .	61
3.4. La pratique du saumurage . . . . .	61
3.5. Références bibliographiques. . . . .	61
4. Substances autres que les levains et enzymes dans les produits laitiers (additifs, auxiliaires technologiques et contaminants) . . . . .	61
4.1. Récapitulation des produits laitiers dans lesquels sont admis additifs et auxiliaires technologiques . . . . .	61
4.2. Tableau des additifs et tableau des auxiliaires techno- logiques pouvant intervenir dans les produits laitiers . . . . .	62
4.3. Références bibliographiques. . . . .	63