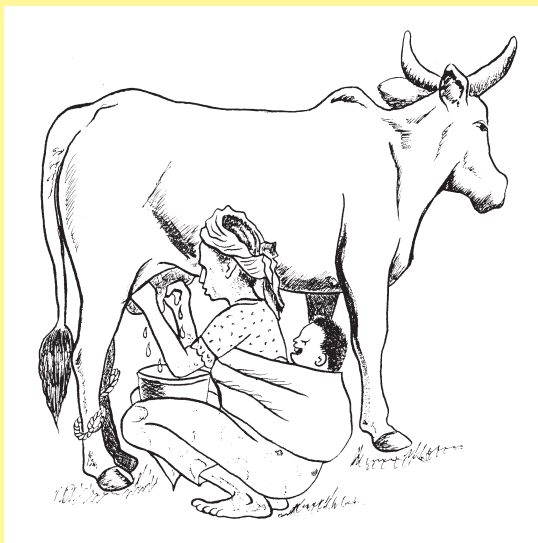


La préparation des laitages

Agrodok 36 - La préparation des laitages



Agrodok 36

La préparation des laitages

Pauline Ebing
Karin Rutgers

Cette publication est sponsorisée par ICCO.

© Fondation Agromisa et CTA, Wageningen, 2006.

Tous droits réservés. Aucune reproduction de cet ouvrage, même partielle, quel que soit le procédé, impression, photocopie, microfilm ou autre, n'est autorisée sans la permission écrite de l'éditeur.

Première édition : 1985

Sixième édition : 2006

Auteurs : Pauline Ebing, Karin Rutgers

Révision : Tineke van der Haven

Illustrations : Bertha Valois

Conception : Eva Kok

Traduction : Brigitte Venturi

Imprimé par : Digigrafi, Wageningen, Pays-Bas

ISBN Agromisa: 90-8573-067-8

ISBN CTA: 978-92-9081-342-2

Avant-propos

Cet Agrodok s'adresse aux personnes désireuses de se lancer dans la production à petite échelle de produits laitiers dans les pays en voie de développement. La brochure a pour but d'initier le lecteur à des techniques simples de production laitière à petite échelle et de donner un aperçu des possibilités offertes par la fabrication du fromage comme source de revenu. Comme de nombreuses connaissances sur la préparation des produits laitiers sont souvent disponibles au niveau local, il est conseillé de commencer par se familiariser avec ces méthodes. Il est recommandé aussi de ne pas introduire de produits laitiers occidentaux quand ce n'est pas nécessaire.

Les auteurs ont utilisé les informations recueillies auprès de J.C.T. van den Berg de l'Université d'Agriculture de Wageningen, qui possède une longue expérience dans la préparation des produits laitiers au niveau industriel sous les tropiques. Les recettes données dans cet Agrodok sont tirées de plusieurs ouvrages. Nous vous serions reconnaissants de bien vouloir nous écrire pour nous faire part de vos expériences avec ces recettes ou avec toute autre recette locale.

Cette sixième édition inclut les nouvelles connaissances techniques issues de la recherche sur les produits laitiers et les expériences acquises par les services de vulgarisation. Il est cependant tout à fait impossible de couvrir l'ensemble des savoirs sur les produits laitiers. Il faudrait que le lecteur possède des connaissances de base en chimie, physique et microbiologie laitière et que les fermes soient en mesure de respecter des conditions particulières d'hygiène et de manipulation du lait. Il faut donc considérer cette brochure comme une initiation. Les lecteurs intéressés pourront élargir leurs connaissances en consultant des ouvrages plus spécifiques et en suivant des formations sur d'importantes méthodes de fabrication de produits laitiers.

Tineke van der Haven
Wageningen, août 2006

Sommaire

1	Introduction	6
1.1	De quoi traite cette brochure ?	6
1.2	Pourquoi transformer le lait ?	6
1.3	Problèmes éventuels	8
2	Importance du lait et des laitages dans l'alimentation	11
2.1	Le lait dans l'alimentation humaine	11
2.2	Composition et caractéristiques des différentes sortes de lait	13
2.3	Alimentation des nourrissons	14
2.4	Intolérance au lactose	16
2.5	Lait et laitages dans le régime alimentaire	17
3	Hygiène	19
3.1	Détérioration due aux micro-organismes	19
3.2	Contamination du lait par des substances étrangères	23
3.3	Hygiène pendant la production, la conservation et la préparation	23
4	Méthodes de traitement	29
4.1	Pasteurisation	30
4.2	Refroidissement	32
4.3	Acidification par ajout de ferments ou d'acides	34
4.4	Fabrication de la crème	34
5	Cultures	36
5.1	Le développement des bactéries lactiques	36
5.2	Production de cultures de bactéries lactiques	37
5.3	Préparation d'une culture de départ	38
5.4	Maintien d'une culture de départ	41
5.5	Comment préparer soi-même une culture	42

6	Recettes	45
6.1	Fabrication de la crème	46
6.2	Crème aigre	47
6.3	Beurre	47
6.4	Babeurre et lait aigre	51
6.5	Beurre clarifiée (ghee)	52
6.6	Koa	53
6.7	Rabi	53
6.8	Yaourt	54
6.9	Kéfir	56
7	Le fromage	60
7.1	Matériel nécessaire à la fabrication du fromage	63
7.2	Qualité du lait	65
7.3	Coagulation du lait	66
7.4	Séparation du caillé et du petit-lait	69
7.5	Utilisation du petit-lait	69
7.6	Recueil et préservation du caillé	70
7.7	Affinage du fromage	73
7.8	Recettes de fromage	74
	Bibliographie	84
	Adresses utiles	85
	Annexe 1: Mesures	88

1 Introduction

1.1 De quoi traite cette brochure ?

Sous les tropiques, les gens élèvent du bétail pour diverses raisons : pour la force de travail des animaux, leur viande, leur laine, leurs poils, leur peau et leurs excréments qui peuvent servir de combustible une fois séchés. Le lait n'est souvent qu'un produit secondaire alors qu'il est en fait une précieuse denrée alimentaire. L'élevage d'animaux laitiers permet aussi de faire des économies car la vente de bétail peut fournir de l'argent en cas de besoin. Le bétail est donc une sorte d'assurance contre les maladies et les mauvaises récoltes.

Ce n'est pas par hasard que l'on élève certains animaux produisant un certain type de lait dans une région donnée. Cela s'explique par : les conditions climatiques, les maladies locales prévalentes, le fourrage disponible, le niveau de prise de risques acceptable pour le propriétaire, les tâches supplémentaires attribuées à l'animal, la religion, les traditions et la préférence pour certains produits issus des animaux.

L'élevage d'animaux laitiers conduit souvent à un surplus de lait. Si, dans une région donnée, la production laitière est supérieure à sa consommation, le surplus peut être vendu sur le marché ou être transformé pour ne pas être gaspillé. Si la quantité de lait à transformer est faible (moins de 100 litres à chaque fois), cette activité est considérée être à petite échelle. C'est de cette activité de transformation du lait à petite échelle et avec des ustensiles simples dont traite cet Agrodok.

1.2 Pourquoi transformer le lait ?

Les principales raisons de la transformation du lait en produits laitiers sont les suivantes :

- La plupart des produits dérivés du lait se conservent plus longtemps que le lait : il n'est donc pas nécessaire de consommer tout le lait immédiatement.
- La demande en lait frais est limitée : les laitages sont souvent plus appréciés.
- Lorsque la quantité de lait frais vendue quotidiennement est limitée, il est plus avantageux de transformer le lait en produits moins périssables, de les conserver pour les vendre plus tard en plus grandes quantités.
- Lorsqu'il n'y a pas dans le voisinage de marché pour écouler le lait frais, les produits conservés peuvent être vendus sur des marchés plus éloignés.
- On peut obtenir un gain financier plus important.

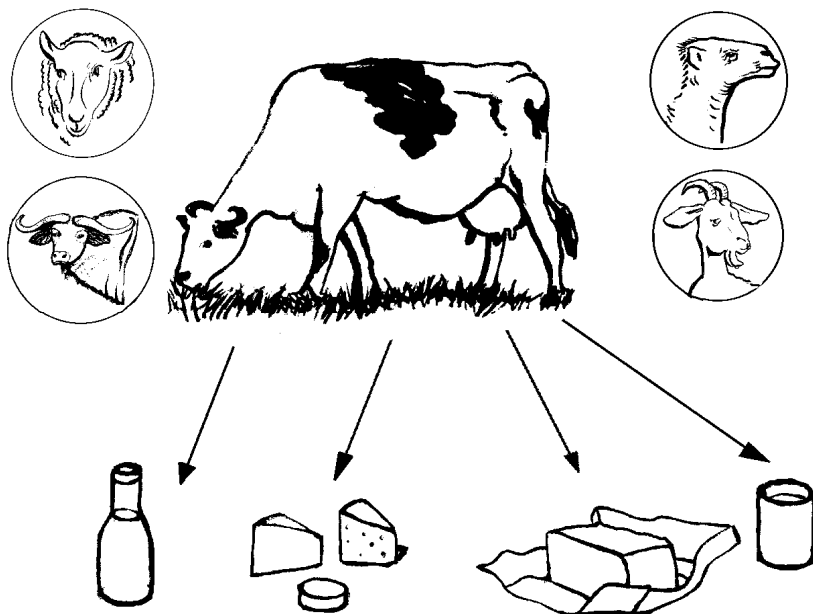


Figure 1 : Produits laitiers

Il faut savoir en outre que de nombreux groupes de population en Asie et y en Afrique ne peuvent pas, ou difficilement, consommer de lait à cause de ce qu'on appelle l'intolérance au lactose : le corps n'assimile pas, ou difficilement, le sucre (lactose) contenu dans le lait. Le lait ne peut être digéré qu'en petites quantités (pas plus de 200 ml à la fois) alors que les produits laitiers dans lesquels le sucre a été partiellement transformé (fromage, yaourt, babeurre) ne posent guère de problèmes digestifs.

Avant de traiter le surplus de lait, il faut se demander si c'est rentable. Le traitement n'est pas toujours facile et il peut y avoir des pertes. Par exemple, le petit-lait, qui est l'un des résidus de la fabrication du fromage, contient de nombreux nutriments de valeur. S'il n'est pas utilisé, une partie importante des qualités du lait est perdue. De plus, une détérioration de la qualité du lait pendant le traitement est possible : le lait peut tourner. Ce n'est que lorsque le lait est bu immédiatement que l'on peut être sûr qu'il possède encore toutes ses qualités.

1.3 Problèmes éventuels

Le traitement du lait à petite échelle est la transformation de petites quantités de lait (jusqu'à 100 litres) avec des ustensiles simples et un minimum de matériel spécial. Sous les tropiques, le traitement du lait pose parfois des problèmes à cause des températures élevées et de la forte humidité relative. Ces conditions climatiques influent sur le choix des laitages à fabriquer et sur leur durée de conservation. Il faut donc en tenir compte.

Les hautes températures sont néfastes à la fabrication du fromage, surtout pendant la maturation. Les hautes températures favorisent la multiplication des bactéries. Le lactose tourne à l'acide et provoque le caillage du lait. Les bactéries de l'acide lactique responsables de la tourne ne sont pas dangereuses pour l'homme.

Le nettoyage et la stérilisation des ustentiles et du matériel sont de première importance. C'est pourquoi toutes les personnes qui manipulent le lait doivent toujours veiller à respecter une bonne hygiène. Le manque de propreté permet aux bactéries de s'introduire dans le lait, ce qui le fait tourner et réduit sa durée de conservation. La prévention de la contamination est souvent difficile lorsque le lait est collecté à divers endroits pour être transformé dans une seule usine. Même une toute petite quantité de lait infecté peut contaminer tout le reste.

Un autre problème est le manque de matériel. Il faut essayer de s'accommoder d'un matériel simple car il est souvent difficile d'acheter du matériel pour le traitement du lait à petite échelle. Comme l'électricité n'est généralement pas disponible, on ne peut utiliser de matériel électrique (pour le refroidissement par exemple), à moins d'installer un générateur. Sous les tropiques, les additifs, comme la présure pour la fabrication du fromage, sont souvent difficiles à se procurer.



Figure 2 : Les brebis fournissent du lait, de la viande, de la laine, de la peau, de la fourrure et du fumier

Les chapitres suivants traitent de l'importance du lait dans l'alimentation ainsi que des mesures d'hygiène et des méthodes de transformation du lait.

La seconde partie de l'ouvrage donnent des règles générales sur le chauffage, le refroidissement, la fermentation et sur la fabrication de la crème, du beurre, du beurre clarifié, des produits laitiers acides et du fromage.

2 Importance du lait et des laitages dans l'alimentation

2.1 Le lait dans l'alimentation humaine

Le lait contient des substances essentielles à l'être humain : protéines, hydrates de carbone, matières grasses, eau, toutes vitamines B, vitamines A et D, calcium et phosphore. Il fournit aussi de l'énergie.

Une importante protéine du lait est la caséine qui constitue bien souvent 80% de la protéine du lait. C'est ce qui est à la base de la fabrication du fromage. La caséine est associée au phosphate de calcium, ce qui explique pourquoi le lait contient relativement beaucoup de ce sel, une substance nutritive extrêmement importante pour les humains et les animaux.

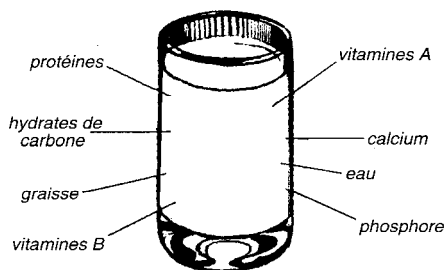


Figure 3 :
Principaux composants du lait

Outre la caséine, le lait contient des protéines de petit-lait (20 % de la protéine du lait). Les protéines du petit-lait restent généralement dans le petit-lait et ne sont pas incorporées dans le fromage. Ces protéines (globulines et albumines) ont une très grande valeur nutritive.

La protéine du lait est de bonne qualité, c'est-à-dire qu'elle peut être en grande partie utilisée pour la construction des protéines du corps. Les protéines des autres denrées alimentaires complètent son action. Combiné dans un même repas avec des céréales, des pommes de terre, de la viande, des œufs ou des noix, le lait fournit au corps un pourcentage plus élevé de protéines.

Outre le lait, d'autres sources de protéines animales (poisson, viande) et de protéines végétales (céréales, cosses) sont également importantes pour la construction des protéines du corps. Les protéines sont nécessaires à la croissance, au remplacement des protéines usées et à la production des composants nécessaires à l'organisme.

Le lactose est un hydrate de carbone nécessaire au fonctionnement du corps humain. Le corps brûle des hydrates de carbone comme un four brûle du bois. Cette combustion libère de l'énergie que le corps utilise pour exercer toutes sortes d'activités.

Les matières grasses du lait se présentent sous forme de globules, plus légers que les autres composants du lait. Les globules se rassemblent à la surface du lait de vache laissé au repos et forment une couche de crème. Il se forme également un peu de crème sur le lait de bufflesse laissé au repos mais pas sur les autres sortes de lait (brebis, chèvre). Dans ce cas, il faut procéder mécaniquement à la séparation de la crème et du lait. Les matières grasses du lait sont faciles à digérer. Le corps les utilise comme combustible ou les met en réserve.

Le lait est également une importante source de vitamines et de sels minéraux. Il est très riche en calcium. Ce calcium est facilement absorbé par le corps après la digestion et est nécessaire au développement des os (squelette). Le lait est une source importante de vitamine B2 (Riboflavine) mais il est pauvre en vitamine C. L'approvisionnement en vitamine C dépend d'une alimentation riche en légumes et en fruits.

Grâce à ses nombreux nutriments et à sa protéine de bonne qualité, le lait permet de combler les carences qui résultent d'une alimentation monotone et par conséquent d'améliorer sérieusement la qualité de l'alimentation. Ces nutriments se retrouvent en plus ou moins grande quantité dans les produits dérivés du lait. Le lait est spécialement recommandé pour les groupes les plus vulnérables, notamment les nourrissons, les enfants, les femmes enceintes et les nourrices. Il faut toujours tendre à une alimentation saine et variée incluant, outre le

lait, des céréales, des légumes secs, des légumes frais, des fruits et, si possible, de la viande ou du poisson.

Les diverses sortes de lait diffèrent également par leur valeur nutritive, ce qui est expliqué plus en détail dans les pages suivantes.

2.2 Composition et caractéristiques des différentes sortes de lait

La composition diffère entre le lait de femme, de vache, de bufflesse, de chèvre, de brebis, de chamelle, de guenon et de lama, comme indiqué dans le tableau suivant. Le tableau 1 montre que la composition du lait des non ruminants (lait maternel et lait de jument) est fort différente de celle du lait des ruminants (vache, chèvre, brebis). Cela vient en partie du fait que leurs systèmes digestifs sont différents.

Outre la formation, ou non, de crème, les diverses sortes de lait présentent d'autres différences. Le lait de vache est riche en provitamine A (carotène) responsable de sa couleur jaune. Ce n'est pas le cas des laits de bufflesse, de chèvre et de brebis. Les caroténoïdes contenus dans le lait de brebis et de chèvre sont déjà convertis en vitamine A, sans couleur spécifique. C'est pourquoi seul le lait de vache est jaune.

Le lait de bufflesse caille plus vite que celui de vache. Si la préparation n'est pas adaptée, le fromage de lait de bufflesse mûrit plus lentement et a une consistance plus sèche que le fromage de lait de vache. Le lait de chèvre a parfois une saveur déplaisante qui peut être évitée en faisant bouillir le lait immédiatement après la traite. Le goût du lait peut varier en fonction des chèvres ou des races de chèvres.

Le lait de vache constitue 91% de la production mondiale de lait et les laits de bufflesse, de chèvre et de brebis respectivement 5,9%, 1,6% et 1,7%.

Tableau 1 : Composition des différentes sortes de lait (source : FAO Nutritional Studies 27)

sorte de lait	graisses (%)	protéines (%)	lactose (%)	calcium (%)	énergie (cal/100g)
lait maternel	4.6	1.2	7.0	0.0	73
vache frisonne	3.5	3.3	4.6	0.1	62
vache de Guernesey	4.7	3.2	4.7	0.1	75
bufflesse indienne	7.5	3.8	4.9	0.2	100
chèvre	4.5	3.3	4.4	0.1	71
brebis	7.5	5.6	4.4	0.2	105
jument	1.6	2.2	6.0	0.1	47
guenon	1.5	2.1	6.2	0.1	46
chamelle	4.2	3.7	4.1	?	70
lama	3.2	3.9	5.3	?	65

Malgré les énormes différences régionales, on peut dire que les laits de vache et de bufflesse sont généralement préférés pour la consommation directe à ceux de chèvre et de brebis, ce à cause de leur goût plus neutre.

Les laits de chèvre et de brebis sont plus appréciés pour la fabrication des fromages et des laitages aigres (surtout celui de brebis). Le lait de chamelle est généralement bu. Le lait maternel est la nourriture idéale du nourrisson. Cependant, de nombreux produits de remplacement sont apparus sur le marché et répondent déjà à une certaine demande. C'est le sujet du chapitre suivant.

2.3 Alimentation des nourrissons

Le lait maternel est parfaitement adapté aux besoins de l'enfant et contient certaines substances qui le protègent contre les maladies infectieuses. Il contient en quantité suffisante les nutriments nécessaires à l'enfant (sauf le fer et la vitamine C). A la naissance, l'enfant dispose d'une réserve de fer emmagasinée dans son foie. Cette réserve s'épuise en 6 mois environ.

Une alimentation supplémentaire n'est nécessaire qu'après 3 mois, lorsque le lait maternel ne suffit plus à fournir tous les nutriments indispensables. Un supplément en vitamine C (jus de fruit, fruits écrasés) est nécessaire et un supplément en produits riches en énergie est souhaitable. L'ajout de petites quantités de lait en poudre à la nourriture écrasée permet d'améliorer considérablement la valeur nutritive d'un repas (surtout en protéine).



Figure 4 : L'allaitement est la méthode la plus saine et la plus hygiénique pour alimenter un nourrisson

Il est recommandé d'allaiter au sein le plus longtemps possible car le lait maternel est souvent la seule source disponible de protéines. Si l'allaitement est impossible, par exemple si la mère n'a pas assez de lait ou si elle meurt, le biberon sera la meilleure solution de rechange. Toutefois, on ajoute souvent trop d'eau à la nourriture artificielle, présentée en général sous forme de poudre. Le lait devient trop clair et n'est plus assez nutritif. De plus, le lait en poudre est coûteux et exige une bonne hygiène. La dilution dans l'eau risque de provoquer des infections car l'eau disponible est souvent polluée. L'eau destinée à la préparation du biberon doit être bouillie et sa stérilisation par ébullition nécessite beaucoup de combustible, chose qui est souvent rare. Il est plus facile de maintenir propres un bol et une cuillère qu'un biberon.

Il est préférable de dépenser son argent pour des produits de première nécessité plutôt que pour de la nourriture artificielle, à moins que ce ne soit strictement nécessaire. Si un nourrisson ne supporte pas le lait, il faut lui donner des laitages ne contenant pas de lactose. C'est le cas de l'intolérance congénitale au lactose ; nous allons l'examiner maintenant plus en détail.

2.4 Intolérance au lactose

On parle d'intolérance au lactose lorsque le corps ne peut pas, ou difficilement, digérer le lactose (sucre de lait) par manque de lactase, l'enzyme nécessaire à la digestion du lactose. Le lactase scinde le lactose en glucose et galactose, deux monosaccharides facilement absorbés dans l'intestin. Le lactose non digéré peut être converti par la flore microbienne en acide lactique et en gaz. Une grande consommation de lait provoque des flatulences, des crampes d'estomac et des diarrhées. C'est pourquoi l'intolérance au lactose est souvent appelée « déficience en lactase ».

Il existe diverses formes d'intolérance au lactose chez les enfants :

- L'intolérance congénitale : le nourrisson ne supporte pas le lait car son organisme ne dispose pas de lactase, nécessaire à la scission du lactose en glucose et galactose.
- L'intolérance des enfants (2-5 ans) : une forte baisse d'activité de la lactase se produit vers deux ans pouvant provoquer des problèmes de déficience à l'âge de 4-5 ans. La consommation de petites quantités de lait (un verre à la fois) ne pose généralement pas de problèmes. On s'évitera bien des soucis en donnant aux enfants des laitages fermentés dans lesquels le lactose a été partiellement transformé (fromage, yaourt, babeurre).
- L'intolérance due à une maladie intestinale et à la malnutrition, en particulier chez les nourrissons tout-petits. L'activité de la lactase est temporairement réduite. Il faut pendant quelque temps donner des laitages qui ne contiennent pas de lactose. Le fromage et les produits fermentés dans lesquels le lactose a été transformé (yaourt) conviennent également.

La consommation de lait ne dépend pas seulement de l'intolérance au lactose mais aussi d'autres facteurs que nous abordons ici.

2.5 Lait et laitages dans le régime alimentaire

On appelle "régime alimentaire" la façon dont les gens se nourrissent ainsi que les denrées alimentaires qu'ils utilisent. Le régime alimentaire dépend en grande partie des traditions et de la religion, de la situation économique, de la place dans la société et des possibilités offertes par l'environnement naturel. Il n'est pas surprenant que chaque groupe de population ait son propre type de régime alimentaire. Tout examen du régime alimentaire humain doit inclure celui de la consommation de lait et de laitages.

Voici comment les facteurs mentionnés ci-dessus peuvent influencer sur la consommation de lait et laitages :

- En Inde, la vache est un animal sacré : il est impossible de s'y procurer la présure nécessaire à la fabrication du fromage car elle est extraite de l'estomac de veau (caillette).
- L'achat de lait et de laitages nécessite de l'argent.
- Dans les régions à forte densité démographique, toutes les terres disponibles sont utilisées pour les cultures à grosses récoltes ou destinées à la consommation immédiate ; Il ne reste alors plus guère de place pour l'élevage.
- Dans certaines régions (tropicales humides), il est impossible d'élever du bétail à cause de l'environnement naturel. C'est le cas par exemple des régions d'Afrique occidentale où le bétail est menacé par la mouche tsé-tsé responsable de la maladie du sommeil.

C'est pour toutes ces raisons que l'importance alimentaire du lait et des laitages varie selon les régions. Comme la situation économique et sociale est souvent instable, les traditions alimentaires sont sujettes à changement.

Les denrées alimentaires traditionnelles sont remplacées en partie par des produits nouvellement introduits. Confrontés à des traditions séculaires, les produits nouveaux ne sont pas toujours facilement acceptés. Certaines caractéristiques comme la saveur et la texture sont des facteurs d'acceptation très importants. Un même produit peut être apprécié à un endroit et déprécié ailleurs.

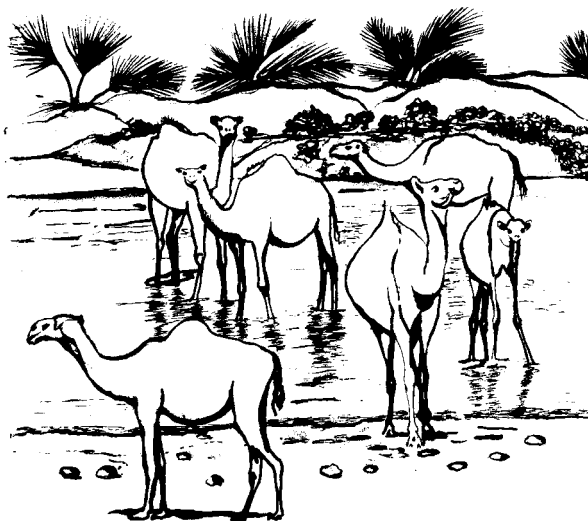


Figure 5 : Le lait de chamelle est très apprécié dans différentes régions d'Afrique et au Moyen-Orient

3 Hygiène

Le lait doit être manipulé avec grand soin. Autrement, il risque de tourner et d'être rendu impropre à la consommation par :

- la présence dans le lait d'un trop grand nombre de micro-organismes ;
- la contamination par l'intermédiaire d'animaux malades (tuberculose, infection du pis) ou par l'intermédiaire des hommes ;
- la transformation bactérienne ou chimique de certaines substances du lait ;
- l'introduction dans le lait de substances étrangères (désinfectants, antibiotiques, pesticides et autres)

Ces facteurs provoquent toujours une certaine détérioration de la qualité du lait. Ils n'affectent parfois que son goût, mais généralement aussi sa composition et son odeur. Dans le cas d'une contamination aux antibiotiques et aux désinfectants, le lait garde le même aspect mais ne peut fermenter et ne peut donc pas être transformé.

Voyons maintenant comment les micro-organismes attaquent le lait. Nous précisons ensuite les précautions à prendre pour minimiser l'influence de ces facteurs et les règles à suivre en matière de nettoyage et de stérilisation.

3.1 Détérioration due aux micro-organismes

Les bactéries, levures et moisissures sont des micro-organismes.

Les micro-organismes sont minuscules et invisibles à l'œil nu. Il s'en trouve partout, dans l'air, l'eau et le sol ainsi que dans la nourriture et le lait. En général, les micro-organismes se multiplient très rapidement.

Le lait contenu dans le pis d'un animal sain en est dépourvu. Le lait peut être contaminé par des micro-organismes nocifs au cours de la

traite, de la manutention, du transport et du stockage. Les micro-organismes contaminants peuvent provenir de la peau de l'animal, des mains du trayeur, des instruments de traite ou même de l'air.

La plupart des micro-organismes sont inoffensifs mais certains sont susceptibles de provoquer des maladies comme la salmonellose, la dysenterie, la tuberculose (chez l'homme et l'animal), la diphtérie et la scarlatine. Ces micro-organismes sont appelés bactéries pathogènes. Certaines maladies se transmettent par manque d'hygiène, d'homme à homme et d'animal à homme. Voir tableau 5.

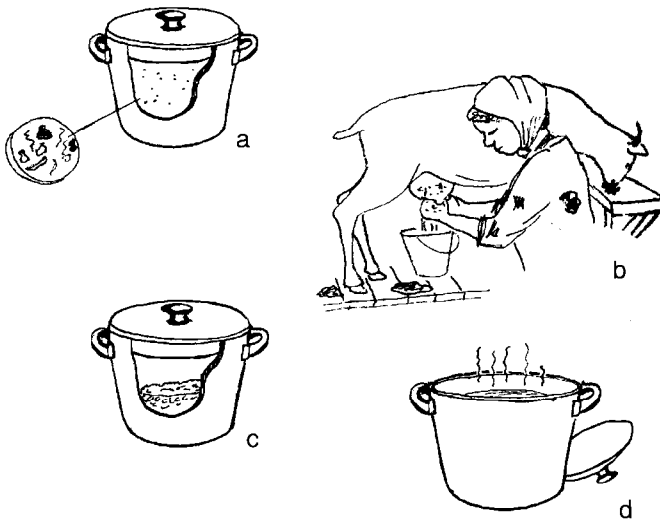


Figure 6 : Différentes voies de contamination. a : des ustensiles mal nettoyés peuvent contaminer le lait ; b une traite mal pratiquée peut aussi être une source de contamination ; c multiplication des micro-organismes lors du stockage ; d en chauffant le lait, on tue les micro-organismes.

Les micro-organismes peuvent se multiplier très rapidement dans le lait et la température joue un rôle important dans leur développement. Leur croissance commence à 4°C. Pour freiner la détérioration, il faut

donc conserver le lait et les laitages à une température inférieure à 4°C. A une température supérieure à 20°C, les bactéries se multiplient à une vitesse vertigineuse.

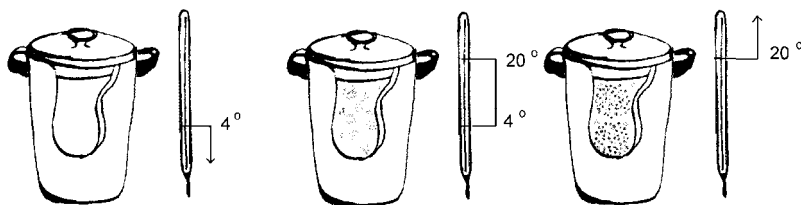


Figure 7 : Température et détérioration

La plupart des bactéries sont détruites par pasteurisation à une température supérieure à 63°C pendant 1 à 20 secondes, mais quelques unes survivent à la chaleur intense. Leur présence peut donner un goût déplaisant au lait ou provoquer la coagulation du lait pasteurisé.

Levures et moisissures

Les levures sont des micro-organismes capables de dégrader les sucres en alcool, gaz et autres substances. Elles sont environ 5 à 10 fois plus grosses que les bactéries. Leur reproduction se fait généralement par bourgeonnement. Elles se développent bien en milieu acide ; elles ont besoin d'oxygène et résistent facilement aux hautes concentrations acides.

Elles se trouvent généralement dans les produits acides tels que le lait fermenté ou le babeurre, le petit-lait, le beurre, le caillé et sur le fromage. Présentes en trop grand nombre, elles produisent des gaz et donnent au produit un goût désagréable.

Les moisissures sont des micro-organismes qui ressemblent à des fils, appelés mycélium, et sont visibles à l'œil nu. Elles ont besoin d'oxygène atmosphérique et se développent bien dans des conditions humides et acides. Elles se reproduisent généralement par spores. Elles se dispersent facilement par voie aérienne et se retrouvent

souvent sur les plafonds et les murs mal entretenus. Se dispersant facilement, elles sont une importante source d'infection.

La présence de moisissures sur la surface du beurre ou du fromage se remarque par la présence de taches colorées. Ces moisissures sont essentielles à la maturation de certains fromages à pâte molle comme le Camembert et le Brie. Quoique généralement inoffensives, certaines moisissures produisent des toxines toxiques (mycotoxines). C'est le cas de l'aflatoxine dans les produits à base d'arachide.

Les cellules et les spores des moisissures et des levures sont détruites par pasteurisation, en chauffant le lait pendant 30 minutes à 63°C ou pendant 20 secondes à 72°C.

Bactéries

Les bactéries sont des micro-organismes unicellulaires qui se multiplient par division. Le lait et les laitages contiennent toutes sortes de bactéries. Les conditions environnementales (acidité, température, humidité ou quantité d'oxygène) étant variables, elles peuvent gêner le développement d'une bactérie ou créer des conditions favorables pour la multiplication d'une autre. C'est la raison pour laquelle le lait et les laitages contiennent toujours des bactéries (bactéries d'acide lactique), à l'exception cependant des produits secs comme le lait en poudre. En effet, les micro-organismes ne survivant pas sans eau, elles sont présentes dans le lait en poudre non contaminé.

Les bactéries contenues dans le lait peuvent être classées en deux groupes : les bactéries utiles et les bactéries nuisibles. La *Streptococcus lactis* (*Strep. lactis*) est une bactérie utile. Elle produit de l'acide lactique inoffensif pour l'homme et donne au lait sa saveur fraîche et acide. Qui plus est, l'acide lactique est un bon conservateur pour les produits acides. Les bactéries pathogéniques (celles causant des maladies) ne peuvent se développer dans les produits acides. La préparation de certains laitages comme le lait acidifié, le yaourt et le fromage tire profit des propriétés spécifiques du *Strep. Lactis* (voir chapitre 5).

Le lait peut également tourner à cause des bactéries ne produisant pas d'acide lactique. Dans ce cas, certaines bactéries nuisibles se développent et provoquent la séparation du lait et du petit-lait. Cela arrive généralement lorsque le lait pasteurisé a été longuement conservé. L'odeur est déplaisante et le goût amer. Ce lait ne doit pas être consommé.

3.2 Contamination du lait par des substances étrangères

Il faut éviter que le lait n'entre en contact avec des substances étrangères pouvant nuire à la santé ou provoquer des odeurs et des goûts déplaisants, ce qui rendrait le lait impropre à la transformation. Il peut s'agir de détergents et de désinfectants, de médicaments, de pesticides et de particules métalliques ou de verre. La nourriture donnée aux animaux (tubercules, chou, herbes) peut aussi influencer le goût du lait. Evitez ce problème en nourrissant les animaux après la traite. Une bonne hygiène permet de réduire les risques de détérioration. Les règles à suivre pour maintenir un bon niveau d'hygiène sont présentées dans les paragraphes suivants.

3.3 Hygiène pendant la production, la conservation et la préparation

Les infections sont dues aux micro-organismes nuisibles qui s'introduisent dans le lait. Les sources possibles d'infection pendant la production, la conservation et la transformation du lait sont les suivantes :

- inflammation des mamelles (mastite) ;
- l'animal lui-même : la peau des mamelles ;
- les conditions de l'endroit où a lieu la traite (sol, poussière, excréments, eau souillée, etc.) ;
- le trayeur ;
- les ustensiles et le matériel utilisés pour le traitement ;
- l'air et l'environnement.

Il n'est pas facile de préserver le lait des micro-organismes nuisibles. Beaucoup dépend du trayeur lui-même, des soins donnés aux animaux et de l'état des ustensiles utilisés. S'il est possible de maintenir très propre le matériel, très peu de micro-organismes s'introduiront dans le lait. Une bonne hygiène est d'une importance majeure. En outre, le lait doit être immédiatement refroidi après la traite et être gardé au froid.

Mesures d'hygiène indispensables :

- Prévenir la contamination du lait.
- Bien réfrigérer le lait pour empêcher le développement des bactéries.

Hygiène de la traite

Il existe plusieurs causes d'infection possible pendant la traite.

Le pis d'une vache saine ne renferme que quelques bactéries. Les vaches possèdent différents mécanismes qui permettent d'éviter l'introduction des bactéries dans le lait. Pour éviter tout problème pendant la traite, il faut habituer la vache aux manipulations de traite. Lorsqu'elle sait qu'elle va être traitée, elle réagit positivement au bruit des bidons, au nettoyage du pis, etc. : elle se laisse traire plus facilement et donne plus de lait. En situation de stress et d'agitation, la vache bougera plus et donnera des coups de pied, faisant retomber de la poussière et des souillures dans le lait.

Une vache qui souffre d'une infection du pis (mastite) donne un lait contaminé contenant du pus et même parfois du sang. N'utilisez en aucun cas le lait de ces animaux. La mastite peut être prévenue en maintenant une bonne hygiène et en évitant les blessures aux trayons pendant la traite. Un pis infecté ne se remarque pas toujours à l'œil nu. En cas de mastite, il est recommandé de traire la vache fréquemment (toutes les 3 heures environ et à la main). Cela réduira le nombre de micro-organismes dans le pis. La traite, qu'elle soit mécanique ou manuelle, est souvent douloureuse en cas d'infection. L'animal donne

alors des coups de pied et risque, par voie de conséquence, de contaminer les autres vaches saines.

Les bactéries peuvent se transmettre au lait par les mains ou le pis, même lorsque les animaux sont sains. Il est donc important de nettoyer le pis avant la traite. Utilisez pour cela un linge propre et sec, de préférence un chiffon à jeter pour éviter toute contagion. Si les trayons sont très sales, il faut les laver à l'eau tiède et propre avec un linge propre et les essuyer avec un autre linge propre. Le nettoyage du pis favorise l'hygiène du lait et facilite la traite. Les cheveux et la peau peuvent être également une source d'infection.

Ne nourrissez pas les animaux avant la traite ; cela pourrait soulever beaucoup de poussière. Veillez à la propreté du sol et faites attention en balayant les excréments, la boue et les poussières. Une étable propre, bien éclairée et bien aérée sont des atouts essentiels au maintien d'une bonne hygiène. Les insectes tels que les mouches et les cafards peuvent également être des sources d'infection. Il faut essayer de les éliminer car ils sont porteurs de millions de bactéries et virus. A la traite, le lait est recueilli dans un seau ou une cuvette. Un matériel sale est la principale source d'infection du lait.

Si le récipient est mal lavé et mal séché, des bactéries se développeront dans le lait résiduel. Ces bactéries, déjà habituées au lait, se multiplieront rapidement pendant le transport et le stockage du lait. Utilisez des seaux et cuvettes à l'intérieur lisse, par exemple des seaux en métal sans raccords.

Tout le matériel de traite doit être soigneusement nettoyé avec de l'eau propre aussitôt après l'usage. Utilisez au besoin du savon ou autres désinfectants. Assurez-vous que l'eau est propre. Si vous n'en êtes pas sûr, faites-la bouillir pendant quelques minutes ou ajoutez-y un peu d'eau de Javel. Attention : après lavage, le matériel doit être déposé sans dessus dessous pour que l'intérieur puisse bien s'égoutter. Cela empêchera ainsi le développement de bactéries.

Le trayeur joue le rôle principal dans le maintien de l'hygiène pendant la production. Il/elle doit surveiller la santé de l'animal, bien choisir l'endroit de la traite et nettoyer le matériel. Il/elle doit avoir les mains propres et porter des vêtements propres. S'il/elle souffre de tuberculose, de salmonellose ou de dysenterie par exemple, le risque d'infection devient très grand et il faut se faire remplacer. C'est le cas également si le trayeur souffre de plaies ouvertes ou d'ulcères.

Hygiène pendant la conservation et la préparation

Le lait doit donc être traité aussitôt après la traite et correctement conservé pour réduire au maximum les risques de pollution.

Il est bon de passer le lait dans un filtre ou un linge propre pour enlever les grosses particules qui ont pu s'introduire dans le lait. Nettoyez ou remplacez le filtre ou linge pendant le filtrage, ou filtrez plusieurs fois. Le linge doit être soigneusement nettoyé après l'usage et mis à sécher au soleil.

Sous les conditions tropicales, le lait cru (non pasteurisé) tourne en quelques heures. Il faut donc le garder au frais, le pasteuriser rapidement et le refroidir si possible à la température de 4 °C. Le lait correctement pasteurisé et refroidi se conserve pendant plusieurs jours, même sous un climat chaud.

S'il vous est impossible d'obtenir des températures inférieures à 10°C, ne mélangez pas le lait de plusieurs traites. Même si le lait âgé est encore bon, le mélange provoquerait une accélération de la croissance bactérienne et une baisse de la qualité totale. Pour la conservation, utilisez du matériel propre. Les récipients transparents (en verre) doivent être conservés à l'obscurité car la lumière détériore la qualité du lait. Nettoyez ou désinfectez le matériel avec de l'eau propre.

Nettoyage et désinfection

Le nettoyage consiste à enlever la saleté, les restes de nourriture et les micro-organismes qui se trouvent à la surface du matériel. Les casseroles, les pots, le matériel de traite et les ustensiles doivent être

nettoyés aussitôt après l'usage. Une solution de soude (carbonate de sodium) dans de l'eau chaude est un excellent détergent. Il faut désinfecter le matériel aussitôt après l'usage pour tuer les micro-organismes nuisibles qui restent. On peut utiliser une solution de chlore telle que l'eau de Javel (hypochlorite de sodium).

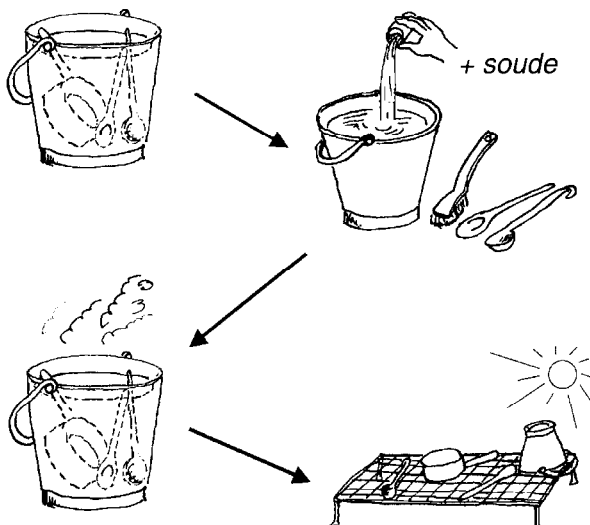


Figure 8 : Nettoyage des ustensiles.

Comment nettoyer et désinfecter le matériel :

- Nettoyez-le tout de suite après la traite pour que les résidus ne sèchent pas et n'adhèrent pas aux seaux et aux ustensiles.
- Rincez-le bien avec de l'eau.
- Nettoyez les instruments dans une solution chaude de soude (une demie cuillère à soupe de soude dans cinq litres d'eau) ; diluez la soude dans un peu d'eau avant de l'ajoutez au reste.
- Rincez le matériel soigneusement à l'eau chaude.
- Retournez sur un râtelier les seaux, pots, etc. lavés : les poussières et saletés ne pourront s'y introduire. Faites sécher le matériel pour empêcher le développement de bactéries.

Les instruments bien nettoyés sont presque stériles, à l'exception de quelques bactéries. En les conservant secs, ils seront préservés des bactéries. Il n'est alors pas nécessaire de les désinfecter.

Le matériel utilisé pour conserver le lait pasteurisé ou pour faire le fromage et qui n'est pas soumis à une température de chauffage élevée sera désinfecté après le nettoyage ou avant l'usage. Comment procéder :

- Nettoyez soigneusement tous les ustensiles. Il faut absolument nettoyer le matériel pour que la désinfection fasse effet.
- Désinfectez-le aussitôt après le nettoyage ou juste avant l'usage avec une solution de chlore ou d'eau de Javel ((2 cuillères à soupe d'eau de Javel dans 4,5 litres d'eau).

Il est recommandé d'utiliser du matériel en acier inoxydable, une toile à fromage (gaze) et des ustensiles en bois. Les ustensiles et le matériel en aluminium ne doivent pas être lavés dans une solution de soude car la soude attaque l'aluminium. Les ustensiles en fer rouillent au contact d'une solution de chlore. Rincez et séchez ces ustensiles immédiatement après les avoir nettoyés et désinfectés.

Si vous ne disposez pas de détergents, faites comme suit :

- Nettoyez soigneusement avec de l'eau propre.
- Lavez avec une solution savonneuse.
- Faites sécher les ustensiles sens dessus dessous sur une grille au soleil ou rincez-les avec de l'eau bouillante.

ATTENTION : Veillez à ne pas mélanger les détergents et les désinfectants car cela peut provoquer la formation de fumées extrêmement nocives. Les détergents et les désinfectants sont des produits chimiques qui, non dilués, risquent d'irriter la peau. Evitez tout contact direct avec ces produits. Portez si possible des gants. Comme désinfectant, n'utilisez que l'eau de Javel. Comme les détergents et les désinfectants sont des produits dangereux, ils doivent être mis sous clé dans un endroit sûr dont l'entrée n'est permise qu'à certaines personnes autorisées. Etiquetez clairement les bouteilles.

4 Méthodes de traitement

Le lait se conserve plus longtemps lorsqu'il a été traité. Vous pouvez le conserver plus longtemps si vous maîtriser le développement des micro-organismes. Les méthodes de traitement choisies déterminent la durée de conservation du lait et des laitages. Il est important de respecter les règles suivantes lors de la production, de la conservation et du traitement.

- Lavez-vous toujours bien les mains et ne touchez jamais le lait.
- Nettoyez et désinfectez tout le matériel utilisé.
- Veillez à ce qu'aucune saleté ou insecte ne s'introduise dans le lait.
- N'utilisez pas d'ustensiles en cuivre si possible (le cuivre donne un goût désagréable au beurre et au lait).
- N'exposez pas le lait à la lumière et au soleil, conservez-le dans un endroit sombre.
- Utilisez un thermomètre.
- Assurez-vous que le lait de consommation a été bouilli ou pasteurisé.
- Ne conservez jamais de lait cru (n'ayant pas été chauffé) s'il n'a pas été refroidi immédiatement à moins de 4°C.
- Ne buvez jamais de lait cru car il peut contenir des bactéries pathogéniques transportant notamment la tuberculose et la salmonelle.

Nous présentons dans ce chapitre les méthodes de traitement qui suivent :

- pasteurisation ;
- refroidissement ;
- acidification ;
- fabrication de la crème.

Le chauffage et le refroidissement sont en fait des méthodes de conservation. Pour la facilité, nous les présentons avec les méthodes de traitement.

4.1 Pasteurisation

Comme nous l'avons vu, le lait contient certains micro-organismes qui risquent de le polluer. Comme les bactéries se développent bien à des températures entre 10°C et 40°C, le lait doit être refroidi au plus vite. Sous les tropiques, cela pose souvent des problèmes car on ne dispose pas toujours d'un réfrigérateur ou d'eau froide.

La plupart des bactéries nuisibles sont détruites pendant le chauffage. La température correcte dépend de la durée de chauffage : un chauffage à basse température pendant une longue période est aussi efficace qu'un chauffage à haute température pendant une courte période.

La pasteurisation améliore l'innocuité et la durée de conservation du produit et minimise la perte de vitamines sans réellement modifier le goût. On distingue la pasteurisation basse et la pasteurisation haute (voir tableau 2). Bien que la pasteurisation haute détruise initialement plus de bactéries, le lait hautement pasteurisé se conserve souvent moins longtemps parce que la température élevée stimule la germination des spores de certaines bactéries. De plus, le lait hautement pasteurisé a plus ou moins le goût du lait bouilli. Le lait pasteurisé se conserve à 4-6 °C pendant une semaine environ, à condition qu'aucune autre contamination n'ait lieu par la suite.

Tableau 2 : Combinaison durée-température pour la pasteurisation du lait

	Durée	température	remarques
Pasteurisation basse	30 minutes	63°C	quantité > 5 litres
	3 minutes	68°C	petites quantités
	20 seconds	72°C *)	matériel industriel
Pasteurisation haute	2 minutes	82°C	
	20 seconds	85°C *)	
	*) système d'apport continu non adapté au traitement à petite échelle		

La température de stérilisation du lait dépend du produit désiré :

- La pasteurisation basse est bonne pour le lait de consommation et le fromage
- La pasteurisation haute est bonne pour le yaourt, le beurre et le kéfir.

Quand il y a pas une thermomètre à mesurer la température exacte, chauffez le lait jusqu'à le point de bouillir.

Méthodes de pasteurisation

La méthode A ci-dessous est appropriée lorsque l'on peut contrôler exactement la durée et la température. Les méthodes B et C sont plus hygiéniques, mais ne permettent pas de connaître la température exacte du lait.

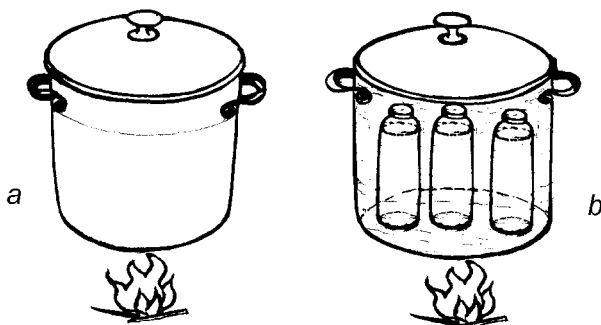


Figure 9 : a : Pasteurisation directe dans une casserole (méthode A) ; b : Pasteurisation en bouteille (méthode B).

Il faut :

- Du lait cru, une source de chaleur, une casserole à fond épais
- et à l'intérieur lisse, un thermomètre et une possibilité de refroidir le lait.
- Méthode A : une spatule en bois propre.
- Méthode B : des bocaux en verre à couvercle ou des bouteilles à bouchon, ou encore des sacs plastique et de quoi fermer hermétiquement.

Méthode A

Versez le lait dans une casserole propre et chauffez-le à 68°C en tournant constamment. Gardez le lait à cette température pendant au moins 3 minutes.

Méthode B

Nettoyez et désinfectez les bocaux à couvercle ou les bouteilles à bouchon. Remplissez-les de lait et fermez avec les couvercles/bouchons. Immergez les bocaux ou les bouteilles dans une grande casserole remplie d'eau. Chauffez-le tout à 80°C et maintenez cette température pendant au moins 10 minutes.

Si vous utilisez la méthode A, faites refroidir le lait au plus vite. La meilleure température de conservation est 4°C. Les températures nécessaires pour les produits acidifiés ou le fromage sont indiquées aux chapitres 6 et 7.

Si vous utilisez la méthode B mais qu'il vous est impossible de maintenir une température constante de 80°C, chauffez l'eau dans la casserole jusqu'à ébullition et laissez-la bouillir quelque temps. Il est important de conserver le lait pasteurisé ou bouilli à une température de 4°C. A cette température, vous pouvez le conserver pendant une semaine. Manipulez soigneusement le lait pasteurisé ou bouilli pour éviter toute nouvelle contamination.

4.2 Refroidissement

Le lait cru non refroidi se détériore en une journée. La conservation du lait à basse température réduit considérablement la croissance des bactéries. Les bactéries se développent plus lentement dans le lait froid. La meilleure température de conservation est 4°C. S'il vous est impossible d'obtenir cette température, conservez le lait dans un endroit sombre à une température aussi basse que possible. Voir tableau 3.

Versez le lait hautement pasteurisé ou bouilli dans un récipient propre (la température élevée le désinfectera). Laissez-le refroidir au plus

vite, de préférence dans une grande casserole remplie d'eau froide (que vous changerez quand elle se réchauffera). La meilleure température de conservation est 4°C. Il n'est pas efficace de faire refroidir le lait au simple contact de l'air, dans un cellier frais ou dans un réfrigérateur par exemple car la transmission du froid par l'air se fait très lentement.

Tableau 3 : Qualité du lait cru après avoir été conservé 24 h à des températures et des conditions hygiéniques différentes

Température de conservation (°C)	Conditions très hygiéniques	Conditions hygiéniques	Conditions très peu hygiéniques
4	bonne	bonne	médiocre
10	bonne	médiocre	médiocre
20	médiocre	médiocre	mauvaise
35	mauvaise	mauvaise	mauvaise

Si vous utilisez une casserole remplie d'eau froide, veillez à ce que l'eau n'entre pas dans le lait car cela risquerait de le recontaminer. Ajoutez éventuellement des glaçons à l'eau de refroidissement. Pendant le refroidissement, remuez l'eau et le lait avec deux cuillères différentes. La figure 10 montre comment refroidir du lait pasteurisé.

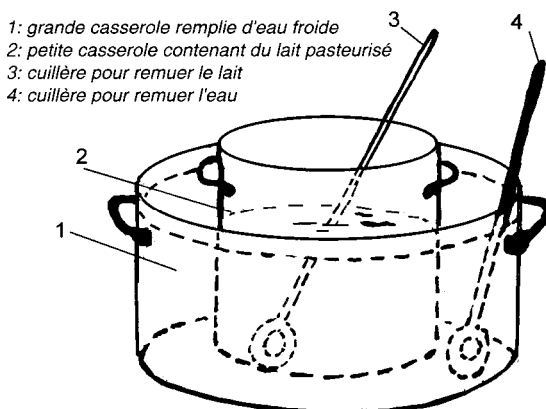


Figure 10 : Refroidissement du lait pasteurisé

Le lait correctement pasteurisé ou bouilli se conserve pendant environ une semaine à la température de 4°C. A la température de 10°C, il se détériore rapidement et à une température de 15°C ou plus, il doit être consommé le même jour (voir tableau 3).

4.3 Acidification par ajout de ferments ou d'acides

Un autre moyen d'augmenter la durée de conservation du lait est de le transformer en laitages acidifiés. Une partie du lactose est convertie en acide lactique par certaines bactéries, comme les bactéries du yaourt *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* ou la bactérie *Streptococcus Lactis* qui se développe à température ambiante.

Le lait cru frais peut être mis à acidifier spontanément, mais on ignore dans ce cas quelles bactéries sont actives. Il est préférable d'acidifier lait déjà pasteurisé au moyen d'une bactérie lactique spécifique en guise de culture de départ. La qualité et le goût du produit sont influencés par les substances produites par les diverses bactéries.

4.4 Fabrication de la crème

La crème est constituée des graisses qui flottent à la surface du lait de vache. Une couche de crème contenant 20% de graisses se forme à la surface du lait de vache laissé au repos pendant au moins une demi-journée. Elle est facile à recueillir avec une cuillère. Les laits de brebis et de chèvre donnent peu de crème. Le recueil de la crème nécessite l'utilisation d'un séparateur ou d'une écrémeuse centrifuge. Avec 10 litres de lait, on doit pouvoir obtenir 1 à 2 litres de crème.

Le lait écrémé qui reste après le retrait de la crème a encore une grande valeur nutritive car il contient presque toutes les protéines du lait. Il peut être bu ou transformé en lait fermenté ou en fromage.

La crème ou le lait aigres (fermentés) sont fabriqués par incubation de crème fraîche ou de lait frais inoculés. Cette inoculation se fait au moyen d'une culture de bactéries lactiques.

Le beurre (80% de graisses) et le babeurre sont obtenus par barattage. 100 litres de lait contenant 4% de crème donnent 20 à 30 litres de crème, qui fournira à son tour 4 kg de beurre environ. Le beurre est un produit peu demandé dans les pays tropicaux : il fond très vite à la chaleur, ne se conserve pas longtemps et coûte très cher. Le beurre et la crème sont utilisés comme produits de base pour la fabrication du beurre clarifié. Le beurre clarifié se conserve mieux que la crème et le beurre car il ne contient pratiquement pas d'humidité. C'est presque de la graisse pure.

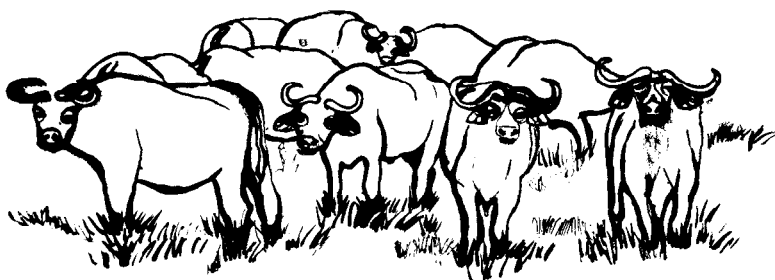


Figure 11 : Le lait de bufflesse est riche en graisses

5 Cultures

Dans les pays tropicaux, il est souvent difficile d'éviter la contamination du lait avant sa consommation. Il faut donc acidifier ou faire fermenter le lait en ajoutant des bactéries lactiques. Cet apport de bactéries s'appelle l'inoculation.

On distingue différents groupes de laits fermentés dont voici les principales différences :

- Les différentes sortes de lait : lait de vache, de chèvre, de brebis, de bufflesse, de chamelle et de jument.
- Type de flore de fermentation.
- La façon dont le lait est traité, avant ou après fermentation.

Différentes sortes de bactéries produisent différentes sortes de lait fermenté. Le yaourt, le dahi, le laban, le nono et le koumis sont tous obtenus de cette façon mais ont des goûts, des couleurs et des textures différentes.

5.1 Le développement des bactéries lactiques

La croissance présente un enchaînement de phases : (a) adaptation, (b) multiplication rapide, (c) stabilisation et (d) affaiblissement (voir figure 12).

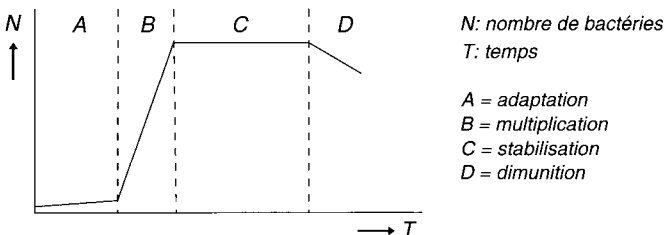


Figure 12 : Développement des bactéries (acide lactique)

Le lait commence à fermenter après inoculation bactérienne. Le cycle de fermentation dure au total un à deux jours. Au cours de cette période, les bactéries se développent en quatre phases.

Phase d'adaptation

Pendant cette période, les bactéries sont relativement peu nombreuses et doivent s'adapter à leur nouvel environnement. Leur multiplication est encore très lente. La durée de cette période dépend du type de bactéries, de leur qualité, de la température du lait et d'éventuels facteurs inhibant la croissance.

Phase de multiplication rapide

Une fois adaptées à leur nouvel environnement, les bactéries se multiplient rapidement et commencent à transformer le lactose en acide lactique. Le lait s'épaissit suite à la coagulation des protéines et il prend une saveur aigre.

Phase de stabilisation

Pendant cette période, le nombre de bactéries reste constant parce qu'elles ne peuvent se développer dans le lait fermenté.

Phase d'affaiblissement

Suite à l'épuisement de la source alimentaire et à la production d'acide lactique, les bactéries deviennent inactives et finissent par mourir.

Remarque : La baisse progressive de l'activité bactérienne explique pourquoi il ne faut pas attendre trop longtemps avant d'incorporer au lait frais une partie de la culture (inoculation) :

5.2 Production de cultures de bactéries lactiques

On peut se procurer des cultures de bactéries lactiques auprès d'entreprises, de laboratoires ou d'entreprises laitières. La plupart des cultures de départ provenant de laboratoires et d'entreprises

spécialisées sont congelées-séchées (en poudre) ; celles des entreprises laitières sont généralement fraîches (liquides).

S'il vous est difficile de vous procurer une culture de départ, c'est à vous de la cultiver et de la conserver. Ainsi vous n'aurez pas à acheter une culture de départ fraîche chaque fois que vous voulez faire du fromage ou un laitage acidifié. Si le lait cru frais est conservé à température ambiante, les bactéries (dont les bactéries lactiques) vont se développer, le lait va s'acidifier et cailler. Les bactéries lactiques ainsi développées peuvent servir à la fermentation du produit ; voir paragraphe 5.5.

Comme l'acidification spontanée permet aussi la formation de micro-organismes nuisibles pouvant contaminer le lait, il est préférable d'utiliser une culture de départ vendue dans le commerce. Si l'on fabrique des laitages en petites quantités, la culture de départ peut être un peu de yaourt, de petit-lait ou de babeurre acide. L'expérience montre que l'utilisation d'une culture de départ donne un produit meilleur et plus uniforme que lorsque le lait est acidifié spontanément. Il est difficile de conserver la culture de départ fraîche et active, surtout sous des conditions tropicales et lorsque les ressources sont limitées. La préparation de la culture exige une bonne hygiène et des températures adéquates.

Chaque produit, par exemple le yaourt et le fromage, requiert une culture de départ différente. Si vous pouvez vous procurer une culture en poudre, suivez bien les indications inscrites sur l'emballage. Après ouverture de l'emballage, les bactéries ne survivent pas longtemps, en tout cas pas plus de 6 mois.

5.3 Préparation d'une culture de départ

Pour fabriquer une culture de départ, il faut :

- du lait frais ;
- un thermomètre ;
- une source de chaleur ;

- une casserole de taille normale (1 à 2 litres) avec couvercle ;
- une culture de départ fraîche ou en poudre ;
- un endroit à température élevée constante (par exemple une boîte isotherme) ;
- une cuillère ou une petite mesure ;
- des pots en verre se fermant bien.

Vous pouvez stériliser le matériel en trempant les cuillères, louches et couvercles dans de l'eau bouillante pendant au moins 5 minutes.

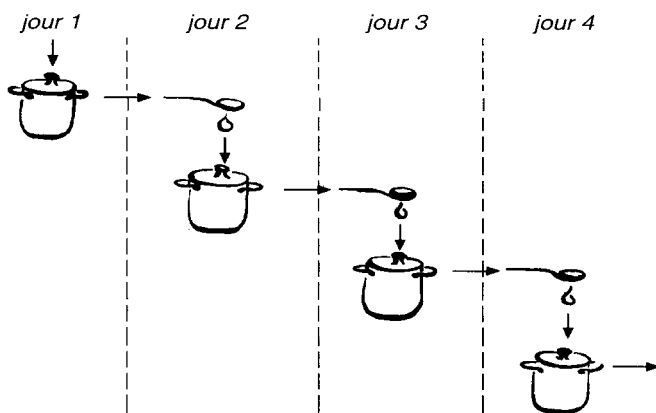


Figure 13 : La fabrication de la première culture.

Le lait utilisé pour la production de la culture doit être traité dans des conditions très hygiéniques. On peut utiliser comme base le lait entier ou le lait écrémé. Comme les graisses du lait n'apportent rien, il est préférable de commencer par retirer la crème. Faites bouillir le lait (écrémé) pendant au moins 5 minutes dans une casserole. Versez le dans un pot propre (n'utilisez que des pots en verre) fermant correctement. La poterie normale étant poreuse et difficile à nettoyer, elle est une source d'infection bactérienne. Faites refroidir le lait à la température de fermentation indiquée dans le mode d'emploi sur l'emballage de la culture.

La fabrication de la première culture nécessite l'utilisation d'une poudre achetée dans le commerce ou une culture liquide fraîche et active. Si vous utilisez une poudre : mélangez-la à une petite quantité de lait jusqu'à obtenir une pâte bien lisse (tout ce qui entre en contact avec la pâte de départ doit avoir été bouilli). Rajoutez du lait froid préalablement bouilli (suivez le mode d'emploi sur l'emballage) et laissez le mélange reposer à la température indiquée. Les cultures sèches sont généralement plus faibles que les cultures fraîches. Mieux vaut donc les inoculer une deuxième fois et les incuber à nouveau avant de les utiliser pour la fabrication d'autres produits (voir figure 13).

En cas de culture liquide fraîche, ajoutez 1 à 3% de cette culture dans le lait pour l'inoculer. Pour les cultures en poudre, suivez les instructions fournies sur l'emballage. Le lait inoculé doit être incubé quelque temps à une certaine température (20 à 24 heures à une température de 18-20°C). Les bactéries ont ainsi le temps de se multiplier et le lait de fermenter.

Des produits différents comme le fromage et le yaourt requièrent aussi différentes cultures de départ. L'incubation du yaourt dure beaucoup moins longtemps, de 3 à 6 heures pour des températures de respectivement 45 et 38°C.

Les bactéries commencent à croître dès que la culture est mélangée au lait. Il faut alors maintenir la température constante. Il y a plusieurs façons de maintenir la culture à la température désirée : on peut verser le lait chaud dans une bouteille thermos ou utiliser une boîte isotherme contenant un récipient rempli du lait en fermentation. On peut aussi recouvrir la casserole fermée d'une couverture ou placer le pot fermé sous les couvertures du lit.

Une fois la culture fermentée, elle peut être utilisée pour faire des laitages fermentés et du fromage.

5.4 Maintien d'une culture de départ

Le maintien de la culture nécessite son transfert quotidien dans du lait fraîchement bouilli et refroidi, écrémé éventuellement. Cette manipulation empêche les bactéries de trop s'affaiblir et de perdre de leur efficacité. Une partie de la culture existante sert à inoculer le lait frais qui est à son tour fermenté pour devenir la nouvelle « culture mère ». Le reste de la culture originale sert à faire des produits comme le yaourt, le fromage et le babeurre. Un ajout de 1 à 3 % de culture au lait est suffisant. Après incubation il faut faire refroidir le lait en le mettant par exemple dans le réfrigérateur où il incubera à nouveau pendant 20 à 24 heures. Si vous disposez d'un réfrigérateur, vous pouvez faire l'inoculation une fois par semaine mais il vaut mieux rafraîchir la culture deux fois par semaine. La culture mère doit être refroidie.

Si toute la culture n'est pas utilisée immédiatement, le reste peut être conservé dans un endroit froid (réfrigérateur) pendant une semaine. Après un usage trop répété, elle s'affaiblit et sa qualité baisse. Elle perd son goût acide et frais. Si vous constatez après quelque temps une baisse de l'activité de la culture, utilisez une nouvelle culture fraîche.

En règle générale, la culture est bonne à jeter s'il faut plus de 10 heures pour faire du yaourt à 40-45 °C ou plus de 30 heures pour que le lait s'acidifie après l'ajout de la culture (à une température de 20°C). Si la fermentation est lente et si le coagulé est peu épais et a perdu son goût frais, vous pouvez être sûr que les bactéries ne sont plus très actives.

Au lieu d'utiliser du lait de culture, on peut utiliser du lait en poudre. Il faut absolument dissoudre la poudre de lait dans de l'eau potable ayant bouilli. Au lieu d'une culture, on peut utiliser une petite quantité d'un produit frais (yaourt, lait acide ou babeurre) récemment fabriqué mais cette méthode n'est pas très sûre. Le moyen le plus sûr - mais, hélas, le plus coûteux - est d'utiliser chaque fois une nouvelle culture de

départ, surtout quand on ne fait pas de laitages acides régulièrement (pas tous les mois). Cela évite l'inoculation quotidienne.

5.5 Comment préparer soi-même une culture

Lorsqu'il est trop difficile de se procurer des cultures de départ, vous pouvez fabriquer vous-même de simples cultures d'acide lactique à partir du lait cru (voir figure 12). Conservez le lait cru à la température ambiante jusqu'à ce qu'il ait développé assez d'acide pour cailler : laissez par exemple 1 litre de lait frais cru pendant 24 à 48 heures à une température de 20 à 30 °C.

Faites bouillir une seconde quantité de lait que vous laissez refroidir à la température à laquelle le lait fermente habituellement au cours du processus de production. Ecumez (et jetez) la couche supérieure du lait acidifié spontanément à l'aide d'une cuillère ou d'une louche (pour enlever les micro-organismes qui adhèrent aux globules de graisse). Ajoutez au lait bouilli une petite quantité (2-5%) de ce lait acidifié (appelé inoculum) et mélangez soigneusement.

Après 24 heures d'incubation à la température ambiante, utilisez un peu du lait acidifié (1-2%) restant pour inoculer du lait frais bouilli à une température d'environ 20°C (voir figure 14). Répétez l'opération quotidiennement pendant une semaine.

La fermentation prend place dans une bouteille fermée avec un bouchon désinfecté ou dans un pot hermétiquement fermé. Isolement et production d'une culture de départ simple ; la culture finale peut être utilisée pour une inoculation à 1-3%. Et ainsi de suite. Il est d'importance cruciale que tous les ustensiles et instruments utilisés (pots, cuillères, etc.) soient propres et désinfectés. Évitez la contamination après la désinfection !

Après cette période de mise en culture, le lait aigre peut être utilisé comme culture de départ car les bactéries lactiques auront supplanté presque toutes les autres bactéries.

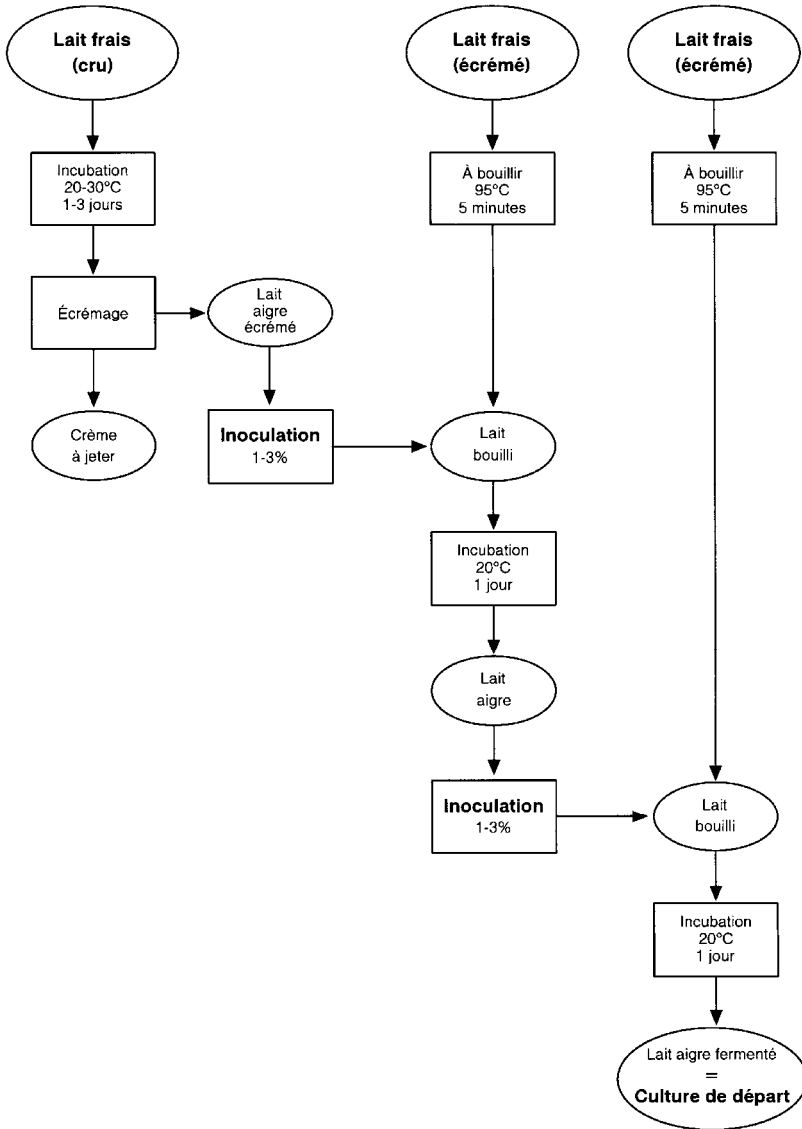


Figure 14 : Isolement et production d'une culture de départ simple ; la culture finale peut être utilisée pour une inoculation à 1-3%. Et ainsi de suite.

Certains problèmes de fermentation peuvent être dus aux causes suivantes :

- Le lait contient des antibiotiques comme la pénicilline (si la vache a été traitée aux antibiotiques).
- Le lait a été contaminé par du peroxyde d'hydrogène ou des désinfectants qui ralentissent la fermentation.
- La température d'incubation du lait est trop basse (inférieure à 18°C).
- La température du lait au moment de l'inoculation était trop élevée (environ 40°C).

6 Recettes

Le schéma 15 donne un aperçu des différents produits laitiers dérivés du lait.

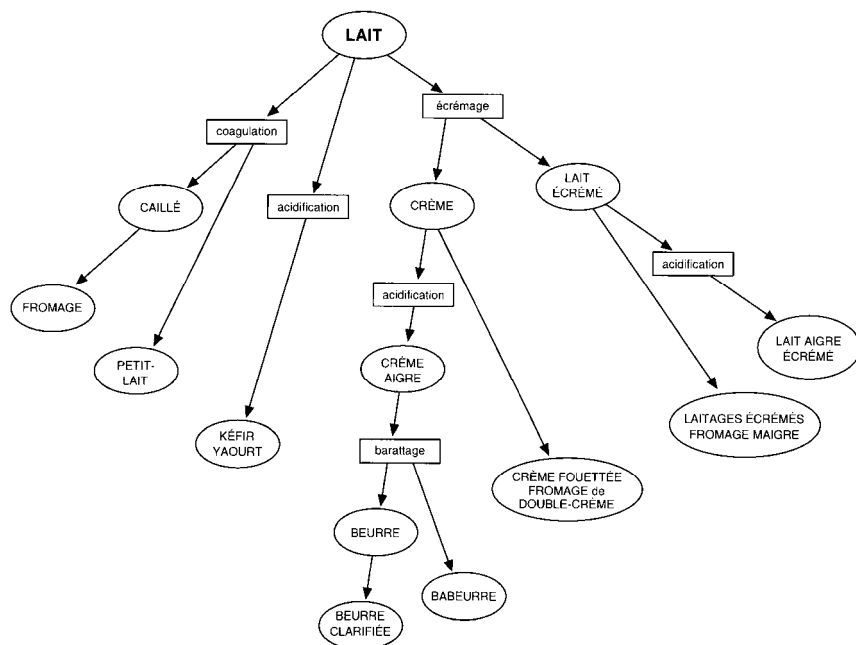


Figure 15 : Transformation du lait en produits laitiers

Chaque recette présentée dans ce chapitre est précédée de la liste des ingrédients et du matériel nécessaires. On décrit ensuite comment procéder. Le succès dépend beaucoup des circonstances et il ne faut pas vous décourager si vous ne réussissez pas du premier coup. Il faut essayer et adapter les recettes en fonction.

La plupart des recettes de laitages utilisent plusieurs méthodes de conservation (refroidissement, chauffage, séchage, acidification, salage). Les différentes sortes de lait donnent des résultats différents.

Toutes les casseroles et tous les récipients et ustensiles utilisés doivent être très soigneusement désinfectés (voir chapitre 3).

6.1 Fabrication de la crème

Il faut : du lait cru non bouilli et une source de chaleur.

Méthode A

Après 24 heures environ à basse température (4-12°C), la crème peut être recueillie à l'aide d'une cuillère ou d'une soucoupe. Voir tableau 14. La première méthode est intéressante car la crème monte d'elle-même et reste à la surface du lait. Cette crème contient la plupart des graisses du lait. Il n'y a que le lait de vache qui donne facilement de la crème de cette façon. Les autres sortes de lait nécessitent l'utilisation d'un séparateur à main (centrifuge) pour séparer la crème du lait.

Méthode B

Nécessaire : un séparateur à main (centrifuge), deux grands bols.

Chauffez doucement le lait un peu au-dessus de 40°C et versez-le dans le bol supérieur du séparateur. Il est important de tourner la poignée à une vitesse constante. Après la séparation, la crème et le lait écrémé sont pasteurisés.

Grâce à l'utilisation d'un séparateur on obtient plus de crème et du lait écrémé moins gras. L'inconvénient est que le séparateur (et les cylindres) doit être soigneusement nettoyé et désinfecté, ce qui prend beaucoup de temps. Le séparateur à main est un appareil compliqué. N'achetez jamais un séparateur d'occasion sans avoir vérifié son fonctionnement. Il peut être abîmé ou nécessiter des pièces de rechange introuvables.

La crème se conserve pendant quelques jours si elle a été pasteurisée. Elle peut aussi être utilisée dans la préparation de nombreuses recettes et en particulier pour la fabrication du beurre. Le lait écrémé qui reste après le retrait de la crème est encore riche en nutriments (protéines,

graisses, sucres de lait) et peut être utilisé pour la consommation ou la fabrication du lait aigre ou du fromage maigre.

6.2 Crème aigre

Il faut :

- de la crème fraîche ;
- une casserole ;
- un thermomètre ;
- une spatule métallique ou en bois ;
- une culture de départ ou du lait frais fermenté.

Après pasteurisation à 18°C, refroidissez la crème. Ajoutez à un litre de lait 10 à 30 ml (1 à 3%, l'équivalent d'1 à 2 cuillères à soupe) de lait aigre ou d'une culture tout en remuant. Laissez le mélange s'acidifier à une température entre 16 et 18°C et remuez-le quelques heures pour que la maturation soit égale. Après 24 heures, la crème est assez acide et prête à la consommation.

6.3 Beurre

Il faut :

- de la crème, de la crème aigre ou du lait aigre ;
- une source de chaleur ;
- une casserole ;
- un thermomètre ;
- de l'eau froide ;
- du lait aigre ou une culture de départ ;
- un récipient pour le barattage ;
- une passoire ;
- un bol ;
- un plateau à malaxer ;
- des cuillères en bois ;
- du sel fin, si disponible (facultatif) ;
- du matériel d'emballage (papier sulfurisé) ou un pot ;
- de l'eau propre.

Le beurre est le résultat du barattage de l'un des produits suivants : de la crème, de la crème aigre ou du lait aigre. Si le lait disponible est en quantité trop petite pour écumer la crème, il peut être acidifié et baratté dans son entièreté (à condition que le taux de graisse soit assez important, dans les 4% environ). Barattez de préférence la crème au lieu du lait.

La fabrication du beurre à partir de crème n'est possible que si la production et la manipulation du lait, de la crème et du beurre se déroulent de façon très hygiénique. Il faut aussi que la crème, une fois pasteurisée, soit entreposée pendant au moins 12 heures à une température inférieure à 12°C.

Chauffage et acidification

Chauffez le lait ou la crème à 85 °C. Faites refroidir au plus vite sous l'eau courante froide jusqu'à 18°C (utilisez un thermomètre) (voir figure 8).

Ajoutez 10 à 30 ml (1 à 2 cuillères à soupe) de lait frais aigre fermenté ou d'une culture de départ à un litre de lait ou de crème. Remuez. Après 24 heures environ à 16-18°C, le mélange est assez épais et acide pour être baratté.

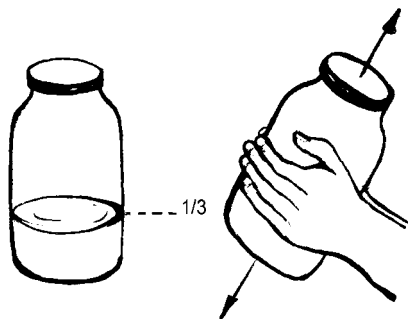
Barattage

Le barattage permet le mélange intensif de la crème (du lait aigre ou de la crème aigre) et de l'aérer. Ce procédé provoque la coagulation des particules de graisse et donne du beurre et du babeurre.

La manière la plus simple de faire du beurre à partir de petites quantités de lait est d'utiliser une bouteille ou un récipient hermétiquement fermé ou un simple bol et un batteur. Si l'on dispose de grandes quantités de lait, l'achat d'une vraie baratte est à envisager. Il existe différents types de baratte.

La baratte la plus courante sous les tropiques est un instrument très simple. Pratique et bon marché, cette baratte familiale est constituée

d'un pot en verre muni d'un couvercle à pas de vis sur lequel est fixée une palette. La palette peut être tournée à la main. Cependant, cette baratte est difficile à nettoyer. Il faut la passer à l'eau avant l'usage pour empêcher le beurre de coller aux parois.



Remplissez au plus un tiers de la baratte avec du lait aigre ou de la crème aigre. Barattez d'un mouvement régulier, vertical ou horizontal. Cessez l'opération lorsque les particules de beurre atteignent la taille de grains de riz ou de pois et que le babeurre prend une consistance suffisamment aqueuse. Si après 30 minutes aucun grain ne s'est encore formé, changez la température en ajoutant un peu d'eau froide ou chaude propre. (Voir également les remarques à la fin de ce chapitre) La quantité d'eau ajoutée ne doit jamais dépasser 25% de la quantité totale de crème ou de lait baratté.

Plus légères que le babeurre, les particules de beurre flottent à la surface. Pour faciliter la séparation des deux produits, versez le babeurre au travers d'une passoire à gros trous. N'ajoutez pas trop d'eau, car le babeurre ne doit pas être trop clair.

Lavage

Il n'est pas nécessaire de laver les particules de beurre. Cependant, la qualité du beurre profitera largement d'un lavage dans une eau très propre. Le lavage peut se faire de deux façons :

- 1 Remplissez la baratte au 2/5ème avec de l'eau froide propre. Lavez le beurre en le barattant pendant 3 minutes environ. Répétez l'opération au besoin. Le babeurre resté sur les particules de beurre est ainsi enlevé. Il faut en enlever le plus possible car le beurre bien lavé se conserve mieux. Après le lavage, écumez les particules de beurre ou filtrez le babeurre.

2 Si vous disposez de petites quantités, les particules de beurre peuvent être lavées dans une passoire. Placez la passoire au-dessus d'un récipient et versez-y le mélange. Pendant le barattage veillez à ce que le beurre ne forme pas une grosse motte difficile à laver le cas échéant.

Salage (si souhaité)

Le salage n'est pas nécessaire à la conservation du beurre mais de nombreuses personnes apprécient le goût du beurre salé. Le beurre peut être légèrement salé (au goût) en malaxant 10 g de sel environ par kilo de beurre. Remalaxez le beurre le lendemain pour permettre aux grains de sel de bien se dissoudre.

Malaxage

Le malaxage du beurre est important pour obtenir un beau produit bien lisse. Il permet d'étaler l'humidité et d'améliorer la qualité et la durée de conservation du beurre, à condition que le malaxage se fasse de façon hygiénique.

Utilisez une planche à malaxer propre et bien rincée. Malaxez le beurre avec le dos de deux cuillères en bois jusqu'à ce que plus aucune goutte d'eau et de babeurre n'en sorte et que sa surface soit bien lisse. Retirez les gouttes de babeurre. Au lieu d'une cuillère en bois, on peut utiliser un rouleau ou une bouteille humide. Vous pouvez aussi simplement malaxer avec les mains (propres).

Conservation

Le beurre doit être conservé dans un endroit sombre et frais. Mettez-le dans un pot ou enveloppez-le dans une feuille de papier sulfurisé ou d'aluminium. Après une ou deux semaines, il se peut que le beurre se couvre de moisissures. On peut éviter cela en partie en saupoudrant sa surface avec du sel ou en enveloppant bien le beurre, les moisissures ne se formant qu'en présence d'oxygène.

Le beurre peut également être congelé. Comme il rancit rapidement une fois décongelé, il est recommandé de le couper en petites portions avant de le congeler. Le beurre salé est moins adapté à la congélation.

Remarques

Un lait acidifié spontanément mais ayant conservé un bon goût et un bon arôme peut encore être baratté.

La durée du barattage varie de 5 à 60 minutes selon certains facteurs, tels que :

- la sorte d'animal laitier ;
- le taux de graisse de la crème ;
- le traitement de la crème ; il faut laisser à la crème le temps (au moins 12 heures à 10-18°C) de cristalliser une partie des graisses avant de la baratter ;
- la nourriture consommée par l'animal qui influence la cristallisation (= point de fusion) des graisses ;
- la température pendant le barattage.

Ce dernier aspect dépend également du point de fusion des graisses. Si la crème est trop froide, les particules de graisse ont du mal à s'agglutiner et le barattage prend plus de temps. Si la crème est trop chaude, le barattage est rapide mais les particules de graisse ne s'agglutinent pas non plus et le malaxage est impossible. La température de barattage doit être de 15 à 20°C.

Le beurre a une durée de conservation limitée. Il peut moisir ou rancir. Un déplaisant goût de fromage peut se développer suite à la détérioration des protéines. On peut choisir de faire du beurre clarifié (voir ci-dessous) qui se conserve plus longtemps que le beurre. Le beurre clarifié s'obtient en retirant du beurre les dernières gouttes d'eau par évaporation après réchauffement, ou en faisant fondre le beurre et en l'égouttant pour séparer l'eau des graisses.

6.4 Babeurre et lait aigre

Le babeurre est un produit secondaire de la fabrication du beurre. Son goût est plus ou moins acide en fonction de l'acidité de la crème ou du lait utilisé pour la fabrication du beurre et en fonction du degré d'acidification après barattage.

Il est également possible de faire du babeurre acidifié avec du lait complet ou écrémé, en l'inoculant avec du lait aigre et en le faisant fermenter pendant une journée.

Pour le lait aigre, il faut : du lait frais (écrémé) ; une source de chaleur ; une cuillère en bois ; du lait frais fermenté, du babeurre ou une culture de départ au choix ; une casserole à fond épais et un thermomètre.

Chauffez le lait entier ou écrémé jusqu'à ébullition en remuant constamment. Refroidissez-le jusqu'à 18-20°C, par exemple dans une grande casserole remplie d'eau froide. Ajoutez 10-30 ml de lait aigre ou de babeurre ou d'une culture de départ par litre de lait (1%). Laissez reposer pendant 18-24 heures à une température ambiante de 18-20 °C. Au-delà de cette température, la fermentation se fera plus rapidement. Le lait aigre est alors prêt. Conservez-le dans un endroit frais (dans un cellier ou un réfrigérateur) afin de le conserver pendant plusieurs jours.

6.5 Beurre clarifiée (ghee)

Il faut :

- du beurre ;
- une source de chaleur ;
- une casserole ;
- une spatule métallique.

Chauffez le beurre jusqu'à séparation de l'eau et de la graisse ; la graisse remonte à la surface. Il existe deux méthodes pour enlever l'eau :

- En continuant à chauffer jusqu'à évaporation de l'eau.
- En enlevant la couche de graisse avec une cuillère. Chauffez à nouveau cette graisse. Enlevez régulièrement la crème qui se forme, de préférence avec une écumoire. La couleur du beurre clarifié varie de presque blanc à brun foncé. Il peut avoir un goût un peu rance mais non un goût de brûlé. Dans ce cas, il doit être jeté.

6.6 Koa

Le koa (ou khoa) est une sorte de lait concentré. Pour le préparer, il vous faut :

- lait frais (non bouilli) entier ou écrémé ;
- une source de chaleur ;
- une casserole en fer propre, large, peu profonde à fond plat et épais ;
- un instrument métallique plat et propre (spatule à crêpes) pour remuer.

Remplissez la casserole à 30-50% de sa capacité. Amenez le lait à ébullition en remuant constamment. L'eau s'évapore et le lait atteint une certaine viscosité : il s'épaissit. Tournez en veillant à bien racler les parois de la casserole. Retirez du feu lorsque la pâte obtenue colle aux parois de la casserole même si l'on tourne. Faites descendre la température en dessous de 20°C. A ce stade, le contenu en eau ne doit plus être que d'environ 40% de ce qu'il était. Retirez le morceau de koa de la casserole, posez-le sur une surface froide et aplatissez-le. Une fois refroidi, le koa est ferme et peut être coupé en cubes. Il a une douce saveur de noix. Le koa se conserve seulement pendant 2 à 5 jours.

La préparation du koa prend beaucoup de temps (quelques heures) et nécessite beaucoup de combustible. En outre, un litre de lait ne produit que 0,4 litres de koa.

6.7 Rabi

Le rabi est du lait concentré sucré. On ajoute de temps en temps du sucre au lait pendant la concentration. Pour le préparer, il vous faut :

- du lait (non bouilli) ;
- une source de chaleur ;
- une casserole en fer propre, large, peu profonde à fond épais ;
- une surface métallique plate ;
- du sucre ;
- une balance.

Ajoutez du sucre au lait qui chauffe (300 g maximum par litre de lait) et suivez le même procédé que pour le koa. On retrouve souvent des morceaux de sucre dans le produit fini.

6.8 Yaourt

Le yaourt est le produit de l'acidification du lait par certaines bactéries lactiques se développant à des températures bien supérieures à la température de la pièce : 37 –45°C. Il faut d'abord chauffer le lait à 85°C ou plus. Une température de pasteurisation élevée (supérieure à 72°C) permet d'obtenir un produit final de meilleure consistance. Après l'acidification du lait, on peut utiliser le yaourt obtenu pour faire du yaourt plus frais en l'ajoutant à du lait frais.

Recette de base pour yaourt

Il vous faut :

- du lait cru frais ;
- une source de chaleur ;
- une casserole ;
- une source de refroidissement (grand récipient rempli d'eau froide) ;
- une cuillère ;
- un thermomètre ;
- une culture de départ pour yaourt ou un peu de yaourt frais ;
- une bouteille thermos ou une boîte couverte d'une couverture ;
- un endroit froid (réfrigérateur ou cellier).



Chauffez le lait à 85°C ou à son point d'ébullition et maintenez cette température pendant 3 minutes. Refroidissez-le à 45°C. Ajoutez 2 cuillères à soupe (30 ml) de yaourt par litre de lait ;le yaourt ne doit pas dater de plus de 2 jours. Si le yaourt est frais, vous pouvez utiliser une culture de départ pour yaourt. Mélangez le lait et la culture et laissez-le fermenter. Le temps nécessaire dépend de la température. A titre indicatif : à 40-45 °C, il faut de 3 à 6 heures ; à 35-37 °C, de 20 à 15 heures ; à 30°C °C, 24 heures environ.

La température idéale pour obtenir un yaourt à la saveur agréable et de consistance ferme est 40-45°C. Il est impossible de fabriquer du yaourt à des températures inférieures à 30°C ou supérieures à 50°C. La bonne température peut être maintenue en mettant le récipient dans une boîte isotherme ou en le couvrant d'une couverture. Le yaourt est prêt pour la consommation lorsque la période d'incubation est terminée. Le yaourt se conserve au froid pendant une semaine

Usage d'une bouteille thermos

Chauffez le lait à 85°C puis refroidissez-le à 45°C. Versez 90% du lait dans une bouteille thermos bien rincée avec de l'eau chaude. Mélangez au lait restant 1 à 2 cuillères à soupe de yaourt fraîchement préparé (ou de culture de yaourt) et ajoutez-le dans la bouteille thermos. Fermez bien la bouteille et laissez reposer pendant 3 à 6 heures. Retirez le yaourt du thermos et conservez-le dans un endroit froid. Le yaourt de lait de brebis est trop épais pour être fait en bouteille thermos.

Yaourt fait avec du lait en poudre

Reconstituez le lait à partir du lait en poudre selon les doses indiquées sur l'emballage en ajoutant 10 à 15% de poudre en plus. Diluez le lait en poudre dans de l'eau, faites bouillir puis faites refroidir en dessous de 45°C.

Incorporez 1 à 3 cuillères à soupe de yaourt frais ou de culture de yaourt par litre de lait. Couvrez la casserole et placez-la dans un endroit chaud et isolé. Après 3 à 6 heures, le yaourt (ferme et concentré) est prêt à la consommation.

Remarques

Pour faire du yaourt, il faut utiliser de préférence du lait frais mais on peut aussi utiliser du lait en poudre. Le lait stérilisé donne un yaourt plus fin que le lait pasteurisé. Après l'incubation, le refroidissement est souhaitable, si possible en dessous de 10 °C, pour arrêter l'acidification (le goût reste bon). Les bactéries restent viables et le yaourt peut être utilisé pour inoculer du lait frais.

Veillez à ce que le lait s'acidifie le plus vite possible, de préférence à 40-45°C plutôt qu'à 30°C. Les bactéries nuisibles se développent moins si la période de fermentation est plus courte. On obtient un yaourt plus épais en ajoutant 2 ou 3 cuillères à soupe de lait en poudre par litre de lait avant le chauffage à 85°C.

Il est déconseillé d'utiliser comme culture de départ des yaourts aux fruits achetés dans le commerce car ils contiennent de nombreux additifs. On peut utiliser du yaourt nature acheté dans le commerce s'il n'est pas trop vieux. Le yaourt stérilisé ne convient pas car toutes les bactéries ont été détruites. Si on utilise comme culture du yaourt emballé dans du carton ou en pot, il faut d'abord en retirer la couche supérieure et prendre le yaourt du milieu : les bactéries y sont plus diverses et plus actives. Remuez le moins possible pour éviter le risque d'introduire des bactéries nuisibles.

6.9 Kéfir

Comme le yaourt, le kéfir est un laitage traditionnel des tribus nomades des régions froides du Caucase. La fabrication du kéfir produit de l'acide, du gaz et un peu d'alcool. Comme le lait aigre et le babeurre, le kéfir a un goût spécial, différent de celui du yaourt. Il est fait avec une "plante à yaourt". Ce nom est trompeur car ce n'est pas une vraie plante et cela n'a rien à voir avec le yaourt.

C'est en fait un amalgame en forme de chou-fleur de cristaux crayeux et de micro-organismes tels que les levures et les bactéries. Les levures produisent de l'alcool et du gaz et les bactéries transforment le lactose en acide lactique. Vous pouvez vous procurer un peu de culture de kéfir auprès de quelqu'un qui en fait régulièrement. Sinon, achetez sur le marché local quelques grains de kéfir séchés. Pour le préparer, il vous faut : du lait cru frais, une casserole, une source de chaleur, un thermomètre, un récipient propre, une bouteille à goulot large, une bouteille fermant hermétiquement, des grains de kéfir ou une "plante à yaourt", un tamis, une source de refroidissement, de l'eau propre, un torchon, un endroit froid pour le conserver.

Faites bouillir le lait et versez-le dans une bouteille soigneusement lavée et rincée à l'eau chaude. Ne remplissez pas complètement la bouteille et laissez le lait refroidir jusqu'à 20°C. Utilisez un thermomètre. Ajoutez par demi-litre de lait une cuillère à soupe de grains de kéfir trempés dans l'eau. Ne fermez pas complètement la bouteille de façon à ce que le gaz puisse s'échapper. Vous pouvez utiliser une plante à yaourt fraîche à la place des grains trempés. Maintenez la bouteille à une température de 16 à 18°C. Après 24 heures, le lait a légèrement épaissi et fait de la mousse : c'est le kéfir. Tamisez le kéfir et utilisez les grains (nettoyés à l'eau propre) qui restent dans le tamis pour refaire du kéfir frais. Le kéfir est prêt à la consommation ou peut encore mûrir pendant quelques jours pour avoir plus de saveur.



Figure 17 : Le kéfir est une boisson épaisse, crémeuse, mousseuse, au goût et à l'arôme acides

Maturation du kéfir

Le kéfir peut être laissé à mûrir pour donner lieu à la fermentation. Cette opération est essentielle pour obtenir les qualités caractéristiques du produit. Versez le lait dans une bouteille bien propre qui se ferme ou dans une bouteille à capsule fixe. Ne la remplissez pas plus qu'aux trois quarts, car du gaz se forme pendant la maturation. Maintenez la bouteille à environ 15 °C pendant 3 jours maximum. Vers la fin de la maturation, le petit-lait se sépare et peut être réincorporé en mélangeant et agitant la bouteille. Le produit fini est une boisson épaisse, crémeuse, mousseuse, au goût et à l'arôme acides, provenant du dioxyde de carbone produit. Si vous laissez mûrir le kéfir pendant plus de 3 jours, le lait risque de cailler et la boisson sera trop acide. La température et la durée de maturation sont importantes car elles déterminent le goût du produit. Le kéfir se conserve pendant quelques jours au réfrigérateur ou dans un cellier.

Conservation des grains de kéfir

Si vous arrêtez quelque temps la production de kéfir, faites sécher les grains de kéfir comme suit : mettez-les dans une passoire et rincez-les soigneusement avec de l'eau propre pour enlever tous les restes de lait. Déposez-les dans un torchon propre et laissez-les sécher dans un endroit propre, mais pas au soleil, jusqu'à ce que les grains soient recroquevillés. Vous pouvez alors les conserver dans une bouteille fermée dans un endroit froid pendant 12 à 18 mois. Les grains rincés peuvent se conserver au congélateur.

On peut aussi les conserver dans un pot rempli d'eau à 4°C mais ils deviennent alors inactifs après 8 à 10 jours.

Remarques

Le risque d'échec est plus grand avec le kéfir qu'avec le yaourt. Le produit fini peut non seulement avoir un mauvais goût mais aussi être nocif. La production d'un bon kéfir demande une hygiène rigoureuse. Veillez aussi à ne pas travailler à des températures trop élevées.

La durée de conservation du kéfir est la même que celle du yaourt et du babeurre : sa qualité peut baisser rapidement s'il est conservé trop longtemps. Les produits acides se conservent à 5°C pendant environ 10 jours et à 10 °C pendant 3 jours. 20°C est une température trop élevée.

Le kéfir peut avoir un goût trop acide ou un goût de levure suite à un mauvais équilibre entre l'activité de la bactérie et celle des levures. Quand l'hygiène est insuffisante, la détérioration des protéines par des bactéries nuisibles peut donner un goût d'ammoniaque ou de poisson.

Koumiss

Le koumiss est une boisson acide semblable au kéfir. Elle est fabriquée à partir du lait de jument.

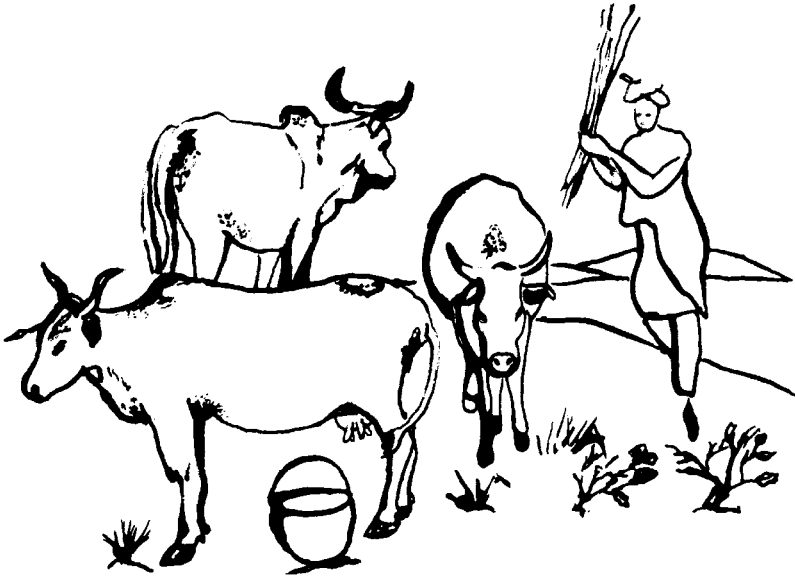


Figure 18 : Le lait de vache représente 91% de la production mondiale de lait

7 Le fromage

Le fromage est un produit connu depuis de nombreux siècles. Toutes les matières nutritives du lait ou presque sont concentrées dans le fromage (voir tableau 4).

Les variétés de fromage sont extrêmement nombreuses et de composition variée. L'on distingue grossièrement les fromages frais des fromages à pâte cuite et les fromages à pâte molle des fromages à pâte dure. Les fromages frais peuvent être consommés immédiatement après la fabrication. Les fromages affinés en revanche doivent être conservés après fabrication pour obtenir le goût et la texture désirés. Les fromages à pâte molle contiennent plus d'eau que les fromages à pâte sèche ; le fromage sec (ou demi-sec) possède généralement une croûte propre et sèche. Les fromages à pâte molle ou sèche peuvent être mis à maturation pendant plusieurs semaines voire plusieurs années.

Tableau 4 : Composition approximative du lait et de quelques sortes de fromage

Produit	Contenu (en % du poids) de			
	eau	graisses	Protéines	Sel (chlorure de sodium , NaCl)
Lait	87.5	3.5	3	moins de 0.1
Lait écrémé	91	0.1	3	moins de 0.1
Fromage frais (100%matières grasses)	73	10	10	moins de 0.1
Fromage frais (maigres)	83	0.2	13	moins de 0.1
fromage crémeux (frais)	57	32	9	0.5
Fromage mou	51	25	19	2
Fromage demi-sec	42	30	25	2 – 2.5
Fromage sec	30	35	30	2 – 2.3

Sous les tropiques, la production de fromage rencontre certains problèmes particuliers qui entraînent des modes de préparation et des produits finis différents de ceux d'Europe occidentale.

- En effet, hors des zones tempérées, il faut compter avec des températures élevées et une forte humidité de l'air. Ces facteurs sont défavorables à la fabrication du fromage, spécialement à sa maturation.
- Bien souvent, le lait n'est disponible qu'en petites quantités et sa qualité laisse à désirer, surtout en ce qui concerne l'hygiène et la composition.
- Les fromages à pâte dure et mi-dure exigent un lait de bonne qualité et une préparation très hygiénique. Des températures modérées sont nécessaires à une bonne maturation et à la conservation de ces fromages. Dans les climats chauds et tropicaux, la fabrication de fromage se fait généralement à petite échelle et la conservation des produits est limitée. C'est pourquoi on y fabrique surtout des fromages frais.
- Dans beaucoup de pays tropicaux et subtropicaux, les fromages bien faits ne sont pas appréciés. Les consommateurs ne sont pas habitués à leur goût et à leur odeur très prononcés.

La conservation des fromages varie de quelques jours à quelques mois, voire quelques années, selon le mode de préparation.

Les fromages frais, comme les produits fermentés, ont une durée de conservation très limitée. Ils doivent être consommés immédiatement ou dans les jours qui suivent. On peut préserver leur qualité en les mettant au frais ou en les salant. Le fromage frais n'a généralement pas de croûte et est conditionné dans du papier ou en pot. La coagulation de la plupart des fromages frais se fait uniquement à l'acide ; les fromages ne peuvent pas mûrir et il faut les consommer dans les jours qui suivent de préférence.

Les fromages à pâte molle sont obtenus avec de l'acide et de la présure ; ils peuvent mûrir pendant quelques semaines voire quelques mois. Les fromages à pâte molle possèdent généralement une croûte recouverte d'une flore microbologique (Camembert, Brie).

Les fromages à pâte mi-dure et dure se conservent pendant 3-4 mois voire plus. Les fromages qui peuvent continuer à mûrir ne doivent pas être conservés au réfrigérateur mais dans un cellier ou un endroit frais à 10-15°C. Nous indiquons dans les recettes présentées ici le mode et la durée de conservation des différents fromages.

La fabrication du fromage se fait en trois grandes étapes :

- 1 Coagulation du lait (caillage), séparation du caillé et du résidu liquide, le petit-lait.
- 2 Préservation du caillé l'acidification du caillé et le salage sont importants. Le fromage doit aussi être bien enveloppé d'une croûte ou d'un emballage efficace.
- 3 Affinage (maturation) du fromage pour lui donner une bonne texture et de bonnes qualités organoleptiques.

On distingue quelques manipulations de base pour la fabrication du fromage, à savoir :

- 1 La coagulation de la protéine du lait incorporant la matière grasse ;
- 2 Égouttage du petit-lait ;
- 3 Acidification du caillé ;
- 4 Recueil du caillé qui devient un fromage ;
- 5 Salage ;
- 6 Affinage.

L'obtention du fromage frais (blanc) suit les étapes 1 à 3 ; celle du fromage affiné les étapes 1 à 6.

Nous traitons dans ce chapitre des manipulations de base suivantes :

- le traitement et la qualité du lait utilisé pour la fabrication du fromage (pasteurisation et/ou standardisation) ;
- la coagulation du lait (formation de grumeaux) à l'aide d'un acide ou d'enzymes ;
- la séparation du caillé et du petit-lait ;
- le recueil et le traitement du caillé (chauffage, recueil, presse, salage) ;
- l'affinage (maturation) du fromage.

7.1 Matériel nécessaire à la fabrication du fromage

La fabrication des fromages ne nécessite pas toujours tout le matériel mentionné ici. Avant de commencer, choisissez le matériel que vous allez utiliser et veillez à ce qu'il soit propre et rincé à l'eau propre. Utilisez de préférence du matériel en métal inoxydable ou en verre.

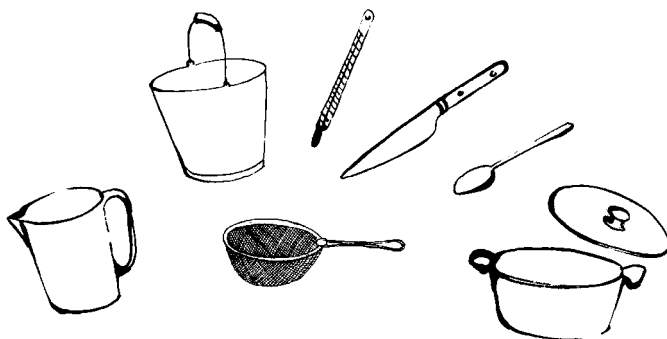


Figure 19 : Matériel pour la fabrication du fromage

Matériel nécessaire à la fabrication du fromage :

- 1 un thermomètre de 20 à 100 °C ;
- 2 un flacon mesureur ;
- 3 un seau pour le caillage du lait ;
- 4 des moules à fromage pouvant être faites de différentes manières (voir ci-dessous) ;
- 5 gaze, de taille adaptée à celle du moule ;
- 6 des couverts et ustensiles :
 - des cuillères pour calculer la quantité de présure et/ou d'acides ;
 - un couteau pour couper le lait caillé ;
 - une écumoire ou une passoire pour séparer le caillé du petit-lait.

Les moules à fromage peuvent être faits de matériaux variés : en bois, en plastique ou en métal (mais alors inoxydable). N'utilisez pas de tuyaux en plastique destinés au bâtiment car ils peuvent exhiler des matières empoisonnées. Coupez les moules dans le sens de la

longueur et faites des trous de l'intérieur vers l'extérieur On peut trouver dans le commerce des moules en plastique pour la fabrication de fromage à pâte molle. Les moules en bois font également l'affaire.

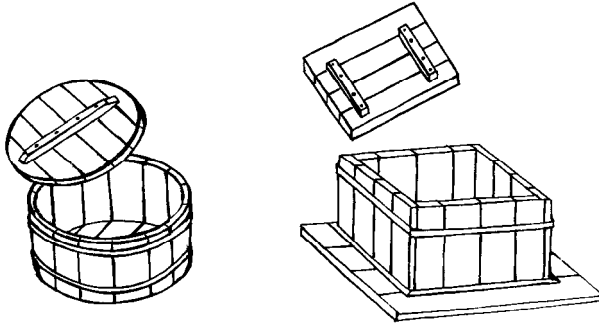


Figure 20 : Moules à fromage

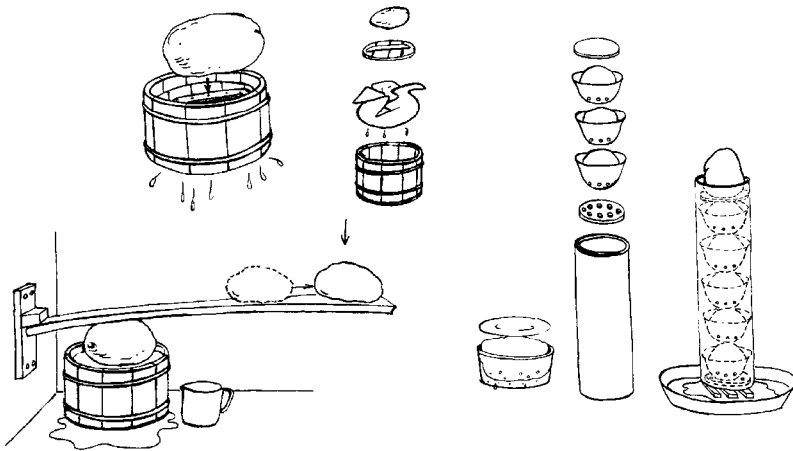


Figure 21 : Quelques presses à fromage très simples

Le fromage, normalement doté d'une croûte ferme après avoir été pressé, n'est jamais placé directement dans un moule. Commencez en revanche par mettre une toile de lin ou de coton propre dans le moule

que vous remplissez ensuite de caillé. Fermez en repliant les coins de la toile. Pour le fromage à pâte mi-dure ou dure, il faut encore :

- un couteau à caillé pour découper le lait présuré ;
- une presse à fromage.

Les figures 20 et 21 montrent quelques presses à fromage.

Achetez si possible des moules d'occasion ou fabriquez vous-même une presse à fromage simple. Dans ce cas, veillez aux choses suivantes:

- les matériaux utilisés ne doivent pas être toxiques ;
- le matériel doit pouvoir être lavé et désinfecté facilement ;
- la pression doit être suffisante (0,1 à 0,4 kg/cm² ou 2 à 5 fois le poids du fromage).

7.2 Qualité du lait

La fabrication du fromage commence par une traite pratiquée de façon hygiénique. La qualité du lait influe beaucoup sur l'arôme, le goût et la conservation des qualités du fromage. La composition du lait peut énormément varier : juste avant le tarissement (période pendant laquelle la vache n'est pas traite) et juste après le vêlage (naissance d'un veau), le lait a une composition et un goût différents. Le lait d'un animal ayant une infection du pis ne convient pas à la consommation humaine et ne convient donc pas non plus à la fabrication du fromage.

Outre les mesures d'hygiène habituelles à prendre à la traite, il faut veiller aux points suivants :

- 1 le matériel doit être très bien nettoyé
- 2 après la désinfection, aucune trace de détergent ou de désinfectant ne doit rester sur les appareils. Les désinfectants freinent le développement de la bactérie de départ ou de l'agent de fermentation.
- 3 l'endroit où le fromage est fabriqué doit être très propre.
- 4 le lait destiné au fromage sera de préférence pasteurisé (15 secondes à 72°C ou 30 minutes à 63°C). Un chauffage plus intensif n'est pas

souhaitable car il freine la coagulation du lait. il faut alors plus de coagulant ou de chlorure de calcium (CaCl_2)

- 5 C'est pourquoi le lait en poudre fabriqué à très haute température convient moins à la fabrication du fromage. Seul le lait en poudre fabriqué à basse température peut être utilisé.
- 6 Du lait aigre neutralisé avec du bicarbonate de sodium caille mal.

7.3 Coagulation du lait

Le principe de la fabrication du fromage repose sur la coagulation de la protéine du lait contenant quelque 90% des graisses du lait. La masse coagulée est appelée "caillé". Le liquide restant est le petit-lait. Le caillé contient surtout les graisses et les protéines du lait (caséine), le petit-lait contient surtout de l'eau, les sucres du lait (lactose), des protéines (du sérum) et des vitamines B.

Il y a deux manières de faire coaguler le lait :

- à l'aide d'un acide ;
- à l'aide de présure.

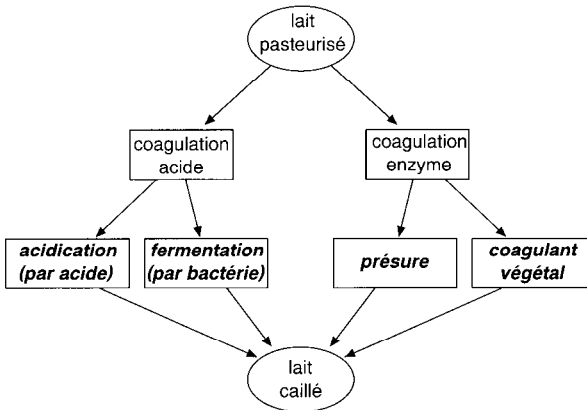


Figure 22 : Quatre manières de faire coaguler le lait.

Coagulation à l'acide

La coagulation à l'acide est généralement appliquée pour la fabrication du fromage frais. L'acide peut provenir soit des bactéries d'une culture de départ, soit d'un acide ajouté. Lorsqu'on utilise une culture, le lait pasteurisé est inoculé. Les produits d'inoculation peuvent être une culture spécifique, du petit-lait ou du babeurre.

La durée de coagulation dépend de la quantité d'agent d'inoculation (0,1-5%), de la température (20-35°C) et de la culture utilisée. La période de coagulation est de 2 à 16 heures. Le caillage est terminé lorsque le caillé est ferme.

L'acide utilisé peut être : l'acide acétique pur, l'acide lactique, l'acide citrique ou tout autre acide organique inoffensif. On peut utiliser aussi un acide naturel comme du jus de citron. L'acide peut être ajouté goutte à goutte au lait chaud (environ 80°C-90 °C, juste après l'ébullition). Le lait coagule plus rapidement si la température est élevée.

Le caillé est obtenu en pressant le lait caillé dans un tissu grossièrement tissé. Le caillé peut être ensuite pressé ou non. Ces produits sont consommés frais.

Coagulant

Le coagulant utilisé pour la fabrication du fromage peut être d'origine animale, végétale ou microbienne. Le coagulant a deux fonctions :

- la coagulation du lait ;
- la dégradation des protéines du lait lors de la maturation ; il donne au lait un goût piquant.

Le coagulant se présente sous forme liquide ou en poudre séchée. Etant une enzyme, donc un produit biologique, le coagulant liquide stocké perd de son activité. Il faut donc lui préférer la forme séchée.

Le taux de concentration du coagulant est indiqué sur l'emballage. La quantité à ajouter dépend de son activité et de la sorte de fromage

désirée. On n'a pas toujours besoin de coagulant pour faire du fromage à pâte molle. Si l'on en ajoute tout de même, il en faut très peu (0,1 ml de coagulant pour 10 litres de lait). Pour les fromages à pâte dure, il faut environ 1,5 ml de coagulant pour 10 litres de lait (la force du coagulant est de 1 : 10000). Avant ou pendant l'addition du coagulant, on ajoute presque toujours un acide.

Les facteurs qui influencent la coagulation sont :

- La quantité de coagulant ou d'acide.
- La température de coagulation. Si on utilise un coagulant, une légère hausse de température réduit considérablement la période de coagulation (de 30°C à 33°C par exemple).
- L'intensité de la pasteurisation. La coagulation diminue si le lait est chauffé à haute température. On peut annuler cet effet en ajoutant un peu de CaCl₂ (7 g pour 100 litres de lait).
- Le pourcentage de graisses du lait. Si ce pourcentage est élevé, il y a plus de graisses à incorporer et la coagulation est plus lente.

Préparation du coagulant

Le coagulant d'origine animal (présure) est sécrété par l'estomac des jeunes ruminants ou des agneaux. Il est extrait de l'estomac et mélangé à une solution salée contenant un agent conservateur.

On peut appliquer dans les tropiques une méthode traditionnellement pratiquée aux Pays-Bas :

- Prenez 9 litres d'eau bouillie.
- Ajoutez 26 estomacs découpés de jeunes ruminants, 500 gr de chlorure de sodium (sel) et 200 gr d'acide borique.
- Laissez de côté pendant au moins 10 jours en remuant une fois par jour.
- Retirez alors les estomacs de la solution et ajoutez 500 gr de sel. Attendez à nouveau quelques jours.
- Puis versez la solution dans des bouteilles propres que vous fermez et entreposez dans un endroit sombre et frais. La présure est prête.

Vérifiez-en la force. Ces présures se conservent généralement mal.

Les estomacs des jeunes animaux peuvent être lavés, salés et séchés pour être conservés. Les estomacs séchés sont faciles à transporter et sont utilisés par certaines tribus nomades. Un morceau d'estomac séché est alors ajouté au lait pour fabriquer le fromage.

7.4 Séparation du caillé et du petit-lait

Il existe trois façons de séparer le caillé du petit-lait :

- Vous suspendez le mélange caillé/petit-lait dans un torchon propre (voir figure 24).
- Vous déposez le mélange caillé/petit-lait dans des moules à fromage ou dans des faisselles (moules cylindriques aux parois perforées).
- Vous coupez et agitez le mélange caillé/petit-lait, vous mettez le caillé dans des moules à fromage et vous pressez le fromage.

La première et la deuxième méthode sont généralement utilisées pour la fabrication du fromage frais. L'égouttage du petit-lait ramène le volume du caillé à la moitié du volume de départ. La dernière méthode devra être utilisée pour la fabrication de fromage bien fait pour extraire du caillé assez de petit-lait. Les effets du découpage et de la pression sont décrits plus bas.



Figure 23 : Égouttage du fromage frais

7.5 Utilisation du petit-lait

Le petit-lait est un sous-produit du fromage. Son acidité et sa composition dépendent largement de la sorte de fromage et du mode de fabrication. Le petit-lait provenant de fromages coagulés à la

présure est moins acide que celui provenant de fromages coagulés à l'acide. Le mode de fabrication du fromage influe aussi sur la présence d'éléments solides. S'il y a beaucoup de particules solides, comme dans le cas du fromage de chèvre ou d'un traitement de caillé brut, ces particules peuvent être transformés en fromage de petit-lait. La Ricotta italienne est une sorte bien connue de fromage de petit-lait.

Fabrication de la ricotta à partir du petit-lait

- 1 Chauffez le petit-lait acidifié à au moins 85°C ou faites-le bouillir jusqu'à ce que les protéines coagulent.
- 2 Ajoutez du sel (0,1%) si vous le désirez.
- 3 Récupérez le caillé coagulé en le filtrant à travers un torchon ou un filtre.
- 4 En pressant bien le caillé, vous obtiendrez un fromage à pâte dure. Si vous pressez peu ou pas du tout, vous obtenez du fromage frais.
- 5 Ajoutez du sel si vous ne l'avez pas encore fait et si vous le désirez.
- 6 Conservez le fromage dans le réfrigérateur.

Le petit-lait pour nourrir le bétail

Les déchets de petit-lait pouvant être nocifs, il est grandement préférable de les donner en nourriture aux animaux. Le petit-lait a une grande valeur nutritive grâce à ses protéines. Il peut être donné aux cochons ou aux jeunes animaux (veaux, agneaux), et même aux vaches adultes ou de boucherie.

Le petit-lait donné aux animaux doit absolument être acide (complètement acidifié) sans quoi le lactose qu'il contient pourrait causer des problèmes intestinaux aux animaux.

7.6 Recueil et préservation du caillé

La quantité de petit-lait (eau) dans le caillé influe beaucoup sur les propriétés du fromage. La teneur en eau détermine en effet le temps de maturation, le goût, la texture, la bonne conservation du fromage, etc.

Le petit-lait contient du sucre de lait (lactose). Ce sucre doit être converti en acide lactique par les ferments lactiques de la culture de départ.

Si beaucoup de petit-lait est extrait du caillé, le fromage contiendra peu d'humidité et donnera un fromage sec et dur qui devra être affiné assez longtemps. S'il reste beaucoup de petit-lait dans le caillé, le fromage contient beaucoup d'humidité : sa pâte est molle. Il a alors le plus souvent un goût aigre. Comme le traitement du caillé du fromage frais et celui du caillé du fromage affiné diffèrent passablement, nous les présentons séparément.

Le caillé ne doit en aucun cas refroidir. Il doit rester à une température de 30-36°C. Vous pouvez commencer à traiter le caillé si le lait coagulé forme une masse bien ferme. Pour en être sûr, passez un fil à travers le caillé : si vous obtenez une coupure lisse bien nette, c'est que le lait est suffisamment coagulé.

Traitement du caillé pour obtenir du fromage frais

Pour le fromage frais, on extrait généralement peu de petit-lait. Après la coagulation du lait, la masse caillé/petit-lait est soit suspendue dans une toile, soit mise dans des petits moules à fromage. Après 24 heures, l'égouttage est suffisant et le caillé doit être refroidi. Le fromage est prêt à la consommation. On peut faciliter l'égouttage du petit-lait en entassant les toiles remplies les unes sur les autres pour exercer une pression plus forte.

Traitement du caillé pour obtenir du fromage bien fait

Après la coagulation du lait, découpez la masse en cubes d'environ 1,5 cm avec un couteau qui coupe bien. Voir figure 25. Il est important que les cubes soient plus ou moins de la même taille et que ce découpage se déroule calmement. L'opération dure environ 15 minutes.

Après le découpage, laissez reposer la masse petit-lait/caillé 10 minutes environ puis remuez-la soigneusement. Après quelque temps,

remuez un peu plus intensément. Retirez le petit-lait du bac à fromage et mettez le caillé dans des moules. Pressez le caillé (0,1 kg/cm²). Une heure plus tard environ, vous pouvez augmenter la pression jusqu'à 0,4 kg/cm². Il est également possible de presser avec 2 et même 5 fois le poids du fromage.

Ensuite c'est la mise au repos : après avoir été pressé, le fromage doit reposer quelque temps (de 4 à 10 heures) à 20-25°C. Le lactose présent dans le fromage est alors totalement transformé en acide lactique. Le fromage peut être salé.

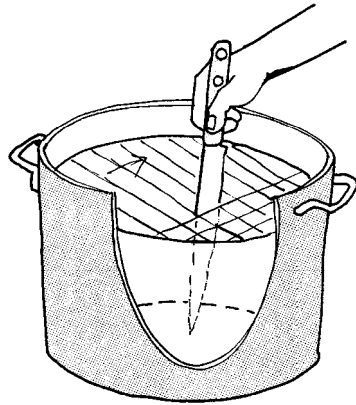


Figure 24 : Découpage du caillé.

Il peut être décevant d'essayer de produire ainsi du fromage de type Gouda ou Edam car le fromage sera très dur, acide et friable. En effet, le caillé – après fermentation avec les bactéries lactiques – contient beaucoup trop d'acide lactique. C'est pourquoi les fabricants de Gouda ajoutent de l'eau chaude au caillé et au petit-lait pendant le traitement du caillé, 15 à 20% après avoir découpé et remué le mélange pendant 30 minutes environ. Après ajout de l'eau, la température du caillé et du petit-lait doit être de 35 –36°C : l'eau doit donc être chauffée à environ 65-70°C. Filtrez une partie du petit-lait (30%) avant d'ajouter l'eau chaude. Remuez le mélange caillé/petit-lait/eau pendant environ 20 minutes.

Salage du fromage

Le salage peut se dérouler de différentes façons :

- 1 Mélangez le sel au caillé (30 g de sel par kg de caillé). Cela diminue l'effet de la bactérie souche mais freine à un stade précoce le développement d'éventuels micro-organismes nuisibles.

- 2 Frottez avec du sel les deux côtés du fromage pressé et retournez-le. Ceci doit se faire pendant trois jours. Il faut 20 g de sel par kg de fromage.

Mettez le fromage dans une saumure (200 g de sel par litre d'eau) à la température de 12-16 °C. Pendant cette marinade, le fromage absorbe le sel et évacue l'acide lactique. La saumure devient acide et sa qualité s'améliore. Il ne faut donc pas la jeter. Ajoutez-y du sel de temps en temps ; 20 grammes de sel est retiré de la saumure par kilo de fromage. Pour un petit fromage (moins d'un kg) la durée de la saumure est de 12 heures environ. Retournez le fromage une seule fois pendant la saumure.

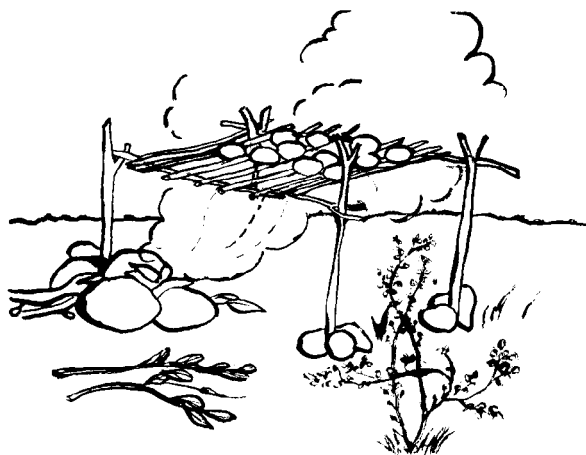


Figure 25 : Fumage de fromage caillé

7.7 Affinage du fromage

Les protéines et les graisses se décomposent partiellement au cours de l'affinage du fromage qui change de structure et de goût. Plus le fromage vieillit, plus il a de goût. Parfois, après plus d'un an de maturation, la structure devient friable car les protéines se décomposent. La maturation est due avant tout aux enzymes.

Elle doit se faire dans un endroit frais. C'est une bonne méthode d'affinage mais elle est techniquement difficile à réaliser dans les tropiques. Après avoir été salé ou saumuré, le fromage est mis à affiner dans un endroit frais (12 -20°C), à un taux d'humidité de l'air élevé (environ 80%). Il faut retourner le fromage régulièrement, au début, pendant les 2-3 premières semaines, une fois par jour et ensuite une fois par semaine. Si des moisissures se forment sur le fromage, enlevez-les avec du vinaigre ou de l'huile.

7.8 Recettes de fromage

Il existe de nombreuses variantes de la fabrication du fromage. Pour faire un bon produit, il faut en général légèrement ajuster la recette. C'est pourquoi il est bon de noter exactement sur un papier comment le fromage a été fait.



Vous pouvez par exemple noter :

- la date et la température ambiante ;
- la qualité du lait et la température de pasteurisation ;
- la quantité de lait ;
- les ingrédients, la quantité de culture de départ, d'acide ou de coagulant ajoutée ;
- la température à laquelle ont été ajoutés la culture de départ, l'acide ou le coagulant ;
- la durée de coagulation ;
- les températures pendant le processus de fabrication ;
- la température en fin de coagulation ;
- la pression, la durée de la pression, etc. ;
- la durée du salage ;
- la durée et les conditions de stockage.

Les recettes présentées ici doivent être considérées comme une introduction à la fabrication du fromage. A la place du lait de vache, vous pouvez utiliser du lait de brebis, de chèvre ou de bufflesse. Il est

recommandé de commencer par une recette facile : yaourt, fromage frais, etc.

Fromage frais

Le fromage frais (non affiné) a un taux élevé d'humidité, d'environ 75%. Il peut être consommé immédiatement après sa fabrication. Le fromage frais est obtenu en extrayant le petit-lait du lait écrémé acidifié. La coagulation du lait a surtout lieu par acidification. On ajoute parfois un peu de coagulant pour faciliter l'égouttage du petit-lait. Mais ce n'est pas indispensable.

Une sorte bien connue de fromage frais est le fromage blanc (ou caillé), dénommée différemment suivant les pays : Frischkäse, kwark et baker's cheese. Ces fromages se différencient par leur taux de graisse.

On fait du fromage blanc en laissant le lait frais, entier ou écrémé, surir et en faisant égoutter le lait aigre épais dans des gazes ou des sacs. Les sacs sont parfois entassés les uns sur les autres pour faciliter l'égouttage. Après l'égouttage, le fromage frais a une structure un peu friable. On peut le rendre lisse en remuant à la main ou au mixer. Il existe différentes sortes de fromage caillé en fonction de la teneur en humidité, en graisse, en sel et de la grosseur des particules de caillé.

Le fromage frais a un goût frais et acide, surtout lorsqu'il est fabriqué avec du lait écrémé. Son goût sera plus doux et plus riche si on y ajoute de la crème.

Le fromage frais se conserve pendant une période limitée et doit être gardé au frais. Une sécrétion de petit-lait a parfois encore lieu pendant la conservation. Cela peut être dû à une acidification tardive du produit.

Fromage blanc fait avec du lait entier

Pasteurisez le lait à une température de 63 °C pendant 30 minutes et refroidissez-le à 20 °C. Ajoutez ensuite, pour 10 litres de lait, un quart

à un demi-litre d'acide, de lait aigre ou de babeurre, ainsi que du yaourt si vous le désirez. Ajoutez 2 gouttes de coagulant si vous en avez. Il est recommandé de diluer le coagulant dans quelques ml d'eau pour qu'il se répartisse mieux dans le lait.

Après avoir bien remué, laissez reposer le lait inoculé pendant 24 heures à une température de 18/20°C. L'acidification et une certaine coagulation ont lieu pendant ces 24 heures, provoquant l'épaississement du lait. Cette masse épaisse est ensuite mise dans un torchon en coton ou en lin ou un sac à travers laquelle le petit-lait peut s'égoutter. Pour obtenir un bon égouttage, le torchon doit être étendu à l'avance dans une grande passoire ou un moule à fromage. Au bout de 24 heures environ, le petit-lait est suffisamment égoutté. Remuez intensivement le caillé restant, par exemple avec un mixer ou une cuillère, jusqu'à l'obtention d'une masse homogène. Le fromage blanc est prêt à la consommation. Il se conserve pendant 1 à 2 semaines au réfrigérateur.

Fromage en sac

Il vous faut : une passoire, une petite corbeille ou un moule, une gaze ou un torchon. Laissez égoutter dans un linge 10 litres de babeurre à faible taux de graisse jusqu'à ce qu'il reste 1,5 litre de fromage en faisselle, ou caillé. Placez un linge dans la passoire, la petite corbeille ou le moule et pressez le caillé. Laissez égoutter pendant quelques heures et retournez. Vous obtenez alors environ 1,5 kg de fromage ne contenant pas de sel et presque pas de graisse. Ce fromage ne se conserve que peu de temps, 1 ou 2 semaines. Gardez-le au frais, de préférence au réfrigérateur.

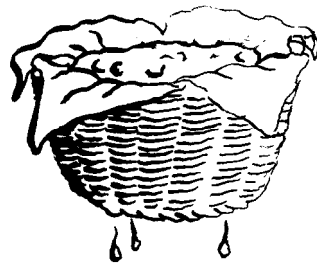


Figure 26 : Fromage en sac

Krut

Pour fabriquer du krut, il vous faut du babeurre, une gaze et du sel.

C'est une façon de fabriquer du fromage avec un reste de lait. Ajoutez du lait aigre ou du babeurre au reste de lait et mélangez. Faites bouillir le mélange jusqu'à ce que le lait caille. Séparez le caillé du petit-lait en le versant dans un linge. Le fromage est alors travaillé avec 2 à 4 % de sel et séché au soleil.

Rasagollas

Il vous faut : du lait cru, une source de chaleur, une casserole, une cuillère, du jus de citron ou du petit-lait acide, une gaze, un récipient, un couteau et de l'eau très sucrée.

Ce produit laitier sucré est originaire de l'Inde. Il se présente traditionnellement sous la forme de boules de caillé doux. Le mode de fabrication suivant ne permet pas la mise en boules mais seulement le découpage en cubes.

Faites bouillir le lait, en tournant constamment, avec du jus de citron (10 cuillères à soupe ou 150 ml pour 10 litres de lait) ou du petit-lait acide (1,5 litre pour 10 litres). Le petit-lait acide s'obtient à partir du lait acide égoutté, après la production du caillé. Séparez le caillé du petit-lait en versant le mélange dans une gaze placée au-dessus d'un récipient. Le caillé légèrement élastique est coupé en petits cubes de 2,5 cm de côté. Ces cubes sont ensuite cuits pendant une heure dans une solution très sucrée (600 g de sucre par litre d'eau). Il faut 1 litre de solution sucrée par kilo de caillé. Les cubes se conservent assez longtemps. Ils ont une saveur très sucrée.

Feta

Il vous faut : du lait de brebis, de chèvre ou de vache, un acide ou du lait aigre frais, un coagulant, du sel de cuisine, un couteau, des faisselles, des gazes et des boîtes ou un récipient pour conserver le fromage.

La feta est un fromage salé et piquant, originaire de Grèce, fait avec du lait de brebis ou de chèvre. On utilise parfois aussi un mélange de lait de brebis et de chèvre, ce qui fait perdre au fromage sa couleur blanche caractéristique. La feta se conserve dans une solution de petit-lait et de saumure.

Chauffez à 30 °C 10 litres de lait pasteurisé auquel vous avez ajouté 200 ml d'acide, de lait aigre ou de babeurre. Deux heures plus tard, ajoutez le coagulant : 2 ml pour 10 litres de lait. Au bout d'une période de coagulation d'une heure environ, découpez le caillé en cubes de 2,5 cm de côté et remuez soigneusement pendant encore 20 minutes.



Le transfert du caillé mou dans les moules recouverts d'une gaze doit être fait avec soin, soit en versant le caillé immédiatement dans les moules, soit en le laissant décanter, en vidant le petit-lait et en le mettant seulement ensuite dans les moules.

Retournez les fromages au bout de quelques heures. Retirez soigneusement de la toile la masse caillée et replacez-la à l'envers. Après 24 heures, découpez les morceaux de caillé en cubes de 10 cm de côté. Le salage se fait en saupoudrant plusieurs fois les cubes avec du sel ou en les mettant dans une saumure pendant 24 heures.

Pour conserver la feta pendant quelques jours (à 18 °C environ), il faut la retourner régulièrement et la laver à l'eau froide à la fin de la période de conservation. On peut la conserver quelque temps en entassant les cubes le plus possible dans un récipient et en les immergeant dans la saumure. La feta doit avoir une consistance lisse et douce.

Queso blanco

Le queso blanco est un fromage originaire d'Amérique latine. Il en existe de nombreuses variantes. Sa caractéristique est que le sel est ajouté directement à la masse petit-lait/caillé. Ceci a l'avantage de permettre l'utilisation de lait légèrement acidifié.

Une méthode très courante est la suivante :

Prenez du lait cru acidifié (non chauffé) à la température de 32 °C ou 10 litres de lait pasteurisé auquel vous ajoutez 50 ml de lait aigre, d'acide ou de babeurre. Ajoutez 1,5 ml de coagulant. Après 45 minutes, coupez le caillé et remuez. Laissez reposer le mélange petit-lait/caillé pendant encore 30 minutes à 30-36 °C. Egouttez le petit-lait et pressez le caillé pour en extraire un maximum de petit-lait. Ajoutez au caillé 30-50 grammes de sel que vous aurez éventuellement dissous dans l'eau auparavant. Pour 10 litres de lait, il faut alors 100 grammes de sel dans 50 ml d'eau.

Mettez le caillé salé dans des moules à fromage et pressez. Retournez le caillé plusieurs fois pendant la première heure. Il reste pressé ensuite jusqu'au lendemain. Pour améliorer la formation de la croûte, aspergez le fromage pendant la pression (après 1 heure) avec du petit-lait chauffé à 50 °C. Le fromage fabriqué à l'aide d'un coagulant se conserve pendant 2 mois à 10-15 °C.

Une variante de cette méthode consiste à remplacer la culture de départ par un acide, sans utiliser de coagulant. Prenez du lait cru, qui sera peut-être déjà un peu acide. Faites chauffer presque jusqu'à ébullition. Ajoutez pour l'acidification 300 ml de vinaigre pour 10 litres de lait. Il se forme alors un précipité. Pour neutraliser quelque peu l'acide, ajoutez éventuellement un peu de bicarbonate de soude. Egouttez le petit-lait. La suite de la fabrication est la même que dans la recette précédente.

Fromage frais de chèvre (dans l'huile)

Il faut : du lait de chèvre pasteurisé, une source de chaleur, une casserole avec couvercle, un thermomètre, du lait aigre (du babeurre ou une culture), un coagulant, une cuillère, une boîte isotherme/une couverture/des journaux, une gaze, du sel, des moules à fromage, un endroit frais et éventuellement du papier dégraissé, un grand pot, des herbes, de l'huile d'olive.



Chauffez à 20 °C le lait de chèvre pasteurisé et ajoutez 1/2 litre de culture, de lait aigre ou babeurre pour 10 litres de lait. Diluez dans un peu d'eau 20 gouttes de coagulant (par litre de lait) et mélangez soigneusement au lait.

Pour éviter au maximum le refroidissement, mettez la casserole dans une boîte thermos ou emballez-la dans des journaux ou une couverture. Contrôlez le lendemain si le lait est assez coagulé ; il y a alors un peu de petit-lait à la surface.

Découpez le caillé en petits cubes (de la taille d'une petite boîte d'allumettes). Après deux heures, mettez la masse dans une gaze et laissez égoutter pendant 12 heures à la température ambiante. Mélangez un peu de sel au caillé sec et mettez-le dans de petites moules à fromage. Pressez bien pour que l'air ne puisse pas entrer et placez les moules dans un endroit frais (15 °C)

Le lendemain, retirez soigneusement les fromages des gazes et retournez-les dans la gaze et le moule. Laissez reposer le fromage une nouvelle fois pendant 24 heures dans un endroit frais. Retirez les fromages de la toile et des moules et retournez-les une fois par jour. S'ils deviennent trop secs, enveloppez-les bien dans un emballage, du papier dégraissé par exemple. Pour conserver les petits fromages de chèvre frais pendant plusieurs semaines, mettez-les dans un grand pot (en verre) muni d'un couvercle. Aspergez-les d'un mélange d'herbes aromatiques : romarin, basilic, thym, baies de genièvre écrasées, une

gousse d'ail finement hachée, quelques grains de poivre et un petit piment fort coupé en petits morceaux. Ou d'autres herbes. Versez de l'huile d'olive jusqu'à ce que les fromages soient immergés et jetez-y encore quelques brindilles d'aneth (fenouil) et éventuellement de romarin. Fermez le pot et mettez-le au frais et à l'obscurité. Laissez égoutter les fromages avant la consommation. Utilisez l'huile restante pour préparer l'accompagnement des salades

Fromage frais de chèvre (salé)

Il vous faut : du lait de chèvre pasteurisé, une source de chaleur, une casserole avec couvercle, un thermomètre, du lait aigre (ou du babeurre ou une culture de départ), un coagulant, une cuillère, un couteau, une passoire ou une gaze, des moules à fromage, éventuellement du matériel pour presser et du sel.

Chauffez à 30 °C le lait pasteurisé dans une casserole en remuant constamment. Pour 10 litres de lait, ajoutez de 0,2 à 0,5 litre de lait aigre (ou de babeurre) ou encore 0,2 litre d'une culture et 30 gouttes de coagulant (dilué dans de l'eau). Après 45 minutes, découpez le caillé avec un couteau. Dix minutes plus tard environ, les particules de caillé ont la taille d'une bille. Après avoir laissé reposer quelque temps, égouttez la couche supérieure de petit-lait et

Laissez reposer le caillé avec le reste du petit-lait dans une casserole bien couverte pendant 30 à 45 minutes. Mettez ensuite le caillé dans les moules à fromage recouverts d'une gaze. Une pression d'une demi-heure suffit. Saumurez ensuite ; 10 heures de saumure suffisent pour des fromages de 500 g.

Fromage frais de brebis

Il faut : du lait de brebis pasteurisé, une source de chaleur, une casserole, un thermomètre, une culture ou du lait aigre frais ou encore du babeurre, un coagulant, une cuillère, une gaze, éventuellement du sel, des moules à fromage.

Le lait de brebis contient plus de graisses et de protéines que le lait de vache : 4 à 4,5 litres de lait suffisent pour faire 1 kg de fromage. Le taux plus élevé de matière sèche dans le lait fait que le lait de brebis coagule mieux que le lait de vache.

Chauffez à 30 °C le lait pasteurisé dans une casserole en remuant constamment. Ajoutez 300 ml de culture et 40 gouttes de coagulant pour 10 litres de lait. Après 45 minutes, le lait est assez épais pour être découpé. Découpez le tourteau coagulé avec beaucoup de soin. Continuez jusqu'à ce que les particules aient la taille d'un petit pois. Versez le caillé dans une gaze, saupoudrez éventuellement d'un peu de sel et suspendez la gaze jusqu'à ce que le fromage ait l'épaisseur désirée. Pour accélérer l'égouttage, vous pouvez ouvrir la gaze après quelques heures, la racler et mélanger la raclure au reste du caillé.

Si vous désirez obtenir un fromage moins acide, un peu plus ferme et contenant moins d'humidité, laissez le caillé reposer plus longtemps, environ 15 à 30 minutes dans le conteneur où la coagulation s'est faite. Après une courte période de repos, égouttez une partie du petit-lait, découpez le caillé une nouvelle fois avec précaution et remplissez le moule à fromage recouvert de la gaze. Ajoutez éventuellement du sel au caillé. Pressez légèrement pendant 4 heures environ. Conservez au frais. La durée de conservation au réfrigérateur est d'une semaine maximum.

Fromage de brebis bien fait

Il faut : du lait de brebis pasteurisé, une source de chaleur, une casserole, un thermomètre, lait aigre (une culture ou du babeurre), un coagulant, une cuillère, un couteau, une passoire, une gaze, du matériel pour presser et des moules à fromage, du sel, un récipient à saumure fermentant bien, une gaze grossière, un endroit frais. Dix litres de lait de brebis donnent environ 2 kg de fromage fait. Après l'ajout de 60 ml de culture ou de lait aigre (ou de babeurre), laissez reposer le lait à 30 °C pendant 1/2 heure ou 3/4 d'heure. Diluez seulement alors 6 gouttes de coagulant par litre de lait dans un peu d'eau et mélangez soigneusement au lait.

Après avoir laissé coaguler pendant une heure, découpez le lait coagulé pendant 15 minutes jusqu'à ce qu'il se présente sous forme de particules de 1 à 2 cm. Remuez une seconde fois pendant 10 minutes. Videz la moitié du petit-lait et faites chauffer le caillé à 35°C en ajoutant de l'eau chaude à 80-100°C. Remuez encore une fois pendant 15 minutes puis laissez reposer le caillé pendant 30 minutes dans une casserole tenue au chaud, mais jamais placée directement sur le feu. Versez ensuite le petit-lait qui flotte à la surface et mettez le caillé dans une passoire avec le reste du petit-lait.

Après ce premier égouttage, transférez le caillé à la main dans des moules recouverts d'une gaze. Pressez le fromage pendant 15 minutes avec un poids équivalent et retournez-le. Remettez la gaze dans le moule, pressez le fromage et repliez par dessus les coins du linge. Pressez le fromage pendant 2 à 3 heures, d'abord avec un poids deux fois plus lourd et plus tard cinq fois plus lourd que le fromage. Saumurez ensuite (dans un kilo de saumure pendant 24 heures au plus). Mettez les fromages dans un endroit frais où ils peuvent mûrir pendant 5 à 8 semaines.



Bibliographie

André Eck et al., 1984. **Le Fromage, Technique et Documentation**
Éd. Lavoisier ISBN 2-85206-218-6

Anonyme, 1995. **Références Techniques pour l'Hygiène en Production Laitière Bovine.** l'Institut de l'Elevage Paris, ISBN : 2-84148-018-6

Anonyme. **Comment faire du beurre ou de la crème?**, GRET, Journal/Periodical, Fiche produit no 1, CITE, Madagascar, France, pp.17

Anonyme. **Lait et produits laitiers**, Journal/Periodical, Codex alimentarium 12, FAO, Rome, Itali, pp.136, ISBN : 92-5-204497-3

Jaquinot M, 1986, **Les mini laiteries, Petites unités industrielles de transformation du lait**, GRET, Journal/Periodical, Dossier N°9, Le point sur, 2-86844, La France, pp.133

Jean-Claude le Jaouen, 1993. **Guide National des Bonnes Pratiques en Production Fromagère Fermière.** L'Institut de l'Elevage, Paris

Lambert J.-C., 1988, **La transformation laitière au niveau villageois**, FAO, Journal/Periodical, Étude FAO Production et Santé Animale 69, FAO, Rome, Itali, pp.73, ISBN : 92-5-202679-7

Veisseyre, R., 1975. **Technologie du lait, Constitution, récolte, traitement et transformation du lait**, INRA, 2-7066-0018-7, La Maison Rustique, Paris, France, pp.713

www.gret.org/ressource/pdf/07686.pdf **Maîtrise de la qualité dans la transformation laitière : Guide de bonnes pratiques d'hygiène**, GRET, 2005, France

Adresses utiles



PTC+ est un institut de formation international qui se concentre sur tous les maillons de la chaîne de production au sujet des produits de base végétaux et animaux, les technologies agricoles et alimentaires et les espaces verts. Les programmes de formation sont axés sur la pratique et font alterner des classes théoriques et des classes pratiques. PTC+ offre des programmes « à l'accès libre », des programmes « sur mesures » et des services de consultance. Des programmes sont offerts aux Pays-Bas et/ou sur les lieux. La politique PTC+ consiste à chercher des partenariats et des programmes de coopération avec des institutions nationales et internationales à l'étranger. Pour de plus amples renseignements, vous pouvez visiter notre site Internet www.ptcplus.com et/ou écrire à :

PTC+ Siège

B.P. 160, 6710 BD Ede, Les Pays-Bas

T : +31 318 645700, F : +31 318 595869, E : info@ptcplus.com

Starter cultures, coagulants

Chr. Hansen

Chr. Hansen a mis au point des solutions d'ingrédients naturels pour des industries laitières notamment, en étroite coopération avec ses clients et des partenaires. Les clients peuvent profiter de la stratégie du spécialiste en accédant rapidement à un niveau élevé de connaissances spécialisées, à une aide et à des solutions sur mesure.

La société a des filiales dans différentes régions du monde et propose un catalogue de produits en anglais, français et espagnol.

www.chr-hansen.com

Protex International / BIOPROX

BP 177, F- 92305, Levallois – Paris

FRANCE (également au Maroc, au Royaume-Uni, au Portugal et en Espagne)

T : + 33 (0) 1 41 34 14 00, F : + 33 (0) 1 41 34 14 16

E : postmaster@protex-international.com

I : www.protex-international.com/products/food-flavouring.html

Il est possible de commander des produits bio de BIOPROX pour l'industrie laitière (lait, fromage, beurre, yaourt) : culture lactique (mésophile et/ou thermophile) milieu de culture, facteur de croissance, correcteur pH, activateur de culture lactique, produits de nettoyage.

Gebr. Rademaker

Oostzijde 30, NL-1426 AE De Hoef , PAYS-BAS

T : +31 297 593213, T : +31 297 593261

Équipement de transformation laitière

C. van 't Riet Dairy Technology BV

Dorpsstraat 25, NL- 2445 AJ Aarlanderveen, PAYS-BAS

E : info@rietdairy.nl, I : www.rietdairy.nl

Recherche (appliquée)

Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)

Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, ITALY

E : FAO-HQ@fao.org,

I : www.fao.org/ag/againfo/subjects/fr/dairy/info_res.html

Institut de recherche international sur l'élevage

(International Livestock Research Institute, ILRI)

PO Box 30709, Nairobi, KENYA

E : ILRI-Kenya@cgiar.org , I : www.ilri.cgiar.org

La mission d'ILRI consiste à améliorer la santé et la production animalières dans les régions les plus pauvres du monde à travers la recherche et la coopération multilatérale.

Intermediate Technology Development Group (ITDG)

Bourton Hall, Bourton on Dunsmore

CV23 9QZ Rugby

Warwickshire, ROYAUME-UNI

E: infoserv@itdg.org.uk

I: www.itdg.org

Fiches techniques sur la transformation laitière et la production de yaourts

infoserv@practicalaction.org.uk

Annexe 1: Mesures

1 goutte = 0,05 ml

20 gouttes = 1 ml

1 cuillère à café = 15 ml

1 tasse = 250 ml

1000 ml = 1 l