

Cirad-emvt

Campus de Baillarguet
TA 30
34398 MONTPELLIER Cedex 5

Université Montpellier II

UFR Sciences
Place Eugène Bataillon
34095 MONTPELLIER Cedex 5

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

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

**LES SOURCES DE CONTAMINATION
MICROBIOLOGIQUE DU LAIT DE BOVINS DE
LA PRODUCTION A LA CONSOMMATION
DANS LES PAYS DU SUD**

par

Molf MOULLEC

RESUME

Dans les pays du Sud, la croissance démographique et l'urbanisation tendent à accroître la demande des populations en lait et produits laitiers.

Pour y répondre, l'élevage laitier bovin et les filières qui en découlent doivent se développer (c'est ainsi qu'une augmentation de 2,7 % par an de la production laitière est prévue de la fin des années 1990 à 2020 en Afrique).

Mais, si le lait et les produits laitiers sont des aliments très complets, ils sont aussi sujets à des contaminations, notamment d'origine microbiologique.

Les conséquences pour les populations humaines de ces contaminations sont une risque pour la santé publique (du fait de la consommation des produits contaminés) et sont aussi économiques (pour les différents acteurs de la filière laitière – producteurs, collecteurs, transporteurs, transformateurs, vendeurs – et pour les économies nationales).

Certaines méthodes peuvent aider à améliorer la qualité sanitaire du lait et des produits laitiers, en particulier la méthode HACCP (points critiques de contrôle – analyse des risques).

C'est ainsi qu'on peut déterminer les points critiques, sources préférentielles de la contamination microbiologique du lait, à surveiller tout particulièrement dans le process qui conduit de la production laitière à la consommation du lait et des produits laitiers.

MOTS-CLES

Lait - Bovins - Bactéries pathogènes - Santé publique - Pays du Sud - HACCP - Impacts économiques - Sources de contamination.

SOMMAIRE

<u>RESUME</u>	2
<u>MOTS-CLES</u>	2
<u>SOMMAIRE</u>	2
<u>INTRODUCTION</u>	3
<u>LE LAIT : PRINCIPAUX DANGERS MICROBIOLOGIQUES</u>	5
<i>Coliformes. Escherichia coli.</i>	6
<i>Staphylocoques. Staphylococcus aureus.</i>	9
<i>Streptocoques</i>	10
<i>Clostridium spp.</i>	11
<i>Bacillus cereus</i>	12
<i>Salmonelles</i>	13
<i>Listeria spp.</i>	13
<u>IMPACTS SANITAIRES ET ECONOMIQUES DE LA CONTAMINATION MICROBIOLOGIQUE DU LAIT</u>	15
Risques pour la santé publique	15
Impacts économiques et sociaux	18
<u>LES MOYENS DE DETERMINATION DES RISQUES DE CONTAMINATION : LA METHODE HACCP (points critiques de controle – analyse des risques)</u>	20
Théorie	21
Mise en pratique	22
<u>LES SOURCES DE CONTAMINATION MICROBIOLOGIQUE</u>	24
L'eau	25
Production du lait	25
Collecte et transformations du lait	30
Transport du lait	35
Commercialisation du lait	37
Consommation du lait	37
<u>CONCLUSION</u>	39

INTRODUCTION

L'utilisation du lait et des produits laitiers dans l'alimentation humaine a une très longue histoire. Le lait – considéré comme étant le premier et unique aliment de la progéniture des mammifères – est plus ou moins un aliment complet car il contient de façon équilibrée tous les éléments nécessaires à la construction et au maintien du corps des hommes et des animaux.

De plus il contient des immunoglobulines qui protègent le nouveau-né de nombreuses maladies. Le lait a aussi d'autres propriétés qui le rendent facile à transformer en un grand nombre de produits laitiers et à incorporer dans des plats. De nombreuses cultures ont leur propre voie traditionnelle d'utilisation du lait et de préparation de produits laitiers.

Mais le lait est un produit périssable. C'est un excellent milieu pour les micro-organismes et comme il est liquide il est très facilement contaminé et envahi par les bactéries. Ainsi, par sa consommation ou celle de ses produits dérivés le lait peut transmettre des maladies d'origine microbienne aux hommes par l'intermédiaire d'animaux malades et/ou d'individus porteurs de certaines maladies qui contaminent le lait et les produits laitiers avec des bactéries pathogènes lors de leur manipulation.

Or les aliments contaminés représentent une menace pour la santé humaine. Il est donc important de s'intéresser à la sécurité des productions alimentaires.

C'est ainsi qu'on estime qu'un million huit-cents mille enfants sont morts de maladies diarrhéiques à travers le monde en 1998. Et plus de 70 % des cas de diarrhée chez les enfants pourraient être d'origine alimentaire (**OMS, 2000**). D'autres publics à risques sont aussi particulièrement sensibles à ces maladies. L'industrie alimentaire des pays en développement devrait donc s'inspirer des résultats concernant la sécurité alimentaire (**OMS, 2001**).

De plus, l'impact économique lié à la qualité sanitaire du lait est important. Le maintien d'une bonne qualité du lait bénéficie aussi bien aux fermiers qu'aux transformateurs et aux consommateurs. Les conséquences en sont que le produit du producteur prend toute sa valeur, que le transformateur évite les pertes de produit dues à du lait de faible qualité, et que le consommateur a accès à du lait et des produits laitiers de bonne qualité (**Teuvo V.A. Siirtola., 2000**).

Dans de nombreux pays en développement, les gouvernements et les agences de développement ont initié des projets ayant pour objectif d'améliorer la production laitière. Le but en est d'améliorer les revenus des petits éleveurs et d'améliorer leurs conditions de vie. Une hygiène déficiente a souvent été considérée comme étant une des raisons majeures de détérioration des produits et donc de pertes de revenus à la fois pour les fermiers et les petits laitiers. Des pratiques peu hygiéniques peuvent aussi résulter en des produits non-sains, le lait ayant de très nombreuses fois été identifié comme étant une source de maladies d'origine alimentaire, même lorsqu'il est utilisé pasteurisé (**Gran H.M. et al., 2002b**).

Il est par ailleurs reconnu que l'introduction de techniques de contrôle des risques et l'application de la méthode HACCP à la production et à la préparation alimentaires a le potentiel d'améliorer la sécurité alimentaire et de réduire les infections d'origine

alimentaire. Ces techniques sont recommandées par la CAC (Commission Codex Alimentarius de la FAO) (**Unger F. & Munstermann S., 2001**).

LE LAIT : PRINCIPAUX DANGERS MICROBIOLOGIQUES

Les bactéries présentes dans le lait sont dans la plupart des cas des auxiliaires de fabrication essentiels car elles participent à l'évolution du fromage au cours de l'affinage.

Mais il existe aussi dans le lait des bactéries qui peuvent être dangereuses pour la sécurité alimentaire si elles y sont présentes en trop grande quantité.

La sécurité alimentaire constitue un défi permanent pour la filière laitière, car le lait est une matière première fragile qui, du fait de sa richesse alimentaire, est sensible à la contamination microbienne (**Lactalis lexique du lait**).

Les principales bactéries pathogènes pour l'homme retrouvées dans le lait et les produits laitiers sont les coliformes (et particulièrement *Escherichia coli*), les staphylocoques, les streptocoques, des bactéries des genres *Clostridium* et *Bacillus*, les salmonelles et *Listeria* (**Unger F. & Munstermann S., 2001**).

Outre les bactéries, le lait peut renfermer certains autres agents biologiques pathogènes pour l'homme : virus (poliomyélite, encéphalite à tiques, hépatite virale infectieuse, etc.), moisissures (*Aspergillus flavus* et *Aspergillus fumigatus*, responsables de mycoses contagieuses bronchiques et pulmonaires), parasites (responsables de dysenteries amibiennes, toxoplasmose, etc.) (**Doutoum A., 1995**).

Coliformes. Escherichia coli.

Escherichia coli est une bactérie qui colonise le tube digestif de la plupart des animaux à sang chaud, dont l'homme, quelques heures à quelques jours après leur naissance.

La bactérie est ingérée via les aliments ou l'eau, ou vient directement d'autres individus proches de l'enfant. Habituellement l'intestin est colonisé dans les 40 heures après la naissance. Une fois établie, une souche d'*Escherichia coli* peut persister des mois voire des années. Les souches résidentes sont excrétées sur de longues périodes (des semaines voire des mois), et plus rapidement après une infection entérique ou une chimiothérapie antimicrobienne.

Escherichia coli est à la tête d'une grande famille de bactéries, les entérobactéries, qui sont des bacilles Gram-négatifs et anaérobies facultatifs qui vivent dans le tube digestif d'animaux aussi bien en bonne santé que malades.

Les entérobactéries font partie des bactéries les plus importantes d'un point de vue médical. Un certain nombre d'entre elles sont des pathogènes intestinaux chez l'homme (par exemple les salmonelles et les shigelles). De nombreuses autres sont des colonisatrices normales du tube digestif des hommes (par exemple les *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*), mais ces bactéries peuvent occasionnellement être associées à des maladies humaines.

La bactérie est physiologiquement souple et bien adaptée à ses habitats caractéristiques : elle peut croître en présence et en absence d'oxygène et peut répondre à de très nombreux signaux environnementaux tels que le pH, la température, l'osmolarité, etc.

Escherichia coli est l'organisme facultatif prédominant dans le tube digestif humain. La présence régulière d'*Escherichia coli* dans l'intestin et les fecès humains a conduit à définir la bactérie comme un indicateur de pollution fécale et de contamination de l'eau : ainsi, si on retrouve *Escherichia coli* quelque part, il se peut qu'il y ait une contamination fécale par des parasites intestinaux des humains.

On connaît plus de 700 sérotypes de la bactérie. Son sérotypage est important pour distinguer les souches, peu nombreuses, qui sont pathogènes.

Escherichia coli est responsable de trois types d'infections chez l'homme : infections du tractus urinaire, méningite néonatale et maladies intestinales (gastroentérites).

- ◆ Les *E. coli* uropathogènes causent 90 % des infections urinaires lorsque le tractus urinaire est normal anatomiquement et non-obstrué. La bactérie colonise les fecès ou la région du périnée et remonte le long du tractus urinaire jusqu'à la vessie. Les infections de la vessie sont 14 fois plus courantes chez les femmes du fait que leur urètre est plus courte que celle des hommes. Le patient typique atteint d'une cystite sans complications est une femme sexuellement active dont l'intestin a été colonisé par une souche d'*Escherichia coli* uropathogène. Les bactéries se propagent dans la vessie en provenance de la région péri-urétrale pendant l'acte sexuel.
- ◆ La méningite néonatale affecte un enfant sur 2000 à 4000. *E. coli* envahit le sang des enfants à partir du naso-pharynx ou du tube digestif et contamine les méninges. Le tube digestif du nourrisson est vraisemblablement la porte d'entrée de la bactérie vers le système vasculaire. Heureusement, si la colonisation est commune, l'invasion des méninges et ses conséquences catastrophiques sont rares.
- ◆ *Escherichia coli* est, bien sûr, beaucoup plus connue pour sa capacité à générer des maladies intestinales. On reconnaît cinq classes de *E. coli* qui causent des diarrhées : *E. coli* entérotoxigènes (ETEC), *E. coli* entéroinvasives (EIEC), *E. coli* entéropathogènes (EPEC), *E. coli* entéroaggrégantes (EAggEC) et *E. coli* entérohémorragiques (EHEC) :
- Les ETEC (*E. coli* entérotoxigènes) sont une cause importante de diarrhées sans fièvre chez les enfants et les voyageurs dans les pays en développement. Les symptômes vont d'un léger inconfort à un syndrome sévère de type cholérique. L'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés en est la cause, et dans les zones endémiques les adultes développent une immunité. Pour être malade il faut une colonisation du tube digestif par la bactérie et la sécrétion par celle-ci d'entérotoxines.
- Les EIEC (*E. coli* entéroinvasives) ressemblent beaucoup aux shigelles à la fois par les symptômes qu'elles induisent et par leurs mécanismes pathogènes. Ces bactéries pénètrent et se multiplient dans les cellules épithéliales du côlon. Le

syndrome qu'elles induisent est le même que celui dû à la dysenterie à *Shigella* : diarrhée de type dysenterie (sanguine et mucoïde) avec fièvre.

- Les EPEC (*E. coli* entéropathogènes) induisent une diarrhée liquide (comme les ETEC) mais n'ont pas les mêmes facteurs de colonisation ni ne produisent de toxines. Par contre elles sécrètent une entérotoxine similaire à celle des *Shigella*.
- Les EaggEC (*E. coli* entéroaggrégantes) sont, elles, associées à une diarrhée non-sanglante persistante chez le jeune enfant. Leur rôle dans les maladies humaines est controversé.
- Les EHEC (*E. coli* entérohémorragiques) causent un syndrome diarrhéique sans fièvre mais avec colite hémorragique (forte décharge sanguine). Elles mettent fréquemment en péril la vie des personnes infectées par leurs effets toxiques sur les reins (urémie hémolytique). Ce sont elles qui sont le plus souvent transmises par les aliments (**Todar K., 2002**).

Cet agent pathogène produit des toxines, appelées verotoxines, ou toxines de type Shiga à cause de leur similitude à celles produites par *Shigella dysenteriae*. EHEC se multiplie entre 7-10 °C et 50 °C mais sa température optimale se situe à 37 °C. Il peut se développer dans les aliments acides (pH ne descendant toutefois pas en dessous de 4,4) et dans les aliments ayant une activité de l'eau de 0,95 au minimum. Il est détruit par une cuisson suffisante : la température doit atteindre au moins 70 °C en tout point de l'aliment.

Les symptômes de la maladie provoquée par ces souches pathogènes d'*E. coli* comprennent des crampes abdominales et une diarrhée aqueuse pouvant devenir sanglante (colite hémorragique). Il arrive également qu'il y ait de la fièvre et des vomissements et la plupart des sujets atteints se rétablissent en une dizaine de jours. Néanmoins, pour un petit nombre d'entre eux, notamment les jeunes enfants et les personnes âgées, l'infection peut s'accompagner de complications risquant d'être fatales, comme le syndrome urémique hémolytique. Ce syndrome se caractérise par une insuffisance rénale aiguë, une anémie hémolytique et une thrombopénie. Il peut se manifester dans une proportion allant jusqu'à 10 % des cas, avec un taux de létalité compris entre 3 et 5 %. La période d'incubation va de 3 à 8 jours et est en moyenne de 3-4 jours.

Les bovins semblent constituer le principal réservoir de cet agent pathogène, qui se transmet à l'homme par la consommation d'aliments contaminés, tels que le lait cru. L'infection peut aussi résulter d'une contamination fécale de l'eau et de divers aliments. Le contact de personne à personne constitue un autre mode important de transmission par l'intermédiaire de la voie oro-fécale. Il existe des porteurs asymptomatiques, qui sont néanmoins contagieux. La durée d'excretion d'EHEC est d'environ une semaine chez l'adulte mais peut s'allonger chez l'enfant.

Il est virtuellement impossible de prévenir la contamination du lait cru à la production, mais l'apprentissage des règles d'hygiène par les personnes

travaillant dans ce secteur permet de maintenir la contamination au niveau le plus faible possible. La seule méthode efficace pour éliminer EHEC des aliments est un traitement bactéricide en les chauffant (cuisson ou pasteurisation par exemple) ou en les irradiant.

Cette infection est grave chez les groupes vulnérables comme les enfants et les personnes âgées (**OMS, 1998**).

On peut enfin noter qu' *E. coli* survit dans l'eau entre 4 et 12 semaines, selon les conditions (température, microflore, etc.) (**Edberg S.C. et al., 2000**).

Staphylocoques. Staphylococcus aureus.

Les staphylocoques sont des bactéries sphériques Gram-positives qui s'assemblent en une structure qui ressemble à du raisin. On en trouve invariablement dans le nez et sur la peau des hommes. *Staphylococcus aureus* (le staphylocoque doré) colonise principalement les voies nasales, mais peut aussi être trouvée dans la plupart des autres organes. *Staphylococcus epidermidis* est quant à elle l'espèce qui colonise la peau.

S. aureus est hémolytique sur agar sanguin, tandis que *S. epidermidis* ne l'est pas. Cette différence permet de distinguer les deux espèces.

Les staphylocoques sont des bactéries anaérobies facultatives qui croissent par respiration aérobie ou par fermentation (qui nécessite principalement de l'acide lactique). Les bactéries sont catalase-positives et oxydase-négatives. La croissance de *S. aureus* peut avoir lieu dans des températures de 15 à 45 °C et à des concentrations de NaCl pouvant atteindre 15 %. *Staphylococcus aureus* doit toujours être considérée comme un pathogène potentiel, tandis que la plupart des souches de *Staphylococcus epidermidis* sont non-pathogènes et peuvent même jouer un rôle protecteur chez leur hôte.

Le test à la catalase est important pour distinguer les staphylocoques des streptocoques (**Todar K., 2002**).

Le staphylocoque doré entraîne un grand nombre d'infections suppurantes (avec formation de pus) et de toxi-infections chez l'homme. Il peut produire des lésions superficielles de la peau tels que des furoncles ou des orgelets, mais aussi des infections sérieuses (pneumonies, phlébites, méningites), des infections urinaires et des infections chroniques (ostéomyélite, endocardite, etc.).

S. aureus contamine les aliments en y relarguant des enterotoxines, et provoque un syndrome de choc toxique par passage d'exotoxines pyrogènes dans le flux sanguin. Malheureusement la majorité des maladies induites par *S. aureus* sont multifactorielles, ce qui rend difficile la détermination précise du rôle joué par chaque facteur.

Les infections des hommes par les staphylocoques sont fréquentes mais restent en général localisées à la porte d'entrée de la bactérie, du fait du système de défense de l'hôte.

La contamination d'un aliment par *Staphylococcus aureus* peut entraîner chez son consommateur une toxi-infection alimentaire, causée par l'ingestion d'une toxine sécrétée par des souches toxigènes de la bactérie. On trouve, normalement, des staphylocoques dans le nez, la gorge et sur la peau : par conséquent ils peuvent facilement contaminer les aliments. Ils peuvent aussi provenir de personnes atteintes d'infections pyogènes (abcès, panaris, ostéomyélite, furoncle, maladie du charbon, acné, angine, rhinite, plaie, septicémie, lésion suppurée et nécrotique, etc.).

Le lait, lorsqu'il est contaminé, a le même aspect que le lait sain (**Peiffer B., 1999**).

S. aureus tolère des activités de l'eau relativement faibles (jusqu'à 0,90) et survit longtemps dans des aliments congelés ou déshydratés.

Par contre il est thermosensible (destruction de 1 000 000 de *S. aureus* / ml en 4 à 24 min à 54-60 °C).

Mais ses entérotoxines ne sont pas complètement inactivées dans des conditions habituelles de pasteurisation.

La durée de la maladie que provoque l'ingestion de *Staphylococcus aureus* est courte, de 6 à 48 heures, le patient guérissant complètement dans la plupart des cas. La guérison des manifestations aiguës survient rapidement (2 à 5 heures) mais le manque d'appétit et les diarrhées peuvent continuer pendant un à deux jours.

Le public à risque est constitué des très jeunes enfants et des individus immunodéprimés (tels que les malades du SIDA, très nombreux dans beaucoup de pays du Sud, notamment en Afrique sub-saharienne) chez qui un état de choc suivi de la mort peut survenir, suite à la déshydratation brutale provoquée par les vomissements et les diarrhées. Les vomissements, violents, peuvent aussi conduire à des accidents cardio-vasculaires pouvant entraîner la mort.

Les symptômes sont une salivation abondante, des céphalées, des vomissements violents, de la sueur, des troubles neurologiques (prostration puis évolution jusqu'à un collapsus), de fortes douleurs abdominales et des diarrhées sévères, ceux-ci n'étant généralement pas accompagnés de fièvre. Les cas les plus graves sont marqués par une déshydratation, un rejet de sang et de mucus dans les selles et des vomissements.

Il faut 500 000 à 5 000 000 de germes par gramme d'aliment pour déclencher les troubles.

Par ailleurs il n'existe pas d'antibiotiques pour traiter les toxi-infections à staphylocoques, sauf peut-être dans les formes graves (**Institut Pasteur, 2002b**).

Streptocoques

La bactérie *Streptococcus pyogenes* est un cocci Gram-positif, non-motile et non-sporulant qui forme des chaînes ou des paires de cellules. Elle utilise pour son métabolisme la fermentation. Elle est catalase-négative et aérobie facultative, et sa croissance nécessite un milieu riche contenant du sang.

Il s'agit d'un des pathogènes les plus fréquents chez l'homme. On estime que 5 à 15 % des individus en bonne santé en sont porteurs, généralement au niveau du système respiratoire.

S. pyogenes peut infecter quand les défenses de l'individu sont défaillantes, ou en s'attaquant au système immunitaire de l'hôte. Quand la bactérie s'introduit par ou passe vers un tissu vulnérable, un grand nombre d'infections purulentes peut se produire.

Les maladies engendrées par une infection aiguë par cette bactérie sont des pharyngites, la scarlatine, l'impetigo (infection superficielle de la peau), etc.

Une infection toxigène peut produire des nécroses au niveau de plaies et le choc toxique streptococcique. Les patients peuvent aussi développer des séquelles post-streptococciques telles qu'une fièvre rhumale et une glomérulonéphrite aiguë (ces séquelles apparaissent dans 1 à 3 % des infections non-traitées).

Les maladies aiguës dues aux streptocoques apparaissent principalement au niveau du système respiratoire, du sang ou de la peau.

En plus des pharyngites, les atteintes respiratoires sont la sinusite, l'otite et la pneumonie.

Des méningites et des endocardites peuvent aussi être les conséquences d'une infection à streptocoques.

Quant à la toxine érythrogénique, elle est appelée ainsi du fait de son association à la scarlatine qui apparaît lorsque la toxine est disséminée dans le sang.

La ré-émergence à la fin des années 1980 de souches de *S. pyogenes* produisant une exotoxine est associée au syndrome de type toxique, similaire au syndrome de choc toxique staphylococcique par sa pathogénie et ses manifestations (voir plus haut).

Clostridium spp.

Les *Clostridium* sont des bactéries dont la manipulation est risquée (**OCEAC, 1998**).

En effet, les clostridies sont, entre autre, responsables du botulisme (**Roy D., 1995**).

Les espèces pathogènes de clostridies produisent une ou des toxines.

Clostridium perfringens retrouvé dans les aliments peut ainsi causer différentes maladies :

- ◆ Intoxication alimentaire peu intense.
- ◆ Nécrose entérique (entérotoxémie hémorragique) chez les enfants.

- ◆ Diarrhées.

(Dwight C.H. & Yuan C.Z., 1999).

Clostridium perfringens, largement répandue dans la terre et dans l'intestin de l'homme et des animaux, est une bactérie sporulante qui ne se multiplie qu'en absence d'oxygène. Toutefois ses spores sont résistantes aux conditions défavorables. Une grande quantité de germes ingérée provoque une infection intestinale.

Bacillus cereus

Le rôle de cette bactérie dans les maladies microbiennes liées aux aliments a été mis en évidence à partir de 1950.

Bacillus cereus est un germe ubiquiste et tellurique appartenant à la famille des Bacillaceae, bacilles formant des spores ovoïdes thermorésistantes (résistantes à 100 °C et donc à la pasteurisation), Gram +. C'est une bactérie anaérobie facultative, forte productrice d'enzymes.

L'intoxication est généralement bénigne, et peut être causée par deux types de toxines : une toxine émétique (émétisante) et des entérotoxines (toxines diarrhéigènes).

La toxine émétisante est qualifiée d'émétique du fait de son action sur les centre nerveux contrôlant le vomissement. Elle est préformée, se trouvant dans l'aliment au moment de sa consommation. Elle est très résistante aux conditions environnementales, étant stable à 126 °C pendant 90 minutes, à 4 °C pendant deux mois, de pH 2 à 11 et même en présence de trypsine et de pepsine (enzymes protéolytiques).

Les entérotoxines :

On parle aussi d'agents diarrhéigènes, de facteurs d'accumulation de liquide, de facteurs de perméabilité vasculaire, de toxines dermonécrotiques et de toxines intestinonécrotiques. Elles sont nécrosantes et létales. La toxine est instable entre 4 °C et 25 °C et son optimum de production se situe vers 31-34 °C. Elle est complètement inactivée par chauffage à 56 °C pendant 5 minutes. Elle entraîne une accumulation de liquide dans l'intestin, et est cytotoxique.

La température optimale de croissance de la bactérie est comprise entre 30 °C et 37 °C. Son domaine de température se situe entre 5 et 55 °C, sa croissance ne survient que pour des pH situés entre 4,5 et 9,3 et une Aw (activité de l'eau) supérieure à 0,95.

Le syndrome diarrhéique présente une diarrhée aqueuse et profuse et des douleurs abdominales, 6 à 15 heures après la consommation des plats contaminés. Les

vomissements sont très rares, la nausée étant parfois ressentie. Les symptômes disparaissent en moins de 24 heures.

Le syndrome émétique, quant à lui, se caractérise par une nausée et des vomissements survenant après une demi-heure à 6 heures d'incubation. Occasionnellement des douleurs abdominales ou de la diarrhée accompagnent ces vomissements. Les symptômes subsistent 6 à 24 heures.

Enfin, les aliments impliqués dans des épisodes de toxi-infections alimentaires à *Bacillus cereus* contiennent au moins 100 000 cfu (unités de formation de colonies) de *B. cereus* par gramme (**Peiffer B., 2000**).

Salmonelles

Les salmonelles sont présentes dans le tube digestif de l'homme et des animaux, qui contaminent le milieu extérieur par leurs excréments. Il existe des porteurs sains qui ne développent pas la maladie, mais qui excrètent des germes de temps à autre. Elles peuvent contaminer le lait et les préparations lactées. Ces bactéries pathogènes spécifiques provoquent des maladies à la suite de l'absorption d'eau ou d'aliments contaminés par des excréments (contamination de type féco-orale). La contamination se produit par des mains mal lavées, par des insectes ou des rongeurs, lors d'un manque général d'hygiène, etc. (**Institut Pasteur, 2002a**).

Le plus souvent les salmonelles entraînent des toxi-infections alimentaires consécutives à l'absorption d'aliments contaminés par elles.

L'ingestion de salmonelles ayant proliféré dans un aliment peut entraîner une colonisation de la muqueuse intestinale lorsque l'inoculum dépasse les capacités de défense du tube digestif correspondant à une dose minimum infectante, généralement de l'ordre de 100 000 germes par gramme d'aliment (**Institut Pasteur, 2001**).

Les symptômes de la salmonellose sont des douleurs abdominales, des diarrhées souvent violentes, de la fièvre. L'incubation dure de 6 à 48 heures, en moyenne 12 heures, et la guérison se fait en général en 3 à 4 jours, plus dans les cas graves (enfants, personnes âgées, malades chroniques). La consultation d'un médecin, lorsqu'elle est possible, est souvent nécessaire. Pour prévenir le développement des salmonelles un maintien au froid continu des préparations à risque est primordial.

Listeria spp.

Les *Listeria* sont tout d'abord des bactéries telluriques très répandues dans l'environnement (sol, eaux douces et salées, poussières, plantes, certains ensilages, etc.) et particulièrement résistantes au milieu extérieur (plusieurs années à 4 °C, capacité de se développer en milieux très salés, etc.).

A partir de là, les animaux et l'homme, du fait de leurs déplacements et activités, vont disséminer la bactérie.

Nous sommes en contact permanent avec cette bactérie, qui peut coloniser notre environnement immédiat et accidentellement les aliments.

Il existe par ailleurs une forme de portage sain des *Listeria* chez l'homme et les animaux, des individus hébergeant la bactérie dans leur intestin sans être eux-mêmes incommodés.

Il faut savoir que les *Listeria* sont présentes partout et qu'elles empruntent des voies de contamination multiples comme l'air, l'eau, le lait cru, et même les mains et les chaussures des personnes en contact avec le lait. Les bactéries se logent dans les endroits humides, se multiplient et finissent par gagner la surface des équipements **(Roy D., 1995)**.

Il existe 7 espèces principales de *Listeria*, dont une seule est pathogène : la *Listeria monocytogenes*, dont seulement quelques souches sont pathogènes.

Comme seule *Listeria monocytogenes* est dangereuse, c'est elle qui est recherchée systématiquement dans les aliments **(Lactalis lexique du lait)**.

Dans les aliments, les *Listeria monocytogenes* sont fréquentes dans les produits laitiers souvent fortement contaminés : lait cru, fromages tant au lait cru qu'au lait pasteurisé.

On en trouve aussi dans les produits carnés **(Institut Pasteur, 2001)**.

Selon différentes études récentes, 2 à 5 % des échantillons de lait cru sont contaminés par des *Listeria*.

Ces bactéries se développent à une température inférieure à 4°C, d'où les problèmes pour la conservation prolongée des produits alimentaires.

La survenue de l'infection à la *Listeria* semble dépendre de l'association de différents facteurs : une virulence particulière de certaines souches, une contamination par un inoculum massif, la situation immunitaire de l'hôte. La porte d'entrée de la bactérie est digestive.

Par ailleurs la période d'incubation est très variable.

La listériose est une maladie commune à l'homme et à l'animal. Elle atteint principalement :

- les femmes enceintes. Elle est bénigne pour la mère mais provoque avortements et accouchements prématurés d'enfants infectés souffrant de septicémie précoce.
- les personnes âgées et les immunodéprimés. Le taux de listériose chez ces malades est de 300 fois supérieur à celui de la population normale.

(Institut Pasteur, 2001)

L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) et le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique Français ont admis dans les produits crus une tolérance de 100 germes *Listeria monocytogenes* par gramme de produit **(Lactalis lexique du lait)**.

IMPACTS SANITAIRES ET ECONOMIQUES DE LA CONTAMINATION MICROBIOLOGIQUE DU LAIT

D'ici 2030, la population africaine va tripler et s'urbaniser, nécessitant une augmentation massive des productions animales. Pour remplir ce challenge, une augmentation de 2,7 % par an de la production laitière est prévue de la fin des années 1990 à 2020. Une même tendance à un accroissement démographique et une urbanisation rapides est observée dans tous les pays du Sud.

Ces dernières années un certain nombre de flambées de maladies d'origines alimentaires est apparu, démontrant l'importance à la fois sociale et pour la santé publique de ces maladies.

De plus, la nature de l'élevage dans les pays en développement fournit un haut risque d'infections.

La contamination du lait par des agents bactériens conduit à des maladies d'origine alimentaire importantes et très répandues (**Unger F. & Munstermann S., 2001**).

Risques pour la santé publique

Le lait et les produits laitiers sont considérés comme des aliments complets puisqu'ils apportent à la fois des lipides, des glucides, des protéines, du calcium et d'autres éléments nutritifs. De ce fait ils sont souvent prisés par les consommateurs.

Mais le plus souvent le lait produit en Afrique de l'Ouest est consommé frais ou caillé. C'est ainsi que des études conduites en Gambie et en Guinée ont indiqué que près de 100 % du lait est consommé non-traité (**Unger F. & Munstermann S., 2001**).

La contamination après récolte à travers des pratiques inadéquates et peu hygiéniques est commune dans les pays d'Afrique de l'Ouest.

Après examen, les aliments produits localement ne remplissent en général pas les standards de l'OIE et du Codex.

Les résultats d'une étude conduite par l'ITC (International Trypanotolerance Center) en Afrique de l'Ouest ont montré un fort taux de contamination bactérienne du lait produit localement. En Gambie, 75 à 100 % des prélèvements effectués étaient contaminés à divers degrés. La forte proportion de coliformes dans le lait collecté indique que la contamination est plus vraisemblablement due à des pratiques non hygiéniques que causée par des pathogènes venant de l'animal.

Par exemple dans le lait frais on trouve 86 % des échantillons contenant des coliformes, 36 % des *E. coli*, 31 % des staphylocoques, 21 % des clostridies, 17 % des *Bacillus cereus*, et enfin 0,4 % et 2,1 % des salmonelles et des *Listeria*, respectivement.

Les premiers résultats d'une étude en Guinée et au Sénégal sont similaires à ceux enregistrés pour la Gambie, indiquant que les pratiques non-hygiéniques constituent le principal problème.

La forte présence de coliformes et la présence de bactéries d'importance zoonotique indiquent la nécessité urgente d'améliorer les pratiques hygiéniques liées à la manipulation du lait (**Unger F. & Munstermann S., 2001**) car les maladies diarrhéiques constituent un problème de santé publique.

En effet diarrhée et malnutrition sont fréquemment associées chez les enfants des pays en développement. Une réalimentation précoce associée à une réhydratation orale est recommandée par l'OMS.

Chez l'homme, les carences induites par la malnutrition sont connues depuis longtemps pour avoir des effets profonds sur l'immunité.

C'est ainsi que les maladies diarrhéiques se placent, en Côte d'Ivoire, au deuxième rang des causes de consultation dans les centres de santé et représentent la deuxième cause de pathologie infectieuse dans les hôpitaux. De plus, c'est la première cause de mortalité juvéno-infantile et leur intervention dans l'apparition des malnutritions de l'enfant est primordiale. En Côte d'Ivoire les diarrhées se situaient au moment de l'étude menée par R. Dogore et son équipe au deuxième rang des états morbides, après le paludisme et devant les plaies et les infections respiratoires aiguës.

Le groupe à plus haut risque est représenté par les enfants de 6 à 11 mois, en particulier ceux qui ne sont pas gardés et nourris par leur mère. Il est en effet vraisemblable que les enfants gardés par leur mère sont aussi nourris par elle, au sein, en partie ou en totalité, ce qui diminue le risque d'infection d'origine alimentaire. Jusqu'à 23 mois, la principale étiologie des diarrhées est représentée par *E. coli* (**Dogore R. et al., 1988**).

Les salmonelles constituent aussi une cause majeure de mortalité infantile dans les pays en voie de développement (Institut Pasteur, 2001).

Au Sénégal la prévalence de la diarrhée à l'âge de 1 mois est déjà élevée et son niveau double entre 1 et 9 mois.

Les maladies diarrhéiques présentent les mêmes variations par âge que la sous-nutrition aiguë. Ce résultat est peu surprenant compte-tenu du fait que la diarrhée est un facteur déterminant de la sous-nutrition aiguë. On observe par ailleurs des variations saisonnières de la prévalence des maladies diarrhéiques.

Près d'un enfant sénégalais de moins de 24 mois sur trois a eu la diarrhée dans les deux semaines précédant l'enquête, ce qui situe le Sénégal à un niveau moyen en Afrique sub-saharienne.

Et plus d'un enfant sénégalais sur dix (131 décès pour 1000 naissances) décède avant son cinquième anniversaire, niveau pourtant relativement bas pour ce type de pays (**Nutrition des jeunes enfants au Sénégal, résultats de l'EDS Sénégal 1992/1993**).

Un autre grand problème peut être constitué par l'eau (utilisée pour nettoyer des objets en contact avec les produits laitiers) et sa qualité microbiologique. L'accès à une eau potable de bonne qualité continue à être limitée dans de nombreuses communautés rurales et peri-urbaines en Afrique, malgré plusieurs décennies de programmes d'amélioration de l'eau.

Par exemple dans les systèmes pastoraux nomades et leurs villages riverains investigués lors d'une étude au Nord Soudan (**Musa H.A. et al., 1999**), à la fois les sources et l'eau stockée comportent des coliformes fécaux bien au-delà des normes de l'OMS, avec des variations saisonnières et un maximum à la fin de la saison des pluies. Dans la communauté péri-urbaine de Omdurman, on observe une contamination de l'eau stockée, avec un maximum là aussi à la fin de la saison des pluies.

En relation avec ces données, on observe que l'incidence des maladies diarrhéiques dans la province de Khartoum est maximale à la même saison.

La mauvaise qualité de l'eau (de boisson et utilisée dans des activités liées aux aliments) continue donc à constituer un risque majeur pour la santé publique dans les pays du Sud.

Il est établi qu'il y a un risque permanent à consommer ces laits qui coulent à flot un peu partout en ville. En effet ils ne respectent pas les normes d'hygiène.

De fait, les troubles digestifs causés par le lait sont fréquents. Les plus visibles sont les intoxications alimentaires dues à la consommation de lait caillé, très prisé par exemple par les sénégalais à l'occasion des cérémonies familiales (**Seck M., 2000**).

Mais , si la consommation du lait et des produits laitiers constitue un problème majeur de santé publique dans les pays du Sud, elle peut aussi, dans certaines conditions, constituer une solution à ce même problème, à l'image du soow.

Au Sénégal, le soow, lait caillé acidifié, est obtenu par fermentation spontanée du lait entier de vache. La conservation du soow est moins longue que celle d'un yaourt manufacturé. Sa préparation se fait traditionnellement dans desalebasses en bois qui ne sont vidées qu'en partie et remplies de nouveau. Ce produit est largement utilisé par les populations. C'est pourquoi au Sénégal certains auteurs ont proposé son utilisation pour la réhabilitation nutritionnelle d'enfants gravement malnutris.

Sur le plan économique, le prix de revient du soow est trois fois moins élevé que celui du yaourt.

Compte tenu de sa simplicité de fabrication et de son faible cout le soow, associé à la réhydratation orale, pourrait constituer une bonne alternative pour la réalimentation précoce des enfants diarrhéiques et mal nutris dans les pays en développement (**Beau J.P. et al., 1992**).

Il apparaît aussi, dans une étude conduite au Sénégal, que l'acidification (observée par exemple par le caillage du lait) à un effet inhibiteur de la croissance de certains pathogènes tels que *Salmonella*, *Bacillus cereus* et *Escherichia coli* (**Unger F. & Munstermann S., 2001**).

Impacts économiques et sociaux

Dans de nombreux pays d'Afrique, aussi bien de l'Ouest que de l'Est, la demande en lait augmente dans les populations urbaines et péri-urbaines. En même temps la production de lait se stabilise en Europe, d'où une augmentation du prix international de la poudre de lait qui autorise un développement significatif de la production laitière des pays du Sud.

Parmi toutes les actions encourageant le développement du secteur laitier, l'amélioration de la qualité (notamment de l'hygiène) des produits laitiers est une nécessité.

La prise en compte des risques est très importante si le secteur laitier du Sud veut gagner l'accès aux marchés locaux contre la pression exportatrice des pays du Nord (**Faye B., 2001**).

L'augmentation de la production et des revenus peut se faire par l'émergence de structures professionnelles activement engagées dans l'assainissement de leurs professions et l'amélioration consécutive de la qualité des produits.

En effet, des pratiques peu hygiéniques sont souvent considérées comme étant une des raisons majeures des pertes et des diminutions de revenus des petits éleveurs laitiers, par exemple en Afrique sub-Saharienne (**Gran H.M. et al., 2002**).

L'élevage de vaches laitières, par la production de lait et ses sous-produits, offre aussi parfois, comme c'est le cas au Mali, des opportunités pour le secteur privé notamment par la création de petites unités de transformation et de conservation du lait (**Economie du Mali, perspectives et potentialités**).

Frais tiré du pis de la vache ou reconstitué à partir de lait en poudre, le lait vendu dans les villes sénégalaises est loin de présenter toutes les garanties d'hygiène et de qualité requises.

Au Sénégal, depuis la dévaluation du Franc CFA en 1994, la filière lait connaît un regain de vitalité.

Les produits de mini-laiteries et fromageries récemment ouvertes ont conquis les consommateurs jusque dans la capitale.

Outre la qualité de leurs produits, les prix de vente du lait cru aux transformateurs, qui sont en moyenne de 150 F CFA par litre, contre 400 à Dakar, les rendent compétitifs. Mais la mise sur le marché de ces produits nécessite un suivi de qualité précis que tous les éleveurs ne maîtrisent pas.

En plus de ces fermiers et des grandes industries laitières de Dakar, on trouve des vendeurs ambulants, des femmes d'éleveurs qui parcourent les rues, des transformateurs nichés dans des kiosques de quartier, ainsi qu'une dizaine de PME qui ont pignon sur rue, qui reconstituent le lait à partir de poudre de lait.

Au ministère sénégalais de l'élevage, on estime à 15 000 tonnes les importations de lait en poudre en 1998, soit l'essentiel des importations de produits alimentaires. De la même façon le Mali et de nombreux autres pays sont tributaires des importations de lait en poudre et lait concentré à cause de l'insuffisance des moyens de longue conservation.

Mais l'Etat punit rarement les infractions car les importations de lait sont pour lui une manne qui lui rapporte, toujours au Sénégal, 6 milliards de F CFA de recettes. Reste donc aux consommateurs à être exigeants pour faire changer la situation (**Seck M., 2000**).

Au Tchad, l'approvisionnement des villes et des villages de la zone soudanienne représente une activité importante pour l'élevage laitier qui ne cesse de croître. C'est ainsi que se sont stabilisées des populations d'éleveurs pastoraux autour de la ville de Moundou.

On assiste à une augmentation rapide de la demande urbaine.

Les consommateurs ont une préférence pour les produits traditionnels.

Du Sahel à l'Afrique de l'Est, l'importance du commerce des produits laitiers dans l'économie pastorale est en général reconnue.

Et la dévaluation du franc de la Communauté financière africaine (F CFA) en janvier 1994 a eu pour effet de renforcer, au moins pendant un temps, la compétitivité des productions locales (**Duteurtre G. & Atteyeh A., 2000**).

Sur le court terme, la dévaluation du franc CFA a provoqué une baisse de la consommation laitière moyenne par habitant, mais a permis un certain développement de la filière locale.

A Dakar, il est lié à l'apparition de :

- ◆ Manques de maîtrise des conditions d'élevage.
- ◆ Freins des habitudes alimentaires au développement d'une production laitière péri-urbaine, d'une demande pour des produits de qualité de la part d'une frange aisée des consommateurs.

La filière laitière au Sénégal, comme dans la plupart des pays de la sous-région, connaît un développement fulgurant.

Ses problèmes et handicaps sont :

- ◆ Concurrence internationale de plus en plus aiguë.
- ◆ Problèmes de compétitivité.
- ◆ Production locale qui demeure limitée.
- ◆ Difficultés de transport et faiblesse relative du revenu des consommateurs.

Mais des solutions à ces problèmes existent, en particulier :

- ◆ Des regroupements pour une meilleure collecte du lait.
- ◆ Un appui technique de l'Etat pour l'amélioration de la productivité et surtout de la qualité du lait.

Les éléments de renforcement de la compétitivité des entreprises sont à chercher du côté de la compétitivité en terme de qualité (**SIAGRO, 2002**).

L'industrie laitière contrôle strictement la qualité du lait acheté aux fermiers. Si cette qualité ne répond pas aux normes minimales de qualité, le lait est rejeté, ce qui signifie pour le fermier des pertes économiques (**Teuvo V.A. Siirtola, 2000**).

Au niveau de la transformation, la vulgarisation de l'amélioration des techniques de transformation à l'échelle artisanale n'est pas complète. Pourtant, les revenus des paysans pourraient s'accroître par l'application de ces techniques améliorées avec une répercussion sur le coût du produit fini (**Jiokap Nono Y., 2002**).

Car une production laitière de bonne qualité sanitaire peut permettre le développement d'une filière laitière. Les conséquences dans la zone de Mbarara, en Ouganda, sont que la filière lait tire la croissance économique locale (6,3 % par an ces dernières années), avec comme corollaires un revenu par habitant supérieur à celui des autres régions du pays, et l'arrêt des importations de produits laitiers.

Mais la poudre de lait reste le principal concurrent des productions locales et la substitution d'importations bon marché par des productions locales n'est pas un processus ni facile ni rapide, et ne pourra se faire que si l'amélioration de la qualité devient, dans les pays du Sud, un leitmotiv.

LES MOYENS DE DETERMINATION DES RISQUES DE CONTAMINATION : LA METHODE HACCP (points critiques de controle – analyse des risques)

Pour minimiser l'exposition des consommateurs aux agents pathogènes, il est important de comprendre à quel niveau de la chaîne de production alimentaire ils entrent et se développent (**Unger F. & Munstermann S., 2001**).

Un récent rapport de la FAO (Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture des Nations Unies) concernant la Gambie montre que le contrôle qualité des aliments n'y est pas bien développé (**Baptist, O.G., 2001**).

Or il est reconnu que l'introduction de techniques de contrôle des risques et l'application de la méthode HACCP à la production et à la préparation alimentaires a le potentiel d'améliorer la sécurité alimentaire et de réduire les infections d'origine alimentaire. Ces techniques sont d'ailleurs recommandées par la CAC (Commission Codex Alimentarius de la FAO).

Et la mise en place d'un système HACCP ne coûte pas très cher et est accessible à de petites structures. Le HACCP est une méthode efficace. Bien utilisé, avec des connaissances suffisantes et un solide bon sens, il ne laissera de côté aucun facteur de risque (**Gibon C., 2001**).

Théorie

La qualité d'une denrée alimentaire se définit autour des quatre S suivants : Sécurité, Santé, Satisfaction et Service.

La sécurité du consommateur est le plus important et critique.

Depuis les années 70, les hygiénistes ont pris conscience de l'importance de la gestion préventive des risques dans le secteur de l'alimentation.

Le HACCP (Hasard Analysis Critical Control Points – analyse des risques, points critiques pour leur maîtrise) est un système souvent mis en avant pour améliorer l'assurance sécurité d'une denrée alimentaire.

Né au Etats-Unis vers la fin des années soixante dans les industries chimiques, le HACCP est utilisé depuis vingt ans par de nombreuses industries agro-alimentaires et diverses organisations internationales ont prôné le recours au HACCP comme un des meilleurs moyens pour garantir la sécurité des produits alimentaires.

Qu'est-ce que le HACCP ?

Le HACCP est une méthode permettant :

- ◆ D'identifier et d'analyser les dangers spécifiques (c'est à dire toute propriété biologique, chimique ou physique) susceptibles d'affecter la sécurité d'une denrée alimentaire aux différents stades du processus de production ;
- ◆ De définir les moyens nécessaires à leur maîtrise ;
- ◆ De s'assurer que ces moyens sont mis en oeuvre de façon effective et efficace.

Les principes du HACCP :

La mise en oeuvre de cette méthode repose sur les 7 principes suivants :

- ◆ Principe 1 : Procéder à l'analyse des dangers
 - a) Identifier les dangers associés à une production alimentaire, à tous les stades de celle-ci ;
 - b) Evaluer la probabilité d'apparition de ces dangers (son occurrence) ;
 - c) Identifier les mesures préventives nécessaires.
- ◆ Principe 2 : Déterminer les points critiques pour la maîtrise de ces dangers (CCP ou Critical Control Points).

- ◆ Principe 3 : Etablir les critères opérationnels (valeurs limites, niveaux cibles, tolérances) dont le respect atteste la maîtrise effective des CCP.
- ◆ Principe 4 : Etablir un système de surveillance permettant de s'assurer de la maîtrise effective des CCP.
- ◆ Principe 5 : Etablir les actions correctives à mettre en oeuvre lorsque la surveillance révèle qu'un CCP donné n'est pas (ou n'est plus) maîtrisé.
- ◆ Principe 6 : Etablir des procédures spécifiques pour la vérification, destinées à confirmer que le système HACCP fonctionne efficacement.
- ◆ Principe 7 : Etablir un système documentaire (procédures et enregistrements) approprié couvrant l'application des 6 principes précédents.

(Rhamful K., 2002)

Mise en pratique

La gestion de la qualité par l'analyse des risques ou l'identification des dangers potentiels liés à la production ou au process (système HACCP) doit être appliquée à toute la chaîne, de la vache au consommateur.

A chaque risque potentiel identifié correspond des actions de correction et des plans de contrôle.

Il est par ailleurs nécessaire d'ajouter une dimension quantitative à l'analyse qualitative des risques pour prendre en compte la prédisposition ou la sensibilité de certains consommateurs aux agents pathogènes.

La quantification des risques permet de calculer un risque acceptable et d'établir des normes de qualité ou des critères adaptés aux différentes situations (**Faye B., 2001**).

Pour aider à appliquer la méthode HACCP, il existe des schémas d'application qui guident l'utilisateur, tel l'arbre de décision présenté ci-après (Figure 1).

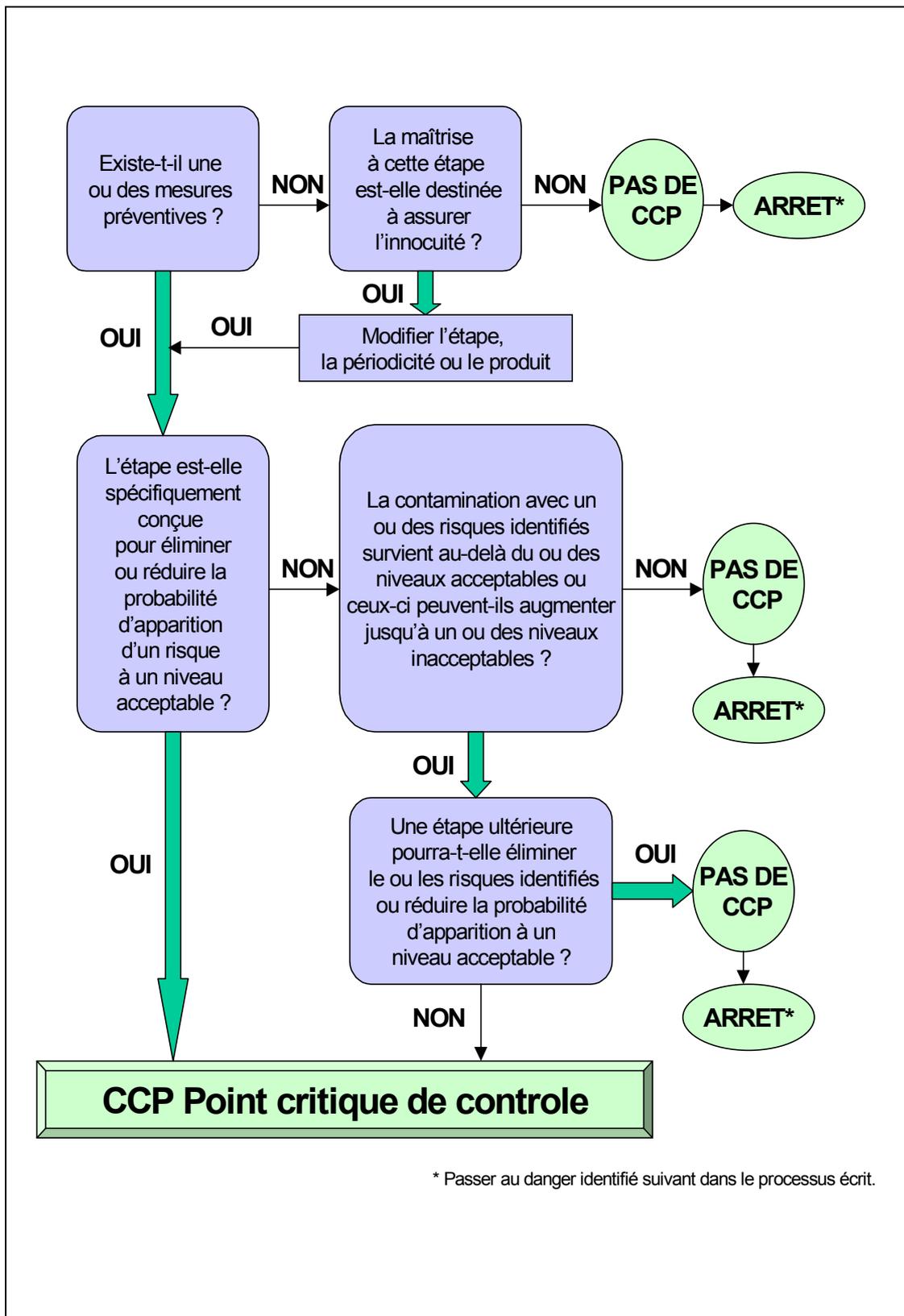


Figure 1 : Arbre de décision HACCP

(Diagramme HACCP, 2002)

Parallèlement à l'utilisation de l'arbre de décision, on peut, à chaque étape de l'analyse, présenter les résultats de l'analyse selon le tableau suivant :

TABLEAU HACCP	
ETAPE <input type="text"/>	CCP N° <input type="text"/>
DANGERS <input type="text"/>	MESURES PREVENTIVES <input type="text"/>
LIMITES CRITIQUES <input type="text"/>	PROCEDURES DE SURVEILLANCE <input type="text"/>
ACTIONS CORRECTIVES <input type="text"/>	ENREGISTREMENT <input type="text"/>

Figure 2 : Tableau de présentation des résultats de l'application de la méthode HACCP

(Diagramme HACCP, 2002)

LES SOURCES DE CONTAMINATION MICROBIOLOGIQUE

Le producteur de lait espère obtenir un bon prix, en relation avec la qualité de son produit.

Le transformateur du lait qui paie le producteur doit s'assurer par lui-même que le lait qu'il reçoit à une composition normale et n'est pas contaminé, d'où l'intérêt de mettre en place des contrôles.

Le consommateur espère payer un bon prix pour un lait et des produits laitiers d'une qualité acceptable à excellente.

Le contrôle qualité doit donc commencer à la ferme. La qualité est obtenue par la mise en oeuvre de pratiques approuvées de production laitière.

Tous les laits des différents fermiers ou les laits mélangés venant de divers centres de collecte doivent être testés.

Même chose au niveau des laiteries.

Lorsque le laitier accepte le lait du fermier, il prend la responsabilité d'assurer que le lait est manipulé dans des conditions hygiéniques, et que le produit fini réponds aux normes sanitaires.

Les autorités publiques doivent quant à elles contrôler légalement la qualité des aliments vendus au public et éliminer du marché des produits hors-normes ou contaminés, avec la possibilité de poursuivre les responsables. Ceci dans l'intérêt des consommateurs de lait et de produits laitiers **(FAO, 2001b)**.

L'eau

La protection de la santé publique requière un indicateur de pollution fécale. Dans les années 1890, *Escherichia coli* à été choisie comme indicateur biologique de la propreté de l'eau. L'analyse de l'eau pour *E. coli* et les coliformes totaux est maintenant devenue facile et peu onéreuse.

Il est avantageux sur le plan économique d'améliorer les réseaux d'analyse d'*E. coli* pour protéger la santé publique : la comparaison avec d'autres candidats indicateurs fécaux est en faveur d'*E. coli* **(Edberg S.C. et al., 2000)**.

Le nombre de germes dans l'eau utilisée à la ferme diminue significativement avec une hausse de sa température (par chauffage).

Dans une étude au Zimbabwe, 68 % des prélèvements d'eau avaient un niveau d'AMC (mesophiles aérobies) supérieur à 1 000 cfu par ml. On trouvait des coliformes dans 44 % des prélèvements et des *E. coli* dans 24 %. Or d'après les indications de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) on ne devrait pas trouver d'*E. coli* dans 100 ml de prélèvement.

E. coli et les autres coliformes sont un indicateur et leur présence implique le risque que d'autres pathogènes entériques soit présents dans l'eau, source majeure de maladies transmissibles.

Au Zimbabwe l'étude à montré que la qualité de l'eau dans de nombreuses fermes était non-satisfaisante.

La qualité microbiologique de l'eau à la ferme pourrait être améliorée par addition de chlore ou en la faisant bouillir **(Gran H.M. et al., 2002a)**.

Production du lait

Le lait est pratiquement stérile dans la partie supérieure du pis des vaches laitières en bonne santé. Plus le lait est localisé près de la tétine, plus on y trouve de microbes. Le lait est contaminé par des bactéries principalement pendant la traite. Il est possible de traire les animaux de telle façon que le lait ne contienne que 500 à 1 000 bactéries par ml. Mais le nombre total de bactéries est habituellement supérieur à 50 000 par ml après la traite et parfois ce nombre peut atteindre un à quelques millions, ce qui indique un manque d'hygiène pendant la traite et la manipulation du lait et/ou une maladie chez l'animal.

Le lait devient habituellement acide si on le laisse à température ambiante après la traite. La rapidité de cette acidification dépend de la qualité et de la quantité de la contamination et de la température du lait.

Le résultat de l'activité microbienne est la détérioration du lait. Seule l'utilisation de lait frais de qualité contrôlée comme matière première permet de produire des produits laitiers de haute qualité.

Les aspects les plus cruciaux du point de vue du maintien d'une bonne qualité microbiologique du lait frais sont :

- ◆ Des animaux en bonne santé.
- ◆ Une traite et un maniement du lait à la ferme qui soient hygiéniques.
- ◆ Un refroidissement du lait immédiatement après la traite, si possible (en utilisant par exemple de l'eau froide).
- ◆ Le transport du lait vers la laiterie le plus tôt possible après la traite, au maximum dans les deux heures qui la suivent.
- ◆ La protection des bidons et autres conteneurs de lait des saletés et de l'exposition directe au soleil.

LES SOURCES POTENTIELLES DE CONTAMINATION

Elles sont, à la ferme laitière :

- ◆ Animal laitier.
- ◆ Personnel.
- ◆ Etable et atelier de traite.
- ◆ Eau froide et chaude.
- ◆ Traite, incluant les trayeuses, les ustensiles et autres matériels utilisés.
- ◆ Manipulation du lait, incluant les ustensiles et le matériel.
- ◆ Qualité du lavage et du nettoyage.

- ◆ Refroidissement et stockage du lait.
- ◆ Délivrance au collecteur.
- ◆ Ventes directes, si tel est le cas, à la ferme.

(Teuvo V.A. Siirtola, 2000).

A LA FERME

Que la traite se fasse à la main ou à l'aide d'une machine, une bonne hygiène est essentielle à la ferme.

Celle-ci requière que :

- ◆ Les mains et les vêtements des trayeurs soient propres et qu'ils soient en bonne santé.
- ◆ La machine utilisée et l'équipement de stockage du lait soient gardés propres et soient en bon état (par exemple sans fêlures ou bosses qui sont difficiles à laver et peuvent facilement abriter des bactéries).
- ◆ Immédiatement après la traite, le lait soit refroidit, de préférence à 4 °C. Ceci nécessite une réfrigération mécanique ou des réservoirs froids. Cela est cher et ne peut en général être mis en place que par des fermes à large spectre commercial.

Pour les petits fermiers, mettre en place un centre de refroidissement central et en commun pourrait être la solution idéale.

Lorsque les fermiers apportent leur lait à un centre coopératif, ils devraient le faire dès que la traite est finie.

Un centre de refroidissement du lait d'une capacité de 1 000 à 3 000 litres peut servir à plus de 300 petits fermiers, leur assurant que la qualité de leur lait, s'il est produit dans de bonnes conditions d'hygiène, est bien préservée et que leur lait soit accepté par les unités de transformation.

Il est important de se souvenir qu'en environnement chaud le lait tourne en 3 à 4 heures. Donc toute sorte de refroidissement qui permet de diminuer la température du lait (qui est de 38 °C lors de la traite) aide à prévenir la multiplication des bactéries. Il y a plusieurs options possibles.

Dans des zones de hauts plateaux (telles que Kinangop, Limuru, Tiniboroa, au Kenya) où la température peut n'être que de 10 °C, le lait devrait être refroidit à 2 °C, en utilisant la température de l'eau selon les techniques suivantes :

- a. Immersion des bidons de lait dans un bac d'eau connecté à un robinet ou une autre source d'eau.
- b. Utilisation d'une glacière rotative à l'intérieur du bidon.
- c. Utilisation d'une glacière de lait de surface.

Dans des régions chaudes (telles que la côte, l'Ouest, le Nord-Est, Nyanza, au Kenya) refroidir le lait à 3-5 °C sous température ambiante peut être réalisé à travers l'utilisation d'une armoire de refroidissement par évaporation avec du charbon.

HYGIENE DU LAIT A LA FERME

Il est de l'intérêt de chaque fermier et des transformateurs que ce qui suit soit observé dans une ferme laitière.

Il faut une bonne hygiène des récipients accueillant le lait.

Immédiatement après qu'ils soient vidés de leur lait, les récipients devraient être nettoyés comme suit :

1. rinçage à l'eau froide.
2. nettoyage avec une brosse et un détergent à chaud (n'importe quel liquide savonneux non-parfumé peut faire l'affaire).
3. rinçage à l'eau froide.
4. stérilisation avec de l'eau bouillante ou à la vapeur ou utilisation de solutions de nettoyage telles que l'eau de Javel.
5. Séchage des bidons sur un séchoir. En effet l'exposition au soleil augmente la destruction des bactéries lors du séchage des bidons.

Trayeuses

Les trayeuses devraient être nettoyées selon le mode opératoire suivant :

1. rinçage à l'eau froide.
2. Passage d'un détergent de nettoyage et d'un détergent spécifique aux laiteries, dans l'eau chaude.
3. rinçage à l'eau chaude.

Le remplacement des parties en caoutchouc usées doit aussi se faire régulièrement.

Les vaches

Pour une bonne hygiène de la traite, la traite des vaches atteintes de mammites devrait se faire en dernier et leur lait devrait être séparé du lait des autres vaches. Le lait de vaches traitées avec des antibiotiques ne devrait pas être mélangé avec celui des vaches en bonne santé. Il faut observer une période de retrait de 4 jours. Effectivement, le lait contenant des antibiotiques peut affecter la santé des consommateurs et atténuer l'activité des bactéries lactiques utilisées pour la production de fromages, yaourts, etc. (FAO, 2001a)

Dans une étude conduite au Kenya, environ quarante-deux (42,2 %) pourcents des prélèvements de lait dans les bidons de lait des fermiers et 10,3 % des prélèvements au niveau des bidons de la coopérative ne contenaient pas de coliformes, tandis que 89,5 % et 50 % des bidons, respectivement, pouvaient être considérés comme contenant du lait de bonne qualité, avec moins de 50 000 coliformes par millilitre. Quarante-deux souches d'*E. coli* furent isolées, dont cinq possédaient un pouvoir entéropathogène. Cette contamination potentielle peut poser un risque sanitaire pour les humains. Si un bon nombre de fermiers effectuaient la traite de façon satisfaisante (résultat de campagnes d'information et de sensibilisation), des campagnes concernant la traite propre, les pratiques de manipulation et de stockage du lait doivent être poursuivies en direction des fermiers non encore informés (Ombui J.N. et al., 1994).

Pendant la traite, des précautions hygiéniques au niveau du trayeur (hygiène corporelle...), de l'animal (absence de souillures visibles, pis propre, queue attachée...) ainsi que du matériel de récolte (matériel nettoyé et désinfecté) doivent être prises, afin d'éviter la pollution du lait par des germes. Une traite de bonne qualité fournit un lait dont le nombre de germes par millilitre est inférieur à 5 000. Ces germes proviennent en général de l'extérieur et pénètrent dans la mamelle par le canal du trayon. Pour réduire davantage ces charges microbiennes, les premières sorties de lait doivent être écartées de la récolte.

Le lait fraîchement récolté est à la température de l'animal (37-38 °C), ce qui favorise la multiplication de nombreux germes. Toutefois, en raison du pouvoir bactériostatique du lait frais, le développement microbien est inexistant pendant les quelques heures qui suivent la traite. En général, on profite de cette phase de latence pour refroidir le lait (à 4-6 °C) de manière à ralentir la prolifération des micro-organismes dès la phase bactériostatique terminée.

En zone tropicale l'utilisation du froid à la ferme est presque inexistante pour des raisons techniques et surtout économiques. Seules l'observance de règles d'hygiène strictes permettent d'assurer au lait une bonne qualité.

La livraison du lait ainsi récolté doit se faire dans des délais très courts (**Jiokap Nono Y., 2002**).

Dans une autre étude, au Zimbabwe, des coliformes étaient retrouvés sur environ 23 % des ustensiles utilisés à la ferme.

Pour réduire la contamination du lait les ustensiles devraient être rincés, lavés en utilisant un détergent et désinfectés immédiatement après utilisation. Seulement 3 fermiers sur 25 chauffaient leur eau à plus de 60 °C.

L'hygiène de la traite est connue pour affecter le nombre de micro-organismes dans le lait.

Ainsi le DDP (Dairy Development Program, programme de développement laitier du gouvernement zimbabwéen) recommande certaines mesures pour améliorer l'hygiène de la production : le pis de la vache devrait être lavé puis séché avant la traite ; après la traite il est recommandé de plonger la tétine dans une solution désinfectante. De plus le DDP recommande le lavage et la maintenance de l'équipement et un degré suffisant d'hygiène personnelle.

Enfin la taille du troupeau peut aussi jouer sur les conditions d'hygiène. L'environnement de la ferme est plus sale si le troupeau est grand. De plus l'augmentation de la taille du troupeau pourrait allonger la durée totale de la traite et en conséquence augmenter le délai de livraison aux collecteurs ou à la laiterie (**Gran H.M. et al., 2002**).

Collecte et transformations du lait

Au point ou centre de collecte, à la laiterie, les CCP sont :

- ◆ Nettoyage et état global des installations.
- ◆ Personnel.
- ◆ Eau froide et chaude.
- ◆ Horaire de réception du lait.
- ◆ Refroidissement et stockage du lait.
- ◆ Temps de stockage.
- ◆ Traitements thermiques.
- ◆ Manipulation du lait et process.
- ◆ Emballage et étiquetage (production et dates limites de consommation).
- ◆ Stockage.

- ◆ Chargement et transport pour distribution.

(Teuvo V.A. Siirtola, 2000).

PRATIQUES HYGIENIQUES DANS LES ENTREPRISES LAITIERES

Indications générales

1. Les sols des bâtiments doivent être faits de surfaces aisément lavables. Les murs devraient être lisses et lavables jusqu'à 2 mètres de hauteur et peints d'une couleur claire.
2. Les portes devraient se fermer toutes seules et les fenêtres devraient être protégées de l'intrusion d'insectes (mouches, etc.) par des filets anti-moustiques.
3. Les pièces devraient être propres et gardées en bon état.
4. Toutes les surfaces en contact avec le produit devraient être gardées propres avant usage et lavées aussi souvent que nécessaire par des techniques appropriées à l'équipement et au process.
5. Les équipements et les ustensiles devraient être désinfectés avant utilisation et quand il y a eu possibilité de contamination accidentelle.
6. La réparation et l'entretien des équipements devraient de préférence être menés hors des périodes de production.

Nettoyage et désinfection de l'atelier et des équipements.

1. L'équipement utilisé pour la manipulation des produits laitiers liquides devrait de préférence être lavé et désinfecté après chaque utilisation et au moins une fois par jour.
2. L'équipement utilisé pour la manipulation des produits riches en graisses (beurre, fromages, etc.) devrait être nettoyé en aucun cas moins d'une fois par jour.
3. Les étapes de base du nettoyage de l'atelier et des équipements sont :
 - ◆ Rinçage avec de l'eau pour éliminer l'excès de salissures. On peut utiliser de l'eau froide ou tiède (40-50 °C).
 - ◆ Lavage avec un détergent jusqu'à ce que la surface de l'équipement soit propre. Celui-ci peut être pratiqué conjointement avec un grattage à la main.
 - ◆ Rinçage final avec de l'eau potable froide jusqu'à élimination du détergent.
4. Désinfection.

La désinfection des équipements laitiers peut être faite selon les procédés suivants :

- ◆ Vaporisation 10 à 15 minutes, après que le condensat ait atteint 85 °C.
- ◆ Eau chaude à 80 °C au moins 20 minutes .
- ◆ Détergents / désinfectants, entre 45 et 60 °C, pour lavage manuel et des équipements et des réservoirs et bidons de stockage.

Emballage.

Le matériel d'emballage devrait :

- ◆ Etre conservé en environnement sec.
- ◆ Etre utilisé d'une manière propre et sanitaire.
- ◆ Etre non-toxique.
- ◆ Eviter la contamination des produits.
- ◆ Protéger le produit des contaminations jusqu'à l'utilisation par le consommateur.

Stockage hygiénique des produits finis.

Les produits devraient être stockés dans des conditions propres avec une température et un taux d'humidité appropriés pour prévenir leur détérioration ou permettre la maturation (par exemple des fromages).

Transport hygiénique.

Les produits laitiers devraient être transportés dans des véhicules propres dans des conditions appropriées et être séparés des autres produits.

Hygiène et santé du personnel.

- ◆ Il est recommandé que les personnes en contact avec les aliments passent des examens médicaux pour vérifier que leur santé réponde aux dispositions légales.
- ◆ Les locaux devraient être pourvus de l'eau propre courante et de salles d'eau correctes.
- ◆ Les travailleurs devraient porter des vêtements de protection propres et une combinaison de travail (par exemple bottes en caoutchouc, veste, blouse et charlotte).

Laboratoire de contrôle de la qualité.

Le lait et les autres matières crues devraient être régulièrement testés pour s'assurer de l'absence de pathogènes (**FAO, 2001a**).

De fait, la pasteurisation du lait n'est pas une garantie que le fromage sera propre à la consommation puisque celui-ci peut être contaminé à n'importe quel niveau de la

chaîne de production et de commercialisation et aussi au moment de l'emballage, par exemple par contact avec une surface souillée.

La réglementation européenne est particulièrement sensible à l'importance de la post-contamination et préconise des contrôles stricts à toutes les étapes de production des produits fromagers. Ceci pour concilier sécurité et santé publique et attentes des consommateurs en matière de goût.

On peut imaginer par exemple des procédés industriels de fabrication au cours desquels le lait serait microfiltré, c'est à dire passé sur une membrane dont les pores sont suffisamment fins pour retenir les bactéries et donc les séparer du lait. Cette technique permet de satisfaire les exigences sanitaires et les sens de l'amateur de fromages. La décontamination bactérienne par membrane peut conduire à une réduction de la charge microbienne du lait de fromagerie jusqu'à 99,8 % tout en préservant les caractéristiques techniques essentielles du lait puisque la filtration s'effectue à des températures inférieures à 55 °C (**Roy D., 1995**). Mais ces techniques sont très onéreuses et de ce fait exclusivement réservées aux industries laitières des pays du Nord.

Dans les pays du Sud seules les techniques habituelles de pasteurisation et de stérilisation peuvent être envisagées pour diminuer la charge microbienne des produits.

La pasteurisation consiste à porter le lait à la température de 63-65 °C pendant 30 minutes (pasteurisation basse) ou encore 72 °C pendant 15 à 20 secondes (pasteurisation haute : HTST, High Temperature Short Time). Cette technique élimine toute la flore pathogène. Mais la qualité microbiologique du lait de départ doit être acceptable (moins de 30 000 germes par millilitre), sinon l'obligation d'élever le barème de traitement s'impose, avec des conséquences fâcheuses telles que la sélection de germes thermorésistants dotés d'action protéolytique entraînant la putréfaction du lait. Compte-tenu de la présence dans le lait pasteurisé, en quantité non négligeable, de bactéries lactiques thermophiles (non pathogènes) capables de se développer entre 30 et 60 °C, il est important de refroidir le lait à 3-4 °C après le traitement.

Lorsque le lait est pasteurisé, la microflore sensible à la chaleur est considérablement réduite. Si on trouve *E. coli* dans du lait pasteurisé, cela signifie qu'il y a eu une contamination post-pasteurisation. Une des principales sources de contamination du lait à la laiterie pourrait être le tube de sortie du lait d'un pasteurisateur, si celui-ci n'est pas propre (**Gran H.M. et al., 2002b**).

Le lait pasteurisé conditionné dans des emballages fermés et inviolables se conserve au froid une semaine et se consomme dans les 24 heures après ouverture.

La stérilisation consiste quant à elle à porter le lait à 115-120 °C pendant 15 à 20 minutes (stérilisation classique) ou à 130-150 °C pendant 2 à 10 secondes (stérilisation UHT, Ultra Haute Température) de manière à détruire tous les germes, y compris les spores. Cette dernière méthode s'effectue en flux continu, avec en aval un système de conditionnement aseptique. Le lait UHT est un lait homogénéisé, mécaniquement. Par rapport à la stérilisation UHT, la stérilisation classique a diverses conséquences sur le lait : teinte brune, goût de cuit, modification des équilibres protéiques et minéraux, destruction des vitamines, etc.

Or le lait est en général payé selon ses qualités physico-chimique aussi bien que microbiologique.

La concentration du lait est une autre technique lui assurant une conservation de longue durée (**Jiokap Nono Y., 2002**).

Particularités des régions tropicales :

La région tropicale est caractérisée par des variations saisonnières très marquées qui affectent les rendements laitiers des animaux. Quand arrive la saison sèche, toute collecte de lait à l'échelle d'une moyenne unité de transformation devient difficile, du fait de l'élevage nomade ou semi-nomade qu'il convient alors de pratiquer. Le suivi sanitaire des animaux n'est souvent pas bien assuré et les conditions de traite couplées aux conditions de température environnantes favorisent les contaminations, notamment par les germes pathogènes.

Les transformations du lait permettent de rallonger sa durée de vie et facilitent sa distribution sur des distances plus importantes. Lorsque le lait n'est pas transformé, sa stérilisation (stérilisation classique) permet de le conserver une quinzaine de jours à température ambiante. La pasteurisation du lait en vue de sa conservation n'est pas courante du fait de la nécessité d'une chaîne du froid et des emballages adéquats, lesquels augmentent le coût du produit fini.

Parmi les produits de transformation du lait on distingue principalement les laits fermentés, les fromages et le beurre fondu ou non. L'adjonction de poudre de lait permet parfois d'améliorer les rendements et de diminuer le coût final du produit (**Laurent C., 1974 ; Veisseyre R., 1975**).

En régions chaudes, les fromages à pâtes molles, subissant des fermentations et un mûrissement très délicats à réussir, sont à exclure, les conditions nécessaires à de telles productions exigeant l'investissements de capitaux très important, et leur durée de conservation étant faible (à peine 2 à 3 jours en dehors de l'air refroidi) (**Laurent C., 1974**).

Après usage quotidien des matériels, il faut procéder aux opérations suivantes (**Jiokap Nono Y., 2002**) :

1. Rinçage à l'eau potable
2. Nettoyage
3. Désinfection
4. Protection des matériels désinfectés jusqu'à un nouvel usage .

Au niveau des collecteurs et des vendeurs, il convient d'éliminer le lait ayant tourné (par exemple par simple évaluation sensorielle, ou en utilisant un test à l'alcool), le lait provenant d'animaux atteints de mammite et les matières étrangères au lait (pour ces deux derniers critères, il faut filtrer le lait. Si le filtre retient du sang un résultat positif pour la mammite est enregistré).

La distance entre ferme et laiterie ou point de vente est aussi importante, le temps entre la traite et la vente du lait étant en général d'autant plus important que cette distance est grande. De plus, dans le cas de lait fournit à une laiterie, l'information

générale sur l'hygiène, l'apprentissage et l'aide technique qu'elle peut prodiguer aux éleveurs pourrait être facilitée par la proximité de la ferme avec la laiterie.

La collecte affecte la qualité microbiologique du lait par une durée totale de transport du lait augmentée par rapport à une délivrance faite directement par le producteur (Gran H.M. et al., 2002a).

Le type d'ustensiles utilisés est aussi important. Pour la collecte il est conseillé d'utiliser des pots en une seule pièce, sans raccord et à fermeture bien hermétique.

Dans une étude récente (Gran H.M. et al., 2002b), les ustensiles en plastique portaient un nombre de coliformes plus grand que ceux en métal, sans doute du fait qu'ils sont plus facilement rayés.

Le fait que les employés des entreprises laitières aient à effectuer plusieurs tâches (de l'emballage des produits à leur vente) pourrait facilement causer des contaminations croisées si ceux-ci ne se lavent pas systématiquement les mains quand ils passent d'une tâche « sale » à des produits « propres ». La maintenance des équipements (chambre froide, chauffe-eau, véhicules, etc.) est aussi primordiale dans ces industries, et souvent déficiente du fait de son coût élevé.

La sécurité alimentaire mérite d'être une priorité dans tout programme de santé publique. L'étude de Gran et son équipe a montré que les niveaux d'*E. coli* et de coliformes dans le lait caillé (naturellement ou après pasteurisation) était important, ce qui signifie que la consommation de ces produits pourrait être un danger sanitaire potentiel. L'amélioration des pratiques hygiéniques à la laiterie pourrait passer par un programme de stages et d'enseignement utilisant une approche participative.

Le lait utilisé dans la production de lait caillé naturellement devrait, en plus, être de bonne qualité dès la ferme.

Transport du lait

Du mauvais lait sera rejeté à la laiterie. Le fermier perdra de l'argent, et le transporteur pourra perdre de l'argent si la faute lui incombe. De plus, la population n'aura pas d'aliments de bonne qualité. Pour éviter que tout cela arrive, le maintien de l'hygiène du lait est essentielle à tous les niveaux : à la ferme, au centre de refroidissement et pendant le transport (FAO, 2001a).

Les points critiques à prendre en compte lors du transport du lait de la ferme au point ou au centre de collecte du lait ou à la laiterie sont :

- ◆ Nettoyage et état du véhicule de transport.
- ◆ Température durant le transport.
- ◆ Durée du transport.
- ◆ Méthodes de déchargement et de réception du lait.

Et lors du transport des produits laitiers :

- ◆ Nettoyage et état du véhicule de transport.
- ◆ Systèmes de chargement et de transport.
- ◆ Température durant le transport.
- ◆ Durée du transport.
- ◆ Lieu et système de déchargement.

(Teuvo V.A. Siirtola, 2000).

Le transport peut se faire en gros ou en bidons.

Transport du lait en gros :

Le lait refroidit à la ferme ou dans un centre de refroidissement peut être transporté dans des bidons de lait ou des camions-citernes. Les camions-citernes sont isolés, ce qui permet au lait de rester froid jusqu'à l'usine (pourvu que le transport soit rapide, soit de courte distance ou par de bonnes routes permettant au lait d'être délivré avant que sa température ne soit supérieure à 10 °C).

Transport du lait en bidons :

Une alternative est la mise en bidons du lait et son transport dans ces bidons. Ceci a l'avantage qu'un bidon d'un fermier contenant du lait de faible qualité ne sera pas mélangé avec des bidons d'un autre fermier avec du lait de bonne qualité et ne contaminera pas le lot.

Puisque les bidons ne sont pas isolés thermiquement, le transport à la laiterie doit être suffisamment efficace pour permettre au lait d'arriver à l'usine dans des conditions acceptables.

Dans les cas où les fermiers délivrent leur lait à travers des points de collecte il est conseillé que les bidons de lait soient placés dans une aire ombragée en attente d'un véhicule de transport.

Moyens de transport du lait (bidons et citernes) :

Ils devraient tous être nettoyés de la même façon que les autres récipients (voir ci-dessus). Et il devrait y avoir un stockage suffisant d'eau au niveau des centres de refroidissement pour permettre à tous les transporteurs de lait de rincer leurs récipients à l'eau froide (**FAO, 2001a**).

Commercialisation du lait

Concernant la commercialisation, dans beaucoup de pays du Sud, la distance entre la ferme et les points de vente, associée à l'état des routes souvent impraticables à la saison des pluies, favorisent la distribution du lait dans un rayon limité (**Jiokap Nono Y., 2002**).

Au niveau de la distribution et de la revente, les principaux CCP sont :

- ◆ Nettoyage et état général des installations.
- ◆ Personnel.
- ◆ Eau froide et chaude.
- ◆ Qualité du lavage.
- ◆ Temps de stockage des produits laitiers.
- ◆ Température de stockage.
- ◆ Méthodes de manipulation, de distribution et de vente.

(**Teuvo V.A. Siirtola, 2000**).

Consommation du lait

Toute bonne mère soucieuse de la santé de son nouveau-né apporte un soin particulier à la préparation du biberon. Elle fait bouillir le lait servant à sa préparation et nettoie la bouteille de façon méticuleuse (Roy D., 1995).

La plupart des femmes (qui se chargent de l'utilisation du lait : transformation, commercialisation et consommation familiale) font bouillir le lait juste après la traite. Lorsqu'il n'est ni consommé ni vendu à l'état frais, le lait est laissé à fermenter pendant plusieurs heures, jusqu'à ce qu'il devienne acide. Le lait ainsi fermenté à l'avantage de se conserver plusieurs jours à température ambiante.

Certains groupes d'éleveurs utilisent des techniques beaucoup plus élaborées que d'autres pour la fabrication des produits. C'est le cas du chauffage du lait après la traite qui permet d'obtenir un lait qui se conserve plus facilement (Duteurtre G. & Atteyeh A., 2000).

Lorsque la qualité du lait n'est pas assurée la seule attitude à avoir pour le consommateur doit être de faire suffisamment bouillir le lait avant consommation, ce qui n'est pas sans causer des désagréments (changement des caractéristiques organoleptiques pas toujours compatibles avec les habitudes alimentaires).

CONCLUSION

Le lait, s'il est un produit indispensable à l'alimentation humaine, est aussi une source potentielle de pathogènes d'origine microbiologique, notamment de bactéries, certaines pouvant avoir des conséquences désastreuses à la fois pour les individus et en terme de santé publique.

Dans les pays du Sud, le lait, du fait de ses conditions de production, de transformation, de transport, de commercialisation et de consommation souvent précaires, des conditions environnementales particulières qui peuvent y régner (climat chaud, etc.) et du fait d'un manque d'infrastructures, continue à être souvent contaminé par ces bactéries indésirables.

L'impact de cette qualité microbiologique défailante, en plus d'être purement sanitaire, est aussi économique, avec des difficultés pour les acteurs de la filière laitière bovine à accroître leur activité et par conséquent leurs revenus, des difficultés à structurer les filières laitières et à l'échelle d'un pays un coût à la fois financier (importations de lait des pays du Nord, coûts sanitaires induits) et social (dû à l'importance numérique des maladies liées à la consommation de produits laitiers).

Une amélioration de cette situation nécessite de déterminer les sources préférentielles de la contamination microbiologique du lait et des produits laitiers tout au long de leur élaboration en tant que produits finaux voués à être consommés. Pour cela l'utilisation de méthodes, notamment le système HACCP qui a déjà fait ses preuves dans les pays du Nord, doit être systématisée dans les pays du Sud.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Baptist O.G.** 2001. Strengthening the national food control system in The Gambia. Rapport de consultant FAO. TCP/GAM/0166(A).
2. **Beau J.P., Wade S., Diahm B., Leite N.** 1992. Intéret des laits fermentés chez l'enfant diarrhéique malnutri. *Cahiers Santé*, **2** : 390-396.
3. Diagramme HACCP [On-line]. [2002/02/14]. < URL : <http://www.catalyse.fr> >.
4. **Dogore R., Dogore E., Rey J.L., Douchet Ch., Coulibaly A.** 1988. Etude descriptive des maladies diarrhéiques dans un centre PMI d'Abidjan. *Afr., Méd.*, **27** (264) : 291-294.
5. **Doutoum A.** 1995. Contribution à l'étude de la qualité du lait des ceintures laitières péri-urbaines de la zone cotonnière du Sénégal. Dakar, Sénégal : Université Cheikh Anta Diop – EISMV, 126 p. Thèse (Dr. Médecine Vétérinaire).
6. **Duteurtre G., Atteyeh A.** 2000. Le lait à Moundou, témoin de l'intégration marchande des systèmes pastoraux au sud du Tchad. *Revue Elev. Med. vét. Pays trop.*, **53** (3) : 299-306.
7. **Dwight C.H., Yuan C.Z.** 1999. Veterinary microbiology. Malden, USA : Blackwell Science, 479 p.
8. Economie du Mali, perspectives et potentialités. [On-line]. [2002/02/18]. < URL : <http://www.undp.org/fomli/eco.htm> >.
9. **Edberg S.C., Rice E.W., Karlin R.J., Allen M.J.** 2000. *Escherichia coli* : the best biological drinking water indicator for public health protection. *Symp. Ser. Soc. Appl. Microbiol.*, **29** :106S-116S.
10. **FAO.** 2001a. Hygienic milk handling and processing. Naivasha, Kenya : FAO/TCP/KEN/6611 project. (Milk processing guide series, vol. 1).
11. **FAO.** 2001b. Hygienic milk handling and processing. Naivasha, Kenya : FAO/TCP/KEN/6611 project. (Milk processing guide series, vol. 2).
12. **Faye B.** 2001. Research on peri-urban dairy system in Gambia. Mission d'expertise à l'International Trypanotolerance Center, Banjul, The Gambia, 2001/11/23-29. Montpellier : CIRAD-EMVT, 21 p. CIRAD-EMVT n° 2001-63.
13. **Gibon C.** 2001. Le HACCP vu par un vétérinaire inspecteur. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, France. CG/MD/2490A.
14. **Gran H.M., Mutukumira A.N., Wetlesen A., Narvhus J.A.** 2002a. Smallholder dairy processing in Zimbabwe : hygienic practices during milking and the microbiological quality of the milk at farm and on delivery. *Food Control*, **13** : 41-47.

15. **Gran H.M., Mutukumira A.N., Wetlesen A., Narvhus J.A.** 2002b. Smallholder dairy processing in Zimbabwe : the production of fermented milk products with particular emphasis on sanitation and microbiological quality. *Food Control*, **13** : 161-168.
16. **Institut Pasteur.** 2001. Hygiène alimentaire : données scientifiques – données microbiologiques [On-line]. [2002/03/12]. < URL : http://www.hygiene-educ.com/fr/profs/alimentaire/sci_data/donnees.htm >.
17. **Institut Pasteur.** 2002a. Salmonelloses, gastro-entérites, ... [On-line]. [2002/03/12]. < URL : <http://www.pasteur.fr/actu/presse/documentation/salmonelloses.html> >.
18. **Institut Pasteur.** 2002b. Staphylocoques infections nosocomiales [On-line]. [2002/03/12]. < URL : <http://www.pasteur.fr/actu/presse/documentation/staphylo.html> >.
19. **Jiokap Nono Y.** 2002. Le lait et les produits laitiers : physico-chimie et technologie. Transformation en zone tropicale. Université de Ngaoundéré, Cameroun.
20. **Laurent C.** 1974. Conservation des produits d'origine animale en pays chauds. Paris : Presses Universitaires de France, p. 69-93.
21. Lactalis lexique du lait [On-line]. [2002/03/14]. < URL : http://www.lactalis.fr/franc/moul_memento.htm >.
22. Nutrition des jeunes enfants au Sénégal, résultats de l'EDS Sénégal 1992/1993. Rapport de l'Africa regional DHS nutrition and family health analytical initiative project de l'Agence pour le Développement International des USA (AFR/ARTS), 1994.
23. **Musa H.A., Shears P., Kafi S., Elsabag S.K.** 1999. Water quality and public health in northern Sudan : a study of rural and peri-urban communities. *J. Appl. Microbiology*, **87**(5) :676-682.
24. **OCEAC.** 1998. Présentation du centre collaborateur de l'OMS sur la recherche, l'isolement et l'identification d'agents de lutte entomopathogènes en Afrique Centrale. *Bull. Liais. Doc. - OCEAC*, **98**.
25. **Ombui J.N., Kaburia H.F., Macharia J.K., Nduhiu G.** 1994. Coliforms counts and *Escherichia coli* in raw commercial milk from dairy farmers in Kiambu District, Kenya. *East Afr. Med. Journal*, **71** (10) : 635-639.
26. **OMS.** 1998. Aide-mémoire n°125 [On-line]. [2002/05/17]. < URL : <http://www.who.int/inf-fs/fr/am125.html> >.
27. **OMS.** 2000. Food safety and foodborne illness. Fact Sheet, n° 237. Genève : OMS.
28. **OMS.** 2001. Food safety – a worldwide public health issue [On-line]. [2002/02/07]. <URL : <http://www.who.int/fsf/fctshfts.htm> >.

29. **Peiffer B.** 1999. Staphylo aureus [On-line]. [2002/04/06]. < URL : <http://www.chez.com/guatemalt/STAPHY.html> >.
30. **Peiffer B.** 2000. Bacillus cereus [On-line]. [2002/04/06]. < URL : <http://www.chez.com/guatemalt/BACILLUS.html> >.
31. **Rhamful K.** 2002. La méthode HACCP [On-line]. [2002/03/12]. < URL : <http://www.coi-info.org/normes/HACCP.htm> >.
32. **Roy D.** 1995. Lait cru : etre ou ne pas etre ? [On-line]. [2002/02/11]. < URL : http://personal.nbnet.nb.ca/carolect/public_html/rawmilkf.html >.
33. **Seck M.** 2000. Boire du lait sans risque ? *SYFIA International*. [On-line]. **136**. [2002/03/12]. < URL : <http://www.syfia.com/presse/psprod.asp?ocID=ps913-13612> >.
34. **SIAGRO.** 2002. Lait. [On-line]. SIAGRO, Salon international des industries et techniques agro-alimentaires. 2002/04/09-12, CICES, Dakar, Sénégal. [2002/05/17] < URL : www.siagro.sn/lait/index.html >.
35. **Teuvo V.A. Siirtola.** 2000. Establishment of regional reference centre for milk processing marketing, quality control manual. Raw milk and milk products. Rapport FAO, Apia, Avril 2000. GCP/SAM/007/FRA.
36. **Todar K.** 2002. Bacteriology at UW-Madison [On-line]. [2002/05/17]. < URL : <http://www.bact.wisc.edu/Bact330.html> >.
37. **Unger F., Munstermann S.** 2001. Project n° 9. Food hygiene and consumer safety unit. ITC, Banjul, The Gambia.
38. **Veisseyre R.** 1975. Technologie du lait. Constitution, récolte, traitement et transformation du lait. Paris : La maison rustique.