

**Université Montpellier II
Sciences et Techniques du Languedoc
Place Eugène Bataillon
34095 MONTPELLIER Cedex 5**

**CIRAD-EMVT
Campus International de Baillarguet
TA 30 / B
34398 MONTPELLIER Cedex 5**

**DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES**

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

**UN CADRE POUR LE TRAITEMENT DU LAIT A PETITE
ECHELLE DANS LES PAYS EN DEVELOPPEMENT.
CONDITIONS DE REALISATION**

par

Hubert VILLON

Année universitaire 2000-2001

SOMMAIRE

RESUME ET MOTS-CLES	1
----------------------------	----------

INTRODUCTION	2
---------------------	----------

Chapitre I : Panorama de la situation	3
----------------------------------------------	----------

1-1 Diversité des situations	3
------------------------------	---

1-2 Rôle des importations	5
---------------------------	---

1-3 Stratégies de développement	7
---------------------------------	---

Chapitre II : Pertinence du traitement à petite échelle	8
----------------------------------------------------------------	----------

2-1 Quelle place pour le traitement à petite échelle ?	8
--------------------------------------------------------	---

2-1-1 Etat de la filière moderne. Laiteries industrielles	8
-----------------------------------------------------------	---

2-1-2 Causes des échecs	8
-------------------------	---

2-1-3 Arguments en faveur du traitement à petite échelle	9
----------------------------------------------------------	---

2-2 Solutions techniques	11
--------------------------	----

2-2-1 Minilaiteries	11
---------------------	----

2-2-2 Microlaiteries	12
----------------------	----

Le système Milkpro	12
--------------------	----

Le système lactoperoxydase	14
----------------------------	----

Le système laitier villageois	16
-------------------------------	----

Refroidissement du lait	20
-------------------------	----

2-2-3 Essais de transformation fromagère	21
------------------------------------------	----

2-2-4 Discussion	23
------------------	----

Chapitre III : Contrôle et paiement	24
--------------------------------------------	-----------

3-1 Contrôles	24
---------------	----

3-1-1 Rappels	24
---------------	----

Le lait : composition	24
-----------------------	----

Contrôles : inventaire	25
------------------------	----

Traitements thermiques du lait	26
--------------------------------	----

Qualité de l'eau	26
------------------	----

Hygiène de la traite	26
----------------------	----

3-1-2 Qualité du lait dans les PED	26
------------------------------------	----

Evaluation au niveau de la ferme	26
----------------------------------	----

Collecte – laiterie	27
---------------------	----

Hygiène et sécurité	28
---------------------	----

3-2 Paiement à la qualité	29
---------------------------	----

3-2-1 Modalités	29
-----------------	----

Généralités	29
-------------	----

Au niveau de la ferme	29
-----------------------	----

Au niveau de la collecte	30
--------------------------	----

3-2-2 Système HACCP	30
---------------------	----

Chapitre IV : Cadre législatif et Formation**34**

4-1 La législation dans les PED

34

4-2 Formation. Exemples de programmes

35

CONCLUSION**37****BIBLIOGRAPHIE****39****ANNEXES****42**

I – Système “Milkpro”

43

II – Energie solaire et production de glace

44

RESUME

En s'appuyant sur une conférence tenue par la FAO de mai à juillet 2000 sous forme de forum électronique requérant la participation des acteurs de la filière lait à travers le monde, on s'interroge sur les possibilités de mise en place d'une telle filière dans les pays en développement en s'intéressant principalement à la valorisation de la production locale par le traitement et la transformation laitières à petite voire très petite échelle. La production, la collecte et le transport, le traitement et la transformation du lait, la distribution et la commercialisation sont envisagés successivement ainsi que leurs contraintes respectives. On montre que le contrôle de la qualité du lait est nécessaire pour l'établissement de prix équitables aussi bien au stade de la production qu'à celui de la consommation. Le bon fonctionnement de la filière est également conditionné par des interventions judicieuses de l'Etat, principalement en ce qui concerne le cadre législatif et la formation, dans un climat général de libéralisme et de privatisations.

MOTS-CLES

Filière lait – Petite échelle – Lactopéroxydase – Système "Milkpro" - Système laitier villageois – Minilaiterie

INTRODUCTION

Depuis toujours, la consommation de lait entre dans les habitudes alimentaires de nombreuses civilisations. En raison de l'équilibre nutritionnel qu'il présente et de l'apport de protéines animales qu'il procure, le lait constitue un aliment de choix, non seulement pour les enfants, mais aussi pour les adultes. Dans les pays en développement, où l'amélioration de la nutrition, et donc de la santé humaine, constituent des priorités, la consommation de lait et de ses dérivés doit faire l'objet d'une attention constante.

Cependant, l'accroissement de la consommation de lait chez des populations jusqu'ici peu ou pas du tout consommatrices de lait ne va pas de soi. En Afrique, malgré des traditions d'élevage fortement ancrées, la production de lait reste très marginale. Même s'il possède un rôle social important, la place du lait dans l'économie pastorale reste faible. Cette faiblesse trouve son origine dans l'insuffisance de productivité du troupeau bovin et dans l'éloignement entre les zones de production et les centres de commercialisation, compte tenu de la conservation difficile du lait frais. Pour pallier les insuffisances de la production locale, les gouvernements des PED ont fait appel aux importations de produits laitiers en provenance des pays industrialisés.

Ces contraintes dressent des barrières peu favorables à l'émergence d'une filière Lait développée à partir des ressources locales. Pourtant, l'échec de laiteries peu adaptées aux faibles niveaux de la production locale pourrait constituer un encouragement au développement de très petites unités de traitement du lait local. En raison du cloisonnement actuel des marchés, le développement d'une filière locale peut s'accommoder dans un premier temps de la concurrence exercée par les laits d'importation, qui permettent aux usines de s'approvisionner et assurent à la population urbaine la fourniture d'un lait sûr.

Les défis à relever pour la mise sur pied de cette filière locale sont de plusieurs ordres : il faut garantir un lait sans danger pour la santé humaine, pouvant se conserver au terme de traitements ou de transformations appropriés et gardant ses propriétés nutritives et organoleptiques. Le lait ne doit pas être dédaigné par une population aux goûts très précis en la matière. En outre, les problèmes liés au transport, à la distribution, à la commercialisation, ainsi que les coûts de production et les prix à la consommation doivent être minutieusement évalués de manière à s'adapter très exactement aux conditions locales.

L'obstacle majeur reste malgré tout la faiblesse du pouvoir d'achat. Le développement d'une filière lait locale, ouvrant le chemin à une augmentation de la production locale de lait et de produits laitiers, aura un impact favorable en ce qui concerne les revenus et l'emploi, et *in fine* pourra s'inscrire dans un processus de développement à part entière.

Il faut préciser d'emblée que la prise en compte de la filière dans son ensemble – production, transformation, distribution – constitue un impératif sans lequel toute initiative reste vouée à l'échec, pour d'évidentes raisons de compatibilité entre les différents acteurs et d'adaptabilité au marché.

La présente synthèse trouve son origine dans la conférence e-mail proposée par la FAO de mai à juillet 2000 à tous les acteurs des filières de production laitière dans les pays en développement sur le thème du ramassage du lait et de son traitement par de très petites unités de transformation laitière (25, 27).

Un des obstacles majeurs à surmonter chez les pasteurs nomades est d'ordre culturel : il s'agit du préjugé traditionnel qui persiste contre la vente du lait, considérée comme une pratique indigne. L'aspect économique de la vente du lait a beaucoup de mal à prévaloir face à ce préjugé tenace qui ne doit pas être sous-estimé. C'est pourquoi le secteur traditionnel semble encore partiellement intéressé par la production de lait, considérée comme une activité secondaire. Mais on doit constater que la sédentarisation ne fait pas progresser l'intérêt pour la production de lait et les revenus qu'elle procure. Si la sédentarisation est posée comme une issue inéluctable aux problèmes pastoraux actuels, l'avenir de la production laitière risque de devenir problématique. L'élevage transhumant s'oppose à celui des villageois sédentaires : il constitue l'activité principale et détermine le système de valeurs, la structure sociale et le mode de vie. Le bétail est conduit de façon à permettre l'expression de performances zootechniques exploitables pour la survie du groupe. Il s'ensuit une dissociation entre la gestion du troupeau, la propriété du bétail et l'exploitation laitière.

Le lait cru fait l'objet d'un véritable engouement dans de nombreuses régions d'Afrique. Consommé directement à la ferme par les propriétaires de bétail laitier, ou distribué aux voisins ne disposant pas d'animaux, il fait partie des habitudes traditionnelles de consommation. En Tanzanie, 95 % du lait est consommé cru. Cependant, l'approvisionnement des villes africaines est principalement assuré par des produits d'importation qui participent pour plus de 90 % à la consommation de produits laitiers en Afrique de l'Ouest. Le cheptel laitier est constitué classiquement par les bovins, camelins et petits ruminants. On verra que les laits des différentes espèces font l'objet de traitements similaires (4).

1-1 Diversité des situations

En Côte d'Ivoire, le secteur de la production locale est de plus en plus protégé par l'augmentation des droits de douane et des taxes fiscales qui renchérissent les produits d'importation. Néanmoins, pas un seul projet de collecte et de transformation du lait produit localement n'a encore vu le jour. Actuellement, la commercialisation est réalisée de manière individuelle par les bouviers, les femmes et parfois par des colporteurs spécialisés. Le lait produit par les troupeaux est quotidiennement acheminé sur les marchés régionaux sous forme de lait cru ou bouilli, de beurre et de lait caillé. Le lait fourni par l'élevage sédentaire est commercialisé à 80 % par les bouviers sous forme de lait cru, rarement bouilli. Le lait est alors transporté en vélo ou motocyclette vers les marchés ruraux ou urbains dans des bidons en plastique. Le lait produit par les pasteurs transhumants est commercialisé par les femmes sous forme de lait bouilli ou caillé, de beurre ou d'huile de beurre. Les femmes se rendent à pied sur les lieux de commercialisation et vendent leurs produits au marché ou en porte à porte. Ces pratiques entraînent de longs délais entre la traite et la vente, ce qui porte préjudice à la qualité des produits, le lait étant par ailleurs traité dans de mauvaises conditions d'hygiène (19).

En Mauritanie, une mini-laiterie fonctionne depuis une dizaine d'années grâce à la collecte de lait de chamelle, de vache et de chèvre dans le secteur traditionnel. Il existe dans ce pays un fort tabou sur la vente du lait. Dans la capitale, les besoins étaient couverts par le lait cru et par les importations de lait UHT. Il existait une opportunité pour le traitement du lait produit localement. Au début, la laiterie a été perçue comme un concurrent par les producteurs de lait. Cependant, ils ont constaté qu'en période de faible demande, la laiterie

pouvait absorber une partie de leur production. Le manque de fourrage, dû à la sécheresse chronique et au surpâturage, pèse gravement sur la production laitière. Le bétail peut cependant bénéficier de sous-produits de rizerie, ainsi que d'importations de tourteau d'arachide sénégalais. L'éloignement des producteurs qui optimisent l'exploitation des pâturages, ne facilite pas la collecte du lait, surtout en saison humide. En saison sèche, les troupeaux se rapprochent des villes, et l'offre de lait est alors à son maximum, alors que la demande est faible. Le prix du lait cru est alors à son plus bas niveau, et les ventes de la laiterie diminuent. En période de forte demande, le prix élevé du lait cru prive la laiterie d'une partie de son approvisionnement. D'autres facteurs influent sur la consommation préférentielle de lait cru : ce sont par exemple les fêtes religieuses ou les périodes de vacances scolaires, lorsque les gens vont vivre sous la tente à la manière traditionnelle. Les tarifs douaniers favorisent les produits importés : ils sont taxés à 10 %, alors que les emballages utilisés par la laiterie pour le conditionnement du lait le sont à 32 % (1).

En République Centrafricaine, les pasteurs Peuls Mbororo tirent 92 % de leurs ressources de la vente de leur bétail. Ils vivent dispersés dans les zones de pâturages, loin des voies de communication. Ils assurent l'approvisionnement des différents marchés du pays en viande et en cuir. Mais le lait reste très peu valorisé, la part des produits laitiers dans les recettes annuelles des foyers n'étant que de 3 % en moyenne. Le lait constitue la base de l'alimentation des éleveurs qui le consomment frais ou transformé en caillé ou en beurre. Les Mbororo du Niger consomment jusqu'à 5 litres de lait par jour en saison des pluies. Il n'existe pas de tradition fromagère. Les femmes s'occupent de la traite des vaches, ainsi que de la transformation et de la valorisation du lait pour les besoins familiaux et pour la vente. Mais l'absence de moyens de conservation et de transformation du lait frais limitent la commercialisation aux villages voisins. Les agriculteurs villageois consomment en général peu de lait, et disposent de ressources insuffisantes pour en acheter. La mévente du lait est donc chronique (10).

Au Kenya, la plupart des paysans ont un très faible pouvoir d'achat. Ils produisent pour la subsistance du foyer familial selon les procédés traditionnels. Il y a peu d'incitation pour la fabrication de produits dérivés, du fait de la forte concurrence exercée par les marchés lointains. Les barrières douanières devraient pousser les politiques à intervenir pour promouvoir le développement d'une filière laitière nationale dans le cadre de l'OMC. C'est oublier que les accords de l'OMC créent des marchés pour les pays industrialisés, pas pour les PED : les déséquilibres en matière de technologie, de santé, etc. sont beaucoup trop accusés. Le choix des technologies doit être adapté aux situations locales, variables d'un pays à l'autre, et toujours tenir compte du pouvoir d'achat. Les grandes faiblesses des efforts de développement sont 1) la non-adéquation des transferts de technologies, 2) le niveau des financements et 3) la trop stricte planification des programmes. Le résultat est un fréquent gaspillage en ressources humaines et financières. Le développement des technologies de transformation du lait à petite échelle doit être relié au développement économique général (44).

Dans les tribus nomades du Nord Kenya, les pratiques séculaires de conduite des troupeaux camélins sont souvent contre-productives. Certaines modifications pourraient pourtant aider les éleveurs à tirer un meilleur parti de leurs troupeaux. La femelle du dromadaire est réputée pour son haut niveau de production laitière (de 3 à 7 kg de lait par jour en moyenne selon les pratiques et les régions). Souvent, la chamelle continue de produire du lait en saison sèche, en raison de la longueur de la lactation dans cette espèce (jusqu'à 18 mois), alors que les femelles des autres espèces laitières sont tarées. La fréquence de la traite

chez la chamelle, dont la mamelle n'est anatomiquement pas adaptée au stockage du lait sécrété, agit positivement sur la sécrétion lactée et sur la productivité. En s'appuyant sur ces particularités spécifiques, et en adoptant certaines pratiques d'intensification (supplémentation, contrôle sanitaire), les éleveurs pourraient améliorer considérablement la production laitière de leurs troupeaux (18).

En République Dominicaine, les fermiers sont soumis à une très forte concurrence du fait des importations massives de lait en poudre en provenance de l'Union Européenne. Les coupures de courant étant fréquentes et durables dans les campagnes, les gens ne peuvent recourir à la réfrigération du lait pour la conservation. Aussi, ils optent pour l'achat de lait UHT, en partie fabriqué à l'aide de lait en poudre. S'ils n'ont pas les moyens de se procurer ce lait UHT (vendu 1 US\$ le litre) ou du lait en poudre, ils achètent du lait cru non traité. Il faudrait pouvoir proposer du lait frais pasteurisé à un prix abordable : le marché existe (53).

En Inde, des produits traditionnels très divers occupent 90 % du marché des produits laitiers. Le lait entre dans la composition de très nombreux mets et pâtisseries. Le lait et ses dérivés sont consommés frais sur les lieux mêmes de la production, ce qui minimise les besoins en transport et en réfrigération. Les consommateurs achètent leur lait souvent deux fois par jour et ont recours à l'ébullition et à la fermentation. L'industrie laitière s'efforce de placer sa technicité au service des produits traditionnels, mais pour l'instant elle doit se contenter de traiter seulement 10 à 12 % du lait produit dans le pays (39).

Les pasteurs des troupeaux de Mongolie et du Tibet exploitent le lait de plusieurs espèces : chammelles, yacks, vaches, brebis et juments. Bien que les marchés soient achalandés avec une grande variété de produits, les pasteurs ne peuvent écouler toute leur production en raison des distances. Aussi, les importations de poudre de lait sont-elles inévitables. Cependant les pasteurs obtiennent de la poudre de lait de la façon suivante : des tissus absorbants sont imbibés de lait puis suspendus et exposés aux rayons du soleil et aux vents. La poudre est ensuite extraite des tissus par battage ou secouage. La méthode a pour effet de prolonger la durée de conservation du lait (46).

Le danger majeur de ces produits déshydratés est représenté par la présence de salmonelles. L'approvisionnement de l'Afrique en lait se fait encore principalement grâce aux laits en poudre d'importation. Il est impératif de procéder à la reconstitution de ces laits à l'aide d'eau bouillie stérile (13).

1-2 Rôle des importations

L'Afrique a importé en 1998 plus de 1,28 million de tonnes d'équivalents lait, dont 510 mille tonnes de lait en poudre (soit 17 % des importations mondiales) (23). Non seulement ces importations handicapent fortement le développement d'une filière locale de produits laitiers, mais encore elles contribuent à accroître l'endettement des pays les plus démunis. Une dépression des prix internationaux des produits laitiers accompagnée d'une surévaluation des monnaies facilite l'augmentation des importations et exerce un effet dépressif sur le développement de la production nationale. L'instauration de barrières tarifaires élevées pour limiter les impacts négatifs de ces importations reste une mesure difficile pour un Etat isolé. Les conditions rencontrées sur le marché mondial du lait et des produits laitiers ont jusqu'ici été favorables au développement de ces transactions. D'un côté, les pays industrialisés ont cherché un débouché pour des excédents structurels qui encombraient leur propre marché, et grâce à des subventions accordées à leurs exportations, ils ont facilement pris pied sur les

marchés déficitaires en lait et produits laitiers des pays africains ; de l'autre, ces pays ont bien accueilli ces produits, car ils permettaient de résorber en partie les problèmes alimentaires et nutritionnels chroniques trop fréquents. De plus, ces produits fortement subventionnés arrivaient sur les marchés africains à des prix modérés compatibles avec le niveau de vie local (12).

Mais le processus semble trouver ses limites. D'une part, les pays développés s'efforcent de maîtriser leur production laitière et ses excédents coûteux ; de l'autre, les importations de lait et produits laitiers par les pays africains représentent un coût toujours trop élevé pour des balances commerciales fragilisées par la baisse des revenus d'exportation. Le marché mondial du lait devrait se rétrécir avec en conséquence une augmentation des prix résultant de la baisse de l'offre des pays industrialisés. En outre, la dépréciation des monnaies va accroître le coût des importations.

Dans les pays africains, la recherche de l'autosuffisance en produits laitiers répond à des objectifs politiques. Sur le plan économique, cela peut se traduire par d'importantes pertes et par un gaspillage en ressources disponibles. La concurrence, lorsqu'elle s'exerce, entre les importations et les produits locaux résulte de la comparaison entre le coût de la production intérieure et le prix franco frontière équivalent. Mais le cloisonnement des marchés peut atténuer cette concurrence. A cet égard, on peut opérer une distinction entre les régions côtières, où les importations bon marché couvrent la totalité de la demande, et les autres régions, plus enclavées, conservant un bon potentiel de production qui pourra être stimulé par un programme régional de développement laitier. Au Mali, par exemple, les importations sont sans effets sur l'économie pastorale du nord du pays, pas plus que sur les producteurs sédentaires du sud, en raison, d'une part, de l'inadéquation des infrastructures et des systèmes de distribution, et d'autre part, de la préférence des consommateurs pour le lait frais. Etant donné le faible pouvoir d'achat de la population en général, les bas prix des importations leur confèrent un avantage certain. Cependant, les importations sont nécessaires au fonctionnement des unités de traitement en période de soudure ; la production locale, qu'elle soit traditionnelle ou intensive en zone périurbaine, n'est pas en mesure de répondre à la demande à des prix compatibles avec les revenus ; les produits importés présentent une facilité de conservation que ne possèdent pas les produits élaborés localement.

L'aide alimentaire aux populations défavorisées peut induire des effets négatifs sur la production locale. Si les produits de l'aide entrent en concurrence avec les produits locaux, il convient d'en fixer le prix. Au contraire, on assiste souvent à la mise en place de systèmes de subventions des prix à la consommation, alors qu'il faudrait vendre les produits de l'aide de manière à stimuler la production locale. Parfois, le cloisonnement des marchés peut jouer un rôle protecteur. Souvent, les recettes issues de l'aide alimentaire ne sont pas investies dans le secteur laitier.

En définitive :

- Une augmentation des importations n'entrave pas obligatoirement la production nationale de lait dans la mesure où les marchés des produits importés ne sont pas les mêmes que ceux des produits locaux.
- L'aide alimentaire en vue du développement de l'industrie laitière doit être rigoureuse pour éviter les dérapages.
- L'autosuffisance en produits laitiers ne doit pas constituer l'unique objectif (20).

1-3 Stratégies de développement

Dès lors, la seule réponse possible face à ces nouvelles données est de favoriser l'émergence de filières lait développées à partir du troupeau bovin existant, afin de substituer aux importations des produits d'origine locale, partout où pourra se mettre en place une production rentable. Mais cette substitution ne pourra s'opérer qu'à long terme, le temps de mettre sur pied une production économiquement viable : sélection, gestion des troupeaux, collecte et traitement du lait, distribution, etc., sans oublier les mesures d'accompagnement nécessaires à la sauvegarde de la cohésion sociale. En attendant, l'élaboration par les gouvernements de politiques de production nationale couplée aux importations serait capable de satisfaire une demande différenciée. Pour cela, les services gouvernementaux concernés devraient mettre au point un système d'informations nécessaire pour éviter empirisme et gaspillage des ressources. Par exemple, il faudrait :

- recueillir des données sur la production laitière, localiser les régions de production, identifier les contraintes et insuffisances techniques ou économiques, les structures des coûts inhérents à chaque système de production ;
- étudier le cloisonnement des marchés, la préférence de groupes de consommateurs pour certains produits, la localisation géographique de ces groupes, l'influence du pouvoir d'achat, l'utilisation des divers produits laitiers ;
- s'intéresser aux systèmes de commercialisation et de distribution, par l'étude des prix franco frontière des divers produits, des circuits de distribution des produits locaux et importés, des coûts et de la rentabilité de ces circuits, des obstacles au ramassage du lait local et à la distribution des produits d'importation (20, 22).

Augmenter la quantité de lait local sur les marchés urbains, dont l'approvisionnement demeure problématique, mais également sur les marchés ruraux, ne va pas sans soulever de nombreuses questions.

Ainsi, la **collecte du lait** des éleveurs traditionnels par des unités de transformation est rendue difficile par son coût, par la concurrence de la filière informelle et le déficit laitier en saison sèche. L'intensification progressive de la production traditionnelle suppose une modification de la gestion du troupeau, l'accès aux intrants tels que les compléments alimentaires et l'introduction de pratiques nouvelles comme les cultures fourragères. Même si les coûts de production sont abaissés, des prix bas à la consommation ne sont pas garantis et le problème de la demande solvable demeure entier. Il s'agit en fin de compte de trouver un équilibre entre une politique de développement de la production bénéficiant aux éleveurs et une politique visant à assurer à la population l'accès aux produits laitiers, actuellement possible grâce aux importations.

Le développement de **ceintures laitières périurbaines** suppose l'intensification de la production et l'amélioration des élevages traditionnels périurbains, ce qui a pour effet d'augmenter la pression sur le foncier et le coût de production du litre de lait. Les éleveurs sont généralement pluri-actifs et associent à la production de lait des activités souvent plus lucratives telles que le maraîchage ou la production de fruits. Les producteurs de lait périurbains, souvent des fonctionnaires ou des commerçants, deviennent alors les principaux fournisseurs des unités de traitement. Dans ce cadre, l'introduction de races exotiques pures a été un échec total (12).

Améliorer la productivité des élevages, réduire les coûts de production, abaisser le niveau des contraintes pesant sur la collecte, soutenir les initiatives des agents informels, tout

en maintenant un certain niveau d'importation, cet ensemble stratégique peut être à la base du développement de filières lait intégrées, dynamiques et viables.

CHAPITRE II : Pertinence du traitement à petite échelle

2-1 Quelle place pour le traitement à petite échelle ?

2-1-1 Etat de la filière moderne. Laiteries industrielles

Il faut rappeler que la filière moderne est alimentée par les importations de produits laitiers, situation qui s'explique par une demande croissante liée à l'augmentation de la population, au phénomène d'urbanisation et à l'état de la production nationale, peu développée et désorganisée. L'exemple de Bouaké, en Côte d'Ivoire, est à cet égard, riche d'enseignements. Seule la filière moderne y est actuellement opérationnelle. Les ressources et les potentialités d'un cheptel laitier réduit et caractérisé par un faible niveau de production semblent très compromises. Une expérience fondée sur l'exploitation laitière du troupeau du Centre de Recherches Zootechniques de Bouaké entre 1973 et 1977 a tourné court. Le CRZ commercialisait du lait écrémé pasteurisé. La place est laissée libre aux agents de la filière moderne que sont 1) les industriels de la transformation, 2) les groupes de distribution et chaînes de grossistes, 3) les distributeurs auprès des grossistes et 4) les groupes de distribution au détail (19).

En Ethiopie, les entreprises paraétatiques de traitement et de transformation du lait font l'objet de nombreuses critiques. En raison du mauvais entretien du matériel et de sa défaillance fréquente, certaines opérations de traitement sont effectuées manuellement, avec l'apparition de risques en aval de la pasteurisation. Les contrôles bactériens ne sont pas effectués. D'une manière générale, l'absence de rentabilité et de responsabilité rend ces entreprises non fiables en raison du non respect des bonnes pratiques. La privatisation, si elle permet à l'entrepreneur d'obtenir prêts et facilités, est loin de résoudre tous les problèmes, ne serait-ce qu'à cause du manque de concertation et de l'absence d'organisations de producteurs (6).

En fait, l'unité industrielle devrait jouer le rôle d'interface entre la production de lait locale et les consommateurs urbains, et assurer le relais entre l'utilisation de la poudre de lait, indispensable au départ, et le lait disponible localement. Lors de la phase de fonctionnement à l'aide des poudres importées, l'usine pourrait tester les procédés, acquérir une image de marque, consolider les réseaux de distribution. L'aide alimentaire pourrait générer des surplus financiers pour développer la production locale (12).

2-1-2 Causes des échecs

Un niveau de fonctionnement insuffisant et des investissements non rentables ont entraîné l'échec des grosses unités du secteur public alors que celles du secteur privé connaissent de graves difficultés. Sont en cause la gestion technique et financière, ainsi que l'emploi d'un personnel pléthorique et mal formé. L'approvisionnement en lait pose de nombreux problèmes dans la mesure où il n'existe pas de solidarité entre le producteur et la laiterie. Celle-ci doit faire face à des frais industriels, des coûts de conditionnement et de commercialisation. Les laiteries s'efforcent d'acheter à moindre prix le lait des producteurs :

le différentiel ne suffit pas à être concurrentiel. Il en résulte des ventes à perte, avec recours aux subventions (12).

A Addis-Abeba, la tendance actuelle à la privatisation met en évidence les carences de la filière : les producteurs auraient besoin de conseils sur la nutrition animale et la génétique, les nouveaux entrepreneurs se plaignent du manque d'articulation avec les producteurs, du manque d'information sur le matériel à acquérir et les investissements à accomplir, de la non disponibilité du petit matériel de laiterie ainsi que de la rareté de certains intrants indispensables (présure) (6).

Dans les PED, il y a trois manières de gérer une laiterie : la gestion peut être publique, c'est-à-dire organisée par l'Etat. En perte de vitesse, ce mode de gestion est réputé inefficace. La gestion peut être collective, c'est-à-dire mise en œuvre par une communauté, une ONG, une coopérative, etc. Cela reste à la mode bien que la gestion de type socialiste soit périmée ; la question est de savoir si ça marche. Enfin, la gestion peut être privée et c'est le fait des particuliers ou des entreprises. Ce mode de gestion est considéré avec défiance par le précédent, en dépit de ses aspects positifs. En Mauritanie, onze années de gestion privée ont permis d'accumuler une intéressante somme d'expériences. On peut en conclure que ce n'est pas la notion de profit maximum qui régit ce mode de gestion, mais plutôt celle de critère qualitatif (30).

Dans les années soixante, le traitement du lait dans les pays en développement était calqué sur le modèle européen de traitement centralisé, avec des capacités allant de 30 000 à 60 000 litres de lait par jour. Les usines fonctionnaient à l'électricité ; le lait pasteurisé était conditionné surtout en emballages d'usage unique qui devaient être importés. Les volumes de lait disponibles sur place étaient bien trop faibles et la production bien trop dispersée pour alimenter ces usines, si bien que ces dernières avaient recours aux importations de lait en poudre pour combler le déficit de lait local. En raison de cette dépendance, il était très clair que ces grandes laiteries régies par l'Etat n'étaient pas rentables. A la fin des années 70, début des années 80, les industriels installateurs de laiteries cherchèrent à populariser le concept de « minilaiteries », livrées « clé en main », dont la capacité moyenne permettait le traitement de 500 litres de lait à l'heure, et jusqu'à 5 000 litres par cycles de huit heures. Bien que l'idée en soi fût intéressante, la plupart des expériences de petites laiteries fut un échec principalement en raison de la mainmise de l'Etat et de sa mauvaise gestion. Souvent, même ces minilaiteries étaient encore trop importantes en regard des faibles volumes de lait disponibles localement (parfois moins de 2 000 litres par jour) (42).

2-1-3 Arguments en faveur du traitement à petite échelle

La diversification des petites entreprises s'appuie sur les stratégies des entrepreneurs, leur rythme d'activité, la gestion de la main d'œuvre, l'équipement, les quantités traitées par rapport au cycle de production, les stratégies commerciales (circuit de distribution, prix, gamme de produits proposés, promotions éventuelles), le mode de financement, la connaissance des autres entrepreneurs, des fournisseurs, des clients, les relations avec les pouvoirs publics. Cette définition peut servir de clé pour le développement d'une filière lait véritablement intégrée (6).

Dans les PED, selon le niveau de développement de l'industrie laitière, la production va du lait cru ainsi que de quelques produits locaux peu élaborés, au lait pasteurisé ou UHT et quelques produits « de luxe ». Aussi, le lait liquide reste-t-il une base fondamentale pour l'émergence d'une industrie laitière solide dans les PED. Ce constat se trouve conforté par l'

évolution de la démographie et la rapide urbanisation dans ces pays. Il est donc urgent que la capacité à collecter, acheminer, traiter et commercialiser le lait se développe pour faire face à la demande croissante de lait traité de la part des populations urbaines en expansion dans les PED. Etant donné l'état de l'industrie laitière et les infrastructures dans lesquelles elle s'inscrit dans la plupart de ces pays, le défi est loin d'être aisé à relever. Les raisons de cet état de fait sont très diverses. L'usine est souvent située en ville, loin des producteurs de lait implantés en zone rurale où le réseau routier est dans un tel état de délabrement qu'il n'est rentable ni pour l'industriel, ni pour le producteur, d'envisager le transport du lait, surtout en saison des pluies. Le marché du lait se trouve dérégulé du fait de la présence de détaillants offrant du lait cru bon marché à des consommateurs pauvres. Le lait est ensuite bouilli à la maison. Dans certains pays comme la Tanzanie, la vente informelle de lait cru compte pour plus de 90 % des ventes de lait. Dans les centres urbains, la plupart des bas revenus ne peuvent se permettre de supporter le coût du lait pasteurisé, surtout quand l'emballage utilisé coûte de -20 à 30 % du prix de vente du lait cru au détail. Les coûts de traitement du lait sont élevés en raison d'une utilisation non raisonnée des potentialités de l'usine, des tarifs élevés de l'électricité, des taxes sur le lait traité alors que le lait cru en est exempt. Malgré les avancées technologiques réalisées dans l'industrie laitière et les campagnes menées dans les PED en faveur de l'implantation d'usines de grande taille, le concept et la nécessité d'unités de traitement du lait à petite échelle restent des notions tout à fait valides et pertinentes dans tous les pays voulant se doter d'une industrie laitière (42). A Nouakchott, le lait cru est présent en abondance sur les marchés informels, mais la pertinence du traitement à petite échelle n'est plus à démontrer. Les avantages en sont nombreux :

- amélioration de la qualité, protection de la santé humaine ;
- élargissement du marché, socialement et géographiquement parlant. Le lait conditionné et les produits laitiers traités se conservent plus longtemps. Leur présence sur les marchés urbains est plus facilement assurée ;
- l'accroissement des ventes signifie davantage de revenus pour les fermiers ;
- c'est la clé de l'évolution vers une industrie laitière moderne.

En Mauritanie, les produits laitiers locaux sont en concurrence avec une infinie variété de produits importés. Les consommateurs n'auront pas forcément de préférence pour la production locale, excepté si la qualité en est au moins équivalente. Il est donc impératif de privilégier la qualité. Mais grâce à un engagement qualitatif de longue date, le lait local est en passe de s'imposer sur les marchés, même si les prix étaient encore il y a peu supérieurs à ceux des importations. Le lait traité convenablement présente deux avantages majeurs : 1) il a bon goût et 2) il se conserve plus longtemps. Le lait tourne rapidement s'il contient des germes. Les méthodes modernes de traitement permettent de mettre en vente davantage de lait à un meilleur prix et, en raison de sa meilleure conservation, d'atteindre des marchés plus lointains. Acheter du lait à de pauvres bergers et le revendre ensuite à des résidents urbains disposant de revenus moyens ou élevés peut paraître socialement et politiquement incorrect, mais c'est le seul moyen pour que les bergers accèdent aux revenus monétaires. Ils peuvent disposer de cet argent pour mieux nourrir et soigner leur bétail, accroître ainsi la valeur de leur capital, augmenter les revenus provenant de la production de viande, et finalement élever leur niveau de vie. En conclusion, cette expérience laitière mauritanienne confirme que partout où existe un marché pour des produits laitiers de haute qualité, comme dans les grandes villes, il est préférable de mettre sur pied des installations modernes pour fabriquer des produits d'appel à partir de lait frais collecté dans les villages.

Il y a en Afrique un marché pour des produits de qualité. Dans cette perspective, il convient de trouver le moyen d'aider les villageois à améliorer la qualité de leurs produits. L'emploi de technologies simples permettant de proposer des produits peu chers peut être une

solution. Cependant, il ne faudrait pas, en proposant seulement des techniques rudimentaires, laisser les pays pauvres loin derrière le reste du monde. Le développement doit venir des populations elles-mêmes. Après l'étape du village laitier, doit venir celle de la minilaiterie moderne. Encourager les entrepreneurs et les ingénieurs locaux à associer leurs compétences pour installer des laiteries privées aidera d'une part le lait à gagner les marchés urbains et d'autre part l'argent à faire retour aux villageois. En définitive, ce qu'il faut, c'est d'abord un savoir-faire industriel pratique, réel et solide, et ensuite des équipements de seconde main pour démarrer (30).

2-2 Solutions techniques

2-2-1 Minilaiteries

Si-l'on s'en tient à la définition, les unités de traitement du lait à petite échelle sont celles qui manipulent plus de 500 litres de lait par jour, mais moins de 5 000 litres. Cependant, à un niveau encore inférieur, il ne faudrait pas négliger les « technologies » en usage dans les foyers, qui revêtent une grande importance pour la sécurité alimentaire des familles et les procédés traditionnels de traitement du lait. Ces définitions ont leur importance, car ce qui est classé « petite échelle » dans une région peut devenir « échelle moyenne » dans une autre, selon le stade de développement. En outre, ces distinctions doivent influencer sur le choix de la technologie la plus adaptée.

Alors que le traitement du lait à petite échelle reste incontournable dans les PED, des unités complètes, peu onéreuses, pouvant fonctionner efficacement avec l'apport de moins de 5 000 litres de lait par jour, ne semblent pas actuellement disponibles sur le marché. Il faut passer pour l'instant par l'assemblage de divers éléments provenant de différents fabricants pour constituer une unité complète de traitement pouvant correspondre aux besoins manifestés localement. La plupart des utilisateurs potentiels de telles installations ne savent où s'adresser pour obtenir l'équipement convenant à leur choix. Alors que les technologies de base sont parfaitement rodées en ce qui concerne les installations à grande échelle, le défi pour les PED réside dans la miniaturisation de ces savoir-faire de manière à les rendre accessibles et opérationnels dans la plus petite laiterie de la région la plus reculée du monde en développement (42).

Au Brésil, il existe de petites unités pour la pasteurisation qui peuvent traiter jusqu'à mille litres de lait par jour. La technique est simple et l'équipement spécialement conçu pour ce type de petites unités. Le conditionnement a lieu en sachets plastique, et la vente se fait sur le marché local. Mais la commercialisation et la distribution doivent faire face à de nombreuses difficultés. Nombreux sont les producteurs informels de fromages. Les prix sont bas, mais la qualité est médiocre. Cependant, ces produits illégaux conservent leur part de marché. Sont aussi présentes des laiteries à production diversifiée, traitant jusqu'à 3 000 litres de lait par jour. Elles produisent des fromages, yaourts et du lait pasteurisé. Les investissements dans ce type d'entreprise nécessitent une évaluation minutieuse du marché (33).

Il est nécessaire d'adapter la taille des unités de traitement aux conditions économiques prévalant dans le pays considéré. Les unités de traitement à petite échelle présentent un certain nombre d'inconvénients, mais sont souvent plus faciles à gérer, et d'une manière plus durable que les grosses unités. Le traitement peut rester simple et assurer la conservation du lait, sans que ses qualités nutritives soient altérées. La formation des fermiers

pour une meilleure hygiène de fabrication et pour une amélioration de la qualité des produits demeure indispensable. Dans un premier temps, le choix d'un traitement simple suffit à assurer la préservation du lait, assurer un revenu régulier et procurer aux foyers un aliment à la fois sûr et nutritif (51).

En Mauritanie, une entreprise privée, la « Laitière de Mauritanie » installée au départ par une femme disposant de peu de liquidités pour investir, a bénéficié d'un prêt de l'AFD (Agence Française de Développement). Elle s'est appuyée au début sur le concept de minilaiterie dotée d'un équipement moderne pour le traitement du lait à petite échelle, s'approvisionnant en lait frais auprès des troupeaux semi-nomades, à l'exclusion de laits fermiers, de poudre de lait, de lait provenant de vaches haute-productrices, etc. En 1989, le seul lait disponible était le lait de chamelle (dromadaire femelle), puis ce fut le tour du lait de vache, et récemment celui du lait de chèvre. Pendant trois ans, l'entreprise a végété, traitant seulement 200 litres de lait par jour, puis la croissance fut au rendez-vous, et les moyennes actuelles de lait traité se situent au dessus de 10 000 litres de lait par jour, permettant un assortiment de 14 produits différents. Le lait de vache représente 60 à 70 % du débit de la laiterie, mais le lait de chamelle se maintient à un bon niveau. Le lait de chamelle n'est pas chose courante pour un Européen, cependant en ce qui concerne les objectifs pratiques d'une laiterie, excepté la fabrication de fromage, plus difficile et moins rentable, il est équivalent au lait de vache : outre que vaches et chammelles sont la propriété des mêmes éleveurs, la quantité de lait produite par l'une et l'autre espèce ainsi que les méthodes de traitement sont identiques. Les laits de vache, de chamelle et de chèvre sont collectés et traités séparément, à l'exception d'un seul produit (lait de mélange vache-chamelle). Quatre types de lait pasteurisé (chamelle, vache, demi-écrémé, lait de mélange vache-chamelle) sont conditionnés en emballage carton de un demi-litre ; le lait chocolaté et trois types de lait fermenté (chamelle, vache, chèvre) sont conditionnés en sachets ; crème et beurre en pots plastique capsulés ; les yaourts ainsi que deux sortes de fromages-maison sont présentés en pots plastique scellés par un film d'aluminium ; le ghee (beurre fondu) est conditionné en bocaux de verre recyclé fermé par des couvercles (30).

Le traitement du lait s'effectue de manière simple et moderne : la laiterie est équipée d'un pasteurisateur à plaques « Microtherm » et d'une conditionneuse « Nova ». Les équipements sont en acier inoxydable. Les emballages sont en carton imperméabilisé « Variopak ». Les locaux sont en béton et l'hygiène en est facilitée par la pose de carrelage jusqu'à 2 mètres de hauteur. Le nettoyage a lieu en circuit fermé et s'effectue à l'aide d'une solution de soude, d'un désincrustant et d'un désinfectant (produits d'importation). Le personnel porte une tenue imposée qui passe chaque jour au blanchissage. Le lait est testé dès son arrivée pour l'acidité et pour la densité. Le contrôle de la qualité a lieu à l'extérieur après pasteurisation. Les éleveurs sont astreints au nettoyage des ustensiles de traite, alors que les bidons de collecte sont fournis et nettoyés par la laiterie. Compte tenu de la difficulté de trouver des pièces détachées, la laiterie s'assure les services d'un technicien local pour la maintenance des installations (1).

2-2-2 Microlaiteries

Le système « Milkpro »

Ce système de traitement du lait directement à la ferme a été mis au point en Afrique du Sud en vue de venir en aide aux fermes laitières de petite taille, sachant les difficultés rencontrées par ces établissements lorsqu'ils veulent pasteuriser, conditionner et

commercialiser eux-mêmes leur lait. Lors de la mise au point du système, il a été tenu compte de plusieurs critères :

- investissement initial réduit,
- production de lait pasteurisé de haute qualité malgré un contexte hostile,
- fonctionnement facile et bon marché, avec un faible degré de complexité,
- maintenance aisée,
- respect de l'environnement.

Pour satisfaire ces critères, il fallait revoir complètement le concept de pasteurisation. Au moment où fut conçu le système Milkpro, la pasteurisation directe en conteneur n'était pas une chose nouvelle, cependant la technique était plutôt mieux adaptée à la pasteurisation d'aliments conditionnés en emballages de verre, tels que bières, confitures, etc., qui pouvaient supporter les hautes températures exigées par ce type d'aliments. Mais aux températures recommandées pour la pasteurisation du lait, il n'est pas nécessaire d'employer le verre : à 65°C, le polyéthylène, de haute ou basse densité (*HDPE-LDPE* : *high density, low density polythene*), dont l'usage est fréquent en industrie alimentaire, n'est pas altéré et ne transmet aucun goût au lait. L'idée selon laquelle le lait pouvait être emballé avant même la pasteurisation, puis pasteurisé dans son emballage, commençait à prendre corps. L'exigence d'équipements en acier inoxydable disparaissait, avec pour conséquence une baisse spectaculaire du coût d'installation. Ainsi le système proposé peut accomplir les trois tâches suivantes :

- placer le lait directement dans son emballage scellé au moment de la traite des vaches,
- pasteuriser le lait ainsi conditionné, par pasteurisation basse (65°C pendant 30 minutes),
- refroidir le lait pasteurisé à une température de stockage de moins de 5°C.

En satisfaisant tous les critères requis, le système devrait connaître le succès et s'imposer partout. Après la phase de pasteurisation, il n'y a plus de contamination possible, tant qu'il n'y a pas effraction de l'emballage lors de la consommation. La conservation peut se faire au réfrigérateur (< 5°C) jusqu'à deux semaines. Diverses formes d'emballages sont possibles : sachets souples ou bouteilles. Le lait pasteurisé dans ces conditions satisfait de façon constante aux contrôles de qualité. L'ensemble du travail s'effectue manuellement, et la maintenance comme les manipulations s'en trouvent simplifiées. Le nettoyage est aisé, puisque seul le dispositif de remplissage nécessite un entretien quotidien. L'eau utilisée pour chauffer puis refroidir le lait doit être remplacée seulement dans le cas où un emballage n'est pas correctement scellé et présente alors des fuites.

Le système est suffisamment souple pour qu'une unité standard puisse traiter de manière rentable un volume compris entre 100 et 1 000 litres de lait quotidiennement. Le seul inconvénient réside dans le fait qu'il fonctionne à l'électricité (prise de courant monophasé, 240 V) et que celle-ci n'est parfois pas disponible dans certaines contrées reculées. Le courant électrique peut cependant être produit par un groupe électrogène. Pour pallier cette contrainte, des solutions alternatives sont actuellement à l'étude, avec par exemple l'utilisation de biogaz ou de l'énergie solaire. Le nettoyage et la maintenance sont aisés et l'exploitation peut parfaitement avoir lieu dans des locaux déjà existants.

On doit cependant mettre en relief le fait qu'un système assez novateur comme celui-ci, même s'il présente peu de contraintes d'usage, exige néanmoins un certain niveau de savoir-faire technique pour fonctionner de façon optimale. Ce savoir-faire est transmis et entretenu par le fabricant aussi longtemps que le contact est maintenu. L'acquéreur d'une unité du système Milkpro pour la Mauritanie a malheureusement rompu très tôt les relations avec le fabricant, pour des raisons qui échappent à ce dernier, si bien que personne n'eut connaissance des problèmes rencontrés. Sans connaissance de la nature des défaillances, il est difficile d'apporter les commentaires appropriés. Ceci dit, certaines expériences en Afrique

du Sud perdurent depuis maintenant huit ans sans le moindre problème. En outre, le système a évolué au fil du temps et des améliorations lui ont été apportées de manière opportune. La fabrication de l'appareil en Afrique du Sud a permis de garantir des prix fermes en dollars pendant les quatre dernières années et d'améliorer constamment la qualité pendant toute cette période.

Au Kenya, le système Milkpro de pasteurisation et de conditionnement du lait a été testé sur le terrain, en collaboration avec le Programme de formation laitière de la FAO pour le secteur laitier à petite échelle. L'Institut de formation laitière de Naivasha (*Naivasha Dairy Training Institute*) a encouragé et favorisé son adoption par des groupes de petits fermiers. Les résultats de cette promotion sont très prometteurs et les petits producteurs bénéficient de la valeur ajoutée grâce à la commercialisation, sur les marchés locaux et dans les centres urbains, d'un lait d'une durée de conservation allongée (25, 40, ANNEXE I).

Le Système lactoperoxydase (LPs)

1- Contexte

Pour les éleveurs, le lait constitue un revenu sûr et constant. C'est un élément clé pour la sécurité alimentaire du foyer. Le surplus de lait procure des revenus aux femmes et aux enfants qui sont d'ordinaire en charge des animaux laitiers, chèvres, brebis et vaches. Le lait fournit en général le seul revenu régulier des familles rurales et reste essentiel à leur survie. Dans les zones reculées où il y a une demande pour du lait frais de bonne qualité, les producteurs sont confrontés à l'éloignement des marchés. La plupart n'y ont pas accès et les intermédiaires raflent la plus grande partie du prix de vente. Le lait peut être transporté non réfrigéré sur une distance de 20 km, mais commence rapidement à s'altérer. Il tourne et devient vite inconsommable. Le lait est le dernier lien nutritionnel entre le mammifère et son produit. De même qu'il assure la nutrition complète de tout nouveau-né, il contient des facteurs antibactériens qui protègent le jeune qui tète de maladies infectieuses diverses. Le colostrum contient des facteurs immuns essentiels. Dans les années 60, on a découvert dans le lait un système enzymatique naturel contribuant à sa préservation. L'enzyme est une lactoperoxydase, (LP) et on a mis au point, au terme de recherches approfondies, un procédé simple de réactivation du système. Ce dernier maintient la qualité du lait pendant 7 à 8 heures à température ambiante tropicale (30°C) au lieu de moins de 2 heures environ.

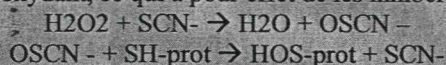
2- Description

La LP est une enzyme naturellement présente dans le lait. Elle possède la particularité biologique d'exercer un effet antibactérien en présence d'eau oxygénée (H₂O₂) et de thiocyanate (*cf. encadré*). Ces deux substances sont présentes dans le lait à des concentrations variées. La méthode d'activation, appliquée par un technicien qualifié au niveau du point de collecte, consiste à ajouter 10 ppm de thiocyanate (en poudre) au lait cru de manière à en élever la teneur de 5 ppm à 15 ppm. La solution est soigneusement mélangée pendant 30 secondes, puis une quantité équimolaire (8,5 ppm) d' H₂O₂ est ajoutée (sous forme de granulés de peroxy-hydrate de sodium carbonaté). Le lait peut alors être transporté du point de collecte jusqu'à l'unité de traitement dans les délais figurant au Tableau I. Cela accroît notablement les revenus de la ferme et du groupement de producteurs. Après 15 ans d'expérience sur le terrain dans les pays industrialisés comme dans les PED, un code d'usage pour la mise en œuvre d'une méthode alternative de conservation du lait (LPs) a été approuvé par le Comité d'Experts pour les additifs alimentaires en 1989 (FAO-OMS) et par la

Commission du Codex Alimentarius en 1991. Le LPs est bon marché, facile à utiliser, applicable dans les PED moyennant un minimum de formation (26).

La Banque Mondiale estime que 20 % du lait produit dans les PED est détruit. L'usage du LPs peut accroître la part de lait cru collecté et traité à partir de zones manquant d'infrastructures laitières. Les producteurs à petite échelle, souvent des femmes, vont pouvoir augmenter leurs revenus grâce aux ventes de surplus et ce, dans l'intérêt du consommateur. La production de lait va se trouver stimulée, la possibilité de vendre du lait sur les marchés urbains va se renforcer et les pertes de lait vont finir par se réduire. Lorsque le LPs est adopté, on peut espérer jusqu'à 40 % d'accroissement de la quantité de lait disponible pour le traitement. Le dernier bénéficiaire sera le consommateur qui aura accès à un lait de qualité garantie.

L'enzyme sert de catalyseur dans la réaction d'oxydation du SCN⁻ par H₂O₂. Les produits de la réaction d'oxydation [OSCN⁻ et O₂SCN⁻] réagissent avec les radicaux -SH libres des protéines de la membrane des bactéries en les oxydant, ce qui a pour effet de les inhiber momentanément.



L'effet antibactérien est fonction des concentrations de thiocyanate et d'eau oxygénée.

3- Adoption

Dans les pays développés, disposant d'une industrie laitière performante, la chaîne de froid conserve la qualité microbiologique du lait cru et évite l'altération. Dans les PED, l'instauration d'une chaîne du froid est soumise à de très fortes contraintes économiques. Avec l'adoption du LPs, il existe maintenant une solution alternative à la conservation du lait cru et à la commercialisation des surplus. D'autres facteurs jouent en faveur de cette adoption :

- a. tendance constante à la privatisation de l'industrie laitière dans les PED-NPI,
- b. émergence de nombreuses petites laiteries qui tentent de développer leur propre système de collecte,
- c. et croissance accélérée de la demande de lait frais de la part des populations urbaines.

Un des facteurs limitants est la disponibilité d'un système de préservation du lait à la fois sûr, bon marché et facile à mettre en œuvre. Avec une méthode souple et peu onéreuse de protection du lait de la ferme à la laiterie, beaucoup de familles verront s'accroître leurs revenus d'un minimum de 50 % dans les 6 mois. Le LPs ne fonctionne pas comme un traitement de produit fini. C'est une aide au traitement qui stimule le système antibactérien naturel de protection du lait. Il reste donc essentiel que la qualité du lait cru soit bonne et une formation pour la production de lait propre doit être prévue en même temps que l'initiation au LPs. Le système est décrit par le Codex Alimentarius comme étant destiné aux situations suivantes :

- La méthode doit être réservée aux situations où les motifs techniques, économiques et/ou pratiques ne permettent pas l'usage de systèmes de refroidissement pour maintenir la qualité du lait cru. L'usage du LPs dans les zones où sévit un manque d'infrastructures adaptées à la collecte du lait, peut assurer la production d'un lait sûr et sain, ce qui autrement serait impossible.
- La méthode doit être utilisée dans un point de collecte convenable, et non chez le fermier. Ces centres doivent être équipés d'installations de nettoyage et de désinfection des récipients utilisés pour le transport du lait.
- Le personnel responsable de la collecte doit pouvoir mettre en œuvre le traitement du lait. Ils doivent recevoir la formation adaptée, y compris une formation sur

l'hygiène générale du lait, pour qu'ils puissent accomplir leur tâche de manière correcte.

- La laiterie qui recueille le lait ainsi traité est responsable de l'application convenable de la méthode. Elle doit concevoir un système de contrôle pour superviser l'usage de la méthode, la qualité du lait cru et la qualité du lait avant traitement.
- La méthode doit être utilisée pour empêcher la multiplication bactérienne dans le lait cru au cours de la collecte et du transport à la laiterie dans les conditions stipulées dans le premier §. L'effet du traitement dépend de la température du lait stocké et est estimé perdurer pendant les périodes suivantes, si on a au départ un lait cru d'un bon niveau hygiénique :

Tableau I

Températures(°C)	Temps (heures)
30	7-8
25	11-12
20	16-17
15	24-26

L'usage du LPs n'exclue pas la nécessité de pasteuriser le lait avant consommation ni les précautions dans les manipulations de routine destinées à assurer une haute qualité hygiénique du lait.

4- Mise en œuvre

Le potentiel de la demande pour l'usage d'un système de préservation du lait cru à la fois sûr et bon marché, a incité la FAO, avec le soutien du gouvernement suédois, à encourager l'adoption du LPs dans les PED. Un groupe de onze experts des cinq continents a décidé de lancer en 1998 le **GLP** (*Global Lactoperoxydase Programme*) basé à la FAO-Rome. L'objectif est de faciliter l'adoption du LPs dans les PED-NPI. L'activité principale du programme sera de procéder à des démonstrations aux niveaux national et régional concernant la mise en œuvre du LPs sur le terrain, y compris des séances de formation comme prévu par les directives. Les gouvernements participants doivent identifier, avec l'aide des institutions régionales et nationales, les zones dans lesquelles l'infrastructure laitière ne permet pas la collecte du lait produit. Le programme s'adressera à la fois au secteur public et au secteur privé, avec en point d'orgue les femmes qui sont les acteurs principaux de la production et du commerce laitiers dans presque tous les PED.

80 pays ont dès aujourd'hui manifesté leur intérêt à la participation au GLP. La FAO, avec les soutiens suédois, irlandais, hongrois et tchèque, oeuvre pour la compréhension de l'enjeu du LPs en tant que méthode sûre et efficace pour la préservation du lait (7, 26, 32).

Le système laitier villageois

Il s'agit d'une solution alternative associant une collecte de lait peu onéreuse à un procédé de pasteurisation du lait dans son emballage final.

La demande en produits laitiers dans les pays en développement devrait croître de 60 % au cours des deux prochaines décennies. Elle émanera en majeure partie des résidents urbains qui, compte tenu de revenus disponibles accrus, manifesteront des exigences en matière de valeur nutritionnelle et de conditionnement. Les petits producteurs seront amenés à accroître la productivité de leurs animaux laitiers en vue de mettre en vente leurs surplus. Les marchés locaux étant à saturation, les producteurs commencent à s'organiser afin d'assurer la collecte, le traitement et la vente de leurs produits laitiers sur des marchés plus lointains, tâches qu'ils confient à des intermédiaires qui s'octroient parfois plus de 80 % du prix de vente.

Même lorsqu'il existe des groupements de producteurs, un certain nombre de difficultés et de risques surgissent lors de l'installation d'unités de traitement du lait à petite échelle. Entre autres, les producteurs doivent faire face aux prix prohibitifs et à la complexité des équipements de traitement du lait, ainsi qu'aux prix élevés des équipements de conditionnement. De nouvelles technologies doivent être mises au point, alliant prix bas, maintenance aisée et capacité de traiter efficacement de petites quantités de lait. A l'inverse, il peut s'avérer utile de réfléchir à l'adaptation des technologies existantes à la dimension requise pour de telles unités (8).

Idéalement, ces systèmes devraient comporter les caractéristiques suivantes :

- Capacité de traitement supérieure à 1 000 litres de lait par jour, mais avec la possibilité de traiter sans contraintes supplémentaires des volumes inférieurs.
- Investissement maîtrisé du point de vue du risque, et minimal en ce qui concerne les équipements onéreux.
- Fonctionnement possible en tout lieu, y compris les zones sous-équipées en infrastructures (électricité, voies de communication, etc.)
- Installation dans des bâtiments existants.
- Manipulations et maintenance aisées.
- Pas d'incidences négatives sur l'environnement.
- Conditionnement attractif, réalisé selon des méthodes mises au point sur place.
- Qualité et conservation du lait garanties.
- Impact positif sur l'emploi local.
- En retour, gains optimaux garantis aux producteurs.

Un tel système associant collecte et pasteurisation du lait à coûts réduits fait actuellement l'objet d'une promotion orchestrée par le *Livestock Production Group* de la FAO.

1-Collecte du lait

Les chambres froides traditionnelles de même que les unités de refroidissement du lait constituent des installations onéreuses (10 000 US\$ pour un conteneur d'une capacité de 1 000 litres, y compris les équipements annexes). De plus, le fonctionnement de telles installations coûte cher, surtout lorsque la collecte fléchit en saison creuse. Elles nécessitent des locaux spécialement conçus et édifiés, fonctionnent en électricité triphasée et exigent une maintenance complexe, ainsi que des voies de communication permettant l'accès de véhicules aptes à la collecte de grandes quantités de lait. En conséquence, on peut difficilement envisager l'implantation de telles unités dans les zones reculées.

Le système lactoperoxydase, décrit ci-dessus, constitue une alternative sûre et peu onéreuse au refroidissement du lait. De nombreux pays l'ont adopté et de récents tests conduits au Bangladesh (avril 2000) ont confirmé que le lait ainsi traité pouvait supporter un délai de plus de dix heures après la traite à une température ambiante de

30°C avant refroidissement et traitement, alors que le lait non traité commençait à tourner dans les trois heures suivant la traite.

La production d'activateurs pour le commerce a lieu actuellement à Cuba, en Suède et en France. Le prix de revient se situe autour de 0,01 US\$ par litre de lait traité.

2-Traitement du lait

Les procédés conventionnels de pasteurisation et de conditionnement de plus de 1 000 litres de lait par jour restent eux aussi très onéreux dans la mesure où ils exigent un investissement de plus de 50 000 US\$ selon la catégorie d'équipements choisie. De même que dans le cas des équipements conventionnels de collecte, il faut envisager des installations spéciales et assurer une maintenance complexe.

Le système Milkpro (cf. ci-dessus) est particulièrement bien adapté au traitement du lait à petite échelle. Son prix est de 10 000 US\$ environ. On estime qu'avec un débit quotidien de 750 litres, le remboursement peut s'effectuer en 12 mois. Du fait que le lait subit la pasteurisation dans le sachet, la contamination, première cause de dégradation, est pratiquement éliminée. Il devient possible de conserver le lait réfrigéré pendant une quinzaine de jours, ce qui constitue un énorme avantage pour la commercialisation sur des marchés compétitifs. Des sachets en polyéthylène de qualité alimentaire peuvent d'ordinaire être fabriqués sur place et imprimés de manière attractive. D'ores et déjà, plus de 60 unités sont opérationnelles dans 11 pays d'Afrique, soit au sein de petits groupements de fermiers, soit chez des particuliers. Une unité fonctionne en Roumanie, et le système « Milkpro » suscite un grand intérêt aux USA.

3-Système laitier villageois (*Village Milk System*)

La FAO a pris l'initiative d'associer ces deux technologies innovatrices sous l'appellation provisoire de *Village Milk System* (Système laitier villageois). Le système se caractérise par sa souplesse et offre aux organisations de petits producteurs l'opportunité de valoriser leur lait. Les objectifs immédiats visent à accroître de 50 % les revenus des petits producteurs et de mettre à la disposition des consommateurs de plus grandes quantités de lait présentant de meilleures garanties sanitaires, sous une forme attractive et à des prix compétitifs. Le risque principal pour un petit entrepreneur, à savoir la charge d'investissement, doit être minimisé de façon à être assumé sans danger. L'avantage du système réside dans sa capacité à traiter de très petites quantités de lait (de l'ordre de 50 litres de lait par jour) de manière sûre et efficace, ce qui a pour effet d'affermir la production laitière locale et de stimuler la création de nouveaux marchés. Le fonctionnement du système induit de faibles consommations à la fois en eau et en énergie. Les quantités d'eau et de détergents utilisées pour le nettoyage et le rinçage du matériel se trouvent réduites du simple fait que seuls deux éléments se trouvent en contact direct avec le lait : les bidons et le dispositif de remplissage. Le volume d'effluents et d'eaux usées sont donc minimisées, ce qui contribue à réduire les coûts et les nuisances pour l'environnement. Le système laitier villageois satisfait la plupart des exigences en ce qui concerne l'efficacité, le prix de revient, les risques encourus par les groupements de petits exploitants lors de la collecte et du traitement du lait, qu'ils appartiennent à des coopératives ou à des compagnies privées. La FAO et le PNUD sont en train de développer un projet conjoint avec la *Grameem Bank* au Bangladesh où quatre petites compagnies laitières vont utiliser ce système pour traiter de petites quantités de lait

collecté chez des milliers de fermiers très pauvres. Chacune d'elles va procurer un emploi à plein temps à 12 personnes, y compris les collecteurs et les distributeurs qui se déplaceront à l'aide d'une sorte de pousse-pousse triporteur comportant une installation simple de maintien du froid (bac isotherme). L'analyse financière préliminaire a établi que les entreprises rentreront dans leurs frais avec la fourniture d'environ 210 litres de lait pasteurisé par jour, soit un tiers des ventes ciblées pour chaque entreprise. A ce niveau, les producteurs toucheront 70 % du prix du lait auparavant traité en usine. Le Ghana et la Guyana sont dans l'attente de projets similaires.

Coûts estimés pour un système laitier villageois (US\$) basés sur des études de terrain menées conjointement par le Gouvernement du Kenya et le Programme FAO de formation pour le développement du secteur laitier à petite échelle (*Naivasha Dairy Training Institute – Kenya, 1998*) [Tableaux II, III et IV] (34).

Tableau II – Equipement de base

Eléments	Nombre	Coût unitaire estimé	Total (US\$)
Collecte du lait			
Bidons (50 l)	40	40	1600
Equipements en matériel de collecte (1)	4	150	600
Traitement du lait			
Réception du lait : kit de contrôle (2)	1	400	400
Remplissage, pasteurisation, réfrigération : par unité	1	10 000	10 000
Fournitures diverses, accessoires	1	400	400
Sous-total			13 000

(1) récipients gradués ou balance, plateau, filtre, lactomètre, thermomètre, alcool, etc.

(2) balance, filtre, lactomètre, alcool, cuve à lavage, etc.

Tableau III – Equipement optionnel

Articles	Nombre	Coût unitaire	Coût total(US\$)
Générateurs (8 kv)	1	5000	5000
Congélateur	1	1000	1000
Sous-total			6000
Faux-frais divers (5%)			1000
Total général			20 000

Tableau IV – Fournitures indispensables pour le démarrage (1)

Articles	Quantité	Coût estimé (US\$)
Produits chimiques (activateurs-lactopéroxydase)	5000 sachets (2)	1000
Conditionnement (en 500 ml)	110 000 poches (3)	3250
Produits chimiques (nettoyage – désinfection)	125 kg (3)	150
Alcool à 68% (tests de dépistage)	50 litres (3)	100
Total		4500

- (1) débit moyen de 600 litres de lait par jour, prenant en compte les fluctuations saisonnières des apports et des ventes de lait.
- (2) six mois d'approvisionnement.
- (3) trois mois d'approvisionnement.

Refroidissement du lait

La **réfrigération** du lait demeure très fréquemment hors de portée des acteurs des filières de production laitière dans de nombreuses régions des pays en développement en raison de l'isolement et des difficultés d'accès à l'énergie. Lorsque le courant électrique n'est pas disponible, il est possible d'utiliser des appareils à absorption ou l'énergie solaire.

Une compagnie américaine assure la promotion, la fabrication et le service après-vente d'un appareil conçu pour fabriquer de la glace à partir du rayonnement solaire. L'immersion du lait dans des cuves à réfrigération constitue une bonne méthode de refroidissement du lait dans les centres de collecte du lait à petite échelle. Cependant, beaucoup de ces centres ne peuvent en bénéficier parce qu'ils n'ont pas l'électricité. Aussi les producteurs ont-ils recours à des méthodes alternatives de conservation. Si les centres de collecte des zones reculées bénéficiaient d'un dispositif produisant de la glace, la conservation du lait se trouverait très améliorée. Cependant, l'avantage principal d'un tel système doit résider dans son prix. La source de revenus générée par l'utilisation du procédé doit pouvoir assurer le remboursement de l'investissement en un laps de temps raisonnable. Un tel système, applicable dans les zones rurales ne disposant pas du réseau électrique, doit fonctionner 1) sans le recours à l'énergie électrique ou fossile et 2) de manière durable avec un minimum d'entretien.

Il existe une catégorie de systèmes réfrigérants particulièrement indiquée dans les régions hors réseau électrique : il s'agit des systèmes de réfrigération par absorption intermittente (IAR). L'installation comporte un récipient contenant un mélange réfrigérant et absorbant. Le chauffage de ce mélange provoque la migration du liquide réfrigérant dans un second récipient. Le liquide réfrigérant est ensuite réabsorbé, induisant la réfrigération dans le second récipient. Les éléments du système (récipients, tuyaux, valves) sont en acier. Ce matériel est résistant et durable, et son prix reste abordable. De plus, le système IAR peut utiliser l'énergie solaire. Le procédé ISAAC de confection de glace au moyen de l'énergie solaire utilise avantageusement les propriétés du système IAR. Cependant, pour être rentable, celui-ci doit reposer sur une productivité suffisante. Les panneaux solaires ont une surface de 12,1 m² et l'installation fournit environ 50 kg de glace par jour de soleil. Avec un coût de fonctionnement très bas, le procédé ISAAC peut durer 20 ans.

On peut estimer le revenu rendu possible par la fabrication de 50 kg de glace par jour : 1 kg de glace peut refroidir près de 2 litres de lait à 3°C. Si le revenu supplémentaire généré par la vente du lait sur un marché lointain se monte à 0,1 US\$ par litre de lait, le gain total sur une année comportant 300 jours ouvrables se montera à 3 000 US\$. A ce rythme, le remboursement de l'équipement aura lieu dans de courts délais et le village pourra dégager de l'argent pour d'autres projets.

La nécessité de technologies innovantes pour la collecte et la conservation du lait se fait sentir dans les PED. Le froid représente la méthode la plus sûre pour la conservation du lait après la traite. Lorsque les centres de collecte ne disposent pas du courant électrique, le refroidissement du lait devient très onéreux et des méthodes alternatives peu recommandables sont alors employées. Le refroidissement du lait dans les centres de collecte à petite échelle est maintenant rendu possible grâce au dispositif ISAAC. Basé sur l'absorption de l'ammoniaque, il rend le refroidissement du lait abordable dans les contrées à fort ensoleillement. Cette technologie durable, facile à mettre en œuvre, peu consommatrice d'énergie, et bon marché, présente l'avantage de résoudre les problèmes de dégradation du lait, ainsi que d'autres aliments tels que le poisson, les viandes, les fruits et légumes, etc. (28, 36, *ANNEXE II*).

Le **refroidissement** du lait dans les bidons reste la méthode la plus couramment employée. On peut procéder par immersion simple dans l'eau froide, si le débit d'eau courante est suffisant. La température du lait reste inférieure de 2 à 3 degrés à celle de l'eau. Il faut préférer les bidons métalliques au bidons plastique à cause de leur meilleure conductibilité thermique. Un cours d'eau, une fontaine, un puits feront l'affaire, surtout s'ils sont situés à proximité du centre de collecte. On peut disposer les bidons sur un caillebotis. La méthode de refroidissement par aspersion et agitation nécessite un matériel plus sophistiqué et une source d'énergie. La conservation du lait refroidi peut se faire par maintien des bidons dans l'eau fraîche, ou par stockage des bidons dans un endroit frais ou dans une enceinte calorifugée à l'aide de matériaux locaux ; on peut aussi recouvrir les bidons d'une matière isolante (feutre, laine de verre) (21).

2-2-3 Essais de transformation fromagère

Même s'il n'existe pas de tradition fromagère en Afrique subsaharienne, la transformation fromagère peut apporter une amélioration de la qualité dans une chaîne traditionnelle de traitement du lait.

Ainsi au Niger, où le mauvais état des routes, la dispersion des éleveurs et la faible production rendent irréaliste la collecte des surplus familiaux, l'amélioration d'un produit traditionnel, le tchoukou, a permis de commercialiser les surplus de lait. Ce fromage sec à base de lait de diverses origines animales (vache, chèvre, chamelle) emprésuré après la traite, à séchage rapide, non affiné, nécessitait 1,5 litre de lait pour sa fabrication. Fabriqué selon des procédés sommaires en dehors de toute règle d'hygiène, il présentait de nombreux défauts (impuretés, irrégularité de poids et de forme, etc.). Cette fabrication étant le fruit de l'activité féminine, les femmes se sont vu proposer une formation visant à améliorer les rendements tout en assurant une meilleure hygiène. Une microfromagerie transportable, sous forme d'un kit de fabrication, composée d'ustensiles simples, efficaces, de coût faible, a été mise à leur disposition. Le kit était constitué de 18 éléments, dont 5 fabriqués localement. Le matériel était emballé dans un sac de jute. L'ensemble, d'un poids de 8 kg, revenait à 13 500 F CFA

(avant dévaluation). Très rapidement, on est passé à 1 litre de lait pour un fromage, en améliorant la présentation et le temps de fabrication, pour atteindre le rythme de 10 fromages par jour, d'une très bonne qualité commerciale. L'utilisation de moules ronds en PVC d'un diamètre de 20 cm et d'une profondeur de 4 cm a permis l'obtention d'un fromage standardisé, d'un volume d'environ 1,25 litre (9).

Au Tchad, où il n'y a pas de tradition fromagère, les fromages sont soit importés de Syrie, soit obtenus par séchage au soleil, puis conservés dans une saumure. Il existe un fromage à pâte pressée non cuite, conservé en saumure. La faible diversité des produits laitiers est la règle : lait frais, lait caillé, huile de beurre sont les seuls produits laitiers accessibles. Cependant, les Touaregs du Hoggar obtiennent un beurre de meilleure qualité, grâce à une technique affinée de transformation qui maîtrise relativement bien la flore pathogène. Ces pasteurs fabriquent aussi un fromage en utilisant de la caquette séchée de jeunes chevreaux. Les fromages, une fois secs, sont conservés dans des outres en cuir ; ils ont une valeur alimentaire appréciable par leur apport protéinique et constituent une monnaie d'échange sur les marchés (3, 17).

La transformation fromagère du lait de chamelle est rendue délicate en raison d'un défaut de coagulation : elle est en effet de 2 à 4 fois plus lente que celle du lait de vache traité dans les mêmes conditions. Ce retard est dû à plusieurs caractères physico-chimiques spécifiques, à savoir 1) la présence dans le lait d'inhibiteurs de protéases, 2) la faible teneur en caséine kappa (environ 5 % de la fraction caséinique, au lieu de 13 % chez la vache), 3) le faible taux de calcium colloïdal (35 % du calcium total au lieu de 65 % chez la vache), 4) une teneur réduite en matière sèche et 5) une taille réduite des globules gras. En milieu pastoral, il est possible d'améliorer à la fois la coagulation, l'égouttage et l'affinage des fromages au lait de chamelle, d'une part en augmentant la teneur en matière sèche (par évaporation, addition de poudre de lait ou de lait liquide d'autres espèces), d'autre part en ajoutant des sels de calcium. L'ion calcium est indispensable à l'agrégation des micelles de caséine conduisant à la coagulation (16).

La forte densité humaine au Burundi impose une modification des systèmes d'exploitation. En raison de la raréfaction des parcours et des zones de pâturages, les bovins sont maintenus au parc de manière prolongée. Ces pratiques nécessitent des investissements (aliments du bétail, compléments, etc.) qui doivent être rentabilisés. La solution a pu être apportée dans certaines communes par la création d'une unité artisanale de fabrication fromagère. Le matériel utilisé est simple, mais le processus de fabrication exige la formation du fromager. La collecte est effectuée à pied sur le lait du matin. La fruitière peut traiter jusqu'à 150 litres de lait par jour. En moyenne, 10 litres de lait permettent l'obtention d'un kg d'un fromage à pâte pressée non cuite, commercialisé surtout dans la capitale (5).

En République Centrafricaine, les femmes d'éleveurs Mbororo fabriquent du fromage dans des microfromageries artisanales installées dans les campements. Cette activité répond à plusieurs objectifs : accroître les revenus, diversifier les recettes du foyer, amener l'organisation des femmes et augmenter la production laitière. Pour cela, il a fallu obtenir l'aval des groupements masculins, faire le choix d'une technologie de fabrication et mettre en route la fruitière. Le choix s'est porté sur un fromage de type Cheddar. Le rendement fromager est d'environ 10 litres de lait par kg de fromage, et la production moyenne par campement est de 3,7 kg par jour. La commercialisation est délicate en raison de l'éloignement des campements des points de vente. Le problème a été résolu de manière originale, puisque le Groupement d'intérêt pastoral (GIP) régi par les hommes, se porte

acquéreur de l'ensemble de la production fromagère et assure lui-même la commercialisation (10).

2-2-4 Discussion

* **Lactoperoxydase.** Dans les procédés traditionnels de conservation, l'eau oxygénée est parfois utilisée seule à raison de 300 à 800 ppm. Le lait doit être traité par une catalase avant transformation pour éviter tout risque de persistance. Avec le LPs, les quantités d'H₂O₂ sont infimes et très rapidement réduites en eau. Les thiocyanates sont des composants naturels du sang des mammifères, dont l'origine est exogène (crucifères : choux, etc.). Les doses utilisées pour l'activation du LPs n'ont pas de conséquences néfastes. Il n'y a pas d'action sur la valeur nutritive du lait. Le système ne dispense pas d'une bonne hygiène de traite et ne peut se substituer à un traitement thermique du lait. Les coûts du LPs ne représentent que 9 % des coûts de la réfrigération. L'Université des Sciences Agricoles d'Uppsala en Suède propose un kit composé de deux doses à mélanger extemporanément à 50 litres de lait. La clause interdisant au lait traité avec le système LP de figurer sur les marchés internationaux explique l'accueil mitigé de ce procédé par les PED. La question mérite d'être posée au niveau national et international. Une proposition visant à favoriser la dissémination du LPs a été transmise au Gouvernement suédois pour approbation. La proposition résume les grandes lignes du GLP (*Global Lactoperoxydase Programme*) dont le but est d'identifier d'abord 20 pays-cibles dans lesquels le LPs pourrait être aussitôt appliqué. Après quoi, l'expérience serait élargie à un total de 80 pays. L'organisation sera assurée par des coordonnateurs régionaux et nationaux en collaboration avec les partenaires institutionnels (6, 41). Cuba utilise le LPs à titre expérimental depuis 1984, sous le nom de *Stabilak* : en 1999, 60 millions de litres de lait ont été collectés sous LPs. Lorsque le transport dépasse 8 heures, la méthode est utilisée en complément du refroidissement. Le LPs a été découvert il y a 30 ans en Suède. La méthode a été soumise au Codex Alimentarius, puis au Comité d'Experts en Additifs Alimentaires de la FAO/OMS (JEFCA) pour évaluation. Au bout de 15 ans, le système a été approuvé en 1989 par le JEFCA et par le Codex en 1991. Mis à part le recours au refroidissement, le seul procédé reconnu est donc le LPs. La 23^{ème} session du Codex de juin-juillet 1999 a énoncé les directives suivantes :

- 1) Le meilleur procédé de préservation du lait reste le froid.
- 2) L'usage du LPs pour la préservation du lait cru est encouragé partout où la réfrigération n'est pas possible.
- 3) Le LPs ne peut être utilisé pour les produits destinés au commerce international (32).

* **Système Milkpro.** Le système Milkpro, où le lait est conditionné avant pasteurisation, ne peut être opérationnel qu'avec un maximum de 2 000 litres de lait par jour. Chaque unité peut traiter 1 000 litres de lait par jour. Pour 2 000 litres, il faut acquérir une seconde unité. En raison des manipulations requises au niveau des cuves, le système devient inefficace au delà de 2 000 litres par jour : cela demande trop d'espace et de travail, et à ce stade, le prix est peu différent de celui d'un système HTST (échangeur à plaques) qui permet le traitement de 500 litres à l'heure. Le choix de Milkpro n'est alors pas justifié. L'utilisation de citernes trop grandes ne peut que réduire l'efficacité du système. Si les conditions de production à petite échelle sont remplies, l'option Milkpro est parfaitement viable pour des producteurs désirant vendre jusqu'à 1 000 litres par jour de lait pasteurisé et conditionné (40).

* **Réfrigération par absorption** (Système IAR). Quel est le prix d'une unité ? Le prix dépend du nombre d'unités et du volume de production. Si l'envergure du projet est importante, le

prix peut se situer aux alentours de 4 000 ou 5 000 US\$ l'unité. Cela sous-entend que le fabricant est disposé à consentir des tarifs en cas de commande multiple. Quel est le poids du matériel (en vue de son acheminement) ? L'unité est livrée en pièces détachées. La plus lourde pèse environ 160 kg. Le poids total de l'unité complète est d'environ 450 kg. Des unités plus petites sont disponibles.

Quels sont les coûts d'entretien, par exemple : acide pour les batteries, liquide réfrigérant, main d'œuvre affectée à la maintenance, usure du système, etc ? Il n'y a pas de batteries. Ni les filtres, ni l'huile ne sont assujettis à un renouvellement régulier. Les dépenses d'entretien se montent en moyenne à 100 ou 150 US\$ par an. L'installation peut durer 20 ans. Comment fonctionne le système ISAAC ? Voir le diagramme recueilli sur le site Internet du fabricant : il se résume à deux photographies et ne comporte pas de fiche technique.

Combien de systèmes sont-ils installés actuellement et où ? Des unités ont été installées aux Iles Marshall, en Thaïlande, en Colombie, aux Iles Vierges, aux Bahamas et au Mexique. Malheureusement, il n'y a pas de suivi récent de ces installations. Cependant, des modifications importantes du procédé ont été apportées à la suite de ces expériences pratiques. Le modèle actuellement exposé au Maryland résulte d'une somme considérable de données recueillies sur le terrain et le fabricant insiste sur le fait qu'il s'agit véritablement d'une innovation technologique. Le prix du système ISAAC atteint 4 à 5 000 US\$, ce qui est beaucoup trop cher pour les bédouins des zones désertiques d'Egypte. Le besoin d'une telle technologie est cependant évident : en Turquie, les paysans disposent de jerricans plastiques de 28 à 30 litres pour le transport du lait jusqu'au point de collecte. Celui-ci est implanté près d'une source dont l'eau est captée pour remplir des bassins dans lesquels les bidons pleins sont immergés. L'eau de la source a une température avoisinant les 12°C, et la température du lait dans les bidons se situe à environ 15 °C après séjour dans les bassins. Le lait qui vient de loin subit une adjonction d'eau oxygénée (36).

CHAPITRE III : Contrôle et paiement

3-1- Contrôles

3-1-1 Rappels

- Le lait : composition

Le lait et les produits laitiers fournissent de 20 à 30 % des protéines totales dans les régimes alimentaires des pays industrialisés, mais moins de 10 % en Afrique subsaharienne. En outre, dans les zones où l'élevage laitier est peu développé et où les gens consomment peu de lait, persiste l'intolérance au lactose, résultant de l'absence de lactase dans l'intestin grêle. Le lactose se retrouve non dégradé dans le colon où des fermentations bactériennes produisent de l'acide lactique, avec pour conséquence des troubles digestifs.

Le lait est composé essentiellement d'eau, de matières grasses, de protéines et de glucides. Les **matières grasses** du lait sont constituées de 98 à 99 % de triglycérides, et de 1 à 2 % de substances lipidiques telles que les phospholipides, les stérols, les caroténoïdes, les vitamines liposolubles et les acides gras libres. Ceux-ci sont soit insaturés (oléique, 30 à 40 %) soit saturés (palmitique : 25 à 29 %, stéarique : 7 à 13 % et myristique : 7 à 11 %). Les **protéines** du lait sont la caséine (78 %), l'albumine (10 à 15 %) et la globuline (2 à 5 %). Les **glucides** sont représentés par le lactose, seule molécule glucidique d'origine animale, dont l'hydrolyse produit du glucose et du galactose. Le lait comporte aussi des enzymes, des sels minéraux et

des vitamines. Parmi les **enzymes**, citons la lipase, la phosphatase et la peroxydase, qui ont leur importance en industrie laitière. Les **sels minéraux** entrent pour 0,7 % dans la composition du lait sous forme de chlorures, phosphates, citrates, de sodium, calcium, potassium. Les **vitamines** du lait sont liposolubles (vitamines A et D) ou hydrosolubles (vitamines B et C). Outre ces composants, on trouve dans le lait des bactéries, des levures, des moisissures. Les **bactéries** peuvent être bénéfiques (bactéries lactiques ou propioniques, propices à l'industrie fromagère), néfastes (bactéries productrices de gaz : butyriques, germes de putréfaction) ou pathogènes (ex : Brucella). Les **levures**, champignons unicellulaires, provoquent des fermentations qui confèrent un goût fruité au beurre et au fromage. Les **moisissures** sont des champignons pluricellulaires.

Un pH de 7,0 réalise un milieu idéal pour la croissance bactérienne. Au dessus d'une température de 16°C, le lait se transforme en milieu de culture (15).

- Contrôles : inventaire

Différents tests peuvent être mis en œuvre pour éprouver la qualité du lait. Les principaux sont les suivants :

Densité : s'exprime en grammes par litre. A 20°C, le lait entier a une densité de 1029,8 ; le lait demi-écrémé : 1031,4 ; le lait écrémé : 1033,4. On utilise un pycnomètre ou un aéromètre. La mesure de la densité permet de détecter les laits qui ont fait l'objet d'adjonction d'eau.

Le pH : le lait normal a un pH de 6,65 (lait liquide tamponné). Lors de mammites aiguës, le pH diminue, alors qu'il augmente au cours des mammites chroniques. Le colostrum, le lait de rétention, le lait de fin de traite ont une tendance alcaline. On utilise un pHmètre.

L'acidité titrable : l'unité qui exprime l'acidité du lait par la teneur en acide lactique est le degré Dornic : c'est le nombre de 1/10 ml de soude N/9 nécessaire au titrage de 10 ml de lait en présence d'un indicateur (phénolphtaléine). Le lait cru titre de 16 à 18°D, le lait pasteurisé, de 14 à 18°D, le lait UHT, de 14 à 16°D et la crème, de 10 à 11°D.

Les matières grasses : le taux de MG est déterminé au butyromètre par la méthode de Gerber. La dissolution de la phase colloïdale est obtenue par l'acide sulfurique, et la séparation des MG par l'alcool isoamylique. Le lait entier a un taux de matières grasses de 3,6 %.

L'épreuve à l'alcool permet la détection des laits acides, des laits à déséquilibres ioniques et des laits présentant un excès d'albumine (colostrum, mammites). L'absence de coagulation indique que le lait est apte à subir les traitements thermiques. On mélange à parties égales le lait cru et une solution d'alcool éthylique de titre donné. Le lait destiné à la pasteurisation est titré avec un alcool à 68 %, le lait devant subir un traitement UHT est titré avec un alcool à 72 ou 74 %.

Le test à la réductase indique le degré de prolifération microbienne. Les ferments lactiques sécrètent la réductase qui décolore le bleu de méthylène ou résazurine. On mesure le temps de décoloration : il est de 15 minutes lorsque le lait comporte plus de 20 millions de germes par ml, de 15 minutes à 2 heures : entre 3 et 20 millions de germes, de 2 à 7 heures : entre 10 000 et 3 millions, plus de 7 heures : moins de 10 000 germes par ml.

Test à la peroxydase : on ajoute au lait de l'eau oxygénée et du gaïacol (indicateur coloré) : l'apparition d'une couleur rose indique que la température de pasteurisation était insuffisante. On peut doser l'extrait sec du lait (protéine, lactose, matières minérales) en portant un échantillon de lait à 103°C pendant 3 heures.

Recherche d'antibiotiques : ceux-ci diffusent dans une gélose ensemencée avec *Bacillus calidolactis* et inhibent sa croissance.

Propriétés physiques : une simple filtration permet de détecter les particules étrangères (14, 29).

- Traitements thermiques du lait

- 1) Lait pasteurisés

La pasteurisation est un traitement thermique capable de détruire le bacille tuberculeux. On utilise des appareils à plaques ou à tubes. On applique pendant 15 à 30 secondes une température s'échelonnant entre 72 et 85°C. La recherche de la phosphatase, enzyme détruite à ces températures, doit être négative. Le délai entre conditionnement et consommation ne doit pas excéder 7 jours. La pasteurisation neutralise les risques sanitaires les plus dangereux pour la santé humaine (tuberculose, brucellose). Mais elle peut laisser subsister certaines bactéries sporulées aérobies et anaérobies, thermophiles et mésophiles.

- 2) Lait stérilisés

La stérilisation s'effectue après conditionnement dans un récipient hermétique à une température comprise entre 100 et 120°C pendant 20 minutes. Le lait UHT est traité par la chaleur (135-150°C pendant 2,5 secondes) puis conditionné dans un récipient stérile, hermétique et étanche à la lumière. Le lait stérilisé peut se conserver 90 jours à température ambiante tempérée : préservé de toute contamination dans son emballage hermétique, il est d'un grand intérêt en région tropicale. Par contre, en Afrique, le lait UHT ne se conserve que 3 jours à température ambiante (11, 13).

- Qualité de l'eau

De l'eau propre pour le nettoyage est essentielle pour l'hygiène du matériel de traite. Le contrôle des niveaux bactériens est recommandé (on peut utiliser des produits chlorés dans les réservoirs d'eau) ; le contrôle des MES (matières en suspension) peut s'effectuer par précipitation à l'aide de sulfate d'alumine dans le réservoir ; le contrôle de la dureté de l'eau (présence de carbonate de calcium : on a une eau dure entre 150 et 300 mg par litre) peut être mis en œuvre 1) par l'utilisation d'un détergent spécial, 2) par le traitement du réservoir avec de la chaux et de la soude et/ou 3) par l'utilisation d'une eau plus douce, disponible dans le commerce, après analyse. Dans les PED, le lait de printemps/été est de qualité médiocre. L'approvisionnement en eau est problématique (puits, mares, ruisseaux, etc.). Le nettoyage, la désinfection, l'hygiène de la traite sont moins bien assurés. En hiver/hivernage, les animaux sont sales et le nettoyage s'impose comme une évidence. Au Chili, les hautes températures estivales ne favorisent pas la conservation du lait et le LPs n'est pas encore autorisé. A Tabora en Tanzanie, une unité de traitement du lait à petite échelle est en cours d'installation. L'eau utilisée pour le nettoyage et la désinfection devrait être potable. Or, la qualité de l'eau est médiocre et le traitement aux UV n'est pas suffisant (24).

- Hygiène de la traite

Nettoyage et séchage des trayons avant la traite, trempage de chaque trayon dans une solution iodée après la traite sont indispensables pour minimiser les risques de contamination. Ceux-ci sont plus élevés avec la traite mécanique qu'avec la traite manuelle. Le nettoyage, la désinfection, l'entretien des divers éléments laissent souvent à désirer (37).

3-1-2 La qualité du lait dans les PED

1- Evaluation de la qualité du lait à l'échelon de la ferme

Les fermiers ne procèdent pas eux-mêmes aux mesures directes de composition du lait. Cependant, ils sont capables d'évaluer les conditions sanitaires des animaux et peuvent

détecter la présence de mammites, principal fléau de la production laitière. La mammite entraîne une réduction des taux de matières grasses et de protéines, et le fermier peut s'apercevoir de la variation de densité du lait. La présence de sang dans le lait accompagne souvent l'infection et teinte le lait en rosé. Des altérations de la couleur du lait peuvent survenir aussi à la suite de l'ingestion de certains aliments ou sous-produits qui peuvent modifier également l'odeur du lait. La détection des antibiotiques et des sulfamides pourrait aisément se faire à la ferme. Un rinçage soigneux du tank à lait évite la présence résiduelle de détergents.

2- Evaluation de la qualité du lait au niveau de la collecte et de la laiterie

- Les centres de collecte procèdent à la détection des **antibiotiques** et des **sulfamides** à chaque livraison.
- De même, le **point de congélation** du lait est déterminé en vue de la détection d'adjonction d'eau. Le matériel est disponible dans le commerce et son coût est rapidement amorti par la réduction du prix payé en raison de l'adultération du lait. Les valeurs au dessus de $-0,52^{\circ}\text{C}$ (c'est-à-dire proches de 0°C) sont suspectes. Il convient cependant de connaître pour la région l'intervalle normal du point de congélation. On utilise des formules de conversion pour connaître la variation des concentrations en électrolytes, conséquence d'une adjonction d'eau.
- La mesure de la **densité** grâce à un lactomètre peut aussi donner des informations sur l'adultération en eau. A 15°C , la densité oscille entre 1028 et 1034 g/l. Des valeurs au dessous de 1028 g/l indiquent généralement la présence d'eau ajoutée et donc la dilution des matières grasses et des matières protéiques.
- La **mesure du pH** est facile. Les valeurs normales se situent entre 6,6 et 6,8. Des valeurs plus basses sont le signe d'une acidification due au développement de bactéries. Des valeurs élevées peuvent indiquer l'évolution d'une mammite.
- La **titration du lait** constitue une méthode plus fine pour la mesure du degré d'acidité. Elle s'effectue par addition d'une solution de soude N/9 (degré Dornic). Des valeurs hautes révèlent un processus d'acidification lactique dû à des bactéries.
- Deux méthodes simples et rapides peuvent renseigner sur la faculté du lait à être consommé ou traité : 1) la stabilité du lait à l'éthanol à 68 % : méthode basée sur le comportement du lait lorsqu'on le mélange à un volume égal d'éthanol à 68 %. S'il ne se forme pas de précipité, le lait est normal. Dans le cas contraire, le lait est impropre au traitement, 2) le test alizarine-alcool : méthode plus fine consistant à apprécier un changement de coloration d'un mélange à volume égal de lait et de réactif. Une échelle colorimétrique permet de définir le degré d'acidité ainsi que la présence de lait anormal (colostrum, mammites). L'ensemble de ces analyses peut être exécuté à chaque livraison et n'exige pas de personnel spécialement formé.
- Le dosage des **matières grasses et des matières protéiques** demande un matériel plus élaboré et un personnel formé. Il existe des méthodes officialisées par le Codex Alimentarius et l'IDF (*International Dairy Federation*). Des appareils automatiques sont disponibles. Un faisceau de rayons infra-rouges est dirigé sur des filtres sélectifs permettant le passage des ondes correspondant à l'absorption du spectre caractéristique des protéines, lipides et glucides. Des courbes étalonnées à l'aide d'échantillons connus

permettent de quantifier simultanément les trois composants. La composition du lait peut alors être déterminée à chaque livraison, rendant possible un système de paiement du lait à la qualité. Si on utilise les méthodes chimiques traditionnelles, on procède aux analyses tous les quinze jours seulement.

1992- Directive 92/42 de l'Union Européenne

En ce qui concerne les paramètres physiques et physico-chimiques, le lait doit satisfaire aux exigences suivantes :

- 1) Matières protéiques : minimum, 28 g/l
- 2) Matière sèche, hors matières grasses : 8,5 %, minimum
- 3) Densité : 1028 g/l, minimum
- 4) Point de congélation: < - 0,52°C

3- Hygiène et sécurité

Depuis 1990, la FAO et l'OMS placent l'accent sur les **maladies d'origine alimentaire**. L'Union Européenne a édicté des règles concernant l'hygiène de la production, de la collecte et du traitement du lait. Le lait doit provenir d'animaux indemnes de tuberculose et de brucellose et ne présentant pas de symptômes de maladies infectieuses transmissibles à l'homme par le lait. Le lait doit être exempt de **résidus** médicamenteux et de désinfectants. La Directive de l'UE fixe aussi le nombre total maximum de **bactéries** tolérable pour le lait de chaque espèce. La modernisation des outils de détection a révélé la présence d'un nombre inattendu de biotypes différents pour chaque espèce bactérienne. De plus, la virulence de certains micro-organismes peut s'accroître, de même que leur résistance aux traitements antibiotiques. Dans les PED, certains rapports mentionnent la présence, dans 10 à 20 % des échantillons, de **micro-organismes** menaçants, tels que : *E. coli* 0157 : H7 ; *Brucella melitensis* ; *Bacillus cereus* ; *Yersinia enterocolitica* ; *Aeromonas hydrophila* ; *Pseudomonas pseudomallei* ; *Listeria monocytogenes* ; *Staphylococcus aureus* ; etc. Les échantillons provenaient de produits consommés directement, élaborés avec des laits de vache, brebis, chèvre, chamelle, bufflesse. La consommation de tels produits expose à de gros risques de contamination. L'adoption de mesures sanitaires dans ces régions exige une étude approfondie de l'incidence réelle des maladies d'origine alimentaire en vue de connaître :

- quelles sont les maladies effectivement transmises par les produits laitiers ;
- dans quels types de produits les agents infectieux persistent après traitement ;
- quelles recommandations formuler pour minimiser les risques inhérents à la présence de ces micro-organismes.

La présence d'aflatoxines, souvent trouvées dans le lait et ses dérivés, dont la présence résulte de la consommation par les animaux d'aliments contaminés par des champignons, nécessite également une attention spéciale. Ce phénomène est favorisé par les conditions environnementales sévissant dans les PED. En raison de ses propriétés carcinogènes, la recherche de cette substance constitue une priorité (38).

3-2 Paiement à la qualité

3-2-1 Modalités

1- Généralités

Les coûts de production à la **ferme** incluent le travail, les fourrages, les aliments du bétail, les frais de reproduction, de location de bâtiments et de matériels, les frais financiers, etc. A l'échelon de la **laiterie**, le prix du lait brut dépend de sa composition (matières grasses et matières protéiques), de la qualité bactériologique, de l'état du marché saisonnier, etc. Pour le consommateur, le prix du lait et des produits laitiers est fonction de la gamme variée des produits dérivés qu'il apprécie pour leurs caractéristiques nutritives et gastronomiques.

C'est pourquoi il n'existe pas d'estimation exacte du prix du lait, mais une approche peut être tentée à travers plusieurs formules :

- Décision arbitraire des instances professionnelles ou administratives.
- Valeur du marché local (lait liquide, yaourt, fromage) ou du marché mondial (beurre et poudre de lait écrémé).
- Sur la base du prix marginal d'un gramme de matières grasses et d'un gramme de protéines, en prenant en compte la qualité.

Dans les PED, les prix sont alignés sur le marché local des produits laitiers.

2- Au niveau de la ferme

Partout, des variations saisonnières interviennent dans le volume de production du lait. Comme les besoins ne suivent pas ces variations, il y a deux sortes de prix du lait, selon qu'il est de haute ou de basse saison de production. En pays tempérés, les différences de prix calculées sur le prix le plus bas peuvent atteindre 30 %. Dans les pays tropicaux, les prix peuvent doubler. Deux types de critères sont à prendre en compte :

- 1) critères physicochimiques : le prix de base est élaboré à partir d'un taux de matières grasses compris entre 3,8 et 4,2 % et un taux protéique entre 2,9 et 3,4 %. Chaque point (0,1 % ou 1 g/l) en plus ou en moins est assorti d'une prime ou d'une pénalité.
- 2) critères bactériologiques : pour les pays développés, ces critères sont : 100 000 bactéries ; 400 000 cellules (par ml). Les tests bactériologiques doivent s'appliquer à la recherche des coliformes, staphylocoques, listeria, spores butyriques. La présence d'antibiotiques, la température du lait lors de la collecte peuvent être inclus dans la liste des critères qualitatifs.

Dans les PED, les tests physicochimiques et bactériologiques à effectuer dans les établissements de traitement du lait à petite échelle sont 1) **densité**, pour détecter une éventuelle adjonction d'eau et 2) **acidité**, pour évaluer l'aptitude au traitement.

En résumé, prix du lait à la ferme :

- = Prix saisonnier de base
- + prime au taux de MG,
- + prime au taux de protéines,
- + prime à la qualité (total bactéries),
- + prime à la qualité (leucocytes),
- pénalité pour critère spécial (antibiotiques, bactérie spécifique),

+ indemnité volumétrique.

Une plus-value annuelle peut être accordée aux producteurs membres de groupements à titre d'indemnité en rapport avec la qualité, à titre d'abattement portant sur les intrants, à titre de bonus coopératif.

Cependant, le bonus le plus élevé, payé en fin d'année, porte sur le volume livré en basse saison (saison sèche ou hiver). Ces bonus peuvent représenter entre 2 et 5 % des prix payés mensuellement à la ferme.

3- Au niveau de la collecte

La collecte doit souvent venir à bout de très gros obstacles. Elle nécessite en premier lieu une bonne infrastructure routière.

1) Collecte

PED : les producteurs apportent leur lait à des points de collecte. Une fois par jour, une citerne vient y « ramasser » le lait de la journée. **Avantages :** réduction des coûts, meilleure qualité du lait, contrôle du volume et de la qualité plus facile, un seul manutentionnaire requis, émission à ce stade des fiches de paiement. Le système de points de collecte dispersés dans un rayon de 20 à 50 km autour de la laiterie reste le meilleur moyen de collecter le lait produit dans des zones à habitat dispersé, tout en assurant de bonnes conditions d'hygiène. Le processus de collecte prend fin à la laiterie, lorsque le lait est entreposé dans un tank réfrigéré.

Coût du lait brut jusqu'à la livraison à la laiterie = Prix payé au producteur + Coûts de collecte.

2) Coût de collecte

Il comprend : achat et entretien du matériel, nettoyage des bidons à la laiterie, intrants pour l'entretien et l'hygiène des tanks réfrigérants, consommation d'eau et d'électricité pour le refroidissement. Si la collecte est faite en vrac, le lait est conservé dans des tanks à expansion directe. Si le lait est collecté en bidons, ceux-ci sont plongés dans une citerne où circule de l'eau froide.

3) Options

- dépenses fixes :
 - amortissement du véhicule, bidons, petit matériel.
 - assurance et taxes pour le véhicule.
 - salaire du chauffeur
 - imputation des coûts relatifs aux bâtiments.
- dépenses variables :
 - essence, huile, pneus.
 - entretien du véhicule
 - coût du nettoyage des bidons (43).

3-2-2 Système HACCP

La recherche de solutions nouvelles pour garantir la production d'aliments sûrs a conduit à certaines modifications. On est passé du contrôle du produit en fin de chaîne à l'application d'un contrôle tout au long de la chaîne de fabrication. Ainsi la procédure dans la filière lait va s'exercer de la ferme au consommateur. Le système d'assurance qualité le plus largement répandu et accepté est le système HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Points*) qui trouve son origine dans le programme spatial américain. Il serait assez aisé de mettre au point un système HACCP chez les producteurs de lait à petite échelle dans les PED.

Le système en usage en Australie de l'Ouest exige des fermiers qu'ils procèdent eux-mêmes à leurs propres analyses et qu'ils élaborent leur propre échelle de contrôle. On s'assure que ce qui est prescrit dans les manuels est bien exécuté. On distribue des informations (« farmnotes ») pour aider à identifier les points sensibles et codifier les opérations de contrôle. Les fermiers sont à même d'apprécier l'efficacité de leur propre action. Appliquer les normes HACCP dans les fermes laitières à petite échelle n'est pas facile, mais reste possible. L'un des points importants du contrôle d'hygiène et de qualité est le contrôle de la qualité de l'eau. Il n'est pas courant de trouver ce problème traité dans la littérature, parce qu'on suppose au départ que le problème est résolu. L'usage de l'eau dans les fermes laitières ne doit pas être une source majeure de contaminations et d'altérations conduisant à une dégradation de la qualité du lait. Des règles d'hygiène ont été édictées pour la production et la commercialisation du lait cru, pour le lait liquide traité par la chaleur, pour le lait destiné à la transformation en produits laitiers, et les produits laitiers destinés à la consommation humaine. D'autres impératifs s'imposent, tels que : caractéristiques du lait cru, santé animale, statut des locaux, des installations et des équipements, hygiène de la traite, du personnel, qualité de l'eau. Il faut fournir les bases d'une évaluation simple et rapide de l'hygiène de la production laitière au niveau de la ferme. Les directives essentielles régissant la manière dont les diverses manipulations doivent se dérouler concernent la vente du lait et des produits laitiers, le contrôle du lait cru, la traite, le cheptel, l'étable, la salle de traite, la machine à traire, le tank à lait, les seaux et récipients de transport, l'approvisionnement en eau (25, 37, 47).

3-2-3 Discussion

Le développement du potentiel laitier dans les PED implique à terme une revalorisation des prix à la consommation. Les producteurs sont opposés à une réglementation des prix. Si les marges bénéficiaires de l'industrie laitière sont trop faibles, les investissements se font rares, les installations deviennent vite obsolètes et les coûts de transformation augmentent. Si les retours aux producteurs ne sont pas suffisants, ils ne seront pas incités à développer leur production et le marché parallèle de lait non traité et adultéré prend de l'ampleur. Il faut donc connaître les coûts de production, de transformation et de commercialisation. Les coûts de production varient avec la région, l'importance du troupeau, le niveau de technicité, le caractère polyvalent ou non de l'exploitation et la surface disponible. Les coûts de transformation sont également méconnus, car les entreprises s'intéressent avant tout aux marges. L'idéal serait de prendre en compte la valeur ajoutée, en tant que contribution à la richesse nationale. Une augmentation de la valeur ajoutée induit la création d'emplois, l'amélioration de la technicité, la baisse des importations et l'augmentation des exportations (2).

Au Népal, traditionnellement, le lait est transformé en beurre, tschurpi, shergham, ghee, produits indigènes. Ces produits sont soit vendus sur les marchés urbains, soit échangés contre du riz dans les zones rurales. Les prix sont négociés entre le vendeur et l'acheteur, et le paiement s'effectue comptant ou à crédit. Dans les années 50, un système de fixation des prix et de paiement du lait a été introduit au Népal, basé sur la teneur en MG. Le lait de bufflesse présentant souvent des taux de MG supérieurs à 13 %, et la prime maximum étant versée pour des taux supérieurs à 8 %, les paysans s'arrangent pour livrer un lait à 8,5 %. D'où la nécessité d'établir un système de pourcentage linéaire des MG, avec des primes augmentant avec les taux. Un taux minimum de 5 % est fixé, en dessous duquel des pénalités sont appliquées. Dans les années 80, l'introduction de vaches croisées à taux de MG bas est venue compliquer les choses. On ne pouvait plus différencier les laits de vache et de bufflesse. Un

système de paiement binaire a alors été établi, prenant en compte le taux de MG et le taux de MS hors MG (*SNF : solid non fat*). Mais sont apparues alors des pratiques d'adultération visant à élever le taux de SNF (ajout d'amidon, d'urée, etc.) La NDDB (*National Dairy Development Board*) prépare un système de paiement basé sur le taux de MG, le taux de protéines et la qualité microbiologique (50).

En Inde, dans le cas des coopérateurs, les livraisons de lait fourni par les adhérents sont consignées dans un livre journalier détenu par chacun d'eux, dans lequel figurent les tests MG des échantillons. Le paiement est effectué sur la base du taux de MG. Les coopératives décident librement de la fréquence des paiements, mais la formule la plus courante est celle du règlement hebdomadaire. Les sommes dues par le fermier à la coopérative pour des services ou des livraisons (aliments, médicaments, engrais) de même que les cotisations, sont déduites des paiements du lait. Quant aux producteurs privés, ils sont à la merci des négociants intermédiaires. Souvent, ceux-ci consentent des prêts aux fermiers pour l'achat d'une bufflonne ou d'une vache croisée, et collectent ensuite le lait du débiteur à titre de remboursement, laissant seulement le strict nécessaire aux besoins familiaux. Mais le négociant agit le plus souvent selon son bon vouloir, et selon les relations qu'il entretient avec les fermiers (48).

En Colombie, l'amélioration de la qualité du lait passe par le paiement à la qualité et par la formation en hygiène laitière, qui constituent les deux piliers du programme mis en œuvre dans la région. Les producteurs fournissent de 20 à 500 litres de lait par jour. La traite est presque exclusivement manuelle. Pratiquement aucun fermier ne dispose d'un tank à lait. La collecte a lieu une fois par jour et le rayon avoisine les 150 km. Le paiement qualitatif se fait sur la base de l'hygiène, de la composition et du volume. Un système de bonus et de pénalités a été instauré. De jeunes vétérinaires sont responsables de la qualité pour environ 80 exploitations chacun. Deux publications mensuelles, usant d'un langage simple et compréhensible, sont distribuées aux fermiers. Des conférences réunissent périodiquement les différents acteurs : fermiers, vétérinaires, techniciens, étudiants. Des crédits sont débloqués pour l'achat de tanks à lait [Tableau V] (45).

Tableau V. Modalités du paiement à la qualité (Colombie).

Prix de base (légal)	20 cents/litre
Bonus pour MS	de 0 à + 0,2 cent/litre pour chaque 1/10 au dessus de la moyenne
Bonus pour les protéines totales	de 0 à 2 cents /litre pour chaque 1/10 au dessus de la moyenne
Bactéries	- 2 cents/litre si > 500 000 cfu par ml + 2,5 cents/litre si < 20 000 cfu par ml
Bonus pour la température de collecte	+ 1 cent/litre
Bonus pour le volume de livraison journalière	de 0 (500 litres) à 1,5 cent/litre (> 6500 litres)
Pénalité pour MG	- 0,5 cent si < 3% MG.
Présence d'antibiotiques	- 50% le premier jour, refus du lait la 4 ^{ème} fois

Il existe des laits « acides » réagissant à l'alcool-test en formant des grumeaux. Ce n'est pas un problème bactérien, et la titration de l'acidité est normale. Des causes d'origine alimentaire sont évoquées, de même que des phénomènes de stress. Beaucoup de théories ont été avancées, mais peu sont satisfaisantes. En Bolivie, de nombreux troupeaux sont affectés, parfois dans leur totalité, mais plus souvent quelques individus seulement.. Ce n'est pas, semble-t-il, une question de race. Des conditions particulières, sources de stress, comme les changements climatiques, la période de la mise bas, les déséquilibres nutritionnels (rapport Ca/P, ratio protéine/énergie) peuvent accentuer le phénomène. Il ne semble pas que ce soit un problème d'ordre physiologique ou biochimique (faiblesse des membranes cellulaires) ni d'ordre bactériologique. Il faut parler de lait « instable » plutôt que de lait « acide ». En l'espace de trois ans, on a pu constater une amélioration grâce à l'adoption de rations équilibrées pour vaches laitières. Au Népal, le lait est testé pour les MG et pour les SNF (base du paiement). L'alcool-test est utilisé en cas de suspicion (alcool à 72 %). Les fermiers se plaignent d'une positivité plus fréquente avec le lait de bufflesse. Le test à l'alcool pour la détermination de l'acidité ne permet pas de juger de la qualité du lait de bufflesse. La réaction de précipitation n'est provoquée ni par un excès d'acidité, ni par une affection de la mamelle (31, 52).

C'est la laiterie qui établit les standards de qualité du lait cru pour lesquels des bonus seront attribués. Si l'incitation est motivante, les producteurs de lait réagiront positivement. Paiement à la qualité et production de lait « propre » sont directement liés. L'application d'un système de bonus et de pénalités dans le paiement du lait à la qualité doit être adapté à chaque région en accord avec la situation locale. Le système vise à récompenser par l'augmentation de leur revenus, ceux qui ont fait l'effort de valoriser leur production, en tenant compte des risques sanitaires et en évitant les gaspillages. L'approche raisonnable consiste à user d'incitations motivantes sur le plan du profit pour faire évoluer graduellement la situation, et non de passer sans transition à l'application des standards en vigueur dans les pays industrialisés. Il n'est pas question d'imposer au départ des standards de haute qualité, mais il faut procéder à une progression graduelle des normes qualitatives, à mesure que les fermiers acquièrent connaissances et compétences. Tous les autres produits agricoles sont payés selon des critères qualitatifs, pourquoi pas le lait ? Les consommateurs sont disposés à payer un peu plus pour un produit dans lequel ils ont confiance. Sans un produit brut de haute qualité, l'industrie ne peut fabriquer de produits à forte valeur ajoutée, et les fermiers n'auront pas accès au marché le plus lucratif pour leurs produits laitiers.

En définitive:

- On peut mettre en place au début des paramètres élémentaires, par exemple l'acidité, sachant qu'on ne peut pasteuriser un lait trop acide, et l'adultération par l'eau, car on ne peut fabriquer du fromage avec de l'eau (alcool-test et lacto-densimètre).
- On peut ensuite instaurer :
 - 1- le dosage des MG par la méthode de Gerber ;
 - 2- le dosage des protéines par la méthode de Kjeldal. Ces tests nécessitent un minimum de matériel de laboratoire et d'organisation. Ils sont réalisables à la laiterie ;
 - 3- la recherche microbiologique par le test à la résazurine. Ce test peut se pratiquer au point de collecte (8).

4-1 La législation dans les PED

Des directives claires sont indispensables surtout en ce qui concerne la qualité et la sécurité du lait issu du traitement à petite échelle. La plupart des pays possèdent des obligations légales générales qui peuvent fournir un cadre au traitement du lait à petite échelle. Il est important que toute nouvelle entreprise de ce type se trouve encouragée et épaulée plutôt qu'étouffée par le cadre légal dans lequel elle s'inscrit. Du lait en grandes quantités est encore vendu frais et non pasteurisé, avec les risques que cela comporte pour la santé humaine. Le temps de stockage du lait est encore la plupart du temps très court, compte tenu de la difficulté de conservation du lait spécialement dans les PED. L'existence d'une législation spécifique à l'échelon national, ciblée sur le traitement du lait à petite échelle, serait de nature à encourager ce type de petites entreprises.

En Tanzanie, récemment une loi a été soumise aux autorités comportant certaines clauses relatives au traitement à petite échelle. En l'absence de législation spécifique, la survie des petites exploitations ne pourrait se faire que dans le cadre légal s'appliquant aux grosses unités, ce qui n'est ni pratique, ni réaliste. Cependant, on constate actuellement un effort visant à scinder la législation.

En Inde, il n'y a pas de loi spécifique pour le traitement du lait par les petits producteurs. Mais il existe des lois concernant l'alimentation en général, qu'on pourrait appliquer au lait :

- Lois pour la prévention de l'adultération des aliments : la qualité du lait tombe sous le coup de cette loi. Elle donne la possibilité aux équipes municipales de santé d'agir si le lait et ses dérivés vendus sur les marchés ne satisfont pas aux standards (surtout en ce qui concerne la composition). Lors d'épidémies, des échantillons sont aussi examinés sous l'angle microbiologique.

- AGMARK : note de qualité attribuée aux produits d'origine agricole répondant à certains critères requis par la loi. Les produits laitiers sont concernés : par exemple, il y a plusieurs marques de ghee sur le marché (huile de beurre obtenue à partir de crème aigre ou de caillé). Seulement certains peuvent être certifiés, preuve de leur qualité.

- Le bureau des *Indian Standards* édicte des critères pour tous les produits manufacturés dans tous les domaines, y compris le domaine alimentaire. Les aliments, lait compris, doivent satisfaire aux conditions stipulées, sous peine de retrait des licences.

Le problème est de promulguer des lois spéciales pour les petits producteurs. Les quantités de lait sont très faibles, doivent être écoulées rapidement avant que la qualité ne se dégrade, et distribuées aux consommateurs dans un rayon très réduit. En général, les produits ne sont pas accessibles aux contrôleurs-qualité. La formation, qui s'adresse à la production, aux manipulations, au stockage et à la commercialisation de lait sain, est plus propice à l'amélioration de la qualité du lait que toute législation. La coopérative ou le système de collecte pourrait se charger d'entreprendre cette éducation tout en usant d'incitations et de pénalités.

En fin de compte, dans beaucoup de PED, il existe des lois sur l'alimentation qui peuvent s'appliquer au lait. L'organisation des producteurs peut aussi jouer un rôle favorable dans le respect du cahier des charges. Laisser à chaque fermier son indépendance dans les prises de décision relatives à la gestion de la ferme est bon pour le bien commun. La loi doit favoriser l'émergence de ces organisations (48).

Les directives édictées par la FAO, L'OMS et le Codex Alimentarius peuvent inspirer les Etats désireux de se doter d'un arsenal législatif approprié. De même, l'entrée du système HACCP dans les contrôles alimentaires susceptibles d'être mis en vigueur dans les PED peut venir étoffer un cadre légal encore bien mince.

4-2 Formation. Exemples de programmes

Dans les PED, les petits producteurs n'ont généralement pas accès à la formation, même s'ils sont prêts à participer financièrement. La formation professionnelle est encore peu accessible et passe par les instances gouvernementales. Sauf quelques exceptions, les PED ne disposent pas des structures requises pour une formation laitière de qualité. Les producteurs ne peuvent recevoir de formation qu'à travers des projets d'assistance, à condition qu'ils aient lieu dans la région. Beaucoup de petits producteurs s'installent sans avoir acquis les compétences indispensables et l'entreprise adopte rapidement des pratiques de mauvais aloi.

En Afrique du Sud, dans les Highlands, des formations sont données aux groupes de fermiers (femmes comprises), au personnel des points de collecte et à celui de la laiterie. Un manuel et du matériel didactique ont été conçus selon différents modules : hygiène du personnel – importance, destruction, contrôle des micro-organismes – nettoyage et désinfection – conseils de propreté. L'hygiène personnelle constitue le premier sujet de formation. Une hygiène de routine simple et efficace influe positivement sur la qualité microbiologique du lait. Les machines à traire sont une source majeure de contamination et la traite manuelle est souvent préférable sur le plan des normes microbiologiques. L'aire de traite des vaches doit être propre et si possible non souillée d'excréments. Il est aussi conseillé d'éviter de nourrir les vaches pendant la traite. Les fermiers sont sensibilisés aux bienfaits du lavage préalable de la mamelle, et du séchage à l'aide de serviettes en papier. S'il n'y a pas l'eau courante, on conseille d'utiliser exclusivement de l'eau bouillie. Presque personne ne fait usage d'antibiotiques pour le traitement des mammites. L'idée du dépistage par papier réactif ou lactotest sur chaque quartier a été bien acceptée. L'usage de tissu présente un risque accru de contamination microbienne, en devenant un dangereux vecteur. Il n'est pas non plus souhaitable d'utiliser des filtres en tissu pour le remplissage du tank. L'importance du nettoyage et de la désinfection du matériel et des locaux est largement démontrée. Certaines habitudes de nettoyage des bidons ont des effets indésirables. Cependant, les méthodes correctes sont employées aux points de collecte, où le personnel a pour tâche d'assurer le nettoyage et la désinfection des bidons de lait aussitôt après la livraison. Les bidons doivent être maintenus hermétiquement clos lors du retour à la ferme. La traite est effectuée très tôt le matin, ce qui relativise le besoin de réfrigération durant le transport (47).

Au Kenya, l'invololution de l'économie para-étatique et l'avènement d'un secteur privé peu expérimenté ont poussé le gouvernement à se tourner vers la FAO en tant que pourvoyeur de connaissances et de savoir-faire. Aidé par la FAO, le Ministère de l'Agriculture a mis sur pied une agence gouvernementale responsable, qui elle-même a nommé un groupe en charge du projet. Ce dernier est représentatif des chefs d'entreprises laitières à petite échelle, des organisations de producteurs, des femmes, du secteur privé, etc., c'est à dire de tous les acteurs de la filière. L'objectif était d'organiser un cycle de formation à court terme spécialement adapté aux personnes et aux organisations impliquées dans la production, la collecte et le transport, la transformation et la commercialisation du lait à petite échelle, afin d'améliorer l'efficacité et la qualité tout au long de la chaîne. A long terme il s'agissait

d'initier une réforme profonde du secteur laitier. Dans un premier temps, 90 stagiaires ont été désignés pour participer aux modules de formation. Celle-ci comportait 5 jours d'enseignement théorique suivi de 2 jours de cours dispensés sur le terrain. Dans la première phase de réalisation de ce projet, il était convenu que les participants contribueraient pour 50 % aux coûts de la formation.

Une évaluation des besoins s'avérait nécessaire ; elle s'est traduite par des visites de terrain au cours desquelles on a procédé à des consultations auprès des acteurs (propriétaires-producteurs, directeurs de coopératives, gestionnaires, employés, etc.) ainsi qu'à un inventaire des pratiques (typologies). Des enquêtes ont été menées auprès des consommateurs et des détaillants.

Les six modules de la formation avaient pour thème le traitement et la manipulation hygiénique du lait, le contrôle de la qualité du lait, la maintenance des installations, les produits laitiers fermentés, la fabrication fromagère et la commercialisation. Chaque module a fait l'objet d'un manuel largement distribué. Une installation audio-visuelle et un système informatique ont servi d'appoint à l'enseignement. Dans le cadre de la formation, une démonstration du système « Milkpro », décrit ci-dessus, a été proposée aux participants. Un groupe de femmes de la région côtière avait d'ailleurs l'intention de commander une unité. Un atelier de formation de formateurs, auquel neuf enseignants du DTI (*Dairy Training Institute*) ont participé, est venu consolider l'ensemble en insistant sur la transmission des compétences. Plusieurs cycles complets d'enseignement ont eu lieu pendant la phase pilote de 1997.

A la suite de cette première phase, un certain nombre de recommandations ont été énoncées, dans le but de renforcer le programme de formation d'application immédiate et de bâtir sur les progrès acquis :

1) Programme d'application rapide.

Il faut pourvoir le secteur privé avec une formation orientée vers les exigences de l'industrie laitière. Une réévaluation des modules a permis d'inscrire au programme la santé publique et l'alimentation animale. On insiste sur la présence d'enseignants et de formateurs à tous les stades du programme, sur l'encouragement à la présence des femmes (des places leur sont réservées). On préconise le recensement des candidatures au cours des formations de terrain. Un accent particulier est placé sur la communication : une publication périodique est présentée comme un outil essentiel, une vidéo promotionnelle circule, une base de données sur la transformation laitière est mise à jour chaque année. En outre, une liste des fournisseurs d'équipements laitiers fait l'objet d'une publication. Des ateliers annuels d'échanges entre acteurs de la filière sont prévus. Le gouvernement s'engage à fournir des véhicules tout-terrain pour les formations ayant lieu sur place.

2) Réforme du secteur laitier.

L'émergence de nombreuses unités de traitement à petite échelle a permis d'accroître la demande de personnel formé. L'incitation à l'investissement privé a eu un double effet dans le secteur laitier : d'un côté, il a permis l'augmentation du nombre d'entreprises de transformation, ainsi que la demande de formation, de l'autre, il a rendu possible l'accroissement des ventes sauvages de lait cru. D'où la nécessité d'éduquer à la fois les consommateurs et les vendeurs informels, qui constituent souvent des intermédiaires incontournables. Le gouvernement prépare une loi sur l'industrie laitière, dont un volet concernera la formation. Le secteur laitier peut créer des emplois notamment dans le traitement du lait et dans la distribution, et à ce titre, il bénéficie d'un appui sans failles des instances gouvernementales (35).

Ainsi, à la lumière de la tendance générale à la privatisation, les entreprises à petite échelle sont considérées comme étant très importantes pour l'économie nationale et le niveau de l'emploi à l'échelon local/rural. Ces entreprises contribuent dans une large mesure à endiguer l'exode rural et, bien que leur importance soit maintenant prise en compte par les gouvernements des PED, beaucoup de ces petites unités doivent lutter pour survivre. Les stratégies futures doivent intégrer les besoins en formation et en ressources humaines. Les droits d'importation sur les équipements, l'accessibilité à l'information sur les tendances du marché et sur les technologies adaptées, les dispositions légales, les barrières douanières, tout cela doit faire l'objet d'interventions de la part des autorités (49).

CONCLUSION

Les systèmes agricoles intégrés, associant agriculture et élevage, constituent le cadre dans lequel peut se développer la production laitière. Bétail, chèvres et volailles sont élevés dans le foyer et assurent sa subsistance : il s'agit là du schéma familial typique de la ferme dans les Pays en développement. Le lait a sa place parmi les productions de la ferme familiale et peut parfois assurer une source de revenus réguliers, dans la mesure où des surplus peuvent être dégagés pour la vente. C'est la raison pour laquelle la production laitière est de plus en plus considérée par les gouvernements de ces pays comme un instrument efficace, susceptible de soulager la pauvreté rurale et d'assurer durablement la subsistance des foyers. Les raisons de cette récente prise en compte sont à la fois simples et logiques : si les fermiers possèdent des animaux laitiers, ils peuvent disposer, outre le lait, de fumier et d'urine. La fumure organique peut leur permettre de maintenir les potentialités agricoles de leurs terres et d'améliorer les rendements de leurs cultures. Ainsi, l'élevage laitier procure un soutien aux pratiques agricoles intégrées et durables, et participe à l'intensification de l'agriculture dans les PED. L'accroissement des revenus laitiers va de pair avec l'élévation du niveau de vie dans les zones d'élevage laitier, dans la mesure où les fermiers ont accès au marché, débouché pour le lait produit à la ferme.

Les nombreux échecs essayés par des unités industrielles surdimensionnées à gestion souvent publique, ainsi que la tendance générale au désengagement des Etats et à la privatisation, représentent autant d'opportunités pour le développement de filières laitières nationales basées sur le traitement et la transformation du lait à petite échelle. L'intervention des autorités gouvernementales est malgré tout requise pour assurer un environnement propice au développement de ces filières Lait, notamment en ce qui concerne la protection contre la concurrence exercée par les importations, l'instauration d'un cadre légal approprié et la satisfaction des besoins de formation.

L'évolution graduelle vers une économie de marché exerce une forte pression sur l'ensemble de l'économie agricole rurale ou péri-urbaine. Pour sauvegarder le monde rural et éviter qu'il ne sombre dans cette tourmente, les PED doivent élaborer des politiques visant à dégager les grands principes d'un soutien aux entreprises à petite échelle qui ont jusqu'ici joué un rôle clé dans le soulagement de la pauvreté et dans la promotion de l'emploi rural. Ce soutien doit tenir compte d'un certain nombre d'impératifs : améliorer la qualité sanitaire des produits et diversifier la production ; faciliter la distribution, la commercialisation, voire l'exportation de la production ; assurer en retour des revenus aux producteurs. La mise en œuvre de ces mesures aura un impact positif respectivement sur la santé publique et la satisfaction de la demande, sur la création d'emplois et la constitution de circuits économiques prospères, sur le niveau de vie des foyers et la capacité d'investissement des

petits producteurs. L'ensemble de ces mesures est de nature à entretenir un cercle vertueux de développement.

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES

- (1) **Abeiderrhamane N.** 1998. La pasteurisation du lait de chamelle : une expérience en Mauritanie. *In* : Dromadaires et chameaux, animaux laitiers. Nouakchott (MRT), 24-26 oct. 1994. Colloques. CIRAD. Montpellier (FRA). p 213-219.
- (2) **Belloin J. C.** 1986. Les coûts de production et de transformation du lait et des produits laitiers. Etude FAO. Production et Santé Animale, n. 62. FAO. Rome (ITA). 158p.
- (3) **Bourzat D., Hugoo P.** 1997. Données préliminaires sur les techniques de transformation du lait et produits laitiers au Tchad. *In* : Actes du Comité Scientifique de Niamey, 7-12 fev.1994. CIRAD-EMVT. Montpellier (FRA). p 103-113.
- (4) **Boutrais J.** 1990. Le lait de brousse : production et vente du lait en Afrique tropicale. *In* : SOLAGRAL. Réseau stratégies alimentaires. Documents du groupe « Elevage ». ORSTOM. Paris (FRA). n.p.
- (5) **Faist B., Chardonnet P., Nibogora J.** 1987. Technologie fromagère artisanale en zone tropicale. Résultats techniques d'une fromagerie en milieu rural au Burundi. *In* : Revue de Médecine Vétérinaire en Pays Tropicaux, 1987, 40 (2) p 191-197.
- (6) **Gravier S.** 1997. Etude des transformateurs laitiers de la ville d'Addis-Abeba (Ethiopie). Mémoire DESS. CIRAD-EMVT. Montpellier (FRA).69 p. + annexes.
- (7) **Jacquinet M.** 1986. Les mini-laiteries : petites unités industrielles de transformation du lait. GRET, 1986/12. n. 9. Paris (FRA). 133 p.
- (8) **Lambert J.C.** 1988. La transformation laitière au niveau villageois. Division de la Production et de la Santé Animale, n.69. FAO. Rome (ITA). 73 p.
- (9) **Lambert J.C.** 1998. La transformation laitière et le nomadisme : exemple du Niger. FAO. AGAM. Division de la Santé et de la Production Animale. *In* : Dromadaires et chameaux, animaux laitiers. Nouakchott (MRT), 24-26 oct. 1994. Colloques. CIRAD. Montpellier (FRA). p 263-266.
- (10) **Le Masson A.** 1992. Données techniques et socio-économiques sur les fromageries artisanales en République Centrafricaine. *In* : Cahiers Agriculture, 1992, 1. p 270-277.
- (11) **Luquet F.M.** 1985. Lait et produits laitiers. Vache. Brebis. Chèvre. Tome 2 : Les produits laitiers. Transformation et technologies. Collection Sciences et techniques agro-alimentaires. Technique et Documentation. Lavoisier. APRIA. Paris (FRA). 633 p.
- (12) **Metzger R.** 1994. L'approvisionnement des villes africaines en lait et produits laitiers : un potentiel pour le développement rural. Faculté des Sciences de Nancy. GRET. Paris (FRA). 102 p.
- (13) **Meyer C., Denis J.P.** 1999. Elevage de la vache laitière en zone tropicale. CIRAD-EMVT. Montpellier (FRA). 314 p.

(14) **Morales J.A.** 1983. Contrôle de la qualité du lait au niveau industriel. Mémoire DESS. GERDAT-IEMVT. Maisons-Alfort (FRA). 83 p.

(15) **O'Connor C.B., Tripathi B.R.** 1992. An Introduction to Milk. Rural Dairy Processing Training Series. Audio-tutorial Module1. ILCA. Addis-Ababa (ETH). 24p.

(16) **Ramet J.P.** 1998. Les aspects scientifiques et technologiques particuliers de la fabrication des fromages au lait de dromadaire. *In* : Dromadaires et chameaux, animaux laitiers. Nouakchott (MRT), 24-26 oct. 1994. Colloques. CIRAD. Montpellier (FRA). p 241-255.

(17) **Serres H.** 1978. Production, transformation et hygiène du lait en milieu traditionnel des régions tropicales. Rapport. GERDAT-IEMVT. Maisons-Alfort (FRA). 11 p.

(18) **Simpkin S.P.** 1998. Traditional Camel Management Methods in Kenya with Special Reference to Milk Production. *In*: Dromadaires et chameaux, animaux laitiers. Nouakchott (MRT), 24-26 oct. 1994. Colloques. CIRAD. Montpellier (FRA). p 67-78.

(19) **Tomaselli M.** 1993. Etude des stratégies de développement de la production laitière en Afrique : la filière produits laitiers en Côte d'Ivoire, les cas de Korhogo et Bouaké. Mémoire. CNEARC. Montpellier (FRA). 112 p. + annexes.

(20) **Von Massow V.H.** 1990. Les importations laitières en Afrique subsaharienne: problèmes, politiques et perspectives. Rapport de Recherche. CIPEA. Addis-Abeba (ETH). 58 p.

(21) **Weber F.** 1985. Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports. Etude FAO. Production et Santé Animales, n.47. FAO. Rome (ITA). 216 p.

(22) **William T.O.** 1993. Impact des politiques des prix du bétail sur la production de viande et de lait dans certains pays de l'Afrique subsaharienne. Rapport de Recherche. N° 20. CIPEA. Addis-Abeba (ETH). 83 p.

REVUES

(23) **La filière Lait en Afrique.** 2000. Afrique Agriculture. N° 286. Novembre 2000. p 28-75.

SITES WEB

(24) **Agriculture Western Australia.** 2000. <http://www.agric.wa.gov.au> [21/01/01]

(25) **Animal Production Service.** Dairy Page. FAO. 1999. Mise à jour : 24/02/2000. <http://www.fao.org/livestock/agap/lps/dairy/milkpro.htm> [16/01/01].

(26) **Codex Alimentarius approved guidelines.** CAC/GL 13/1991. http://www.fao.org/waicent/faoinfo/economic/esn/codex/standard/volume12/vol_12e.htm [21/01/01].

(27) **E-mail conference** on « Small Scale Milk Collection and Processing in Developing Countries ». FAO. 2000. <http://www.fao.org/livestock/agap/lps/dairy/econf/pictures.htm> [07/07/00].

(28) **Solar Ice Company**. Easy Designer.
http://members.aol.com/_ht_a/SolarIceCo/index.html [28/12/00].

(29) **University of Guelph**. 2001. Dairy Science and Technology. Educations Series. Canada.
<http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/home.html> [15/02/01].

FORUM ELECTRONIQUE

De Milk-L-Owner@fao.org à milk-l@mailserv.fao.org :

- (30) **Abeiderrhamane N.** 2000. Village Milk System. [27/06/00]
- (31) **Alderson E.** 2000. Lait acide. [19/06/00]
- (32) **Bennett A.** 2000. Lactoperoxydase System of Milk Preservation. [06/06/00]
- (33) **Da Silva C.A.** 2000. Entreprises de transformation au Brésil. [06/07/00]
- (34) **Dudgill B.T.** 2000. Small Scale Milk Processing Technologies. [22/06/00]
- (35) **Dudgill B.T.** 2000. Training Programme for the Small Scale Dairy. [18/07/00]
- (36) **Erickson C.** 2000. The ISAAC Solar Icemaker. [19/06/00]
- (37) **Garces R.** 2000. Hygiène de la traite. Système HACCP. [06/06/00]
- (38) **Giangiacoimo R.** 2000. Istituto Sperimentale Lattiero Caseario. Lodi (ITA). [08/06/00]
- (39) **Gupta P.R.** 2000. Traditional Milk Products from India. [27/06/00]
- (40) **Haylle-Dick G.** 2000. The Milkpro System. [29/06/00]
- (41) **Kitalyi A.** 2000. Lactoperoxydase. [19/06/00]
- (42) **Kurwijila L.R.** 2000. Small Scale Milk Processing Technologies. [22/06/00]
- (43) **Metzger R.** 2000. Milk Payment; general considerations. [13/06/00]
- (44) **Muriuki H.** 2000. [03/07/00]
- (45) **Naranjo A.** 2000. Improving Milk Quality: Payment and Training. [13/06/00]
- (46) **Orskov E.** 2000. Séchage au soleil. [29/06/00]
- (47) **Primsloo N.A., Keller J.J.** 2000. Milk Production in the Highlands (South Africa). [08/06/00]
- (48) **Sastry N.S.R.** 2000. Législation. [24/07/00]
- (49) **Thapa T.B.** 2000. Small Scale Milk Processing Technologies: Other Milk Products. [27/06/00]
- (50) **Upadhayay R.M.** 2000. Système de paiement du lait au Népal. [13/06/00]
- (51) **Veldink G.** 2000. Expérience de collecte au Vietnam. [29/06/00]
- (52) **Waldauer I.** 2000. Contrôle du lait au Népal. [13/06/00]
- (53) **Young R.** 2000. Qualité des produits. [06/07/00]

ANNEXES

I – Système “Milkpro”

II – Energie solaire et production de glace

LOW COST MILK PACKAGING-PASTEURISING-CHILLING SYSTEM

One of the main problems facing small scale milk processors in developing countries is the high capital cost of conventional stainless steel equipment for pasteurising and packaging fresh milk. Conventional packaging materials can also be very expensive, especially if they have to be imported. Many therefore resort to heating their milk in cans or 'boilers' to make the milk safe as well as to extend its keeping quality. The high temperatures used can adversely affect the milk's nutritional properties; and the risk of post pasteurisation contamination during ensuing hand packaging is high.



Figure 1

In collaboration with the FAO Dairy Training Programme for the Small Scale Dairy Sector (Government of Kenya/FAO Project TCP/KEN/6611), a new low cost, simple pasteurising and packaging system was field tested and adapted at the Naivasha Dairy Training Institute for use by groups of small farmers.

The results were very promising and the system is now being promoted by the FAO Animal Production Service as a simple and inexpensive technology for the development of small-scale rural producers' groups. Producer groups benefit from the value added by directly marketing the extended-life milk, both locally and to nearby urban centres. There is also the potential to expand to the larger growing urban markets when logistics are organised. The system will soon be in use in more than ten countries.

Developed in South Africa the system, known as the MILKPRO, comprises a filler from which the raw milk is gravity fed into pre-formed sachets of the type already produced in Kenya and most other developing countries (figure 1).

The sachets are manually sealed and placed in a batch pasteuriser. Here they are treated at 65 degrees centigrade for 30 minutes (figure 2). The heating process is automatically controlled. After pasteurising the sachets are cooled down to 5 degrees centigrade in a chilling unit (figure 3).

The MILKPRO system can handle up to 100 litres of milk an hour. It costs under US\$10,000 plus freight. At a daily throughput of 750 litres, the payback period can be as little as 12 months. The system is operated simply by plugging it into a standard 240 volt electrical power point or by using a small diesel or petrol engine. It is especially designed for easy cleaning and maintenance.



Figure 2



Figure 3

Because the milk is pasteurised in the sachet, the system has been found to be extremely effective and consistently pasteurises milk to a standard well above the legal requirement. Post pasteurisation contamination is minimised and a refrigerated shelf life of up to two weeks is possible compared with the more usual 2 to 5 days. And, because the pasteurisation temperature is lower than the more conventional systems or 'boiling', the milk retains more of its 'fresh from the cow flavour' - a good selling plus in the highly competitive marketplace.

For more information contact:
<mailto:Brian.Dugdill@fao.org> or write to: Animal
Production and Health Division, FAO, 00100 Rome Italy
(Fax: 0039-06-57055749.)

Solar Ice Company



ISAAC Solar Ice maker
Contact:
SolarIceCo@aol.com



One Day's Ice
Production
50 kg per sunny day