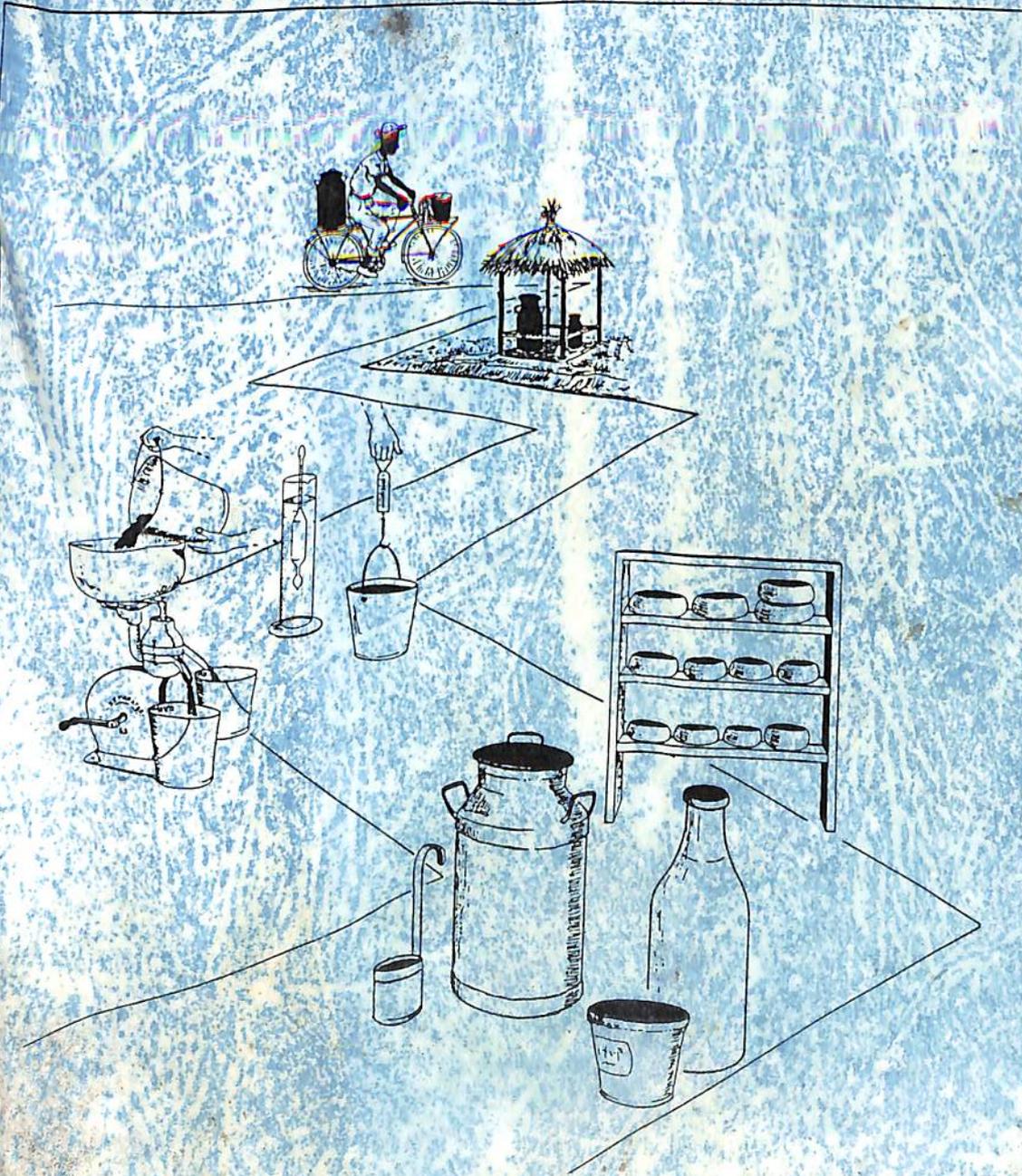


La transformation laitière au niveau villageois

ÉTUDE FAO
PRODUCTION
ET
SANTÉ ANIMALES

69



ORGANISATION
DES
NATIONS UNIES
POUR
L'ALIMENTATION
ET
L'AGRICULTURE

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

M-26

ISBN 92-5-202679-7

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, mise en mémoire dans un système de recherche bibliographique ni transmise sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit: électronique, mécanique, par photocopie ou autre, sans autorisation préalable. Adresser une demande motivée au Directeur de la Division des publications, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie, en indiquant les passages ou illustrations en cause.

© FAO 1988

AVANT PROPOS

L'étude proposée est un cadre qui analyse l'ensemble des contraintes généralement rencontrées dans la commercialisation du lait des producteurs isolés et éloignés des centres de commercialisation. En tant que cadre il ne reflète pas les particularités climatiques, géographiques et ethniques mais peut servir de base pour faire progresser le niveau de ces éleveurs généralement oubliés dans les plans de développement formulés par les Gouvernements ou autres institutions.

Les illustrations présentées dans cet ouvrage ont été réalisées par Monsieur G. Beccaloni (AGAD).

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
<u>1ère partie:</u> Les modules de traitement du lait au niveau villageois	
I. INTRODUCTION	5
II. Une unité de transformation: Pourquoi ?	6
III. Une unité de transformation: Comment ?	6
IV. Une unité de transformation: où ?	7
V. Une unité de transformation: pour faire quoi ?	7
VI. Une unité de transformation: ce qu'elle doit être	8
<u>2ème partie:</u> Le modèle général d'une unité de traitement du lait	
I. Localisation de l'unité de traitement	9
II. Le bâtiment	9
III. Le fonctionnement	13
IV. Le matériel	15
1. pour la collecte	15
2. pour la transformation	16
3. pour la commercialisation	28
V. Autres équipements	29
<u>3ème partie:</u> Organisation et fonctionnement de l'Unité de transformation	
I. La collecte laitière	32
II. La réception du lait	34
III. La standardisation du lait	36
1. acidité	36
2. matière grasse	37
3. calcul pour la standardisation du lait	39
IV. Thermisation du lait	41
V. Refroidissement	42
VI. Les auxiliaires de fabrication	42
1. préparation des ferments	42
2. préparation de la présure	46
<u>4ème partie:</u> Technologie appropriée pour la fabrication des produits laitiers	
I. Procédé de fabrication du fromage	50
II. La crème et le beurre	52
III. Le babeurre	54
IV. Le yoghourt	54
V. Le lait caillé	55
VI. Le fromage fondu	55
VII. Le sérum de fromagerie	56
VIII. Les opérations de nettoyage et de désinfection	56
IX. Organisation du travail	57
X. Disposition du local	58

	<u>Page</u>
<u>5ème partie:</u> Elements de comptabilité et coût des équipements	
I. La comptabilité matière	62
1. réception	62
2. standardisation	62
3. fabrication	63
II. Etude des prix de revient	64
1. prix de la matière première	64
2. coût de la collecte	67
3. coût de la transformation	67
4. coût de l'emballage	68
5. coût du transport	68
6. coût de la commercialisation	68
III. Estimation du prix des équipements	70
1. matériel pour la collecte	70
2. matériel pour la réception	71
3. matériel de laboratoire	71
4. matériel pour la standardisation	71
5. matériel pour la fabrication des fromages	71
6. matériel pour la fabrication du beurre	72
7. matériel pour la préparation des produits auxiliaires	72
Références bibliographiques	73

Première partie

LES MODULES DE TRAITEMENT DU LAIT AU NIVEAU VILLAGEOIS

I. INTRODUCTION

Il est relativement fréquent dans les pays en développement de trouver des zones de production laitière très éloignées des lieux de forte demande pour des produits laitiers. Cette demande se situe très généralement dans la capitale et dans les grandes villes. Afin de pouvoir satisfaire en partie cette demande, les pays en développement ont cherché à créer une industrie laitière proche des centres de consommation.

Comme il existe très souvent une très grande distance entre les zones de production laitière et les centres de consommation, il n'est pas rare de voir l'usine laitière travailler à vingt pour cent de sa capacité, tandis qu'il y a surproduction laitière par faute de débouchés dans certaines zones du pays.

Le coût de la collecte du lait pour l'usine proche de la capitale est très élevé en raison du prix du carburant, du mauvais état des routes, particulièrement pendant la saison des pluies, du prix des pièces de rechange et du kilométrage à parcourir. Pour des raisons économiques, l'usine laitière a donc cherché à collecter le lait dans les zones de production laitière les plus proches et à compléter sa production journalière par l'importation de poudre de lait et d'huile de beurre servant à la reconstitution du lait.

Le coût de collecte du lait représente en moyenne 30% du coût de transformation du produit fini (lait pasteurisé conditionné).

La demande en produits laitiers dans les pays en développement est par tradition: le lait dans la capitale et le lait fermenté naturellement dans les zones rurales.

La production principale de l'usine laitière est donc le lait frais ou reconstitué, pasteurisé et conditionné en sachet plastique. Ce produit généralement considéré comme primordial par les Gouvernements subit une réglementation rigoureuse des prix au niveau des consommateurs. La marge laissée à l'usine par ce produit est généralement très faible ce qui l'oblige à fabriquer un autre produit plus rémunérateur et sans contrôle de prix. Ce produit est très souvent le yoghourt vendu aux classes aisées et aux expatriés.

A coté du marché des produits laitiers fabriqués localement existe celui des produits importés. Ceux-ci par ordre d'importance sont principalement les poudres de lait infantile, les laits de conserve et les fromages.

En conséquence on trouve dans de nombreux pays en développement une situation difficile où les petits producteurs de lait ne peuvent écouler régulièrement leur production et où les consommateurs achètent cher des produits laitiers d'importation.

II. UNE UNITE DE TRANSFORMATION LAITIERE VILLAGEOISE, POURQUOI ?

En premier lieu l'unité de transformation doit offrir aux producteurs une garantie d'écoulement journalier de leur production.

Pendant la saison sèche, période où la production laitière nationale est faible, il n'est pas rare de voir des colporteurs acheter le lait des producteurs très éloignés des grands centres de consommation alors que pendant la saison des pluies, en raison de l'état des routes et de l'augmentation de la production, le lait n'y est plus collecté.

La garantie pour le producteur de recevoir une rémunération juste et régulière doit permettre de l'encourager à passer du stade de l'auto-suffisance familiale en lait à celui de l'économie de marché et ainsi à augmenter la production laitière dans la zone considérée. Ces zones éloignées sont bien souvent propices à l'élevage mais faute de débouchés commerciaux, n'ont pas reçu l'incitation nécessaire pour améliorer la production laitière.

L'installation d'une industrie laitière dans un pays en voie de développement copiée sur le modèle Européen n'a jamais, ou que très rarement, impliqué les producteurs eux-mêmes. Quand ce fut le cas, ceci concerna surtout les gros producteurs de lait situés à la périphérie des grandes villes. L'installation d'une unité de transformation au niveau du village est en priorité l'affaire des producteurs eux-mêmes. La taille et la simplicité des installations doivent permettre la participation des petits producteurs qui savent que l'aide viendra d'eux-mêmes (avant qu'elle ne vienne du Gouvernement ou des Agences bilatérales).

III. UNE UNITE DE TRANSFORMATION LAITIERE VILLAGEOISE, COMMENT ?

- En associant au projet les petits producteurs eux-mêmes, c'est-à-dire ceux qui vivent directement des maigres ressources que leur apporte leur bétail. Combien de troupeaux importants appartiennent à des "entrepreneurs"

des villes laissant le soin des animaux aux bouviers qui sont rémunérés sur la traite du lait un jour par semaine.

- En leur présentant un modèle de projet qui puisse être à leur dimension: simple, pratique, et qui puisse permettre de trouver une synergie commune dans un cadre déterminé.

IV. UNE UNITE DE TRANSFORMATION LAITIERE VILLAGEOISE, OU ?

- En sélectionnant une zone éloignée, enclavée où traditionnellement la production laitière existe. Ces zones sans moyen de communication faciles où l'élevage est une composante normale de l'économie familiale sont nombreuses en Amérique Latine, en Afrique, au Moyen Orient et en Asie.
- Dans une zone où la collecte laitière ne peut être réalisée à partir de la capitale.
- Dans une zone où pour l'économie familiale le bétail, et en particulier le lait, représentent comme c'est souvent le cas, la principale ressource financière régulière pour l'achat des besoins domestiques de la famille (vêtements, sucre, etc..)
- Dans une zone où l'eau est en abondance ou suffisante pour permettre, dans des conditions hygiéniques, la transformation du lait en produits laitiers considérant qu'il faut en moyenne 5 litres d'eau par litre de lait transformé.
- Dans une zone où la quantité de lait à traiter est suffisante dans un rayon de 10km. le temps nécessaire pour le transport du lait ne doit pas excéder trois heures. Il est généralement reconnu qu'au-delà de ce temps, le lait dans les pays tropicaux ne peut subir la pasteurisation ou la thermisation.

V. UNE UNITE DE TRANSFORMATION LAITIERE VILLAGEOISE, POUR FAIRE QUOI ?

- pour faire des produits laitiers qui soient demandés par les consommateurs des grands centres urbains et des villages.
- pour faire des produits laitiers qui ne soient pas produits par l'usine ou les usines laitières se trouvant à proximité des villes.
- pour faire des produits laitiers qui:
 - puissent facilement concurrencer le ou les produits d'importation
 - ne demandent pas un équipement trop sophistiqué ni onéreux.

- ne nécessitent pas une source d'énergie trop chère ou une infrastructure particulière trop lourde.
- puissent être transportés facilement à moindre coût sans détériorer la qualité du produit fini.
- puissent être vendus en petites quantités afin de toucher une large catégorie de consommateurs.

Bien souvent, à juste titre ou non, les produits laitiers fabriqués localement, notamment les produits à haute valeur ajoutée, tels que fromage, beurre, produits fermentés, sont jugés par la classe aisée des capitales des pays en développement, comme des produits de seconde catégorie par rapport à ceux importés. Il est vrai que très souvent les produits laitiers transformés dans les zones rurales sont considérés par les producteurs eux-mêmes comme sous-produits de leurs excédents familiaux. Le projet doit faire la démonstration qu'avec une technologie appropriée les produits finis peuvent être aussi bons que les produits d'importation (souvent meilleur compte tenu du temps nécessaire au dédouanement de ces produits) et qu'avec un minimum de moyens il peuvent être aussi bien présentés.

VI. L'UNITE DE TRANSFORMATION LAITIERE VILLAGEOISE: CE QU'ELLE DOIT ETRE:

- la plus simple possible
- la plus propre possible
- la moins chère possible
- la plus profitable possible.

L'unité de transformation villageoise est un outil:

- pour un groupe, une association ou une coopérative d'éleveurs,
- pour mettre ensemble des moyens qui leur permettent de valoriser au mieux leurs excédents laitiers,
- pour pouvoir s'organiser et obtenir les ressources nécessaires pour l'amélioration de leur bien être.

2ème partie

LE MODELE GENERAL D'UNE UNITE DE TRAITEMENT DU LAIT AU NIVEAU VILLAGEOIS

I. LOCALISATION DE L'UNITE DE TRAITEMENT

Celle-ci doit se situer si possible au centre de la zone de production laitière considérée, à côté d'une source d'eau ou dans un lieu où l'eau est disponible. Enfin il faudra rechercher un endroit frais et ventilé. Toutes ces conditions ne peuvent parfois être remplies. Le facteur primordial est la disponibilité en eau. En effet il faut se rappeler que pour chaque litre de lait traité il faut en moyenne cinq litres d'eau.

II. LE BATIMENT

Le lait et les produits laitiers sont des produits vivants qui subissent les variations d'ambiance des locaux. La qualité et la régularité des fabrications tiennent pour une large part aux locaux dans lesquels le fromage est fabriqué. On peut, soit acquérir ou louer un bâtiment désaffecté et y effectuer les transformations nécessaires pour le traitement du lait, soit construire l'unité elle-même. Il n'est pas rare de trouver dans certaines zones de production laitière éloignées, d'anciens centres de collecte de lait abandonnés.

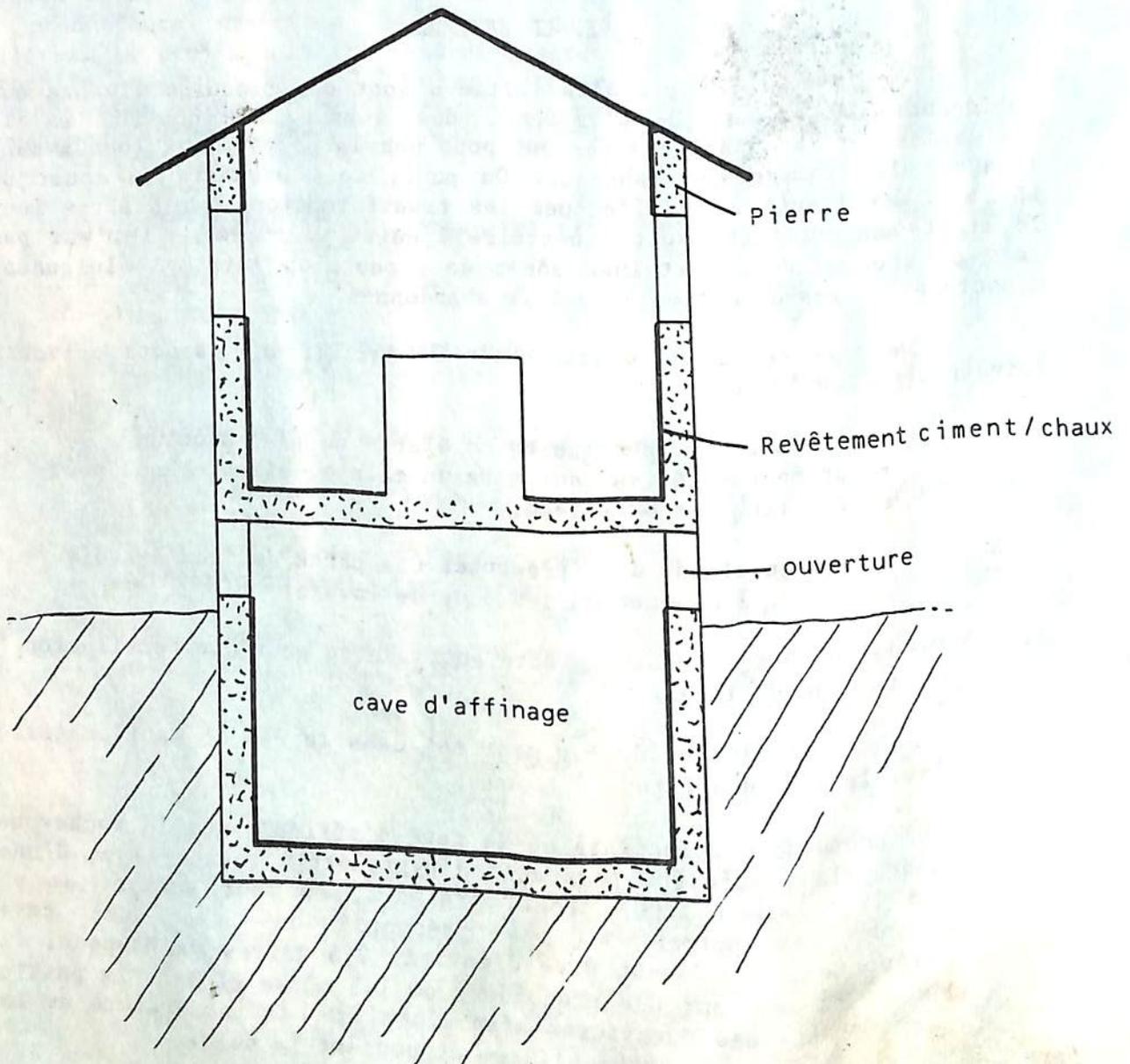
Dans le cas d'une construction à réaliser les aspects suivants doivent être considérés:

- les murs seront construits en pierre du pays avec un revêtement intérieur qui sera un mélange ciment-chaux pour en faciliter le nettoyage;
- le sol en ciment doit présenter une pente de deux à trois pour cent pour l'évacuation des eaux de lavage;
- les ouvertures doivent être suffisantes pour une ventilation normale du local.

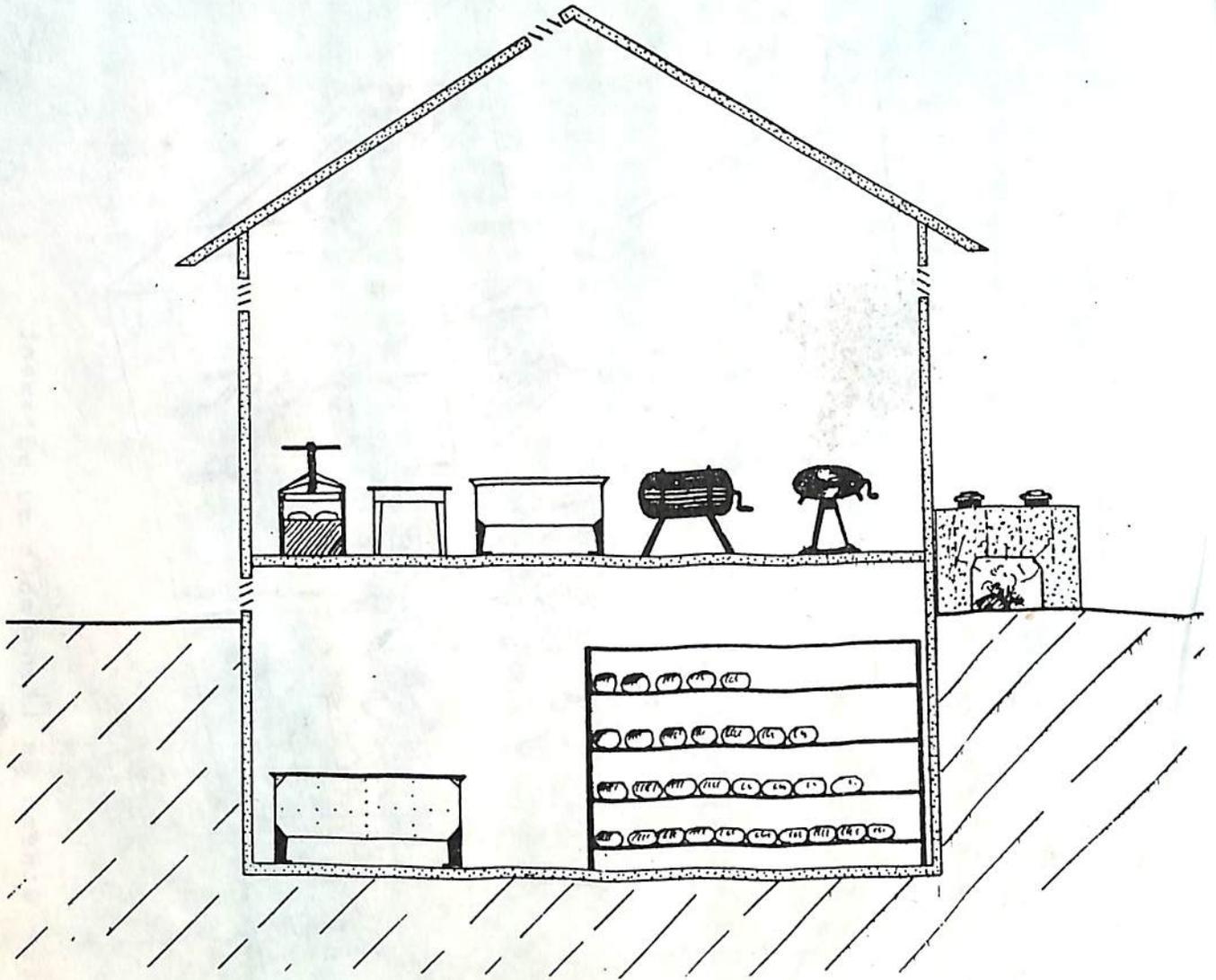
Le second élément du bâtiment est dans le cas de la fromagerie villageoise, la cave d'affinage.

La composante principale de la cave d'affinage est la recherche d'une hygrométrie élevée (80 pour cent d'hygrométrie relative) et d'une température basse (8 à 12°C). Pour atteindre, ou pour essayer de se rapprocher de ces normes il est préconisé de faire une cave semi-enterrée. Celle-ci devant être d'environ 2,5 mètres de hauteur, il faudra creuser la cave sur une profondeur de 1,5 mètre et dans la partie supérieure maintenir des ouvertures afin d'abaisser la température de la cave par un courant d'air, particulièrement pendant la nuit.

La taille du bâtiment sera évidemment fonction de la quantité de lait réceptionnée pendant la période de haute production. Les quantités de lait pouvant être transformées dans un atelier artisanal vont de 100 à 500 litres de lait par jour. Pour une telle quantité moyenne de lait la surface du bâtiment doit être d'environ cinquante mètres carrés.



- Schéma en coupe de l'unité de transformation



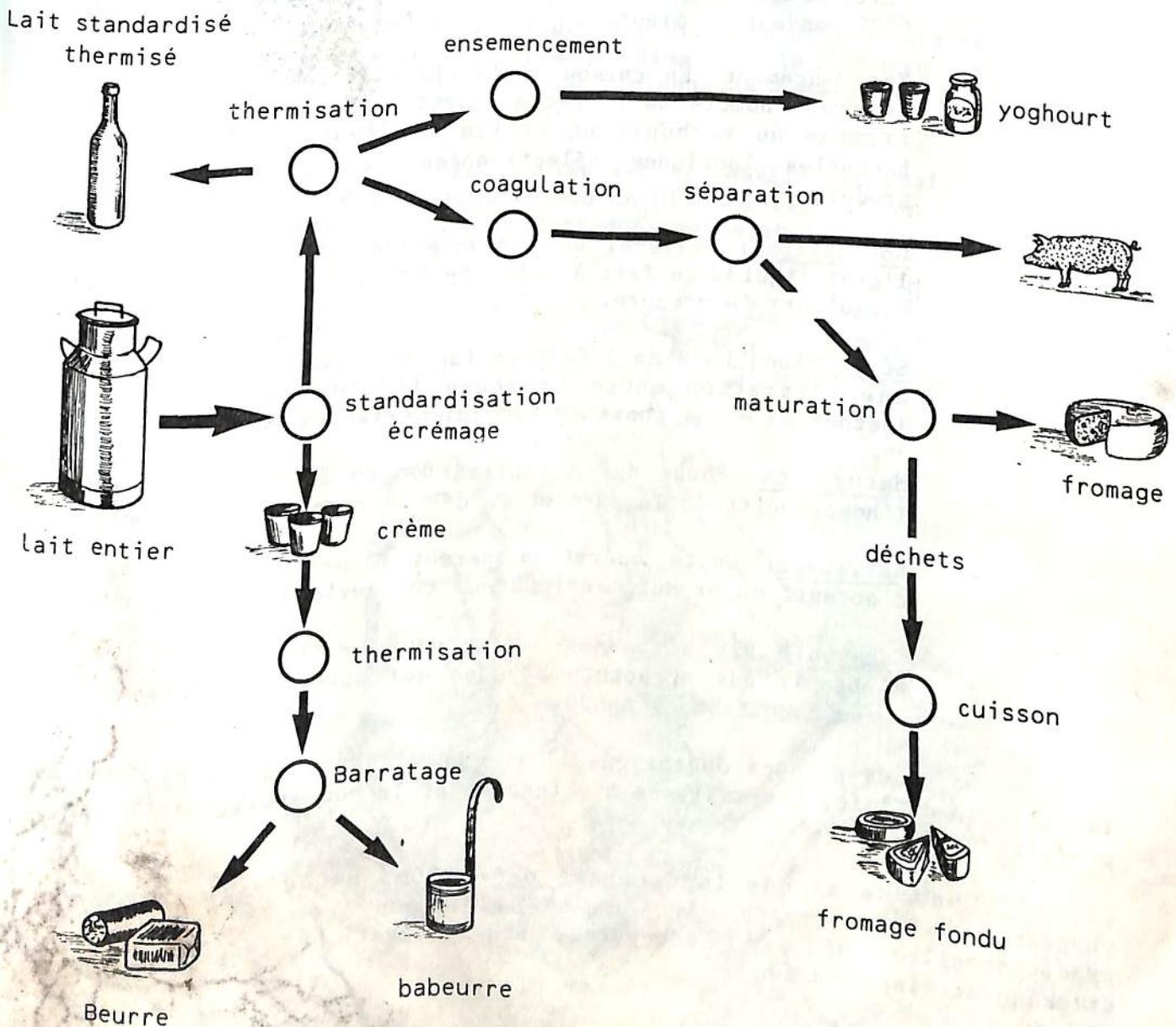
- Schéma en coupe de l'unité de transformation avec ses équipements

III. LE FONCTIONNEMENT

Ainsi qu'il a été mentionné plus haut la transformation laitière s'opère dans des zones éloignées des grands centres de consommation et sur des quantités de lait ne pouvant guère dépasser 500 litres par jour en moyenne.

Les produits laitiers fabriqués doivent pouvoir subir un long transport dans des conditions climatiques difficiles.

Les produits laitiers peuvent être réalisés selon le schéma suivant:



Compte tenu de l'éloignement des centres de consommation, le beurre, le fromage et le fromage fondu pourront être acheminés sur une longue distance tandis que le babeurre et le yoghourt seront commercialisés autour de l'unité de transformation. Le lactosérum sera rétrocédé aux éleveurs.

Les grandes opérations à effectuer pour l'obtention des produits mentionnés sont les suivantes:

- Standardisation: La standardisation est une opération qui permet au moyen de l'écémage manuel partiel d'obtenir un lait de matière grasse constant. Cette opération permet d'obtenir une régularité dans la composition du produit fini et de dégager une partie de la crème pour sa transformation en beurre.
- Thermisation: Afin de détruire les germes pathogènes du lait, celui-ci doit être porté à la température minimum de 63°C pendant 30 minutes.
- Ensemencement: En raison de la thermisation qui a détruit un grand nombre de bactéries lactiques, la fabrication de fromage ou yoghourt nécessite l'adjonction au lait de bactéries lactiques sélectionnées pour chaque type de produit.
- Coagulation: Celle-ci est caractérisée par le passage de l'état liquide du lait à celui de gel grâce à l'emploi d'un coagulant: la presure.
- Séparation: Lors de l'élaboration du fromage il s'effectue une séparation entre la phase liquide qui donnera le lactosérum et la phase solide qui deviendra le fromage.
- Maturation: Phase de la fabrication du fromage qui permet l'homogénéité de la pâte et le développement de l'arôme.
- Barratage: Cette opération permet à partir de la crème d'obtenir un produit semi-pâteux qui deviendra le beurre.
- Cuisson: Les fromages défectueux seront cuits afin d'obtenir une structure pâteuse qui après refroidissement donnera un fromage fondu.

Dans ces grandes opérations il y a lieu de considérer également la collecte du lait, les analyses à effectuer et la commercialisation des produits finis.

Chacune de ces importantes opérations est décrite dans le chapitre suivant selon le schéma classique des 5 opérations traditionnelles qui sont: réception, standardisation, transformation, stockage et distribution.

IV. LE MATERIEL

Le matériel nécessaire pour faire fonctionner le module de transformation laitière dépend de nombreux facteurs tels que la quantité de lait à collecter, l'éloignement et la dispersion des producteurs, le type de produit à réaliser, etc..

Dans un schéma classique de transformation laitière qui commence par la collecte pour finir par la commercialisation des produits laitiers, le matériel nécessaire peut être établi ainsi:

1. Pour la collecte

- l'utilisation de bassines en plastique pour la traite constituera dans beaucoup de cas une amélioration par rapport aux ustensiles fréquemment employés;
- pour le transport du lait, il sera utilisé des petits bidons de lait en almasilium pour le producteur (5 litres ou 10 litres) et des bidons de lait de 30 à 50 litres pour le collecteur.
- la collecte, si elle est nécessaire, nécessite l'emploi d'une bicyclette, d'un bidon à lait de 50 litres, d'une éprouvette, d'un lactodensimètre, et d'un bidon doseur.



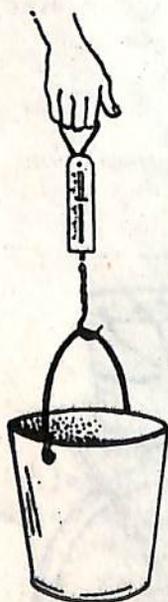
La quantité de lait collecté de chaque producteur sera mentionnée sur un carnet ainsi que la densité. Le carnet pourra se présenter ainsi:

"La Laiterie paysanne"

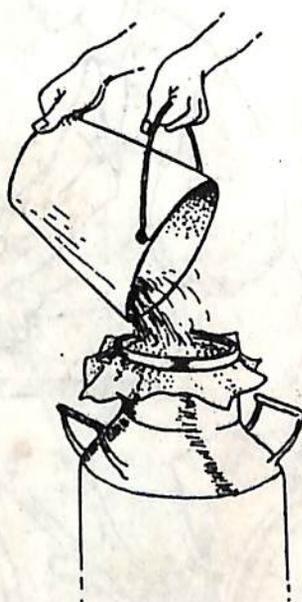
No.	Nom du producteur	quantité livrée	densité	signature
1	Esperanza Chavez	10 litres	1.030	
2	Juan Chamaro	5 litres	1.029	
3	Antonios Vargas	15 litres	1.038	
4	Musaline Chouco	12 litres	1.030	
5	Edgar Vasconez	5 litres	1.032	
TOTAL		44 LITRES		

2. Pour la transformation

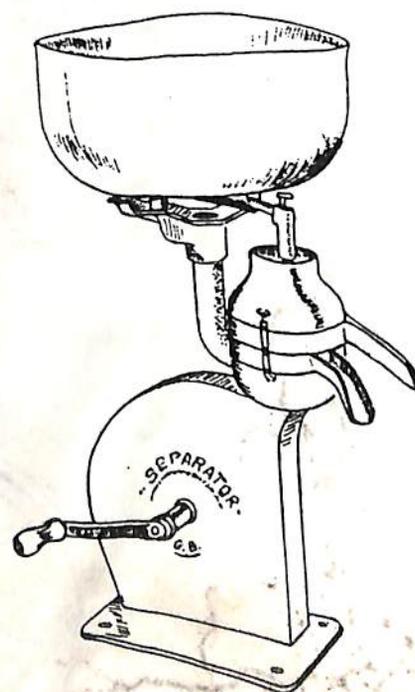
- Réception: pour la réception du lait des producteurs eux-mêmes et du collecteur de lait, le matériel suivant est nécessaire: peson à lait, seau.
- Stockage: entonnoir à lait et bidons de 50 litres.
- Standardisation/écrémage: l'écémage d'une partie du lait réceptionné se fera à l'aide d'une écrémeuse manuelle.



Réception
peson à lait
et seau

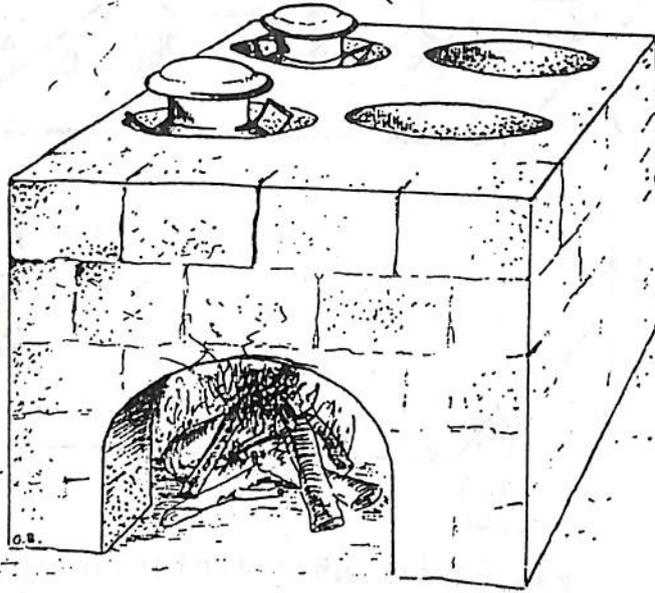


stockage
entonnoir et
bidon de lait



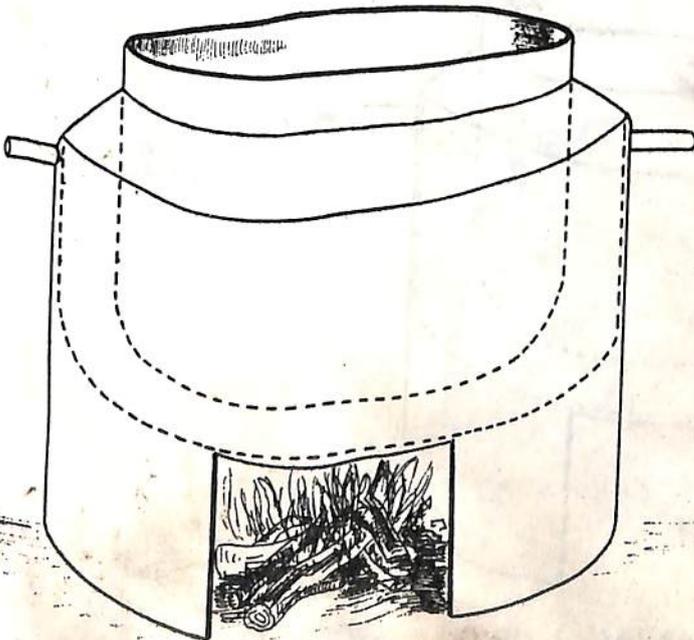
standardisation
écrémeuse manuelle

Thermisation: pour la thermisation plusieurs possibilités sont envisageables en fonction de l'énergie disponible localement. Si l'on se place dans le cas le plus défavorable, la seule source d'énergie disponible est le bois ou la tourbe. Dans ce cas il y a lieu d'utiliser une "chaudière-Bain marie" selon le modèle ci-après:

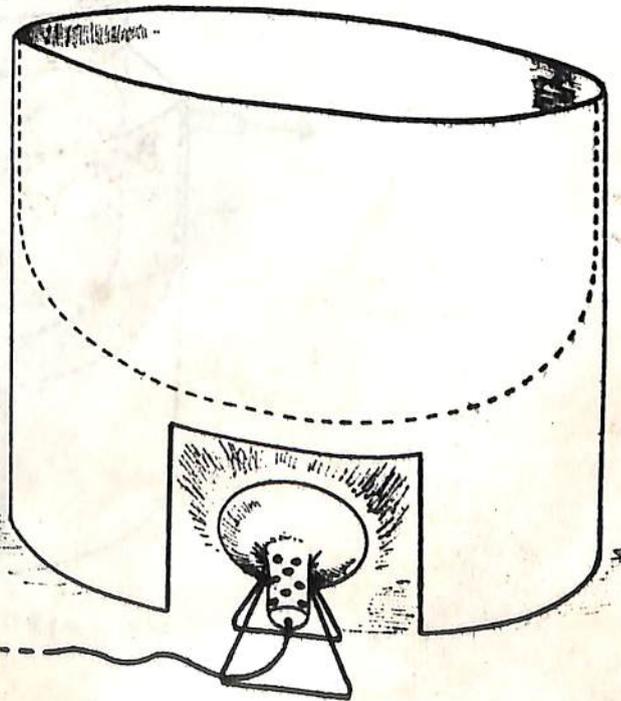


- chaudière à corps maçonné

d'autres modèles plus élaborés peuvent être fabriqués avec chauffage au bois ou au gaz si les bonbonnes de gaz sont disponibles.



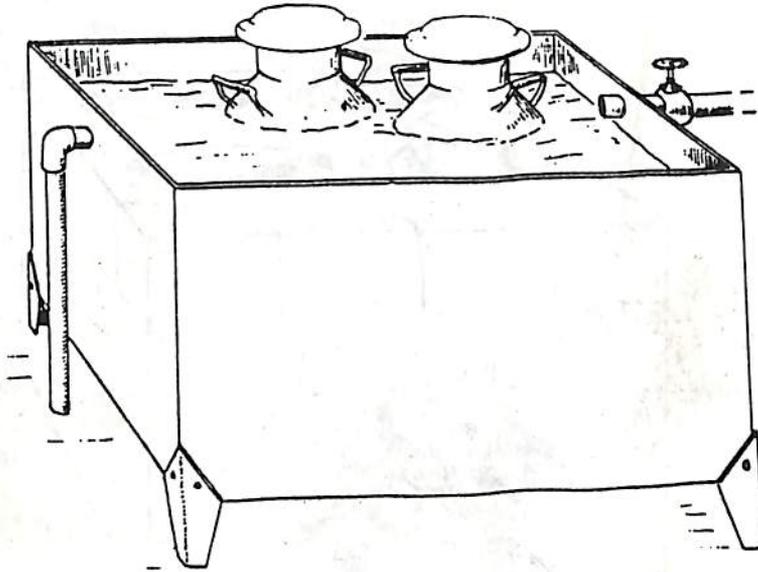
- chaudière métallique à chauffage au bois



- chaudière métallique à chauffage au gaz

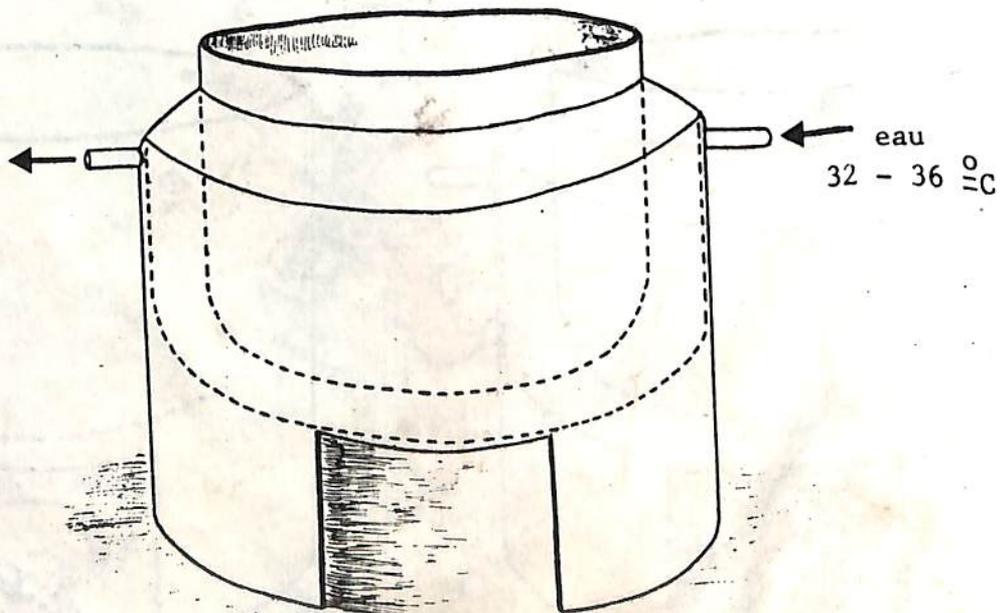
pour les quantités de lait à traiter allant de 100 à 500 litres de lait la pasteurisation du lait avec un pasteurisateur à plaques ne peut être recommandée.

- Refroidissement: le refroidissement du lait s'effectue dans un bac à eau courante:



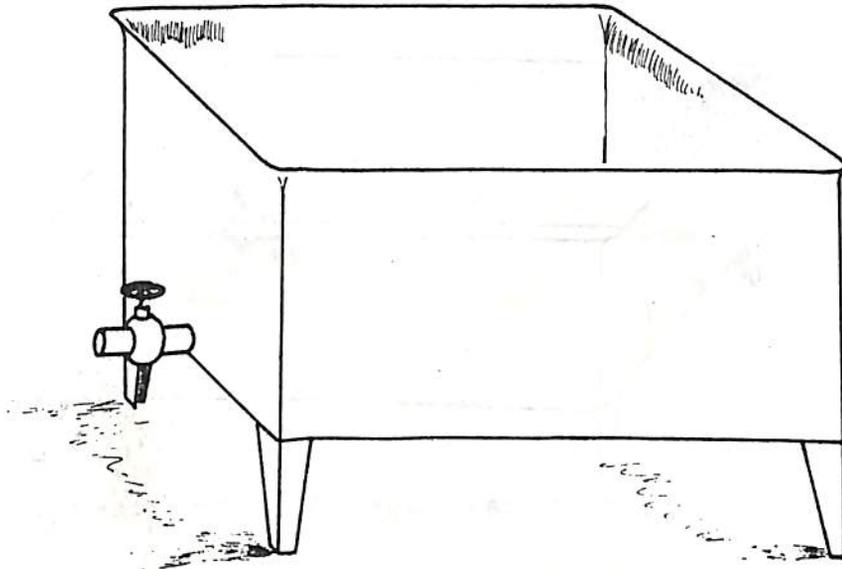
bac simple de refroidissement

ou par circulation d'eau dans la double paroi.



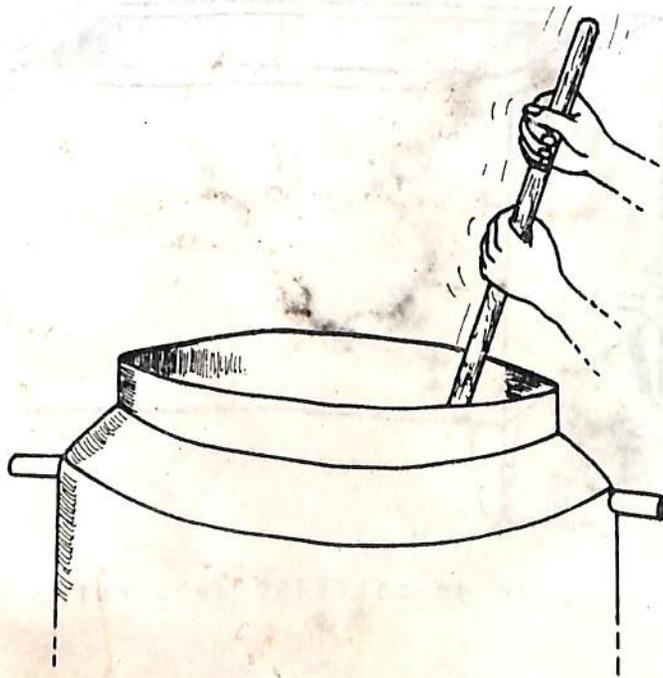
cuve de refroidissement à double enveloppe

- Coagulation: La cuve à fromage pourra être une cuve en aluminium avec robinet pour l'écoulement du sérum



bac de caillage simple

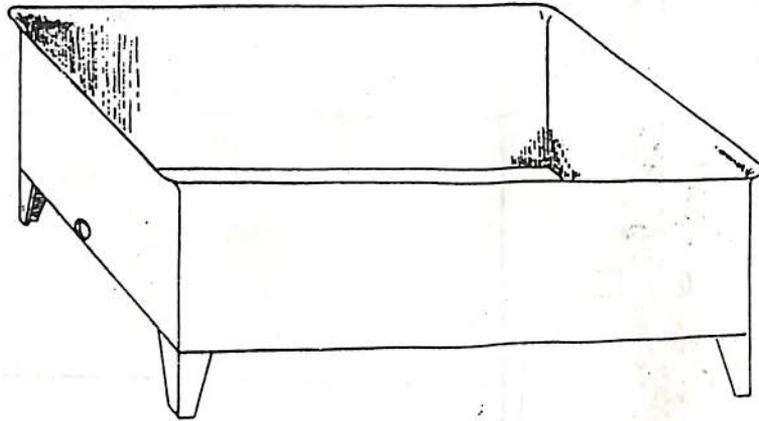
Dans le cas de la cuve à double paroi celle-ci va également servir pour la coagulation du lait.



cuve de caillage à double enveloppe

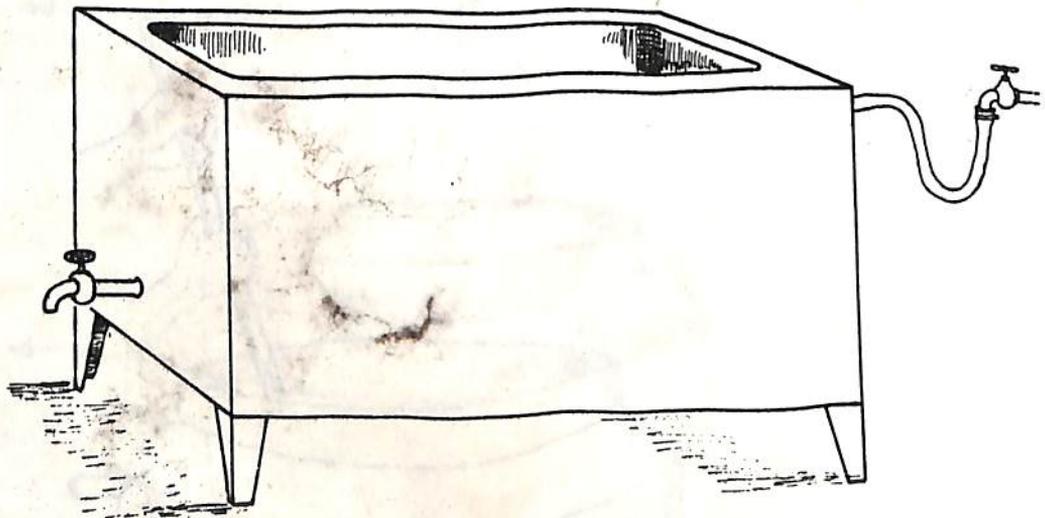
D'autres cuves à fromage peuvent être réalisées selon les moyens dont disposent les éleveurs. Quelques exemples sont présentés ci-après:

- cuve simple pour le traitement de 50 à 100 litres de lait



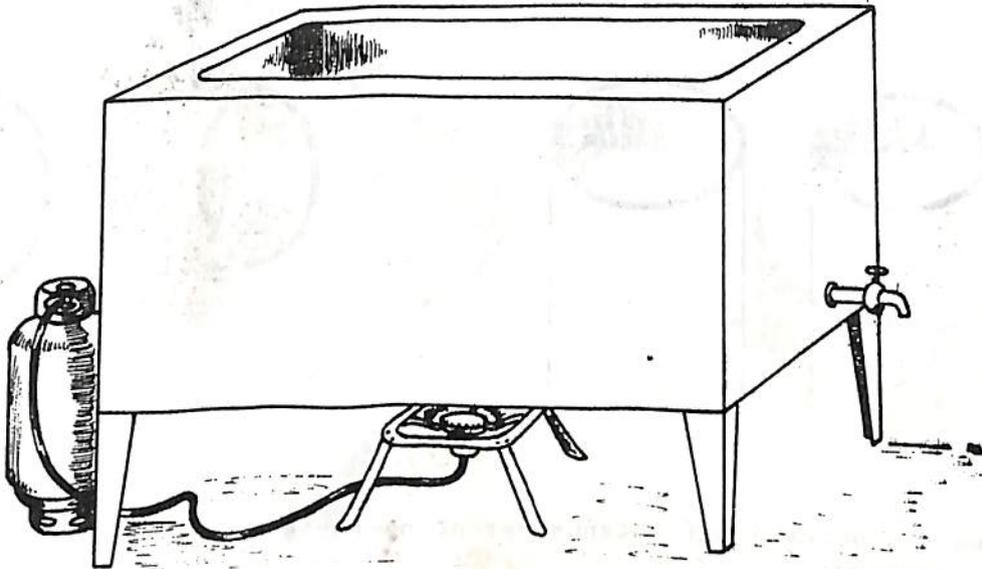
cuve de caillage en forme basse

- cuve plus élaborée pour le traitement de 100 à 300 litres de lait avec refroidissement du lait par circulation d'eau froide dans la double paroi.



cuve de caillage avec refroidissement

- pour des quantités de lait plus importantes allant jusqu'à 500 litres, le modèle d'une cuve permettant la thermisation, le refroidissement et la coagulation peut être réalisé selon le schéma ci-dessous:

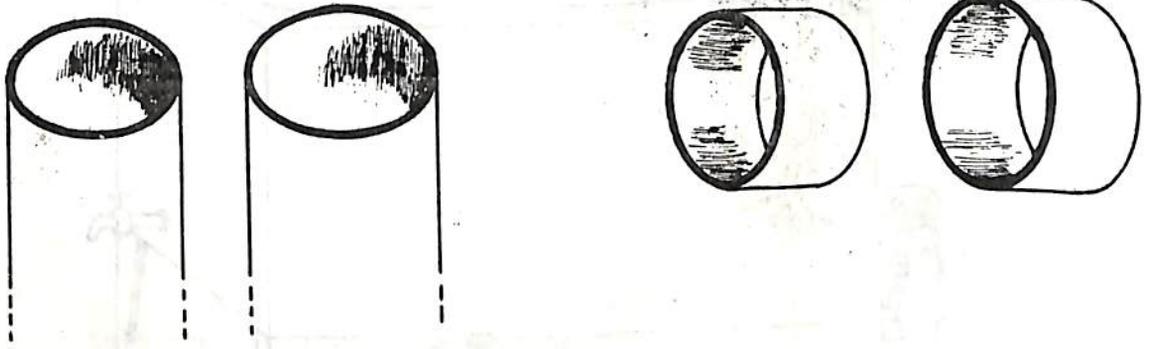


cuve à fonctions multiples

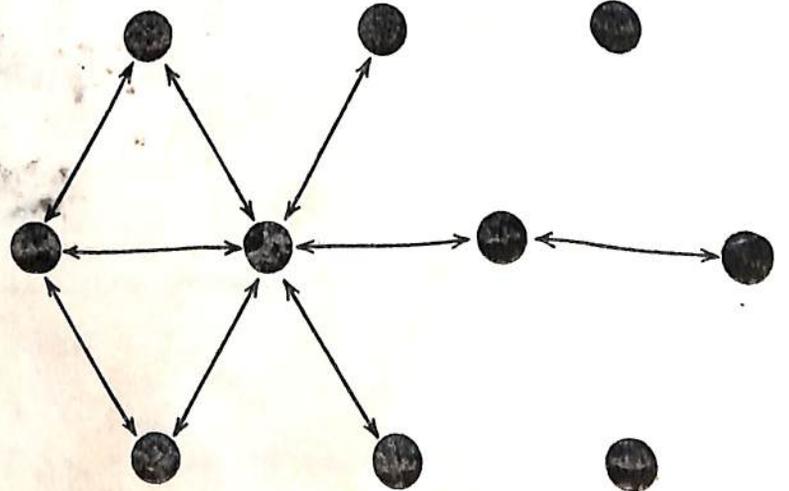
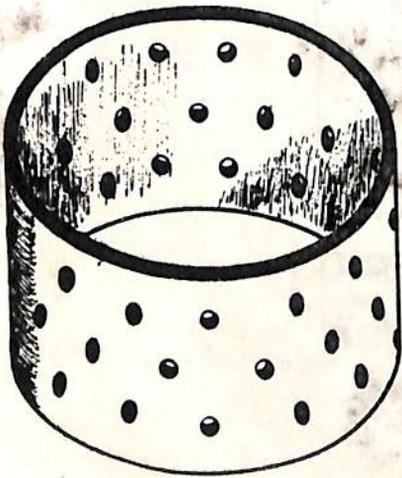
- Egouttage: l'égouttage s'effectue dans des moules posés sur un plan incliné pour l'écoulement du sérum.

Les moules qui donnent la forme aux fromages sont de taille et de forme très variables.

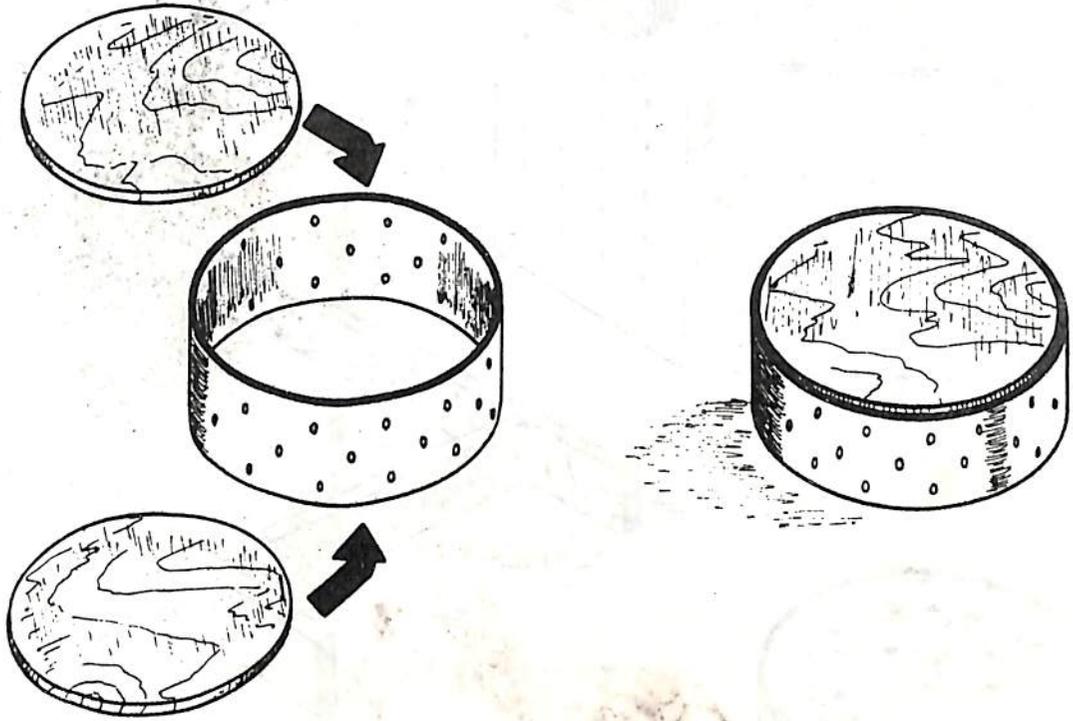
La méthode la plus simple pour faire des moules est de prendre un tube en plastique servant généralement de gouttière et de le couper sur une hauteur de 10cm.



Les cylindres ainsi obtenus seront perforés selon le modèle ci-dessous:

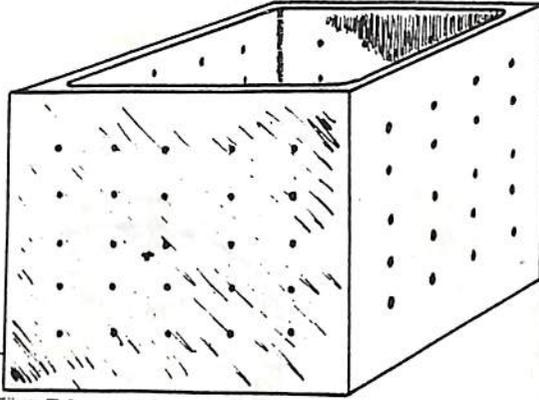


Les bases et les couvercles seront des ronds en bois d'un diamètre légèrement inférieur à celui des cylindres.

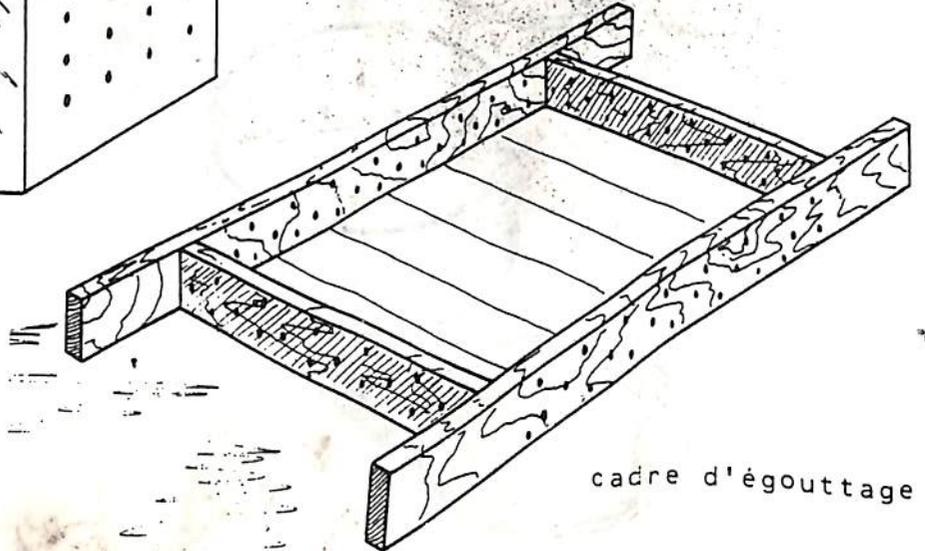


moules avec fonds et couvercles

Les moules peuvent également être en bois, leur forme varie suivant le type de fromage à réaliser.



moule carré



cadre d'égouttage



moule rond

La table d'égouttage sera en bois, inclinée vers l'avant afin de faciliter l'écoulement du sérum.

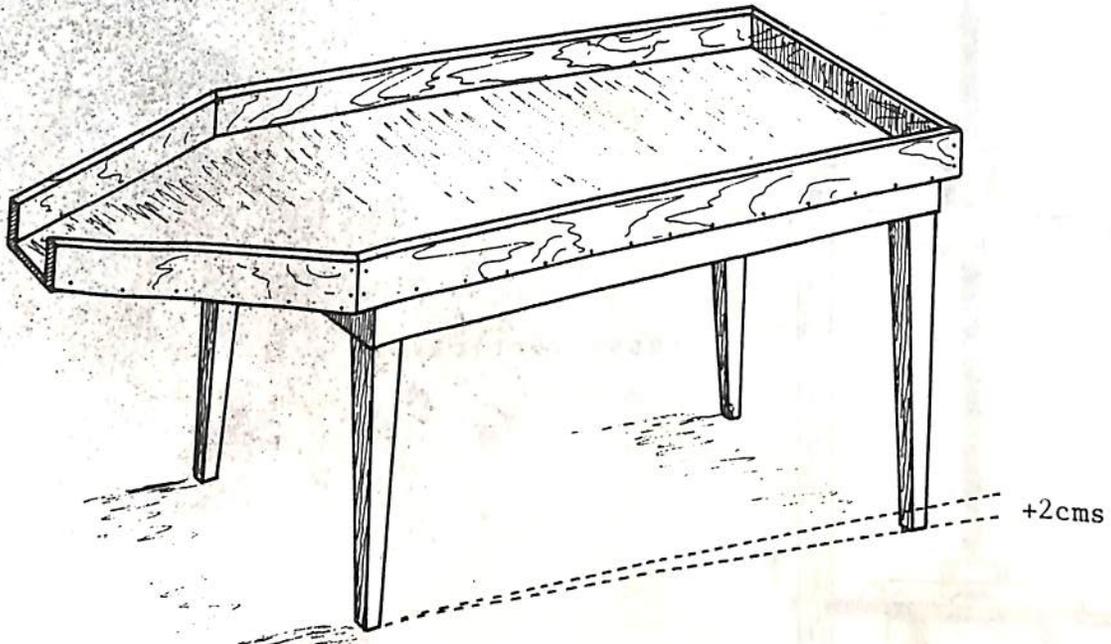
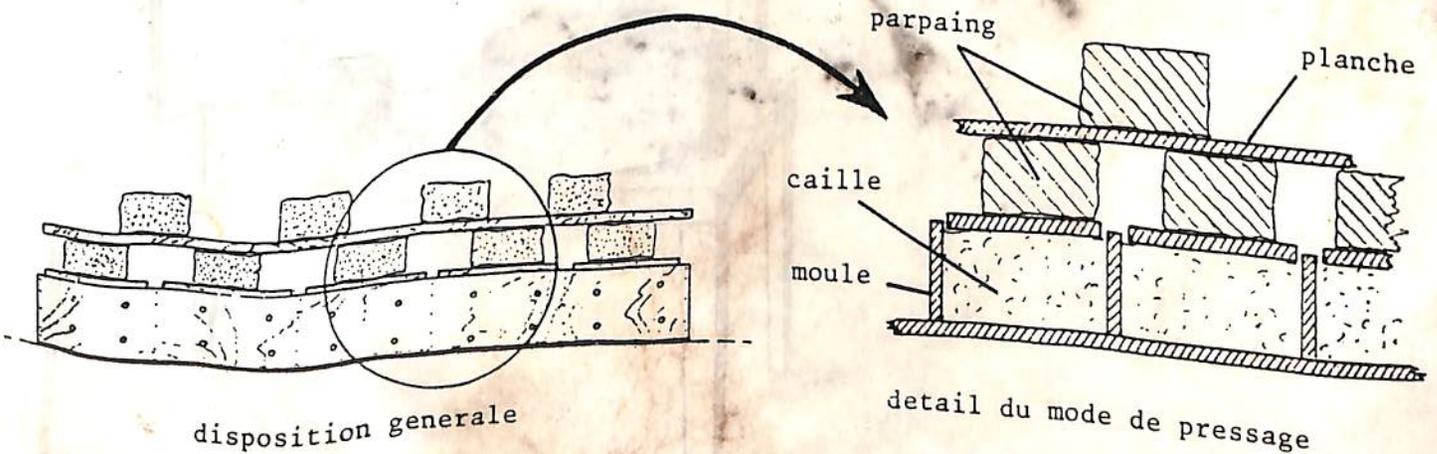


table d'égouttage en bois

- Pressage: plusieurs types de presse à fromage peuvent être confectionnés.

La presse la plus rudimentaire consiste à poser sur les fromages en moule un parpaing selon la méthode présentée:

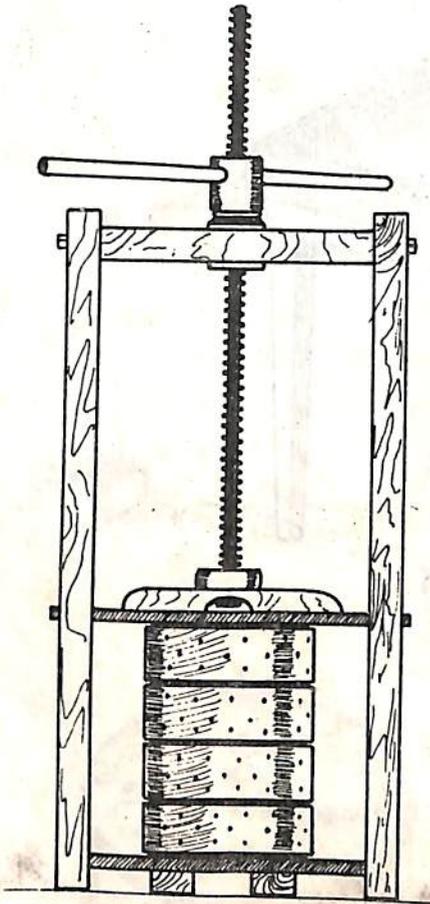


disposition generale

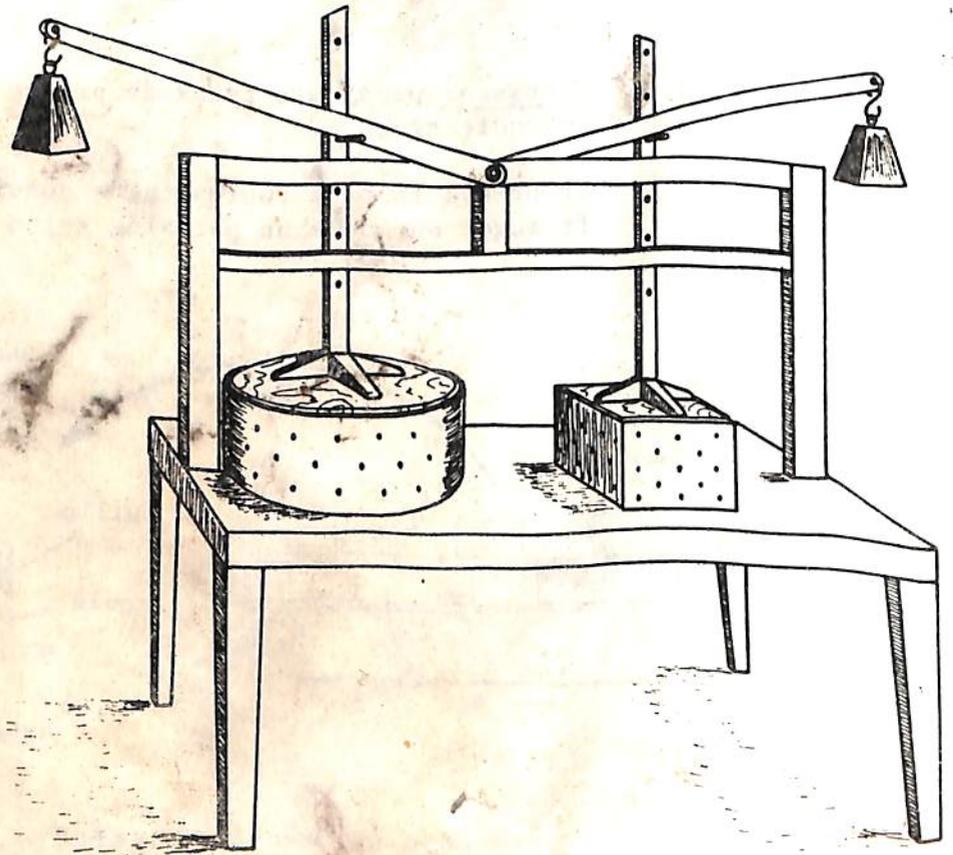
detail du mode de pressage

presse rudimentaire

d'autres presses peuvent être construites selon les modèles suivants:

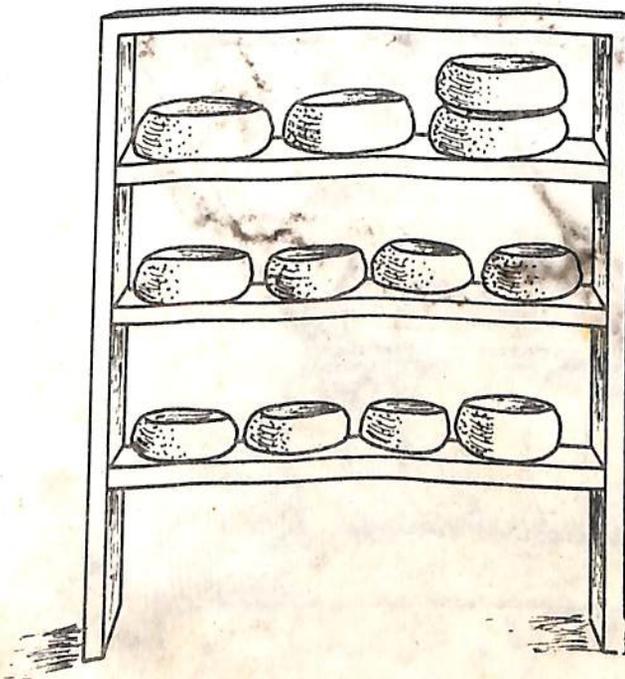
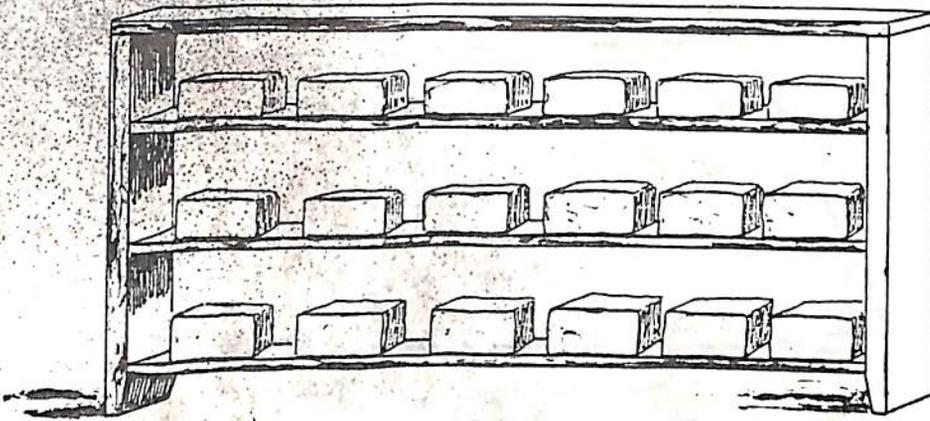


presse verticale à vis



Presse a poids

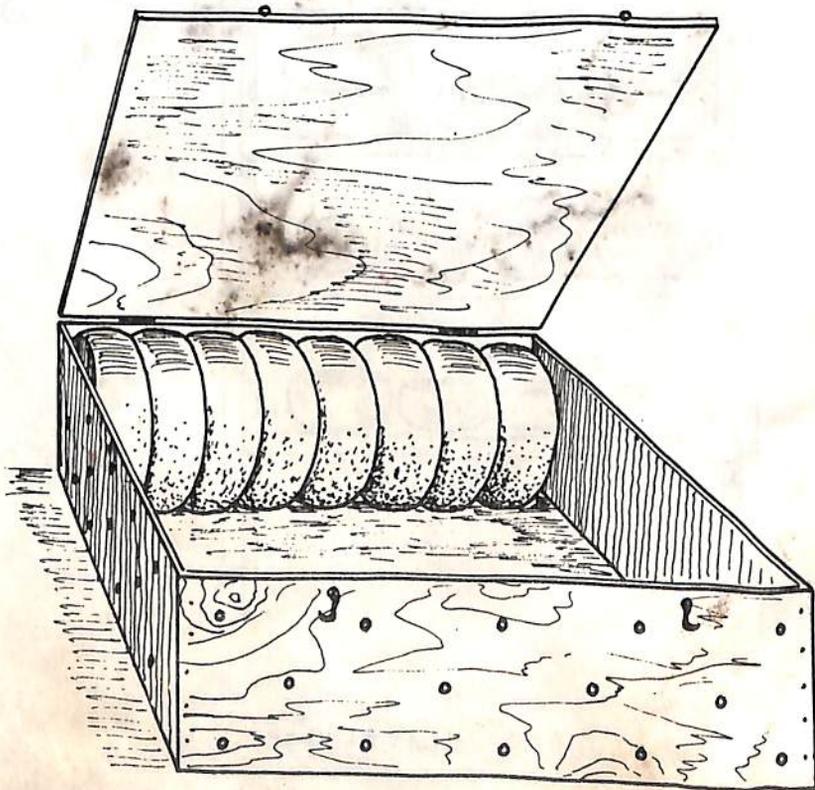
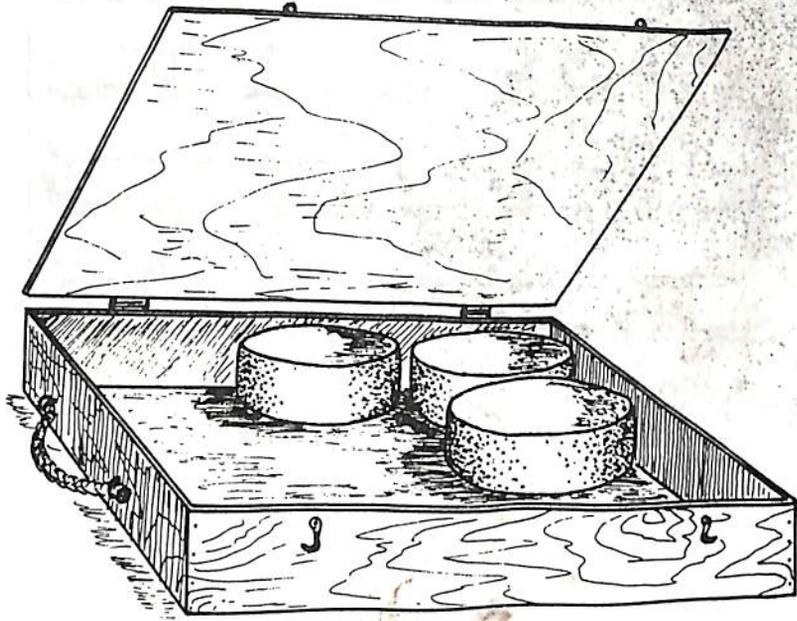
- Affinage: pour l'affichage en cave des fromages il faut construire des étagères en bois.



étagères d'affinage

3. Pour la commercialisation

ainsi qu'il a déjà été mentionné la commercialisation est un aspect très important de l'ensemble des opérations. La qualité de la présentation est importante. Pour le transport des fromages jusqu'au centre de consommation il est nécessaire de faire des caisses en bois correspondant au format du fromage.



boîtes de transport des fromages

V. AUTRES EQUIPEMENTS

L'élément indispensable à toute transformation laitière est le laboratoire.

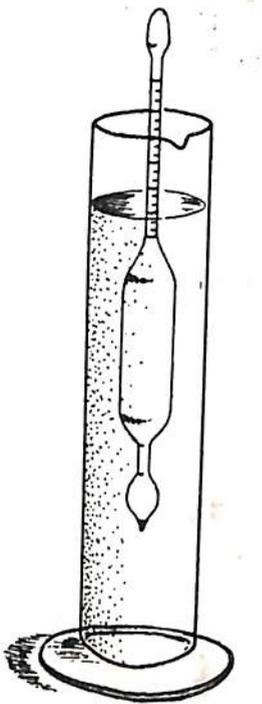
Le laboratoire: celui-ci comprendra le matériel suivant:

- Densité du lait

deux ou trois lactodensimètres avec des éprouvettes seront nécessaires.

- Acidité du lait

La détermination de l'acidité du lait se fera à l'aide de l'acidimètre Dornic et des accessoires représentés ci-dessous.



Lactodensimètre

compte gouttes



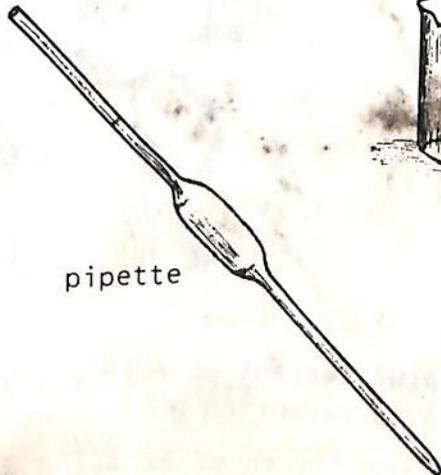
Réactifs



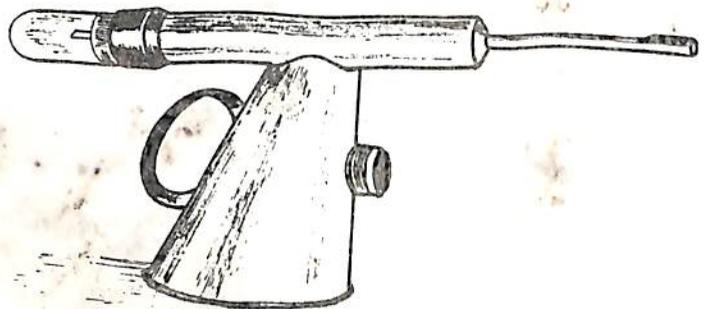
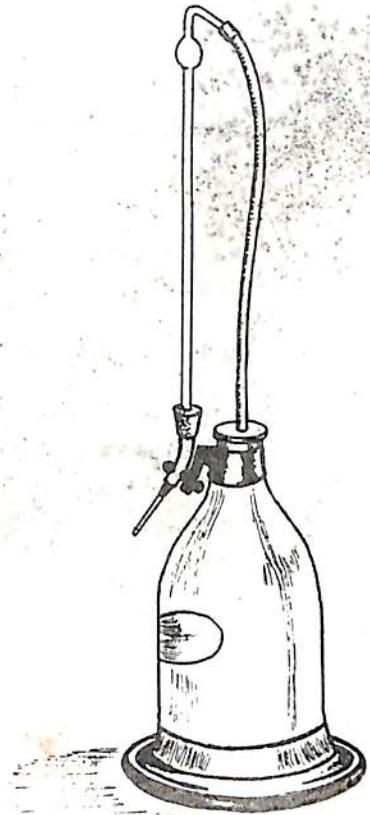
verre



pipette



Acidimètre Dornic avec
la solution $\text{NaOH } \frac{\text{N}}{9}$



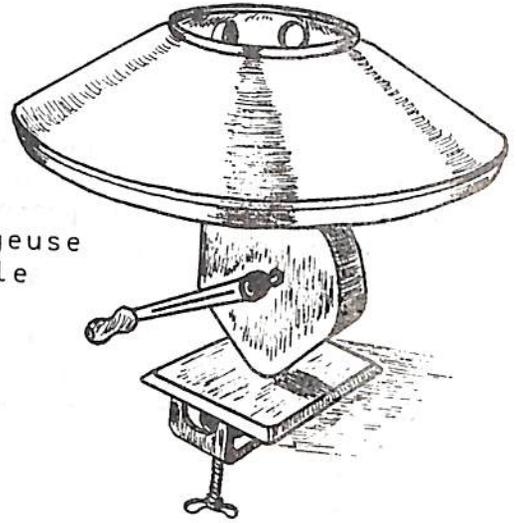
Acidimètre Salut servant pour le dosage sélectif de l'acidité
directement à la réception du lait des producteurs

- Matière grasse du lait

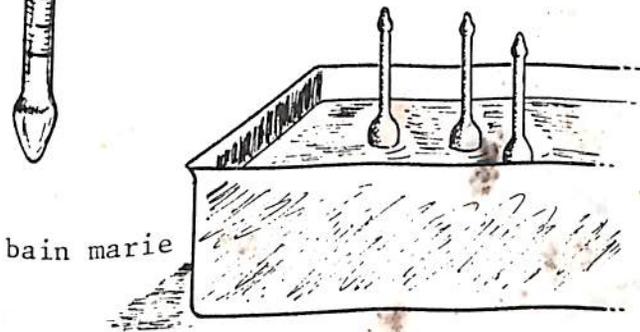
INSTRUMENTS



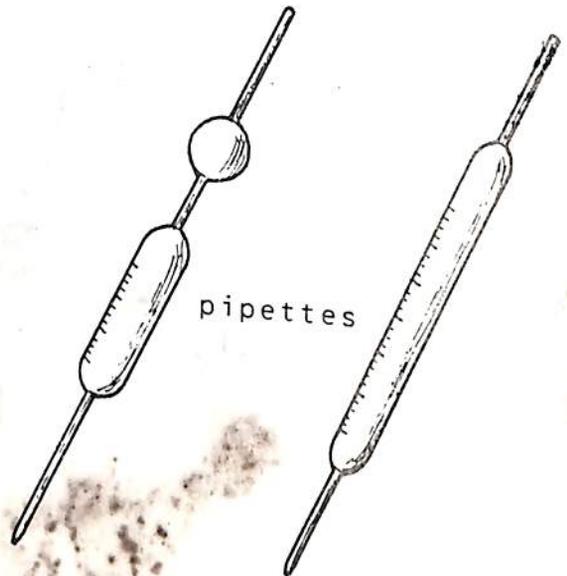
butyromètre



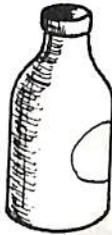
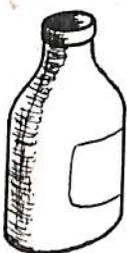
centrifugeuse
manuelle



bain marie



pipettes



réactifs

acide sulfurique

alcool iso amylique

- Préparation des ferments

Pour préparer les ferments mésophiles pour la fabrication du fromage ou thermophiles pour la fabrication du yoghourt, il faut tout d'abord recevoir une souche de ferments. La multiplication et le repiquage se fera dans des récipients propres de 5, 10 et 15 litres.

Troisième partie

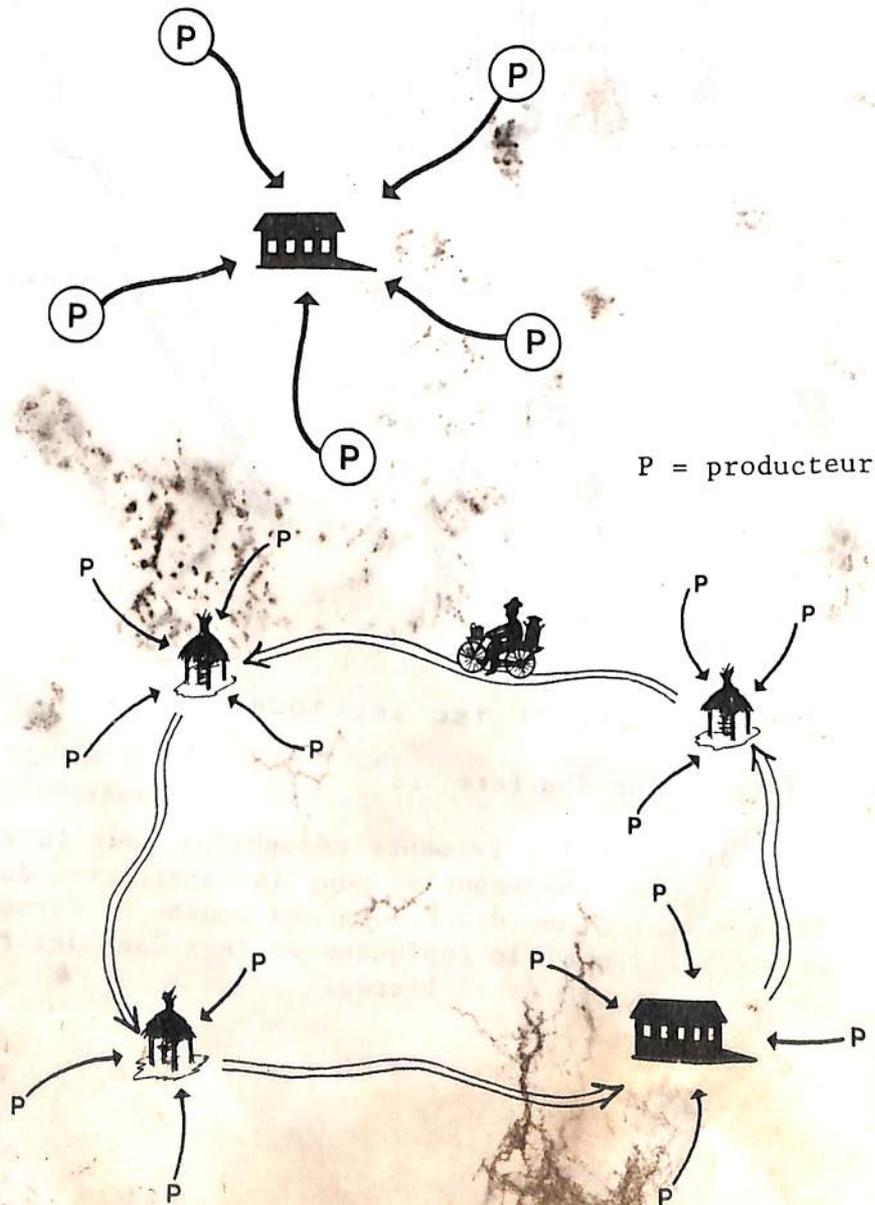
ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DE L'UNITE DE TRANSFORMATION

I. LA COLLECTE LAITIERE

Une unité de transformation laitière au niveau villageois suppose un ensemble de producteurs de lait dans une zone délimitée. En conséquence on peut penser que la majorité des producteurs eux-mêmes puisse amener le lait le matin directement au centre de transformation. La traite du soir sera réservée à l'auto-consommation familiale.

Pour les producteurs plus éloignés ou les petits producteurs ne voulant pas se déplacer pour une faible production laitière, la collecte peut être envisagée dans un rayon n'excédant pas 10 kilomètres.

Le collecteur de lait à bicyclette ramasse le lait aux points de rencontre. Ceux-ci sont de simples abris permettant de maintenir le récipient de lait à l'ombre.



LE POINT DE RENCONTRE



Au point de rencontre le collecteur contrôle la densité du lait avec le lactodensimètre, l'acidité et mesure son volume à l'aide du bidon doseur. Le lait est ensuite filtré puis versé dans le bidon à lait.

Le temps total de collecte du lait ne doit pas excéder deux heures.

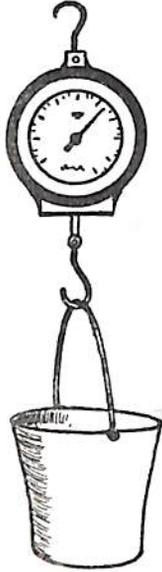
Le collecteur possède un carnet où est mentionné le volume de lait délivré par le producteur et sa densité. Le paiement du lait sera effectué deux fois par mois.

La personne chargée de la collecte peut être rémunérée soit par la fromagerie villageoise, soit par les éleveurs eux-mêmes. Pour des raisons de simplification la deuxième alternative est préférable.

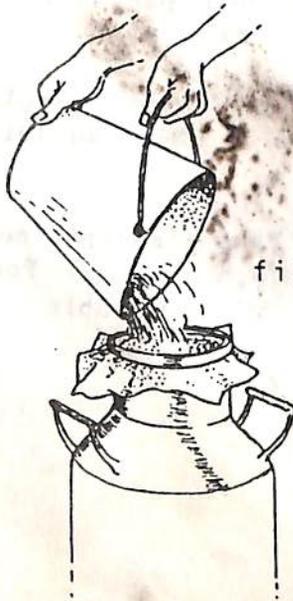
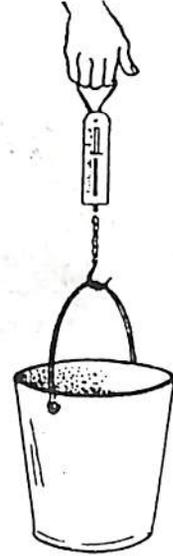
II. LA RECEPTION DU LAIT

La réception du lait des producteurs eux-mêmes ou du collecteur doit être effectuée très tôt le matin.

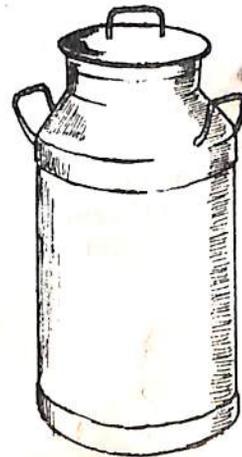
Le lait des producteurs est pesé, sa densité est contrôlée, il est filtré, puis transvasé dans les bidons de lait.



pesage du lait



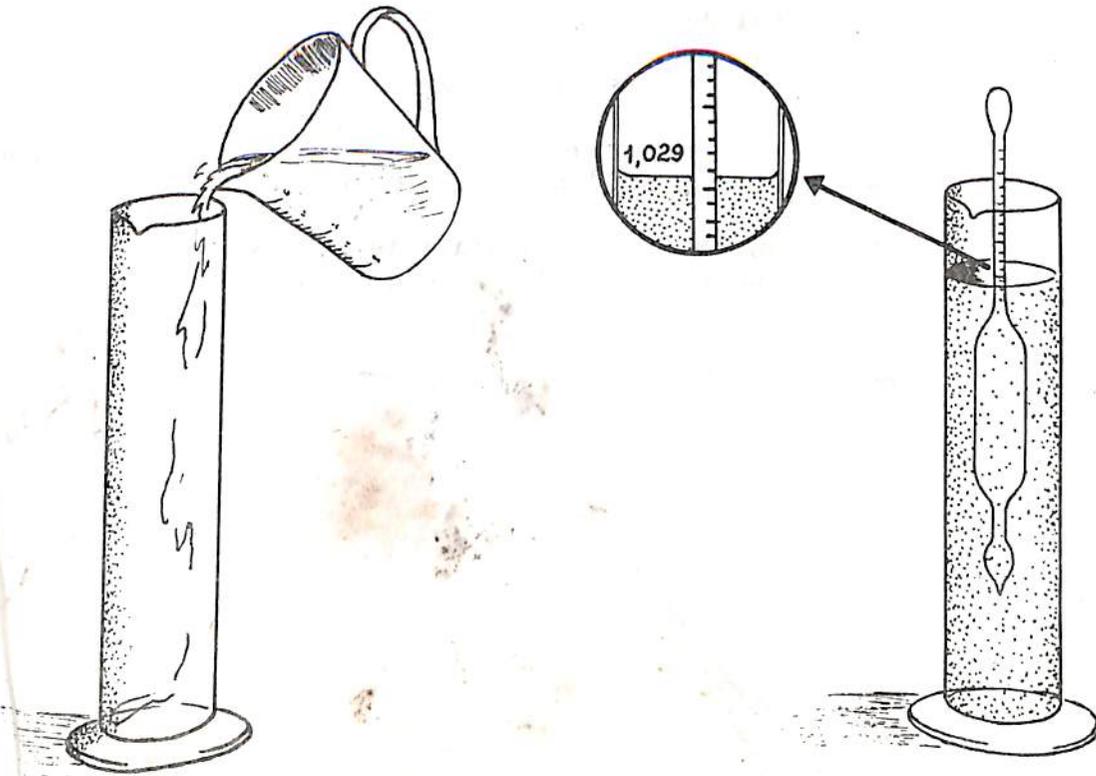
filtration



stockage

La mesure de la densité du lait s'effectue selon le schéma présenté ci-dessous:

- on verse lentement l'échantillon du lait du producteur dans une éprouvette en évitant la formation de mousse;
- on introduit le lactodensimètre dans l'éprouvette et après stabilisation de celui-ci on effectue la lecture:



interprétation des résultats.

Pour le lait de vache avec une certaine approximation la lecture de la densité du lait peut être interprétée de la façon suivante:

Lecture au lactodensimètre	Résultat
1.028 à 1.033	Lait normal
moins de 1.028	Lait dilué
1.033 à 1.037	Lait écrémé

III. LA STANDARDISATION DU LAIT

Lorsque tout le lait des producteurs est mis dans des bidons à lait, on prend un échantillon de lait de chacun des bidons que l'on mélange ensemble pour en faire un échantillon moyen. Cet échantillon sera utilisé pour la détermination de l'acidité du lait et de sa matière grasse.

1. acidité du lait

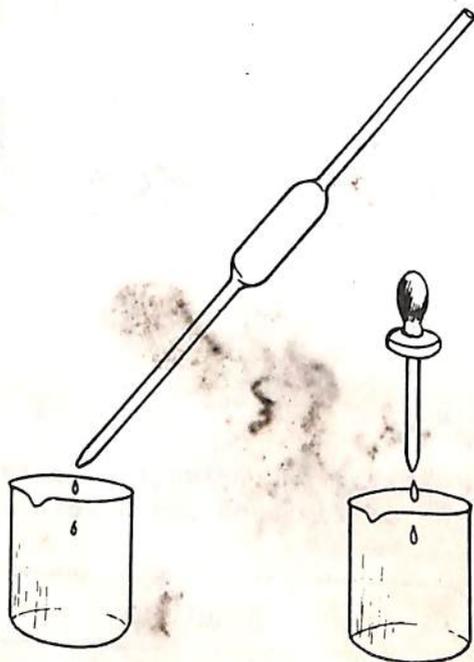
mettre 9ml de l'échantillon de lait dans un verre.

ajouter 3 à 4 gouttes de phénolphtaleine.

faire couler goutte à goutte la solution NAOH N/9 dans le verre jusqu'à l'apparition de la couleur rose stable.

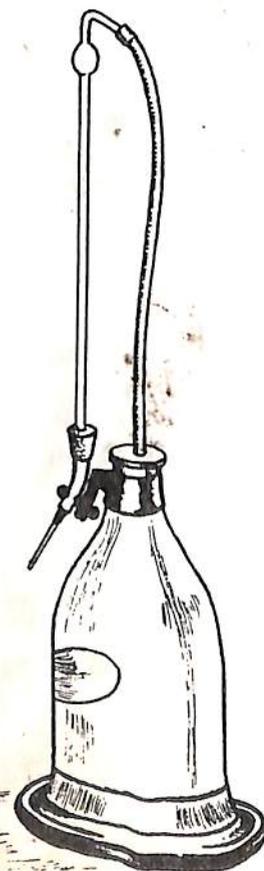
lire sur la colonne graduée le nombre de ml utilisés, ceci donne l'acidité du lait en degré Dornic.

EXEMPLE: 15ML DE NAOH $\frac{N}{9}$ = 15 DEGRÈS DORNIC*



10ml de lait

phénolphtaleine
3 à 4 gouttes



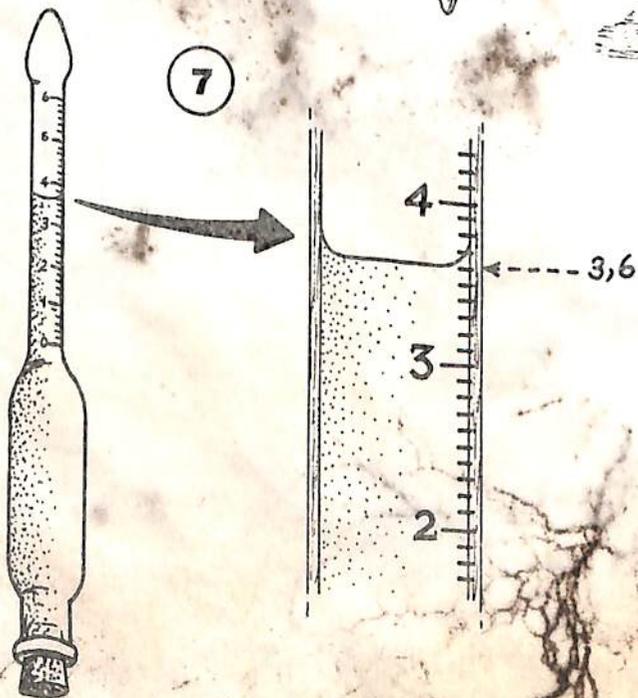
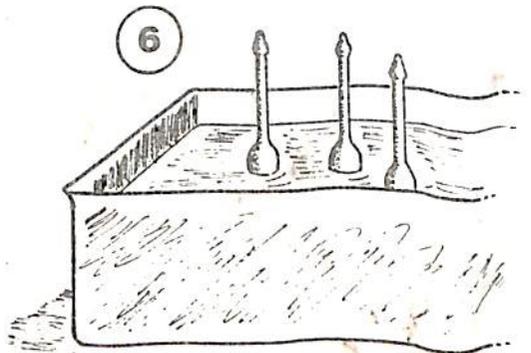
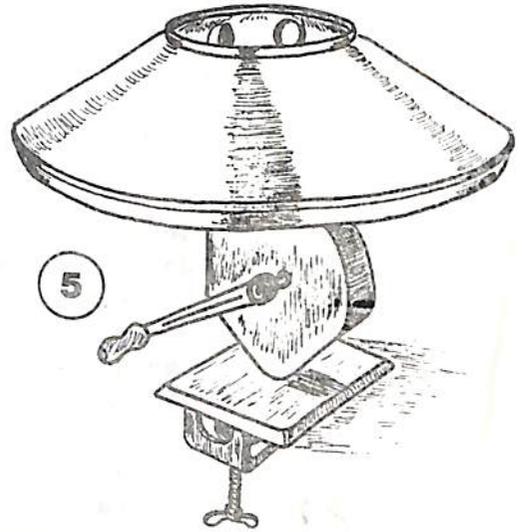
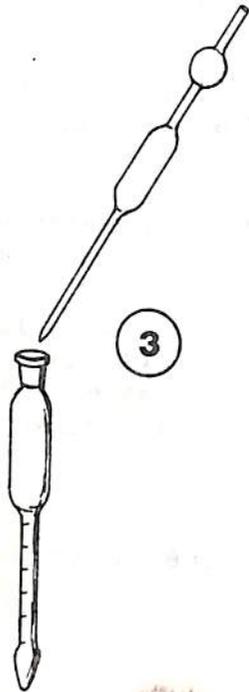
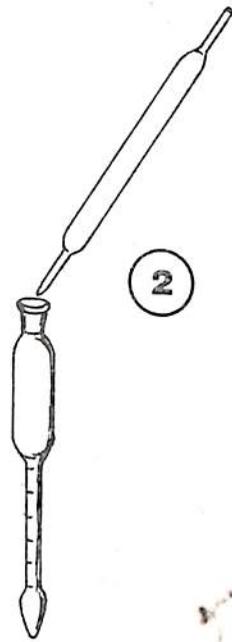
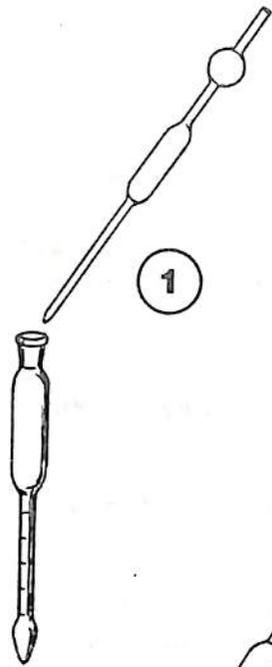
acidimètre Dornic

* 1° D é 1 mg acide lactique dans 10ml de lait
soit 0,1 gr/litre

2. Matière grasse du lait

- ① mettre 10ml d'acide sulfurique dans le butyromètre.
- ② ajouter 11ml de lait de l'échantillon moyen.
- ③ ajouter 1ml d'alcool amylique
- ④ agiter le butyromètre pour dissoudre les éléments du lait
- ⑤ mettre les butyromètres dans la centrifugeuse. Le temps de centrifugation doit être de 5 minutes.
- ⑥ plonger ensuite les butyromètres verticalement, bouchon en bas dans un bain d'eau porté à 65°C-70°C et les y laisser pendant 5 minutes.
- ⑦ La lecture du butyromètre s'effectue en le maintenant parfaitement vertical et la direction du regard doit être horizontale.
Lire la graduation correspondant à la base du menisque de la colonne grasse. Dans l'exemple ci-après la graduation est 3,6. Le taux de matière grasse du lait sera de 3,6 pour cent ou 36 gr. de matière grasse par litre de lait.

les différents stades de ce test sont illustrés page suivante.



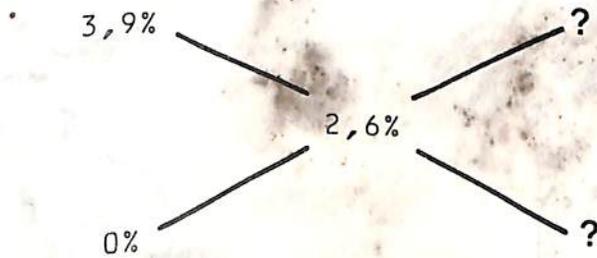
Le Laboratoire pourra alors écrire sur son cahier d'analyse les résultats obtenus.

"LA LAITERIE PAYSANNE"				
Laboratoire				
Date	quantité de lait reçue (litre)	acidité du lait	matière grasse moyenne du lait en %	Observation
12 février	385	220D	3,6	-
13 février	405	210D	3,7	-
14 février	395	210D	3,6	-
15 février	372	220D	3,8	-
16 février	387	200D	3,7	-
17 février	384	210D	3,9	-

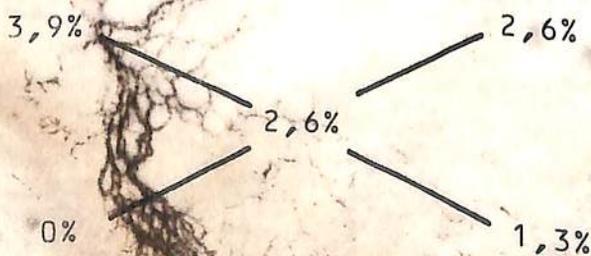
Nous savons donc que par exemple le 17 février l'unité de transformation a reçu 384 litres de lait avec un taux de Matière grasse de 3,9%. Or la fabrication d'un Edam par exemple, nécessite d'avoir un lait en fromagerie de 2,6% de Matière grasse. la standardisation permettra de ramener le taux de Matière grasse de 3,9% à 2,6%. Pour faire cela il faudra calculer la quantité de lait à écrémer et à remélanger au lait réceptionné pour ramener le taux de Matière grasse à celui désiré.

3. Calcul pour la standardisation du lait: méthode du carré de PEARSON.

on écrit au centre du carré le pourcentage de Matière grasse désiré et, aux deux coins de gauche les pourcentages de Matière grasse des ingrédients disponibles.



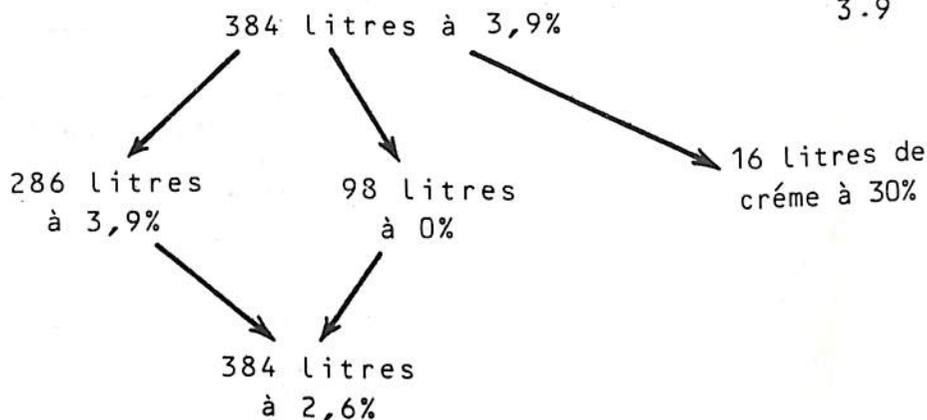
0% est le taux de Matière grasse du lait écrémé.
 3,9% est le taux de Matière grasse du lait réceptionné. Une soustraction en diagonale donnera deux valeurs représentant respectivement les quantités des ingrédients à utiliser.



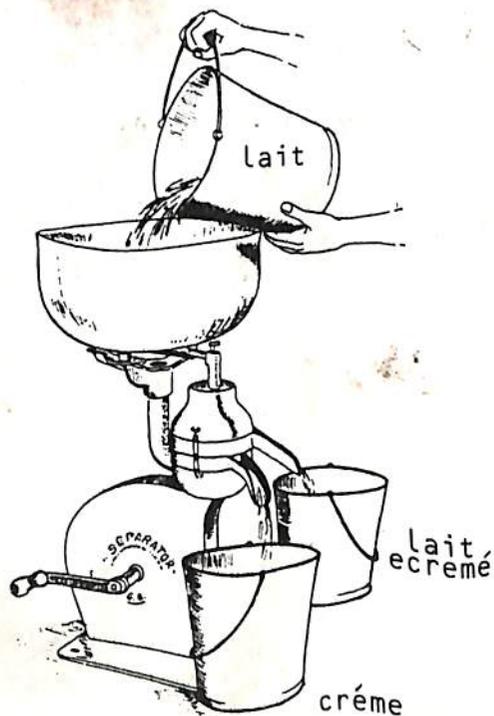
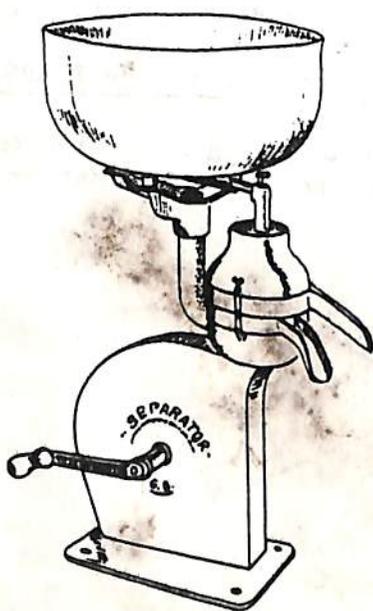
ainsi en mélangeant 2,6 litres de lait à 3,9% de Matière grasse et 1,3 litres de lait écrémé à 0% de Matière grasse, on obtient 3,9 litres de lait à 2,6% de Matière grasse.

Si l'on a reçu le 17 février 384 litres de lait avec un taux moyen de matières grasses de 3,9%, il faudra donc écrémer:

$$\frac{384}{3.9} = 98$$



L'écrémeuse manuelle d'une capacité allant de 60 à 200 litres par heure sera utilisée pour effectuer la standardisation.



Selon l'exemple ci-dessus on effectuera l'écémage d'environ 100 litres de lait (98 litres exactement) qui donnera 16 litres de crème.

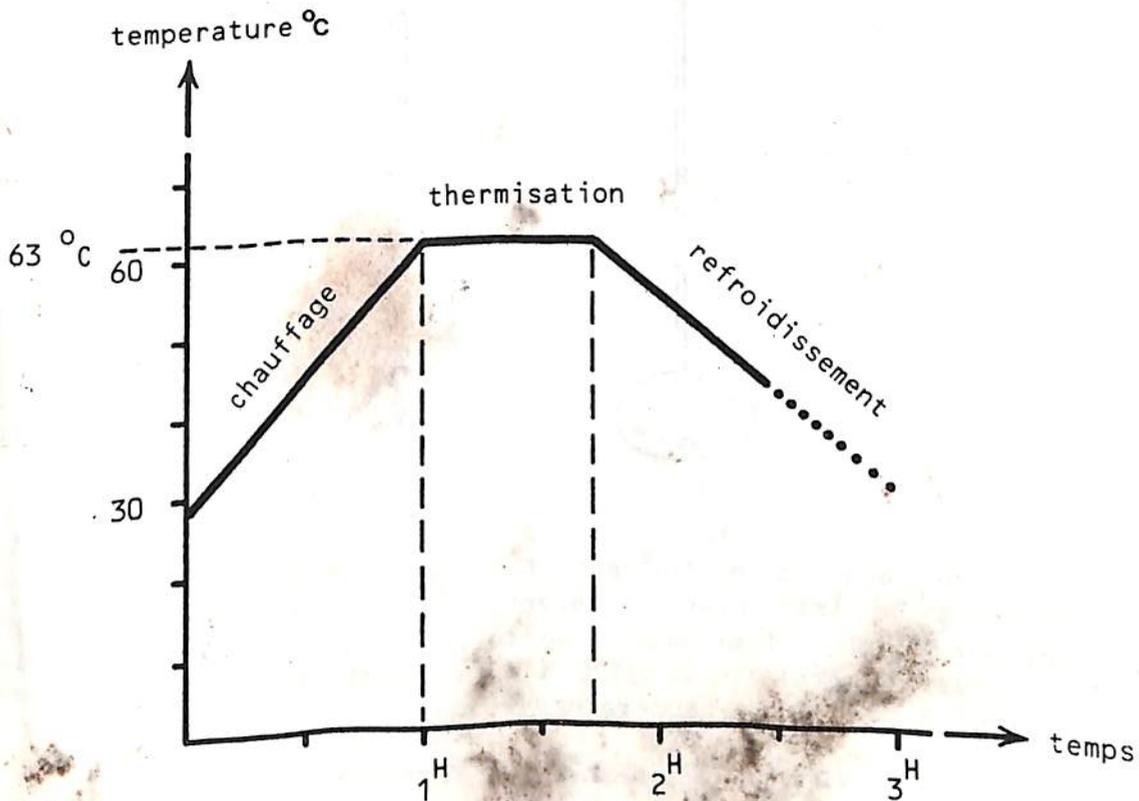
IV. THERMISATION DU LAIT

La thermisation du lait joue un rôle primordial dans la qualité du produit fini.

Après standardisation le lait doit être thermisé c'est-à-dire qu'il doit être porté à une température minimum de 63°C pendant 30 minutes.

Les divers équipements proposés pour la thermisation permettent d'arriver à la température de 63°C entre 40 minutes et une heure.

Le diagramme de la thermisation peut être représenté ainsi:



Pendant tout le temps du chauffage et de la thermisation le lait doit être régulièrement agité de façon à maintenir sa température homogène.

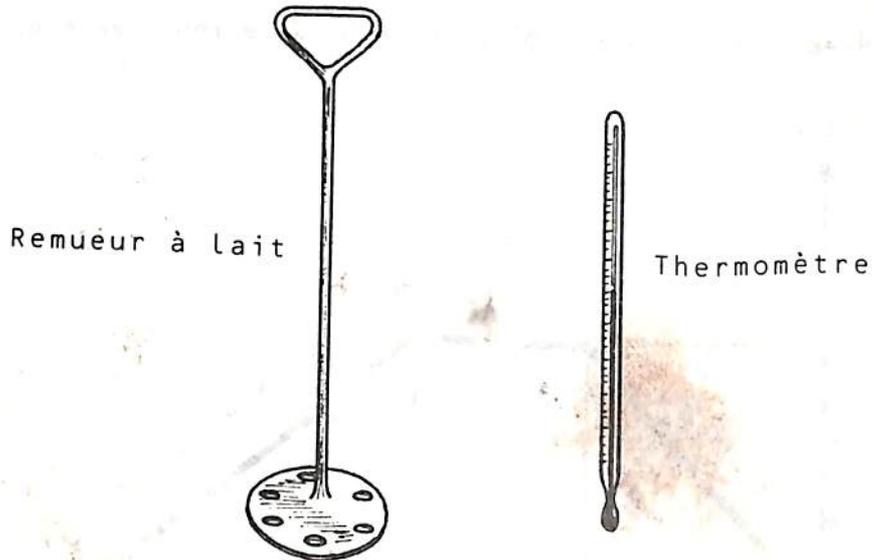
Les deux ustensiles principaux seront donc le remueur à lait et le thermomètre.

V. REFROIDISSEMENT

Lorsque le lait a été maintenu à 63°C pendant 30 minutes il faut le refroidir pour l'amener à la température de fabrication. Dans le cas des fromages celle-ci se situe aux environs de 35°C.

Le refroidissement s'effectue soit en plongeant les bidons à lait dans un bac avec écoulement de l'eau froide soit en faisant circuler l'eau froide dans la double paroi de la cuve de fromagerie.

Là encore, pendant le refroidissement le lait doit être constamment agité.



Compte tenu des pertes calorifiques il y a lieu d'arrêter le refroidissement du lait avant l'obtention de la température du lait souhaitée, par exemple si au moment de la fabrication du fromage le lait doit être à la température de 32°C il faut arrêter le refroidissement quand celui-ci a atteint la température de 35°C.

VI. LES AUXILIAIRES DE FABRICATION

1. Préparation des ferments

La préparation des ferments doit être confiée à une seule personne.

La méthode simple de préparation des ferments est schématisée ci-après. La préparation des ferments nécessite à l'origine une souche de ferments et un lait de bonne qualité bactériologique.

La souche de ferment sera une souche commerciale lyophilisée. Ces souches se conservant relativement bien il est souhaitable de se faire approvisionner pour une période de trois mois environ.

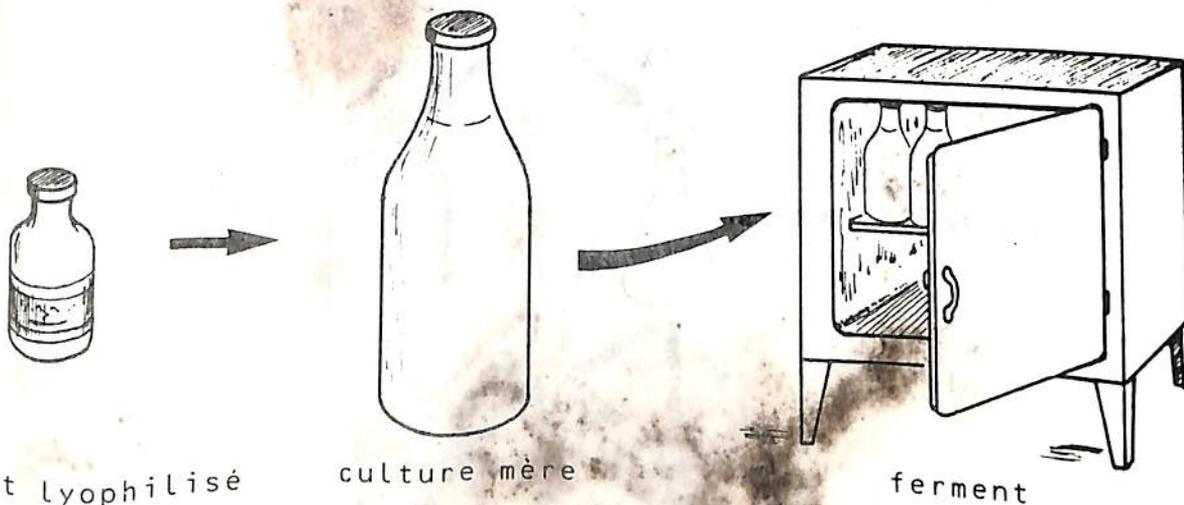
Après la thermisation du lait de fromagerie une certaine quantité de lait nécessaire à la fabrication des ferments restera dans le bidon de lait ou dans la cuve à double paroi afin de maintenir la température de thermisation qui est de 63°C encore pendant 15 à 30 minutes. Le lait sera ensuite transvasé dans des bouteilles d'un litre et dans un récipient de 5 litres environ couvert d'une toile propre.

a) ferments lyophilisés importés

Le contenu du flacon est versé dans une bouteille de lait puis agité afin de bien mélanger la poudre au lait.

b) culture mère

afin d'éviter la contamination par l'air ambiant la bouteille qui est la culture mère ainsi que la préparation de ferments (récipient de 5 litres) seront mis dans un petit meuble en bois.



c) - ferments à fromage

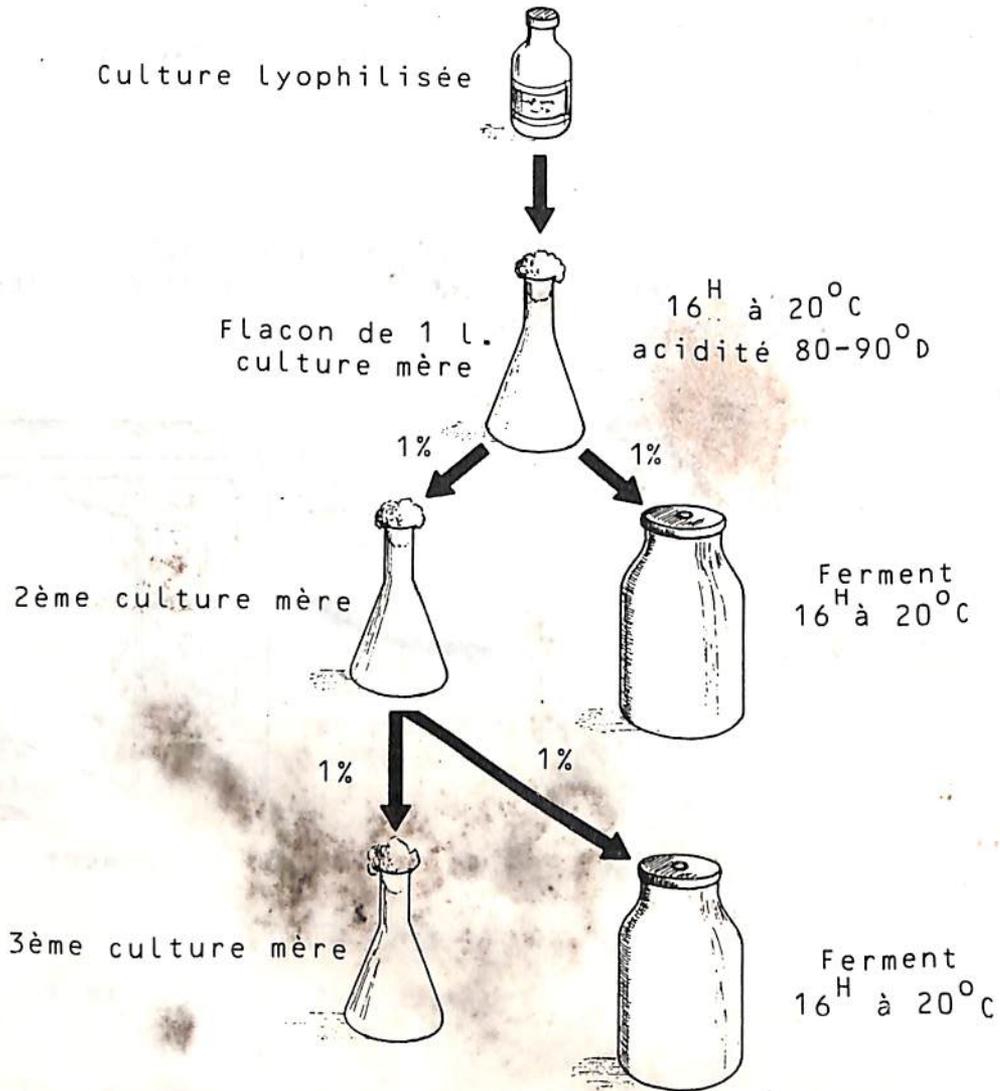
La culture mère qui servira à la production du fromage (culture mésophile) sera mise dans l'armoire à ferments.

La température d'incubation sera de 20 à 22°C pendant 15 à 16 heures.

La culture mère aura alors une acidité de 80 à 90°D. La culture mère servira à l'ensemencement à raison de 2% d'une seconde culture mère et d'un bidon de 5 litres pour la fabrication du fromage.

Le schéma de préparation des ferments pour la fabrication de fromage est le suivant

PREPARATION DES FERMENTS



Avec beaucoup de précaution dans la préparation des ferments une souche de ferment commerciale peut être utilisée grâce aux repiquages successifs pendant un à deux mois.

- ferments à yoghourt

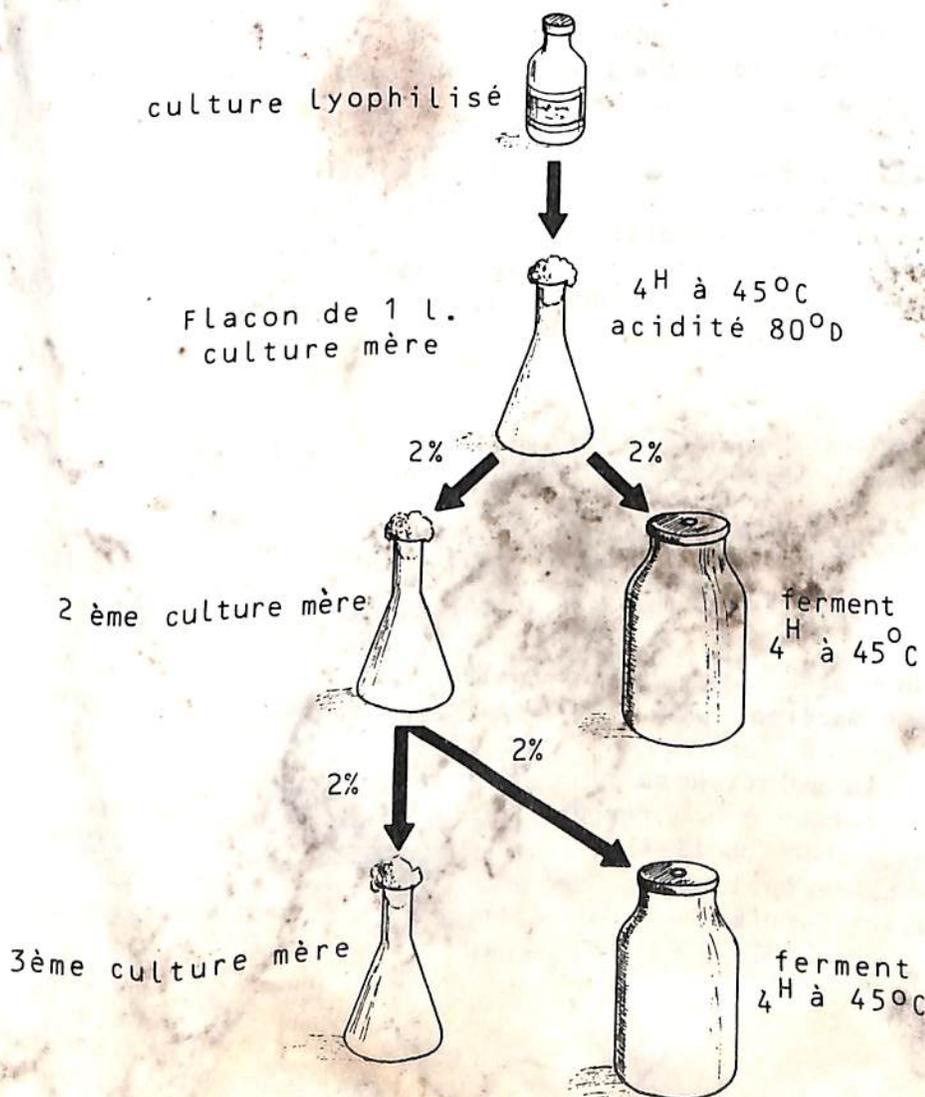
Les ferments à yoghourt sont des bactéries thermophiles et doivent en conséquence être cultivés à température de 40 à 45°C pendant trois à quatre heures.

Après thermisation du lait pour les ferments à yoghourt le lait est refroidi à 45°C puis versé dans des bouteilles de 1 litre. Celles-ci seront mises dans une cuve d'eau à 45°C afin de stabiliser la température du lait des bouteilles.

La souche commerciale lyophilisée pour les yoghourts sera alors répartie dans les bouteilles.

Les bouteilles de lait resteront dans le bain marie à 45°C pendant 3 ou 4 heures.

Le schéma de préparation des ferments pour la fabrication du yoghourt est le suivant.



2. Préparation de la présure

De même que pour les ferments la présure peut être également achetée à l'extérieur. Toutefois à la différence des souches de ferment du commerce la présure peut être fabriquée localement. Cette fabrication nécessite du matériel de laboratoire et sera donc entreprise avec l'aide d'un laboratoire de la capitale (Université par exemple).

a) Obtention des caillettes

Les caillettes doivent être obtenues à partir de veaux non encore sevrés de préférence.

Compte tenu de la quantité annuelle de présure à obtenir: 120 litres environ de présure liquide de force 1/10.000 et du rendement qui est d'environ 2 caillettes pour 1 litre, il faudra 240 caillettes par an.

b) Préparation des caillettes

Celles-ci doivent être lavées et débarrassées des veines et de la graisse.

Les caillettes sont ensuite gonflées avec de l'air de façon à éviter le contact entre les deux parois et doivent prendre la forme d'une balle dont le col et la base sont ficelés.

Suspendre les caillettes gonflées dans un endroit sec et ventilé. Le séchage complet doit intervenir après environ 1 mois de stockage. A ce stade, les caillettes aplaties peuvent être conservées dans un endroit sec pendant une longue période sans apparition de phénomènes de putréfaction (environ 1 an).

c) Macération

Au moment de leur utilisation les caillettes doivent être découpées en fines lanières de 5 millimètres de large.

Dans une cuve pouvant être nettoyée facilement tel que plastique ou inox, faire macérer les lanières de caquette dans une solution contenant 10% de chlorure de sodium et 1% de benzoate de sodium.

Pour une production trimestrielle de 30 litres de présure, 60 caillettes seront macérées dans 40 litres de cette saumure.

Ajuster la solution au pH 4.30 avec de l'acide benzoïque après 24 heures de macération à une température de l'ordre de 20 à 25°C. Faire écouler le liquide dans un récipient. Dans la même cuve de macération et en gardant les mêmes caillettes, renouveler le bain d'extraction 4 à 5 fois afin d'épuiser complètement les caillettes.

Chaque bouillon obtenu subira par la suite le même traitement (voir ci-après) et servira à la standardisation de la force de la présure obtenue avec le bouillon le plus concentré, celui du premier passage.

d) Traitement du liquide

Afin d'éliminer les mucillages en suspension dans le bouillon réacidifier avec de l'acide chlorhydrique jusqu'à pH 4.8 et laisser reposer pendant deux heures.

Remonter le pH du bouillon à l'aide de phosphate disodique jusqu'à pH 5.50-5.60.

Ces 2 actions doivent se faire sous une forte agitation. Filtrer le liquide sur papier Watmann. La filtration peut être longue et nécessite de répartir le contenu du bouillon sur plusieurs filtres.

L'extrait brut de présure obtenu est en général de couleur jaune d'or.

e) Détermination de la force

Définition : la force coagulante est le nombre de volumes de lait coagulé par un volume de présure en 40 minutes à 35°C.

Si l'on a pris un volume "v" de présure, un volume "V" de lait et mesuré un temps de coagulation en secondes, on calcule $F = \frac{2400 V}{Tv}$

En pratique, la force de la présure liquide doit être de 1/10.000 (1 litre de présure coagule 10.000 litres de lait à 35°C en 40 minutes).

Méthode

Mettre 500 ml de lait frais dans un erlenmeyer puis le plonger dans un bain marie à 35°C.

Prélever 1 ml de la présure à standardiser et la diluer dans 10 ml d'eau.

Lorsque le lait de l'erlenmeyer est à la température constante de 35°C, verser les 10 ml de présure diluée en agitant puis déclencher le chronomètre. En maintenant l'erlenmeyer dans le bain-marie, l'incliner et lui faire effectuer une légère rotation de façon à ce qu'il y ait un film de lait sur les parois du flacon. Lorsqu'un début de floculation apparaît, arrêter le chronomètre.

$$\text{Force de la présure: } F = \frac{2400 \times 500\text{cc}}{T \times 1\text{cc}}$$

Si le temps pour obtenir la floculation est de 60 secondes par exemple, la force de la présure sera:

$$F = \frac{2400 \times 500}{60 \times 1}$$

$$F = 20.000$$

f) Standardisation

La détermination de la force du mélange des 4 ou 5 différentes présures obtenues par passage successif sur les caillettes permet de réajuster la présure à la force 1/10 000.

Par exemple si l'on a obtenu 30 litres à la force 1/20 000 et que le mélange des 4 autres présures donne une présure de force 1/5 000, le volume de présure de force 1/5 000 à employer pour la dilution est déterminé de la façon suivante:

$$30 \text{ litres} \times 20 \text{ 000 unités} + "Y" \text{ litres} \times 5 \text{ 000 unités} = (30+Y) \text{ litres} \times 10 \text{ 000 unités}$$

$$600 \text{ 000 unités} + 5 \text{ 000 Y} = 300 \text{ 000} + 10 \text{ 000 Y}$$

$$Y = 60 \text{ litres.}$$

On obtiendra donc après mélange des 2 présures 90 litres de présure de force 1/10 000.

g) Conditionnement-stockage

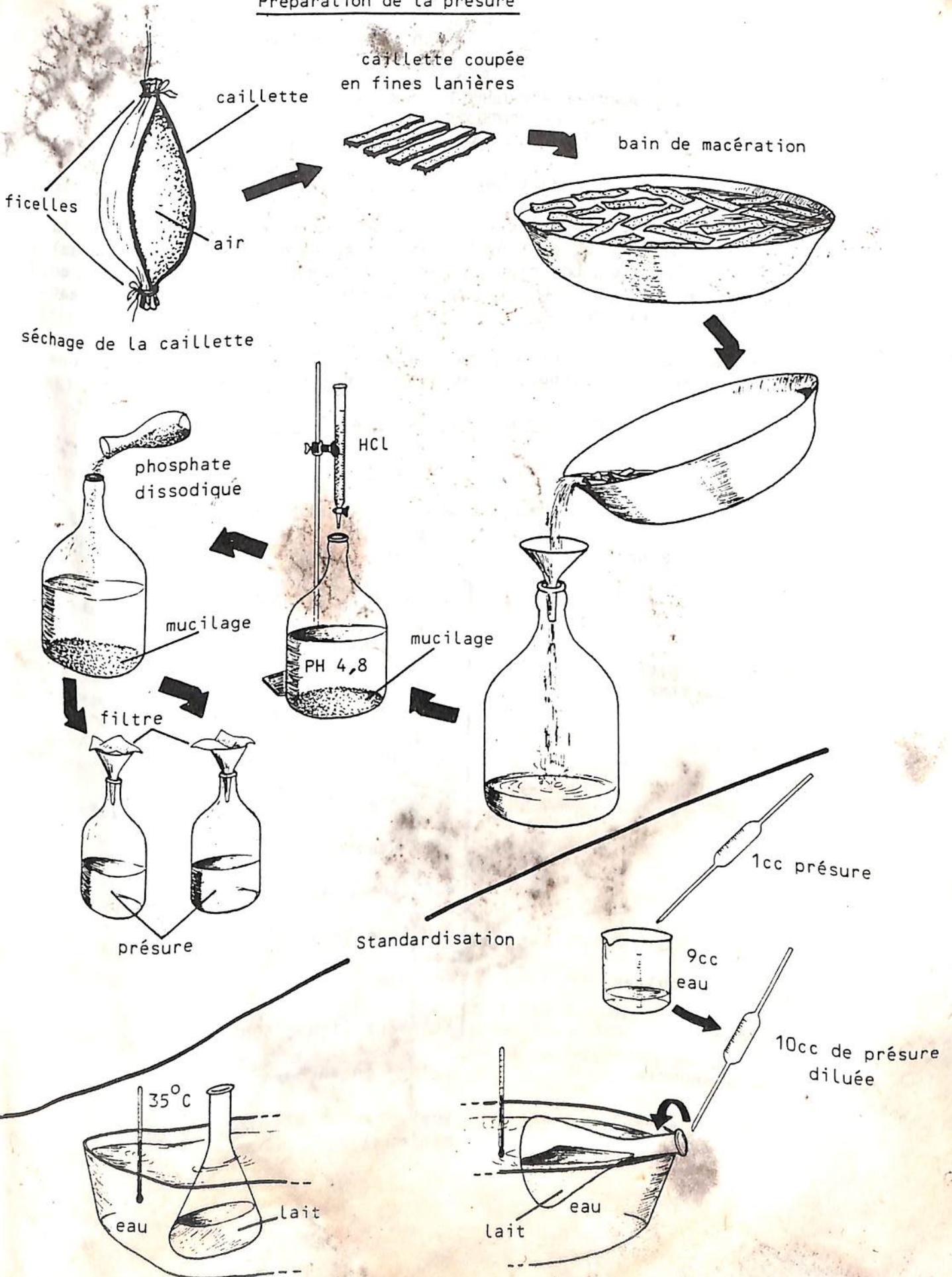
La présure doit être conditionnée dans des bouteilles de verre opaque ou dans des jerrycans fortement teintés (bleu ou noir) puis stockée dans des frigos à la température de 5° à 7°. Dans ces conditions de stockage la présure garde son activité pendant trois mois.

h) Emprésurage du lait

Il est recommandé dans un premier temps d'effectuer des tests de coagulation sur des petits volumes avec le lait de fromagerie afin de redéfinir des quantités de présure à employer pour retrouver le même temps de coagulation que celui obtenu préalablement avec la présure en poudre de force 1/100 000.

Les opérations de préparation de la présure sont illustrées à la page suivante.

Preparation de la presure



QUATRIEME PARTIE

TECHNOLOGIE APPROPRIÉE POUR LA FABRICATION
DES PRODUITS LAITIERS

I. Procédé de fabrication du fromage

Les opérations de fabrication ci-après mentionnées concernent la fabrication d'un fromage de type pâte pressée (genre Saint Paulin ou Gouda) car c'est le fromage le plus souvent fabriqué dans les pays en développement, et également celui dont la régularité des fabrications est la plus facile à atteindre.

Le schéma de fabrication sera adapté en fonction des conditions climatiques, du matériel disponible et du goût des consommateurs.

Schéma de fabrication pour un fromage type "Saint-Paulin/Gouda"

Matériel

- Ecrémeuse Manuelle

- Cuve unique de pasteurisation et de fabrication

- Table de moulage
- Presse
- Bac à saumure
- Cave d'affinage

Opération

Réception - Filtration

↓
Standardisation

↓
Pasteurisation (63°C - 30 minutes)

↓
Refroidissement (32 - 35°C)

↓
Ensemencement (présure; ferments lactiques; Chlorure Calcium)

↓
Découpage et brassage du coagulum

↓
Soutirage d'une partie de Sérum

↓
Addition d'eau ou de saumure

↓
Deuxième brassage

↓
Moulage

↓
Pressage (1 H à 5 H)

↓
Salage en saumure

↓
Ressuyage et affinage (2 semaines minimum)

Le lait des producteurs sera filtré avant d'être versé dans la cuve unique de "pasteurisation-fabrication". Une partie du lait après filtration traversera l'écumeuse afin de retirer la quantité de crème nécessaire.

Le lait entrant en fabrication sera standardisé à une teneur en matière grasse de l'ordre de 26 grammes/Litre. L'écumeuse pouvant être une source de contamination, il est préférable de faire l'opération de standardisation avant la pasteurisation plutôt qu'après.

La pasteurisation basse du lait sera réalisée dans la cuve à double enveloppe à une température de l'ordre de 63°C, pendant environ 30 minutes. Le chauffage sera réalisé soit avec du gaz soit électriquement, soit encore au moyen de bois. Le refroidissement à la température de 32 - 35°C sera réalisé au moyen d'eau froide circulant dans la double enveloppe.

L'addition de ferments lactiques (1 à 2 litres pour 100 litres de lait) sera effectuée 15 à 20 minutes avant l'emprésurage.

La présure (force 1/10.000) sera ajoutée à raison de 20 à 25 ml pour 100 litres de lait. C'est à ce moment que se fera l'éventuelle addition de chlorure de calcium (de 5 à 50g pour 100 litres de lait).

Le temps de floculation sera compris entre 10 et 15 minutes, et le temps de coagulation totale sera compris entre 15 et 40 minutes.

Le tranchage sera fait en grains réguliers. Le premier brassage aura lieu avec les grains et le sérum, et durera de 5 à 10 minutes.

Le soutirage ou délactosage consistera en l'extraction d'une partie du sérum (de 20 à 60%), puis suivra l'addition d'une quantité égale d'eau à une température de 30 à 35°C.

On peut ajouter du nitrate de potassium lors de cette phase de la fabrication.

Le deuxième brassage sous agitation modérée des grains dans le lactosérum dilué sera de 10 à 20 minutes.

Le lait caillé sera ensuite mis dans des moules avec toile. Ces moules pourront être en bois, en acier inoxydable ou en plastique.

Le pressage mécanique durera de 1 heure à 6 heures. Durant cette opération, seront effectués de 2 à 4 retournements.

Le salage aura lieu en saumure saturée à une température de 10 à 14°C. Le temps de saumurage sera variable selon le volume du fromage. Le Saint-Paulin qui a un poids de 1,5 à 2 Kgs et un diamètre de 20 cm subira un saumurage d'environ 8 Heures.

Le ressuyage durera de 2 à 3 jours, à une température de 10 à 12°C avec une hygrométrie de 80 à 85%.

L'affinage aura une durée minimum de 15 jours, à une température de 10 à 16°C avec une hygrométrie de 90 à 95%. En cours d'affinage, les fromages seront disposés sur des étagères en bois.

Les fromages pourront être protégés avant la commercialisation par une pellicule de cire.

Si la fromagerie fabrique des fromages de grandes dimensions, ceux-ci avant leur commercialisation, seront coupés en tranches de 100 à 200 g puis emballés dans du papier sulfurisé.

II. La Crème et le Beurre

a) Lorsque la fromagerie met en oeuvre du lait standardisé pour sa fabrication fromagère, elle dispose automatiquement de l'excédent de matière grasse sous forme de crème.

Souvent, il est de l'intérêt de la fromagerie de vendre cet excédent de matière grasse sous forme de crème fraîche ou de crème acidifiée qui laissent une marge bénéficiaire supérieure à celle du beurre. Cependant, en milieu rural, le marché est souvent limité pour la crème et la fromagerie est dans l'obligation de produire du beurre qui est un produit de longue conservation.

b) Si la crème doit être vendue en l'état, il est bon de la pasteuriser avant son conditionnement. L'expérience prouve qu'une température de pasteurisation voisine de 95 - 98°C maintenue pendant 30 secondes assure une destruction satisfaisante des germes et l'inactivation des enzymes tout en préservant les qualités organoleptiques de la crème.

Après sa pasteurisation, la crème est conditionnée en sachets ou en pots plastique et conservée dans un réfrigérateur.

La crème fraîche est généralement vendue avec un taux de matière grasse de l'ordre de 40%.

La crème acidifiée est vendue avec une teneur en matière grasse moindre, (de 30 à 35%).

c) Pour la fabrication de beurre, la crème sera refroidie à la température la plus basse possible. La crème sera conservée jusqu'à l'obtention d'une quantité suffisante pour fabriquer le beurre. La crème subit ainsi une acidification spontanée et est ensuite barattée.

Après remplissage de la baratte, les actions suivantes sont à effectuer:

- Rotation de la baratte: 25 à 35 tours par minute pendant 5 minutes
- Arrêt avec évacuation des gaz si nécessaire
- Rotation 25 à 35 tours par minute pendant 35 à 45 minutes
- Evacuation du babeurre dans des seaux en plastique

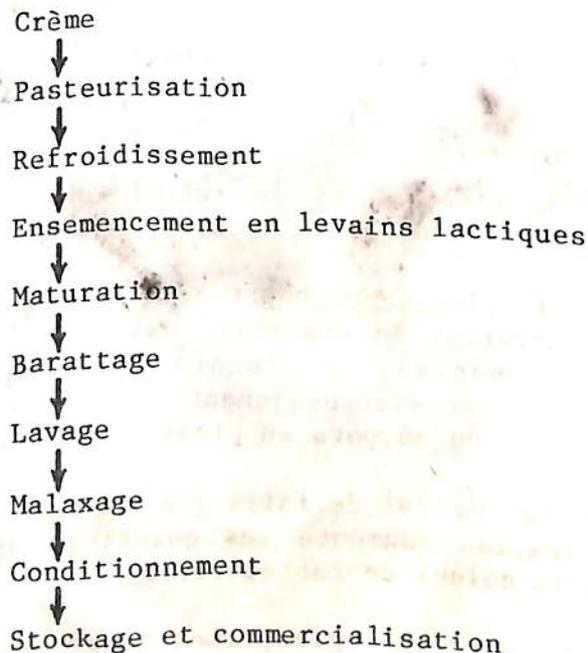
- Addition d'eau froide, même volume que celui du babeurre et rotation 10 à 15 tours par minute pendant 5 minutes
- Evacuation de l'eau
- Rotation 10 à 15 tours par minute pendant 10 à 20 minutes
- Vidange du beurre
- Après malaxage de la motte de beurre avec un pilon pendant 5 minutes, le beurre est comprimé dans le moule à beurre puis conditionné dans du papier sulfurisé, sinon, après malaxage, il est mis dans des pots en plastique.

L'opération de salage est possible en cours de malaxage.

Ce processus de fabrication est donné à titre indicatif car il existe de nombreuses variantes. On peut baratter de la crème non acidifiée et le produit obtenu est appelé beurre de crème douce. Certains beurriers pratiquent deux lavages. Dans d'autres cas, on ne malaxe pas le beurre.

Les unités plus importantes pratiquent généralement la pasteurisation de la crème suivie d'un réensemencement à l'aide de levains lactiques sélectionnés en vue d'effectuer une maturation dirigée. Par cette méthode, on obtient un beurre de crème pasteurisée dénommé couramment beurre pasteurisé.

Diagramme de fabrication du beurre pasteurisé



III. Le babeurre

Le babeurre est un sous produit de la production beurrière qui a une haute valeur nutritive, il est donc intéressant d'essayer de le valoriser pour la consommation humaine.

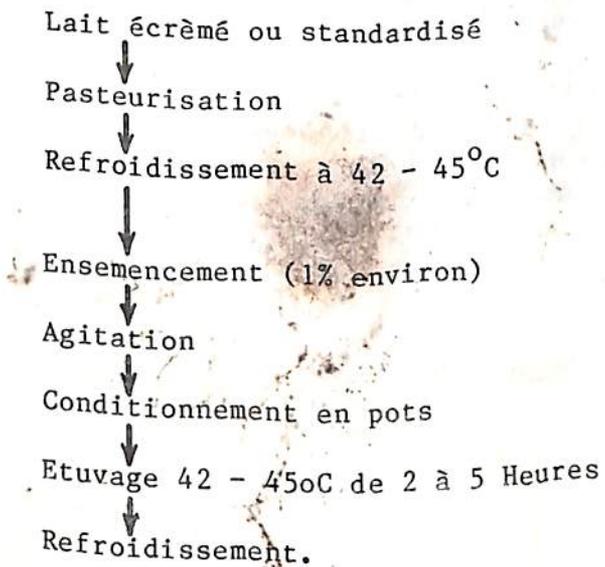
La qualité du babeurre dépendra beaucoup de la technologie utilisée pour la fabrication beurrière.

Le babeurre peut être conditionné dès son obtention en subissant uniquement une filtration. Il sera conditionné dans des sachets plastique.

Il peut également être maturé. Lorsqu'il est dans le seau, on ajoute des ferments de fromagerie (environ 2%) et on laisse à la température ambiante pendant toute la nuit avant le conditionnement.

IV. Le Yoghourt

Le schéma de fabrication est le suivant:



La pasteurisation et le refroidissement se feront dans la cuve de fromagerie ou dans une bassine si les quantités sont moins importantes.

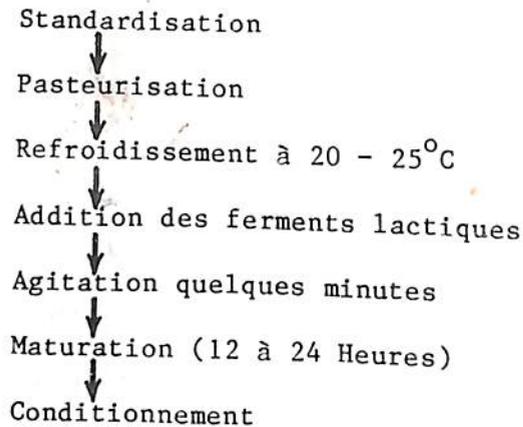
La fabrication de yoghourt oblige l'unité de transformation à avoir un grand réfrigérateur ou une petite chambre froide (utile également pour la crème et le beurre). Il faudra également prévoir une étuve dans les investissements et éventuellement une capsuleuse à main. Le yoghourt est généralement vendu en pots en plastique ou en carton de 120 ou 125 ml.

Avant de décider de faire des Yoghourts, il faut bien se rappeler que cette fabrication augmente les quantités de crème disponible et il faut donc faire un calcul de rentabilité.

Une autre technologie permet de réaliser la coagulation en cuve. Le yoghourt est alors brassé avant son conditionnement.

V. Le lait caillé

La technologie est très simple:



Cette technologie correspond à celle utilisée traditionnellement. Ce produit répond à la demande de la population musulmane qui l'utilise comme matière de base pour la préparation de la "bouillie". L'intérêt de la fabrication dans l'unité de transformation est que le lait subit une pasteurisation; le produit sera donc de qualité constante et répondra aux normes d'hygiène.

Le lait caillé étant commercialisé directement à l'unité de transformation il ne sera pas nécessaire de le conditionner. Le lait caillé mis dans un bidon sera vendu à la louche dans des recipients apportés par les gens des alentours.

Aucun équipement spécifique n'est nécessaire pour fabriquer le lait caillé. Il est bon cependant de prévoir un grand réfrigérateur.

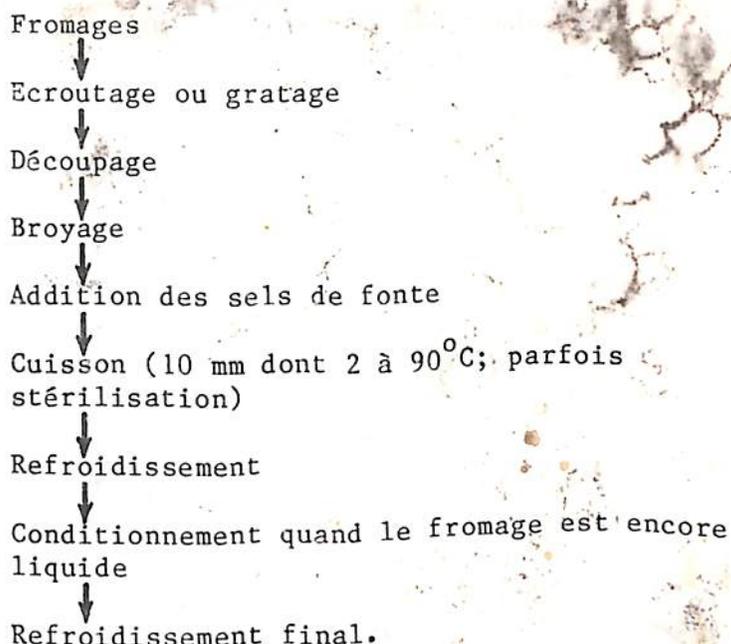
VI. Le fromage fondu

La fonte permet traditionnellement de commercialiser des fromages présentant des défauts physiques et également les chutes et produits non conformes.

Le fromage fondu se présente généralement sous forme de pâte à tartiner, conditionnée en boyaux ou en portions sous emballages aluminium. Si le fromage en portions exige des installations coûteuses pour le moulage et le conditionnement, le fromage à tartiner en boyaux paraît une solution intéressante en petites laiteries si l'on dispose de fromages de seconde qualité ou de fabrication défectueuse.

Le conditionnement pourra se faire en pots en verre ou en plastique ou sinon en emballages aluminium.

Diagramme de fabrication du fromage fondu



Les présentations commerciales des fromages fondus sont très diversifiées en raison de la possibilité d'y incorporer des ingrédients variés: aromates, champignons, noix, viandes...; le conditionnement à l'état liquide permet également une très grande diversité dans les formes et les poids des produits finis. Aucun équipement spécifique n'est nécessaire pour fabriquer le fromage fondu. Seule un marmite pour la fonte du fromage est indispensable.

VII. Le sérum de fromagerie

La solution la plus simple consist à rétrocéder ce produit aux producteurs de lait ou à des porcheries industrielles.

Les quantités disponibles sont généralement trop faibles pour justifier la transformation du sérum et son utilisation en alimentation humaine. La valeur nutritive du sérum permet cependant de l'utiliser comme boisson ou comme matière première dans la fabrication de certains fromages.

VIII. Les opérations de nettoyage et de désinfection

Le nettoyage consiste à éliminer d'une surface donnée toute souillure visible ou invisible pouvant s'y trouver. La surface ainsi nettoyée peut être alors qualifiée de propre.

La désinfection, opération au resultat momentané, permet d'éliminer ou de tuer les microorganismes.

Le nettoyage fréquent du matériel de fromagerie et des locaux est d'une nécessité impérative auquel le fromager doit apporter une attention toute particulière.

Après chaque utilisation tout le matériel; seaux, bidons, filtres, bassines, claies, table, louche, etc. doit être soumis à un nettoyage énergique et méticuleux, condition indispensable à la bonne réussite des fabrications, car ce matériel est la principale source de contamination en germes néfastes.

Un simple rinçage à l'eau froide ou tiède ne suffit pas car il subsiste alors une fine pellicule de résidus ou de débris de caillé qui adhère encore aux surfaces du matériel ayant été en contact avec le lait, le sérum ou le caillé.

Pour éliminer ces résidus, il est nécessaire d'utiliser une solution détergente alcaline ou acide dont l'action conjuguée à celle d'un brossage énergique ou d'une agitation violente du liquide de trempage permettra de décoller ce film résiduel ou ces débris.

Il est préconisé de mettre à tremper ces matériels dans un bac rempli d'eau, aussitôt après leur utilisation.

Un bon nettoyage du matériel de laiterie doit comporter les opérations suivantes:

- Trempage du matériel dans un bac rempli d'eau de préférence tiède afin de favoriser le décollement des souillures
- Rinçage éventuellement, afin d'éliminer les souillures encore adhérentes
- Nettoyer par brossage, avec une solution d'eau chaude additionnée d'un détergent alcalin. Il est nécessaire d'alterner de temps en temps l'usage d'un détergent alcalin avec un détergent acide notamment lorsque l'eau de lavage est chargée en calcaire
- Rinçage à l'eau chlorée destiné à détruire les germes dangereux. Ceci est la désinfection. Avec un verre aux trois quarts plein d'eau de javel à 12° chlorométriques pour dix litres d'eau, on obtient une destruction de tous les germes
- Egouttage du matériel à l'abri de la poussière afin d'éviter toute contamination.

Parfois il est difficile dans des endroits reculés du pays de trouver des détergents. Dans ce cas après le nettoyage, l'exposition du matériel au soleil servira de désinfection.

IX. Organisation du travail

La disposition et l'aménagement de l'unité de transformation doivent être conçus de façon rationnelle afin de permettre au responsable des opérations de transformation de travailler dans les meilleures conditions de confort, d'hygiène et de sécurité.

A titre indicatif on peut estimer que les temps nécessaires pour effectuer chacune des opérations de transformation du lait en fromage sont les suivants pour le traitement de 150 litres de lait:

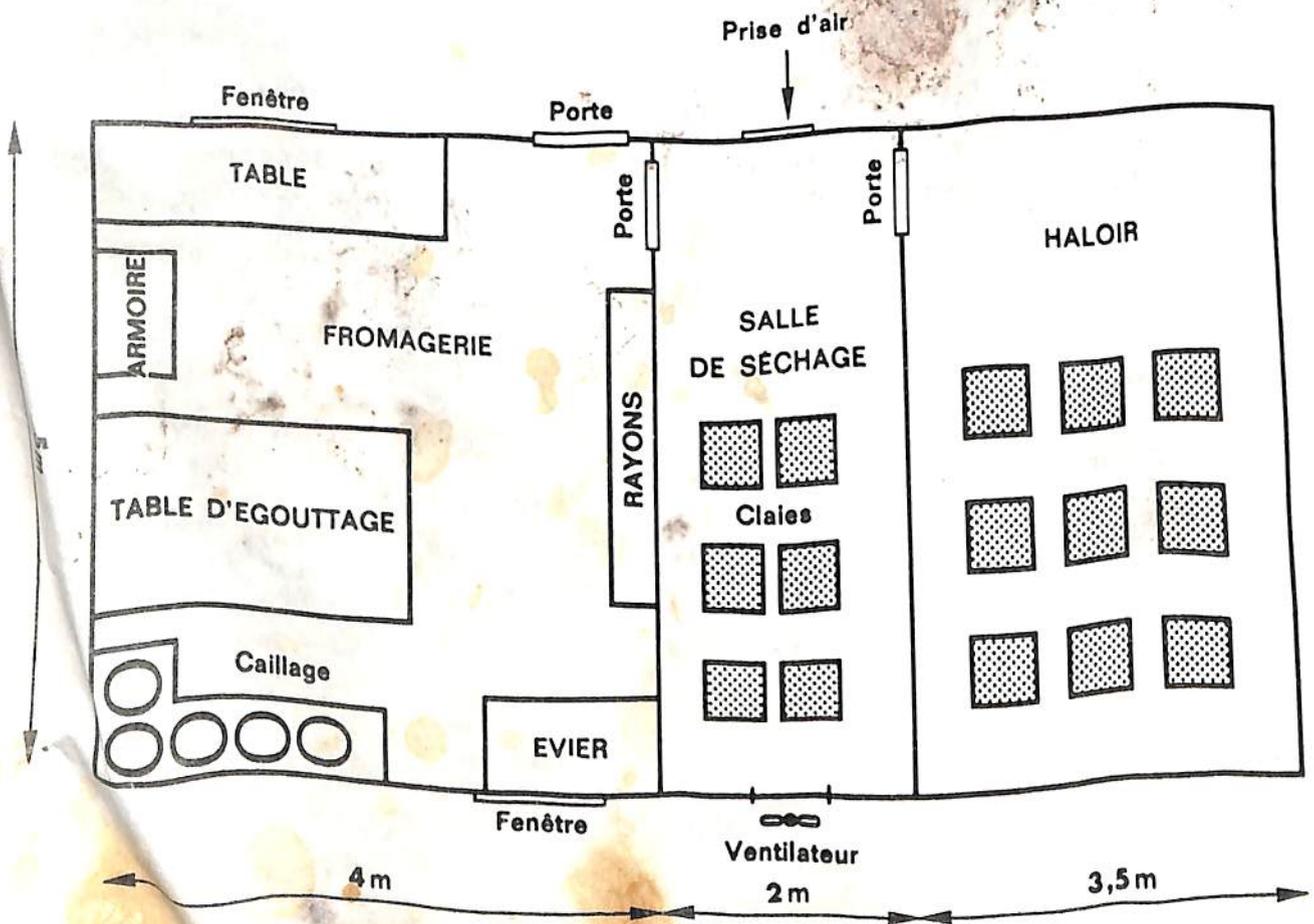
- filtrage, mesure de la température, préparation du caillage, emprésurage 60 minutes
- moulage, retournements 80 minutes
- démoulage, salage, mise sur claies 60 minutes
- nettoyage 50 minutes

soit un total de 4 heures environ auquel viennent s'ajouter les temps nécessaires à l'emballage, à l'étiquetage et au conditionnement des fromages pour la vente.

X. Disposition du local

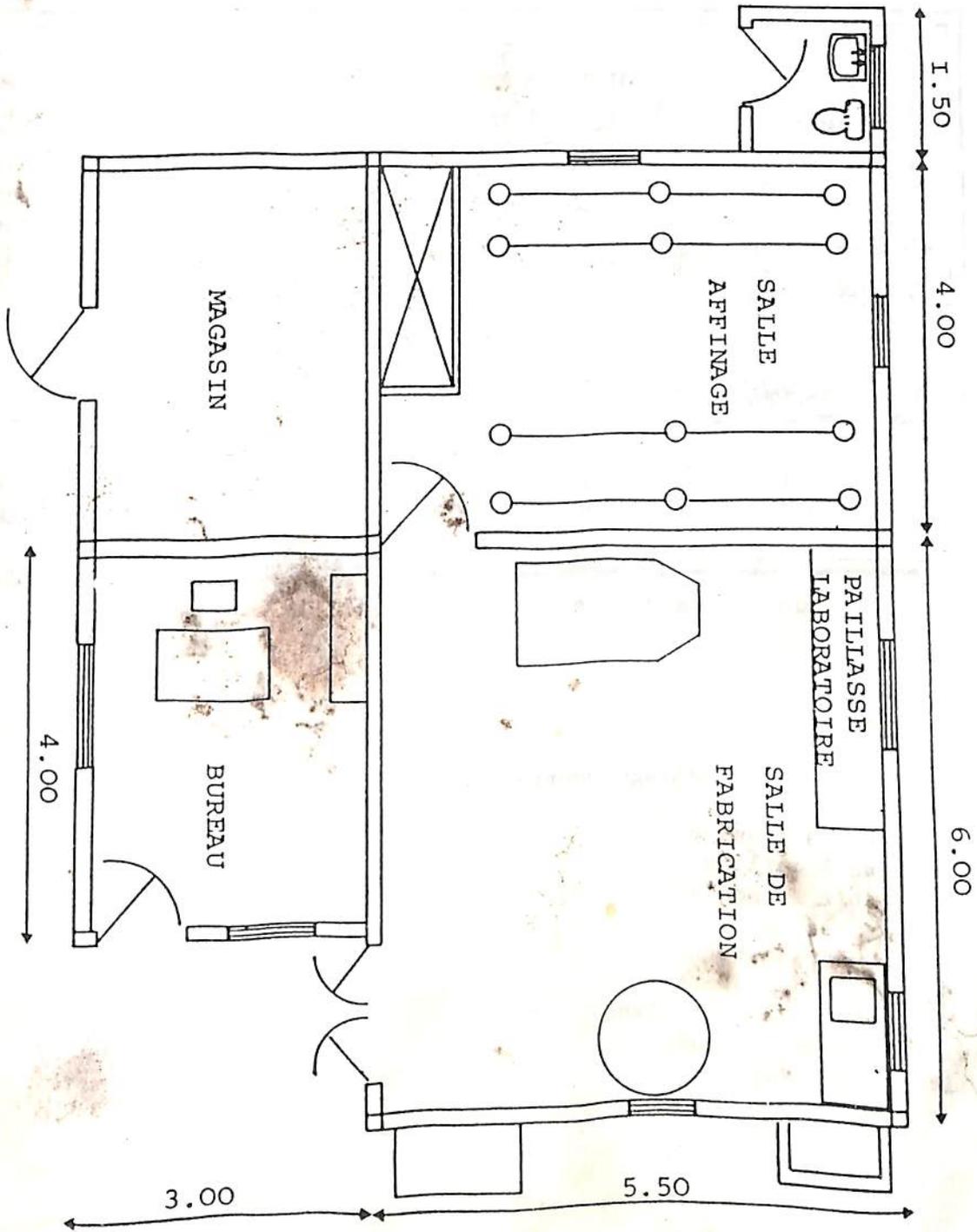
La disposition et l'aménagement de l'unité de transformation doivent être conçus de façon rationnelle afin de permettre au fromager de travailler dans de bonnes conditions. Les schémas ci-après reproduisent divers plans-types de fromageries villageoises.

Plan N° 1



fromagerie de 500 litres de lait par jour

Plan No. 2

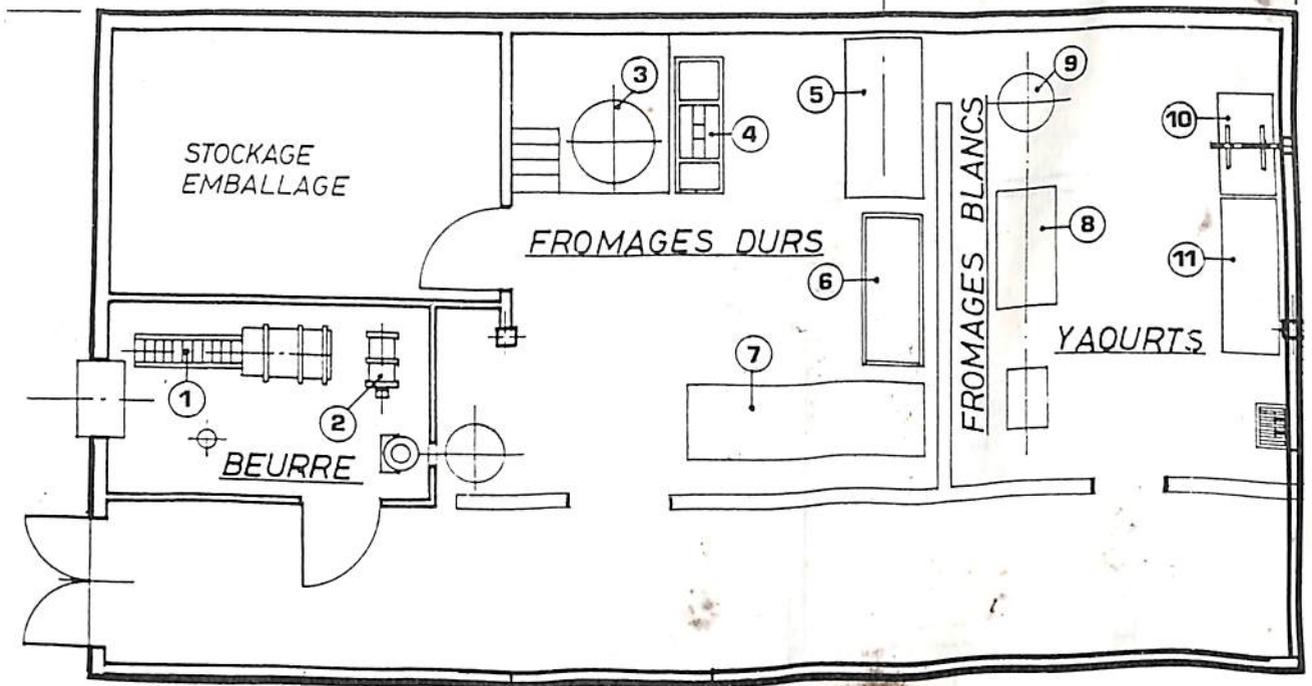


FROMAGERIE DE 600 LITRES/JOJR

Echelle I : 75

Salle fabrication	:	33 m2
Salle affinage	:	22 m2
Magasin	:	12 m2
Bureau	:	12 m2

Plan No. 3

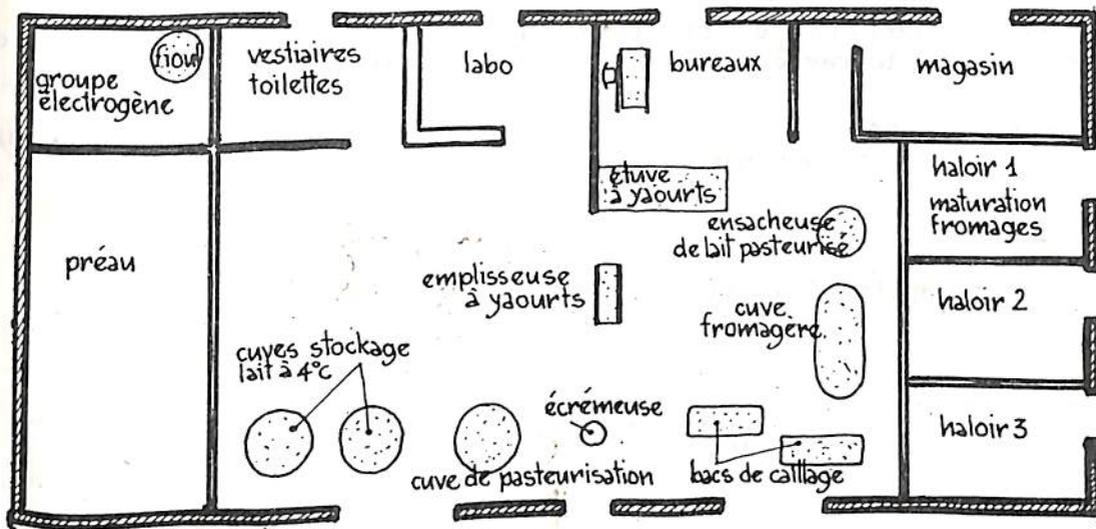


unité laitière de 1000 litres par jour

Légende

1. pressage, emballage beurre
2. baratte
3. cuve à fromage
4. bac à caillage
5. table de moulage
6. presse
7. bac de saumurage
8. table d'égouttage
9. cuve à fromage blanc
10. tireuse à yaourt
11. incubateur

Plan No. 4



unité laitière de 2000 litres par jour

Avec 100 litres de lait à 40 gr par litre on obtiendra donc 96,25 litres de lait à 26 gr/litre et 3,75 litres de crème à 400 gr/litre.

3. Fabrication

Dans le cas de la fabrication de fromage de type Gouda le rendement fromager sera environ de 11 kg de fromage pour 100 litres de lait entrant dans la fabrication.

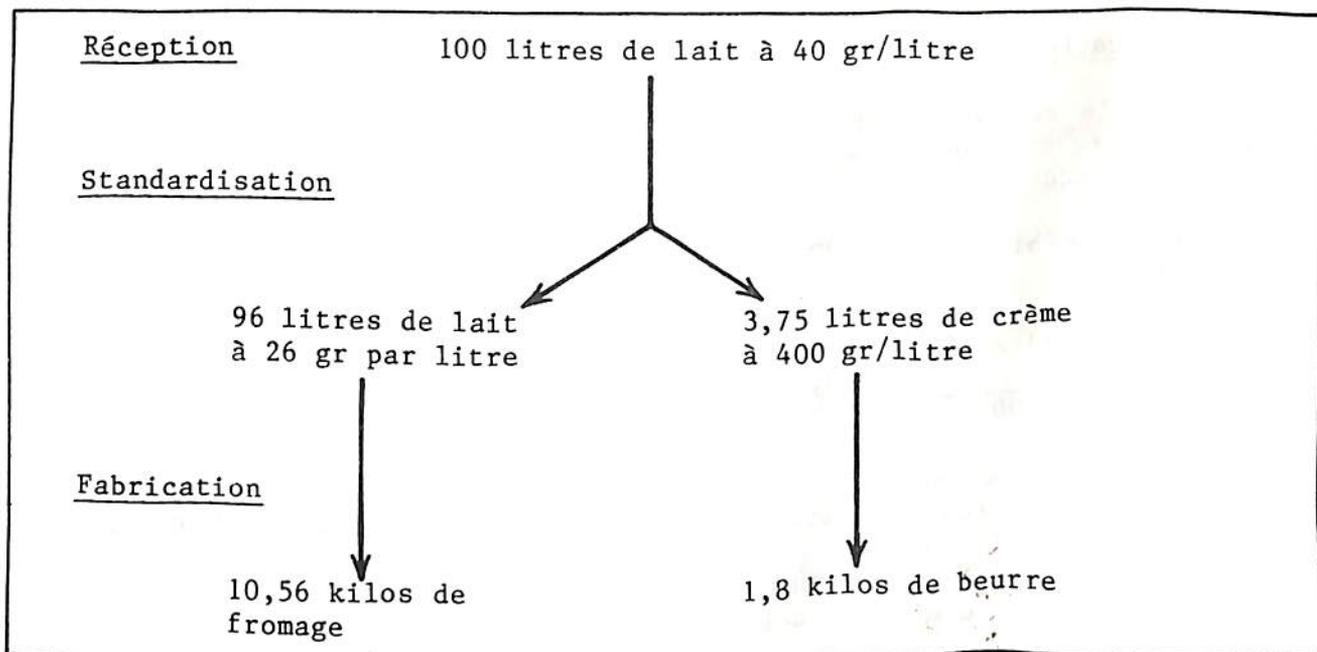
Selon le bilan ci dessus on a donc 95,25 Litres de lait de fromagerie ce qui donnera

$$\frac{11 \times 96}{100} = 10,56 \text{ kilos de fromage}$$

En ce qui concerne le beurre le rendement matière sera le suivant. Après standardisation nous avons obtenus 3,75 litres de crème à 400 gr par litre. La quantité totale de matière grasse sera donc de: 1500 gr de matière grasse. Le beurre contient 82 pour cent de matière grasse donc la quantité de beurre à obtenir sera de

$$\frac{1500 \times 100}{82} = 1\text{kg},8 \text{ de beurre}$$

Le bilan matière s'établira donc ainsi en ce qui concerne uniquement la production de beurre et fromage



Ceci représente donc le bilan matière théorique. C'est à dire qu'il donne par produit la quantité théorique à obtenir après transformation du lait. Bien évidemment ceci est à confronter avec les quantités réellement produites. Si l'écart est trop important il faut alors vérifier où l'écart est le plus important: soit dans la mesure du volume de lait reçu, dans le dosage de la matière grasse, dans les quantités de lait et crème après standardisation ... etc.

II. Etude des prix de revient

L'étude des prix de revient de chacun des produits fabriqués est indispensable pour la détermination du prix de vente des produits laitiers.

Le prix de revient des produits laitiers sera calculé sur la base d'une production moyenne journalière et sur le rendement réel obtenu par fabrication.

Dans le cas simple pris pour le bilan matière en partant de 100 litres de lait l'établissement du prix de revient du fromage et du beurre s'établira comme suit.

1. Prix de la matière première

On va recevoir en moyenne sur l'année par jour 100 litres de lait. Dès le début des opérations ce lait sera payé E par litre de lait. En conséquence le coût de la matière première c'est à dire le lait sera de:

$$100 \times E$$

On considère généralement que dans un litre de lait la valeur de la matière grasse représente 50% du prix du lait. Nous en déduisons que le prix d'achat d'un gramme de matière grasse si le lait a un taux moyen de 40 gramme par litre sera de

$$E \times 50 \times 1 = 1 E$$
$$\frac{\quad}{100} \quad \frac{\quad}{40} \quad \frac{\quad}{80}$$

Le beurre contient 82% de matière grasse donc le prix de revient d'un kilo de beurre sera basé sur le prix de 820 gr de matière grasse. Le prix de revient d'un kilo de beurre sera donc de

$$820 \times 1 \times E$$
$$\frac{\quad}{80}$$

ou encore

$$10,25 \times E$$

En ce qui concerne la fromagerie nous avons vu dans l'exemple ci-dessus qu'à partir de 100 litres de lait à 40 gr/litre de matière grasse nous aurons pour la fabrication du fromage 96 litres de lait à 26 gr par litre.

Il faut donc déterminer la valeur du lait de fromagerie. Sa composition sera

extrait sec du lait	+	matière grasse du lait
50% de la valeur du lait		prix de la matière grasse 26 gr par litre
E	+	26 x 1 x E
$\frac{\quad}{50}$		$\frac{\quad}{80}$

Le prix de revient d'un litre de lait pour la fromagerie sera donc

$$E + 26 E$$
$$\frac{\quad}{50} \quad \frac{\quad}{80}$$

Le rendement fromager sera environ 11 kg de fromage pour 100 litres de lait entrant en fabrication.

Le coût matière d'un kilo de fromage est donc

$$E + 26 E$$
$$\frac{\quad}{50} \quad \frac{\quad}{80} \quad \times 100$$

Pour fixer les idées prenons l'exemple où le lait est payé 160 dans la monnaie du pays. Le prix de revient matière du beurre sera donc

pour 1 kilo de beurre de

$$10,25 \times 160 = 1640$$

Pour ce qui concerne de coût matière pour un kilo de fromage celui-ci sera établi ainsi.

Le coût d'un litre de lait de fromagerie à 26 gr per litre sera de

$$\frac{160}{50} + \frac{26}{80} \times 160$$

$$3.2 + 52$$

soit 55.2

Le coût du kilo de fromage sera

$$\frac{55.2 \times 100}{11}$$

$$501$$

soit 501

Les éléments ci dessus permettent donc de connaître approximativement mais de façon suffisante le coût de la matière première pour les fabrications de beurre et fromage.

Pour établir le prix de revient par produit il faut ajouter les frais nécessaires à la transformation.

Les frais se repartissent entre frais fixes et frais variables.

Pour la collecte les frais sont uniquement constitués par la rétribution du collecteur de lait si celui-ci est employé par la laiterie Villageoise.

Pour la transformation il faut payer les salaires du personnel travaillant au contrôle et à la transformation du lait ainsi que l'énergie utilisée (bois, bonbonne de gaz ... etc.) et les produits qui servent à la transformation (produits de nettoyage, ferments, présure, papier ... etc).

Tous ces frais seront ramenés à l'unité de poids du produit fini.

En reprenant l'exemple ci dessus on peut estimer les coûts suivants.

2. Coût de la collecte

Si le salaire du collecteur est 6.000 et qu'il collecte en moyenne 100 litres de lait par jour (2 bidons de 50 litres) la quantité collectée par mois sera de 3000 litres. Le coût de collecte par litre de lait sera

$$\frac{6.000}{3.000} \quad \text{soit } 2$$

25% de ce montant servira aux réparations et à l'entretien de la bicyclette

$$\frac{2 \times 25}{100} \quad \text{soit } 0.5$$

Coût de la collecte par litre de lait	
dépenses	coût
salaire	2.0
entretien réparations	0.5
TOTAL	2.5

Si l'on considère qu'il faut environ 10 litres pour faire un kilo de fromage le coût de la collecte par kilo de fromage sera

$$2.5 \times 10 \text{ litres} \quad \text{soit } 25$$

3. Coût de la transformation

si l'on considère que l'unité de transformation emploie 4 personnes à temps plein et que le salaire de chacune d'elles est de 36.000 l'ensemble du salaire du personnel sera de $36.000 \times 4 = 144.000$.

Le coût du salaire devra être répercuté par kilo de fromage. Sachant que la moyenne mensuelle de collecte laitière sera de 400 litres par jour soit 12.000 litres par mois et que le rendement fromager est environ de 10% la charge salariale par kilo de fromage sera

$$\frac{144.000}{1.200 \text{ kg de fromage}} = 120$$

- on sait que l'on dépensera par mois 36 000 pour l'énergie (chauffage du lait) et pour les produits auxiliaires (ferment, présure, produits de nettoyage...). Ceci permet de répercuter le coût par kilo de fromage.

$$\frac{36.000}{1.200 \text{ kg}} = 30$$

Le coût de la transformaiton du lait en fromage sera donc de $120 + 30 = 150$.

4. Coût de l'emballage

Là aussi on compte le nombre d'emballages à utiliser par mois (nombre de feuilles de papier sulfurisé; coût d'une caisse en bois pour le transport des fromages ...) et le prix de chacun des emballages. Si le prix total mensuel des emballages est par exemple 6 000 le prix de l'emballage par kilo de fromage sera

$$\frac{6000}{1200} = 5$$

5. Coût du transport

Le coût du transport des produits sera estimé par mois en tenant compte s'il y a lieu de l'amortissement du véhicule dans le cas ou un véhicule s'avère indispensable pour le transport des produits à la ville. Si par exemple le coût mensuel du transport est de 24.000 le coût par kilo de fromage sera de

$$\frac{24000}{1200} = 20$$

6. Coût de la commercialisation

Comme il a déjà été mentionné la commercialisation ou la présentation du produit à la clientèle est un facteur très important. En conséquence la commercialisation peut entraîner l'utilisation en ville d'un kiosque pour la commercialisation directe. Les frais de commercialisation représenteront donc les frais de location plus le salaire du vendeur. Si les frais mensuels s'élevent à 60.000 le coût de la vente par kilo de fromage sera de

$$\frac{60.000}{1200} = 50$$

RECAPITULATIF

Le tableau ci-après résume l'ensemble des coûts à imputer à la vente d'un kilo de fromage.

Tableau récapitulatif des coûts

Service de la comptabilité	
fromagerie	
prix de revient par kilo de fromage	
Matière première	501
Collecte du lait	25
Coût de fabrication	
salaire	120
produits, énergie	30
Emballage	5
Transport	20
Commercialisation	50
TOTAL	<hr/> 751

On sait donc que le prix de revient d'un kilo de fromage sera 751.

La marge bénéficiaire à prendre dépendra des conditions du marché toute fois celle-ci doit se situer normalement aux environs de 30 pour cent du prix de revient. La marge bénéficiaire serait donc de

$$\frac{751 \times 30}{100} = 225$$

Le prix de vente du produit (le kilo de fromage) serait alors de

$$751 + 225 = 976$$

Dans ce cas le pourcentage des coûts par rapport au prix de vente serait le suivant.

Répartition des coûts en % du prix de vente	
Matière première	51.0%
Collecte	2.5%
Coûts de transformation	15.0%
Emballages	0.5%
Transport	2.0%
Commercialisation	5.0%
Marge bénéficiaire	23.0%
TOTAL	100%

III. Estimation du prix des équipements

La liste proposée pour les équipements concerne essentiellement ceux qui nous paraissent difficile à réaliser sur place. Les prix sont estimatifs et généralement surestimés.

1. Matériel pour la collecte du lait

prix estimatif en F. fr.

- bicyclette type chinoise avec pièces de rechange	2000
- bidon à lait avec couvercle à pression	800
- bidon à lait pour mesurer le volume	600
- entonnoir avec filtre	300
- matériel de laboratoire portatif comprenant acidimètre salut	300
éprouvette	50
lactodensimètre	100

2. Matériel pour la réception du lait

- bidon à lait en aluminium de 50 litres	2400
- peson à lait	360
- entonnoir avec filtre	320
- seau à lait	400
- agitateur à lait	120
- puitsoir pour échantillon à lait	60

3. Matériel de laboratoire

- armoire de laboratoire pour le dosage de la matière grasse à fixer au mur	6000
- équipement pour la détermination de l'acidité du lait avec accessoires	300
- matériel de verrerie	200
- reactifs pour une année	400

4. Matériel pour la standardisation du lait

- écrémeuse manuelle de 300 litres par heure	10000
- seau à crème	400
- bidon à lait avec fermeture à levier de 50 litres	1200

5. Matériel pour la fabrication des fromages

- tranche caillé en acier inoxydable	1200
- brasseur à fromage	400
- thermomètre de fromagerie	100
- pelle à caillé	400
- répartiteur à caillé	450
- petit matériel tel que brosses, tabliers, sonde ... etc.	3000

6. Matériel pour la fabrication du beurre

- baratte à main en bois de sapin pour 30 litres
de crème 1200

Matériel pour la préparation des produits auxiliaires

- pour la préparation des ferments ainsi que
de la présure du petit matériel est
nécessaire 2000

Références Bibliographiques

- J.C. Le Jaouen: La fabrication du fromage de chèvre fermier.
ITOVIC.
- J.C. Belloin: Coût de production et transformaiton du lait.
Etude FAO
- Jose Dubach: Para la quesería rural del Ecuador
- Bichsel: Equipement pour la petite fromagerie
- Gerault: Practice of milk industry in warm countries
- Gret: Le point sur les mini laiteries
- FAO/Equipo regional de fomento y capacitación en lechería para América Latina
- producción higiénica de la leche
- cómo mejorar la eficiencia de su quesería
- FAO Regional Dairy Training Course
- General accounting principles
- FAO-CENCAP
Manual de quesería artesanal
- J.P. Ramet: Technologie fromagère (divers documents)
- FAO/DGETA: Industrias rurales. Elaboración de leche
- Peter Meier/
Francisco Rhon Davilã
Queserías rurales en Ecuador
- National Dairy Research
Institute Karnal: Making milk powder in villages

1. Sélection animale: articles choisis de la *Revue mondiale de zootechnie*, 1977 (A' C' E' F')
2. Eradication de la peste porcine classique et de la peste porcine africaine, 1976 (A' F')
3. Insecticides et matériel d'épandage pour la lutte contre la tsé-tsé, 1977 (A' F')
4. Nouvelles sources d'aliments du bétail, 1977 (A/E/F')
5. Bibliography of the criollo cattle of the Americas, 1977 (A/E')
6. Utilisation en croisement des races méditerranéennes bovines et ovines, 1977 (A' F')
7. L'action sur l'environnement de la lutte contre la tsé-tsé, 1977 (A' F')
- 7 Rév. L'action sur l'environnement de la lutte contre la tsé-tsé, 1981 (A' F')
8. Races ovines méditerranéennes en régression, 1978 (A' F')
9. Abattoirs et postes d'abattoirs: dessin et construction, 1978 (A' E' F')
10. Le traitement des pailles pour l'alimentation des animaux, 1979 (A' C' E' F')
11. Packaging, storage and distribution of processed milk, 1978 (A')
12. Nutrition des ruminants: articles choisis de la *Revue mondiale de zootechnie*, 1978 (A' C' E' F')
13. Buffalo reproduction and artificial insemination, 1979 (A')
14. Les trypanosomiasés africaines, 1979 (A' F')
15. Establishing of dairy training centres, 1979 (A')
16. Logement des jeunes bovins en stabulation libre, 1980 (A' E' F')
17. Les ovins tropicaux prolifiques, 1980 (A' E' F')
18. Feed from animal wastes: state of knowledge, 1980 (A')
19. East Coast fever and related tick-borne diseases, 1980 (A' E')
- 20/1. Le bétail trypanotolérant en Afrique occidentale et centrale — 1. Etude générale, 1980 (A' F')
- 20/2. Le bétail trypanotolérant en Afrique occidentale et centrale — 2. Etude par pays, 1980 (A' F')
21. Guidelines for dairy accounting, 1980 (A')
22. Recursos genéticos animales en América Latina, 1981 (E')
23. Lutte contre les maladies dans le sperme et les embryons, 1982 (A' E' F')
24. Animal genetic resources — conservation and management, 1981 (A')
25. Fertilité des bovins, 1985 (A' E' F')
26. Camels and camel milk, 1982 (A')
27. Deer farming, 1982 (A')
28. Feed from animal wastes: feeding manual, 1982 (A')
29. Echinococcosis/hydatidosis surveillance, prevention and control: FAO/UNEP/WHO guidelines, 1982 (A')
30. Sheep and goat breeds of India, 1982 (A')
31. Hormones in animal production, 1982 (A')
32. Résidus de récolte et sous-produits agro-industriels en alimentation animale, 1982 (A/F')
33. La septicémie hémorragique, 1982 (A' F')
34. Plans de sélection des ruminants sous les tropiques, 1984 (A' E' F')
35. Les goûts anormaux du lait frais et reconstitué, 1982 (A' E' F')
36. Tiques et maladies transmises par les tiques: articles choisis de la *Revue mondiale de zootechnie*, 1983 (A' E' F')
37. La trypanosomiase animale africaine: articles choisis de la *Revue mondiale de zootechnie*, 1983 (A' F')
38. Diagnosis and vaccination for the control of brucellosis in the Near East, 1982 (A' Ar')
39. L'énergie solaire dans la collecte et la transformation du lait à petite échelle, 1985 (A' F')
40. Intensive sheep production in the Near East, 1983 (A')
41. Perspectives d'intégration des productions végétale et animale en Afrique de l'Ouest, 1985 (A' F')
42. Energie animale en agriculture en Afrique et en Asie, 1984 (A/F')
43. Utilisation des sous-produits de l'olivier en alimentation animale dans le bassin méditerranéen, 1984 (A' Ar' E' F')
- 44/1. Animal genetic resources: conservation by management, data banks and training, 1984 (A')
- 44/2. Animal genetic resources: cryogenetic storage of germplasm and molecular engineering, 1984 (A')
45. Maintenance systems for the dairy plant, 1984 (A')
46. Livestock breeds of China, 1985 (A' E')
47. Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports, 1985 (F')
48. La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéen, 1985 (F')
49. Manual for the slaughter of small ruminants in developing countries, 1985 (A')
- 50/1. Better utilization of crop residues and by-products in animal feeding: research guidelines — 1. State of knowledge, 1985 (A')
- 50/2. Better utilization of crop residues and by-products in animal feeding: research guidelines — 2. A practical manual for research workers, 1986 (A')
51. Dried salted meats: charque and carne-de-sol, 1985 (A')
52. Small-scale sausage production, 1985 (A')
53. Slaughterhouse, cleaning and sanitation, 1985 (A')
54. Small ruminants in the Near East — Vol. 1: Selected papers presented at Tunis Expert Consultation, 1986 (A')
55. Small ruminants in the Near East — Vol. 2: Selected papers from *World Animal Review*, 1986 (A')
56. Sheep and goats in Pakistan, 1985 (A')
57. Awassi sheep, 1985 (A')
58. Small ruminant production in the developing countries, 1986 (A')
- 59/1. Animal genetic resources data banks — 1. Computer systems study for regional data banks, 1986 (A')
- 59/2. Banques de données sur les ressources génétiques animales — 2. Descripteurs concernant le bétail bovin, les buffles, les espèces ovine, caprine et porcine, 1987 (A' E' F')
- 59/3. Banques de données sur les ressources génétiques animales — 3. Descripteurs concernant les espèces avicoles, 1987 (A' F')
60. Sheep and goats in Turkey, 1986 (A')

61. The Przewalski horse and restoration to its natural habitat in Mongolia, 1986 (A')
62. Les coûts de production et de transformation du lait et des produits laitiers, 1986 (F')
63. Proceedings of the FAO expert consultation on the substitution of imported concentrate feeds in animal production systems in developing countries, 1987 (A')
64. Poultry management and diseases in the Near East, 1987 (Ar')
65. Animal genetic resources of the USSR, (A''')
66. Animal genetic resources — Strategies for improved use and conservation, 1987 (A')
- 67/1. Trypanotolerant cattle and livestock development in West and Central Africa, Vol. I, 1987 (A')
- 67/2. Trypanotolerant cattle and livestock development in West and Central Africa, Vol. II, 1987 (A')
68. Crossbreeding bos indicus and bos taurus for milk production in the tropics, 1987 (A')
69. La transformation laitière au niveau villageois, 1988 (F')

Disponibilité: juin 1988

A — Anglais	• Disponible
Ar — Arabe	••• Épuisé
E — Espagnol	•••• En préparation
F — Français	

On peut se procurer les Cahiers techniques de la FAO auprès des points de vente des publications de la FAO, ou en s'adressant directement à la Section distribution et ventes, FAO, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie.