

Fiche REX n°4 : Opérations Spécifiques CEE

Industrie Agroalimentaire :

Concentration de sérum par nano filtration et osmose inverse

Opération réalisée

- Installation d'une unité de concentration de sérum par nano filtration et osmose inverse

Coût

- Investissement total : 1,815 millions d'euros
- Temps de retour sur investissement : 3,3 ans

Economies

- 1 GWh/an d'électricité
- 18,1 GWh/an de gaz soit 1,5 GWh/mois de gaz
- 588 k€/an économisés soit 49 k€/mois économisés

CONTEXTE

Cette opération a été effectuée dans une **entreprise agro-alimentaire** spécialisée dans la **transformation et la commercialisation de fromage industriel**.

Lors de la transformation du lait en fromage (voir *Figure 1*), un produit appelé sérum (ou lactosérum) est fabriqué. Ce liquide est composé d'eau, de sucre, de protéines et d'un faible taux de matières grasses. **Pour réduire les coûts de transport, le sérum est pré-concentré**. Les installations de l'entreprise sont ainsi dimensionnées de manière à avoir une concentration de 28 % d'extrait sec. Généralement, cette concentration est obtenue à l'aide d'évaporateurs à multiple effets, équipés ou non de recompression mécanique de vapeur.

Le procédé de pré-concentration a fait l'objet d'un dépôt de dossier auprès du PNCEE (Pôle Nationale des Certificats d'Economies d'Energie) afin de bénéficier du dispositif des CEE spécifiques. **L'investissement a consisté à remplacer une unité de concentration par évaporation par une unité de concentration sur membranes** constitué de deux boucles de filtration : **nano-filtration** et **osmose inverse**.

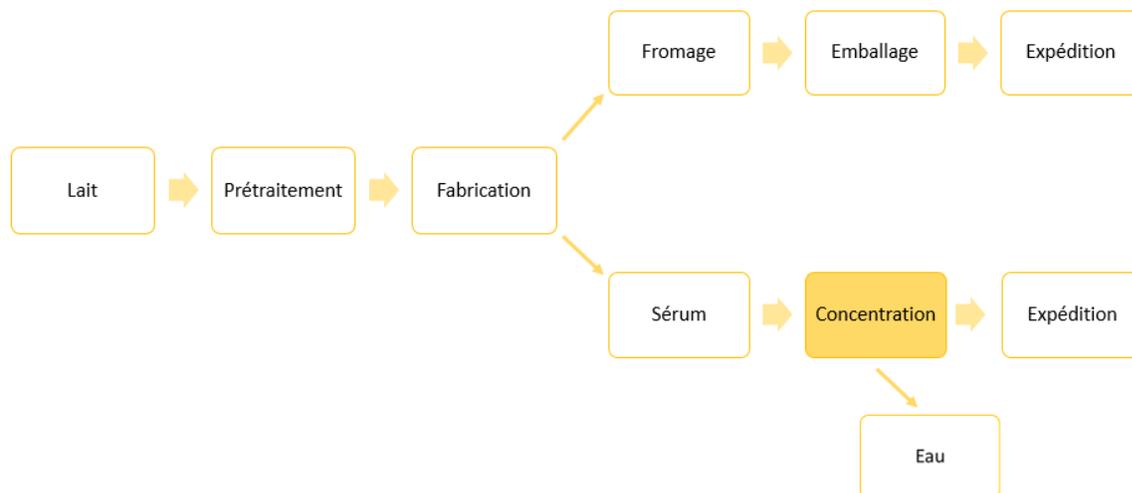


Figure 1 : schéma du procédé de fabrication globale

✓ Principe de la nano filtration et osmose inverse

Un liquide contient des molécules de tailles variées. Différents procédés de séparation membranaire existent : osmose inverse, nanofiltration, ultrafiltration et microfiltration. Ils sont utilisés dans le traitement des effluents afin de **séparer les composants d'un liquide** en fonction de leur taille (voir *Figure 2*).

Contrairement à la filtration par évaporation fonctionnant par gradient de température, les procédés membranaires utilisent la **pression comme force motrice de séparation**. La filtration membranaire, dans notre cas, est réalisée grâce aux procédés de **nanofiltration et d'osmose inverse**.

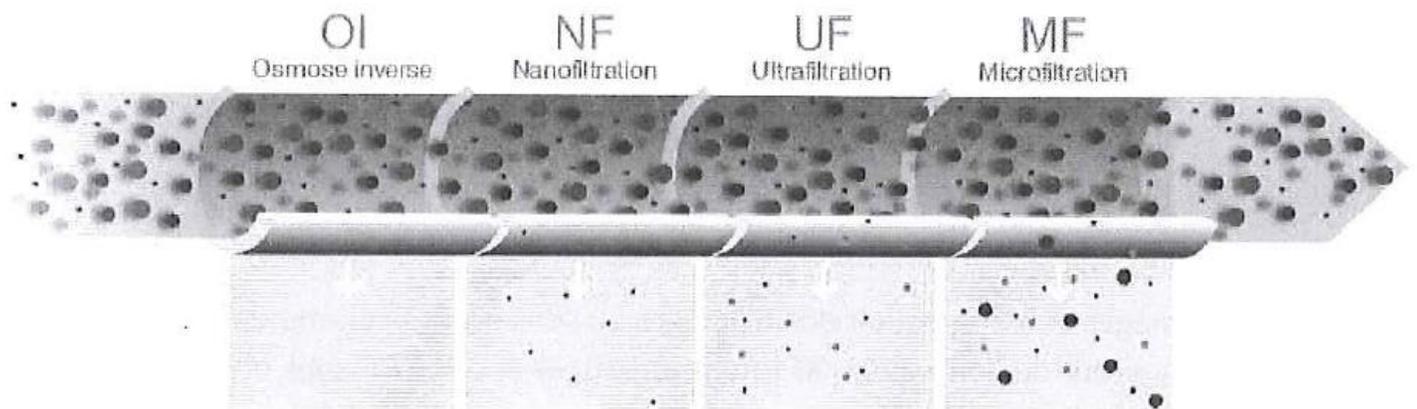


Figure 2 : procédés de filtration par membranes

La **nanofiltration** est un procédé de séparation fonctionnant par tamisage (sous pression). Cette technique permet de séparer des molécules de taille de 1 à 10 nm.

L'**osmose inverse** (*Figure 3* ci-dessous) fonctionne par perméation : les molécules migrent sur un milieu solide et sont ainsi plus ou moins retenues en fonction de leur taille et de leur affinité avec ce milieu. Ainsi, deux flux sont récupérés en sortie de la membrane : **le rétentat**, constitué du liquide contenant les molécules retenues par la membranes (grosses molécules) et **le perméat**, constitué du liquide contenant les molécules que la membrane « a laissé passer » (petites molécules). Les membranes d'osmose inverse sont souvent assemblées sous forme de module spiralé (voir *Figure 3*).

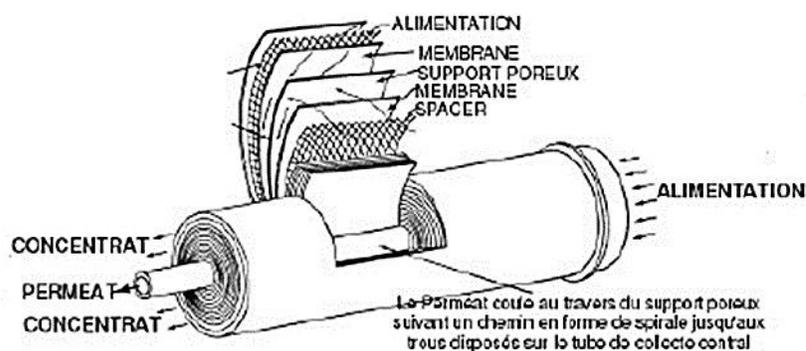
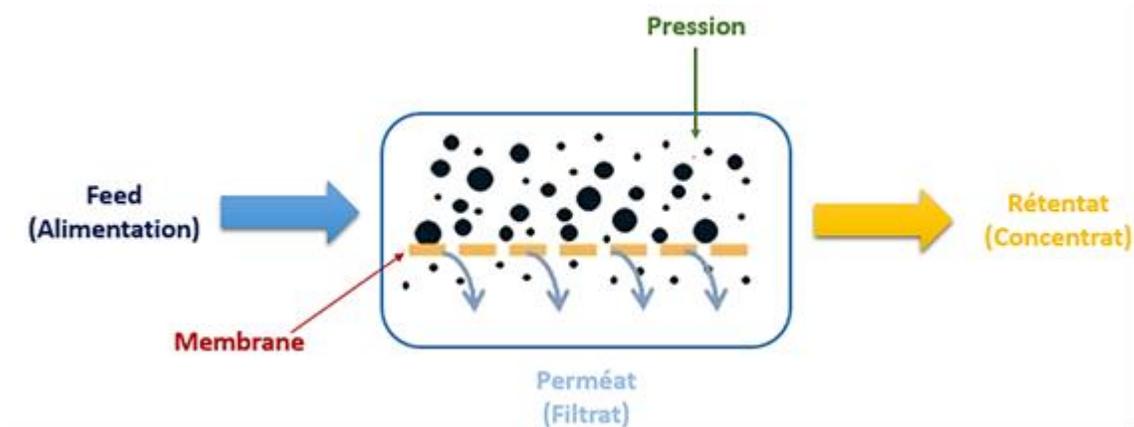


Figure 3 : séparation membranaire par osmose inverse
Source : ENSEEIHT

Le mot de Benjamin Henry, directeur des opérations et business development - obligé TOTAL BHC Energy :

« Le groupe TOTAL, parallèlement aux efforts d'efficacité énergétique effectués sur ses propres installations, aide et encourage ses clients professionnels à optimiser leur consommation d'énergie à travers sa filiale BHC ENERGY et le concept d'Energy Management.

BHC ENERGY accompagne plus d'un millier de sites industriels et grands tertiaires pour améliorer leur productivité tout en consommant moins d'énergie. La société travaille sur tous les secteurs industriels en proposant les meilleures technologies pour améliorer la performance énergétique globale des sites avec une prise en charge de l'investissement jusqu'à 100%, notamment à travers le mécanisme des CEE (opérations standards et spécifiques) pour lequel BHC porte un mandat du groupe TOTAL (2^{ème} obligé national). »

PRESENTATION DE LA SOLUTION

✓ Concentration du sérum : nano filtration et osmose inverse

Les étapes de concentration du lactosérum nécessitent l'utilisation de grandes quantités d'électricité et de chaleur (gaz). Pour la concentration du sérum, l'utilisation de **deux évaporateurs multi-effets** étaient requis. Le premier est à trois effets consommant 3,8 tonnes/h de vapeur pour un débit de sérum de 22 m³/h. Le second est un évaporateur à recompression mécanique de vapeur consommant 150 kg/h de vapeur pour un débit identique.

La concentration par évaporateur multi effets fait partie des meilleures techniques disponibles et a été utilisée pour définir la situation de référence. Cependant d'autres solutions plus économes en énergie existent actuellement. C'est le cas notamment de la filtration membranaire. Ainsi afin de réduire l'utilisation de ces énergies, l'entreprise a fait l'acquisition d'une **unité de concentration de sérum par nano filtration et osmose inverse**, utilisée dans l'étape de **concentration** du procédé de fabrication du sérum (voir *Figure 1* ci-dessus).

✓ Zoom technique

Avant les travaux, l'unité de concentration sur évaporateur fonctionnait de la façon suivante (voir *Figure 4*) :

- Le sérum arrive de la fromagerie,
- La première étape consiste à le chauffer (Etape 1),
- Le sérum est ensuite envoyé vers l'évaporateur multi-effets afin d'être concentré. Cette étape nécessite un apport de chaleur (Etape 2),
- Le concentré est refroidi avant d'être stocké (Etape 3).

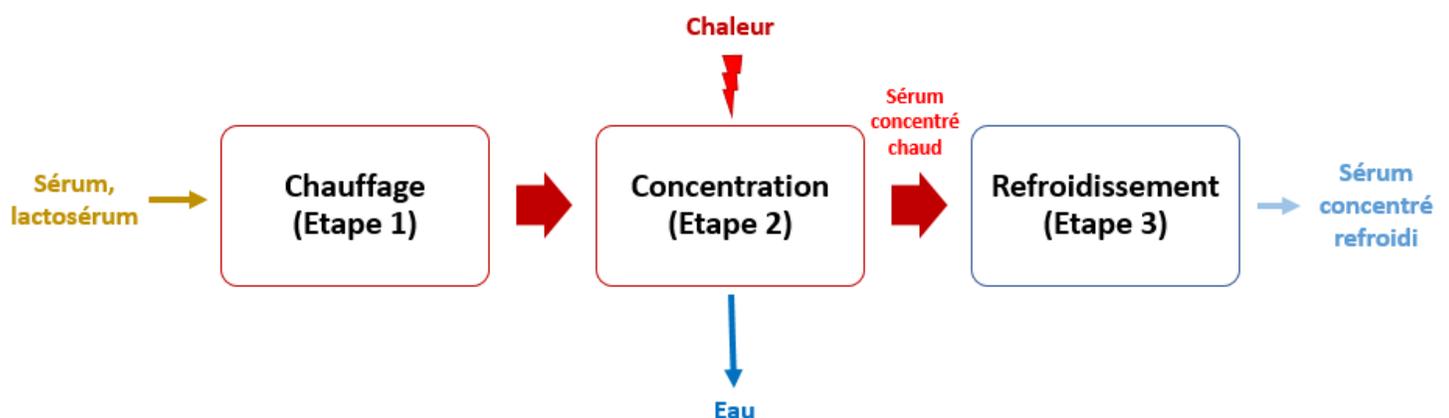


Figure 4 : schéma du procédé de concentration avant modification

A la suite des travaux, l'étape de concentration sur la nouvelle installation est réalisée grâce à des procédés de filtration membranaires complémentaires : **une unité de nano-filtration et d'osmose inverse**.

L'unité de nano-filtration permet de filtrer la totalité du sérum à traiter afin de le concentrer (sérum concentré en sortie). Le perméat (partie non concentrée du liquide) en sortie de nano filtration est envoyé vers l'unité d'osmose inverse (voir Figure 5). Ce traitement permet d'obtenir de l'eau qui sera réutilisée pour le nettoyage de l'installation.

Les étapes de traitement du sérum deviennent les suivantes (Figure 5):

- Le sérum arrive de la fromagerie,
- La première étape consiste à sa pasteurisation (augmentation de température puis refroidissement - Etape 1),
- La totalité du sérum refroidi est envoyé vers les modules de nano filtration (Etape 2),
- Le rétentat (sérum concentré) est refroidi (Etape 3) avant d'être stocké,
- Le perméat issu de la nano filtration (perméat du sérum) est envoyé vers l'unité d'osmose inverse (Etape 4) afin de filtrer les dernières particules du sérum,
- Le concentrat issu de cette opération est envoyé vers la station d'épuration,
- Le perméat (eau) est quant à lui stocké. Il sera utilisé pour le nettoyage de l'installation (eau de lavage).

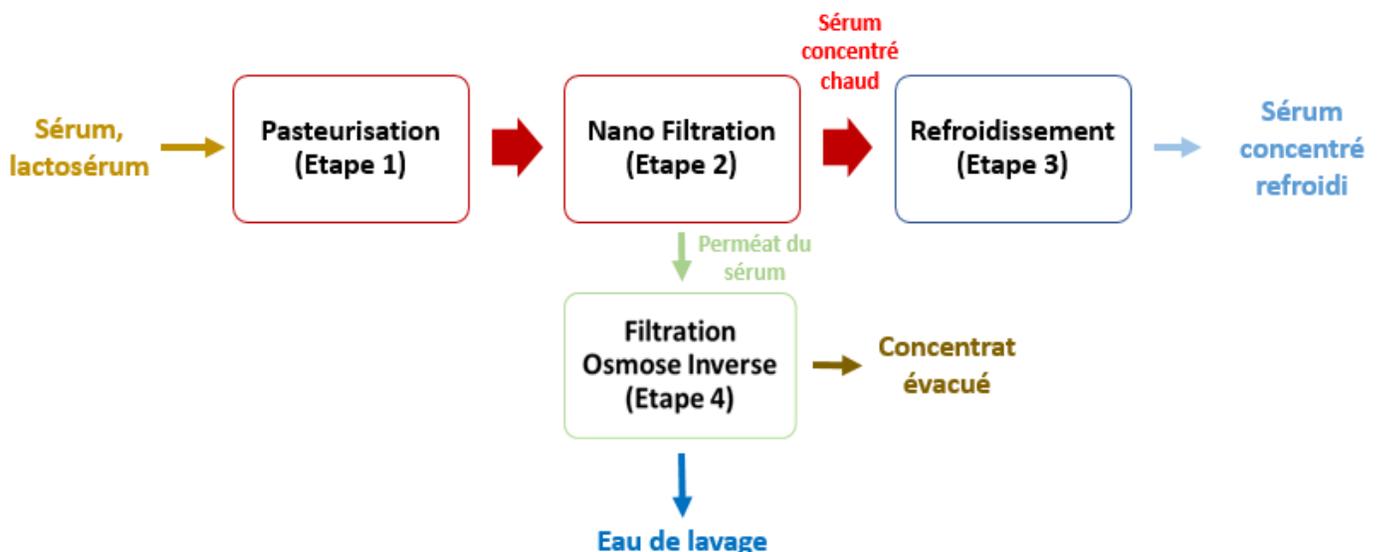


Figure 5 : schéma du procédé de concentration après modification

✓ Zoom économique

Ce projet a représenté **un investissement total de 1,815 millions d'euros**. Ce coût comprend l'étude, les travaux ainsi que le matériel. Pour financer ce projet, l'entreprise a monté un dossier en partenariat avec BHC Energy, dans l'optique de bénéficier du dispositif **CEE**. Le calcul du temps de retour sur investissement transmis au Pôle National CEE a été évalué à **3 ans et 3 mois**.

Cette installation permet de générer une **économie de 18,1 GWh de gaz par an** soit près de **520 000 € par an** ainsi qu'une **économie de 1,03 GWh d'électricité économisée par an** soit près de **69 000 € par an**. Ce projet a été financé par les **CEE spécifiques obtenus** et par les fonds propres de l'entreprise.

Le point sur les CEE spécifiques...

Dans le cas général, une demande d'opération spécifique est à faire en trois exemplaires dont un exemplaire numérique. Elle est adressée au Pôle National CEE après avoir complété le registre Emmy. Le dossier d'une demande de CEE relative à une opération spécifique doit comporter :

- 1) un dossier administratif, instruit par le Pôle National CEE (PNCEE),
- 2) un dossier technique qui peut être expertisé par l'ADEME sur demande du PNCEE.

Le dossier technique d'une demande de CEE spécifiques comporte obligatoirement les 6 éléments suivants:

- 1) Un audit énergétique
- 2) Une description de la situation avant l'opération
- 3) Une description de la situation de référence

La détermination de la situation de référence est une étape fondamentale lors de la constitution d'un dossier. Elle permet en effet de justifier que l'opération choisie constitue une alternative énergétiquement performante en termes d'équipement, de technologie ou de service et va servir de base pour le calcul des économies d'énergie. Il en existe 4 types.

- 4) Une description de la situation prévisionnelle après l'opération
- 5) Un calcul des économies d'énergie annuelles attendues, du montant des certificats demandés et une justification du choix de la durée de vie retenue
- 6) Un calcul du Temps de Retour Brut (TRB) de l'opération qui doit être supérieur à 3 ans pour que l'opération soit éligible.

Pour plus d'information, consultez le guide sur les opérations spécifiques réalisé par l'ADEME

Cette fiche a été élaborée avec le soutien de :



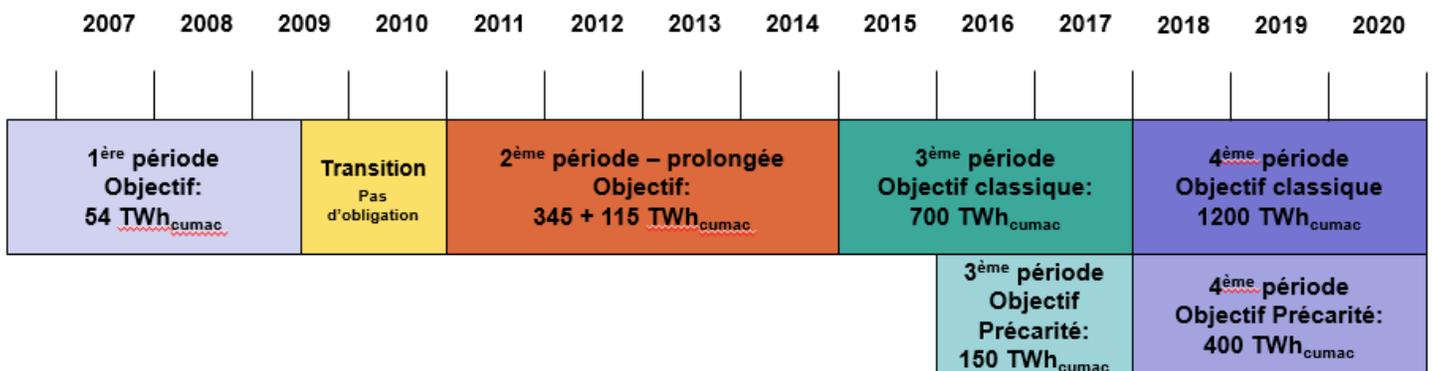
Les CEE en bref...

• Pourquoi des CEE ?

Le dispositif « CEE » (Certificats d'Economie d'Énergie) a été introduit par la Loi POPE en 2005, dans le but de réaliser des économies d'énergie finales dans des secteurs variés. Ainsi l'Etat impose aux fournisseurs d'énergie et distributeurs de carburant (« **les obligés** ») de réaliser ou faire réaliser des économies d'énergie aux consommateurs (« **les bénéficiaires** ») matérialisées par des CEE.

• Quand ?

Pour ce faire, un objectif global d'économies est défini puis réparti entre les obligés. Les durées et niveaux d'obligation des périodes sont illustrés ci-dessous :



Le décret n°2017-690 définissant les objectifs de la 4^{ème} période a été publié au Journal Officiel le 3 mai 2017. Il fixe notamment les objectifs à 1 200 TWh cumac auxquels s'ajoutent 400 TWh cumac au bénéfice des ménages en situation de précarité énergétique.

• Comment ?

Cette obligation est chiffrée en **TWh cumac** d'énergie finale, **cumac** étant la contraction de « **cumulé** » et « **actualisé** » : les économies annuelles en kWh sont cumulées sur la durée de vie de l'opération et actualisée à un taux de 4 %. En fin de période, les obligés doivent justifier de l'accomplissement de leurs obligations par la détention d'un nombre de CEE équivalent à leurs obligations. Il existe 3 moyens d'obtenir des CEE :

- **Les opérations standardisées.** Il s'agit d'opérations unitaires, définies dans des fiches publiées par arrêté et précisant les modalités d'application de chaque fiche et le montant forfaitaire de CEE attribué à l'opération.
- **Les opérations spécifiques.** Il s'agit d'opération non couvertes par les fiches d'opérations standardisées, en général plus complexes, plus spécifiques et/ou plus innovantes. Le montant de CEE est propre à chaque opération qui fait l'objet d'un dossier de demande bien particulier.
- **Les programmes.** Il en existe 4 catégories : lutter contre la précarité énergétique, information, formation et innovation. Ils permettent aux obligés d'obtenir des CEE en contrepartie de leur financement.

Cette fiche constitue un retour d'expérience relatif à une **opération spécifique**. Dans ce cadre, il existe un [guide technique sur les opérations spécifiques](#) pour mettre en place et constituer un dossier de demande pour une opération spécifique. Ces opérations représentent 6 % des CEE délivrés.

Pour plus d'informations, rendez-vous sur le [site de l'ATEE](#)