À PROPOS DU LAIT CRU...

MARS 2014



Technologie Hygiène Agriculture Economie

DiversiFERM
votre conseiller en diversification

FILIÈRE WALLONNE
lait
et produits laitiers

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos 3

I. La sécrétion du lait 11

II. Les différents types de lait 12

II.1. Le lait cru 12
II.2. Les laits de consommation traités thermiquement ou par traitement équivalent 12
II.3. Les autres traitements du lait 13
i. L'écrémage 13
ii. La standardisation 13
iii. L'homogénéisation du lait 13

III. Les aspects nutritionnels 14

III.1. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine 14
i. La pyramide alimentaire 14
III.2. La composition et les constituants du lait 15
i. Les protéines 16
ii. Les enzymes et peptides bioactifs 16
iii. Les glucides 16
iv. Les lipides 16
v. Les minéraux 17
vi. Les vitamines 17
vii. Les apports nutritionnels d'un bol de lait de vache comparé aux apports quotidiens de référence (adultes) 18
III.3. Effet d'un traitement thermique sur la composition et le goût du lait. 20
i. Les protéines 20
ii. Les enzymes 20
iii. Les glucides 20
iv. Les lipides (matières grasses du lait) 20
v. Les vitamines 20
vi. Les minéraux 20
vii. L'effet du traitement thermique sur les caractéristiques organoleptiques 20
III.4. Les effets de l'homogénéisation sur les matières grasses du lait 21
III.5. En résumé, effets d'un traitement thermique et de l'homogénéisation sur les constituants du lait 21

AVANT-PROPOS

La production ou la consommation de produits au lait cru suscitent souvent un débat animé entre ceux qui prêtent au lait cru toutes les vertus thérapeutiques et ceux qui lui mettent une étiquette d'aliment dangereux pour la santé. On dit tout et son contraire à propos du lait cru : pour certains, il guérit le cancer et pour d'autres, il tue aussi.

Qu'en est-il réellement ?

Qu'est-ce qui a été démontré scientifiquement ?

Quels sont les faits avérés et validés ?

Voilà les questions qui ont amené, en 2012, la Cellule Qualité Produits fermiers devenue DiversiFerm à réaliser une revue bibliographique des articles scientifiques récemment publiés sur le lait cru. Celle-ci, compilée par Thérèse Godrie, est à la base de la rédaction de ce fascicule dont l'objectif est de présenter le plus objectivement possible et de manière didactique quels pourraient être les avantages à consommer du lait cru et quels sont les points auxquels il faut faire attention.

Après une brève explication de la sécrétion du lait dans la mamelle et une définition du lait cru et des différents traitements qu'il peut subir, les caractéristiques nutritionnelles du lait et les effets des traitements thermiques et de l'homogénéisation sur celles-ci sont développés. Le chapitre central est consacré à la microbiologie du lait. Sur base des dernières avancées scientifiques, il cherche à expliquer l'origine de la diversité microbienne du lait et ses implications au niveau de la qualité organoleptique et sanitaire ainsi qu'au niveau de la santé humaine. Le chapitre suivant traite de l'impact et des bénéfices de la consommation de lait cru sur la santé humaine. Enfin, un dernier chapitre explique comment conserver le lait cru dans les meilleures conditions possibles. En annexe, des fiches décrivent les principales bactéries pathogènes que l'on peut retrouver dans le lait cru.

« **A propos du lait cru …** » s'adresse principalement aux producteurs de lait et aux professionnels du secteur mais il peut être lu par toutes les personnes, consommateurs, diététiciens, personnel de la santé, cherchant une information objective sur ce produit si particulier.

Bonne lecture !

José RENARD,

Directeur général a.i.
Direction générale opérationnelle de l'Agriculture,
des Ressources naturelles et de l'Environnement
du Service public de Wallonie

IV. La microbiologie du lait cru 22
IV.1. Introduction et origine de la diversité microbienne 22
IV.2. Les implications de la diversité microbienne du lait cru 23
IV.2.1. L'état sanitaire du lait cru 23
IV.2.1.1 L'évaluation de la qualité sanitaire 23
i. Les critères de base 23
ii. Les bactéries pathogènes potentiellement présentes dans le lait cru 24
iii. Les capacités de protection du lait cru 25
IV.2.1.2. Les conséquences en terme d'hygiène de la production des produits laitiers 26
IV.2.1.3. La notion de risque et la santé publique 27
IV.2.1.4. Le lait et les produits laitiers, un danger potentiel pour la santé humaine. Dans quelle mesure ? 28
i. La notion de toxi-infection alimentaire 28
ii. Un peu d'histoire 28
IV.2.1.5. Le lait et les produits laitiers impliqués dans les toxi-infections alimentaires, quelques chiffres 30
i. Les TIACs en France : que nous apprennent les chiffres ? 30
ii. Les TIACs associées à la consommation de lait et produits laitiers en France : quel micro-organisme responsable ? 33
iii. En regardant d'un peu plus près les impacts de ces TIACs… 34
iv. Les TIACs dans l'Union Européenne en 2010 [56] 35
v. La surveillance des agents pathogènes dans le lait et les produits laitiers en Europe 36
IV.2.2. Implications de la diversité microbienne du lait cru dans la fabrication fromagère 36

V. Impact sur la santé humaine : effets bénéfiques de la consommation de lait cru ? 39

VI. La conservation du lait cru 40

VII. En résumé : principales caractéristiques du lait cru/lait industriel traité thermiquement 42

VIII. Fiches descriptives des bactéries pathogènes incriminées dans les TIACs liées au lait cru ou aux produits au lait cru 48

Bibliographie 54
Autres références bibliographiques consultées 60
Remerciements 66



photo : FICOW

TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1	SCHÉMA DU PIS DE LA VACHE ET DE SES QUARTIERS [3]	**p. 11**
Figure 2	LES CELLULES SÉCRÉTRICES (CELLULES ALVÉOLAIRES) ET LES CANAUX FORMANT LE SYSTÈME SÉCRÉTEUR DE LA GLANDE MAMMAIRE [4]	**p. 11**
Figure 3	LA PYRAMIDE ALIMENTAIRE [6]	**p. 14**
Figure 4	COMPOSITION CHIMIQUE DU LAIT DE DIFFÉRENTES ESPÈCES (AUTRES CONSTITUANTS QUE L'EAU) [8]	**p. 15**
Figure 5	REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE LA MICELLE DE CASÉINE [9]	**p. 16**
Tableau 1	COMPOSITION EN ACIDES GRAS DU LAIT	**p. 17**
Tableau 2	TENEURS EN MINÉRAUX DU LAIT ENTIER [14]	**p. 17**
Tableau 3	APPORT EN ÉNERGIE ET NUTRIMENTS D'UN BOL DE LAIT (250 ML) EN REGARD DES RECOMMANDATIONS NUTRITIONNELLES	**p. 18**
Tableau 4	APPORT EN VITAMINES ET SELS MINÉRAUX D'UN BOL DE LAIT (250 ML) EN REGARD DES RECOMMANDATIONS NUTRITIONNELLES	**p. 19**
Tableau 5	EFFET D'UN TRAITEMENT THERMIQUE SUR LE CONTENU EN VITAMINES DU LAIT	**p. 20**
Tableau 6	RÉSUMÉ DES EFFETS D'UN TRAITEMENT THERMIQUE ET D'HOMOGÉNÉISATION SUR LES CONSTITUANTS DU LAIT	**p. 21**
Figure 6	FLUX MICROBIENS DANS LES ÉTABLES DE PRODUCTION LAITIÈRE (D'APÈS Y. BOUTON [26])	**p. 22**
Tableau 7	DONNÉES DE PRÉVALENCE ET D'OCCURRENCE D'ÉPIDÉMIES HUMAINES APRÈS CONSOMMATION DE LAIT CRU DE BOVINS EN EUROPE ET EN BELGIQUE [33]	**p. 24**
Figure 7	DISTRIBUTION ANNUELLE DE L'ORIGINE ALIMENTAIRE DES TIACS : VALEURS MINIMALES ET MAXIMALES OBSERVÉES ENTRE 2006 ET 2009 [52]	**p. 30**
Tableau 8	NOMBRE ET REPARTITION DE FOYERS DE TIACS SELON LE LIEU DE SURVENUE DE 1990 À 2009, FRANCE [53]	**p. 31**
Tableau 9	FACTEURS AYANT CONTRIBUÉ À L'INCIDENT (FOYERS OÙ AU MOINS 1 FACTEUR A ÉTÉ IDENTIFIÉ) – TIAC DÉCLARÉES EN FRANCE EN 2009 (N=450) [53]	**p. 32**
Figure 8	MICROORGANISMES INCRIMINÉS DANS LES TIACS ASSOCIÉES À LA CONSOMMATION DE LAIT ET DE PRODUITS LAITIERS EN FRANCE ENTRE 2006 ET 2009 [52]	**p. 33**
Tableau 10	NOMBRE DE TIACS, DE MALADES ET DE DÉCÈS REPRIS DANS LES 64 CAS DE TOXI-INFECTIONS ALIMENTAIRES DÉCRITS DANS LA LITTÉRATURE ENTRE 1980 ET 1999 [55]	**p. 34**
Tableau 11	NOMBRE DE TIAC, DE PERSONNES MALADES, HOSPITALISÉES ET DÉCÉDÉES EN EUROPE, 2010 [56]	**p. 35**
Figure 9	FOYERS DE TIACS AVEC FORTE PRÉSOMPTION D'ORIGINE SELON LE TYPE D'ALIMENTS EN EUROPE [56]	**p. 35**
Figure 10	ÉVOLUTION DE LA POPULATION DE GERMES AÉROBIES MÉSOPHILES DANS UN LAIT CRU EN FONTION DE LA TEMPÉRATURE DE STOCKAGE [80]	**p. 40**

GLOSSAIRE



photo : FICOW

ADN :
l'**A**cide **D**ésoxyribo**N**ucléique est une molécule contenue dans les cellules qui constitue le code génétique d'un organisme. Ce code permet le développement d'un organisme vivant.

Aérobie :
qualificatif d'un microorganisme qui a besoin d'oxygène pour se développer. Il peut être aérobie strict (condition nécessaire de développement) ou facultatif (peut se développer aussi en l'absence d'oxygène).

Anaérobie :
qualificatif d'un microorganisme qui se développe en l'absence d'oxygène. Il peut être anaérobie strict ou facultatif.

Aw :
activité d'eau : paramètre qui caractérise un aliment en mesurant la quantité d'« eau libre », c'est-à-dire disponible pour un échange avec son environnement direct et notamment un développement bactérien. La mesure varie de 0 à 1 ; plus on s'approche de 1, plus l'eau de l'aliment est libre.

Bactériocine :
substance composée d'acides aminés qui a des propriétés permettant de détruire ou encore de limiter la croissance de certains micro-organismes.

Biofilm :
couche formée par des micro-organismes contenus dans une matrice secrétée par ceux-ci sur des surfaces en contact avec de l'eau.

Caséine :
protéine du lait qui coagule ou précipite pour donner le caillé dans la fabrication du fromage.

Cellules somatiques :
les cellules somatiques présentes dans le lait sont principalement constituées de globules blancs, lesquels sont produits par la vache pour détruire les bactéries ayant pénétré dans le pis et responsables de la mammite, ainsi que pour régénérer les tissus endommagés.[1]

Dose infectieuse :
quantité de pathogènes qu'il faut ingérer pour provoquer les symptômes de la toxi-infection alimentaire.

Emulsion :
suspension de particules très fines d'un liquide dans un autre, qui normalement ne se mélangent pas (eau dans la graisse ou graisse dans l'eau).

Enzyme :
protéine qui facilite certaines réactions biochimiques. En langage chimique, on dit qu'elle joue un rôle de catalyseur.

Flaveur :
ce mot désigne l'ensemble des sensations perçues à partir de la bouche, mêlant les stimulis liés aux goûts et aux odeurs.

Germes totaux :
ensemble des germes présents à 30°C. Ce sont des germes dits « mésophiles », car ils se développent entre 25 et 40°C.

Germe :
synonyme de microorganisme.

Lactosérum :
liquide obtenu après coagulation du lait. Il est appelé aussi le petit-lait ou sérum.

Lipase :
enzyme qui intervient dans le fractionnement des lipides en plus petites molécules (en glycérol et en acides gras).

Matières salines du lait :
minéraux du lait.

Micelles :
réseau formé par les caséines du lait et des minéraux.

Microaérophile :
qualificatif d'un organisme qui se développe préférentiellement en présence de faibles doses d'oxygène (inférieure à la concentration atmosphérique).

Microbiologie :
partie de la biologie qui s'intéresse à l'étude des microorganismes.

Microorganisme :
les microorganismes (en grec micro, petit et bios, vie) sont des êtres vivants invisibles à l'œil nu, souvent composés d'une seule cellule. Ils peuvent être constitués de plusieurs cellules.

Microbe :
synonyme familier de micro-organisme.

Pathogène :
se dit d'un micro-organisme qui provoque un trouble de la santé.

PCR:
Polymérase **C**hain **R**eaction ou Amplification en chaîne par polymérase : Méthode utilisée en laboratoire de biologie moléculaire pour amplifier (multiplier) de l'ADN à partir d'une petite quantité de ce même ADN.

pH :
« **p**otentiel **H**ydrogène » : Caractéristique chimique d'un aliment qui mesure son acidité. Un pH de 7 désigne la neutralité (eau). En-dessous de 7, le pH est acide (acides, esprit de sel (HCl), vinaigre..). Au-dessus de 7, le pH est basique (soude).

Résidus antibiotiques :
Résidus médicamenteux qui pourraient se retrouver dans le lait suite à un traitement vétérinaire d'un animal.

Spore :
Forme cellulaire résistante. Certaines bactéries forment des spores dans des conditions défavorables. Une fois les conditions favorables retrouvées, la bactérie peut se développer à nouveau à partir de ces spores.

TIAC :
Une **T**oxi-Infection **A**limentaire **C**ollective, en abrégé TIAC, est définie par l'apparition d'au moins deux cas similaires d'une symptomatologie, en général gastro-intestinale, dont on peut apporter la cause à une même origine alimentaire. Ces toxi-infections sont des pathologies causées par la consommation d'aliments ou d'eau contaminés par un micro-organisme ou sa toxine. La majorité de ces infections est due à des bactéries, mais d'autres microorganismes peuvent être impliqués tels que des parasites ou des virus.[2]

Ubiquité :
Faculté à s'adapter à tout milieu, possibilité de retrouver largement un organisme. Adjectifs : ubiquiste, ubiquitaire.

Ufc/g ou ufc/ml :
Unités formatrices de colonies par gramme ou par ml :
Nombre de colonies comptées sur des boites de culture qui provient de bactéries ou moisissures vivantes contenues dans 1 gramme ou 1 millilitre de produit alimentaire analysé.

Zoonoses :
maladies transmissibles de l'animal à l'homme et de l'homme à l'animal.



photo : APAQ-W

I. LA SÉCRÉTION DU LAIT

Le pis est l'organe producteur de lait chez les ruminants. Celui-ci est accroché au niveau de la cavité abdominale par un réseau de ligaments et de tissus connectifs. Le pis est constitué de glandes mammaires ou de quartiers qui produisent chacun du lait de manière cloisonnée et indépendante. Chaque quartier se termine par un trayon où viennent s'abreuver les petits et où viennent s'apposer les manchons trayeurs (voir figure 1). Chez la vache et la bufflonne, on dénombre 4 quartiers et 2 quartiers chez les chèvres et les brebis.

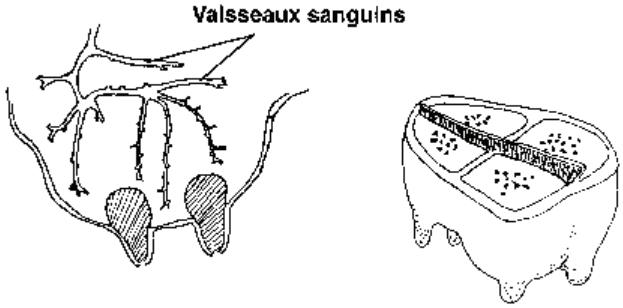


Figure 1 : SCHÉMA DU PIS DE LA VACHE ET DE SES QUARTIERS [3]

Le lait est produit par des cellules spécialisées sécrétrices, constituant des alvéoles. Les pis présentent une irrigation sanguine importante et indispensable à la production de lait. Le lait produit circule dans des canaux lactifères qui débouchent sur une cavité appelée « citerne », puis sur un canal excréteur de la mamelle. La figure 2 représente ce système de sécrétion.

La production du lait est intimement liée aux cycles de reproduction. Sa sécrétion est sous contrôle hormonal. La quantité de lait produite est maximale vers 8 semaines après le vêlage et ensuite diminue progressivement jusqu'à la période de tarissement.

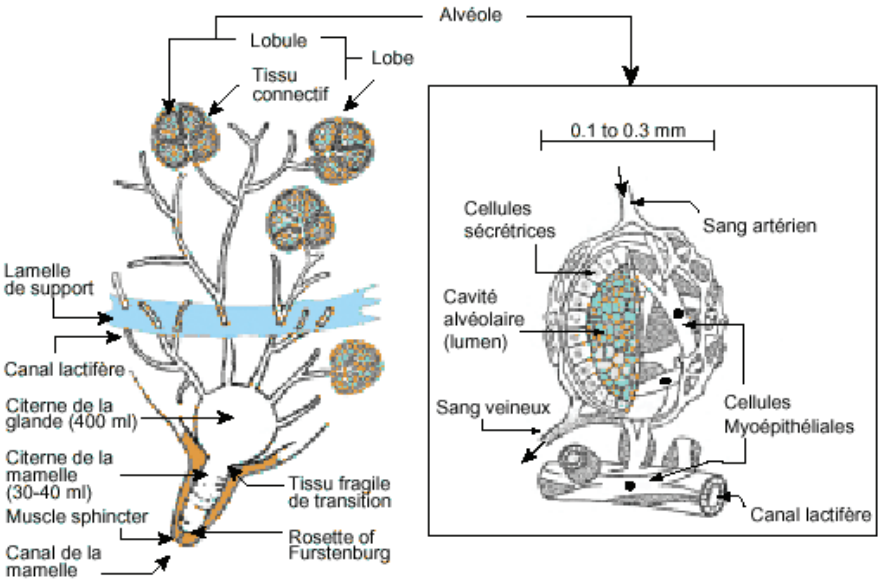


Figure 2 : LES CELLULES SÉCRÉTRICES (CELLULES ALVÉOLAIRES) ET LES CANAUX FORMANT LE SYSTÈME SÉCRÉTEUR DE LA GLANDE MAMMAIRE [4]

II. LES DIFFÉRENTS TYPES DE LAIT

II.1. Le lait cru

Le règlement européen 853/2004 donne une définition du lait cru [5] :

«Lait cru: le lait produit par la sécrétion de la glande mammaire d'animaux d'élevage et non chauffé à plus de 40 °C, ni soumis à un traitement d'effet équivalent »

Le lait cru peut être écrémé ou pas. Il peut être utilisé pour la fabrication de produits au lait cru comme du beurre et des fromages.

Dès que le lait est chauffé au-delà de 40°C, qu'il soit écrémé ou pas, il n'est plus considéré comme un lait cru. Il en est de même lorsqu'on modifie la flore qu'il comporte. Par exemple, le lait microfiltré à basse température (37°C), bien qu'il ne soit pas chauffé au-delà de 40°C, n'est plus du lait cru parce que 99% des bactéries qu'il contenait ont été enlevées par la microfiltration. De plus, la microfiltration s'effectue sur du lait écrémé. Le lait entier microfiltré est un mélange de lait écrémé microfiltré et de crème pasteurisée.

Le lait cru se conserve réfrigéré. La température légale de conservation du lait cru est fixée à 6°C en Europe. Le chapitre VII de ce fascicule aborde plus spécifiquement les aspects liés à la conservation du lait cru.

II.2. Les laits de consommation traités thermiquement ou par traitement équivalent

L'objectif des traitements thermiques, ou équivalents comme la microfiltration, est de détruire la flore pathogène du lait pour éliminer tout risque microbiologique et allonger la durée de vie du produit. Le traitement thermique engendre également une diminution, voire l'élimination, de l'ensemble de la flore non pathogène.

Un lait qui a subi un traitement de ce type n'est pas à l'abri d'une post-contamination s'il est utilisé pour la fabrication d'autres produits. Il a été clairement établi qu'une bactérie pathogène se développe de manière plus importante dans du lait traité thermiquement que dans du lait cru qui a conservé sa flore microbienne spécifique (voir le chapitre III pour plus de détails).

En fonction des impacts sur la microbiologie du lait, on distingue deux types de traitements thermiques du lait : la pasteurisation et le traitement de stérilisation. La stérilisation se déroule à des températures supérieures à 110°C, la pasteurisation à des températures inférieures à 100°C. La stérilisation entraine l'élimination de toute forme de danger microbiologique : les cellules végétatives, les spores et les toxines préformées.

Lait pasteurisé: lait chauffé au moins à 72°C pendant 15 secondes ou à 63°C pendant 30 minutes [5].

Le **lait pasteurisé** doit être conservé au froid et généralement pas plus de 7 jours. En effet, il contient encore un certain nombre de germes qui vont progressivement altérer le goût du lait. La pasteurisation permet entre autres d'éliminer les micro-organismes pathogènes mais pas les spores de certains pathogènes (*Bacillus cereus et Clostridium botulinum*), ni les toxines préformées de *Staphylococcus aureus*.

Parmi **les laits stérilisés**, celui obtenu par la technologie UHT est le plus répandu.

Lait UHT (Upérisation à Haute Température ou Ultra-High Temperature): lait chauffé à minimum 135°C pendant quelques secondes, permettant de détruire tout micro-organisme, spore viable ou toxines. Il s'agit ici d'un traitement de stérilisation.

Le **lait stérilisé** présente l'avantage de pouvoir être stocké à température ambiante pendant plusieurs mois avant ouverture mais sa durée de conservation après ouverture ne dépasse pas 7 à 10 jours.

Le **lait microfiltré** est issu d'une technique relativement nouvelle (1980) qui permet de conserver le lait pendant 2 à 4 semaines au frigo. En effet, la filtration permet de retenir plus de 99 % des bactéries parmi lesquelles les bactéries pathogènes. Le filtre retient aussi les cellules somatiques et la matière grasse. C'est pourquoi, dans ce procédé, le lait est d'abord écrémé. La crème est pasteurisée séparément et mélangée au lait après microfiltration de celui-ci. Après ouverture, le lait microfiltré se conserve 7 jours.



photo : FLPLW

II.3. Les autres traitements du lait

i. L'écrémage

L'écrémage permet de séparer la crème du reste du lait. La séparation se réalise par centrifugation. C'est une étape préalable à la standardisation du lait. L'écrémage en production artisanale se réalise principalement pour la fabrication de beurre.

ii. La standardisation

La standardisation est un procédé industriel qui consiste à ajuster la teneur en matière grasse (ajout de crème à du lait écrémé) pour obtenir un l**ait standardisé** selon les normes de pourcentages en matière grasse (MG) en vigueur pour le **lait entier** (3,5 % de MG), **demi-écrémé** (1,5 à 1,8 % de MG) et **écrémé** (< 0,3 % de MG).

En fromagerie industrielle, les standardisations portent sur le pH, les minéraux (ajout de calcium), le lactose, les matières grasses et les protéines [23].

iii. L'homogénéisation du lait

L'homogénéisation est une opération réalisée en industrie laitière qui permet de réduire la taille des globules gras de façon à empêcher la remontée de la matière grasse et obtenir un meilleur mélange (émulsion) des globules gras dans le lait. Pratiquement, cela empêche la formation d'une couche de crème sur le dessus de la bouteille.

III. LES ASPECTS NUTRITIONNELS

III.1. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine

i. La pyramide alimentaire

Dans la pyramide alimentaire, outil de référence qui représente une alimentation équilibrée, le lait et les produits laitiers se situent au même niveau que la viande.

La consommation des produits laitiers y est conseillée à raison de 2 ou 3 fois par jour pour atteindre les recommandations d'apport en calcium du Conseil Supérieur de la Santé [6,7].

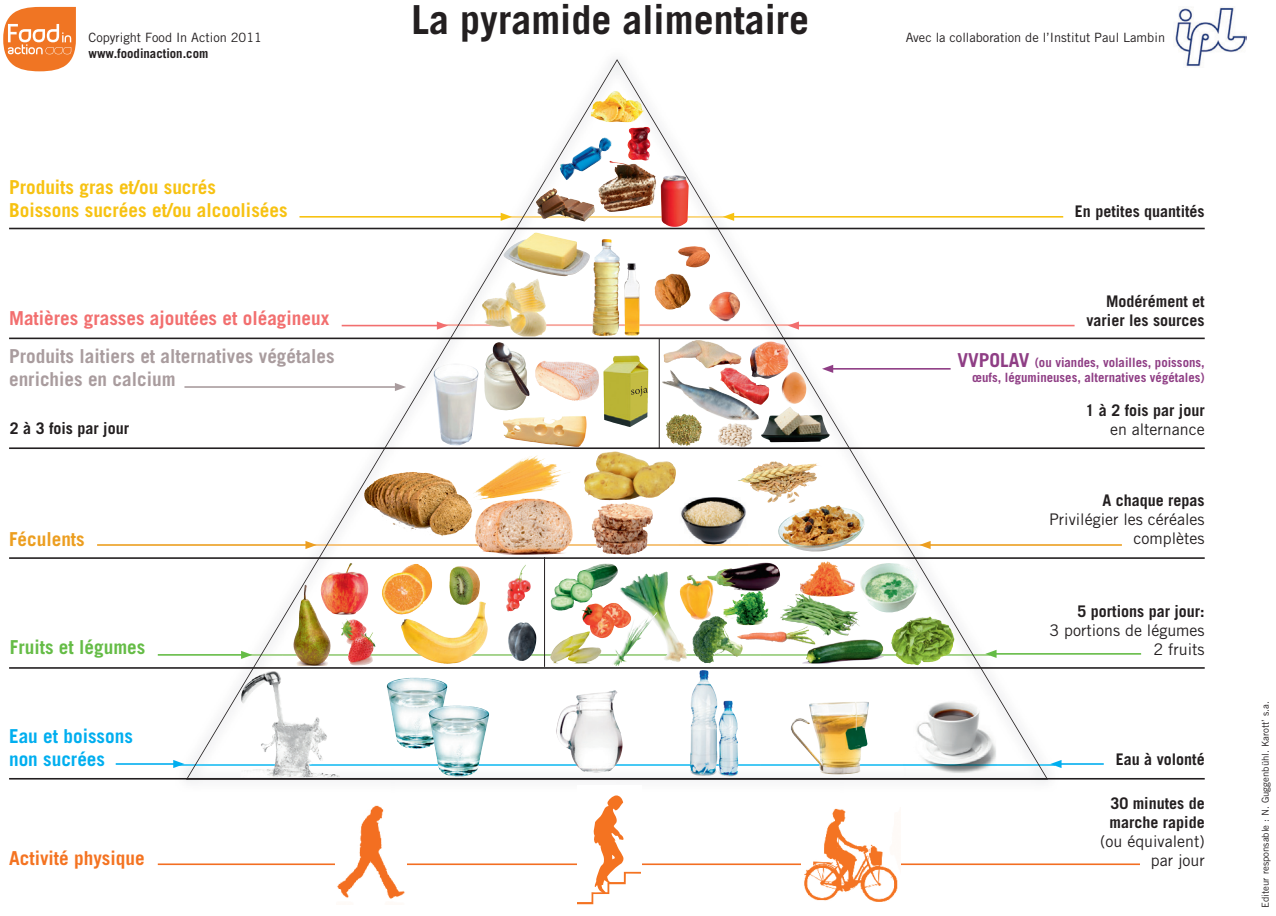


Figure 3 : LA PYRAMIDE ALIMENTAIRE[6]

III.2. La composition et les constituants du lait

Le lait contient des nutriments essentiels pour l'être humain : eau, lipides, protéines (principalement de la caséine), acides aminés, vitamines et minéraux. Il contient également des constituants bioactifs comme des enzymes. La composition du lait varie en fonction de l'espèce, de la race, de l'alimentation des animaux et du stade de lactation.

La proportion d'eau dans le lait varie entre 81,7% et 89,1% en fonction de l'espèce animale. La proportion des autres constituants principaux se répartit comme suit :

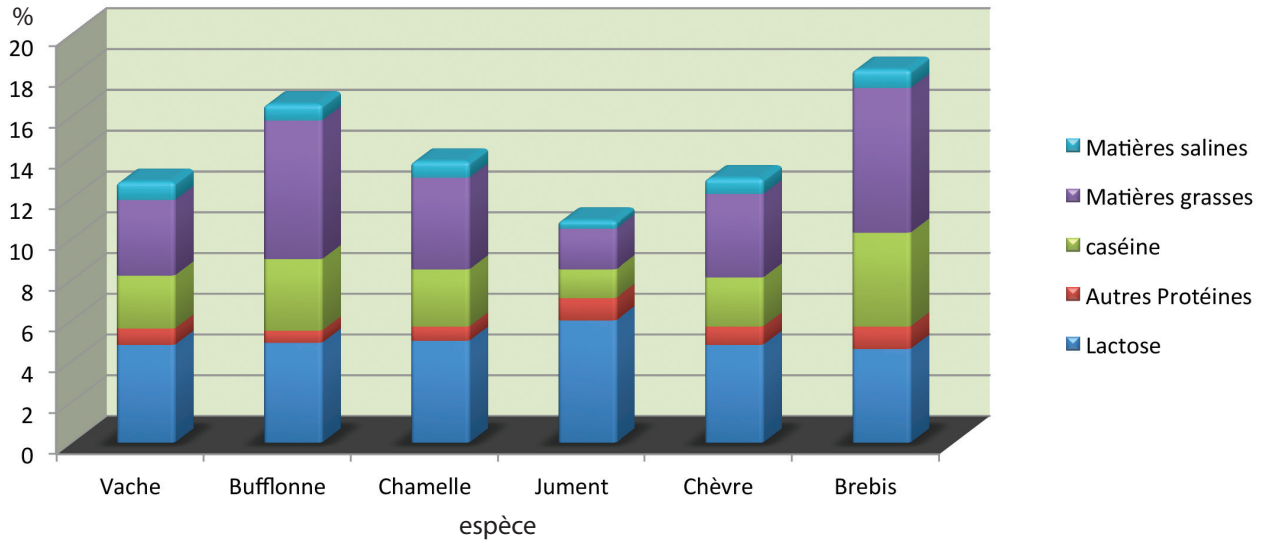


Figure 4 : COMPOSITION CHIMIQUE DU LAIT DE DIFFÉRENTES ESPÈCES (AUTRES CONSTITUANTS QUE L'EAU) [8]

La suite de ce chapitre considère plus particulièrement le lait de vache. L'analyse plus fouillée concernant les différences de composition des laits en fonction des espèces dépasse le cadre de ce travail.

Les lipides du lait sont représentés à 98,3 % par divers triglycérides (constitués de 3 acides gras + glycérol). Le reste de la fraction lipidique contient des mono ou diglycérides, des acides gras libres, des phospholipides, du cholestérol, des sphingomyélines, des cérébrosides, des gangliosides, caroténoïdes et vitamines liposolubles [12].

Plusieurs acides gras différents sont retrouvés en proportions variables. Le tableau ci-dessous reprend ces fractions [13] :

ACIDES GRAS	FRACTION (%)
Acide myristique C14	11
Acide palmitique C16	26
Acide stéarique C18	10
Acide oléique C18:1 (monoinsaturé)	20
Acides gras à courtes chaînes (butyrique C4, caproïque C6, caprylique C8, caprique C10)	11
Autres	22

Tableau 1 : COMPOSITION EN ACIDES GRAS DU LAIT

Les deux tiers des acides gras sont des acides gras saturés. L'acide oléique monoinsaturé constitue 20% de la fraction lipidique et les acides gras polyinsaturés, 5%.

v. Les minéraux

Le lait se caractérise aussi par sa richesse en calcium (1,25 g/litre) : un demi-litre de lait couvre 75% de la ration calcique journalière d'un adulte. Le calcium du lait est rendu efficace notamment grâce à son juste équilibre avec le phosphore (Ca/P=1,25).

Le lait contient les 22 minéraux essentiels au régime alimentaire humain.

MINERAL	QUANTITÉ PAR LITRE
Sodium (mg)	250-640
Potassium (mg)	1100-1500
Chlore (mg)	800-1200
Calcium (mg)	1100-1300
Magnesium (mg)	70-140
Phosphore (mg)	800-1000
Fer (µg)	100-700
Zinc (µg)	2500-7000
Cuivre (µg	100-350
Manganèse (µg)	oct-50
Iode (µg)	50-600
Fluor (µg)	20-80
Selenium (µg)	20-40
Cobalt (µg)	0.5-1.3
Chrome (µg)	0.5-20
Molybdene (µg)	20-100
Nickel (µg)	0-50
Arsenic (µg)	20-60
Aluminium (µg)	50-1600
Plomb (µg)	traces-20

Tableau 2: TENEURS EN MINÉRAUX DU LAIT ENTIER [14]

vi. Les vitamines

Le lait contient un grand nombre de vitamines :

- Des vitamines liposolubles (dissoutes dans la matière grasse) : A, D, E, K,
- Des vitamines hydrosolubles (dissoutes dans la fraction non grasse du lait) : thiamine (B1), riboflavine (B2), niacine (B3), acide pantothénique (B5), pyridoxine (B6), biotine (B7), acide folique (B9), cobalamine (B12), C.

Le lait est une excellente source de vitamines B [15].

vii. Les apports nutritionnels d'un bol de lait de vache comparé aux apports quotidiens de référence (adultes)

Les tableaux suivants détaillent l'apport d'un bol de lait en regard des recommandations nutritionnelles. Les apports de référence et valeurs nutritionnelles[78] reprises dans la législation européenne ont servi de base au calcul du pourcentage d'apport amené par un bol de lait entier de 250 ml. Les apports les plus conséquents ont été mis en évidence dans les tableaux (en gras).

Energie/nutriments :

ENERGIE OU NUTRIMENT	APPORT DE RÉFÉRENCE (RÈGLEMENT UE N° 1169/2011)	1 bol de lait entier (250ml)	% apport de référence
Energie	8400 KJ	690KJ	8,2
	2000 Kcal	165Kcal	
Graisses totales	70 g	9,3 g	13,2
Acides gras saturés	20g	6,0 g	30
Glucides	260 g	12,0 g	4,6
Sucres	90 g	12,0 g	13,3
Protéines	50g	8,5 g	17
Sel	6 g	0,3 g	4,2

Tableau 3 : APPORT EN ÉNERGIE ET NUTRIMENTS D'UN BOL DE LAIT (250 ML) EN REGARD DES RECOMMANDATIONS NUTRITIONNELLES





Vitamines/sel minéraux :

VITAMINE/ SEL MINÉRAUX	VALEUR NUTRITIONNELLE DE RÉFÉRENCE (VNR)	1 bol de lait entier (250ml)	% apport de référence
Vitamine A	**800 µg**	**125,0 µg**	**15,6**
Vitamine D	5 µg	0,1 µg	2
Vitamine E	12 mg	0,1 mg	0,8
Vitamine K	75 µg	0,8 µg	1
Vitamine C	80 mg	7,5 mg	9,4
Thiamine B1	1,1 mg	0,1 mg	9,1
Riboflavine B2	**1,4 mg**	**0,2 mg**	**16,1**
Niacine PP	16 mg	0,3 mg	2
Vitamine B6	1,4 mg	0,1 mg	9,8
Acide folique B9	200 µg	15,0 µg	7,5
Vitamine B12	**2,5 µg**	**1,0 µg**	**40**
Biotine B7	**50 µg**	**11,8 µg**	**23,5**
Acide pantothénique B5	6 mg	0,8 mg	13,5
Potassium	**2000 mg**	**325 mg**	**16,3**
Chlorure	**800 mg**	**250 mg**	**31,3**
Calcium	**800 mg**	**300 mg**	**37,5**
Phosphore	**700 mg**	**225 mg**	**32,1**
Magnésium	375 mg	26,3 mg	7
Fer	14 mg	0,1 mg	0,7
Zinc	10 mg	1,2 mg	12
Cuivre	1 mg	0,06 mg	6
Manganèse	2 mg	0,007 mg	0,4
Fluorure	3,5 mg	0,01 mg	0,3
Sélénium	55 µg	7,5 µg	13,6
Chrome	40 µg	2,5 µg	6,3
Molybdène	**50 µg**	**15 µg**	**30**
Iode	**150 µg**	**81,3 µg**	**54,2**

Tableau 4 : APPORT EN VITAMINES ET SELS MINÉRAUX D'UN BOL DE LAIT (250 ML) EN REGARD DES RECOMMANDATIONS NUTRITIONNELLES

III.3. Effet d'un traitement thermique sur la composition et le goût du lait

i. Les protéines

Un traitement thermique dénature une partie des protéines du lactosérum et provoque des modifications au sein de la structure des micelles de caséine[20]. Ceci a un impact sur la fermeté des gels obtenus lors de la fabrication de yaourt [17]. Une autre application est l'obtention de fromage de type « ricotta » par ébullition du lactoserum.

D'un point de vue nutritionnel, la pasteurisation ne semble pas affecter les propriétés nutritionnelles des protéines de lait. Par contre, des traitements thermiques plus élevés, comme la stérilisation UHT, peuvent dénaturer les protéines et rendre moins disponibles certains acides aminés : la lysine et la thréonine [20, 23]. Ces dénaturations sont fonction de la température et du temps d'application du traitement thermique.

D'un point de vue digestif, la dénaturation protéique peut faciliter la digestion des protéines du lait [18, 19].

ii. Les enzymes

Les enzymes sont inactivées à des températures relativement basses. L'inactivation de la phosphatase alcaline est utilisée comme indicateur de l'efficacité d'une pasteurisation (elle s'inactive à 72°C, température de pasteurisation).

Certaines hypothèses ont avancé que l'inactivation d'enzymes comme la lactase a un lien avec des problèmes de mauvaise digestion du lait ou d'intolérance au lactose.

Cette dernière est plutôt liée à une diminution de lactase humaine. Cette diminution provoque des troubles digestifs. Il s'agit d'un cas d'adaptation d'un trait génétique lié à des pratiques culturelles. La capacité de digestion du lait s'est plutôt développée chez les populations habituées à consommer du lait et des produits laitiers depuis longtemps [21,22]. Donc l'inactivation des enzymes par un traitement thermique ne diminue ni les propriétés nutritionnelles ni la digestion du lait qui se fait grâce à des enzymes présentes dans le système digestif humain.

iii. Les glucides

Un traitement thermique va surtout avoir un effet sur les caractéristiques organoleptiques du lait via une réaction qui implique les sucres du lait et les protéines ou leurs constituants (les acides aminés). Il s'agit de la réaction de Maillard (voir le point vii : L'effet du traitement thermique sur les caractéristiques organoleptiques).

iv. Les lipides (matières grasses du lait)

Un traitement thermique ne modifie pas les propriétés nutritionnelles des graisses du lait. .

v. Les vitamines

Comme pour les autres constituants, plusieurs études ont été menées pour étudier les effets d'un traitement thermique sur la composition en vitamines. Récemment [20], une analyse statistique des résultats de 40 études retrouvées dans la littérature scientifique a été réalisée par une équipe canadienne. Voici ses conclusions :

VITAMINE	EFFET D'UN TRAITEMENT THERMIQUE
A	Augmentation
B1	Pas de conclusion possible (résultats dépendent de la méthode utilisée et les conclusions ne vont pas dans le même sens)
B2	Diminution
B6	Diminution non significative (donc pas de changement attribuable au traitement thermique)
Folate (B9)	Diminution
B12	Diminution
C	Diminution
E	Diminution

Tableau 5 : EFFET D'UN TRAITEMENT THERMIQUE SUR LE CONTENU EN VITAMINES DU LAIT

Nous reviendrons plus loin sur les implications nutritionnelles et santé de ces observations. Le chapitre VI détaille les éventuels impacts d'un traitement thermique sur la valeur nutritionnelle des vitamines.

vi. Les minéraux

Les traitements thermiques entraînent une diminution d'une forme soluble de calcium. Vu la quantité de calcium disponible, cette perte a des effets limités. De l'iode serait également perdu suite au traitement thermique.

vii. L'effet du traitement thermique sur les caractéristiques organoleptiques[19]

La réaction de Maillard est une réaction qui s'opère en présence du lactose et des protéines du lait lorsque la température augmente. Cette réaction va libérer une série de composés qui vont donner un goût de cuit et qui peuvent provoquer un brunissement du lait. Elle concerne principalement les laits stérilisés ou bouillis.

III.4. Les effets de l'homogénéisation sur les matières grasses du lait

Dans un lait cru, la crème remonte à la surface du lait. Le procédé d'homogénéisation utilisé en industrie laitière consiste à fractionner les globules gras du lait de manière à permettre une dispersion homogène de la graisse dans le lait.

Cette opération a un effet sur la membrane des globules gras, membrane dérivant de la membrane plasmique et d'une partie du contenu de la cellule épithéliale mammaire. En effet, le fractionnement des globules gras en plus petits globules engendre une augmentation de la surface totale de globules à couvrir. La membrane originelle n'est pas présente en suffisance. Une modification de la structure de la membrane s'opère. D'autres effets sont liés à ce procédé : il confère au lait une onctuosité et une saveur plus douce, il provoque un blanchissement de la couleur et augmente la tendance à mousser, diminue la tendance à l'oxydation…[23]

L'homogénéisation, réalisée à une température minimale de 54°C, provoque la rupture des globules gras et permet aux enzymes de type lipases de pénétrer dans les globules et de modifier la matière grasse (apparition de chaînes courtes, libération d'acides gras…). Ces lipases sont inactivées par la chaleur. C'est pourquoi, le traitement de pasteurisation et le procédé UHT indirect sont souvent réalisés après l'homogénéisation [23].

L'homogénéisation a aussi pour effet de réduire la stabilité des protéines à la chaleur. Ainsi dans le cas de procédés UHT directs (par injection de vapeur dans le lait), on procède à l'homogénéisation après le traitement thermique dans des conditions aseptiques [23].

Certaines hypothèses avancent que l'homogénéisation du lait entraîne la libération d'enzymes comme la xanthine oxydase. Cette enzyme jouerait un rôle dans le développement de l'artériosclérose. Il n'existe pas d'évidence scientifique permettant de confirmer cette hypothèse [24].

III.5. En résumé, effets d'un traitement thermique et de l'homogénéisation sur les constituants du lait

CONSTITUANTS	EFFETS
Protéines	Dénaturation possible avec conséquences diverses (fabrication yaourt : gel ferme, disponibilité moindre de la lysine et thréonine, meilleure digestion) Réaction de Maillard (modification organoleptique et brunissement)
Glucides	Réaction de Maillard (modification organoleptique et brunissement)
Lipides	Effet organoleptique liés à une combinaison des traitements thermique et d'homogénéisation
Vitamines	Diminution significative des vitamines B2, B9, B12, C et E. Augmentation de la vitamine A. Conséquences nutritionnelles limitées (voir chapitre santé)
Minéraux	Effets limités, perte de calcium soluble et d'iode
Enzymes	Inactivation, pas de conséquences nutritionnelles attribuables de manière scientifique à cette inactivation.

Tableau 6 : RÉSUMÉ DES EFFETS D'UN TRAITEMENT THERMIQUE ET D'HOMOGÉNÉISATION SUR LES CONSTITUANTS DU LAIT

IV. LA MICROBIOLOGIE DU LAIT CRU

IV.1. Introduction et origine de la diversité microbienne

Un litre de lait cru contient plusieurs milliards d'êtres microscopiques. Cette caractéristique différencie le lait cru des laits traités thermiquement ou microfiltrés. Ce monde microbien appelé flore microbienne a des implications à plusieurs niveaux. La diversité microbienne est utile pour la transformation des produits laitiers mais peut aussi impliquer la présence de bactéries potentiellement dangereuses pour la santé humaine.

D'où vient cette flore ? Cette première partie s'attèlera à répondre à cette question.

Le lait cru contient une flore microbienne diversifiée. Pourtant, chez un animal sain, le lait ne contient pas de micro-organismes lorsqu'il est produit dans le pis (en sortie directe des cellules sécrétrices des glandes mammaires). La colonisation par la flore microbienne commence donc après la sécrétion du lait dans le pis (à partir des trayons).

Au moment de la traite, trois sources possibles de contamination du lait cru peuvent être distinguées : à l'intérieur du pis, à l'extérieur du pis et via le matériel qui entre en contact avec le lait [25].

Le nombre de microorganismes et le type de microorganismes qui contamineront le lait seront influencés par :

- la santé et la propreté de l'animal ;
- l'environnement dans lequel l'animal est maintenu et l'environnement de traite ;
- les procédures de nettoyage et désinfection de l'équipement de traite et de stockage ;
- la température et le temps de stockage

Donc, la flore du lait provient de l'environnement de traite et de l'animal lui-même. La composition de la flore est susceptible de varier à chaque traite et à chaque lieu de traite. La diversité microbienne a été étudiée [27,28]. Plus de 100 espèces microbiennes [29] ont été inventoriées dans le lait cru parmi lesquelles on retrouve des bactéries, des levures et des moisissures.

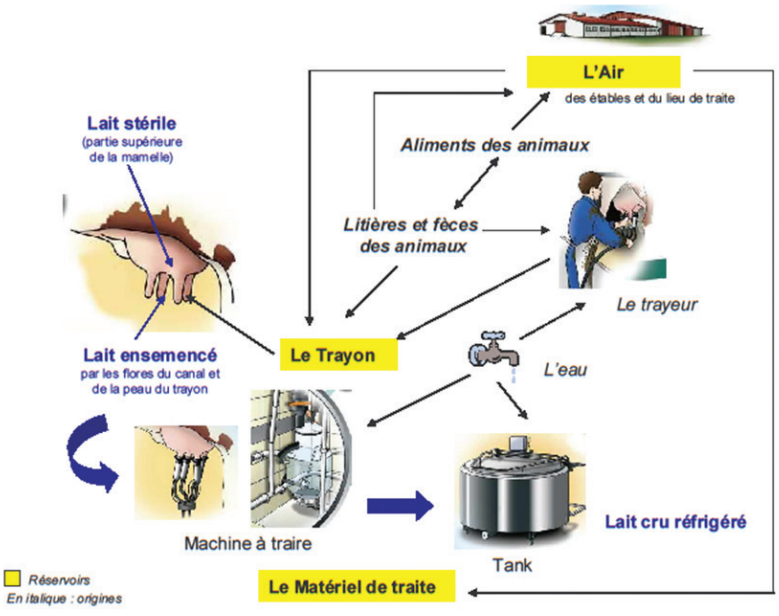


Figure 6 : FLUX MICROBIENS DANS LES ÉTABLES DE PRODUCTION LAITIÈRE (D'APÈS Y. BOUTON [26])

Ce qui caractérise le lait cru c'est sa diversité microbienne. Sur le plan microbien, chaque lait issu d'une traite est unique, fonction de l'animal, de l'environnement, des conditions de traite,….

Quelles sont les implications de cette diversité microbienne ? Le chapitre suivant rassemble des informations concernant ces implications sur :

- la qualité sanitaire du lait ;
- les techniques de fabrication des fromages ;
- la santé humaine.

i. Les protéines

Le lait se caractérise par une teneur élevée en protéines (34g/litre pour le lait de vache). Leur composition en acides aminés indispensables confère aux protéines laitières une très bonne valeur nutritionnelle.

Dans le lait de vache, les protéines sont représentées par +/- 80% de caséine et +/- 20% de protéines du lactosérum.

La caséine participe à la structure microscopique du lait et confère au lait sa couleur blanche. Cette protéine intervient dans la fabrication du fromage. Elle coagule pour donner le caillé. En d'autres mots, dans certaines conditions la caséine cesse d'être en suspension dans la phase liquide : par exemple, quand le lait devient de plus en plus acide (coagulation à pH 4,6) ou quand de la présure est ajoutée au lait.

La caséine s'organise sous forme de micelles constituées de sous-micelles réunies par des ponts de phosphate de calcium schématisées à la figure suivante.

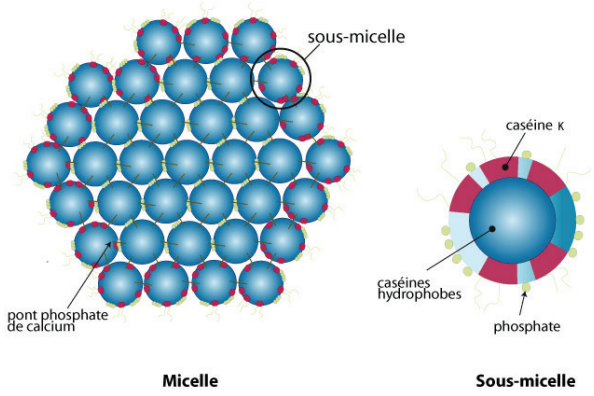


Figure 5 : REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE LA MICELLE DE CASÉINE [9]

Les protéines solubles du lactoserum sont majoritairement des albumines et des globulines. Ces protéines deviennent insolubles et forment la peau du lait, lorsque le lait est chauffé.

Les enzymes et constituants bioactifs du lait sont des composés protéinés.

Comme décrit au point suivant, des fonctions biologiques sont attribuées aux protéines du lait [10].

ii. Les enzymes et peptides bioactifs

Le lait cru contient deux types d'enzymes : les enzymes présentes dans le lait et celles liées à la flore microbienne du lait. En tout, on dénombre une vingtaine d'enzymes qui ont des fonctions diverses : hydrolases, catalase, oxydase, lactoperoxydase…

L'activité biologique de plusieurs peptides a été identifiée. Ils présentent des pouvoirs hypotenseurs, une activité antithrombotique, propriétés immunoprotectrices, de régulation du système nerveux, anticancérigènes, de contrôle de l'obésité …[16,81, 82]

iii. Les glucides

Les sucres du lait sont constitués en majorité de lactose (48g/l dans le lait de vache). Le lactose est transformé par les bactéries lactiques en acide lactique qui, en acidifiant le lait, va entrainer une dénaturation de la caséine et la formation du caillé du fromage.

iv. Les lipides

Le taux de lipides du lait entier se situe autour de 37 g/litre. Dans le lait demi-écrémé, la teneur en matières grasses est amenée entre 15 et 18 g/litre et dans le lait écrémé, à maximum 5g/litre [11].

Les matières grasses constituent environ 4% du lait. La composition et la structure de ces matières grasses sont complexes. La fraction lipidique (ou grasse) se trouve sous forme de globules gras entourés d'une membrane. Le nombre moyen de globules gras s'élève à 15 milliards par ml. La taille de ces globules joue un rôle dans les propriétés technologiques et sensorielles du lait et des produits laitiers. Par ailleurs, plusieurs composés de la membrane des globules gras sont associés à des effets sur la santé humaine. On parle d'effets potentiels anti-cancer (action inhibitrice de constituants de la membrane du globule gras sur les cancers du sein, des ovaires et du côlon), d'implications possibles (selon les auteurs, tantôt positives, tantôt négatives) dans des maladies en relation avec la sclérose en plaques et l'autisme, d'inhibition de certaines maladies de l'estomac et d'une réduction du taux de cholestérol. Ces effets seraient dépendants de la proportion de membranes dans la matière grasse consommée et varieraient donc d'un produit à l'autre, et en fonction de la taille des globules gras [12].

IV.2. Les implications de la diversité microbienne du lait cru

IV.2.1. L'état sanitaire du lait cru

IV.2.1.1. L'évaluation de la qualité sanitaire

i. Les critères de base

Pour évaluer la qualité sanitaire d'un lait avant toute transformation, on mesure notamment le taux de germes totaux, le taux de **cellules somatiques**, et la présence de **résidus de substances inhibitrices**.

Des critères supplémentaires doivent être analysés pour évaluer la présence potentielle de bactéries pathogènes. Nous présenterons les pathogènes du lait plus loin dans ce fascicule.

Pourquoi ces 3 paramètres ?

- **Les germes totaux**
  Ce paramètre est un bon indicateur de l'**hygiène** de la traite. Au plus il y a de germes dans un lait cru (refroidi normalement ou juste après la traite), au plus le lait a été contaminé par l'environnement de traite. La cause la plus fréquente de valeurs élevées de germes totaux dans le lait se trouve dans un nettoyage insuffisant du matériel de traite [31].

  D'autres causes sont possibles comme la présence de mammite [30] (à streptocoques, coliformes, et *Listeria monocytogenes* [31]), l'état de propreté de la vache, des pratiques de traite non hygiéniques, le refroidissement trop lent pour arriver à une température de stockage inférieure à 4,4°C [30].

- **Les cellules somatiques**
  Les cellules somatiques constituent un bon indicateur de **l'état de santé du pis** des animaux du troupeau. Leur nombre augmente lorsqu'un agent infectieux s'introduit dans le pis ou lorsque celui-ci est abimé [1].

- **Les résidus de substances inhibitrices**
  Un traitement médicamenteux chez un animal peut contaminer le lait. Un délai d'attente doit donc être respecté avant de fournir à nouveau du lait pour la consommation humaine.

  La recherche de résidus de substances inhibitrices permet de s'assurer que ce temps d'attente a été respecté et que le lait est **exempt de tout résidu médicamenteux.**

- **Les critères [5] des analyses effectuées en routine :**
  Un lait de qualité sanitaire suffisante présente :

  - Un taux peu élevé de germes totaux :
    < 100 000 germes/ml (vache)
    < 1500 000 germes/ml (autres espèces) sauf pour fabrication de produits au lait cru
    < 500 000 germes /ml pour le lait de transformation sans traitement thermique (autres espèces)
  - Un taux de cellules somatiques acceptable :
    < 400 000 cellules/ml (vache)
  - Une absence de résidus médicamenteux

ii. Les bactéries pathogènes potentiellement présentes dans le lait cru

Une autre façon d'évaluer la qualité sanitaire du lait consiste à rechercher des micro-organismes pathogènes connus dans le lait.

De nombreuses études [30] se sont intéressées à la présence de bactéries pathogènes pour l'homme dans le lait cru comme *Salmonella spp, Listeria monocytogenes, Campylobacter jejuni, Yersinia enterocolitica, VTEC- Escherichia coli* dits vérocytotoxinogènes parmi lesquels *Escherichia coli O157 :H7*, les toxines « shiga-toxines » d'*Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* (qui secrète des toxines, source d'intoxication) et *Streptococci*. Ces recherches peuvent s'effectuer à partir de prélèvements d'échantillons de lait dans le tank à lait. Ces études ont pour objectif d'évaluer si ces bactéries sont potentiellement présentes, les résultats s'expriment en % de présence. Elles ne donnent pas une image du niveau de contamination du lait testé, c'est-à-dire du nombre de bactéries présentes, mais plutôt du risque d'y retrouver des bactéries pathogènes. L'annexe de ce fascicule reprend une description de pathogènes qu'on retrouve dans le lait.

Donc, ces études montrent que le lait cru peut contenir des bactéries pathogènes. La détection de ces pathogènes ne signifie pas pour autant que dès qu'ils sont présents, ils causeront une toxi-infection alimentaire.

Pour les considérer comme un danger réel, il faut évaluer si les souches en présence sont pathogènes, autrement dit : évaluer leur virulence. La quantité de microorganismes réellement présents joue un rôle aussi. En quelque sorte, il convient d'évaluer si la dose infectieuse connue est atteinte ou pourrait être atteinte dans le temps. Sur ce point, remarquons que les doses infectieuses peuvent être très basses pour certains pathogènes très virulents. Par exemple, pour *Salmonella*, ces niveaux de contaminations peuvent être inférieurs à 10 cellules. Pour *E. coli* 0157 :H7, la dose infectieuse se situe entre 10-100 cellules [32].

Le développement des bactéries dans un produit peut être influencé par divers facteurs et évoluer dans le temps.

Du point de vue de l'individu, le risque d'être malade dépend de plus de l'état de santé et de l'âge de la personne qui consomme le lait, de son niveau de protection immunologique.

Les populations les plus fragiles d'un point de vue immunologique sont souvent plus sensibles aux toxi-infections alimentaires, à savoir les personnes âgées, les enfants en bas âge, les personnes malades, immunodéprimées et les femmes enceintes.

L'Afsca a rassemblé les données dans l'avis 15-2011 [33] :

PATHOGÈNE	Présence chez le bétail laitier en Belgique [a]	Présence dans le lait cru de bovins en Europe [b]	Indication de l'occurrence des épidémies humaines après consommation de lait cru de bovins en Europe (et dans le monde) [c]
Salmonella spp.	Présent	0-2,9%	5 (Europe) ou 39 (monde)
Campylobacter jejuni et coli	Présent	0-6%	18 (Europe) ou 39 (monde)
Escherichia coli pathogènes	Présent	0-5,7%	13 (Europe) ou 28 (monde)
Listeria monocytogenes	Présent	2,2-10,2% [d]	0 (Europe) ou 2 (monde)

a: La présence a été établie sur base de résultats de laboratoire individuels et d'éventuels projets de recherche. Il n'y a pas de programmes de monitoring pour estimer la prévalence de ces germes dans la population bovine. Cependant, dans une étude récente, des anticorps de Salmonella ont été retrouvés dans des échantillons de lait de tanks en Flandre, sur base de laquelle une séroprévalence entre exploitations de 3,3% (1,51-5,09) a été estimée (Ribbens et al., 2011).
b: sur base des études ponctuelles qui donnent la fréquence
c: épidémies humaines rapportées dans la littérature entre 1970 et 2010
d: Valeurs aberrantes : 0-0,6% (Suisse, Stephan and Bühler, 2002; Bachmann and Sphar, 1995) et 45% (Espagne, Dominguez Rodriguez et al., 1985)

Tableau 7 : DONNÉES DE PRÉVALENCE ET D'OCCURRENCE D'ÉPIDÉMIES HUMAINES APRÈS CONSOMMATION DE LAIT CRU DE BOVINS EN EUROPE ET EN BELGIQUE [33]

Afin de mieux comprendre l'impact possible de ces bactéries pathogènes sur la santé humaine, des fiches descriptives de quelques pathogènes potentiels sont reprises en annexe. Ces pathogènes ont été incriminés dans des cas de toxi infections alimentaires liées au lait cru.

iii. Les capacités de protection du lait cru

Le lait cru ne contient pas que des microorganismes pathogènes. Il s'agit d'un écosystème riche d'interactions qui ont des effets protecteurs différents en fonction de la population bactérienne en présence [34].

Les propriétés de protection de la flore lactique sont bien connues. A l'heure actuelle, cette dernière est d'ailleurs utilisée en tant qu'agent de protection biologique pour diverses productions alimentaires (charcuterie,..). Dans la fabrication de beurre au lait cru, l'ajout de ferments lactiques dans la crème permet d'éviter le développement de pathogènes si la contamination de départ est faible.

Le lait cru et les produits laitiers fabriqués à partir de celui-ci possèdent une capacité de protection contre le développement de *L. monocytogenes*, par exemple, par l'action combinée de plusieurs mécanismes : compétition, teneur élevée en acide organique et libération de bactériocines [35, 36, 37, 38, 39]. En outre, dans certains fromages au lait cru, *L. monocytogenes* ne se développe plus au cœur du fromage après 8 jours d'affinage et, en croûte, elle se développe au moment où le pH présente la plus forte augmentation [40].

Le traitement thermique a pour conséquence la destruction partielle ou totale de la flore du lait cru. Il a, de plus, été démontré qu'un lait traité thermiquement permettait un développement plus important de pathogènes qu'un lait cru [41, 42, 43, 44, 45]. La transformation et distribution des produits à base de lait traité thermiquement doit donc se faire dans des conditions d'hygiène parfaitement maîtrisées.



photo : FICOW



photo : FICOW



photo : FICOW

Le lait cru contient potentiellement des bactéries pathogènes. Le risque d'être malade sera fonction du niveau de contamination réel, des possibilités de développement des pathogènes dans le lait, de la virulence du pathogène et du niveau de protection immunologique du consommateur. C'est aussi un milieu complexe d'un point de vue microbiologique dans lequel des mécanismes de protection freinent le développement de certains pathogènes. Le développement d'une bactérie pathogène sera plus important dans un lait traité thermiquement que dans un lait cru. Juste après la pasteurisation (ou stérilisation), le lait ne contient pas de microorganismes dangereux pour la santé sous la forme végétative. Cependant, la pasteurisation ne garantit pas la destruction des spores de bactéries pathogènes comme Bacillus cereus et Clostridium botulinum ni celle d'entérotoxines de Staphylococcus aureus. Cette pasteurisation (ou stérilisation) ne protège pas non plus le lait d'une post-contamination. Dans ce cas, et en l'absence d'une flore microbienne de compétition, le lait est moins protégé que s'il était cru. Le procédé UHT prévoit un conditionnement aseptique après le traitement thermique. Bien réalisé, le traitement UHT permet l'obtention d'un lait exempt de tout danger microbiologique.

IV.2.1.2. Les conséquences en terme d'hygiène de la production des produits laitiers

Dans le milieu industriel, les moyens de maîtrise de l'hygiène des procédés sont beaucoup plus importants que dans le contexte artisanal. Par ailleurs, l'impact d'une production industrielle non-conforme est beaucoup plus élevé (plusieurs milliers de litres de lait transformés en une fois) que celui d'une production artisanale (au grand maximum quelques centaines de litres). Dans ce contexte, le traitement thermique d'un lait apparaît comme une mesure préventive indispensable pour éliminer les dangers bactériens pour autant que la maîtrise de l'hygiène après le traitement thermique soit établie. Ceci s'illustre dans une production industrielle de lait UHT : l'ensemble du procédé jusqu'au conditionnement s'y réalise en circuit fermé. Aucun contact direct avec le lait n'est possible après le traitement thermique.

Dans une ferme, le circuit n'est pas fermé et une contamination après le traitement thermique est plus probable qu'en industrie. Dans ce cas, le lait est moins protégé que s'il était cru. L'application correcte de bonnes pratiques d'hygiène doit permettre d'éviter ces post-contaminations. L'efficience d'une mesure de prévention dépend de son contexte.

Une revue des données de prévalence et de sources de contamination des fromages par des pathogènes dans des fermes et dans les fromageries industrielles a été publiée [32]. Les sources identifiées sont le lait cru, l'environnement de travail et les personnes qui manipulent les fromages.

Au niveau de la ferme, le lait cru peut être contaminé par excrétion directe en cas de mammite. Plusieurs études ont montré ces cas d'excrétion directe : la mammite la plus fréquente est celle à *Staphylococcus aureus*, plus rarement des mammites à *Listeria monocytogenes, Salmonella et E. coli* (pas le serovar O157 :H7). La contamination se transmet d'une bête à l'autre via l'équipement de traite qui passe d'un animal à l'autre et, également, via la manipulation et en particulier les mains de l'opérateur. Le lait cru est aussi contaminé de manière indirecte par les excréments. On parle dans ce cas de contamination fécale. L'animal et l'environnement de la ferme sont les sources de contaminations du lait cru. Celles-ci sont évitées par des bonnes pratiques agricoles, un programme de maîtrise des mammites et un programme permettant de diminuer la propagation à partir d'animaux infectés.

Dans les entreprises de transformation, la contamination se fait via le matériel qui entre en contact direct avec les produits mais également indirectement depuis l'infrastructure et le matériel qui n'entre pas en contact direct avec les produits (caisses, chariots, égouts, tuyaux, ventilation, sol…). Il est possible que *Listeria monocytogenes* colonise les infrastructures. La capacité de former des biofilms a été documentée dans la littérature scientifique. Dans les entreprises, la maîtrise s'opère via une pasteurisation du lait, la durée d'affinage, la maîtrise des conditions de températures, des caractéristiques intrinsèques d'acidité, d'activité d'eau et la présence de composés antimicrobiens produits par des cultures de germes ajoutés. Cependant la colonisation par L*isteria monocytogenes* constitue un risque significatif et sa prévention nécessite à la fois une conception hygiénique de l'infrastructure (disposition et équipement) et des plans de nettoyage et de désinfection efficaces.

Une étude [46] s'est intéressée à la virulence de 51 souches de *Listeria monocytogenes* issues du fromage, de l'environnement de fabrication de fromages, et de souches humaines. Tous les isolats testés lors de cette étude provenant de l'environnement et de la nourriture étaient potentiellement virulents ou très virulents. Les résultats mettent en évidence l'importance de bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication, puisqu'en cas de présence de ces souches, il y a un danger potentiel pour la santé.

Les mesures de maîtrise de l'hygiène diffèrent dans le contexte industriel ou dans le cadre artisanal d'une ferme. Dans les entreprises, la maîtrise s'opère via une pasteurisation du lait, la durée d'affinage, la maîtrise des conditions de températures, des caractéristiques intrinsèques d'acidité, d'activité d'eau et la présence de composés antimicrobiens produits par des cultures de germes ajoutés. Cependant la colonisation par *Listeria monocytogenes* constitue un risque significatif et sa prévention nécessite à la fois une conception hygiénique de l'infrastructure (disposition et équipement) et des plans de nettoyage et de désinfection efficaces. Dans le contexte d'une ferme, les mesures de maîtrise passent par l'application de bonnes pratiques agricoles, un programme de maîtrise des mammites ainsi qu'un programme permettant de diminuer la propagation à partir d'animaux infectés. Dans ce cadre, l'application de bonnes pratiques d'hygiène est indispensable pour éviter une post-contamination entrainant la possibilité d'atteindre des niveaux de contamination dangereux pour la santé humaine.

IV.2.1.3. La notion de risque et la santé publique

En 40 ans (entre 1970 et 2010), 36 épisodes de TIACs liés au lait cru ont été rapportés en Europe dans la littérature [33]. Est-ce suffisant pour considérer le lait cru comme une menace en terme de santé publique ?

La prise de décision en matière de sécurité alimentaire préconise la réalisation d'analyses de risque. L'évaluation du risque fait partie intégrante de cette analyse. Quelques rares publications relatent de telles évaluations pour les produits au lait cru et le lait cru lui-même. Les paragraphes suivants relatent les résultats de deux évaluations de risque de ce type.

Une évaluation de risque de listeriose liée à la consommation de fromages au lait cru [47] a été rapportée dans la littérature. Le risque de listeriose humaine est estimé à 57 cas dans une population à haut risque et à 1 cas dans une population à risque moins élevé (population de 50 millions de personnes, qui consomment 50 parts de 31 g de fromage à pâte molle au lait cru en un an). Dans sa publication, l'auteur reprend comme source possible de *Listeria monocytogenes* les animaux eux-mêmes via des mammites à *Listeria monocytogenes* qui peuvent provoquer l'excrétion de 1.000 à 1.000.000 germes/ml de lait chez les animaux infectés. Des scientifiques [31] ont observé que 10% des troupeaux comportaient des mammites à Listeria, 90% des troupeaux présentaient du lait contaminé par l'environnement, à des niveaux très bas, habituellement <1 ufc/g. Une mauvaise qualité de l'ensilage, des conditions d'hygiène des lieux de stabulation, de la litière et de traite augmentent les risques de contamination à *Listeria monocytogenes*.


photo : FLPLW

Une étude similaire a été réalisée pour évaluer ce risque dans le cas de la consommation de lait cru. Cette étude qui concerne les Etats-Unis [48], a considéré plusieurs scenarios d'approvisionnement en lait cru (à la ferme, en magasin) et de populations (nourrissons, adultes, personnes âgées). Les résultats varient en fonction des scénarios et des populations envisagés. Respectivement, les résultats varient de 1 cas tous les 142 ans à 29 cas par an. La probabilité calculée est considérée comme faible par les auteurs qui pointent également la difficulté de valider leur modèle étant donné le manque de données réelles sur le nombre de consommateurs de lait cru. Très peu de cas de toxi-infections alimentaires collectives liés à une consommation de lait cru impliquant *Listeria monocytogenes* ont été rapportés.

IV.2.1.4. Le lait et les produits laitiers, un danger potentiel pour la santé humaine. Dans quelle mesure ?

i. La notion de toxi-infection alimentaire

Une toxi-infection alimentaire collective, en abrégé TIAC, est définie par l'apparition d'au moins deux cas similaires d'une symptomatologie, en général gastro-intestinale, dont on peut rapporter la cause à une même origine alimentaire. Ces toxi-infections sont des pathologies causées par la consommation d'aliments ou d'eau contaminés par un micro-organisme ou sa toxine. La majorité de ces infections sont dues à des bactéries, mais d'autres microorganismes peuvent être impliqués tels que des parasites ou des virus [2].

ii. Un peu d'histoire

Le lait cru a été longtemps reconnu comme le véhicule de micro-organismes pathogènes. En 1938, aux Etats-Unis, 25% de tous les cas de toxi-infections alimentaires rapportés étaient liés à la consommation de lait. De nos jours, cette proportion est réduite entre 2 et 6%. Entre 1880 et 1907, environ 29 épisodes de toxi-infections alimentaires collectives liées à la consommation de lait étaient rapportés chaque année aux Etats-Unis. Ce nombre est descendu à 2,4 entre 1973 et 1992. Entre 1993 et 2006, 68 épisodes de toxi-infection alimentaire collective causés par la consommation de lait cru et de produits laitiers non pasteurisés ont été rapportés aux Etats-Unis, soit 5,2 épisodes/an. Soulignons aussi que la vente de lait cru n'est pas autorisée dans tous les états des Etats-Unis. Elle est interdite entre deux états, dès qu'une frontière d'état est franchie. Des stratégies de location ou leasing de vache sont mises en place par des consommateurs dans certains états de façon à pouvoir se fournir en lait cru même là où la vente de lait cru est interdite[30].

Entre 1880 et 1930, le lait était considéré comme « sain » s'il était, entre autres, refroidi [49]. A l'époque, le refroidissement du lait n'était donc pas une habitude.

En 1910, en France, la première coopérative laitière précisait dans une circulaire que la traite du soir pouvait être livrée le lendemain avec quelques précautions dont notamment le refroidissement. La méthode préconisée était de plonger les cruches dans une eau la plus froide possible [50].

En 1966, l'organisation mondiale de la santé publiait une monographie N°48 concernant l'hygiène du lait[50]. Elle consacre, à l'époque, 66 pages au chapitre intitulé « maladies transmissibles par le lait ». Les maladies transmises par du lait contaminé, dont on parlait à l'époque reprenaient : la fièvre typhoïde, la diphtérie, les salmonelloses, la streptococcie (angine, scarlatine), la fièvre Q, la brucellose et la tuberculose. Les maladies reconnues comme transmissibles par le lait trouvaient leur source dans le milieu, via le manipulateur humain et via les animaux laitiers eux-mêmes. On y lit :

« Le lait est un excellent milieu de culture et de protection pour certains germes, en particulier pour les bactéries pathogènes dont la prolifération dépend essentiellement de la température ainsi que de micro-organismes rivaux et de leurs métabolites. Plusieurs bactéries pathogènes importantes (Mycobacterium tuberculosis, Brucella) ne se multiplient pas librement dans le lait, et les virus n'y cultivent pas ; le pouvoir pathogène de ces agents dépend donc du degré initial de contamination du lait, de sa dilution ultérieure, de son traitement, du temps qui s'écoule avant sa consommation et d'autres facteurs. Au-dessous de 10-12°C, l'activité de la plupart des pathogènes est inhibée ; pour profiter de cette propriété, on refroidit le lait en attendant de le soumettre au traitement thermique. Aux températures qui favorisent la multiplication des micro-organismes, la prolifération des saprophytes peut déborder la croissance des pathogènes, mais ceux-ci survivent souvent et restent dangereux à moins qu'ils ne soient détruits par la chaleur. Lorsque le lait est produit dans de mauvaises conditions d'hygiène et qu'il n'est pas refroidi, les principaux contaminants engendrent généralement de l'acide lactique et le font aigrir rapidement. Or cet acide a un effet inhibiteur sur les bactéries pathogènes, et l'on a montré que certains streptocoques producteurs d'acide lactique secrètent des substances analogues aux antibiotiques, également capables d'inhiber dans une certaine mesure les organismes pathogènes ; mais il est impossible de se fier à ces transformations pour assurer la salubrité du lait. Produit dans d'excellentes conditions d'hygiène, le lait peut être presque totalement dépourvu de germes qui le feraient aigrir, si bien que certains micro-organismes pathogènes (Salmonella, Staphylocoques) qui cultivent mal en présence d'acide lactique, peuvent y proliférer abondamment lorsque les conditions de température sont favorables. Le vieillissement, au cours duquel la plupart des pathogènes périssent ou sont éliminés par les saprophytes et leurs métabolites (par exemple par formation d'acide) est mis à profit dans la fabrication de certains produits laitiers ; il contribue, mais suffit rarement, à l'obtention d'un produit sain. La tendance au recours à la pasteurisation comme stade de fabrication de tous les produits laitiers est donc souhaitable…»

un peu plus loin

« Il est évident que l'homme peut-être une source de contamination à chacun des points de la chaîne de production du lait jusqu'au moment de la consommation. Les phases les plus critiques sont celles qui suivent la pasteurisation, car un seul porteur humain peut alors recontaminer de grandes quantités de lait… »[51]

Déjà à l'époque, on connaissait l'importance de la qualité du lait au départ, de l'hygiène de la production, des propriétés protectrices du lait cru et ses ferments lactiques. Depuis, dans la production laitière, on ajoute des ferments exempts de pathogènes pour accélérer l'acidification (production d'acide lactique). La maîtrise de la chaîne du froid et de l'hygiène de la traite est devenue un souci permanent des producteurs et des parties intéressées (en Belgique, des certifications « Qualité Filière Lait » garantissant l'hygiène de la production laitière sont largement répandues). En Belgique et dans la plupart des pays européens, les micro-organismes responsables de la brucellose et de la tuberculose dans les troupeaux ont été maîtrisés ces dernières années. Des programmes de surveillance des zoonoses sont appliqués.

Le lait cru ou ses dérivés produits sans mesure d'hygiène présentent un danger pour la santé humaine. Les données historiques nous le rappellent. Les conditions sanitaires du début du siècle étaient loin de celles d'aujourd'hui… Par exemple, le refroidissement n'était pas une pratique systématique à l'époque. Dans ces conditions le risque de maladie est élevé.

Et aujourd'hui ?

Des toxi-infections alimentaires liées à la consommation de produits laitiers surviennent encore aujourd'hui dans une bien moindre mesure. Ces toxi-infections impliquent aussi bien des produits au lait cru ou traités thermiquement. Le point suivant présente des données chiffrées à ce sujet.


photo : DiversiFerm


photo : DiversiFerm


photo : DiversiFerm


photo : DiversiFerm

IV.2.1.5. Le lait et les produits laitiers impliqués dans les toxi-infections alimentaires, quelques chiffres

i. Les TIACs en France : que nous apprennent les chiffres ?

En France, qui compte parmi ses habitants les plus grands mangeurs de fromages et où les produits laitiers au lait cru sont largement produits et consommés, le système de surveillance donne des informations concernant l'origine des TIACs qui y sont déclarées. La figure 8 reprend les valeurs maximales et minimales du pourcentage de TIACs par famille d'aliments incriminés pour la période 2006-2009 :

Les aliments d'origine non animale ou mixte (plats préparés et/ou cuisinés) seraient responsables de 14 à 21% des TIACs rapportés. Les viandes, volailles et produits de charcuterie seraient responsables de 13 à 15% des TIACs. Les poissons et crustacés seraient responsables de 9 à 17%. Les œufs et produits à base d'œufs représenteraient de 7 à 10% des sources de TIACs. Le lait et les produits laitiers, sans distinction de traitements thermiques appliqués ou pas, seraient responsables de 2 à 4% des foyers de TIACs. Il faut noter que dans 38 à 47% des cas, les aliments responsables ne sont pas retrouvés.

Distribution annuelle de l'origine alimentaire des TIACs : valeurs minimales et maximales observées entre 2006 et 2009

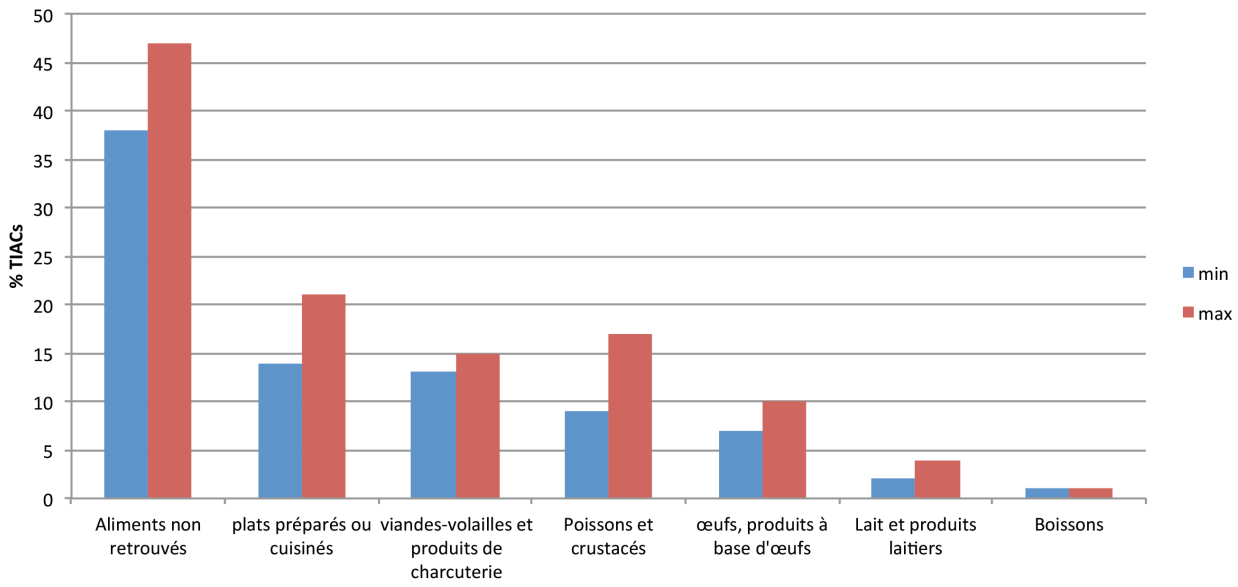


Figure 7 : DISTRIBUTION ANNUELLE DE L'ORIGINE ALIMENTAIRE DES TIACS : VALEURS MINIMALES ET MAXIMALES OBSERVÉES ENTRE 2006 ET 2009 [52]

Le lait et les produits laitiers ne sont pas les produits les plus incriminés dans les TIACs, qu'ils soient au lait cru ou pas.

Entre 2006 et 2009, le lait et les produits laitiers, sans distinction de traitements thermiques appliqués ou pas, seraient responsables de 2 à 4% des foyers de TIACs rapportés en France. C'est la catégorie la moins incriminée avec les boissons.

Où ces TIACs apparaissent-elles le plus souvent? Pourquoi cela arrive-t-il? Quelles en sont les causes?

Le tableau 8 synthétise les données relatives au lieu de survenue pour la France de 1990 à 2009:

LIEU DE SURVENUE (ANNÉES 1990-2009)	% (E)
Restauration scolaire	14,00%
Restauration d'entreprise	5,20%
IMS (a)	7,30%
Restauration commerciale	23,00%
Autres collectivités (b)	11,40%
Total collectivités	62,10%
Foyers familiaux	33,40%
Foyers diffus (c)	5,40%
Nombre total de foyers (d)	12701

(a) Institut médico-social.
(b) Banquets, repas festifs, prisons…
(c) Foyers causés par un aliment distribué sur plusieurs lieux de survenue.
(d) Le lieu de survenue de certains foyers n'étant pas spécifié, le total peut légèrement différer de la somme des différents lieux.
(e) Pourcentage des foyers déclarés dans ce type de lieu par rapport au total des foyers déclarés pour les années concernées.

Tableau 8 : NOMBRE ET REPARTITION DE FOYERS DE TIACS SELON LE LIEU DE SURVENUE DE 1990 À 2009, FRANCE [53]

Le taux de foyers diffus entre 1990 et 2009 est de 5,4 %. Il correspond à l'apparition d'une TIAC causée par un même aliment à différents endroits. Dans ce cas précis, le seul élément commun est la matière première. C'est donc l'unique cas où cette dernière est forcément incriminée. Deux cas sont possibles : soit cette matière première est non transformée, soit elle a fait l'objet d'une transformation. La contamination est donc soit originelle, soit due à un procédé de fabrication non hygiénique. Le chiffre faible de foyers diffus laisserait à penser que la matière première est rarement incriminée et que l'origine des TIACs est plus à rechercher dans le procédé de transformation. Ensuite, le taux de survenue le plus important se situe dans les foyers familiaux, dans 33,4 % des cas. C'est aussi le lieu où le plus de repas sont consommés et où les mesures d'hygiène des procédés de fabrication sont moins maîtrisées.

En France, les TIACs surviennent le plus souvent dans le cadre familial et de la restauration collective. Dans ces cas, on ne peut pas dire que c'est la matière première qui est le plus souvent en cause, sans pour autant exclure cette hypothèse.


photo : APAQ-W


photo : APAQ-W


photo : APAQ-W

Il est tentant de décréter qu'une pasteurisation systématique du lait règlerait les cas de TIACs liés à des produits laitiers. Il convient de tenir compte du contexte dans lequel le lait et les fromages sont produits. Le lait est sujet à post-contamination. Un lait pasteurisé est moins protégé qu'un lait cru. Les mesures d'hygiène dans une fabrication artisanale sont variables et ne sont pas comparables aux mesures prises dans une entreprise de transformation de plus grande taille. L'infrastructure varie et les problématiques de maîtrise de l'hygiène diffèrent dans les ateliers artisanaux.

Les données relatives aux facteurs qui contribuent à l'apparition des TIACs peuvent être parlantes également à cet égard. On voit que pour la restauration et pour la restauration familiale les facteurs sont divers (tableau 9).

	RESTAURATION COLLECTIVE (N=386)	RESTAURATION FAMILIALE (N=64)
Matières premières contaminées		
	55	17
	14%	27%
Contamination par l'environnement (matériel ou personnel)		
- personnel	144	12
	37%	19%
- équipement	274	24
	71%	38%
Erreur lors de la préparation		
	137	14
	35%	22%
Délai entre préparation et consommation		
	102	16
	26%	25%
Non respect des températures règlementaires		
- Chaine du chaud	212	20
	55%	31%
- Chaine du froid	243	35
	63%	55%

* proportion par rapport au nombre de foyers de la catégorie (restauration familiale ou collective) pour lesquels au moins 1 facteur a été incriminé.

TABLEAU 9 : FACTEURS AYANT CONTRIBUÉ À L'INCIDENT (FOYERS OÙ AU MOINS 1 FACTEUR A ÉTÉ IDENTIFIÉ) – TIAC DÉCLARÉES EN FRANCE EN 2009 (N=450)[53]

Ces chiffres nous informent que si une TIAC survient, elle peut être due à une contamination de la matière première mais pas seulement. Les contaminations apparaissent aussi lors du procédé de fabrication. Les sources de contamination peuvent provenir de l'aliment lui-même, du matériel, des personnes qui les manipulent, de méthodes de travail inadaptées ainsi que de l'environnement dans lequel les denrées sont manipulées. Cette règle est valable pour les produits au lait cru comme pour les autres produits impliqués dans des maladies alimentaires. Donc si des produits laitiers au lait cru sont incriminés, cela ne veut pas dire pour autant que le lait cru en est toujours la cause. Les conditions d'hygiène après son obtention sont tout aussi importantes dans la prévention de risques sanitaires.

ii. Les TIACs associées à la consommation de lait et produits laitiers en France : quel micro-organisme responsable ?

Lorsque les produits laitiers sont incriminés en France, Staphylococcus aureus et ses entérotoxines sont majoritairement reconnus comme l'agent responsable parmi ceux identifiés. Respectivement entre 2006 et 2009, S. aureus intervenait pour 89%, 48%, 58% et 58% d'après les chiffres de l'institut de veille sanitaire[52]. Différents sérotypes de Salmonella ont été incriminés également (entre 4 et 12% selon les années).

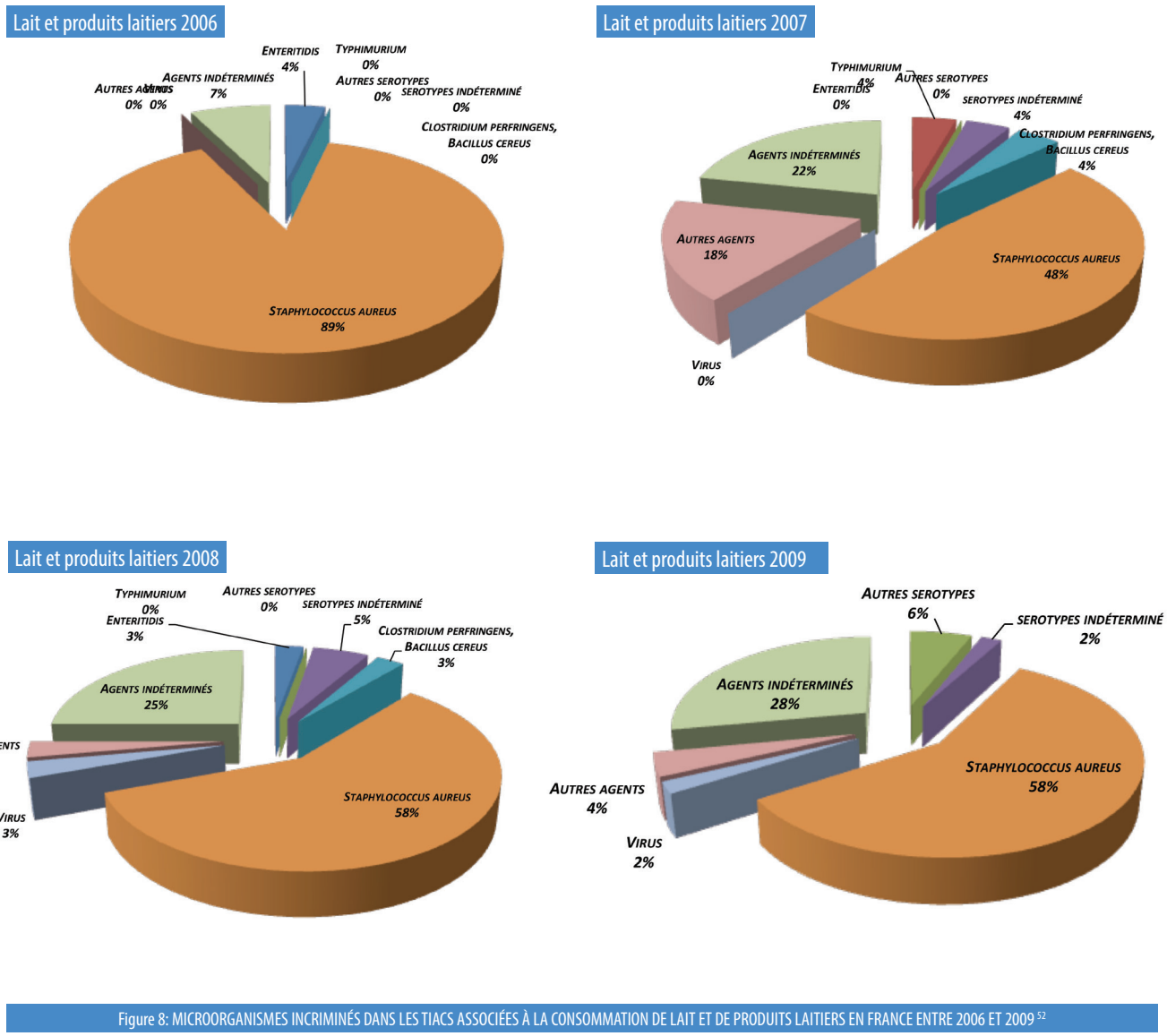


Figure 8: MICROORGANISMES INCRIMINÉS DANS LES TIACS ASSOCIÉES À LA CONSOMMATION DE LAIT ET DE PRODUITS LAITIERS EN FRANCE ENTRE 2006 ET 2009 [52]

iii. En regardant d'un peu plus près les impacts de ces TIACs…

Une publication [55] a examiné les données au sujet des TIACs impliquant des produits laitiers. Entre 1992 et 1997, 120 TIACs impliquant du lait ou des produits laitiers ont été rapportées en France. Dans 69 cas seulement, le lien a pu être fait avec l'aliment incriminé. Les 51 autres cas étaient soit d'origine inconnue, soit sans résultats d'analyses rapportés. Dans les 69 cas décrits, le lait cru et les produits au lait cru étaient incriminés dans 47,8% des cas. 50,7% des cas restants impliquaient du lait ou produits laitiers sans spécification de traitement et 1,5% impliquait du lait UHT. Pour les 69 cas français entre 1992 et 1997, il y a eu 1.495 malades et aucun décès. Les agents responsables retrouvés dans l'aliment étaient *Staphylococcus aureus (85,5%), Salmonella (10,1%), E. coli (3%) et Campylobacter jejuni (1,5%).*

L'article examine également 60 cas de TIACs et 4 cas individuels décrits dans la littérature entre 1980 et 1999. Ces cas se sont déroulés dans plusieurs pays (Angleterre et Pays de Galles, Belgique, Brésil, Canada, Danemark, Ecosse, Espagne, Etats-Unis, Finlande, France, Luxembourg, Pays-Bas, Suède, Suisse). Dans ce cas, le lait cru et les produits au lait cru étaient impliqués dans 24 cas sur 64, soit 37,5%. Le lait pasteurisé et produits au lait pasteurisé étaient responsables dans 21 cas sur 64, soit 32,8%. 7 cas étaient liés à un statut flou « non pasteurisé » et 12 cas au statut « non spécifié ». Dans 29,7%, il y a donc une incertitude sur la réalisation ou pas d'un traitement thermique du lait.

Il est intéressant aussi de mesurer les impacts : pour les 64 épisodes de Toxi-infections alimentaires collectives et individuelles revus par les auteurs de cette revue bibliographique, le tableau ci-dessous reprend pour chaque type de lait impliqué, le nombre de TIACs, le nombre de malades et le nombre de décès.



Il y a eu moins de malades et de décès avec des produits au lait cru qu'avec des produits au lait pasteurisé mais la gravité des TIACs était plus conséquente avec le lait cru : elles ont, dans ce cas, conduit à une mortalité relative plus élevée (6/1000 contre 2,5/1000 dans le cas des produits au lait cru et au lait pasteurisé respectivement).

TYPE DE LAIT INCRIMINÉ	Nombre TIACs (%)	Nombre de malades	Nombre de décès
Lait cru	24 (37,5)	2.484	15
Lait pasteurisé	21 (32,8)	18.391	46
Non pasteurisé	7 (10,9)	2.102	33
Non spécifié	12 (18,8)	226	6
Total	64	23.203	100

Tableau 10 : NOMBRE DE TIACS, DE MALADES ET DE DÉCÈS REPRIS DANS LES 64 CAS DE TOXI-INFECTIONS ALIMENTAIRES DÉCRITS DANS LA LITTÉRATURE ENTRE 1980 ET 1999 [55]

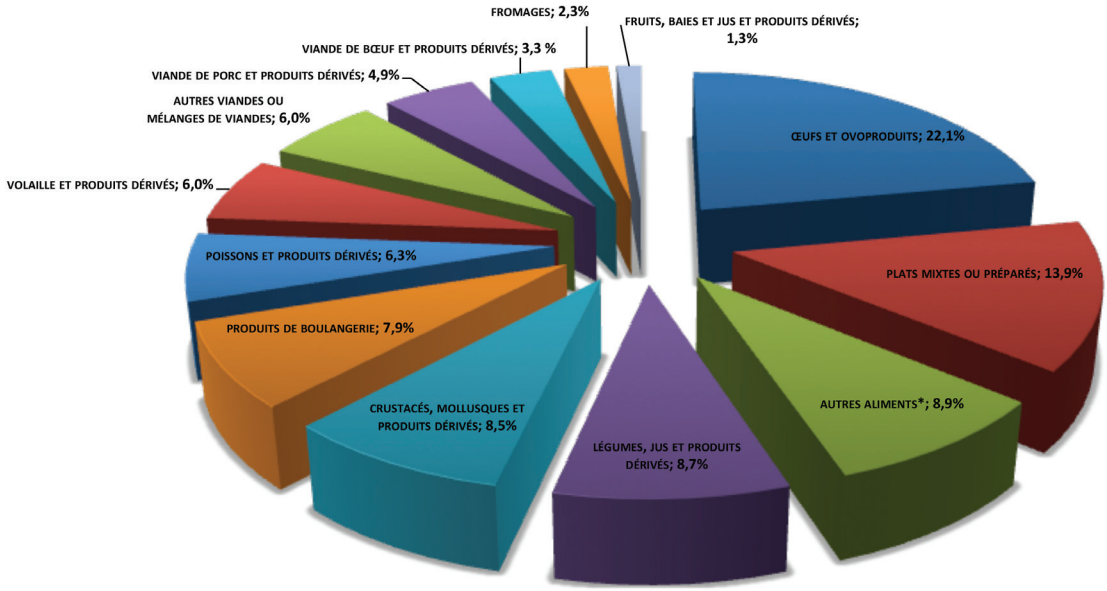
iv. Les TIACs dans l'Union Européenne en 2010 [56]

En 2010, 5262 foyers de TIACs ont été rapportés par 24 Etats membres. Ces foyers ont rendu malades 43 473 personnes, provoquant 4695 hospitalisations et 25 décès. Pour 100.000 personnes, 1,1 TIAC a été déclarée en moyenne en 2010.

L'aliment incriminé a été identifié dans 698 foyers de TIAC. Au niveau européen, le lait et les produits laitiers sont distribués dans les catégories « fromage » et « autres aliments ». Dans cette dernière catégorie, 8 cas de TIACs sont associés à du lait (sans spécification du traitement) et 4 concernent d'autres produits laitiers.

En 2010, les produits laitiers (toutes catégories confondues) sont identifiés dans 4% des cas de TIACs. Ce chiffre est comparable aux chiffres rapportés en France entre 2006 et 2009.

La figure ci-dessous reprend les TIACs à forte présomption d'origine suivant le type d'aliments :



autres aliments (N=62) : produits laitiers (autres que fromage) (4), produits céréaliers incluant riz et graines/légumineuses (noix, amandes) (11), lait (8), herbes et épices (1), bonbons et chocolats (4), aliments en conserve (1) et autres (33)

Figure 9 : FOYERS DE TIACS AVEC FORTE PRÉSOMPTION D'ORIGINE SELON LE TYPE D'ALIMENTS EN EUROPE [56]

	N TIACs	Nombre de personnes malades	Nombre de personnes hospitalisées	Nombre de personnes décédées
Forte présomption concernant l'origine	698	12409	1422	15
Faible présomption concernant l'origine	4564	31064	3273	10
Total	5262	43473	4695	25

Tableau 11: NOMBRE DE TIAC, DE PERSONNES MALADES, HOSPITALISÉES ET DÉCÉDÉES EN EUROPE, 2010 [56].

v. La surveillance des agents pathogènes dans le lait et les produits laitiers en Europe

Le rapport de l'EFSA [56] reprend, entre autres, des résultats de la surveillance de la présence d'agents pathogènes dans différents aliments en 2010. Parmi ceux-ci, nous retrouvons des informations sur les micro-organismes suivants : *Salmonella spp, Campylobacter spp, Listeria monocytogenes,* VTEC *Escherichia coli.* Le rapport passe également en revue les agents plus rares comme *Yersinia*, les agents de la tuberculose, de la brucellose et de la fièvre Q. L'ensemble des données reprises dans ce point est issu de ce rapport.

Salmonella a été très peu détectée (0,1%) dans le lait et les produits laitiers surveillés sur plus de 25.000 échantillons testés.

Campylobacter était présente dans 1,3% des 1.993 résultats pour le lait ainsi que dans 1% des 384 résultats de produits laitiers surveillés.

Listeria monocytogenes a été détectée dans le lait dans 2,2% des 1.739 résultats (test de détection dans 25g). Aucun des 2.766 résultats de dénombrement (par ml) dans du lait ne dépassait la valeur de 100 germes/ml. En ce qui concerne les fromages à pâte molle et mi-molle, 1,4% des 3.990 résultats étaient positifs pour le test de détection dans 25g. 0,5% des 7.141 résultats de dénombrement dans 1g présentaient un résultat supérieur à 100 germes/g.

En 2010, 3,3% des 1683 échantillons de lait cru de vache testés contenaient des *Escherichia coli* pathogènes de la famille des VTEC (STEC) contre 0% de représentants du serogroupe VTEC0157. De 2008 à 2010, ces proportions sont moindres dans les laits autres que cru et les produits laitiers.

IV.2.2. Implications de la diversité microbienne du lait cru dans la fabrication fromagère

Les micro-organismes du lait jouent un rôle important dans la fabrication du fromage. Les microorganismes utilisent les composants du lait (principalement le lactose) pour se développer et libèrent de l'acide lactique qui acidifie progressivement le lait. Outre l'emprésurage, c'est une façon d'obtenir la formation du caillé, à la base de la fabrication du fromage.

La microflore du lait participe ensuite à l'affinage et l'évolution du goût du fromage. À ce stade interviennent des levures, des moisissures et des bactéries. Les fromages constituent un écosystème avec des interactions multiples et complexes.

La diversité microbienne du lait est très intéressante pour les fabricants de fromage. Cette population microbienne permet de développer des saveurs typiques et particulières [57, 58]. Les microorganismes libèrent un assortiment diversifié de molécules aromatiques lors de l'affinage. Les flaveurs diverses développées dans les fromages au lait cru sont plus intenses que dans les fromages fabriqués à partir de lait pasteurisé. Ces qualités sensorielles ne peuvent être obtenues en utilisant uniquement des ferments industriels.

La pasteurisation ou la microfiltration ont pour effet de diminuer les charges en germes totaux. Par exemple, on passe de 46.000 germes/ml à 5.000 germes/ml en pasteurisation ou à 2.000 germes/ml en microfiltration [79]. Après quelques mois d'affinage, on observe une diminution de la protéolyse fine, une présence plus importante d'acides gras volatils et une réduction de la fermentation propionique ainsi qu'une diminution des caractéristiques sensorielles et de l'intensité aromatique des fromages faits à partir de laits microfiltrés ou de laits pasteurisés en comparaison avec un fromage au lait cru.

En outre, des études se sont intéressées à l'incidence de la nature et à la variation du niveau des microflores sur des fromages affinés. Les résultats mettent en évidence le lien entre les caractéristiques organoleptiques (et donc la qualité finale des fromages) et l'origine du lait (et donc la nature de la microflore, spécifique à chaque exploitation).

Au début des années 1990, les laits contenant moins de 50.000 germes/ml étaient considérés comme ultra-propres, alors qu'aujourd'hui, une majorité des laits contiennent moins de 10.000 germes/ml [59]. On peut se poser la question de l'évolution de la typicité de la flore du lait : est-elle toujours aussi diversifiée et typique ?

La flore du lait a un rôle prépondérant dans le processus d'acidification, étape indispensable à la fabrication du fromage. Cette flore est également indispensable au processus d'affinage : sans flore, pas d'affinage ! Pour chaque lait cru, la diversité microbienne amène une palette de goûts et textures uniques et typiques à l'exploitation.



photo : APAQ-W



V. IMPACT SUR LA SANTÉ HUMAINE : EFFETS BÉNÉFIQUES DE LA CONSOMMATION DE LAIT CRU ?

Une recherche récente [60] a examiné de façon détaillée la littérature scientifique publiée en anglais, s'intéressant aux effets bénéfiques potentiels pour la santé en lien avec la consommation de lait cru. Les auteurs ont évalué sur base de critères de qualité et d'hétérogénéité les résultats publiés. La recherche portait sur le contenu en vitamines, les effets protecteurs contre l'asthme et les allergies, contre le cancer et l'intolérance au lactose.

Le taux de **vitamines B2** retrouvé dans le lait bovin s'élève à des concentrations de 1,83 mg/l (dose journalière recommandée : 1,4 mg). Le lait est une source importante de vitamines B2. Le traitement thermique implique une diminution significative de la quantité de cette vitamine. Le lait cru est donc plus riche en vitamines B2.

Aucun changement lié à un traitement thermique n'est noté pour les vitamines B6.

Le taux de vitamines A augmenterait après application d'un traitement thermique.

Le contenu en vitamines B1, B12, C, E et les folates (dérivé de vitamine B9) diminuerait après traitement thermique. Le lait n'est pas la source principale de ces vitamines dans le régime alimentaire, vu leurs niveaux naturellement peu élevés dans le lait. Les effets de cette diminution seraient donc négligeables. Parmi les études examinées, des variabilités importantes des résultats ont été mises en évidence pour certaines vitamines.

La consommation de lait cru présenterait **un effet protecteur dans le développement d'allergies**. Les effets se marquent dans les symptômes de désordres atopiques, allergies, asthme, rhume des foins, rhinites, eczéma, éruptions cutanées, rhinite conjonctivite allergique, vomissements, respiration sifflante. Il faut noter que ce lien entre protection contre les allergies et consommation de lait cru peut être confondu avec d'autres facteurs associés à la vie à la ferme. Dans ces conditions, le lait de ferme serait un facteur parmi d'autres qui explique la protection contre les allergies. L'étude conclut qu'il convient de considérer ces résultats avec prudence. Les informations sur la méthodologie des études retenues sont jugées peu détaillées [60].

D'autre part, les mécanismes sous-jacents responsables de cette protection ne sont pas encore connus. A l'heure actuelle, l'« hypothèse de l'hygiène » (the hygiene hypothesis) expliquerait le phénomène de protection. Lors du développement du système immunitaire, l'exposition à différents facteurs interviendrait. Les endotoxines bactériennes, d'autres substances d'origine bactérienne et mycobactérienne, des substances d'origine fongique et peut-être également parasitaire, ainsi que des allergènes (des animaux, du pollen) présents dans les fermes conditionneraient la réponse du système immunitaire [61].

D'après l'étude citée, il n'existe pas d'évidence scientifique qui prouve un effet anti-cancer. Au cours de leurs recherches, seulement deux études ont été sélectionnées. Dans une de celles-ci [62], un effet protecteur contre le cancer colo-rectal a été identifié. Mais cette constatation résultait de 5 cas observés. Une erreur statistique peut expliquer également cet effet. La conclusion principale de cette étude était que la consommation de lait cru n'augmentait pas le risque de cancer. Cette constatation permet d'infirmer l'effet de virus oncogéniques potentiellement transmis par le lait cru. Ces virus ne seraient pas actifs d'un point de vue biologique chez les humains.

Aucun lien entre la consommation de lait cru et l'intolérance au lactose n'a été mis en évidence dans les études passées en revue, bien que le lait contienne naturellement des lactases, enzymes qui « digèrent » le lactose. L'addition de *Lactobacillus acidophilus*, une bactérie lactique, aiderait la digestion du lait chez les personnes intolérantes au lactose. Cette conclusion ne se base que sur un seul article [63], des études supplémentaires seraient intéressantes pour élargir les connaissances à ce sujet.

VI. LA CONSERVATION DU LAIT CRU

• L'importance de la réfrigération

Comme le montre le graphique ci-dessous, la température de conservation a un effet important sur le développement de la flore du lait. Un refroidissement rapide et une conservation à une température inférieure à 6°C est indispensable pour conserver le lait de manière sure. Elle permet de stabiliser la flore pendant un certain temps.

En partant d'un lait contenant 4.200 germes/ml, on voit que, à 4,5°C, la population microbienne est stable. A 25°C, elle atteint des niveaux du milliard de microorganismes dans un ml de lait. Gardons à l'esprit que les microorganismes qui se développent pourraient être dangereux.

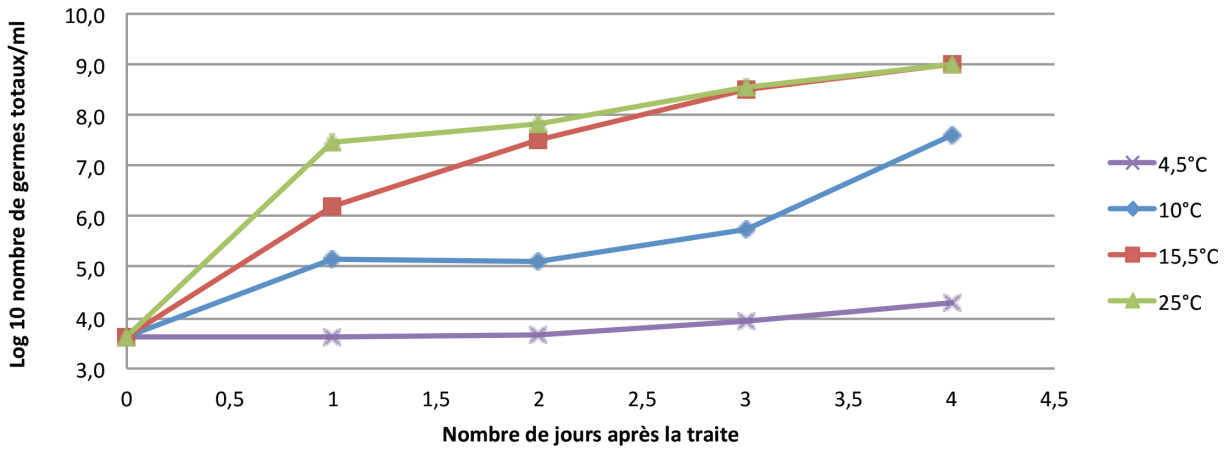


Figure 10 : ÉVOLUTION DE LA POPULATION DE GERMES AÉROBIES MÉSOPHILES DANS UN LAIT CRU EN FONTION DE LA TEMPÉRATURE DE STOCKAGE [80]

• La durée de conservation du lait cru

La durée maximale conseillée de conservation du lait cru est de 3 jours (72 heures) après la traite à maximum 6°C.

La durée de conservation d'un lait pasteurisé avoisine les 10 jours à maximum 7°C.

La durée de conservation d'un lait UHT s'étale sur plusieurs mois à température ambiante. Après ouverture, la durée de conservation ne dépasse pas 7 jours à maximum 7°C.

• La manipulation du lait cru

Comme souligné dans ce fascicule, l'hygiène qui entoure la production et la manipulation du lait cru est primordiale pour l'obtention des produits sains.

Les pratiques hygiéniques de la production démarrent par la qualité des ensilages fournis aux animaux et par des méthodes de traite hygiéniques (infrastructure, type d'équipement, nettoyage des pis, élimination des premiers jets…), des conditions d'hygiène des lieux d'hébergement des animaux, de l'hygiène dans l'environnement de traite, de l'application de procédures de nettoyage et désinfection du matériel de traite et de stockage du lait,…

Lors de la transformation du lait cru, des pratiques hygiéniques doivent être mises en œuvre. Ceci est possible si

- l'infrastructure est hygiénique (propre, facile à nettoyer et désinfecter) dans un environnement qui ne génère pas de contaminations via l'air ;
- Le matériel qui entre en contact n'est pas une source de contamination ;
- les personnes qui transforment le lait cru ne sont pas une source de contamination ;
- les matières premières utilisées sont d'une bonne qualité hygiénique et ne contaminent pas le lait ;
- les méthodes de travail permettent de maintenir le produit dans des conditions de température et d'hygiène suffisante (comme par exemple pour le transport, le stockage des denrées ou les périodes de maturation, d'égouttage, d'incubation…).

Pour le consommateur qui va chercher du lait cru à la ferme, il convient de s'assurer auprès du producteur que le lait ne présente pas de dépassement des critères légaux.

Le récipient que le consommateur amène et qui recueille le lait cru doit être propre (nettoyé avec beaucoup d'attention).

L'AFSCA recommande de porter le lait cru à ébullition avant consommation. Cette recommandation doit être mentionnée sur l'étiquetage des emballages de laits crus commercialisés.



VII. EN RÉSUMÉ : PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU LAIT CRU/LAIT INDUSTRIEL TRAITÉ THERMIQUEMENT

EN RÉSUMÉ…	Lait cru	Lait industriel traité thermiquement
Définition	**Lait cru:** le lait produit par la sécrétion de la glande mammaire d'animaux d'élevage et non chauffé à plus de 40 °C, ni soumis à un traitement d'effet équivalent Le lait cru peut être écrémé. Il n'est ni standardisé, ni homogénéisé. Sa composition chimique peut varier en quantité en fonction de l'animal, de la période, de l'alimentation.	**Lait pasteurisé:** lait chauffé au moins à 72°C pendant 15 secondes ou à63°C pendant 30 minutes. **Lait UHT**(Upérisation à Haute Température ou Ultra-High Temperature): lait chauffé à minimum 135°C pendant quelques secondes permettant de détruire tout micro-organisme ou spore viable. **Le lait microfiltré** est issu d'une technique relativement nouvelle (1980). La filtration permet de retenir plus de 99 % des bactéries parmi lesquelles les bactéries pathogènes. Le lait fourni par l'industrie est un lait de mélange homogénéisé, dont la composition en matières grasses, protéines et minéraux est standardisée.


photo : FLPLW

EN RÉSUMÉ…	Lait cru	Lait industriel traité thermiquement
Aspects Nutritionnels	Le lait, de manière générale, est un excellent aliment d'un point de vue nutritionnel. Il est indispensable à la croissance. **Ses atouts principaux :** Riche en protéines, il apporte des acides aminés indispensables. Un bol de lait apporte 37,5 % des besoins journaliers en calcium, tout en apportant une quantité adéquate de phosphore pour en permettre son assimilation. C'est une source non négligeable d'iode, de potassium, de molybdène, de chlorure, de zinc. Il constitue une excellente source de vitamines B. Le lait cru contient plus de vitamines B2 qu'un lait traité thermiquement. Dans le cas de la vitamine B2 la différence a une conséquence du point de vue nutritionnel, car le lait est une source importante de cette vitamine. Notons que beaucoup de laits sont enrichis en vitamines A, C et D. **Les autres effets d'un traitement thermique sont :**	

Constituants	Effets d'un traitement thermique
Protéines	Dénaturation possible avec conséquences diverses (fabrication yaourt, disponibilité moindre lysine, meilleure digestion) Réaction de Maillard (modification organoleptique et brunissement)
Glucides	Réaction de Maillard (modification organoleptique et brunissement)
Lipides	Effet organoleptique lié à un traitement combiné thermique et homogénéisation
Vitamines	Diminution significative des vitamines B2, B9, B12, C et E. Augmentation de la vitamine A. Conséquences nutritionnelles limitées (voir chapitre santé)
Minéraux	Effets limités, perte de calcium soluble et d'iode
Enzymes	Inactivation, pas de conséquences nutritionnelles attribuables de manière scientifique à cette inactivation.

EN RÉSUMÉ…	Lait cru	Lait industriel traité thermiquement
Aspects Microbiologiques	Le lait cru se caractérise par sa diversité microbienne. La flore microbienne du lait provient de l'environnement de traite et de l'animal lui-même. Sur le plan microbien, chaque lait issu d'une traite est unique. On y retrouve plus de 150 espèces de bactéries, levures ou moisissures. **Implications de cette diversité :** **Au niveau sanitaire** La flore totale d'un lait cru est quantifiée pour l'évaluation de la qualité sanitaire du lait cru. Elle constitue un indicateur d'hygiène de traite. La règlementation européenne fixe un niveau de contamination maximal autorisée pour l'usage du lait en alimentation humaine (pour le lait de vache : 100.000 ufc/ml). Le lait cru est majoritairement contaminé par une flore inoffensive pour la santé, mais il peut être contaminé par des pathogènes dangereux pour la santé. Le risque d'être malade dépend de plusieurs facteurs : la virulence et la dose infectieuse des souches pathogènes et le niveau de protection immunologique des consommateurs, la possibilité pour les souches en présence de survivre et de croître pendant leur durée de conservation. Il existe plusieurs catégories de consommateurs à risque : les enfants, les personnes malades, les femmes enceintes, les personnes âgées. Certains de ces pathogènes peuvent être très dangereux à des niveaux de contaminations avoisinant 10 à 100 cellules comme Escherichia coli 0157 :H7 ou Salmonella. En cas de mammites (Staphylococcus aureus, Salmonella, Listeria monocytogenes, E coli) il peut y avoir excrétion directe dans le lait de pathogènes. Dans ce cas, les quantités excrétées peuvent être importantes. Les capacités protectrices de la flore du lait sont connues et étudiées. Il a été démontré qu'un lait traité thermiquement permettait un développement plus important de pathogènes qu'un lait cru	Dès l'application d'un traitement thermique ou d'une microfiltration, la flore microbienne est réduite (lait pasteurisé, lait microfiltré) jusqu'à être détruite (lait UHT). Le lait industriel est standardisé. Il ne présente aucune spécificité microbienne. **Implications de cette diversité :** **Au niveau sanitaire** Par traitement thermique et/ou microfiltration, la qualité sanitaire du lait est assurée car elle permet d'éliminer tout risque de présence de pathogènes, pour autant qu'il n'y ait pas de contamination après le traitement thermique, dans le procédé de transformation.

EN RÉSUMÉ…	Lait cru	Lait industriel traité thermiquement
	Hygiène en production de produits laitiers : Les sources de contamination en transformation laitière à la ferme sont le lait cru lui-même (hygiène de traite ou animal excréteur), l'environnement de la ferme, de travail et les personnes qui opèrent dans la fabrication. Les bonnes pratiques d'élevage, de traite, de gestion de mammites, et enfin les bonnes pratiques d'hygiène lors de la fabrication de produits sont les moyens de maîtrise indispensables à la fabrication de produits sûrs. Les sources possibles de contaminations diverses sont plus nombreuses qu'en industrie.	**Hygiène de la production de produits laitiers :** Dans les entreprises de transformation, la contamination se fait via le matériel qui entre en contact direct avec les produits mais aussi plus indirectement via l'infrastructure et le matériel qui n'entre pas en contact direct avec les produits. Dans ce cas, la maîtrise s'opère via une pasteurisation du lait, la durée d'affinage, la maîtrise des conditions de température et des caractéristiques intrinsèques d'acidité, d'activité d'eau et la présence de composés antimicrobiens produits par des cultures de germes ajoutés. Dans ce cas, il existe un risque significatif de colonisation par Listeria monocytogenes dont la prévention passe par la conception hygiénique de l'infrastructure et du matériel ainsi qu'un plan de nettoyage et désinfection efficace.
	Les impacts « santé » d'une mauvaise maîtrise hygiénique La consommation de lait cru a été dans le passé un aliment mis en cause dans de graves atteintes à la santé publique, l'histoire nous le rappelle. Il faut cependant ajouter que les conditions de santé animale, de production de lait, et de stockage n'étaient pas du tout comparables à la situation actuelle.	**Les impacts « santé » d'une mauvaise maîtrise hygiénique des productions**
	Aujourd'hui, au vu des chiffres de toxi-infections alimentaires, le lait et les produits laitiers sont une des catégories les moins incriminées. Leur implication comme source des TIACs, sans distinction de traitements thermiques, avoisine 4%. Une étude s'est penchée sur les impacts en s'intéressant au type de lait utilisé (avec ou sans traitement thermique). Il y a eu moins de malades et de décès avec des produits au lait cru qu'avec des produits au lait pasteurisé mais la gravité des TIACs était plus conséquente avec le lait cru : elles ont, dans ce cas, conduit à une mortalité relative plus élevée (6/1000 contre 2,5/1000 dans le cas des produits au lait cru et au lait pasteurisé respectivement).	

EN RÉSUMÉ…	Lait cru	Lait industriel traité thermiquement
Effets bénéfiques pour la santé ?	Le lait cru est plus riche en vitamines B2 que le lait traité thermiquement. Cette différence est significative car le lait est une source importante de cette vitamine. La consommation de lait cru présenterait un effet protecteur dans le développement d'allergies. D'autres effets sont étudiés mais les conclusions actuelles sont insuffisantes pour confirmer de manière scientifique ces effets.	
Conservation et manipulation	Le **lait cru** se conserve 3 jours à une température maximale de 6°C. **Manipulation du lait cru** Les pratiques hygiéniques de production et de transformation du lait cru sont indispensables pour en garantir la sécurité. Pour le consommateur qui va chercher du lait cru à la ferme, s'assurer que le lait ne présente pas de dépassement des critères légaux, au minimum les critères germes totaux, cellules somatiques et antibiotiques. Le récipient que le consommateur amène et qui recueille le lait cru doit être propre (nettoyé avec beaucoup d'attention). L'Afsca recommande de porter le lait cru à ébullition avant consommation.	Le **lait pasteurisé** doit être conservé au froid et généralement pas plus de 7 à 10 jours. Le **lait UHT** présente l'avantage de pouvoir être stocké à température ambiante pendant plusieurs mois avant ouverture mais sa durée de conservation après ouverture ne dépasse pas 7 jours. Le **lait microfiltré** peut être conservé pendant 2 à 4 semaines au frigo.



photo : APAQ-W

VIII. FICHES DESCRIPTIVES
DES BACTÉRIES PATHOGÈNES INCRIMINÉES DANS LES TIACS LIÉES AU LAIT CRU OU AUX PRODUITS AU LAIT CRU.

Salmonella spp [66, 65]

Il existe des salmonelles spécifiques à l'être humain comme celles responsables des fièvres typhoïdes ou paratyphoïdes. D'autres sont spécifiques à des espèces animales (volaille, cheval, mouton, porc..). Un troisième groupe est constitué de salmonelles ubiquistes qui peuvent infecter aussi bien l'homme que les animaux. Ces dernières, Salmonella spp, sont à l'origine de la plupart des salmonelloses humaines et animales.

- **Maladie :** gastro-entérite, fièvre, diarrhée, douleur abdominale et vomissements. Les personnes immunodéficientes, les nourrissons et les personnes âgées sont plus sensibles à l'infection, particulièrement à la déshydratation avec insuffisance rénale.
- **Dose infectieuse :** variables en fonction des souches, les infections peuvent se déclarer après ingestion d'entre 10 et 100 000 000 000 cellules.
- **Période d'incubation :** 12 à 36h, jusqu'à 72h
- **Comportement**

PARAMÈTRE	CONDITIONS DE CROISSANCE
Température	De 5° à 45° C, optimum entre + 35° et + 37° C
pH	De 4,5 à 9, optimum 6,4 - 7,5
Atmosphère	aérobie-anaérobie facultatif
Activité d'eau	0,49 - 0,99

- **Réservoirs/sources :** intestin des animaux (notamment les vaches laitières), et de là, dissémination dans l'environnement, porteurs sains humains et animaux.
- **Aliments incriminés :** principalement les viandes, les oeufs et les ovoproduits, ainsi que les fruits de mer crus ou insuffisamment cuits. Le lait cru et des produits laitiers ont été incriminés dans des cas de salmonelloses également.
- **Moyens de maîtrise dans la production laitière :** hygiène des étables et bonnes pratiques d'hygiène de la traite, isolement des animaux présentant une salmonellose, identification des animaux excréteurs (via la mamelle)[67]. Bonnes pratiques d'hygiène en cas de transformation : hygiène du personnel, (nettoyage et désinfection efficace notamment), pasteurisation du lait cru.



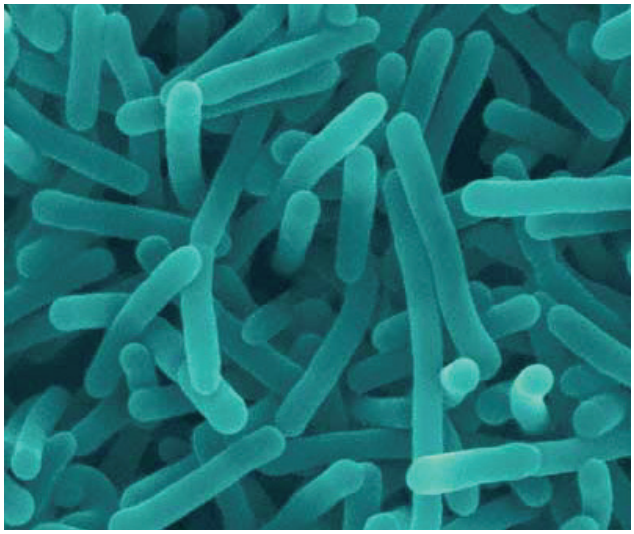
Photo : Rocky Mountain Laboratories, NIAID, NIH

Listeria monocytogenes [65]

- **Maladie :** listeriose invasive : infections et atteintes graves au système nerveux central ; elle est surtout dangereuse pour les fœtus et les personnes immunodéprimées. La listeriose invasive se caractérise par 20 à 30% de mortalité. La listeriose non invasive se traduit par gastroentérite fébrile.
- **Dose infectieuse :** en général, les concentrations de L. monocytogenes dans les aliments étudiés ont dépassé 1000 ufc/g, mais il y a eu des exemples où elles ont été beaucoup plus faibles [68].
- **Période d'incubation :** entre 48 heures et 3 mois (moyenne 1 mois) [69].
- **Comportement :** assez variable selon les souches, quelque soit le facteur étudié (T°C, pH, aw) et le type de matrice alimentaire.

PARAMÈTRE	CONDITIONS DE CROISSANCE
Température	De – 2° à + 45° C, optimum entre + 30° et + 39° C
pH	De 4,6 à 9,6, optimum 7,1
Atmosphère	Microaérophile, également en aérobie et anaérobie.
Activité d'eau	De 0,90 à 0,93

- **Réservoirs/sources :** humain et animal (porteurs sains), bactérie ubiquitaire dans l'environnement (le sol, la végétation, les eaux de surface, les eaux usées, les ensilages ou encore les aliments à partir desquels l'homme peut se contaminer).
- **Aliments incriminés dans les épidémies :** lait et produits laitiers (cru ou pas), viande et produits carnés, produits végétaux, poissons et produits de la pêche. La contamination des aliments par *L. monocytogenes* peut survenir à tous les stades de la chaîne alimentaire : matières premières, transformation, logistique, distribution, chez le consommateur.
- **Information supplémentaire :** des études d'évolution de *Listeria monocytogenes* dans des fromages à pâte molle, à croûte fleurie par exemple, ont été publiées et mettent en évidence la possibilité pour Listeria de se développer avec des niveaux de contamination de départ variant de 100 à 10000 germes/ml[70] dans ce type de fromage.
- **Moyens de maîtrise dans la production laitière :** hygiène des étables et bonnes pratiques d'hygiène de la traite, fournir un ensilage de bonne qualité, identification et écartement du lait des animaux excréteurs (via la mamelle). Bonnes pratiques d'hygiène en cas de transformation : hygiène du personnel, nettoyage et désinfection efficace, pasteurisation du lait cru…



Source : http://innovaltech.ca/listeria-monocytogenes-nouvelle-politique-dans-les-aliments-prêts-à-manger/

Escherichia coli [71, 72, 73, 65]

- **Description et maladies :** ce genre bactérien de la famille des enterobactéries constitue un vaste ensemble de bactéries qui représente la plus grande partie de la flore intestinale habituelle. Cependant, on y retrouve plusieurs pathogènes qui provoquent des pathologies intestinales ou extra-intestinales. On dénombre 5 groupes de souches d'*E.coli* responsables de diarrhées.

GROUPE DE SOUCHES	CARACTÉRISTIQUES
E. coli entéropathogènes : **EPEC**	• Gastro-entérite du nourrisson • Parfois responsable d'épidémie en milieu pédiatrique
E. coli entéro-invasif : **EIEC**	• Ces souches pénètrent dans les cellules épithéliales • Réactions inflammatoires localisées, ulcérations
E.coli entéro-toxinogènes : **ETEC**	• Responsables de la diarrhée de l'enfant dans les régions chaudes et de la «diarrhée du voyageur» • Adhésion aux cellules de l'intestin • Entérotoxines
E. coli entéro-hémoragiques : **EHEC** ou **STEC** ou **VTEC**	• Responsables de la diarrhée hémorragique • Complication : syndrome hémolytique-urémique
E. coli entéroaggrégatifs : **EAEC**	• Responsables de diarrhées chez les nourrissons et les jeunes enfants • Propriétés d'adhésion particulières aux structures cellulaires : formation d'agrégats

Parmi ces souches, les EHEC sont considérées comme un groupe hautement pathogène qui provoque les maladies les plus graves chez l'humain avec une létalité de 1 à 6%. Elles possèdent la particularité de produire des toxines et d'engendrer des lésions et des effacements des villosités de la surface de la paroi de l'intestin.

- **Dose infectieuse :** il faut ingérer de 1 000 000 à 10 000 000 000 cellules pour être malade, à l'exception des souches EHEC. Dans ce cas, l'ingestion de moins de 1000 cellules provoque l'apparition d'une infection.
- **Période d'incubation :** habituellement 3 à 4 jours, peut varier de 2 à 12 jours.
- **Comportement : Paramètre de croissance des EHEC**

PARAMÈTRE	CONDITIONS DE CROISSANCE
Température	De 6° à 45,5° C, optimum 40°C
pH	De 5,5 à 9,4, optimum 6,9
Atmosphère	aéro-anaérobie facultatif
Activité d'eau	Aw minimale 0,95, Aw optimale : 0,995

- **Réservoirs/sources :** intestin des animaux et humains, environnement contaminé par les déjections animales (sols, eaux, aliments pour animaux et abreuvoirs).
- **Aliments incriminés :** viande hachée de bœuf insuffisamment cuite, lait et produits laitiers non pasteurisés, produits végétaux crus ou non pasteurisés (salade, radis blancs, jus de pommes, germes), eau de distribution.
- **Moyens de maîtrise en production laitière :** hygiène des étables, bonnes pratiques hygiéniques de traite, utiliser de l'eau non souillée par des déjections fécales (abreuvoirs…), gestion hygiénique des effluents, stockage des aliments pour animaux correct, maitrise de l'ensilage, hygiène du matériel d'épandage, respect des délais entre l'épandage et le pâturage ou la récolte [74], application d'un traitement thermique sur le lait cru.

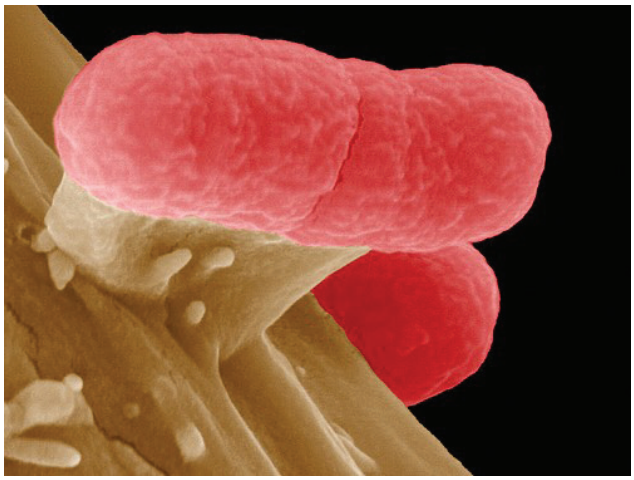


Photo : Manfred Rohde, Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

Staphylococcus à coagulase positive et Staphylococcus aureus [65,75]

Ces bactéries de l'espèce *Staphylococcus* se distinguent par la capacité de produire une enzyme appelée coagulase. Celle-ci entraîne la coagulation du plasma sanguin.

Staphylococcus aureus, encore appelé le staphylocoque doré, fait partie de ce groupe de *staphylococcus* à coagulase positive. En cas d'intoxination via les aliments, il est le plus fréquemment mis en cause, et représente un des agents le plus souvent incriminés dans les cas de toxi-infections alimentaires.

Ce groupe de bactéries produit de nombreuses toxines qui résistent à la chaleur. Certaines de ces toxines seulement provoquent des intoxications alimentaires. Seuls quelques représentants de ce groupe produisent des toxines. En fonction des espèces animales, le pourcentage de souches qui produisent des entérotoxines varie : de 30 à 60% pour les ovins et caprins, de 4 à 10% chez les bovins.

- **Maladie :** les symptômes sont spectaculaires mais durent moins d'une journée. Nausées suivies de vomissements, douleurs abdominales, diarrhées, vertiges, frissons, faiblesse générale parfois accompagnée d'une fièvre modérée. Lors des cas les plus sévères, des maux de tête, une prostration et une hypotension ont été rapportés. La mortalité est rare (0,02% des cas). La maladie disparaît rapidement, dès que l'entérotoxine est inactivée ou éliminée par l'organisme.
- **Dose infectieuse :** il faut un grand nombre de cellules, plus de 1000 000. La bactérie cause une intoxication à la suite de formation de toxine dans l'aliment. Une très faible dose de toxine suffit pour provoquer la maladie.
- **Période d'incubation :** dépend de la dose d'entérotoxines ingérées, de 30 minutes à 8h, en moyenne 3h

PARAMÈTRE	CONDITIONS DE CROISSANCE
Température	De +6° à + 48° C pour certaines souches, optimum entre + 35° et + 41° C
pH	De 4 à 10, optimum 6 à 7
Atmosphère	Aérobie avec possibilité de croissance en anaérobiose
Activité d'eau	Aw optimale 0,99 Aw : limite à 0,86

- **Réservoirs/sources :** hôte habituel de la peau et des muqueuses de l'homme et de l'animal, notamment dans les narines, les mains, les trayons. Il peut provoquer des infections (abcès, mammites). On retrouve également *S. aureus* dans l'environnement naturel et domestique de l'homme. La contamination du lait peut survenir par l'intermédiaire de porteurs sains ou infectés (mammites), ou par l'environnement.

- **Aliments incriminés :** les plats cuisinés (cf. manipulation humaines) et les produits laitiers, volailles, jambons cuits et tranchés, salades composées, gâteaux à la crème, certains fromages ou salaisons fermentées, surtout si les ferments utilisés sont déficients ou s'il n'y a pas de ferments ajoutés, le lait en poudre, les pâtes, les poissons séchés.

  Dans le lait cru, le nombre initial de *S. aureus* doit être au moins aussi important que le reste de la flore autre du lait pour observer la production d'entérotoxines.
- **Moyens de maîtrise en production laitière :** gestion des mammites dans l'élevage, écartement du lait contaminé, bonnes pratiques d'hygiène du personnel qui manipule le lait ou les produits laitiers, bonnes pratiques d'hygiène en production et transformation (nettoyage et désinfection notamment).

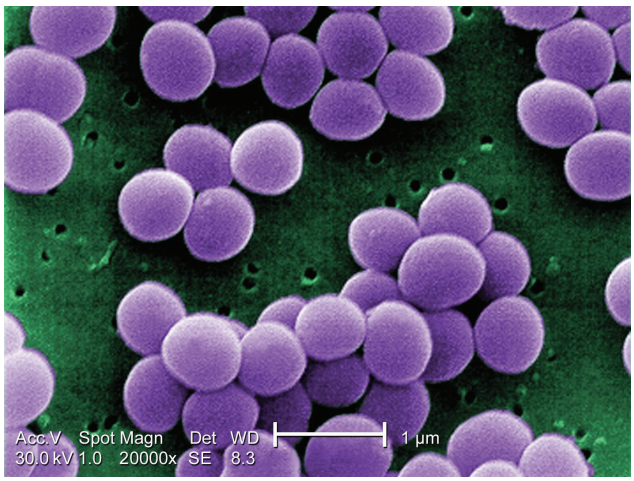


Photo : Janice Haney Carr, CDC

Campylobacter jejuni [76]

Plusieurs espèces ou sous-espèces, appartenant au genre *Campylobacter* sont regroupées sous l'appellation de Campylobacter thermotolérants.

- **Maladie :** gastro-entérites, fièvre, douleurs abdominales et maux de tête.

  C. jejuni peut être à l'origine d'un syndrome de type arthritique, d'inflammation hépatique ou rénale, et surtout du syndrome de Guillain-Barré.

- **Dose infectieuse :** peu de données à ce sujet. La dose infectieuse serait faible.
- **Période d'incubation :** de 1 à 10 jours
- **Comportement :**

PARAMÈTRE	CONDITIONS DE CROISSANCE
Température	De 30°C à 45°C, optimum à 42° C
pH	De 4,9 à 9,0, optimum 6,5-7,5
Atmosphère	Microaérophile
Activité d'eau	Aw minimale 0,987

- **Réservoirs/sources :** principalement tractus intestinal des oiseaux, sauvages et domestiques, et aussi : les bovins, les porcins et les petits ruminants, les animaux de compagnie (chats et chiens). Via les déjections de ces animaux, l'eau des rivières, des étangs, des lacs, peut être un réservoir non négligeable de ces bactéries.
- **Aliments incriminés :** consommation d'eau ou de lait cru contaminés. La consommation de viandes de volailles contaminées, insuffisamment cuites
- **Moyens de maîtrise en production laitière :** similaire à *Escherichia coli*, vu le mode de contamination similaire à *Escherichia coli*.

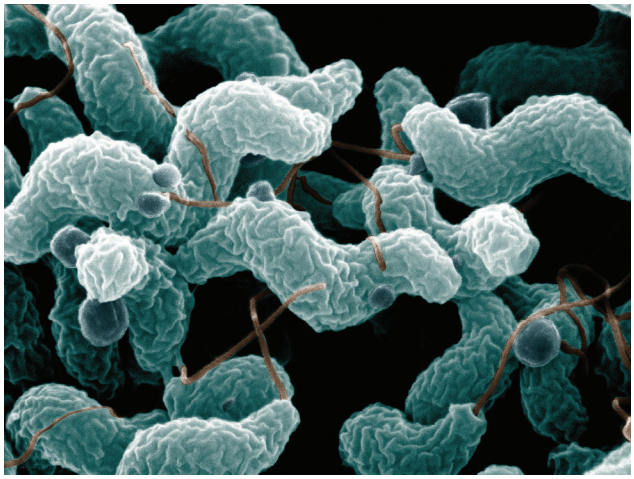


Photo : De Wood, US Agricultural Research Service

Yersinia enterocolitica [77]

- **Maladie :** fièvre, crampes abdominales, diarrhée, pouvant s'accompagner de céphalées et d'anorexie ou de vomissements. Complications infectieuses possibles chez les sujets prédisposés. 2/3 des cas sont rapportés chez des enfants de moins de 10 ans
- **Dose infectieuse :** la dose minimale infectante est de l'ordre de 1 000 000 microorganismes.

L'éventuelle intoxication par la toxine a été insuffisamment investiguée pour pouvoir établir une relation dose-effet.

- **Période d'incubation :** de 1 à 11 jours
- **Comportement :** production d'entérotoxines résistantes à la chaleur (résiste à 121°C/15 min. ou 100°C/20 min).

PARAMÈTRE	CONDITIONS DE CROISSANCE
Température	De 0 à 44°C, optimum 28-29°C, peut croître à température réfrigération
pH	4,6 à 10
Atmosphère	Aérobie ou anaérobie
Activité d'eau	Minimum 0,945

- **Réservoirs/sources :** le porc, les rongeurs, les lapins, les moutons, les chevaux, les chèvres, les volailles, les chiens et les chats. Le réservoir environnemental est l'eau de surface et de réseau ainsi que les boues ou le sol contaminé par des déjections d'animaux porteurs.
- **Aliments incriminés :** viandes de porcs puis secondairement les laits, les produits laitiers (lait chocolaté, lait pasteurisé, poudres de lait), végétaux, salades composées ou tofu et plus occasionnellement œufs, escargots, huitres, moules, crevettes ou du poisson. La toxine peut être véhiculée par le lait et la viande de porc.
- **Moyens de maîtrise en production laitière :** bonnes pratiques d'élevage, hygiène de la traite, pasteurisation



Source : http://www.hepatit.com/en/whats-yersinia-enterocolitica.html

Autres pathogènes [65, 23, 30] *humains connus dans le lait cru*

PATHOGÈNE CONNU	COMMENTAIRES
Bactéries du genre Brucella	Responsables de la brucellose chez l'animal et transmis à l'humain, infection grave. La surveillance étroite a permis d'arriver à une bonne maîtrise d'une propagation éventuelle en Belgique et en Europe.
Bactéries du genre Mycobacterium	*M. bovis*, responsable de tuberculose bovine et humaine. La présence de ce pathogène est étroitement surveillée. Les mesures de maîtrise comme le traitement thermique du lait et l'éradication de la tuberculose bovine ont permis de réduire fortement l'apparition de ce pathogène. La Belgique est reconnue indemne de tuberculose bovine. Un rôle possible de *M. paratuberculosis* dans la maladie de Crohn a été questionné vu la ressemblance des symptômes observés chez le bovin [83].
Autres pathogènes retrouvés dans du lait cru et des produits laitiers	*Coxiella burnetii, Streptococcus agalactiae, Clostridium botulinum et perfringens, Bacillus cereus, virus.*

BIBLIOGRAPHIE

Références dans le texte

1. J. Rodenburg, 1996. *Comptage des cellules somatiques du lait prélevé dans le réservoir.Fiche technique.* URL :http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/dairy/facts/85-073.htm Dernière consultation avril 2013.
2. Pôle de compétence Sécurité Alimentaire, 2003.*Toxi-infection alimentaire collective (TIAC) en restauration scolaire-Déclaration et enquête épidémiologique.*URL : http://www.yvelines.pref.gouv.fr/sections/sante_et_solidarite/la_securite_alimenta1338/les_dossiers/toxi-infections_alim/downloadFile/file/tiac.pdf Dernière consultation avril 2013.
3. Archives de documents de la FAO, 1995. *Manuel pour les agents vétérinaires communautaires.* URL : http://www.fao.org/docrep/T0690F/t0690f05.htm Dernière consultation avril 2013.
4. E. Jane Homan et M. Wattiaux, 1996. *Guide Technique laitier. Lactation et récolte du lait.* Institut Babock. URL :http://fr.scribd.com/doc/119163205/lactation-et-recolte-du-lait-de-vache Dernière consultation mars 2013.
5. Règlement (CE) n° 853/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale.
6. Food in Action et Institut Paul Lambin (Haute Ecole Léonard da Vinci), 2010 .*La Pyramide Alimentaire.* URL : http://www.nubel.be/fra/manual/la_pyramide_alimentaire.asp Dernière consultation avril 2013.
7. Conseil supérieur de la santé, 2009. *Recommandations nutritionnelles pour la Belgique-Révision 2009.* Publication N° 8309. URL : http://www.sante.belgique.be/internet2Prd/groups/public/@public/@shc/documents/ie2divers/12352470_fr.pdf Dernière consultation mars 2013.
8. Archives de documents de la FAO. *Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.* URL : http://www.fao.org/docrep/t4280f/T4280F04.htm Dernière consultation avril 2013.
9. S. Bouquelet, 2008. *Protéines alimentaires- : structure de la micelle de caséine.* Université des Sciences et Technologies de Lille. URL :Emprunté à http://biochim-agro.univ-lille1.fr/proteines/co/ch4_II_e.html Dernière consultation avril 2013.
10. CERIN. *Le lait de A à Z. Nutrition et Santé.* Publication par le CERIN, Paris.
11. Règlement (CE) N°1234/2007 du conseil du 22 octobre 2007 portant organisation commune des marchés dans le secteur agricole et dispositions spécifiques en ce qui concerne certains produits de ce secteur (règlement «OCM unique»).
12. S. Couvreur et C. Hurtaud. *Le globule gras du lait : sécrétion, composition, fonctions et facteurs de variation.* INRA Prod. Anim., 2007. 20(5): 369-382.
13. N.E.M Business Solutions, 2001. Dairy Chemistry and Physics. URL: http://www.cip.ukcentre.com/chem1.htm#-Milk fat Structure - Fat Globules Dernière consultation avril 2013.
14. H. Douglas Goff, 2009. *Dairy Education Series.* University of Guelph. URL: http://www.uoguelph.ca/foodscience/dairy-science-and-technology/dairy-chemistry-and-physics/minerals Dernière consultation avril 2013.
15. G. Demarque. *Le lait : la crème des aliments.* Nutritionnel.com. http://www.nutritionnel.com/le-lait.html Dernière consultation avril 2013.
16. C.A. Patterson, 2008. *Protéines et peptides bioactifs Essentiels, fonctionnels et bénéfiques.* Agriculture et agroalimentaire, Canada. URL : http://www4.agr.gc.ca/resources/prod/doc/misb/fb-ba/nutra/pdf/proteins_peptides_fra.pdf Dernière consultation avril 2013.
17. Famelart M.H., Guyomarc'h F., Morand M., Novales B.. *Agrégation protéique et propriétés gélifiantes et moussantes des protéines laitières – quoi de neuf sur le plan des connaissances ?* Innovations Agronomiques 2011. 13: p 117-132.

18. Walstra, P., T. J. Geurts, A. Noomen, A. Jellema, and M. A. J. S. van Boekel. *Dairy Technology, Principles of Milk Properties and Processes.*, NY: Marcel Dekker, Inc, 1999.

19. Archives de documents de la FAO. *Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.* URL : http://www.fao.org/docrep/T4280F/T4280F0c.htm Dernière consultation avril 2013.

20. Macdonald LE, Brett J, Kelton D, Majowicz SE, Snedeker K, Sargeant JM. *A systematic review and meta-analysis of the effects of pasteurization on milk vitamins, and evidence for raw milk consumption and other health-related outcomes.* J Food Prot., 2011.74(11): p 1814-32.

21. Holden, C. and R. Mace, *Phylogenetic analysis of the evolution of lactose digestion in adults.* Hum Biol, 1997. 69(5): p. 605-28.

22. Tishkoff, S.A., F.A. Reed, A. Ranciaro, B.F. Voight, C.C. Babbitt, J.S. Silverman, K. Powell, H.M. Mortensen, J.B. Hirbo, M. Osman, M. Ibrahim, S.A. Omar, G. Lema, T.B. Nyambo, J. Ghori, S. Bumpstead, J.K. Pritchard, G.A. Wray, and P. Deloukas, *Convergent adaptation of human lactase persistence in Africa and Europe.* Nat Genet, 2007. 39(1) : p. 31-40.

23. Vignola C. *Science et technologie du lait: transformation du lait.* Presses internationales Polytechnique, 2002 .

24. Clifford AJ, Ho CY, Swenerton H. *Homogenized bovine milk xanthine oxidase: a critique of the hypothesis relating to plasmalogen depletion and cardiovascular disease.* Am J Clin Nutr., 1983. 38(2): p 327-32.

25. Murphy S.C. and Boor K.J., 2010. *Sources and Causes of High Bacteria Counts in Raw Milk: An Abbreviated Review.* URL: http://www.extension.org/pages/11811/sources-and-causes-of-high-bacteria-counts-in-raw-milk:-an-abbreviated-review) Dernière consultation avril 2013.

26. Bouton, Y., 2011 « Microflore du lait cru : vers une meilleure connaissance des écosystèmes microbiens du lait et de leurs facteurs de variation », P79. URL :http://www.rmtfromagesdeterroirs.com/actions-1/ecosystemes-microbiens Dernière consultation avril 2013.

27. Michel V., Hauwuy A. and Chamba JF.*La flore microbienne de laits crus de vache : diversité et influence des conditions de production.* Lait, 2001. 81: p 575-592

28. Desmasures N., Bazin F., Guéguen M. *Microbiological composition of raw milk from selected farms in the Camembert region of Normandy.* Journal of Applied Microbiology, 1997.83 (1): p 53–58

29. Mallet A., Guéguen M., Kauffmann F., Chesneau C., Sesboué A., Desmasures N. *Quantitative and qualitative microbial analysis of raw milk reveals substantial diversity influenced by herd management practices.* International Dairy Journal, 2012.27(1–2):p 13–21

30. Oliver S.P., Boor K.J., Murphy S.C., Murinda S.E. *Food safety hazards associated with consumption of raw milk.*Foodborne pathogens and disease, 2009. 6 (7): p 793-806.

31. Sanaa and al (1993) cité dans Bemrah N., Sanaa M., Cassin M.H., Griffiths M.W., Cerf O. *Quantitative risk assessment of human Listeriosis from consumption of soft cheese made from raw milk.*Preventive Veterinary Medecine, 1998. 37: p129-145.

32. Kousta M., Mataragas M., Skandamis P, Drosinos E.H. *Prevalence and sources of cheese contamination with pathogens at farm and processing levels.* Food Control, 2010. 21 : p 805–815

33. AVIS 15-2011 *Evaluation des risques et bénéfices de la consommation de lait cru de bovins, et de l'effet du traitement thermique du lait cru sur ces risques et bénéfices.*Dossier Sci Com 2010/25, auto-saisine. Avis approuvé le 27/10/2011. URL : http://www.afsca.be/comitescientifique/avis/_documents/AVIS15-2011_FR_DOSSIER2010-25.pdf Dernière consultation avril 2013

34. Retureau E., Callon C., Didienne R., Montel MC. *Is microbial diversity an asset for inhibiting Listeria monocytogenes in raw milk cheeses ?* Dairy Sci. Technolo., 2010. 90 : p 375-398

35. Desmazeaud M. *Bactéries lactiques et qualité des fromages.* Jouy-en-Josas, France : Laboratoire de Recherches laitières, INRA., 1998.

36. Hugenholtz J. and Kleerebezem M. *Metabolic engineering of lactic acid bacteria: overview of the approaches and results of pathway rerouting involved in food fermentations. Curr. Opin. Biotechnol.*, 1999, 10(5): p 492-497.

37. Diep D., Salehian Z., Holo H. & Nes I.F. *Common mechanisms of target cell recognition and immunity for class II bacteriocin. Proc. Natl Acad. Sci.,* 2007. 104 :p2384-2389.

38. Privat K., Thonart P. *Action des cultures protectrices : cas des germes lactiques sur la flore alimentaire indésirable.* Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2011. 15(2):p 339-348.

39. Aguilar Galvez A., Dubois-Dauphin R., Ghalfi H., Campos D., Thonart P.*Description of two Enterococcus strains isolated from traditional Peruvian artisanal-produced cheeses with a bacteriocin-like inhibitory activity.* Biotechnol. Agron. Soc. Environ.,2009.13(3) : p 349-356.

40. Millet L, Saubusse M, Didienne R, Tessier L, Montel MC. *Control of Listeria monocytogenes in raw-milk cheeses.* International Journal of Food Microbiology, 2006. 108, p 105 - 114.

41. Wang G., Zhao T., Doyle MP., *Survival and Growth of Escherichia Coli O157:H7 in unpasteurized milk and pasteurized milk.* J Foot Prot, 1997. 60:p 610-613.

42. Doyle MP., Roman DJ. *Prevalence and survival of Campylobacter jejuni in unpasteurized milk.* Appl. Envir. Microbiol. , 1982. 44, p 1154-1159.

43. Northolt M.D., Beckers H.J., Vecht V., Toepoel L., Soentoro P.S.S., Wisselink H.J. *Listeria monocytogenes: heat resistance and behaviour during storage of milk and whey and making of Dutch types of cheese.* Netherlands Milk and Dairy Journal,1988. 42 (2): p 207-19.

44. Brouillaud-Delattre A., Maire M., Collette C., Mattei C., Lahellec C. Predictive microbiology of dairy products : influence of biological factors affecting growth of Listeria monocytogenes. Journal of AOAC International, 1997. 80 : p 913-919.

45. Montel MC., Callon C., Duthoit F., Millet L. *Atout de la diversité microbienne pour les fromages au lait cru de montagne.* http://www.agronaute.com/dossiers/valo/biblio/atoutdiv8.pdf dernière consultation 23/04/2012.

46. Neves E., Silva A.C., Roche S.M., Velge P., Brito L. *Virulence of Listeria monocytogenes isolated from the cheese dairy environment, other foods and clinical cases.* Journal of Medical Microbiology , 2008. 57 (4) : p 411-415.

47. Bemrah N., Sanaa M, Cassin MH, Griffiths MW, Cerf O. *Quantitative risk assessment of human Listeriosis from consumption of soft cheese made from raw milk.* Preventive Veterinary Medecine, 1998. 37 : p129-145.

48. Latorre AA, Pradhan AK, Van Kessel JAS, Karns JS, Boor KJ, Rice DH, Mangione KJ, Gröhn YT, Schukken YH.. *Quantitative risk assessment of listeriosis due to consumption of raw milk.* Journal of Food Protection, 2011 :74 (8) : p 1268-1281.

49. JeanF. 1999. Mémoire : *L'empoisonnement par le lait - L'impact de la campagne du lait pur sur la lutte à la mortalité infantile au Québec, 1880-1930: Le cas de Montréal.* P12 URL: http://www.collectionscanada.gc.ca/obj/s4/f2/dsk2/ftp03/MQ61772.pdf Dernière consultation avril 2013.

50. Fouladou L. *Les Deux-Sèvres, 1880-1930: avec cartes postales et documents.* 2005. De Borée éditions.p83. URL : http://books.google.be/books?id=eWOrB5M7et0C&pg=PA83&lpg=PA83&dq=refroidissement+du+lait+1910&source=bl&ots=H4L2SwCmxE&sig=7_myWlkFbTsXEH45VlkNOv4MspM&hl=fr&sa=X&ei=sJaWT7qIMYGG8gPyvLDkCQ&ved=0CDEQ6AEwAw#v=onepage&q=refroidissement%20du%20lait%201910&f=false Dernière consultation avril 2013

51. OMS série de monographie N° 48. 1966. *Hygiène du lait. Mesures à prendre aux stades de la production, du traitement et de la distribution.* p 13-14. URL : http://whqlibdoc.who.int/monograph/WHO_MONO_48_fre.pdf

52. Institut de Veille sanitaire. *Maladies à déclaration obligatoire. Toxi-infection alimentaire collective (Tiac). Données épidémiologiques.* URL :http://www.invs.sante.fr/display/?doc=surveillance/tiac/donnees.htm Dernière consultation avril 2013

53. Institut de Veille sanitaire, 2011. *Surveillance des toxi-infections alimentaires collectives. Données de la déclaration obligatoire, 2009.* URL: http://www.invs.sante.fr/surveillance/tiac/donnees_2009/tiac_donnees_2009.pdf Dernière consultation avril 2013

54. Institut de Veille sanitaire, 2009. *Surveillance des toxi-infections alimentaires collectives. Données de la déclaration obligatoire, 2008.* URL :http://www.invs.sante.fr/surveillance/tiac/donnees_2008/tiac_donnees_2008.pdf

55. De Buyser M.-L., Dufour B., Maire M., Lafarge V... *Implication of milk and milk products in food-borne diseases in France and in different industrialised countries.* Int. J. of Food Microbiol., 2001.67: p1-17

56. Scientific report of EFSA and ECDC. *The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2010.* EFSA Journal 2012.10(3) :p 2597-3039

57. Demarigny Y.,Beuvier E., Buchin S., Pochet S.,Grappin R., Influence of raw milk microflora on the characteristics of Swiss-type cheeses, Lait, 1997. 77: p 151-167

58. Buchin S., Delague V., Duboz G., Berdagué J.L., Beuvier E., Pochet S., Grappin R. *Influence of pasteurization and fat composition of milk on the volatile compounds and flavor characteristics of a semi-hard cheese.* J. Dairy Sci., 1998. 81: p 3097-3108.

59. Lortal S., Boudier J.F. *La valorisation de la matière première lait, évolution passée et perspectives.Innovations Agronomiques, 2011.* 13: pp 1-12

60. Macdonald L.E., Brett J., Kelton D., Majowicz S.E., Snedeker K., Sargeant J.M. *A systematic review and meta-analysis of the effects of pasteurization on milk vitamins, and evidence for raw milk consumption and other health-related outcomes.* J Food Prot., 2011. 74(11) : p 1814-32 .

61. Vuitton D.-A., Dalphin J.-C.Hygiène et allergie : *les micro-organismes des fermes sont-ils protecteurs ? Journal de Mycologie Médicale,* 2006. 16 (4): p 220–238

62. Sellers T.A., Vierkant R.A., Djeu J., Celis E., Wang A.H., Kumar N., Cerhan J.R.. *Unpasteurized Milk Consumption and Subsequent Risk of Cancer. Cancer Causes Control,* 2008. 19(8): p 805–811.

63. Kim, H.S. and Gilliland S.E. Lactobacillus acidophilus as a dietary adjunct for milk to aid lactose digestion in humans. J. Diairy Sci., 1983.66 : p 959-966

64. Weber F., 1985. Étude FAO production et santé animale 47-réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports.URL : http://www.fao.org/docrep/003/x6550f/X6550F00.htm Dernière consultation avril 2013.

65. Brisabois A., Lafarge V., Brouillaud A., De Buyser M.-L., Collette C., Garin-Bastuji B., Thorel M.-F. Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : situation en France et en Europe. Revue Scientifique et Technique de l'OIE, 1997. 16 (2): p. 452-471

66. Colin M., 2002. *Salmonella spp.AFSSA.* URL: http://biotec.ac-dijon.fr/IMG/pdf/salmonellaspp.pdf Dernière consultation avril 2013.

67. Heuchel V., Marly J., Meffe N. *Origines, diagnostic et moyens de maîtrise de la contamination du lait de vache par les salmonelles.* Renc. Rech. Ruminants, 2001. 8.

68. FAO, OMS, 2004. *Évaluation des risques liés à Listeria monocytogenes dans les aliments prêts à consumer – résumé interprétatif.* Microbiological Risk Assessment Series 4. URL :ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y5393f/y5393f00.pdf Dernière consultation : avril 2013

69. Catteau M., Lailler R., 2006. *Fiche de description de danger transmissible par les aliments: Listeria monocytogenesAFSSA.* URL : http://www.infectiologie.com/site/medias/_documents/officiels/afssa/Listeria090207.pdf Dernière consultation avril 2013

70. Linton M., Mackle A.B., Upadhyay V.K., Kelly A.L., Patterson M.F. *The fate of Listeria monocytogenes during the manufacture of Camembert-type cheese: A comparison between raw milk and milk treated with high hydrostatic pressure.* Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2008. 9 (4):p. 423-428

71. Vernozy-Rozand C., Lailler R., 2008. *Fiche de description de danger microbiologique transmissible par les aliments : Escherichia coli entérohémorragiques (EHEC) –AFSSA.* URL : http://www.anses.fr/Documents/MIC-Fi-Ecoli.pdf Dernière consultation avril 2013

72. Rolain JM, 2012. *Epidémies d'Escherichia coli producteurs de Shiga-toxines (STEC) : aspects microbiologiques et physiopathologiques.* DESC de Maladies Infectieuses et Tropicales. URL : http://www.infectiologie.com/site/medias/enseignement/seminaires_desc/2012-mai/DESC-MIT-mai2012-Rolain.pdf Dernière consultation : avril 2013

73. Thevenot D., 2011. *Les Escherichia coli producteurs de shiga-toxines (STEC).* Présentation de la Journée du 7 juin 2011. Aurillac. URL : http://www.pole-fromager-aoc-mc.org/actu/download/Thevenot_EcoliSTEC_7juin2011.pdf Dernière consultation : avril 2013

74. DGAL, SDSPA, BSA, 2005. Fiche 1 : élevage bovin. Moyens de maîtrise du danger Escherichia coli O157 :H7 et autres « STEC ». URL :http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/fiche1elevage.pdf Dernière consultation : avril 2013

75. ANSES, 2011. *Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments / Staphylococcus aureus et entérotoxines staphylococciques.* URL : http://www.afssa.fr/Documents/MIC-Fi-StaAureus.pdf Dernière consultation : avril 2013.

76. Colin M, Lailler R, 2006. *Fiche de description de danger transmissible par les aliments: Campylobacter spp AFSSA.* URL : http://www.infectiologie.com/site/medias/_documents/officiels/afssa/Campylo090207.pdf Dernière consultation : avril 2013

77. Leclercq A., Lailler R, 2006. *Fiche de description de danger transmissible par les aliments: Yersinia enterolitica, Y. pseudotuberculosis AFSSA.* http://www.infectiologie.com/site/medias/_documents/officiels/afssa/Yersinia090207.pdf Dernière consultation : avril 2013

78. Règlement (CE) N° 1169/2011 du parlement européen et du conseil du 25 octobre 2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires, modifiant les règlements (CE) n o 1924/2006 et (CE) n o 1925/2006 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant la directive 87/250/CEE de la Commission, la directive 90/496/CEE du Conseil, la directive 1999/10/CE de la Commission, la directive 2000/13/CE du Parlement européen et du Conseil, les directives 2002/67/CE et 2008/5/CE de la Commission et le règlement (CE) n o 608/2004 de la Commission.

79. Bouton Y, Desmasures N., Beuvier E., 2005. *Faut-il privilégier la quantité ou la nature de la flore du lait ?* URL : http://www.pole-fromager-aoc-mc.org/doc/Quantite-natureflores.pdf Dernière consultation : avril 2013

80. Archives de documents de la FAO. *Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.* URL : http://www.fao.org/docrep/T4280F/T4280F09.htm Dernière consultation avril 2013.

81. Sophie Fosset S., Daniel Tomé D. Activités biologiques des peptides du lait. Cahiers Agricultures, 2001, 10 (5) : p 299-305.

82. Iwaniak A., Minkiewicz P.*Biologically active peptides derived from proteins – a review.* Pol. J. Food Nutr. Sci., 2008, 58 (3) : p. 289-294

83. Chacon, O., L. E. Bermudez, and R. G. Barletta. *Johne's Disease, Inflammatory Bowel Disease, and Mycobacterium Paratuberculosis.*». Annu Rev Microbiol, 2004, 58 : p 329-63.



photo : APAQ-W

AUTRES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES CONSULTÉES

Cunningham, R., *Organic Food,* E.C. Strategic Information Services Unit, Alberta Agriculture, Food and Rural Development, Editor. 2004.

Industry Statistics and Project Growth. 2010; Available from: http://www.ota.com.

Lejeune, J.T. and Rajala-SchultzP.J., *Food safety: unpasteurized milk: a continued public health threat.* Clin Infect Dis, 2009. 48(1): p. 93-100.

Jayarao, B.M., DonaldsonS.C., StraleyB.A.,. SawantA.A, HegdeN.V., and BrownJ.L., *A survey of foodborne pathogens in bulk tank milk and raw milk consumption among farm families in pennsylvania.* J Dairy Sci, 2006. 89(7): p. 2451-8.

Foodborne Disease Active Suveillance Network (FoodNet): Population Survey Atlas Exposure, CDC, Editor. 2002: Bethesta, MD. p. 205.

Dairy Chemistry and Physics. Available from: http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/chem.html#overview.

Hostettler, H., LangK., CzokG., FrickerA., GriemW., ImhofK., KieckebuschW., KrugE., PabstW., and SteinJ., *[On the influence of heat treatment on milk proteins, with special reference to the heat procedure used in Uperisation].* Z Ernahrungswiss, 1965. 6(1): p. 25-35.

Milk Composition. Available from: http://www.milkfacts.info/Milk%20Composition/Milk%20Composition%20Page.htm.

Walstra, P., GeurtsT. J., NoomenA., JellemaA., and. van Boekel. M. A. J. S, *Dairy Technology, Principles of Milk Properties and Processes.* 1999, NY: Marcel Dekker, Inc. .

Burton, H., *Ultra-High-Temperature Processing of Milk and Milk Products.* First ed. 1994: Blackie Academic & Professional, Chapman & Hall.

Fox, P.F., *Advanced Dairy Chemistry.* 3rd ed. Vol. 3 2009: Springer.

Magee, H.E. and HarveyD., *Studies on the Effect of Heat on Milk: Some Physico-Chemical Changes induced in Milk by Heat.* Biochem J, 1926. 20(4): p. 873-84.

Norouzian, M.A., *Iodine in Raw and Pasteurized Milk of Dairy Cows Fed Different Amounts of Potassium Iodide.* Biol Trace Elem Res, 2010.

Fidler, N., SauerwaldT.U., KoletzkoB., and DemmelmairH., *Effects of human milk pasteurization and sterilization on available fat content and fatty acid composition.* J Pediatr Gastroenterol Nutr, 1998. 27(3): p. 317-22.

Withycombe, D.A. and LindsayR.C., *Evidence for losses of free fatty acids in heated milk.* J Dairy Sci, 1969. 52(7): p. 1100-4.

Friend, B.A., EitenmillerR.R., and ShahaniK.M., *Reduction and reactivation of human and bovine milk lysozymes.* Arch Biochem Biophys, 1972. 149(2): p. 435-40.

Payne, C. and WilbeyR. A., *Alkaline phosphatase activity in pasteurized milk: A quantitative comparison of Fluorophos and colourimetric procedures.* International Journal of Dairy Technology, 2009. 62(3): p. 308-314.

Holden, C. and MaceR., *Phylogenetic analysis of the evolution of lactose digestion in adults.* Hum Biol, 1997. 69(5): p. 605-28.

Tishkoff, S.A., ReedF.A., RanciaroA., VoightB.F., BabbittC.C., SilvermanJ.S., PowellK., MortensenH.M., HirboJ.B., OsmanM.,. IbrahimM, OmarS.A., LemaG., NyamboT.B., GhoriJ., BumpsteadS., PritchardJ.K., WrayG.A., and DeloukasP., *Convergent adaptation of human lactase persistence in Africa and Europe.* Nat Genet, 2007. 39(1): p. 31-40.

Adrian, J., *Nutritional and physiological consequences of the Maillard reaction.* World Rev Nutr Diet, 1974. 19: p. 71-122.

Isabelle Gaucher1, T.B., Eric Beaucher1, Michel Piot1, Frédéric Gaucheron1 and Eric Dufour2 revoir noms, initiale prénom *Investigation of the effects of season, milking region, sterilisation process and storage conditions on milk and UHT milk physico-chemical characteristics: a multidimensional statistical approach.* Dairy Sci. Technol. , 2008. 88(3): p. 291 - 312.

Popov-Raljic, J.V., LakicN.S., Lalicic-PetronijevicJ.G., BaracM.B., and SikimicV.M., *Color changes of UHT milk during storage.* Sensors, 2008. 8(9): p. 5961-5974.

Rerkrai, S., JeonI.J., and BassetteR., *Effect of Various Direct Ultrahigh Temperature Heat-Treatments on Flavor of Commercially Prepared Milks.* Journal of Dairy Science, 1987. 70(10): p. 2046-2054.

Brisabois, A., LafargeV., BrouillaudA., de BuyserM.L., ColletteC., Garin-BastujiB., and ThorelM.F., *Pathogenic organisms in milk and milk products: the situation in France and in Europe.* Rev Sci Tech, 1997. 16(2): p. 452-71.

Verdier-Metz, I., MichelV., DelbesC., and MontelM.C., *Do milking practices influence the bacterial diversity of raw milk?* Food Microbiol, 2009. 26(3): p. 305-10.

Callon, C., BerdagueJ.L., DufourE., and MontelM.C., *The effect of raw milk microbial flora on the sensory characteristics of Salers-type cheeses.* J Dairy Sci, 2005. 88(11): p. 3840-50.

Grappin, R. and BeuvierE., *Possible implications of milk pasteurization on the manufacture and sensory quality of ripened cheese.* International Dairy Journal, 1997. 7(12): p. 751-761.

Callon, C., DuthoitF., DelbesC., FerrandM., Le FrileuxY., De CremouxR., and MontelM.C., *Stability of microbial communities in goat milk during a lactation year: molecular approaches.* Syst Appl Microbiol, 2007. 30(7): p. 547-60.

Van Hoorde, K., HeyndrickxM., VandammeP., and HuysG., *Influence of pasteurization, brining conditions and production environment on the microbiota of artisan Gouda-type cheeses.* Food Microbiol, 2010. 27(3): p. 425-33.

Xu, J., MahowaldM.A.,. LeyR.E, LozuponeC.A., HamadyM., MartensE.C., HenrissatB., CoutinhoP.M., MinxP., LatreilleP., CordumH., Van BruntA., KimK., FultonR.S., FultonL.A., CliftonS.W., WilsonR.K., KnightR.D., and GordonJ.I., *Evolution of symbiotic bacteria in the distal human intestine.* PLoS Biol, 2007. 5(7): p. e156.

Berahou, A., AuhmaniA., FdilN., BenharrefA., JanaM., and GadhiC.A., *Antibacterial activity of Quercus ilex bark's extracts.* J Ethnopharmacol, 2007. 112(3): p. 426-9.

Frank, D.N., St AmandA.L., FeldmanR.A., BoedekerE.C., HarpazN., and PaceN.R., *Molecular-phylogenetic characterization of microbial community imbalances in human inflammatory bowel diseases.* Proc Natl Acad Sci U S A, 2007. 104(34): p. 13780-5.

Turnbaugh, P.J., RidauraV.K., FaithJ.J., ReyF.E., KnightR., and GordonJ.I., *The effect of diet on the human gut microbiome: a metagenomic analysis in humanized gnotobiotic mice.* Sci Transl Med, 2009. 1(6): p. 6ra14.

Redondo-Lopez, V., CookR.L., and SobelJ.D., *Emerging role of lactobacilli in the control and maintenance of the vaginal bacterial microflora.*Rev Infect Dis, 1990. 12(5): p. 856-72.

Moreau, M.C., *Microflore Intestinal, prébiotiques, probiotiques et immunomodulation.* NAFAS Science, 2001. 6: p. 19-26.

Rebecchi R., B.V., *Bactéries Lactiques probiotiques et nouveaux produits fonctionnels.* NAFAS Science, 2001. 6: p. 27-38.

Riedler, J., Braun-FahrlanderC., EderW., SchreuerM., WaserM., MaischS., CarrD., SchierlR., NowakD., and von MutiusE., *Exposure to farming in early life and development of asthma and allergy: a cross-sectional survey.* Lancet, 2001. 358(9288): p. 1129-33.

Racila, D.M. and KlineJ.N., *Perspectives in asthma: molecular use of microbial products in asthma prevention and treatment.* J Allergy Clin Immunol, 2005. 116(6): p. 1202-5.

Radon, K., D. Windstetter, J. Eckart, H. Dressel, L. Leitritz, J. Reichert, M. Schmid, G. Praml, M. Schosser, E. von Mutius, and D. Nowak, *Farming exposure in childhood, exposure to markers of infections and the development of atopy in rural subjects.* Clin Exp Allergy, 2004. 34(8): p. 1178-83.

Barnes, G., *Improving the care of patients with asthma. Interview by Rhonda Siddall.* Prof Nurse, 2001. 16(9): p. 1388.

Waser, M., K.B. Michels, C. Bieli, H. Floistrup, G. Pershagen, E. von Mutius, M. Ege, J. Riedler, D. Schram-Bijkerk, B. Brunekreef, M. van Hage, R. Lauener, and C. Braun-Fahrlander, *Inverse association of farm milk consumption with asthma and allergy in rural and suburban populations across Europe.* Clin Exp Allergy, 2007. 37(5): p. 661-70.

Perraudin, J.P., *Lactoperoxidase: a natural preservative.* Dairy Industries International, 1991. 56. p. 22-24.

Gay, M. and A. Amgar, *Factors moderating Listeria monocytogenes growth in raw milk and in soft cheese made from raw milk.* Lait, 2005. 85(3): p. 153-170.

Pitt, W.M., T.J. Harden, and R.R. Hull, *Investigation of the antimicrobial activity of raw milk against several foodborne pathogens.* Milchwissenschaft, 2000. 55: p. 249-252.

Nero, L.A., M.R. Mattos, V. Beloti, M.A.F. Barros, M.B.T. Ortolani, and B.D.G.M. Franco, *Autochthonous Microbiota of Raw Milk with Antagonistic Activity against Listeria Monocytogenes and Salmonella Enteritidis.* Journal of Food Safety, 2009. 29(2): p. 261-270.

Deegan, L.H., P.D. Cotter, C. Hill, and P. Ross, *Bacterlocins: Biological tools for bio-preservation and shelf-life extension.* International Dairy Journal, 2006. 16(9): p. 1058-1071.

Riley, M.A. and J.E. Wertz, *Bacteriocin diversity: ecological and evolutionary perspectives.* Biochimie, 2002. 84(5-6): p. 357-64.

Riley, M.A. and J.E. Wertz, *Bacteriocins: evolution, ecology, and application.* Annu Rev Microbiol, 2002. 56: p. 117-37.

Leroy, F., M.R. Foulquie Moreno, and L. De Vuyst, *Enterococcus faecium RZS C5, an interesting bacteriocin producer to be used as a co-culture in food fermentation.* Int J Food Microbiol, 2003. 88(2-3): p. 235-40.

Tichaczek, P.S., R.F. Vogel, and W.P. Hammes, *Cloning and sequencing of curA encoding curvacin A, the bacteriocin produced by Lactobacillus curvatus LTH1174.* Arch Microbiol, 1993. 160(4): p. 279-83.

Stevens, K.A., B.W. Sheldon, N.A. Klapes, and T.R. Klaenhammer, *Nisin Treatment for Inactivation of Salmonella Species and Other Gram-Negative Bacteria.* Applied and Environmental Microbiology, 1991. 57(12): p. 3613-3615.

Ortolani, M.B., A.K. Yamazi, P.M. Moraes, G.N. Vicosa, and L.A. Nero, *Microbiological quality and safety of raw milk and soft cheese and detection of autochthonous lactic acid bacteria with antagonistic activity against Listeria monocytogenes, Salmonella Spp., and Staphylococcus aureus.* Foodborne Pathog Dis, 2010. 7(2): p. 175-80.

Doyle, M.P. and D.J. Roman, *Prevalence and survival of Campylobacter jejuni in unpasteurized milk.* Appl Environ Microbiol, 1982. 44(5): p. 1154-8.

Zhao, T., T.C. Podtburg, P. Zhao, B.E. Schmidt, D.A. Baker, B. Cords, and M.P. Doyle, *Control of Listeria spp. by competitive-exclusion bacteria in floor drains of a poultry processing plant.* Appl Environ Microbiol, 2006. 72(5): p. 3314-20.

Rey J., B.L., Le Chevalier Y., *Croissance faible pour les fromages au lait cru, in Agreste Primeur.* 2003, Imprimerie Ménard, Toulouse.

Barjolle, D. and B. Sylvander, *Factors of success for origin labelled products in agri-food supply chain in Europe.* Productions Animales, 2003. 16(4): p. 289-293.

Oliver, S.P., B.M. Jayarao, and R.A. Almeida, *Foodborne pathogens in milk and the dairy farm environment: food safety and public health implications.* Foodborne Pathog Dis, 2005. 2(2): p. 115-29.

Rohrbach, B.W., F.A. Draughon, P.M. Davidson, and S.P. Oliver, *Prevalence of Listeria-Monocytogenes, Campylobacter-Jejuni, Yersinia-Enterocolitica, and Salmonella in Bulk Tank Milk - Risk-Factors and Risk of Human Exposure.* Journal of Food Protection, 1992. 55(2): p. 93-97.

Steele, M.L., W.B. McNab, C. Poppe, M.W. Griffiths, S. Chen, S.A. Degrandis, L.C. Fruhner, C.A. Larkin, J.A. Lynch, and J.A. Odumeru, *Survey of Ontario bulk tank raw milk for food-borne pathogens.* Journal of Food Protection, 1997. 60(11): p. 1341-1346.

Jayarao, B.M. and D.R. Henning, *Prevalence of foodborne pathogens in bulk tank milk.* J Dairy Sci, 2001. 84(10): p. 2157-62.

Van Kessel, J.S., J.S. Karns, L. Gorski, B.J. McCluskey, and M.L. Perdue, *Prevalence of Salmonellae, Listeria monocytogenes, and fecal coliforms in bulk tank milk on US dairies.* J Dairy Sci, 2004. 87(9): p. 2822-30.

Schlech, W.F., 3rd, P.M. Lavigne, R.A. Bortolussi, A.C. Allen, E.V. Haldane, A.J. Wort, A.W. Hightower, S.E. Johnson, S.H. King, E.S. Nicholls, and C.V. Broome, *Epidemic listeriosis--evidence for transmission by food.* N Engl J Med, 1983. 308(4): p. 203-6.

Rocourt, J., P. BenEmbarek, H. Toyofuku, and J. Schlundt, *Quantitative risk assessment of Listeria monocytogenes in ready-to-eat foods: the FAO/WHO approach.* FEMS Immunol Med Microbiol, 2003. 35(3): p. 263-7.

Hof, H., Listeria monocytogenes: *A causative agent of gastroenteritis?* European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases, 2001. 20(6): p. 369-373.

Sim, J., D. Hood, L. Finnie, M. Wilson, C. Graham, M. Brett, and J.A. Hudson, *Series of incidents of Listeria monocytogenes non-invasive febrile gastroenteritis involving ready-to-eat meats.* Lett Appl Microbiol, 2002. 35(5): p. 409-13.

Larson, D., Wilson, A., Wesley, I., *Clinical Aspects of Veterinary Listeriosis in Proceedings of the 16th International Symposium on Problems of Listeriosis.* 2007: Savannah, Georgia.

Junttila, J.R., S.I. Niemela, and J. Hirn, *Minimum growth temperatures of Listeria monocytogenes and non-haemolytic Listeria.* J Appl Bacteriol, 1988. 65(4): p. 321-7.

Bunning, V.K., R.G. Crawford, J.T. Tierney, and J.T. Peeler, *Thermotolerance of Heat-Shocked Listeria-Monocytogenes in Milk Exposed to High-Temperature, Short-Time Pasteurization.* Applied and Environmental Microbiology, 1992. 58(6): p. 2096-2098.

Winter, P., F. Schilcher, Z. Bago, D. Schoder, M. Egerbacher, W. Baumgartner, and M. Wagner, *Clinical and histopathological aspects of naturally occurring mastitis caused by Listeria monocytogenes in cattle and ewes.* J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health, 2004. 51(4): p. 176-9.

Mead, P.S., L. Slutsker, V. Dietz, L.F. McCaig, J.S. Bresee, C. Shapiro, P.M. Griffin, and R.V. Tauxe, *Food-related illness and death in the United States.* Emerg Infect Dis, 1999. 5(5): p. 607-25.

Heuchel, V., Meffe, N., *Origines et moyens de maîtrise à la production de la contamination du lait de vache par les salmonelles.* 2000, Institut de l'Elevage. p. 67.

Sommelier L., H.V., *Caractérisation microbiologique et aptitudes technologiques des laits ultrapropres,* Institut de l'Elevage. p. 32.

Richard, J., *Nature de la flore dominante et sous dominante des laits crus très pollués.* Le Lait, 1983. 63: p. 148-170.

Murinda, S.E., L.T. Nguyen, S.J. Ivey, B.E. Gillespie, R.A. Almeida, F.A. Draughon, and S.P. Oliver, *Prevalence and molecular characterization of Escherichia coli O157:H7 in bulk tank milk and fecal samples from cull cows: a 12-month survey of dairy farms in east Tennessee.* J Food Prot, 2002. 65(5): p. 752-9.

Bradley, A., *Bovine mastitis: an evolving disease.* Vet J, 2002. 164(2): p. 116-28.

Kloos, W.E. and K.H. Schleifer, *Simplified scheme for routine identification of human Staphylococcus species.* J Clin Microbiol, 1975. 1(1): p. 82-8.

Jorgensen, H.J., T. Mork, and L.M. Rorvik, *The occurrence of Staphylococcus aureus on a farm with small-scale production of raw milk cheese.* Journal of Dairy Science, 2005. 88(11): p. 3810-3817.

Ménard J.L., H.V., Prévention de la contamination du lait de vache par Staphylococcus aureus. 1994, Institut de l'Elevage.

Jorgensen, H.J., T. Mork, H.R. Hogasen, and L.M. Rorvik, *Enterotoxigenic Staphylococcus aureus in bulk milk in Norway.* Journal of Applied Microbiology, 2005. 99(1): p. 158-166.

De Buyser, M.L., B. Dufour, M. Maire, and V. Lafarge, *Implication of milk and milk products in food-borne diseases in France and in different industrialised countries.* Int J Food Microbiol, 2001. 67(1-2): p. 1-17.

Oliver, S.P., K.J. Boor, S.C. Murphy, and S.E. Murinda, *Food safety hazards associated with consumption of raw milk.* Foodborne Pathog Dis, 2009. 6(7): p. 793-806.

Headrick, M.L., KorangyS., BeanN.H., AnguloF.J., AltekruseS.F., PotterM.E., and KlontzK.C., *The epidemiology of raw milk-associated foodborne disease outbreaks reported in the United States, 1973 through 1992.* Am J Public Health, 1998. 88(8): p. 1219-21.

Outbreak surveillance, annual listing of foodborne disease outbreaks, United States 2000-2006. 2008, Centers for Disease Control and Prevention.

Raw Milk Outbreak: Canadian Experience. 2008, Public Health: Grey Bruce Health Unit.

Chin, J., Raw milk: a continuing vehicle for the transmission of infectious disease agents in the United States. J Infect Dis, 1982. 146(3): p. 440-1.

Olmstead, A.L. and RhodeP.W., *An impossible undertaking: The eradication of bovine tuberculosis in the United States.* Journal of Economic History, 2004. 64(3): p. 734

NOTES

REMERCIEMENTS

Plusieurs organismes ont été mis à contribution au sein d'un comité de lecture coordonné par la FLPLW pour que le contenu de cette brochure puisse vous informer indépendamment des croyances et des mythes que le lait cru véhicule : l'APAQ-W, l'AFSCA, Bioforum Wallonie, la CBL, le CRA-W, DiversiFerm, la FICOW, la FUGEA, la FWA, le SPW - DGO3, l'ULg GxABT. La liste ci-dessous reprend les membres qui ont participé activement à ce comité de lecture.

Catherine Bauraind (FLPLW), Vera Cantaert (AFSCA), Jean-Marc Cheval (SPW – DGO3), Christel Daniaux (FICOW), Juliette de Laubier (DiversiFerm - ULg GxABT), Laurent Demeffe (DiversiFerm - EPASC), Caroline Famerée (DiversiFerm - EPASC), Bénédicte Henrotte (Bioforum Wallonie), Guy Lecocq (APAQ-W), Véronique Ninane (CRA-W), Emile Piraux (CBL), Marianne Sindic (ULG - GxABT), Nadège Zdanov (DiversiFerm - ULg - GxABT).

Merci à tous les partenaires qui se sont impliqués dans ce projet.

FILIÈRE WALLONNE lait et produits laitiers

Technologie Hygiène Agriculture Economie DiversiFERM votre conseiller en diversification

Avec le soutien de la Wallonie

DGO 3