



AQUAREL

Traitement et réutilisation de l'eau en transformation laitière

Février 2018

Brice Bourbon
ACTALIA
b.bourbon@actalia.eu / 05 46 27 69 82

Les informations contenues dans cette publication ont été obtenues dans le cadre d'un Projet de recherche initié par le CNIEL, mené conjointement avec ACTALIA, grâce au soutien financier du CNIEL et des Agences de l'Eau Seine-Normandie et Loire-Bretagne.

Table des matières

Introduction	1
1. Les eaux issues du lait.....	2
1.1 Origines.....	2
1.2 Flux et composition	3
1.2.1 - Flux.....	3
1.2.2 - Composition.....	4
2. Réutilisation actuelle des eaux issues du lait.....	6
3. Technologies de traitement associées à la réutilisation....	7
Conclusion.....	10
Bibliographie	11



Introduction

Dans un contexte de changement climatique et d'appauvrissement de la ressource en eau, la gestion de cette dernière au sein des industries agro-alimentaires doit faire l'objet d'une révision. En effet, celles-ci sont de grandes consommatrices d'eau potable et les sites de transformation laitière ne font pas exception. La plupart des transformateurs laitiers ont mis en place des solutions de réutilisation pour les eaux issues des unités de Nettoyage En Place (NEP), mais certaines sources d'eau restent peu exploitées.

Parmi elles figurent les eaux issues du lait qui sont des eaux directement issues de la matière première. Elles sont obtenues durant des phases de concentration du lait et du lactosérum obtenu en fromagerie qui ont lieu, notamment, lors de la fabrication de poudres. Peu chargées organiquement, elles font l'objet d'une réutilisation pour le nettoyage extérieur des véhicules et sont également réutilisées, après un traitement adapté, pour l'alimentation des chaudières et circuits de refroidissement. Une grande partie du flux de ces eaux rejoint néanmoins la station d'épuration.

Si certaines pratiques de réutilisation ne sont pas développées en France, d'autres pays n'ont pas hésité à sélectionner de nouveaux usages de ces eaux grâce à la mise en place de technologies et de filières de traitement permettant d'obtenir les qualités d'eau recherchées.

Ce document de synthèse constitue un document récapitulatif sur trois thèmes : la description des eaux issues du lait (origines, flux, composition), leur réutilisation actuelle en transformation laitière et les technologies de traitement permettant une meilleure valorisation de ces eaux. Les informations et données présentées dans ce document sont tirées de publications scientifiques et d'articles de presse spécialisée.

1. Les eaux issues du lait

1.1 Origines

Le lait est constitué d'environ 88% d'eau. Les 12% d'extrait sec sont composés de 38% de lactose, de 30% de matière grasse, de 25% de matière azotée et de 7% de minéraux auxquels s'ajoutent des vitamines et des enzymes (Gésan-Guiziou, 2007). Le lactosérum est quant à lui constitué de 94% d'eau et la composition de sa matière sèche diffère selon son caractère acide ou doux (Decloux et Rémond, 2009). Lors de la transformation, notamment en poudres, de ces matières premières que sont le lait, le lactosérum et le babeurre, un important flux d'eaux appelées eaux issues du lait est récupéré. Celles-ci sont générées à l'issue de deux opérations unitaires : la concentration sur support membranaire et l'évapo-concentration.

Lors de l'étape de concentration sur support membranaire, les eaux issues du lait constituent le perméat obtenu suite au passage du lait, du lactosérum ou du babeurre à travers un ou deux modules de filtration (figure 1), ces derniers pouvant être des modules de nanofiltration ou d'osmose inverse (Daufin et al., 2001). Cette opération permet en général de faire passer la teneur en extrait sec des produits de 6 ou 12% à 18%. En ce qui concerne le lactosérum, l'osmose inverse peut conduire à l'obtention d'une teneur en extrait sec de 27% (Gésan-Guiziou, 2007).

Lors de l'étape d'évapo-concentration qui consiste à faire augmenter le taux de matières sèches présentes dans le lait jusqu'à 50% (Sloth et al., 1990), les eaux issues du lait sont récupérées sous forme de condensats (figures 1 et 2). Ce sont ces eaux qui sont en priorité définies par l'expression COW water puisque leur appellation anglaise est **Condensate Of Whey**.

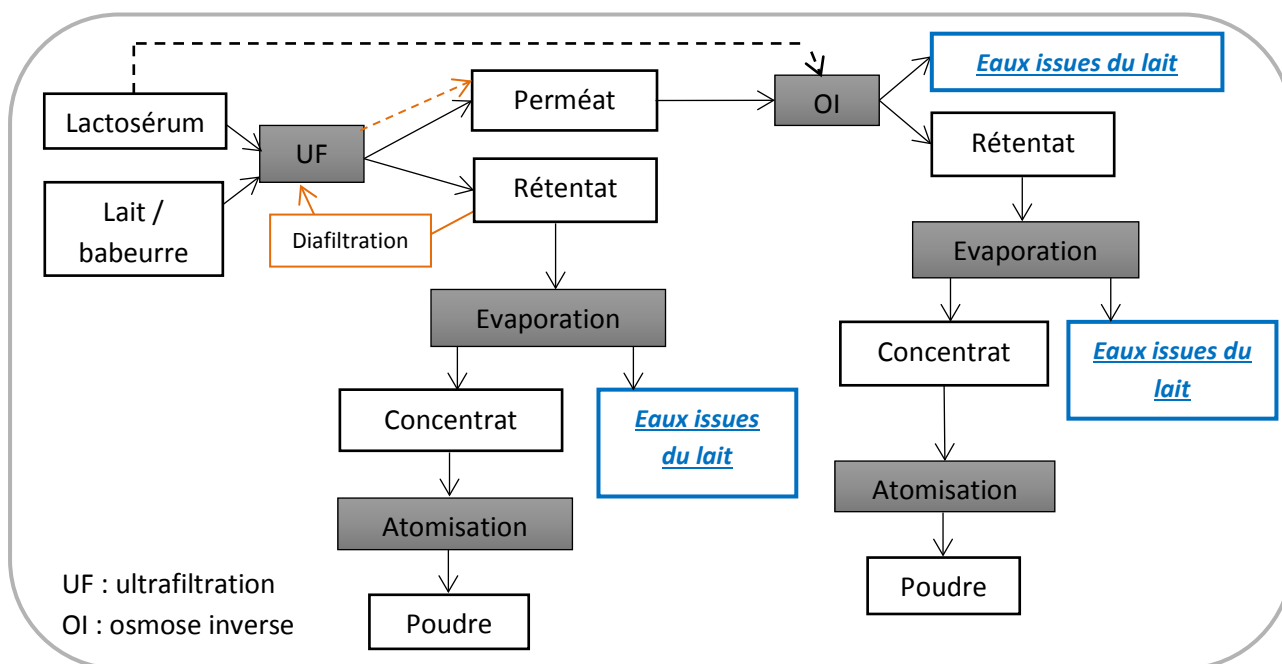


Figure 1 : Illustration simplifiée d'une filière de fabrication de produits laitiers en poudre

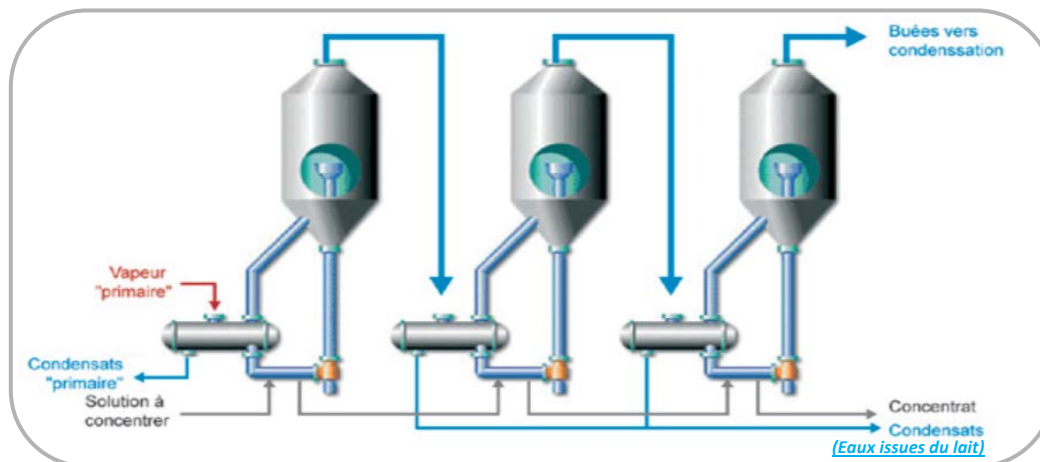


Figure 2 : Production d'eaux issues du lait dans un évapo-concentrateur à multiples effets
(Source : SPW, 2008)

1.2 Flux et composition

1.2.1 - Flux

La quantité produite d'eaux issues du lait est dépendante de la nature, de la quantité de matière première entrant au niveau des process de concentration et d'évapo-concentration et de la teneur en extrait sec que l'on souhaite atteindre.

Dans le cas d'une étape de concentration par osmose inverse, il est possible d'obtenir un flux de perméat de 9000 litres par heure si le flux de lactosérum à concentrer de 6 à 24% d'extrait sec est de 240 000 litres par jour soit 12 000 litres par heure lorsque le temps de fonctionnement de l'installation est de vingt heures (Fraisie, 1991). Ainsi la récupération d'eau est de l'ordre de 75%. Une autre étude menée sur la filtration par osmose inverse de solutions contenant une quantité de matière sèche proche de celle du lactosérum, signale que le pourcentage d'eau récupérée peut atteindre 95% (Vourch et al., 2008).

Dans le cas d'une étape d'évapo-concentration sans pré-concentration, les flux d'eaux issues du lait sont également importants. L'évapo-concentration de dix tonnes de lait écrémé à 9% d'extrait sec jusqu'à une teneur de 50% de matière sèche produit 8200 kilogrammes d'eau soit 90,1% de la masse initiale (Fraisie, 1991). Si ces dix tonnes sont traitées sur vingt heures, cela signifie que le flux d'eau d'eaux issues du lait est de 410 kilogrammes par heure. Les deux technologies, osmose inverse et évapo-concentrateur, peuvent être couplées. Dans ce cas, la récupération d'eau peut atteindre environ 97% (Fraisie, 1991).

Les eaux issues du lait sont donc générées en très grande quantité sur les sites de transformation laitière qui mettent en œuvre une ou les deux opérations citées précédemment. De ce fait elles représentent une part non négligeable des effluents lorsqu'elles ne sont pas réutilisées et constituent un apport volumique important pour la station d'épuration. De l'eau passe également dans la phase gaz lors de l'étape de séchage qui consiste à faire passer la teneur en extrait sec du

concentrat de 50 à 96% de matière sèche (Sloth et al., 1990). A l'heure actuelle, celle-ci n'est pas récupérée car d'un point de vue technique cela n'est pas rentable.

1.2.2 - Composition

En comparaison avec les autres effluents produits par un site de transformation laitière, les eaux issues du lait présentent une charge organique plus faible. Leur composition dépend cependant du produit et de l'étape unitaire dont elles sont issues.

Les eaux issues du lait existantes sous forme de condensats issus de la fabrication de poudre de lait et de poudre de sérum présentent des caractéristiques physico-chimiques similaires. Leur pH oscille entre 5 et 8,5 et leur conductivité varient entre quelques unités à quelques centaines de microsiemens par centimètre. Leur pollution organique (DCO, DBO₅ et COT) est également variable, allant de quelques unités à quelques centaines de milligrammes par litre. Les perméats de lactosérum doux qui constituent un autre type d'eaux issues du lait, présentent une conductivité un peu plus élevée et contiennent un peu plus d'éléments organiques que les condensats. Les perméats de lactosérum acide sont, quant à eux, les eaux issues du lait les plus concentrées en pollution organique et les plus minéralisées (tableau 1) en raison de la teneur plus importante en calcium du produit initial. En effet, le calcium représente environ 2% de l'extrait sec dans le cas d'un lactosérum acide tandis qu'il n'en représente que 0,65% pour le lactosérum doux (Sottiez, 1990).

Tableau 1 : Composition de différentes eaux issues du lait

	Nature des eaux issues du lait					
	Perméat de lactosérum acide	Perméat de lactosérum doux	Condensat (évapo-concentration du lait)			Condensat (évapo-concentration du lactosérum)
pH	4,5 – 5,0	5,0 – 6,0	5,0 – 8,0	4,1 – 8,5	4,1 – 8,5	5,0 – 8,0
Conductivité (µS/cm)	5000 - 8000	200 – 500	5 - 50	6 - 190	6 - 190	20 - 150
DCO (mgO₂/L)	6000 - 10000	100 - 400	20 - 100	2 - 720	5 - 45	50 - 300
COT (mg/L)	ND	ND	ND	0,6 - 190	1,6 - 10	ND
DBO₅ (mgO₂/L)	3000 - 6000	50 - 200	5 - 70	ND	ND	30 - 200
Lactose (%)	0,02 – 0,2	trace	trace	ND	ND	trace
Acide lactique (%)	0,02 – 0,05	0,01 – 0,02	trace	ND	ND	trace
Calcium (mg/L)	ND	ND	ND	0,4 - 1,5	0,4 - 1	ND
Température (°C)	ND	ND	ND	45 - 55	ND	ND
Sources	a	a	a	b	c	a

ND : données non disponibles a : Wojdalski et al., 2013 b : Chmiel et al., 2000 c : Mavrov et Bélières, 2000

Pour les condensats, l'étendue de la plage de valeurs des paramètres de pollution organique s'explique par le fait que les eaux issues du lait deviennent de plus en plus chargées au fur et à mesure qu'elles sont produites dans les évaporateurs à multiples effets. Une partie de la vapeur issue

du premier effet sert à chauffer le produit contenu dans le second et l'autre partie est condensée pour donner l'eau de concentration. Cette opération se répète d'effet en effet et conduit à l'obtention d'eaux issues du lait plus chargées en même temps que le produit se concentre.

D'autres études qui portaient plus particulièrement sur les eaux issues du lait obtenues lors de la fabrication de produits laitiers en poudre, ont montré que leur composition variait également selon le type de matière première utilisée. Des analyses plus détaillées ont mis en évidence la présence d'azote Kjeldahl et de composés organiques (éthanol, acétone et acétoïne) dans les condensats obtenus (tableau 2).

Tableau 2 : Composition d'eaux issues du lait produites lors de l'évapo-concentration pour la fabrication de poudres (Source : Vourch et al., 2008)

Paramètres	Unités	Origine des condensats				
		Lait écrémé (échantillon 1)	Lait écrémé (échantillon 2)	Lait entier (échantillon 1)	Lait entier (échantillon 2)	Lactosérum
Conductivité	μS/cm	4	18	9	15	101
MES	mg/L	3	< 2	2	3	3
NTK	mg/L	0,3	2,1	1,5	1,8	7,2
DCO	mgO ₂ /L	< 15	24	< 15	40	30
COT	mg/L	0,7	3,7	1,3	3,3	11
Lactose	mg/L	< 3	< 3	< 3	< 3	9,9
Lactate	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Ethanol	μg/L	130	4430	< 50	760	2190
Acétone	μg/L	< 50	240	< 50	1650	525
Acétoïne	μg/L	120	120	1120	160	700

2. Réutilisation actuelle des eaux issues du lait

Dans beaucoup de sites laitiers à travers le monde, les eaux issues du lait font l'objet d'une réutilisation plus ou moins développée. Brutes, elles peuvent servir pour le lavage extérieur des camions citernes ou encore comme eaux de premier rinçage de l'unité de NEP (CE, 2006). Avec des traitements adéquats, elles peuvent également servir d'eau d'appoint de chaudières (Chmiel et al., 2000). Ces usages sont exclusivement des usages hors contact alimentaire mais certains sites de transformation vont plus loin dans la réutilisation des eaux issues du lait.

En 2013, l'usine de FrieslandCampina à Aalter (Belgique) a mis en place une filière de traitement qui lui permet de valoriser ses COW water en eaux pour les chaudières et en eaux pour l'unité de NEP avec la particularité de finaliser le rinçage des process avec ces eaux traitées (AQUARAMA, 2014). Aux Etats-Unis, la pratique est également courante et une entreprise laitière située au Royaume-Uni ne consomme plus l'eau du réseau grâce à la mise en place de technologies lui permettant de réutiliser la globalité de ses eaux issues du lait (ASUOE, 2012).

En 2006, le document de référence sur les Meilleures Techniques Disponibles (le "BREF") publié par la Commission Européenne a recensé des exemples de réutilisation des eaux issues du lait et leur usage au contact d'aliments (dernier rinçage NEP et purge à l'eau) était déjà mentionné (tableau 3).

Tableau 3 : Exemples de réutilisation des eaux issues du lait dans l'industrie laitière (Source : CE (BREF), 2006)

Réutilisation	Condensat	Perméat issu de l'installation d'osmose inverse
Nettoyage de l'extérieur des véhicules	1	1
Nettoyage des caisses	1	1
Nettoyage manuel de l'extérieur des appareils	1	1
Prérinçage NEP	1	1
Alimentation pour nettoyage principal NEP	2	1
Dernier rinçage NEP	2	2
Purge à l'eau des lignes de produit	2	2

1 : réutilisation directe

2 : réutilisation après traitement évolué, comme la séparation membranaire et/ou la désinfection

Ces exemples prouvent ainsi qu'une réutilisation des COW water sur des surfaces en contact direct avec les produits alimentaires est envisageable et est déjà appliquée dans des pays étrangers, à l'aide de technologies de traitement identifiées.

En France, les retours des questionnaires démontrent que les eaux issues du lait sont essentiellement réutilisées pour le prérinçage des process, l'alimentation des chaudières, le lavage extérieur des camions ou des locaux et des opérations de refroidissement.

3. Technologies de traitement associées à la réutilisation

Comme cela est précisé dans le paragraphe précédent, les eaux issues du lait peuvent être réutilisées brutes pour certaines opérations de nettoyage. Mais pour une réutilisation de ces eaux au sein de certaines utilités comme les chaudières et sur des surfaces entrant en contact avec les produits alimentaires, des traitements doivent être envisagés. En ce qui concerne cette dernière pratique de réutilisation, ces traitements se révèlent même nécessaires. Ils doivent permettre d'aboutir à la production d'une eau dépourvue de substances dangereuses et de pathogènes afin :

- d'assurer la salubrité des produits finis et
- d'éviter l'accident de production dû à la présence de bactériophages et de composés indésirables pouvant contaminer les chaînes de fabrication et provoquer des anomalies dans la conception d'un produit fromager par exemple.

Dans la plupart des publications et retours d'expérience étudiés, la première opération de traitement des eaux issues du lait mise en place est une séparation membranaire. Deux cas se distinguent :

- pour les eaux réutilisées dans les chaudières, une séparation par nanofiltration ou par osmose inverse peut être envisagée (Chmiel et al., 2000 ; AQUARAMA, 2014)
- pour les eaux réutilisées sur des surfaces en contact avec l'aliment, une séparation par osmose inverse est systématiquement mise en place (AQUARAMA, 2014 ; ASUOE, 2012)

Une séparation par ultrafiltration peut également suffire pour la réutilisation des eaux issues du lait dans certains process où une eau ultrapure n'est pas nécessairement requise (AQUARAMA, 2014).

A la suite de ce premier traitement, et principalement dans le cas d'une réutilisation sur des surfaces en contact avec les aliments, une désinfection des eaux doit être faite. Si ces dernières sont réutilisées instantanément après leur traitement, une désinfection par ultraviolets peut être envisagée (AQUARAMA, 2014). Mais une désinfection au chlore peut également être mise en place et cette solution est systématiquement choisie si les eaux issues du lait sont stockées avant d'être réutilisées.

En conclusion, la réutilisation d'eaux issues du lait au sein de process dans lesquels passent les denrées alimentaires est rendue possible lorsqu'une séparation par **osmose inverse** et une étape de désinfection (**UV et/ou chlore**) sont mises en œuvre au sein de la filière de traitement.

Des exemples de réutilisation et des technologies de traitement associées sont présentés dans le tableau 4 (page 9).

Les retours des transformateurs français montrent que les eaux issues du lait sont désinfectées avant réutilisation mais leur traitement est, en général, assez rare. Enfin la prise de contact auprès des équipementiers a aussi permis d'identifier une autre technique de traitement des eaux issues du lait : l'utilisation d'ozone pour leur désinfection.

Complément d'information :

Dans tous les exemples étudiés, la qualité d'eau obtenue suite au traitement des eaux issues du lait par osmose inverse n'est pas mentionnée. Cependant des travaux effectués sur des effluents de laiteries ont permis de mettre en évidence l'efficacité de cette technologie. Dans une étude datée de 2005 (Vourch et al., 2005), différentes configurations de filière ont été testées pour traiter un effluent présentant les caractéristiques suivantes :

- 5,3 g/L de matières sèches,
- 8,2 gO₂/L de DCO,
- 3,1 g/L de COT
- une conductivité de 700 µS/cm

Un traitement par nanofiltration puis par osmose inverse permet d'obtenir un perméat final ayant une concentration en COT de 3,3 mg/L et une conductivité de 9 µS/cm.

Le traitement de ce même effluent par un module d'osmose inverse aboutit à l'obtention d'un perméat ayant une concentration en COT de 3,2 mg/L et une conductivité de 10 µS/cm.

Ces deux configurations sont adéquates pour la production d'une eau réutilisable en eau d'appoint des chaudières et en eau pour des usages où le contact avec les aliments n'existe pas (Vourch et al., 2005).

En revanche, lorsque l'effluent passe à travers deux modules d'osmose inverse placés en série, le perméat obtenu a une conductivité de 3 µS/cm et une concentration en COT de **1,5 mg/L**. Cette valeur **inférieure** à celle qui est donnée dans la **législation sur l'eau potable** (2 mg/L) montre que ce type de technologies permet de produire une eau de très bonne qualité et qu'elle pourrait être susceptible d'être réutilisée au contact d'aliments.

Tableau 4 : Exemples de réutilisation des eaux issues du lait et de technologies de traitement associées

Pays	Types d'eaux issues du lait	Réutilisation	Technologies appliquées pour la réutilisation	Sources
Angleterre (ancienne usine United Milk Plc)	Condensats des évaporateurs	Eau utilisée dans l'industrie en remplacement de l'eau potable	osmose inverse + dioxyde de chlore	ASUOE, 2012
Australie (étude menée sur six usines)	Condensats des évaporateurs	Tous usages pour 1 usine sur 6. Nombre d'usages plus restreint pour les 5 autres usines.	osmose inverse OU désinfection chimique	Baskaran et al., 2003
Belgique (usine FrieslandCampina)	Condensats des évaporateurs	- eau d'appoint pour les chaudières - eau pour l'unité de NEP dont l'eau pour le post-rinçage	biopROtector ¹ + ultrafiltration (pour l'eau de process) ET biopROtector [®] + osmose inverse + désinfection UV (pour l'eau de chaudière et eau de process de qualité élevée)	AQUARAMA, 2014
Etats-Unis (usine Agri-Mark Cabot)	- Perméats d'osmose inverse (sérum) - Condensats des évaporateurs	- rinçage final - nettoyage - dilution des solutions salines	osmose inverse + désinfection UV + acide péricétique ²	Atlantium Technologies Ltd, Agri-Mark Cabot
Etats-Unis (usine High Desert Milk)	- Perméats d'osmose inverse (sérum) - Condensats des évaporateurs	- eau pour l'unité de NEP - nettoyage des membranes	osmose inverse + acide péricétique + désinfection UV	Atlantium Technologies Ltd, High Desert Milk
Allemagne (étude menée sur une filière de traitement expérimentale)	Condensats des évaporateurs	- eau d'appoint pour les chaudières	préfiltration + désinfection UV (pour éviter le colmatage des membranes) + nanofiltration (deux étages) + désinfection UV (si pas de stockage) ou chloration (si stockage). Etape facultative.	Chmiel et al., 2000

¹ Technologie brevetée. Process pour capter les composés qui occasionnent du biofouling sur les membranes situées à l'aval.

² Produit utilisé en tant que désinfectant dans l'industrie alimentaire. Son principal avantage est son effet sporicide (Belloin, 1993).

Conclusion

Issues des étapes de concentration membranaire et d'évapo-concentration du lait, les eaux issues du lait constituent une importante source d'eau pour les sites laitiers. Peu chargées en matières organiques, elles sont réutilisées pour le lavage des locaux, des camions ou pour le prérinçage des process dans la grande majorité des usines de transformation. Mais le nombre d'usages reste limité par rapport au volume d'eaux issues du lait produit sur les sites. De ce fait, une partie de cette ressource alternative n'est encore pas valorisée.

Pour réduire leur dépendance aux sources d'eau couramment rencontrées (eau potable issue du réseau, eau de nappe ou de surface traitée), certains sites de transformation laitière étrangers ont cependant opté pour des technologies de traitement de ces eaux afin d'en réutiliser le plus possible et ce, dans des opérations de nettoyage plus variées notamment pour le rinçage final des lignes de production.

Pour cela, les technologies proposées reposent sur deux principes : la filtration et la désinfection. Ainsi, la première étape des filières de traitement rencontrées dans les retours d'expérience documentés consiste à séparer les composés indésirables de l'eau à l'aide de technologies membranaires telles que la nanofiltration ou l'osmose inverse tandis que la seconde étape consiste à désinfecter le perméat obtenu à l'aide de chlore ou d'ultraviolets.

Lors de ce premier travail bibliographique, aucune donnée sur la composition microbiologique des eaux issues du lait n'a été mise en évidence. De même, aucune donnée d'ordre économique n'a été identifiée. Ces deux aspects que sont la microbiologie des eaux issues du lait et le coût de la réutilisation (prix des technologies, coût de fonctionnement, retour sur investissement,...) sont abordés dans la suite du projet AQUAREL. Dans le cadre d'études de cas réalisées à l'aide de sites de transformation volontaires, des analyses ont été effectuées sur les eaux issues du lait afin de déterminer leurs compositions chimique et microbiologique. Les résultats obtenus ont permis ainsi d'identifier en lien avec les équipementiers en traitement de l'eau, les technologies adéquates pour les scénarii de réutilisation établis et de dégager les données économiques associées. Ces nouvelles données font l'objet d'une autre synthèse également publiée dans le cadre du projet AQUAREL.

Bibliographie

Rapports et documents scientifiques :

ALLIANCE STRATEGIQUE POUR UNE UTILISATION OPTIMALE DE L'EAU (ASUOE), (2012). *Etude sur l'utilisation optimale de l'eau dans l'industrie agroalimentaire*. ASUOE – CTAC, 118p.

BELLOIN, J.-C., (1993). *L'hygiène dans l'industrie alimentaire. Les produits et l'application de l'hygiène*. Etude FAO : Production et santé animales – Cahier technique 117. Rome : FAO.

[Consulté sur Internet le 2 juin 2015, à l'adresse suivante :

<http://www.fao.org/docrep/004/T0587F/T0587F00.htm#TOC>]

BASKARAN, K., PALMOWSKI, L.M., WATSON, B.M., (2003). *Wastewater reuse and treatment options for the dairy industry*. Water Science and Technology : Water Supply, volume 3, n°3. IWA Publishing, 85-91

CHMIEL, H., MAVROV, V., BELIERES, E., (2000). *Reuse of vapour condensate from milk processing using nanofiltration*. Filtration + Separation, volume 3, n°37. Oxford : Elsevier Ltd, 24-27

DAUFIN, G., ESCUDIER, J.-P., CARRERE, H., BEROT, S., FILLAUDEAU, L., DECLoux, M., (2001). *Recent and emerging applications of membrane processes in the food and dairy industry*. Trans IChemE, volume 79, part C. Elsevier, 89-102

DECLoux, M., REMOND, B., (2009). *Evaporation – Agencement des évaporateurs et applications*. Techniques de l'Ingénieur, F 3004. Paris : Techniques de l'Ingénieur, 19p.

GESAN-GUIZIOU, G., (2007). *Filtration membranaire (OI, UF, NF, MFT) – Applications en agroalimentaire*. Techniques de l'Ingénieur, J 2795. Paris : Techniques de l'Ingénieur, 17p.

SLOTH, P., REGNIER, J., VIEILLE, J., (1990). *Evaporation et séchage du lait*. In : LUQUET, F.M. *Laits et produits laitiers. Concentration – Brebis – Chèvre*. Tome 2 : *Les produits laitiers - transformation et technologies*. Paris : Technique et Documentation – Lavoisier, 17-33

SOTTIEZ, P., (1990). *Produits dérivés des fabrications fromagères*. In : LUQUET, F.M. *Laits et produits laitiers. Concentration – Brebis – Chèvre*. Tome 2 : *Les produits laitiers - transformation et technologies*. Paris : Technique et Documentation – Lavoisier, 357-392

VOURCH, M., BALANNEC, B., CHAUFER, B., DORANGE, G., (2008). *Treatment of dairy industry wastewater by reverse osmosis for water reuse*. Desalination n°219. Issues 1-3. Amsterdam : Elsevier B.V., 190-202

VOURCH, M., BALANNEC, B., CHAUFER, B., DORANGE, G., (2005). *Nanofiltration and reverse osmosis of model process waters from the dairy industry to produce water for reuse*. Desalination 172. Issue 3. Amsterdam : Elsevier B.V., 245-256



WOJDALSKI, J., DROZDIZ, B., PIECHOCKI, J., GAWORSKI, M., ZANDER, Z., MARJANOWSKI, J., (2013). *Determinants of water consumption in the dairy industry*. Polish Journal of Chemical Technology, volume 15, n°2. Szczecin : De Gruyter, 61-72

Articles de presse :

FRAISSE, H., (1991). La concentration. *Revue des ENIL* n°154, 17-28

FrieslandCampina Aalter met la barre plus haut pour affronter l'avenir. *AQUARAMA*, (2014), n°65, 68-69

[Consultable sur Internet, à l'adresse suivante : <http://issuu.com/aquaramamagazine/docs/aa65fr>]

Fiches techniques :

ATLANTIUM TECHNOLOGIES LTD. *Case study : AgriMark-Cabot, Vermont, USA. Cow Water Reuse – Pasteurized Equivalent Water*. Atlantium Technologies Ltd. 2p.

ATLANTIUM TECHNOLOGIES LTD. *Case study : High Desert Milk, Idaho, USA. Cow Water Reuse – Pasteurized Equivalent Water*. Atlantium Technologies Ltd. 2p.

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE (SPW), (2008). *Economies d'énergie dans l'industrie alimentaire. Les récupérations de chaleur dans le process*. Cahier technique n°7, 16p.

Document européen :

COMMISSION EUROPEENNE (CE), (2006). *Document de référence sur les meilleures techniques disponibles. Industries agro-alimentaires et laitières*. Bruxelles : Commission Européenne, 679p.