



**COMITE SCIENTIFIQUE
DE L'AGENCE FEDERALE POUR LA SECURITE
DE LA CHAINE ALIMENTAIRE**

AVIS 15-2011

Concerne : 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

Résumé

De nombreux pathogènes pour l'homme, dont *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *E. coli* pathogènes pour l'homme et producteurs de vérocytotoxine, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia*, *Staphylococcus aureus* producteurs d'entérotoxines, *Bacillus cereus*, *Cryptosporidium parvum*, etc. ainsi que les toxines de *Clostridium botulinum* peuvent être retrouvés dans le lait cru des bovins. La prévalence de ces agents dans le lait cru de bovins varie, mais leur présence a été démontrée dans beaucoup d'études. Dans les pays industrialisés, les épidémies humaines dues à la consommation de lait cru ou de produits à base de lait cru représentent 2 à 6% des épidémies humaines d'origine alimentaire.

Le but de cette étude est d'évaluer les risques et les bénéfices liés à la consommation de lait cru de bovins en Belgique et les effets du traitement thermique du lait cru sur ces risques et bénéfices, considérant les aspects microbiologiques, ainsi que les aspects (bio)chimiques et nutritionnels.

La majorité des épidémies humaines rapportées dues à la consommation de lait cru de bovins est causée par *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., et les souches d'*E. coli* O157 et non O157 pathogènes, avec quelques cas rares décrits pour *Listeria monocytogenes*. *E. coli* pathogènes pour l'homme et producteurs de vérocytotoxine et *Listeria monocytogenes* peuvent provoquer des maladies très graves, suivis par *Campylobacter* spp. et *Salmonella* spp. Ces 4 agents pathogènes peuvent être présents en Belgique chez les bovins, dans l'environnement des exploitations et dans le lait cru de bovins. D'un point de vue microbiologique, la consommation de lait cru de bovins est considérée comme un produit de risque pour une infection alimentaire humaine. La disponibilité de distributeurs automatiques de lait cru pour la vente directe facilite la vente du lait cru à la population. L'exposition et donc le risque d'une infection alimentaire peuvent être augmentés, spécialement pour la population à risque (YOPIs, c.à.d. les jeunes enfants, les personnes âgées, les femmes enceintes et les personnes immunodéprimées ou souffrant d'une autre maladie), si le consommateur n'est pas bien informé sur la nécessité de faire bouillir le lait cru avant la consommation. De tels distributeurs doivent être bien gérés et des informations claires doivent être fournies.

Le risque lié à la consommation de lait cru est considérablement réduit voire éliminé par le traitement thermique du lait cru. La pasteurisation (min. 71°C/15s ou 63°C/30 min, ou équivalent) réduit les pathogènes présents sous forme végétative dans le lait jusqu'à un niveau considéré comme sûr pour la santé publique. Cependant, la pasteurisation est incapable de détruire les spores de *Clostridium botulinum* et de *Bacillus cereus* et le choc thermique peut provoquer leur germination. La stérilisation et le traitement UHT du lait détruisent les formes végétatives des agents pathogènes ainsi que leurs formes sporulées, et un produit commercialement stérile est fourni.

Plusieurs bénéfices microbiologiques sont liés à la consommation de lait cru de bovins, notamment l'inhibition de la croissance des pathogènes par les systèmes antimicrobiens (principalement enzymatiques) et par les bactéries lactiques, une augmentation de l'immunité, une réduction des allergies, et les effets bénéfiques des probiotiques. Cependant, l'activité de la plupart des enzymes antimicrobiennes est limitée à la température de réfrigération utilisée pour stocker le lait cru, et beaucoup de systèmes antimicrobiens conservent leur activité après pasteurisation. Après stérilisation (y compris le traitement UHT), la plupart des activités antimicrobiennes sont éliminées, mais celles-ci ne sont plus nécessaires vu que le lait est commercialement stérile. La croissance des bactéries lactiques et l'acidification et la coagulation subséquentes du lait cru limitent la croissance des bactéries pathogènes, mais aussi la conservation du lait cru. Les pathogènes nécessitant une croissance dans le lait cru avant d'atteindre leur dose infectieuse représentent donc un moindre risque pour le consommateur. Les preuves actuelles concernant la relation présumée entre la consommation fréquente de lait cru et l'augmentation de l'immunité, d'une part, et la diminution des allergies, d'autre part, sont l'objet de controverses, et les mécanismes sous-jacents sont inconnus. Il est par conséquent difficile de conclure à un effet éventuel du traitement thermique du lait sur ces paramètres. La croissance des bactéries probiotiques dans le lait cru est trop limitée pour induire des effets bénéfiques sur la santé du consommateur.

Les avantages nutritionnels liés à la consommation de lait cru demeurent en général inchangés après une pasteurisation, un traitement UHT et/ou une homogénéisation du lait (les modifications de nature technologique n'ont pas été prises en compte). Le lait est une source importante de calcium, de phosphore, de protéines et d'acides aminés essentiels (particulièrement la lysine), et de vitamines B₂ et B₁₂. L'effet d'un traitement thermique sur l'apport de ces nutriments est quasiment négligeable. Les autres nutriments présents dans le lait qui sont détruits (partiellement) ou non par le traitement thermique contribuent moins aux besoins journaliers. Une teneur réduite en ces nutriments est simplement compensée par une alimentation équilibrée.

Par ailleurs, le traitement thermique (et/ou l'homogénéisation) est souvent associé, très probablement à tort, à une moins bonne digestion du lait, à une inactivation d'enzymes utiles, à une réduction du lactose avec formation de lactulose et à un risque accru de toutes sortes d'affections (p.ex. allergie au lait, intolérance au lactose, diabète, ostéoporose, arthrite). Ces arguments sont réfutés dans cet avis et/ou replacés dans un contexte scientifique. Le principal effet négatif de nature biochimique d'un traitement thermique est une modification du profil organoleptique du lait, même s'il s'agit plutôt d'une question de perception individuelle.

Il ressort de cet avis que par la consommation de lait cru l'exposition aux dangers microbiologiques est réelle et que cela a abouti plusieurs fois aux intoxications alimentaires. Le traitement thermique (la pasteurisation, bouillir, mais surtout le traitement UHT) est une méthode historiquement et scientifiquement prouvée comme étant efficace pour garantir la sécurité microbienne du lait sans pour autant dégrader sa valeur nutritionnelle de façon appréciable.

A l'achat de lait cru, le Comité scientifique recommande de chauffer le lait jusqu'au point d'ébullition avant sa consommation.

Summary

Advice 15-2011 of the Scientific Committee of the FASFC on the risk-benefit evaluation of raw cow milk consumption and the effect of heat treatment on these risks and benefits

Many human pathogens including *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., human pathogenic verocytotoxin-producing *E. coli*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia*, enterotoxin producing

Staphylococcus aureus, *Bacillus cereus*, *Cryptosporidium parvum*, etc. as well as *Clostridium botulinum* toxins, can be isolated from raw cow milk. The prevalence of food-borne pathogens in raw cow milk varies, but their presence has been demonstrated in many surveys. In industrialized countries, milk-borne and milk product-borne outbreaks represent 2 to 6% of the bacterial food-borne outbreaks.

The aim of this study is to evaluate the risks and benefits related to the consumption of raw cow milk in Belgium, and to evaluate the effect of heat treatments of milk on these risks and benefits, considering the microbiological as well as the (bio)chemical and the nutritional aspects.

The majority of reported raw cow milk-borne outbreaks are attributable to *Campylobacter* spp., human pathogenic O157 and non-O157 *E. coli*, *Salmonella* spp., and in some rare cases to *Listeria monocytogenes*. Human pathogenic verocytotoxin-producing *E. coli* and *Listeria monocytogenes* can cause severe illness, followed by *Campylobacter* spp. and *Salmonella* spp. These 4 pathogens can be present in cattle or in the farm environment, and in raw cow milk in Belgium. From a microbiological point of view, the consumption of raw milk is considered as a risk product for a human food-borne infection. The availability of raw milk vending machines for direct sale encourages the sale of raw milk amongst the population. The exposure and as such the risk is raised, especially for at risk populations (YOPIs, i.e. the very young, elderly persons, pregnant women, those already suffering from illness, and immune-compromised persons), if the consumer is not well informed about the necessity of boiling the raw milk before consumption. Such vending machines must be well managed and clear information should be provided to the groups at risk.

The risk of raw milk consumption is considerably reduced and even eliminated by heat treatment. Pasteurization (min. 71°C/15s or 63°C/30min or equivalent) reduces the vegetative pathogens in milk to a level considered safe for public health. Pasteurization is however, inadequate to destroy spores of *Clostridium botulinum* and *Bacillus cereus* and the heat shock may induce their germination. Sterilization and UHT treatment destroy both vegetative micro-organisms and spores and produce a commercially sterile product.

Several microbiological benefits are assigned to raw cow milk consumption, namely pathogen growth inhibition by antimicrobial (mainly enzymatic) systems and by lactic acid producing bacteria, increased immunity, reduced allergies, and health effects of probiotic bacteria. Nevertheless, the activity of most antimicrobial enzymes is limited at the refrigeration temperature used to store raw milk, and many of the antimicrobial systems retain almost all their antimicrobial activity after pasteurization. After sterilization (including UHT treatment), most endogenous antimicrobial activities are obliterated, but their activity is no longer needed since the milk is commercially sterile. The growth of lactic acid producing bacteria and the subsequent acidification and coagulation of the milk limit the outgrowth of pathogens but also the shelf-life of raw milk. Consequently, pathogens requiring an outgrowth in the raw milk before reaching their infectious dose represent a low risk for raw milk consumers. The current evidence for the assumed relation between drinking raw milk and an increased immunity at one hand and a reduction of allergies on the other hand, is controversial and the underlying mechanisms are unknown. It is therefore difficult to conclude about a possible effect of heating milk on these parameters. The growth of probiotic bacteria is too limited in raw milk to have beneficial effects for the consumer.

The nutritional benefits associated with raw milk consumption generally remain after pasteurization, UHT treatment and/or homogenization of the milk (changes of a technical nature were not considered). Milk is an important source of calcium, phosphorus, proteins and essential amino acids (especially lysine), and the vitamins B₂ and B₁₂. The effect of a heat treatment on the deliverance of these nutrients is negligible. Other nutrients present in milk that could be (partly) destroyed by heating, contribute less to the daily requirement. Reduced levels of these nutrients are easily compensated by a balanced diet.

In addition, heating (and/or homogenization) is, most probably wrongfully, associated with a reduced milk digestibility, inactivation of beneficial enzymes, reduction of lactose with the formation of lactulose, and an increased risk of various conditions (e.g. milk allergy, lactose intolerance, diabetes, osteoporosis, arthritis). These allegations are refuted and/or put into a

scientific perspective in this advice. The main negative effect of biochemical nature of heating milk is the modified organoleptic profile, although this is rather a matter of perception.

In this advice it was demonstrated that when consuming raw milk the exposure to microbiological hazards is real and that this has resulted several times in food-borne infections. Heat treatment (pasteurization, boiling, but UHT treatment in particular) is an historically and scientifically proven, efficient method for guaranteeing the microbiological safety of milk without affecting significantly the nutritional value of milk.

When purchasing raw milk, the Scientific Committee recommends that the raw milk is heated just at boiling point before consumption.

Mots clés

Lait cru – bovins – agents pathogènes – risques/bénéfices – aspects (bio)chimiques – aspects microbiologiques - nutrition – pasteurisation – stérilisation – traitement UHT - homogénéisation

1. Termes de référence

Le but de cet avis est d'évaluer les risques et les bénéfices de la consommation de lait cru de bovins en Belgique, tant d'un point de vue microbiologique que d'un point de vue (bio)chimique et nutritionnel. Il vise également à évaluer l'effet du traitement thermique (pasteurisation et stérilisation/traitement UHT) et de l'homogénéisation sur ces risques et bénéfices. Cet avis ne concerne pas le lait cru d'autres espèces animales (chèvre, mouton, cheval, âne), ni les produits à base de lait cru (fromages, yaourt, beurre, crème glacée, etc.), ni l'effet de traitements autres que le traitement thermique (ultrafiltration, ultracentrifugation, etc.).

Concernant le volet microbiologique, seuls les risques dus aux micro-organismes zoonotiques et aux micro-organismes provenant de l'environnement seront envisagés. Les risques liés aux micro-organismes transmis d'humain à humain ayant déjà fait l'objet d'autres avis du Comité scientifique (avis 09-2007, avis 47-2006 et avis 53-2006). En ce qui concerne le volet chimique, il n'a pas été tenu compte de la présence possible des contaminants chimiques (p.ex. les mycotoxines M1 et M2, les résidus d'antibiotiques) ou des changements de nature technologique induits thermiquement.

Cet avis du Comité scientifique est un résumé d'une étude étendue de la littérature et est basé sur l'opinion d'experts.

Vu les discussions lors des réunions de groupe de travail des 9 novembre 2010, 17 décembre 2010, 14 janvier 2011, 17 janvier 2011, 8 avril 2011 et 7 juin 2011, et durant la séance plénière du 14 octobre 2011,

le Comité scientifique émet l'avis suivant:

2. Introduction

Selon le Règlement (CE) N° 853/2004¹, le lait cru est défini comme 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 avec un effet équivalent. La composition du lait de bovins est généralement la suivante: 87% d'eau, 5% d'hydrates de carbone (lactose), 3,7% de matières grasses, 3,0% de caséine, 0,6% de protéines de lactosérum, et 0,7% de minéraux. Le lait est une source importante de protéines de haute qualité, de minéraux et de vitamines.

Environ 3.200 millions de litres de lait sont annuellement mis sur le marché en Belgique, dont plus ou moins 1,5% sont consommés pasteurisés, 16,7% sont stérilisés, et 81,8% sont traités à ultra haute température (UHT). La consommation de lait cru en Belgique n'est pas documentée avec précision. Seule une petite partie de la population consomme du lait cru (qui est généralement porté à ébullition avant consommation). Environ 98% du lait produit serait transformé dans l'industrie, et les 2% restant seraient transformés à la ferme en produits laitiers (par exemple, fromages), et de quantités relativement petites de lait cru seraient vendues à des particuliers et à de petits acheteurs occasionnels comme des boulangeries ou des glaciers, etc. pour une transformation ultérieure. En outre, certains producteurs possèdent des distributeurs automatiques de lait cru, placés près de l'exploitation, ou à d'autres endroits (parkings, entrées de supermarchés, etc.). Il y a également consommation occasionnelle de lait cru, surtout par des enfants p.ex. lors d'une visite à la ferme.

Selon le Règlement (CE) N° 853/2004, le lait cru collecté dans les exploitations agricoles et destiné à la laiterie doit satisfaire aux critères suivants: une teneur en germes totaux à 30°C ≤ 100.000/ml et une teneur en cellules somatiques ≤ 400.000/ml. Le lait cru destiné à la

¹ URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:139:0055:0205:EN:PDF>

consommation humaine tombe sous la réglementation alimentaire générale qui précise que les aliments doivent être indemnes d'agents pathogènes.

Les améliorations en termes d'hygiène ont résulté en la production en routine de lait de bovins contenant moins de $2,0 \times 10^4$ de germes totaux par millilitre (De Reu *et al.*, 2004). Cependant, un lait cru de bonne qualité, avec une teneur en germes totaux en-dessous d'une valeur limite, n'est pas nécessairement indemne d'agents pathogènes dangereux pour la santé humaine. A cause de sa haute valeur nutritionnelle, son pH neutre et son a_w (activité de l'eau) élevée, le lait cru est un excellent milieu de culture pour certains micro-organismes, comme décrit dans de nombreuses études.

Pour garantir la sécurité microbienne et augmenter la durée de conservation, le lait est chauffé. En fonction des combinaisons de temps/température, on distingue différents traitements thermiques, à savoir la thermisation, la pasteurisation et la stérilisation, dont le traitement UHT ('ultra high temperature'). Afin d'éviter la séparation de la crème du lait, un traitement thermique est combiné à un procédé d'homogénéisation. Lors de l'homogénéisation, le lait est propulsé au travers de petites ouvertures sous l'effet de la pression (~10-50 MPa dans une homogénéisation conventionnelle), ce qui génère un plus grand nombre de globules gras, avec un plus petit moyen diamètre (< 2 μm) et un rapport volume-surface plus élevé.

L'objectif de cet avis est d'évaluer les risques et les bénéfices microbiologiques, (bio)chimiques et nutritionnels du lait cru et l'effet de l'application de ces différents traitements sur ces risques et bénéfices.

3. Avis

3.1. Risques microbiologiques associés à la consommation de lait cru et effets du traitement thermique sur ces risques

- Liste des micro-organismes (potentiellement) présents dans le lait cru de bovins en Belgique

Sur base des données internationales une liste de micro-organismes pouvant potentiellement être rencontrés dans le lait cru de bovins a été établi (**tableau 1**). Les sources potentielles de contamination du lait sont également présentées dans cette liste. Seuls les micro-organismes qui infectent l'homme par les animaux et l'environnement (l'air, l'équipement, le fourrage) sont envisagés. Les micro-organismes d'origine humaine (comme *Shigella*, les norovirus, etc.) ne sont pas considérés ici.

Parmi les organismes pathogènes mentionnés dans **le tableau 1**, les organismes suivants sont supposés être (potentiellement) présents dans le lait de bovins produit en Belgique, sur base de données belges de prévalence de ces organismes chez l'homme et chez le bétail laitier et leur environnement:

- Bactéries²: *Salmonella* spp., *Coxiella burnetii*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli* pathogènes pour l'homme, *Campylobacter coli* et *jejuni*, *Yersinia* pathogène pour l'homme, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* producteurs d'entérotoxines et *Leptospira*
- Virus: /
- Parasites: *Cryptosporidium parvum*
- Toxines: toxines de *Clostridium botulinum*

² Remarque: le potentiel zoonotique de *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* n'est pas encore prouvé.

Tableau 1. Liste de micro-organismes potentiellement rencontrés dans le lait cru de bovins et sources de contamination

	Passage direct dans le lait à partir du sang (infection systémique)	Mammite	Contamination fécale (contamination externe du lait durant ou après la traite) / contamination à partir de la peau	Environnement
Bactéries pathogènes				
<i>Salmonella spp.</i>	(x) (<i>S. Dublin</i>)	(x)	x	x
<i>Brucella abortus</i>	x	(x)		x
<i>Mycobacterium bovis</i>	x		x	x
<i>Coxiella burnetii</i>	x		x	x
<i>Mycobacterium avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i> *	x		x	x
<i>Listeria monocytogenes</i>	x	x	x	x
<i>E. coli</i> pathogènes pour l'homme**			x	x
<i>Campylobacter coli</i> et <i>jejuni</i>			x	x
<i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i>	(x)	(x)		
<i>Yersinia</i> pathogènes pour l'homme***		x****	x	x
<i>Bacillus cereus</i> *****				x
<i>Staphylococcus aureus</i> produisant des entérotoxines		x		x
<i>Arcanobacter pyogenes</i>		x		
<i>Streptococcus zooepidemicus</i>		x		
<i>Leptospira</i>	x			x (urine)
Virus pathogènes				
Virus de la fièvre de la vallée du Rift	x			
Virus du complexe des encéphalites à tiques (TBE) (dont le virus de l'encéphalite d'Europe centrale)	x			
Parasites pathogènes				
<i>Cryptosporidium parvum</i>			x	x
Toxines				
Toxines de <i>Clostridium botulinum</i> de type B	x (toxines)		x (spores)	x (spores)

() rarement

* potentiellement zoonotique

** seules certaines souches d'*E. coli* transmises par les bovins qui expriment une combinaison virulente pour l'homme des facteurs de virulence et qui sont pathogènes pour l'homme. Les souches du sérotype O157:H7 sont les plus souvent rapportées, mais des souches d'autres sérotypes pathogènes peuvent également être à l'origine de cas humains (e.a. O26, O91, O103, O111, O121 et O145).

*** *Y. enterocolitica* et *Y. pseudotuberculosis* (Shwimmer *et al.*, 2007). Seuls les biotypes 1b, 2, 3, 4 et 5 de *Y. enterocolitica* sont pathogènes pour l'homme.

**** uniquement *Y. pseudotuberculosis*

***** Des toxines diarrhéiques de *Bacillus cereus* pourraient être produites dans le lait cru. La bactérie peut également produire des toxines émétiques (céréulide), mais celles-ci n'ont jamais été retrouvées dans le lait.

- *Agents pathogènes à l'origine d'épidémies humaines suite à la consommation de lait cru de bovins et fréquences de ces épidémies*

Dans les pays industrialisés, les épidémies humaines liées à la consommation de lait ou de produits à base de lait représentent 2 à 6% des épidémies alimentaires bactériennes (De Buyser *et al.*, 2001).

Parmi les micro-organismes cités ci-dessus, les plus fréquemment décrits comme étant à l'origine d'épidémies humaines liées à la consommation de lait cru ou de produits à base de lait cru dans le monde sont *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *E. coli* O157:H7, *Yersinia enterocolitica* et *Listeria monocytogenes* ainsi que les intoxications à *Staphylococcus aureus* (Oliver *et al.*, 2009; Gillespie *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2003; De Buyser *et al.*, 2001; Barrett, 1986; Galbraith *et al.*, 1982). Parmi ceux-ci, seulement trois micro-organismes sont fréquemment rapportés dans le monde comme étant la cause d'épidémies humaines dues à la consommation de lait cru de bovins: *Campylobacter* spp., *E. coli* pathogènes pour l'homme et *Salmonella* spp., avec quelques cas rares décrits pour *Listeria monocytogenes* (Vogt *et al.*, 1990).

Listeria monocytogenes est très rarement décrite comme agent pathogène suite à la consommation de lait cru car la listériose est caractérisée par une dose infectieuse relativement élevée. Les intoxications par *Staphylococcus aureus* suite à la consommation de lait cru ne sont pas décrites car un nombre élevé de bactéries doit être présent pour produire les toxines en quantité dangereuse pour l'homme. Le développement, aussi bien de *L. monocytogenes* que de *S. aureus* est inhibé dans le lait cru par la flore commensale dans le lait cru. Ces deux organismes sont néanmoins rapportés comme responsables de maladies chez l'homme quand le lait cru est utilisé dans des préparations alimentaires plus complexes (p.ex. la purée qui n'est pas cuite suffisamment longtemps). Des infections de *L. monocytogenes* et de *Yersinia enterocolitica* dues à la contamination du lait pasteurisé avec du lait cru suite à une erreur dans le processus de pasteurisation ont également été décrites. Ces derniers risques ne sont pas inclus dans le cadre de cette évaluation de risque.

Les cas d'épidémies humaines causées par la consommation de lait cru de bovins décrits pour *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus*, *Arcanobacter pyogenes*, *Corynebacterium ulcerans* et les virus des encéphalites à tiques sont très rares (Vereta *et al.*, 1991; Barrett, 1986).

Les 4 micro-organismes suivants sont retenus pour la suite de l'évaluation de risque: *Campylobacter*, *Salmonella*, *E. coli* pathogènes pour l'homme et *Listeria monocytogenes*. La fréquence des épidémies humaines suite à la consommation de lait cru de bovins est la plus haute pour *Campylobacter* spp. (Oliver *et al.*, 2005; Griffiths, 2010), suivie de *Salmonella* spp. et des *E. coli* pathogènes pour l'homme (*E. coli* O157:H7 et *E. coli* non O157:H7), avec quelques rares cas décrits pour *Listeria monocytogenes*.

- *Gravité pour l'homme des agents pathogènes les plus fréquemment rencontrés.*

Un score de gravité de la maladie chez l'homme pour ces 4 agents pathogènes a été attribué dans des avis du Comité scientifique (avis 40-2005, amendement de l'avis 40-2005 et avis 13-2010). Ils sont respectivement de 3, 3, 4 et 4 (échelle de 0 à 4, où 4 correspond aux effets les plus graves) pour *Campylobacter*, *Salmonella*, les *E. coli* pathogènes pour l'homme et *Listeria monocytogenes*. Le développement d'une maladie et la pathogénicité chez l'homme après consommation de lait cru contaminé dépendent d'une série de facteurs, comme la dose infectieuse (D'Aoust *et al.*, 1989), le nombre de micro-organismes ingérés (ou la quantité de toxines), le pouvoir pathogène de l'agent infectieux (ou la toxicité de la toxine), l'état de santé du consommateur. Les personnes les plus à risque de souffrir d'une maladie suite à la consommation de lait cru infecté sont les jeunes enfants, les personnes âgées, les femmes enceintes et les personnes immunodéprimées ou souffrant d'une autre maladie (YOPIs). Cependant, même les adultes en bonne santé peuvent être affectés (Griffiths, 2010). Les conséquences peuvent être limitées à de simples signes de diarrhée, vomissements, crampes abdominales, fièvre, etc., mais un certain pourcentage de personnes peut développer des signes cliniques plus sévères tels que le syndrome de Guillain-Barré

(*Campylobacter* spp.), le syndrome urémique hémorragique (*E. coli* O157:H7), ou avoir des séquelles chroniques (arthrite), voire entraîner le décès.

- *Fréquence de la présence des agents pathogènes les plus importants dans le lait cru de bovins.*

Il n'y a pas de données disponibles concernant la prévalence de *Campylobacter*, *Salmonella*, *E. coli* pathogène pour l'homme et *L. monocytogenes* dans le lait cru. Cependant, sur base des études ponctuelles publiées dans la littérature internationale, une estimation peut être faite de la fréquence de la présence de ces pathogènes dans le lait cru. Vu le même cadre juridique, il a été décidé de recueillir et d'analyser les études en Europe afin d'effectuer cette estimation.

La fréquence de *Campylobacter jejuni* dans le lait cru de bovins varie en Europe entre 0 et 6% (Beumer *et al.*, 1988; Humprey and Hart, 1988; Oosterom *et al.*, 1982).

La fréquence de *Salmonella* spp. dans le lait de tank est souvent nulle ou très faible, la plupart des études rapportant des prévalences inférieures à 1% (EFSA, 2010; Stephan and Bühler, 2002; Hahn *et al.*, 1999; de Louvois and Rampling, 1998; Desmasures *et al.*, 1997; Rea *et al.*, 1992; Humphrey and Hart, 1988). En accord avec les résultats observés dans de nombreux pays, *Salmonella* n'a pas été détecté dans 143 échantillons de lait cru en Belgique (De Reu *et al.*, 2004).

Les fréquences estimées pour les *E. coli* pathogènes pour l'homme dans des pays européens sont entre 0 et 5,7% (Solomakos *et al.*, 2009; Messelhauser *et al.*, 2008; Murphy *et al.*, 2007; Raynaud *et al.*, 2006; Schouten *et al.*, 2005; McKee *et al.*, 2003; Coia *et al.*, 2001; Stephan and Bühler, 2001; Massa *et al.*, 1999; Colombo *et al.*, 1998; Heuvelink *et al.*, 1998; Mechie *et al.*, 1997). Des études récentes confirment que la fréquence de la présence d'*E. coli* O157:H7 est faible dans la plupart des pays du monde, typiquement entre 0% et 2%, sur base de la méthode de culture utilisée (De Reu *et al.*, 2010). Dans 2 études en Belgique, moins que 1% de respectivement 143 et 120 échantillons de lait cru analysés étaient positives pour *E. coli* O157:H7 (De Reu *et al.*, 2004; De Reu *et al.*, 2009). Il n'y a pas de méthodes standard validées pour l'isolement des *E. coli* pathogènes des autres sérogroupes comme O26, O91, O103, O111 et O145 (De Reu *et al.*, 2010). Par conséquent, la prévalence de ces sérotypes est difficile à estimer (Vernozy-Rozand and Servane, 2003).

La plupart des fréquences de *Listeria monocytogenes* dans le lait cru de bovins varient entre 0% et 10% (Meyer-Broseta *et al.*, 2003; Stephan and Bühler, 2002; Waak *et al.*, 2002; Fenlon *et al.*, 1995; Hahn *et al.*, 1999; Bachmann and Sphar, 1995; Sanaa, 1993; Harvey and Gilmour, 1992; Rea *et al.*, 1992; Greenwood *et al.*, 1991; Jouve and Lahellec, 1991; Fenlon and Wilson, 1989; Rodler and Körbler, 1989; Dominguez Rodriguez *et al.*, 1985). En Belgique, dans une étude de 143 échantillons 6,3% d'échantillons positives ont été trouvées (De Reu *et al.*, 2004).

Toutes ces études démontrent clairement que le lait cru de bovins peut être une source d'agents pathogènes pour l'homme.

- *Evaluation du risque microbiologique*

Vu le nombre insuffisant de données belges disponibles pour évaluer le danger relatif aux différents micro-organismes pathogènes qui peuvent être présents dans le lait cru, on a opté pour la combinaison de l'ensemble des données suivantes: la présence des pathogènes chez le bétail laitier belge, la présence dans du lait cru en Belgique et dans d'autres pays européens, et l'occurrence des épidémies humaines après consommation de lait cru en utilisant des données de la littérature au niveau européen. (Seules des données européennes ont été retenues parce que, en Europe, la même réglementation et les mêmes exigences d'hygiène s'appliquent.)

Cette analyse montre que *Salmonella*, *Campylobacter jejuni/coli* et *E. coli* pathogène pour l'homme sont les germes principaux qui peuvent être transmis par le lait cru à l'homme. Ces germes sont fréquemment présents chez le bétail laitier en Belgique, et c'est pourquoi le risque pour les consommateurs belges est estimé comme réel. En se basant, pour la Belgique, sur une extrapolation de l'ensemble des études effectuées en Europe, le risque peut être estimé comme élevé si tout le lait produit était consommé cru.

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
<i>Salmonella spp.</i>	present	0-2,9%	5 (Europe) ou 39 (monde)
<i>Campylobacter jejuni et coli</i>	présent	0-6%	18 (Europe) ou 39 (monde)
<i>E. coli pathogènes</i>	présent	0-5,7%	13 (Europe) ou 28 (monde)
<i>Listeria monocytogenes</i>	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 Flandres, 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)

La disponibilité de distributeurs automatiques de lait cru pour vente directe mène à un risque élevé pour le consommateur, surtout pour la population sensible (YOPIs) lorsque le consommateur est mal informé sur la nécessité de faire bouillir le lait avant la consommation. De tels distributeurs nécessitent une bonne gestion (hygiène, réfrigération, etc.) et doivent contenir des informations utiles sur les conditions de stockage, etc. A ce propos, il est fait référence à une circulaire de l'AFSCA relative à ces distributeurs automatiques de lait qui peut être retrouvée sur le site internet de l'Agence³. En outre, il y a un risque élevé lors de la consommation occasionnelle de lait cru, notamment par des enfants p.ex. lors d'une visite à la ferme.

- *Effets du traitement thermique du lait sur ces risques microbiologiques*

Plusieurs types de traitements thermiques peuvent être appliqués au lait cru, dont la thermisation, la pasteurisation et la stérilisation, qui comprend le traitement UHT (ultra high temperature). Le **tableau 2** donne une vue d'ensemble des différents types de traitement du lait cru, avec la combinaison temps/température habituellement appliquée, ainsi que les conséquences sur la durée de conservation du lait et sur les micro-organismes pathogènes qui peuvent être présents dans le lait cru.

La thermisation réduit de 3 ou 4 logarithmes la flore microbienne commensale végétative et est principalement utilisée pour des raisons techniques pour augmenter la durée de conservation du lait cru réfrigéré. Elle ne garantit pas l'inactivation de toutes les bactéries pathogènes végétatives telles que *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* pathogène pour l'homme et *Salmonella*. La quantité de bactéries pathogènes restant dans le lait thermisé dépend de la quantité initiale de ces bactéries dans le lait cru. Par conséquent, la thermisation n'offre pas une garantie totale de sécurité microbiologique du lait pour la santé publique.

La pasteurisation du lait cru élimine tous les micro-organismes végétatifs, y compris les bactéries pathogènes présentes dans le lait sous forme végétative (c.à.d. la probabilité de survivre est réduite avec un facteur de 10⁶). *E. coli* pathogène pour l'homme, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni/coli*, *Staphylococcus aureus* produisant des entérotoxines et *Clostridium botulinum* sous forme végétative sont détruits par les conditions de pasteurisation. Cependant, les entérotoxines

³ Circulaire en matière d'hygiène aux opérateurs qui vendent du lait cru par le biais d'un distributeur automatique de lait : http://www.favv-afscab.be/sp/pa-pa/documents/2009-11-16_omzendbriefmelkautomatenhygieneverreisten_FR.pdf et annexe: http://www.favv-afscab.be/sp/pa-pa/documents/2009-11-16_bijlageomzendbriefeisenmelkautomaten_FR.pdf

staphylococciques préformées et résistantes à la chaleur, ainsi que la toxine B de *Clostridium botulinum* et les toxines émétiques (céréulide)⁴ de *Bacillus cereus* ne sont pas détruites par la pasteurisation. La pasteurisation n'est pas non plus capable de détruire les spores thermorésistantes de *Clostridium botulinum* et de *Bacillus cereus*. Au contraire, la pasteurisation peut provoquer la germination de ces spores, qui peuvent ensuite croître dans le lait pasteurisé durant son stockage et produire des toxines. Par conséquent, la pasteurisation ne garantit pas l'obtention d'un produit commercialement stérile⁵.

La stérilisation ou le traitement UHT du lait détruit à la fois les formes végétatives et les formes sporulées des agents pathogènes (y compris les spores de *Clostridium* et de *Bacillus*) et permet d'obtenir un produit commercialement stérile (au moins une réduction logarithmique de 12). Les toxines de *S. aureus* et de *Clostridium botulinum*, et les entérotoxines de *Bacillus cereus* sont également détruites. La toxine émétique de *B. cereus* est très résistante à la chaleur mais a jusqu'à présent jamais été démontrée dans le lait cru.

Les risques microbiologiques du lait cru de bovins sont considérablement réduits ou éliminés par le traitement thermique.

Tableau 2. Relevé des différents traitements thermiques pertinents du lait

Traitement thermique	Combinaison temps/température (ou équivalent)	Objectif	Durée de conservation ^a
THERMISATION	57-68°C / 15-20 s	Réduction (3 à 4 log ₁₀) des micro-organismes végétatifs, commensaux et pathogènes, mais dans une mesure moindre que par pasteurisation. Pas de garantie pour la sécurité microbienne du lait.	jusqu'à 3 jours à 7°C
PASTEURISATION			
LTH: 'Low Temperature Holding' of LTLT: 'Low Temperature, Long Time' (batch)	62-65°C / 30 min, suivi d'un refroidissement	Élimination (réduction de 6 log ₁₀) des micro-organismes végétatifs, commensaux et pathogènes. Le niveau de sécurité est considéré comme bon pour la santé publique.	~ 1 semaine – 10 jours < 7°C
HTST: 'High Temperature, Short-time' (flash)	71-74°C / 15-40 s, suivi d'un refroidissement	Pas d'élimination des spores thermorésistantes; la survie des micro-organismes thermorésistants, végétatifs est possible.	
Pasteurisation haute	98°C/ ~2min (ou plus longtemps)		
Ultra-pasteurisation	125-138°C / 2-4 s, suivi d'un refroidissement	Une germination des spores bactériennes (<i>Clostridium</i> et <i>Bacillus</i>) est possible, avec multiplications des bactéries pendant la conservation. Pas de destruction des toxines préformées de <i>S. aureus</i> , <i>B. cereus</i> (céréulide) et <i>C. botulinum</i> (toxine B).	
'EXTENDED SHELF-LIFE' (ESL)	Approche systématique de toute la chaîne du processus, avec microfiltration ou bactofugation en combinaison avec un traitement thermique (p.ex. pasteurisation)	Dépend du traitement appliqué	15-25 jours à 7°C

⁴ La toxine émétique de *Bacillus cereus* n'a cependant jamais été retrouvée dans le lait

⁵ Un produit commercialement stérile (p.ex. obtenu par traitement thermique suffisant ou par conditionnement aseptique) ne contient plus de micro-organismes viables (y compris des spores et des micro-organismes qui peuvent présenter un danger pour la santé), qui pourraient croître dans le produit dans des conditions normales de distribution.

	ou ISI)		
'INNOVATIVE STEAM INJECTION' (ISI)	150-200°C / <0,1 s	Inactivation significative des spores thermorésistantes [§]	jusqu'à 60 jours < 7°C
'ULTRA HIGH TEMPERATURE' (UHT) Indirect (échangeurs tubulaires ou à plaques)	135-140°C / 6-10 s	Destruction (au moins une réduction de 12 log ₁₀) de tous les micro-organismes végétatifs, de toutes* les spores (<i>Clostridium</i> et <i>Bacillus</i>) et toxines pertinentes. Produit commercialement stérile [§]	min. 3 mois à température ambiante
Direct (injection/infusion de vapeur)	140-150°C / 2-4 s		
STERILISATION	courte pré-stérilisation à 130-140°C pendant quelques sec. suivie par 110-120°C / 10-20 min		

^a une fois l'emballage ouvert, le lait ne peut être conservé que pendant 3 jours < 7°C

* excepté les spores de quelques bacilli non-pathogènes thermorésistants, comme p.ex. *Bacillus thermodurans*

[§] Les traitements UHT et ISI résultent en un produit sûr avec une perte de qualité moindre que la stérilisation car ces températures plus élevées permettent une inactivation microbienne plus rapide que par exemple, la réaction de Maillard ou de brunissement.

3.2. Risques (bio)chimiques et nutritionnels associés à la consommation de lait cru et effets du traitement thermique sur ces risques

Il n'existe pas de risques explicites de nature (bio)chimique ou nutritionnelle liés à la consommation de lait cru (à l'exception de contaminants environnementaux et autres contaminants chimiques similaires, tels que les résidus antibiotiques et les mycotoxines M1 et M2, qui ne relèvent pas des termes de référence du présent avis).

3.3. Bénéfices microbiologiques associés à la consommation de lait cru et effets du traitement thermique sur ces bénéfices

- *Systèmes antimicrobiens*

Le lait cru contient différents systèmes à effet antimicrobien qui empêchent la croissance de bactéries dans le lait cru et/ou contribuent à l'immunité du jeune veau, parmi lesquels les enzymes (lactoperoxydase, lysozyme, xanthine oxydase) et les protéines (lactoferrine, immunoglobulines (Ig), bactériocines). Les enzymes sont inactivées par la pasteurisation. Leur activité est néanmoins également limitée dans le lait cru vu que celui-ci est conservé à température de réfrigération (Griffiths, 2010). La lactoferrine et les Ig sont inactivées à des températures supérieures à celles de la pasteurisation. Leur activité/concentration est principalement élevée dans le colostrum et diminue considérablement pendant la lactation, ces composants étant dès lors peu pertinents dans le lait cru de consommation (Lewis and Deeth, 2009; Touch and Deeth, 2009; Korhonen *et al.*, 2000; Steijns and van Hooijdonk, 2000; Schanbacher *et al.*, 1997; Li-Chan *et al.*, 1995; Paulsson *et al.*, 1993). Des bactériocines (p.ex. nisine) peuvent être produites par des micro-organismes présents dans le lait (*Lactococcus*, *Lactobacillus*) et bon nombre d'entre elles résistent à des températures de 60-100°C pendant plus de 30 minutes (Tambekhar and Bhutada, 2010; Touch and Deeth, 2009; Özkalp *et al.*, 2007; Badr *et al.*, 2005; Li *et al.*, 2005; Marinez *et al.*, 2005; Villani *et al.*, 2001). Il existe actuellement un intérêt croissant pour les propriétés antimicrobiennes et antivirales des lipides (p.ex. phosphatidyléthanolamine, phosphatidylcholine, sphingomyéline) et des fragments peptidiques de caséine (Dewettinck *et al.*, 2008; German and Dillard, 2006; van Hooijdonk *et al.*, 2000; Schanbacher *et al.*, 1997; Zucht *et al.*, 1995). Leur rôle dans le lait cru doit cependant être davantage clarifié.

Bien que la plupart des systèmes antimicrobiens présents dans le lait soient inactivés après un traitement UHT ou une stérilisation, leur activité dans le lait UHT ou stérilisé est superflue vu que les produits de ce type sont commercialement stériles.

- *Bactéries lactiques commensales*

Le lait cru contient des bactéries lactiques commensales, capables de limiter la multiplication des bactéries parmi lesquelles les organismes pathogènes. Cependant, la croissance de ces bactéries et la production d'acide lactique sont limitées à la température de réfrigération normalement utilisée pour conserver le lait cru. De plus, au-dessus de la température de réfrigération, la croissance de ces bactéries cause une dégradation rapide du lait (acidification, coagulation), qui n'est alors plus propre à la consommation. Finalement, la dose infectieuse de certains pathogènes étant très faible, l'effet inhibiteur de ces bactéries productrices d'acide lactique sur la croissance de ces bactéries pathogènes peut être insuffisant. La pasteurisation et la stérilisation/traitement UHT du lait, en éliminant ces bactéries, vont augmenter la durée de conservation du lait. La pasteurisation, en éliminant les bactéries lactiques, qui possèdent un effet inhibiteur sur la croissance des bactéries, peut cependant avoir des effets indésirables: (1) les spores bactériennes (par exemple, les spores de *Bacillus cereus*) qui survivent à la pasteurisation pourront mieux croître en l'absence de bactéries lactiques inhibitrices, et (2) les bactéries sous forme végétative qui peuvent contaminer le lait après la pasteurisation (post contamination) pourront également mieux croître en l'absence de ces bactéries inhibitrices. La stérilisation et le traitement UHT du lait cru ne posent pas ces inconvénients car le lait stérilisé est par définition commercialement stérile.

- *Allergies et immunité*

Plusieurs études épidémiologiques indiquent que l'exposition au lait cru au cours des premières années de vie serait susceptible de réduire le risque d'asthme, de rhinite, de rhume des foins, d'allergie au pollen et de sensibilisation atopique (Waser *et al.*, 2007; Perkin and Strachan, 2006; Wickens *et al.*, 2002; Barnes *et al.*, 2001; Riedler *et al.*, 2001). Les études épidémiologiques ne contiennent cependant pas de confirmation objective sur la proportion de lait cru / lait porté à ébullition (par le consommateur) ni de comparaison directe avec le lait traité thermiquement. De plus, le mécanisme sous-jacent de ces infections et de l'effet éventuel du lait cru n'est pas encore connu. Des hypothèses possibles concernant l'effet (postulé) positif de la consommation de lait cru concernent l'ingestion de composants microbiens non infectieux (p.ex. endotoxines), la quantité naturelle de graisse de lait et de graisses insaturées vu que la teneur en graisse du lait commercial est standardisée et généralement plus faible que celle du lait cru (entier), les différences au niveau des protéines de lait (p.ex. peptides bioactifs) et des structures allergènes, et la présence d'Ig (Braun-Fahrlander and von Mutius, 2011). L'effet ou la pertinence d'un traitement thermique sur ces composants est néanmoins plutôt limité (voir également précédemment et plus loin dans cet avis).

Dans le même sens, l'hypothèse est émise que la consommation fréquente de lait cru peut induire une meilleure immunité contre les infections symptomatiques par des pathogènes, grâce au développement d'une immunité croisée due à l'exposition répétée à des souches non ou peu virulentes proches de ces pathogènes. Néanmoins, le seul exemple trouvé dans la littérature concernant cette hypothèse concerne *Campylobacter* (Blaser *et al.*, 1987; Blaser *et al.*, 1983), et des études concernant *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7 ou *Listeria* spp. n'ont pas pu être trouvées.

Les mécanismes sous-jacents et les preuves scientifiques d'une éventuelle protection par une consommation fréquente de lait cru ne sont pas clairement établis. Cependant, la résistance semble plutôt être associée à l'exposition de ces personnes à l'environnement de la ferme ou aux animaux. Par conséquent, il est difficile de conclure au sujet d'un effet potentiel du traitement à la chaleur du lait sur ce bénéfice présumé.

- *Bactéries probiotiques*

Les bactéries probiotiques (souches spécifiques appartenant notamment aux genres *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, et *Enterococcus*; Ishibashi and Yamazaki, 2001) sont décrites comme des micro-organismes conférant des bénéfices pour la santé. Le lait cru pourrait

contenir des bactéries probiotiques. Cependant, pour produire un effet bénéfique, ces probiotiques doivent être ingérés en grandes quantités pour survivre au transit intestinal. En réalité, ils doivent être ingérés à des quantités 1.000 à 10.000 fois plus élevée que la dose réellement présente dans le lait cru (Griffiths, 2010). Vu que ces bactéries probiotiques ne représentent que certaines souches spécifiques potentiellement présentes dans le lait, et que leur croissance est inhibée à la température de réfrigération utilisée pour conserver le lait cru, la pertinence et le nombre de ces bactéries sont trop limités pour posséder un effet physiologique pour le consommateur. Par conséquent, la destruction de ces probiotiques par la pasteurisation ou la stérilisation n'a pas de conséquences sur la santé humaine.

3.4. Bénéfices (bio)chimiques et nutritionnels associés à la consommation de lait cru et effets du traitement thermique sur ces bénéfices

La consommation de lait offre de nombreux bénéfices sur le plan nutritionnel. Le lait est une source importante de protéines, vitamines et minéraux. Un des principaux arguments des partisans du lait cru est qu'un traitement thermique (et/ou une homogénéisation) réduit la valeur nutritionnelle du lait. La pasteurisation et le traitement UHT n'entraînent pourtant qu'une petite, voire même négligeable, réduction de la valeur nutritionnelle du lait, qui se caractérise essentiellement par la présence de vitamines (en particulier les vitamines B₂ et B₁₂), de minéraux (principalement le calcium et le phosphore) et d'acides aminés essentiels (entre autres lysine):

- *Vitamines*

La valeur nutritionnelle d'un aliment ne dépend pas uniquement de sa teneur en nutriments, mais également de la biodisponibilité et de la contribution de ces nutriments à l'apport journalier recommandé (AJR). Le lait contient toutes les vitamines dans des quantités variables, mais la concentration dans le lait de la plupart des vitamines est trop faible par rapport aux besoins nutritionnels (p.ex. vitamine B₁ ou thiamine, vitamine C ou acide ascorbique). Ceci est illustré à la **figure 1**. L'effet d'un traitement thermique (surtout la pasteurisation et le traitement UHT) sur l'apport de vitamines pertinentes d'un point de vue nutritionnel dans le lait (essentiellement la vitamine B₂, ou riboflavine, et la vitamine B₁₂, ou cyanocobalamine) semble dans certains cas nihil ou très faible (**figure 1**).⁶

- *Minéraux*

Comme le montre la **figure 1**, il n'y a en soi pas de différence entre la teneur en minéraux et oligoéléments du lait cru et celle du lait UHT et du lait stérilisé. Le lait s'avère être uniquement une bonne source de calcium et de phosphore et moins d'autres minéraux. Par exemple, pour atteindre l'AJR pour le magnésium, il faut consommer à peu près 3,5 l lait par jour. Le traitement thermique et l'homogénéisation ne semblent pas avoir d'effet significatif sur la biodisponibilité du calcium, le principal minéral présent dans le lait (Zurera-Cosano *et al.*, 1994; Weeks and King, 1985; Williamson *et al.*, 1978).

⁶ La perte de vitamines n'est pas uniquement due au traitement thermique, mais peut également être provoquée par la méthode de réfrigération appliquée, par le contact avec l'oxygène ou la lumière et par les conditions de conservation.

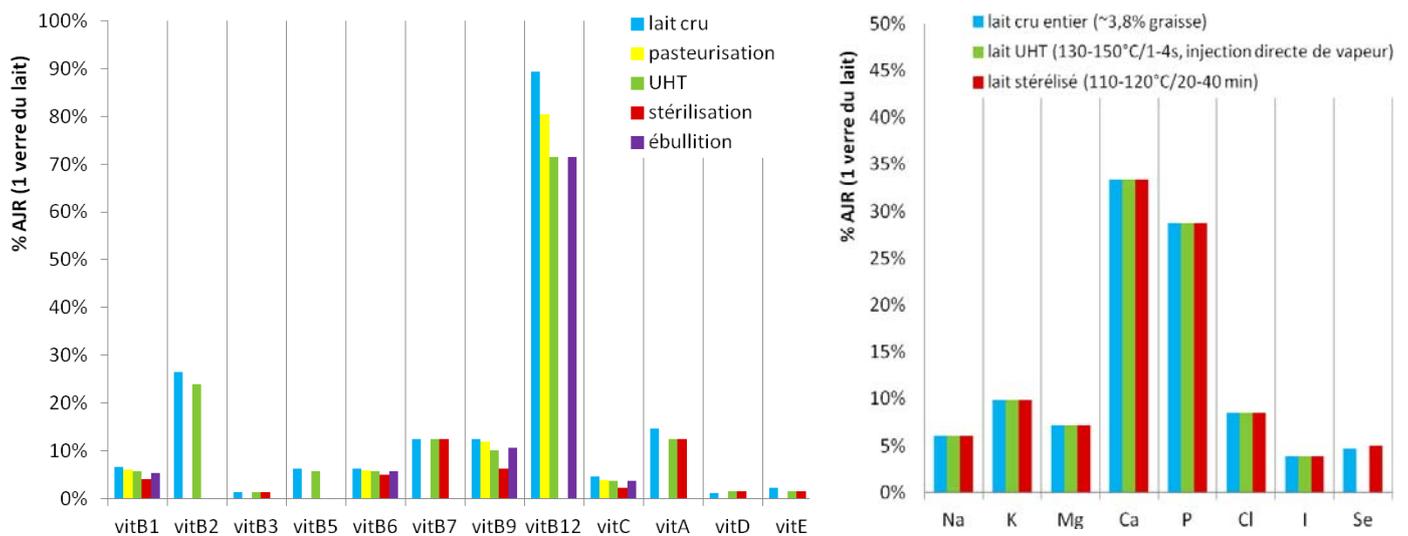


Figure 1. Contribution des vitamines, minéraux et oligoéléments¹ à l'apport journalier recommandé (% AJR)² par la consommation d'un grand verre (250 ml)³ de lait cru ou de lait traité thermiquement.

¹ Souci *et al.* (2008), Forssén *et al.* (2000), Andersson and Öste (1995), Schaafsma (1989), Belitz and Grosh (1987), Walstra and Jenness (1984); Si les données ne sont pas visibles, cela ne signifie pas que le %AJR est réduit à zéro, mais que les données ne sont pas disponibles (p.ex. l'effet de pasteurisation, de stérilisation et d'ébullition sur le %AJR de vit B₂); ² AJR le plus élevé pour une personne adulte (CSS, 2009)

³ une consommation journalière de 3 à 4 tasses de lait ou de produits laitiers (450-600 ml) et de 1 à 2 tranches de fromage ou de produits similaires est recommandée (*De Actieve Voedingsdriehoek*, VIGeZ, URL: <http://www.vigez.be/index.php?page=5&detail=27&lkz=1>).

- *Acides aminés*

La lysine est l'acide aminé essentiel le plus pertinent du lait. Seules de petites pertes (1 à 4%) de la quantité disponible ont été observées après le traitement thermique du lait (Andersson and Öste, 1995; Walstra and Jenness, 1984; Schaafsma, 1989). Si l'on compare les teneurs en acides aminés dans le lait cru et dans le lait UHT, l'effet d'un traitement thermique sur les autres acides aminés semble également négligeable (Souci *et al.*, 2008; Andersson and Öste, 1995).

Les partisans du lait cru estiment également qu'un traitement thermique (et/ou une homogénéisation) rend la digestion du lait plus difficile, détruit les enzymes utiles, entraîne une réduction du lactose avec formation de lactulose et a un effet néfaste sur le goût du lait. En outre, le traitement du lait se voit associé à un risque accru de toutes sortes d'affections, parmi lesquelles l'allergie au lait et l'intolérance au lactose, les diabètes, l'ostéoporose et l'arthrite. Ces arguments seront abordés dans la suite de ce document.

- *Protéines et lipides*

Environ 80% des protéines de lait sont composées de caséine (α_{s1} -, α_{s2} -, β - et κ -caséine). Les molécules de caséine sont des précurseurs de différents peptides bioactifs. Elles contiennent des segments peptidiques à activité antimicrobienne et constituent un vecteur des ions de calcium, de zinc, de cuivre, de fer et de phosphate dans l'organisme (Ebringer *et al.*, 2008). Les autres protéines, les protéines du lactosérum ou du sérum, possèdent également des propriétés physiologiques importantes (bioactivité) et comprennent l' α -lactalbumine (α -lac), la β -lactoglobuline (β -lg), la sérulalbumine, les immunoglobulines, les enzymes et inhibiteurs

d'enzymes, les protéines liant les métaux (lactoferrine) et les protéines vitaminées, différents facteurs de croissance, les peptides de faible masse moléculaire (protéose-peptone) et les peptides bioactifs (c.-à-d. de courtes chaînes d'acides aminés qui sont inactives dans la protéine native mais qui, après libération, par exemple, par des enzymes digestives ou par transformation provoquent un effet physiologique dans l'organisme)⁷.

La valeur nutritionnelle d'une protéine dépend de sa digestibilité et de la présence d'acides aminés essentiels. Un traitement thermique modifie surtout les propriétés fonctionnelles des protéines (p.ex. propriétés émulsifiantes et de rétention d'eau, solubilité), mais n'a presque pas d'effet sur la digestibilité ou les propriétés nutritionnelles des protéines du lait (Lacroix *et al.*, 2006; Douglas *et al.*, 1981).

La consommation de lait a connu une diminution ces dernières décennies, ce qui est en partie dû à l'association des graisses du lait (qui se composent pour plus de la moitié d'acides gras saturés) avec l'obésité et les maladies cardiovasculaires (MCV). Selon le type de produit, le lait et les produits laitiers contiennent plus ou moins de graisses et d'acides gras saturés. Le lait écrémé ne contient pratiquement pas de graisse (0,1 g de matière de grasse par 100 ml), le lait demi-écrémé contient 1,6 g de matière de grasse par 100 ml, dont 1 g d'acides gras saturés, et le lait entier contient 3,5 g de matière de grasse par 100 ml, dont 2,2 g d'acides gras saturés.

Sur base d'études épidémiologiques, il s'avère néanmoins ne pas y avoir de relation consistante entre une consommation plus élevée de produits laitiers et les MCV (Astrup *et al.*, 2011). Certains acides gras saturés du lait auraient d'ailleurs un effet neutre, voire même positif, sur la santé publique. L'acide butyrique (4:0), par exemple, est un modulateur de gènes et jouerait également un rôle dans la prévention du cancer. L'acide caprylique et l'acide caprique (8:0 et 10:0) auraient des propriétés antivirales, et l'acide caprylique ralentirait la croissance des tumeurs. L'acide laurique (12:0) aurait également des propriétés antivirales et antibactériennes, et aiderait à prévenir la plaque dentaire et les caries (Ebringer *et al.*, 2008; Haug *et al.*, 2007).

Outre des acides gras saturés, les graisses du lait contiennent un riche éventail d'acides gras insaturés et de composants fonctionnels importants (sphingolipides, acides gras essentiels), et il est un milieu important pour certains nutriments, parmi lesquels des vitamines solubles dans la graisse (German and Dillard, 2006). Le lait entier contient environ 8 g/l d'acide oléique (18:1c9) et contribue (pour une consommation de lait et de produits laitiers correspondant à la quantité journalière recommandée) de manière substantielle à l'apport de cet acide gras mono-insaturé ou acide gras ω -9, auquel sont liés des effets favorables sur la santé, tels qu'une diminution du risque de MCV et de cancer (Ebringer *et al.*, 2008; Haug *et al.*, 2007). Les principaux acides gras polyinsaturés présents dans le lait sont l'acide linoléique (18:2 ω -6, 1,2 g/l lait entier) et l'acide α -linoléique (18:3 ω -3, 0,75 g/l lait entier) (Haug *et al.*, 2007). De plus, le lait constitue l'une des principales sources d'acide linoléique conjugué (CLA), associé à des allégations de santé en matière de contrôle de poids, de MCV et de prévention du cancer (Ebringer *et al.*, 2008; Haug *et al.*, 2007; Mattila-Sandholm and Saarela, 2003). Environ 1% des graisses du lait sont des phospholipides et glycosphingolipides. Ces lipides, riches en acides gras polyinsaturés, sont associés à de nombreux processus biologiques, tels que la fixation des cations, la communication intercellulaire, la régulation de la différenciation cellulaire et de la prolifération cellulaire, la réaction immunitaire, la signalisation transmembranaire, et ont un rôle de récepteur pour certaines hormones et certains facteurs de croissance (Haug *et al.*, 2007).

La pasteurisation HTST et le traitement UHT ne modifieraient pas les propriétés fonctionnelles et nutritionnelles des graisses du lait. Les changements observés au niveau de la teneur en CLA pendant un traitement thermique HTST, mais également lors du traitement UHT, s'avèrent, par exemple, être beaucoup moins pertinents en comparaison avec les

⁷ Les peptides bioactifs du lait auraient notamment des propriétés d'hypotension, antioxydantes, opioïdes, anticarcinogènes, immunomodulatrices, antithrombotiques et fixeraient les minéraux. Les protéines de lait constituent la source principale de biopeptides actifs (Ebringer *et al.*, 2008; Haug *et al.*, 2007; Korhonen *et al.*, 1998; Schanbacher *et al.*, 1997).

variations liées au fourrage de la teneur en CLA du lait (Mattila-Sandholm and Saarela, 2003).

On peut supposer que la pasteurisation et le traitement UHT n'ont, de manière générale, pas d'effet néfaste sur la qualité nutritionnelle et la digestibilité des protéines et graisses de lait. En outre, le lait serait même plus digeste après un traitement thermique et une homogénéisation (en raison de la réduction des globules graisseux) (Michalski, 2007; Lacroix *et al.*, 2006; Kaufmann, 1984; Pfeil, 1984; Farrell and Douglas, 1983; Douglas *et al.*, 1981).

- *Enzymes*

Le lait contient plusieurs enzymes, dont la fonction biologique ou l'effet potentiellement bénéfique sont en grande partie inconnus. L'activité des enzymes est influencée par la température (la plupart sont inactivées dès les conditions de pasteurisation), le pH, la conductivité thermique, ainsi que par la disponibilité des substrats, activateurs et inhibiteurs. Les enzymes du lait ne contribuent pratiquement pas à la digestion du lait, et la plupart des enzymes présentes dans le lait cru sont en grande partie détruites dans le système digestif par la pepsine et le pH acide. La xanthine oxyd(oréduct)ase (XO/XOR, EC 1.13.22; 1.1.1.204), une enzyme présente dans la membrane des globules graisseux du lait qui catalyse l'oxydation de l'hypoxanthine en acide urique via la xanthine, voit ainsi son activité réduite de 36% lorsque le lait est incubé avec une quantité égale de suc digestif, et on estime que seulement 0,00008% de la XO est absorbée dans le tube digestif (Ho and Clifford, 1976). Certains prétendent que l'homogénéisation du lait empêche la métabolisation de la XO dans le système digestif, la XO pouvant dès lors pénétrer dans la circulation sanguine, où elle contribuerait au développement d'artériosclérose (la théorie dite de déplétion/XO des plasmologues). Cette théorie a cependant été rejetée sur base de différents arguments scientifiques (Clifford *et al.*, 1983; European Parliament, 2001 and 2002; Michalski and Januel, 2006).

Dans la littérature « grise », certains prétendent que la phosphatase alcaline (EC 3.1.3.1), une enzyme du lait qui est inactivée lors de conditions de pasteurisation, serait importante pour l'absorption de certains minéraux dont le calcium (Fassa, 2010). Toutefois, aucune étude scientifique confirmant cette théorie n'a été trouvée.

Bien que la plupart des enzymes soient inactivées dès les conditions de pasteurisation, l'argument selon lequel le traitement thermique détruit les enzymes utiles peut être réfuté. L'effet bénéfique de la plupart des enzymes du lait n'est en effet pas connu et ces enzymes sont probablement inactivées en grande partie dans le tube digestif.

- *Sucres du lait*

Le lactose est le principal glucide du lait. Il possède des propriétés nutritionnelles intéressantes, parmi lesquelles un indice glycémique relativement faible, des propriétés prébiotiques et favorise l'assimilation du calcium et du magnésium. Le lactose libre est une source d'énergie importante pour les nourrissons (Schaafsma, 2008). Les conditions ordinaires de pasteurisation n'ont pas d'effet significatif sur la teneur en lactose; le lait cru et le lait pasteurisé contiennent des quantités similaires de lactose.

À des températures plus élevées, le lactose peut, via la réaction de Maillard, réagir avec les protéines du lait ou s'isomériser en lactulose via la transformation Lobry de Bruyn - Alberda van Ekenstein (LA) (Berg and van Boekel, 1994; Berg, 1993; Olano and Martinez-Castro, 1989). Le lactulose stimulerait la croissance et/ou l'activité des bactéries probiotiques telles que *Bifidobacterium* et *Lactobacillus*. Une série d'aliments fonctionnels contenant du lactulose comme ingrédient actif ont été développés (Ebringer *et al.*, 2008; O'Brien, 1995). Peu d'essais cliniques randomisés mettent en avant l'effet bénéfique du lactulose, mais des expériences menées sur des animaux mettent en avant des effets anti-inflammatoires en cas de maladies inflammatoires ou immunitaires de l'intestin, telles que la maladie de Crohn ou la colite ulcéreuse (Ebringer *et al.*, 2008). Le lactulose est en plus connu pour son effet laxatif. Une dose d'environ 2 g de lactulose par jour serait pour cela nécessaire (O'Brien, 1995), ce qui correspond à une consommation d'environ 12,5 l de lait pasteurisé, 2,6 l de lait UHT et

0,8 l de lait stérilisé. Le lait cru et le lait pasteurisé ne contiennent quasiment pas de lactulose (sans prendre en considération la conservation).

- *Allergie au lait*

Le principal composant allergène du lait est la β -lactoglobuline, mais l' α -lactalbumine, la sérulalbumine, la lactoferrine et la caséine peuvent également entraîner une réaction allergique. Ces composants sont tous présents dans le lait cru. La manière la plus efficace de réduire l'allergénicité du lait est d'éliminer les composants allergènes. Un traitement thermique ou une homogénéisation peut augmenter l'allergie au lait (formation ou exposition d'épitopes), mais peut également la réduire (destruction ou masquage d'épitopes), en fonction de l'épitope ou du composant du lait auquel la personne est allergique (Michalski, 2007; Ehn *et al.*, 2004; Svenning *et al.*, 2000). Cependant, il est suggéré que la pasteurisation puisse contribuer à l'étape de sensibilisation initiale (mais seules les protéines solubles provoqueraient une réaction anaphylactique) (Roth-Walter *et al.*, 2008) et que certains produits de la réaction de Maillard seraient susceptibles d'augmenter les réactions allergiques au lait chez les personnes sensibles (Kilshaw *et al.*, 1982). On peut néanmoins affirmer de manière générale que l'apparition d'une allergie au lait est indépendante du fait que le lait ait subi ou non un traitement thermique (une homogénéisation).

- *Intolérance au lactose*

L'intolérance au lactose est une incapacité à digérer le lactose en raison d'une quantité insuffisante d'une enzyme, la lactase (β -galactosidase).⁸ Les produits laitiers fermentés (p.ex. le yaourt, le fromage fermenté) sont relativement bien tolérés par les personnes intolérantes au lactose car le lactose est hydrolysé ("prédigéré") par la lactase microbienne présente (Schaafsma, 2008). De manière similaire, les partisans du lait cru affirment que le traitement thermique détruit la lactase ou les bactéries probiotiques qui peuvent hydrolyser le lactose dans le lait cru. Le lait, qu'il soit cru ou qu'il ait subi un traitement thermique (et /ou une homogénéisation), contient du lactose et pas de lactase (Panesar *et al.*, 2010; FDA, 2005). La quantité de bactéries probiotiques et leur production de lactase dans le lait cru est très limitée si le lait est conservé à température de réfrigération.

- *Diabètes*

Il n'existe que peu d'études qui examinent l'effet de la consommation de lait (cru ou non), d'un traitement thermique ou d'une homogénéisation du lait sur le développement des diabètes. En outre, les résultats disponibles sont controversés (Astrup *et al.*, 2011; Gille, 2009; Michalski, 2007; Michalski and Januel, 2006; Wasmuth and Kolb, 2000). La β -casomorphine 7, qui se forme à partir de la A1- β -caséine durant la conservation ou la transformation, jouerait un rôle dans le développement de diabètes de type I, de l'autisme et des maladies cardiaques. Néanmoins, sur base d'une étude de la littérature, l'EFSA a conclu qu'un lien causal ne pouvait être étayé (EFSA, 2009).

- *Ostéoporose & arthrite*

Il n'existe pas d'indications scientifiques quant à un lien éventuel entre la consommation de lait traité thermiquement et l'ostéoporose (décalcification osseuse) ou l'arthrite (inflammation des articulations) (FDA, 2005). L'ingestion de calcium, important pour la formation osseuse, est influencée entre autres par la présence de vitamine D, par la concentration en calcium sous forme de sel soluble et par les phosphopeptides de la caséine de lait (CSS, 2009; Guéguen and Pointillart, 2000). Comme déjà mentionné ci-avant, le traitement thermique du

⁸ L'intolérance au lactose peut être congénitale, mais également être une conséquence de l'atrophie des villosités recouvrant l'intestin grêle, telle qu'elle peut survenir en cas de maladie coeliaque ou d'allergie au lait avec symptômes gastro-intestinaux. Dans ce dernier cas, un traitement est possible avec reprise de l'activité de la lactase. Il arrive également que l'intolérance au lactose soit une conséquence secondaire d'une gastro-entérite, elle est alors de nature passagère.

lait ne semble pas influencer de manière importante ni la teneur en calcium ni la biodisponibilité de celui-ci.

- *Propriétés organoleptiques*

Le profil organoleptique du lait cru diffère de celui du lait traité thermiquement. Il existe cependant différents mécanismes et sources à différents endroits de la chaîne de production de lait (de la fourche à la fourchette) qui déterminent le profil organoleptique du lait: de nature chimique (p.ex. arôme de cuisson ou de soufre en raison de la formation de composés SH au départ des protéines), de nature enzymatique (p.ex. rancissement à cause de l'activité de la lipase endogène ou microbienne), ou de nature microbiologique (p.ex. acidification par *Streptococcus* et *Lactobacillus*) (McSweeney and Fox, 2009; Clark *et al.*, 2008; Contarini *et al.*, 1997; Adhikari and Singhal, 1991; Bassette *et al.*, 1986). Certains de ces 'défauts' organoleptiques sont évités ou réduits par le traitement thermique (p.ex. suite à une réduction microbienne, une inactivité enzymatique), tandis que d'autres sont, à l'inverse, induits par le traitement thermique. Le lait ayant subi une faible pasteurisation n'a presque pas d'arôme lié au traitement thermique, tandis que le lait ayant subi une forte pasteurisation peut avoir un goût de "cuit", principalement à cause de la formation de H₂S. Ce goût de "cuit" est essentiellement présent juste après le traitement et diminue au fil de la conservation (Clark *et al.*, 2008). Bien que l'homogénéisation rende le lait plus sensible au rancissement en raison d'une activité accrue de la lipoprotéine lipase, cette enzyme est inactivée lorsque le lait est chauffé, ce qui a généralement lieu juste avant ou juste après le processus d'homogénéisation.

Cependant, la perception organoleptique est déterminée dans une large mesure par la teneur en graisse du lait (cf. lait écrémé versus lait entier). La teneur en graisse du lait commercialisé (entier) est standardisée et généralement plus faible que la teneur en graisse du lait de bovins frais (3,5% par rapport à ~ 4% ; Règlement (CE) N° 2597/97⁹). Des techniques de procédés (p.ex. ESL et ISI, mais également UHT) et des matériaux d'emballage relativement nouveaux ont été développés et le sont encore afin de minimiser les défauts gustatifs indésirables et de produire un lait sûr d'un point de vue microbien, tout en conservant un goût similaire au lait frais.

4. Conclusions

Dans cet avis, les risques et les bénéfices de la consommation de lait cru et de l'effet d'un traitement thermique sur ces risques et bénéfices ont été évalués qualitativement sur base des données de la littérature et l'opinion d'experts.

La consommation de lait cru comporte un danger pour la santé car il peut être contaminé avec des bactéries pathogènes. La consommation de lait cru serait limitée en Belgique bien qu'il soit difficile de disposer de chiffres fiables. Toujours est-il qu'il y a une vente de lait cru dans les fermes et aussi une vente croissante via des distributeurs automatiques pour la vente directe aux consommateurs. Il est important que ces distributeurs soient bien gérés et que des informations suffisantes concernant le risque de la consommation du lait cru soient fournies au consommateur. Des enfants peuvent occasionnellement boire du lait cru p.ex. lors d'une visite à la ferme. Des données historiques montrent que la pasteurisation du lait a conduit à une amélioration de la santé publique et des données plus récentes sur la consommation occasionnelle de lait cru indiquent un danger d'infections qui pourraient être évitées par un traitement thermique. Le traitement thermique est jusqu'à présent le moyen le plus utilisé et le plus efficace pour augmenter la sécurité microbiologique du lait, sans modifier substantiellement sa valeur nutritionnelle ni réduire les autres bénéfices associés à la consommation de lait cru. Le consommateur peut facilement obtenir le même effet en faisant bouillir le lait. Dans cet avis, les arguments pour ne pas chauffer le lait ont été réfutés. Le seul désavantage pertinent du traitement thermique est le changement du profil

⁹URL Règlement (CE) N° 2597/97: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1997R2597:19990101:EN:PDF>

organoleptique du lait. Le traitement UHT, qui est le procédé le plus communément appliqué en Belgique, est le meilleur moyen d'obtenir un lait commercialement stérile avec une valeur nutritionnelle comparable avec le lait cru.

Pour le Comité scientifique,
Président

Prof. Dr. Ir. André Huyghebaert.
Bruxelles, le 04/11/2011

Références

- Adhikari A. and Singhal O. Changes in the flavour profile of indirectly heated UHT milk during storage: effect of Maillard browning and some factors affecting it. *Indian Journal of Dairy Science*, **1991**, 44, 442-448.
- Andersson I. and Öste R. Chapter 13: Nutritional quality of heat processed liquid milk. In: Heat-induced changes in milk, 2nd edition, ed. Fox P.F., FIL-IDF, **1995**, pp. 279-307.
- Astrup A., Dyerberg J., Elwood P., Hermansen K., Hu F.B., Jakobsen M.U., Kok F.J., Krauss R.M., Lecerf J.M., LeGrand P., Nestel P., Risérus U., Sanders T., Sinclair A., Stender S., Tholstrup T., and Willett W.C. Perspective: The role of reducing intakes of saturated fat in the prevention of cardiovascular disease: where does the evidence stand in 2010? *American Journal of Clinical Nutrition*, **2011**, 93, 684–8.
- Avis 13-2010 du Comité scientifique. Programme d'analyses de l'AFSCA : Réévaluation des valeurs attribuées aux dangers en matière de sécurité alimentaire, de production animale et de production végétale. URL FR : http://www.favv-afsca.fgov.be/comitescientifique/avis/ documents/AVIS13-2010_FR_DOSSIER2009-36A.pdf; URL NL: http://www.favv-afsca.fgov.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/ documents/ADVIES13-2010_NL_DOSSIER2009-36A.pdf
- Avis 09-2007 du Comité scientifique. Attestation médicale pour les personnes impliquées dans la production, le traitement, la transformation et la manipulation de denrées alimentaires (URL : http://www.favv-afsca.fgov.be/comitescientifique/avis/ documents/2007-05-15_AVIS092007_fr.pdf); Medisch attest voor personen die betrokken zijn bij de productie, de be- en verwerking en het hanteren van levensmiddelen (URL: http://www.favv-afsca.fgov.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/ documents/2007-05-15_ADVIES092007_nl.pdf)
- Avis 53-2006 du Comité scientifique. Evaluation scientifique du "Guide d'autocontrôle pour la production de produits laitiers fermiers". URL : http://www.favv-afsca.fgov.be/home/com-sci/doc/avis06/AVIS53-2006_FR_DOSSIER2006-42_001.pdf; "Autocontrolegids voor de productie van hoevezuivelproducten". URL: http://www.afscsa.be/home/com-sci/doc/avis06/ADVIES53-2006_NL_DOSSIER2006-42.pdf
- Avis 47-2006 du Comité scientifique. Evaluation scientifique des annexes du guide « Système d'autocontrôle produits laitiers ». URL : http://www.favv-afscsa.fgov.be/home/com-sci/doc/avis06/AVIS47-2006_FR_DOSSIER2006-39.pdf; "Autocontrolesysteem zuivel". URL: http://www.favv-afscsa.fgov.be/home/com-sci/doc/avis06/ADVIES47-2006_NL_DOSSIER2006-39.pdf
- Avis 40-2005 du Comité scientifique. Evaluation des valeurs attribuées à la gravité des effets néfastes liés à la présence de dangers relatifs à la sécurité alimentaire et/ou à la production animale et végétale. URL FR : http://www.favv-afscsa.fgov.be/home/com-sci/doc/avis05/AVIS_40-2005_FR_DOSSIER_2005-24.pdf; URL NL: http://www.favv-afscsa.fgov.be/home/com-sci/doc/avis05/ADVIES_40-2005_NL_DOSSIER_2005-24.pdf
- Amendement de l'avis 40-2005 du Comité scientifique. URL FR : http://www.favv-afscsa.fgov.be/home/com-sci/doc/avis05/AMENDEMENT_AVIS40-2005I_000.pdf; URL NL : http://www.favv-afscsa.fgov.be/home/com-sci/doc/avis05/AMENDEMENT_ADVIES40-2005_001.pdf
- Bachmann H.P. and Spahr U. The fate of potentially pathogenic bacteria in Swiss hard and semihard cheeses made from raw milk. *J. Dairy Sci.*, **1995**, 78, 476-83.
- Badr S., Karem A., Hussein H. and El-Hadedy D. Characterization of nisin produced by *Lactococcus lactis*. *Int. J. Agric. Biol.*, **2005**, 7(3), 499-503.
- Barnes M, Cullinan P, Athanasaki P, MacNeill S, Hole AM, Harris J, Kalogeraki S, Chatzinikolaou M, Drakonakis N, Bibaki-Liakou V, Newman Taylor AJ, Bibakis I. Crete: does farming explain urban and rural differences in atopy? *Clin Exp Allergy*, **2001**, 31, 1822-8.
- Barrett NJ. Communicable disease associated with milk and dairy products in England and Wales: 1983-1984. *J Infect.* **1986**, 12, 265-72.
- Bassette R., Fung D. and Mantha V. Off-flavors in milk. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **1986**, 24, 1-52.
- Belitz H.-D. and Grosch W. *Food chemistry*. Springer-Verlag, Berlin, Germany. **1987**
- Berg H. and van Boekel M. Degradation of lactose during heating of milk. I. Reaction pathways. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, **1994**, 48, 157-175.
- Berg H. Reactions of lactose during heat treatment of milk: a quantitative study. Ph.D.Thesis **1993**, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
- Beumer RR, Cruysen JJ, Birtantie IR. The occurrence of *Campylobacter jejuni* in raw cows' milk. *J Appl Bacteriol.* **1988**, 65, 93-6.
- Blaser MJ, Sazie E, Williams LP Jr. The influence of immunity on raw milk--associated *Campylobacter* infection. *JAMA.*, **1987**, 257, 43-6.
- Blaser MJ, Duncan DJ, Osterholm MT, Istre GR, Wang WL. Serologic study of two clusters of infection due to *Campylobacter jejuni*. *J Infect Dis.*, **1983**, 147, 820-3.
- Braun-Fahrländer C. and von Mutius E. Can farm milk consumption prevent allergic diseases? *Clinical & Experimental Allergy*, **2011**, 41, 29–35.

- Clark S., Costello M., Drake M. and Bodyfelt F.W. The sensory evaluation of dairy products. 2nd edition. Springer Science + Business Media, Inc., NY, US., **2008**, pp. 573.
- Clifford A.J., Ho C.Y. and Swenerton H. Homogenized bovine milk xanthine oxidase: a critique of the hypothesis relating to plasmalogen depletion and cardiovascular disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, **1983**, 38, 327-332.
- Coia, J. E., Johnston Y., Steers N. J., and Hanson M. F. A survey of the prevalence of *Escherichia coli* O157 in raw meats, raw cow's milk and raw-milk cheeses in south-east Scotland. *Int. J. Food Microbiol.*, **2001**, 66, 63–9.
- Colombo S., Pacciarini M.L. and Fusi P. Isolation of a new phenotypic variant of *E coli* O157:H7 from food. *Vet Rec.*, **1998**, 142, 144-5.
- Contarini G., Povoletto M., Leardi R. and Toppino P. Influence of heat treatment on the volatile compounds of milk. *Journal of Agricultural Chemistry*, **1997**, 45, 3171-3177.
- CSS Conseil Supérieur de la Santé. Recommandations nutritionnelles pour la Belgique (Révision 2009) HGR/CSS 8309, Brussels, Belgium, **2009**, pp. 114. URL: http://www.health.belgium.be/internet2Prd/groups/public/@public/@shc/documents/ie2divers/18014679_fr.pdf
- D'Aoust J.-Y. Manufacture of dairy products from unpasteurized milk: a safety assessment. *J. Food Prot.*, **1989**, 52, 906-14.
- De Buyser M.-L., Dufour B., Maire M., and Lafarge V. Implication of milk and milk products in food-borne diseases in France and in different industrialized countries. *International Journal of food Microbiology*, **2001**, 67, 1-17.
- de Louvois J. and Rampling A. One fifth of samples of unpasteurised milk are contaminated with bacteria. *BMJ.*, **1998**, 316, 625.
- De Reu K., Verstraete K. and Heyndrickx M. Prevalence of STEC in raw milk, raw milk cheeses and other dairy products made from raw milk. *IDF Bulletin*, Chapter 5, **2010**.
- De Reu K., Herman L. and Heyndrickx M. Monitoring van vertoxine producerende *Escherichia coli* (VTEC) in rauwe hoefemelk. Voorstel werkgroep zuivel 2009, Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek, 6 maart **2009**.
- De Reu K., Grijspeerdt K. and Herman L. A Belgian survey of hygiene indicator bacteria and pathogenic bacteria in raw milk and direct marketing of raw milk farm products. *J. Food Safety*, **2004**, 24, 17-36.
- Desmasures N, Bazin F, Guéguen M. Microbiological composition of raw milk from selected farms in the Camembert region of Normandy. *J Appl Microbiol.*, **1997**, 83, 53-8.
- Dewettinck K., Rombout R., Thienpont N., Trung e T., Messens K. and Van Camp J. Nutritional and technological aspects of milk fat globule membrane material. *Int. Dairy J.*, **2008**, 18, 436-457.
- Domínguez Rodríguez L., Fernández Garayzabal J.F., Vazquez Boland J.A., Rodríguez Ferri E. and Suarez Fernández G. Isolation of micro-organisms of the species *Listeria* from raw milk intended for human consumption. *Can. J. Microbiol.*, **1985**, 31, 938-41.
- Douglas F., Greenberg R. and Farrell H.M. Effects of ultra-high-temperature pasteurization on milk proteins. *J. Agric. Food Chem.*, **1981**, 29, 11-15.
- Ebringer L., Ferenčik M. and Krajčovič J. Beneficial health effects of milk and fermented dairy products – Review. *Folia Microbiol.*, **2008**, 53 (5), 378–394.
- EFSA – European Food Safety Authority. Trends and Sources of Zoonoses and Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in the European Union in 2008. Community Summary report, April **2010**. URL: <http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/1496.pdf>
- EFSA – European Food Safety Authority. Review of the potential health impact of β -casomorphins and related peptides 1. Report of the DATEX Working Group on β -casomorphins (Question N° EFSA-Q-2008-379). Issued on 29 January 2009. EFSA Scientific Report, **2009**, 231, 1-107. URL: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/231r.pdf>
- Ehn B.M., Ekstrand B., Bengtsson U. and Ahlstedt S. Modification of IgE binding during heat processing of the cow's milk allergen beta-lactoglobulin. *J. Agric. Food Chem.*, **2004**, 52(5), 1398-1403.
- European Parliament. Written question E-0864/02. Subject: Possible harmful effects of Xanthine Oxidase in Milk. *Off. J. EC*, 45, 29 August **2002**, p.227. URL: <http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:C:2002:205E:SOM:EN:HTML>
- European Parliament. Written question E-2907/00. Subject: Homogenised milk. *Off. J. EC*, 44, 8 May **2001**, p.127. URL: <http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:C:2001:136E:SOM:EN:HTML>
- Farrell H. and Douglas F. Effects of ultra-high-temperature pasteurization on the functional and nutritional properties of milk proteins. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*, **1983**, 35(3), 345-356.
- Fassa P. Pasteurized milk: Beware of the deadly issues, Part I. *NaturalNews.com*, published May 17, **2010**. URL: http://www.naturalnews.com/z028799_pasteurized_milk_raw.html
- FDA – Food and Drug Administration. Presentation: “On the safety of raw milk (with a word about pasteurization)”, Leonard C. & Sheehan J., November 3, **2005**, presented to 2005 NCIMS. URL: <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/Product-SpecificInformation/MilkSafety/ConsumerInformationAboutMilkSafety/ucm165105.htm>
- Fenlon D.R., Stewart T. and Donachie W. The incidence, numbers and types of *Listeria monocytogenes* isolated from farm bulk tank milks. *Letts. Appl. Microbiol.*, **1995**, 20, 57-60.

- Fenlon D.R. and Wilson J. The incidence of *Listeria monocytogenes* in raw milk from farm bulk tanks in north-east Scotland. *J. Appl. Bacteriol.*, **1989**, 66, 191-6.
- Forssén K., Jägerstad M., Wigertz K. and Witthöft C. Foliates and dairy products: a critical update. *Journal of the American College of Nutrition*, **2000**, 19(2), 100S-110S.
- Galbraith NS, Forbes P, Clifford C. Communicable disease associated with milk and dairy products in England and Wales 1951-80. *Br Med J*, **1982**, 284, 1761-5.
- German J.B. and Dillard C.J. Composition, structure and absorption of milk lipids: A source of energy, fat-soluble nutrients and bioactive molecules. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **2006**, 46(1), 57-92.
- Gille, D. Die Homogenisierung der Milch - eine Gesundheitsgefährdung? (Potential health risk from homogenization of milk?) *Lebensmittelindustrie und Milchwirtschaft*, **2009**, 130(19), 20-22.
- Gillespie IA, Adak GK, O'Brien SJ, Bolton FJ. Milkborne general outbreaks of infectious intestinal disease, England and Wales, 1992-2000. *Epidemiol Infect.* **2003**, 130, 461-8.
- Greenwood MH, Roberts D, Burden P. The occurrence of *Listeria* species in milk and dairy products: a national survey in England and Wales. *Int J Food Microbiol.* **1991**, 12, 197-206.
- Griffiths M.W. (Ed.). *Improving the safety and quality of milk. Volume 1: Milk production and processing.* Woodhead Publishing Limited, University of Guelph, Canada, **2010**, pp. 520.
- Guéguen L. and Pointillart A. The bioavailability of dietary calcium. *Journal of the American College of Nutrition*, **2000**, 19(2), 119S-136S.
- Hahn G., Walte H.-G., Coenen C. and Teufel P. Direct marketing of raw milk: findings and risk consideration. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*, **1999**, 51, 105-15.
- Harvey J. and Gilmour A. Occurrence of *Listeria* species in raw milk and dairy products produced in Northern Ireland. *J. Appl. Bacteriol.*, **1992**, 72, 119-25.
- Haug A., Høstmark A. and Harstad O. Bovine milk in human nutrition – a review. *Lipids in Health and Disease*, **2007**, 6(25).
- Heuvelink A.E., Bleumink B., van den Biggelaar F.L., Te Giffel M.C., Beumer R.R. and de Boer E. Occurrence and survival of verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 in raw cow's milk in The Netherlands. *J Food Prot.*, **1998**, 61, 1597-601
- Ho C.Y. and Clifford A.J. Digestion and absorption of bovine milk xanthine oxidase and its role as an aldehyde oxidase. *Journal of Nutrition*, **1976**, 106(11), 1600-1609.
- Humphrey T.J. and Hart R.J. *Campylobacter* and *Salmonella* contamination of unpasteurized cows' milk on sale to the public. *J Appl Bacteriol.* **1988**, 65, 463-7.
- Ishibashi N, Yamazaki S. Probiotics and safety. *Am J Clin Nutr.* **2001**, 73, 2 Suppl, 465S-470S.
- Jouve J.L. and Lahelle C. Incidence des *Listeria* dans les denrées alimentaires. Proceedings on the international conference *Listeria and food safety*, ASEPT editeur, rue des Docteurs Calmette et Guérin, 53020 Laval cedex France, June, Laval (France), pp.89-104, **1991**
- Kaufmann W. Zum Einfluss unterschiedlicher technologischer Behandlung von Milch auf die Verdauungsvorgänge im Magen. VI. Messungen von Aminosäure- und Harnstoffgehalten im Blut; Schlussfolgerungen zur ernährungsphysiologischen Bewertung. (Influence of different technological treatments of milk on digestion in the stomach. VI. Estimation of amino acids and urea in blood; conclusions regarding nutritional evaluation). *Milchwissenschaft*, **1984**, 39, 281-284.
- Kilshaw P., Heppell L. and Ford E. Effects of heat treatment of cow's milk and whey on the nutritional quality and antigenic properties. *Arch. Dis. Child.*, **1982**, 57, 842-847.
- Korhonen H., Marnila P. and Gill H.S. Milk immunoglobulins and complement factors. *British Journal of Nutrition*, **2000**, 84(Suppl. 1), S75-S80.
- Korhonen H., Pihlanto-Leppälä A., Rantamäki P. and Tupasela T. Impact of processing on bioactive proteins and peptides. *Trends in Food Science & Technology*, **1998**, 9, 307-319.
- Lacroix M., Léonil J., Bos C., Henry G., Airinei G., Fauquant J., Tomé D. and Gaudichon C. Heat markers and quality indexes of industrially heat-treated [15N] milk protein measured in rats. *J. Agric. Food Chem.*, **2006**, 54, 1508-1517.
- Lewis M.J. & Deeth H.C. Chapter 7: Heat treatment of milk. In: *Milk Processing and Quality Management*. Tamime A.Y. (Ed.), Blackwell Publishing Ltd., West Sussex, UK, **2009**, 168-204.
- Li T., Tao J., Hong F. Study on the inhibition effect of nisin. *The Journal of American Science*, **2005**, 1(2), 33-37.
- Li-Chan E., Kummer A., Losso J.N., Kitts D.D. and Nakai S. Stability of bovine immunoglobulins to thermal treatment and processing. *Food Research International*, **1995**, 28(1), 9-16.
- Lee M.B. and Middleton D. Enteric illness in Ontario, Canada, from 1997 to 2001. *J. Food Prot.*, **2003**, 66, 953-61.
- Marinez B., Bravo D. and Rodriguez A. Consequences of the development of nisin-resistant *Listeria monocytogenes* in fermented dairy products. *J. Food Prot.*, **2005**, 68, 2383-2388.
- Massa S., Goffredo E., Altieri C. and Natola K. Fate of *Escherichia coli* O157:H7 in unpasteurized milk stored at 8 degrees C. *Lett. Appl. Microbiol.*, **1999**, 28, 89-92.
- Mattila-Sandholm T. and Saarela M. (Eds.). *Functional Dairy Products (Volume 1)*. CRC Press, New York, US, **2003**, pp. 416.
- Meyer-Broseta S., Diot A., Bastian S., Rivière J. and Cerf O. Estimation of low bacterial concentration: *Listeria monocytogenes* in raw milk. *Int. J. Food Microbiol.*, **2003**, 80, 1-15.

- McKee, R., Madden R. H. and Gilmour A. Occurrence of verocytotoxin-producing *Escherichia coli* in dairy and meat processing environments. *J. Food Prot.*, **2003**, 66, 1576–80.
- McSweeney P.L.H. and Fox P.F. (Eds.). *Advanced Dairy Chemistry. Volume 3: Lactose, water, salts and minor constituents.* 3rd edition. Springer-Verlag, New York, US, **2009**, pp. 806.
- Mechie, S. C., Chapman P. A., and Siddons C. A. A fifteenmonth study of *Escherichia coli* O157:H7 in a dairy herds. *Epidemiol. Infect.*, **1997**, 118:17–25.
- Messelhäuser U., Beck H., Gallien P., Schalchl B. and Busch U. Presense of shiga toxin-producing *Escherichia coli* and thermophilic *Campylobacter* spp. in cattle, food and water sources on Alpine pastures in Bavaria. *Archiv. für Lebensmittelhygiene*, **2008**, 59, 103-6.
- Michalski M.-C. On the supposed influence of milk homogenization on the risk of CVD, diabetes and allergy. *British Journal of Nutrition*, **2007**, 97, 598–610.
- Michalski M.-C. and Januel C. Does homogenization affect the human health properties of cow's milk? *Trends in Food Science & Technology*, **2006**, 17, 423–437.
- Murphy M., Buckley J.F., Whyte P., O'Mahony M., Anderson W., Wall P.G. and Fanning S. Surveillance of dairy production holdings supplying raw milk to the farmhouse cheese sector foe *Escherichia coli* O157, O26 and O111. *Zoonoses and Public Health*, **2007**, 54, 358-65.
- O'Brien J. Chapter 7: Heat-induced changes in lactose: isomerization, degradation, Maillard browning. In: *Heat-induced changes in milk*, 2nd edition, ed. Fox, P.F., International Dairy Federation (FIL-IDF), Brussels, Belgium, **1995**, pp. 134-170.
- Olano A. and Martinez-Castro I. Modification & interactions of lactose. *Bulletin of the International Dairy Federation*, **1989**, 238, 35-44.
- Oliver SP, Boor KJ, Murphy SC, Murinda SE. Food safety hazards associated with consumption of raw milk. *Foodborne Pathog Dis.* **2009**, 6, 793-806.
- Oliver SP, Jayarao BM, Almeida RA. Foodborne pathogens in milk and the dairy farm environment: food safety and public health implications. *Foodborne Pathog Dis.* **2005**, 2, 115-29.
- Oosterom J., Engels G.B., Peters R. and Pot R. *campylobacter jejuni* on cattle and raw milk in The Netherlands. *J. Food Prot.*, **1982**, 45, 1212-3.
- Özkalp B., Özden B., Tuncer Y., Sanlibaba P. and Akçelik M. Technological characterization of wild-type *Lactococcus lactis* strains isolated from raw milk and traditional fermented milk products in Turkey. *Lait*, **2007**, 87(6), 521-543.
- Panesar P.S, Kumari S. and Panesar R. Potential Applications of Immobilized β -Galactosidase in Food Processing Industries. *Enzyme Res.*, **2010**, art. ID 473137, pp. 16.
- Paulsson M.A., Svensson U., Kishore A.R. and Naidu A.S. Thermal behavior of bovine lactoferrin in water and its relation to bacterial interaction and antibacterial activity. *Journal of Dairy Science*, **1993**, 76(12), 3711-3720.
- Perkin MR and Strachan DP. Which aspects of the farming lifestyle explain the inverse association with childhood allergy? *J Allergy Clin Immunol.*, **2006**, 117, 1374-81.
- Pfeil R. Zum Einfluss unterschiedlicher technologischer Behandlung von Milch auf die Verdauungsvorgänge im Magen. III. Proteolyse im Magen. (Influence of different technological treatments of milk on digestion in the stomach. III. Proteolysis in the stomach). *Milchwissenschaft*, **1984**, 39, 267–270.
- Raynaud S., Boscher P., Picant P., Mathieu B., Degand C., Poutreil B., Heuchel V., Chatelin Y.-M. and vernozy-Rozand C. Prévalence, origine, circulation et persistance des *Escherichia coli* producteurs de shiga-toxines (STEC) dans les élevages bovins français. *Bulletin épidémiologique n°21*, **2006**.
- Rea MC, Cogan TM, Tobin S. Incidence of pathogenic bacteria in raw milk in Ireland. *J Appl Bacteriol.*, **1992**, 73, 331-6.
- Ribbens S., de Bleeker K., De Meulemeester L., Stoops S., Mijten E., Laureyns J., de Kruif A. and Dewulf J. The seroprevalence of Q-fever, *Neospora*, *Leptospira* and *Salmonella* in dairy cattle in Northern Belgium. **2011**, in progress.
- Riedler J, Braun-Fahrlander C, Eder W, Schreuer M, Waser M, Maisch S, Carr D, Schierl R, Nowak D, von Mutius E; ALEX Study Team. Exposure to farming in early life and development of asthma and allergy: a cross-sectional survey. *Lancet*, **2001**, 358, 1129-33.
- Rodler M. and Körbler W. Examination of *Listeria monocytogenes* in milk products. *Acta. Microbiol. Hung.*, **1989**, 36, 259-61.
- Roth-Walter F., Berin M. C., Arnaboldi P., Escalante C. R., Dahan S., Rauch J., Jensen-Jarolim E. and Mayer L. Pasteurization of milk proteins promotes allergic sensitization by enhancing uptake through Peyer's patches. *Allergy*, **2008**, 63(7), 882–890.
- Sanaa M. Epidemiologie de la contamination du lait à la ferme par *Listeria monocytogenes*. Thèse de doctorat de l'Université Paris XI, **1993**.
- Schaafsma G. Review: Lactose and lactose derivatives as bioactive ingredients in human nutrition. *International Dairy Journal*, **2008**, 18, 458-465.
- Schaafsma G. Effects of heat treatment on the nutritional value of milk. *Bulletin of the International Dairy Federation*, **1989**, 238, 68-70.
- Schanbacher F.L., Talhouk R.S. and Murray F.A. Biology and origin of bioactive peptides in milk. *Livestock Production Science*, **1997**, 50(1-2), 105-123.

- Schouten J.M., Graat E.A., Frankena K., van de Giessen A.W., van der Zwaluw W.K. and de Jong M.C.. A longitudinal study of *Escherichia coli* O157 in cattle of a Dutch dairy farm and in the farm environment. *Vet. Microbiol.*, **2005**, 107, 193-204.
- Shwimmer A, Freed M, Blum S, Khatib N, Weissblit L, Friedman S, Elad D. Mastitis caused by *Yersinia pseudotuberculosis* in Israeli dairy cattle and public health implications. *Zoonoses Public Health*. **2007**, 54, 353-7.
- Solomakos N., Govaris A., Angelidis A.S., Pournaras S., Burriel A.R., Kritas S.K. and Papageorgiou D.K. Occurrence, virulence genes and antibiotic resistance of *Escherichia coli* O157 isolated from raw bovine, caprine and ovine milk in Greece. *Food Microbiol.* **2009**, 26, 865-71.
- Souci S.W., Fachmann W. and Kraut H. *Food Composition and Nutrition Tables*, 7th Edition ed. Souci S.W., Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, Germany, **2008**, pp. 1364.
- Steijns J.M. and van Hooijdonk A.C.M. Occurrence, structure, biochemical properties and technological characteristics of lactoferrin. *British Journal of Nutrition*, **2000**, 84(Suppl. 1), S11-S17.
- Stephan R. and Bühler K. Prévalence de *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp. et *Listeria monocytogenes* dans des échantillons de lait de tank de stockage du Nord-Est de la Suisse. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, **2002**, 53, 62-5.
- Stephan R. and Bühler K. A survey of the prevalence of *Escherichia coli* O157 and other Shigatoxin-producing *Escherichia coli* in bulk-tank milk samples from north-east Switzerland. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, **2001**, 52, 122-3.
- Svenning C., Brynhildsvold J., Molland T., Langsrud T. and Vegarud G. Antigenic response of whey proteins and genetic variants of β -lactoglobulin - the effect of proteolysis and processing. *Int. Dairy J.*, **2000**, 10, 699-711.
- Tambekhar D. and Bhutada S. Studies on antimicrobial activity and characteristics of bacteriocins produced by *Lactobacillus* strains isolated from milk of domestic animals. *The Internet Journal of Microbiology*, **2010**, 8(12) URL: http://www.ispub.com/journal/the_internet_journal_of_microbiology.html
- Touch V. & Deeth H.C. Chapter 3: Microbiology of raw and market milks. In: *Milk Processing and Quality Management*. Tamime A.Y. (Ed.), Blackwell Publishing Ltd., West Sussex, UK, **2009**, 48-71.
- van Hooijdonk A.C.M., Kussendrager K.D. and Steijns J.M. *In vivo* antimicrobial and antiviral activity of components in bovine milk and colostrum involved in non-specific defence. *British Journal of Nutrition*, **2000**, 84(1), S127-S134.
- Vereta LA, Skorobrekha VZ, Nikolaeva SP, Aleksandrov VI, Tolstonogova VI, Zakharycheva TA, Red'ko AP, Lev MI, Savel'eva NA. The transmission of the tick-borne encephalitis virus via cow's milk. *Med Parazitol (Mosk)*., **1991**, 54-6.
- Vernozy-Rozand and Servane. Bilan des connaissances relatives aux *Escherichia coli* producteurs de Shiga-toxines. AFSSA report, **2003**. URL: <http://lesrapports.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/054000089/0000.pdf>
- Villani F., Aponte M., Blaiotta G., Mauriello G., Pepe O. and Moschetti G. Detection and characterization of a bacteriocin, garviecin L1-5, produced by *Lactococcus garvieae* isolated from raw cow's milk. *Journal of Applied Microbiology*, **2001**, 90, 430-439.
- Vogt RL, Donnelly C, Gellin B, Bibb W, Swaminathan B. Linking environmental and human strains of *Listeria monocytogenes* with isoenzyme and ribosomal RNA typing. *Eur J Epidemiol.*, **1990**, 6, 229-30.
- Waak E., Tham W. and Danielsson-Tham M.L. Prevalence and fingerprinting of *Listeria monocytogenes* strains isolated from raw whole milk in farm bulk tanks and in dairy plant receiving tanks. *Appl. Environ. Microbiol.*, **2002**, 68, 3366-70.
- Walstra P. and Jeness R. (Eds.). *Dairy chemistry and physics*. John Wiley & Sons, N.Y., U.S.A. **1984**, pp. 467.
- Waser M, Michels KB, Bieli C, Flöistrup H, Pershagen G, von Mutius E, Ege M, Riedler J, Schram-Bijkerk D, Brunekreef B, van Hage M, Lauener R, Braun-Fahrlander C; PARSIFAL Study team. Inverse association of farm milk consumption with asthma and allergy in rural and suburban populations across Europe. *Clin Exp Allergy*, **2007**, 37, 661-70.
- Wasmuth H.E. and Kolb H. Cow's milk and immune-mediated diabetes. *Proceedings of the Nutrition Society*, **2000**, 59, 573-579.
- Weeks C.E. and King R.L. Bioavailability of calcium in heat-processed milk. *Journal of Food Science*, **1985**, 50, 1101-1105.
- Wickens K., Lane J.M., Fitzharris P., Siebers R., Riley G., Douwes J., Smith T. and Crane J. Farm residence and exposures and the risk of allergic diseases in New Zealand children. *Allergy*, **2002**, 57, 1171-9.
- Williamson S., Finucane E., Ellis H. and Gamsu H.R. Effect of heat treatment of human milk on absorption of nitrogen, fat, sodium, calcium, and phosphorus by preterm infants. *Archives of Disease in Childhood*, **1978**, 53, 555-563.
- Zucht H.D., Raida M., Adermann K., Mägert H.J. and Forssmann W.G. Casocidin-I: a casein-alpha s2 derived peptide exhibits antibacterial activity. *FEBS Lett.*, **1995**, 372(2-3), 185-8.
- Zurera-Cosano G., Moreno-Rojas R. and Amaro-Lopez M. Effect of processing on contents and relationships of mineral elements of milk. *Food Chemistry*, **1994**, 51, 75-78.

Membres du Comité scientifique

Le Comité scientifique est composé des membres suivants:

D. Berkvens, C. Bragard, E. Daeseleire, L. De Zutter, P. Delahaut, K. Dewettinck, J. Dewulf, K. Dierick, L. Herman, A. Huyghebaert, H. Imberechts, G. Maghuin-Rogister, L. Pussemier, K. Raes*, C. Saegerman, M.-L. Scippo*, B. Schiffers, W. Stevens*, E. Thiry, M. Uyttendaele, T. van den Berg, C. Van Peteghem.

* = experts invités

Remerciements

Le Comité scientifique remercie le Direction d'encadrement pour l'évaluation des risques et les membres du groupe de travail pour la préparation du projet d'avis. Le groupe de travail était composé de:

Membres du Comité scientifique	L. Herman (rapporteur), A. Huyghebaert, L. De Zutter, H. Imberechts, K. Dierick, K. Dewettinck
Experts externes	G. Daube (ULg), J. De Block (ILVO), P. Thiange (ARSIA), Y. Vandenplas (UZ)

Le Comité scientifique remercie également W. Stevens (UA-) et I. Coene (NICE) pour leur assistance scientifique dans la réalisation de cet avis, et E. Daeseleire et M. Uyttendaele pour le peer review de l'avis.

Cadre juridique de l'avis

Loi du 4 février 2000 relative à la création de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire, notamment l'article 8 ;

Arrêté royal du 19 mai 2000 relatif à la composition et au fonctionnement du Comité scientifique institué auprès de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire;

Règlement d'ordre intérieur visé à l'article 3 de l'arrêté royal du 19 mai 2000 relatif à la composition et au fonctionnement du Comité scientifique institué auprès de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire, approuvé par le Ministre le 9 juin 2011.

Disclaimer

Le Comité scientifique conserve à tout moment le droit de modifier cet avis si de nouvelles informations et données arrivent à sa disposition après la publication de cette version.