

Questions sur Produits laitiers & Technologie Laitière

Généralités

1. Que contient le lait ?
2. Quelles sont les principales technologies utilisées en industrie laitière ?

Fabrication des PL traditionnels

3. Comment est fabriqué le lait de consommation ?
4. Le beurre et la crème ?
5. Les fromages ?
6. Les laits fermentés ?

Fabrication des ingrédients laitiers

7. Quels sont les principaux ingrédients laitiers et comment sont-ils fabriqués ?
8. À quoi servent-ils ?

Technologies laitières de demain

9. Où va la recherche ?
10. Que fait le Cniel ?

En résumé & Pour en savoir plus

Annexes

- A Schémas de fabrication
- B Questions du Grand Public

Rédaction : Y. Soustre, C. Farrokh (Cniel) & R. Jeantet (Agrocampus Ouest, Rennes)

Relecture : Commission Science et Technologie du Cniel



42 rue de Châteaudun
75314 PARIS CEDEX 09
dirast@cniel.com

Des produits traditionnels aux ingrédients de demain

Environ 24 milliards de litres de lait ont été collectés en France en 2016. Aujourd'hui comme autrefois, le lait peut être consommé comme tel ou transformé en beurre, crème, fromage et lait fermenté. Parallèlement, le développement technologique qu'a connu la filière depuis plusieurs décennies a permis de mettre sur le marché des ingrédients laitiers à forte valeur ajoutée (protéines, peptides, minéraux, lactose...) particulièrement stables. Leurs propriétés fonctionnelles et/ou nutritionnelles les rendent désormais incontournables dans la formulation de nombreux produits alimentaires.

Généralités

1. Que contient le lait ?

La composition nutritionnelle du lait varie essentiellement en fonction du patrimoine génétique des animaux (races), de leur alimentation et du stade de lactation. Au moment de la traite, le lait de vache contient en moyenne 87 % d'eau ; 4,8 % de glucides (du lactose) ; environ 4 % de lipides (environ 60 à 70 % d'acides gras saturés et 30 à 40 % d'insaturés, principalement des mono-insaturés) ; 3,2 % de protéines (80 % de caséines et 20 % de protéines sériques) ; 0,7 % de minéraux et oligo-éléments (dont environ 120 mg de calcium/100 mL.) ; des vitamines (A, D, B...). Le lait peut contenir des enzymes, des germes et des cellules en suspension*. Au total, il y aurait plus de 100 000 composés différents dans le lait dont certains peuvent avoir des propriétés fonctionnelles mais aussi apporter des bénéfices nutritionnels et/ou santé (lactoferrine, oligosaccharides, phospholipides, sphingolipides, glycosphingolipides, acide ruménique etc.) (07).

* Les cellules (somatiques) sont principalement des cellules immunitaires, des globules blancs, naturellement présents dans le lait. Des germes (micro-organismes vivants : bactéries, levures, moisissures...) présents dans l'environnement de la ferme, à la surface des trayons, des parois de la machine à traire, etc. peuvent contaminer le lait si les pratiques d'hygiène ne sont pas suffisantes. Certains de ces germes peuvent avoir un intérêt en transformation fromagère car ils vont influencer positivement la qualité du produit, mais d'autres sont potentiellement pathogènes ou d'altération s'ils sont en trop grand nombre dans le lait. C'est pourquoi, la mise en œuvre de bonnes pratiques d'hygiène est indispensable pour garantir la qualité sanitaire du lait à la ferme. Le lait contient aussi de nombreuses enzymes (lactoperoxydase, xanthine oxydase, protéases, lipases...). Certaines peuvent être utiles (activité bactéricide ou bactériostatique) et d'autres avoir un effet délétère (contribution au rancissement du lait par ex.).

2. Quelles sont les principales technologies utilisées en industrie laitière ?

La transformation du lait ne fait appel à aucun traitement chimique. Seuls des procédés physiques et des réactions biochimiques sont utilisés. Parmi les principaux :

- **Les traitements thermiques** : ils permettent de garantir la qualité sanitaire des produits mais conditionnent également leur durée de vie et leurs caractéristiques technologiques et texturales. Ils améliorent par exemple la fermeté des laits fermentés et la coagulation enzymatique, étape importante en fromagerie. Les couples temps/température utilisés varient selon les produits.
- **L'écémage** : cette opération manuelle (crémage) ou mécanique (par centrifugation) consiste à séparer la crème (globules gras en suspension) du lait. La crème peut ensuite être utilisée pour la production de beurre ou de crème de consommation.
- **L'homogénéisation** : elle vise à stabiliser la phase grasse du lait et éviter la montée de la crème même après un entreposage de plusieurs jours. Ce procédé consiste à réduire la taille des globules de matière grasse en fines gouttelettes qui se répartissent de façon homogène dans la phase aqueuse. L'homogénéisation est utilisée dans la fabrication du lait de consommation, de yaourts et lors de la préparation du lait pour certaines technologies fromagères.
- **Le séchage** : il permet de transformer le lait (ou ses composés) en poudre favorisant ainsi leur conservation, leur stockage et leur transport. C'est une méthode combinant évaporation sous vide et déshydratation thermique par atomisation (« spray process » le lait est vaporisé sous forme de gouttelettes au sein d'une chambre à séchage (air chaud et sec) et est récupéré sous forme de poudre) ou par cylindre chauffant (« roller process » : le lait circule entre les parois externes de deux cylindres rotatifs proches, chauffés de l'intérieur ; il est récupéré sous forme de paillettes).
- **Les techniques de filtration** : ces procédés physiques de séparation consistent à filtrer les liquides laitiers au travers d'une membrane de porosité contrôlée. Dans les techniques de filtration communément utilisées, on distingue la microfiltration, l'ultrafiltration, la nanofiltration et l'osmose inverse qui diffèrent entre elles par la taille des pores et la pression appliquée.
- **La fermentation** : réactions biochimiques réalisées sous l'influence d'enzymes microbiennes. Il existe différents types de fermentation :

- **La fermentation lactique** : transformation du lactose en acide lactique par des bactéries dites « lactiques » (*Lactobacillus* sp., *Streptococcus* sp., *Leuconostoc* sp...) utilisées notamment dans la fabrication des fromages affinés ou des laits fermentés ;

- **La fermentation propionique** : transformation du lactose en acide propionique, acide acétique et dioxyde de carbone (CO₂) par des bactéries du genre *Propionibacterium*. Ces bactéries jouent un rôle important au cours de l'affinage des fromages à pâte pressée cuite comme le gruyère par ex.

• **La standardisation** : elle consiste à amener le lait à une concentration donnée en matière grasse (par centrifugation) ou en protéines (par ultrafiltration). Ces ajustements permettent de pallier les variations de composition naturelles inhérentes à la race bovine ou liées à l'alimentation des vaches et aux saisons.

• **La coagulation** : cette étape de transformation du lait en caillé est essentielle dans la fabrication des laits fermentés, des fromages et de certains desserts lactés. Elle est réalisée grâce à l'emploi de bactéries lactiques et/ou d'agents coagulants qui peuvent être d'origine microbienne, fermentaire, végétale ou animale (présure).

Fabrication des PL traditionnels

3. Comment est fabriqué le lait de consommation ?

En 2016, la France a produit 3 360 millions de litres de lait de consommation. Le lait peut être vendu cru mais il est généralement homogénéisé, standardisé et subit un traitement thermique (pasteurisation, stérilisation, UHT*...) ou une microfiltration (pour retirer les micro-organismes) avant commercialisation (Annexe A).

- Avec la pasteurisation, le lait est généralement chauffé à minima à 72 °C pendant 15 à 20 secondes ou en employant d'autres combinaisons température/temps ayant un effet équivalent.
- Le lait peut aussi être stérilisé (environ 115 °C - 120 °C pendant 15 à 20 minutes) ou subir un traitement UHT (environ 140 °C pendant quelques secondes). Le lait UHT représente environ 90 % du marché français.
- La microfiltration consiste à faire passer le lait écrémé, porté entre 37 °C et 50 °C, à travers une membrane dont les pores micrométriques sont capables de retenir les micro-organismes. Le lait est ensuite enrichi le cas échéant en crème pasteurisée. Le lait obtenu a un goût proche du lait cru.

Le lait est vendu entier (3,5 % de MG), demi-écrémé (entre 1,5 et 1,8 %) ou écrémé (moins de 0,5 %). En pratique le lait est totalement écrémé puis on lui ajoute de la crème à la concentration souhaitée. Le traitement thermique du lait permet sa conservation. Les laits de consommation ne contiennent aucun additif.

* Ultra Haute Température

4. La crème et le beurre ?

En 2016 la France a produit environ 365 000 tonnes de beurre, et 435 000 tonnes de crème.

• **La crème** : c'est un concentré des globules gras contenus dans un lait entier. Elle est obtenue par écémage du lait. La crème peut ensuite être épaissie ou aromatisée grâce à une opération de maturation (physique et/ou biologique)*. Elle peut aussi subir une homogénéisation et un traitement thermique UHT pour une longue conservation (crème UHT) (Annexe A).

• **Le beurre** : la fabrication traditionnelle repose sur une concentration par étape de la matière grasse laitière. Passage du lait à une crème contenant 40 à 50 % de MG, maturation de la crème** et action mécanique (avec une baratte ou un butyra-

teur). Les grains sont séparés de la partie liquide non grasse du lait (le babeurre) puis sont lavés et malaxés pour former une masse compacte « le beurre »*** (Annexe A).

À noter : les beurres peuvent être crus (la crème utilisée n'est ni chauffée, ni congelée ni surgelée), extra-fins (crème pasteurisée ni congelée ni surgelée) ou fins (pas plus de 30 % de crème congelée). Il existe d'autres types de beurre à usages surtout industriels : beurre concentré (99,8 % de MG au moins) ; beurre aéré (volume x 3,5 grâce à de l'air), etc.

L'ajout de caroténoïdes (des colorants comme le bêta-carotène) est autorisé (sauf pour les AOC) mais ils sont peu utilisés. Les beurres allégés contiennent des additifs (épaississants et gélifiants notamment).

La fabrication des beurres et crèmes génère différents coproduits de type babeurre source de nombreuses molécules à haute valeur ajoutée (Annexe A et Q7).

* On distingue : la maturation physique (obtenue par des traitements thermiques, elle conduit à la cristallisation de la matière grasse) et la maturation biologique obtenue par l'ensemencement de la crème en ferments lactiques, elle conduit à l'acidification de la crème et à la production de composés aromatiques. La crème ainsi maturée peut être utilisée dans la fabrication de crèmes fraîches (épaisses) ou de beurres.

** Cette opération facilite le barattage et permet d'obtenir un produit à la consistance voulue.

*** Dans certains pays le beurre peut également être fabriqué par recombinaison (reconstitution) à partir de MGLA (matière grasse laitière anhydre).

5. Les fromages ?

En 2016, la France a produit 1 750 000 tonnes de fromages au lait de vache, 103 000 tonnes au lait de chèvre et 60 000 tonnes au lait de brebis.

Fabriquer du fromage consiste à faire coaguler le lait. Ce passage de l'état liquide à l'état solide (gel) se fait par acidification (conversion du lactose en acide lactique par les bactéries lactiques) et sous l'action d'agents coagulants (présure ou enzyme coagulante*...).

La fabrication de fromage débute avec la préparation du lait (avec éventuellement traitement thermique du lait et maturation**). Les étapes suivantes sont la coagulation, le tranchage, l'égouttage et le moulage suivis ou non du salage et de l'affinage.

Les fromages sont regroupés en grandes familles technologiques : fromages frais, pâtes molles à croûte fleurie, pâtes molles à croûte lavée, pâtes persillées, pâtes pressées non cuites, pâtes pressées cuites, fromages fondus... La qualité sensorielle des fromages varie selon le type de lait utilisé et la technologie de fabrication (Annexe A).

La fabrication des fromages génère un coproduit, le lactosérum (plus ou moins acide et minéralisé selon la technologie fromagère utilisée), source de nombreuses molécules à haute valeur ajoutée (Q7).

* Ces ferments (ou levains) sont des micro-organismes (bactéries, levures, moisissures) ajoutés intentionnellement au lait afin de provoquer des fermentations sous l'action de leurs enzymes spécifiques. On peut les utiliser sous forme liquide, congelée, lyophilisée ou en poudre. La présure est un agent coagulant d'origine animale extrait du quatrième estomac (cailllette) de jeunes ruminants. Elle est constituée d'enzymes essentiellement de chymosine et également de pepsine. Sa production n'étant plus suffisante pour répondre à la demande mondiale, d'autres agents coagulants (d'origine microbienne, fermentaire ou végétale...) sont utilisés en fabrication fromagère. La présure animale est essentiellement utilisée dans la fabrication de fromages d'appellation d'origine protégée (AOP) et des fromages sous label rouge.

** La maturation du lait de fromagerie consiste généralement à maintenir le lait entre 10 °C et 15 °C de 16 à 18 heures afin de favoriser un développement modéré des micro-organismes naturellement présents dans le lait ou intentionnellement ajoutés comme les ferments. La maturation favorise la coagulation ultérieure du lait par la présure et permet la libération de composés d'arômes tels que des peptides ou des acides aminés.

6. Les laits fermentés ?

La France produit environ 1 460 000 tonnes de laits fermentés chaque année.

En France, la dénomination laits fermentés (LF) est réservée aux produits laitiers préparés à partir de différents types de laits (écrémé ou non, concentré, en poudre...) ayant subi un traitement thermique au moins équivalent à la pasteurisation et ensemencés avec des micro-organismes appartenant à l'espèce ou aux espèces caractéristiques de chaque produit. Le type de micro-organisme utilisé donne au produit ses propriétés particulières. Les bactéries lactiques principalement utilisés en France sont : les lactobacilles (*L. bulgaricus*, *L. acidophilus* et *L. casei*), les lactocoques (*L. lactis*), les streptocoques (*S. thermophilus*) et les bifidobactéries (*B. bifidum* et *B. longum*).

Le yaourt est le LF le plus consommé en France. La réglementation française impose que le lait soit ensemencé avec deux bactéries lactiques spécifiques : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, pour utiliser la dénomination « yaourt ». De plus, ces bactéries doivent être vivantes et en abondance dans le produit fini (au moins 10 millions de bactéries/g).

Pour fabriquer un yaourt, le lait (entier, écrémé ou demi écrémé auquel on ajoute ou non d'autres ingrédients laitiers*) est chauffé pendant quelques minutes de manière intense (de l'ordre de 90 °C). Il est ensuite refroidi et ensemencé avec ses 2 bactéries spécifiques : la fermentation se fait à 40 - 45 °C en 2 à 5 heures. Il existe sur le marché de nombreux types de yaourts : ils peuvent être fermes, brassés ou encore liquides, naturels, sucrés ou édulcorés, additionnés de fruits ou encore aromatisés (Annexe A).

* Peut y être ajoutés : lait en poudre, crème pasteurisée, protéines laitières ou encore du babeurre. Le yaourt « classique » est fabriqué à partir de lait 1/2 écrémé auquel on ajoute de la poudre de lait pour améliorer la texture du produit.

Fabrication des ingrédients laitiers

7. Quels sont les principaux ingrédients laitiers et comment sont-ils fabriqués ?

Le lait en poudre, le lactosérum ou encore le babeurre étaient à l'origine utilisés « tel que » en alimentation humaine et animale*. Le développement des nouvelles technologies (choix de membranes toujours plus fines, couplage avec d'autres techniques comme la chromatographie, etc) a ensuite permis d'extraire du lait de plus en plus de molécules ayant un intérêt fonctionnel et/ou nutritionnel : concentrés de protéines, lactose puis alfa-lactalbumine, beta-lactoglobuline, lactoferrine, lactoperoxydase, lysozyme, phospholipides, concentrés de phosphates de calcium, oligosaccharides, sphingolipides, glycosphingolipides etc. Une valorisation du lait, du lactosérum ou encore du babeurre qui ne cesse de s'affiner et de se complexifier (Annexe A)**.

*En 2016 la France a produit 510000 tonnes de poudres de lait et 540000 tonnes de poudres de lactosérum.

**Il est intéressant de noter que certaines matières premières d'abord considérées comme des sous-produits (lactosérum, babeurre), puis comme des coproduits (dont la valorisation s'imposait pour des raisons économiques et environnementales) sont devenus en deux décennies une source de molécules à haute valeur ajoutée.

8. À quoi servent-ils ?

Les ingrédients laitiers sont des molécules à haute valeur ajoutée fonctionnelle, nutritionnelle et /ou santé. Leurs propriétés sont exploitées dans plusieurs industries :

- **l'industrie agro-alimentaire** : ils entrent dans la composition de nombreux produits destinés à l'alimentation humaine, infantile, et animale et sont également utilisés comme auxiliaire technologique (agent de texture, de saveur...)
- **l'industrie pharmaceutique** : ils entrent dans la composition de différents produits diététiques et/ou de médicaments (accroissement de la masse musculaire, croissance, hypertension, acné, troubles du sommeil, psoriasis, régularisation du transit, excipient...)
- **d'autres industries** : cosmétique, industrie de l'acier, polymères naturels, etc.

Technologies laitières de demain

9. Où va la recherche ?

De nombreux travaux portent sur le développement de nouveaux ingrédients d'origine laitière*. Et d'autres sont en cours pour une meilleure compréhension de l'impact des technologies sur les propriétés fonctionnelles mais aussi biologiques, nutritionnelles et santé des produits laitiers et des ingrédients laitiers (notamment les concentrés et isolats de protéines).

Ainsi, les efforts de la recherche visent d'une part à améliorer la compréhension des relations entre structure et fonctionnalité au sens large, et d'autre part à développer des traitements technologiques de nature physico-chimique, thermique ou enzymatique permettant d'orienter ces fonctionnalités.

Au-delà des ingrédients fonctionnels, la question des bénéfices santé mobilise aujourd'hui de nombreuses équipes de recherche. Il s'agit notamment de mieux comprendre l'incidence des traitements technologiques sur la digestibilité et la disponibilité des nutriments, abordée *in vitro* et *in vivo* sur modèle animal. La connaissance de ces éléments est indispensable pour optimiser à terme les propriétés nutritionnelles des produits et ingrédients laitiers en redimensionnant les traitements technologiques.

En résumé

La valorisation du lait se fait via sa consommation et par sa transformation en produits laitiers. Parallèlement, de plus en plus d'ingrédients laitiers à forte valeur ajoutée sont mis sur le marché. Leur intérêt technologique, nutritionnel et/ou santé et leurs propriétés sont exploitées dans plusieurs industries (agro-alimentaire et pharmaceutique notamment). La transformation du lait ne fait appel à aucun traitement chimique, seuls des procédés physiques et des réactions biochimiques sont utilisés. Depuis plus de 30 ans le Cniel accompagne les professionnels du secteur pour produire des connaissances sur la science et la technologie laitière.

Sur un autre plan, les recherches menées en génie des procédés et technologies laitières intègrent aujourd'hui pleinement les objectifs d'impact environnemental et de durabilité**. Les démarches d'écoconception des procédés nécessiteront demain de disposer de modèles suffisamment fiables pour anticiper et optimiser les conséquences de trajectoires technologiques.

Les progrès récents dans le domaine de la génomique et le développement d'outils moléculaires de plus en plus sensibles et spécifiques ont également ouvert un champ de recherche très vaste pour explorer la richesse et la diversité du patrimoine microbien des produits laitiers. L'objectif étant de mieux les piloter et mieux les maîtriser. Il s'agira en parallèle de mieux s'appuyer sur le formidable potentiel probiotique de certains micro-organismes pour accroître les bénéfices santé des produits laitiers.

* Leur usage est aujourd'hui de l'ordre de 150000 tonnes par an en équivalent protéine dans la seule Union Européenne soit environ 450000 tonnes en équivalent poudre de lait écrémé.

** À titre d'exemple, la reconception des procédés impliqués dans l'obtention des poudres passe par l'accroissement de la part de l'eau du produit éliminée lors des étapes de concentration en amont du séchage, qui sont 20 à 40 fois moins consommatrices en énergie que ce dernier. Par effet d'entraînement, ces évolutions permettraient de diminuer le montant de l'investissement en matériels et en bâtiment, et de limiter la quantité d'eau utilisée lors des nettoyages. Elle suppose par contre de disposer de nouvelles voies technologiques pour repousser les limites de concentration jusqu'à des extraits secs de 60 à 80 %, et pour pulvériser ces concentrés malgré leur forte viscosité.

10. Que fait le Cniel ?

Depuis plus de 30 ans le Cniel accompagne les professionnels du secteur pour produire des connaissances en science et technologie laitière :

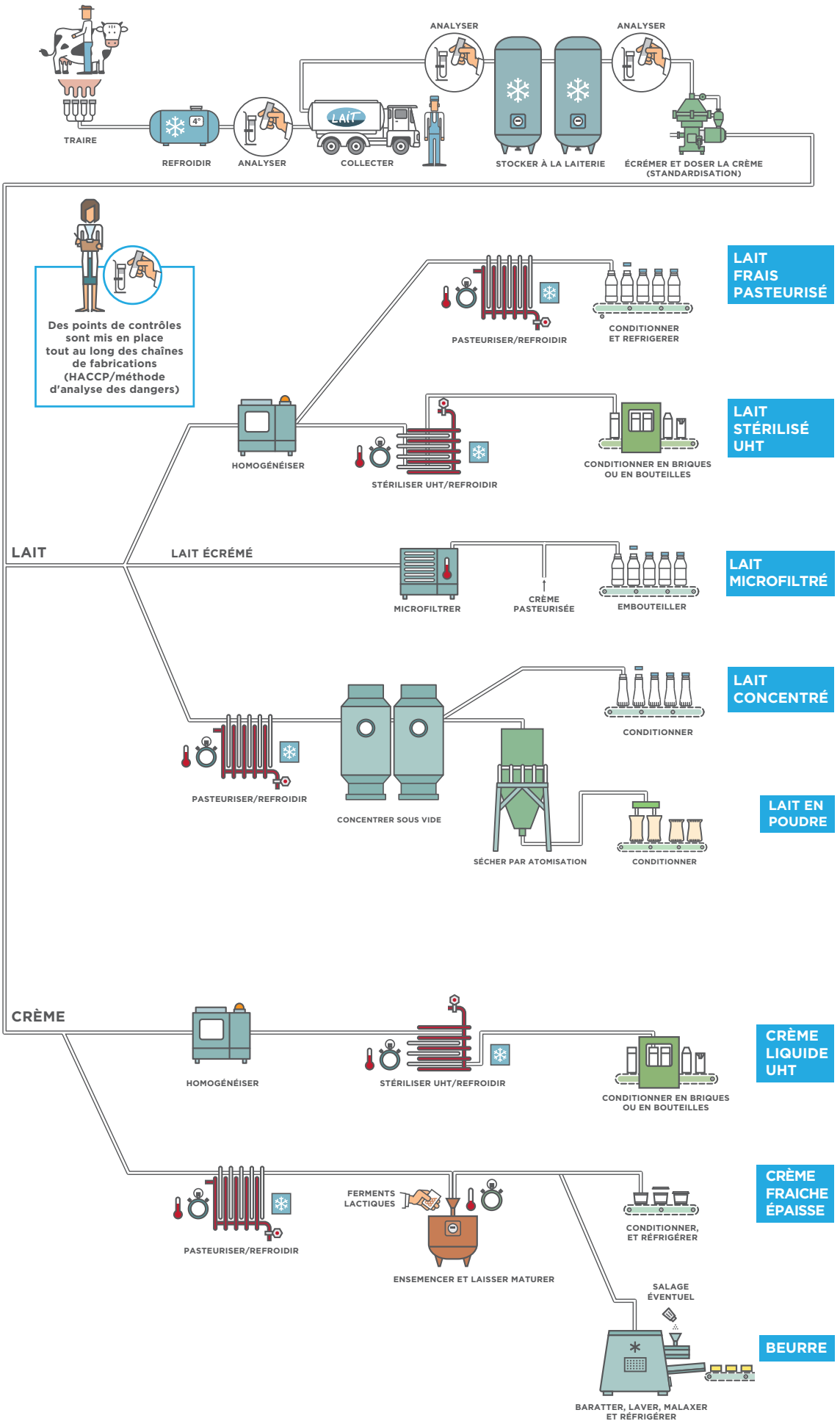
- améliorer les connaissances sur la composition et la microstructure du lait et des produits laitiers pour développer des produits "compétitifs" et de qualité ;
- développer les connaissances sur les écosystèmes microbiens des produits laitiers fermentés pour conserver leur biodiversité et mieux piloter les micro-organismes d'intérêt ;
- élaborer des outils de mesures et de caractérisation pour mieux connaître la composition fine du lait, en valoriser tous les composants et mieux piloter les transformations.

Tous ces travaux ont une vocation interprofessionnelle et se situent dans le domaine précompétitif.

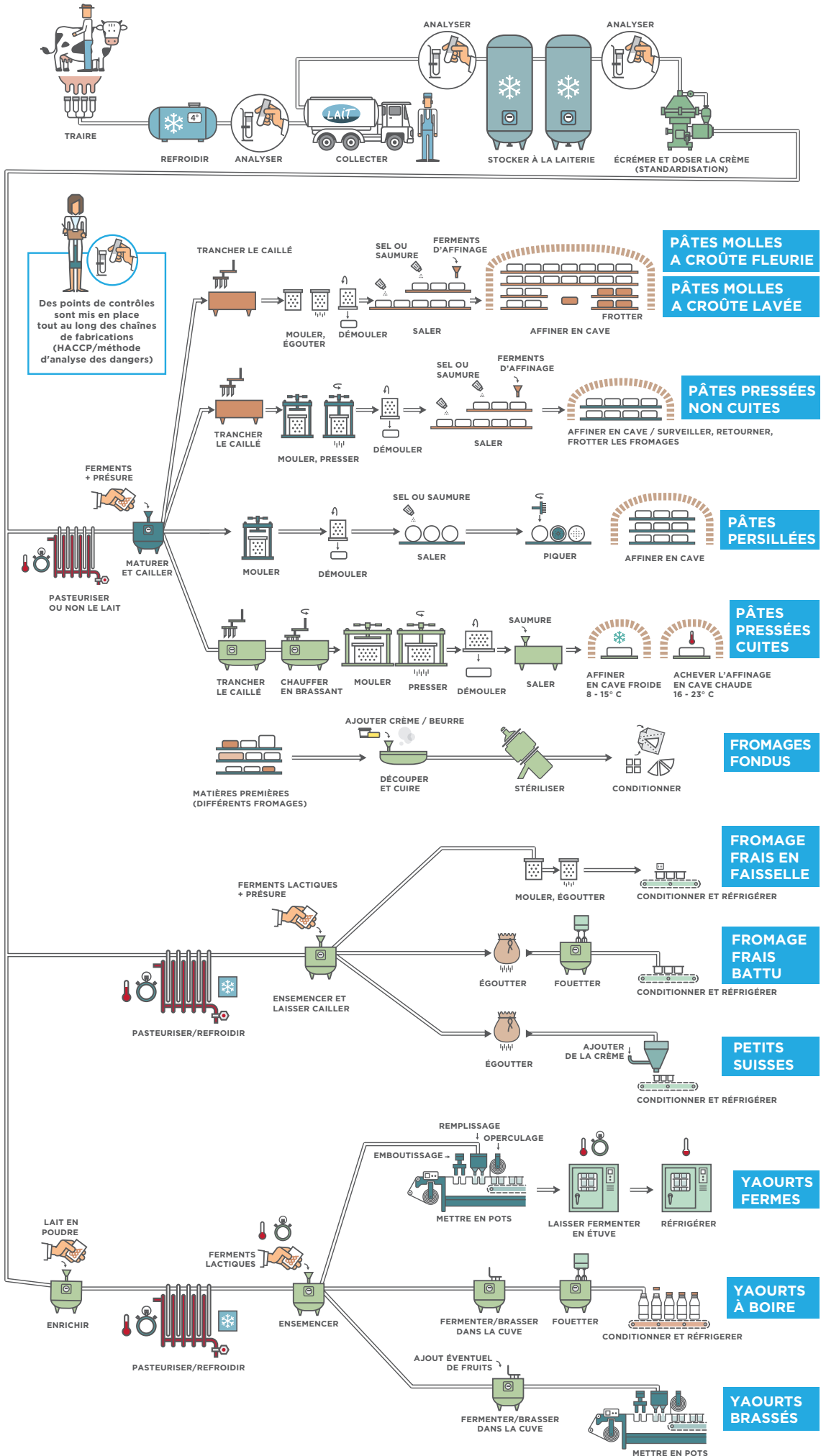
Quelques exemples de projets récents : impact de l'homogénéisation sur la structure des globules gras du lait ; meilleure connaissance des écosystèmes microbiens pour mieux les piloter ; connaissance et valorisation des minéraux du lait ; stabilité des poudres* ; etc.

* C'est dans ce sens que le programme de recherche CODE POUUDRE (2014-2017), financé par le Cniel, a permis de progresser dans la compréhension et le contrôle des évolutions se produisant au cours du stockage et/ou du transport des poudres protéiques laitières, réputées stables mais dont les propriétés peuvent fortement être modifiées en fonction des conditions (température, humidité relative, etc.) auxquelles elles sont soumises notamment à l'export vers des pays lointains.

Fabrication du lait de consommation, de la crème et du beurre



Fabrication des fromages et des yaourts



• Pourquoi appliquer des traitements thermiques au lait ?

Les traitements thermiques permettent de garantir la qualité hygiénique du lait et sa conservation et ainsi la commercialisation de produits sûrs et sains*.

La pasteurisation vise à réduire significativement le nombre de micro-organismes présents dans le lait. Le lait pasteurisé est ainsi chauffé à minima à 72 °C pendant 15 secondes ou autre couple temps/température équivalent. Dans le lait stérilisé UHT, Ultra Haute Température, tous les micro-organismes sont détruits après un chauffage rapide à température élevée (140 °C durant 3-4 secondes par ex.). Il peut ainsi être conservé plusieurs mois.

** Pour les produits au lait cru, des mesures de maîtrise sanitaire renforcées s'exercent dès la production du lait et tout au long du processus de fabrication du produit.*

• Les traitements thermiques impactent-ils les qualités nutritionnelles du lait ?

La chaleur n'a aucun effet sur la teneur en calcium et peu sur la matière grasse et les protéines (dénaturation de certaines). Elle n'a pas d'effet non plus sur les vitamines liposolubles (A, D, E et K). En revanche, la pasteurisation occasionne une perte légère (<10%) de vitamines hydrosolubles (B1, B6, folates), perte plus conséquente avec la stérilisation UHT (20 à 30 %). Certains laits sont enrichis en vitamines pour compenser ces pertes.

• Pourquoi homogénéiser le lait ?

L'homogénéisation du lait est pratiquée depuis les années 1950. Ce procédé physique (mise sous pression du lait au travers de petits orifices) consiste à réduire la taille des globules de la matière grasse en fines particules pour qu'elles ne remontent pas à la surface, mais se répartissent de façon homogène dans la phase aqueuse du lait. Cela empêche la séparation de la crème même après un entreposage de plusieurs jours.

• Comment est fabriqué le lait concentré ?

Le lait est généralement concentré par évaporation sous vide. Le vide permet d'abaisser la température d'évaporation de l'eau et limite la dénaturation thermique des constituants. Ce procédé permet d'éliminer environ 60 % de l'eau. On distingue le lait concentré sucré (ajout de saccharose) et non sucré. Une fois conditionnées sous contenants stériles, ces produits présentent une longue durée de conservation. Ils sont d'ailleurs soumis à une « Date De Durabilité Minimale » (DDM) et non à une « Date Limite de Consommation » (DLC).

• Comment est fabriqué le lait en poudre ?

Le lait en poudre est obtenu par déshydratation d'un lait préconcentré par évaporation sous vide. La teneur finale en eau du lait en poudre n'excède pas 5 % en poids du produit fini. Cette déshydratation permet au lait en poudre de se conserver à température ambiante plusieurs mois. Cependant, il craint la chaleur et l'humidité. Il doit être utilisé ou consommé immédiatement après avoir été reconstitué. Deux techniques peuvent être utilisées pour déshydrater le lait :

- par atomisation (« spray process ») : le lait est vaporisé sous forme de gouttelettes au sein d'une chambre à séchage (air chaud et sec) et est récupéré sous forme de poudre ;
- par cylindre chauffant (« roller process ») : le lait circule entre les parois externes de deux cylindres rotatifs proches, chauffés de l'intérieur. Il est récupéré sous forme de paillettes. Il s'agit d'une déshydratation par contact.

• Comment est fabriqué le lait sans lactose ?

Le délactosage permet d'éliminer l'essentiel du lactose du lait afin de proposer des produits à teneur réduite en lactose ou sans lactose. Cette opération technologique peut être réalisée par hydrolyse enzymatique (à l'aide d'une lactase) ou grâce à des procédés membranaires.

• Comment fabrique-t-on des fromages fondus ?

Ces fromages sont obtenus par la fonte d'un fromage ou d'un mélange de fromages, à l'aide de sels de fonte et de chaleur. D'autres produits laitiers (crème par exemple) peuvent être ajoutés.

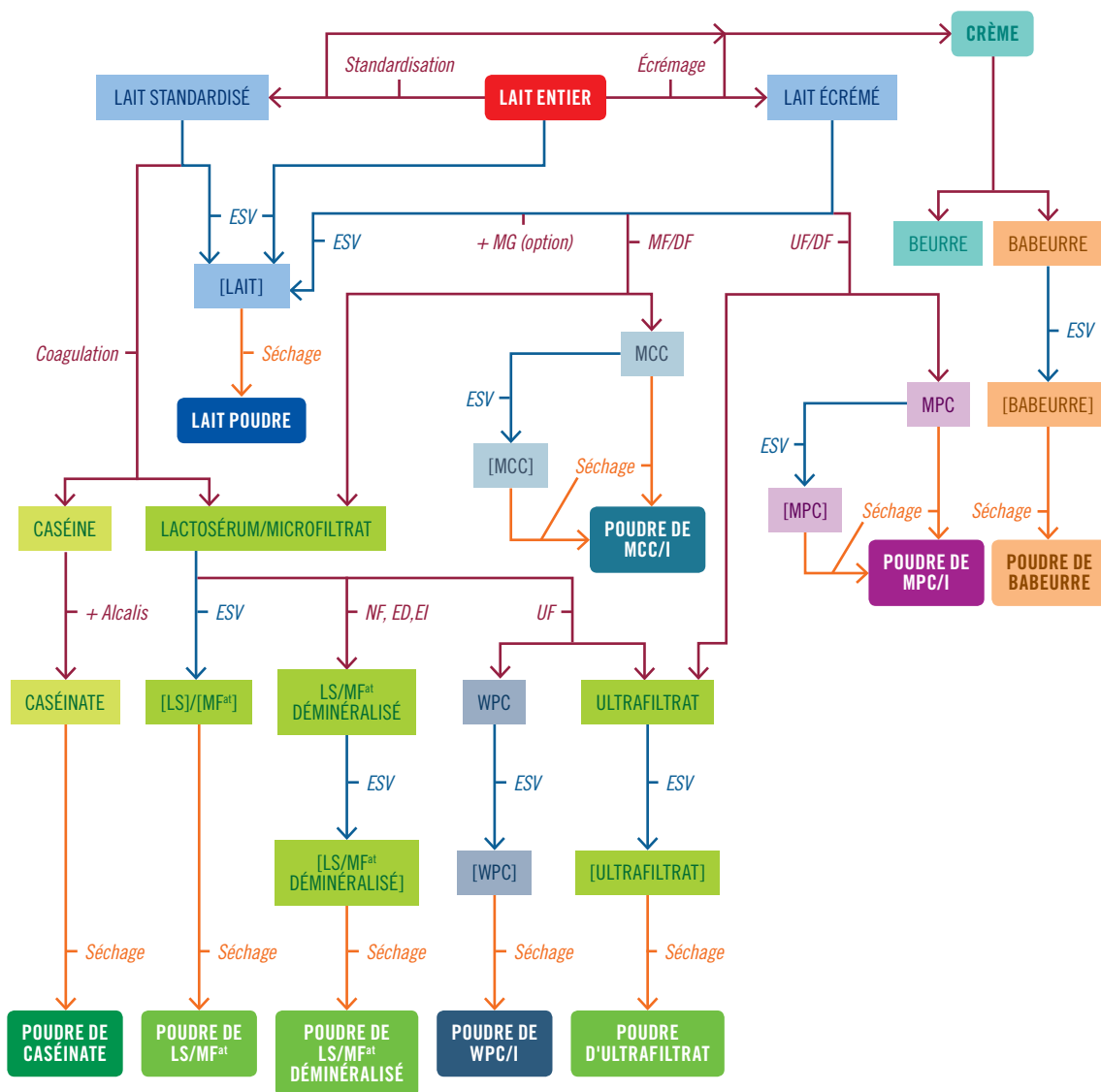
• Pourquoi les fromages ont des formes différentes ?

C'est le moulage qui donne sa forme typique au fromage (rond, carré, cœur, etc.). Le mot fromage vient d'ailleurs du latin *formaticum* signifiant qu'il est fabriqué dans une forme, un moule (*forma*). Le moulage peut être manuel ou mécanique.

• Qu'est-ce que le beurre concentré ?

Le beurre concentré est du beurre qui ne contient presque plus d'eau (il contient au moins 99,8 % de matière grasse laitière). Du fait de sa très faible teneur en eau, il se conserve plus facilement que le beurre. Il est utilisé dans de nombreuses préparations alimentaires industrielles.

Fabrication des ingrédients laitiers



Légendes

[]	Concentré	ESV	Évaporation sous vide	MF	Microfiltration 0,1µm	NF	Nanofiltration
DF	Diafiltration	I	Isolate	MF^{at}	Microfiltrat	UF	Ultrafiltration
ED	Électrodialyse	LS	Lactosérum	MG	Matière grasse	WPC	Whey protein Concentrate
EL	Échange d'ions	MCC	Micellar casein concentrate	MPC	Milk Protéin Concentrate		

Source : « Le cracking du lait » Schuck, 2010

POUR EN SAVOIR PLUS

- Lortal S, Boudier J-F. – La valorisation de la matière première lait, évolution passée et perspectives – Innovations Agronomiques 2011;13:1-12
- Maubois J-L. – Laites et produits laitiers en consommation humaine. Apports des procédés technologiques – Bull. Acad. Natle Méd. 2008;192(4):703-11
- CNIEL – Abécédaire Technologie laitière – www.cniel.com, 2014

■ La collection des ABCdaires du CNIEL : www.dico-du-lait.fr

