

La Filière Lait

Filière du lait = lait → procédés industriels → produits commercialisés à valeur ajoutée
En France = + 100 000 fermes laitières, 22 milliards de litres de laits produits par an.
Transformation : 320 entreprises spécialisées.

1. Le Lait

● Définition

Produit de la sécrétion mammaire obtenu par une ou plusieurs traite(s) sans aucune addition ou soustraction. Si l'on ne précise pas l'origine alors cela provient de l'espèce bovine.

● Composition

On y retrouve de l'eau, des glucides, des protéines, des lipides et des sels minéraux.
Eau = 90% du lait; Protéines = 3,5%; Lipides = 3,7%; Glucides = 4,8% et Minéraux = 0,8%.

● Propriétés physico-chimiques du Lait

Qualités organoleptiques

Aspect, odeur, goût, texture, ...

Liquide opaque à la lumière, de couleur blanc nacre, odeurs liées à la matière grasse.

La densité

$d_{\text{lait}} = 1,032$ à 20°C. Le lait dit "mouillé" est du lait entier coupé avec de l'eau! Le lait dit "écrémé" ne contient pas de matières grasses.

$d_{\text{lipides}} \sim 0,85$ à 0,9 donc si $d_{\text{lait écrémé}} > 1,032$.

Viscosité

Résistance d'un liquide à l'écoulement. Le lait est plus visqueux que l'eau, cela est dû aux protéines et à la matière grasse.

Point de congélation

Inférieur ou égal à -0,52°C.

Conductivité

Mesure de la conduction du courant électrique. Elle est liée aux protéines et aux sels minéraux. Elle est supérieure à celle de l'eau. Lorsque le lait est altéré, la conductivité augmente.

pH

Pour le lait normal, le pH $\sim 6,7 \pm 0,1$. Il s'agit d'un paramètre important qui montre le phénomène de fraîcheur. On mesure aussi l'acidité titrable du lait qui s'exprime en degrés Dornic.

Valeur énergétique

Elle participe à la qualité nutritionnelle du lait. Elle tourne aux environs de 280KJ/100mL, c'est à dire environ 65Kcal/100mL (1 cal = 4,18J).

● Les différentes phases du Lait

Phase liquide + émulsion des lipides + suspension "colloïdale" + phase gazeuse. Il y a donc 4 phases différentes.

● Principaux constituants du Lait

La matière azotée

Elle provient des protéines, des acides aminés, des vitamines, ...

Le dosage de l'azote total se fait par la méthode de Kjeldahl (la matière azotée est minéralisée en NH_3 , puis distillée; $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$). On la mesure en g d'azote par 100g de lait.

Masse composée en azote = $\text{NTK} \times 6,38$ (NTK = N:Azote, T:Totale, K:Kjeldahl) c'est à dire qu'1g d'azote correspond à 6,38g de protéines ou d'acides aminés ou de vitamines...

Azote non-protéique: urée, acides aminés libres, faible pourcentage.

Azote protéique: Phase solubles (20%): enzymes (~1%) et protéines du lactosérum (19%); phase micellaire (75%): association de caséines.

Caséine: La caséine du lait = ensemble de caséines. Il existe des caséines de types alpha et bêta, protéines d'environ 20KDa et riches en AA apolaires. Il existe des caséines de type Kappa qui possède une zone polaire et une zone apolaire. Ces caséines forment des micelles. Au centre des micelles on retrouve les caséines alpha et bêta, en périphérie on retrouve les caséines kappa. Dans les micelles on retrouve aussi du phosphore et du calcium. Quand les micelles sont altérées, les caséines précipitent et cela donne le lait caillé.

Altération des micelles: il s'agit d'une voie enzymatique. La phase hydrophile passe dans la phase liquide et donc il y a précipitation de la phase hydrophobe des caséines Kappa. Diminution de la solubilité des caséines qui vont donc précipiter. D'autre part il peut s'agir d'une voie chimique liée au pH du lait. Le pHi des caséines est de 4,6 alors que le pHi du lait est de 7. Si on acidifie le lait jusqu'à 4,6 environ alors les caséines ne seront plus chargées négativement, il n'y aura plus de répulsion électrostatique et les caséines vont former des agrégats et précipitent. L'acidification se fait ici en transformant le lactose en acide lactique.

Protéines du lactosérum: elles sont solubles et représentent 20% du lait.

Lactoglobulines, lactoalbumines, immunoglobulines = thermosensibles, elles forment la "peau du lait" après chauffage. Ces protéines sont riches en AA essentiels, notamment en Lysine et Tryptophane. Cela participe à la qualité nutritionnelle du lait.

Toutes les protéines du lait (protéines solubles + caséines) vont participer à la qualité nutritionnelle du lait car elles ont un coefficient d'utilisation digestif de ~100%.

Enzymes: Moins de 1% des protéines. Elles sont très importantes sur le plan sanitaire du lait.
Phosphatase alcaline (-) et Lactoperoxydase (+).

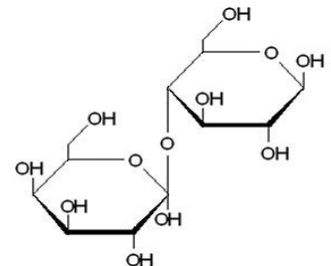
Les glucides

Le glucide principal du lait est le Lactose (4,7g/100mL).

LACTOSE = Glucose + Galactose (β Dgalactosepyranoside 1-4 Dglucopyranose).

Le lactose a un faible pouvoir sucrant. Le lactose donne la réaction de Maillard avec le NH_2 des AA, il est responsable de l'altération du lait.

Le lactose est un sucre fermentescible, qui peut se transformer en acide lactique, donnant des indices sur la qualité du lait.



Les matières grasses

Elles représentent environ 3,7mg/100mL du lait frais. On les retrouve sous forme de gros globules d'environ 2 à 6 μm de diamètre, car ils sont bien sûr insolubles dans l'eau. L'émulsion des lipides est stabilisée par un assemblage: au centre les lipides apolaires et en surface les lipides polaires, notamment des phospholipides. La périphérie polaire stabilise les globules, ils restent en suspension. Les lipides sont responsables de la "flaveur" du lait, car ce sont les molécules de lipides qui fixent les odeurs.

Flaveur = ensemble de tous ce qu'on ressent au sujet d'un aliment (arôme, saveur, odeur, ...).

Ces lipides ont une bonne digestibilité notamment grâce aux AG à chaîne courte.

Lait commercialisé:

Lait entier	ROUGE
Lait ½ écrémé	BLEU
Lait écrémé	VERT

A partir des matières grasses on obtient la crème de lait.

Crème = émulsion des lipides dans de l'eau (L/H). La matière grasse est dissipée en gouttelettes dans une phase aqueuse. La crème est préparée par une centrifugeuse. Les crèmes épaisses, riches en lipides sont prélevées près de l'axe, tandis que pour les crèmes légères qui sont plus riches en eau, sont prélevées loin de l'axe.

C'est de cette manière que l'on fait le lait écrémé et ½ écrémé.

Beurre = il s'agit d'une émulsion E/L, ou l'eau est dispersée dans une phase de matière grasse, il y a environ 12% d'eau dans le beurre.

1. écrémage du lait
2. barattage du lait = agitation énergique de la crème, ce qui fait éclater les globules de matière grasse. Donc les lipides se rassemblent en grains, on obtient alors le "babeurre".
3. Lavage et malaxage, on lave les grains de beurre à l'eau pour éliminer le babeurre et donner une texture plus ou moins souple.
4. Phase de maturation = développement de l'arôme du beurre.

Les vitamines et les sels minéraux

Vitamines liposolubles: Composés lipidiques, VitA, VitD, VitE.

Vitamines hydrosolubles: VitC, B1, B2, B6, B12, PP.

Sels minéraux: Ca²⁺, Phosphores.

● Les altérations du Lait

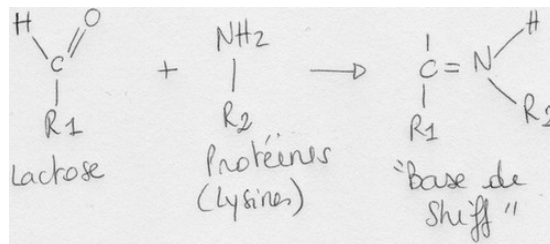
Altération du lactose

Notamment liée à la chaleur = dégradation du lactose via la réaction de Maillard. Il y a une réaction entre les aldéhydes et les cétones.

C'est la "Base de Schiff" qui donne une couleur brune et une désagréable odeur de bulé.

Certaines réactions catalysée par des métaux comme le fer ou le cuivre peuvent altérer le lait. Il ne faut donc jamais conserver le lait dans ce genre de métaux.

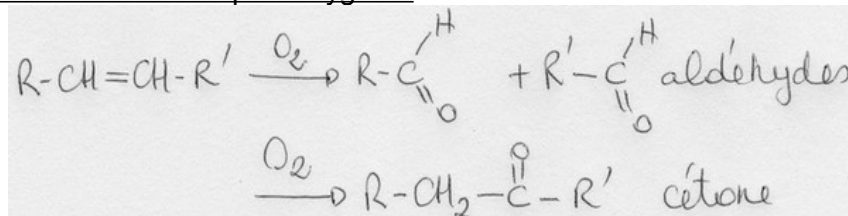
Cette réaction diminue la qualité nutritive, organoleptique du lait.



Altération de la matière grasse

Rancissement: Hydrolyse des triglycérides par les lipases. On obtient donc Glycérol + R-COOH (AG) or les AG à chaînes courtes ont mauvaise odeur.

Oxydation des doubles liaisons C=C par l'oxygène:



Or les aldéhydes et les cétones sont des composés à arômes forts. Ces réactions sont catalysée par la lumière donc il faut conserver le lait à l'obscurité.

Altération des protéines

Protéolyses avec les protéases du lait. Les protéines sont dégradées donc il y a un goût d'amerthume.

● Analyses et contrôles du Lait

Contrôler le lait a deux objectifs: être conforme aux normes qualitatives et sanitaires (vérifier la composition et les dangers bactériologiques, l'absence de toxines); pour mettre au point les critères de paiement des producteurs. En effet le lait est payé en fonction de la qualité microbiologique, la teneur en matière grasse et la teneur en protéines.

2. Les différents types de lait commercialisés

● Schéma récapitulatif

Lait cru (aucun traitement) = 10% du commerce.

Le cheptel doit être indemne de toute maladie, ne doit pas avoir été traité par des substances dangereuses pour l'Homme (ex: hormones, antibiotiques, ...). Les règles d'hygiène sont précises, le lait ne doit pas être chauffé au-delà de 40°C, le lait ne doit pas être dilué, et il doit répondre aux divers contrôles définis.

- **L'homogénéisation**

Elle est obligatoire, elle stabilise les micelles. C'est un chauffage à 65°C et un laminage à chaud qui provoque l'éclatement des globules gras. Les micelles sont alors plus stables, car plus petites en tailles (< 0,5µm), il y a alors moins de crèmes et une diminution du risque d'oxydation. Ces micelles sont plus facilement digérées.

- **Laits pasteurisés et stérilisés**

Stérilité = traitement thermique visant à détruire tous les microorganismes dans une denrée, y compris les spores. Produit biologiquement stable et ne nécessitant pas de réfrigération pour leur conservation. Absence de DLC, mais présence de DLUO.

Pasteurisation = traitement thermique visant à détruire toutes les formes végétatives dans le produit; ici les spores ne sont pas mortes. Le produit doit être conservé dans une ambiance réfrigérée, présence d'une DLC.

Lait pasteurisé

Lait obtenu par traitement mettant en oeuvre une température pendant un court moment (Barème: 71,7°C, 15s minimum, ou toutes combinaisons équivalentes). Phosphatase alcaline (-) et Peroxydase (+), parfois (-) quand "Pasteurisation haute".

Lait U.H.T.

"Ultra Haute Température". Lait obtenu par application au lait cru d'un chauffage en flux continu avec une température très élevée pendant un court moment (Barème: 135°C, 1s minimum). Tous les microorganismes et les spores sont détruites. Le lait est ensuite conditionné en milieu aseptisé et doit être mis dans un récipient opaque.

Lait stérilisé

Lait ayant été chauffé et stérilisé dans un récipient hermétiquement fermé (Barème: 115°C, 15 à 20 min maximum).