

Fondation de  
Technologie  
Laitière du  
Québec Inc.

Carole L.  
Vignola,  
éditrice  
scientifique

# Science et technologie du lait

Transformation du lait



PRESSES INTERNATIONALES  
POLYTECHNIQUE





# Science et technologie du lait

Transformation du lait

La Fondation de Technologie Laitière du Québec inc. a été créée le 5 juin 1981. Ainsi, le secteur de la transformation des produits laitiers se dotait d'une structure permettant la première édition du livre, *Science et Technologie du Lait - Principes et application*, qui parut en 1984. L'ouvrage de 532 pages fut édité en français, en anglais et en espagnol. Ce rayonnement international témoigne de la qualité de cette première édition.

La mission de la Fondation est de diffuser et de vulgariser les connaissances scientifiques et technologiques auprès des intervenants du secteur de la transformation laitière. Elle vise les étudiants de niveaux collégial et universitaire dont la formation s'intéresse de près et de loin au secteur laitier. Citons en guise d'exemples, les techniciens au contrôle et en assurance de la qualité, les technologues et chercheurs en développement des produits, les ingénieurs du domaine alimentaire et les diplômés de la diététique. Par ses publications, la Fondation assure à ceux qui sont en poste et à leur relève l'accessibilité des notions fondamentales à la réalisation de leurs mandats.

La deuxième édition intitulée *Science et Technologie du Lait - Transformation du lait* est un ouvrage de référence abondamment illustré et d'une grande valeur technologique et scientifique.

Un ouvrage collectif de Jean Amiot, Paul Angers, Laurent Bazinet, Jean-Luc Boutonnier, Michel Britten, François Castaigne, Claude Champagne, Christine Dupuis, Ismail Fliss, Stéphane Fournier, Nancy Gardner, Julie Jean, Michel Lamontagne, Maryse Lamoureux, Yolaine Lebeuf, Jean-Claude Michel, Sylvain Moineau, Paul Paquin, Michel Pouliot, Yves Pouliot, Joëlle Reitz-Ausseau, Jacques Richard, Robert Simpson, Daniel St-Gelais, René Tardif, Patrick Tirard-Collet, Johanne Verge et Carole L. Vignola.

ISBN: 978-2-553-01552-6



9 782553 015526



PRESSES INTERNATIONALES  
POLYTECHNIQUE

[www.polymtl.ca/pub](http://www.polymtl.ca/pub)

BL 399

Fondation  
de Technologie  
Laitière  
du Québec inc.

Carole L.  
Vignola  
éditrice scientifique

**Science et  
technologie  
du lait** Transformation du lait

054044  
③



PRESSES INTERNATIONALES  
POLYTECHNIQUE

# Table des matières

Remerciements .....	VII	1.7.2 Procédés de séparation des nutriments du lait .....	43
Préface .....	IX	1.7.3 Procédés thermiques et d'élimination de l'eau .....	44
Avant-propos .....	XI	1.7.4 Fermentation et maturation fromagère .....	45
Liste des acronymes .....	XIX	1.7.5 Emballage et entreposage.....	46
<b>Chapitre 1 Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait</b> .....	<b>1</b>	<b>1.8 Origine des dégradations affectant la fonctionnalité du lait à la ferme et méthodes de prévention</b> .....	<b>47</b>
1.1 Composition du lait .....	1	1.8.1 Dégradation des composants du lait à la ferme: origine et prévention .....	47
1.2 Structures et propriétés générales des constituants du lait .....	3	1.8.2 Résidus .....	50
1.2.1 Eau.....	3	1.8.3 Dégradations sensorielles.....	52
1.2.2 Matières grasses .....	4	<b>1.9 Mesure du pH et de l'acidité</b> .....	<b>54</b>
1.2.3 Protéines .....	12	1.9.1 pH .....	54
1.2.4 Lactose .....	21	1.9.2 Acidité citrable.....	54
1.2.5 Minéraux.....	24	<b>1.10 Dosage des protéines</b> .....	<b>55</b>
1.2.6 Vitamines.....	25	1.10.1 Méthode Kjeldahl.....	55
1.2.7 Enzymes.....	26	1.10.2 Méthode Dumas .....	57
<b>1.3 Propriétés physicochimiques du lait</b> .....	<b>28</b>	<b>1.11 Dosage de la matière grasse</b> .....	<b>58</b>
1.3.1 Masse volumique et densité du lait.....	28	1.11.1 Méthode Mojonnier.....	58
1.3.2 Point de congélation.....	29	1.11.2 Méthode Babcock .....	59
1.3.3 Point d'ébullition .....	29	1.11.3 Méthode par résonance magnétique nucléaire (RMN) .....	60
1.3.4 Acidité du lait.....	29	<b>1.12 Dosage du lactose</b> .....	<b>61</b>
<b>1.4 Lait de chèvre: structures et propriétés des constituants</b> .....	<b>30</b>	1.12.1 Méthode enzymatique .....	61
<b>1.5 Importance du lait en nutrition humaine</b> .....	<b>31</b>	1.12.2 Méthode par chromatographie liquide à haute performance (HPLC) .....	62
1.5.1 Voyage à travers les âges .....	31	<b>1.13 Mesure de la teneur en eau</b> .....	<b>63</b>
1.5.2 Composition du lait en fonction des besoins des espèces.....	32	1.13.1 Méthode de l'étréve ventilée .....	63
1.5.3 Valeur nutritive du lait et des produits laitiers.....	34	1.13.2 Méthode au four à micro-ondes .....	63
<b>1.6 Nutriments importants du lait</b> .....	<b>34</b>	<b>1.14 Analyse par spectroscopie infrarouge</b> .....	<b>64</b>
1.6.1 Calcium .....	34	1.14.1 Principe de base de la spectroscopie infrarouge.....	64
1.6.2 Vitamines .....	35	1.14.2 Spectroscopie moyen infrarouge (MIR) .....	65
1.6.3 Protéines et acides aminés .....	36	1.14.3 Spectroscopie proche infrarouge (PIR) .....	68
1.6.4 Nutriments énergétiques: matière grasse et lactose .....	39		
<b>1.7 Effet des procédés industriels sur la valeur nutritive des produits laitiers</b> .....	<b>41</b>		
1.7.1 Mécanismes responsables des pertes et des modifications des nutriments.....	41		

<b>Chapitre 2 Microbiologie du lait</b> .....	75
<b>2.1 Différenciation des principaux groupes de microorganismes</b> .....	75
2.1.1 Virus.....	75
2.1.2 Bactéries.....	76
2.1.3 Levures.....	77
2.1.4 Moisissures.....	77
2.1.5 Quelques principes de base en taxinomie.....	78
<b>2.2 Description des microorganismes selon leurs formes et leurs besoins de croissance</b> .....	79
2.2.1 Caractéristiques morphologiques.....	79
2.2.2 Besoins de croissance ou caractéristiques physiologiques.....	79
<b>2.3 Principales activités microbiennes dans le lait</b> .....	86
2.3.1 Acidification.....	86
2.3.2 Production de gaz.....	87
2.3.3 Production d'alcool.....	87
2.3.4 Production de polysaccharides ou de polypeptides.....	88
2.3.5 Protéolyse.....	88
2.3.6 Lipolyse.....	89
<b>2.4 Classification des principaux microorganismes du lait selon leur importance</b> .....	89
2.4.1 Flore indigène ou originelle..	89
2.4.2 Flore contaminante.....	90
2.4.3 Synthèse.....	91
<b>2.5 Cultures lactiques</b> .....	93
2.5.1 Espèces et caractéristiques...	93
2.5.2 Rôle dans la fabrication des produits laitiers.....	97
2.5.3 Formes disponibles sur le marché.....	99
2.5.4 Milieux de culture pour la propagation des ferments en usine.....	100
2.5.5 Production en usine.....	104
2.5.6 Erreurs dans la préparation des ferments.....	108
<b>2.6 Probiotiques</b> .....	111
2.6.1 Espèces et caractéristiques..	111
2.6.2 Effets sur la santé.....	113
2.6.3 Incorporation dans les produits laitiers.....	113
2.6.4 Erreurs dans l'utilisation industrielle.....	114
<b>2.7 Cultures propioniques</b> .....	116
2.7.1 Espèces et caractéristiques...	116
2.7.2 Rôles dans les fromages.....	116
2.7.3 Méthode d'inoculation.....	117
2.7.4 Erreurs dans l'utilisation industrielle.....	118
<b>2.8 <i>Penicillium</i></b> .....	118
2.8.1 Espèces et caractéristiques..	118
2.8.2 Rôles dans l'affinage des fromages.....	119
2.8.3 Méthodes d'inoculation.....	120
2.8.4 Erreurs dans l'utilisation industrielle.....	120
<b>2.9 <i>Brevibacterium linens</i></b> .....	121
2.9.1 Caractéristiques.....	121
2.9.2 Rôle dans l'affinage des fromages.....	122
2.9.3 Méthodes d'inoculation.....	122
2.9.4 Erreurs dans l'utilisation industrielle.....	122
<b>2.10 Levures</b> .....	123
2.10.1 Espèces et caractéristiques	123
2.10.2 Rôle dans l'affinage des fromages.....	124
2.10.3 Méthodes d'inoculation..	124
2.10.4 Erreurs dans l'utilisation industrielle.....	125
<b>2.11 Bactériophages</b> .....	125
2.11.1 Caractéristiques générales..	125
2.11.2 Classification.....	127
2.11.3 Détection et numération des phages.....	128
2.11.4 Lutte contre les phages..	128
2.11.5 Résistance des ferments lactiques aux phages.....	129
2.11.6 Conclusion.....	130
<b>2.12 Analyse du lait</b> .....	130
2.12.1 Méthodes d'analyse de la qualité microbiologique du lait.....	131
2.12.2 Recherche des substances antimicrobiennes dans le lait.....	141
<b>Chapitre 3 Opérations unitaires</b> .....	153
<b>3.1 Bilan de matière</b> .....	155
3.1.1 Principe du bilan de matière..	155
3.1.2 Bilan de matière, dans la concentration par évaporation et dans le séchage.....	158
3.1.3 Bilan de matière dans les mélanges de produits.....	159
<b>3.2 Bilan d'énergie et transfert de chaleur</b> .....	160
3.2.1 Chaleur.....	160

3.2.2 Bilan d'énergie.....	164	4.1.3 Standardisation.....	277
3.2.3 Transferts de chaleur.....	166	4.1.4 Homogénéisation.....	278
<b>3.3 Écoulement et pompage</b> .....	176	4.1.5 Pasteurisation.....	279
3.3.1 Écoulement.....	177	4.1.6 Refroidissement.....	281
3.3.2 Bilan massique.....	177	4.1.7 Conditionnement.....	281
3.3.3 Bilan d'énergie mécanique.....	178	<b>4.2 Entreposage</b> .....	283
3.3.4 Types de pompes.....	183	<b>4.3 Défauts du lait</b>	
<b>3.4 Centrifugation</b> .....	185	<b>de consommation</b> .....	283
3.4.1 Principes de centrifugation.....	186	4.3.1 Goût de chauffé, de cuit,	
3.4.2 Écrémage.....	188	de caramel.....	284
3.4.3 Standardisation.....	189	4.3.2 Goût dû aux rayons	
3.4.4 Clarification.....	192	lumineux.....	284
3.4.5 Bactofugation.....	193	4.3.3 Saveur d'oxydation.....	284
3.4.6 Décantation.....	194	4.3.4 Rancidité.....	284
<b>3.5 Homogénéisation</b> .....	195	4.3.5 Saveurs dues aux	
3.5.1 Facteurs influant sur		fermentations.....	284
la stabilité des émulsions.....	195	4.3.6 Saveurs d'origines diverses.....	284
3.5.2 Opération		<b>4.4 Produits laitiers à conservation</b>	
d'homogénéisation.....	196	<b>prolongée</b> .....	284
<b>3.6 Procédés de séparations</b>		<b>4.5 Lait UHT: aspects</b>	
<b>membranaires</b> .....	198	<b>physicochimiques</b> .....	287
3.6.1 Séparations membranaires par		4.5.1 Principes du traitement	
différence de pression.....	198	UHT.....	287
3.6.2 Séparations membranaires		4.5.2 Changements chimiques.....	287
par différence de potentiel		4.5.3 Procédés de fabrication.....	289
électrique.....	214	4.5.4 Avantages du lait UHT.....	291
<b>3.7 Traitements thermiques</b> .....	221	<b>4.6 Crèmes et laits aromatisés</b> .....	291
3.7.1 Stérilisation.....	222	4.6.1 Crèmes légères.....	292
3.7.2 Pasteurisation.....	225	4.6.2 Crème à fouetter.....	293
3.7.3 Échangeurs de chaleur.....	226	4.6.3 Crème plastique.....	293
3.7.4 Séchage par atomisation.....	233	4.6.4 Laits aromatisés.....	294
3.7.5 Concentration par		<b>4.7 Produits laitiers en poudre</b> .....	294
évaporation.....	249	4.7.1 Considérations générales	
3.7.6 Réfrigération et congélation.....	256	sur le séchage.....	295
<b>3.8 Automatisation des procédés</b> .....	263	4.7.2 Poudres de lait.....	298
3.8.1 Automatisation.....	264	4.7.3 Babeurre.....	303
3.8.2 Éléments constitutifs de		4.7.4 Lactosérum.....	303
l'installation automatique.....	265	4.7.5 Défauts des poudres.....	308
3.8.3 Fonctionnement d'un système		<b>4.8 Laits concentrés liquides</b> .....	308
de contrôle automatisé.....	266	4.8.1 Stabilité du lait à la chaleur.....	309
3.8.4 Contrôle des procédés par		4.8.2 Lait évaporé.....	312
ordinateur.....	266	4.8.3 Lait concentré sucré.....	316
3.8.5 Avantages et contraintes d'un			
système de contrôle			
automatisé.....	269		
<b>3.9 Nouvelles technologies et</b>			
<b>perspectives d'avenir</b> .....	270		
<b>Chapitre 4 Lait de consommation</b> .....	277		
<b>4.1 Étapes de fabrication</b> .....	277		
4.1.1 Réception.....	277		
4.1.2 Clarification.....	277		
		<b>Chapitre 5 Beurre et fractions de matière</b>	
		<b>grasse laitière</b> .....	323
		<b>5.1 Globule gras</b> .....	324
		<b>5.2 Fabrication du beurre</b>	
		<b>en discontinu</b> .....	325
		5.2.1 Conditionnement de	
		la crème.....	325
		5.2.2 Barattage de la crème.....	328

<b>5.3 Fabrication du beurre</b>	
<b>en continu</b> .....	331
5.3.1 Principe de fabrication par flottation ou agglomération .....	332
5.3.2 Principe de fabrication par concentration .....	333
5.3.3 Principe de fabrication par émulsion ou combinaison .....	333
5.3.4 Avantages de la fabrication en continu .....	333
<b>5.4 Emballage et entreposage du beurre</b> .....	334
5.4.1 Emballage .....	334
5.4.2 Entreposage .....	334
<b>5.5 Rendement en beurrerie</b> .....	335
<b>5.6 Évaluation de la qualité</b> .....	335
5.6.1 Défauts de saveur .....	336
5.6.2 Défauts de consistance et de texture .....	336
5.6.3 Défauts de couleur .....	336
5.6.4 Dispersion inégale de l'eau .....	337
<b>5.7 Beurres spéciaux et produits associés</b> .....	339
5.7.1 Beurre de culture .....	339
5.7.2 Beurre foisonné .....	340
5.7.3 Beurre hypocalorique .....	340
5.7.4 Beurre de ghee .....	340
5.7.5 Beurre en poudre .....	341
<b>5.8 Huile de beurre et fractionnement</b> .....	341
5.8.1 Généralités .....	341
5.8.2 Fractionnement de l'huile de beurre .....	342
5.8.3 Utilisations des fractions d'huile de beurre .....	343
<b>Chapitre 6 Fromage</b> .....	349
<b>6.1 Historique</b> .....	349
<b>6.2 Définition</b> .....	349
<b>6.3 Aptitude du lait à la transformation fromagère</b> .....	350
6.3.1 Rôle des constituants majeurs .....	350
6.3.2 Incidence du pouvoir tampon .....	355
6.3.3 Incidence du refroidissement .....	355
6.3.4 Incidence de la pasteurisation .....	356
<b>6.4 Standardisation du lait de fromagerie</b> .....	357
6.4.1 Variation de la composition du lait .....	358
6.4.2 Standardisation et enrichissement .....	360
6.4.3 Ingrédients laitiers .....	361
6.4.4 Mathématique laitière .....	361
<b>6.5 Transformation du lait en fromage</b> .....	364
6.5.1 Coagulation du lait .....	364
6.5.2 Égouttage .....	369
6.5.3 Affinage .....	371
<b>6.6 Technologie de la fabrication fromagère</b> .....	377
6.6.1 Voies technologiques .....	377
6.6.2 Classification des fromages .....	381
<b>6.7 Techniques de fabrication générales</b> .....	387
6.7.1 Principes généraux .....	387
6.7.2 Principales étapes du procédé de fabrication et leurs répercussions .....	387
<b>6.8 Principaux problèmes de fromagerie</b> .....	395
6.8.1 Défauts liés à la qualité et aux traitements de la matière première .....	395
6.8.2 Défauts liés à la coagulation et à l'égouttage .....	396
6.8.3 Défauts liés à l'affinage .....	399
<b>6.9 Contrôle de fabrication fromagère</b> .....	401
6.9.1 Contrôle de la fermeté en cours de fabrication .....	401
6.9.2 Contrôle de l'acidification .....	402
6.9.3 Contrôle des paramètres du procédé .....	402
<b>6.10 Rendements fromagers</b> .....	402
6.10.1 Calcul du rendement fromager .....	402
6.10.2 Contrôle du rendement et origine des pertes .....	404
6.10.3 Prédétermination des rendements .....	407
<b>6.11 Automatisation</b> .....	409
<b>6.12 Éléments de typologie et de caractérisation des fromages</b> .....	411
6.12.1 Modélisation des modes d'obtention des caillés lactiques et présures .....	411
6.12.2 Éléments de caractérisation de la caillébotte .....	412
<b>Chapitre 7 Produits laitiers glacés</b> .....	417
<b>7.1 Présentation des produits laitiers glacés</b> .....	417
7.1.1 Réglementation .....	417
7.1.2 Composition chimique .....	417

7.1.3	Structure .....	419	8.7	Chartes de dépannage.....	464
<b>7.2</b>	<b>Grandes règles</b>		<b>8.8</b>	<b>Autres produits laitiers</b>	
	<b>de la formulation</b> .....	420		<b>fermentés</b> .....	464
7.2.1	Principaux composants		8.8.1	Kéfir .....	464
	de l'extrait sec des glaces....	421	8.8.2	Koumiss.....	468
7.2.2	Deux constituants		8.8.3	Crème sure .....	468
	fondamentaux des produits		8.8.4	Babeurre fermenté .....	468
	laitiers glacés .....	422	8.8.5	Lait acidophile.....	469
7.2.3	Calculs de formulation .....	422			
7.2.4	Exemples de composition		<b>Chapitre 9</b>	<b>Ingrédients laitiers.....</b>	<b>471</b>
	de quelques produits .....	422			
<b>7.3</b>	<b>Ingrédients utilisés</b>		<b>9.1</b>	<b>Concentrés de protéines totales...</b>	<b>471</b>
	<b>en fabrication</b> .....	425	9.1.1	Modes de production.....	471
7.3.1	Ingrédients d'origine		9.1.2	Composition des concentrés	
	lairière .....	425		de protéines totales.....	476
7.3.2	Ingrédients d'origine		9.1.3	Propriétés technologiques ..	477
	végétale .....	427	9.1.4	Utilisations .....	483
7.3.3	Ceufs et ovoproduits .....	428	<b>9.2</b>	<b>Produits de caséine</b> .....	<b>485</b>
7.3.4	Inclusions et décors divers...	428	9.2.1	Modes de production .....	485
7.3.5	Ferments lactiques .....	428	9.2.2	Composition des dérivés	
7.3.6	Additifs .....	428		de caséine .....	492
<b>7.4</b>	<b>Technologie de fabrication:</b>		9.2.3	Propriétés technologiques..	493
	<b>opération et matériel</b> .....	429	9.2.4	Activités biologiques.....	496
7.4.1	Préparation du mélange		9.2.5	Utilisations .....	497
	à glacer .....	430	<b>9.3</b>	<b>Produits de protéines sériques...</b>	<b>498</b>
7.4.2	Transformation du mélange		9.3.1	Modes de production .....	498
	en produits laitiers glacés...	432	9.3.2	Composition des produits	
7.4.3	Stockage			protéines sériques .....	505
	et commercialisation .....	437	9.3.3	Propriétés technologiques..	506
<b>7.5</b>	<b>Contrôle de la qualité</b> .....	437	9.3.4	Activités biologiques.....	509
7.5.1	Matières premières .....	437	9.3.5	Utilisations .....	510
7.5.2	En cours de fabrication .....	438	<b>9.4</b>	<b>Fractions de lipides complexes..</b>	<b>512</b>
7.5.3	Produits finis .....	438	9.4.1	Modes de production .....	512
<b>7.6</b>	<b>Principaux défauts</b>		9.4.2	Composition des fractions	
	<b>des produits laitiers glacés</b> .....	440		de lipides complexes.....	514
			9.4.3	Propriétés technologiques	
				et activités biologiques.....	514
			9.4.4	Utilisations .....	515
<b>Chapitre 8</b>	<b>Produits laitiers fermentés.....</b>	<b>443</b>	<b>9.5</b>	<b>Lactose et concentrés</b>	
				<b>de minéraux</b> .....	516
8.1	Fermentation .....	443	9.5.1	Modes de production	
8.2	Produits laitiers fermentés.....	444		et composition.....	516
8.3	Législation .....	444	9.5.2	Propriétés technologiques	
8.4	Fabrication de yogourt .....	445		et activités biologiques.....	520
8.5	Caractéristiques recherchées.....	445	9.5.3	Utilisations .....	522
8.6	Rôle et importance des diverses				
	étapes de fabrication.....	446	<b>Chapitre 10</b>	<b>Hygiène et salubrité</b>	
8.6.1	Réception du lait cru .....	446		<b>dans l'industrie laitière</b> .....	<b>527</b>
8.6.2	Standardisation du mélange..	447			
8.6.3	Homogénéisation .....	453	<b>10.1</b>	<b>Entreprises du domaine laitier au</b>	
8.6.4	Traitement thermique			<b>Canada, HACCP et ISO</b> .....	<b>527</b>
	et retenue.....	455	<b>10.2</b>	<b>Historique du système</b>	
8.6.5	Fermentation .....	458		<b>HACCP</b> .....	<b>528</b>
8.6.6	Lissage .....	462			
8.6.7	Refroidissement				
	et conditionnement.....	462			

<b>10.3</b>	<b>Système HACCP appliqué à l'industrie laitière.....</b>	<b>528</b>
10.3.1	Système HACCP et industrie laitière canadienne et québécoise .....	528
10.3.2	Objet et domaine d'application des principes HACCP.....	529
10.3.3	Programmes préalables.....	529
10.3.4	Plans HACCP et modèles génériques.....	533
10.3.5	Points de contrôle critiques (PCC) et limites critiques.....	535
10.3.6	Procédures de surveillance, de rectification et de vérification .....	536
<b>10.4</b>	<b>Audits internes et audits externes .....</b>	<b>537</b>
<b>10.5</b>	<b>Salubrité dans les usines laitières.....</b>	<b>537</b>
<b>10.6</b>	<b>Mesures préventives relatives à l'organisation et à la conception de l'entreprise .....</b>	<b>539</b>
10.6.1	Gestion des flux.....	539
10.6.2	Aménagement extérieur de l'usine .....	539
10.6.3	Aménagement intérieur de l'usine.....	539
<b>10.7</b>	<b>Nettoyage .....</b>	<b>541</b>
10.7.1	Nature des résidus.....	541
10.7.2	Nature des surfaces .....	542
10.7.3	Qualité de l'eau .....	542
10.7.4	Mode d'application des produits .....	543
<b>10.8</b>	<b>Produits de nettoyage.....</b>	<b>544</b>
10.8.1	TACT.....	544
10.8.2	Produits de nettoyage acides.....	545
10.8.3	Produits de nettoyage alcalins.....	546
10.8.4	Enzymes .....	547
10.8.5	Additifs de lavage.....	548
<b>10.9</b>	<b>Assainissement .....</b>	<b>549</b>
10.9.1	Méthode d'assainissement thermique - Vapeur et eau chaude .....	550
10.9.2	Méthode d'assainissement physique - Rayons ultraviolets.....	550
10.9.3	Méthode d'assainissement chimique .....	550
10.9.4	Mode d'action des assainisseurs chimiques.....	550
10.9.5	Évaluation des assainisseurs chimiques .....	552
10.9.6	Conditions d'utilisation ..	552
10.9.7	Méthodes de surveillance et de vérification de procédures de lavage et d'assainissement.....	552
<b>10.10</b>	<b>Contrôle des insectes et des rongeurs .....</b>	<b>552</b>
<b>10.11</b>	<b>Systèmes de nettoyage en place (NEP) dans l'industrie laitière.....</b>	<b>553</b>
10.11.1	Séquence de nettoyage classique simplifiée par NEP.....	553
10.11.2	Types de NEP.....	554
10.11.3	Critères généraux de conception de principales composantes des NEP... ..	558
10.11.4	Suivi des opérations et gestionnaire informatisé.....	569
10.11.5	Liens avec HACCP .....	569
10.11.6	Interprétation d'une séquence de lavage avec solution alcaline et d'assainissement d'un équipement .....	570
10.11.7	Entretien des NEP .....	570
<b>10.12</b>	<b>Exercice .....</b>	<b>571</b>
	<b>Les auteurs .....</b>	<b>574</b>
	<b>Crédits photos .....</b>	<b>583</b>
	<b>Glossaire.....</b>	<b>584</b>
	<b>Index.....</b>	<b>588</b>