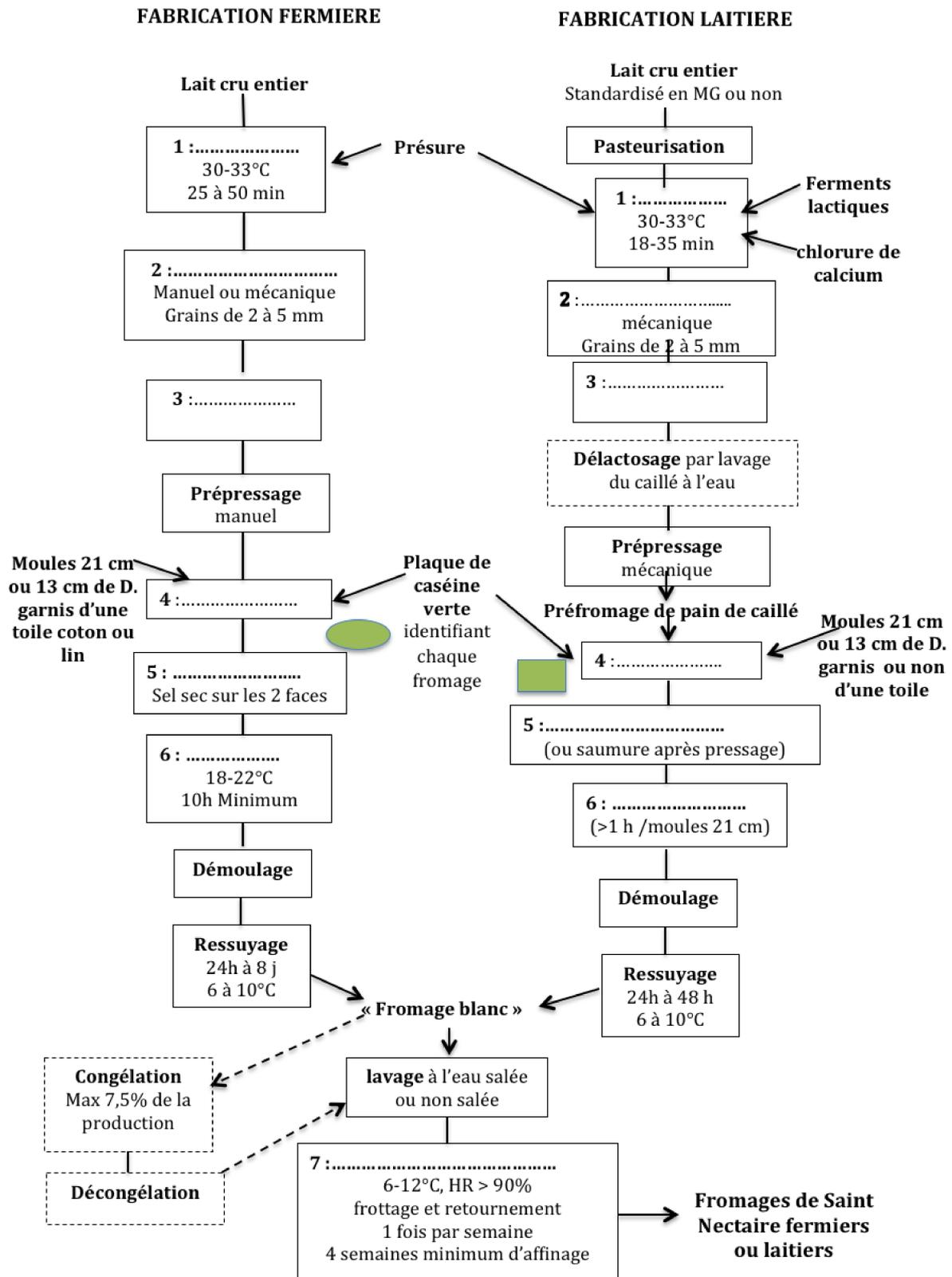


DOSSIER TECHNIQUE

| | |
|----------------------------|--|
| Annexe 1(p.2) | Etude de la fabrication du Saint-Nectaire |
| Annexe 2 (p. 3 à 7) | Documents d'étude concernant la valorisation d'un sous-produit de la fabrication du Saint-Nectaire : le lactosérum ou « petit lait » |
| Annexe 3 (p.7 et 8) | Le marché mondial du lactosérum |

Annexe 1 : Etude de la fabrication du Saint-Nectaire

1- Diagrammes de fabrications comparées du Saint-Nectaire fermier et laitier



2- Vidéo « Le fromage Saint Nectaire fermier du Fayet » (3'45)

<http://www.youtube.com/watch?v=VdsbQNIb6Jo>

Annexe 2 : Valorisation d'un sous-produit de la fabrication du Saint-Nectaire : le lactosérum ou « petit lait »

Document 1- Le lactosérum, définition et composition

(Sources :

- François Luquet (coord.), Laits et produits laitiers : vache, brebis, chèvre, t.2, Lavoisier, Tec & Doc, 1990, p.357.
- Pierre Jouan, Lactoprotéines et lactopeptides : propriétés biologiques, INRA-Quae éditions, 2002
- Archives de documents de la FAO, Département de l'agriculture, Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine)

Le lactosérum ou « petit lait » est la partie liquide qui se sépare du caillé lors de la fabrication des fromages. Le lactosérum est un liquide jaune-verdâtre, composé d'environ 94% d'eau, de lactose, de protéines solubles, de sels minéraux solubles et de très peu de matières grasses.

Le lait peut être coagulé en lui ajoutant de la présure ou en l'acidifiant par l'intermédiaire de bactéries lactiques. Mais l'industrie fromagère actuelle offre de nombreux intermédiaires où le lait estensemencé avec des bactéries lactiques puis mélangé à de la présure. Le caractère présure domine par exemple dans le pont-l'évêque, le caractère lactique dans le brie de Melun, avec entre les deux le cas du camembert (en fabrication industrielle).

On distingue les lactosérums selon l'acidité du liquide obtenu :

- les lactosérums doux dont l'acidité varie entre 15 et 22 ° Dornic ¹(pH ≈ 6,5), issus de la production de fromages à pâtes pressées cuites ou non (emmental, saint-paulin, edam).
- Les lactosérums acides atteignent une acidité de 120° Dornic (pH≈ 4,5), issus de la production des fromages à pâtes fraîches et molles ou lors de la production de caséines.

| Composition moyenne d'un lactosérum doux et d'un lactosérum acide | | |
|---|--|------------------|
| | Lactosérum doux (issu de la fabrication de l'Emmental par ex.) | Lactosérum acide |
| Eau (%) | 93,5 | 94 |
| Extrait sec (%) | 6,5 | 6 |
| pH | 6,70 | 4,6 |
| Composition en g.L ⁻¹ | | |
| Lactose | 76 | 74 |
| Protéine | 13,50 | 12,00 |
| Cendres | 8,00 | 12,00 |
| Acide lactique | <1,8 | >1,8 |
| Calcium | 0,6 | Jusqu'à 1,8 - 2 |
| Phosphore | 0,6 | 1,50 |
| Chlorure de sodium | 2,50 | 7,50 |

Nota : composition très variable en fonction de la spécialité fromagère dont est issu le lactosérum.

Les protéines du lactosérum possèdent un véritable intérêt nutritionnel en raison de leur composition élevée en acides aminés essentiels. Les plus importantes sont la β -lactoglobuline (majoritaire), l' α -lactalbumine, le glycomacropeptide, les immunoglobulines bovines, l'albumine sérique bovine et la lactoferrine bovine.

¹ Degré Dornic (° Dornic) : unité de mesure de l'acidité du lait. 1°D correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait.

Document 2 - Pourquoi le lactosérum est un polluant ?

(Source : <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/ecosys/eutrophisat.html>)

Le lactosérum est riche en matières organiques (protéines, lactose, ...), le lactosérum est aussi relativement concentré en phosphore. Lorsqu'il est rejeté dans un environnement donné (sol, lac, rivière, ...) il représente un apport massif de nutriments. Ces nutriments provoquent une multiplication massive, rapide des micro-organismes (bactéries, micro-algues notamment) et des algues, c'est l'hypercotrophisation (ou dystrophisation) du milieu. Dans le cas d'une masse d'eau faiblement renouvelée (lac par exemple) cette multiplication conduit à la consommation du dioxygène, diminue la quantité de lumière atteignant le fond et provoque ainsi une mort des organismes qui, en se décomposant, renforcent l'anaérobiose du milieu. Au final l'écosystème s'appauvrit permettant la seule survie d'organismes anaérobies dans des couches relativement profondes.

Document 3 - Comment valoriser le lactosérum ou « petit lait » ?

1. Extraction et production de protéines à partir de lactosérum

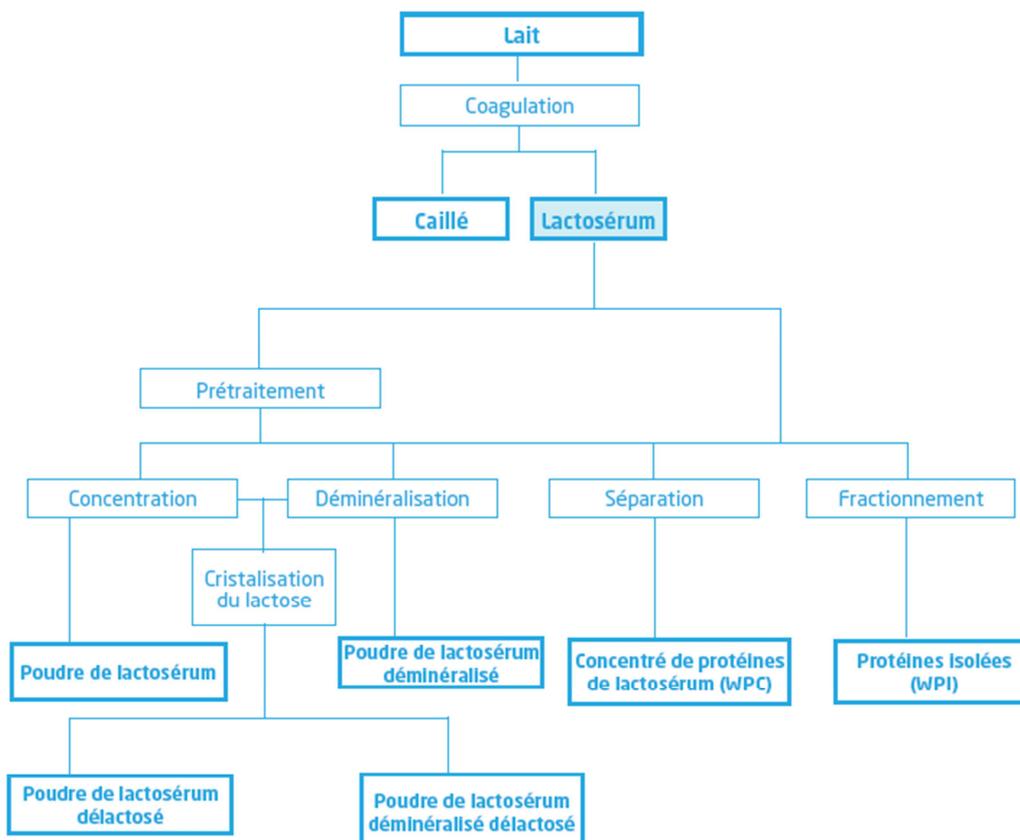
(Source : - François Luquet (coord.), Lait et produits laitiers : vache, brebis, chèvre, t.2, Lavoisier, Tec & Doc, 1990, p.357 et FranceAgriMer)

Jusque dans les années 1970, le lactosérum servait majoritairement à l'alimentation du bétail et à l'élaboration de préparations laitières très anciennes et pauvres en matières grasses : ricotta, brocciu, sérac.... Les fromageries écoulaient le maximum de leur lactosérum dans les porcheries voisines et le déversement dans les cours d'eau était à l'origine de pollution grave due à la fermentation des matières organiques.

Les progrès de la technologie ont permis ces dernières années de résoudre les problèmes de valorisation d'un produit agricole qui contient encore la moitié de la matière sèche du lait.

Pour cela il faut successivement :

- éliminer l'eau, le principal constituant du lactosérum
- extraire le lactose
- enrichir et extraire les protéines sériques
- éliminer une partie des minéraux



Source : FranceAgriMer Septembre 2013 ; numéro 02

L'industrie du lactosérum s'est considérablement développée depuis l'an 2000 et a vu la progression de marchés se chiffrant en milliards d'euros : poudre de lactosérum, protéines de lactosérum, sans parler du marché du lactose, du lactose pharmaceutique et des dérivés du lactose.

Les protéines de lactosérum sont proposées sous plusieurs formes :

- isolats protéiques de lactosérum (WPI, whey protein isolate) obtenus par chromatographie sur résine échangeuses d'ions. Complètement débarrassés du lactose, ils ont une teneur en protéines d'environ 90%.
- concentrés protéiques de lactosérum (WPC, whey protein concentrate) obtenus par élimination (précipitation, filtration ou dialyse) des constituants non protéiques du lactosérum de manière à obtenir une poudre contenant au minimum 25% de protéines. Généralement les WPC contiennent entre 30% et 80% de protéines.

| Utilisations principales de la poudre de lactosérum et des WPC, en Europe (UE 27) (volumes en tonnes en 2010) FranceAgrimer ¹² | | | | | | | |
|--|----------------------|---------------|----------------------|--------|--------|-------------|------------------|
| | Alimentation animale | Fromage frais | Produits diététiques | Glaces | Sauces | Boulangerie | Laits infantiles |
| Concentré de protéines sériques WPC en équ. prot. | 60 000 | 23 500 | 20 000 | 3 500 | 2 000 | 1 500 | |
| Poudre de lactosérum et poudre modifiée | 800 000 | | | 44 000 | 6 000 | | 234 000 |

2. Méthanisation du lactosérum

Procédé largement répandu lorsque la collecte est difficile et/ou coûteuse (fromagerie isolée, zone de montagne, volume produit faible). Le lactosérum est traité sur le site. Cette méthode apporte aussi une solution pour le traitement des eaux de lavage (« eaux blanches »).

(source : ADEME, Région Bourgogne et DRIRE Bourgogne : https://eco.e-bourgogne.fr/IMG/pdf/Maquette_Fiche_Laiterie_de_la_Cote.pdf)

➤ MOYENS

LE TRAITEMENT PAR MÉTHANISATION

Le traitement retenu est la méthanisation, un procédé d'épuration biologique naturelle des effluents qui se déroule à l'abri de l'air dans un réacteur fermé. Il permet une dégradation de la matière organique en produisant du biogaz riche en méthane. Ce gaz est ensuite valorisé via une des chaudières de l'entreprise pour la production d'eau chaude. Cette solution présente donc un double avantage : résoudre un problème de traitement de déchets organiques et assurer une auto-production d'énergie assurant des gains financiers et environnementaux puisqu'il y a substitution du gaz.

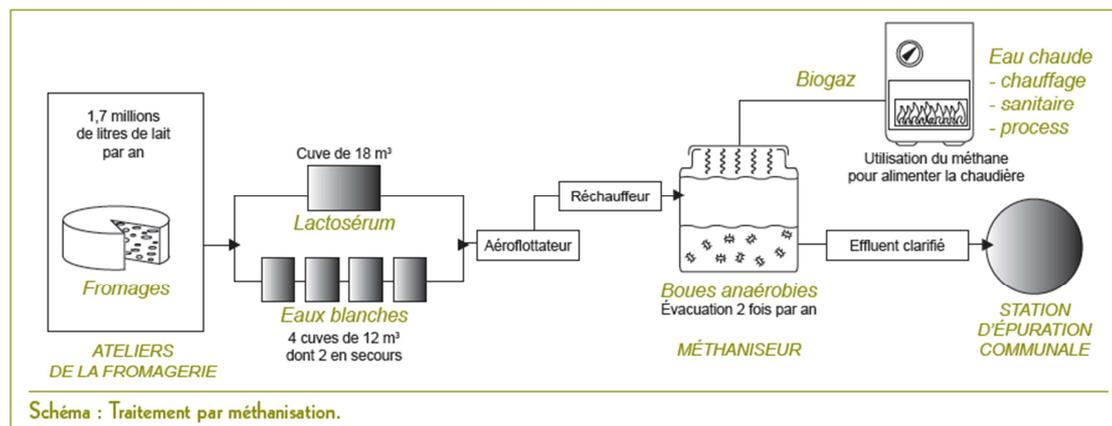
➤ EXPLICATION

DES BACTÉRIES UTILES

Le lactosérum et les eaux blanches, résultant des différentes étapes de fabrication des fromages, sont considérés comme des rejets liquides polluants en raison de leur charge en matière organique (principalement due au lactosérum) et ne peuvent donc pas être rejetés sans traitement préalable.

Afin de prendre en compte les fluctuations de l'activité (volumes, taux de charges organiques), ces deux effluents sont stockés dans des cuves en amont de la méthanisation puis mélangés, ce qui permet d'assurer une meilleure homogénéisation de la charge de l'effluent à traiter et un dimensionnement de l'installation à 20 m³/jour maximum. L'effluent subit ensuite un pré-traitement physique, « l'aérotation » qui permet d'éliminer les graisses et matières insolubles en suspension, avant d'être acheminé dans le méthaniseur dit « réacteur ». Le réacteur estensemencé en bactéries se reproduisant naturellement en dégradant la matière organique de l'effluent. De cette dégradation provient le biogaz riche en méthane. Un séparateur assure la rétention des boues dans le réacteur (les boues anaérobies sont évacuées une fois par an), la collecte du biogaz et l'évacuation de l'effluent « clarifié » (celui-ci subit une ré-oxygénation avant renvoi vers la station d'épuration communale pour éviter tout problème de nuisance olfactive).

Le gaz produit est stocké dans un gazomètre et brûlé dans une chaudière, grâce à un brûleur spécifique, assurant ainsi une partie de la production d'eau chaude.



Document 4 - Extrait de « Collecte et valorisation de lactosérum sur la zone AOC de Saint-Nectaire »

(Source : ADEME (Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'Energie) Délégation Régionale d'Auvergne)

Sur la zone AOC Saint-Nectaire, le lactosérum issu de la production de fromage Saint-Nectaire fermier des producteurs indépendants représente un gisement de plusieurs dizaines de millions de litres par an. Jusque très récemment, ces producteurs indépendants ne disposaient pas de solution de valorisation et le lactosérum non auto-consommé par le bétail était déversé dans les rivières ou épandu dans les champs, avec des conséquences néfastes pour le milieu naturel (pollution des cours d'eau, lacs et nappes phréatiques et nuisances olfactives). Sous l'impulsion des pouvoirs publics soucieux de réduire ces atteintes à l'environnement, un dispositif visant à collecter et à valoriser le lactosérum des producteurs indépendants a été mis en place. Cinq laiteries-fromageries industrielles, présentes dans la zone AOC, ont été chargées d'effectuer la collecte en porte à porte chez les producteurs indépendants, et de l'introduire dans le circuit de valorisation de leur propre lactosérum. L'objectif était d'amener plus de la moitié des producteurs fermiers à adhérer au dispositif et par conséquent de collecter plus de la moitié du gisement, soit 20 millions de litres...

Le processus de valorisation permet d'extraire du lactosérum les matières utilisables pour l'alimentation animale : les extraits secs, matières solides qui restent du fromage après

déshydratation complète (protéines, lipides, sels minéraux) et les matières grasses. L'intérêt de la valorisation est double ; elle permet d'une part de supprimer progressivement la présence de lactosérum dans les cours d'eau et les milieux naturels et d'autre part de valoriser le lactosérum dans le secteur de l'alimentation animale sous forme de poudre de lactosérum ...

Une telle opération nécessite l'adhésion de multiples acteurs qu'il faut convaincre et fédérer. Le point clé repose sur l'accord commercial entre producteurs indépendants et laiteries qui doit satisfaire toutes les parties et rendre la filière économiquement viable.

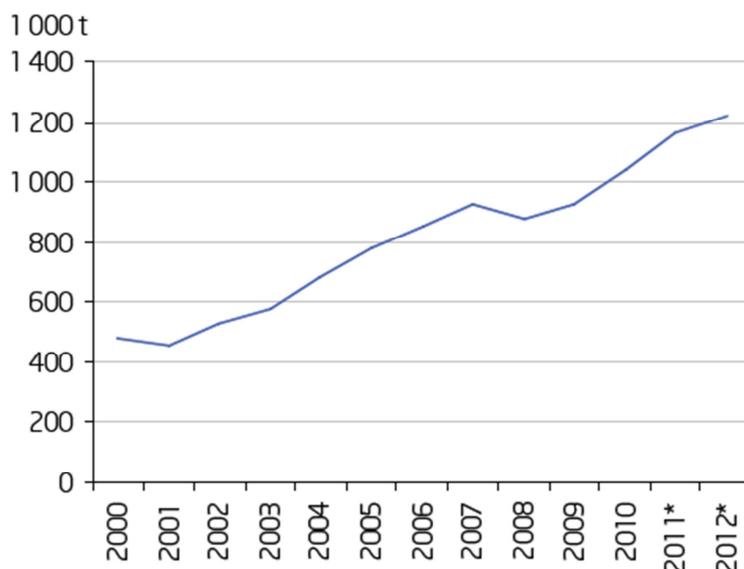
« La qualité de l'eau s'est améliorée sur la zone, c'est un excellent résultat. Toutefois l'équilibre financier du dispositif reste fragile, en raison des variations du cours mondial de la poudre de lactosérum, et la hausse du carburant de collecte. La renégociation du contrat actuellement en cours portera sur l'optimisation de la collecte et sur la participation financière de l'aval de la filière fromagère (affineurs, consommateur final). »

Annick DESGOUTTES, ADEME Délégation Régionale d'Auvergne

Annexe 3 : Le marché mondial du lactosérum

Source : FranceAgriMer ; Septembre 2013 ; numéro 02

Autrefois sous-produit valorisé uniquement sous forme liquide en alimentation animale (porcherie), le lactosérum est devenu un ingrédient laitier à part entière toujours utilisé en alimentation animale (aliments pour veaux, bovins, porcins, volailles) mais aussi en alimentation humaine (poudre infantile, chocolaterie, plats préparés...). Ainsi, en Europe, près de 70% du lactosérum disponible est encore utilisé en alimentation animale et 20% pour la fabrication de lait infantile.



Tonnage (en milliers de tonnes) des exportations mondiales de lactosérum en poudre

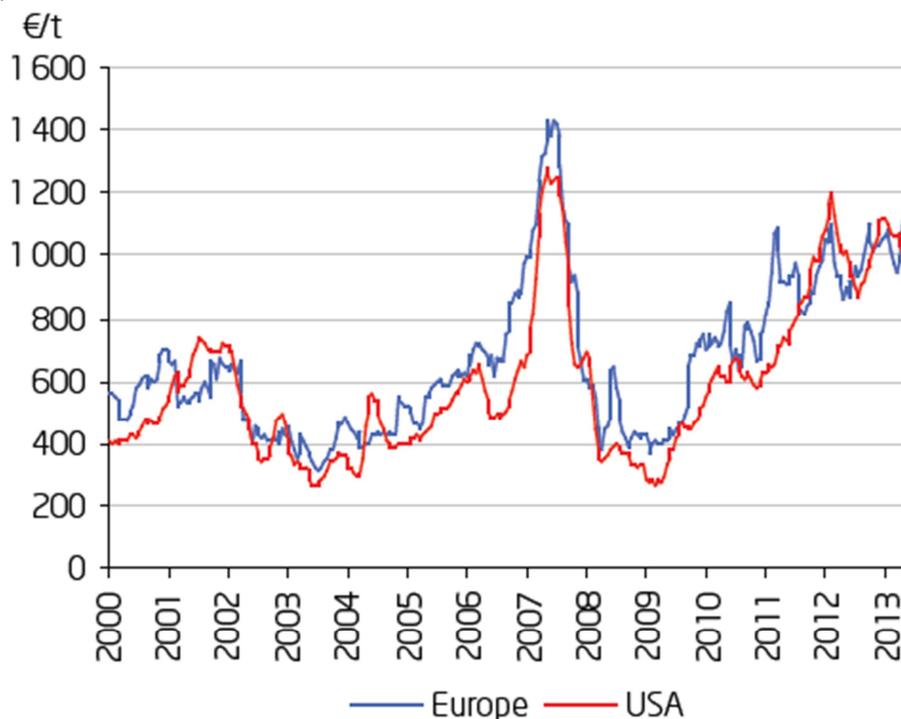
*Estimation FranceAgriMer

Source : FranceAgriMer d'après FAO

Au niveau mondial, cette deuxième utilisation tire le marché, dynamisé par une demande de plus en plus importante. Alors que le prix moyen du lactosérum en poudre était relativement stable (400-600 €/tonne) entre 2000 et 2006, il se situe en 2013 à environ 1000 €/tonne, après de fortes fluctuations.

Comme l'ensemble des produits laitiers industriels (beurre, poudre de lait et de lactosérum), il a connu une flambée des prix en 2007 avec une hausse de presque 40% entre 2006 et 2007 jusqu'à un niveau historique de 1400 €/tonne au début de l'été 2007. Il a ensuite chuté de 30% entre 2007 et 2008, puis de 15% l'année suivante, retrouvant ainsi les niveaux observés entre 2000 et 2006. Ces mouvements s'expliquent par une hausse de la demande mondiale en produits laitiers plus forte que celle de la collecte mondiale de lait, puis après 2007 et jusqu'en 2009 par un excédent d'offre (reprise de la collecte en Océanie et en

Europe) vis-à-vis de la demande (crise économique en lien avec la crise américaine des subprimes).



Prix FOB (Free on board = sans frais à bord) en Europe de l'ouest et aux USA du lactosérum en poudre

Source FranceAgriMer d'après USDA et BCE

Depuis 2009, selon la FAO, la production mondiale de lactosérum en poudre s'est élevée à plus de 100 Mt. Les principaux fabricants sont l'UE à 27 et les Etats-Unis, à l'origine de respectivement 50% et 20% des fabrications mondiales de lactosérum. Ces deux entités sont aussi les principaux fournisseurs du marché mondial et représentent, à elles seules, près de 75% des volumes échangés en 2010. La demande internationale se situe principalement en Asie, tirée par la Chine, premier importateur mondial représentant 27% des volumes échangés. Les autres principaux pays importateurs sont l'Indonésie (7%), la Malaisie (6%), le Japon (5%) et la Russie (5%). Entre 2000 et 2010, les importations de ces pays ont fortement augmenté, sauf sur le marché mature du Japon.

La forte demande de pays dépendants des importations rend les équilibres sur ce marché assez fragiles, et une hausse de la demande (comme en 2007) ou une baisse de l'offre, comme celle de début 2013, entraîne rapidement une variation marquée des cours mondiaux.