



Réseau de Recherche et d'Echanges
sur les Politiques Laitières

www.repol.sn



Série « Notes Méthodologiques »

L'hygiène et la qualité sanitaire du lait et des produits laitiers

Implications en santé publique

Bonfoh B., Wasem A., Roth C., Hetzel M., Steinmann P., Zinsstag J

ITS/INSAH

Note méthodologique n°08

Coordination : ISRA-BAME

Avec le concours de



GRET



Introduction

Les maladies d'origine alimentaire sont répandues, que ce soit dans les pays développés ou ceux en développement. Néanmoins, il est difficile d'estimer l'incidence, puisque ces maladies sont pour la plupart sporadiques et échappent souvent à la notification. Selon l'OMS, moins d'1% des maladies d'origine alimentaire est notifié dans les pays en développement. Il est reconnu que le lait est un bon vecteur pour des maladies d'origine alimentaire, et cela pour différentes raisons : le lait provient des animaux qui ont le potentiel de porter des maladies transmissibles à l'homme et les propriétés chimiques et physiques du lait présentent dans certaines conditions (temps, température, composition chimique, ...) un milieu favorable pour la multiplication des germes pathogènes et de contamination.

Il existe aussi plusieurs maladies qui sont transmissibles de l'animal à l'homme (brucellose, tuberculose, ...) par le lait, mais en même temps on note aussi la possibilité de transmission des pathogènes entre les hommes à travers les aliments (*E. coli*, *Vibrium choléra*, *Staphylococcus*,...).

Entre les bactéries du lait, il existe des formes opportunistes et des formes qui peuvent provoquer des infections ou des intoxications chez l'homme. La plupart de ces germes peuvent être éliminés par des technologies de préservation adéquate, par exemple un traitement thermique (pasteurisation ou chauffage) et dans une moindre mesure la fermentation. Dans les pays développés, la pasteurisation est une des méthodes bien établies mais rarement pratiquée dans les pays du Sud surtout dans les systèmes traditionnels. Plusieurs facteurs contribuent à la contamination du lait, au maintien et à la multiplication des germes sur l'ensemble de la chaîne de production. En plus des contaminants microbiologiques, le lait peut contenir des résidus chimiques (antibiotiques, autres médicaments, ...) et des toxines secrétées par certains pathogènes (*E. coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus*).

A ce jour, plusieurs travaux bactériologiques donnent de bonnes informations sur le degré de contamination du lait et des produits laitiers. Etant donné le potentiel dangereux de certains germes identifiés, il est important d'approfondir la connaissance sur les facteurs de risques (contamination et transmission) et les conséquences de la contamination laitière sur la santé publique et le développement du marché laitier.

La présente note méthodologique a pour objectif de proposer les méthodes et outils pour évaluer la contribution des facteurs intrinsèques (flore initiale du lait, caractéristiques physico-chimiques et biologiques) et extrinsèques (technologie, environnement, temps de transport, température, eau et ustensiles en contact avec le lait,...) sur toute la chaîne de production. Dans un second temps, l'on proposera des méthodes d'évaluation de l'amélioration et du coût de la qualité du lait. L'on se concentrera ensuite sur les bases de l'évaluation de la qualité et de l'hygiène, les facteurs de risques et les méthodes d'appréciation de l'incidence sur la santé publique avec un accent sur l'infection/intoxication (*Enterobacteriaceae* ou *Staphylococcus aureus*, ...) et les zoonoses (exemple : brucellose). Les méthodes de détermination des corrélations entre la consommation de LPL et les symptômes d'infection/intoxication ou de zoonose seront proposées.

Compromis entre la santé publique et le marché

L'hypothèse de base est que (i) le lait de mauvaise qualité engendre des pertes et/ou la baisse de sa valeur et compromet sa transformation ultérieure et que (ii) la consommation de ce lait

et ses produits dérivés dans certaines conditions, est un facteur de risque pour les affections alimentaires (diarrhée, vomissements, fièvre).

La qualité peut être aussi analysée sous l'angle commercial. Quelle que soit la forme de la qualité (commercial ou sanitaire), les systèmes de production locale, sans infrastructure de chaîne de froid continuent de dominer le secteur laitier.

Pour mieux aborder les questions de santé publique, et rassembler les acteurs autour d'un marché réglementé, l'approche sur une réglementation et une politique proactives sont recommandées dans le secteur informel de LPL (Staal, 2000). Cela sous-tend la promotion de la qualité avec une réelle volonté de paiement du prix du lait à la qualité. Les questions de politique à répondre sont : *est-il préférable de maintenir strictement des normes et réglementations qui auraient certainement pour résultats le coût élevé du Lait et des Produits Laitiers (LPL) et la déviation du secteur vers le marché informel ? Avec un allègement des normes et régulations (seuil minimum d'acceptabilité) soutenu par un guide de bonnes pratiques et un accompagnement (formation et certification), quelle proportion du LPL sur le marché passerait sous le contrôle ?*

La meilleure façon d'animer le marketing social de la qualité est la collecte et l'analyse de données qualitatives et quantitatives sur les risques de pathologies alimentaires dans différents systèmes de production et de commercialisation. Pour ce faire, une recherche participative permettant de transformer les évidences en politiques alternatives avec des effets tangibles sur la santé publique. Cette recherche peut être axée sur les acteurs de la filière (producteurs, collecteurs,...), les types de LPL ; les systèmes de production (extensive, intensive) ; la densité de la population (urbain, rural) ; les agents de la filière ; le mode de consommation et les préférences ; les données économiques (revenus, coûts, prix, capital, main d'œuvre, taxes, points de vente,...). Pour soutenir cette approche, le laboratoire sera mis à contribution pour évaluer les risques de santé publique tels que : la brucellose (RT, ELISA), *E. coli* 0157 : H7 (culture), mouillage (densité spécifique), matière grasse (Gerber), résidus d'antibiotiques (YT, Delvo test), dénombrement bactérien (culture).

Hygiène et qualité du LPL/ contrôle

Considérations générales sur la qualité et fondements du contrôle de qualité

L'assurance-qualité dans la chaîne de production et de distribution doit être garantie. Le champ d'application et la prescription relative à la qualité sont définis par les législations et les normes. Des exigences de base minimales sont nécessaires pour maintenir tant le niveau de qualité que l'image du LPL. Les facteurs de l'appropriation de la sécurité des aliments sont le coût (temps, finances), la confiance dans la législation et des services et agents du contrôle, la motivation, la connaissance et la compréhension des notions de sécurité sanitaire.

La chaîne de production locale du lait suit un environnement complexe marqué dans la plupart des cas, par l'absence de la chaîne de froid et des pratiques encore basées sur les traditions locales. Le LPL sont des denrées très périssables et le contrôle de qualité de la production à la consommation a pour objectif (i) de garantir les caractéristiques physico-chimiques du produit pour faciliter la transformation ultérieure (ii) créer la plus-value et (iii) protéger le consommateur du produit fini. Cette note va poser les bases méthodologiques en mettant l'accent sur la microbiologie alimentaire.

Une étude de cas a été menée de 2000 à 2004 dans le cadre du projet «Lait sain pour le sahel » pour évaluer la qualité et ses déterminants dans la filière locale. Des comparaisons ont été faites avec les projets en cours en Gambie, au Kenya, en Mauritanie au Tchad et des

adaptations méthodologiques testées au Niger. Les conclusions de ce projet ont été partagées lors d'un séminaire sous régional (www.laitsain.com). Le lait quelle que soit sa forme (cru, transformé), est un véhicule de germes, un milieu favorable au développement de germes dans certaines conditions de conservation (température/temps) et par conséquent tous les produits laitiers doivent être considérés comme un risque potentiel pour le consommateur. Dans ce processus, il faudra aussi considérer le statut et le seuil d'immunité des consommateurs. Si l'on se réfère par exemple au cas de l'eau, le lait pourrait être un grand risque pour les moins âgés, les vieux que pour les jeunes.

La contamination du lait dépend non seulement de l'apport microbien des ustensiles mais aussi des conditions de stockage (gros au détail). La santé de la vache laitière et le traitement aux antibiotiques eu égard aux mammites subcliniques sont aussi déterminants dans la qualité du lait. L'utilisation des ustensiles souillés et non lavés, la manipulation de petites quantités de lait en contact avec une multitude d'ustensiles souillés et non lavés augmentent la flore microbienne du lait de la ferme au point de vente et le dénature aux moindres techniques de transformation.

- Sur le plan technologique et économique, il faut préserver les caractéristiques physico-chimique et biologique du lait pour la transformation ultérieure (technologie laitière). Cela assure la collecte et garantit les revenus des producteurs.
- Sur le plan de la santé publique, le contrôle de qualité permet la protection du consommateur contre le LPL avariés et impropres à la consommation. Ce contrôle de routine permet aussi l'actualisation des normes et définit les évolutions des pratiques, eu égard aux nouveaux problèmes de santé publique et de protection des marchés.
- Sur le plan épidémiologique, l'évaluation de la qualité permet de poser les bases de la qualité, d'énumérer les facteurs de risques et de proposer les moyens pour les juguler à moindre coût socio-économique et culturel.

Normes, standards, conformité

Les instruments légaux du secteur laitier ou agro-alimentaire sont obsolètes et incompatibles avec le marché local (secteur informel). De plus les consommateurs ne sont pas informés des dangers et risques du lait non pasteurisé. Les normes et standards sont définis sur le plan international et national. Dans nos pays, les recommandations sont ceux utilisées par l'Union Européenne (UE) ou celles du Codex alimentarius (FAO/OMS). Ils sont souvent inadaptés à certains produits locaux qui ne figurent pas sur la liste. Leurs barèmes ont tendance à plus protéger le marché. La promotion des bonnes pratiques, la standardisation des procédés de fabrication des produits locaux peuvent contribuer à définir les normes pour les produits du terroir.

Caractéristiques des produits et échantillonnage

Produits

Quelles que soit la nature du contrôle, la nomenclature des produits, leur classification doit être déterminée. Pour cela il existe des produits reconnus au plan international (Exemple : yaourt, fromage, lait pasteurisé, ...) et les autres produits locaux dont les techniques de fabrication ne sont pas encore standardisées et dont la dénomination (Exemple beurre fermier, fromage sec, fènè, lait fermenté, ...) reste à homologuer. On peut ainsi classer les produits suivants :

- Produits laitiers locaux (lait cru ou frais, lait chauffé, lait fermenté, fèrè, fromage et beurre fermiers, ...) ;
- Produits laitiers transformés par les industries de la place par l'utilisation du lait local et/ou de la poudre de lait (lait pasteurisé, yaourt, fromage frais, ...) ;
- Les produits laitiers importés (Lait UHT, Yaourt nature, fromage semi-dur ou dur, beurre solide la Vache qui rit, ...).

Caractéristiques des produits

Il faut d'abord décrire l'environnement du produit et ses caractéristiques intrinsèques. Dans les produits fermentés, le pH, les bactériocines secrétées par les bactéries lactiques, les résidus d'antibiotiques peuvent avoir des effets biotiques sur certains pathogènes. Une fiche technique doit permettre d'énumérer les valeurs des paramètres suivants : *date de prélèvement, durée de conservation, nature du produit, composition, procédé de fabrication, lieu de fabrication, nom de marque et nom commun, ...*

Pour chaque produit, il faut avoir à l'image la technique de transformation pour déterminer les facteurs de risques à rechercher. Il s'agit notamment de la pasteurisation (chaleur) de la fermentation-coagulation (ferments lactiques). D'autres informations sont indispensables :

- le processus de fabrication, les matières premières ayant contribué à la fabrication (espèce animale : chèvre, brebis, vache, chamelle, bufflesse, ...);
- caractéristiques du produit tels que définis par le fabricant (date de fabrication, durée de conservation, ...)
- température du produit au prélèvement, température ambiante, date de prélèvement ;
- conditions d'acheminement du produit au laboratoire (chaîne de froid, durée de transport, ...) ;
- caractéristiques organoleptiques (goût, odeur, couleur, consistance, aspect, ...) ;
- stades du produit (lait cru, produit intermédiaire : lait en poudre, produit fini, ...) ;
- technique de transformation standardisée ou non (respect du temps et de la température : pasteurisation, fermentation, ...).
- produit prêt à être consommé ou mélangé à d'autres produits (bouilli de mil, ...) ;
- lieu de prélèvement, chez le vendeurs : kiosques, grande surface, rue, conditions de stockage,...).

Echantillonnage

Il dépend de la nature de l'investigation (technologie laitière, santé publique ou épidémiologie).

- Santé publique : caractérisation du risque suite à un litige (l'échantillon suffit mais avec la quantité requise pour permettre l'analyse)
- Contrôle de routine (2 à 5% de la population)
- Epidémiologie : utiliser les méthodes de calcul de la taille de l'échantillon (exemple sur le plan microbiologique, les variations sont très faibles avec un même produit).

Conditions de prélèvement, conservation et transport

Lors du prélèvement pour le contrôle de qualité, l'échantillonneur doit d'abord adopter les recommandations du *Codex alimentarius* (FAO/OMS). Cela permet de recueillir les informations précises sur le produit et les procédés de maintien des caractéristiques du produit au laboratoire aux mêmes conditions que celles obtenues lors du prélèvement. Le produit doit être prélevé de manière aseptique et les conditions de transport et de conservation ne doivent en aucun cas modifier la nature du produit. Il faut noter que quelles que soient les conditions, le métabolisme des germes et l'action enzymatique sont continus dans le lait. Pour cela, le temps entre le prélèvement et l'analyse doit être le plus court possible, dans les minutes et

heures qui suivent (suivant la logistique). La durée maximale autorisée peut être de 40 heures à la température de +4°C mais des délais de 12 heures à 4°C sont recommandés.

Analyses physico-chimiques et bactériologiques

Il faut d'abord énumérer ses indicateurs de qualité et les facteurs de leur variation. Cela permet de faire le choix des méthodes et des techniques d'analyse suivant les conditions (moyens logistiques disponibles). Dans l'interprétation, l'on devra en dehors du calibrage des instruments et les corrections par rapport aux caractéristiques locales (exemple : température ambiante, race animale, alimentation, saison...) définir un seuil minimal d'acceptabilité pouvant être obtenu avec des tests minima (sur la chaîne de production et le contrôle du produit fini). Des mesures longitudinales permettent d'avoir les moyennes par zone, région ou pays.

Tests	Paramètres	Observation
Composition chimique	Lactose, matières sèches (f) Matières grasses (u)	Ex. Avec le lait de Zébu privilégier la méthode de Rose Gollib pour corriger celle de Gerber.
Physico-chimiques	Filtrage (uc) Association alcool/ ébullition (uc) Mouillage (uc) Acidité dornic (ut) pH (ut)	Corriger la densité avec la température du lait Vérifier la normalité de la solution de soude (°D) Calibrer le pH-mètre
Tests biologiques	Réductase Bleu méthyleène Résazurine California Mastitis Test (CMT)	Mesure de l'activité bactérienne importante CMT à la ferme
Tests microbiologiques	Germes totaux Coliformes fécaux Streptocoques fécaux Staphylococcus aureus	Respect de la température et du temps de conservation des échantillons
Toxicologiques	Yoghourt test (Oxytetracyclines) Delvotest (Béta lactames)	Seuil de détection/ seuil nocif

Facteurs de variation des résultats

Les résultats doivent être analysés en tenant compte de plusieurs facteurs. Il s'agit notamment de l'ambiance de l'analyse (température), la composition chimique des produits, la qualité des réactifs et la sélectivité des milieux de culture. L'actualisation des méthodes et protocoles est indispensable.

Certaines pratiques des producteurs peuvent compromettre les résultats des contrôles de qualité et les analyses. Il s'agit de l'adjonction de certains produits ayant des effets bactériostatiques (antibiotiques, plantes) ou de neutralisations (NaOH, KOH, NaCl, ...). Les paramètres peuvent aussi varier suivant les saisons, les espèces animales, le stade du produit dans la chaîne de production.

Interprétation des résultats et la caractérisation des risques

Plusieurs logiciels permettent de créer une base de donnée (Excel, Epi-info, ...) et de procéder à l'analyse (STATA, SAS). Dans le cas des dénombrements bactériens les transformations logarithmiques sont indispensables. La régression logistique permet d'évaluer l'effet des différents facteurs de variation.

La croissance bactérienne dans le circuit de collecte peut être déterminée par la courbe classique qui comprend quatre phases (latence, exponentielle, stationnaire, diminution). La

phase de décroissance correspond à la saturation microbienne et à la création de condition défavorables à la survie (pH, acidité, ...).

$$n = \frac{\sum c}{(n_1 + 0,1n_2) \times d} \quad 1$$

La croissance désirée ou non contribue au changement des caractéristiques physico-chimiques et biologiques du lait. Plusieurs autres facteurs affectent indépendamment la croissance bactérienne.

$$\mu = \left(\frac{\partial N}{N \partial t} \right)^2$$

$$\mu = f(\text{temperature}) \times f(a_w) \times f(\text{pH}) \times f(\text{acide organique}) \times f(\text{autres}_1) \times f(\text{autres}_n) \quad 3$$

Suivant le type d'analyse et de contrôle et suivant les normes, les produits peuvent être considérés comme conformes (matières premières : poudre de lait) ; acceptables pour la transformation (lait cru) ou impropres à la consommation (produit fini).

Il est aussi possible à travers la chaîne de production, de déterminer les sources de contamination et les points critiques avec la régression logistique stratifiée. Cela permet de procéder à l'évaluation de l'amélioration et la détermination des coûts de l'hygiène. Il est toujours difficile de changer les vieilles habitudes. Mais si les méthodes d'hygiène sont construites dans le sens de promouvoir l'hygiène en montrant les effets positifs bénéfiques pour les acteurs (durée de conservation, possibilités de transformation et achat à la qualité, plus-value), l'adoption serait facilitée. La promotion de la qualité du lait représente un enjeu majeur pour les stratégies technologiques et commerciales. L'achat du lait à la qualité pourrait devenir un élément moteur dans l'intégration des coûts de l'hygiène aux comptes d'exploitation des acteurs de la filière laitière. Le modèle suivant est utilisé pour évaluer l'amélioration de la qualité du lait dans la chaîne de production.

$$\lambda_{(GT, EB, RBM)} = \alpha + \beta_1 * (\text{hygiène}) + \beta_2 * (\text{température}) + \mu(0, \delta_{\text{troupeau}}) + \varepsilon(0, \delta_\varepsilon) \quad 4$$

Evaluation des coûts de l'hygiène

Les coûts des interventions pour l'amélioration hygiénique sont évalués en utilisant les coûts de base du berger et les coûts additionnels liés à l'amélioration des techniques d'hygiène. Une valeur est attribuée à chaque équipement et matériel et estimée en Fcfa/ jour. Cela facilite la comparaison entre les charges actuelles (berger et vendeur) et les charges d'intervention qui induisent une amélioration de la qualité du lait au point de vente. Les bénéfices ne sont pas calculés car le coût monétaire de l'hygiène ne peut être évaluée que si le lait est payé à la qualité (système de grade). On considère donc la sécurité dans la collecte (réduction des

¹ $\sum c$ = somme des colonies comptées dans les boîtes sélectionnées ; n_1 = nombre de boîtes pour la première dilution ; n_2 = nombre de boîtes pour la deuxième dilution ; d = première dilution sélectionnée

² μ = le taux de croissance spécifique (nombre de multiplication par unité de temps) ; N = nombre de bactéries ; t = temps ; μ est déterminé par la pente issue de la relation entre le temps et $\ln(N)$.

³ μ = Taux relatif de croissance

⁴ α = Intercepte (moyenne de la population) ; β_1 = Pente partielle (hygiène comme variable de classe) ; β_2 = Pente partielle (température comme co-variable) ; $\mu(0; \delta_{\text{troupeau}})$ = Effet aléatoire du troupeau ; GT = Germes totaux ; EB = *Enterobacteriaceae* ; RBM = Réductases du bleu de méthylène

pertes)⁵, l'amélioration de la santé publique, les possibilités de transformation, la durée de conservation du produit et la compétitivité du lait de qualité comme des bénéfiques.

$$\alpha^6 = \frac{1}{D_x} \left[\left[(FI_m + FR_m) + (VI_m + VR_m) \right] - \left[(FI_c + FR_c) + (VI_c + VR_c) \right] \right]$$

Perception de l'hygiène et de la qualité

L'hygiène a des fondements culturels et comportementaux. La perception de l'hygiène et de la qualité varie suivant qu'on soit producteur de matière première, acteur dans la transformation, consommateurs, promoteur de la santé publique. C'est un aspect à prendre en compte surtout avec des produits du terroir où les problèmes d'interprétation des résultats restent entièrement et de loin subjectifs.

Analyse sur les implications en santé publique

Hypothèses et question de recherche

Les résolutions du GATT en 1995 déterminaient le risque de santé publique comme la seule base pour la restriction du commercial international des aliments. D'après le *Codex alimentarius*, l'évaluation du risque microbiologique devrait considérer explicitement la dynamique de la croissance bactérienne, la survie et la disparition dans les aliments.

Le lait produit localement est très contaminé. Il est démontré que la consommation régulière de lait frais ou fermenté provenant de ce lait est un risque pour la diarrhée, les vomissements et la fièvre. La consommation de petites quantités ou le traitement (pasteurisation) peut diminuer le risque. Les consommateurs de produits proprement transformés souffriraient moins des symptômes. Les principales questions de recherche sont : *Quelles sont les facteurs de risque de diarrhée, de vomissement et de fièvre occasionnelle si ces symptômes ne sont pas dues au paludisme ? Quels seraient la fréquence et le mode de consommation de LPL au sein de la population ?*

Infection et toxi-infections

Design de l'étude

Une étude cas-témoin est proposée sur un groupe de personnes qui présentent des symptômes typiques (les *cas*) et un second groupe sans symptômes (les *témoins*) pour identifier les risques liés à la consommation de lait frais et ses produits. Pour chaque cas, un (ou plusieurs) témoin(s) sera cherché. Ils correspondent au même âge «age-matched» pour éviter de confondre les résultats avec différentes réactions du corps humain aux infections dépendant de l'âge «confounding». De plus, les témoins choisis sont de la même zone comme les correspondants avec un niveau socio-économique identique. Les cas et les témoins devraient

⁵ Un lait frais vendu à 250/litre par le producteur au centre de collecte, verrait le prix de son lait fixé à 200 Fcfa/litre si celui-ci était positif au test à l'alcool ou au lactodensimètre. Ce lait, même s'il n'est pas perdu perd en valeur.

⁶ α = coût journalier de l'intervention (\$US =Fcfa); FI = Investissement du producteur (Fcfa) ; FR = Fond de roulement du producteur (Fcfa); D_x =durée de vie des investissement et du fond de roulement (jour) ; VI = Investissement du vendeur/collecteur (Fcfa); VR = fond de roulement du vendeur/collecteur (Fcfa); c = contrôle (investissement de base avant l'intervention) ; m = modèle de l'hygiène (intervention)

avant tout avoir un système de vie comparable (mode de consommation), car une grande partie des maladies diarrhéiques pourra être attribuée à la contamination de l'eau ou d'autres aliments.

L'étude cas-témoin est choisie malgré le fait que l'étude longitudinale ou cohorte pourrait avoir un certain avantage sur la qualité des résultats. Dans un contexte logistique où les ressources financières et le temps sont limités, l'étude cas-témoin semble être une voie plus adaptée pour répondre aux questions de recherche. Sinon, la meilleure façon d'aborder cette étude serait la conduite d'une étude cohorte sur un groupe de ménages choisi au hasard (différentes régions, pays). Ensuite, les groupes sont suivis sur une période déterminée (3, 6, 12 mois). Cela nécessite de déterminer la fréquence de suivi et d'interview. Les informations doivent ainsi comprendre la quantité de lait consommé, le traitement subi par le lait avant la consommation, la provenance du lait, les autres aliments consommés, la source de l'eau de consommation. Ces facteurs peuvent ainsi être corrélés avec l'état général des groupes, les symptômes spécifiques aux problèmes de pathologies alimentaires. Une telle étude est très coûteuse et difficilement réalisable. Nous aborderons seulement l'étude cas-témoin.

Définition des cas

Population

La réaction du corps humain aux infections dépend fortement de l'âge de la personne. Les jeunes enfants qui n'ont pas encore développés une certaine immunité contre les germes ubiquitaires réagissent souvent avec de la diarrhée à une infection, même si ce n'est pas une infection du tube digestif. En générale, la diarrhée représente un problème majeur chez les nourrissons et les jeunes enfants. La haute fréquence de diarrhée chez les nourrissons est aussi favorisée par le fait qu'ils reçoivent déjà très tôt d'autres aliments que le lait maternel.

Il est probable qu'on aura des difficultés chez les jeunes enfants d'obtenir des résultats qui sont spécifiques pour les effets du lait. On aura alors le choix entre deux options : (a) inclure les nourrissons car ils sont les plus affectés par la diarrhée ou (b) ne pas les inclure parce qu'une grande partie des cas diarrhéiques sera la cause des infections qui n'ont rien à voir avec la contamination alimentaire. On choisira le groupe défini *b*) Ce sera le groupe de personnes qui aura déjà acquis une certaine immunité contre certains germes. Il sera plus facile de trouver un témoin pour chaque cas en visitant les classes d'école ou les ménages dans les quartiers.

Sélection des sujets

L'étude sera conduite dans une zone (quartier, village, ville, région, pays, ...) pour obtenir des résultats spécifiques pour ce milieu. On choisira les sujets, femmes, hommes et/ou enfants au sein des hôpitaux ou centres de santé communautaire et cliniques (*définition de cas*). Par conséquent, les cas sévères seront inclus dans l'étude parce que vraisemblablement uniquement ceux qui consulteront les hôpitaux ou les centres de santé. En plus, les patients visitant une de ces institutions ne seront probablement pas représentatives par rapport à leur position socio-économique pour l'ensemble de la population. D'autre part il ne sera guère possible de trouver assez de cas dans la population dans le temps et avec les moyens logistiques mis à disposition. En considérant que des diarrhées légères ainsi que les causes sont très fréquentes dans beaucoup de régions d'Afrique^{7:8}, il est raisonnable, dans le cadre de l'investigation, de se concentrer avant tout sur les cas sévères et leurs origines.

Pathogènes ⁷											
	Nausées	Vomissements	Diarrhée	Dysenterie	Fièvre	Crampes	Prostration	Coliques	Douleurs abdominales	Déshydratation	Malaise
<i>Enterobacteriaceae</i>											
E. coli, enteropathogenic (EPEC)											
E. coli, enterotoxigenic (ETEC)		y			y	y	y			y	
E. coli, enteroinvasive (EIEC)				y							
E. coli, enterohaemorrhagic (EHEC)											
Salmonella spp.		y								y	
Shigella spp.		y		x		y					
Yersinia spp.				y							
<i>Autres</i>											
Staphylococcus aureus			x		y						
Campylobacter jejuni											
Clostridium perfringens	x	z			z						
Bacillus cereus	x	x	x					x			
Vibrio cholerae (O1 and O139)											

Fréquence

■	Toujours
■ x	Souvent
■ y	Occasionnel
z	Rare

On ne pourra inclure que les personnes qui ne présentent aucune autre infection connue, telle que le paludisme, les affections des voies respiratoires, etc.

- Chaque enfant qui est amené à la clinique ou aux centres de santé âgé de 5 mois à 5 ans, qui présente un ou plusieurs des symptômes suivants : diarrhée, diarrhée sanguinolente ou vomissements aux dernières 48 heures ou fièvre au moment de l'entrée à l'hôpital.
- Chaque enfant ou adulte qui est amené à la clinique ou aux centres de santé âgé de 5 ans ou plus, qui présente un ou plusieurs des symptômes suivants : diarrhée, diarrhée sanguinolente ou vomissements aux dernières 48 heures ou fièvre au moment de l'entrée à l'hôpital.

Définition de témoins

A chaque cas seront adjoints un ou plusieurs témoins. Ce seront des enfants ou adultes du même sexe et âge, habitant dans la même zone et presque dans les mêmes conditions (socio-économiques : type de maison, moyen de déplacement, téléphone, radio, ...) que les cas. Les témoins ne devront en aucun cas présenter des symptômes (diarrhée, diarrhée sanguinolente, fièvre, vomissement), ni au moment de l'entretien, ni pendant les sept jours précédents la sélection.

Si l'on choisit les cas selon la définition *a*) (voir *définition de cas*), les témoins pourront être choisis également de la clinique ou dans le centre de santé. Ce seront des patients sans maladies infectieuses, présentant des fractures ou dermatoses ou autres.

Si on choisit les cas selon la définition *b*), les témoins correspondants aux enfants pourront être trouvés dans les écoles. Les témoins correspondants aux adultes pourront être trouvés dans les quartiers d'habitation des cas. Choisir les cas de l'hôpital et les témoins de la

⁷ Symptômes sélectionnés en relation avec les bactéries transmissibles par le lait (Source: adaptation de Chin, J.: Control of Communicable Diseases Manual)

population peut causer un biais de sélection («selection bias») pour les raisons susmentionnées.

Critères d'exclusion

Toutes les personnes avec une autre maladie infectieuse connue (paludisme, pneumonie, etc.) seront exclues de l'étude.

Taille d'échantillonnage

Formule pour une étude cas témoin « matched » (d'après Schlesselman) La taille d'échantillonnage pour détecter un OR de 4 sera de 58 cas et de 58 témoins, alors que taille d'échantillonnage pour détecter une OR de 3 est de 87 cas et de 87 témoins. La taille de l'échantillon est calculée en utilisant la formule de Schlesselman's dans les études cas-témoin (Schlesselman and Stolley 1982).

$$n = \frac{\left(\frac{z_{\alpha}}{2}\right) + z_{\beta} \times \sqrt{P \times (1-P)}}{(P-0.5)^2} \times \left[\frac{p_0 \left(1 - \frac{(p_0 \times OR)}{1 + p_0(OR-1)}\right)}{\left[1 + \frac{(p_0 \times OR)}{1 + p_0(OR-1)}\right]} + \frac{(p_0 \times OR)}{1 + p_0(OR-1)} (1 - p_0) \right]^8$$

Questionnaire

Il faut répertorier des informations sur les habitudes alimentaires, la consommation de lait (vendeurs, marché, traitement)⁹, quelques détails sur l'hygiène en générale, l'âge, l'occupation, l'ethnie et des indicateurs du niveau socio-économique au moyen d'un questionnaire détaillé et avec l'aide des enquêteurs locaux. Les *cas* et *témoins* seront soumis aux mêmes questions, sauf ceux qui concernent les problèmes de santé actuels des *cas*.

⁸ n : nombre de paires ; z_{α} : niveau de signifiante : 5% ; z_{β} : puissance : 80% ; p_0 : exposition dans le groupe des témoins : 60% ; p_1 : exposition dans le groupe des cas ; OR : odds ratio

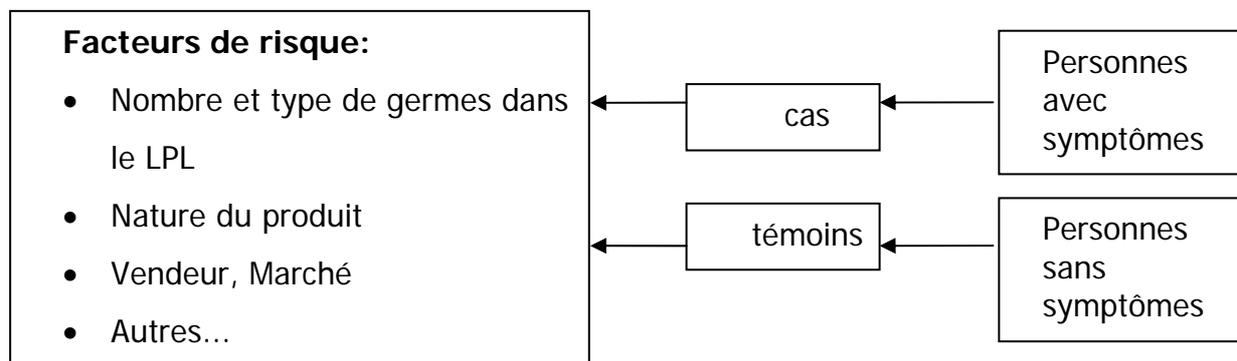
⁹ Note sur l'analyse de la consommation des LPL (cf. Cécile Broutin)

Pathogènes ¹⁰	Heures après la consommation																								Jours après la consommation														
	Cons. De lait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
	<i>Enterobacteriaceae</i>																																						
E. coli, enteropathogenic (EPEC)										■	■	■	■																										
E. coli, enterotoxigenic (ETEC)											■	■	■	■												■	■	■											
E. coli, enteroinvasive (EIEC)											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																		
E. coli, enterohaemorrhagic (EHEC)																											■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Salmonella spp.						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Shigella spp.												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Yersinia spp.																												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
<i>Enterobacteriaceae</i>																																							
Staphylococcus aureus		■	■	■	■	■	■	■	■																														
Campylobacter jejuni																																							
Clostridium perfringens																																							
Bacillus cereus		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Vibrio cholerae (O1 and O139)			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

¹⁰ Adaptation de: Source: Chin, J.: Control of Communicable Diseases Manual. 17th Edition. American Public Health Association. Washington, 2000

Bactériologie

Si la source d'approvisionnement du lait peut être identifiée, des échantillons de lait seront prélevés et analysés au laboratoire suivant les méthodes standards et les colonies de bactéries (*Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus aureus* et germes totaux) seront comptées (voir protocole bactériologie). L'indication pourra être faite du nom commercial du lait consommé ou du vendeur pour un contrôle du lot sur le marché ou le point de vente où le consommateur a acheté son produit. De cette manière, on recherchera une corrélation entre les symptômes, les maladies et certains systèmes de production, de traitement ou de transformation de lait ou les habitudes de consommation. Plusieurs facteurs de risques pourront être observés avec un questionnaire détaillé.



Questions pratiques et éthique

L'étude contribue à élucider les causes des affections alimentaires (surtout des associations de diarrhée, vomissements et fièvre). Elle contribue à une meilleure connaissance pour la protection de la population. Cette étude ne présente aucun risque pour les participants. Il n'y aura pas d'interventions invasives. Toutes les personnes souffrantes seront référées sous une responsabilité médicale. Ne pas effectuer cette étude signifie continuer éventuellement à ignorer certains risques de maladies alimentaires malgré les résultats sur les niveaux de contamination et de risques des LPL. L'étude sera effectuée avec la collaboration des médecins et des enquêteurs. Les résultats seront transmis aux autorités compétentes et seront disponibles pour la définition de la politique sanitaire des aliments. La base de l'étude sera les questionnaires et des analyses bactériologiques.

Importance des résultats

Il est connu que l'hygiène alimentaire est un facteur essentiel pour la santé publique. Si de fortes corrélations sont mises en évidence entre la présence de germes dans le lait et l'apparition de certaines maladies, les résultats obtenus donneront des évidences pour l'importance de l'hygiène laitière. Ces études peuvent associer les résultats des analyses bactériologiques et la santé des consommateurs, ce qui peut donner de nouvelles impulsions pour établir des mesures d'amélioration de l'hygiène laitière.

Les résultats d'une étude faite soigneusement peuvent fournir aux autorités responsables des arguments pour l'introduction ou le renforcement des standards locaux de production, de traitement, de transformation et de vente du lait et des produits laitiers. En améliorant l'hygiène laitière on pourrait sûrement rendre un service adéquat et nécessaire aux

consommateurs de lait en prévenant les infections et intoxications et partant les maladies diarrhéiques et autres problèmes de santé. La lutte contre les maladies transmises par le lait et les produits laitiers par une hygiène laitière améliorée peut contribuer également à la prévention de malnutrition des jeunes enfants.

Le contrôle de qualité relève plutôt de l'épidémiologie que de la santé publique. Les dégâts apparaissent après que le produit a déjà été consommé. Dans ce cas la caractérisation du risque relève plutôt de l'aléatoire (mélange des produits consommés). Le risque est perçu sous plusieurs angles : économie, santé publique, épidémiologie, socioculturel

Zoonoses

Les principales zoonoses potentielles sont la tuberculose et la brucellose, transmises entre autres par la consommation de lait cru provenant d'une vache infectée respectivement par *Mycobacterium sp* ou *Brucella sp*. La meilleure façon de caractériser le risque est d'isoler un seul germe dans le LPL ou à défaut déceler les témoins du passage du germe (anticorps). Il est très difficile dans les conditions de la plupart des laboratoires d'envisager la culture des mycobactéries avec des chances très minimales (<5%). La tuberculination est la méthode standard de caractérisation du risque dans les fermes. Cela est suivi de l'élimination ou non des vaches positives. Avec la promotion de nouvelles technologies telles que la PCR.

Pour la brucellose, deux méthodes sérologiques sont envisagées : l'agglutination (Test de l'anneau) et l'ELISA-lait. Dans l'évaluation de l'incidence, la méthode de séro-agglutination sur lame (Rose-Bengal) reste la méthode standard.

Dans la présente note, nous essayerons de montrer la méthode d'évaluation de la brucellose dans le lait et chez l'homme. Dans tous les cas, il est démontré que la pasteurisation du lait reste le seul moyen de rupture de la transmission des zoonoses à l'homme.

Lait

A défaut de préciser le risque dans les troupeaux, il est possible d'évaluer le risque en utilisant le lait pour sa caractérisation (Test de l'anneau, ELISA, isolement du germe). Un maximum de sécurité au laboratoire est indispensable pour conduire la culture bactérienne.

Brucellose humaine

La méthode proposée pour évaluer la brucellose humaine au sein de la population permet la quantification de la prévalence au sein de la population fébrile et d'avoir une idée à propos des principaux modes de transmission de la maladie. Cette incidence peut ensuite être corrélée à la consommation de lait cru ou au contact avec les animaux infectés. D'autres études peuvent être proposées pour évaluer, en détail, les maladies très rarement diagnostiquées en santé publique.

Population

L'on peut différencier la population à risque à deux niveaux : les consommateurs de lait cru ou les professionnels dans les systèmes de production et de transformation du lait ; les malades. Pour les premiers des enquêtes sérologiques sont possibles. Pour les seconds, il s'agit principalement des patients fiévreux souffrant de symptômes identiques à ceux de la brucellose (fièvre intermittente, maux de têtes, douleurs articulaires, fatigue générale, avortement chez les femmes, ...). Sont exclus les patients confirmés positifs au paludisme, à la fièvre typhoïde et autres. Un questionnaire permet d'avoir les informations sur le patient (cf. toxi-infections), les symptômes décrits par le patient et le diagnostic du médecin traitant.

Facteurs de risque

- Exposition professionnelle (éleveurs-agriculteurs, autres)
- Exposition professionnelle (vétérinaire-boucher, autres)
- Groupe ethnique (Peul, autres)
- Durée de la maladie (< 1 semaine, 1-3 semaines, 3-12 semaine, >3 mois)
- Contact avec les animaux (oui, non)
- Propriétaire d'animaux (oui, non)
- Présence pendant la mise bas ou à l'abattage (oui, non)
- Consommateur de lait (oui, non)
- Consommateur de lait cru (oui, non)
- Consommateur d'autres produits laitiers (oui, non)
- Consommateur de viande (oui, non)
- Symptômes mentionnés par le patient (question ouverte, maximum de 5 symptômes)
- Diagnostic du médecin (malaria, fièvre typhoïde et question ouverte mais avec un maximum de 3 symptômes).

Prélèvement de sang et sérologie

Le sang est prélevé de manière aseptique suivant les règles médicales. Le sérum est ensuite extrait pour les analyses sérologiques au laboratoire (Rose Bengal).

Analyse de données

Il faut toujours entrer les données du questionnaire sous deux fichiers différents pour une comparaison (double-entrée sur Epi-Info). Il faut ensuite transférer les données sur Stata 6 ou SAS.

Il faut au besoin catégoriser les données sur les questions ouvertes, ensuite éliminer celles manquantes de l'analyse.

Les facteurs de risque considérés (= exposition) sont soumis à l'analyse univariée avec le Chi² et Fisher's exact test en utilisant le modèle de régression logistique avec les variables de l'exposition comme variables explicatives, et les résultats de laboratoire « positif » ou « négatif » comme des variables dépendantes. Le lieu est considéré comme un effet aléatoire qui permet ensuite d'obtenir l'intervalle de confiance de la représentativité de la population.

Ethique

Les patients reconnus comme réellement malades (sérologie positive avec un taux élevé de séroconversion) doivent être traités au cours de l'étude avec un contrôle à la fin.

Atouts et limites des méthodes d'études

L'étude doit maximiser les chances de trouver les cas de brucellose au sein de la population en relation avec les facteurs de risque. La méthode est appropriée et efficace. Les cas positifs obtenus, le montage des méthodes de laboratoire et des questionnaires permettent de bien exploiter les résultats. Les tests de laboratoire doivent utiliser des méthodes actualisées et accessibles.

Le suivi et la détermination du statut de la maladie (aigu/chronique ou ancienne infection) peuvent ne pas être définis à cause des contraintes logistiques.

Les résultats doivent permettre d'indiquer la présence ou l'absence de la pathologie et décrire les importants facteurs de risque. Mais certains résultats ne doivent pas être généralisés. C'est le cas de l'étude réalisée en 2003 au Mali (Mopti et Bamako) où le sous-groupe constituait les patients retenus dans les centres de santé et qui avaient la volonté de participer à l'étude. La méthode proposée est choisie pour :

- maximiser la probabilité de détecter les cas de brucellose au sein des patients fébriles ;
- minimiser les problèmes logistiques de la recherche.

Par conséquent, ce n'est pas sur la base d'une population et que l'échantillon n'est pas assez représentative de la moyenne générale de la population à cause de :

- la majorité de la population non impliquée ;
- la chance de contracter cette maladie diffère dans l'espace dépendamment de la distribution du cheptel, de la prévalence individuelle de la maladie, les facteurs culturels et traditionnels qui définissent le mode et la fréquence de contact avec les animaux et la consommation des produits laitiers. Le contact avec les animaux est certainement plus proche en zone rurale qu'en zone urbaine ;
- l'usage et l'accès aux centres de santé ne sont pas équitables.

L'interprétation et la généralisation des résultats peuvent être aussi remises en cause parce qu'une sérologie positive à la brucellose ne signifie pas que le patient souffre ou aurait souffert une fois de la maladie. Cela est valable pour les pathologies à large spectre de diagnostic différentiel. Les symptômes et le diagnostic donnés par le patient et le médecin peuvent ne pas avoir d'intérêt spécifique, car ne pouvant pas dans certains cas être liés aux résultats sérologiques obtenus.

Le problème de mise en relation de la maladie aux facteurs de risques émerge aussi dans les résultats obtenus avec les interviews des patients. Le temps de l'infection peut être des années durant mais les indications obtenues de l'interview peuvent avoir lieu dans les semaines et mois passés sans toutefois représenter nécessairement les conditions dans lesquelles l'infection a eu lieu.

La principale limite de ce genre d'étude est l'insuffisance des données épidémiologiques sur la situation et la méconnaissance des services de santé de la présence de cette maladie.

Politique de lutte contre la brucellose

Risque sanitaire et économique

Les trois principales options de lutte contre la brucellose sont la pasteurisation du lait, la vaccination du bétail et l'élimination d'animaux infectés. Il existe très peu de connaissances sur les conséquences économiques de la brucellose et la rentabilité de la lutte contre cette maladie. Une réflexion sur les conséquences pour l'Afrique est urgente pour l'augmentation de la production laitière fortement demandée. La situation de la brucellose dans les pays Africains est mieux connue chez le bétail que chez la population humaine. La brucellose humaine, bien que reconnue par la population à risque n'est que très rarement cherchée dans le diagnostic de routine. Elle est souvent confondue avec d'autres maladies, notamment le paludisme, poussées grippales.

Si chez le bétail, la situation est relativement mieux connue la distribution n'est pas homogène, d'un pays à l'autre. Cependant, dans beaucoup de pays elle est probablement sous-estimée, par manque de moyens pour la surveillance. La brucellose est souvent confondue chez le bétail avec d'autres causes d'avortements, qui sont d'ailleurs fréquents, ce qui baisse davantage la fertilité déjà faible du bétail africain. L'on estime la diminution de la fertilité dans la zone périurbaine de Bamako à environ 18% chez les vaches séropositives. L'effet socio-économique de cette maladie n'est pas connue en Afrique et mériterait une étude approfondie.

La situation épidémiologique et les systèmes de production dans des pays sahéliens comme le Mali sont comparables avec la Mongolie (système pastoral transhumant). Une politique d'élimination de réacteurs n'est certainement pas applicable en ce moment par manque de moyens de compensation et de logistique de dépistage. Cependant, des campagnes de vaccination du bétail contre la péripneumonie ou le Charbon bactérien sont bien établis dans la plupart des pays Africains. Dépendamment de la situation dans chaque pays, une réflexion sur une campagne de vaccination du bétail bovin contre la brucellose dans les élevages semi-intensifs et intensifs peri-urbains devrait être menée. Ceci permettrait dans un premier temps

de réduire la transmission à un niveau bas qui diminue aussi le risque de contamination de l'homme. En même temps, des efforts de sensibilisation sur la pasteurisation systématique du lait mis sur le marché urbain devrait être faits pour rompre la transmission à l'homme. Des recherches devraient être menées sur la possibilité de combinaison de la vaccination brucellique avec des vaccins morts, ce qui représenterait un avantage logistique et financier considérable.

Hypothèses

Vu que la brucellose humaine provient exclusivement de l'animal et de ses produits, le secteur de la santé publique devrait bénéficier indirectement de la lutte contre cette maladie chez l'homme. Par contre, ce secteur à lui seul ne pourrait pas prendre en charge l'ensemble des coûts de l'intervention. Pour cela, un partage de coûts entre les secteurs de la santé et de l'élevage paraît justifié. Les scénarios de partage de coûts montrent que la démarche est rentable pour les deux secteurs concernés.

Approche analytique

L'analyse économique de la lutte contre la brucellose à *B. melitensis* et *B. abortus* chez l'homme et l'animal par la vaccination du bétail doit d'abord tenir compte du processus de transmission entre différentes espèces animales : bovins, ovins et caprins. Ensuite, le mécanisme de la vaccination en tant que pouvoir de réduction de la transmission doit être simulé. Celui-ci est composé du produit de l'efficacité du vaccin et de la couverture vaccinale. Ensuite il faut tenir compte de la transmission à l'homme. L'incidence de la brucellose humaine est composée d'un constante de contact (λ), de la population humaine susceptible A et de la population animale infectieuse Y. Par ce mécanisme, l'effet d'une vaccination animale peut se traduire par une diminution de l'incidence animale et humaine. Ce cadre conceptuel peut être exprimé en tant que modèle déterministe ou stochastique. Une des plus grandes difficultés dans ce genre de modélisation est la disponibilité de données qui permettent d'estimer les paramètres (données démographiques et épidémiologiques sur plusieurs années). Ce qui a permis de valider le modèle de transmission et l'intervention vaccinale.

Les résultats de la simulation de transmission avec et sans vaccination peuvent se traduire au plan de la production animale par un changement de la productivité qui est surtout déterminé par la fertilité et la production laitière. Il s'agit ensuite de valoriser la production animale en associant les animaux sur pieds et les produits animaux à des prix du marché. Au plan de la santé publique, il en résulte un changement quant aux coûts publics et privés de la maladie, de la perte de revenu et d'autres coûts indirects. Le poids de la maladie s'exprime aussi en années de vie corrigées pour le handicap (anglais: Disability adjusted live years DALY). Le coût-efficacité des différentes interventions est exprimé en tant que coût monétaire par DALY gagné.

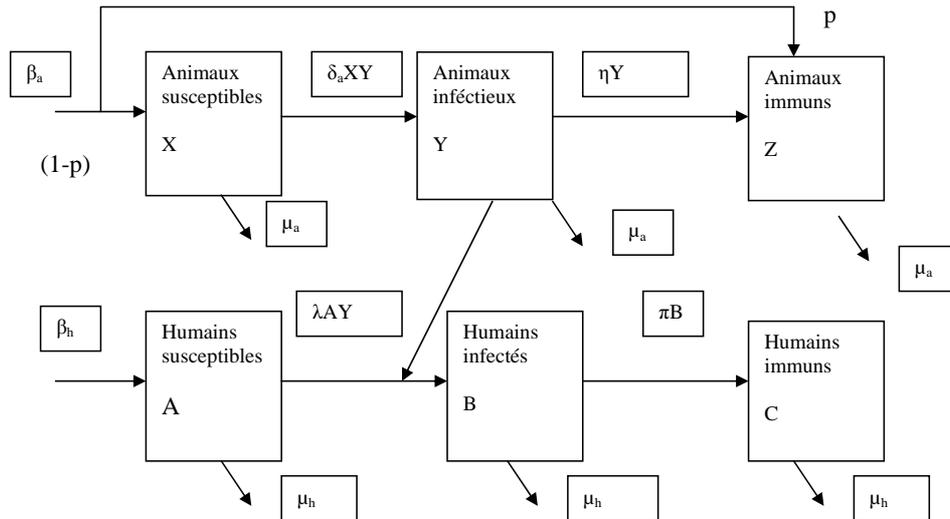


Figure 1: Modèle déterministe animal-humain de transmission de la brucellose¹¹

Eléments de politique laitière

La qualité et le contrôle de qualité doivent répondre aux exigences (i) de sécurité sanitaire des consommateurs, (ii) de revenus des producteurs, (iii) du marché et de l'économie du secteur. Les acteurs de la qualité et du contrôle de qualité, en réponses aux exigences publiques et économiques, doivent contribuer à mettre en place un code objectif de bonne pratiques, une certification de « label » des produits et une notion de paiement de LPL à la qualité. La subjectivité (mode de consommation et exigences/préjugés sur la qualité) et l'objectivité (qualité sanitaire, commerciale) caractérisent très souvent la prise de décision. Dans cet élan, un compromis doit se dégager entre l'Etat, l'interprofession¹² (à construire) et le marché (peu structuré).

Déterminants de la qualité sanitaire des aliments

La filière laitière est aujourd'hui dominée par le secteur informel/vrac (circuits traditionnels/femmes). Il est fréquent que le lait rejeté (refus aux quais des industries) se trouve dans le **secteur informel** où le lait subit plusieurs formes de transformation (fermentation, extraction de beurre, ...). Si le processus de fermentation est reconnu comme réduisant les germes pathogènes dans le lait, cette technologie n'est pas assainissante. On y retrouve encore des germes à un niveau relativement bas. Un accent devra être porté sur :

- la grande portée pour l'autoconsommation (risques de zoonoses en zones rurales) ;
- le rapport entre la production/ marché (pertes) et la santé publique (pathologies) ;
- le niveau de décision Qualité/Prix (revenu du consommateur) ;

¹¹ β_a = taux de naissance animale ; μ_a = taux de mortalité animale ; δ_a = constante de transmission entre animaux ; p = proportion d'animaux protégés par la vaccination ; η = inverse de la durée de la maladie chez l'animal, β_h = taux de naissance humaine, μ_h = taux de mortalité humaine, λ = constante de transmission des animaux aux humains, π = inverse de la durée de la maladie chez l'homme.

¹² La construction de l'interprofession est souvent rendue difficile avec la non implication des commerçants du fait de la petite part que prend la vente de LPL dans leurs activités.

- la faisabilité et le financement du contrôle de la qualité et renforcement des capacités (coûts du contrôle par les services techniques et les laboratoires spécialisés) ;
- l'unité de transformation et les associations des consommateurs comme initiateurs et moteurs du processus de contrôle de qualité ;
- l'approche non techniciste mais intégrée et intersectorielle (santé publique, vétérinaire, privé)

Evaluation de la qualité (études épidémiologiques)

Des études épidémiologiques dans le temps et l'espace permettent de déterminer les facteurs de perception objective (santé publique) et subjective (socioculturel, organoleptique, économique) de la qualité. Ces facteurs permettent aux différents acteurs d'adopter des attitudes face aux LPL et de prendre les décisions. Pour déterminer ces facteurs, il faut :

- des outils et méthodes validés et standardisés d'évaluation de la qualité (sanitaire et commerciale) ;
- des tests minima de contrôle par segment de la filière et un référentiel local indicateurs de la qualité ;
- différents produits labellisés « qualité commerciale »
- une évaluation du coût de la qualité (taux de rejets : pertes ou réduction du revenu), coût d'opportunité de l'adoption des bonnes pratiques (coûts socioculturels, financiers, ...)
-

Caractérisation des risques (études socioéconomiques et sanitaires)

L'information du consommateur est une étape importante dans le système de communication des résultats de la qualité de LPL mis sur le marché. La recherche doit jouer un rôle de médiation et d'alimentation des politiques. La définition de cette politique (consensuelle) sera basée sur les résultats de la recherche (outils, méthodes, normes). Cette politique est définie après concertation entre les décideurs (Etat), l'interprofession (Producteurs). Le contenu des informations devra être géré de manière transparente (santé publique) et secrète pour des éléments relevant du domaine stratégique (protection des brevets, ...). Plusieurs disciplines peuvent gérer de manière sectorielle ces informations :

- Santé publique/ action concertée avec les services vétérinaires et de agro-alimentaires
- Commerce et économie
- Marketing : sociologie et culture de la qualité

Guide de bonnes pratiques (dynamique)/ respecter ce qui est faisable

Les études épidémiologiques et les résultats de contrôle de qualité doivent permettre avec la prise en compte des innovations chez les producteurs et les formes du marché (local, régional ou international) d'établir un guide de bonnes pratiques consensuel (faisabilité technique et économique). Ce guide faisant déjà l'objet d'un projet sous-régional (Gret) doit prendre en compte :

- les résultats des institutions de contrôle et de suivi de la qualité ;
- les éléments de concertation et de structuration de l'interprofession ;

- la notion de paiement du LPL à la qualité ;
- le marketing social (paquets IEC) chez les consommateurs ;
- l'approche **Genre** : transformation pastorale/ marginalisation/ réduction des revenus/ promotrice de la qualité

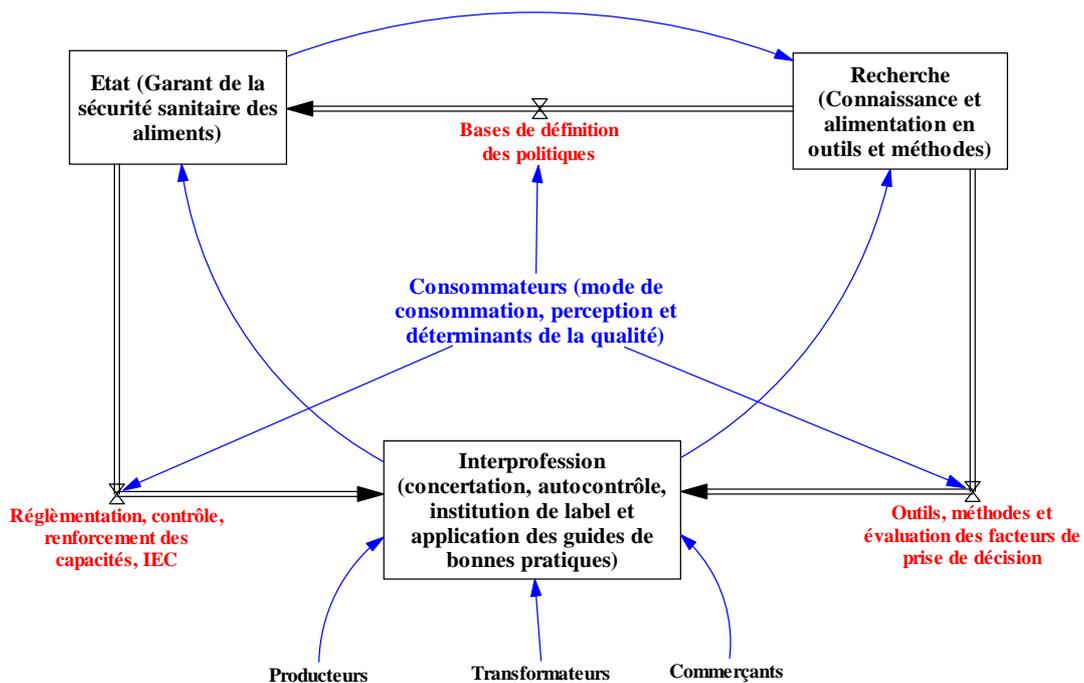
Normes standard de base (dynamique)

Elles sont définies sur les bases scientifiques et techniques. Elles devront prendre en compte les spécificités des produits locaux. Ces normes de bases seront dynamiques avec :

- un système de communication des résultats
- un partenariat non exclusif entre secteur public et privé

Application et évaluation

L'application des normes et l'appropriation du code de bonnes pratiques doivent être basées sur les évidences scientifiques et les expériences des acteurs de la production. L'évaluation périodique doit prendre en compte les dynamiques en cours (maladies émergentes, éléments de commerce régional et international) pour une actualisation périodique.



Conclusions

Les tentatives d'application de la politique sanitaire basée sur les recommandations internationales sur le marché ne fonctionnent pas. Les essais de traquer les petits producteurs ne font que renforcer le secteur informel. Le facteur fondamental qui détermine le compromis entre la sécurité sanitaire et l'économie dans le système traditionnel et l'émergence du marché laitier moderne est comment assurer l'accès des consommateurs aux produits laitiers sains dans les normes considérées comme appropriées pour eux.

Un débat politique sur l'interdiction de la vente du lait non pasteurisé est de plus en plus mené. La petite évidence dans ce débat peut être donnée par des études d'analyse de risques qui devraient démontrer qu'il existe un risque minimal dans la vente de petites quantités de lait non pasteurisé par les petits producteurs sur les petits marchés aux détaillants. Dans ce contexte, le réseau informel fournit des revenus substantiels aux pauvres. Toutefois, le développement des normes sanitaires devient nécessaire dans la collecte et la vente, incluant la pasteurisation.

La contribution du secteur public serait l'éducation des consommateurs dans les choix raisonnés du LPL avec une application graduelle des normes suivant le niveau d'application du guide de bonnes pratiques. Une politique de formation et de certification (label) chez les producteurs devrait être instituée pour sécuriser la compétitivité de leurs produits. Enfin, la recherche contribuerait à alimenter l'Etat et l'interprofession à la prise de décisions avec les outils et les méthodes.

L'analyse du compromis ou les concessions entre la santé publique et l'efficacité du marché du lait s'avère nécessaire (perception, attitudes, analyse des risques, incidence, effets économiques). La science doit pouvoir mettre sur la balance la santé publique et le marché.

Documents conseillés pour la lecture

- Bonfoh, B., Dem, S., Keita, O., Delorenzi, S., Traoré, H., Simbé, C. F., Alfaroukh, I. O., Farah, Z., and Zinsstag, J. Assessment of antibiotics residues by microbial inhibitor test in cow's fresh milk sold in Bamako (Mali). 2002.
- Bonfoh, B., Wasem, A., Traoré, A. N., Fané, A., Spillmann, H., Simbé, C. F., Alfaroukh, I. O., Nicolet, J., Farah, Z., and Zinsstag, J. Microbiological quality of cow's milk taken at different intervals from the cow's udder to the selling point in Bamako (Mali). 2002.
- Dairy marketing in sub-Saharan Africa. Proceedings of a symposium held at ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 26-30 November 1990. Brokken, R. F. and Senait, S. 1992. Addis Ababa, Ethiopia, International Livestock Centre for Africa. 26-9-1990.
- J. Chin, Control of Communicable Diseases Manual (American Public Health Association, Washington, ed. 17, 2000).
- "Food Technologies and Public Health" Report No. WHO/FNU/FOS/95.12 (World Health Organization, Geneva, 1995).
- "Food Safety and Foodborne Illness" Report No. Fact Sheet N°237 (World Health Organization, Geneva, 2002).
- Roth F, Zinsstag J, Orkhon D, Chimed-Ochir G, Hutton G, Cosivi O, Carrin J, Otte J, (2003) Human health benefits from livestock vaccination for brucellosis. A case study, Bulletin of the World Health Organization (sous presse)
- Omoro, A., Staal, S.L., Kurwijilla, L., Osafo, E., aning, G., Mdoe, N., and Nurah, G., (2003). Indigenous markets for dairy products in Africa: Trade-offs between food safety and economics. ILRI, Nairobi.
- Ross, Th., McMeekin TH.,A., (2003). Modeling microbial growth within food safety risk assessments. Risk Analysis, vol, 23 N° 1,179-197.

Annexe 1 : Ex. protocole d'analyse en bactériologie alimentaire

A. Milieux de culture

- **Nutrient Agar** (Merck 1.05.450) (NA) pour germes totaux
- **Eosin Methylen Blue Agar** (Merk 1.01.347) (EMB) pour entérobactériacées
- **Bile Esculin Agar** (Merck 1.11.432) (BE) pour entérocoques
- **Chapman** (Merck 1.05.469) (CHAP) pour Staphylococcus aureus
- **Sabouraud** (Merck 1.05.438) (SAB + Chloramphenicol) pour levures et moisissures
- **Gélose au sang de mouton** (Columbia-Agar + 5% sang de mouton pour test d'hémolyse)
- **Peptone-NaCl physiol.** Diluant pour la série de dilution

Préparation selon indications

1. Autoclaver à 120°C
2. Refroidir à 55°C
3. Couler sous la hotte, fermer le couvercle.

Contrôle de stérilité

Incubation des boîtes 24h. à 37°C. Si la surface des boîtes est humide, séchage à 37°C env. 15 min , boîte ouverte, renversée et inclinée.

Contrôle de croissance et souches de contrôle

Ensemencer une souche de contrôle pour chaque charge de milieu de culture

- EMB E. coli
- BE E. faecalis aussi contrôle de la catalase (catalase-)
- CHAP S. aureus aussi contrôle catalase + et plasma coagulase
- SAB Levures (Candida)

Conservation des milieux coulés

Environ 2 semaines à + 4° C si stérile

Préparation des échantillons

- Série de dilution (1 ml de lait dans 9 ml de peptone-NaCl stérile) avec changement de pipette sous la hotte.
- Etendre 0,1 ml de la dilution sur la surface de deux boîtes (sous la hotte)
- Incuber à 37°C pendant 48 h.
- Lecture à 24h et 48 h. ne compter que les boîtes entre 20 et environ 200 colonies

Identification

Sur un choix de colonies prédominantes:

- Entérobactériacées: indole + dans eau peptonée (lactose + E.coli) et/ou Api
- Entérocoques: colonies noires, catalase – et coques Gram +
- Staph. aureus: colonies jaunes sur Chapman. double hémolyse sur gélose au sang de mouton et/ou test de la coagulase du plasma de lapin (avec contrôle positif)

B. Essai de fixation du seuil de dilution : sem. 26 fév.

1. Lait frais

Germes totaux (0,1 ml sur NA)

Dilution	10⁻¹	10⁻²	10⁻³	10⁻⁴	10⁻⁵	10⁻⁶	Nbre moyen/ ml
Nbre colonies							

Entérobactériacées (0,1 ml sur EBM)

Dilution	10⁻¹	10⁻²	10⁻³	10⁻⁴	10⁻⁵	10⁻⁶	Nbre moyen/ ml
Nbre colonies							

Entérocoques (0,1 ml sur BE)

Dilution	10⁻¹	10⁻²	10⁻³	10⁻⁴	10⁻⁵	Nbre moyen/ ml
Nbre colonies						

S. aureus (0,1 ml sur CHAP)

Dilution	10⁻¹	10⁻²	Nbre moyen/ ml
Nbre colonies			

Levures, moisissures (0,1 ml sur SAB)

Dilution	10⁻¹	10⁻²	Nbre moyen/ ml
Nbre colonies			

2. Lait frais chauffé

Germes totaux (0,1 ml sur NA)

Dilution	10⁻¹	10⁻²	10⁻³	10⁻⁴	10⁻⁵	10⁻⁶	Nbre moyen/ ml
Nbre colonies							

Entérobactériacées (0,1 ml sur EBM)

Dilution	10⁻¹	10⁻²	10⁻³	10⁻⁴	10⁻⁵	10⁻⁶	Nbre moyen/ ml
Nbre colonies							

Entérocoques (0,1 ml sur BE)

Dilution	10⁻¹	10⁻²	10⁻³	10⁻⁴	10⁻⁵	Nbre moyen/ ml
Nbre colonies						

S. aureus (0,1 ml sur CHAP)

Dilution	10⁻¹	10⁻²	Nbre moyen/ ml
Nbre colonies			

Levures, moisissures (0,1 ml sur SAB + chloramphénicol)

Dilution	10⁻¹	10⁻²	Nbre moyen/ ml
Nbre colonies			

C. Analyses

Echantillon no: _____ (_____)

Prélevé le: _____ analysé le : _____

Germes totaux (0,1 ml sur NA)

Dilution	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	Nbre moyen/ ml
Nbre colonies					

Entérobactériacées (0,1 ml sur EBM)

Dilution	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	Nbre moyen/ ml
Nbre colonies					

Morphologie : _____

Identification : _____

Entérocoques (0,1 ml sur BE)

Dilution	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	Nbre moyen/ ml
Nbre colonies					

Identification : _____

S. aureus (0,1 ml sur CHAP)

Dilution	10^{-1}	10^{-2}	Nbre moyen/ ml
Nbre colonies			

Couleurs : _____

Identification : _____

Levures, moisissures (0,1 ml sur SAB)

Dilution	10^{-1}	10^{-2}	Nbre moyen/ ml
Nbre colonies			

Identification : _____

Annexe 2: Ex. Procédé Test du Yoghourt (résidus d'antibiotiques)

Témoins positifs

Lait négatif + 0,5 µg / ml d'oxytétracycline

Lait négatif + 0,04 UI/ ml de Pénicilline G

Témoins négatifs

Lait négatif (ex. lait reconstitué avec une poudre testée négative)

Procédés de dilution

Pénicilline G 500 000 UI/ ml

Solution stock	500 000 UI/ ml	Dilution
		10µl dans 50 ml d'Aq. dest.
		= 100 UI / ml
		200 µl dans 1 ml d'Aq. dest
	Solution mère aliquotée à 1 ml Conservée à -20°C	=20 UI / ml
		20 µl dans 10 ml de lait
		= 0,04 UI / ml

Tétracycline 5%

Solution stock	50 mg/ ml	Dilution
		10µl (0,5 mg) dans 1 ml d'Aq. dest.
		= 0,05 mg / ml ou 50 µg / ml
	Solution mère aliquotée à 1 ml Conservée à -20°C	200 µl dans 1 ml d'Aq. dest
		100 µl dans 10 ml de lait
		= 0,5 µg / ml