

# Table des matières

<b>Avant-propos</b> . . . . .	1
Valérie GAGNAIRE et Thomas CROGUENNEC	
<b>Chapitre 1. Préparations pour nourrissons : ingrédients, procédés, innovation, défis et opportunités</b> . . . . .	3
Nicolas MALTERRE, Loreto M. ALONSO-MIRAVALLÉS et James A. O'MAHONY	
1.1. Introduction. . . . .	3
1.1.1. Contexte de l'alimentation pour nourrissons . . . . .	3
1.1.2. Lait humain et lait bovin. . . . .	4
1.2. Types de préparations pour nourrissons et réglementations respectives . . . . .	6
1.2.1. Préparation pour nourrissons ou premier âge. . . . .	6
1.2.2. Préparation de suite ou pour le deuxième âge . . . . .	9
1.2.3. Aliments à base de céréales et aliments pour bébés . . . . .	10
1.2.4. Formats disponibles de préparations pour nourrissons et de préparations de suite. . . . .	13
1.2.5. Préparations destinées à des fins médicales spéciales. . . . .	14
1.3. Ingrédients . . . . .	15
1.3.1. Protéines . . . . .	15
1.3.2. Lipides . . . . .	17
1.3.3. Glucides . . . . .	18
1.3.4. Nutriments mineurs. . . . .	19
1.3.5. Innovation en matière d'ingrédients dans les préparations pour nourrissons . . . . .	20

1.4. Choix technologiques pour la fabrication de produits nutritionnels pour nourrissons . . . . .	24
1.4.1. Poudres <i>versus</i> liquides . . . . .	24
1.4.2. Innovations en matière de technologies de transformation des préparations pour nourrissons . . . . .	31
1.5. Conclusion . . . . .	32
1.6. Bibliographie . . . . .	33

## **Chapitre 2. Forces et limites des modèles *in vitro* actuels utilisés pour étudier la digestion des nourrissons . . . . .** 47

Amira HALABI, Thomas CROGUENNEC et Amélie DEGLAIRE

2.1. Introduction . . . . .	47
2.2. Spécificités de la digestion des nourrissons . . . . .	49
2.2.1. Anatomie et fonction . . . . .	49
2.2.2. Digestion des protéines . . . . .	51
2.2.3. Digestion des lipides . . . . .	54
2.2.4. Digestion des glucides . . . . .	58
2.3. Modèles de digestion gastro-intestinale <i>in vitro</i> . . . . .	58
2.3.1. Modèles <i>in vitro</i> statiques et semi-dynamiques . . . . .	65
2.3.2. Modèle <i>in vitro</i> dynamique . . . . .	70
2.4. Modèles <i>in vitro</i> de fermentation colique . . . . .	73
2.5. Autres modèles <i>in vitro</i> . . . . .	74
2.6. Conclusion . . . . .	75
2.7. Bibliographie . . . . .	75

## **Chapitre 3. Les yaourts et laits fermentés . . . . .** 87

Marie-Hélène FAMELART, Sylvie TURGEON, Valérie GAGNAIRE, Gwénaél JAN, Eric GUÉDON, Audrey GILBERT, Anne THIERRY et Jean-Philippe DROUIN-CHARTIER

3.1. Définition des yaourts (ou yoghourts) et des laits fermentés . . . . .	87
3.2. La fabrication des yaourts et des laits fermentés . . . . .	89
3.2.1. Formulation du mélange laitier (composition du lait et standardisation) . . . . .	91
3.2.2. Homogénéisation et traitement thermique . . . . .	91
3.2.3. Le microbiote de fermentation et son rôle dans les propriétés technofonctionnelles et organoleptiques . . . . .	93
3.3. Relations microstructure-fonctionnalité-texture . . . . .	101
3.3.1. Microstructure des yaourts fermes . . . . .	101

3.3.2. Microstructure des yaourts brassés . . . . .	103
3.3.3. Techniques pour observer la structure des yaourts . . . . .	104
3.3.4. Liens microstructure – propriétés physiques ou sensorielles. . . . .	107
3.3.5. Synérèse . . . . .	108
3.4. Aspects nutritionnels et santé du yaourt . . . . .	109
3.4.1. Tendance de consommation. . . . .	109
3.4.2. Perspectives épidémiologiques . . . . .	109
3.4.3. Perspectives cliniques . . . . .	112
3.4.4. Perspectives générales . . . . .	118
3.5. Conclusion . . . . .	120
3.6. Bibliographie. . . . .	122

## **Chapitre 4. Gélification enzymatique du lait, égouttage du caillé et rendement fromager . . . . . 143**

Julien BAULAND, Sébastien ROUSTEL, Marc FAIVELEY,  
Marie-Hélène FAMELART et Thomas CROGUENNEC

4.1. Introduction. . . . .	143
4.2. Micelle de caséine : structure, stabilité et équilibre avec la phase soluble du lait. . . . .	144
4.2.1. Structure et stabilité des micelles de caséine . . . . .	144
4.2.2. Équilibre minéral avec la phase soluble du lait. . . . .	147
4.3. Coagulation enzymatique du lait : formation et vieillissement du gel colloïdal . . . . .	151
4.3.1. Hydrolyse de la caséine $\kappa$ et agrégation des para-micelles . . . . .	151
4.3.2. Structure du gel et propriétés rhéologiques dans le domaine linéaire. . . . .	153
4.3.3. Mécanismes de vieillissement du gel . . . . .	155
4.3.4. Effet des variations des conditions physico-chimiques et de la composition du lait sur la structure et les propriétés rhéologiques du gel enzymatique . . . . .	158
4.3.5. Propriétés rhéologiques aux larges déformations . . . . .	162
4.4. Propriétés physiques du caillé fromager de type pâte pressée et mécanismes de perte de matières grasses et de protéines . . . . .	163
4.4.1. Macro-synérèse du caillé . . . . .	163
4.4.2. Pertes de matières grasses et de protéines lors du décaillage et du brassage . . . . .	170
4.5. Conclusion . . . . .	180
4.6. Bibliographie. . . . .	181

<b>Chapitre 5. Les opérations technologiques impactent-elles les propriétés nutritionnelles des produits laitiers ? . . . . .</b>	<b>191</b>
Frédéric GAUCHERON et Constance BOYER	
5.1. Introduction. . . . .	191
5.2. Les utilisations, intérêts et conséquences des traitements thermiques et de l'homogénéisation . . . . .	192
5.2.1. Les traitements thermiques . . . . .	192
5.2.2. L'homogénéisation . . . . .	196
5.3. La purification des constituants laitiers pour l'obtention de fractions à haute valeur ajoutée . . . . .	197
5.3.1. Les protéines lactières . . . . .	197
5.3.2. Les peptides bioactifs . . . . .	198
5.3.3. Les lipides polaires . . . . .	199
5.4. La biotechnologie au service des produits laitiers : utilisation d'enzymes et de micro-organismes d'intérêt . . . . .	199
5.4.1. Le délactosage . . . . .	199
5.4.2. L'utilisation de micro-organismes . . . . .	200
5.5. Quels laits et produits laitiers pour demain ? Quelles technologies ? Quels travaux de recherche ? . . . . .	201
5.5.1. Quels laits et produits laitiers pour demain ? . . . . .	201
5.5.2. Quels laits et quelles technologies nouvelles et à adapter ? Quelles recherches ? . . . . .	203
5.6. Bibliographie. . . . .	207
<b>Chapitre 6. L'encrassement dans l'industrie laitière . . . . .</b>	<b>213</b>
Weiji LIU et Guillaume DELAPLACE	
6.1. Introduction. . . . .	213
6.2. Traitement thermique du lait et problèmes connexes . . . . .	214
6.3. Composition du lait et dépôts d'encrassement . . . . .	216
6.4. Dénaturation thermique des protéines de lactosérum . . . . .	219
6.4.1. $\beta$ -lactoglobuline (BLG) . . . . .	220
6.4.2. Mécanismes de dénaturation thermique de la BLG . . . . .	221
6.4.3. Modèles cinétiques de dénaturation thermique de la BLG . . . . .	229
6.4.4. Les caséines et leurs fonctions de type chaperon . . . . .	234
6.5. Précipitations de minéraux . . . . .	243
6.5.1. Précipitation de phosphate de calcium. . . . .	243
6.5.2. Effet du calcium sur la dénaturation et l'encrassement de la BLG . . . . .	245

---

6.6. Mécanismes généraux et facteurs d'encrassement . . . . .	248
6.7. Modèles d'encrassement . . . . .	253
6.7.1. Caractéristiques de l'encrassement : définition et évolution . . . . .	253
6.7.2. Modèles d'encrassement unidimensionnels . . . . .	256
6.7.3. Modèles d'encrassement de CFD en deux et trois dimensions . . . . .	260
6.7.4. Autres modèles d'encrassement . . . . .	262
6.8. Nettoyage de l'encrassement laitier. . . . .	265
6.9. Conclusion . . . . .	267
6.10. Bibliographie . . . . .	268
<b>Liste des auteurs . . . . .</b>	<b>289</b>
<b>Index . . . . .</b>	<b>291</b>