

Technologies du lait prêt à la consommation

Aperçu

2ème édition (mise à jour avec la nouvelle technologie ESL)

Nr. 82 | 2010

Auteur

W. Strahm, P. Eberhard
Station de recherche
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP
Schwarzenburgstrasse 161
CH-3003 Bern
walter.strahm@alp.admin.ch

Impressum

Editeur:
Station de recherche
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP
www.agroscope.ch

Rédaction:
Station de recherche
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP

Mise en page:
RMG Design, Fribourg

Impression:
Tanner Druck AG,
Langnau im Emmental

Copyright:
Reproduction autorisée sous condi-
tion d'indication de la source et de
l'envoi d'une épreuve à l'éditeur.

ISSN 1661-0814/ 11.10.2010

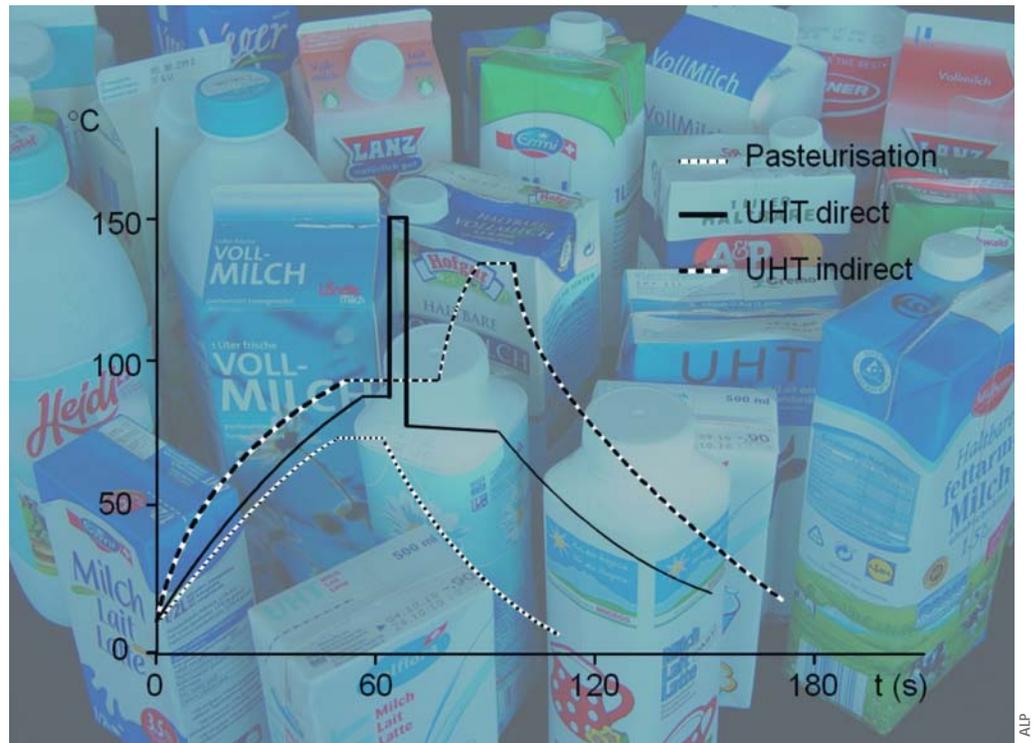


Figure 1: Profils de température des types de traitement thermique les plus fréquemment utilisés dans la production de lait prêt à la consommation



Table des matières

1	Introduction	3
2	Histoire et importance du lait.....	4
3	Aperçu sur les technologies du lait prêt a la consommation	5
3.1	Introduction	5
3.2	Contrôle du lait cru à la réception	7
3.3	Prétraitement et entreposage du lait cru	7
3.4	Epuration mécanique:	7
3.5	Bactofugation:	7
3.6	Thermisation:	7
3.7	Ecrémage / standardisation de la matière grasse du lait	8
3.8	Définition «lait prêt a la consommation»	9
3.9	L'homogenéisation	9
3.10	Les traitements par la chaleur	10
3.11	La pasteurisation au moyen d'un pasteurisateur à charges (petite entreprise)	11
3.12	Pasteurisation en continu au moyen d'un échangeur de chaleur	12
3.13	Le lait esl et ses technologies	14
3.14	La pasteurisation haute (lait ESL)	15
3.15	La microfiltration (lait ESL)	16
3.16	La filtration en profondeur (lait ESL)	19
3.17	Elimination des germes au moyen de séparateurs/ bactofugeuses (lait ESL)	20
3.18	Conservabilité du lait ESL	22
3.19	Procédé UHT indirect	23
3.20	Procédé UHT direct	24
3.21	La stérilisation	27
3.22	Procédés alternatifs	27
4	Modifications des teneurs provoquées par les divers procédés	28
4.1	Pertes de vitamines	28
4.2	Indicateurs de la charge thermique	28
5	Lait prêt a la consommation d'autres espèces de mammifères	30
6	Composition et teneurs du lait prêt a la consommation	31
7	Annexe: législation suisse	32
7.1	Législation suisse concernant les types de lait	32
7.2	Législation suisse concernant les exigences en matière de teneurs du lait prêt a la consommation	32
7.3	Législation suisse concernant les exigences d'hygiène	33
7.4	Etiquetage du lait prêt à la consommation	34
8	Littérature	35

1. Introduction

Le présent document donne un aperçu sur les technologies les plus souvent utilisées dans la production de lait prêt à la consommation.

2ème édition 2010

Il ne se veut pas exhaustif et sera si nécessaire complété ultérieurement.

Walter Strahm et Pius Eberhard
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP

2. Histoire et importance du lait

Il y a encore 150 ans, aucune installation n'existait pour approvisionner la population urbaine en lait. On allait chercher celui-ci à la ferme et on le ramenait encore tiède. Souvent, les citadins possédaient leurs propres vaches laitières. Il n'y avait aucune installation technique pour garantir la qualité du lait, en particulier sa fraîcheur. Le contrôle du lait se limitait à un examen sensoriel par le consommateur.

Avec l'extension des villes et l'apparition de centres de consommation de plus en plus étendus, il devint toujours plus difficile d'approvisionner les consommateurs avec suffisamment de lait de bonne qualité. L'éloignement entre consommateurs et producteurs de lait augmenta toujours plus. Or, plus la distance était importante, plus les problèmes de qualité étaient fréquents. Souvent, en hiver, c'est-à-dire pendant les mois de faible production, les consommateurs ne recevaient même pas suffisamment de lait. En Suisse, les premières centrales laitières en milieu urbain, qui organisaient la collecte de lait et son traitement adéquat, doivent leur création à des initiatives de l'économie privée. L'un des plus anciens établissements de ce type était la laiterie Galliker à Lucerne (fondée en 1862). D'autres établissements suivirent à Bâle et dans d'autres villes. La vente au détail du lait était la tâche des détaillants (commerçants de lait). Ils prenaient en charge le lait des centrales laitières et le vendaient aux consommateurs dans la meilleure qualité possible. Les «détaillants en lait» formaient une association professionnelle indépendante qui possédait quelques connaissances scientifiques en matière d'hygiène et de prescriptions légales relatives aux denrées alimentaires.

Les associations de producteurs obtinrent une sorte de monopole pendant la première guerre mondiale déjà (parfois fondé sur des actes législatifs édictés par les autorités) pour garantir l'approvisionnement de la population en lait de consommation. Ainsi, l'approvisionnement actuel en lait de consommation en Suisse repose sur une structure bien organisée et bien projetée à l'intérieur des organisations de l'industrie laitière.

Mode de distribution:

- En Suisse, le lait prêt à la consommation était vendu aux consommateurs surtout en vrac, et ce jusqu'après la première guerre mondiale. Puis, la vente en bouteilles se répandit dans les centres urbains.
- Aux alentours de 1890, en Amérique du Nord, on commercialisa pour la première fois du lait frais en bouteilles. En Suisse, cette idée ne fut tout d'abord pas prise au sérieux. Ce n'est que plus tard que les centrales laitières reprurent l'idée et l'appliquèrent dans les villes.
- Le lait pasteurisé n'a obtenu ses lettres de noblesse en Suisse qu'après la seconde guerre mondiale et ce sont les villes qui les lui donnèrent.
- Le procédé de chauffage UHT a été mis au point en 1951 et a permis pour la première fois de produire un lait exempt de germes avec un procédé en continu.
- Ce n'est que grâce à la possibilité d'un remplissage aseptique avec des installations de remplissage adéquates que la technologie UHT pour la production de lait de consommation se développa très rapidement.
- Au début de son introduction sur le marché, le lait UHT était distribué surtout par les grossistes. La possibilité de l'entreposer à température ambiante en a fait un produit toujours plus apprécié au cours des années qui suivirent.
- Le terme de «lait ESL» a été pour la première fois l'objet de discussions étendues au niveau international aux alentours de l'année 2000. En Suisse, certains établissements de transformation du lait traitaient leur lait de livraison avant la pasteurisation au moyen de la bactofugation et parvenaient ainsi à prolonger la conservabilité d'environ 2 jours. Dès l'année 2007, les laiteries industrielles ont introduit en Suisse la pasteurisation haute et la microfiltration. Par un remplissage partiellement ou totalement aseptique, on est parvenu à atteindre pour la première fois une conservabilité de 20 à 30 jours.

3. Aperçu sur les technologies du lait prêt à la consommation

3.1 Introduction

Pour produire un lait prêt à la consommation de qualité irréprochable, il est indispensable que le lait cru soit de première qualité. Il ne devrait pas avoir plus de 48 h au moment du premier traitement thermique (Eberhard et Gallmann 1988). Le nombre de germes ne doit en aucun cas dépasser 300'000 ufc/ml; dans le cas contraire, on ne peut pas exclure des altérations du goût dues à l'action d'enzymes bactériennes (Kessler 1987). Cette exigence est aussi prescrite par l'Ordonnance sur l'hygiène (OHyg, art. 48, al. 3). Pour la production et la longue conservation du lait pasteurisé ou du lait ESL (ESL = extended shelf life), il est également indispensable que le lait cru soit de qualité irréprochable et provienne uniquement de vaches saines.

Facteurs	Exigences
<i>pH</i>	> 6,5
<i>Degré d'acidité</i>	<i>max. 7,5 °SH</i>
<i>Réductase</i>	<i>Au moins 4 h temps de réduction</i>
<i>Nombre total de germes</i>	<i>≤ 300'000 KbE/ml ≤ 100'000 GKZ/ml avant le 2ème traitement thermique</i>
<i>Nombre de cellules</i>	<i>≤ 350'000 SCC/ml</i>
<i>Goût et apparence</i>	<i>Pur, naturel</i>
<i>Pas d'ajout d'eau</i>	<i>Point de congélation ≤ -0.520</i>
<i>Teneur en MG</i>	<i>Au moins 36 g/kg</i>

Tableau 1: Exigences de base pour la matière première servant à la production de lait prêt à la consommation de qualité irréprochable

Exigences hygiéniques légales pour le lait utilisé dans les établissements de transformation laitière

Ordonnance du DFI sur l'hygiène (OHyg)
du 23 novembre 2005 (état au 1er mai 2009)

Art. 48 Etablissements de transformation laitière

- 1 Le lait cru doit, à son arrivée dans l'établissement de transformation, être rapidement refroidi à une température ne dépassant pas 6 °C et conservé à cette température jusqu'à sa transformation.
- 2 Le lait peut être conservé à une température plus élevée:
 - a. si la transformation commence immédiatement après la traite ou dans les 4 heures qui suivent l'arrivée du lait dans l'établissement de transformation; ou
 - b. si des raisons technologiques l'imposent et que la sécurité des denrées alimentaires reste garantie en tout temps.
- 3 Les établissements qui fabriquent des produits laitiers doivent mettre en œuvre des procédés appropriés pour garantir que les valeurs de tolérance suivantes sont respectées immédiatement avant le traitement thermique:
 - a. pour le lait cru: teneur en germes inférieure à 300'000 par ml à 30 °C;
 - b. pour le lait traité par la chaleur et utilisé pour la fabrication de produits laitiers: teneur en germes inférieure à 100'000 par ml à 30 °C;
 - c. pour la crème: teneur en germes inférieure à 300'000 par ml à 30 °C.
- 4 Les valeurs visées à l'al. 3 doivent être vérifiées selon les méthodes de référence du Manuel suisse des denrées alimentaires.

3.2 Contrôle du lait cru à la réception

Pour produire un lait de consommation de qualité irréprochable, avec le goût désiré, une belle apparence et une longue conservabilité, le lait cru doit être contrôlé lors de sa réception selon les critères suivants:

- Examen sensoriel (odeur, goût, apparence)
- Température
- Point de congélation (mouillage)
- Substances inhibitrices (résidus d'antibiotiques)
- Degré d'acidité
- Réductase
- Détermination des teneurs, en particulier de la teneur en MG
- Dénombrement des cellules
- Détermination du nombre de germes

3.3 Prétraitement et entreposage du lait cru

Si le lait cru est entreposé avant d'être transformé, il faut le refroidir jusqu'à < 6°C et l'entreposer à cette température.

3.4 Epuration mécanique

Avant sa transformation, le lait doit être clarifié mécaniquement. Cette étape s'effectue le plus souvent déjà lors de la réception du lait.

Une clarification intensive peut être effectuée par:

- un filtre
- un cyclone
- des séparateurs/bactofugeuses

3.5 Bactofugation

La bactofugation est une forme particulière de la séparation lors de laquelle des microorganismes spécifiques (principalement des spores) sont séparés du lait par force centrifuge puis anéantis thermiquement.

Procédé: le lait clarifié est tout d'abord chauffé dans un échangeur de chaleur à plaques jusqu'à une température de 60 à 75 °C, puis il passe dans le bactofugateur. Le bactofugat séparé est ensuite chauffé au moyen d'un injecteur de vapeur à 130 - 140 °C pendant 3 à 4 secondes. Ce type de traitement thermique suffit pour supprimer efficacement toutes les spores. Le bactofugat stérilisé est refroidi dans l'échangeur de chaleur à plaques pour ensuite être réintroduit dans le lait bactofugé ou utilisé pour une autre application.

Une bactofugation du lait cru peut améliorer la conservabilité du produit traité et est souvent appliquée dans les grands établissements de transformation laitière.

3.6 Thermisation

La thermisation est généralement effectuée à une température située entre 57 et 68 °C avec une durée de chambre de 30 s au maximum. Celle-ci tue tous les microorganismes thermosensibles.

La thermisation est souvent utilisée pour améliorer l'aptitude à la conservation avant la transformation. Le lait thermisé ne doit pas être commercialisé comme lait prêt à la consommation. La thermisation ne remplace en aucun cas la pasteurisation!

3.7 Ecrémage / Standardisation de la matière grasse du lait

La teneur en matière grasse et en protéines du lait sont soumises parfois à des fluctuations considérables, en particulier la matière grasse qui enregistre les fluctuations les plus élevées.

Si autrefois on écrémait le lait par crémage naturel (en laissant reposer le lait), aujourd'hui, on procède à un écrémage mécanique par centrifugation.

L'écémage est une séparation mécanique de la crème et du lait écrémé par des forces centrifuges. L'écémage est un procédé d'une grande importance économique, étant donné que l'efficacité de la séparation de la graisse en dépend.

La différence de densité entre la graisse du lait ($\sim 0,93 \text{ g/cm}^3$) et le lait écrémé ($\sim 1,035 \text{ g/cm}^3$) est proportionnellement importante, ce qui permet de séparer au moyen d'une écémuse le lait en lait écrémé et en crème.

Facteurs qui peuvent influencer négativement la qualité de l'écémage (sélectivité) du lait:

- Fortes secousses lors du transport, récipients de transport insuffisamment remplis
- Pompages répétés, surtout dans le cas du lait congelé
- Introduction d'air dans le lait
- Brassage trop intensif pendant le refroidissement dans la cuve du lait à la ferme
- Séparation répétée et remélange de la crème avec le lait écémé

Toutes ces influences peuvent réduire (endommager) les globules gras de telle sorte qu'ils ne sont plus récupérables. De plus, les membranes des globules gras peuvent être détruites et de la graisse libre peut se former qui ne peut plus être séparée lors de l'écémage et qui passe dans le lait écémé, ce qui favorise certains processus lipolytiques (rancidité et autres défauts de goût).

La température optimale d'écémage se situe entre 50 et 60 °C; l'échangeur de chaleur est conçu de manière à respecter les températures d'écémage.

Des teneurs en matière grasse sont prescrites pour tous les produits laitiers contenant de la matière grasse et les limites de tolérance doivent être rigoureusement respectées.

La standardisation de la matière grasse consiste à ajuster la teneur en matière grasse du lait à un certain pourcentage. Celle-ci peut être effectuée de deux façons:

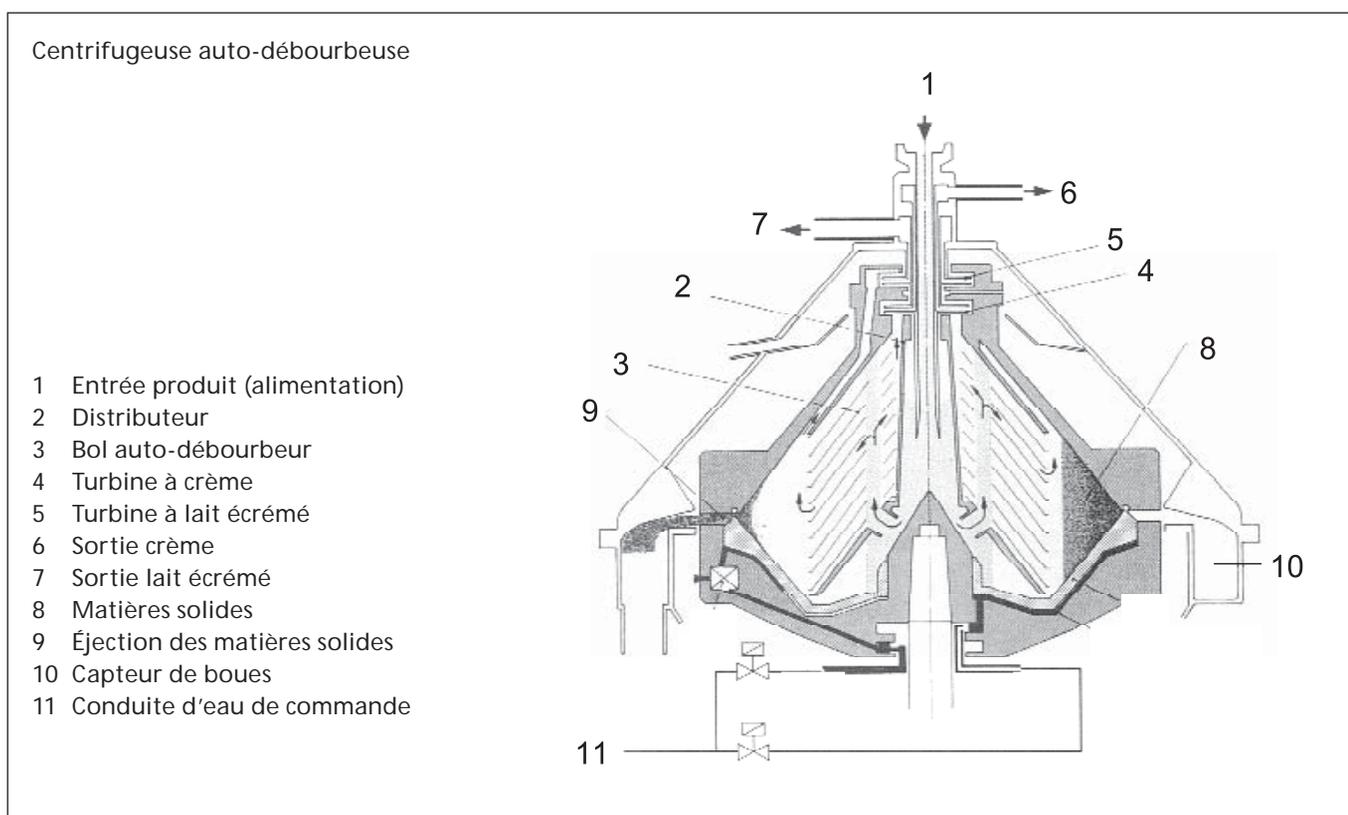


Figure 3: Centrifugeuse auto-débourbeuse

- par le mélange de lait entier et de lait écrémé dans une citerne/récepteur
- avec une installation de standardisation (installation de mélange en continu)

3.8 Définition «Lait prêt à la consommation»

Ordonnance du DFI

sur les denrées alimentaires d'origine animale
du 23 novembre 2005 (état au 1er janvier 2009)

Section 1 Définitions et principes

Art. 26

3 Le lait est réputé prêt à la consommation s'il a été soumis à un traitement au sens de l'art. 49 de l'ordonnance du DFI du 23 novembre 2005 sur l'hygiène.

La pasteurisation est le processus de chauffage minimal (au moins 72 °C, 15 secondes) pour le lait réputé prêt à la consommation ou une combinaison température/durée avec une efficacité adéquate qui entraîne un test négatif de la phosphatase.

L'objectif principal du traitement thermique est de tuer par la chaleur tous les agents pathogènes éventuellement présents dans le lait afin d'éviter une mise en danger de la santé des consommateurs.

3.9 L'homogénéisation

L'homogénéisation sert principalement dans l'industrie laitière à réduire le diamètre des globules gras jusqu'à 0,5 - 1 µm. Vu que le nombre de globules gras augmente environ d'un millier de fois, la surface est 1000 fois plus grande qu'auparavant, ce qui empêche le crémage/la séparation des globules gras, car la force ascensionnelle et la force de gravité s'annulent (pratiquement).

Avantages de l'homogénéisation:

- Augmentation de la surface total des globules gras (empêche/retarde le crémage)
- Amélioration de la saveur et de la texture
- Augmente l'intensité de la couleur blanche du lait
- Meilleure digestibilité

Inconvénients de l'homogénéisation:

- Plus grande surface d'attaque pour les lipases microbiennes (défauts de goût, rancidité)
- Sensibilité accrue à la lumière (défauts de goût, oxydation)
- Plus grande surface d'attaque pour des contaminations microbiennes
- Réduction de la stabilité à la chaleur des protéines (c'est pourquoi dans le procédé UHT direct, on ne procède à l'homogénéisation qu'après le traitement thermique du lait)
- Dans le cas de la crème fouettée, les propriétés de fouettage peuvent être fortement réduites

Les homogénéisateurs les plus utilisés sont équipés d'une pompe à haute pression à 3 pistons et d'une tête d'homogénéisation à un ou deux stades dans lesquelles sont encastrées les buses d'homogénéisation.

La température d'homogénéisation optimale se situe entre 60 et 70 °C. La pression d'homogénéisation quant à elle se situe entre 100 et 250 bar.

Dans le cas du procédé UHT direct, l'homogénéisation n'est effectuée en général qu'après le traitement thermique du lait (downstream). Dans ce cas, l'homogénéisateur doit être construit de façon aseptique et nécessite des joints d'étanchéité spéciaux et des barrières de vapeur au niveau des pistons. Un homogénéisateur aseptique est cher à l'achat de même qu'à l'exploitation.

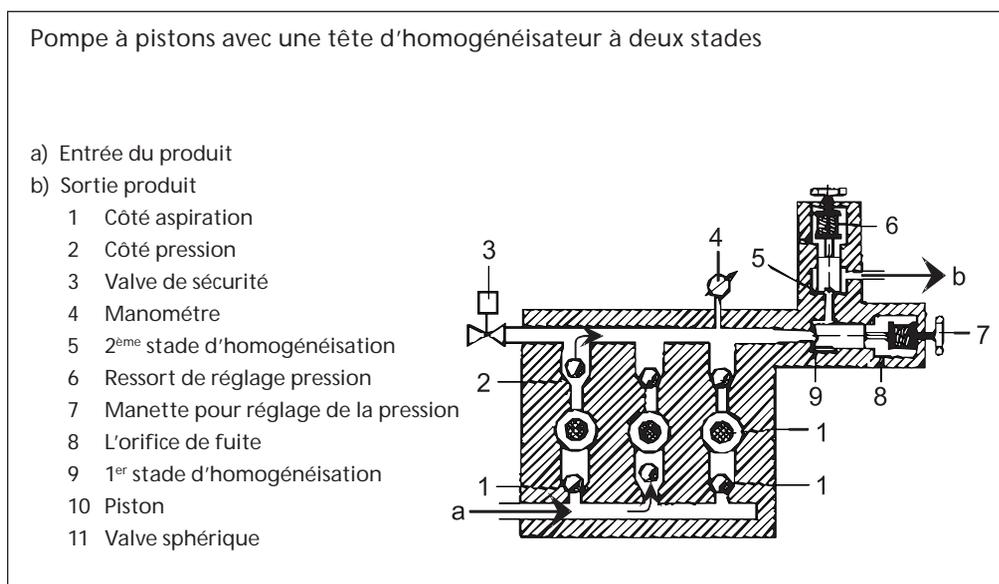


Figure 4: Pompe à pistons à trois niveaux avec tête d'homogénéisation à deux stades

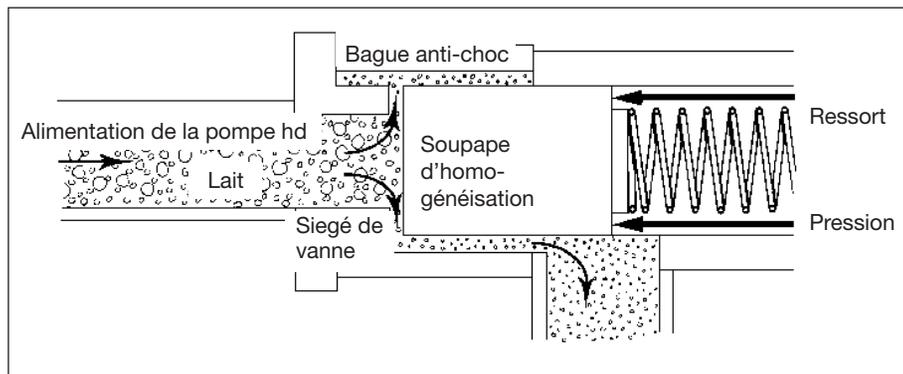


Figure 5: Schéma d'une tête d'homogénéisateur

3.10 Les traitements par la chaleur

Introduction

L'objectif principal des traitements par la chaleur consiste à tuer les agents pathogènes éventuellement présents dans le lait (microorganismes pathogènes).

Par exemple, avec une température de pasteurisation d'au moins 72 °C pendant 15 secondes ou une combinaison température/durée avec la même action, qui entraîne un test négatif de la phosphatase et un test positif de la peroxydase (pasteurisation), tous les agents pathogènes sont tués. Il s'agit là du type de traitement thermique minimal pour commercialiser le lait comme lait prêt à la consommation (exigences légales pour du lait prêt à la

consommation). Le test de la phosphatase sert à prouver que le chauffage a été suffisant. Si les températures appliquées sont supérieures à ~80 °C, l'enzyme peroxydase est inactivé (pasteurisation haute ou lait UHT). Si des températures et/ou des durées de chauffage encore plus élevées sont appliquées ou si le lait est en plus microfiltré, la conservabilité en est prolongée.

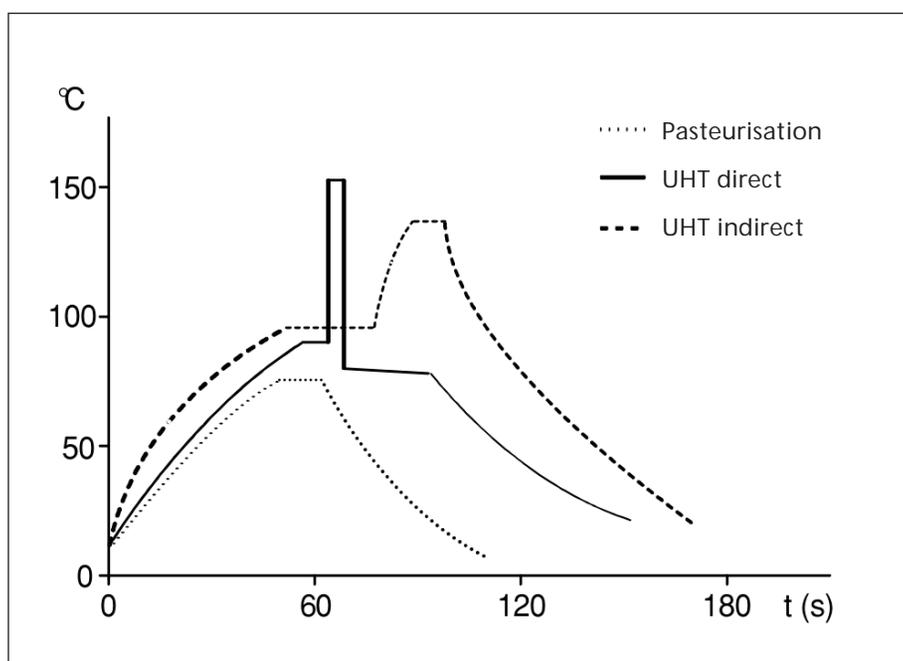


Figure 6: Profils de température des types de traitement thermique les plus fréquemment utilisés dans la production de lait prêt à la consommation

3.11 La pasteurisation au moyen d'un pasteurisateur à charges (petite entreprise)

Introduction

De nos jours, la production et la commercialisation régionales de lait pasteurisé sont fort répandues et sont une prestation des fromageries et des laiteries très appréciée par les consommateurs. La qualité du lait cru, les distances et les durées d'entreposage courtes sont des arguments importants pour ce type de transformation laitière de même que pour une fabrication irréprochable. En raison du temps de séjour - dû au système - plus long du lait dans un domaine de température supérieur à 70 °C, il y a un risque de forte charge thermique (goût de cuisson possible).

Paramètres de fabrication pour la pasteurisation du lait avec un pasteurisateur à charges

Des essais effectués par Agroscope Liebefeld-Posieux (ALP) ont montré que si les paramètres suivants sont respectés, on peut produire un lait pasteurisé de qualité irréprochable:

1. *Conditions générales*
Locaux de fabrication et de stockage adaptés et propres de même que personnel sensibilisé aux règles d'hygiène.
2. *Réception du lait*
Contrôle régulier de la qualité du lait.
3. *Entreposage du lait cru:*
Refroidissement et réfrigération du lait à < 6 °C avant
| a
pasteurisation
4. *Prétraitement du lait*
Clarification du lait cru au moyen de filtres
5. *Homogénéisation*
Une éventuelle homogénéisation doit avoir lieu à 60 - 65 °C. Dans le cas de températures d'homogénéisation plus basses, il y a un danger de rancidité (provoquée par des lipases). Pression d'homogénéisation: 100 – 140 bar

6. *Conditions de pasteurisation*

Une température de pasteurisation située entre 70 et 72 °C sans durée de chambrage est optimale. Un temps de passage normal dans un pasteurisateur à charges suffit à inactiver la phosphatase.

7. *Refroidissement*

Refroidissement immédiat une fois la température de pasteurisation atteinte.

8. *Température de remplissage et stockage*

si possible < 5 °C

9. *Risque de recontamination*

Pour écarter tout risque de recontamination, il faut éviter, dès le refroidissement et jusqu'à la fermeture de l'emballage, tout contact avec des matériaux non stérilisés et réduire l'exposition à l'air.

10. *Remplissage*

C'est lors du remplissage que les recontaminations se produisent le plus souvent. Un nettoyage et un entretien impeccables de l'installation de remplissage sont indispensables pour éviter une recontamination lors du remplissage.

11. *Nettoyage des installations et des appareils*

Lors du nettoyage alcalin usuel de l'ensemble des appareils, il y a lieu au moins une fois par semaine de procéder à un nettoyage acide.

12. *Stockage du lait pasteurisé*

Le stockage du lait pasteurisé à < 5 °C dans l'obscurité garantit une bonne conservation de celui-ci. Il faut éviter que les bouteilles de lait situées sur les rayons du local de réfrigération soient exposées à un éclairage direct.

Avantages du pasteurisateur à charges

- Prix d'achat avantageux
- Possibilité d'avoir de petites quantités par charge
- Utilisation polyvalente
- Aucune (ou très faible) perte de produits (lors de l'arrêt ou du redémarrage de l'installation)
- Entretien minimal
- Simplicité d'utilisation

Inconvénients du pasteurisateur à charges

- Pas de mode en continu (exige davantage de travail manuel)
- Pas de récupération de chaleur ou seulement de façon très limitée
- Récipients à moitié ouvert (hygiène)
- Transmission de chaleur lente
- Le produit peut brûler au contact de la paroi du récipient
- L'automatisation n'est souvent pas prévue
- Joints de l'agitateur non étanches qui peuvent entraîner une recontamination du produit
- Le refroidissement du produit pasteurisé en dessous de 6 °C dure très longtemps
- Le nettoyage en place (CIP) est souvent impossible dans le cas des pasteurisateurs à charges

3.12 Pasteurisation en continu au moyen d'un échangeur de chaleur de chaleur

Introduction

Les appareils les plus souvent utilisés pour la pasteurisation du lait sont les échangeurs de chaleur à plaques. Ceux-ci sont construits selon une structure modulaire, autrement dit toutes les sections nécessaires au processus de pasteurisation sont situées dans une même installation

sous forme de modules. Les différentes sections sont ordonnées de telle façon qu'à la zone la plus chaude succède la zone la plus froide, ce qui a des avantages du point de vue énergétique. Avec cette technologie, la récupération de chaleur s'élève à environ 85 %.

Technologie

Ci-après, déroulement usuel du processus de production du lait de consommation au moyen d'un échangeur de chaleur à plaques:

1. Citerne de lait cru
2. Pompe
3. Préchauffage dans l'échangeur de chaleur à plaques
4. Centrifugeur/séparateur pour la clarification du lait et la séparation en lait écrémé et en crème
5. Installation de standardisation pour l'ajustement de la teneur en matière grasse.
Par le mélange de lait écrémé et de crème/lait entier, on parvient, dans les petits établissements, à ajuster la teneur en matière grasse dans une citerne de mélange
6. Homogénéisateur pour réduire la taille des globules gras (100 – 150 bar)
7. Pasteurisation dans l'échangeur de chaleur à plaques à 72 – 76 °C
8. Chambrage au moins 15 secondes
9. Partie de l'échangeur de chaleur à plaques pour le refroidissement (réfrigérant = lait froid)
10. Partie de l'échangeur de chaleur à plaques (réfrigérant = eau du réseau)
11. Partie de l'échangeur de chaleur à plaques (réfrigérant = eau glacée)
12. Citerne d'entreposage pour le lait pasteurisé
13. Installation de remplissage

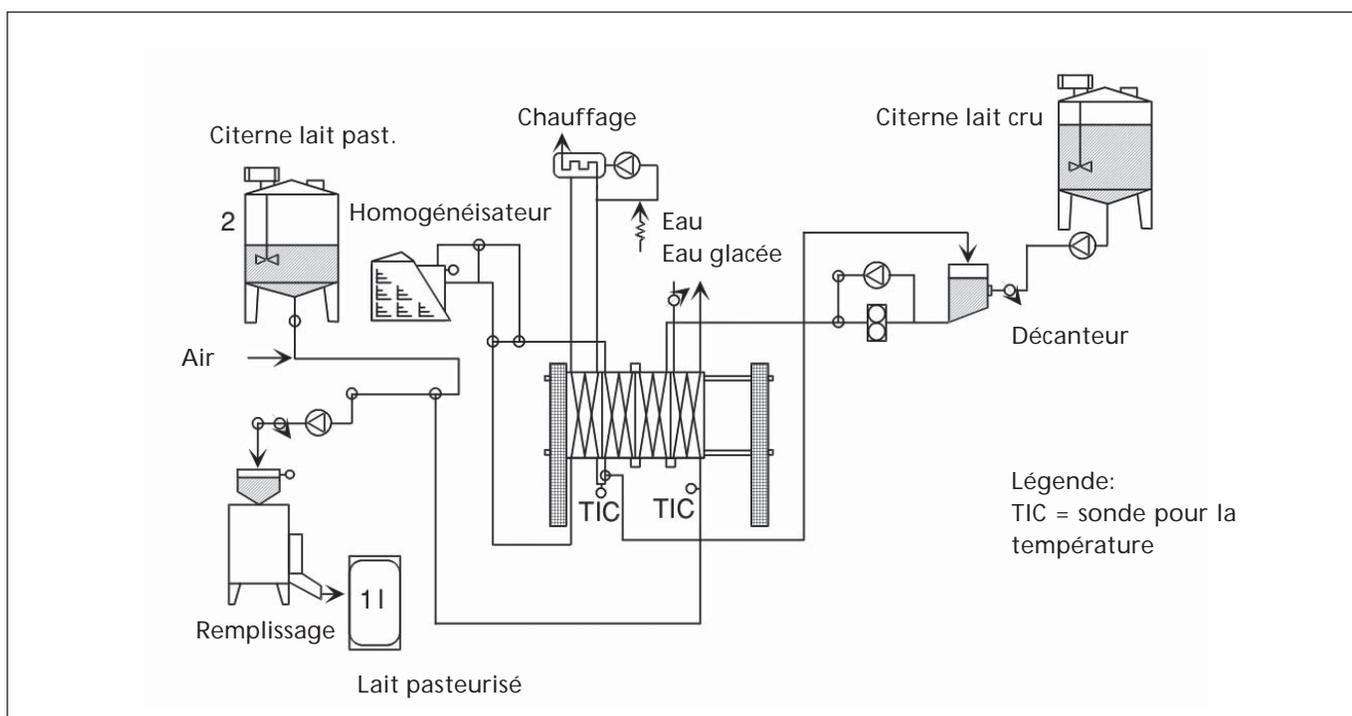


Figure 7: Ligne de production du lait pasteurisé

Exigences/description techniques d'un échangeur de chaleur à plaques

1. Régulateur de température automatique
2. Appareil de mesure et d'enregistrement de la température
3. Système de sécurité qui empêche un chauffage insuffisant
4. Dispositif de sécurité contre le mélange de lait chauffé avec du lait insuffisamment chauffé
5. Appareil d'enregistrement pour le dispositif de sécurité ou pour le dispositif de contrôle de l'efficacité de l'installation

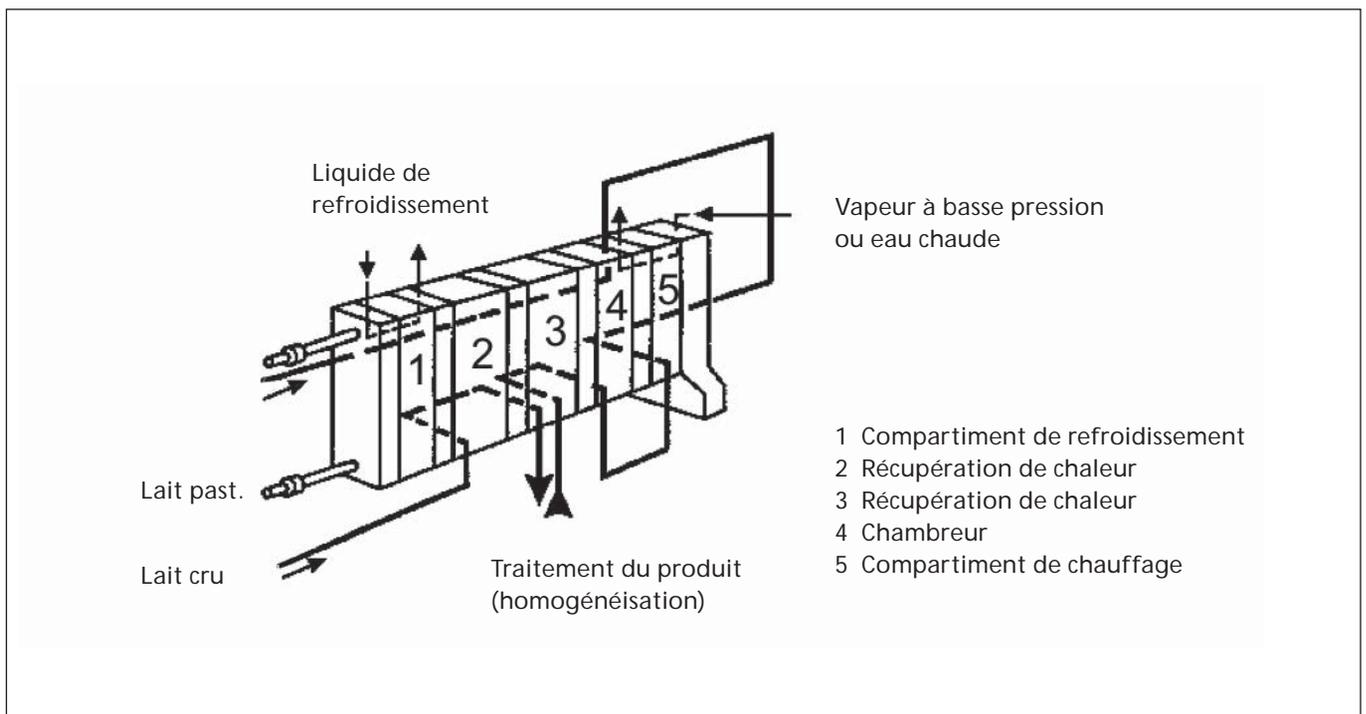


Figure 8: Echangeur de chaleur à plaques avec compartiments de récupération de chaleur

3.13 Le lait ESL et ses technologies

Introduction

Pour la production de lait ESL (ESL = extended shelf life), différents procédés sont utilisés. Les diverses technologies ont pour objectif de produire un «lait frais» conservable plus longtemps, bien que l'expression «frais» ne corresponde pas vraiment à la réalité et ne peut pas être utilisée de cette façon en Suisse. La législation ne réglemente pas encore totalement l'étiquetage d'un lait prêt à la consommation produit ainsi et l'étiquetage actuel de ces produits est quelque peu confus pour les consommateurs.

Or, le fait est que l'on trouve de plus en plus souvent de tels produits sur le marché tant en Suisse qu'à l'étranger et ceux-ci ont tendance à supplanter le lait pasteurisé traditionnel sur les rayons en raison de leur conservabilité beaucoup plus longue (jusqu'à 30 jours). Le lait ESL doit être réfrigéré (< 6 °C) comme le lait pasteurisé.

	Pasteurisateur (lait pasteurisé)	Chauffage direct (lait ESL)	Chauffage indirect (lait ESL)	Microfiltration ou filtration en profondeur (lait ESL)	Bactofugation/ Pasteurisation (lait ESL)
Température de chauffage	~ 74 °C	~ 127 °C	~ 125 °C	~ 74 °C	~ 74 °C
Durée de chambrage	~20 secondes	~3 secondes	~2 secondes	~20 secondes	~20 secondes
Teneur en β -lactoglobuline *	> 3'100 mg/L	> 1'600 mg/L	> 1'000 mg/L	~ 2'500 mg/L	~ 3'000 mg/L
Teneur en lactulose **	~ 10 mg/kg	~ 20 mg/kg	~ 30 mg/kg	~ 15 mg/kg	~ 10 mg/kg

* Dans le lait cru, la teneur en β -lactoglobuline est d'environ 3'600 mg/l

** Dans le lait cru, la teneur en lactulose est d'environ 10 mg/kg

-> Lors de la microfiltration ou de la filtration en profondeur, la crème est chauffée à 110 – 125 °C

Tableau 2: Les différents procédés et leurs effets sur la dénaturation des protéines sériques

3.14 La pasteurisation haute (lait ESL)

Introduction

La pasteurisation haute est utilisée pour produire des laits prêts à la consommation (ESL = extended shelf life) conservables plus longtemps. Lors de la pasteurisation haute, on utilise aussi bien le procédé direct que le procédé indirect. La température de chauffage s'élève selon l'installation à environ 127 °C (110 à 130 °C). Lors de la pasteurisation haute, l'enzyme peroxidase est inactivée et sert à contrôler la charge thermique d'un produit ayant été soumis à ce type de traitement. Selon l'Ordonnance sur l'hygiène, le lait soumis à une pasteurisation haute peut être chauffé à 135 °C au maximum. Le lait ESL n'est pas un produit stérile et doit donc être réfrigéré (< 6 °C).

Technologie du chauffage indirect du lait ESL

Le chauffage peut être effectué au moyen d'une installation UHT (cf. points 3.15 et 3.16) ou d'un pasteurisateur modifié. On connecte en plus au pasteurisateur modifié un pasteurisateur à tubes après le compartiment d'échange de chaleur pour atteindre la température de pasteurisation nécessaire. En plus de modules tubulaires et d'une chambre de dégazage, le pasteurisateur doit encore être étendu avec un circuit d'eau stérile.

L'installation de chauffage direct est nettement moins exigeante d'un point de vue technique et les coûts d'investissement de même que d'exploitation sont sensiblement plus bas que dans le cas d'une installation de chauffage direct. Avant la production, le module tubulaire doit être stérilisé en même temps que le pasteurisateur à environ 127 °C.

Dans une installation de chauffage indirect, le produit est un peu plus fortement chargé thermiquement (teneur en lactulose plus élevée et teneur en β -lactoglobuline plus basse) que dans une installation de chauffage direct. Du point de vue sensoriel, c'est le lait ESL produit de cette façon qui se distingue le plus des autres produits ESL.

Déroulement du processus de chauffage indirect du lait ESL:

1. Prise en charge du lait cru.
2. Clarification et standardisation du lait (ajustement de la teneur en MG).
3. Préstérilisation (au moins 30 minutes) par circulation d'eau chaude et réglage de la température en conditions aseptisées jusqu'à la température de production.
4. Le lait est pompé dans le pasteurisateur de l'échangeur de chaleur où il est chauffé à contre-courant jusqu'à environ 80 °C avec du produit déjà chauffé.
5. Ensuite, on procède à l'homogénéisation en deux étapes.
6. Dans le prochain échangeur de chaleur, on chauffe le produit à environ 100 °C.
7. Dans le compartiment de pasteurisation haute, le lait est chauffé à 110 - 125 °C et séjourne dans le chambreur pendant environ 2 secondes.
8. Après le compartiment de pasteurisation haute, le lait

se passe dans le prochain échangeur de chaleur où il est refroidi à environ 80 °C.

9. Ensuite, le lait est refroidi une nouvelle fois jusqu'à 2 - 5 °C.
10. Une citerne (stérile) sert à entreposer le lait avant le remplissage. Les conduites, les vannes, les citernes d'entreposage et l'installation de remplissage pour le lait traité doivent être construites de façon aseptique ou semi-aseptique.
11. Ensuite a lieu le remplissage (aseptique) dans des emballages stérilisés.
12. Le lait ESL doit être stocké à < 6 °C.

Technologie du chauffage direct du lait ESL

Le lait ESL peut aussi être produit au moyen d'une installation de chauffage direct UHT (cf. point 3.20). Le vacuum lors du refroidissement instantané (vase d'expansion) doit pouvoir être réglé de telle façon que l'eau, injectée sous forme de vapeur, puisse être à nouveau évacuée. Il est important dans ce cas que la vapeur utilisée soit de qualité alimentaire.

Déroulement du processus pour le chauffage direct du lait ESL:

1. Préstérilisation (au moins 30 minutes) par circulation d'eau chaude et réglage de la température en conditions aseptisées jusqu'à la température de production.
2. Le lait cru traité et standardisé est pompé dans le compartiment de pré-chauffage de l'échangeur de chaleur à plaques où il est chauffé jusqu'à 70-85°C à contre-courant avec du produit déjà chauffé.
3. Au moyen d'un système d'injection ou d'infusion de la vapeur, le lait est chauffé en quelques fractions de secondes à environ 127 °C. Dans le cas d'une installation avec «infusion de vapeur», le lait est pulvérisé (répartition des gouttelettes) dans un récipient à vapeur (infuseur).
4. Le lait séjourne dans un chambreur tubulaire pendant 2 - 3 secondes.
5. Ensuite, le lait passe dans le vase d'expansion sous vide où il est refroidi instantanément jusqu'à la température que le lait avait avant l'apport de vapeur.
6. Le lait est pompé au moyen d'une pompe centrifuge aseptisée pour être ensuite homogénéisé en deux étapes en conditions aseptisées.
7. Puis le lait est refroidi dans l'échangeur de chaleur à plaques jusqu'à une température de 2 - 5 °C.
8. Une citerne (stérile) sert à entreposer le lait avant le remplissage. Les conduites, les vannes, les citernes d'entreposage et l'installation de remplissage pour le lait traité doivent être construites de façon aseptique ou semi-aseptique.
9. Ensuite a lieu le remplissage (en conditions aseptisées) dans des emballages stérilisés.
10. Le lait ESL doit être stocké à < 6 °C.

Chauffage indirect	Chauffage direct
<ul style="list-style-type: none"> + Installation bon marché + Bonne récupération de chaleur - Dénaturation importante des protéines sériques - Goût de cuisson 	<ul style="list-style-type: none"> + Faible dénaturation des protéines sériques + Goût de lait - Récupération de chaleur moins bonne - Installation chère à l'achat - Homogénéisateur aseptique (onéreux)
<p><i>Les deux procédés peuvent être utilisés de façon polyvalente et on peut aussi traiter et produire d'autres produits que du lait prêt à la consommation.</i></p>	

Tableau 3: Avantages et inconvénients des procédés direct et indirect de chauffage

3.15 La microfiltration (lait ESL)

Introduction

La microfiltration est utilisée dans la transformation laitière depuis les années 1980. Ce procédé permet de supprimer les microorganismes présents dans le lait écrémé au moyen d'une membrane en céramique. Avec cette technologie, on peut produire du lait prêt à la consommation avec une conservabilité prolongée (lait ESL).

- Limite de séparation (grandeur des pores de la membrane en céramique) env. 1,4 µm
- Plus de 99,5 % des microorganismes sont supprimés
- La charge en germes du lait cru doit être inférieure à 100'000 ufc/ml
- Dans le cas d'une concentration en germes de 20 fois, le concentrat est chauffé à haute température et réintroduit dans le lait
- Dans le cas d'une concentration en germes de 100 à 200 fois, le concentrat n'est pas réutilisé dans la production du lait ESL
- La désinfection de la membrane s'effectue le plus souvent par des produits chimiques
- Les autres parties de l'installation jusqu'au module de remplissage sont stérilisées au moyen de vapeur.
- On atteint des durées de séjour de 8 - 10 heures
- Après environ 5 ans, les membranes (filtres) doivent être changées

Technologie

Déroulement du processus de production du lait ESL au moyen de la microfiltration:

1. Le lait cru est tout d'abord centrifugé (crème et lait écrémé).
2. Le lait écrémé est chauffé à environ 50 à 55 °C et est ensuite soumis à une microfiltration au cours de laquelle les microorganismes sont séparés mécaniquement au moyen de membranes (taille des pores: environ 1,4 µm). Le perméat (lait écrémé dont les germes ont été enlevés) passe dans le pasteurisateur.
3. La crème est chauffée à environ 127 °C, prérefroidie, homogénéisée avec une partie du perméat et passe dans le pasteurisateur.
4. Le rétentat (concentré de bactéries), qui a été séparé par la microfiltration, peut être mélangé à la crème avant le chauffage à haute température ou utilisé pour une autre application.
5. Le mélange de lait écrémé, épuré au moyen de la microfiltration, de crème et de rétentat chauffés et homogénéisés, est ensuite pasteurisé à 72 - 74 °C et refroidi jusqu'à 2 - 5 °C.
6. Une citerne (stérile) sert à entreposer le lait avant le remplissage. Les conduites, les vannes, les citernes d'entreposage et l'installation de remplissage pour le lait traité doivent être construites de façon aseptique ou semi-aseptique.
7. Ensuite a lieu le remplissage (en conditions aseptisées) dans des emballages stérilisés.
8. Le lait ESL doit être réfrigéré à < 6 °C.

Si le rétentat (concentré de bactéries) n'est pas réintroduit dans le produit, il y a lieu de faire très attention lors de la microfiltration. Les surfaces des filtres «souillés» peuvent aussi retenir des protéines, ce qui pourrait entraîner une modification des teneurs des composants.

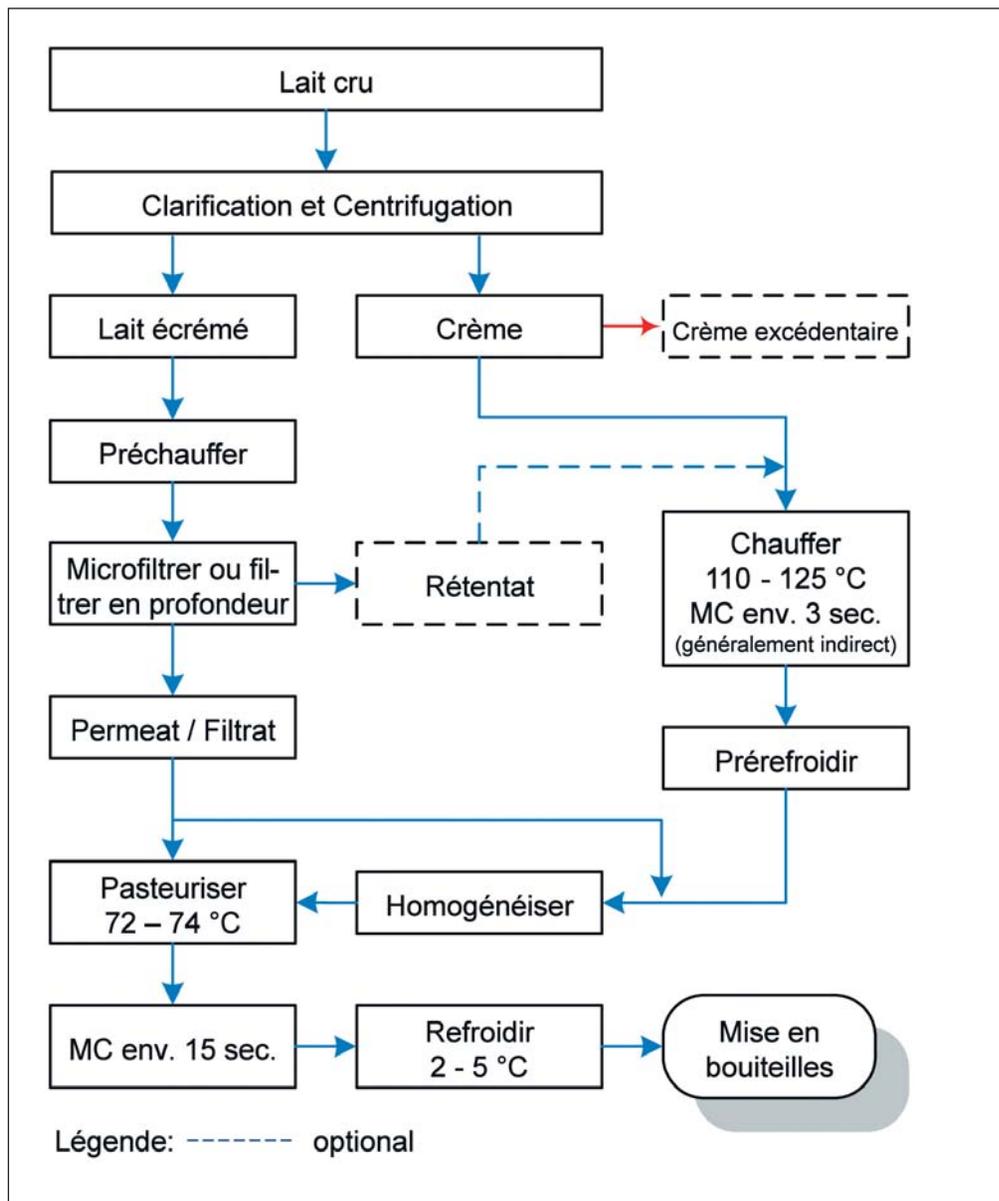


Figure 9: Déroulement du processus de production du lait ESL au moyen de la microfiltration ou de la filtration en profondeur

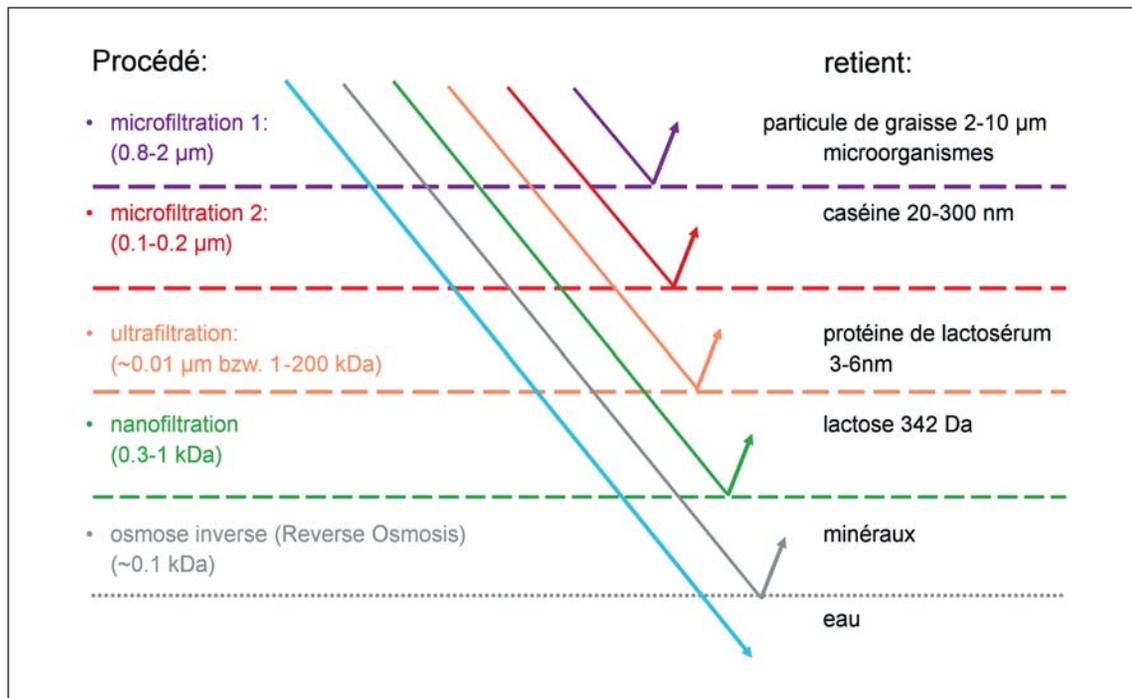


Figure 10: Différentes tailles de pores des membranes/filtres et leur perméabilité

Plus le taux de germes contenu dans le lait est maintenu bas, plus la conservabilité du lait sera longue.

Les mêmes exigences que pour les catégories des procédés de production énumérés sous le point 3.18 sont valables pour le lait ESL produit au moyen de la microfiltration.

3.16 La filtration en profondeur (lait ESL)

Introduction

La filtration en profondeur est le tout dernier procédé utilisé dans la transformation laitière pour produire du lait ESL et est semblable à la microfiltration.

Comme dans la microfiltration, les microorganismes dans le lait écrémé sont retenus par des filtres. La taille des pores est sélectionnée de telle sorte que les microorganismes ne puissent pas passer au travers du filtre grâce à l'effet de tamis, mais les composants du lait quant à eux peuvent passer. Dans le cas de la filtration en profondeur, les microorganismes restent dans le filtre, il n'y a donc pas de rétentat (concentré de bactéries).

Technologie

Pour la filtration en profondeur, on utilise un compartiment de pré-filtration et un compartiment de fin de filtration. Chaque unité de filtration se compose de plusieurs unités de filtration en polypropylène.

- Lors du démarrage et de l'arrêt du processus, l'installation doit être vidée du produit (lait écrémé épuré) avec de l'air stérile sous pression.
- Limite de séparation du compartiment de préfiltration: 0,3 µm
- Limite de séparation du compartiment de fin de filtration: 0,2 µm
- La rétention des germes s'élève à plus de 99 %
- La charge en germes du lait cru doit être inférieure à 100'000 ufc/ml
- La perte de pression par compartiment de filtration s'élève entre 0,10 et 0,45 bar.
- Env. 80 % des germes sont retenus par la préfiltration. Celle-ci retient aussi des matières en suspension qui pourraient bloquer le compartiment de fin de filtration.
- On atteint des durées de séjour de 6 - 8 heures.
- L'installation de filtration est nettoyée avec une installation CIP. On utilise dans cette installation de nettoyage une solution basique et une solution acide de salpêtre ou d'acide phosphorique.
- A la fin du nettoyage, l'installation est vidée grâce à l'injection d'air stérile sous pression puis les conduites sont stérilisées à la vapeur.
- Les filtres doivent être changés après environ 125 cycles de nettoyage.

Déroulement du processus de production du lait ESL au moyen de la filtration en profondeur:

1. Le lait cru est tout d'abord centrifugé (crème et lait écrémé)
2. Le lait écrémé est chauffé à environ 50 à 55 °C et est soumis ensuite à une filtration en profondeur lors de laquelle les microorganismes sont retenus par des unités de filtration.
3. La crème est chauffée à 110 - 125 °C, pré-refroidie avec une partie du filtrat, homogénéisée et soumise à une pasteurisation.

4. Le mélange de lait écrémé, clarifié, et de crème chauffée et homogénéisée, est ensuite pasteurisé à 72 - 74 °C et refroidi à 2 - 5 °C.
5. Une citerne (stérile) sert à entreposer le lait avant le remplissage. Les conduites, les vannes, les citernes d'entreposage et l'installation de remplissage pour le lait traité doivent être construites de façon aseptique ou semi-aseptique.
6. Ensuite a lieu le remplissage (en conditions aseptisées) dans des emballages stérilisés.
7. Le lait ESL doit être réfrigéré à < 6 °C.

3.17 Élimination des germes au moyen de séparateurs/bactofugeuses (lait ESL)

Introduction

Le processus d'une double dégermination au moyen de deux bactofugeuses placées l'une après l'autre a été développé à l'aide des séparateurs Westfalia de la série CSE et CSI (méthode Prolong). Dans la pasteurisation, les deux séparateurs/bactofugeuses sont montées avant la centrifugeuse, l'homogénéisateur et le pasteurisateur. Avec cette méthode, on atteint une conservabilité du lait de 20 jours. Il est fort probable que d'autres fabricants de séparateurs essaieront eux aussi d'obtenir un résultat semblable avec leurs bactofugeuses.

Technologie

A l'aide de la force centrifuge, les bactéries végétatives, les spores, en particulier *Bacillus cereus*, sont en grande partie éliminées. A cet effet, deux bactofugeuses semblables sont placées l'une après l'autre, en général avant la centrifugeuse afin d'obtenir une efficacité élevée dans l'élimination des spores. On garantit ainsi que l'ensemble du lait cru, y compris la crème, est épuré. Viennent ensuite le traitement du lait dans la centrifugeuse afin d'ajuster la teneur en matière grasse du lait et une pasteurisation conventionnelle. Les bactofugeuses montées dans la ligne de pasteurisation peuvent ainsi être facilement intégrées dans le processus de production, de nettoyage et de stérilisation sans que la durée du traitement ne soit augmentée. La perte de produit par bactofugeuse s'élève à environ 0,1 – 0,2 %.

Déroulement du processus de bactofugation/pasteurisation pour le lait ESL:

1. Citerne de lait cru.
2. Préstérilisation de l'ensemble de l'installation y compris de l'installation de remplissage (au moins 30 minutes) par circulation d'eau chaude et réglage de la température en conditions aseptisées jusqu'à la température de production.
3. Le lait est pompé dans le pasteurisateur de l'échangeur de chaleur où il est chauffé à contre-courant jusqu'à 50 °C avec du produit déjà chauffé, puis il est conduit dans les deux bactofugeuses.
4. Ensuite le lait est amené dans la centrifugeuse où il est écrémé.
5. Dans l'installation de standardisation, on procède à l'ajustement de la teneur en matière grasse du produit fini.
6. Dans l'échangeur de chaleur a lieu un second chauffage du lait jusqu'à une température de 65 °C.
7. Ensuite a lieu l'homogénéisation en deux étapes.
8. Dans le compartiment de pasteurisation, le lait est chauffé à 74 °C et séjourne dans le chambreur pendant environ 20 secondes.
9. Ensuite on procède au refroidissement du lait dans l'échangeur de chaleur jusqu'à une température de 2 à 5 °C.
10. Une citerne (stérile) sert à entreposer le lait avant le remplissage. Les conduites, les vannes, les citernes d'entreposage et l'installation de remplissage pour le lait épuré doivent être construites de façon aseptique ou semi-aseptique.
11. Finalement a lieu le remplissage (aseptique) dans des emballages stériles.
12. Le lait ESL doit être stocké à < 6 °C.

Procédés ESL	Technologie / procédés		Produit	
	+	-	+	-
Chauffage direct	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation polyvalente (convient aussi pour d'autres produits) - Ménage le produit 	<ul style="list-style-type: none"> - Homogénéisateur aseptique - Récupération de chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> - Peu de goût de cuisson - Faible dénaturation des protéines sériques 	
Chauffage indirect	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation polyvalente (convient aussi pour d'autres produits) - Homogénéisateur normal - Récupération de chaleur - Prix d'achat 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne ménage pas le produit 		<ul style="list-style-type: none"> - Goût de cuisson - Dénaturation des protéines sériques
Microfiltration	<ul style="list-style-type: none"> - Filtre en céramique utilisable pendant 5 ans - Davantage d'expérience qu'avec la filtration en profondeur - Meilleur degré d'efficacité qu'avec la filtration en profondeur 	<ul style="list-style-type: none"> - Grandes pompes nécessaires - Rétentat 	<ul style="list-style-type: none"> - Peu de goût de cuisson - Faible dénaturation des protéines sériques 	
Filtration en profondeur	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de rétentat - Pompes plus petites que pour la microfiltration - Faible consommation de courant par rapport à la microfiltration 	<ul style="list-style-type: none"> - Changer le filtre après environ 125 utilisations - Coûts d'entretien élevés - Degré d'efficacité plus faible que dans le cas de la microfiltration - Peu d'expériences 	<ul style="list-style-type: none"> - Peu de goût de cuisson - Faible dénaturation des protéines sériques 	
Bactofugation / Pasteurisation	<ul style="list-style-type: none"> - Elimination des spores, microorganismes et des particules étrangères au lait, - Faible consommation d'énergie - Processus simplifié - Coûts d'exploitation contrôlables 	<ul style="list-style-type: none"> - Le degré d'efficacité de la réduction des microorganismes dans le cas d'une charge bactérienne élevée du lait de fabrication peut éventuellement être problématique 	<ul style="list-style-type: none"> - Peu de goût de cuisson - Faible dénaturation des protéines sériques 	<ul style="list-style-type: none"> - Conservabilité environ 20 jours

Tableau 4: Avantages et inconvénients des divers procédés ESL

3.18 Conservabilité du lait ESL

Conservabilité

Le lait de consommation ESL se conserve environ 21 jours (éventuellement jusqu'à 30 jours).

Les facteurs importants sont dans ce cas:

- Qualité du lait cru (charge en germes si possible inférieure à $100'000\text{ ufc/ml}$)
- Procédé de réduction des germes
- Conduites aseptiques
- Technique spéciale des vannes ou vannes stériles
- Citernes avec surpression d'air stérile ou citernes stériles en surpression
- Installation de remplissage fermée avec air stérile ou installation aseptique
- Emballages stérilisés
- Respect de la chaîne du froid

Une durée de conservation du lait prêt à la consommation de 10 à 12 jours est possible avec les catégories Standard et Clean. Les processus Ultra-Clean et Aseptique sont utilisés pour la production de lait ESL. Dans la catégorie Ultra-Clean, on utilise des vannes spéciales à un siège ou des vannes à double siège. En plus d'un nettoyage irréprochable, on procède aussi à une stérilisation de l'installation de chauffage de même qu'à une désinfection de l'eau chaude à des températures de 95 – 115 °C ou à une stérilisation à la vapeur. A la suite du processus de désinfection, les conduites dans lesquelles le produit est convoyé sont traitées à l'air stérile, ce qui empêche une recontamination par l'air. On atteint des durées de conservation d'environ 21 jours. L'utilisation de vannes stériles de même qu'une stérilisation à l'eau chaude à > 135 °C ou une stérilisation à la vapeur suivie d'un traitement des conduites avec de l'air stérile en surpression permettent d'avoir, lors d'un processus aseptique, des durées de conservation allant jusqu'à 30 jours. Les sources de recontamination de même qu'un respect insuffisant de la chaîne du froid peuvent réduire fortement la durée de conservation du lait ESL.

Catégorie	Technique des vannes	Système de citerne de stockage	Technique de remplissage	Conservation possible sous réfrigération à <math>< 5\text{ °C}</math>
Standard	Technique des vannes standard	Sans surpression d'air	Installation standard	env. 10 jours
Clean	Technique des vannes standard	Citerne sans pression avec surpression d'air stérile	Installation fermée, air stérile passant au travers du dispositif de remplissage	env. 14 jours
Ultra-Clean	Vannes spéciales à un siège ou vannes à deux sièges	Citernes sans pression avec surpression d'air stérile	Installation fermée, air stérile passant au travers du dispositif de remplissage et décontamination des emballages	> 21 jours
Aseptique	Vannes stériles	Citernes stériles en surpression	Installation aseptique	env. 30 jours

Tableau 5: Catégories des processus de production du lait ESL

3.19 Procédé UHT indirect

Dans des domaines de températures d'environ 138 °C, on utilise dans le procédé indirect de pasteurisation haute, pour des raisons de technique des courants, des échangeurs de chaleur tubulaires, en plus d'échangeurs de chaleur à plaques. Dans ce cas, il ne faut pas qu'il y ait de mélange entre le produit chauffé et un produit non chauffé ou un réfrigérant. La charge thermique dans le procédé UHT indirect est plus importante que dans le procédé UHT direct. La durée de séjour du produit à plus de 90 °C est nettement plus longue. Toutefois, la récupération de chaleur est plus importante, ce qui abaisse les coûts d'exploitation. Par ailleurs, il est possible de procéder à l'homogénéisation avant le chauffage UHT de sorte que l'on peut procéder à une homogénéisation normale, non aseptique. Ces installations sont avantageuses à l'achat de même qu'à l'entretien.

L'ensemble des pièces de l'installation après le compartiment de chauffage UHT et jusqu'au remplissage du produit sont construits de façon aseptique.

Déroulement du processus de production du lait UHT au moyen d'un procédé indirect:

1. Préstérilisation (au moins 30 minutes) par circulation d'eau chaude et réglage de la température en conditions aseptisées jusqu'à la température de production.
2. Le lait cru clarifié et standardisé est convoyé au moyen d'une pompe dans le compartiment de préchauffage de l'échangeur de chaleur à plaques où il est chauffé d'environ 6°C jusqu'à environ 75 °C en contre-courant avec un produit déjà chauffé.
3. Suit une homogénéisation en deux temps à une pression d'environ 180 à 200 bar.
4. Le chauffage jusqu'à environ 138 °C est effectué dans le compartiment UHT (pasteurisateur à plaques ou à tubes)
5. Le lait séjourne dans le chambreur environ 4 secondes.
6. Ensuite a lieu un refroidissement du produit dans l'échangeur de chaleur.
7. Le produit est refroidi dans l'échangeur de chaleur à plaques jusqu'à environ 20°C.
8. Avant le remplissage, on procède à un entreposage dans une citerne stérile.
9. Finalement, le lait est rempli dans des emballages stérilisés.

L'ensemble de l'installation doit être stérilisé au moyen de vapeur (140 °C, 10 -15 minutes).

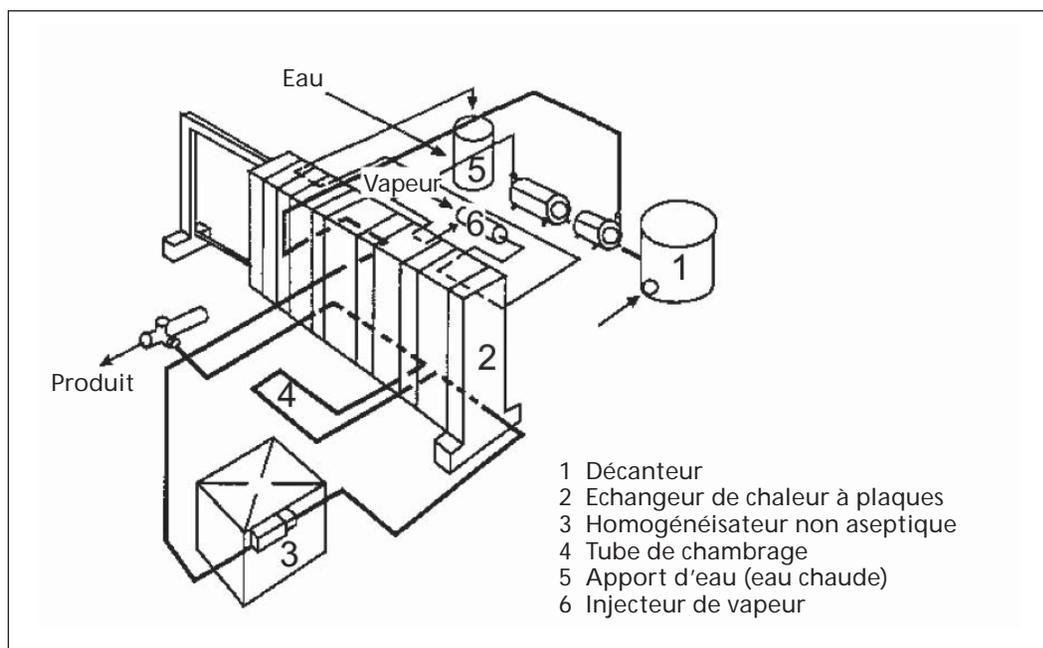


Figure 11: Schéma du procédé UHT indirect

Exigences techniques d'un échangeur de chaleur UHT

1. Régulateur automatique de la température.
2. Appareil de mesure et d'enregistrement de la température.
3. Système de sécurité qui empêche un chauffage insuffisant.
4. Dispositif de sécurité contre le mélange de lait chauffé avec du lait insuffisamment chauffé.
5. Appareil d'enregistrement du dispositif de sécurité ou procédé de contrôle pour l'efficacité de l'installation.

Dans le cas où la température UHT idéale ne devrait pas être atteinte ou après des problèmes techniques ou des interruptions lors du chauffage, l'installation s'arrête automatiquement et doit être nettoyée et stérilisée.

Conservabilité

Grâce à ce type de chauffage, tous les germes capables de se multiplier de même que les spores de microorganismes sont tués de sorte que le lait est pratiquement exempt de germes.

Etant donné que le lait UHT est rempli et conditionné en conditions stériles, il se conserve au moins 3 mois ou plus longtemps s'il n'est pas ouvert. La conservabilité du lait est limitée par des processus enzymatiques (formation de sédiment, coagulation douce, rancidité) et parfois aussi par des processus chimiques de vieillissement. En ce qui concerne les processus enzymatiques, la contamination du lait de fabrication par des germes psychrotrophes, qui peuvent former des protéases et des lipases très résistantes à la chaleur, sont déterminantes.

Les emballages en carton pour le lait UHT sont munis d'une couche supplémentaire avec une feuille d'aluminium qui sert de barrière à l'oxygène, à la lumière et à l'altération du goût. Ils sont donc un peu plus chers que les emballages en carton usuels utilisés pour le lait pasteurisé ou le lait ESL.

3.20 Procédé UHT direct

Dans les systèmes directs, on distingue entre le «système d'injection de la vapeur», dans lequel la vapeur est injectée directement dans le lait (Injection de la vapeur dans le lait) et le «système d'infusion de la vapeur» (infusion de la vapeur dans le lait). Dans ce système, le lait est pulvérisé dans un «infuseur» (répartition des gouttelettes). La température de chauffage (température UHT) s'élève dans les deux systèmes à environ 150 °C. Le lait séjourne dans un chambreur tubulaire pendant environ 2 secondes. Pour les deux systèmes, la vapeur doit être de qualité alimentaire. Vu que l'homogénéisation dans les deux systèmes est effectuée après le chauffage UHT, il est nécessaire que les homogénéisateurs soient aseptisés. Ce type d'installations est onéreux à l'achat de même qu'à l'entretien. L'ensemble des pièces de l'installation après le compartiment de chauffage UHT et jusqu'au remplissage du produit sont construits de façon aseptique.

La charge thermique du procédé UHT (UP) est plus faible que dans le procédé indirect et ménage donc davantage le produit. Le goût d'un lait ainsi traité ne se différencie que peu de celui d'un lait pasteurisé conventionnel.

Déroulement du processus de production du lait UHT au moyen du procédé direct:

1. Préstérilisation (au moins 30 minutes) par circulation d'eau chaude et réglage de la température en conditions aseptisées jusqu'à la température de production.
2. Le lait cru clarifié et standardisé est convoyé au moyen d'une pompe dans le compartiment de préchauffage de l'échangeur de chaleur à plaques où il est chauffé jusqu'à environ 85 °C en contre-courant avec un produit déjà chauffé.
3. Au moyen d'un système d'injection ou d'infusion de la vapeur, le lait est chauffé en quelques fractions de secondes à une température de 150 °C.
4. Le lait séjourne pendant environ 2 secondes dans un chambreur tubulaire
5. Ensuite, le lait chaud parvient dans le vase d'expansion sous vide où il est refroidi instantanément (refroidissement instantané) à la température d'avant le traitement à la vapeur. Le vase d'expansion sous vide est réglé de telle sorte que la même quantité d'eau qui a été introduite dans le lait par le biais de la vapeur soit retirée du lait par la pompe sous vide.
6. Puis au moyen d'une pompe centrifuge, le lait est transféré dans un homogénéisateur où il est homogénéisé en deux temps avec une pression de 180 à 250 bar.
7. Le produit est ensuite refroidi dans l'échangeur de chaleur à plaques jusqu'à une température de 20°C.
8. Avant le remplissage, le lait est entreposé dans une citerne aseptique.
9. Finalement, le lait est rempli dans des emballages stérilisés.

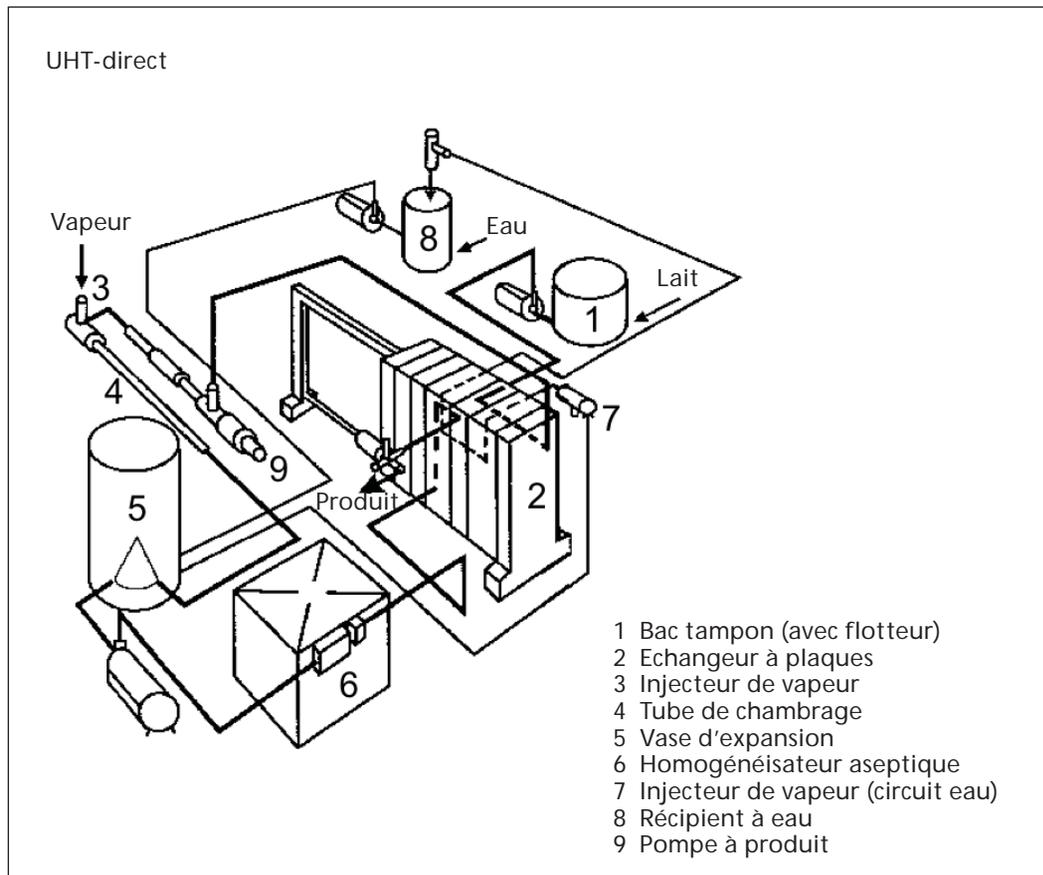


Figure 12: Ligne du procédé UHT direct

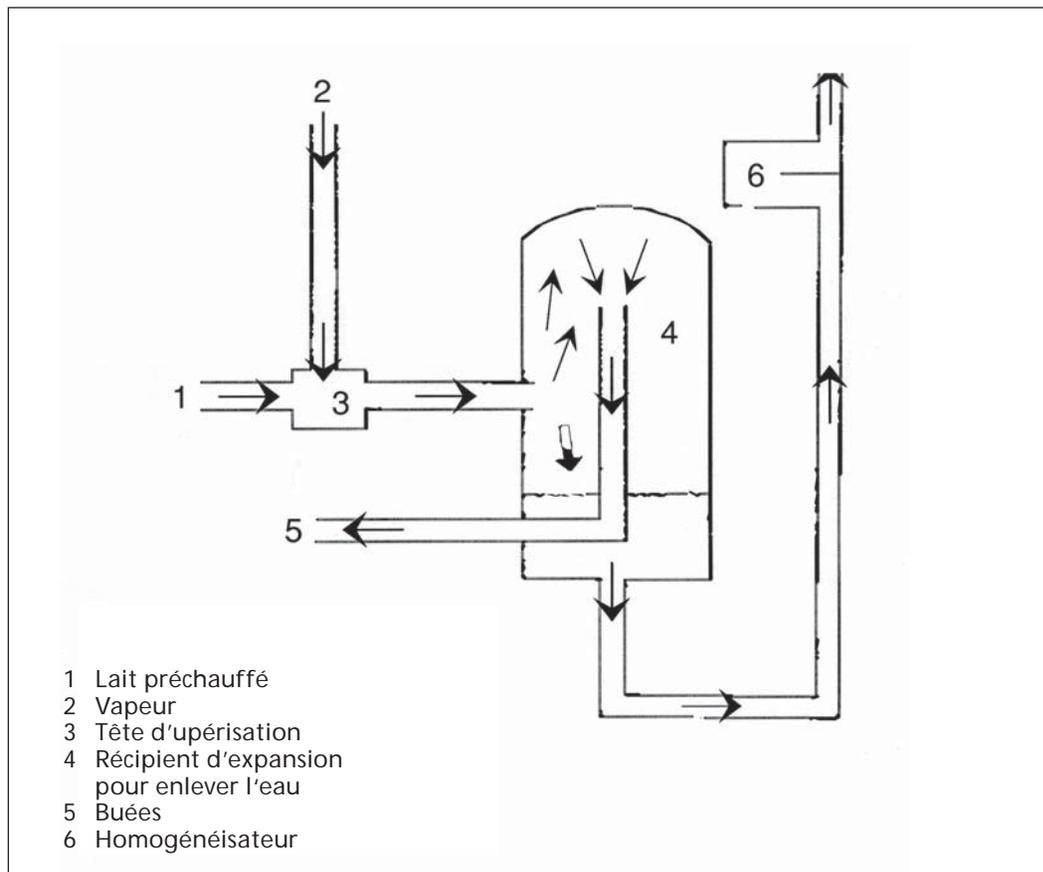


Figure 13: Injecteur de vapeur (tête UP) avec vase d'expansion

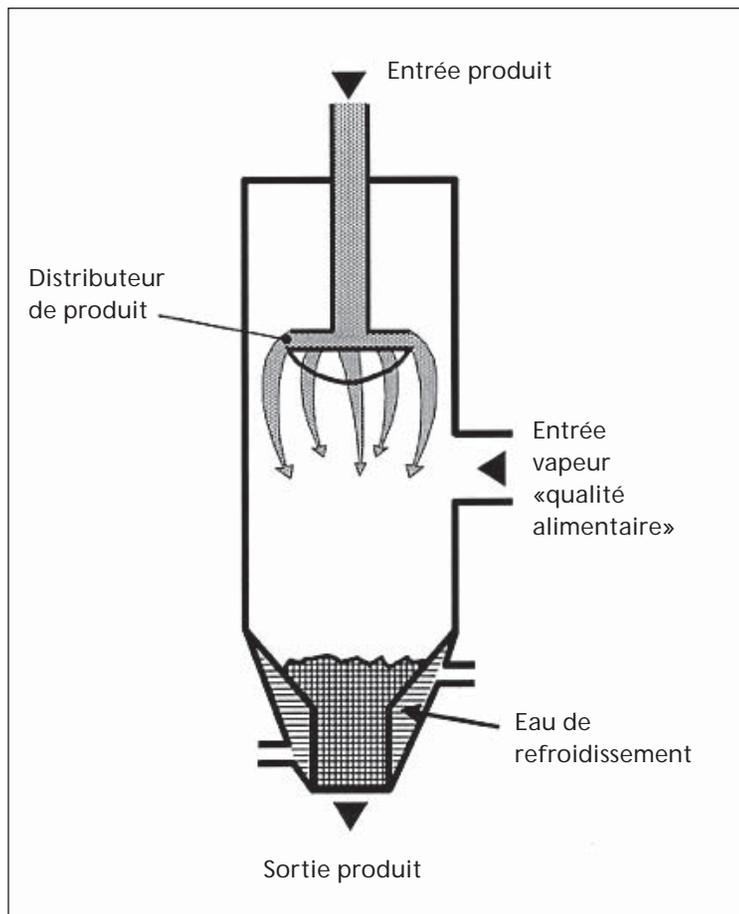


Figure 14: Schéma d'un infuseur de vapeur

Exigences techniques d'un échangeur de chaleur UHT

1. Régulateur automatique de la température.
2. Appareil de mesure et d'enregistrement de la température.
3. Système de sécurité qui empêche un chauffage insuffisant.
4. Dispositif de sécurité contre le mélange de lait chauffé avec du lait insuffisamment chauffé.
5. Appareil d'enregistrement du dispositif de sécurité ou pour le dispositif de contrôle de l'efficacité de l'installation.

Dans le cas où la température UHT idéale ne devrait pas être atteinte ou après des problèmes techniques ou des interruptions lors du chauffage, l'installation s'arrête automatiquement et doit être nettoyée et stérilisée.

Conservabilité

Grâce à ce type de chauffage, tous les germes capables de se multiplier de même que les spores de microorganismes sont tués de sorte que le lait est pratiquement exempt de germes.

Etant donné que le lait UHT est rempli et conditionné en conditions stériles, il se conserve au moins 3 mois ou plus longtemps s'il n'est pas ouvert.

Les emballages en carton pour le lait UHT sont munis d'une couche supplémentaire avec une feuille d'aluminium qui sert de barrière à l'oxygène, à la lumière et à l'altération du goût ou de l'odeur. Ils sont donc un peu plus chers que les emballages usuels en carton utilisés pour le lait pasteurisé ou le lait ESL.

3.21 La stérilisation

Ordonnance sur l'hygiène (OHyg) du DFI du 23 novembre 2005 (état au 1er janvier 2009)

Art. 49 Traitement

c. la stérilisation au sens de l'art. 27, al. 2, let. c, pour autant que la stabilité microbiologique des produits après une période d'incubation de 15 jours à 30 °C ou de 7 jours à

55 °C dans un récipient fermé soit assurée ou que la mise en œuvre de toute autre méthode démontrant un traitement par la chaleur approprié ait été appliquée;

2 Le lait peut être soumis à une pasteurisation unique avant d'être chauffé à ultra-haute température ou stérilisé.

3 Le traitement par la chaleur du lait cru et des produits laitiers doit satisfaire aux exigences visées à l'art. 27 ainsi qu'aux principes HACCP.

Stérilisation (lat.: désinfecter, enlever les germes) opération qui consiste à détruire toutes les formes végétatives et durables de microorganismes. Avant le remplissage et la stérilisation, le lait est homogénéisé en deux temps (env. 200/50 bar) et soumis à une pasteurisation haute. Le lait stérilisé est un produit laitier durable et est chauffé dans l'emballage déjà fermé (bouteille en verre ou boîte en fer blanc) pendant au moins 3 minutes à une température de $\geq 121^{\circ}\text{C}$. Une température de stérilisation de 125°C ne devrait pas être dépassée. Pendant ce chauffage se produisent les altérations du goût et des protéines les plus importantes. Le lait stérilisé se conserve pendant une année, si le paquet n'est pas ouvert.

La part de marché du lait stérile est très faible à l'échelle mondiale. Ce lait est assez répandu dans les régions pauvres et chaudes où une réfrigération ne peut pas être garantie.

Stérilisateurs

- Autoclave (récipient sous pression statique): le plus souvent pour de petites quantités, par ex. installation pilote.
- Autoclave (autoclave statique; le contenu pivote autour de l'axe longitudinal): meilleure transmission de la chaleur et le produit ne peut pas brûler.
- Installations en continu: celles-ci travaillent selon le principe hydrostatique à partir d'au moins deux colonnes ouvertes en haut et remplies d'eau. Pendant l'exploitation, un équilibre se crée entre l'espace vapeur et les colonnes d'eau.

Le temps de passage total pour une bouteille/boîte d'un litre est d'environ 1 heure.

3.22 Procédés alternatifs

Régulièrement des procédés alternatifs, comme le traitement par haute pression, les champs électriques pulsés (pulsed electric fields, PEF) et d'autres procédés sont aux centres des discussions. Au contraire de la pasteurisation, il n'existe pour ces procédés aucune exigences minimales reconnues clairement définies qui garantissent la sécurité hygiénique. Dans le cas de la pasteurisation, il suffit d'indiquer une combinaison durée/température ou d'apporter la preuve de l'inactivation d'un enzyme (phosphatase) pour attester d'un traitement par la chaleur suffisant. Un grand nombre de travaux effectués l'échelle du laboratoire ou à l'échelle pilote ont été entrepris. Les résultats obtenus dans des conditions très diverses sont cependant difficilement comparables. Pour cette raison, aucun des procédés alternatifs n'a encore trouvé d'application à large échelle dans la pratique industrielle.

4. Modifications des teneurs provoquées par les divers procédés

4.1 Pertes de vitamines

Les vitamines B1, B6, B12, C et l'acide folique sont sensibles à la chaleur. Dans le cas du procédé UHT, la réduction de ces vitamines par le procédé direct est nettement moins importante que dans le procédé indirect. La perte de vitamines se poursuit quelque peu lors de l'entreposage du lait chauffé et dépend dans ce cas de la température d'entreposage et de l'oxygène résiduel dans le lait. (Dolfini et al. 1991; Sieber 1989).

La vitamine B12, dont les sources les plus importantes sont le lait et les produits laitiers (environ 26 %), n'est pratiquement pas réduite par la pasteurisation ni par le procédé ESL. Selon les données de la littérature, les pertes dans le lait UHT s'élèvent à 4 % après 28 jours d'entreposage dans le cas du procédé direct et, dans le cas du procédé indirect, entre 6 et 15 % (Sieber 1989; Kaufmann 2009).

4.2 Indicateurs de la charge thermique

La dénaturation des protéines sériques, en particulier de la β -lactoglobuline, et la formation de produits de réaction dus à la chaleur, comme le lactulose, sert à indiquer la charge thermique. Au moyen des indicateurs de la charge thermique, on peut en déduire le procédé utilisé.

Dans le lait pasteurisé, la dénaturation de la β -lactoglobuline est faible et la formation du lactulose est basse. Par contre, les différences entre les procédés direct et indirect sont nettes (cf. tableau). Le procédé UHT direct ménage davantage le produit et les différences par rapport au lait pasteurisé sont moins marquées.

Détermination	Technologie	Température et durée de chambrage	Teneur en β -lactoglobuline [mg/l]	Teneur en lactulose [mg/kg]
Cru	Non traité	-	~ 3'600	< 10
Thermisé	Échangeur de chaleur à plaques	env. 65 °C env. 20 secondes	~ 3'400	< 10
Pasteurisé	Echangeur de chaleur à plaques	env. 74 °C env. 20 secondes	~ 3'100	~ 10
Pasteurisation haute (ESL)	Chauffage direct avec injection (UP)	env. 127 °C env. 3 secondes	> 1'600	~ 25
Pasteurisation haute (ESL)	Chauffage direct avec infusion	env. 127 °C env. 3 secondes	> 1'700	~ 20
Pasteurisation haute (ESL)	Chauffage indirect avec échangeur de chaleur	env. 125 °C env. 2 secondes	~ 1'000	~ 30
Microfiltré et pasteurisé (ESL)	Lait écrémé = microfiltré, crème = pasteurisation haute, mélange = pasteurisé	Crème: env. 125 °C env. 2 secondes mélange: env. 74 °C env. 20 secondes	~ 2'500	~ 17
Filtré en profondeur Pasteurisé (ESL)	Lait écrémé = filtré en profondeur, crème = pasteurisation haute, mélange = pasteurisé	Crème: env. 125 °C env. 2 secondes mélange: env. 74 °C env. 20 secondes	> 2'500	~ 15
Bactofugé et pasteurisé (ESL)	Lait cru = dégermination préalable au moyen de deux bactofugeuses, pasteurisé	env. 74 °C env. 20 sec.	~ 3'000	~ 10
UHT (UP)	Chauffage direct avec injection ou infusion	env. 150 °C env. 2 secondes	~ 800	~ 100
UHT	Chauffage indirect avec échangeur de chaleur	env. 138 °C env. 3 secondes	~ 200	~ 300

Tableau 6: Influence des technologies sur la dénaturation des protéines sériques (teneurs en β -lactoglobuline et en lactulose)

5. Lait prêt à la consommation d'autres espèces de mammifères

Il est aussi possible de produire des laits prêts à la consommation à partir du lait de chèvres, de brebis, de bufflonnes de même que de lait de jument. Cf. point 7.1. (Législation sur les types de lait).

- Le lait prêt à la consommation produit à partir de lait de chèvres présente souvent une consistance plus fine. La cause en est la teneur plus basse en matière sèche et la composition du lait de chèvres. La pasteurisation brève est le procédé le plus utilisé pour ce type de lait. En raison de la stabilité insuffisante à la chaleur des protéines sériques, les températures plus élevées (pasteurisation haute et procédé UHT) ne conviennent pas. Si toutefois on veut produire un lait prêt à la consommation avec une durée de conservation plus longue, il est recommandé d'utiliser un procédé direct (Eberhard 2005). Dans le cas d'un lait de chèvres UHT, l'Ordonnance sur les additifs (OAdd) autorise le citrate de sodium (E 331) pour la stabilisation des protéines.

- Le lait prêt à la consommation produit à partir de lait de brebis ou de bufflonne est soumis au même procédé de production que les produits au lait de vache. La matière sèche plus élevée des différents laits donne un produit crémeux et moelleux en bouche. En raison des globules gras plus petits, on attribue au lait de brebis ou à sa matière grasse une meilleure dégradabilité et il est donc mieux toléré. La pasteurisation brève est le procédé le plus souvent utilisé. Compte tenu de la stabilité insuffisante à la chaleur des protéines sériques, des températures plus élevées (pasteurisation haute et procédé UHT) ne conviennent pas non plus dans ce cas.

6. Composition et teneurs du lait prêt à la consommation

	¹ Unité	Lait entier past.	Lait entier UHT	Lait drink past.	Lait drink UHT	Lait écrémé UHT
Eau	\bar{x} g	87,3	87,3	88,4	88,4	90,8
Protéines	\bar{x} g	3,3	3,3	3,2	3,4	3,4
MG	\bar{x} g	4,0	4,1	2,8	2,8	0,08
Lactose	\bar{x} g	4,7	4,6	4,7	4,6	4,7
Cholestérol	\bar{x} mg	14,9	15,5	10,8	11,2	0
Energie	\bar{x} kcal	67	68	56	57	34
	\bar{x} kJ	280	285	235	235	140
Sodium	\bar{x} mg	39	39	39	38	39
Calcium	\bar{x} mg	122	120	123	122	126
Potassium	\bar{x} mg	155	156	157	157	164
Magnésium	\bar{x} mg	10,4	10,1	10,3	10,4	10,8
Phosphore	\bar{x} mg	92	91	90	94	97
Zinc	\bar{x} mg	0,362	0,365	0,363	0,366	0,378
Fer	\bar{x} µg	14,5	13,5	14,4	14,5	14,6
Cuivre	\bar{x} µg	2,4	2,3	3,4	2,8	3,2
Manganèse	\bar{x} µg	2,1	2,1	1,9	2,0	1,8
Iode juin	\tilde{x} µg	2,8	3,3	nb	nb	nb
Iode novembre	\tilde{x} µg	16,1	15,9	nb	nb	nb
Sélénium	\tilde{x} µg	0,86	0,90	nb	nb	nb
Aluminium	\tilde{x} µg	1,8	3,6	nb	nb	nb
Vit. A	\bar{x} µg	46	44	32	32	2
Vit. E	\tilde{x} µg	112	131	72	85	0
Vit. B ₁	\tilde{x} µg	20	20	20	21	21
Vit. B ₂	\tilde{x} µg	147	157	147	153	160
Vit. B ₆	\tilde{x} µg	28	29	21	25	28
Vit. B ₁₂	\tilde{x} µg	0,12	0,12	nb	nb	nb
Biotine	\tilde{x} µg	2,2	2,1	nb	nb	nb
Acide folique	\tilde{x} µg	5,1	4,3	nb	nb	nb
Niacine	\tilde{x} µg	100	115	nb	nb	nb
Acide pantothénique	\tilde{x} µg	440	475	nb	nb	nb
Vit. C	\tilde{x} µg	1057	1010	nb	nb	nb

¹ \bar{x} = Valeur moyenne; \tilde{x} = Mediane, p.d. = pas déterminé
Source : FAM-INFO (Nr. 426, 2001)

Tableau 7: Teneurs moyennes en substances nutritives par 100 g

7. Annexe: Législation suisse

7.1 Législation suisse concernant les types de lait

Ordonnance du DFI
sur les denrées alimentaires d'origine animale
du 23 novembre 2005 (état au 1er mai 2009)

Section 1 Définitions et principes

Art. 26

- 1 Le lait est le produit de la traite complète d'une ou de plusieurs vaches régulièrement traitées.
- 2 Le lait cru est un lait qui n'a pas été chauffé à plus de 40 °C ni soumis à un traitement d'effet équivalent.
- 3 Le lait est réputé prêt à la consommation s'il a été soumis à un traitement au sens de l'art. 49 de l'ordonnance du DFI du 23 novembre 2005 sur l'hygiène.

Chapitre 8a Colostrum et produits à base de colostrum

Art. 66a Définition

- 1 On entend par «colostrum» le fluide riche en anticorps et minéraux sécrété par les glandes mammaires des animaux producteurs de lait jusqu'à cinq jours après la parturition, qui précède la production de lait cru.
- 2 On entend par «produits à base de colostrum» les produits résultant de la transformation du colostrum ou de la transformation ultérieure de ces produits.

Art. 66b Etiquetage

- 1 La dénomination spécifique du colostrum est «colostrum».
- 2 Les produits qui sont fabriqués à base de colostrum doivent porter la mention «produit à base de colostrum».

Chapitre 9 Lait provenant d'autres mammifères que la vache et produits laitiers dérivés

Art. 67

- 1 Les dispositions des chap. 7, 8 et 8a s'appliquent par analogie au lait et au colostrum provenant d'autres mammifères que la vache, ainsi qu'aux produits laitiers et aux produits à base de colostrum qui en sont dérivés.
Les dispositions relatives au traitement par la chaleur lorsqu'il s'agit de lait ne devant pas subir de traitement par la chaleur pour des raisons techniques (p. ex. le lait de jument) font exception.
- 2 Tout lait ou colostrum provenant d'un autre mammifère que la vache, et tout produit laitier ou produit à base de colostrum qui en est dérivé doit être désigné comme tel.
- 3 Lorsque des laits ou des colostrums provenant d'espèces animales différentes sont mélangés pour la consommation ou la fabrication de produits laitiers ou de produits à base de colostrum, il y a lieu d'indiquer les espèces animales concernées et les proportions du mélange (p. ex. «lait de vache avec X % de lait de chèvre», «colostrum de brebis avec Y % de colostrum de vache»).

7.2 Législation suisse concernant les exigences en matière de teneurs du lait prêt à la consommation

Ordonnance du DFI
sur les denrées alimentaires d'origine animale
du 23 novembre 2005 (état au 1er mai 2009)

Section 2 Exigences

Art. 27 **Catégories de teneurs en matière grasse** admises pour le lait prêt à la consommation

- 1 La teneur en matière grasse du lait prêt à la consommation doit répondre aux exigences suivantes:
 - a. Le lait entier doit avoir une teneur en matière grasse de 35 g au minimum par kilogramme. Cette teneur ne doit pas être modifiée ni par adjonction ou prélèvement de matières grasses lactiques, ni par mélange avec du lait dont la teneur en matière grasse a été modifiée.
 - a bis. Le lait entier standardisé doit avoir une teneur en matière grasse de 35 g au minimum, mais inférieure à 50 g par kilogramme.
 - b. Le lait partiellement écrémé doit avoir une teneur en matière grasse supérieure à 5 g et inférieure à 35 g par kilogramme;
 - c. Le lait demi-écrémé doit avoir une teneur en matière grasse de 15 g au minimum et de 18 g au maximum par kilogramme.
 - d. Le lait écrémé (lait maigre) doit avoir une teneur en matière grasse égale ou inférieure à 5 g par kilogramme.
 - e. Le lait enrichi en crème (lait enrichi en matière grasse) doit avoir une teneur en matière grasse de 50 g au minimum et de moins de 150 g par kilogramme.
- 2 L'ajustement de la teneur en matière grasse ne peut s'effectuer que par adjonction ou prélèvement de crème ou par mélange avec du lait ayant une teneur en matière grasse différente.
- 3 Le lait peut être homogénéisé.

Art. 28 **Lait entier**

Le lait entier doit:

- a. pour une teneur en matière grasse de 35 g par kilogramme et à une température de 20 °C, avoir une masse supérieure ou égale à 1028 g par litre ou une masse par litre correspondante s'il s'agit d'un lait d'une teneur en matière grasse différente;
- b. pour une teneur en matière grasse de 35 g par kilogramme, contenir au minimum 28 g de protéines par kilogramme, ou une concentration correspondante s'il s'agit d'un lait d'une teneur en matière grasse différente;
- c. pour une teneur en matière grasse de 35 g par kilogramme, avoir une teneur en matière sèche non grasse supérieure ou égale à 85 g par kilogramme, ou une teneur correspondante s'il s'agit d'un lait d'une teneur en matière grasse différente

Art. 29 **Modifications admises de la composition du lait**

- 1 Le lait prêt à la consommation peut être enrichi de substances essentielles ou physiologiquement utiles au sens de l'art. 18 ODAIOUs; est excepté le lait entier.
- 2 Le lait enrichi en protéines doit avoir une teneur en protéines lactiques égale ou supérieure à 38 g par kilogramme. Le lait ne peut être enrichi qu'avec des protéines lactiques. Le retrait préalable de protéines lactiques n'est pas admis.
- 3 L'abaissement de la teneur en protéines lactiques n'est pas admis.
- 4 La conversion du lactose en glucose et en galactose est admise afin de réduire la teneur en lactose dans le lait.

7.3 Législation suisse concernant les exigences d'hygiène

Ordonnance du DFI sur l'hygiène (OHyg)

Du 23 novembre 2005 (état au 1er mai 2009)

Art. 27 Traitement par la chaleur

Les denrées alimentaires qui s'y prêtent peuvent être soumises à un traitement par la chaleur aux fins d'en prolonger la durée de conservation ou d'en améliorer la sécurité hygiénique et microbiologique. Les traitements par la chaleur doivent être appliqués de manière à modifier le moins possible leur composition ainsi que leurs caractéristiques physiques, nutritionnelles et organoleptiques.

2 Les denrées alimentaires sont réputées:

a. pasteurisées lorsqu'elles ont été portées à une température d'au moins 63 °C et maintenues à cette température ou à une température plus élevée pendant le temps nécessaire à l'élimination de tous les germes végétatifs pathogènes;

b. chauffées à ultra-haute température (UHT) lorsqu'elles ont été maintenues pendant quelques secondes à des températures situées entre 135 °C et 155 °C jusqu'à l'élimination complète des microorganismes et des spores capables de proliférer;

c. stérilisées lorsqu'elles ont été soumises à un procédé de chauffage garantissant que la denrée alimentaire, dans des conditions normales d'entreposage, ne pourra s'altérer ni du point de vue microbien, ni du point de vue enzymatique.

3 D'autres traitements par la chaleur sont admis dans le cadre de l'al. 1. Sont réservées les dispositions spécifiques fixées au chapitre 5.

4 Les denrées alimentaires remises au consommateur dans des récipients fermés hermétiquement doivent satisfaire aux prescriptions suivantes:

a. tout traitement par la chaleur doit amener chaque élément du produit traité à une température donnée pendant un laps de temps déterminé; il y a lieu d'éviter toute contamination du produit pendant ce processus.

b. la personne responsable doit régulièrement vérifier, notamment à l'aide de dispositifs automatiques, les principaux paramètres pertinents tels que la température, la pression, le scellement et l'état microbiologique, afin d'assurer que le processus utilisé atteigne les objectifs voulus.

c. il y a lieu de veiller à ce que l'eau utilisée pour le refroidissement des récipients après le chauffage ne constitue pas une source de contamination pour les denrées alimentaires.

d. le processus utilisé doit correspondre à une norme reconnue au niveau international.

Section 8 Lait et produits laitiers

Art. 46 Lait cru issu de la traite

1 La chaîne du froid doit être maintenue pendant le transport du lait cru jusqu'à l'établissement de transformation. La température du lait ne doit pas dépasser 10 °C à son arrivée dans l'établissement de destination.

2 Cette température peut ne pas être respectée si le lait est collecté ou transformé dans les deux heures suivant la traite.

Art. 47 Remise de lait cru

Si le lait cru est remis préemballé directement au consommateur, il doit être nettoyé mécaniquement.

Art. 48 Etablissements de transformation laitière

1 Le lait cru doit, à son arrivée dans l'établissement de transformation, être rapidement refroidi à une température ne dépassant pas 6 °C et conservé à cette température jusqu'à sa transformation.

2 Le lait peut être conservé à une température plus élevée:

a. Si la transformation commence immédiatement après la traite ou dans les 4 heures qui suivent l'arrivée du lait dans l'établissement de transformation; ou

b. Si des raisons technologiques l'imposent et que la sécurité des denrées alimentaires reste garantie en tout temps.

3 Les établissements qui fabriquent des produits laitiers doivent mettre en oeuvre des procédés appropriés pour garantir que les valeurs de tolérance suivantes sont respectées immédiatement avant le traitement thermique: 1

a. Pour le lait cru: teneur en germes inférieure à 300 000 par ml à 30 °C;

b. Pour le lait traité par la chaleur et utilisé pour la fabrication de produits laitiers: teneur en germes inférieure à 100 000 par ml à 30 °C;

c. Pour la crème: teneur en germes inférieure à 300 000 par ml à 30 °C.

4 Les valeurs visées à l'al. 3 doivent être vérifiées selon les méthodes de référence du Manuel suisse des denrées alimentaires

Art. 49 Traitement

1 Le lait est considéré prêt à la consommation uniquement après avoir subi un traitement suffisant. Sont considérés comme traitements suffisants:

a. le chauffage à une température minimale de 72 °C durant 15 secondes ou autres couples température/temps équivalents donnant lieu à une réaction négative de la phosphatase et à une réaction positive de la peroxydase (pasteurisation) ou le chauffage à une température entre 85 et 135 °C donnant lieu en sus à une réaction négative de la peroxydase (pasteurisation haute); l'activité de la phosphatase est déterminée selon la méthode d'analyse de référence décrite dans la norme ISO/DIN 11816-1;

b. le chauffage à ultra-haute température au sens de l'art. 27, al. 2, let. b;

c. la stérilisation au sens de l'art. 27, al. 2, let. c, pour autant que la stabilité microbiologique des produits après une période d'incubation de 15 jours à 30 °C ou de 7 jours à 55 °C dans un récipient fermé soit assurée ou que la mise en oeuvre de toute autre méthode démontrant un traitement par la chaleur approprié ait été appliquée;

d. tout autre procédé permettant d'obtenir une conservabilité et une hygiénisation équivalentes ou supérieures par rapport aux procédés cités à la let. a.

2 Le lait peut être soumis à une pasteurisation unique avant d'être chauffé à ultra-haute température ou stérilisé.

3 Le traitement par la chaleur du lait cru et des produits laitiers doit satisfaire aux exigences visées à l'art. 27 ainsi qu'aux principes HACCP.

- 4 Les établissements qui fabriquent des produits laitiers à partir de lait cru doivent mettre en place des procédés propres à garantir en tout temps la sécurité des denrées alimentaires.
- 5 La crème est considérée prête à la consommation uniquement après avoir subi un traitement par la chaleur au sens de l'art. 27, al. 2.

Art. 50 **Traitement consécutif du lait traité par la chaleur**

- 1 Le lait et les produits laitiers liquides prêts à la consommation doivent être conditionnés immédiatement après le dernier traitement par la chaleur dans des récipients fermés empêchant toute contamination. 1 Le système de fermeture doit être conçu de manière telle qu'après ouverture, la preuve de l'ouverture reste manifeste et aisément contrôlable.
- 2 Le lait pasteurisé doit être refroidi immédiatement après le traitement par la chaleur.
- 3 Le lait chauffé à ultra-haute température et le lait stérilisé ne doivent en aucun cas être soumis à un nouveau traitement par la chaleur.

Art. 51 **Remise de lait prêt à la consommation**

- 1 Le lait chauffé à ultra-haute température et le lait stérilisé ne peuvent être remis qu'à l'état préemballé, excepté dans la restauration et la restauration collective.
- 2 Le lait pasteurisé et les produits laitiers liquides pasteurisés peuvent être vendus en vrac directement au consommateur si le système de débit (récipient, tireuse, etc.) garantit un prélèvement sans contamination. Le détaillant est tenu d'informer les consommateurs de la durée et des conditions de conservation du lait et des produits laitiers.

Art. 52 **Colostrum et produits à base de colostrum**

- 1 Les art. 46, 48, al. 1 et 2, 49, al. 1 et 3, et 50, al. 1, s'appliquent par analogie à l'utilisation, à la transformation et au traitement par la chaleur du colostrum et des produits à base de colostrum.
- 2 Le colostrum peut être congelé après la traite s'il n'est pas collecté quotidiennement. Dans ce cas, il doit rester congelé de son arrivée dans l'établissement de transformation jusqu'à sa transformation.

Art. 53 **Lait et produits laitiers provenant d'autres mammifères**

- 1 Les art. 46 à 52 à l'exception de l'art. 48, al. 3, s'appliquent par analogie aux laits provenant d'autres mammifères et aux produits laitiers qui en sont dérivés.
- 2 Si le lait ne peut pas être soumis à un traitement par la chaleur pour des raisons de technique de production (p. ex. lait de jument), la personne responsable doit garantir la sécurité des denrées alimentaires au moyen d'une assurance-qualité adaptée au produit.

7.4 **Etiquetage du lait prêt à la consommation**

Ordonnance du DFI
sur les denrées alimentaires d'origine animale
du 23 novembre 2005 (état au 1er mai 2009)

Section 3 **Etiquetage**

Art. 30 **Dénominations spécifiques du lait prêt à la consommation**

- 1 Les dénominations spécifiques du lait prêt à la consommation sont régies par l'art. 27, al. 1.
- 2 Le lait entier au sens de l'art. 27, al. 1, let. a, peut en plus porter une mention telle que «teneur naturelle en matières grasses»

Art. 31 **Indications complémentaires pour le lait prêt à la consommation**

- 1 Pour le lait prêt à la consommation, les indications requises à l'art. 2 OEDA12 doivent être complétées par les mentions suivantes:
 - a. la nature du traitement; les abréviations du type «Past», «Pasteurisation haute», «UHT» ou «stérilisé» sont admises;
 - b. la teneur en matière grasse en «grammes par kilogramme» ou en pourcent («%»); dans le cas du lait entier au sens de l'art. 27, al. 1, let. a, l'indication de la teneur minimale en matière grasse est admise;
 - c. une indication des modifications de la composition du lait au sens de l'art. 29;
 - d. l'indication de la température de stockage pour le lait réfrigéré;
 - e. l'indication «Conserver à l'abri de la lumière» pour le lait pasteurisé et le lait pasteurisé à haute température;
 - f. l'indication «homogénéisé» lorsque le lait a été soumis à une homogénéisation.
- 2 L'indication mentionnée à la let. b doit être mentionnée à proximité de la dénomination spécifique.

D'autres indications se trouvent dans l' «Ordonnance du DFI du 23 novembre 2005 sur l'étiquetage et la publicité des denrées alimentaires (OEDA1)» du 23 novembre 2005 (Etat au 1er janvier 2009).

En particulier: art. 2, 3, 4, 11 - 14, 15, 16, 17, 18, 19 - 21, 31 et 32 (év. 22 - 29 Etiquetage nutritionnel)

8. Littérature

Sources:

1. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg): Ernährungsbericht 2000. Druckerei Henrich, Frankfurt am Main (2000) 326-327
2. Eberhard P.: Vitamine in gelagerter hocherhitzter Milch. FAM-Info, (März 2003) Nr. 452
3. Eberhard P.: PEF, die «Kalte Pasteurisierung». Alimenta (21/2008)
4. Eberhard P.: Milcherhitzungsverfahren nachweisen. Alimenta (20/2005)
5. Eberhard P.: UHT-Ziegenmilch: Die direkte Erhitzung wird empfohlen. Alimenta (2006)
6. Frahm Ch, Gruchot W.: ESL-Milch mit Doppellentkeimung. DMZ (11/2010)
7. Hülsen U.: Länger haltbare Trinkmilch. DMZ (19/2005 und 20/2005)
8. Kaufmann V.: Verfahrenstechnische Einflussfaktoren auf die Qualität und Stabilität von ESL-Milch. DMZ (24/2008)
9. Kaufmann V.: Stoffliche Veränderungen in Konsummilch durch haltbarkeitsverlängernde Verfahren. MIV (2009)
10. Kessler H.G.: Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik. ISBN 3-9802378-4-2 (2006)
11. Sieber R.: Zusammensetzung von Milch und Milchprodukten schweizerischer Herkunft. FAM-INFO (Nr. 426, 2001)
12. Spreer Edgar: Technologie der Milchverarbeitung, ISBN 3-89947-233-0 HC (2005)
13. Strahm Walter, Eberhard Pius: Pastmilch in Käsereien einwandfrei hergestellt. Alimenta (1989)
14. Schwermann U.: Verfahrenskonzepte zur Herstellung von ESL-Milch. Deutsche Milchwirtschaft (11/2008, 12/2008 und 13/2008)

