

Les bactéries lactiques



Avant propos : Les bactéries lactiques, ferments de la vie

Généralités

1. Que sont les bactéries lactiques ?
2. A quoi servent-elles ?
3. Quel est leur mécanisme d'action ?

Bactéries lactiques et fermentation du lait

4. Quels rôles des BL dans la fermentation du lait ?
5. Comment sont-elles sélectionnées ?
6. Comment sont-elles produites ?
7. Sont-elles sûres ?

Bactéries lactiques et produits laitiers

8. Que dire des BL des yaourts ?
9. De celles des autres laits fermentés ?
10. Quid des BL des fromages ?

Bactéries lactiques et santé

11. Ont-elles une action probiotique ?
12. Quels sont leurs atouts santé ?
13. Peuvent-elles jouer un rôle dans la prévention de certaines maladies ?
14. Où va la recherche ?

Annexe : Caractéristiques des BL & Autres ferments lactiques

En résumé & Pour en savoir plus

Les bactéries lactiques, ferments de la vie

Depuis plus de 4 000 ans, les bactéries lactiques sont utilisées pour fabriquer bon nombre de produits fermentés et notamment des produits laitiers (fromages, yaourts...).

La fermentation confère aux aliments une saveur et une texture particulière, permet de mieux les conserver et apporte aussi certains bénéfices nutritionnels et de santé. Si cette pratique était à l'origine intuitive, ses bases scientifiques sont aujourd'hui mieux comprises. L'évolution des connaissances conduit à la sélection et au développement de nouvelles souches de bactéries lactiques aux propriétés spécifiques.

Généralités

1. Que sont les bactéries lactiques ?

Comme toutes les bactéries, les bactéries lactiques (BL) sont des micro-organismes vivants et unicellulaires (procaryotes) très répandus dans la nature car se reproduisant rapidement*. On les trouve notamment dans le sol et le lait **. Les BL font partie d'un grand groupe bactérien divisé en différents sous groupes selon le **genre** (ex : *Lactobacilles* ou *Lb.*) et l'**espèce** (ex ; *Lb. lactis*, *Lb. acidophilus*, *Lb. casei*...). Des espèces qui peuvent encore être classées en **sous espèces, variétés et souches** (ex : *Lactococcus lactis ssp. lactis var. diacetylactis*). Les BL peuvent avoir différentes formes : sphériques (coques/genre *Streptococcus*, *Lactococcus*...), en bâtonnets (bacilles/genres *Lactobacillus*) ou encore ovoïdes***. Elles ont cependant toutes en commun le fait de produire de l'acide lactique. C'est pourquoi elles sont classées ensemble (*Annexe*).

* Chaque cellule mère peut donner naissance à 2 cellules filles identiques en 30 à 90 minutes environ en fonction de l'environnement. Les BL dites mésophiles se développent bien à 25°- 30° et les thermophiles entre 40° et 44°.

** On en trouve dans les litières, les fourrages, sur les mamelles et elles se retrouvent dans le lait pendant la traite où elles se multiplient rapidement. On peut ainsi en dénombrer jusqu'à 1 million dans 1 ml de lait. Plus généralement, les BL se retrouvent partout où il y a de fortes concentrations de glucides, de produits de dégradation des protéines, de vitamines et peu d'oxygène. Chez l'homme, elles sont surtout présentes dans le tube digestif. Elles peuvent résister en milieu relativement acide (pH 4), sont Gram-positives, anaérobies mais aérotoles.

*** L'appellation BL est souvent étendue aux bifidobactéries qui ont une forme en Y (*bifides/genre Bifidobacterium par ex.*).

2. A quoi servent-elles ?

En produisant de l'acide lactique, les BL modifient le milieu dans lequel elles se trouvent. Cette **fermentation lactique** est utilisée dans la fabrication de nombreux produits fermentés. Produits laitiers essentiellement (yaourts, fromages etc.), mais aussi légumes (choucroute, olives, cornichons), alcool (vin, cidre, bière), charcuteries (jambon, saucissons), pains au levain etc. La fermentation modifie les textures et les saveurs des aliments d'origine et en améliore la conservation.

3. Quel est leur mécanisme d'action ?

Pour être métaboliquement actives, les BL ont besoin d'un environnement adéquat (de pH, température, etc.) et de bonnes conditions nutritives (protéines, vitamines, glucides etc.). Leurs conditions optimales de développement et de fonctionnement varient selon les espèces tout comme leur mécanisme d'action (*Annexe*). Schématiquement, les BL convertissent les sucres fermentescibles du milieu (lactose et glucose en particulier) en acide lactique par toute une série de réactions*.

* Les BL homofermentaires (homolactiques) transforment les glucides en acide lactique uniquement. Les hétérofermentaires (hétérolactiques) produisent, en plus de l'acide lactique et par une autre voie métabolique, du gaz carbonique et d'autres métabolites (acétate, éthanol) ayant des effets sur le goût et la texture notamment.

4. Quels rôles pour les BL dans la fermentation du lait ?

En fermentant le lait, les BL donnent aux produits finis des caractéristiques de goût, d'arôme, de texture qui diffèrent selon les souches ou les mélanges de souches utilisées. Ainsi, certains produits laitiers fermentés seront liquides (*Kéfir, Koumis...*) et d'autres semi-solides ou solides (*yaourt, fimjörk, villi, laben...*) (*Annexe*). C'est principalement l'acide lactique qui joue sur la texture. Au fur et à mesure qu'il s'accumule dans le lait, le pH diminue ce qui déstabilise les micelles de caséines du lait qui finissent par précipiter en formant un gel. C'est aussi l'acide lactique qui donne le goût légèrement acide aux produits*. En acidifiant le lait, les BL en permettent aussi une plus longue conservation. En effet, la croissance des bactéries d'altération ou de certaines bactéries potentiellement pathogènes qui auraient pu s'y développer est stoppée par l'acidité**.

* Les autres saveurs et arômes seront fonction des souches utilisées produisant des composés intermédiaires comme l'acétaldéhyde (arôme du yaourt), le diacétyl (goût de beurre), l'acétoïne, les lactones etc...

** L'abaissement du pH (qui inhibe la croissance de la plupart des germes non-lactiques), mais aussi la sécrétion de bactériocines (peptides ou protéines ayant une activité antibactérienne) jouent un rôle dans la conservation des produits.

5. Comment sont-elles sélectionnées ?

La sélection des BL a pour objet la fabrication de **ferments** ou **levains** qui servent à ensemercer directement le lait*. Elle sera fonction du résultat escompté. La plus ou moins grande capacité des BL à produire de l'acide lactique, des arômes ou d'autres composés (sucres, acides aminés par dégradation des protéines, CO₂ etc.) ainsi que leur capacité à augmenter la valeur nutritionnelle et/ou santé de l'aliment sont prises en compte. Il existe en France de nombreuses collections de souches – chez les fabricants de ferments, au sein des entreprises, dans l'interprofession** ou encore à l'Inra – qui font l'objet d'études minutieuses visant à mieux les connaître (structure, fonctions, bénéfices santé), les utiliser mais aussi à en augmenter les potentialités***.

* Il y a deux façons principales d'ensemencer le lait : soit en utilisant une petite quantité de produit issu de la précédente fermentation, soit en faisant intervenir directement des ferments.

** FranceMIL : cette collection nationale de microorganismes d'intérêt laitier a été créée par le Cniel. Elle compte 245 souches et leurs données passeport, libres de droit et mises à disposition de tous. Liste des conservateurs-distributeurs disponible sur www.francemil.org

*** Les techniques moléculaires ou génomiques par ex. permettent la localisation et le séquençage des gènes responsables de telle ou telle propriété, la suppression des gènes indésirables, la stabilisation ou l'amplification des gènes intéressants. L'introduction de nouveaux gènes par génie génétique n'est pas autorisée en alimentation humaine mais fait l'objet de travaux de recherches dans le domaine pharmaceutique.

6. Comment sont-elles produites ?

Depuis les années 1980, les bactéries et les ferments lactiques sont utilisés sous forme concentrée - congelée ou lyophilisée* - pour fabriquer des produits laitiers par ensemencement direct. Ces techniques permettent de simplifier, standardiser et sécuriser les procédés de fabrication, facilitant aussi les innovations.

* La technique dépend des souches utilisées. Les BL lyophilisées (déshydratation à très basses t°) se conservent environ un an à 6° environ.

7. Sont-elles sûres ?

La majorité des BL utilisées sont isolées de produits laitiers ou d'autres produits fermentés. Leur historique d'utilisation depuis des millénaires est garante de leur innocuité. En Europe, toutes nouvelles souches introduites dans l'alimentation doit faire l'objet d'une évaluation selon le système QPS*. Ce système s'appuie sur 4 piliers : identité précise de la souche (criblage), état des connaissances, type d'application (matrice) et innocuité/pathogénicité.

*Le système européen QPS « présomption de sécurité qualifiée » est un outil d'évaluation de la sécurité des cultures de microorganismes utilisé par l'Efsa pour lesquelles une demande d'autorisation de mise sur le marché est nécessaire. Les ferments traditionnellement utilisés dans l'alimentation dont la sécurité est reconnue par l'usage, ne sont pas concernés.

L'utilisation des BL est particulièrement importante dans le secteur laitier : dans les yaourts et autres laits fermentés, les fromages, mais aussi dans la fabrication de crèmes fraîches épaisses, de beurre, etc.

8. Que dire des BL des yaourts ?

Les bactéries lactiques utilisées dans la fabrication du yaourt sont thermophiles (elles peuvent vivre même à haute température) et de deux sortes : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. Le yaourt est le résultat d'une symbiose. Chacune des deux bactéries stimule la croissance de l'autre. Ce lien symbiotique donne un produit différent des produits obtenus avec les bactéries prises séparément (§ n°18).

La transformation du lactose du lait en acide lactique, entraîne sa prise en masse et la formation d'un *coagulum* ferme. Le goût acidulé du produit est dû à cette fermentation lactique, et sa saveur caractéristique est liée à la production de composés aromatiques par les deux BL.

La législation impose que les ferments lactiques du yaourt restent vivants dans le produit final, à raison de 10 millions par gramme.

9. De celles des autres laits fermentés ?

De nombreux laits fermentés utilisant différentes bactéries lactiques - seules ou en mélanges - sont produits à travers le monde (*Annexe*). Ces fermentations lactiques associent aussi parfois d'autres types de micro-organismes (levures, moisissures ou autres espèces bactériennes). Si les procédés de fabrication peuvent pour certains être comparables à ceux du yaourt (§ n°18), le choix des BL utilisées conduit à différents effets. Ainsi par exemple, les PL fermentés au bifidus auront un goût plus doux et une texture moins gélifiée (car elles produisent moins d'acide lactique que les BL du yaourt). Certaines souches de bactéries *filent* davantage contribuant ainsi à des produits plus « visqueux ».

10. Quid des BL des fromages ?

La fabrication du fromage se déroule en plusieurs étapes et fait intervenir des BL dont les principales appartiennent aux genres *Lactococcus*, *Streptococcus* et *Lactobacillus**. Elles transforment le lactose du lait en acide lactique qui acidifie le produit. Cette fermentation, - associée à l'ajout de présure - entraîne la coagulation du lait et l'obtention d'un gel. C'est une phase essentielle de la fabrication des fromages. Les BL facilitent aussi l'égouttage, la séparation spontanée du caillé (la partie solide) et du lactosérum (la partie liquide). Elles protègent le caillé puis le fromage d'une contamination en germes indésirables (*Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *S. aureus*, *coliformes*). Certaines jouent aussi un rôle durant la phase d'affinage du fait d'une activité protéolytique (elles décomposent les protéines pour donner des peptides dont certains actifs) mais aussi en créant des conditions favorables à la croissance des micro-organismes d'affinage. Enfin, les BL participent au goût des fromages par la production de substances aromatiques et à leur texture.

* En général, les bactéries lactiques naturellement présentes dans le lait sont en quantité trop faible pour que l'acidification soit suffisante. On rajoute donc au lait des **concentrés/lyophilisats de BL** (jusqu'à 100 millions par gramme ou par ml) qui sont des ferments **lactiques du commerce** (bactéries ou mélanges de bactéries sélectionnées par des laboratoires spécialisés) ou encore du **lactosérum** prélevé lors de l'égouttage. Les doses varient selon la technologie fromagère.

11. Ont-elles une action probiotique ?

Les probiotiques sont définis comme des micro-organismes vivants qui, après ingestion en quantité adéquate, produisent des effets bénéfiques sur la santé de l'hôte. Un intérêt considérable s'est développé ces dernières années autour de l'utilisation de cultures lactiques à effets « probiotiques » (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus*) pour des applications alimentaires, pharmaceutiques ou encore en alimentation animale. Dans la majorité des cas, les produits laitiers tels les yaourts, laits fermentés, fromages, laits en poudre et crèmes glacées sont choisis comme vecteurs privilégiés des cultures probiotiques.

12. Quels sont leurs atouts santé ?

Parmi les atouts les plus décrits, on peut citer : l'interaction avec le microbiote (flore intestinale) et notamment l'inhibition de la croissance de nombreux pathogènes et bactéries putréfiantes ; la régulation du transit intestinal ; la réduction de la durée des diarrhées, l'amélioration des symptômes de l'intolérance au lactose...

D'autres effets, comme une action bénéfique sur certaines allergies alimentaires, des propriétés anticancérigènes, anti-hypercholestérolémiques, une stimulation du système immunitaire sont à l'étude.

Pour exercer une influence positive sur l'organisme, les bactéries lactiques probiotiques doivent survivre en quantité suffisante au passage à travers le tractus digestif supérieur pour arriver vivantes dans l'intestin. Des travaux ont montré que la résistance à l'environnement stomacal mais aussi la capacité à survivre dans l'intestin dépendaient non seulement des bactéries mais surtout des souches utilisées.

13. Peuvent-elles jouer un rôle dans la prévention de certaines maladies ?

A ce jour plus de 200 études fiables (*randomisées et en double aveugle pour la plupart*) ont montré l'efficacité de certaines souches probiotiques dans des situations cliniques bien précises. Elles montrent aussi sans ambiguïté que toutes les espèces et toutes les souches ne sont pas efficaces dans toutes les indications.

Quelques exemples d'effets démontrés :

- Prévention de la diarrhée post-antibiotique et de certaines gastro-entérites virales chez l'adulte : Lait fermenté probiotique associant *L. casei*, *L. bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*
- Prévention des gastro-entérites nosocomiales chez le nourrisson Association de *Bifidobacterium sp.* et *S. thermophilus*
- Lutte contre *C. difficile* et *H. pylori* : *S. boulardii*/*L. johnsonii* LA1/*L. rhamnosus* GG
- Prévention des maladies inflammatoires chroniques de l'intestin par un mélange probiotique VSL#3

Enfin ces dernières années, on assiste à la multiplication de travaux fondamentaux et cliniques étudiant l'effet de divers probiotiques sur le transit colique, l'allergie alimentaire ou encore sur le syndrome de l'intestin irritable. Démontrer ces effets est particulièrement complexe notamment du fait d'un important effet placebo.

14. Où va la recherche ?

Des progrès dans la connaissance de la microflore intestinale (microbiote) permettent une meilleure compréhension du rôle joué par les aliments fermentés. Des travaux s'orientent aujourd'hui vers l'intervention de la flore sur l'obésité ou encore sur le concept d'**usine cellulaire**. Les BL sont en effet des *bioproducteurs* particulièrement intéressants pouvant produire des molécules destinées aux secteurs pharmaceutique et agro-alimentaire. Facilement manipulables, elles peuvent même sécréter directement les produits dans le milieu de culture choisi. *Lactococcus lactis*, par exemple, est particulièrement efficace dans la production d'alanine, très utilisé pour son pouvoir sucrant. On attend aussi beaucoup aujourd'hui de l'amélioration des connaissances dans le domaine de la génomique qui devrait permettre un jour l'utilisation de **BL génétiquement modifiées** dans le traitement pharmaceutique de certaines pathologies. Ces bactéries, pourraient aussi servir de **véhicules pour de nouveaux types de vaccins oraux**. Les bactéries lactiques sont, en effet, susceptibles de délivrer des antigènes à la surface des muqueuses de telle sorte que se produise une réponse immunitaire à la fois locale et générale.

Les bactéries lactiques appartiennent à un groupe de bactéries bénéfiques qui ont en commun la capacité de produire de l'acide lactique.

Elles sont utilisées depuis des millénaires dans la fabrication d'aliments fermentés, et en particulier dans celle de certains produits laitiers (yaourt, fromage, beurre, babeurre, kéfir, koumiss, etc.). Elles permettent la conservation du lait, et agissent sur les textures et les saveurs qui se révèlent différentes de celles de l'aliment originel.

Des travaux de plus en plus nombreux étudient les « effets santé » de différentes souches de bactéries lactiques et essaient de cerner leur mécanisme d'action dans le tractus digestif. Si les effets bénéfiques potentiels cités sont nombreux et variés, certains, - comme le traitement des désordres diarrhéiques par ex. - sont bien documentés pour certaines souches mais d'autres demandent encore confirmation. De plus, il faut toujours avoir à l'esprit que ce qui est démontré pour une espèce et une souche donnée n'est pas transposable à une autre.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Bactéries lactiques De la génétique aux ferments – **Luquet F.-M., Corrieu G.** – Lavoisier 2008
- Probiotiques et santé – **N° spécial** – Cahiers de Nutrition et Diététique 2007 ; 42:2S1-2S92
- Probiotiques et santé – **Marteau P.** – Réalités Nutrition 2007 ; (3):35-8.
- Bactéries lactiques et probiotiques – **Luquet F.-M., Corrieu G.** – Lavoisier 2005

Questions sur Produits laitiers &

- §8. Qualités nutritionnelles du lait (2004) §9. Calcium laitier (2004) §10. Ostéoporose (2004) §11. Fromage, nutrition, santé (2004)
- §12. Lipides (2005) §13. Cholestérol et athérosclérose (2005) §14. Beurre et crème (2005) §15. L'alimentation des Français (2005)
- §16. Les protéines (2005) §17. Prévention de l'hypertension (2005) §18. Les laits fermentés (2006)
- §19. Prévention du syndrome métabolique (2006) §20. L'alimentation de l'enfant (2006) §21. Santé bucco-dentaire (2007)
- §22. Les vitamines des Produits laitiers (2007) §23. Qualités nutritionnelles du lait et des fromages de chèvre (2007)
- §24. Les autres minéraux du lait et des produits laitiers (2007) §25. Produits laitiers et cancer (2007)
- §Hors série n°1. Les « rumeurs » autour du lait (2006) - §Hors série n°2 Histoire, sociologie et image du lait (2007)
- §26 bis. Le lait à l'école (2008) §27. Les *Trans* et les CLA des produits laitiers (2008) §28. Produits laitiers et Allergies (2008)
- §29. Produits laitiers & Intolérance au lactose (2008)

Pour des informations complémentaires, une bibliographie ou des dossiers en nombre

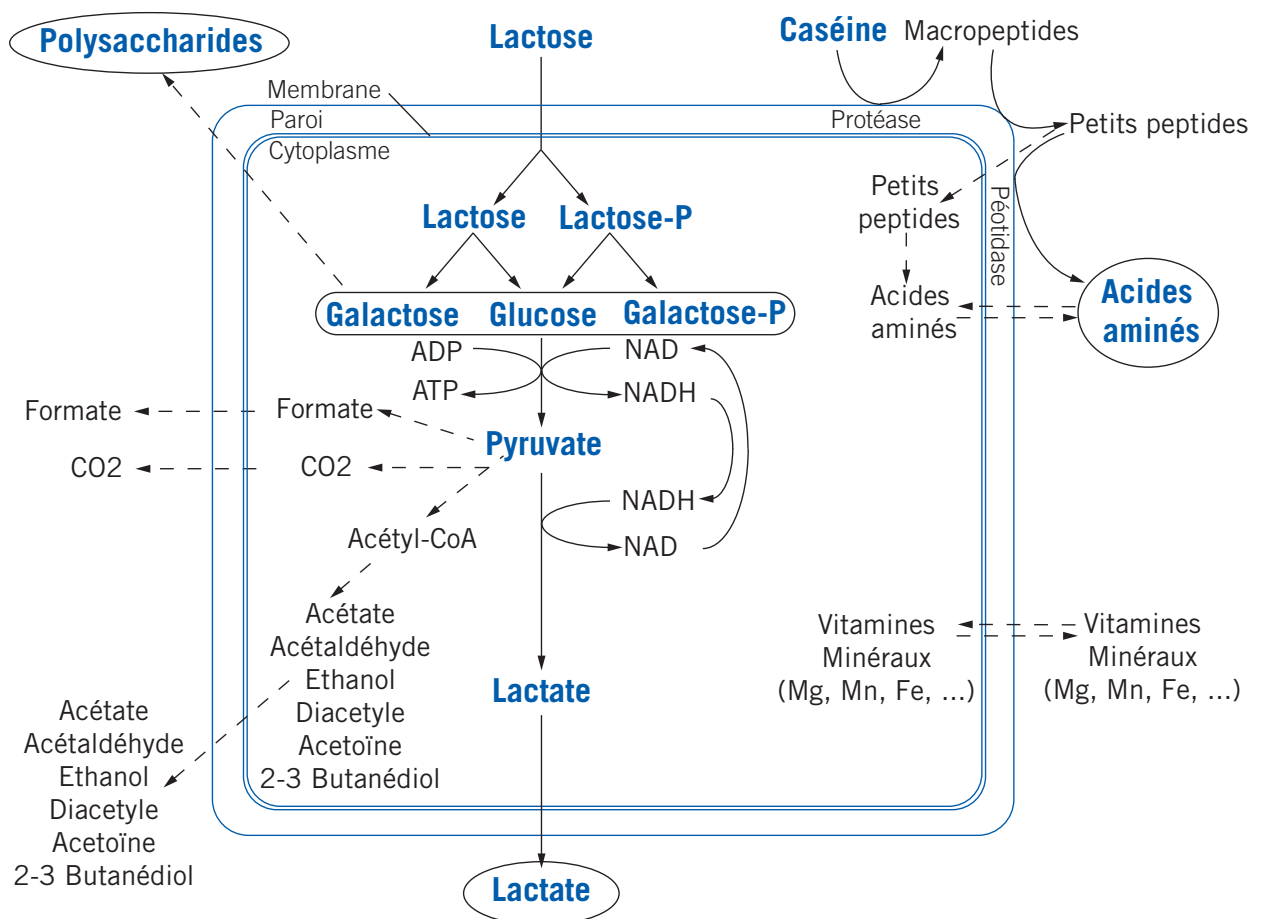
**Yvette Soustre, Dr ès Sciences. - nutritionssante@maisondulait.fr
42 rue de Châteaudun - 75314 PARIS CEDEX 09 - Tél. : 01 49 70 72 24**

LES BACTÉRIES LACTIQUES : DES GENRES ET DES ESPÈCES

Aerococcus, *Alloicoccus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus* (*Lb. bulgaricus*, *Lb. helveticis*, *Lb. Lactis*, *Lb. acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. rhamonosus*, *Lb. plantarum*...), *Lactococcus* (*Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *Lc. diacetyllactis*...), *Leuconostoc* (*Ln. cremoris*, *Ln. dextranicum*, *Ln. lactis*...), *Pediococcus* (*P. acidilactici*), *Streptococcus* (*S. thermophilus*), *Tetragenococcus* et *Vagococcus*.

Les bactéries du genre *Bifidobacterium* (*B. bifidum*, *B. longum*, *B. infantis*, *B. longum* ...) ne sont pas des bactéries lactiques typiques, mais leur usage fait qu'elles sont classées avec les BL.

VOIES MÉTABOLIQUES DES BACTÉRIES LACTIQUES



D'après Danone – World Newsletter n°5

QUELQUES EXEMPLES DE LAITS FERMENTÉS

| Nom | Pays d'origine présumé | Description | Ferments |
|----------------------|------------------------|--|--|
| Yoghourt | Asie, Balkans | Produit ferme ou brassé, acide, arôme caractéristique | <i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. bulgaricus</i> (+ <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium ssp.</i>)* |
| Lait à l'acidophilus | Etas-Unis | Produit ferme, brassé ou liquide, faible arôme | <i>Lb. acidophilus</i> |
| Kéfir | Caucase | Boisson brassée, consistance crémeuse, arôme et goût caractéristique (CO ₂) | <i>Lc. lactis</i> , <i>Lc. cremoris</i> , <i>Lb. kefir</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Leuconostoc spp</i> , levures |
| Koumis | Mongolie | Boisson pétillante, acide, goût rafraîchissant et arôme caractéristique | <i>Lb. bulgaricus</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , levures |
| Lassi | Inde | Boisson laitière aigre diluée avec de l'eau, consommée salée, épicée ou sucrée | <i>Lactococcus spp</i> , <i>Lactobacillus spp</i> , <i>Leuconostoc spp</i> , (levures) |
| Dahi | Inde | Produit ferme ou brassé, ou boisson liquide; flaveur agréable, acide ou faiblement acide | <i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. bulgaricus</i> <i>Lc. diacetylactis</i> , <i>Leuconostoc spp</i> |
| Leben | Moyen Orient | Produit ferme ou brassé, goût et arôme agréable | <i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. bulgaricus</i> <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lc. lactis</i> , levures |
| Filmjölk | Suède | Boisson brassée visqueuse, saveur acidulée | <i>Lc. lactis</i> , <i>Lc. cremoris</i> , <i>Lc. diacetylactis</i> , <i>Ln. cremoris</i> |
| Villi | Finlande | Produit brassé visqueux, acidulé et goût agréable | <i>Lc. lactis</i> , <i>Lc. cremoris</i> , <i>Lc. diacetylactis</i> , <i>Lc. dextranicum</i> , moisissure (<i>Geotrichum candidum</i>) |

D'après Danone – World Newsletter n°5

*selon la réglementation nationale

AUTRES FERMENTS UTILES DANS LA FABRICATION DES FROMAGES

Les bactéries d'affinage : (*Microcoques*, *entérocoques*, *bactéries corynéformes*, *bactéries propioniques**, *staphylocoques* etc.)

Les bactéries d'affinage se développent à la surface des fromages au cours de l'affinage. Elles produisent des enzymes qui dégradent les protéines et les lipides du lait contribuant aux goûts, textures et arômes.

* Présentes en quantité importante dans l'Emmental ou le Comté, elles produisent des acides gras volatils typiques du goût de ces fromages et du CO₂ à l'origine des trous.

La flore fongique : (*Penicillium camemberti*, *P Roqueforti*, *Geotrichum candidum*...)

Les champignons et moisissures sont indispensables à la fabrication de nombreux fromages. Et notamment à celle des pâtes molles et persillées (goût, texture, couleur, formation de la croûte, etc...). Des levains fongiques constitués d'une ou de plusieurs souches sont commercialisés

Les levures : (*Kluyveromyces marxianus*, *Debaryomyces hansenii*, *Pichia*...)

Très répandues dans l'air, le sol ou encore l'eau, on retrouve naturellement ces micro-organismes dans le lait et les fromages (environ 500 souches identifiées dans le camembert). Les levures se développent rapidement dans les fromages au cours de l'affinage et produisent des enzymes et divers composés (issus notamment de la dégradation des lipides et des protéines) capables de jouer sur le goût et les arômes. Elles conduisent aussi à une production de gaz carbonique qui contribue à l'ouverture du fromage.