

Créer une petite fromagerie

Expériences et procédés
rassemblés par Mémina Sanogo

**Les éditions du Gret.
Ministère de la Coopération.**

Ce livre a également bénéficié de l'appui
du Centre technique de coopération agricole et
rurale ACP-CEE (CTA).

Sommaire

- 5. *Introduction*
Une fromagerie artisanale : avantages
et contraintes

PREMIÈRE PARTIE

La technologie laitière et fromagère

- 11. *Du lait fermenté au fromage*
- 11. Les laits fermentés
- 12. Les grands types de fromage
- 15. Opter pour les pâtes pressées plutôt
que pour les pâtes molles
- 18. Les techniques de fermentation du lait
- 18. Les techniques de fabrication du yaourt
- 21. *Créer un atelier de fabrication de fromages*
- 22. Les locaux
- 24. La collecte du lait
- 26. La pasteurisation du lait
- 28. Le refroidissement
- 28. Le caillage
- 32. Le découpage
- 35. L'égouttage
- 39. L'affinage
- 43. Le conditionnement
- 43. Les micro-fromageries « clé en main »

Nous remercions les organismes qui ont bien voulu
nous communiquer les informations contenues dans cet
ouvrage : l'AFVP (Association française des volontaires
du progrès), le CIDR (Centre international de
développement et de recherche), le CIRAD Emt
(département d'élevage et médecine vétérinaire).

Maquette : Solange Münzer (Gret).
Dessins : Anne-Marie Rossin (Gret).
Imprimé par Dumas, Saint-Etienne. Avril 1994.

- 45. *Garantir une production de qualité*
- 45. Le lait, un produit fragile
- 50. Lait frais ou lait en poudre ?
- 52. La formation du personnel : une étape indispensable
- 53. Comment remédier aux accidents de fabrication ?

DEUXIÈME PARTIE

Exemples de création de petites fromageries en Afrique*Fromages traditionnels des éleveurs nomades*

- 57. Le fromage des éleveurs tamacheks au Mali
- 59. Transformation traditionnelle chez les éleveurs touaregs en Algérie

Expériences de transformation artisanale

- 63. Une fromagerie en milieu rural au Burundi
- 68. Du lait de vache au fromage blanc : une action du Cipéa en Ethiopie
- 71. La petite laiterie-fromagerie de Kayes au Mali
- 74. Les risques d'une qualité insuffisante dans une fromagerie artisanale au Rwanda
- 77. La fromagerie de Wakyeku-Losaa en Tanzanie

Fabrication industrielle de fromages

- 79. Une unité industrielle de fabrication de beurre et de fromage à Sarki en Centrafrique

Pour en savoir plus

- 85. Les constructeurs
- 87. Instituts et organismes
- 89. Bibliographie
- 91. Lexique

Une fromagerie artisanale : avantages et contraintes

Le lait est un aliment naturel idéal qui contient, dilué dans une forte teneur en eau (près de 90 %), les aliments nutritifs essentiels à l'homme. En Afrique et dans beaucoup d'autres régions du monde, les laits de vache, de brebis, de chèvre et de chamelle sont largement consommés par les populations, principalement dans les zones d'élevage et dans les villes.

Mais le lait, et surtout le lait de vache, est un produit très fragile. Aussi est-il traditionnellement transformé sous une forme qui permet de le conserver plus longtemps. Il existe ainsi en Afrique différentes techniques locales de transformation du lait, qui vont du lait caillé simple consommé rapidement, au fromage sec qui peut se conserver très longtemps.

La fermentation reste le mode de transformation le plus courant en Afrique. Le lait fermenté est même souvent préféré au lait frais, parce qu'il se conserve mieux, qu'il est plus digeste et qu'on lui prête également des vertus thérapeutiques. La production locale de beurre ou de fromage reste minime dans les pays en développement, en Afrique ou en Amérique latine.

Ce sont surtout les sociétés d'éleveurs qui ont développé des techniques locales de fabrication de fromage. Il s'agit souvent de petits fromages très secs qui se consomment en poudre, mélangée à des préparations culinaires.

Néanmoins, la tradition fromagère reste peu développée en Afrique. Les causes en sont multiples. L'activité laitière est limitée, les habitudes alimentaires reposent rarement sur l'utilisation du lait dans la cuisine, mises à part les recettes culinaires particulières des sociétés d'éleveurs. Enfin, les conditions de température ne sont pas favorables à la production de tous les types de fromage.

Fabriquer du fromage, une alternative intéressante

Dans des pays où le déficit en protéines est souvent important et où le lait se conserve mal du fait de températures généralement élevées, le fromage, moins fragile que le lait, représente une alternative économique et alimentaire intéressante, comme en témoigne le développement récent de petits projets de création de fromagerie en Afrique centrale, de l'Est et de l'Ouest.

Dans la plupart des cas, les éleveurs produisent de petites quantités de lait qu'ils sont rarement en mesure de commercialiser, même lorsque la production est suffisante, faute de technologie et d'infrastructures appropriées. La fabrication de fromages à petite échelle ouvre de nouveaux débouchés. Elle est aussi intéressante pour le fabricant lui-même bien sûr, et pour le consommateur. Elle permet d'absorber les à-coups d'une surproduction locale saisonnière et de valoriser une production souvent éloignée des centres de consommation. Sa technologie est simple, demande peu d'investissements et procure un bénéfice intéressant pour le fabricant. Elle permet également de créer des emplois locaux. Enfin, le fromage constitue un produit alimentaire complet, très intéressant pour le consommateur.

La création de petites fromageries dynamise le développement de toute la filière lait. Elle peut stimuler une augmentation et une amélioration de la production laitière locale, et agit sur les activités de transport et de commercialisation.

Si le développement de l'activité laitière se heurte en Afrique à de sérieuses contraintes (manque d'eau et de fourrage, atomisation des éleveurs, circuits commerciaux faibles, concurrence du lait importé...), la filière lait possède d'indéniables atouts et opportunités d'expansion.

Les éleveurs possèdent un savoir-faire important et le lait bénéficie d'un marché porteur. La croissance démographique provoque une forte augmentation de la demande, et l'urbanisation amène une modification des habitudes alimentaires, où le yaourt et le fromage trouvent leur place. De manière récente, on assiste d'ailleurs au développement d'élevages péri-urbains destinés à satisfaire la demande des consommateurs citadins. Ils sont basés sur des systèmes de production plus intensifs que l'élevage traditionnel.

Enfin, améliorer la prévention sanitaire, l'alimentation ou la gestion de la reproduction du troupeau, accroît de façon appréciable les quantités produites et commercialisées. .

Opter de préférence pour des fromageries artisanales

Dans les pays à agriculture développée, la production et la transformation du lait font appel à des techniques de plus en plus élaborées. Mais ces techniques et les produits qui en découlent ne peuvent être transposés tels quels dans les pays en développement. Les contraintes de prix, de commercialisation, de gestion technique de la production plaident plutôt en faveur de solutions modestes, de type unité artisanale reposant sur des techniques simples. Si les choix peuvent être différents dans les grandes villes, pour les petites villes, c'est souvent la meilleure option.

Avant de se lancer dans la création d'une fromagerie, grande ou petite, il faut toujours commencer par étudier la production et le marché locaux.

Le matériel nécessaire pour faire fonctionner une petite unité de transformation laitière est simple, mais il faut tenir compte de la quantité de lait que l'on peut collecter dans la région, des problèmes de transport dus à l'éloignement et à la dispersion des producteurs, du type de produit à réaliser et de la commercialisation du produit fini. Le choix du fromage nécessite une étude de marché afin de bien connaître les coutumes, les interdits alimentaires, les goûts des consommateurs et le prix de vente possible. Ce dernier point est très important ; il conditionne le montant des investissements réalisables.

Les informations données dans ce livre

Ce livre est organisé en deux parties. La première aborde de façon simple la technologie fromagère au niveau d'une petite unité de transformation du lait. Elle se compose de trois chapitres :

- ♦ *Le premier chapitre* présente les différents types de laits fermentés et de fromages réalisables en pays tropical. Il explique les avantages respectifs des différents produits.
- ♦ *Le second chapitre* expose les étapes à suivre, les procédés techniques et les équipements nécessaires pour fabriquer du fromage à l'échelle artisanale dans un pays en développement.
- ♦ *Le troisième chapitre* apporte des compléments d'informations nécessaires pour monter un atelier de production de fromages de qualité suffisante pour être facilement commercialisés.

La deuxième partie du livre présente quelques activités fromagères en Afrique. Il s'agit aussi bien de fabrication traditionnelle, de petites unités artisanales que d'un projet de type industriel. Les petites fromageries artisanales, où une technologie simple permet de fabriquer des produits adaptés aux goûts des consommateurs, ont été privilégiées dans le choix des exemples présentés.

En fin d'ouvrage, un lexique, une bibliographie, une liste de centres ressources et de constructeurs permettront à tous ceux qui veulent en savoir plus de s'orienter dans leur recherche d'information.

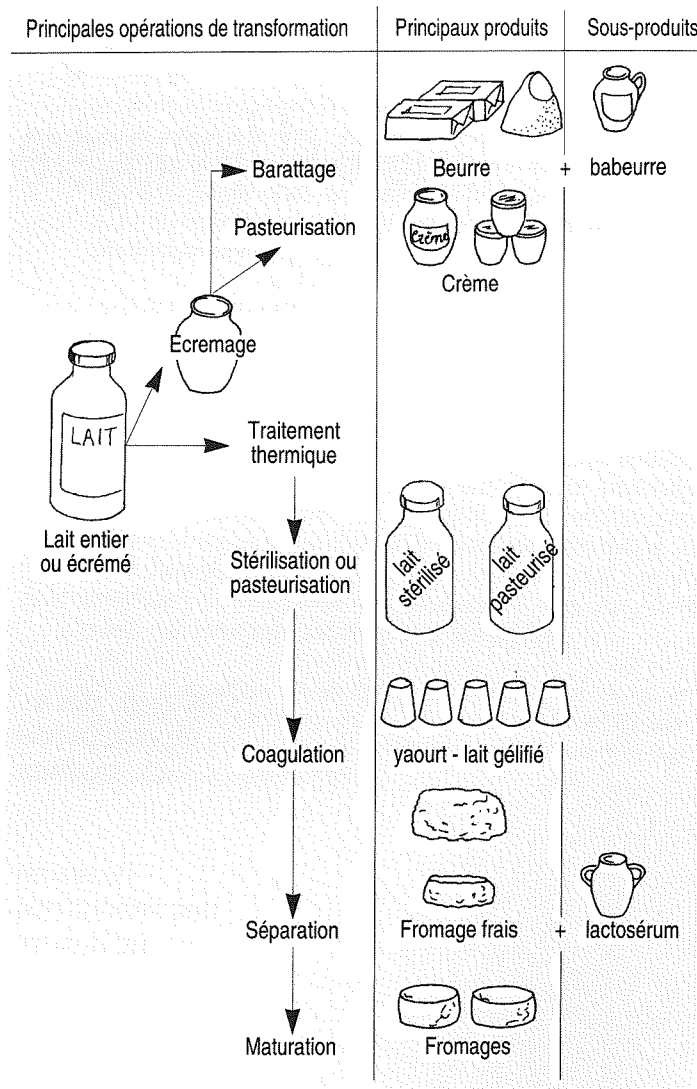
La technologie laitière et fromagère

DU LAIT FERMENTÉ
AU FROMAGE

CRÉER UN ATELIER
DE FABRICATION
DE FROMAGE

GARANTIR
UNE PRODUCTION
DE QUALITÉ

FIGURE 1
Les principales opérations de la transformation



Du lait fermenté au fromage

■ LES LAITS FERMENTÉS

La production de laits fermentés est depuis toujours très répandue en Afrique subsaharienne. Aliment nutritif, savoureux, le lait fermenté, dans les pays tropicaux, est plus facile à conserver que le lait frais, plus digeste et ses vertus thérapeutiques sont reconnues.

- ♦ *Le kéfir* est une boisson effervescente, acide et légèrement alcoolisée, très populaire au Caucase. Il est préparé avec du lait de vache, de chèvre ou de brebis. Les Caucasiens le stockent traditionnellement dans des outres en peau. Les prélèvements quotidiens sont chaque jour remplacés par du lait frais, provoquant ainsi une fermentation continue.
- ♦ *Le koumis* est l'aliment de base des tribus nomades de Russie et d'Asie, il est fabriqué à partir de lait de jument.
- ♦ *Le leben* est originaire du Moyen-Orient. C'est un lait caillé consommé après égouttage dans un tissu ou après concentration dans une jarre poreuse qui permet l'évaporation d'une partie de l'eau.

En Afrique, les peuples d'éleveurs ont également développé des techniques de fabrication de laits fermentés. Les deux exemples suivants en sont l'illustration. Dans les deux cas, la fermentation s'effectue de façon spontanée. Les Peuls et les Masaïs accumulent du lait, jour après jour, dans un récipient de terre ou une jarre. Le lait stocké à température ambiante fermente seul : l'acide lactique augmente naturellement jusqu'à atteindre 1%. Le produit obtenu, visqueux et au goût prononcé d'acide lactique, est généralement consommé pendant les repas.

La méthode des pasteurs éthiopiens du Sidamo est plus sophistiquée. Le lait de vache coagulé naturellement est filtré pour éliminer une partie du liquide limpide (sérum). Un sixième du volume total est ensuite extrait sous forme de petit-lait.

Ce produit se conserve plus longtemps (environ 20 jours), mais la perte de sels minéraux et de vitamines lors de la filtration le rendent moins nutritif.

- ♦ Le yaourt est le plus connu des produits laitiers fermentés; il est de plus en plus consommé dans les pays africains. La fabrication artisanale de yaourts est une activité intéressante pour les pays tropicaux : les équipements sont relativement simples et le produit est très apprécié des consommateurs.

■ LES GRANDS TYPES DE FROMAGE

Avec 10 litres de lait à 3% de matières grasses on fabrique environ un kilo de fromage fermenté à pâte demi-dure ou environ deux kilos de fromage non-fermenté à pâte molle. Le fromage à pâte molle contient plus de petit-lait que le fromage demi-dur.

On distingue deux grands types de fromages (voir tableau page suivante) : les fromages frais et les fromages affinés.

Les fromages frais

Ce sont les fromages les plus fabriqués dans les pays tropicaux. Leur fabrication est simple, rapide et ne nécessite pas d'affinage. De courte conservation, ils sont consommés immédiatement. Ils sont assez déminéralisés. Dans certains cas, le fromage obtenu provient simplement de l'égouttage d'un caillé non étuvé auquel on ajoute un peu de présure pour accélérer la coagulation.

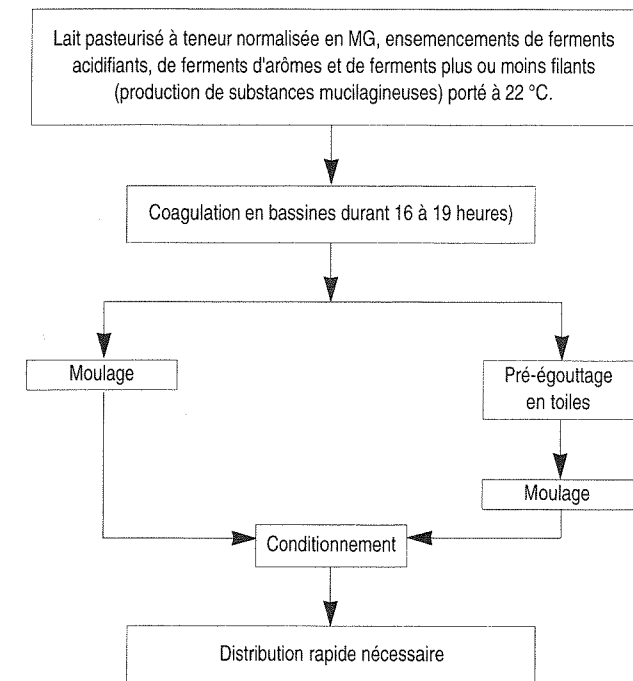
Les fromages frais moulés

Parmi les fromages frais moulés, on peut citer le *queso blanco*, très répandu en Amérique latine. Ce fromage mixte, blanc, très salé, acide et crémeux, peut être

consommé frais dès sa fabrication ou être affiné durant une période variant de 2 semaines à 2 mois (cf. diagramme de fabrication page suivante).

- ♦ *Les pâtes fraîches ou fromages frais lissés* : il s'agit de fromages de type *petit suisse*. La coagulation reste de type nettement lactique.

FIGURE 2
Le fromage frais moulé



Les fromages affinés

Les fromages affinés proviennent d'un caillé enzymatique pressé. On distingue : les pâtes pressées non cuites et les pâtes pressées cuites.

- ♦ *Les pâtes pressées non cuites*

Le pressage du caillé, accélérant l'évacuation du sérum, durcit la pâte par déshydratation.

Les pâtes pressées non cuites les plus connues sont : le saint-paulin et le hollande, le cheddar, le cotija mexicain, la feta (fromage d'origine grecque, blanc, salé et affiné en saumure), le domiati (également affiné en saumure et contenant 10 % de sel), le white cheese ou queso blanco. Les trois derniers fromages cités peuvent être fabriqués à petite échelle, ils donnent de bons rendements et se conservent très bien en climat tropical. Les consommateurs leur réservent généralement un accueil favorable (cf. l'expérience du Cipea présentée dans le quatrième chapitre de ce livre ainsi).

♦ *Les pâtes pressées cuites*

Les fromages à pâte pressée cuite, comme l'emmenthal, le gruyère, le comté ou le parmesan, sont généralement de grandes tailles et pèsent jusqu'à 120 kg. La qualité du lait est importante et les conditions de fabrication, très précises, requièrent un contrôle rigoureux.

Pour obtenir une déshydratation poussée, l'égouttage, complexe, s'opère en plusieurs phases. Préalablement découpé et brassé très finement, le caillé sérum est d'abord chauffé lentement jusqu'à 55 °C puis placé dans des filtres en tissu retournés plusieurs fois. L'affinage, également long, peut durer plusieurs mois.

Ce type de production est donc difficilement adaptable aux pays tropicaux.

♦ *Les fromages très secs*

Ce sont les fromages que fabriquent les nomades. Les aoules, par exemple, sont produits à partir du babeurre acidifié issu du barattage, c'est-à-dire du lait écrémé aigri. Le takamart contient 4 à 7 % d'eau environ.

♦ *Les fromages fondus*

Les fondus se caractérisent par une pâte homogène sans croûte, élastique, onctueuse, d'aspect brillant. Ce sont des produits alimentaires fromagers particulièrement bien adaptés aux besoins des pays chauds. Grâce à une matière sèche comprise entre 40% et 50%, ils se conservent aisément plusieurs semaines hors du réfrigérateur.

Il existe deux types de fondus : les fondus résultant d'une seconde transformation de fromages préexistants (Vache qui rit), les fondus obtenus à partir de la transformation du lait écrémé ou de poudre de lait (exemple : la cancoillotte).

Les grands types de fromages : récapitulatif

TYPE	CARACTÉRISTIQUES	EXEMPLES
FROMAGES FRAIS	Caillé surtout lactique (coagulation lente). Egouttage jamais poussé, humidité importante. Pas d'affinage.	- Semi-pâteux : petit suisse. - Solide mixte : chèvre frais ou queso blanco. - Solide toujours frais : minas, labaneh, surati.
FROMAGES AFFINES	Affinage	
Pâte molle	Pas de pressage.	Camembert, fêta.
Pâte pressée non cuite	Caillé mixte. Pressage.	Saint-paulin, teleme, beynaz peynir, fromages semi-durs grecs.
Pâte pressée cuite	Caillé présure. Brassage et chauffage du caillé. Pressage.	Parmesan (reggiano), gruyère.
Pâtes filées	Filetage du caillé.	Oaxaca.
Fromages très secs	Déshydratation poussée.	Chèvres secs, fromages du pourtour du Sahara.
Fromages fondus	Fusion de fromages.	Cancoillotte, fromages à tartiner.

■ **OPTER POUR LES PÂTES PRESSÉES PLUTÔT QUE POUR LES PÂTES MOLLES**

Quels types de fromage vaut-il mieux fabriquer dans les pays tropicaux ?

- ♦ La fabrication de fromages à pâte molle, qui exige des fermentations et un mûrissement très délicat à réussir, a peu de chances de succès dans les pays en développement. En effet, pour réussir à produire ce type de fromage, il faut pouvoir maintenir une température et une humidité de l'air précises, très difficiles à obtenir dans un pays tropical. La production de ce type de fromage exige l'emploi de matériels techniques assez complexes et onéreux. Les

LA FABRICATION DU « MINAS » AU BRÉSIL

Sa texture est voisine de celle du saint-paulin et sa pâte, blanche, non cuite mais pressée, a des petits trous et un goût faiblement acide.

L'affinage du minas se réalise en chambre froide, pendant 20 jours. Le lait frais est pasteurisé et refroidi à 32 °C, température de caillage. Le taux de matières grasses n'est pas ajusté. On ajoute une dose de chlorure de calcium, des levains mésophiles et de la présure liquide (force 1/10 000). Le décaillage se fait après 40 à 50 minutes et l'on découpe le produit, à l'aide d'un tranche-caillé, de façon à obtenir de gros cubes de 8 cm de côté. Après le découpage, on brasse le caillé lentement pendant une période moyenne de 50 mn, à la fin de laquelle les grains sont légèrement consistants.

Ayant éliminé tout le lactosérum, les grains de caillé sont cassés manuellement et moulés. Dans une première étape, le pressage dure 16 heures et dans une seconde, après le retournage des moules, 30 minutes. Enfin le salage, effectué dans une saumure à 10 - 12 °C avec une teneur en sel d'environ 20 %, prend une journée.

investissements de départ sont lourds, ce qui se répercute forcément sur le prix du fromage.

Celui-ci ne peut être vendu que comme un produit de luxe sur un marché forcément étroit. En outre, les fromages à pâte molle se conservent très peu de temps sous un climat tropical (deux ou trois jours hors d'un air refroidi).

- ♦ Il est donc préférable d'opter pour des fromages à pâte pressée, avec ou sans cuisson, du type hollandaise, saint-paulin, port-salut, emmenthal ou gruyère. Ils sont relativement simples à produire et se conservent beaucoup plus longtemps que les pâtes molles. De plus, presque toujours fabriqués à partir de lait entier, ils possèdent d'excellentes qualités nutritionnelles, avec un taux important de protéines et de matières grasses.

Ils peuvent être fabriqués sans inconvénient dans des laiteries-beurreries, puisqu'il n'y a pas de risque de contamination du beurre par les moisissures, contrairement à la production de pâtes molles.

Les fromages à pâte pressée présentent l'inconvénient d'être souvent assez volumineux, mais ils sont faciles à diviser en petites portions et leur croûte sert d'emballage permanent.

LE « PRATO » DU BRÉSIL

Sa pâte pressée et demi-cuite, souple et de couleur jaunâtre, le rend assez différent du minas et assez voisin des fromages hollandais tels que le gouda et la mimolette. A l'intérieur, il ne présente pas de trous irréguliers, seulement quelques trous ronds, petits et brillants. Le goût, ainsi que l'arôme, sont faibles.

On utilise toujours du lait frais, pasteurisé HTST et refroidi à 32 °C. Comme pour le minas, le taux butyreux du lait n'est jamais ajusté. On y ajoute une dose de chlorure de calcium, des levains mésophiles, un colorant, du roucou, et de la présure liquide (force 1/10 000). La coagulation se fait en 50 minutes et l'on découpe le caillé à plusieurs reprises à l'aide d'un tranche-caillé jusqu'à obtention de grains aussi petits que des grains de maïs.

Avant-feu, on réalise pendant 20 minutes un brassage plus doux. Ensuite, on chauffe le tout lentement jusqu'à 41 °C, en utilisant de la vapeur circulant dans les parois internes du tank et en même temps, on brasse plus rapidement. Après-feu, le brassage se prolonge jusqu'à 40 à 50 minutes.

Ayant éliminé le lactosérum, le caillé est pressé dans un coin du tank pendant 20 minutes puis coupé en pains de 2 kg qui sont immédiatement mis sous presse pour une durée de 16 heures sans retournage. Le salage s'effectue dans une saumure à 10-12 °C, avec une concentration de sel voisine de 20 %, pendant 48 heures.

■ LES TECHNIQUES DE FERMENTATION DU LAIT

Les produits laitiers fermentés dépendent du type de fermentation, lactique ou acide de type mixte.

- ♦ La fermentation du lait peut être obtenue naturellement sans apport de ferments ni ensemencement microbien. La flore lactique ambiante (streptocoques et lactobacilles) se développe spontanément et produit de l'acide lactique qui provoque le caillage.
- ♦ La fermentation peut également être obtenue de façon artificielle par l'introduction de levain ou ferment. Le lait est d'abord porté à ébullition pendant 10 minutes pour détruire la population microbienne. Il ne faut pas prolonger le chauffage plus longtemps, pour ne pas dénaturer les protéines et détruire les vitamines. Puis on introduit dans le lait refroidi un levain ou un ferment (provenant souvent du lait fermenté du lot précédent). La température d'incubation est maintenue entre 30 et 38 °C durant tout le temps de fermentation (de trois à quatre heures). Cette température ne doit pas être dépassée, sinon le lait présentera une vilaine apparence ; une température trop basse ralentit le processus de fermentation et favorise le développement de micro-organismes indésirables. Cette méthode ne nécessite pas de récipients particuliers.

■ LES TECHNIQUES DE FABRICATION DU YAOURT

Le lait entier, écrémé ou partiellement écrémé convient aussi bien à la fabrication du yaourt. Celle-ci s'opère en ajoutant au lait des ferments lactiques qui, par leur action, coagulent le lait.

Une souche de ferment pour yaourt se compose de deux types de bactéries : *Streptococcus thermophilis* et *Lactobacillus bulgaricus*.

Le processus est simple mais délicat car il exige de parfaites conditions d'hygiène afin d'éviter la présence de bactériophages ou d'antibiotiques qui peuvent empêcher le développement microbien.

Les souches de ferments se présentent sous forme liquide ou lyophilisée.

La préparation du levain se fait en mélangeant dans un récipient le ferment, liquide ou en poudre, à du lait. On place ensuite ce levain dans une étuve réglée à 43-45 °C jusqu'à coagulation. Il faut compter 3 heures pour une souche liquide et 5 heures pour une souche lyophilisée. Le produit obtenu, appelé souche mère (ou aussi ferment), sert à l'ensemencement de levains pour la fabrication des yaourts. La souche mère se conserve 8 jours environ à 4 °C. Un yaourt issu d'une fabrication précédente peut remplacer la souche mère.

Le procédé de fabrication du yaourt

Pour obtenir un yaourt, on ajoute d'abord le ferment (la souche mère), à raison de 2 %, au lait chauffé à 48-50 °C maximum. Puis on conditionne le lait en pots. Après s'être assuré que le lait mis en pots a atteint une température de 43 ou 45 °C, on place les pots dans une étuve (ou une chambre chaude) préchauffée également à 43 ou 45 °C. L'étuve sert à maintenir la température du lait et non à le réchauffer.

La coagulation intervient au bout de deux heures et demie, mais les pots ne sont retirés de l'étuve qu'après trois heures environ. Ils sont ensuite placés en chambre froide au moins 12 heures avant consommation.

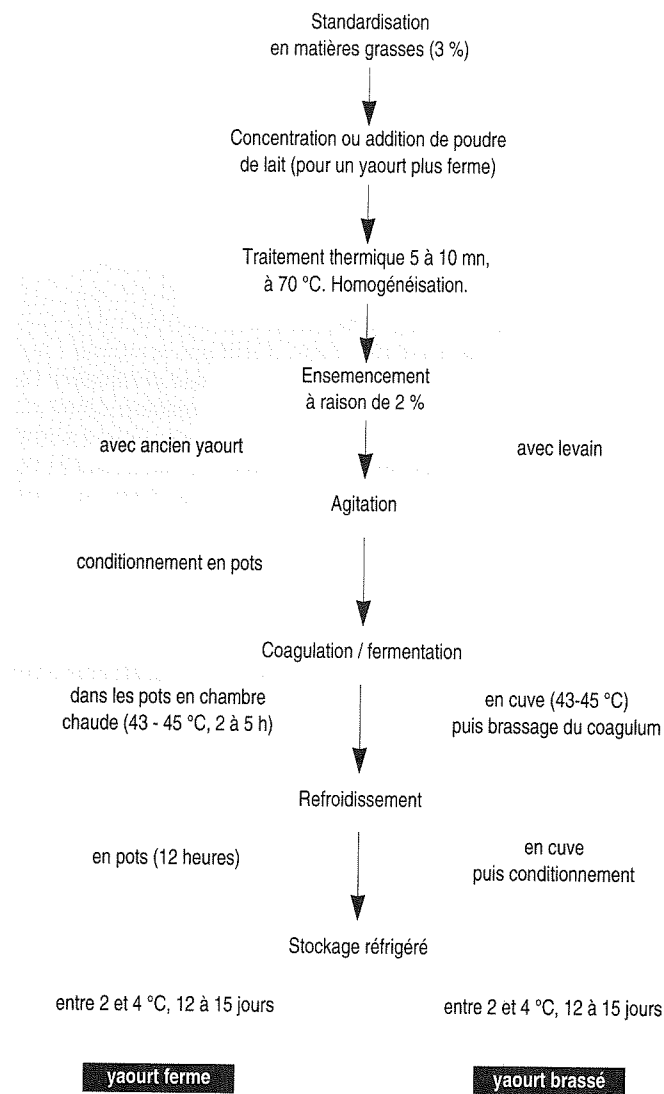
Pour obtenir du yaourt brassé, il faut réaliser une étape supplémentaire où l'on brasse le coagulum obtenu après la fermentation.

La conservation du yaourt

Les yaourts se conservent environ 12 à 15 jours à une température de + 2 à + 4 °C. La durée de conservation est plus courte si les yaourts sont transportés et stockés à une température plus élevée.

Voir diagramme de fabrication du yaourt page suivante :

FIGURE 3
Diagramme de fabrication du yaourt



■ Le levain s'obtient à partir des ferments lactiques selon le processus suivant :
ferments lactiques → entretien des souches → multiplication 1^{er} stade → multi-
plication 2^e stade → levain.

Créer un atelier de fabrication de fromages

Le matériel nécessaire pour faire fonctionner une petite unité de transformation laitière peut être très simple, mais il faut avant tout tenir compte de la quantité de lait que l'on peut collecter dans la région, des problèmes de transport dus à l'éloignement et à la dispersion des producteurs, du type de produit à réaliser et de la commercialisation du produit fini.

Il est nécessaire de bien connaître le marché local, les goûts des consommateurs, les coutumes et les interdits alimentaires. Une petite étude de marché est indispensable, notamment pour évaluer le prix de vente des produits.

Deux possibilités se présentent pour construire une petite fromagerie. Elle peut être construite avec des matériaux et un équipement fabriqués sur place. Il peut aussi s'agir d'une micro-fromagerie pré-fabriquée (clé en main) composée de modules préfabriqués importés.

Le coût moyen de l'installation d'un atelier de transformation du lait construit à partir de matériel et d'équipements locaux est estimé à environ 50 000 FF.

La fabrication du fromage comporte trois grandes phases successives : le caillage (ou coagulation), l'égouttage et l'affinage.

■ LES LOCAUX

Affecter une pièce par opération

Il est souhaitable de respecter le principe de la marche en avant, c'est-à-dire que le lait doit rentrer d'un côté et le fromage ressortir de l'autre.

D'autre part, il est important d'isoler les secteurs de fabrication de ceux facilement souillés qui nécessitent de nombreux travaux.

Chaque pièce est affectée à une opération :

- un sas d'entrée ;
- une pièce de lavage en dehors du circuit ;
- une pièce de transformation ;
- une à plusieurs pièces d'affinage : séchoir, caves, chambre froide ;
- une pièce d'emballage et d'expédition.

Respecter une hygiène scrupuleuse

On n'insistera jamais assez sur l'importance de l'hygiène tout au long de la chaîne de fabrication du fromage : réception du lait, transformation, conditionnement. L'hygiène est primordiale pour obtenir des fromages de bonne qualité.

Tout le matériel en contact avec le fromage doit être lavé au savon et à l'eau chaude, rincé à l'eau claire systématiquement après chaque utilisation pour éviter la prolifération des germes. Les mains doivent être désinfectées à l'eau de javel. En effet, les bactéries peuvent se reproduire très rapidement : une nouvelle génération toutes les trente minutes.

Le port de bottes est indispensable. Le sol, les murs, les installations de la fromagerie doivent être nettoyés périodiquement à l'eau javellisée, puis rincés abondamment à l'eau claire.

Le lait est un aliment fragile qui s'abîme très vite. Il perd alors ses qualités, goût, odeur et texture. Il est conseillé de le garder à l'abri de la lumière, d'éviter les mouvements brusques et de ne pas employer d'ustensiles en cuivre.

Un lait mal conservé s'acidifie ; une fois chauffé, il floccule ou caillera. Son odeur devient désagréable, son goût amer, il est moins nutritif et peut même provoquer des maladies.

Le lait peut également prendre une odeur désagréable s'il est placé près de produits à odeur prononcée comme la peinture, les détergents ou les pesticides. Il ne faut donc pas le stocker dans une pièce contenant ces types de produits.

Les bâtiments de réception et de fabrication

Chaque corps de bâtiment doit être sain, propre et d'un entretien facile. Les fenêtres sont garnies de grillage anti-mouches. Le sol est cimenté, légèrement en pente afin d'évacuer les eaux de lavage (pente de 2 à 3 %).

Pour garantir une température constante à l'intérieur, le bâtiment peut être construit en pierres avec un revêtement intérieur de ciment et de chaux, ce qui facilite le nettoyage, ou en banco recouvert de ciment.

Les lavages fréquents des locaux avant, pendant et après toute la fabrication nécessitent également un approvisionnement suffisant et régulier en eau. On compte en moyenne 5 litres d'eau par litre de lait traité. Nous conseillons un puits fermé équipé d'une motopompe.

La cave d'affinage

L'affinage requiert un taux élevé d'humidité (80 % d'humidité relative) et une température basse (8 à 12 °C). La climatisation est toujours onéreuse, voire même parfois impossible en région chaude. Une des meilleures solutions consiste à construire une cave semi-enterrée (d'une hauteur de 2,50 m environ, dont 1,50 m sous terre), de préférence située sous le bâtiment de fabrication. La surface de la cave dépend de la quantité de lait traité : 50 m² suffisent pour un traitement de 100 à 150 litres par jour.

Il faut prévoir des ouvertures sur l'extérieur pour la partie de la cave située au dessus du sol. Ces aérations sont indispensables pour renouveler l'air ; il est préférable d'aé-

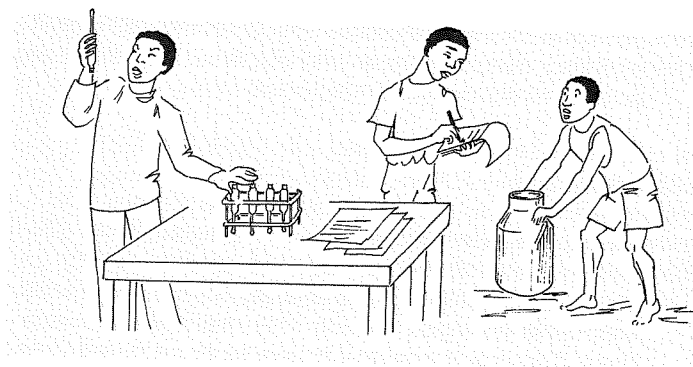
rer la nuit, lorsqu'il fait plus frais. Outre l'aération, une méthode simple pour abaisser la température de quelques degrés dans la cave consiste à disposer des récipients remplis d'eau fraîche. En mettant régulièrement des glaçons dans l'eau, elle restera fraîche.

■ LA COLLECTE DU LAIT

Le lait collecté le matin de bonne heure est aussitôt apporté à la fromagerie. Il est indispensable de veiller à la parfaite propreté des récipients de collecte, de protéger le lait de la poussière et de la pluie. En effet un lait sale prend une forme compacte impropre à la production.

À la réception, le lait apporté par chaque éleveur est mesuré individuellement, puis filtré afin d'enlever les impuretés. Il est analysé afin de connaître sa composition bactériologique précise et d'évaluer sa qualité.

FIGURE 4
Contrôle bactériologique du lait

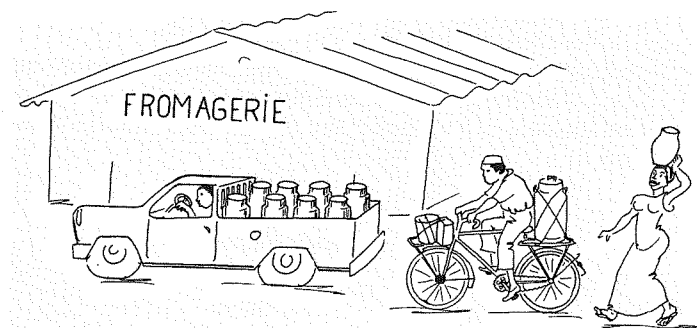


Le fromager inscrit les quantités reçues et les qualités (variables d'un jour à l'autre) sur une fiche de réception.

Le matériel pour la collecte du lait

La collecte du lait se fait par transport motorisé ou encore à bicyclette et parfois même à pied.

FIGURE 5
La réception du lait



On peut utiliser des bassines en plastique pour la traite. Pour le transport, on utilisera des bidons en almasilium : 5 ou 10 litres pour le producteur et 30 ou 50 litres pour le collecteur.

Un bidon doseur servira à mesurer la quantité de lait collectée et à connaître le paiement à effectuer au producteur.

Le matériel pour la réception du lait

L'équipement de base nécessaire au moment où le lait arrive à la fromagerie est le suivant :

- des bidons à lait en almasilium de différentes tailles ;
- des seaux ;
- des agitateurs.

Petit équipement de laboratoire

Ils sont nécessaires pour mesurer rapidement, même de façon approximative, un certain nombre de caractéristiques du lait (figures page suivante).

♦ La densité du lait

On utilise le lactodensimètre qui permet de contrôler la teneur en eau du lait et de reconnaître le lait "mouillé", auquel on a ajouté de l'eau. Deux à trois lactodensimètres et quelques éprouvettes suffisent.

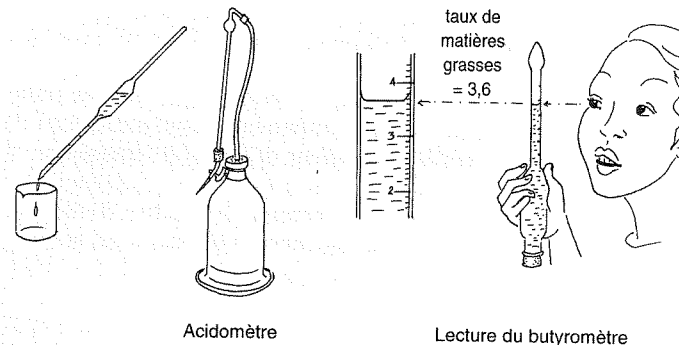
♦ *L'acidité du lait*

On utilise un petit appareil appelé acidimètre ; le réactif employé est la soude.

♦ *La matière grasse du lait*

Il faut pour cela disposer d'une centrifugeuse manuelle qui permet de séparer la matière grasse du lait (par la vitesse de rotation), d'un butyromètre et d'un réactif (acide sulfurique).

FIGURE 6
Petit matériel de laboratoire



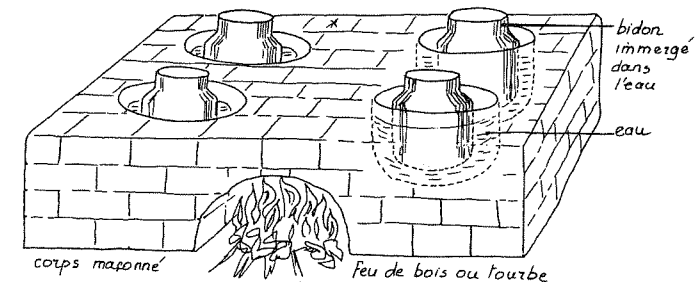
■ LA PASTEURISATION DU LAIT

Une fois collecté, le lait est pasteurisé. Pour les fromages fabriqués à partir de lait cru, cette opération n'est pas obligatoire.

- ♦ La pasteurisation permet de détruire un certain nombre de bactéries nuisibles à la fabrication du fromage. Elle peut s'effectuer simplement : le lait est chauffé pendant 20 secondes à une température de 80 à 85 °C. Celle-ci est vérifiée à l'aide d'un thermomètre.

Si le lait est très sale, il doit être stérilisé, c'est-à-dire chauffé pendant 3 ou 4 secondes à une température de plus de 100 °C. La quasi totalité des micro-organismes présents dans le lait est alors détruite.

FIGURE 7
Chaudière bain-marie

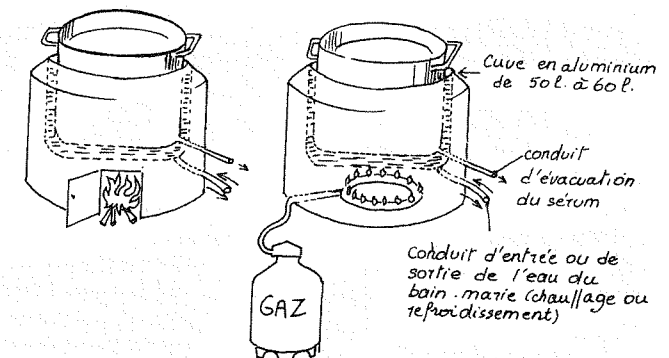


- ♦ Pour pasteuriser et stériliser des quantités importantes de lait, il faut disposer d'un matériel adapté (pasteurisateur, centrifugeur, refroidisseur, conditionnement adapté) et d'un circuit de distribution du lait, qui ne sont pas à la portée de tous les petits producteurs.

Par contre, pour de petites quantités de lait, on peut appliquer la pasteurisation dite de "la ménagère" qui consiste à chauffer le lait dans une marmite jusqu'à ébullition.

Le matériel employé dépend de l'énergie disponible localement. La chaudière bain-marie est un pasteurisateur très simple : elle fonctionne avec du bois, du charbon de bois ou de la tourbe et peut être fabriquée en briques cuites, pierres et tôles (récupérées dans des fûts).

FIGURE 8
Chaudières bain-marie améliorées



■ LE REFROIDISSEMENT

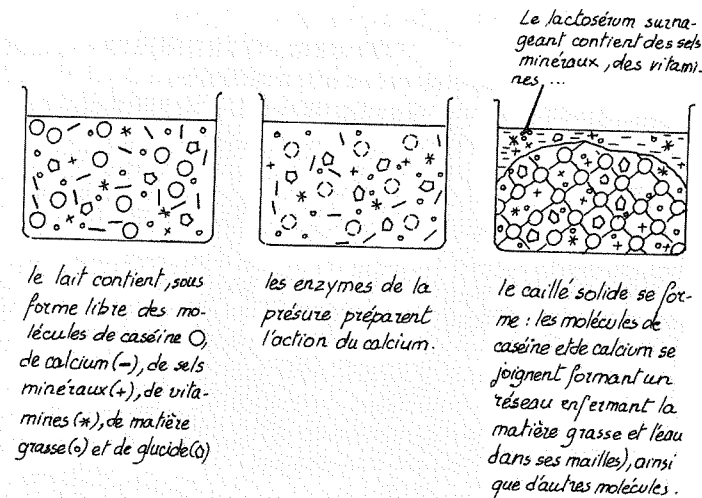
À la suite de ce traitement par la chaleur, le lait doit être refroidi très rapidement pour éviter qu'il ne s'abîme et que se multiplient des micro-organismes qui se développent entre 10 °C et 40 °C. Pour refroidir le lait chaud, on le transvase dans un bidon propre placé dans un bac à eau froide. Quand la température atteint 40 °C, on retire le bidon de l'eau. (Le refroidissement peut également s'effectuer grâce à la double paroi du pasteurisateur dans laquelle on fait circuler de l'eau froide.)

On peut aussi utiliser deux fûts, de la tuyauterie de plomberie de 2 cm de diamètre et une vanne à deux voies ; l'eau captée à la source passe des fûts de refroidissement à la réserve d'eau. Cette circulation continue permet un refroidissement rapide.

■ LE CAILLAGE

Le caillage est une coagulation du lait qui provoque sa séparation en un caillé solide et un résidu liquide, le sérum, composé d'eau, de lactose et de sels minéraux.

FIGURE 9
Schéma très simplifié de la coagulation du lait



Le caillage lactique

Maintenu à température ambiante, le lait s'acidifie naturellement assez vite. Lorsqu'il atteint une acidité suffisante, le lait coagule spontanément : c'est le caillage lactique. La coagulation du lait, processus assez lent, peut être accélérée par l'introduction de souches sélectionnées de ferments, d'acide ou de présure.

L'acide acétique (le vinaigre), l'acide citrique ou un jus de fruit acide (citron) permettent d'obtenir un caillé assez friable. Ce type de caillé lactique, est souvent consommé tel quel par les populations.

Le caillage avec présure

La coagulation peut aussi être effectuée avec de la présure. On peut utiliser par exemple de la présure extraite de la caillette d'un veau à jeun de moins de six semaines ; d'autres extraits d'animaux, comme les porcs et les poules, peuvent également s'employer. Le caillage dit enzymatique, provoque une fermentation différente du fromage, il convient mieux aux fromages frais à consommer rapidement.

- ♦ *Les présures de caillette* se vendent en tablette, en poudre ou en flacon mais il est possible d'extraire soi-même la présure de caillette de veau ou d'agneau. Par exemple, au Sahel, l'estomac des jeunes chevreaux sacrifiés est précieusement conservé et séché. Lors de la fabrication du caillé, on découpe un petit bout de caillette séchée que l'on jette dans le lait entier.

- ♦ *On peut utiliser de la présure en poudre*, comme la présure "ha-la". Pour 100 litres de lait, on prend une cuillerée à soupe de cette poudre et cinq cuillerées de sel propre. la présure et le sel sont versés et mélangés dans 250 ml d'eau propre. La présure est prête à l'emploi.

Dans certaines régions d'Afrique, comme au Nigéria, on utilise les sucres d'une plante, *Calotropis procera* ; mais cet agent coagulant rend le caillé plus friable. Cette pratique pourrait être généralisée si les intéressantes propriétés des sucres de cette adventice étaient mieux connues (cf. encadré page suivante).

DU FROMAGE SANS PRÉSURE

Des chercheurs de la station expérimentale du CIPEA à Debre Berhan (Ethiopie) ont effectué récemment des essais préliminaires pour déterminer les propriétés coagulantes des sucs extraits de différentes parties de la plante *Calotropis procera*, la quantité de fromage obtenue et la teneur en lipides du petit-lait. Un échantillon de 7,5 kg de matériel végétal de *Calotropis procera* a été séparé en feuilles, jeunes tiges et tiges plus âgées dont ont été extraits des sucs. Les extractifs ainsi obtenus ont été conservés à 12 °C, après la mesure de leur PH.

Des échantillons de lait ont été traités avec diverses quantités extraites de chaque partie de la plante et le temps de coagulation enregistré. Le caillé a ensuite été découpé et le petit-lait drainé du coagulum. Sa teneur en lipides et son poids ont enfin été déterminés.

D'une manière générale, le temps de coagulation diminue avec l'augmentation de la quantité de sucs et les sucs extraits des feuilles donnent de meilleurs résultats que ceux provenant des tiges. La quantité de fromage obtenue va de 180 à 194 g par litre de lait et diminue avec l'augmentation du temps de coagulation.

Le caillé obtenu avec la présure est plus ferme que celui obtenu par acidification spontanée, il donne une meilleure qualité de fromage et il n'y a pas de perte lors de l'égouttage. Par contre, l'extraction du sérum nécessitera souvent un pressage.

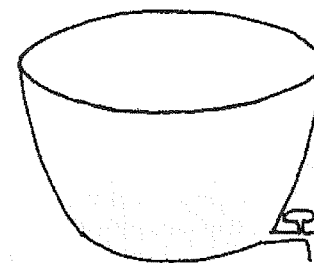
La plupart du temps, les deux types de coagulation coexistent et selon la prédominance de l'une ou de l'autre forme, on appelle le caillé obtenu *lactique* ou avec *présure*.

Comment réaliser le caillage du lait ?

Le lait, refroidi à 40 °C, est versé dans la cuve de fabrication et est à nouveau filtré pour enlever les impuretés.

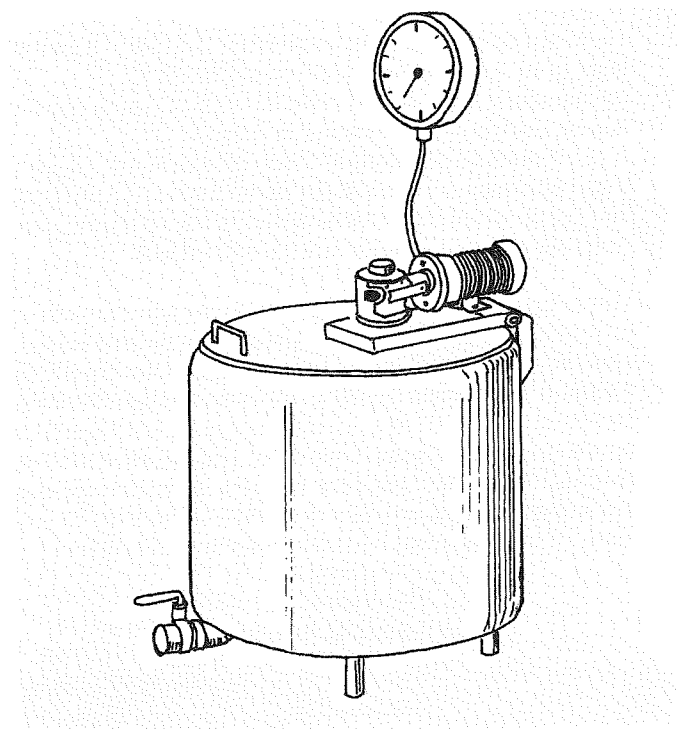
- ♦ Le fromager verse la présure pendant que l'aide-fromager agite le lait. La température du lait est de 36 °C. La maturation doit se faire entre 32 et 36 °C, zone optimale pour l'action enzymatique de la présure. A ce moment là, le fromager et son aide plongent les arrêtoirs dans la cuve pour stopper le mouvement tournant du lait. Les arrêtoirs sont retirés quand le lait ne tourne plus. Après 40 minutes, le lait a durci : il est coagulé.
- ♦ Le caillage nécessite une cuve en aluminium munie d'un robinet pour l'écoulement du sérum. Le modèle le plus courant, une simple cuve demi-sphérique de 80 cm de diamètre, peut traiter de 50 à 100 litres de lait. Sa forme facilite le travail du lait, surtout lors du décaillage. Les cuves commercialisées sont en résine de polyester ou fibre de verre mais une jatte en terre cuite commandée aux artisans potiers convient tout à fait. Un support en corne métallique aidera à maintenir la cuve en équilibre.

FIGURE 10
Cuve de coagulation



Pour des quantités plus importantes (jusqu'à 500 litres), une cuve plus élaborée sert à la pasteurisation, au refroidissement (avec circulation d'eau froide dans la double paroi) et à la coagulation.

FIGURE 11
Tank de pasteurisation
servant également à la coagulation



■ LE DÉCOUPAGE

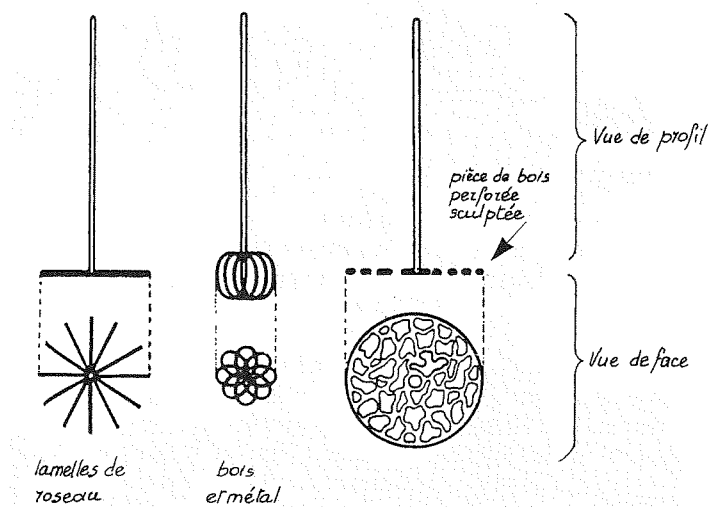
Une fois achevée la phase de coagulation, on procède à l'égouttage. Mais, pour certains fromages, comme les caillés-présurés très souples et imperméables, il est nécessaire de les découper d'abord en petits morceaux pour développer les surfaces d'exsudation.

Quand la masse est bien solide, le fromager la découpe à l'aide d'un tranche caillé (cf. figure ci-contre) généralement en acier inoxydable. Le décaillage fractionne le caillé en petits grains blancs. Un liquide jaunâtre s'écoule : le sérum. On arrête le découpage du caillé quand les grains atteignent la taille de grains de café.

Le temps pour la découpe est de 7 minutes. La température des grains est de 32 °C à la fin de l'opération.

Ce découpage peut être suivi d'un brassage, qui empêche les grains de caillé de se ressouder et permet un assèchement plus poussé.

Figurés 12
Différents types de tranche caillé



Tranche-caillé peut 2 types) Tranche-caillé "auvergnat traditionnel"

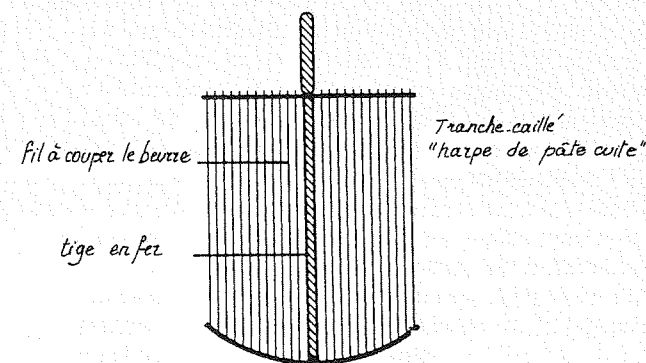


FIGURE 13
Découpage du caillé dans un petit récipient
à l'aide d'un couteau

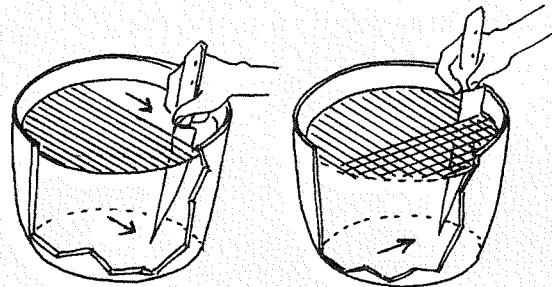
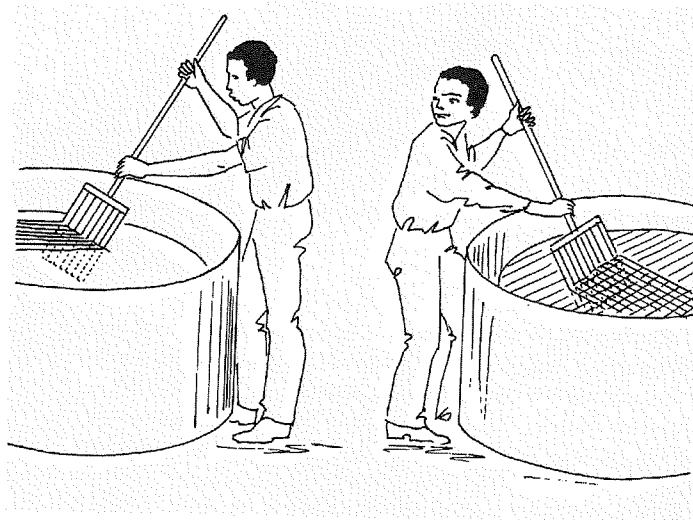


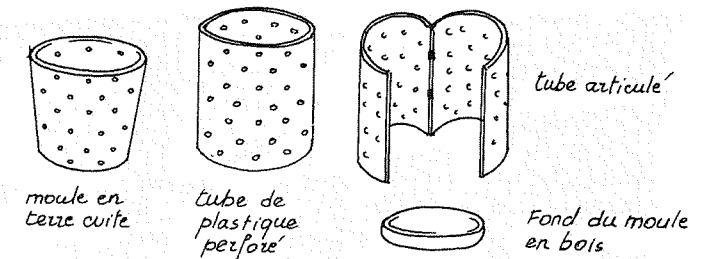
FIGURE 14
Découpage du caillé-présuré dans un grand
récipient à l'aide d'un tranche-caillé



■ L'ÉGOUTTAGE

Une fois découpé, le caillé s'égoutte dans des moules. Si l'on ne dispose pas de moules tout prêts (en bois, en terre cuite ou en plastique), il est possible de couper des cylindres de 10 cm de hauteur dans des tubes de plastique suffisamment larges, puis de les percer de trous placés en quinconce.

FIGURE 15
Différents types de moules

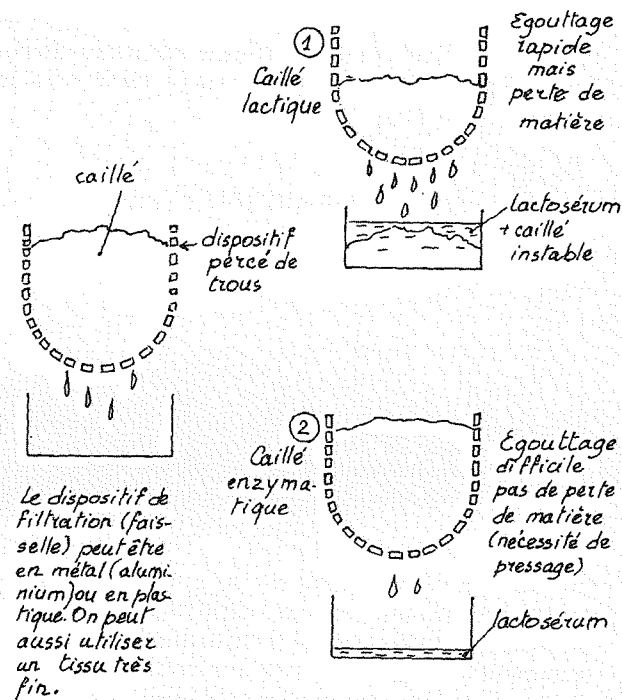


Un des buts de l'égouttage est de contrôler la teneur en eau du fromage. Au cours de cette opération, le caillé se contracte et expulse une partie du liquide qu'il contient : le lactosérum. Celui-ci emporte une partie des éléments solubles (sels, lactose, protéines solubles).

L'égouttage est différent selon le type de fromage que l'on veut obtenir.

- ♦ L'égouttage d'un caillé-présuré ne produit qu'une faible déminéralisation du caillé et le lactosérum obtenu contient essentiellement du lactose. De plus, la présence dans le caillé-présuré de sels de calcium en quantité plus importante donne une meilleure cohésion au fromage. Ceci explique que les fromages fabriqués selon ce processus ont des tailles plus importantes (emmental, cantal).
- ♦ L'égouttage d'un caillé lactique est rapide mais incomplet car une partie du caillé, très friable, est entraîné avec le lactosérum. Une température élevée, supérieure à 30 °C, favorise l'opération ; en dessous de 10 °C, l'égouttage n'est pratiquement pas réalisable.

FIGURE 16
Différence d'égouttage entre deux types de caillé



L'égouttage se poursuit pendant 15 à 36 heures selon les types de fabrication et les laits employés. Un lait mixte vache et chamelle, est plus long à s'égoutter. On peut accélérer l'égouttage en pratiquant deux ou trois retournements des fromages dans le moule. Des couvercles en bois posés directement sur le caillé rendent également l'égouttage plus rapide.

- ♦ Un plan incliné, par exemple une table inclinée en bois, facilite l'égouttage. On répartit le caillé dans des moules placés sur des tables inclinées équipées en leur partie inférieure d'un dispositif (trou ou gouttière) de récupération du sérum.

Figure 17
Table de moulage
(en bois ou en acier inoxydable)

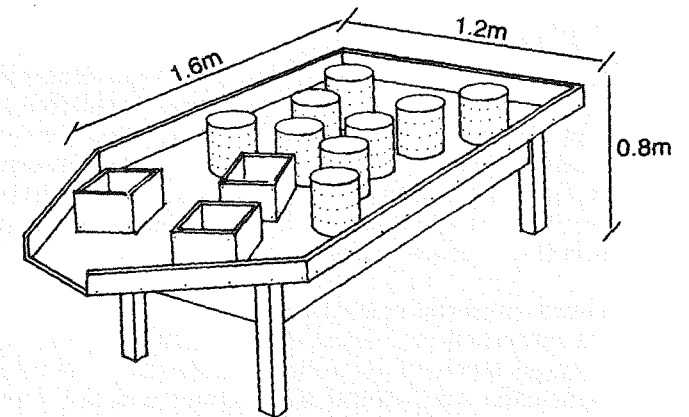
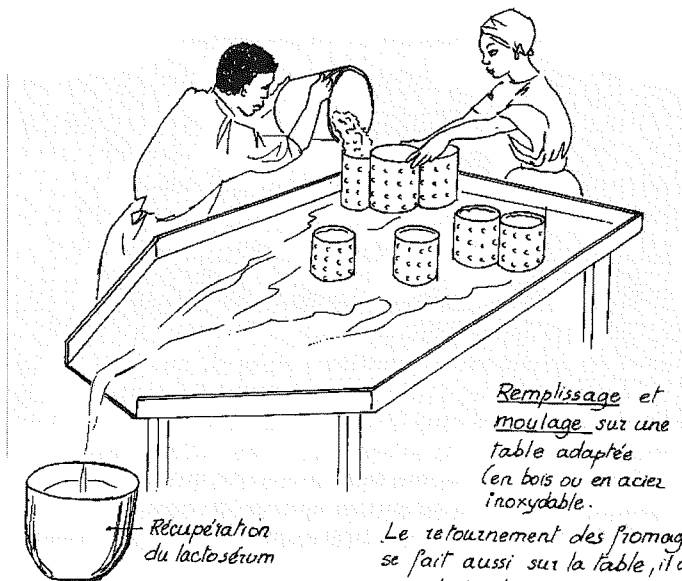


FIGURE 18
Egouttage du caillé
et récupération du sérum



Le retournement des fromages se fait aussi sur la table, il a pour but d'augmenter l'égouttage.

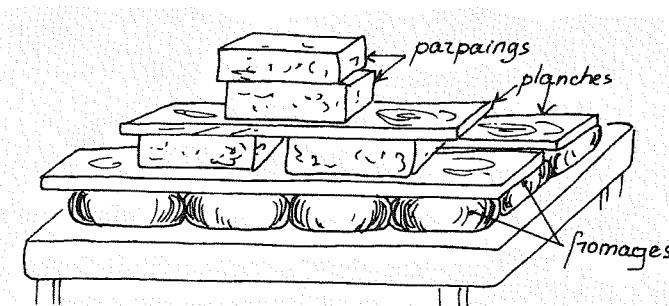
Une fois égoutté, le caillé est démoulé puis placé sur des claies en bois pour le manipuler aisément.

Le pressage

L'égouttage peut être renforcé au moyen d'un pressage. Le sérum est bien entendu séparé du caillé et récupéré. Lors du pressage, le caillé découpé est placé dans un moule. Le pressage doit être progressif afin d'expulser correctement le sérum résiduel. Faible au début, il devient plus fort une heure après. La durée totale du pressage peut être de douze heures.

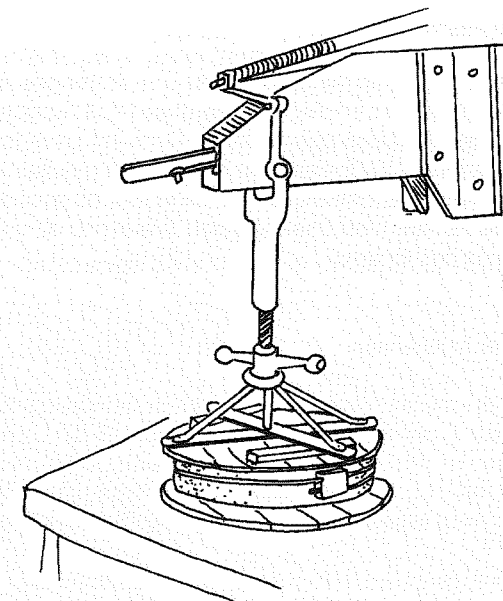
- ♦ Il existe différentes méthodes de pressage :
 - la méthode la plus rudimentaire consiste à poser sur les fromages démoulés un parpaing ou des dalles de béton de 50 x 50 x 8 cm reposant sur une planche de bois. Cette méthode convient aux fromages de taille petite et moyenne ;
 - la presse à vis verticale est réservée aux gros fromages (de 40 à 50 kg).

FIGURE 18
Le pressage par poids (parpaings)



Une fois égouttés, les fromages d'une même fabrication sont pesés au moyen d'une balance ou claie de pesage. Celle-ci est fabriquée en bois et comporte quatre anneaux de fabrication.

FIGURE 19
La presse à vis



■ L'AFFINAGE

C'est une opération délicate qui exige des locaux frais et une hygiène stricte de la matière première et des conditions de fabrication.

- ♦ On affine le fromage pour deux raisons :
 - pour accroître la durée de conservation du produit. Ceci peut être obtenu en séchant le fromage ou en le salant (salage du caillé) ;
 - pour donner davantage de goût au fromage. Ainsi, par exemple, le caillé frais a peu de goût. L'affinage permet au fromage d'acquies sa personnalité spécifique. Le type de maturation dépend de l'oxygène, de l'humidité, du salage, de l'acidité, des ferments, etc.
- ♦ L'affinage peut durer de quelques jours à plusieurs mois, dans des conditions particulières :

- une température assez basse associée à une humidité élevée règlent l'activité microbienne et enzymatique ;
- une bonne aération assure les besoins en oxygène de la flore superficielle.

Ceci implique le cantonnement des fromages à affiner dans des zones privilégiées (en altitude par exemple) ou à certaines périodes plus fraîches. Dans les pays tropicaux, les périodes d'affinage sont en général réduites à cause des conditions climatiques. Dans le cas où aucune période de l'année n'est assez fraîche, il faut prévoir une climatisation des locaux.

Le salage et le séchage

- ♦ Le sel joue un rôle important dans la fabrication du fromage car il favorise l'égouttage, oriente le développement microbien et relève la saveur de la pâte. Un fromage bien égoutté doit être plus salé qu'un fromage mal égoutté, dont l'eau excédentaire devra être évacuée par la suite.

Le salage peut s'effectuer à sec ou en saumure. Dans le premier cas, on projette du sel fin sur les différentes faces du fromage ou on le roule dans du sel étalé. Dans le deuxième cas, on maintient le fromage pendant deux heures dans un bain d'eau salée à 33 grammes de sel par litre, à température ambiante.

- ♦ Le séchage, ou ressuyage, consiste à placer les fromages dans un courant d'air pendant deux à quatre jours, à l'ombre ou au soleil suivant le type de fromage souhaité. Quand un fromage est séché, cette opération s'effectue après l'égouttage, mais elle ne le remplace pas.

Le séchage peut être prolongé. Les Touaregs du Sahara fabriquent ainsi des fromages extrêmement secs qui se conservent plusieurs mois (cf. le chapitre 4 sur les exemples d'activités fromagères). Ces fromages sont tellement secs qu'il est nécessaire de les réduire en poudre pour les consommer. Contrairement aux autres fromages, ils ne sont pas salés (le sel est rare dans ces régions). Le séchage et la conservation sont réalisées uniquement grâce à la chaleur et la sécheresse de l'air.

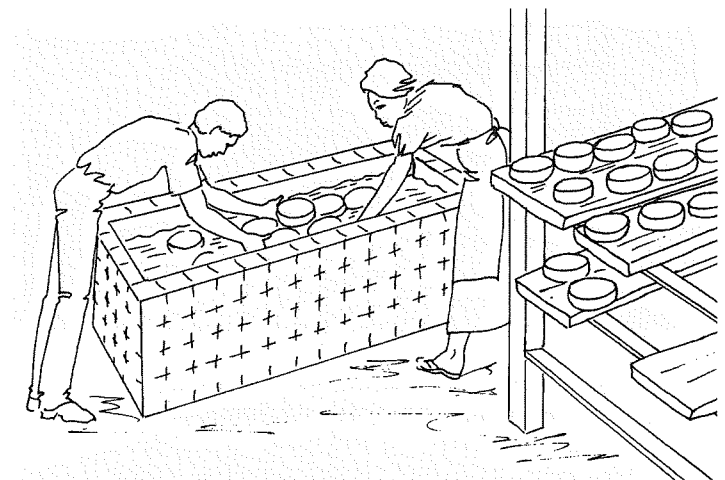
Le fromage à pâte pressée

Pour réaliser ce type de fromage, il faut le saler, ce qui déclenche son mûrissement, puis le faire sécher pendant trois jours et enfin l'affiner en cave pendant 20 jours. Pendant cette période, le fromage prend sa forme, sa taille et son goût définitifs.

Dans certains cas, les fromages sont préalablement saumurés dans des bacs réservés à cet effet.

FIGURE 20

Saumurage dans un bac et séchage sur claies



Les fromages à affiner sont stockés dans la cave sur des claies en bois ou des étagères. La température doit être fraîche : 12 à 16 °C, jamais plus. L'air doit rester humide ; il faut donc jeter de l'eau tous les matins sur le sol de la cave. Les fromages sont retournés et frottés tous les jours sur les faces et les côtés.

Voir figures page suivante.

FIGURE 21
Claies en bois pour l'affinage des fromages

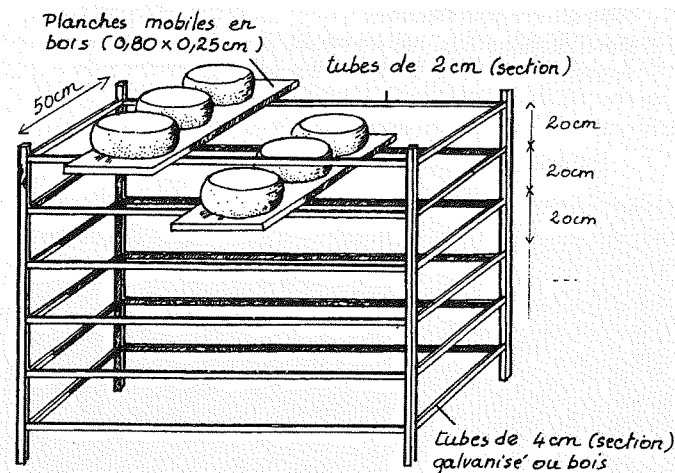
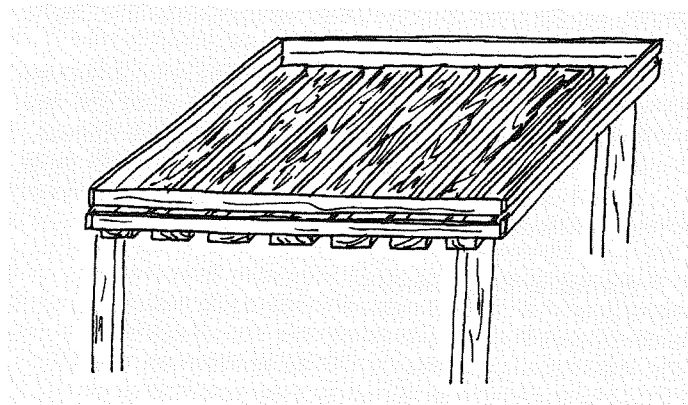


FIGURE 22
Etagères pour l'affinage des fromages

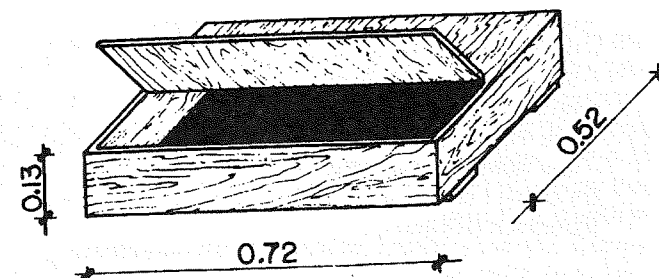


■ LE CONDITIONNEMENT

Un bon conditionnement doit être léger, hygiénique, solide et de manipulation facile. Il ne doit pas coûter trop cher à l'achat et à l'entretien. Une solution simple : des caisses en bois dans lesquelles les fromages reposent sur un fond garni de feuilles séchées. Ils doivent être aérés et ne pas être empilés les uns sur les autres.

Des caisses en bois propres suffisent pour le transport des fromages.

FIGURE 23
Caisse en bois servant au transport des fromages



Il faut faire particulièrement attention au conditionnement des fromages affinés. Ils constituent un produit fragile qui, placé dans de mauvaises conditions de conservation et de manipulation, est susceptible de se dégrader très rapidement.

■ LES MICRO-FROMAGERIES « CLÉ EN MAIN »

En réalité, il existe très peu de fromageries artisanales construites entièrement localement. Raison essentielle : les équipements de base sont quasi inexistant dans la plupart des pays.

C'est pourquoi des constructeurs d'équipement proposent des micro-laiteries constituées d'équipements peu sophistiqués (tanks de ferme, bassines, bains-marie pour la pasteurisation, système de conditionnement en kit) pour un prix n'atteignant pas les 200 000 FF.

La capacité de traitement de ces micro-laiteries est de 200 litres par jour soit une fabrication de 80 kg de fromage par jour. Elles utilisent soit du lait collecté localement soit du lait reconstitué (poudre de lait écrémé additionné quelquefois de lait local).

Le matériel proposé, conçu pour une installation simplifiée, ne comprend pas le local, ni les systèmes d'alimentation en eau et électricité ou d'évacuation des eaux usées. L'eau chaude est obtenue par chauffage au gaz à feu nu.

L'équipement de base comprend :

- des bassines de 100 litres ;
- des bidons à lait de 20 litres ;
- un bain-marie pour la pasteurisation ;
- un bac pour le refroidissement du lait en bidon ;
- une remplisseuse à main ;
- un tank de refroidissement ;
- des moules simplifiés en inox ;
- des tables de travail et divers supports.

En option : un chauffe-eau électrique et une étuve pour la fabrication de yaourts.

Ces micro-laiteries permettent de fabriquer les produits suivants :

- du lait fermenté caillé (à partir de lait local ou reconstitué) conditionné en pots plastique avec couvercles et remplis à la main ;
- du fromage blanc, type queso blanco, présentant de bonnes qualités de conservation et des possibilités d'affinage éventuel.

Le procédé prévoit la pasteurisation du lait local à 65 °C pendant 30 minutes.

Garantir une production de qualité

La qualité de la production fromagère est un élément déterminant du succès de toute unité de fabrication, artisanale ou industrielle. A tous les niveaux de la chaîne, depuis la collecte du lait jusqu'à la livraison des produits aux commerçants, il est indispensable de respecter strictement les règles d'hygiène et les procédés de fabrication. Les mauvaises manipulations, l'inattention et le manque d'hygiène aboutissent inévitablement à une production dégradée. Le consommateur refusera alors d'acheter les produits ou bien il faudra les brader à bas prix. Comme les petites fromageries fonctionnent toujours avec des marges bénéficiaires faibles, les conséquences économiques peuvent être désastreuses et même provoquer la faillite de l'entreprise.

■ LE LAIT, UN PRODUIT FRAGILE

La composition du lait

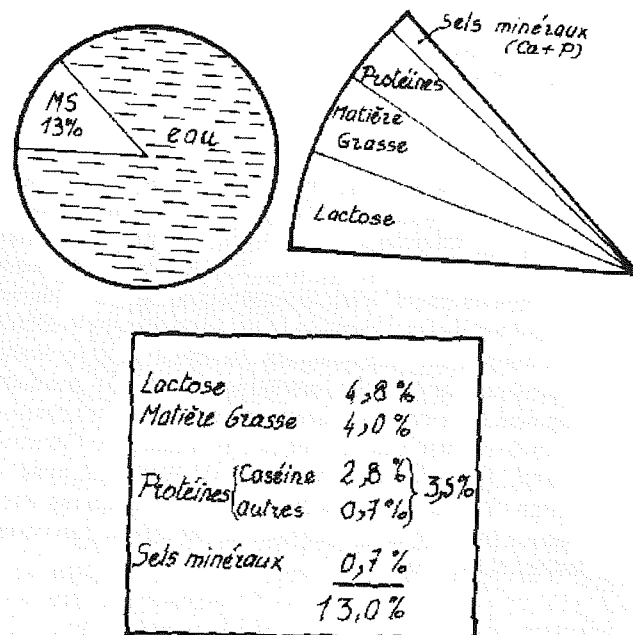
Le lait est un aliment liquide complet, très nourrissant, réunissant à lui seul tous les composants nécessaires à l'alimentation humaine. Dans 100 kg de lait, il y a 87 kg d'eau et 13 kg de matières sèches.

- ♦ *Les principaux constituants solides du lait* sont la matière grasse, les protéines et le lactose. Leur concentration varie selon les races des animaux producteurs, de leur alimentation et de l'environnement.

Outre des minéraux et des vitamines, le lait contient trois types de composants essentiels à l'homme :

- les lipides (matières grasses) ;
- les protides (protéines) ;
- les glucides (sucre, lactose).

FIGURE 23
Composition chimique du lait



- La matière grasse est composée d'un mélange d'acides gras saturés ou non. Constituant le plus variable du lait, la matière grasse se trouve en suspension dans le lait sous forme de minuscules gouttelettes (globules gras) et forme une émulsion (huile dans l'eau).
- Les protéines se répartissent en deux groupes principaux : les protéines de la caséine, qui représentent 80 % des protéines totales, et les séroprotéines, minoritaires (20 %), mais qui possèdent une valeur nutritive plus élevée que les premières.
- Le lactose est un sucre disaccharide qui se présente sous forme de solution et qui est généralement le principal élément solide du lait.

Les composants secondaires du lait sont constitués par les sels, les enzymes, les vitamines et les oligo-éléments. Sa richesse en calcium et en phosphore font du lait un aliment très adapté à la croissance des jeunes enfants.

Pourquoi le lait se détériore-t-il ?

- ♦ Le lait est un aliment dont la durée de vie est très limitée. En effet, son Ph, voisin de la neutralité, le rend très facilement altérable par les micro-organismes et les enzymes. Sa richesse et sa fragilité en font un milieu idéal où de nombreux micro-organismes comme les moisissures, les levures et les bactéries se reproduisent très vite. Ses vitamines et ses matières grasses peuvent se transformer sous l'influence de la lumière, de l'oxygène, du cuivre, de l'échauffement. Il est déconseillé de boire du lait non bouilli, ou chauffé à température insuffisamment élevée, et de manger des produits réalisés avec ce type lait car ils peuvent contenir des agents pathogènes, responsables de maladies la brucellose par exemple. Exposé à l'air et maintenu à température ambiante, le lait s'acidifie et perd rapidement qualités, goût, odeur et texture.
- ♦ Les moisissures se développent d'autant plus facilement que le milieu est humide et acidulé. Ce sont elles que l'on aperçoit sur la surface du beurre et du fromage. Pour le fromage, on peut y remédier en le couvrant de plastique ou de cire. Il faut noter toutefois que certaines moisissures sont sélectionnées pour la fabrication de quelques fromages, comme le Roquefort ou le Camembert.
- ♦ Il faut distinguer deux types de bactéries qui se développent dans le lait : les *bactéries utiles* et les *bactéries pathogènes*, qu'il convient d'éliminer.

Les bactéries – présentes dans le lait caillé, le yaourt, les fromages – augmentent la quantité d'acide lactique du lait en lui donnant un goût aigrelet (parfois recherché). Cette acidification du lait frais, provoque une coagulation spontanée appelée *caillage* ; le lait ainsi caillé est souvent consommé tel quel. L'augmentation d'acidité empêche un certain temps la prolifération d'autres bactéries nocives.

Il faut cependant se méfier car cette protection est de courte durée. Des bactéries nocives se développeront rapidement dans le lait caillé et le rendront impropre à la consommation.

Le lait doit donc impérativement être conservé et protégé des détériorations naturelles. Pour cela, différentes techniques sont possibles.

Comment conserver le lait ?

♦ La conservation par le froid

A température ambiante, le lait frais se conserve 5 heures en moyenne sans aucune préparation. Pour conserver le lait frais pendant 3 ou 4 jours, il est nécessaire de le maintenir à une température voisinant les 4 °C, dans un récipient propre et fermé.

♦ Les traitements thermiques

Un traitement par la chaleur (traitement thermique) permet de conserver le lait plus longtemps, de quelques jours à quelques mois. Ce traitement thermique détruit en partie (pasteurisation) ou en totalité (stérilisation) les micro-organismes responsables de l'altération du lait. Pasteurisation ou stérilisation sont obligatoires avant toute transformation du lait. Ils ont pour objectif la stabilisation et la décontamination du lait.

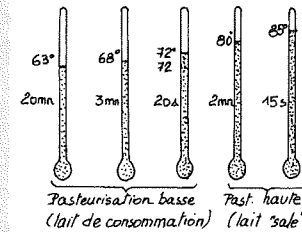
La pasteurisation permet de détruire une partie des germes, non sporulés, présents dans le lait frais. On élimine ainsi un certain nombre de bactéries capables de provoquer des fermentations indésirables lors de la fabrication du fromage.

A la suite de ce traitement par la chaleur, le lait doit être refroidi très rapidement pour éviter les altérations physico-chimiques trop importantes et le développement des micro-organismes qui se développent entre 10 et 40 °C.

La pasteurisation ne détruit qu'un certain nombre de germes (dont les germes pathogènes responsables de certaines maladies comme la brucellose et la tuberculose). Les formes sporulées résistent et le lait pasteurisé se conserve moins longtemps que stérilisé.

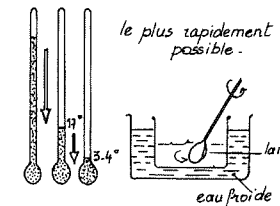
LA PASTEURISATION ET LA STÉRILISATION

CHAUFFAGE DU LAIT



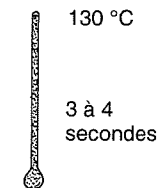
Maintenir le lait, durant 15 s à 20 mn, à une température capable de détruire la plupart des germes pathogènes (en particulier celui de la tuberculose).

REFROIDISSEMENT



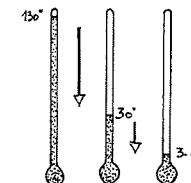
Il doit être rapide afin de limiter un nouveau développement bactérien (possible entre 10 et 40 °C) et d'éviter de trop grandes altérations physico-chimiques.

CHAUFFAGE DU LAIT



Une température élevée (130 à 140 °C), pendant un temps très court, détruit la presque totalité des micro-organismes et évite d'importantes altérations physico-chimiques.

REFROIDISSEMENT



Comme pour la pasteurisation, il doit être très rapide, afin de limiter les altérations et les contaminations possibles.

■ LAIT FRAIS OU LAIT EN POUDRE ?

La transformation du lait en fromage permet de pallier les irrégularités de la production laitière, souvent saisonnière. Elle permet d'absorber les excédents de la production et de garantir une consommation et une vente de produits dérivés du lait tout au long de l'année. Les producteurs peuvent ainsi stabiliser et augmenter leurs revenus.

Raisonner en terme de filière lait-fromage

Mais l'activité d'une petite fromagerie peut aussi être gênée par l'irrégularité de l'approvisionnement en lait. En fait, le développement d'une activité fromagère et de la production laitière vont de pair. Elles s'entraînent mutuellement, et c'est au niveau de la filière lait-fromage qu'il faut raisonner. De même, la création de petites unités artisanales de transformation du lait a aussi un impact positif sur le développement des activités de transport, en amont et en aval, de distribution et de commercialisation.

Si la création de petites fromageries peut être un facteur important de développement de toute la filière, cela ne veut pas dire pour autant qu'une fromagerie doit fonctionner exclusivement avec du lait frais local. L'utilisation de poudre de lait peut être une nécessité pour garantir la régularité de l'approvisionnement. Il s'agit alors de combiner l'utilisation de lait frais et de lait en poudre, en augmentant progressivement la part acquise auprès des éleveurs de la région.

Une logique en deux phases

En Afrique, notamment sahélienne, beaucoup de laiteries et de fromageries, emploient de la poudre de lait pour faire tourner leur installation. Cette poudre de lait importée coûte souvent moins cher que le lait local ; sa qualité est homogène et standardisée. Ce choix a souvent été critiqué car il constituerait un obstacle à l'écoulement de la production locale.

L'analyse du fonctionnement de différentes fromageries montre que le recours partiel et temporaire à la poudre de

lait n'est pas forcément un obstacle au développement de la production laitière locale, bien au contraire.

- ♦ Au démarrage d'une micro-fromagerie, la poudre de lait permet de produire un fromage de qualité constante, sans difficulté d'approvisionnement. Lorsque la fromagerie fonctionne bien, elle peut alors susciter l'intérêt des éleveurs qui cherchent à y vendre une partie de leur production.

A cette étape le lait local, de qualité souvent peu homogène, peut être transformé en lait caillé.

- ♦ Dans un deuxième temps, à condition qu'il y ait un suivi des éleveurs (amélioration de l'alimentation du troupeau, sélection d'espèces, soins vétérinaires), il est possible d'obtenir petit à petit un approvisionnement en lait local régulier, de meilleure qualité. La poudre de lait importée peut alors être progressivement remplacée par le lait local.

Dans la pratique, cette deuxième phase n'est pas toujours mise en place, soit parce qu'il n'y a pas de possibilité d'effectuer un suivi efficace des éleveurs, soit parce que les responsables de la fromagerie jugent plus simple de continuer à fonctionner avec de la poudre de lait. Il est donc très important, lorsqu'on monte un projet de petite fromagerie, de programmer effectivement cette seconde phase de passage au lait local, et de la mettre en oeuvre. Même si c'est parfois plus difficile que de se contenter de fonctionner à la poudre de lait, c'est une condition importante de l'insertion réelle de la fromagerie dans le tissu économique local.

L'exemple de la laiterie de Mopti

La laiterie de Mopti au Mali fournit un bon exemple de complémentarité réussie entre la poudre de lait et le lait local.

La laiterie de Mopti a été construite en juin 1988 avec la participation financière et technique de la région française Franche Comté. L'atelier installé est de confection française, il peut traiter 2 000 à 2 300 litres par jour.

L'équipement est composé d'un pasteurisateur, d'une chambre froide, d'une écrémeuse manuelle et d'une

machine à conditionner les fromages sous forme de berlingots. Cependant sa production n'a jamais dépassé 1000 litres/jour.

Le lait est conditionné en 1/4 litre afin que le prix de vente unitaire soit adapté au faible pouvoir d'achat de la population. Il s'agit de lait local et non pas de lait en poudre.

D'autre part, la laiterie a conclu un accord avec l'ODEM (Organisation locale de développement de l'élevage) de limitation de la quantité de lait qu'elle traite, afin de ne pas concurrencer la vente du lait cru par les éleveurs sur le marché local.

Les produits laitiers vendus sont tous pasteurisés. Le lait pasteurisé est exclusivement réalisé à partir de lait local.

Le lait caillé est produit à partir de lait en poudre et d'huile de beurre. Il est très apprécié par la population locale.

La fromagerie souhaite progressivement diminuer le recours à la poudre de lait et se fournir davantage auprès des éleveurs, afin de favoriser le développement local d'une filière lait à activité régulière et croissante.

■ LA FORMATION DU PERSONNEL : UNE ÉTAPE INDISPENSABLE

Si l'on veut garantir la qualité du produit final et respecter les règles de fabrication et d'hygiène, il faut que le fromager les ait lui-même correctement comprises et assimilées. La formation peut être très brève, mais elle est toujours indispensable.

La formation, son contenu et sa durée, dépendent bien sûr du type de fromage à produire, de la taille et du niveau de technicité des matériels et équipements utilisés. La formation doit ainsi être plus complète et plus longue dans le cas de production de fromages affinés.

Par exemple, la fromagerie du Burundi, qui produit du fromage à pâte molle pressée (cf. le chapitre 4 sur les exemples de fromagerie) a formé ses fromagers pendant plusieurs mois. En effet, suivant les saisons, les techniques à employer varient légèrement (séchage, affinage). Par contre, un ou deux jours de formation suffisent lorsqu'il s'agit de fabriquer du fromage blanc à partir de poudre de lait, comme dans le cas de la laiterie de Mopti.

En plus des procédés techniques et des règles d'hygiène, il est nécessaire de donner au fromager une formation technique sur la maintenance et l'entretien du matériel. Ce savoir-faire est en effet indispensable s'il l'on veut éviter des arrêts de production fâcheux pour la rentabilité de l'unité et pour son image de marque.

Les thèmes de formation

Les thèmes de formation suivants doivent être abordés, de façon plus ou moins approfondie selon les cas :

- les différentes étapes et opérations de la fabrication du fromage ;
- l'hygiène et la propreté (du bâtiment, des équipements, des vêtements, des mains), indispensables à l'obtention de produits de qualité ;
- le contrôle de la qualité du lait ;
- le contrôle et l'éducation du coup d'oeil ;
- l'entretien et la maintenance de certaines machines.

Dans le cas d'une fromagerie qui emploie plusieurs personnes, une formation de base du responsable en gestion est nécessaire afin d'assurer un suivi de l'approvisionnement et de la commercialisation des produits de la laiterie-fromagerie.

■ COMMENT REMÉDIER AUX ACCIDENTS DE FABRICATION ?

Même si le fromage a été bien formé, il peut arriver des incidents de fabrication, qu'il faut rapidement identifier et contrecarrer. Voici une liste succincte des accidents de fabrication les plus courants, ainsi que la façon d'y remédier.

- ♦ *Gonflement de surfaces du fromage en contact avec les planches :*
 - Agent responsable : une bactérie, le "pseudo acidifiant coliforme" ; ce gonflement intervient tardivement (8 jours après la fabrication).
 - Solution apportée : retournements délicats et nombreux du fromage.

La vente du fromage se fait à 17-20 jours, après ce laps de temps, le fromage se creuse.

- ♦ *Gonflement des tranches :*
 - Agent responsable : des levures en grande quantité dues à une manque d'hygiène : pollution de la presse, des moules, des toiles et parfois de la saumure.
 - Solution apportée : grand nettoyage à l'eau bouillante trois fois de suite à une heure d'intervalle.
- ♦ *Affaissement du fromage :*
 - Agent responsable : la maturation a été mal conduite ou le pressage a été inefficace. La saumure est mal entretenue (marque de sel, salissures...).
 - Solution apportée : refaire un ferment propre, égaliser le caillé dans les moules de façon à obtenir un pressage homogène sur tous les fromages. Rajouter du sel à la saumure.
- ♦ *Surface creusée :*
 - Agent responsable : trop de *thermophiles* (bactéries qui se développent et résistent à des températures élevées) et pas assez de *mésophiles* (à températures moyennes). Le levain est épuisé.
 - Solution apportée : ajouter au levain une petite dose de fromage blanc et de yaourt.
- ♦ *Les moisissures :*
 - Agent responsable : manque d'hygiène, matériel pollué. Les moisissures se développent dans les trous du fromage.
 - Solution apportée : désinfection du local (murs, sols, matériels).
- ♦ *Trous de moulage, rainures :*
 - Agent responsable : différence de température dans le fromage lors du moulage, grain coiffé, grain trop asséché, moule trop froid.
 - Solution apportée : faire tremper le moule dans le sérum encore tiède, remplir le moule en une seule fois.

Exemples de création de petites fromageries en Afrique

AU MALI

EN ALGÉRIE

AU BURUNDI

EN ETHIOPIE

AU RWANDA

EN TANZANIE

EN CENTRAFRIQUE

Les exemples présentés dans ce chapitre illustrent trois cas de figure dont les procédés et les choix techniques sont différents mais aussi complémentaires.

• *Fromages traditionnels des éleveurs nomades*

Le fromage des éleveurs tamacheks au Mali

Transformation du lait chez les éleveurs touaregs en Algérie.

• *Expériences de transformation artisanale*

Une fruitière en milieu rural : la fromagerie de Mbuye au Burundi.

Du lait de vache au fromage blanc : une action du Cipéa en Ethiopie.

La petite laiterie-fromagerie de Kayes au Mali.

Les risques d'une qualité insuffisante dans une fromagerie artisanale au Rwanda.

La fromagerie de Wakyeku - Losaa en Tanzanie.

• *Fabrication industrielle de fromages*

Une unité industrielle de fabrication de beurre et de fromage à Sarki en Centrafrique.

Pour que de nouvelles variétés de fromage puissent être introduites avec succès, deux conditions doivent être remplies :

– d'une part, les techniques requises pour leur fabrication par les petits exploitants doivent être simples et peu coûteuses ;

– d'autre part, les produits obtenus doivent correspondre aux goûts des consommateurs.

Enfin la meilleure garantie de vendre les produits proposés est leur qualité.

Le fromage des éleveurs tamacheks

Dans la région de Gao et de Tombouctou au nord du Mali, les éleveurs tamacheks (Touaregs) préparent du fromage sec à partir du lait de leur troupeaux, de préférence de chèvre ou de brebis car le lait de vache donne un fromage plus tendre et gras. Ils obtiennent ainsi un aliment nutritif aisé à transporter et facile à conserver. Les fromages sont préparés le plus souvent par les hommes durant la période de l'hivernage (saison des pluies) où les pâturages sont plus abondants.

Fromage tamachek : mode d'emploi

On ensemece du lait frais avec de la présure provenant de la caillette d'un jeune cabri ou agneau. Certains éleveurs savent préparer une réserve de ferment qu'ils pourront utiliser pendant une année. Cette technique est intéressante puisqu'elle évite le sacrifice d'un jeune animal à chaque fois.

Juste après la traite, le lait encore chaud est versé dans une bassine propre. Il est remué 2 à 3 fois à l'aide d'un bâton trempé dans la réserve de présure, ce qui assure l'ensemencement. On pose ensuite un couvercle sur la bassine.

La coagulation du lait intervient rapidement, 10 à 15 minutes, si le lait est chaud et la présure de bonne qualité. Autrement elle peut durer toute une nuit. Pendant la coagulation, on pose une natte tressée avec de fines lanières de peau, 80 x 40 cm, au-dessus d'un récipient propre. Ensuite on place sur cette natte des morceaux de pâte coagulée (coagulum) pétris à la main, de forme rectangulaire, afin d'égoutter le petit lait. Celui-ci est recueilli dans

le récipient situé en dessous. Les côtés de la natte sont rabattus sur les plaquettes du caillé pour être pressées. L'épaisseur du fromage se situe entre 0,5 et 1 cm.

Deux variantes sont possibles pour la suite de la fabrication :

- ♦ *Dans le premier cas* : les plaquettes de fromages sont mises à sécher (Ménaka).
- ♦ *Dans le second cas* : elles sont déposées quelques instants dans le récipient contenant le petit-lait. Ensuite ce petit-lait est donné aux jeunes animaux et les fromages sont mis à sécher (Gourna Ibarous).

Le séchage des fromages s'effectue sur des branches d'arbres ou sur une sorte de claie confectionnée avec des piquets et de la paille. Le séchage complet des fromages, retournés tous les deux jours, est obtenu au bout d'une semaine. A noter que le fromage séché à l'ombre est plus doux que celui séché au soleil.

Après quelques jours, le fromage est manipulable et consommable : croqué tel quel quand il n'est pas trop dur ou pilé et consommé avec des dattes, de la viande séchée ou bien de la crème de mil dont il améliore le goût et la qualité.

Transformation traditionnelle chez les éleveurs touaregs

Le Hoggar est une région montagneuse située principalement dans le Sud de l'Algérie. Le climat est difficile, de type désertique et semi-désertique. Les pâturages sont rares et peu étendus. Les troupeaux sont majoritairement constitués de chèvres très rustiques. On trouve aussi des chameaux, des brebis et des bovins, mais en moins grand nombre.

Les quantités de lait produites sont relativement faibles ; néanmoins, le lait entier, le petit lait, le beurre ou le fromage représentent une ressource alimentaire importante de la population de cette région.

Les nomades considèrent le lait de chèvre comme un aliment de choix. Ils le boivent rarement frais, seule une petite partie de la production est bue juste après la traite.

Si les nomades préfèrent le lait de chèvre pour son goût, le lait de chamelle, par contre, est réputé pour ses effets bénéfiques sur la croissance des enfants ou pour soigner les personnes affaiblies. Il est ainsi donné en priorité aux vieillards, aux malades et aux enfants.

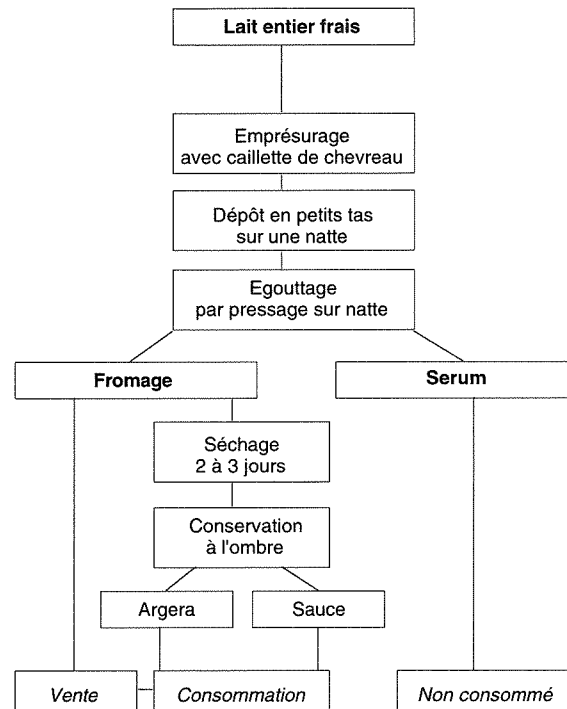
Les analyses biologiques du lait de chamelle confirment que le lait de chamelle est particulièrement riche en vitamine C. Il en contient trois fois plus que le lait de vache et une fois et demi plus que le lait de femme. Contrairement aux laits des autres ruminants, il ne contient pas d'acides gras volatils, mais est très riche en acide linoléique, acide gras essentiel à l'homme.

Les analyses de la composition du lait de chèvre montrent également qu'il est plus riche que celui produit dans les régions tempérées.

Les nomades du Hoggar consomment du lait transformé sous de multiples formes. Le lait baratté acidifié et l'Argera, une boisson réalisée à partir de lait, constituent des produits alimentaires très complets, dont la consommation pourrait d'ailleurs être promue en Europe. Le beurre fondu, les fromages secs ou la poudre de fromage sont utilisés comme des éléments de base de préparations culinaires.

Seuls les laits de chèvre, de vache et de brebis servent à la fabrication de fromage. Les laits de vache et de brebis sont toujours coupés avec du lait de chèvre. Le lait de chamelle n'est guère propice à la production de fromage, car il contient trop peu de caséine pour bien coaguler. En multipliant par 100 la dose nécessaire à la coagulation du lait de vache, on arrive en effet à obtenir seulement un coagulum très mou.

Diagramme de fabrication d'un takammar



Deux types de fromage sont fabriqués dans la région : le *tikammarin*, produit à partir de lait frais entier, et le *toulsan*, produit à partir de lait écrémé, aigri.

Le tikammarin

Le père de Foucauld, dans son extraordinaire dictionnaire français-touareg, a méticuleusement décrit la fabrication des *tikammarin*. On conserve des estomacs séchés de jeunes chevreaux, qu'on fait abondamment téter avant de les sacrifier. Les morceaux séchés d'estomac servent de présure et sont mélangés à du lait frais dans un grand vase en bois. Le lait coagule et prend la forme d'une masse pâteuse, appelée *akrou*. On dépose ensuite une louche d'*akrou* sur une natte, on la pétrit avec les mains pour en faire égoutter l'eau et on lui donne la forme d'un petit fromage plat qu'on laisse sécher sur un chassis.

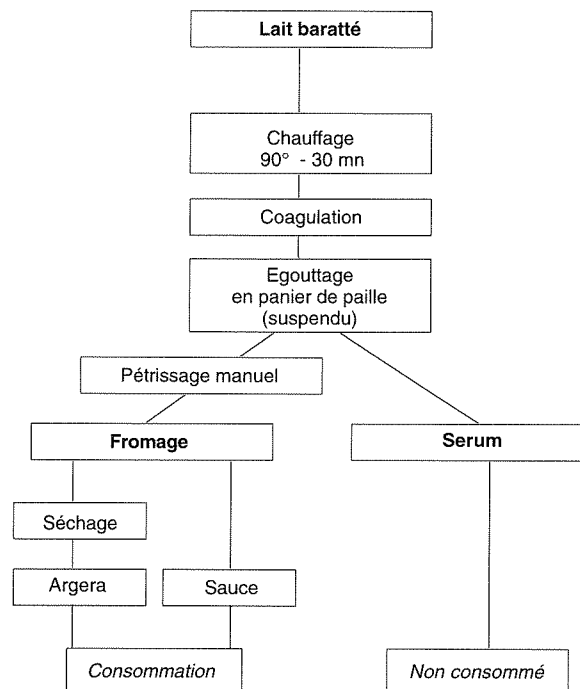
Au bout d'un mois, on peut croquer ces petits fromages très secs. Quand ils sont laissés à sécher plus longtemps, ils deviennent si durs qu'il faut les réduire en poudre avant de les mêler à d'autres aliments pour pouvoir les manger.

Le toulsan

Ce fromage de lait baratté acidifié est obtenu de la façon suivante. Après avoir barraté le lait, on extrait le beurre et on garde le petit lait qu'on chauffe jusqu'à ébullition. Le coagulum est ensuite filtré sur un panier de paille tressé appelé faisselle. A partir du coagulum, on forme des fromages cylindriques de 6 à 8 cm de diamètre sur 2 cm d'épaisseur. Ils sont mis à sécher, et deviennent vite aussi durs que les cailloux du désert. Ils sont toujours réduits en poudre avant d'être consommés. Une des recettes très prisée consiste à mélanger cette poudre de fromage à des boulettes de dattes.

- ♦ En plus de leur consistance extrêmement sèche, ces fromages du Hoggar ont pour autre spécificité d'être peu salés. En effet, on ne sale jamais les fromages au Sahara. Cette technique de fabrication permet d'obtenir un produit qui se conserve longtemps, et qui, utilisé comme ingrédient dans la cuisine, fournit un apport non négligeable de protéines et de matières grasses.

Diagramme de fabrication d'un fromage type aoules



Une fruitière en milieu rural

Une forte pression démographique au Burundi impose la modification des systèmes d'exploitation, avec notamment un mode d'élevage bovin en stabulation prolongée. Un projet d'élevage Mugamba-Nord, dans une région au climat tropical humide et à une altitude moyenne de 1 800 m, aide les éleveurs à augmenter leur production laitière.

Afin de valoriser et de stimuler cette production, une petite unité de transformation laitière a été créée au sein de la coopérative d'éleveurs (CEMBU), sur la commune de Mbuye.

La population consomme depuis longtemps du lait de vache sous différentes formes. Le lait est le plus souvent consommé frais et cru, plus rarement caillé. Le beurre est utilisé en cuisine mais aussi en cosmétologie traditionnelle.

La collecte

Le ramassage du lait s'effectue de deux façons :

- pour 50 % des livraisons, les éleveurs producteurs apportent directement leur lait à la laiterie (de 0,5 à 50 litres/jour). Il leur est payé en fin de mois au prix de 40 FBU le litre ;

- pour la seconde partie, deux collecteurs effectuent le ramassage chez les producteurs (100 litres/jour). Ils achètent le lait à 40 FBU pour le revendre à 45 FBU à la laiterie et leur gain individuel est de 2 200 FBU par mois.

Dans tous les cas le transport du lait se fait à pied. Les producteurs conditionnent le lait en bouteilles de récupération. Les collecteurs utilisent des bidons métalliques d'une capacité de 20 litres qu'ils remplissent dans les fermes à l'aide d'une mesure d'un litre et d'un entonnoir.

Seule la traite du matin, collectée sur une zone d'environ 12 km de rayon, est livrée à la laiterie. Le lait y est régulièrement contrôlé avec un lactodensimètre. En général, les laits livrés sont de bonne qualité et rares sont les problèmes.

La fromagerie et la fabrication du fromage

La fromagerie comprend :

- un bâtiment de laiterie, d'une surface de 30 m², construit en briques et crépi, ciment chaulé avec toit en tôle ; les portes et les fenêtres sont munies de moustiquaires ;
- une cave d'affinage enterrée, de 8 m² utilisables et 12 m² couverts, dont la ventilation est statique avec porte grillagée et cheminée d'évacuation de l'air chaud. Les étagères sont en planches poncées amovibles.

Le fromage produit est une pâte pressée, dé lactosée, non cuite. Sa fabrication est relativement complexe et nécessite une formation spécifique du fromager.

La réalisation comprend :

1. Filtrage du lait.
2. Chauffage du lait à 70 °C pendant 30 secondes.
3. Refroidissement à 40 °C.
4. Ensemencement.
5. Maturation : le lait refroidi à 40 °C est versé dans la cuve de fabrication puis filtré. On verse le ferment dans la cuve de fabrication (1 % sérum 40). La maturation dure 30 minutes à une température de 30 °C.
6. On ajoute 2,5 g de présure en poudre pure diluée dans 3/4 litre d'eau.
7. Découpage du caillé ou décaillage à l'aide d'un tranche-caillé jusqu'à obtenir une taille de grain égale à celle d'un grain de café.
8. Dé lactosage : on soutire 45% du volume initial de lait.
9. Brassage lent et progressif pendant 5 minutes : température 32 °C.
10. Prépressage en moules pendant 15 minutes sous dalles de ciment.
11. Entoilage : sortie des moules et pose de toiles de moustiquaires puis remise en moule.
12. Pressage 12 heures à température ambiante.

13. Saumurage : immersion des fromages dans la saumure pendant 24 h à température ambiante.
14. Séchage en garde-manger durant 3 jours à température ambiante.
15. Affinage en cave 12 jours à 16 °C avec frottage tous les jours.
16. Séchage 8 jours sur étagères en pièce ventilée à température ambiante.
17. Vente des fromages.

La technologie est bien connue du personnel. Les problèmes de fabrication proviennent soit :

- des ferments de mauvaise qualité ;
- du laxisme du personnel qui ne respecte pas les températures des différentes opérations ;
- du manque d'hygiène.

♦ *Le calendrier de production hebdomadaire* comporte la production du fromage du lundi au vendredi, et le nettoyage du bâtiment, le samedi. Un dimanche sur trois, une personne s'occupe des soins à apporter aux fromages en cave et à leur sortie de saumure.

♦ *Le calendrier annuel de production* s'appuie sur un fonctionnement de la fromagerie durant environ 220 jours par an. Une période de vide sanitaire de 2 mois a lieu de juin à juillet lors de la saison sèche. Elle correspond à une époque où la production laitière peut diminuer et où la demande en fromage est plus faible (départ de nombreux consommateurs).

L'équipement nécessite :

- ♦ *Pour la réception du lait*
 - 3 chaudrons aluminium de 20 litres
 - 1 décalitre aluminium
 - 1 mesure de 500 ml
- ♦ *Pour le chauffage*
 - 1 cuisinière à charbon de bois à 2 feux en fûts repliés
 - 1 thermomètre
- ♦ *Pour le refroidissement*
 - 4 bidons almasilium de 40 litres
 - 2 cuves à eau de 100 litres

- ♦ *Pour la maturation*
 - 1 cuve de 140 litres en plastique
 - 2 flacons de ferment de 4 litres en verre
- ♦ *Pour l'emprésurage*
 - 1 brassoir (pelle à manioc en bois)
 - 2 arrêteurs en bois
- ♦ *Pour le décaillage*
 - 1 pelle ramasse-poussière en bois pour la consistance du caillé
 - 1 tranche caillé en fer enduit de peinture alimentaire
- ♦ *Pour le soutirage du lactosérum*
 - 2 récipients de 1 litre en boîte de conserve
- ♦ *Pour le moulage*
 - des moules PVC de 10 à 18 cm de diamètre
 - 12 m² de toile moustiquaire (toile de moulage)
 - 1 dalle de ciment 60 x 80 x 8 cm
 - 2 dalles de ciment rondes 30 cm de diamètre, 8 de hauteur
 - 1 presse à vis manuelle
- ♦ *Divers*
 - 3 tables de travail en bois
 - 8 étagères de rangement
 - 1 garde manger pour séchage des fromages en blanc avant affinage en cave
 - matériel de nettoyage courant et eau de javel
 - matériel de bureau pour la gestion et coffre fort.

Caractéristiques du produit fini

Le fromage de Mbuye appartient à la famille des pâtes pressées non cuites à pâte lavée. La croûte est de couleur jaune à orange pâle. La pâte est de couleur blanc cassé. Le goût est neutre et agréable. La conservation du fromage affiné et séché est possible une dizaine de jours hors cave à température ambiante et un mois et demi à température de 4 °C. La production de fromage est d'environ 6,7 kg par jour à 950 F BU/KG.

Commercialisation

Les débouchés locaux sont faibles. Ils portent sur une dizaine de kilos de fromage par semaine. Les débouchés se concentrent surtout à la capitale, Bujumbura, distante de 60 km (99 % des ventes). Le circuit de commercialisation passe par des transporteurs collectifs qui desservent la capitale. Le prix de vente étant de 950 FBU/kg ; la marge commerciale est : 950 - 751 FBU = 199 FBU.

Le matériel utilisé est simple. La presse est fabriquée au Burundi dans un atelier bien équipé. La commande de matériel à l'extérieur se limite au thermomètre, au lactodensimètre et au décalitre.

Un litre de lait, transformé en fromage, voit sa valeur multipliée par 2,1. La valorisation du lait en fromage est donc une opération financièrement rentable.

Du lait de vache au fromage blanc : une action du Cipéa

Cette nouvelle variété de fromage, mis au point par le Cipéa¹, n'est pas d'origine africaine mais méditerranéenne : il s'apparente au halloumi, fromage blanc produit de manière artisanale, à partir de lait de brebis, dans l'île de Chypre.

On a dû adapter la fabrication de ce fromage pour permettre sa fabrication à partir du lait de vache par les petits exploitants des hauts plateaux de l'Afrique de l'Est. Les premiers essais se sont avérés prometteurs et le type de fromage ainsi obtenu a été baptisé "fromage du Cipéa".

Les paysans des hauts plateaux éthiopiens produisent du lait pour satisfaire avant tout leurs besoins domestiques, mais il leur en reste en général une petite quantité destinée à la vente. Lorsque l'exploitation se situe près d'une route principale, cet excédent peut être vendu à l'état liquide et parvenir encore frais aux consommateurs urbains. Toutefois, les distances qui séparent plus de la moitié des agriculteurs éthiopiens de toute route carrossable sont trop importantes. Pour pouvoir vendre ses excédents laitiers. La grande majorité des agriculteurs doit les transformer en produits solides tels que beurre ou fromage.

Les procédés traditionnels utilisés en Ethiopie pour la transformation du lait sont généralement peu efficaces et susceptibles d'importantes améliorations. A l'heure actuelle, la plus grande partie du surplus laitier est transformée en un type de beurre dont la durée de vie dépasse à peine celle du lait. La seule variété de fromage produite, de ma-

(1) Centre international pour l'élevage en Afrique, situé à Addis Abeba.

nière sporadique, est un fromage blanc à base de babeurre acidifié.

En dehors de l'apport de la présure (préparation commerciale d'enzymes protéolytique d'origine animale, végétale ou microbienne utilisée pour cailler le lait) et de l'utilisation de lait entier au lieu de babeurre acidifié, le procédé de fabrication du fromage du Cipéa est très semblable à celui du fromage blanc. Comme ce dernier, mais contrairement à la plupart des autres fromages, il ne nécessite pour sa fabrication que de très petites quantités de lait, un avantage de taille pour le petit exploitant traditionnel.

Le fromage du Cipéa est donc facile à produire. Il suffit d'avoir du lait, de la présure et du sel, une casserole, un couteau, quelques récipients étanches à l'air pour le stockage ainsi qu'un objet quelconque assez lourd pour le pressage. Des moyens plus perfectionnés sont à la disposition du producteur plus ambitieux : une cuve et une presse à fromage remplacent alors la casserole et le poids improvisé.

Ce fromage possède un atout important : il se conserve très bien. Une fois fabriqué, le fromage est plongé dans de la saumure de lactosérum (petit-lait salé), puis gardé dans un lieu frais où on le laissera mûrir pendant 30 à 40 jours. Placé dans un récipient hermétique, il peut ensuite être conservé pendant plusieurs mois sans réfrigération, tant que la température ambiante demeure fraîche.

L'excellent rendement de ce fromage est une qualité supplémentaire qui devrait favoriser le lancement de sa production. Il faut quelque 22 kg de lait pour produire 1 kg de beurre, contre seulement environ 10 kg de lait pour 1 kg de fromage du Cipéa.

Comment fabriquer le fromage du Cipéa ?

1. Faire chauffer 10 litres de lait de vache dans un récipient jusqu'à 32-35 °C et maintenir à cette température pendant 30-60 minutes.
2. Verser et mélanger 1,6 ml de présure et laisser reposer jusqu'à ce que le caillé ait pris.
3. Couper le caillé à l'intérieur du récipient en cubes de 3 à 5 mm d'épaisseur, en laissant dégorger le petit-lait retenu dans le caillé.
4. Continuer la cuisson à 38-40 °C pendant 15-20 mn.

5. Retirer les morceaux de caillé et les mettre sous presse pour former une masse homogène.
6. Faire bouillir le petit-lait restant jusqu'à ce que les solides en suspension remontent à la surface, puis le filtrer pour obtenir du petit-lait pur.
7. Couper le caillé pressé en cubes (10 x 10 x 3 cm) afin d'éliminer le petit-lait qu'il contient encore.
8. Replacer les cubes dans le petit-lait pur ; ils tomberont au fond du récipient.
9. Faire mijoter les cubes et le petit-lait à environ 90 °C. Dès que les cubes remontent à la surface, il peuvent être pesés.
10. Retirer les cubes et pendant qu'ils sont encore chauds, les presser avec force pour obtenir des morceaux en forme de soucoupe qu'on plie ensuite en deux (cette dernière opération est facultative). Frotter avec du sel et, éventuellement, avec de la menthe séchée.
11. Une fois refroidis, stocker les morceaux de fromage dans du petit-lait salé froid et laisser mûrir dans local frais (30-40 jours).
12. Consommer à l'état frais, ou placer dans des récipients hermétiques pour prolonger le stockage dans une ambiance fraîche (12 °C). Il n'est pas nécessaire de réfrigérer.

La petite laiterie fromagerie de Kayes

La ville de Kayes, au Mali, est située dans une zone d'élevage transhumant qui produit beaucoup de lait en saison des pluies. Mais du fait de l'éloignement par rapport aux centres urbains, ce lait est peu commercialisé et très mal valorisé.

En 1985, sont créées à Kayes une coopérative d'éleveurs et une petite entreprise artisanale de traitement du lait. Plusieurs partenaires collaborent à sa création : la coopérative des éleveurs de Samé, Mali-Lait (société à capitaux mixtes malienne) et les anciens élèves des ENIL de France par le biais du CIDR.

L'investissement total est de 10 millions de FCFA répartis comme suit :

- un prêt de 6 ans de 6,4 millions CFA de la BNDA ;
- 1,5 million de matériel d'occasion débloqué par Mali-Lait ;
- 3,1 millions CFA financé par le CIDR.

La laiterie souhaite diversifier sa production et se lancer dans la fabrication de fromage.

La laiterie de Kayes approvisionne régulièrement le marché de Kayes en lait pasteurisé, lait caillé, beurre fondu et yaourts. Elle procure également un débouché stable à la production des éleveurs peuhls et sarakollés du nord de la région de Kayes, qui voient ainsi croître leurs revenus.

Afin d'augmenter et de varier sa production, la laiterie de Kayes a monté un projet de fabrication de fromage. L'objectif étant de réaliser des produits peu chers et faciles à commercialiser, le choix s'est porté sur la création d'une petite unité dotée d'un équipement très simple.

La consommation de fromage sec est peu répandue dans la région, par contre celle de pâte à tartiner (fromage fondu type "Vache qui rit"), est très appréciée des consommateurs. Après différents essais, il a été décidé de produire un fromage de type féta. Le féta est un fromage à pâte molle non pressée très répandu dans le bassin méditerranéen. Il peut être produit à partir de lait de brebis ou de vache.

Le fonctionnement de la laiterie

En 1984-85, elle a traité 8 603 litres de lait. Ils sont collectés auprès d'environ 250 éleveurs. Six circuits de collecte s'étendent sur un rayon de 25 km autour de Kayes.

Le lait est ramassé par des collecteurs en voiture ou à vélo dans des bidons de 5 à 25 litres. Seul le lait trait le matin est collecté. Les laits de chèvre et de brebis sont collectés dans des bidons séparés.

Un ouvrier s'occupe de la réception et de la vente du lait frais. Un autre est chargé de la fabrication du lait caillé et de sa vente. Deux manoeuvres aident au nettoyage et à la livraison des boxes.

A l'arrivée, le lait est filtré à travers un tissu de coton après un contrôle de qualité (goût, aspect physique, test de comportement à l'ébullition).

Les laits trop acides sont mis à cailler dans des seaux plastiques de 15 litres.

Le lait caillé est vendu le lendemain matin. Le reste du lait est stocké dans un congélateur.

La laiterie est installée dans un local en banco. Elle possède un congélateur (pour stocker le lait frais), deux réfrigérateurs (pour stocker le lait caillé, les ferments lactiques et la crème) et un groupe électrogène de secours de 1,7 KWH.

La fabrication du Féta

Le lait frais est pasteurisé par chauffage à 63 °C pendant 30 mn en bain-marie (2 bassines de 20 à 25 l sur feu de bois) puis refroidi à 25-30 °C. Il est ensuiteensemencé avec des ferments lactiques, puis emprésuré.

Le caillé obtenu est découpé en petits blocs de 10 x 5 cm et stocké dans de la saumure. Pour le faire fondre, on utilise une casserole sur un feu à gaz et on rajoute de la poudre de lait et des sels de fonte (citrate de soude).

Le féta obtenu a une texture et un goût réguliers et très agréables. Il se conserve sans problème, soit dans la saumure à température ambiante (mais son goût devient plus prononcé au fil du temps), soit au réfrigérateur. La pâte obtenue est moins onctueuse que celle des fromages européens et son goût est plus prononcé.

Le conditionnement peut se faire en petits pots plastique de 10 cl capsulés importés de Dakar (établissement Simpa) ou de France (établissement Hellion).

La grande propreté nécessaire ainsi que l'utilisation de ferments lactiques lyophilisés, de présure en poudre et d'un thermomètre nécessitent la formation des fromagers.

Les risques d'une qualité insuffisante dans une fromagerie artisanale

La petite fromagerie de Rokoko est située au Rwanda dans la région de Kibuye. Elle a été créée en 1979 dans le cadre du projet agropastoral de Kibuye qui concerne cinq stations d'agriculture et d'élevage. Celles-ci avaient en effet des difficultés à écouler la totalité de leur production laitière. La laiterie a permis à la fois de créer une nouvelle activité économique et de procurer un débouché aux surplus laitiers.

Le choix a porté sur une unité artisanale très modeste, utilisant une technologie simple. La fromagerie a ainsi été installée, sans grand frais, dans un ancien local de stockage de pommes de terre. Un fromager assure seul toute l'année la production et la commercialisation du fromage. La fromagerie traite environ 20 litres de lait frais par jour, achetés à un prix unitaire de 50 Frw. Parce qu'elle est liée à un très petit nombre de fournisseurs (les stations d'élevage du projet de Kibuye), elle ne rencontre pas de problèmes d'irrégularité d'approvisionnement.

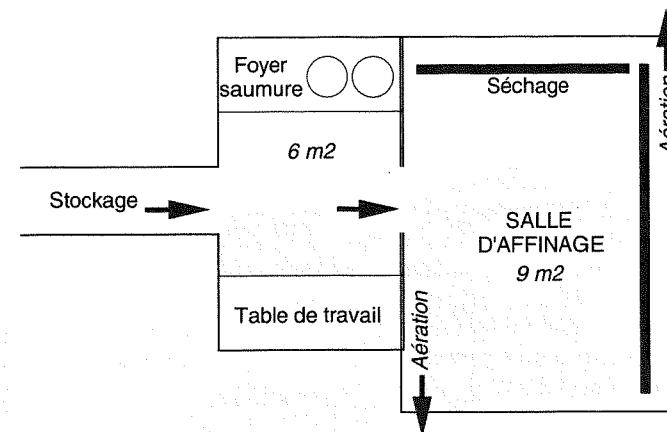
Le fromage fabriqué est un fromage à pâte pressée non cuite de type "gouda suisse". Le fromage pèse environ 1,1 kg, sa croûte est grise et peu uniforme. Sa texture est granuleuse et son goût peu levuré.

L'ensemble de la production est commercialisée sur place. Le fromage est vendu à 600 Frw/kg. Au départ, le prix de vente avait été fixé à 900 Frw mais il a dû être baissé à cause de la qualité souvent imparfaite du fromage produit. Les pertes sont estimées à 5 %. Les accidents de fabrication restent nombreux ; la plupart des problèmes proviennent d'une saumure défectueuse et d'une mauvaise hygiène.

Technique de fabrication

La fromagerie comprend une salle de fabrication de 6 m² et une salle d'affinage de 9 m².

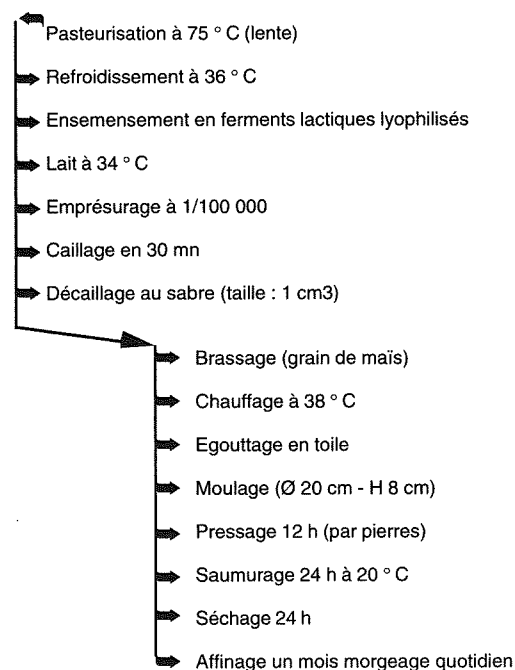
Plan de la fromagerie



Le matériel de production est simple. Il se compose de :

- un bidon de 25 litres
- deux seaux de 12 litres
- un filtre
- une gamelle de 25 litres
- un thermomètre
- un pèse-lait
- une mesure de 0,5 litre
- un sabre de décaillage
- des moules à fromage réglables
- une balance de 25 kg.

Le schéma de fabrication est le suivant :



La fromagerie de Wakyeku-Losaa

Losaa, situé dans la région du Kilimandjaro, est un village de pointe au niveau de l'élevage laitier. Il possède pas moins de 850 bovins pour une population de 1 450 habitants. Sur les marchés locaux, le lait, frais ou caillé, est un des principaux produits d'échange.

En 1984, une petite unité de transformation du lait est créée par un groupement féminin grâce à des dons divers : une écrémeuse, un tracteur et une formation pour la fabrication de fromage. Rapidement la fromagerie de Wakyeku voit le jour, elle comprend trois petites pièces, du matériel léger et occupe quatre femmes.

La collecte du lait

La quantité de lait collecté par la fromagerie dépend du niveau de production domestique qui lui-même varie en fonction de l'alimentation des animaux (fourrages, concentrés) et de l'autoconsommation. Le surplus de production, non autoconsommé ou non vendu sur les marchés, est apporté à la fromagerie.

La production livrée est faible : 50 % des livreurs vendent entre 1 et 5 litres par jour et 30 %, moins de 2 litres.

La fabrication de fromage

L'unité produit quatre types de production :

- le fromage alpin ;
- la mozzarella ;
- le beurre ;
- l'huile de beurre (ghee).

Lors de la collecte, de 7 heures à 10 heures du matin, les fermiers livrent leur lait qui est pesé, filtré et enregistré par une des employées. Au même moment, une des salariées nettoie les fromages destinés à la vente.

20 litres de lait sont écrémés pour la fabrication du beurre. 40 autres litres de lait sont chauffés pour la fabrication du fromage alpin. Le reste, avec le lait écrémé obtenu, est chauffé et gardé pour la fabrication de la mozarella.

Vers 11 heures, les femmes commencent à nettoyer le matériel de collecte du lait, les tissus utilisés pour le nettoyage des fromages et la fromagerie.

Ensuite, commence le travail qui demande le plus d'attention : mesurer la température du lait à chaque étape de la fabrication, refroidir le lait, ajouter le lait caillé (starter) et la présure, refroidir de nouveau le lait, couper le fromage caillé, le sortir du lactosérum et le mettre dans les moules.

Vers 16 heures, le lactosérum est distribué aux enfants par une des femmes. Ensuite, jusqu'à la fermeture (vers 19 heures), le rythme s'accélère : nettoyer la fromagerie, frotter et nettoyer les fromages, les recouvrir de cire et mettre les étiquettes sur ceux prêts à la vente du lendemain.

Avant de quitter la fromagerie elles doivent tenir les livres de compte en plus de la fabrication du fromage.

La commercialisation

La fromagerie de Wakyeku constitue un nouveau débouché seulement pour le lait frais. La collecte s'effectue pour les besoins de la fromagerie. Les fromages produits ne sont pas destinés à la consommation locale, ils sont achetés à l'extérieur du village. 300 kg de fromage sont vendus chaque mois dont 1/3 pour les hôtels touristiques, 1/3 pour l'Ecole internationale de Moshi, et le reste à destination des commerçants des villes de Arusha et de Moshi.

La fromagerie fonctionne 6 jours par semaine et produit environ 15 kg de fromages par jour, du beurre et de l'huile de beurre. L'activité fromagère de Wakyeku par un groupement de femmes permet de dégager un bénéfice et des revenus suffisants. Les débouchés sont assurés tant que la qualité des fromages est maintenue.

Une fabrication industrielle de beurre et de fromage à Sarki

L'expérience de l'usine de fromage de Sarki, en Centrafrique, témoigne des difficultés à réussir une production de fromage à pâte molle en pays tropical.

La fromagerie est située dans une vaste zone d'élevage nomade, dominée par les Foulbés et surtout les M'borros. Environ 450 000 zébus, dont 190 000 laitières, y pâturent pendant la saison des pluies.

Quatorze postes de ramassage collectent quotidiennement environ 3 000 litres de lait, expédiés immédiatement à l'usine par deux camions. De plus, les éleveurs livrent directement à peu près 1 000 litres chaque jour. Le lait est payé à la livraison après contrôle de sa densité.

Beurre et fromages

Les trois quarts de la livraison, soit environ 3 000 litres, sont transformés en beurre. Les 1 000 litres qui restent sont destinés à la fabrication de fromage.

Le beurre est produit de façon tout à fait classique. Après écrémage dans deux écrémeuses ouvertes de 1 000 litres chacune, la crème est pasteurisée dans une cuve à double paroi. La première heure sert à la pasteurisation, les trois ou quatre heures suivantes au refroidissement. L'acidité parfois excessive de la crème n'étant pas corrigée, cela entraîne quelquefois un dépôt sur la paroi du récipient. Puis la crème est transformée en beurre selon les procédés habituels.

Sur les 1 000 litres de lait transformés en fromage, un tiers est utilisé pour produire un fromage du type saint-paulin, au lait entier, le second tiers sert à faire un "sarki de luxe" proche du fromage précédent, mais fabriqué à

partir d'un lait enrichi en matières grasses. Enfin, le dernier tiers est réservé à la fabrication d'un fromage de type camembert. Tout fromage déclassé après fabrication est fondu.

Le travail de fromagerie est effectué dans des cuves de 75 à 300 litres. Une unité frigorifique, alimentée par deux groupes électrogènes, permet de disposer d'eau à + 2 °C et de maintenir les températures des chambres froides réservées au traitement du beurre et des fromages, y compris le hâloir d'affinage des camemberts. Une chaudière de 3 m² de surface de chauffe fournit de la vapeur à toute la laiterie.

Malgré un équipement moderne, les fromages à pâte molle produits souffrent souvent de multiples défauts de qualité. Leur apparence est rarement normalisée et parfaite.

Des difficultés de commercialisation

La quasi totalité de la production est livrée tous les dix jours aux commerçants de Bangui. Mais les fromages s'écoulent avec difficulté. En effet, pour défendre cette production nationale contre les importations libres de fromages étrangers, le gouvernement oblige les commerçants à acheter des produits de Sarki au prorata de leurs achats de beurre et de fromages importés.

Cette contrainte déplaît aux commerçants, et ils ont beau essayer de la répercuter sur les consommateurs, ceux-ci ont tendance à boudier les fromages de Sarki, perçus comme de pâles substituts des produits importés. Pour tenter de sortir de cette impasse, les responsables de l'usine ont décidé de diversifier leur production et de proposer une gamme de fromages plus large aux consommateurs, en lançant des produits originaux.

Une gamme de produits diversifiés et plus simples

L'usine construit un laboratoire et achète de nouveaux matériels qui lui permettront d'améliorer la qualité de ses produits et, ainsi, de mieux faire face à la concurrence étrangère. Pour lutter contre la déshydratation des pâtes, une salle climatisée est construite, ainsi qu'une cuve enter-

rée. Le laboratoire teste la mise au point de nouveaux produits et l'usine produit bientôt des fromages frais et égouttés, des fromages à pâte pressée du type Edam et des fromages de type Emmenthal. Techniquement moins complexe, cette production atteint vite un niveau de qualité satisfaisant pour le consommateur. La qualité de la production s'améliore, et les ventes remontent.

POUR EN SAVOIR PLUS

LES CONSTRUCTEURS

INSTITUTS ET ORGANISMES

BIBLIOGRAPHIE

LEXIQUE

Les constructeurs

ACTINI FRANCE

Parc de Montigny
Maxilly
F 74500 Evian les Bains
Tél. : 50 70 74 74

Yaourt et lait
Fabrication adaptée
à la demande

ALFA-LAVAL

BP 57
F 78340 Les Clayes sous Bois
Tél. : 30 55 82 22

Tout matériel laiteries
Minilaiteries

BROUILLON

67, rue des Joxets
BP 121
F 47200 Marmande cedex
Tél. : 53 20 98 00

Matériels en inox
Petits matériels

BIAUGEAUD

45, avenue Aristide Briand
BP 17
F 94114 Arcueil cedex
Tél. : (1) 42 53 77 40

Matériels de petites
tailles pour industries
alimentaires

ELECREM

24, rue Gambetta
BP 45
F 92174 Vanves cedex
Tél. : (1) 46 42 42 14 14
Télex : 283 155
Fax : (1) 46 42 51 88

Matériel de laiterie
Fromagerie de petite
taille

GEERE SA
51, route d'Orléans
F 45140 Artenay
Tél. : 38 80 44 80

Minilaiteries, yaourt,
fromage blanc,
crème, pâte molle

GOAVEC
13, rue Eiffel
ZI Nord
BP 205
F 61006 Alençon cedex
Tél. : 33 29 02 88

Minilaiteries 100 à
1000 litres possible
mais actuellement
uniquement 5000 à
6000 l. Laiteries
industrielles.

PACKO INOX
F 76440 Forge les Eaux
Tél. : 35 90 42 42

Minilaiteries
Fromage type Gouda

PIERRE GUERIN SA
BP 12
F 79210 Mauze sur le Mignon
Tél. : 49 26 30 58

Minilaiteries

BEFS TECHNOLOGIES
BP 1437
F 68071 Mulhouse

Minilaiteries
modulaires

Instituts et organismes

Centres de documentation en France

SEPAIC
42, rue du Louvre
F 75002 Paris
Société d'édition et de
promotion agro-
alimentaires, industrielles
et commerciales

CIDIL
27, rue de la Procession
F 75015 Paris
Tél. : (1) 47 34 47 19
Télex : 205 454
Fax : (1) 47 83 51 61
Centre interprofessionnel de
de documentation et
d'information laitières

CNIEL
27, rue de la Procession
F 75015 Paris
Centre national interprofes-
sionnel de l'économie laitière

Recherche et enseignement

GRET
213, rue Lafayette
F 75010 Paris
Tél. : (1) 40 05 61 61
Fax : (1) 40 05 61 10 et 11
Groupe de recherche et
d'échanges technologiques

ENILBIO
BP 49
F 39800 Poligny
Tél. : 84 37 11 12
Fax : 84 37 07 28
Minitel 3614 Enil
Ecole nationale d'industrie
laitière et des biotechnologies.
Formations initiales et
formations continues.

IEMVT - CIRAD

10, rue Pierre Curie

F 94704 Maisons Alfort cedex

Tél. : (1) 43 68 88 79

Institut d'élevage et de
médecine vétérinaire
des pays tropicaux**INA-PG - ISIEL**

16, rue Claude Bernard

F 75005 Paris

Institut national
agronomique Paris-
Grignon, Institut
supérieur d'industrie et
d'économie laitière.**INA PG, Université de Caen**

Esplanade de la Paix

F 14000 Caen

Centre de 3e cycle
orienté vers le lait et
les produits laitiers**Revues spécialisées****ANNUAIRE NATIONAL DU LAIT**

Editions Comindus Paris

1, rue Descombes

F 75017 Paris

Tél. : (1) 43 80 79 16

Toutes les adresses en France pour la documentation, la
formation, les producteurs transformateurs, les
fournisseurs de matériel, les distributeurs négociants.

Bibliographie

Traditionnal Cheesemaking

JOSEPH DUBACH. Edition Intermediate Technology

Publication

1989, 74p.

El ABC para la queseria rural del Ecuador

J. DUBACH. Cooperation techynologique del Gobierno

Suizo, Quito Ecuador, 1980.

Quesos Andinos del Peru

J. DUBACH. Proyecto queserias nacionales, Lima, Pérou,

1973.

**Queserias rurales en Los Andes : la experiencia
de Salinas (Ecuador).**

SORIA V. ILLINGWORTH. Cuadernos de Agroindustrias rural.

Editions Cecater, 1989, 52 p.

Les minilaiteries

MICHEL JACQUINOT. Collection Le Point Sur, Editions Gret,

1986.

About yogurt

P.E. NORRIS. Editions Thomsons Publishers Ltd, 1972,

64 p.

Le fromage

A. ECK. Editions Lavoisier, Paris, 1987.

La fromagerie

J.L. EVETTE. Collection Techniques Vivantes, PUF, Paris, 1989.

Laits et produits laitiers

F.M. LUQUET Editions Lavoisier, Paris, 1985.

Le lait et les produits laitiers en Ahaggar

M. GAST, J.L. MAUBOIS, J. ADDA. Centre de recherches anthropologiques, préhistoriques et ethnologiques d'Alger, édité par les Arts et métiers graphiques, 1969.

Production, transformation et hygiène du lait en milieu**traditionnel des régions tropicales**

H. MARLS. IEMVT, MAISONS ALFORT.

La fromagerie de Mbuye

Rapport technique, disponible au Gret.

Lexique

AÉROBIE : se dit d'un micro-organisme se développant seulement en présence d'oxygène.

ANAÉROBIE : se dit d'un micro-organisme se développant mieux en l'absence d'oxygène (sens large) ou ne se développant qu'en absence d'oxygène (anaérobie stricte).

ALMASILIUM : Alliage léger d'aluminium, de magnésium et de silicium.

BABEURRE : liquide résultant du barattage de la crème. Lors du barattage, on obtient deux phases : le babeurre (liquide) et le beurre.

BACTÉRIE : être unicellulaire présent partout en très grand nombre. Elles se multiplient par division cellulaire, chacune se divisant en deux pour donner naissance à deux bactéries identiques.

BACTÉRIOSTATIQUE : Se dit d'une substance empêchant la prolifération des bactéries sans les détruire.

CAILLETTE : Quatrième compartiment de l'estomac des ruminants qui sécrète le suc gastrique.

CASEINE : Mélange de substances protidiques, dont le lait est très riche et qui constituera l'essentiel de la composition du fromage.

CATALYSEUR : substances dont la présence est nécessaire en quantité infinitésimale à la réalisation de certaines réactions chimiques mais qui ne sont pas elle-mêmes transformées par la réaction.

CHAMPIGNONS MICROSCOPIQUES : Végétal dépourvu de feuilles, de tiges, de racines et de chlorophylle et dont les cellules ont un noyau. Ceux qui interviennent dans les produits laitiers sont les moisissures et les levures.

COAGULUM : substances prises en masse.

DÉCANTATION : Séparation par gravité des matières solides ou liquides contenues en suspension dans une substance, et qu'on laisse déposer.

EMULSION : préparation obtenue par une division d'un liquide en globules microscopiques au sein d'un autre liquide avec lequel il n'est pas miscible.

ENZYME : catalyseur biologique qui accélère ou provoque une réaction biochimique. Les enzymes transforment les grosses molécules organiques en molécules plus petites, capables de traverser la membrane des cellules microbiennes.

FAISSELLE : petit récipient percé de trous pour faire égoutter le fromage.

FERMENTATION : transformation d'une substance organique (fruit, légume, céréales, lait) sous l'action de ferments ou d'enzymes produits par des bactéries ou des champignons microscopiques.

FLOCCULATION : Rassemblement sous forme de petits flocons, des particules d'un liquide.

GLUCIDES : Composants de la matière vivante formés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Outre leur rôle d'élément plastique constitutif de l'organisme, ils sont la source d'énergie essentielle de l'organisme humain. On les appelle communément les sucres.

HYGROMÉTRIE : Quantité d'humidité contenue dans l'air.

LACTOSE : Substance glucidique qui se transforme, sous l'action de l'enzyme lactase, en glucose et en galactose. Après une absence prolongée de consommation de lait, l'aptitude à la fabrication de l'enzyme chez l'homme est altérée. Il ne peut donc plus transformer le lactose et il en

résulte des troubles de l'organisme.

LAIT CRU : Lait n'ayant pas subi de traitement chimique.

LAIT ENTIER : Lait n'ayant pas subi d'écémage.

LAIT RECOMBINÉ : Mélange de lait écrémé en poudre auquel on ajoute de la matière grasse laitière sous forme de crème de beurre matière grasse anhydre ou d'huile de beurre pour obtenir un produit ayant la composition d'un lait frais.

LAIT RECONSTITUÉ : Mélange de lait entier en poudre et d'eau dans des proportions permettant d'obtenir un produit ayant la composition d'un lait frais.

LIPIDES : Substances organiques usuellement appelées graisses, insolubles dans l'eau (où ils forment des globules gras). Ils sont d'importants éléments pour la construction de l'organisme et sont également fournisseurs d'énergie.

MATIÈRES SÈCHES : Dans un produit, le pourcentage de matière sèche représente la proportion en poids de matière présente que l'on obtiendrait par dessiccation du produit, c'est-à-dire la proportion en poids de matière qui ne soit pas de l'eau. On parle aussi d'extrait sec. On différencie la matière sèche et de la matière sèche non grasse.

MOISSISSURES : Ensemble de champignons microscopiques qui croissent rapidement en milieu biologique et provoquent des transformations utiles ou nuisibles, selon les cas.

OLIGO-ÉLÉMENT : Élément chimique, métal ou métalloïde, présent en très faible quantité dans l'organisme et nécessaire à son fonctionnement.

ORGANOLEPTIQUE : Qualifie les sensations appréhendées directement par les organes des sens : goût, odeur, aspect, texture, couleur d'une substance.

PASTEURISATION : destruction de germes pathogènes par chauffage suivi d'un brusque refroidissement.

PATHOGÈNE : capable de provoquer une maladie.

PETIT LAIT ou **LACTOSÉRUM** ou **SÉRUM** : liquide qui reste après la coagulation du lait qui contient du lactose (sucre du lait) et des sels minéraux.

Ph : caractérise le degré d'acidité du milieu il peut varier de 0 à 14. Le milieu est acide si $Ph < 7$, il est alcalin si $Ph > 7$.

PIGMENT : Matière colorée de structure chimique variée.

PROTÉINES ou **PROTIDES** : Composants azotés de la matière vivante : ils interviennent dans la structure des êtres vivants (constituant principal des muscles et de la plupart des organes) et leur présence dans l'alimentation est indispensable. Composant principal de la matière. Composition : chaîne d'acides aminés.

SAUMURE : Eau plus ou moins fortement salée dans laquelle on met des aliments pour augmenter leur durée de conservation ou pour en faire des conserves.

SPORE : Forme arrondie de résistance (ou d'attente) de certaines bactéries à des conditions défavorables (par exemple : élévation de température).

STANDARDISATION : c'est le réglage de la teneur en matière grasse du lait ; on règle cette teneur par addition de lait écrémé pour l'abaisser ou par addition de crème pour l'augmenter.

THERMOPHILE : Se dit d'un micro-organisme résistant à la chaleur et pouvant se développer à haute température.

UNITÉS DE MESURE

- *Température* : degré Celsius ($^{\circ}C$), dont le 0 est au point de congélation de l'eau à pression atmosphérique.
- *Acide lactique* : degré Dornic = décigrammes d'acide lactique par litre (dans le lait de vache cru en France : 16 à 18). Permet de mesurer le niveau de fermentation.
- *Acidité* : pH, échelle de mesure de 1 à 14 fondée sur la concentration de certaines particules dans la solution. Le pH de 1 à 7 indique un milieu acide, le pH de 7 à 14 indique un milieu basique.

VIRUS : Micro-organisme unicellulaire parasite à l'origine de nombreuses maladies graves.

VITAMINES : substances nécessaires à la vie, agissant à faible dose et qui doivent être apportées régulièrement à l'organisme. Ce sont des composés organiques très divers, dont le caractère commun est de jouer le rôle de catalyseur (déclencheurs de réactions) dans l'organisme. Elles recoupent souvent le terme d'enzyme lorsqu'elles s'allient à des protéines. Les carences en vitamines sont à l'origine de troubles divers, par exemple la vitamine D est antirachitique. Le lait contient essentiellement les vitamines A et B, des acides pantothéniques en bonne quantité, de la vitamine C en quantité moindre et de la vitamine D en faible quantité.

**LE CENTRE TECHNIQUE DE COOPÉRATION
AGRICOLE ET RURALE (CTA)**

Le Centre technique de coopération agricole et rurale a été fondé en 1983 dans le cadre de la Convention de Lomé entre les Etats membres de la Communauté européenne et les Etats du groupe ACP (Afrique, Caraïbes, Pacifique).

Le CTA est à la disposition des Etats ACP pour leur permettre un meilleur accès à l'information, à la recherche, à la formation et aux innovations dans les domaines du développement agricole et rural et de la vulgarisation.

Siège :
Galvanistraat 9, Ede (Pays-Bas)

Adresse postale :
CTA, Postbus 380
6700 AJ Wageningen (Pays-Bas)
Tél. : (31) 8380 – 60400
Télex : (44) 30169 CTA NL
Télécopie : (31) 8380 – 31052

**Ouvrages parus
dans la même collection**

La fabrication artisanale
de farines infantiles

Préparer et vendre
des boissons traditionnelles

L'audiocassette et ses usages

Savoir utiliser une batterie

De l'eau pour le maraîchage

La fabrication artisanale
d'huiles végétales