

Chapitre 5 Laits fermentés

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

Introduction

On rassemble sous ce terme différents obtenus par fermentation du lait par des bactéries lactiques et éventuellement d'autres micro-organismes, notamment des levures. Ils se différencient des fromages frais obtenus par coagulation lactique par l'absence d'égouttage du gel.

La fermentation modifie les composants du lait et les caractères organoleptiques de celui-ci. Certaines de ces transformations sont communes aux divers laits fermentés; c'est le cas de l'acidification et de la gélification. D'autres sont spécifiques de chaque type de lait fermenté, comme la formation de composés aromatiques, de gaz, d'éthanol et l'hydrolyse des protéines.

Les laits fermentés se différencient les uns des autres par: leur état final: coagulum (ou gel) plus ou moins ferme; crème plus ou moins visqueuse, liquide. Le produit peut aussi être mousseux; l'origine du lait: celui-ci peut provenir d'une seule espèce (vache, bufflonne, chèvre, brebis, jument, chamelle, yack, etc.) ou de plusieurs: la composition du lait en matière grasse et en matière sèche; il peut être:

- plus ou moins crème ou enrichi en matière grasse,
- utilisés en l'état ou dilués ou concentrés par différents procédés (chauffage à feu nu ou en vacuum, ultrafiltration, addition de lait en poudre ou de concentrés protéiques pulvérulents tels que caseine ou casinates);
- les caractères de la flore lactique et de la flore éventuelle d'accompagnement;
- la température d'incubation;
- les traitements technologiques;
- les additifs: sucre, fruits, confitures, arômes naturels, colorants, etc.

Les laits fermentés sont préparés depuis une époque très lointaine en Asie

centrale, dans les pays méditerranéens et dans la plupart des régions d'élevage où ils constituent un mode de protection et de conservation du lait grâce à l'abaissement du pH en même temps qu'ils sont un aliment apprécier pour sa saveur. Longtemps restés traditionnels, certains de ces produits connaissent depuis quelques années un développement considérable grâce, d'une part, à l'intérêt qu'y trouvent les consommateurs sur le plan organoleptique, nutritionnel, voire thérapeutique et, d'autre part, à la mise en œuvre de procédés de fabrication industriels et aux progrès de la distribution. Enfin, l'attrait pour ces produits est renforcé par leur diversification et par de puissantes campagnes publicitaires.

Ces produits présentent un grand intérêt dans les pays en développement en raison de leur acidité qui en fait des aliments hygiéniques, sans inconvénients pour les consommateurs intolérants au lactose. De plus, ils présentent une bonne valeur nutritionnelle, des qualités organoleptiques généralement très bien acceptées ainsi qu'une relative facilité de préparation et de distribution.

Yaourt

Definition

Le yaourt ou yoghourt est le lait fermenté le plus consommé. Il résulte de la fermentation du lait par deux bactéries lactiques thermophiles: *Streptococcus salivarius*, subsp. *thermophilus* (anciennement dénommé *Str. thermophilus*), et *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (anciennement dénommé *L. bulgaricus*). Cette fermentation conduit à la prise en masse du lait. Le coagulum obtenu est ferme, sans exsudation de lactosérum. Il peut être consommé en l'état ou après brassage lui donnant une consistance crèmeuse ou liquide. Il peut aussi être congelé et consommé comme une glace.

Le Code des principes FAO/OMS a publié deux normes relatives aux yaourts:

- la norme n° A- 11 (a) (1975) pour le yaourt et le yaourt sucré;
- la norme n°A- 11 (b) (1976) pour le yaourt aromatisé et les produits traités thermiquement après fermentation.

Le Codex Alimentarius, norme n° A- 11 (a) (1975) définit ainsi le yaourt: «Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus Bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* à partir du

lait frais ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement décrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (lait en poudre, poudre de lait décrémé, etc.). Les micro-organismes du produit final doivent être viables et abondants.

La législation de nombreux pays exige que les bactéries du yaourt soient vivantes dans le produit mis en vente. D'autres pays admettent qu'après la suite d'un traitement thermique destiné à améliorer la durée de conservation, le produit ne contienne plus de bactéries vivantes. Cette pratique n'est pas recommandable, car elle modifie les propriétés du yaourt.

Bactéries et substrat de fermentation

Les deux bactéries associées dans la préparation du yaourt ont pour rôle principal d'abaisser le pH du lait au point isoelectrique de la caseine (pH 4,6) de façon à former un gel (ou coagulum). Outre le goût acidulé qu'elles donnent au gel, elles lui assurent une saveur caractéristique due à la production de composés aromatiques (acétaldéhyde principalement, cétone, acetoïne, diacétyle). Enfin, par la production de polysaccharides (glucanes), certaines souches ont une action dans la consistance du gel.

Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus*, ne produit que de l'acide lactique au cours de la fermentation du lactose. Il se développe bien à la température de 45 à 50 °C en acidifiant fortement le lait jusqu'à 1,8 pour cent (pH voisin de 4,5), voire, avec certaines souches, jusqu'à 2,7 pour cent d'acide lactique (pH 3,8 à 3,6).

Streptococcus salivarius, subsp. *thermophilus*, se développe bien de 37 à 40 °C, mais croît encore à 50 °C. Thermorésistant, il survit au chauffage à 65 °C pendant 30 minutes ou à 74 °C pendant 15 secondes. Nettement moins acidifiant que le lactobacille, il produit généralement de 0,5 à 0,6 pour cent d'acide lactique (pH voisin de 5,2). Certaines souches sont capables de supporter un pH de 4,3 à 3,8.

Ces deux espèces sont microaérophiles. Elles vivent en symbiose dans le yaourt. Elles produisent davantage d'acide lactique cultivées ensemble que séparément.

Pour se développer, les bactéries ont besoin d'acides aminés et de peptides directement utilisables. Or, le lait n'en contient que de faibles quantités permettant seulement de déclencher leur croissance. Ensuite, le lactobacille, par son activité protéolytique, attaque la caseine qui libère les peptides permettant au streptocoque de poursuivre sa croissance. De son côté, le streptocoque stimule le

lactobacille par production d'acide formique. Lorsque l'on ensemence du lait avec les bactéries du yaourt, le pH (6,6-6,8) est favorable au streptocoque qui assure le départ de la fermentation lactique. L'acidité, en se développant, devient favorable au streptocoque qui est alors relayé par le lactobacille qui poursuit son activité fermentaire jusqu'à un pH d'environ 4,34,2.

Le streptocoque produit de l'acide lactique principalement sous la forme L(+), alors que le lactobacille donne surtout la forme D(-). A la fin de la fermentation, le tiers environ du lactose est transformé en acide lactique. Dans la fabrication du yaourt, l'utilisation du lactose se fait selon la voie suivante: une lactose hydrolyse le lactose en α -galactose et en D-glucose. Ce dernier est ensuite transformé en acide pyruvique puis en acide lactique pendant que le galactose s'accumule progressivement dans le lait sans être utilisé. Ainsi, dans un lait à 6,5 pour cent (en poids) de lactose, 100 g du yaourt obtenu contiennent environ, après 2 jours de conservation, 4 g de lactose, 0,05 g de glucose, 0,05 g d'oligosaccharide et 1,5 g de galactose.

Composés aromatiques

Divers composés volatiles et aromatiques interviennent dans la saveur et

l'appétence du yaourt. C'est principalement le lactose qui joue un rôle dans la formation de ces composés. Parmi ceux-ci, outre l'acide lactique qui confère au yaourt son goût acidulé, c'est l'acétaldéhyde qui joue le rôle principal. Il provient en grande partie de la transformation de la threonine. Sa concentration optimale est estimée à environ 10 ppm. Sa production est due principalement au lactobacille; elle est augmentée lorsqu'il est en association avec le streptocoque qui en fabrique de faibles quantités.

Le diacetyl contribue à donner un goût délicat. Il est dû à la transformation de l'acide citrique et, secondairement, du lactose par certaines souches de streptocoques. D'autres composés (acétone, acetoïne, butane-2-one, etc.) contribuent à l'équilibre et à la finesse de la saveur. Celle-ci résulte d'un choix avisé des souches, de leur capacité à produire dans un juste rapport les composés aromatiques et du maintien de ce rapport au cours de la conservation des levains et de la fabrication.

La saveur caractéristique du yaourt, recherchée dans le produit nature, est, en partie, masquée dans les yaourts aromatisés, de sorte qu'on lui accorde moins d'importance, ce qui semble être une erreur.

Polysaccharides

La texture et l'onctuosité constituent, pour le consommateur, d'importants éléments d'appréciation de la qualité du yaourt.

Certaines souches bactériennes produisent, à partir du glucose, des polysaccharides qui, en formant des filaments, limitent l'altération du gel par les traitements mécaniques et contribuent à la viscosité du yaourt.

Technologie

Le schéma de la figure 18 résume les étapes de la fabrication du yaourt. Celle-ci peut subir des variantes de sorte que les étapes indiquées peuvent faire l'objet de modifications dans leur ordre comme dans leur nombre.

La figure 18 montre qu'il existe deux types de yaourts:

- le yaourt ferme ou traditionnel, dont la fermentation se fait après conditionnement en pots;
- le yaourt brassé, dont la fermentation se fait en cuve; le coagulum obtenu est alors dilacéré et brassé pour être rendu plus ou moins visqueux, puis

conditionné en pots.

La technologie donnée ci-après concerne le lait de vache; elle peut s'appliquer sans difficultés au lait d'autres espèces utilisé seul ou en mélange.

FIGURE 18 Schéma de la fabrication du yaourt

Préparation du lait. La matière première peut être soit du lait frais, soit du lait recombiné (  partir de lait en poudre maigre et de matière grasse laitière anhydre), soit du lait reconstitué (  partir de lait en poudre maigre), ou encore un mélange. Dans tous les cas, elle doit être de bonne qualité microbiologique, exempte d'antibiotiques ou d'autres inhibiteurs et parfaitement homog nis e.

La teneur en matière grasse du yaourt est variable. Généralement, elle est ajustée de sorte que le produit entre dans l'une des catégories ci-après:

- yaourt entier: au minimum 3 pour cent (en poids) de matière grasse; en pratique de 3 à 4,5 pour cent;
- yaourt partiellement écrémé: moins de 3 pour cent (en poids) de matière grasse; en pratique: de 1 à 2 pour cent;

- yaourt ~~à crème~~: au maximum 0,5 pour cent (en poids) de matière grasse; en pratique de 0,05 à 0,1 pour cent.

Lorsque l'on utilise du lait entier et même du lait partiellement ~~à crème~~, il est souhaitable de l'homogénéiser afin d'éviter la remontée de la matière grasse au cours de l'incubation, d'améliorer la consistance du yaourt et de faciliter la digestion de la matière grasse. Dans le cas du lait ~~à crème~~, une homogénéisation répétée deux ou trois fois améliore la consistance du yaourt en modifiant la structure des protéines. Il faut cependant observer que, dans certains pays où la fabrication traditionnelle se maintient, on apprécie la présence d'une couche de crème à la surface du produit.

Concentration. La consistance et la viscosité du yaourt sont pour une grande partie sous la dépendance de la matière sèche du lait. La graisse confère de l'onctuosité, masque l'acidité et améliore la saveur. Les protéines améliorent la texture et masquent aussi l'acidité. Selon le Code des principes FAO/OMS, la teneur minimale en matière sèche laitière non grasse est de 8,2 pour cent (en poids) quelle que soit la teneur en matière grasse (norme n°A- 11 (a), 1975).

En pratique, les teneurs en matière sèche laitière pour le yaourt au lait entier ou

partiellement ~~crème~~ se situent entre 14 et 16 pour cent (en poids), avec des valeurs extrêmes de 12 à 20 pour cent. Dans le cas du yaourt ~~crème~~, les teneurs en matière sèche sont de l'ordre de 10 à 11 pour cent (en poids).

Traitement thermique. La préparation du lait terminé, celui-ci est soumis sans attendre à un traitement thermique. Il a pour but:

- de détruire les micro-organismes pathogènes pouvant être présents et la plus grande partie de la flore banale. Il permet aussi la suppression éventuelle d'inhibiteurs naturels et la stimulation des bactéries par l'apparition de facteurs de croissance;
- de dénaturer une partie importante des protéines solubles, ce qui a pour conséquence d'augmenter la capacité de rétention d'eau du yaourt et de permettre à ces protéines de se fixer sur la caseine. Ce double phénomène modifie les propriétés rhéologiques du coagulum acidifié: le caillé est plus ferme, la tendance à l'expulsion de sucre au cours du stockage est réduite (notamment quand le produit est conservé à température trop élevée), le yaourt brassé est plus homogène et visqueux.

Il faut d?naturer au moins 80 pour cent des prot?ines solubles, ce qui permet de multiplier par trois la capacit? de r?tention d'eau. Ce r?sultat est obtenu par des combinaisons temps/temp?rature appropri?es. Dans les petites entreprises o? le chauffage est r?alis? de fa?on discontinue en cuves, celui-ci peut se faire pendant 30 minutes ? 85 ?C ou 10 minutes ? 90 ou 92 ?C. Dans celles disposant d'une installation de pasteurisation continue, un chauffage de 3 ? 5 minutes ? 92 ou 95 QC donne g?n?ralement satisfaction.

La st?rilisation UHT peut remplacer la pasteurisation. Le traitement se fait pendant quelques secondes (de 3 ? 4) ? 135-140 ?C, soit par injection directe de vapeur, soit par chauffage indirect ? l'acide d?changeurs tubulaires ou ? plaques. Ce proc?d? donne un yaourt moins visqueux; on peut y rem?dier par l'emploi de souches bact?riennes fortement productrices de polysaccharides. Toutefois, la structure du produit restant plus fragile, on a int?r?t ? augmenter la teneur en mati?re s?che du lait par l'apport de 2 pour cent environ de lait ?cr?m? en poudre.

Lorsque les laits ont ?t? stock?s au froid ou/et contiennent des substances ? odeurs d?sagr?ables, il est recommand? de compl?ter le traitement thermique par leur d?sa?ration.

Homogénéisation. Elle est généralement combinée avec le traitement thermique. Il s'agit d'une opération complexe dans laquelle le rôle des différents facteurs (matériel, température, pression d'homogénéisation, nature et état du produit) n'est pas clairement expliqué. Pour cette raison, les techniques utilisées sont variées. Certains la pratiquent à la température de 50 à 60 °C avec une pression d'homogénéisation de 150 à 200 atmosphères. Il semble maintenant qu'on préfère des températures de 85 à 90 °C avec des pressions proches de 250 atmosphères.

L'opération peut se faire avant la pasteurisation (ou la stérilisation) proprement dite, dès que la température voulue est atteinte ou après le traitement thermique. Dans ce dernier cas, la consistance du yaourt semble meilleure, mais les risques de recontamination sont à craindre.

ensemencement. Immédiatement après le traitement chauffagehomogénéisation, le lait est refroidi à la température de fermentation, mis en cuve et ensemencé. L'incubation se fait à l'aide d'un levain comprenant exclusivement une ou plusieurs souches de chacune des bactéries spécifiques du yaourt: *Streptococcus salivarius*, subsp. *thermophilus*, et *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*.

Dans le cas des petites fabrications traditionnelles familiales ou artisanales, l'ensemencement se fait à l'aide d'un yaourt fait le jour précédent ou acheté dans le commerce à raison d'une cuillerée à soupe par litre de lait. Cette pratique conduit souvent à une fermentation irrégulière et donc à des produits de qualité organoleptique variée, souvent médiocre; en outre, les risques de contamination sont fréquents, voire constants. Habituellement, on utilise une culture fournie par un laboratoire spécialisé sous forme liquide, lyophilisée ou congelée. Le lait, amené à une température généralement voisine de 45 °C (entre 42 et 46 °C), est ensemencé. Une bonne agitation est nécessaire pour rendre parfaitement homogène le mélange lait ferment. Dans les usines importantes, l'ensemencement se fait en continu. La température optimale de développement du streptocoque est de 42-45 °C; celle du lactobacille de 47-50 °C.

Selon les régions, les consommateurs profitent des yaourts plus ou moins acides et plus ou moins aromatiques. Les caractères recherchés dépendent des souches utilisées et de la température d'incubation. En abaissant celle-ci de 1 à 3 °C (44-42 °C), on favorise le streptocoque et donc la production d'arôme. En l'augmentant largement (45-46 °C), on favorise le lactobacille et donc la production d'acide.

On peut aussi obtenir un produit doux et aromatique en utilisant un levain jeune relativement encore peu acide (au début de la phase exponentielle de croissance) dans lequel le streptocoque est en plein développement. Pour obtenir un yaourt acide, on utilise un levain plus fort dans lequel le lactobacille est dominant du fait de sa résistance à un pH bas. C'est après l'ensemencement que se différencient les procédures de fabrication des yaourts ferme et brassé.

Yaourt ferme (dit aussi en pot, étuvé ou traditionnel)

Le lait ensemencé et à bonne température est rapidement réparti en pots (en verre, en carton paraffiné, en matière plastique) d'une contenance habituelle de 12,5 cl. Dans le cas des yaourts sucrés, aromatisés, aux fruits, à la confiture, etc., l'apport des additifs se fait avant ou après le remplissage des pots.

Après le capsulage (aluminium, carton paraffiné), les pots sont placés dans une étuve (à air chaud) ou parfois au bain-marie pour permettre la fermentation. L'acidification dépend de la température et de la durée d'incubation. La température choisie (entre 42 et 46 °C) est maintenue constante. Il est important qu'elle soit homogène en tous les points de l'étuve de façon à ce que la fermentation soit régulière.

L'incubation dure environ de 2 à 3 heures. Les pots sont maintenus dans l'autuve jusqu'à l'obtention d'une acidité de 0,75 (au minimum) à 1 pourcent environ d'acide lactique, soit 75 à 100" Dornic. A ce moment, le caillé doit être ferme, lisse et sans exsudation de sèrum.

Les pots sont alors immédiatement sortis de l'autuve, refroidis le plus rapidement possible à la température de +4 à +5 °C. Ce refroidissement a pour but d'arrêter l'acidification par inhibition des bactéries lactiques. Il se fait en chambre froide bien ventilée ou en tunnel de réfrigération. Les pots sont ensuite stockés à +2 à +4 °C pendant 12 à 24 heures de façon à augmenter la consistance sous l'action du froid et de l'hydratation des protéines.

Yaourt brassé

Le lait ensemencé est maintenu en cuve ou en tank à la même température que dans le cas des pots (entre 42 et 46 °C) jusqu'à obtention de l'acidité voulue. Celle-ci est souvent un peu plus élevée que pour le yaourt ferme: de 1 à 1,2 pour cent d'acide lactique, soit 100 à 120 "Dornic. On procède alors au découpage et au brassage du caillé par l'un des procédés ci-après: agitation mécanique à l'aide d'un brasseur à turbine ou à hélice; passage du gel à travers un tamis;

homogénisation basse pression.

Ce traitement a pour but de rendre le caillé onctueux. Il doit être réalisée avec précaution. Si le brassage est trop violent et s'il s'accompagne d'une incorporation excessive d'air, il peut se produire une séparation du sèrum. Si la dilatation du coagulum est insuffisante, le produit risque de devenir ultérieurement trop pais.

Le brassage terminé, le caillé est immédiatement et rapidement refroidi à une température inférieure à 10 °C. La réfrigération dans la cuve ou le tank se faisant trop lentement et pouvant provoquer une suracidification (sauf dans le cas de très petites capacités), celle-ci est réalisée par passage dans un échangeur-réfrigérant à plaques ou tubulaire ou à surface racle. Le brassage du caillé au cours de la réfrigération améliore l'onctuosité du produit.

Le yaourt est ensuite conditionné en pots et conservé à +2 -+4 °C. L'addition éventuelle d'arômes, de pulpes de fruits, etc., se fait au moment du remplissage des pots. L'addition du sucre peut se faire avant incubation, à condition de ne pas dépasser 6 pour cent afin de ne pas ralentir la fermentation. Pour conserver au yaourt brassé sa consistance semi-liquide, le mélange d'additifs (fruits + sucre) ne doit pas dépasser 15 pour cent.

Yaourt à boire

Il s'agit d'un yaourt qui se différencie du brassé par son état liquide qui l'assimile à une boisson. Sa fluidité est obtenue par une diminution de la teneur en matière sèche. Le brassage fait par passage à l'homogénéisateur sous pression inférieure à 50 atmosphères donne une viscosité inférieure d'environ 50 pour cent à celle obtenue par brassage mécanique. Il peut être nature ou aromatisé.

Conservation des yaourts

Préparés selon une technologie rigoureuse et dans des conditions hygiéniques strictes, ces produits peuvent se conserver environ 3 semaines sous réserve d'être maintenus au froid. Au cours de la commercialisation, la température ne doit pas excéder 8 °C. Dans les pays où la chaîne du froid du fabricant au consommateur n'existe pas, les délais de distribution et de consommation doivent être beaucoup plus courts.

Si le maintien des yaourts au froid empêche la multiplication bactérienne, il n'arrête pas complètement leur activité métabolique. Bien que lente, la production d'acide lactique se poursuit; des enzymes hydrolysent les protéines

avec, comme conséquences, une diminution de la fermeté et de la viscosité et l'apparition de peptides goût amer. Pour ces raisons, on procède parfois, quand la réglementation le permet, à un traitement thermique après la fermentation.

Dans de nombreux pays, pour avoir droit à la dénomination « yaourt » le produit doit, au moment de la vente, contenir des bactéries spécifiques vivantes en nombre important; un nombre minimum peut être fixé, par exemple 100 millions par millilitre.

Accidents de fabrication

Le traitement thermique du lait et le bon pH (généralement inférieur à 4, soit environ 1 pour cent d'acide lactique) rendent peu probable la présence ou la croissance dans le yaourt de bactéries pathogènes ou nuisibles. Toutefois, une contamination massive, notamment lors du conditionnement, peut être à l'origine d'accidents, d'où la nécessité de travailler dans des locaux propres, secs, sains et à l'abri des courants d'air. Pour prévenir ces contaminations, on a développé des machines permettant de faire du conditionnement <<propre>, <<ultra-propre> ou <<aseptique>.

Certains additifs, notamment le sucre et les fruits, peuvent être responsables de contaminations par des germes variés et doivent toujours être surveillés. Les autres défauts de goût, d'apparence ou de consistance pouvant survenir sont généralement dus à des erreurs technologiques, à des matières premières de mauvaise qualité ou à de mauvais choix dans les fermentations.

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

[Home](#)" :81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"'">

Autres laits fermentés

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

Il existe un grand nombre de laits fermentés qui diffèrent par leur matière première, leur flore microbienne, leur technologie, leur texture, leur goût et leur durée de conservation. Certains sont voisins, mais présentés sous des noms variés. Beaucoup d'entre eux contiennent l'une ou les deux bactéries spécifiques

du yaourt associés d'autres micro-organismes. Depuis plusieurs années, des fabricants cherchant de nouveaux débouchés ont repris, avec l'aide de scientifiques, l'idée mise par Metchnikoff au début du XXe siècle que la consommation des laits fermentés peut avoir un effet favorable sur la santé et constituer une bactériothérapie lactique. C'est ainsi que sont apparus des produits contenant des bactéries intestinales comme des bifidobactéries en association avec des bactéries lactiques.

On trouvera ci-après un bref résumé des technologies des principaux laits fermentés, fabriqués depuis une époque très ancienne ou récente.

Lait à l'acidophile

Le lait entier ou crème est soumis à un traitement thermique. Selon les fabricants il est:

- soit pasteurisé à 95 °C pendant 30 secondes;
- soit chauffé pendant 1 heure à une température proche de l'bullition;
- soit chauffé deux fois de suite pendant 1 heure à 90 °C;
- soit sterilisé sous pression à 115 °C;

- soit traité par UHT (quelques secondes à 141-145 °C).

Après refroidissement à 37 °C, il estensemencé avec 1 à 5 pour cent d'une culture pure de *Lactobacillus acidophilus*. Ce germe est isolé de selles de nourrissons au sein ou d'excréments de jeunes veaux. Le lait est ensuite généralement mis en bouteille et maintenu à 36-37 °C jusqu'à ce qu'il coagule, ce qui demande de 20 à 24 heures. Il est alors mis au froid (vers 5 °C) jusqu'à sa consommation, qui doit être rapide afin d'éviter une acidification excessive (supérieure à 1,8 pour cent d'acide lactique) et une baisse de la teneur en bactéries vivantes.

Le produit se présente comme une crème d'odeur lègère et de saveur acidulée particulière. Dans certains pays, il est apprécier comme aliment hygiénique. Il existe un lait fermenté préparé à l'aide de levain yaourt associé au *Lactobacillus acidophilus*.

Laits fermentés aux bifidobactéries

Ce sont des laits fermentés à l'aide de bifidobactéries associées à diverses

bactéries. Il en existe plusieurs types:

- type levain yaourt + bifidobactéries + *Lactobacillus acidophilus*;
- type levain yaourt + bifidobactéries, soit d'origine humaine, soit d'origine animale.

Les produits faits avec une bifidobactérie d'origine animale, essentiellement *Bifidobacterium animalis*, sont actuellement les plus répandus. Leur technologie est celle du yaourt (incubation entre 42 et 45 °C) à la condition de choisir des souches de *B. animalis* capables de résister en milieu acide (pH 4,54,2) et en anaérobiose relative.

Les produits faits avec une bifidobactérie d'origine humaine, essentiellement *Bifidobacterium longum*, demandent de profondes modifications de la technologie du yaourt: les souches de levain yaourt doivent être capables d'acidifier le lait à 37 °C; l'acidification doit être lente et modérée; la fermentation et le conditionnement en anaérobiose relative sont nécessaires; la résistance relative au pH de *B. longum* impose une variation de 4,8 à 4,4 durant la conservation du produit. Ces contraintes demandent, d'une part, une grande maîtrise du procédé de fabrication et, d'autre part, une sélection des microorganismes

accompagnant la bifidobactérie de façon à obtenir un produit de goût et de texture agréables et une bonne survie du B. longum.

Lait fermentés alcoolisés

Les deux plus connus sont le kéfir et le koumis.

Kéfir. Originaire du Caucase, ce produit s'est largement répandu, notamment dans l'ex-URSS, où il est fabriqué industriellement. Il peut être préparé avec le lait de différentes espèces (vache, chèvre, brebis).

Dans les préparations traditionnelles, on fait macérer du lait contenu dans une outre, en présence d'un fragment d'estomac de mouton, de veau ou de chèvre. Après coagulation, on remplace le produit par du lait frais, et ceci pendant quelques semaines au bout desquelles apparaît peu à peu sur la paroi interne de l'outre une croûte spongieuse et blanchâtre. Celle-ci, divisée et séchée, constitue les grains de kéfir.

Mis seuls dans du lait, ils donnent une boisson fermentée mousseuse acidoalcoolique. Les grains de kéfir desséchés se présentent sous l'apparence de

petites masses dures, mamelonnées, jaunâtres ou brunsâtres dont la dimension moyenne est celle d'une noisette. Ils sont constitués d'une flore complexe en état de latence et d'un polysaccharide à base de glucose et de galactose. Cette flore, protégée par une gaine de caséine desséchée, peut se conserver environ un an. Elle est toujours constituée de diverses espèces de bactéries lactiques (streptocoques, lactobacilles) et de levures. Elle peut être accompagnée de micro-organismes, dont certains sont indésirables: moisissures, germes de la putréfaction, germes de fermentations acétique et butyrique.

La préparation du kefir se fait à partir de lait entier ou crème dans lequel on met des grains de kefir préalablement revivifiés. La revivification des grains desséchés se fait par leur macération pendant 6 à 8 heures dans de l'eau bouillie tiède plusieurs fois changée. Après lavage éventuel dans de l'eau bicarbonatée à 10 g/litre, rinçage, tamisage et triage, ils sont prêts à l'emploi. On élimine les grains mous, translucides ou grisâtres pour ne conserver que ceux gonflés, élastiques et dont la couleur s'est claircie.

Ces grains sont immergés dans du lait pasteurisé ou bouilli refroidi à 1620 °C à raison de 10 g de grains pour 100 g de lait. Après 24 heures d'incubation à cette température, les grains sont à nouveau tamisés, triés, rincés et remis dans une

quantité de lait à 16-20 °C un peu plus grande. Après avoir recommandé l'opération pendant 4 ou 5 jours, la fermentation commence, provoquant des bulles de CO₂ au niveau des grains qui remontent à la surface. Si l'on poursuit ainsi pendant environ 6 à 10 jours, on observe que tous les grains remontent à la surface dans les heures suivant l'ensemencement. La revivification est alors terminée. Chaque grain devenu blanc mat et très plastique est capable de coaguler 30 à 40 fois son poids de lait.

Dans la fabrication artisanale, on se contente souvent d'utiliser les grains après une première incubation de 24 heures dans le lait à 16-20 °C. On les ensemence dans du lait préalablement bouilli à raison de 2 pour cent (en poids) et on conditionne le mélange dans des bouteilles fortement bouchées à 16-20 °C. On peut aussi, après 24 heures d'incubation, mettre en bouteilles fermées le lait coagulé sans parer des grains par tamisage. La fermentation à 16-20 °C se poursuit pendant 1 à 4 jours selon que l'on désire une boisson plus ou moins acide, gazeuse et alcoolisée. On distingue ainsi:

- le kéfir faible ou jeune, qui est un liquide crémeux, très largement mousseux, de consistance homogène, de saveur douce, peu acide et peu alcoolisé;

- le kēfir moyen, crèmeux, mousseux, avec un goût de crème acidifiée;
- le kēfir fort, très aromatique, riche en CO₂ et donc très mousseux, très acide et alcoolisé.

En moyenne, l'acidité du kēfir est voisine de 0,6 à 1 pour cent d'acide lactique (pH 4,2-4,5) avec une teneur en alcool de 0,6 à 0,8 pour cent et 50 pour cent en volume de gaz carbonique. Le kēfir fort peut contenir 2,5 pour cent d'alcool.

Une méthode industrielle russe consiste à ensemencer des grains revivifiés dans 40 à 50 fois leur poids de lait pasteurisé ou bouilli et refroidi à 1620 °C. Le mélange mis à l'obscurité est remué toutes les 2 ou 3 heures. Au bout de 24 heures, les grains remontent à la surface. Le produit filtré donne un liquide crémeux, acide et à odeur levurière qui constitue le levain. Celui-ci est mis dans du lait pasteurisé 3 à 5 minutes à 85-90 °C, refroidi à 20-25 °C et placé en tank où la fermentation se fait à cette température pendant environ 10 à 12 heures. Le coagulum mou est brassé lentement et refroidi dans le tank vers 12-15 °C, puis laissé au repos pendant 12 à 18 heures afin que s'opère la fermentation lactique. Après ce temps, le caillé est amené à la température de 5 °C, puis conditionné en bouteille de verre ou en carton.

Koumis. Ce produit originaire des steppes de l'Asie centrale est fabriqué avec du lait de jument. Un produit très voisin est préparé avec du lait de chameau et quelquefois d'ânesse. Il existe des imitations industrielles faites avec du lait de vache additionné de 2,5 à 5 pour cent de sucre. Comme pour le kifir, la fermentation résulte d'une flore mixte et complexe faite de bactéries lactiques et de levures.

Il s'agit d'un liquide laiteux, consommé abondamment comme boisson par les éleveurs lors de la saison de production. Le coagulum, finement dispersé, est peu perceptible lors de la dégustation. La fabrication du koumis reste très traditionnelle en raison des faibles quantités de lait de jument ou de chameau disponibles. La méthode de préparation ci-après pour un koumis imitation au lait de vache est transposable à d'autres laits.

Le lait est mélangé par moitié avec du lait tiède et chaud dans lequel on a dissous 5 pour cent de sucre. Après pasteurisation du lait 3 à 5 minutes à 90°C, le mélange est refroidi à 26-28 °C et ensemencé à l'aide de 10 pour cent d'un levain koumis avec agitation constante pendant une vingtaine de minutes. La fermentation s'effectue en cuve ou en tank à 26-28 °C pendant une durée variable selon le produit recherché. Le caillé obtenu est ensuite brassé et

refroidi. Dans les fabrications industrielles, le brassage se fait, par exemple, par injection d'air dans le caill? pendant 3 ? 5 minutes chaque quart d'heure en m?me temps qu'il est refroidi ? 16-18 ?C par circulation d'eau glac?e dans la double enveloppe de la cuve. Apr?s obtention d'un produit fluide, homog?ne et l?g?rement p?tiltant, celui-ci est mis en flacons ferm?s herm?tiquement. Ces derniers sont maintenus ? environ 20 ?C pendant environ 2 heures de fa?on ? augmenter la teneur en alcool et en CO₂. Ils sont ensuite plac?s en chambre froide vers 4 ?C jusqu'? leur distribution.

On connaît, comme pour le k?fir, trois types de koumis:

- le koumis jeune ou doux, obtenu par fermentation d'une journ?e environ et contenant environ 1 pour cent d'acide lactique et de 0,1 ? 0,3 pourcent d'alcool;
- le koumis moyen, ferment? en 2 jours, contenant environ 1,2 pour cent d'acide lactique et de 0,2 ? 0,5 pour cent d'alcool;
- le koumis fort, d'une fermentation de 3 jours, contenant environ 1,4 pour cent d'acide lactique et jusqu'? 3 pour cent d'alcool.

Produits divers

Il en existe un grand nombre. Parmi ceux-ci on peut citer les laits acidifiés et le buttermilk.

Un lait acidifié largement consommé dans les pays chauds et en particulier en Afrique du nord et au Moyen-Orient est le Leben ou Lben. Il est préparé à l'aide de lait le plus souvent partiellement ou totalement crème. Dans les pays où la production laitière est faible, on utilise fréquemment du lait reconstitué (1 kg de poudre de lait + crème pour 101 d'eau). Après pasteurisation et dégazage éventuel, le lait est refroidi à 20-22 °C etensemencé au moyen de 2,5 à 3 pour cent d'une culture de bactéries lactiques mesophiles.

La fermentation se poursuit pendant 18 à 20 heures environ jusqu'à coagulation et obtention d'une acidité de 0,65 à 0,70 pour cent d'acide lactique (de 65 à 70 Dornic). Le caillé est alors plus ou moins finement divisé et brassé en même temps qu'il est refroidi vers 4-5 °C. Il est ensuite mis en conditionnement de vente ou vendu en vrac. Au froid, ce produit largement acide et au goût agréable peut se conserver 1 semaine. Il peut être préparé avec des laits de diverses espèces (brebis, chèvre). La fermentation faite généralement avec des bactéries lactiques mesophiles l'est aussi avec des thermophiles; certaines souches sont recherchées pour leur propriété qui consiste à rendre le produit visqueux et

Dans certains pays producteurs de beurre, le babeurre issu du barattage est consommé comme boisson ou utilisé en cuisine. Lorsque la quantité de babeurre est insuffisante, on fabrique du cultured buttermilk à partir d'un lait acidifié. On part d'un lait à crème ou à faible teneur en matière grasse (de 0,1 à 0,8 pour cent) et additionné de 0,1 pour cent de sel pour relever le goût. La matière sèche peut être augmentée par apport de 1 à 2 pour cent de lait à crème en poudre. Le lait est chauffé en cuve pendant 20 à 30 minutes à 8090 °C ou pasteurisé à 90-95 °C pendant un temps variable (de 1 à 5 minutes). Ce chauffage possède pour but d'améliorer la viscosité et la stabilité du produit.

Le lait refroidi à 21-23 °C est enserré dans l'aide de 0,5 à 3 pour cent d'un levain associant diverses espèces de bactéries lactiques mésophiles. Après 14 à 16 heures d'incubation à 22 °C, on obtient un coagulum dont l'acidité est voisine de 0,8 pour cent d'acide lactique (pH 4,7-4,6). Ce caillé est refroidi entre 3 et 6 °C en même temps qu'il est rompu et brassé très lentement pendant 2 heures, puis conditionné par gravité ou par pompage ne modifiant pas la structure du produit. À 4 °C il peut se conserver environ deux semaines. Afin de donner au produit une texture voisine de celle du babeurre normal, on peut baratter le caillé pendant 15

minutes ou encore l'homogénéiser à 5 °C sous une pression de 5 bars.

Pour obtenir l'aspect du babeurre de baratte, on peut ajouter des grains de beurre congelés de façon à ce qu'ils se dispersent facilement. Le produit peut être coloré et aromatisé. Le buttermilk doit avoir un pH de 4,5, une saveur acide aromatique et une texture visqueuse sans séparation de sédiment.

Intérêt nutritionnel des laits fermentés

La fermentation du lait conduisant à la formation d'acides organiques, notamment d'acide lactique, entraîne une acidification du lait. Ces laits fermentés peuvent résulter d'ensemencements spontanés à température ambiante, ou d'ensemencements par une flore et à une température contrôlées. Ce contrôle porte sur le choix des espèces et des souches en fonction de leur intérêt technologique (texture du produit) ou organoleptique.

Ces produits laitiers fermentés ajoutent leurs propriétés propres aux qualités nutritionnelles du lait utilisé. En particulier, l'acidification constitue du point de vue hygiénique un atout majeur. En effet, elle prévient la croissance de la plupart

des germes pathogènes et assure, par des moyens qui peuvent être très simples, la conservation du lait.

De très nombreuses souches et espèces de bactéries lactiques sont utilisées pour la fabrication des laits fermentés (streptocoques et lactobacilles). Depuis peu, on utilise aussi des bactéries d'origine intestinale telles que les bifidobactéries. Certaines levures sont aussi utilisées, en association avec des bactéries, par exemple pour le kifir. Par contre, les moisissures sont rarement utilisées dans la fabrication des laits fermentés traditionnels.

Traditionnellement, et plus particulièrement depuis les travaux de Metchnikoff sur le yaourt au début de ce siècle, les produits laitiers fermentés jouissent d'une image positive quant à leurs relations avec la santé. Cependant, il aura fallu attendre les années 80 pour que des faits scientifiques établissent certaines de ces propriétés. La plupart de ces travaux ont porté sur le yaourt, produit répandu, de flore simple et bien connue, pour laquelle il a été rapidement montré qu'elle était capable de survivre pendant son passage dans l'intestin, sans toutefois s'y implanter.

Effets de la fermentation sur la composition du lait

L'effet majeur de la fermentation lactique sera l'hydrolyse des glucides du lait. Le lactose, quantitativement le principal composant solide du lait, est présent dans le yaourt hydrolysé à raison de 30 pour cent environ pour donner, pour chaque molécule, une molécule de galactose et deux molécules d'acide lactique. Il ne faut guère plus de trois heures à 45 °C pour que les bactéries transforment un lait en yaourt qui contiendra environ 1 pour cent d'acide lactique sous les formes racémiques L (+) et D (-) en proportions variables selon les conditions de fabrication et de stockage. La production d'acide lactique au cours de la fermentation conduit à un abaissement du pH qui aura pour effet de cailler le lait.

L'homme métabolise les deux formes, la forme D (-) plus lentement que la forme L (+). Selon le comité ad hoc FAO/OMS de 1973, la situation est différente chez le nouveau-né: l'immaturité du foie ne lui permettrait pas de métaboliser complètement la forme D (-), entraînant ainsi un risque d'acidose. Pour cette raison, le comité recommande de ne pas donner d'aliments contenant de l'acide lactique D (-) avant l'âge de trois mois.

Les autres sources énergétiques, les lipides et les protéines du lait, sont peu modifiées par la fermentation, hormis la formation d'un coagulum. Il existe une protéolyse modérée et les acides aminés libérés sont importants pour assurer

la croissance symbiotique des bactéries du yaourt. Il faut noter par ailleurs que, pour la fabrication du yaourt, il peut être d'usage d'enrichir le lait en poudre de lait. C'est ainsi qu'en France, le yaourt est le plus souvent plus riche que le lait en divers nutriments (protéines, calcium, etc., et parfois même en lactose). D'autre part, ces produits peuvent être plus ou moins sucrés. Leur teneur en saccharose varie alors de 7 à 15 pour cent.

La teneur vitaminique du lait de départ est modifiée par la fermentation; certaines vitamines sont consommées par les bactéries, d'autres sont produites. Les travaux publiés à ce jour sont souvent contradictoires. Il ressort, cependant, une augmentation importante de la teneur en acide folique du yaourt.

Des travaux récents et précis peu nombreux tendent à montrer d'importantes différences dans la digestion des protéines selon la technologie subie par le lait. Ainsi, selon Scanff et al. (1990), avec le lait, il se forme rapidement un caillot de caséine dans l'estomac, celle-ci étant évacuée lentement sous forme de peptides. Avec le yaourt, il ne se forme pas de coagulum et, très rapidement, la caséine est évacuée sous forme dégradée et même sous forme non dégradée. Il a été aussi montré que le temps de transit du yaourt dans l'intestin est plus long que celui du lait.

Effets sur la tolérance au lactose

Parmi les causes d'intolérance au lait, la mieux connue est certainement celle liée au lactose. Par défaut de lactose (ou β -galactosidase) dans la bordure en brosse de la muqueuse intestinale, le lactose n'est plus hydrolysé; il n'est donc plus absorbé dans l'intestin grêle et va atteindre le colon, où il sera fermenté par la flore intestinale en donnant naissance à des gaz et tout particulièrement à de l'hydrogène. Les symptômes de l'intolérance au lactose sont brièvement présentés au chapitre 9.

Le plus souvent, chez l'enfant, l'intolérance au lactose est due à un déficit en lactase intestinale secondaire à une entéropathie. Chez l'adolescent et l'adulte, la malabsorption du lactose est le plus souvent primaire. Une réponse à l'intolérance au lactose pourrait consister en l'utilisation de laits délactosés. Cependant, on verra au chapitre 9 que les laits fermentés et, en particulier, le yaourt sont susceptibles d'apporter une solution simple et peu onéreuse.

Effets sur la flore intestinale

Un certain nombre de travaux chez l'animal montrent que l'ingestion de laits

fermentés est susceptible de modifier la flore intestinale de l'humain, en particulier de diminuer la quantité de germes indésirables. On dispose, par contre, de très peu d'informations sur son effet chez l'homme. Plusieurs études depuis les années 50 indiquent que l'ingestion de lait fermenté par Lactobacillus acidophilus est susceptible de réduire le nombre d'Escherichia coli dans les selles qui contiennent alors considérablement plus de L. acidophilus qui, par ailleurs, fait partie de la flore intestinale humaine. Cette propriété semble avoir été utilisée avec succès dans le cas d'enfants souffrant de diarrhées E. coli.

Parmi les activités métaboliques de la flore, on s'est particulièrement intéressé des activités enzymatiques qui sont associées, chez l'animal de laboratoire et chez l'homme, à la formation de substances cancérogènes. L'ingestion de différents laits fermentés fait baisser l'activité de ces enzymes chez l'animal. Toutefois, il faut noter qu'il n'a pas été démontré chez l'homme de relation entre l'activité de ces enzymes et la survenue de cancers du colon.

Sensibilité aux infections et réponse immunitaire

L'ingestion de laits fermentés semble entraîner des modifications des défenses immunitaires à plusieurs niveaux. C'est ainsi que l'on a suggéré la possibilité

d'une augmentation de certaines immunoglobulines après ingestion de yaourt ou de Lactobacillus acidophilus ou encore de L casei, ainsi qu'un rôle dans la migration des macrophages périphériques vers le foie (De Simone et al., 1988). D'autres recherches concernent une possible stimulation de la production de cytokines, protéines importantes dans la régulation du système immunitaire ainsi que pour leur action antibactérienne et antivirale, parmi lesquelles figurent les interférons (Solis et Lemonnier, 1991 et 1992).

Autres effets

Laits fermentés et lipides sanguins. Les relations entre les produits laitiers et la régulation de la cholestérolémie sont paradoxales. En effet, s'il est bien établi qu'une consommation élevée de lipides saturés, dont le beurre, augmente le taux de cholestérol circulant, il ne semble pas que l'on retrouve cet effet lorsqu'on consomme, à taux lipidique égal, du lait, c'est-à-dire un produit laitier dont les lipides n'ont pas été extraits. Certaines recherches suggèrent, de plus, que le yaourt serait encore plus efficace que le lait pour maintenir une cholestérolémie basse. Il n'est toutefois pas possible d'affirmer un effet propre des laits fermentés sur la cholestérolémie.

Croissance et longévité. Un certain nombre de travaux sur des animaux suggèrent une amélioration de la croissance chez ceux qui reçoivent un régime enrichi en yaourt par rapport à d'autres produits laitiers. Toutefois, la plupart d'entre eux n'ont pas été conduits assez rigoureusement pour pouvoir parvenir à des conclusions certaines.

Depuis les travaux de Metchnikoff, il est dit que le yaourt a un effet sur la longévité, mais l'e aussi les données expérimentales ou épidiomologiques sont quasiment inexistantes, même si Arai et al. (1980) signalent que la longévité des souris est accrue chez celles qui consomment un régime enrichi en lait fermenté, ceci par rapport à deux autres lots qui reçoivent soit un régime très peu de laboratoire, soit ce régime enrichi en lait. La flore intestinale des souris qui ont consommé le lait fermenté contient dix fois plus de Bifidobacterium que celle des deux autres groupes. Les recherches devraient être poursuivies pour asseoir l'intuition de Metchnikoff ou, au contraire, la rejeter.

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante>](#)

[Home](#):81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/">

Chapitre 6 Fromages

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

Définition et classification

Au plan technologique, le fromage est de la caseine plus ou moins débarrassée des autres constituants du lait et plus ou moins transformée. La norme FAO/OMS n° A-6 (1978, modifiée en 1990) donne la définition suivante:

Le fromage est le produit frais ou affiné, solide ou semi-solide, dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséine n'excède pas celui du lait, obtenu:

- par coagulation du lait, lait fermenté, lait partiellement fermenté, crème de lactosérum ou babeurre, seul ou en combinaisons, grâce à l'action de la pression ou d'autres agents coagulants appropriés, et par dégouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation;
- par l'emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait et/ou des matières obtenues à partir de lait, présentant des caractères

physiques, chimiques et organoleptiques similaires ◉ ceux du produit défini plus haut.?

Selon cette m?me norme:

- Le fromage ◉affin◉ est celui qui n'est pas pr?t ◉ la consommation imm?diatement apr?s la fabrication, qui doit ◉tre maintenu pendant un certain temps ◉ la temp?ature et dans les conditions n?cessaires pour que s'op?rent les changements biochimiques et physiques caract?ristiques du fromage.
- Le fromage ◉affin◉ aux moisissures◉ est celui dont l'affinage est provoqu? essentiellement par la prolif?ration de moisissures caract?ristiques dans la masse et/ou sur la surface du fromage.
- Le fromage ◉frais ou non affin◉ est du fromage qui est pr?t ◉ la consommation peu de temps apr?s la fabrication.

La classification des fromages selon la norme n? A-6 est donn?e au tableau 55. Elle est compl?te par des normes individuelles pr?c?isant les caract?ristiques particuli?res de divers fromages. De nombreux pays poss?dent une r?glementation propre concernant, notamment, la d?finition et la composition

TABLEAU 55 Classification fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage

Formule I		Formule II		Formule III
TEFD*(%)	Premier élément de dénomination	MGES**(%)	Second élément de dénomination	Dénomination d'après les principales caractéristiques d'affinage
<51	Pâte extradure	>60	Extra-gras	1. Affinage:
49-56	Pâte dure	45-60	Tout-gras	a principalement en surface
54-63	Pâte demi-dur	25-45	Mi-gras	b. principalement dans la masse
61-69	Pâte demi-	10-25	Quart-gras	

	molle			
>67	Pate molle	<10	Maigre	2. Affinage aux moisissures a. principalement en surface b. principalement dans la masse 3. Frais

*TEFD = Pourcentage de la teneur en eau dans le fromage d'graissage c'est-à-dire:
 $(\text{Poids de l'eau dans le fromage}) \times 100 / (\text{Poids total du fromage} - \text{Matière grasse dans le fromage})$

** MGES = Pourcentage de la matière grasse dans l'extrait sec c'est-à-dire:
 $(\text{Teneur en matière grasse du fromage} \times 100) / (\text{Poids total du fromage} - \text{Eau dans le fromage})$

Note: Soit par exemple. un fromage ayant une Tefd de 57 pour cent et une MGES

de 53 pour cent qui est affiné de la même manière que le Roquefort sa dénomination sera alors:

Pâte demi-dure	Tout-gras	Fromage affiné aux taise moisissures dans la masse
(Formule I)	(Formule II)	(Formule III)

Principes généraux de fabrication

Le fromage est le produit obtenu par coagulation du lait suivie d'un gouttage du coagulum. Il est essentiellement constitué d'un gel de caseine retenant les globules gras et une partie plus ou moins importante de la phase aqueuse du lait.

La fabrication du fromage comprend trois étapes:

- coagulation ou formation du gel ou coagulum;
- gouttage ou déshydratation du gel aboutissant à un caillé;
- affinage ou digestion enzymatique du caillé.

Cette dernière étape n'existe pas dans le cas des fromages frais consommés après gouttage. Ces trois étapes sont généralement précédées d'une phase préalable de préparation du lait.

Préparation du lait

Dans de nombreuses fabrications de fromages fermiers, le lait, encore tiède, est mis en coagulation dès la traite, après une simple filtration. Dans certains cas, on laisse le lait reposer quelques heures dans un local frais afin de procéder à un écrémage partiel en recueillant la crème montée à la surface et afin de permettre le démarrage de la flore lactique intervenant dans la coagulation et l'égouttage. Ces procédés ont l'avantage de permettre d'utiliser et de conserver sur place, de façon très simple, le lait et constituent un moyen non négligeable d'améliorer les ressources alimentaires et les revenus des éleveurs. Leur inconvénient est de donner des produits de qualité variable. En outre, ils sont inapplicables aux laits de mélange soumis au transport, à la réfrigération et au stockage, dont les aptitudes technologiques sont toujours modifiées et irrégulières.

A l'usine, la valorisation de ces laits ainsi que la nécessité de produire des

fromages de composition régulière et de qualité hygiénique et organoleptique bonne et constante imposent la mise en œuvre d'une matière première dont le comportement est chaque jour identique. Pour cette raison, on est amené à faire subir au lait des correctifs avant de le mettre en fabrication. La préparation du lait comprend plusieurs opérations (citez ciapres), certaines pouvant être facultatives ou obligatoires selon la technologie, la réglementation, les produits voulus, etc.

Nettoyage du lait par filtration statique ou centrifuge. Il permet de retenir les impuretés du lait. L'opération centrifuge est plus efficace; elle retient notamment les leucocytes.

Standardisation lait en matières grasses et en matières protéiques. L'ajustement de la teneur en matières grasses se fait soit par apport de lait crème dans du lait entier, soit par apport de crème dans du lait entier. La standardisation en matières protéiques se fait par ajout au lait de poudre de lait, de caséine ou de casénates, ou encore par ultrafiltration. La teneur en protéines du lait de fromagerie est le plus souvent comprise entre 33 et 40 g/litre au maximum.

Assainissement du lait. Il se fait très généralement à l'aide d'un traitement

thermique. Il faut rappeler que la pasteurisation peut entraîner diverses modifications de la composition et de la structure physico-chimique du lait défavorables aux fabrications fromagères. Les protéines solubles retenues dans le caillé rendent l'égouttage difficile et peuvent être à l'origine, lors de la maturation, de saveurs déflectueuses. Il faut souligner aussi une rupture de l'équilibre phosphocalcique du lait se traduisant par un appauvrissement en sels de calcium soluble qui provoque des difficultés de coagulation.

Le choix d'une combinaison temps/température en fromagerie se pose dans les termes suivants: ou bien le chauffage est suffisant pour assurer la destruction de tous les micro-organismes pathogènes, mais le lait subit des modifications gênantes pour certaines fabrications; ou bien le chauffage est modéré et ne modifie pas les aptitudes fromagères du lait, mais la sécurité hygiénique risque d'être insuffisante.

Pour éviter la confusion entre la pasteurisation et les traitements thermiques moins sévères utilisés en fromagerie, on leur réserve souvent le terme de thermisation. Sans offrir les garanties d'assainissement identiques à celles données par la pasteurisation telle qu'elle est pratiquée pour le lait de consommation, la thermisation constitue néanmoins un traitement assurant, outre

la destruction d'une bonne partie des germes indésirables en fabrication, celle de la plupart des pathogènes. Les éventuels pathogènes résiduels sont, le plus souvent, inhibés sous l'action de l'acidification et de l'affinage.

Rééquilibrage en calcium. Pour redonner au lait pasteurisé (comme au lait refroidi) un comportement normal au cours de la coagulation et de l'égouttage, il suffit généralement de lui ajouter du chlorure de calcium anhydre à une dose maximale de 0,2 g/litre.

Maturation. Elle a pour but d'améliorer le lait en tant que milieu de culture pour les bactéries lactiques et d'amener le lait à son pH optimum d'emprésurage. Secondairement, elle contribue à reconstituer les équilibres physico-chimiques du lait ayant pu être perturbés par des traitements antérieurs (réfrigération principalement). Il existe diverses méthodes de maturation dont le choix est fonction de la qualité du lait reçu, de l'organisation du travail et de la nature du fromage.

Coagulation

La coagulation du lait correspond à une déstabilisation de l'état micellaire

originel de la caséine. Les micelles de caséine doivent leur stabilité deux facteurs:

- La charge de surface: les caséines ont un caractère acide très net; au pH normal du lait, elles ont un fort excès de charges négatives. Les micelles sont elles aussi chargées et de fortes répulsions électrostatiques empêchent leur rapprochement.
- Le degré d'hydratation: l'eau fixée par les micelles est importante (3,7 g par g de protéines); une partie de cette eau forme autour de chaque micelle une enveloppe d'hydratation protectrice.

En fromagerie, la déstabilisation est réalisée soit par voie fermentaire (l'aide de bactéries lactiques, soit par voie enzymatique (l'aide d'enzymes coagulantes, en particulier la pressure).

Coagulation par acidification lactique. Sous l'action des bactéries lactiques, le lait s'acidifie progressivement. Cette acidification entraîne une neutralisation des charges négatives portées par les caséines. Dans le même temps se produit une déminéralisation progressive des micelles qui se désintègrent en sousunités.

Lorsque le pH est voisin de 5, la charge des submicelles est très réduite et la précipitation s'amorce. (point isoélectrique de la caséine), la neutralisation des charges est complète; les micelles de caséine floquent et se soudent formant au repos un gel homogène qui emprisonne le lactosérum et occupe entièrement le volume du lait. Au cours de la déminéralisation du complexe phosphocalcique de calcium, le calcium colloidal migre dans le sérum.

Congulation par action de la pressure. Diverses enzymes protéolytiques ont la propriété de coaguler le lait. Elles sont soit d'origine animale (pression, pepsine), soit d'origine végétale (broméline, ficine), soit d'origine microbienne (enzymes de certaines moisissures ou de bactéries). Les enzymes utilisées en fromagerie sont la pressure, la pepsine et celles d'origine fongique. La plus ancienne et toujours très employée est la pressure constituée d'un mélange de chymosine (80) et de pepsine (20); elle est sécrétée dans la caillette des jeunes ruminants nourris au lait. Outre son activité coagulante, spécifique sur la caséine, la chymosine a une activité de protéolyse générale pouvant se manifester sur toutes les protéines.

La coagulation du lait par la pressure comprend deux phases: une phase enzymatique, au cours de laquelle la chymosine dégrade la caséine K de façon spécifique, et une phase de coagulation, qui correspond à la formation du gel par

agrégation des micelles modifiées.

Congulums de fromagerie. Les mécanismes d'action de la pression et de l'acide lactique, très différents, aboutissent à deux types de coagulums dont les aptitudes à l'égouttage et à l'affinage sont spécifiques de leur mode de formation. Entre ces types extrêmes se placent les coagulums obtenus par l'action simultanée de l'acidification et de l'enzyme.

Les caractères de ces caillés dits mixtes sont déterminés par l'importance relative de chaque agent coagulant. La coagulation strictement acide est peu utilisée, sauf dans quelques fabrications fermières. L'action enzymatique seule conduit à un coagulum qui, pour être transformé en fromage, nécessite une acidification. Ainsi, un coagulum de fromagerie résulte presque toujours de l'action combinée de l'enzyme et de l'acidification. Toutefois, son caractère est différent selon que l'acidification débute avant l'emprésurage (petites molles et certaines petites pressées non cuites) ou que l'acidification débute après l'emprésurage et la gélification (petites pressées cuites).

Selon le mode de coagulation dont ils résultent, on classe habituellement les coagulums en trois types conduisant à trois grandes catégories de fromage:

coagulums → caractère lactique dominant (type → pâte fraîche → fromages blancs, petits suisses, cottage, quarg, etc.); coagulums → caractère pressuré dominant (type → pâte pressée → saint-paulin, edam, cantal, cheddar, gruyère); coagulums → caractère mixte (type → pâte molle → camembert, brie, munster, bleu, etc.).

Le tableau 56 donne les principaux caractères des coagulums et des fromages dont ils sont issus, en fonction du mode de coagulation.

Egouttage

Le gel formé par acidification ou par action de la pression est dans un état physique instable. Plus ou moins rapidement selon la nature du coagulum, la phase dispersante se sépare spontanément du coagulum sous forme de lactosérum. Ainsi, en observant un gel au repos, on voit spontanément sourdre → sa surface de fines gouttelettes qui grossissent, se rejoignent en traînées festonnées et finalement forment un film liquide. En même temps, le gel se décolle des parois du récipient et diminue de volume.

L'égouttage est le résultat de deux phénomènes physiques différents:

- un phénomène actif, la synergie, qui est due à la contraction du gel; il est particulièrement important dans les coagulums pressuré;
- un phénomène passif, résultant de l'aptitude du coagulum à laisser s'écouler le lactosérum occlus; cette exsudation spontanée du sérum, liée à la perméabilité du coagulum, est une des caractéristiques des gels lactiques.

La séparation du lactosérum s'accompagne d'une ségrégation des différents composants originels du lait: la plus grande partie de l'eau et du lactose ainsi qu'une petite fraction de la matière grasse et des protéines sont éliminées par le sérum; la plus grande partie des protéines et de la matière grasse est retenue par le coagulum, dont l'extrait sec croît progressivement à mesure de l'élimination du sérum.

TABLEAU 56 Caractéristiques des coagulums et des fromages en fonction du mode de coagulation

Caractéristiques	Modes de coagulation	
	Voie enzymatique	Voie fermentaire (acide)

Coagulums	(presión)	(lactique)
Temps de coagulation	Court (de 10 à 30 minutes)	Long (de 6 à 15 heures)
pH	6,70-6,50	<4,5
Minéralisation	Forte (1-1,2 % Ca 100 %)	Faible (0,1 % Ca 100 %)
Structure micellaire	Modifiée	Détruite
Fermeture	Faible	Forte
Friabilité	Faible	Forte
Plasticité	Faible	Forte
Elasticité	Forte	Faible
Perméabilité	Faible	Forte
Contractibilité	Forte	Faible
Tension	Forte	Faible

Aptitude aux traitements m <small>é</small> caniques	Forte	Faible
Egouttage	Rapide et important si actions m <small>é</small> caniques et thermiques fortes	Spontan <small>é</small> , lent, faible
Aptitude à l'evaporation	Faible	Forte
Humidité du caill <small>é</small> goutte	Faible	Forte
Cohésion du caill <small>é</small> goutte	Forte	Faible
Fromages		
Minéralisation	Forte	Faible
Matière sèche	Élevée (60-65 %)	Basse (20-25 %)
Texture	Cohérente, liée, sarde, plastique	Plastique, sans tenue
Format	Gros	Petit
Durée d'affinage	Longue ou moyenne	Courte ou nulle

Durée de conservation

Longue

Faible

L'acidification du lait avant et après coagulation délimine dans le lactosérum les sels minéraux primitivement fixés sur la micelle de caséine. Le niveau de minéralisation résiduelle de la caséine détermine le degré de cohésion du coagulum, son aptitude à l'égouttage ainsi que la matière sèche finale du fromage.

La technique de fabrication propre à chaque type de fromage vise à développer dans le coagulum, en un temps déterminé, une acidification d'intensité appropriée pour obtenir des caractères physico-chimiques spécifiques au produit fini non affiné désiré.

Salage

Il a un triple rôle: il complète l'égouttage et contribue à la formation de la croûte; il règle l'activité de l'eau (Aw) du fromage et par là favorise, freine ou oriente le développement des micro-organismes et les activités enzymatiques au cours de l'affinage; il relève la saveur du fromage et masque ou exalte le goût de

certaines substances formées au cours de l'affinage.

On utilise deux procédures de salage: le salage à sec des fromages par saupoudrage à la main ou à la machine, par frottement ou par incorporation dans le caillé; le salage en saumure généralement saturée (318 g/litre à 20 °C). La plupart des fromages ont une teneur en sel de 1,5 à 2,5 pour cent. Certains fromages orientaux (feta) conservés en saumure ont un taux de sel de 8 à 15 pour cent et sont généralement dessalés avant leur consommation.

Affinage

A la fin de l'égouttage, le coagulum se trouve sous forme d'un gâteau de volume, de forme et de composition déterminées. Sauf dans le cas où ce coagulum est consommé à l'état frais, il subit alors un affinage (ou maturation) qui va modifier sa composition, sa valeur nutritive, sa digestibilité et ses caractères organoleptiques (aspect, consistance, saveur, odeur).

L'affinage correspond à un ensemble de dégradations enzymatiques, simultanées ou successives, du substrat (= le caillé) préparé par la coagulation et l'égouttage. Il constitue un processus très complexe en raison de la nature du substrat, de la

diversité des agents responsables, de la variété des transformations et du nombre de produits formés. Il est dominé par plusieurs phénomènes biochimiques dont les plus importants sont la fermentation du lactose, la dégradation enzymatique des protéines et l'hydrolyse de la matière grasse. Les protéines sont hydrolysées en éléments de plus en plus simples et sapidité croissante: polypeptides, peptides, acides aminés, ammoniac. La dégradation de la matière grasse est surtout notable dans le cas des pates persillées. Les triglycérides sont hydrolysées en acides gras et glycerol, euxmêmes pouvant être transformés en résidus plus savoureux et aromatiques (aldehydes, cétones).

Technologie des principaux types de fromage

Fromages issus de coagulation lactique

Il s'agit des fromages frais ou pâte fraîche. La coagulation a un caractère acide prédominant. Elle est obtenue par un ensemencement du lait avec des bactéries lactiques mesophiles à la dose de 1 à 3 pour cent et à la température de 18 à 25 °C. Elle est complète par une faible addition de pressure (de 1 à 5 ml de pression au 1/10 000 pour 100 litres) seulement destinée à donner une ligne

contractilité au caillé.

Le processus de coagulation est essentiellement tributaire de la vitesse d'acidification. Le temps de flocculation varie de 6 à 15 heures. Le temps de tranchage ou de coagulation totale est de l'ordre de 16 à 48 heures. En fin de coagulation, l'acidité du sèrum est élevée (de 65 à 100 Dornic) et le pH bas (44,5). Le coagulum est ferme, friable, perméable. Son aptitude à l'égouttage est faible; la matière sèche de graisse finale est toujours inférieure à 30 pour cent et varie le plus souvent entre 12 et 22 pour cent.

L'égouttage spontané est lent et incomplet; aussi, en pratique, il est nécessaire, pour obtenir un fromage suffisamment goutté dans des délais acceptables, d'exercer une action mécanique limite sur le coagulum. Dans les procédés traditionnels, cette action consiste en un découpage sommaire associé à un très léger brassage et à un pressage réalisé lors de la mise en sacs du caillé et du retournement de ceux-ci. Dans ces conditions, l'égouttage reste néanmoins long (de 24 à 48 heures).

La centrifugation permet de réaliser l'égouttage de façon presque instantanée. Afin de rendre le caillé moins friable et éviter des pertes excessives de matière

sèche dans le sèrum, on accentue largement le caractère pression du coagulum par des doses de pression et des températures de coagulation un peu plus élevées

La pâte obtenue en fin d'égouttage se caractérise par une forte humidité, un pH bas (4-4,2) qui lui confère son goût acidulé et une faible minéralisation (0,1 pour cent de calcium, 0,2 pour cent de phosphore). Elle contient encore, sous forme d'acide lactique, environ 25 pour cent du lactose du lait.

La teneur élevée en eau et le faible degré de minéralisation entraînent un manque de tenue et de cohésion du fromage, qui se présente généralement sous forme d'une pâte qu'il faut conditionner dans des récipients rigides et étanches. La consommation s'effectue sans affinage dès la fin de l'égouttage après incorporation éventuelle de crème, de sel, de sucre, d'épices, etc.

Fromages issus de coagulation mixte

La coagulation est réalisée par action conjointe de la pression et de l'acide lactique. Cependant, la formation du coagulum se fait généralement sous l'action dominante de la pression. C'est ensuite, progressivement, qu'il acquiert des

caractères lactiques. Selon les pates, les doses de pression au 1/10 000 varient de 15 à 25 ml pour 100 litres, celles des levains lactiques de 1 à 3 litres pour 100 litres et la température de coagulation de 28 à 32 °C.

En jouant dans les limites précitées sur les paramètres ci-dessus, on obtient un coagulum présentant, de façon plus ou moins accentuée en fonction du fromage désiré, les caractères ci-après: bonne perméabilité et aptitude à l'égouttage spontané du fait de l'acidification; contractilité moyenne déterminée par une minéralisation modérée; possibilité d'interventions mécaniques accélérant l'égouttage (tranchage, brassage léger) dans la mesure où la friabilité reste sans excès, c'est-à-dire où l'acidification et la déminéralisation ne sont pas trop poussées.

Les pates obtenues ont une teneur en matière sèche comprise entre 42 et 55 pour cent, un degré de minéralisation limité (0,2-0,3 pour cent de Ca), un pH bas (4,2-4,5). L'affinage est de durée variable, mais toujours assez courte (de 10 jours à 2 mois).

Fromages issus de coagulation pression

Ce sont les fromages à pâte pressée. Ils se caractérisent par une coagulation caractére pression dominant, obtenue par l'utilisation de doses élevées de pression (de 25 à 40 ml de pression au 1/10 000 pour 100 litres de lait) dans des conditions de température favorables à l'action de l'enzyme (de 32 à 40 °C). En outre, le caractère lactique reste très limité par la mise en œuvre de lait frais ensemencé avec de faibles doses de ferment acidifiant (de 0,5 à 1 litre pour 100 litres de lait). Le temps de flocculation est court (de 10 à 30 minutes).

Ainsi, le calcium et le phosphore restent intégrés dans la « charpente » de phosphoparacarbonate de calcium, de sorte que le caillé présente un degré de minéralisation élevé ($\text{Ca} = 0,6 \text{ à } 1,2$ pour 100 g; $\text{P} = 0,3 \text{ à } 0,8$ pour 100 g) et, de ce fait, est souple, peu friable et apte à l'égouttage mécanique.

L'égouttage est rapide et prononcé. La teneur élevée en matière sèche (de 45 à 70 pour cent) est obtenue par la mise en œuvre de plusieurs traitements physiques (tranchage, brassage, lavage, chauffage, pressage) permettant de rompre énergiquement l'imperméabilité du gel. Pour être efficaces, ces traitements doivent être accompagnés d'une acidification très modérée et bien contrôlée du caillé qui, en déminéralisant partiellement le complexe de phosphoparacarbonate de calcium va le rendre perméable tout en permettant

l'obtention de fromages très minéralisés, ayant une forte cohésion et pouvant être de gros format. Le pH en fin d'égouttage est voisin de 5-5,2. La quasitotalité du sèrum est éliminée au cours du travail en cuve (généralement en moins de 2 heures); le pressage final en moules sert beaucoup plus à former le fromage qu'à l'égoutter.

L'affinage débute par la neutralisation de la pâte. Celle-ci se fiait essentiellement par l'intermédiaire du calcium mais est, dans certains fromages, complétée par le développement contrôlé en surface de moisissures et d'une flore neutralisante productrice d'ammoniac. La protéolyse qui suit se fait par voie enzymatique: pressure et principalement protéases bactériennes. Dans les pâtes du type emmental se développe la fermentation propionique qui, par production de gaz, est responsable de l'ouverture, c'est-à-dire de formation de trous; elle contribue aussi au développement de la saveur. La durée de l'affinage est longue (de 3 semaines à 9 mois); elle varie dans le même sens que la matière sèche. La température des haloirs est de l'ordre de 12 °C pour les fromages à pâte pressée non cuite. Pour les fromages à pâte pressée cuite dans lesquels on recherche le développement de la fermentation propionique, l'affinage se fait généralement à deux températures: cave froide vers 12 °C; cave chaude à 20 °C environ. Les soins accompagnant l'affinage ont pour but essentiel de contrôler

ou d'interdire la prolifération de flores s'implantant spontanément sur la surface du fromage.

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

[Home](#)" :81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/""">

Valeur nutritionnelle des fromages

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

La composition nutritionnelle de différents types de fromage est reprise au tableau 57. La simple lecture des chiffres montre que la valeur nutritive de 100 g de fromage varie parfois fortement selon le produit considéré.

Composant protéique

Constituants azotés propres au fromage. Au cours de la phase de maturation enzymatique du fromage (ou affinage), la protéolyse partielle de la matière

première (essentiellement la caséine insoluble) libère un ensemble de produits de dégradation azotés. Ces substances solubles sont des oligopeptides, des acides aminés et des amines de l'ammoniac et même des acides gras courts (produits de déamination). Selon les techniques de fabrication, chaque fromage possède des métabolites azotés à des concentrations propres, qui augmentent d'ailleurs au fur et à mesure que l'affinage progresse. La proportion de matière azotée soluble qui apparaît ainsi varie de 10 à 60 pour cent selon les fromages et peut atteindre 90 pour cent pour certains fromages à pâte molle trop faits.

Le taux des acides aminés libres varie de 0,6 à 1,2 pour cent. La teneur de chacun d'entre eux n'est pas toujours le reflet d'une simple hydrolyse de la caséine. On retrouve proportionnellement trop de lysine et les acides aminés les plus abondants sont la leucine et l'acide glutamique. Les taux de tyrosine et de tryptophane sont quant à eux des indices d'hydrolyse de la 13-caséine seulement. Des composés n'entrant pas dans la structure polypeptique de la caséine sont détectés dans le fromage: l'ornithine et le GABA (gamma aminobutyrique). 11 s'agit sans doute de dérivés de l'acide glutamique et de l'arginine. Certains acides aminés naturellement présents dans la caséine tels l'histidine, l'arginine et la sérine ont, par contre, totalement disparu de la fraction aminée libre.

TABLEAU 57 Composition en certains nutriments de différentes variétés de fromages (pour 100 g de fromage ou en pourcentage de la matière sèche)

Variétés	Protéines	Matière grasse	Calcium	Phosphore	Sodium	
	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	
Parmesan	36,5	26		13,0	8,5	2,1
Emmenthal	27,9	29	45	10,8	8,6	0,6
Tilsit	26,0	27,7	45	8,0	5,3	1,3
Cheddar	25,4	32,4	50	8,0	5,0	1,7
Edam	25,5	26,0	45	7,5	4,5	2,1
Gouda	25,4	29,0	45	82	4,4	2,1
Butter-cheese	21,1	29,0	50	6,9	4,2	
Bleu	22,4	29,0	50	7,0	4,9	
Brie	22,4	23,0	50	4,0	4,0	2,1
Camembert	22,0	22,3	45	4,0	4,0	1,6

Limbourg	22,4	19,7	40	5,7	3,0	
Romadour	23,2		30	5,1	3,0	
Feta	17,8	18,8	40	6,5	4,0	46
Cottage cheese	14,7	4,6	20	0,8	1,6	0,8
Fromage blanc	11,8	1 1,8	40	0,7	1,5	
Fromage maigre	16,3			0,9	1,9	

Source: Renner, 1983.

La teneur en ammoniac de la fraction soluble peut varier selon les fromages du simple au double (gruyère 13 pour cent, camembert 25 pour cent). La fabrication du fromage induit la transformation des acides aminés en amines (histamine) (tableau 58). L'intensité de cette réaction varie selon le degré de maturation et la nature de la flore microbienne. Les concentrations mesurées peuvent atteindre pour l'histamine 1 300 µg/kg. Le taux du lait varie de 0,0 à 1,1 µg/litre. Ces substances peuvent exercer une influence sur la santé (augmentation ou diminution de la pression artérielle) et même induire des migraines.

TABLEAU 58 Teneurs en tyramine et histamine de différentes variétés de fromages

Variétés	Teneurs (mg/100 g)	
	Tyramine	Histamine
Cheddar	35-109	4-27
Emmenthal, gruyère	3-73	1-94
Bleu	7-50	1-8
Edam, gouda	0-60	0-90
Camembert, brie	<2-43	2-40

Source: Renner. 1986.

Les composants azotés libres ne déterminent pas l'arôme du fromage, mais lui impriment plutôt sa saveur, voire son arrière-goût. Le goût amer est dû à certains peptides.

Valeur nutritionnelle des composés azotés du fromage. La qualité nutritionnelle des fromages tient de leur teneur élevée en protéines riches en acides aminés essentiels, c'est-à-dire de haute valeur biologique. Comme pour le lait, les acides aminés limitants sont les composés soufrés, surtout dans certains fromages à pâte molle.

Lors de la fabrication, c'est essentiellement la caseine qui constitue le fromage, tandis que les protéines solubles de bonne qualité nutritionnelle restent dans le lactosérum. C'est pourquoi la valeur biologique des protéines fromagères est quelque peu inférieure à celle des produits laitiers, mais supérieure à celle de la caseine isolée. La transformation du lait en fromage (presión et autres enzymes, acidification) n'altère pas la qualité nutritive des protéines. La durée du processus (de 3 à 5 mois) n'influence pas davantage l'utilisation protéique nette des substances peptidiques et azotées.

En termes métaboliques, on peut assimiler la maturation du fromage à une protéolyse intestinale partielle avant la lecture au cours de laquelle la digestibilité protéique est accrue. Celle-ci peut être proche de 100 pour cent pour une variété de produits; le degré d'utilisation biologique des acides aminés essentiels des fromages est élevé (89 pourcent), plus que celui du lait (de 85 à 86

pour cent) et proche de celui de l'œuf (presque 90 pour cent).

Effets de la transformation des graisses

La teneur lipidique du lait destiné à la production fromagère conditionne très largement les taux de matière grasse du produit fini. L'acceptabilité des fromages gras est habituellement supérieure, car leur haute teneur lipidique leur imprime une saveur plus appréciée. Certains arômes ne se développent que si la proportion de matière grasse est suffisante (au moins 40 à 50 pour cent), sans quoi les produits de dégradation lipidiques odorants ne se forment pas. Ce sont surtout les acides gras volatiles (C2, C4, C6 et C8) qui donnent au fromage son odeur. Certains acides gras branchés ou à nombre impair de carbones (produits par la dégradation de certains acides aminés) ou l'acide acétique (obtenu de la transformation du lactose) sont aussi responsables de l'odeur, et donc de l'acceptabilité du fromage. Le stockage s'accompagne souvent d'une augmentation de la teneur en composés aromatiques, conditionnant par là son attrait pour le consommateur.

La lipolyse est entamée par les lipases microbiennes (la pasteurisation a complètement détruit les lipases endogènes du lait). Le fromage contient de 4 à

22 pour cent de diglycides, de 0,5 à 2 pour cent de monoglycides et des acides gras libres (de 1 à 2 g/kg de produit et jusqu'à 5 g/kg pour un fromage fait, voire 11 g/kg pour un fromage odorant). La composition en acides gras (au contraire de la composition aminée) est peu modifiée par la lipolyse. Enfin, la digestibilité des graisses fromagères est bonne (de 88 à 94 pour cent).

Minéraux

Les éléments minéraux des fromages représentent les facteurs nutritionnels les plus intéressants (tableau 59). Le calcium et le phosphore s'y retrouvent en quantités supérieures à celles du lait: jusqu'à dix fois plus pour les fromages à pâte dure et encore quatre à cinq fois pour les pâtes molles. Seuls les fromages frais et le cottage cheese n'en contiennent que des quantités équivalentes à celles du lait.

Les fromages les plus gras contiennent relativement moins de calcium et de phosphore. Le lait pressuré donne un fromage plus riche en calcium que le lait acidifié. Les deux tiers environ du calcium et la moitié du phosphore du lait accompagnent le caillé dans la formation fromagères

TABLEAU 59 Teneurs en minéraux et en oligo-éléments de différentes variétés de fromages (mg/100 g de produit)

Éléments	Parmesan	Edam gouda	Cheddar	Gruyère	Roquefort. bleu	Camembert brie	Crème c
Minéraux							
Calcium	1 1200	750	750	1000	650	400	95
Magnésium	45	35	30	45	30	20	8
Sodium	1110	900	650	500	1300	1000	320
Potassium	120	120	100	90	90	130	130
Phosphore	800	500	500	600	390	300	110
Oligo-éléments							
Fer	1	0,4	0,5	0,3	0,1	0,2-0,8	0,1
Zinc	4	3	3	2	2	3	0,6
Cuivre	0,3	<01	0,1	0,1	0,1	<0,1-0,6	0,1

Une partie du phosphore (un cinquième) se maintient dans la phase soluble du fromage et sa teneur augmente lors de la maturation. Seuls les fromages fondus additionnés de phosphates et quelques rares pâtes fraîches contiennent plus de phosphore que de calcium. Enfin, le rapport calcium/phosphore du fromage est élevé et donc satisfaisant au plan nutritionnel.

Cent grammes de fromage à pâte molle ou à pâte dure permettent de couvrir les besoins en protéines à concurrence respectivement de 12-20 pour cent et 40-50 pour cent et les besoins en calcium à concurrence de 30-40 pour cent et 100 pour cent.

Les taux de magnésium varient d'un fromage à l'autre, comme ceux du calcium. Cependant, les oscillations sont moindres en amplitude: cinq fois plus de magnésium dans les fromages à pâte dure que dans le lait, et seulement deux à trois fois plus dans les fromages à pâte molle.

Quant au sodium, sa teneur peut varier fort d'un produit fromager à l'autre (de 0,4 à 4,6 g/100 g). Cette variabilité s'explique par l'inconstance d'une addition de sodium (salage). Dans certains pays (Iran, Turquie), le sel ajouté représente jusqu'à 10 pour cent du poids du produit fini. Lors de l'égouttage, le potassium et

le magnésium sont en majorité éliminés avec le sèrum.

Le taux d'oligo-éléments varie aussi fortement dans le fromage, d'autant plus que la fabrication se déroule dans des récipients contaminants (chaudrons de cuivre) (tableau 59). Le premier emmental d'une fabrication quotidienne contient jusqu'à 2,9 mg de cuivre par 100 g de pâte. Les fromages ultérieurs n'en présentent que 0,5 à 0,8 mg. A titre de comparaison, un emmental fabriqué en cuve d'acier inoxydable contient en moyenne 0,16 mg de l'oligo élément. Le taux de cuivre est contrôlé en raison de son rôle dans la destruction de l'acide ascorbique et dans la fermentation propionique. Le taux de zinc est voisin de celui du lait dans les fromages frais, mais beaucoup plus élevé dans les fromages à pâte dure.

Influence de la présence résiduelle de glucides

Les fromages affinés ne contiennent en général pas de glucides; la petite quantité de lactose restant dans le caillé en fin d'égouttage est transformée en acide lactique au cours de l'affinage. Cependant, dans les fromages frais, peu égouttés et peu fermentés, on trouve des quantités appréciables de lactose, d'acides lactique et citrique. Il en est de même dans les fromages fondus additionnés de lactose et d'acide citrique au cours de la fabrication. La présence,

surtout du lactose pose parfois problème aux sujets lactase déficients.

Impacts technologiques sur le constituant vitaminique

Les taux de vitamines liposolubles (tableau 60) dépendent de la richesse du lait en matière grasse. Ainsi, 85 pour cent environ de la vitamine A laitière passe dans le fromage. Il n'en va pas de même des vitamines hydrosolubles. La perte des vitamines B entraînées dans le lactosérum peut atteindre 90 pour cent. Le degré de récupération dans le fromage des vitamines du lait est de:

- de 10 à 20 pour cent pour la thiamine, les acides nicotinique, folique et ascorbique;
- de 20 à 30 pour cent pour la riboflavine;
- de 30 à 45 pour cent pour la pyridoxine et l'acide pantothénique;
- de 40 à 60 pour cent pour la cobalamine.

Le résidu vitaminique est perdu avec le lactosérum. Au plan nutritionnel, les teneurs en vitamines se maintiennent à des taux suffisamment élevés pour faire du fromage un aliment digne d'intérêt à ce propos. A noter que les croûtes des fromages à pâte molle et des bleus contiennent davantage de vitamines que le

centre de la pâte. En cours de conservation, les concentrations en vitamine B varient sensiblement. Les moisissures synthétisent et consomment certaines vitamines de ce groupe, mais, globalement, leur présence a plutôt un effet enrichissant. Par exemple, l'addition de propionibactérum dans la fabrication de l'edam permet de doubler sa teneur en vitamine B12 (figure 19).

Nitrites

Une addition maximale de 20 g de nitrate de sodium ou de potassium est autorisée pour empêcher le développement de spores anaérobies (*Clostridium tyrobutyricum*) dans le lait destiné à la production fromagère. Les nitrates sont réduits en nitrites inhibant le développement microbien.

TABLEAU 60

Teneurs en vitamines de différentes variétés de fromages (µg/100 g de produit)

Vitamines	Parmesan	Edam, gouda	Cheddar	Gruyère	Roquefort	Camembert	Crottin
A	188-360	150-	300-440	370	310	240-350	225-

05/11/2011

Le lait et les produits laiti...

		250						440
D	, 0,3	0,2	0,3	-	-	0,2	0,3	
E	-	500	500	-	550	-	-	
B ₁	19-45	28-57	18-40	30-60	40-43	37-50	17-56	
B ₂	390-690	190-400	380-520	280-390	590-650	340-670	160-290	
B ₆	91-130	69-81	55-130	81-110	90-120	150-280	47-74	
B ₁₂	1,5-1,9	1,4-2,0	0,9-1,5	1,6	0,4-0,6	1,1-3,1	0,3-0,	
Acide nicotinique	120-320	60-81	39-110	40-110	570-740	480-1570	68-14	
Acide pentoth o nique	300-530	300-350	290-410	350-560	500-1730	360-1400	270-550	
Biotine	1,7-3,3	1,4-1,6	1,7-3,2	1,5	2,3	2,8-6,6	1,9-5,	

Ces nitrites sont en soi toxiques pour l'être humain, mais, de facto, ils sont eux-mêmes détruits lors de la maturation du fromage (affinage). De fait, on en retrouve moins de 2 ppm.

Quant au nitrate résiduel du fromage, sa teneur est basse et souvent plus en relation avec la teneur des eaux de fabrication que de la matière première. Ces teneurs de nitrates et nitrites des fromages ne présentent pas, à proprement parler, un risque pour la santé et restent bien en deçà des seuils de consommation quotidiens fixés respectivement par la FAO et l'OMS à 5 mg/kg/jour (nitrates) ou 0,2 mg/kg/jour (nitrites).

La part des produits laitiers dans la consommation ordinaire de nitrate (estimée entre 50 et 100 mg selon les pays) est faible (moins de 1 pour cent) en comparaison de celle des légumes (de 70 à 80 pour cent).

FIGURE 19 Evolution du taux de la Vitamine B₁₂ au cours de l'affinage lors de l'addition d'une culture pure de bactéries propioniques (0,01 pour cent)

Nitrosamines

Les fromages riches en nitrites et amines ne favorisent pas réellement la formation de nitrosamines en raison d'un pH trop élevé. Leurs taux sont néanmoins surveillés en raison du pouvoir cancérogène de ces substances.

Valeur nutritionnelle du fromage frais

Le lait destiné à la production du fromage blanc subit de nos jours un chauffage intense (10 minutes à 95 °C), d'où la formation d'un complexe caséines protéines solubles qui, lors de l'acidification, précipite, de sorte qu'une forte proportion de protéines sériques est entraînée avec la caseine et forme le fromage blanc. La fraction précipitée du lait (qui est d'ordinaire de 78 pour cent) passe donc à 88-89 pour cent de l'azote total; ainsi, 90 pour cent de la α -lactoglobuline et 60 pour cent de l' α -lactalbumine se retrouvent dans le fromage blanc. Ce dérivé lacté présente une valeur biologique et nutritionnelle plus élevée, en raison d'un taux plus favorable en acides aminés essentiels et notamment en acides aminés soufrés.

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

[Home](#)" :81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/""">

Chapitre 7 Lactosérum

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

Introduction

Les quantités de lactosérum disponibles dans le monde sont considérables puisqu'elles représentent au moins 85 pour cent du lait transformé en fromage. La composition de ce dérivé de l'industrie laitière varie avec la fabrication dont il provient.

On distingue généralement deux catégories de sérum, selon que son acidité est inférieure ou supérieure à 1,8 g d'acide lactique par litre:

- le lactosérum doux issu de la fabrication de fromage à pâte pressée cuite

- ou non cuite (emmenthal, saint-paulin, etc.),
- le lactosérum acide issu des autres fromages obtenus par coagulation mixte ou lactique (petites molles, petites fraîches).

D'une façon générale, les sérums acides contiennent moins de lactose et davantage de minéraux, notamment de calcium et de phosphore, du fait de la déminéralisation de la micelle de caseine. Les protéines sont constituées principalement de protéines solubles; dans les fabrications supportant des températures élevées de pasteurisation, leur teneur diminue.

Dès son élimination du caillé, le serum ensemencé en bactéries lactiques et autres micro-organismes et à pH et à température favorables à leur développement s'altère rapidement. Pour le conserver, il convient de le traiter sans délai en le refroidissant vers 5 à 8 °C après, si possible, pasteurisation.

Il faut souligner les excellentes propriétés fonctionnelles des protéines de serum: solubilité, capacité à absorber et à fixer l'eau, gélification, propriétés emulsifiantes et moussantes. Par contre, sa teneur relativement élevée en matières salines est plutôt un inconvénient. Il existe de nombreuses utilisations possibles du serum dans l'alimentation humaine et animale, mais sa

forte teneur en eau (94 pour cent), sa salinité élevée et son altérabilité, rendent souvent difficiles sa valorisation.

Dans certains grands pays laitiers industrialisés, l'accroissement considérable des quantités de fromages fabriqués par unité de production ne permettent plus d'éliminer le sèrum directement, soit par une consommation animale proche (porcheries), soit par déversement dans les cours d'eau, où il serait à l'origine de pollution grave due à la fermentation de ses matières organiques (lactose et matières azotées) et à la diminution de la teneur en oxygène dissous de l'eau au-dessous d'un seuil acceptable. La DBO (demande biologique d'oxygène) du sèrum est de 40 000, c'est-à-dire qu'un litre de sèrum nécessite 40 g d'oxygène pour que ses matières organiques soient détruites par oxydation microbienne. Dans ces conditions, il est devenu indispensable de le traiter de sorte qu'il ne constitue plus une matière gravement polluante. Encore faut-il que son traitement soit économiquement acceptable.

Avant toute utilisation, le sèrum est généralement filtré et centrifugé afin de recueillir les particules de caillé et la matière grasse. Les méthodes de traitement du sèrum sont variées et permettent d'obtenir de nombreux produits (figure 20).

Le sérum, domineralisé ou non, est concentré puis éventuellement séché sur rouleaux ou par le procédé spray. La concentration avant séchage permet, outre une économie d'énergie, la cristallisation du lactose sous forme alfamonohydratée et ainsi l'obtention d'une poudre non hygroscopique et peu collante. Selon la qualité du sérum mis en œuvre, il existe différentes variétés de concentrés ou de poudres: produits de sérum doux, de sérum acide, de sérum domineralisé et de sérum dlactosé. D'une façon générale, les sérums doux sont plus faciles à sécher, de meilleure qualité et offrent plus de débouchés.

Les poudres sont principalement utilisées dans les aliments d'allaitement pour veaux. Elles sont également employées, de même que les concentrés liquides, en mélange avec d'autres aliments (hachis de paille, drôches de brasserie, farines), pour divers animaux d'élevage (bovins, porcins, volailles). En alimentation humaine, les sérums concentrés et en poudre ont des applications dans les produits à base de céréales, où ils agissent à la fois comme renforçateur des farines et améliorateur de goût et de couleur. Moins coûteux que la poudre de lait, ils tendent à la remplacer au moins en partie.

FIGURE 20 Schéma d'utilisation et de valorisation du lactosérum

Les sérums concentrés et en poudre sont aussi utilisés en mélange avec de la crème ou de la matière grasse butyrique ou végétale, des protéines et additifs divers (stabilisants, sucre, sel, arômes, etc.) pour préparer divers produits crémeux, pâteux ou à tartiner. Des mélanges de poudre ou de concentré de serum et de protéines de soja, aromatisés, colorés et texturés, permettent la préparation de produits stables, non gras, rappelant la viande.

Protéines de lactosérum

Bien qu'en faible quantité dans le serum, elles ne représentent qu'environ 13 pour cent de sa matière sèche, leur extraction présente beaucoup d'intérêt en raison de leur grande valeur nutritionnelle et notamment de leur utilisation possible dans les domaines diététiques et thérapeutiques. De plus, grâce à leurs remarquables propriétés fonctionnelles, elles ont un grand nombre de rôles spécifiques dans la texture de préparations alimentaires.

Il existe diverses techniques d'extraction. Le procédé le plus ancien est la thermocoagulation. Le plus simple consiste à porter à ébullition du lactosérum acidifié à pH 4,6-4,7. Dès 63 °C, les protéines commencent à flouler; la

précipitation est totale peu après l'écoullement. Leur récupération se fait par filtration ou décantation. Ce produit, pressé pendant 24 heures, donne un fromage connu depuis très longtemps. On peut aussi en faire un fromage de protéines qui est reincorporé au lait de fromagerie. Ce procédé ne modifie pas la valeur nutritionnelle des protéines mais modifie favorablement leurs propriétés fonctionnelles. Aussi semble-t-il préférable de recourir aux procédés modernes que sont l'ultrafiltration et les échangeurs d'ions.

Lactose

La fabrication du lactose se fait par évaporation du lactosérum, après extraction éventuelle de la matière grasse, des protéines et des sels minéraux, puis par cristallisation du lactose, séparation et séchage des cristaux. Il existe deux qualités principales de lactose:

- le lactose alimentaire à 99 pour cent minimum de lactose;
- le lactose pharmaceutique (Codex) à 99,8 pour cent minimum de lactose.

Lactose hydrolyse

L'hydrolyse est généralement réalisée par voie enzymatique à l'aide de lactases. Elle se fait soit par l'enzyme libre, soit par l'enzyme immobilisé. Après hydrolyse du lactose, son pouvoir sucrant est environ quatre fois plus élevé.

Valeur nutritionnelle du lactosérum

Usage alimentaire du lactosérum

La qualité nutritive du lactosérum tient à la fois à la présence du lactose et des protéines sériques. La richesse en lactose en fait un auxiliaire actif dans le brunissement enzymatique ou maillardisation apprécié en boulangerie, biscuiterie et viennoiserie.

Les propriétés fonctionnelles liées aux protéines sériques en font des produits intéressants à la fois pour l'alimentation du bœuf, mais aussi en nutrition humaine.

Ces protéines sont utilisées en alimentation infantile pour leurs qualités nutritionnelles (richesse en acides aminés essentiels), pour la préparation de plats cuisinés (rétenzione d'eau), pour leur solubilité à toute échelle de pH (boissons

au lait, limonaderie) et pour leur pouvoir moussant (confiserie, nougaterie).

Elles sont également employées dans bien d'autres opérations de l'industrie agro-alimentaire, telles que la fabrication des potages en poudre, des fromages fondus, des crèmes glacées, des mousses de foie et la panification. Enfin, les protéines sériques conviennent particulièrement au développement des levures.

Il convient de noter la présence de diverses vitamines hydrosolubles dans le lactosérum. Le lactosérum récupéré pour la nutrition humaine ou animale provient pour l'essentiel de la fabrication fromagère. La composition donnée au tableau 61 est à titre indicatif, compte tenu de la diversité des fabrications fromagères, notamment de celles issues de coagulation mixte et acide. Au cours du stockage du lactosérum à température ambiante, les vitamines ne sont pas détruites et la teneur en lysine n'augmente quasiment pas, toujours d'une bonne stabilité du produit.

TABLEAU 61 Composition moyenne du lactosérum

Composants	Unités	Lactosérum	Lactosérum
------------	--------	------------	------------

Le lait et les produits laiti...

		par kg	par kg
Matières sèches	g	61	
Humidité	g		44
Lactose	g	48-42	740-660
Protéines	g	8	125
Graisses	g	2	10
Minéraux	g	5-7	80-105
Acide lactique	g	1-5	2-42
Calcium	g	0,5-1,0	7-20
Phosphore	g	0,5	8
Potassium	g	1,4	20
Sodium	g	0,45	g
Chlore	g	1,0	16
Magnésium	g	0,04-0,08	1-2
Zinc	mg	0,3-2,3	10-60

Fer	mg	0,9	
Cuivre	mg	0,2	3
Manganèse	?g	6-26	120-470
Thiamine	mg	0,4	5
Riboflavine	mg	1,4	25
Pyridoxine	mg	0,5	
Cobalamine	?g	1,5	25
Acide nicotinique	mg	2	8
Acide folique	?g	50	220
Acide pantothénique	mg	-	11 5
Acide ascorbique	mg	9	45
pH		6,0-4,5	

Note: Lorsque deux chiffre sont donnés, le chiffre de gauche correspond au lactosérum doux et celui de droite au lactosérum acide.

Impact des traitements particuliers sur la valeur nutritionnelle du lactosérum obtenu

Dessiccation (séchage). Le séchage du lactosérum par pulvérisation (spray) pour en faire de la poudre n'altère pas le produit alors que le passage sur rouleau est plus déleste.

Coagulation. Protéines sèriques coagulées à la chaleur sont en fait des composés hydrogénés contenant principalement des protéines (88 pour cent) mais aussi des matières grasses (4,5 pour cent), du lactose (0,2 pour cent) et des cendres (4 pour cent). En outre, leur digestibilité est proche de 100 pour cent, c'est-à-dire meilleure que celle des protéines sèriques elles-mêmes.

Ultrafiltration. Les procédés d'ultracentrifugation permettent de pousser plus ou moins loin la séparation entre nutriments. On peut obtenir une matière sèche de concentration très variable (de 12 à 70 pour cent); simultanément, la teneur en lactose peut être abaissée de 70 à 20 pour cent environ et celle de matière minérale de 10 à 4 pour cent.

Les concentrés de protéines sèriques trouvent un usage particulièrement

adaptés en alimentation infantile. Toutefois, comme la teneur en minéraux augmente au cours de l'ultrafiltration avec la concentration protéique, une déminéralisation supplémentaire (par électrodialyse) est nécessaire avant d'en faire des produits adaptés à la consommation infantile. De même, les vitamines fortement liées aux protéines (cobalamine et acide folique) se retrouvent intégralement ou presque dans l'ultrafiltrat alors que les autres vitamines du groupe B ne se maintiennent qu'à des concentrations variant de 60 à 70 pour cent de leur valeur initiale. La vitamine C ne conserve que de 15 à 20 pour cent à peine de sa valeur de départ. Un rajustement vitaminique est dès lors nécessaire, selon l'usage ultérieur qui sera fait de ces produits.

Osmose inverse. L'osmose inverse ne devrait débarrasser le lactosérum que de son eau. Dans la réalité, il subit une légère perte de tous les minéraux.

TABLEAU 62 Composition moyenne de différents produits protéines du lait (%)

Composants	Caséines	Coprécipités	Concentrés de lactosérum	
			Faible	Fort

Humidité	4,5	6,0	4	4
Protéines	90	82,5	40	70
Lactose	0,3	0,8	46	18
Graisses	1,2	1,2	4	5
Cendres	4,1	9,5	5	4
Sodium	0,1	22	0,4	0,3
Potassium	0,1	0,1	12	10
Calcium	0,1	2,0	0,7	0,5

Intérêt nutritionnel des sous-produits du lactosérum ou de produits combinés

Utilisation des constituants du lactosérum. On peut modifier certaines fractions du lactosérum de manière à obtenir des coprécipités (96 pour cent de la caséine sont entraînés avec 70 pour cent des protéines sériques), des protéines sériques coagulées à la chaleur ou encore des protéines sériques concentrées obtenues par ultracentrifugation (tableau 62).

Les coprécipités possèdent un profil en acides aminés comparable à celui des protéines entières du lait. Quand du calcium est employé pour entraîner les constituants azotés dans la coprécipitation, des produits riches en calcium sont alors extraits. Ces produits servent à améliorer la teneur protéique du yaourt, du kifir, mais aussi des biscuits, des produits de boulangerie, de la pâtisserie, des puddings, des crèmes glacées, etc.

Les protéines coagulées à la chaleur trouvent leur meilleure application comme produit d'addition: on en ajoute aux fromages blancs, aux yaourts et toutes sortes de produits laitiers fermentés, aux fromages, aux crèmes glacées et aux pâtisseries.

Les produits d'ultracentrifugation sont surtout utilisés en diététique infantile. En effet, la valeur biologique de ces lactoprotéines sériques concentrées équivaut à celle des protéines solubles originales et la biodisponibilité de la lysine n'est pas entamée par ce procédé. Les résidus de l'ultracentrifugation contiennent surtout du lactose, de l'azote non protéique et des minéraux. La récupération de ces résidus passe par l'hydrolyse du lactose pour obtenir une matière sirupeuse (mélange de glucose et de galactose au pouvoir sucrant quatre à cinq fois supérieur).

D'une manière générale, la bonne qualité du lactosérum en fait un produit d'addition particulièrement approprié pour enrichir les aliments ou les régimes pauvres en protéines. En pathologie, on pense particulièrement à l'alimentation des diabétiques, des malades hépatiques ou des sujets souffrant de malnutrition. En alimentation de soutien, on pense aux sportifs, aux personnes âgées ainsi qu'à certaines catégories d'enfants. Le pain additionné de lactosérum voit ses qualités nutritionnelles améliorées, mais les produits laitiers eux-mêmes (fromages, etc.) peuvent aussi bénéficier d'un apport de telles protéines. Les régimes riches en aliments d'origine végétale se trouvent aussi notamment améliorés lorsque des protéines lactées spécifiques y sont ajoutées. Cet avantage est particulièrement intéressant pour les pays en développement, puisque les protéines spécifiques se prêtent bien au mélange avec d'autres aliments, et notamment à la cuisson en remplacement de l'oeuf.

Fromages riches ou enrichis en lactoprotéines. On peut, par ultrafiltration du lait de fromagerie, obtenir une matière sèche de telle manière que le lactosérum ne soit pas perdu lors de la fabrication du fromage. Ainsi, toutes les protéines spécifiques restent dans le fromage qui en contient dès lors 15 pour cent environ au lieu de 2 à 3 pour cent.

De même, les teneurs en calcium et phosphore sont plus élevées et celles de sodium et potassium légèrement plus faibles. Lors de la protéolyse enzymatique, les protéines solubles résistent mieux que la caseine: les teneurs en acides aminés libres et en composés azotés solubles seront relativement plus basses. On peut même enrichir la matière sèche fromagère en protéines solubles. Dans ce cas, la teneur protéique spécifique relative peut atteindre 35 pour cent.

Usage alimentaire des autres constituants du lactosérum

Lactose. En raison de ses propriétés le lactose a de nombreuses utilisations: en diététique; en industrie pharmaceutique comme diluant, excipient ou milieu de fermentation; en industrie alimentaire, notamment en charcuterie comme substrat de culture pour les bactéries lactiques; en confiserie, boulangerie, biscuiterie et pâtisserie; dans la fabrication des chips et pommes de terre frites pour favoriser les réactions de brunissement et de caramelisation, ou encore comme charge glucidique à faible caractère sucré (sept fois moins sucrant que le saccharose). Il est aussi utilisé comme fixateur d'arômes, absorbeur de pigments et pour son pouvoir émulsifiant, son aptitude au séchage et à la compression.

Lactose hydrolysé. L'hydrolyse du lactose (dissociation en glucose et en

galactose) ouvre de nouveaux et intéressants débouchés au lactosérum déminéralisé, notamment dans les desserts, les fabrications sucrées à base de farine, la confiserie, les crèmes glacées, la biscuiterie, la boulangerie, ainsi que dans l'alimentation animale. Toutefois, certains pays font encore des réserves sur son emploi considérant que l'innocuité du galactose n'est pas pleinement démontrée.

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

[Home](#)" :81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/""">

Chapitre 8 Matière grasse

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

Introduction

Pendant longtemps, l'utilisation de la matière grasse butyrique est restée limitée

la fabrication de la crème, du beurre et de quelques produits dérivés. Vers le milieu du XXe siècle, sous l'évolution des besoins, des techniques et des réglementations, de nouveaux produits sont apparus: huile de beurre, beurre allégé, spécialités à tartiner additionnées ou non de matière grasse d'origine non laitière, etc.

Crème

Quelle que soit l'utilisation de la matière grasse, celle-ci est d'abord séparée du lait au cours de l'opération d'écrémage qui donne deux produits: le lait écrémé et la crème. La crème constitue simplement du lait concentré en matière grasse environ 10 fois (lait entier: 35 g/kg; crème: 350 g/kg). Son état physique n'est pas modifié de même que la composition du liquide (lait écrémé) dans lequel sont dispersés les globules gras. La concentration en matière grasse est obtenue par écrémage spontané ou centrifuge.

L'écrémage repose sur la différence de masse volumique entre les globules gras (0,93) et la phase aqueuse ou lait écrémé (1,036). L'écrémage spontané est encore utilisé par les éleveurs ou dans les petites fromageries artisanales. Il

consiste à abandonner le lait dans un récipient large, en couche mince (de 10 à 15 cm) à une température de 8 à 14 °C. Après un repos de 12 à 24 heures, la crème montée en surface est ramassée à l'aide d'une louche plate. Ce mode d'écramage est imparfait; dans les meilleures conditions la quantité de matière grasse rassemblée dans la crème ne dépasse pas 80 à 85 pour cent de la matière grasse du lait.

L'écramage centrifuge est réalisé dans une écrumeuse. L'opération est rapide, continue et assure le passage dans la crème de la quasi-totalité de la matière grasse. L'écrumeuse comprend un récipient appelé bol, généralement de forme cylindro-conique, tournant à grande vitesse. Le lait entier, porté à la température de 30 à 40 °C, est introduit à la base au centre du bol rotatif. Sous l'action de la force centrifuge, les globules gras se dirigent vers l'axe de rotation et sont entraînés avec une petite quantité de lait vers la sortie de crème; le lait séparé des globules gras, plus lourd, se dirige vers la périphérie du bol d'où il est entraîné vers la sortie du lait écrémé. L'écramage est facilité par la répartition du lait en couches minces à l'intérieur du bol grâce à la présence d'un empilement de plateaux ou assiettes tronconiques solidaires de l'axe de rotation. La teneur en matière grasse de la crème est réglée en laissant dans celle-ci une quantité de lait écrémé plus ou

moins importante. L'**écroulement** centrifuge provoque une **épuration** du lait en entraînant les impuretés lourdes sur les parois du bol où elles forment les boues d'**écumeuse**. Il existe plusieurs modèles d'**écumeuse**. Les machines modernes permettent un **écroulement** très poussé (matière grasse du lait **crème** <0,5 g/kg), limitent les chocs endommageant les globules gras et évitent la formation de mousse.

On distingue généralement deux catégories de crème:

- **crème de consommation**, utilisée directement, notamment en cuisine, en pâtisserie, dans la préparation des crèmes glacées, etc.;
- **crème de transformation**, destinée à la fabrication du beurre et autres produits.

Crèmes de consommation

Il en existe plusieurs formes, variant selon leur teneur en matière grasse, le traitement subi, le mode de conservation et la réglementation propre à chaque pays. On peut cependant distinguer:

- la crème lègère ou crème allégée: contenant entre 10 et 20 pour cent de matière grasse: elle est notamment utilisée avec le café, le thé, les fruits en compotes, etc.;
- la crème (normale), contenant au moins 30 pour cent de matière grasse: elle est surtout utilisée dans les préparations culinaires et les pâtisseries. Elle peut être fluide ou épaisse, douce ou maturée. L'épaisseur augmente avec la teneur en matière grasse et avec l'acidification. La maturation due au développement de bactéries lactiques acidifiantes et aromatisantes fait baisser le pH et, à partir de 5,2, provoque la flocculation de la caseine. L'acidité d'une crème douce, exprimée en acide lactique pour 1 000 de sa partie non grasse est de l'ordre de 1,5 (15 à Dornic) alors que celle d'une crème maturée est voisine de 8 à 10 (80 à 100 à Dornic);
- les crèmes fouettées: ce sont des crèmes foisonnées par incorporation d'air. Le taux de foisonnement, c'est-à-dire le rapport entre le volume de la crème fouettée et le volume initial ne doit généralement pas dépasser 3,5. Seules les crèmes non maturées conviennent au foisonnement. La crème Chantilly est une crème fouettée sucrée avec au moins 15 pour cent de saccharose;
- les crèmes sous pression: elles sont conditionnées dans des récipients métalliques étanches avec du protoxyde d'azote qui assure leur

foisonnement. Les crèmes fouettées ou sous pression peuvent être lègères ou contenir plus de 30 pour cent de matière grasse. Leur conservation est assurée par pasteurisation, stérilisation ou congélation.

Le problème de la qualité microbiologique des crèmes se pose comme pour le lait de consommation. Il convient de mettre en œuvre des laits frais et peu pollués et de procéder aux opérations de production de la crème dans d'excellentes conditions d'hygiène. Certains pays ont rendu obligatoire l'assainissement des crèmes par la pasteurisation, qui doit être immédiatement suivie de la réfrigération du produit. On peut aussi stériliser la crème douce par un procédé classique ou par UHT.

Crèmes de transformation et crèmes de beurrerie

Les crèmes destinées à la transformation, notamment à la fabrication du beurre, subissent divers traitements de préparation (citez ci-après). Certains sont facultatifs, mais tous sont destinés à améliorer les conditions technologiques et économiques et la qualité des produits fabriqués.

Normalisation Elle consiste à régler le taux de matière grasse de la crème selon

sa destination. Pour la fabrication traditionnelle du beurre, ce taux est de 35 à 40 pour cent; pour la fabrication continue, il est de 40 à 50 pour cent.

Désacidification. Une crème acide est visqueuse; elle coagule au cours de la pasteurisation provoquant le gratinage de l'appareil et un goût de cuit dans le beurre. Les crèmes fermières collectées par la laiterie ayant souvent fermenté de façon anarchique sont de mauvaise qualité microbiologique et doivent être pasteurisées. Il est alors nécessaire, avant pasteurisation, de ramener l'acidité dans le non-gras entre 15 et 20 Dornic. On utilise généralement la soude caustique.

Pasteurisation. Ce traitement tend à se généraliser. Il a pour but la destruction des germes pathogènes et de la plus grande partie de la flore banale susceptible de gêner la maturation de la crème par les bactéries lactiques sélectionnées et de nuire à la qualité du beurre; il permet aussi l'inhibition des lipases (facteurs de rancissement) et la formation de produits sulfurés réducteurs (facteurs antioxydants). Il faut mettre en œuvre des températures de 92 à 95 °C pendant 20 à 30 secondes. La pasteurisation est souvent accompagnée d'un dégazage qui permet d'éliminer les saveurs et odeurs dues à des substances volatiles d'origine alimentaire (choux, ail, etc.), fermentaires ou autres. Cette opération se fait par

Evaporation → chaud sous vide ou → l'air libre en même temps que la refrigeration.

Refrigeration. La crème sortant du pasteurisateur doit être immédiatement refroidie afin d'éviter le développement des germes thermorésistants et l'apparition de défauts de goûts et de mettre celle-ci dans les conditions les plus favorables → sa maturation physique et → sa maturation biologique.

Maturation. Elle a pour but de faire prendre → la crème des caractères physicochimiques permettant un barattage facile, avec le minimum de pertes en matière grasse et l'obtention d'un beurre de bonne qualité organoleptique concernant notamment sa consistance et sa saveur.

Maturation physique. Les propriétés de la matière grasse butyrique et, par suite, celles du beurre (notamment sa consistance) dépendent → la fois de la composition des glycérides et des conditions thermiques. La maturation physique a pour but d'amener la matière grasse, compte tenu de sa composition et de l'état de fusion et de solidification de ses constituants, dans un état de cristallisation partielle permettant de conférer au beurre la consistance voulue. Cette maturation est particulièrement importante lorsque la matière grasse a été rendue liquide

au cours de la pasteurisation ou de l'écémage chaud. Dans ce cas, sa cristallisation n'est complète qu'après un refroidissement vers 6-7 °C. A 13 °C, la matière grasse est partiellement en surfusion. La température de maturation physique et sa durée demeurent assez empiriques; elles sont à adapter selon la composition glycéridique.

Lorsque la matière grasse est riche en glycérides à haut point de fusion, ce qui donne des beurres durs et cassants, il convient de refroidir rapidement la crème à basse température de façon à obtenir une cristallisation en fins cristaux (par exemple, de 5 à 7 °C pendant 3 à 4 heures). Si, au contraire, elle est riche en glycérides à bas point de fusion (oléine), c'est-à-dire liquide à température ordinaire, ce qui donne des beurres mous, on s'efforcera de provoquer la cristallisation des glycérides à point de fusion élevé (palmitine) sous la forme de gros cristaux de façon à conférer au bourre de la fermeté (par exemple, de 12 à 15 °C pendant quelques heures).

Le souci, dans la maturation, est de parvenir à ajuster le rapport matière grasse solide/matière grasse liquide de sorte que le bourre atteigne la consistance souhaitée. On peut considérer que, dans le cas des beurres ayant une consistance satisfaisante pour être étalés sur du pain, ce rapport est généralement compris

entre 22 ◊ 35 pour cent/65 ◊ 78 pour cent.

Maturation biologique. Elle a pour but, d'une part, d'acidifier la crème, ce qui facilite le barattage et limite les pertes de matière grasse dans le babeurre et, d'autre part, de permettre la production de substances aromatiques (diacétyle). Dans le cas des crèmes pasteurisées, elle nécessite l'ensemencement des crèmes avec des ferment lactiques mésophiles acidifiants et aromatisants sélectionnés. Dans le cas des crèmes crues, l'ensemencement en ferment sélectionnés est fortement recommandé de façon à éviter ou à limiter le développement des micro-organismes indésirables. Le taux d'ensemencement est de 1 ◊ 5 pour cent. Il varie, comme la température (de 11 ◊ 20 °C) et la durée de maturation (de 6 ◊ 24 heures), selon l'acidité et l'aromatisation recherchées. Selon les pays, la maturation est plus ou moins poussée; d'une façon générale, on a tendance à la réduire, car une forte acidité (pH du beurre inférieur à 5) favorise l'oxydation et limite ainsi la durée de stockage du beurre.

On classe les beurres en deux catégories:

- beurres de crème maturée, dont le pH est égal ou inférieur à 5;
- beurres de crème douce, dont le pH est supérieur à 5, souvent compris

entre 5,5 et 6 et pouvant atteindre 6,7-6,8.

Si un pH bas augmente les risques d'oxydation, un pH élevé, en diminuant la protection acide, accroît les risques d'altérations microbiennes, notamment la lipolyse (rancissement). En conséquence, dans le cas d'une crème pour la fabrication d'un beurre de crème fermentée, destinée à être consommé rapidement, son acidité ou barattage doit se situer entre 65 et 70 Dornic dans son non-gras alors que, dans le cas d'un beurre destiné au stockage, il faut réduire l'acidité qui ne doit pas dépasser 35 à 50 Dornic dans le nongras.

Méthode du Nizo (Pays-Bas)

Cette méthode permet de produire un beurre acide à partir d'une crème douce n'ayant subi qu'une maturation physique (par exemple, 5 heures à 6 °C). Elle consiste à injecter, lors du malaxage du beurre, un mélange de ferment lactique et d'un concentré de culture lactique. Le pH est instantanément abaissé à 5,1-5,2 en même temps que se fait un apport de diacetyl. Cette méthode connaît un intéressant développement.

Fabrication du beurre

Principes

Dans le lait comme dans la crème, la matière grasse se trouve à l'état de globules. Dans le beurre, la matière grasse forme une phase continue emprisonnant à la fois les globules gras restés plus ou moins intacts et des gouttelettes aqueuses. La proportion de matière grasse reste à l'état globulaire varie avec le procédé de fabrication. Elle est d'environ 50 pour cent dans le barattage classique et de 30 à 40 pour cent dans le procédé continu Fritz.

La fabrication du beurre consiste en la destruction de la suspension globulaire et une inversion de phase, accompagnées d'une séparation de la plus grande partie de la phase non grasse (babeurre). Alors que le lait constitue une émulsion du type graisse dans eau, le beurre est une émulsion du type eau dans graisse dont la composition est donnée au tableau 63. Cette opération dite barattage nécessite deux phases distinctes:

- rapprochement des globules gras, obtenu par agitation de la crème;
- mise en liberté de la matière grasse à bas point de fusion (fluide à température ambiante) et répartition dans samasse des glycérides à point de fusion plus élevé (concrets à température ambiante) et des gouttes de

babeurre emulsionnés; cette deuxième phase peut être réalisée par refroidissement ou par agitation.

TABLEAU 63 Composition du beurre (pour 100 g)

Composants	Valeurs
Eau	16 % maximum
Matière sèche d'graissée (lactose, protéines, minéraux)	2 % maximum
Protéines	0,6 %
Glucides	0,4 %
Lipides	82 %
Cholestérol	220-280 mg
Calcium	16 mg
Carotène	0,3-0,9 mg
Vitamine A	0,4-1,05 mg

Le procédé classique repose sur l'agitation de la crème refroidie dans la baratte classique discontinue - dont les formes peuvent être variées (tonneau, cube, etc.), de même que le matériau constitutif (bois, acier inoxydable) - ou dans la baratte continue (système Fritz). L'agitation provoque d'abord la formation de mousse où s'accumulent les globules; elle permet ensuite la libération de la graisse liquide. Lorsqu'il y a soudure entre les globules gras plus ou moins éclatés et que la graisse est libérée, la mousse tombe brusquement avec formation de grains de beurre qui grossissent sous l'action de l'agitation baignant dans un liquide, le babeurre.

Méthode traditionnelle

Les principales conditions du barattage discontinu sont les suivantes:

- Agitation: elle est fonction de la vitesse de rotation de la baratte (de 20 à 50 tours/minute), de son agencement intérieur de sa forme, et de son taux de remplissage qui doit être voisin de 40 pour cent de son volume total sans

jamais dépasser 50 pour cent.

- Température: elle est habituellement comprise entre 8 et 13 °C. Trop basse, elle risque de donner un beurre qui a tendance à avoir une teneur en eau insuffisante (< 16 pour cent). Trop élevée, elle risque de provoquer des pertes excessives de matière grasse dans le babeurre et de donner un beurre mou et trop humide.
- Acidité: elle favorise le barattage en modifiant la couche lipocithino protéique de la membrane globulaire.
- Teneur en matière grasse de la crème: elle est habituellement comprise entre 35 et 40 pour cent.

Après remplissage de la baratte et quelques rotations de celle-ci, on l'ouvre afin d'évacuer les gaz puis on la fait tourner jusqu'au moment où se forment les grains de beurre. L'opération nécessite de 35 à 45 minutes. Dès que le grain commence à se former, la vitre du hublot de la baratte s'éclaircit très rapidement. On arrête le barattage lorsque le grain a atteint approximativement la grosseur d'un grain de blé. On élimine alors le babeurre qui ne doit pas contenir plus de 3 à 4 g de matière grasse par litre.

On procède alors au lavage du beurre à l'aide d'eau fraîche à température

égale ou un peu inférieure celle du grain de façon à le raffermir si nécessaire. Le volume d'eau représente environ les deux tiers du volume de la baratte. L'eau doit être d'excellente qualité microbiologique et chimique et être exempte de fer. Le lavage a pour but de diluer les gouttes de babeurre emulsionnées dans la matière grasse de façon à réduire leur teneur en lactose et protéines; ces substances permettraient le développement de microorganismes défavorables à la qualité du beurre. Si la crème utilisée est de bonne qualité, il suffit de procéder à un ou deux lavages de 10 minutes environ chacun. On procède ensuite au ramassage du grain en présence d'un peu d'eau jusqu'à l'obtention de morceaux de beurre de la dimension du poing. Pour terminer, on effectue le malaxage, qui a pour but de rassembler les morceaux de beurre en une masse homogène, de disperser la phase aqueuse au sein de la phase grasse sous forme de très fines gouttelettes et de régler l'humidité finale du beurre qui, dans la plupart des pays, doit être au maximum de 16 pour cent. Le malaxage se fait par pétrissage ou par laminage, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de la baratte.

Méthode continue au butyrateur

Lorsque les quantités de beurre à fabriquer sont importantes, on utilise de plus

en plus le barattage en continu. Le procédé le plus utilisé derive du système Fritz repose sur le même principe que dans la fabrication classique. Il admet les crèmes douces et maturées d'une teneur en matière grasse de 40 à 50 pour cent et met en œuvre une machine (butyrateur) constituée de deux cylindres:

- un cylindre de barattage maintenu vers 9-10 °C à l'intérieur duquel tourne à grande vitesse (de 2 000 à 3 000 tours/minute) un batteur; la formation du grain de beurre se fait instantanément;
- un cylindre de malaxage incliné dans lequel tombe le mélange de grains de beurre et de babeurre; dans ce cylindre tournent lentement et en sens inverse deux vis d'Archimède qui compriment le beurre et le conduisent au travers de filtres d'où il sort sous forme d'un ruban pouvant immédiatement aller à l'empaqueteuse. Au cours du malaxage, le beurre peut être salé au sel sec ou en saumure.

Salage du beurre

La salage est le plus ancien procédé de conservation du beurre. Le sel possède un pouvoir antiseptique qui varie selon sa concentration et les espèces microbiennes. Étant soluble dans la phase aqueuse, il y forme une saumure plus ou moins

concentré. Ainsi, dans un beurre salé à 1 pour cent, le taux de sel dans le non-gras est de 6 pour cent, ce qui limite le développement de la flore fongique. Il faut atteindre un salage à 2,5 pour cent, soit 12,5 pour cent dans le non-gras, pour assurer une inhibition quasi totale des micro-organismes.

Le salage atteint parfois des taux très élevés allant jusqu'à 5 pour cent soit 24,7 pour cent dans le non-gras, voire davantage, ce qui est excessif mais masque certaines altérations. À partir de 4 à 5 pour cent, le beurre est pratiquement inconsommable à l'état frais; il est utilisé dans les préparations culinaires. Dans certains pays, en raison du rôle du sel sur le goût, on procède généralement au salage du beurre à la dose de 0,5 à 1,5 pour cent.

Composition du beurre

Cent grammes de beurre contiennent de 82 à 84 g de matières grasses, de 14 à 16 g d'eau et de 0,4 à 1,8 g de matière sèche dégraissée. La phase grasse est essentiellement constituée de triglycérides (82 pour cent). On trouve en outre des phosphatides (de 0,2 à 1 pour cent), du carotène (de 3 à 9 ppm), de la vitamine A (de 9 à 30 ppm), de la vitamine D (de 0,002 à 0,040 ppm) et de la vitamine E (de 8 à 40 ppm).

L'eau et la matière sèche forment le non-gras. L'eau provient du plasma de la crème et en partie de l'eau ajoutée lors du lavage du beurre. La matière sèche est composée de lactose (de 0,1 à 0,3 pour cent), d'acide lactique (0,15 pour cent dans le beurre de crème acide), de matières azotées (de 0,2 à 0,8 pour cent) dont la caséine (de 0,2 à 0,6 pour cent), la lactalbumine (de 0,1 à 0,05 pour cent), les protéines membranaires, les peptides, les acides aminés (traces). On trouve aussi des sels, autres que le NaCl d'apport (0,1 pour cent), des métaux lourds, dont le cuivre (40 à 300 µg/kg), ainsi que de la vitamine C (3 ppm) et B2 (0,8 ppm). La teneur en air du beurre varie de 0,5 à 10 ml pour 100 g selon le procédé de fabrication.

Produits déshydratés

Ce sont des produits obtenus à partir de lait, de crème ou de beurre dont on a extrait la quasi-totalité du non-gras (eau + matière sèche dégraissée). On distingue plusieurs produits selon leur niveau de pureté:

- matière grasse laitière anhydre (MGLA);
- matière grasse butyrique anhydre ou huile de beurre anhydre (MGBA);

- matière grasse butyrique ou huile de beurre (MGB).

Il faut ajouter le ghee, produit notamment en Asie du Sud, en particulier dans la péninsule indienne, qui peut être préparé l'aide du lait de différentes espèces animales et s'apparente au beurre fondu produit dans les campagnes.

Pour être conformes à la norme internationale (norme né A-2, 1973) du Codex Alimentarius, les produits d hydrat s doivent présenter les caractéristiques suivantes:

Teneur minimale en matière grasse:

MGLA et MGBA	99,8 pour cent
MGB	99,3 pour cent
Ghee	99,6 pour cent

Teneur maximale en eau:	
MGLA et MGBA	0,1 pour cent
MGB	0,5 pour cent
Ghee	0,3 pour cent

Teneur maximale en peroxydes (mEq d'oxygène par kg de matière grasse):

MGLA	0,2
MGBA	0,3
MGB	0,8
Ghee	0,8

Gout et odeur:

MGLA	purs et neutres
MGBA	pas de goût ou odeur prononcé, impur ou

	désagréable
MGB	aucun goût ou odeur trop prononcé, impur
	ou désagréable
Ghee	pas de goût ou odeur désagréable le ren
	dant impropre à la consommation
Substances neutralisantes:	
MGLA:	absence
Autres produits:	traces
Structure physique:	lisse et à fine granulation.

Dans tous les cas, la teneur en cuivre ne doit pas dépasser 0,05 mg/kg et celle en

fer 0,2 mg/kg. Enfin, la teneur minimale en antioxygènes (toute combinaison de gallate de propyle, d'octyle et de dodécyle avec du butylhydroxyanisol [BHA] ou du butylhydroxytoluène [BHT] ou ces deux substances) dans les produits qui ne sont pas destinés à être consommés directement ou à être utilisés dans du lait recombiné ou des produits laitiers recombinés a été fixée à 200 mg/kg, mais les gallates ne doivent pas dépasser la proportion de 100 mg/kg.

Procédés de fabrication

Le procédé indirect consiste à faire fondre du beurre à une température maximale de 80 °C. Le produit subit ensuite une double centrifugation, puis est traité dans un évaporateur pour compléter l'extraction d'eau. On peut aussi, après la fonte du beurre, procéder à la séparation à chaud du non-gras par décantation statique, mais la teneur en matière grasse ne dépasse guère 95 pour cent alors qu'elle atteint 99 pour cent par centrifugation. L'huile est ensuite refroidie vers 30 °C et conditionnée en fûts métalliques de diverses capacités (de 1 à 200 kg). Afin de limiter les risques d'oxydation, la conservation se fait généralement sous azote.

Dans le procédé direct, on part d'une crème à 35-45 pour cent de matière

grasse que l'on centrifuge vers 60 °C de façon à obtenir une crème concentrée à 75-80 pour cent ou plus de matière grasse. Celle-ci constitue une émulsion peu stable du fait de la grande proximité des globules entre eux. La déstabilisation est réalisée par un traitement mécanique tel que l'homogénéisation. L'huile de beurre obtenue est chauffée vers 90 °C, puis déshydratée par centrifugation et/ou évaporation.

Ces produits ont l'avantage de se conserver plus facilement que le beurre du fait de leur très faible teneur en eau. Toutefois, ils peuvent lentement s'oxyder, notamment quand ils proviennent de matière première de mauvaise qualité. À température ambiante, il convient de les utiliser dans les 12 mois suivant leur fabrication; à température inférieure à + 10 °C, ils peuvent se conserver environ 24 mois. Ces produits trouvent une utilisation importante dans la préparation du lait et des produits laitiers recombinés, ainsi que dans la plupart des préparations alimentaires industrielles ou domestiques utilisant le beurre ou d'autres matières grasses.

Parmi les produits déshydratés, il faut encore citer le beurre en poudre dans lequel, pour améliorer la conservation, le non-gras est remplacé par du saccharose additionné d'un émulsifiant (lecithine) et d'un fluidifiant (citrate trisodique). A

signaler aussi la crème en poudre. Leur conservation doit se faire sous azote.

Produits allégés

Il s'agit de produits à teneur réduite en lipides. On distingue ceux dont la matière grasse est d'origine exclusivement laitière et ceux dont la matière grasse butyrique peut être additionnée de matières grasses d'origine végétale ou animale. Il existe de nombreux produits allégés et autres spécialités tartinables, de composition variable, leur teneur en matière grasse oscillant entre 20 et 65 pour cent. La composition moyenne des produits les plus courants est la suivante: lipides 41 pour cent, protides 7 pour cent, glucides 1 pour cent. Leur valeur énergétique est de l'ordre de 1 600 à 1 700 kJ pour 100 g.

La fabrication de ces produits fait appel à une technologie et à des équipements perfectionnés. Sa difficulté réside dans l'obtention d'une émulsion du type eau dans huile et dans la stabilité de celle-ci. Pour y parvenir, on mélange à la matière grasse des agents capables de fixer des quantités importantes d'eau, à savoir des lactoprotéines (babeurre concentré, caséinates). Il est en outre nécessaire d'apporter des agents émulsifiants, stabilisants et texturants. En raison

de leur teneur élevée en eau (supérieure à 40 pour cent) ces produits sont très sensibles aux altérations d'origine microbienne. Il est donc indispensable de mettre en œuvre des moyens permettant d'éviter les contaminations et le développement des germes éventuellement présents, à savoir:

- hygiène générale stricte du personnel, des matériels et des locaux;
- utilisation de matières premières de très bonne qualité microbiologique;
- pasteurisation à température élevée (92-95 °C);
- emploi de conservateurs (sorbate);
- conditionnement ultra-propre (air surpressé, flux laminaire) sous emballage rigide et étanche et éventuellement sous gaz neutre.

Selon les réglementations propres à chaque pays, outre les additifs précités, on peut aussi ajouter à ces produits les éléments suivants:

- ingrédients divers destinés à leur donner une saveur spécifique (aromates, sucre, sel, etc.);
- colorants naturels, notamment des caroténoides apportant en outre de la vitamine A;
- antioxydantes (acide ascorbique, gallates).

Fabrication

Après fermentation du babeurre → l'aide de bactéries lactiques acidifiantes et aromatisantes et concentration, celui-ci est mélangé aux matières grasses. Ensuite, après homogénéisation et apport des additifs divers, le mélange est pasteurisé puis traité selon divers procédés (échangeurs → surface racée, tanks, etc.) de sorte qu'il y ait abaissement progressif de la température, cristallisation de la matière grasse et inversion des phases.

Crèmes glacées

Ce sont des produits obtenus par congélation d'un mélange de produits laitiers, de saccharose et d'ingrédients divers (parfums, colorants et stabilisants). Les constituants de base sont les suivants:

- lait (entier, crème, concentré, en poudre, lactosérum déshydraté, lactoprotéines);
- matière grasse butyrique (crème, beurre, matière grasse laitière anhydre). Certains pays admettent l'apport de graisses végétales;

- sucres (saccharose et, éventuellement, glucose, dextrose, sucre inverti, etc.).

A ces constituants sont généralement ajoutés les additifs suivants:

- arômes divers (fruits, jus de fruits, chocolat, café, caramel);
- stabilisants (carraghénates, alginates, agaragar, pectine, caroube, gomme latine, etc.);
- emulsifiants (mono- et diglycérides de glycerol, sucro-glycérides, lécithines, lactoprotéines).

Certaines crèmes glacées contiennent en outre des œufs, des alcools et liqueurs, des additifs chimiques divers, des farines et des fibres. Les réglementations sur les crèmes glacées, très variables d'un pays à l'autre, rendent les produits souvent difficilement comparables. En principe, les produits laitiers devraient constituer de 60 à 85 pour cent de la matière sèche de la crème glacee présente à la consommation. La compilation des résultats d'analyses effectuées dans divers pays fait apparaître que les compositions les plus fréquentes varient dans les limites ci-après pour 100 g de produit fini:

Matière sèche

de 18 à 40 pour

totale	cent
Matière grasse	de 2 à 20 pour cent
Protéines	de 2 à 5 pour cent
Sucre	de 12 à 25 pour cent
Œufs	de 0 à 7 pour cent
Kilojoules	de 630 à 850.

Constituées de produits variés, souvent contaminés et subissant au cours de leur préparation de nombreuses manipulations, les crèmes glacées doivent toujours subir un traitement thermique d'assainissement et faire l'objet de sévères mesures d'hygiène en ce qui concerne le personnel, les équipements, les locaux et les emballages afin de préserver leur qualité microbiologique. Enfin, le maintien ininterrompu des basses températures est indispensable.

Principes de fabrication

Après mélange des différents constituants (à l'exception de certains parfums et colorants altérables par la chaleur), le produit est chauffé en cuve (à 68 °C pendant 30 minutes) ou dans un appareil à plaques ou tubulaires (à 80 °C pendant 25 secondes) ou encore dans un appareil UHT (à 100-130 °C pendant 40 secondes). Dans les fabrications industrielles, il est homogénéisé et éventuellement dégazé. On procède ensuite au refroidissement à une température ne dépassant pas 5 °C. Puis on fait subir au mélange une maturation à température maximale de 5 °C pendant le temps nécessaire au gonflement des agents stabilisants (de 10 à 12 heures dans le cas de la gélatine, du caroube ou de l'agar-agar, moins avec l'alginate de sodium).

Après maturation, le mélange est refroidi vers 0 °C, puis additionné éventuellement de parfums et de colorants. On procède alors au glaçage dans un freezer. Selon les régulations, on obtient une crème vers -6 °C plus ou moins molle dont le taux de foisonnement peut être de 100 pour cent. La crème molle peut être consommée en l'état ou répartie dans des moules, puis mise à durcir soit en chambre froide à -25 °C pendant un temps variable suivant le volume des moules (de 12 à 24 heures), soit par passage en tunnel de réfrigération à une

température comprise entre -30 et -40 °C.

Dans les petits ateliers, la congélation se fait dans une turbine à marche discontinue, voire en sorbetière de magasinage. Il s'agit d'un récipient immergé dans une saumure et comportant un dispositif énergique de brassage assurant en même temps que le glaçage le foisonnement par incorporation d'air. Le taux de foisonnement ne dépasse pas 50 à 60 pour cent.

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

[Home](#)" :81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/""">

Valeur nutritionnelle du beurre

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

Variabilité des composants

La teneur lipidique très élevée du beurre (82 pour cent) rend compte de presque
D:/.../meister11.htm

toute sa valeur nutritive, puisque l'autre composant majeur est l'eau (16 pour cent). Il contient en outre de rares protéines, de glucides et des minéraux (tableau 64).

Au plan énergétique, la consommation de 50 g de beurre d'été peut satisfaire chez l'adulte 15 pour cent des besoins caloriques et en outre de 20 à 50 pour cent des besoins en vitamine A et de 15 à 20 pour cent des besoins en vitamine D. En effet, si les vitamines hydrosolubles ont quasi disparu du beurre (10 fois moins que dans le lait de départ), les vitamines liposolubles s'y trouvent en grandes quantités, notamment les vitamines A et E. mais aussi la vitamine D (environ 20 fois plus que dans le lait entier). Le beurre représente la source alimentaire naturelle la plus riche en vitamine A et le lait d'été en contient plus que le lait d'hiver (tableau 65). Cela vaut également pour la vitamine E. toujours présente sous sa forme a-tocophérol. Cet antioxydant évite l'auto-oxydation de la vitamine A et du 13-carotène, c'est pourquoi de la vitamine E est parfois ajoutée au beurre pour atteindre ce seuil de sécurité. Parfois, la vitamine C joue ce rôle.

Lors de la maturation de la crème, le lactose est converti en acide lactique par les bactéries produisant aussi du CO₂ et de l'acide acétique. D'autres bactéries convertissent l'acide citrique en acétone et diacetyl, ce qui imprime au beurre son arôme caractéristique. Seuls 10 à 40 pour cent de ces produits formés pendant la

fabrication se retrouvent dans le beurre, les quantités résiduelles étant perdues dans le babeurre. La saveur du beurre dépend de ces métabolites apparus au cours du processus de fabrication (diacétyl, acétone, aldehydes, cétones, lactones, etc.), ainsi que d'une addition éventuelle de sel. L'importance de ces graisses lactiques et leur influence sur la santé ont été discutées au chapitre 2.

TABLEAU 64 Teneur moyenne de différents composants du beurre, du yaourt et de la crème glacée (par kg)

Composants	Unités	Beurre	Yaourt	Crème glacée
Protéines	g	7	39	39
Glucides	g	7	46	210
Minéraux	g	1,2	7,4	8
Lipides	g	832	38	117
Calcium	g	0,16	1,2	1,3
Phosphore	g	0,2	0,9	1,0

05/11/2011

Le lait et les produits laiti...

Sodium	9	0,06	0,45	0,80
Potassium	9	0,2	1,6	1,35
Magnesium	9	0,02	0,14	0,14
Zinc	mg	2,0	4,0	8,0
Manganese	mg	0,4	0,025	0,6
Fer	mg	0,9	1,0	0,9
Cuivre	mg	0,15	0,1	0,25
Fluor	mg	1,3		
iode	mg	1,3		
Chrome	mg	0,15		
Selenium	ug	3,0	5,0	

Modifications nutritionnelles du beurre au cours du stockage

Les taux de vitamines du beurre restent stables tout au long du stockage, même prolongé. mais les taux de substances aromatiques diminuent progressivement,

sauf pour certaines (lactones, acides volatils, etc.). Après 1 mois à 10 °C, la teneur en diacetyl tombe au tiers de sa valeur initiale. Le beurre est surtout, fortement sensible à l'oxydation, notamment des oligoéléments. Parmi ceux-ci, le cuivre surtout, mais aussi le fer, le chrome le cobalt et le molybden jouent un rôle essentiel. Ces éléments passent du lait dans le beurre, tandis que l'essentiel du zinc et du magnésium demeurent dans le lactosérum,

TABLEAU 65 Teneur moyenne en vitamines et en acide lactique du beurre, du yaourt et de la crème glacée (par kg)

Vitamines et acide lactique	Unités	Beurre	Yaourt	Crème glacée
Carotène	mg	5,8	0,15	1,96
A	mg	6,8	0,30	11,4
B ₁	mg	0,06	0,40	0,42
B ₂	mg	0,19	2,0	2,0
B ₆	mg	0,04	0,5	0,55

Acide Nicotinique	mg	0,5	1,4	1,25
B ₁₂	μg	traces	3	traces
Folates	mg	traces	0,1	0,08
Acide pantothenique	mg	2,3	3,8	5,0
Biotine	mg	traces	3	0,02
C	mg	0	10	5
D	μg	10		10
E	mg	28	1,8	1,2
K	mg	0,6		2,1
Acide lactique	g		8	

Des saveurs désagréables peuvent apparaître suite à la formation d'acides gras volatils et de méthyl-céttones. Ces composés n'apparaissent qu'après des durées prolongées et sous des températures de conservation trop élevées. A l'emballage, il faut éviter toute contamination du beurre par le cuivre ($>0,1 \text{ mg/kg}$) alors que le fer ou le manganèse ne présentent aucun inconvénient. Par contre,

la lumière (UV) oxyde le beurre qui doit en être protégé (emballage aluminium). Les peroxydes lipidiques se décomposent en cétones et aldéhydes qui altèrent la saveur du beurre. La lumière de son côté dénature la vitamine A. Quant aux substances aromatiques qui donnent au beurre une odeur désagréable, elles sont le résultat d'une auto-oxydation des acides gras polyinsaturés. Ce processus peut être très fortement limité par une addition de vitamine C. Celleci des teneurs faibles (ou physiologiques) permet, voire favorise, l'oxydation des lipides alors qu' des teneurs élevées (50-200 mg/litre) elle l'inhibe. Ces modifications peuvent jouer un rôle majeur, entre autres sur la teneur du beurre en acides gras essentiels en soi déjà normalement basse (3 pour cent des graisses totales pour le linoléique et moins de 0,5 pour cent pour l'arachidonique).

L'enrobage du beurre dans un emballage de polyvinyle risque de voir cette substance le contaminer. En pratique, les taux de vinyle restent très faibles. Des progrès notables ont été réalisés dans la conservation du beurre par une extraction quasi complète de l'eau (à peine 0,2 pour cent d'eau et de matières non grasses résiduelles ou 99,6 pour cent d'huile de beurre). L'huile de beurre (ou beurre fondu), produite sous vide, contient encore les phospholipides membranaires des globules gras, ce qui protège l'huile de l'oxydation. À 15 °C, cette huile se conserve pendant 1 à 3 ans. Cette durée peut être portée à

beaucoup plus par un stockage à basse température et en présence d'antioxydants. La fabrication de tels produits est appréciée dans les pays chauds (tropicaux) et en développement: le beurre fondu (ghee en Inde) est très répandu et son arôme caractéristique comporte des substances telles que les aldéhydes, les cétones et même des acides gras libres.

Beurres allégés

L'intérêt nutritionnelle des beurres allégés réside dans une teneur réduite en matière grasse (41 pour cent plutôt que 82 pour cent). De la matière grasse végétale est parfois adjointe au composant laitier.

Valeur nutritionnelle de la crème

La valeur nutritionnelle de la crème dépend de la teneur lipidique: plus la crème contient de graisses, moins elle contient de lactose, de minéraux et de protéines et plus elle contient de la vitamine A et des carotènes. La crème contient environ deux fois plus de vitamines liposolubles que le lait, mais à peine moins de vitamines hydrosolubles. La crème épaisse (surie) contient des aldéhydes et des

céttones l'origine de son goût particulier, ainsi que de l'acide lactique (8 g/litre environ). La crème glacée contient autant de minéraux et de vitamines hydrosolubles que le lait mais deux à trois fois plus de vitamines liposolubles (voir tableau 65).

Valeur nutritionnelle du babeurre

A l'inverse du beurre, le babeurre contient peu de vitamines liposolubles et son taux d'acide lactique est élevé, de sorte que ce dérivé peut être considéré comme un produit fermenté. De fait, lors de la fabrication du beurre, un nombre de substances aromatiques passent dans le babeurre (diacetyl de 1 à 4 mg/litre). Les teneurs calciques et en riboflavine du babeurre sont celles du lait. Ce dérivé est aussi très riche en lecithine, dans la mesure où une forte quantité de phospholipides passe dans le babeurre lors de la fabrication du beurre. Le babeurre en contient 20 pour cent alors que le lait entier n'en contient que 1 pour cent seulement. Le babeurre doit être conservé à l'abri de l'air pour éviter son oxydation (source de goût désagréable) et la perte vitaminique (vitamine C notamment).

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

[Home](#)" :81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/""">

Chapitre 9 Consommation du lait et des produits laitiers chez le bien-portant et le malade

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

Habitudes de consommation chez le sujet sain

Introduction

La plupart des nouveau-nés sont allaités par leurs mères, d'autres reçoivent d'emblée un drivé lacté artificiel, voire même un lait animal. D'une manière

ou d'une autre, presque tous les nourrissons reçoivent du lait. Les habitudes parentales conditionnent ensuite les comportements alimentaires qui se différencient selon les régions du monde. Ces attitudes diverses, qui paraissent bien souvent régies par des coutumes ancestrales, dépendent aussi de critères très nettement ancrés dans les gènes. On constate que les comportements alimentaires répondent, en réalité, plus à des divisions ethniques qu'à des partitions géographiques.

La place du lait en nutrition humaine n'est pas le fruit du hasard, mais est régie par des potentialités génétiques mal élucidées; la disparition ou le maintien de l'activité lactasique intestinale permet y jouer le rôle primordial (Kretchmer, 1972). Ce n'est pas seulement la disponibilité du lait qui conditionne sa consommation, mais aussi et plutôt la tolérance au lait qui a incité l'homme à en faire une nourriture ordinaire au-delà du sevrage. Face à l'hypolactasie, certaines populations ont été capables de s'adapter en consommant des produits appauvris en lactose (fromages) ou des dérivés simultanément riches en β -galactosidase (lactase) microbienne (yaourt). D'autres populations n'ont pas été capables de contourner cette difficulté digestive et ont tout simplement renoncé à consommer du lait et, dans le même pas, tout dérivé laitier (Delmont, 1983). Le retentissement sur la santé de cet attrait ou de ce refus du lait est difficile à

préciser. D'autres facteurs interfèrent compliquant l'interprétation des données épidémiologiques.

En situation d'abondance, c'est-à-dire dans les pays industrialisés et nantis, une consommation importante de lait et/ou de produits laitiers fait partie des facteurs de risque de la maladie coronarienne, avec le tabagisme, l'obésité, le stress, l'hypertension artérielle et le manque d'exercice physique. Il existe une relation entre le risque de développer une maladie cardiovasculaire et la consommation d'énergie lipidique, notamment de calories provenant de matières grasses saturées. L'apport lipidique du lait de vache et des produits dérivés est constitué surtout de graisses saturées (voir chapitre 2) et le cholestérol y est très présent.

Cependant, l'ensemble de ces facteurs de risque précités, et peut-être encore d'autres, semblent nécessaires pour voir leurs effets nuisibles se révéler. On est surpris de constater la quasi-innocuité de la consommation de lait et de beurre chez les Bretons en France (la mortalité précoce, entre 45 et 54 ans, par maladie des coronaires est plus faible dans les départements bretons que dans les départements du Nord et de l'Est de la France) (J. Renaud, 1985). Dans le même ordre d'idée, les Massés d'Afrique de l'Est semblent échapper à

I'hypercholestérolémie et aux lésions d'athérome malgré une consommation alimentaire axée sur les produits animaux (lait, sang et viande de vache).

Les inconvénients attribués à la consommation du lait ne sont apparemment pas des constantes: trouver aux produits laitiers une place en nutrition humaine relève aussi de l'art de les accommoder judicieusement. Souvent, les populations ont trouvé localement et depuis longtemps les modalités de préparation et de conservation idéales du lait ou des produits qu'elles en ont dérivés. Lorsque les conditions d'élevage et le climat ne permettaient pas que ces conditions idéales fussent réunies, ces difficultés ont pu être surmontées grâce aux techniques industrielles modernes (fabrication de poudres de laits, conservation de longue durée) ainsi qu'aux possibilités d'acheminer le lait et les produits laitiers sur de longues distances. Ces bouleversements techniques ont permis aux populations d'envisager des emplois nouveaux et adaptés du lait et de ses dérivés.

Ce chapitre regroupe des informations sur la place que tiennent actuellement les produits laitiers dans l'alimentation ainsi que quelques indications sur celle qu'ils pourraient y occuper.

Appétence et acceptabilité du lait

L'importance ~~economique~~ du lait (et de tout autre produit) en alimentation passe avant tout par le ~~goût~~ du consommateur. En ~~gen~~eral, le lait ~~présente~~ un tonus ~~émotionnel~~ faible. Il n'excite pas une appétence comparable à celle de certaines boissons (sucrées, alcoolisées) ou d'autres aliments, comme la viande ou même les fromages.

Le lait fait secréter une salive épaisse et donc peu rafraîchissante. Il semble que la forme la mieux acceptée soit le lait pasteurisé ou stérilisé UHT, homogénisé, demi-crème, non bouilli et consommé froid. Les pouvoirs excito-moteurs du lait sur les sécrétions gastriques et pancréatiques sont assez faibles: la sécrétion de pepsine est plus forte pour la viande et le pain. Généralement, les produits dérivés du lait, notamment les laits acidifiés et fermentés, les fromages et le beurre sont plus volontiers consommés et mieux digérés que le lait lui-même.

Consommation du lait en période de croissance

Allaitement maternel exclusif. Le nouveau-né et le nourrisson devraient, jusqu'à 3 ou 4 mois, être exclusivement allaités. Le lait maternel suffit à lui seul à assurer la croissance du nourrisson jusqu'à 4 mois. A partir de 4 à 6 mois, il faut le

compléter avec d'autres aliments, mais l'allaitement doit se poursuivre. Les avantages nutritionnels de la composition du lait de femme ont été largement détaillés dans le premier chapitre. A cela, il convient d'ajouter d'autres qualités irremplaçables, telle la présence en quantités appréciables d'anticorps du type secretoire (sIgA) qui protègent au moins partiellement le nourrisson contre un éventail de micro-organismes pathogènes (Hansson, 1988), sans parler de l'hygiène du lait lui-même (*de* priori stérile dans la mamelle) et du lien psycho-affectif que constitue l'allaitement.

Lorsque l'allaitement suffit, la croissance staturo-pondérale progresse et le développement psychomoteur évolue harmonieusement. C'est sur la base de ce développement harmonieux qu'on peut établir les besoins nutritionnels et édicter des recommandations diététiques pour les périodes néonatales et infantiles. Les valeurs chiffrées sont deduites des analyses de la composition du lait de femme et d'une appréciation des consommations individuelles.

Alimentation lactée de substitution. Si la majorité des nouveau-nés de notre monde prennent du lait maternel, la plupart d'entre eux (en raison surtout d'une insuffisance de la production lactée maternelle) reçoivent aussi avant 3 mois une alimentation de supplémentation. Un pourcentage non négligeable de

nourrissons ne sont pas (ou à peine) allaités par leur mère. Une alimentation lactée de substitution leur est proposée, soit un lait adapté en poudre, soit, le plus souvent, un lait animal non modifié. Dans toutes ces situations, les informations et les recommandations basées sur l'allaitement ne sont plus de mise et deviennent donc caduques. Certaines données restent en vigueur quand les laits proposés sont adaptés aux particularités propres des nourrissons: on parle dans ces cas plus volontiers de formules infantiles. Quelques principes nutritionnels à observer sont énumérés ci-après.

Le lait de vache non modifié est trop riche en protéines et en casines pour les capacités digestives (formation d'un caillé peu digeste) et métaboliques (élimination d'une charge azotée excédant les possibilités rénales) du très jeune enfant. La quantité de minéraux (sodium, calcium, phosphore) est très élevée et demande être réduite pour éviter de solliciter trop la fonction rénale d'épuration. L'adaptation du lait de vache pour en faire un substitut acceptable du lait humain consiste donc à réduire la teneur de casine, de sodium, de phosphates et aussi de calcium tout en restant à des niveaux d'apports sensiblement supérieurs à ceux du lait humain (Tsang et Nichols, 1988). De la sorte, la moindre biodisponibilité des nutriments est contrebalancée et les besoins d'une large proportion de la population infantile peuvent être assurés.

Enfin, les nutriments qui se dégradent lentement en cours de conservation restent présents en quantités suffisantes.

L'absorption partielle des graisses lactiques chez le nouveau-né et le très jeune nourrisson et surtout la carence en acides gras essentiels du lait animal de consommation courante ont conduit à modifier également les matières grasses dans les formules infantiles par l'adjonction d'huiles de maïs et de soja qui impose à son tour de réaliser un apport vitaminique E suffisant pour éviter un risque d'instabilité des membranes tissulaires.

Le lait de vache contenant moins de lactose que le lait humain, un enrichissement en glucides est nécessaire et souvent obtenu grâce à l'adjonction de dextrines-maltose. Ce procédé est peu coûteux, mais évite surtout d'accroître l'osmolarité du lait. Enfin, le processus industriel (chaleur) dégrade en partie plusieurs vitamines. Une quantité connue et de sécurité de vitamines est donc ajoutée en fin de la filière de fabrication.

Pour les minéraux et les minéraloïdes, des adaptations sont également souhaitables: le rapport calcium/phosphore doit également être situé entre 1,5 et 2 afin de favoriser l'absorption calcique. La teneur calcique ne peut excéder les

possibilités de solubilisation dans la formule lactée. Du fer est ajouté pour couvrir les besoins du nourrisson, ainsi qu'un nombre d'oligoéléments, dont le cuivre, leur taux particulièrement bas dans le lait de vache ne permettant pas d'assurer les apports recommandés.

L'adaptation des laits animaux pour la consommation infantile tient compte également de la charge osmotique renale. Les capacités renales de concentration chez le nouveau-né et le nourrisson sont faibles, et encore moindres chez le prématuré. De ce fait, les déchets métaboliques azotés et minéraux entraînent avec eux dans la phase d'excrétion renale une quantité importante d'eau. Dans la pratique, le lait maternel est surtout remplacé en période d'alimentation lactée exclusive (de 0 à maximum 4 mois en général) par un nombre limité de produits: du lait de vache (parfois coupé), du lait de chèvre ou des formules adaptées (dérivées du lait de vache). Ces dernières diffèrent quelque peu selon qu'elles ont été conçues en Europe (lait adaptés du premier âge) ou en Amérique du Nord (lait standard pour la première année). La figure 21 et le tableau 66 illustrent le taux de couverture de l'ensemble des besoins de la tranche d'âge concernée par l'un et l'autre de ces produits lactés. D'emblée, les insuffisances ou dépassements en nutriments qu'entraînent les divers régimes lactés sont visibles.

Couverture des besoins en énergie et en protéines du nourrisson (de 6 kg recevant 150 ml/kg) par différents laits

TABLEAU 66 Couverture des besoins d'un nourrisson de 6 kg recevant 900 ml* de lait maternel ou de lait de certaines espèces animales ou de laits industriels vendus en Europe et aux Etats-Unis

Types de lait	Nutriments									
	Calcium	Fer	Zinc	Vitamine B1	Vitamine B2	Acide folique	Vitamine C	Vitamine A	Vitamine D	
	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(μg)	(mg)	(μg)	(μg)	
Lait maternel	290	2,7	0,6	0,15	0,40	38,5	38	480	0,1	
Lait de d é part										
(Europe)	500	6,9	5,0	0,37	0,81	53,6	50	585	1,1	
Lait de d é part										

(Etats-Unis)	500	3,5	10,4	0,45	0,57	44,8	51	585	8,1
Lait de vache	875	3,3	0,4	0,33	1,58	33,1	16	256	0,1
Besoins ou taux quotidien recommandé (OMS)	400	5,0	6,0	0,30	0,40	25,0	30	375	7,1

* On compte généralement 150 ml de lait par kg de poids corporel.

Les procédés d'humanisation du lait de vache, souvent ingénieux, génèrent aussi par eux-mêmes des effets secondaires inattendus. Ils restent parfois longtemps méconnus (lait dépourvu de chlore, carences en pyridoxine, déficients en cuivre) ou pire voire (lait potentiellement allergisants).

Alimentation du sevrage. Si les habitudes et les pratiques du sevrage varient à l'infini, le lait (de femme ou d'animal) y trouve toujours une place qui va du tout à rien. Sous une forme ou une autre, le lait constitue la base de l'alimentation jusqu'à 1 an et couvre la totalité des besoins jusqu'à 3 ou 4 mois. Avec l'introduction d'une alimentation solide (bouillie de céréales avec/sans fruits ou

légumes), sa part relative tend à diminuer. Avec l'apparition dans l'alimentation d'autres types de solides (souvent des légumes autour de 5 mois), la part du lait se réduit encore, mais la quantité absolue consommée chaque jour ne tombe souvent pas en dessous du demi-litre dans les pays industrialisés et n'atteint pas toujours le tiers de litre dans les pays en développement, même chez les enfants allaités. A défaut de lait maternel, le lait consommé (ou du moins recommandé) est un lait de vache modifié: en Europe les sociétés pédiatriques prennent l'emploi d'un lait dit de suite ou de deuxième âge (ESPGAN, 1981 et 1990); en Amérique du Nord la faveur se porte plutôt sur un lait de composition uniforme pour toute la première année de vie. Ailleurs, la situation est différente. Dans les pays en développement, le choix est limité dans la plupart des cas, soit à la poursuite de l'allaitement maternel, soit à l'emploi de lait de vache non modifié.

Ces usages plus souvent imposés que choisis conduisent à des profils de consommation alimentaire très différents: à 5 mois certains nourrissons prennent encore (et exclusivement) le sein, d'autres reçoivent une formule dite de départ ou un lait de suite, une formule adaptée pour toute la première année de vie, ou enfin du lait de vache non modifié (sous forme de biberon ou de bouillie lactée). Un enfant exclusivement nourri de lait pour couvrir très justement tous ses besoins en énergie (l'un des facteurs essentiels conditionnant l'appétit)

consomme un ensemble de nutriments (protéines, glucides et calcium) en excès alors que d'autres lui font défaut (fer, cuivre et acides gras essentiels). A X ou 9 mois quand certains dérivés lactés (yaourt et fromage blanc, en particulier) prennent le relais des fruits notamment, les problèmes diététiques ne font que s'aggraver, et ce d'autant plus que d'autres aliments d'origine animale ne sont pas proposés ou disponibles.

Seuls la viande et le poisson apportent le fer, du moins de qualité biologique suffisante. La même remarque vaut pour le zinc et dans une moindre mesure pour le cuivre.

Inversement, le lait et/ou ses dérivés constituent une source de calcium inégale et les protéines de ces produits sont d'une valeur irremplaçable pour l'enfant. Cette qualité peut être appréciée en termes de haute valeur biologique (protéines de référence), de coût faible (protéines animales peu chères à la production), de conservation assez aisée, de conditionnement codifié (poudre) permettant une production hygiénique. Toutefois, les conditions d'utilisation des laits en poudre laissent beaucoup à désirer (contamination microbienne des eaux, manque d'hygiène dans la préparation).

Le lait accepte aussi facilement des additifs, des vitamines et de l'iode, en particulier qui en augmentent encore la valeur nutritionnelle. De fait, les meilleures preuves de qualité du lait sont les troubles nutritionnels que développent les enfants soumis à un régime d'exclusion lactée drastique (en cas de régime végétarien ou d'allergie aux protéines du lait de vache). De nombreuses études font état de déficits causés par des alimentations de substitution mal équilibrées. Les carences en acides aminés soufrés et même en cuivre étaient le lot des sujets exclusivement nourris aux laits infantiles de soja de la première génération. Des troubles (rachitisme) apparaissent aussi lorsque des laits de soja liquides destinés aux adultes et dépourvus de calcium et de phosphore sont donnés abusivement aux nourrissons. Des régimes végétariens stricts peuvent mener à des anémies megaloblastiques et à des hyperkaliémies (excès de potassium dans le sang et dans l'organisme entier).

Puisque le lait (humain ou animal) constitue l'aliment de base de la première année de vie, sa suppression implique qu'on le remplace par un aliment (lait de substitution) ou un ensemble d'aliments d'origine animale (viande, poisson, œufs, en combinaison avec un lait animal) qui contienne tous les nutriments du lait maternel et tienne compte de la teneur en nutriments de chaque constituant et de leur biodisponibilité.

Dans bien des circonstances, liées à la production à la conservation ou au prix, les produits laitiers animaux (lait liquides fromages, yaourts) ne sont pas accessibles, pas plus que les laits infantiles en poudre. La préparation artisanale, voire domestique, d'un aliment de sevrage permet de surmonter ces obstacles, en particulier celui du coût. Ainsi, la valeur nutritionnelle d'un aliment de ce type, préparé à partir de 65 g de farine de riz, 25 g de lait à crème en poudre, 10 g de sucre et 6 ml d'huile de palme, est voisine de celle de 100 g d'une farine lactée du commerce. Cet aliment, pris en quantité suffisante, peut compléter efficacement l'alimentation au sein d'un nourrisson.

[Click here to continue](#)

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

[Home](#)" :81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/""">

Installation de l'hypolactasie de type adulte

[Table des matières](#) - [< Précédente](#) - [Suivante >](#)

Evanescence de la consommation de lait. Chez le nourrisson, c'est le composant protéique qui est le plus susceptible d'entraver la consommation de lait animal en raison du risque (de 1 à 10 pour cent des sujets suivant les publications) d'allergie aux protéines du lait de vache. C'est le composant glucidique qui limite le plus la consommation de lait aux âges ultérieurs (Delmont, 1983). L'activité intestinale lactasique (β -galactosidase, qui est une disaccharidase de la bordure en brosse intestinale au sommet des villosités digestives et qui hydrolyse le lactose en glucose et galactose) de la majorité des individus diminue avec le temps (figure 22). Cette évolution est sous contrôle génétique. Certains sujets (les moins nombreux) conservent cette capacité enzymatique toute leur vie (voir tableaux 67 et 68). Pour les autres populations, cette activité disaccharidasique diminue inexorablement, mais sans disparaître complètement. Le moment et la vitesse de disparition de l'activité varient (figure 22). Les facteurs qui conditionnent ces changements chez l'homme ne sont pas connus, mais diffèrent, toutefois, en bien des points de ce qui a pu être établi avec certitude chez l'animal, chez les petits mammifères notamment.

Dans l'espèce humaine, l'effet inducteur du lactose sur son enzyme clivant n'a

jamais pu ~~être démontré~~: ce n'est donc pas l'abandon de la consommation du lait qui conditionne la disparition lactasique, mais plutôt l'inverse. Lorsque le lactose n'est plus digéré (de fait ni hydrolysé ni absorbé), des symptômes surviennent: le lactose reste intact dans la lumière intestinale induit par effet osmotique une augmentation du transit digestif accompagnée de crampes et d'une diarrhée aqueuse souvent acide avec des selles contenant des sucres réducteurs.

FIGURE 22 Incidence de la lactose-tolérance dans divers groupes ethniques vivant aux Etats-Unis

Dans le colon, la fermentation microbienne du disaccharide mal absorbé provoque la formation de substances volatiles, cause de ballonnement et d'émissions de gaz. Lorsque cette flore de récupération des glucides est en outre productrice d'hydrogène, ce gaz apparaît dans l'air expiré (mesure de l'hydrogène expiré). L'inconfort abdominal, voire l'intolérance digestive, n'incite plus le sujet devenu hypolactasique à continuer de boire du lait. Il semble bien que les ennuis de l'intolérance aboutissent à l'abandon de la prise de lait. Ce moment survient chez le sujet généralement prédisposé entre 5 et 15 ans (figure 22). Un épisode de gastro-entérite grave, un état de malnutrition chronique semblent précipiter la survenue de cet état. Lorsque le lactose n'est plus toléré (500 ml de lait de vache

◆ équivalent ◆ environ 25 g de lactose, soit une prise de l'ordre de 1,0 + 0,2 g/kg/jour pour un enfant dont le poids est compris entre 18 et 35 kg), d'autres aliments appauvris en lactose peuvent continuer de l'◆tre.

TABLEAU 67 Incidence de l'intolérance au lactose dans divers groupes de la population américaine et australienne

Pays	Indiens natifs	Esquimaux	Originaires d'Europe	Originaires d'Afrique	Originaires d'Asie	Indiens déplacés.
Continent américain						
Canada	31-57 (54)	24-30 (40)	12-37 (32)	-	-	-
USA	120-147 (82)	29-36 (81)	33-235 (14)	99-143 (69)	68-73 (93)	160-303 (53)
Mexique	309-401 (77)	-				
Brésil	-	-	18-24	19-20	20-20	-

	-		(75)	(95)	(100)	
Chili	36-64	-	-	136- 195	-	-
	(56)			(70)		

Océanie

Australie	38-45	-	12-82	-	89-97	-
	(84)		(15)		(92)	

Note: Les chiffres entre parenthèses indiquent les pourcentages. Source: Scrimshaw et Murray, 1988.

Introduction alimentaire de substituts laitiers: laitages de substitution. Les travaux réalisés à ce jour ont principalement porté sur l'étude du yaourt, utilisé empiriquement par les pédiatres. La mesure de l'hydrogène expiré a permis une approche chiffrée et plus objective de l'intolérance au lactose en réponse à la consommation de divers produits laitiers. Ces travaux montrent chez les sujets cliniquement intolérants qu' des quantités égales de lactose ingérées, le lait ou le lactose entraînent dans les heures qui suivent une élimination importante et comparable d'hydrogène, à la différence du yaourt. Il est important de noter que

La faible délimination respiratoire d'hydrogène observée avec le yaourt va de pair avec une quasi-disparition des symptômes cliniques d'intolérance, alors que ces signes se manifestent lors de l'ingestion du lait ou du lactose. Cet effet du yaourt disparaît, au moins en partie, lorsque celui-ci a été préalablement chauffé.

TABLEAU 68 Incidence de l'intolérance au lactose dans divers pays d'Europe, d'Afrique et d'Asie

Pays	Nombres	Pourcentages
Europe du nord		
Groenland (Esquimaux)	120-219	55
Danemark (Esquimaux)	37-51	73
Finlande	51-290	18
Suède	7-91	8
Irlande	2-50	4
Allemagne	268-1805	15
Autriche	1 06-528	20

05/11/2011

Le lait et les produits laiti...

Hongrie	198-535	37
---------	---------	----

Pourtour méditerranéen

Italie (du sud)	116-180	64
Grèce	479-700	68
Liban	58-78	74
Jordanie	1 54-204	76
Egypte	414-570	73

Afrique noire

Soudan	210-282	74
Nigeria	67-83	81
Zambie	25-26	96
Zaire	65-86	76
Afrique du sud	165-197	84

Asie

Inde (nord)	27-95	2 870
Inde (sud)	146-210	70
Ceylan	145-210	100
Thaïlande	21 5-21 5	100
Japon	35-35	75
Corée	226-300	

Source: Scrimshaw et Murray, 1988

La thermisation du yaourt est utilisée dans certains pays: en tuant les germes, la conservation peut se faire hors chaîne du froid. Cependant, dans le cas du yaourt obtenu en poudre par séchage à une température inférieure à 60 °C, la tolérance est conservée. Ces faits ont été établis chez des enfants gabonais intolérants après une charge de 10,5 g de lactose contenus dans la poudre de lait ou de yaourt reconstitués (Gendrel et al., 1990). L'absence ou la très faible production d'hydrogène observée après l'ingestion de yaourt chez des sujets intolérants signifie que le lactose n'atteint vraisemblablement pas le colon. Les mécanismes en cause restent mal connus. L'activité lactasique de la flore du yaourt (β -galactosidase) joue certainement un rôle.

Un autre effet physiologique important est le ralentissement du transit intestinal observé avec le yaourt par rapport au lait. Ce ralentissement peut contribuer à la meilleure digestion du lactose. Diverses préparations de laits fermentés ont été essayées sur des sujets intolérants au lactose. Le yaourt paraît le mieux supporté du fait de la présence de *Lactobacillus bulgaricus* (producteur de 13-galactosidase). Le lait fermenté par *L. acidophilus* a des effets variables, cela étant sans doute dû à d'importantes différences de production enzymatique entre les souches.

Consommation du lait et importance alimentaire chez l'adulte sain

Il faut distinguer deux aspects de la consommation courante de lait ou de produits laitiers: l'adulte les consomme de façon consciente (yaourt, fromages) mais aussi sans le savoir (des sous-produits ou des composants du lait sont incorporés très fréquemment dans les préparations industrielles). Les quantités restent faibles, mais suffisantes pour nuire au sujet allergique, par exemple. L'industrie agro-alimentaire utilise volontiers des dérivés du lait, en raison de leurs bonnes qualités technologiques et de leurs faibles coûts. Les lipoprotéines de lait entrent dans la composition de la plupart des margarines végétales, le lactosérum est ajouté dans des conserves et des charcuteries, du lait entier fait rarement défaut

dans les biscuits.

La consommation de produits laitiers peut être appréciée en se basant sur des chiffres de production à l'échelle des pays (OCDE, 1991). Connaissant les quantités exportées, il est possible de calculer en chiffres bruts (ne tenant pas compte des pertes, avaries, invendus) les volumes ou les quantités de laits sous leurs différentes formes et de produits laitiers restés théoriquement à disposition des populations. L'OCDE ne fournit des données que pour les pays industrialisés (tableau 69). Au chapitre 3, il est indiqué que la FAO cherche à établir des données similaires pour l'ensemble des pays, tout en sachant que la valeur de l'outil statistique n'est pas la même dans tous les pays (voir tableau 39, p. 92).

Le lait et ses dérivés sont consommés en grandes quantités dans les pays industrialisés (Europe, Amérique du Nord, Australie), à l'exception sans doute du Japon. Dans ces pays, les laitages représentent une part importante (30 à 50 pour cent) de l'apport protéique total, lui-même déjà excédentaire. Dans les pays en développement, la situation est presque exactement inverse. La part de produits animaux (viandes, poissons, œufs, laitages) est de toute manière faible et les produits laitiers ne constituent qu'une proportion négligeable dans la

consommation protéique (de 10 à 15 pour cent) (figure 23).

Importance nutritionnelle des produits laitiers chez l'adulte sain

Dans la mesure où la plupart des adultes ne consomment que peu de lait, ce sont plutôt les produits laitiers qui seront envisagés ici, même si fondamentalement la différence de composition est minime et ne porte que sur le lactose.

Le lait et le yaourt se différencient par leur influence sur le cholestérol sanguin: celui-ci diminue, selon certains auteurs, de 5 à 10 pour cent lorsque le yaourt remplace la quantité équivalente du lait antérieurement consommé. Cet effet est le plus marqué chez les sujets dont le taux de cholestérolémie initial est le plus élevé; il peut aussi varier selon la souche de ferment du yaourt. Des effets protecteurs du yaourt vis-à-vis de certains risques cancéreux ont été aussi suggérés. En outre, la stimulation des défenses de l'organisme semble être un effet imputable à certains composants du yaourt, du moins non thermisés.

Certains laits fermentés traditionnels présentent des intérêts nutritionnels propres. Ces laits ne sont pas toujours des laits de vache; ils contiennent souvent des ferments actifs en très grand nombre, ce qui en limite la consommation. Le

kéfir et le koumis (voir chapitre 5) contiennent de l'alcool .

TABLEAU 69 Disponibilité en produits laitiers dans différents pays industrialisés en 1987 (ou années antérieures)

Pays	Aliments (g/jour)						
	Lait frais entier	Lait frais crème	Lait en poudre entier	Lait en poudre crème	Lait concentré entier	Lait concentré crème	Fromage
Autriche	374,4	30,0	1,4	1,1	5,8	?	21,3
Allemagne'	190,1	63,0	4,6	1,1	14,8	-	43,9
Belgique- Luxembourg	237,3	92,4	6,1	2,7	2,4	?	33,6
Danemark	396,3	193,3	1,6	0,5	-	?	34,7
Espagne	271,8	?	0,8	1,3	3,4	?	12,2
Finlande	573,3	364,5	-	10,0	?	?	31,6

05/11/2011

Le lait et les produits laiti...

France	230,9	131,4	1,5	3,6	2,1	-	59,9
Irlande	732,5	162,4	-	0,8	-	?	11,6
Italie	201,7	37,5	1,3	-	0,4	?	40,7
Norvège	864,7	83,9	0,7	2,6	6,5	?	35,1
Pays-Bas	302,5	190,9	7,8	1,5	27,5	-	37,7
Portugal	133,4	?	1,3	2,7	0,3	?	13,3
Suède	420,5	243,5	1,9	7,5	?	3,6	44,2
Suisse	468,9	112,1	3,3	1,2	2,1	?	41,9
Royaume-Uni	374,2	56,7	3,3	5,6	7,8	?	20,1
Australie	442,0	?	5,8	8,1	4,6	3,0	5,8
Canada	229,5	135,2	1,2	5,5	5,4	0,8	24,0
Japon	104,0	-	0,7	3,9	1,1	0,3	3,0
Nouvelle-Zélande	372,2	-	3,3	8,3	2,5	?	23,9

05/11/2011

Le lait et les produits laiti...

Turquie	134,5	96,4	0,3	?	?	?	10,2	.
Etats Unis	345,3	?	0,8	3,3	4,3	5,0	29,5	.
Greece	207,4	?	3,0	0,6	28,5	?	61,9	.

Notes:

- = quantité nulle ou insignifiante

? = pas de données.

¹ Les données relatives à l'Allemagne se rapportent à l'ex-RFA.

Source: OCDE.1991.

FIGURE 23 Consommations moyennes de protéines totales et de protéines végétales dans différents pays

Tout comme le yaourt, ces produits démontrent de multiples vertus (amélioration de la digestibilité des protéines du lait, effet thérapeutique sur la diarrhée infectieuse, réduction de la cholestérolémie, ainsi que digestibilité accrue du lactose).

La consommation alimentaire du sujet moyen dans les pays industrialisés (hormis le Japon) assure peu près ses besoins calciques. Un apport similaire est loin d'être possible dans les pays en développement. Divers auteurs attribuent au calcium présent dans certains végétaux des qualités nutritives remarquables, capables de suppler l'insuffisance de calcium animal dans l'alimentation traditionnelle. D'autres auteurs contestent ce point de vue. Le lait et les laitages peuvent aussi contribuer à l'apport vitaminique et, dans les pays industrialisés, la couverture en vitamines liposolubles est surtout tributaire de la consommation de beurre. Le lait constitue, en outre, une source de vitamines B (une consommation quotidienne d'un litre de lait couvre les besoins en vitamine B de l'adulte)

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

[Home](#)" :81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/">

Possibilités de consommation chez le sujet malade

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

Le lait et les produits laitiers continuent d'être consommés par le sujet malade. Ils trouvent au cours de certaines affections une place particulière. Deux types de situations où l'administration de laitages est susceptible de donner lieu à des difficultés sont la diarrhée infectieuse et la malnutrition grave, affections qui souvent se renforcent mutuellement.

Importance du yaourt et des laits fermentés au cours des infections digestives

Diverses raisons expliquent l'efficacité du yaourt et des laits fermentés au cours des infections digestives. L'importance préventive de l'acidité pour sauvegarder l'hygiène a déjà été évoquée. L'effet curatif du yaourt sur des infections digestives bactériennes a été démontré pour différents germes, chez l'animal comme chez l'être humain. Les entérites à *Salmonella* ou *Shigella* semblent plus rapidement aménagées chez les enfants nourris au yaourt que chez les enfants recevant du lait. L'administration de ferments (*Lactobacillus*) améliore très sensiblement l'état de patients souffrant d'infections récurrentes à *Clostridium* avec diarrhée sanguine rebelle aux traitements médicamenteux. La présence d'acide lactique explique en partie cette action inhibitrice sur le développement de certaines souches bactériennes, notamment pathogènes. D'autres substances produites en quantités nettement plus faibles (en particulier peroxyde

d'hydrogène, probiotiques et antibiotiques) jouent aussi un rôle protecteur vis-à-vis de la croissance des bactéries pathogènes.

Emploi du lait en situation de malnutrition grave

Raisons d'être et modalités d'emploi du lait. Le kwashiorkor de l'enfance s'accompagne d'une atteinte souvent grave de la muqueuse intestinale et, de ce fait, d'une diminution prononcée des activités enzymatiques des cellules de la paroi intestinale (disaccharidases) (Rosenberg et Schrimshaw, 1972;

Viteri et Schneider, 1974; Gendrel et al., 1984; Brasseur, 1986). Bien qu'à cet âge on s'attende à trouver encore une activité lactasique, celle-ci a de fait disparu, et sans doute définitivement. Les formes plus attenues de malnutrition protéino-nergétique entraînent ou accompagnent toujours un certain degré de lésion de la muqueuse digestive.

Malnutrition et infection allant souvent de pair, il n'est pas facile d'identifier la part exacte des différents mécanismes qui enclenchent et entretiennent le cercle vicieux infection-malabsorption-malnutrition (Gershwin, Beach et Hurley, 1985; Chandra, 1988; O' Keefe et al., 1991). Dans les cas où les atteintes intestinales

morphologiques et fonctionnelles sont installées, voire irréversibles, la place du lait et des produits laitiers doit être définie. Un débat de fond oppose les théoriciens, réticents à proposer du lactose chez les sujets diarrhéiques et lactase-déficients, aux cliniciens qui, sur le terrain, obtiennent avec le lait ou ses dérivés des succès indéniables dans le traitement d'enfants gravement carencés. La question est parfois posée en d'autres termes: Faut-il soigner la diarrhée ou l'enfant? Sans aucun doute, l'évitement du lactose du régime d'un enfant atteint de malnutrition réduit la fréquence et le volume de ses selles, mais n'accorde en rien sa guérison. De nombreuses études ont, en effet, apporté la preuve que le lait entier, demi-crème ou crème est utile dans le traitement diététique de la malnutrition grave, même si une malabsorption du lactose est mise en évidence. De fait, les autres nutriments, notamment azotés et lipidiques, continuent d'être absorbés normalement.

On dispose de peu d'études effectuées chez des enfants intolérants au lactose moins souvent carencés. Au Bangladesh, un mélange de caséine et d'huile enrichi en glucose ou en lactose a été donné en supplément aux différents repas pendant une douzaine de jours à des enfants en apparente bonne santé présentant un poids allant, selon l'âge, de 74 à 108 pour cent de la médiane de référence NCHS (Brown, 1981). On a observé des gains de poids comparables

pour les deux régimes supplémentés ainsi que des pertes fécales peu augmentées avec le lactose, les régimes étant bien acceptés et tolérés. Il a donc été conclu que le lait en petite quantité réparti dans les principaux repas habituels est bien toléré chez les jeunes enfants lactose intolérants; toutefois, celui-ci ne doit pas constituer la seule source d'énergie. En outre, le lait doit être introduit très progressivement et le volume des selles doit être contrôlé pour s'assurer que le supplément est bien absorbé (une excréption fécale trop importante traduirait des pertes énergétiques élevées).

La question de savoir si, chez l'enfant en bonne santé apparente, le multiparasitisme interfère ou non avec l'utilisation du lactose a, jusqu'à présent, reçu des réponses contradictoires comme le témoignent les efforts de plusieurs équipes de chercheurs (Brasseur, 1986; Gendrel et al., 1990). Chez l'enfant souffrant de malnutrition grave, l'activité lactasique intestinale est effondrée, et ne se rétablit pas après récupération nutritionnelle (Vis, Yourassowsky et Van der Borght, 1975). La diarrhée par elle-même semble aussi entraîner une diminution des disaccharidases intestinales (Lifshitz et Nichols, 1990) L'absorption du lactose est réduite par des infestations telles que celles provoquées par des Ascaris ou des Giardia. Ces recherches prouvent l'intérêt que l'on porte à l'étude de l'absorption du lactose chez des enfants souffrant de malnutrition et/ou

diarrhéiques.

A titre d'exemple, le tableau 70 illustre comment insérer le lait dans un régime complet destiné réalimenter des enfants atteints de malnutrition prot  in  erg  tique grave. La réalimentation de l'enfant sévèrement malnutri est appell  e alimentation thérapeutique. Elle ne peut être réalisée que sous surveillance médicale. Elle se fait progressivement pour aboutir en quelques jours à un régime à haute densité n  erg  tique. La présentation détaillée de ce processus dépasse le cadre de cet ouvrage et a fait l'objet de publications spécialisées.

Certains auteurs suggèrent de proposer au jeune enfant un supplément de 25 ml/kg/jour de lait entier ou d'un produit équivalent non lactosé, constitué de caséine, d'huile végétale et de glucose ou saccharose (tableau 71). L'emploi de lait fermenté permet d'abaisser son contenu en lactose de moitié, ce qui contribue à une meilleure tolérance chez les enfants souffrant de diarrhée et de malnutrition (Dewit et. al., 1987).

TABLEAU 70 Exemple de réalimentation d'un enfant de 10 kg souffrant de malnutrition prot  in  o-énergétique grave

	Régime progressif						Régime de croisière et au-delà
	Jours de réalimentation						
	1	2	3	4	5	6	
Aliments							
Solution glucose + électrolyte volonté Arrêt							
Lait demi-crème (m/)	-	50	70	90	110	130	
Haricots (g)	-	-	-	100	100	200	
Riz cuit (g)	-	100	100	200	200	200	
Huile de palme (m/)	-	-	-	30	30	30	
Sucre (g)	-	-	50	50	50	50	
Banane (g)	-	-	200	200	200	200	
Nutriments						(a)	(b)
Energie (kcal)	-	261	554	1 235	1245	1525	4

Proteines (g)	-	4,8	7,5	35	35	60	8	16
Lipides (g)	-	0,75	1,05	33	33	34	6	20
Glucides (g)	-	60	130	200	200	240	3	64
Calcium (mg)	-	83	132	284	308	440	37	-
Fer (mg)	-	0,1	1,1	7,6	7,6	14	0,5	-

- (a) Part (%) de l'apport du lait dans l'apport nutritionnel.
- (b) Répartition (%) de l'énergie entre nutriments énergétiques.

En outre, on a constaté chez des enfants malnutris une bonne tolérance au yaourt (conservé en poudre) par rapport au lait (Gendrel et al., 1990). Il a été signalé, toutefois, que si cette poudre se conserve de nombreux mois à des températures intérieures à 20 °C en boîtes scellées elle ne reste pas consommable lorsqu'elle est conservée à des températures plus élevées. Ces impératifs de conservation empêchent l'usage à grande échelle de ces produits.

Si les avantages nutritionnels du lait sont clairs, il ne faut pas pour autant oublier certaines de ses lacunes qui sont d'autant plus manifestes que le lait est utilisé

comme aliment exclusif pour réalimenter des sujets gravement carencés. Le cas des déficits en cuivre démasqués chez des enfants chiliens en phase de récupération nutritionnelle et alimentés au seul lait entier l'illustre clairement (Cordano, Baerth et Graham, 1964).

TABLE 71 Exemple de solution de gavage artisanale utilisée dans les pays en développement pour réalimenter les enfants atteints de malnutrition protéino-énergétique (pour 100 ml)

	Quantité	�nergie	Protéines	Lipides	Glucides
	(g)	(kcal)	(g)	(g)	(g)
Poudre de caséine	4,1	14,0	3,5		
Huile végétale	3,5	31,5	-	3,5	
Glucose ou saccharose	5,0	20,0	-	-	5
Total	-	65,5	3,5	3,5	5
Répartition �nerg�tique (%)			21	48	31

En situation de carence protéino-énergétique (donc en macronutriments), il existe toujours des déficits en micronutriments (minéraux, vitamines, oligo-éléments). Selon les régions du monde et en fonction du contexte socio-économique local, on observera des carences en un ou plusieurs nutriments, notamment en vitamine A, en fer, en iodé, en zinc et en vitamine D. Ces insuffisances doivent être connues de manière à donner aux problèmes nutritionnels particuliers à chaque région une solution adaptée et efficace. En d'autres termes, si le lait (entier) assure une bonne couverture protéique et énergétique, l'apport en nutriments mineurs mais toujours aussi essentiels est aléatoire.

Réponses aux tenants de l'évitement du lactose. La question de l'inclusion de quantités importantes de poudre de lait provenant des excédents de production des pays occidentaux dans des programmes d'aide alimentaire destinés aux jeunes enfants a fait l'objet de vifs débats. Certains se sont posés la question de leur adaptation vis-à-vis de populations qui, pour la plupart, sont intolérantes au lactose. Selon Scrimshaw et Murray (1988), ces programmes n'ont pas occasionné de problèmes majeurs chez leurs bénéficiaires. Pour ces auteurs, il est scientifiquement injustifié et socialement irresponsable de suggérer que le lait et les produits laitiers ne sont pas appropriés à des sujets qui digèrent mal le lactose. L'argument principal utilisé est que <<le Fonds des Nations Unies pour

l'enfance (UNICEF) et les organisations non gouvernementales (ONG) ont distribué des quantités normes de lait en poudre au cours de ces quarante dernières années sans problèmes d'acceptabilité à long terme. Bien au contraire, la contribution potentielle des produits laitiers à l'apport alimentaire en protéines, riboflavine et calcium en font des produits nutritionnellement précieux. Dans le cas de la récupération nutritionnelle des enfants carencés, ces auteurs affirment que l'utilisation de lait ne doit pas être décourageante tant qu'il constitue la source la meilleure et la moins chère de protéines de haute qualité, à l'exception des cas de diarrhées sévères. En effet, les tests d'intolérance sont mesurés après une ingestion unique et importante de lactose. Toutefois, lorsque la consommation de lait est répartie en plusieurs fois au cours de la journée, de façon progressive et régulière, on note une bien meilleure tolérance chez les sujets intolérants lors du test de provocation.

Si l'on doit néanmoins tenir compte de l'intolérance au lactose, la plupart des auteurs recommandent l'emploi d'un lait appauvri en lactose afin d'éviter une diarrhée inutile par malabsorption des glucides. La réduction de la charge en lactose du lait est coûteuse lorsqu'on tente de l'obtenir par des procédés industriels (addition de β -galactosidase). Des moyens plus simples, parfois rudimentaires, permettent d'atteindre ce même but (lait acidifié et caillé).

Le lait et le yaourt dans les régimes alimentaires

La grande variété des produits laitiers permet l'intégration de ceux-ci dans la majorité des régimes alimentaires conditionnés par différentes pathologies. Les régimes les plus souvent prescrits - régime pauvre en sel, régime amaigrissant, régime pauvre en résidus régime pauvre en cholestérol s'accompagnent très bien de produits laitiers judicieusement choisis. Ainsi, pour un régime pauvre en sel (mais pas pour un régime de sodio strict), on peut maintenir lait et yaourt, mais il faudra proscrire les fromages à pâte molle ou dure; de même, des produits à crème peuvent faire partie d'un régime amaigrissant ou pauvre en cholestérol. Ces questions dépassent le cadre de cette publication, mais sont traitées dans les manuels de diététique.

Problèmes d'intégration des produits laitiers dans l'alimentation habituelle

Il existe un certain nombre de situations où la consommation de lait humain et/ou animal peut s'avérer défavorable et même dangereuse. Ces cas dus à des causes assez variées sont quantitativement plutôt rares. Les situations à risque vital

sont surtout le propre de l'enfant alors que, chez l'adulte, les troubles se présentent d'ordinaire de manière beaucoup plus insidieuse et chronique

Problèmes particuliers du nourrisson et du jeune enfant

Quelques maladies métaboliques rares congenitales s'accompagnent d'une intolérance assez caractéristique (mais pas toujours spécifique) au lait. Par contre, un nombre apparemment élevé et sans doute croissant de nourrissons manifestent une allergisation vis-à-vis des protéines lactées animales. On réserve actuellement le terme d'intolérance aux affections causées par un déficit enzymatique affectant la digestion des glucides, alors que le terme d'allergie est utilisé pour définir les manifestations causées par un dérèglement immunitaire.

Maladies liées à la consommation du lactose. L'absence d'enzymes liées à l'hydrolyse du lactose et au métabolisme des produits de cette hydrolyse conduit à des maladies congenitales. Deux d'entre elles, l'alactasie congénitale (maladie très rare) et le déficit en transporteur glucose-galactose, se manifestent par une diarrhée grave qui entraîne rapidement la déshydratation puis la dénutrition et le décès. La troisième (galactosémie congénitale) correspond à l'absence

d'une enzyme assurant dans le foie la conversion du galactose en glucose. Elle se traduit par un ictère et une cirrhose qui conduit rapidement au décès. Quand les nourrissons sont atteints de l'une de ces trois maladies, il faut bannir le lactose de leur alimentation.

L'hypolactasie transitoire est due à la diminution de l'activité lactasique qui a pour cause la déterioration des villosités et de la bordure en brosse de l'intestin par suite d'une infection digestive; tant que les cellules de la muqueuse intestinale ne sont pas remplacées, le lactose sera mal tolérée.

Maladies liées à la teneur lipidique du lait. Un nombre croissant d'affections métaboliques mettant en cause une incapacité à métaboliser certains acides gras sont décrites dans la littérature médicale récente. Leur fréquence est faible, mais souvent leur traitement diététique n'autorise pas la consommation de lait humain ou animal.

Maladies liées à la teneur protéique du lait.

Aminoacidopathies. Plusieurs maladies par déficit enzymatique se caractérisent par l'incapacité de métaboliser l'un ou l'autre des acides aminés (la

phénylcétoneurie en est l'exemple le plus connu). Dans ces situations, l'acide aminé ou certains dérivés anormaux peuvent s'accumuler et présenter un caractère toxique pour l'organisme. L'allaitement maternel et plus généralement toute consommation de protéines lactées animales sont souvent contreindiquées (Bahna et Heiner, 1980; Brostoff et Challacombe, 1984; Chiaramonte, Schneider et Lifshitz, 1988; Chandra, 1988; Scriver et al., 1989).

Allergie aux protéines du lait de vache. Une frange de la population est, semble-t-il, génétiquement prédisposée aux manifestations allergiques (sujets dits « tendance atopique »). Dans les pays d'Europe ou d'Amérique du Nord, le pourcentage estimé s'élève à quelques pourcents de la population infantile (de 1 à 4 selon Kjellman, 1988). Ces sujets sont enclins à l'allergisation aux protéines animales, notamment la β -lactoglobuline bovine, mais aussi caprine, par exemple. Les casines et l'a-lactalbumine présentent aussi des caractères allergéniques, mais sans doute moindres. Les processus industriels de transformation alimentaire pourraient exacerber le caractère immunogène et sensibilisant de certaines protéines lactées. Le lait humain, par contre, semble bien être, dans cette problématique immunologique, l'aliment le plus neutre.

Outre une prédisposition primitive d'ordre génétique (et donc caractère

familial) vis-à-vis de l'allergie (souvent définie par le terme atopique) une allergisation peut aussi survenir secondairement. Suite à un épisode de gastro-entérite infectieuse (diarrhée epidémique à rotavirus, par exemple), la muqueuse intestinale peut se trouver abimée. Les lésions augmentent la perméabilité digestive et favorisent la pénétration de (fragments de) protéines intactes, lactées notamment (Jalone et al., 1991). Une allergie aux protéines du lait de vache faisant suite à une infection intestinale n'est pas une complication rare de l'épisode gastro-entéritique. Elle se manifeste alors par l'impossibilité de réintroduire le lait au cours de la maladie diarrhéique. On a souvent tendance à attribuer ces difficultés diététiques à une intolérance transitoire au lactose sur hypolactasie post-infectieuse (voir plus haut). Des analyses de laboratoire (IgE, RAST, IgG spécifiques) permettent de faire la part des choses entre une allergie aux protéines et une intolérance au disaccharide.

Risque de rachitisme hypovitaminique. Les laits animaux sont pauvres en vitamine D. En outre, la teneur en phosphates de la plupart des laits animaux consommés en nutrition humaine est élevée. La charge de phosphates et l'incapacité de fixer le calcium sur l'os en l'absence de vitamine D favorisent une fuite phosphocalcique rénale parfois normale. La conjonction d'un apport vitaminique adéquat (400 UI de vitamine D2) et de minéraux (calcium et phosphore) en proportions

Équilibres (rapport 1,5 à 2:1) établissent la situation (Goel et Arneil, 1985).

Affections liées à la consommation excessive de lait et /ou de produits lactés.
Une consommation exagérée de lait et de produits lactés (yaourts, fromages blancs, petits suisses), courante dans les pays industrialisés, provoque surtout chez les jeunes nourrissons une surcharge azotée rénale, détectable par un taux d'urine plasmatique élevé, et se traduit parfois par des distorsions très marquées de l'aminogramme plasmatique (augmentation notable du taux de phénylalanine). Toutefois, les répercussions de ces anomalies en termes de santé restent jusqu'à présent mal connues.

Problèmes de l'adulte

Les risques potentiels d'une consommation importante de lait et de produits laitiers se situent, chez l'adulte, à quatre niveaux:

- hypolactasie et malabsorption calcique menant entre autres à l'ostéoporose du vieillard;
- excès de lipides saturés et maladies vasculaires occlusives;
- excès de sodium et hypertension artérielle;

- risque accru de cataracte.

L'existence de ces affections a été mise en évidence par des études épidémiologiques menées essentiellement dans les pays industrialisés. Ces affections ne correspondent pas à un risque important dans les pays en développement, car elles adviennent à un âge avancé ou en cas de consommation importante de produits laitiers, conditions qui, dans ces cas, ne sont pas rassemblées. En ce qui concerne les trois premières les facteurs de possibles dérèglements des métabolismes impliqués ont été cités dans les chapitres précédents. On verra ci-après le rôle du lait et des produits laitiers dans un risque accru de cataracte.

Le lactose est source de galactose, qui entre pour une faible part dans les galactolipides de structure et dont le reste est converti par le foie en glucose. Cette réaction réversible et un apport massif de lactose alimentaire génératrice de galactose permettraient la transformation d'une faible quantité de ce galactose en galactitol. Cette substance accumulée dans le cristallin pourrait favoriser la survenue de cataractes. Cette éventualité reste au rang des hypothèses. La consommation de produits laitiers coïncide avec une incidence élevée de cataracte parmi les personnes âgées. Le lait et le yaourt tiendraient cet regard

la même place.

Risques de maladie infectieuse inhérents à la consommation de lait

Le lait n'est pas une sécrétion entièrement stérile, quelle que soit l'espèce considérée. La tête constitue sans doute au plan bactériologique le moyen le plus hygiénique de prendre du lait: les microbes potentiellement présents n'ont pas le temps de proliférer. Seule l'infection de la glande mammaire (mammite, le plus souvent à *Staphylococcus aureus*) représente une situation à risque de charge microbienne majeure.

TABLEAU 72 Micro-organismes plus particulièrement retrouvés dans le lait cru

Micro-organismes	Lait humain	Lait de vache	Lait de chèvre
<i>Streptococcus agalactiae</i>	+	+	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	+	+
<i>Escherichia coli</i>	+	+	+

Salmonella	-	+	+
Listeria monocytogenes	-	+	+
Bacillus tuberculosis	Koch	Bovine	Caprine
Brucella	-	-	+
Clostridium perfringens	-	+	+
Campylobacter	-	+	+
Yersinia enterocolitica	-	+	+

Source : Alais, 1984.

Dès que le lait est stocké, le risque de prolifération microbienne augmente et ce d'autant plus qu'une contamination peut survenir au cours d'un processus industriel long et complexe. Dans certaines circonstances (fabrication de yaourts et de fromages), le développement contrôlé de souches bactériennes spécifiques fait partie du procédé de fabrication. Un dérapage et une pullulation de souches pathogènes est possible dans ces circonstances et un contrôle bactériologique est requis. Enfin, certains agents infectieux sont plus particuliers à certaines espèces animales (tuberculose bovine, fièvre de Malte ou brucellose) et une

surveillance vétérinaire du cheptel laitier est indispensable parce qu'elle seule permet une garantie de qualité microbiologique (tableau 72).

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

[Home](#)" :81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/""">

Perspectives d'intégration des produits laitiers dans l'alimentation habituelle du jeune enfant et de l'adulte

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

Stratégie d'intégration

Une stratégie d'intégration judicieuse des laitages peut être conçue de deux manières. Une première possibilité est d'apporter aux sujets peu ou mal nourris le maximum de lait compatible avec une bonne tolérance clinique (absence de symptôme) et, de surcroît, avec un degré d'acceptabilité qui tienne compte des

coutumes alimentaires.

FIGURE 24 Disponibilités alimentaires et besoins nutritionnels en Afrique subsaharienne (ces chiffres ne concernent pas l'Afrique du Sud)

Le niveau d'apport souhaité ou conseillé est alors fixé par le maximum de tolérance. Ce premier concept règle certains problèmes des pays producteurs lorsqu'on sait les surplus de produits laitiers accumulés dans certaines régions du monde. Une autre possibilité est de calculer la quantité minimale de produits laitiers qui comble les lacunes en nutriments essentiels de l'alimentation ordinaire. Le second concept risque de mieux s'harmoniser avec les pratiques alimentaires du lieu, qu'il faut avant tout connaître.

La comparaison de la composition du lait avec les besoins en nutriments montre que le lait n'est pas un aliment complet et ne peut être un aliment exclusif. Son intégration n'est harmonieuse qu'en combinaison avec d'autres aliments choisis judicieusement pour établir un équilibre nutritionnel. La manière d'atteindre cet équilibre dépend de deux facteurs: d'une part, des besoins de l'individu (variables en fonction de l'âge) et, d'autre part, des complémentarités alimentaires (changeantes surtout selon les régions).

**FIGURE 25 Disponibilités alimentaires et besoins nutritionnels au Proche-Orient
(ces chiffres ne concernent pas Israël)**

Perspectives d'une meilleure utilisation selon les régions du monde

Pour aborder le point de la complémentarité des produits laitiers, il convient de connaître les possibilités alimentaires dans les grandes régions du monde. Dans ce but, la FAO a établi des bilans de disponibilités alimentaires par région que l'on peut comparer aux principaux besoins nutritionnels (figures 24 à 27). Cette comparaison pour l'Amérique du Nord, l'Europe occidentale et orientale, et l'Océanie montre qu'un équilibre nutritif est atteint. Promouvoir la consommation de lait n'a pas d'intérêt dans la mesure où celui-ci est visiblement déjà très utilisé.

**FIGURE 26 Disponibilités alimentaires et besoins nutritionnels en Extrême-Orient
(ces chiffres ne concernent pas le Cambodge, la Chine, la Mongolie, la République populaire et démocratique de Corée et le Viet Nam)**

L'analyse des données chiffrées se rapportant aux régions d'Afrique, du Proche-Orient, d'Extrême-Orient et d'Amérique latine dévoile que l'apport lacté qui

comblerait le déficit en calcium oscille de 250 à 400 ml. Une telle pratique permettrait de rehausser un apport protéique apparemment acceptable, mais essentiellement végétal, donc de fait assez médiocre.

L'introduction d'une certaine quantité de lait améliorerait la couverture des besoins nutritionnels de la manière suivante. Dans les régions du monde où la disponibilité des produits laitiers est particulièrement faible et l'apport protéique animal généralement insuffisant, on observe que la consommation quotidienne d'un tiers de litre de lait de vache ajouté à l'alimentation habituelle apporterait des quantités appréciables de protéines, de calcium, de phosphore et même d'énergie, mais contribuerait pour une quantité négligeable aux besoins en vitamines, en oligo-éléments et en acides gras essentiels.

FIGURE 27 Disponibilités alimentaires et besoins nutritionnels en Amérique latine

Seule dans cette catégorie, la riboflavine fait exception, assurant toujours plus de la moitié des apports souhaitables. Dans une moindre mesure, la présence d'acide folique présente également un intérêt pour les plus jeunes. Il faut enfin signaler l'apport médiocre de fer de cette source animale qu'est le lait.

Dans les mêmes régions, une consommation de 45 à 65 g de fromage à pâte dure (type Hollande) plutôt que de lait permet, pour un apport équivalent de calcium, de mieux fournir la vitamine A, la riboflavine et le zinc. D'une manière plus générale, la consommation d'une quantité ordinaire (80 g/ jour) de fromage à pâte dure (type Hollande) présente un intérêt nutritionnel évident. Outre les caractéristiques nutritives du lait de vache, son dérivé fromager contient en supplément des taux appréciables de zinc et de vitamine A. Ces deux carences (parfois combinées et associées au sein du métabolisme) sont largement répandues dans les pays défavorisés. Il faut noter aussi qu'aucun produit ou dérivé laitier n'apporte en suffisance les acides gras essentiels.

Ce qui précède illustre de quelle manière l'adjonction de lait ou de produits laitiers peut corriger certains déficits en nutriments d'une diète habituelle. Toutefois, tout effort de promotion d'un aliment doit tenir compte de la disponibilité en cet aliment, de celle des autres aliments, des habitudes alimentaires, de l'épidémiologie ainsi que des désordres nutritionnels. Chaque situation est particulière et tout effort de promotion d'un aliment, ici du lait, doit s'ajuster à cette situation en s'appuyant sur les caractéristiques nutritionnelles de cet aliment et donc sur l'intérêt qu'il présente pour améliorer la situation alimentaire considérée.

[Table des matières](#) - <[Précédente](#) - [Suivante](#)>

[Home](#)" :81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

Bibliographie

[Table des matières](#) - <[Précédente](#)

Adrian, J. & Lepen, B. 1987. Le lactose. In: CEPIL. **Le lait matiére première de l'industrie alimentaire.** p. 99-111. Paris, INRA.

Adrian, J. 1973. Valeur alimentaire du lait. Paris, La Maison Rustique.

Alais, C. & Blanc, B. 1975. Milk proteins: biochemical and biological aspects. World Rev Nutr Diet 20:67- 147.

Alais, C. 1984. Science du lait - principes des techniques laitières. Paris, Editions Sepaic. 4c éd. 814 pages.

Anifantakis, E.M.1986. Comparison of the physico-chemical properties of ewe's and cow's milk. Bull Intern. Dairy Fed 202:42-53.

Arai, K., Murota, I., Hayakawa, K., Kataoka, M. & Mitsunka, T.1980. Effects of administration of pasteurized fermented milk to mice on the lifespan and intestinal flora. Jap. Soc. Food Nutr.: 33:219-223.

Atkinson, S.A. & Lonnerdal, B.1989. Protein and non-protein nitrogen in human milk. Boca Raton, CRC Press. 249 pages.

Bahna, S.L. & Heiner, D.C.1980. Allergies to milk New York, Grune and Stratton. 202 pages.

Berger, H. 1988. Vitamins and minerals in pregnancy and lactation. New York, Raven Press.

Bernier, J.J.,Adrian, J. & Vidon, N.1986. Les aliments dans le tube digestif Paris. 46X pages.

Blanc, B. 1981. Biochemical aspects of human milk - Comparison with bovine milk. World Rev Nutr Diet 36:1-89.

Boudraa, G., Touhami, M., Pochart, P., Soltana, R., Mary, J.Y. & Desjeux, J.F. 1990. Effect of feeding yogurt versus milk in children with persistent diarrhea. *J. Pediatr. Gastroenterol Nutr.* 11:509-512.

Bourgeois, C.M., Mesclé, J.F., Zucca, J. & Larpent J.P. 1989. Microbiologie alimentaire. 2 volumes. Paris, Technique et Documentation, Lavoisier.

Brasseur, D. 1986. Influence de la malnutrition protéo-énergétique sur l'expression génétique de la lactase Université libre de Bruxelles. (Thèse)

Braun, O.H. 1981. Effect of consumption of human milk and other formulas on intestinal bacterial flora in infants. In E. Lebenthal, ed. *Textbook of gastroenterology and nutrition in infancy* vol. 1 p. 247-216. New York, Raven Press.

Brostoff, J. & Challacombe, S.J. 1984. Food-allergic preschool children. *Am. J. Clin. Nutr.* 39:255-264.

Brown, K.H. 1981. Milk supplementation of children in the tropics. In *Lactose digestion: clinical and nutritional implications*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.

Bruce, A. & Slorach, S.A. 1987. Dietary implications of radioactive fallout in Sweden following the accident at Chernobyl. Ann. J. Clin. Nutr. 45: 1089- 1093.

Bunge, G. 1898. Lehrbuch des physiologischen Chemie. Leipzig. 4th Ed.

Canfield, L.M. & Hopkinson, J.M. 1989. State of the art: vitamin K in human milk. J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr. 8:430-441.

Centre interprofessionnel de documentation et d'information laitières. 1998.
Documents divers. Paris, CIDIL.

Centre national interprofessionnel de l'économie laitière. 1989. L'économie laitière en chiffres. Paris, CNIEL.

CEPIL. 1987. Le lait matière première de l'industrie laitière. Paris, INRA.

Cordano, A., Baerth, J.M. & Graham, G.G. 1964. Copper deficiency in infancy. Pediatrics 34:324-327.

Coste, M. & Tome, D. 1991. Milk peptides with physiological activities. I I. Opioid and immunostimulating peptides derived from milk proteins. Lait 71:241 -247.

05/11/2011

Le lait et les produits laiti...

Chandra, R.K.1988. Nutrition and immunology. New York,, Liss AR.342 pages.

Chiaramonte, L.T., Schneider, T.A.& Lifshitz, F.1988. Food allergy. New York. Dekker.
482 pages.

Dahlberg, A.C.1932. The margin of safety between the thermal death point of the tuberculose bucillus and the thermal cream layer volume impairement in pasteurizing milk at various temperatures. Geneva, N.Y.(New York State Agricultural Experiment Station, Technical Bulletin №203).

Dahlberg, A.C. 1946. High-temperature short-time pasteurization p.34-40. East Lansing, Mich., (Michigan State College Agricultural)

Dahlqvist, A.1984. Lactose intolerance. Nutr: Abstr. Rev. Clin. Nutr. 54:649-658.

Dalgleish, D.G. 1982. Milk proteins, chemistry and physics. In P.F. Fox & J.J. Condon, eds. Food proteins p. 155- 178. London , Applied Sciences Publication.

Dash, P.C. & Basu, S.B. 1976. Milking behaviour of Murrah buffaloes. Indian J. Dairy Sci. 29: 113 - 116.

De Simone, C., Tzantzaglou S., Baldinelli, L., Di Fabio, S., Bianchi Salvadori, B., Jirillo, F.. & Vesely R. 1988. Enhancement of host resistance against *Salmonella typhimurium* infection by a diet supplemented with yogurt. *Imunofarmacol. Immunofarmacol* 10:279-2X4.

Debry, C., & Feron, R. 1976. Evolution de la consommation humaine de protéines au cours des dix dernières années (1965- 1974). *Am Nutr Alim* . 30, 161 - 173.

Delmont, J. 1983. Milk intolerance and rejection Basel, Karger. 169 pages.

Dewit, O., Boudraa, (G., Touhami, M. & Desjeux, J.F. 1987. Breath hydrogen test and stools characteristics after ingestion of milk and yogurt in malnourished children with chronic diarrhea and lactase deficiency. *Trop Pediatr.* 33: 177-XO.

Doreau, M. & Boulot, S. 1989. Methods of measurements of milk yield and composition in nursing mares: a review. *Lait* 69:159- 171.

Doreau, M. 1991. Le lait de jument INRA Prod. Anim. 4:297-302.

Drogoul, C. 1989. Etude bibliographique de la composition et propriétés diététiques et thérapeutiques du lait de jument. INRA.

05/11/2011

Le lait et les produits laiti...

Dubey, A.R. & Gupta, S.C.1988. A formula to standardize buffalo milk based on energy value. Ind .J. Anim .Sci 58: i 47- 1 49.

Eck, A. 1990 Le fromage. 2^e édition. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris. 539 pages.

ESPGAN.1981 . Committee on Nutrition. Guidelines on infant nutrition II. Recommandations for the composition of follow-up formulae and beikost. Acta Paediatr. Scand 5:287.

ESPGAN. 1990. Committee report. Comment on the composition of cow`s milk based follow-up formulas. Acta. Paediatr. Scand. 79:250-254.

FAO. 1977. The water buffalo Rome, FAO.

FAO. 1990. Annuaire FAO de la production, vol 44. Rome, FAO.

FAO/OMS.1973, 1977, 1985. Codex Alimentarius. Code de principes concernant le fait et les produits laitiers. Normes internationales pour les produits laitiers et normes internationales individuelles pour les fromages.

FIL.1981. The composition of ewe's and goat's milk. Bull. Intern. Dairy Fed. 140:5-19.

Fox,P.F, & Condon J.J 1982. Food proteins. London, Applied Sciences Publication.

Ganguli, N.C. & Kuchroo, C.N. 1979. Humanized buffalo milk for infants - A success story. Indian Dairyman 31:691-694.

Gendrel, D., Gahouma, D., Ngou-Mihama, E., Nardou, M., Chamlian, A. & Philippe, E. 1984. Anomalies de la muqueuse j^ejunale et malnutrition prot^eino calorique chez le nourrisson en Afrique équatoriale. Ann. P^{ediat}. 31:871-876.

Gendrel, D., Richard-Lenoble, D., Dupont, C., Gendrel, C., Nardou, M. & Chaussain, M. 1990. Utilisation d'un lait ferrnenté en poudre chez l'enfant malnutri ou intolérant au lactose. Presse M^{ed}. 15:700-704

Gershwin, M.E., Beach, R.S. & Hurley, L.S. 1985. Nutrition and immunity. New York, Academic Press. 417 pages.

Goel, K.M. & ArNeil, G.C. 1985. Rickets, old and new. In: G.C. ArNeil & J. Metcalf, eds. Pediatric Nutrition p. 219-244. London, Butterworths.

Goldman, A.S. & Goldblum R.M. 1985. Protective properties of human milk. In: W.A. Walker & J.B. Watkins, eds. Nutrition in pediatrics p. 819-828. Boston, Little Brown.

Grand, R.J., Sutphen, J.L. & Dietz, W.H. 1987. Pediatric nutrition. Boston, Butterworths.

Grappin, R., Jeunet, R., Pillet, R. & Toquin, A. 1981. A study of goat's milk. 1. Contents of fat, proteins and nitrogen fractions. Lait. 61:117-133.

Gregory, M.E. 1975. Water-soluble vitamins in milk and milk products. J. Dairy Res. 42:197-216.

Gross, S.J. 1987. Effect of gestational age on the composition of breast milk. In: R.J. Grand, J.L. Sutphen & W.H. Dietz, eds. Pediatric nutrition p. 265-278. Boston, Butterworths.

Hamosh, M. 1989. Enzymes in Human milk. In: E. Lebenthal, ed. Textbook of gastroenterology and nutrition in infancy p. 121-134. New York, Raven Press. 2nd ed.

Hamosh, M., Hong, M.H. & Hamosh, P. 1989. α -casomorphins - Milk betacasein
D:/.../meister11.htm

derivate opioid peptides. In: E. Lebenthal, ed. *Textbook of gastonenterology and nutrition in infancy*, p. 143-150. New York, Raven Press, 2nd ed.

Hanson, L.A. 1988. *Biology of human milk*. New York, Raven Press. 231 pages.

Haschka, F., Pietschnig, B., Karg, V., Vanura, H. & Schuster, E. 1987. Radioactivity in Austrian milk after Chernobyl accident. *N. Engl. J. Med.* 316:409-410.

Hepner, G., Fried, R., St-Jeor, S., Fusetti, L. & Morin, R. 1979. Hypocholesterolemic effect of yogurt and milk. *Am. J. Clin. Nutr.* 32: 19-24.

Hermier, J. & Cerf, O. 1987. La stabilité du lait à la chaleur. In CEPIL. *Le lait maternel première de l'industrie alimentaire* p. 309-314. Paris, INRA.

I.N.R.A. ENSA Rennes, INA Paris-Grignon. 19X9. La composition du lait et ses incidences technologiques. Paris, INRA, Rennes, ENSA. 540 pages.

Jalone, T., Isolawi, E., Heyman, M., Grain-Denoyelle, A.M., Sillanaukee, P. & Koivula, T. 1991. Increased 13-lactoglobulin absorption during rotavirus enteritis in infants: relationship to sugar permeability. *Pediatr. Res.* 30:290-293.

James, W.P.T. Ferro-Luzzi, A., Isaksson, B. & Szostak, W.B. 1990. *Alimentation et D:/.../meister11.htm*

sant. La prévention des maladies d'origine alimentaire en Europe. OMS.

Jenness, R. & Sloan R.E. 1970. The composition of milk of various species: a review. *Dairy Sciences Abstract* 32:599-612.

Jenness, R. 1974. The composition of milk. In: B. L. Larson & V.R. Smith, eds. *Lactation. A comprehensive treatise. 111 Nutrition and biochemistry of milks; maintenance.* New York, Academic Press.

Jenness, R. 1979. Comparative aspects of milk proteins. *J. Dairy Res.* 46:197-210.

Jensen, R.G. 1989. Lipids in human milk - Composition and fat soluble vitamins. In: E. Lebenthal, ed. *Texbook of gastroenterology and nutrition in infancy*, p. 157-208. New York, Raven Press. 2nd ed.

Jouzier, X. & Cohen-Maurel, E. 1986. *Manuel de référence pour la qualité du lait.* Paris, CIDIL-FNPL. 199 pages.

Juarez, M. & Ramos, M. 1986. Physico-chemical characteristics of goat's milk as distinct from those of cow's milk. *Bull. Intern. Dairy Fed.* 202:54-67.

05/11/2011

Le lait et les produits laiti...

Kay, H.D. 1974. The water buffalo, milk and milk production. Rome, FAO.

Kay H.D., Cultell, J.R., Hall, H.S., Mattick, A.T.R. & Rowlands, A. 1954. La pasteurisation du lait. Gen~~e~~ve, OMS. 222 pages.

Kjeliman, N.1988. Epidemiology of food allergy. In E. Schmidt. Food allergy. p. 119-124. New York, Raven Press.

Koroleva, N.S. 1988. Technology of Kefir and Kumys. Bull. Intern. Dairy Fed. 227:96-100.

Kretchmer, N. 1972. Lactose and lactase. Sci. Am., 227:71-78.

Langlois, B. 1986. L'~~e~~levage du cheval en Union sovi~~e~~tique. Bull. Tech. Dep. Genet. Anim., 40. INRA. 60 pages.

Larson, B.L. & Smith, V.R.1974. Lactation. A comprehensive treatise. Nutrition and biochemistry of milks: maintenance. New York, Academic Press.

Laurence, R.1985. Breastfeeding - A guide for the medical profession. Saint Louis, Mosby. 2nd Ed. 601 pages.

Lebenthal, E. 1989. *Textbook of gastroenterology and nutrition in infancy*. New York, Raven Press. 2nd ed.

Lechner, W., Huter, O., Daxenbichler, G. & Marth, C. 1986. Radioactivity in breastmilk after Chernobyl. *Lancet*, 1:1326.

Lemonnier, D. et al. (Mission Scientifique). 1989. Les laits fermentés. Actualité de la recherche. Paris, Syndifrais, John Libbey Eurotext, 285 pages.

Lentner, C. 1981. Geigy scientific tables, volume 1: Units of measurement, body fluids, composition of the body, nutrition, p. 213-216. Basel, Ciba Geigy. 8th ed.

Lifshitz, C.H. & Nichols, B.L. 1990. Malnutrition in chronic diet-associated infantile diarrheas. New York, Academic Press. 464 pages.

Luquet, F.M. 1985. Lait et produits laitiers: vache, brebis, chèvre. 3 volumes. Paris, Technique et Documentation, Lavoisier.

Luquet, F.M., Mahieu, H., Mouillet, L. & Boudier. 1979. A propos de l'origine de la contamination des laits en biphényles polychlorés. *Le lait*, 59:551.

Mahieu, H., Le Jaouen, J.C., Luquet, G.M. & Mouillet, L. 1977. Etude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines. *Le lait*, 57:565-568.

Mohamed, M.A. 1990. Camel milk. chemical composition characterization of casein and preliminary trial of cheese making properties. *Sveriges Lantbruksuniv.* 31 pages.

Mueller, T. & Schroeder, H. 1978. Biozide in menschlicher Fettgewebe und Muttermilch. *Ernährungs Unschau*, 25:205.

Muggli, J. 1982. Composition of goat's milk. *Schweiz Milchz*, 108: 199.

Murata, T., Zabik, M.E. & Zabik, M. 1977. Polybrominated biphenyls in raw milk and processed dairy products. *J. Dairy Sci.*, 60:516.

National Research Council. 1989. Recommended dietary allowances. Washington DC, National Academy Press. 10th ed. 285 pages.

Nichols, B.L., Mc Kee, K.S., Henry, J.F. & Putman, M. 1987. Human lactoferrin stimulates thymidine incorporation into DNA of rat crypt cells. *Pediatr. Res.*, 21 :563-567.

O'Keefe, S., O'Keefe, E.A., Burke, E., Roberts, P., Lavender, R. & Kemp, T. 1991. Milk induced malabsorption in malnourished African patients. Am. J. Clin. Nutr., 54: 130-135.

OCDE. 1991. Statistiques de la consommation des denrées alimentaires. 1979-1988. Paris, OCDE.

OMS. 1986. Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants. Rome, Cambridge University Press.

OMS. 1987. Quantité et qualité du lait maternel. Rapport d'une étude collective. Genève, OMS. 151 pages.

OMS/AIEA. 1989. Oligo-éléments, éléments mineurs et éléments en traces dans le lait maternel. Rapport d'une étude collective. Genève, OMS. 161 pages.

Basic, J.L. & Kurman, J.A. 1978. Yoghurt. Scientific grounds, technology, manufacture and preparations. Copenhagen, Technical Dairy Publishing House. 428 pages.

Rassin, D.K., Sturman J. & Gaull G.E. 1978. Taurine and other free amino acids in milk of man and other mammals. Early Hum. Dev. 2(1): 1 - 13.

Reiter, B. 1984. Role of nonantibody proteins in milk in the protection of the newborn. In. A.F. Williams & J.D. Baum, ed. Human banking, p. 29-53. New York, Raven Press.

Renaud, J. 1985. Les processus d'athérosclérose et de thrombose. In S. Hereberg, S. Dupin, L. Papoz & P. Galan. Nutrition et santé publique. Approche épidémiologique et politique de prévention. Paris, Lavoisier.

Renner, E. 1983. Milk and dairy products in human nutrition. München, Volkswirtschaftlicher Verlag. 450 pages.

Renner, E. 1989. Micronutrients in milk and milk-based food products. London, Elsevier Applied Science. 311 pages.

Renterghem, R. 1976. L'influence des procédés technologiques de préparation du lait de consommation sur la teneur en pesticides organochlorés. Le lait, 56:558.

Renterghem, R., Moermans, R. & Brack, J. 1979. Traitement statistique des résultats d'une étude circulaire interlaboratoire concernant le dosage des pesticides organochlorés dans le lait et les produits laitiers. Le lait. 59:583-584.

Roberts, L. 1991a. Dioxin risks revisited. Science 251 :624-626.

Roberts, L. 1991b. More pieces in the dioxin puzzle. Science 254:377.

Rogan W.J., Bagniewska, A. & Damstra, T. 1980. Pollutants in breast milk. N. Engl. J. Med. 302: 1450- 1453.

Rosenberg, I.H. & Scrimshaw, N.S. 1972. Malabsorption and nutrition I. Am. J. Clin. Nutr 25:1046-1142.

Rosenberg, I.H. & Scrimshaw, N.S. 1972. Malabsorption and nutrition II. Am. J. Clin. Nutr. 25:1226-1289.

Sanguansermsri, J., Gyorgi, P. & Zilliken, F. 1974. Polyamines in human and cow's milk. Am. J. Clin. Nutr: 37:859-865.

Sawaya, V.N., Khalil, J.K. & Alshalat, A.F. 1984. Mineral and vitamin content of goat's milk. J. Am. Diet. Assoc. 84:433-435.

Scanff, P., Savalle, B., Miranda, G., Pelissier, J.P., Guilloteau, P. & Toullec R. 1990. In vivo gastric digestion of milk proteins. Effect of technological treatments. Agric.

Food. Chem.. 38: 1623- 1629.

Scrimshaw, N.S. & Murray, E.B. 1988. The acceptability of milk and milk products in populations with a high prevalence of lactose intolerance. Am.J. Clin. Nutr. (suppl) 48(4): 1083- 1159.

Scriver, C.R., Beaudet, A.L., Sly, W.S., Valle, D. 1989. The metabolic basis of inherited disease. New York, Mc Graw Hill. 6th ed. 3006 pages.

Schmidt, D.G. 1980. Colloidal aspects of caseine. Neth Milk Dairy J. 34:42-64

Solis Peyrera, B. & Lemonnier D. 1991. Induction of 2'-5'A synthetase activity and interferon in humans by bacteria used in dairy products. Eur: Cytokine Net. 2: 137-140.

Solis Peyrera, B. & Lemonnier, D.1993. Induction of human cytokines by bacteria used in dairy foods. Nutr: Res., 13: 1127- 1140.

Spik, G., Brunet, B., Mazurier-Dehaine, C., Fontaine, G. & Montreuil, J.1982. Characterization and properties of the human and bovine lactotransferrins extracted from the faeces of newborn infants. Acta Paediatr Scand., 71: 979-985.

Thakur, C.P. & Jha, A.N. 1981. Influence of milk, yogurt and calcium on cholesterol induced atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*, 39:211 -215.

Tsang, R.C. & Nichols, B.L. 1988. Nutrition during infancy Philadelphia, Hanley and Belfus. 440 pages.

Uauy, R. 1989. Dietary nucleotides and requirements in early life. In: E. Lebenthal. ed. *Textbook of gastroenterology and nutrition in infancy* p. 265-280. New York, Raven Press. 2nd ed.

Veisseyre, R. 1975 *Technologie du lait*. 3e édition. Paris. La Maison Rustique. 714 pages.

Vis, H.L. & Hennart, P.H. 1978. Decline in breast-feeding (about some of its causes). *Acta Paediatr. Belg.*, 31:195-206.

Vis, H.L., Yourassowsky, C. & Van der Borght, H. 1975. A nutritional survey in the Republic of Rwanda. Tervuren, Belgique, Musée Royal de l'Afrique Centrale. Annales. Série n°8. Sciences humaines n°87.

Viteri, F.E. & Schneider, R.E. 1974. Gastrointestinal alterations in protein-calorie
D:/.../meister11.htm

05/11/2011

Le lait et les produits laiti...

malnutrition. Med. C/i,7. N. Am., 58: 1487- 1505.

Walker-Smith, J.A., Mc Neish, A.S. 1986. Diarrhoea and malnutrition in childhood. London, Butterworths. 249 pages.

Williams, A.F. & Baum, J.D. 1984. Human milk banking. New York, Raven Press. 196 pages.

Williams, A.P., Bishop, D.R., Cockburn, J.E., Scott, K.J. 1976. Composition of ewe's milk../. Dairy Res., 43:325-329.

Withney, R., Brunner, J.R., Ebner, K.E., Farrell, H.M., Josephoon, R.V., Moor, C.V. & Swaigsgood, H.E. 1976. Nomenclature of the proteins in cow's milk. Fourth revision../. Dairy 59:795-815.

Wright, C.E. & Gaull, G.E. 1988. Taurine in human milk: biological significance. In: L.A. Hanson, ed. Biology of human milk p.95- 104. New York, Raven Press.

Wright, J.A., Walker & A.W. 1987. Breast milk and host defense of the infant. In R.J. Grand, J.L. Sutphen & W.H. Dietz, eds. Pediatr nutrition, p. 293-303. Boston, Butterworths.

[Table des matières](#) - [Précédente](#)