

## Filtration membranaire

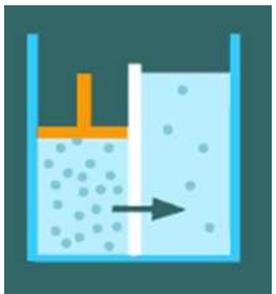
### Introduction

C'est avec beaucoup d'enthousiasme que nous vous transmettons la quatrième Note Synoptique du PEPAM-AQUA, dans laquelle nous continuons le traitement du sujet de l'eau saumâtre et fluoré, que l'on retrouve dans une grande partie du Bassin Arachidier. Dans une première Note Synoptique (mars 2013), nous avons illustré la problématique de la contamination chimique des nappes dans le Bassin Arachidier. Parmi les solutions envisageables, on compte l'utilisation d'autres nappes, des transferts d'eau à partir des zones limitrophes où la teneur en fluorures et chlorures est moins élevée, sinon l'utilisation des nappes superficielles au travers des mini-forages. Ces solutions ont été analysées dans notre deuxième Note (juin 2013). Dans cette quatrième Note, nous nous concentrons sur les techniques de purification de l'eau par filtration membranaire : « osmose inverse » (OI) et « nano filtration » (NF).

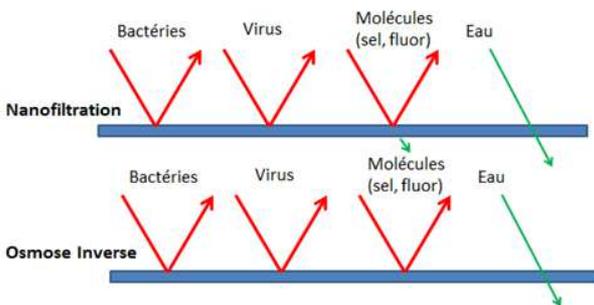
Le PEPAM-AQUA, s'attache à la recherche de solutions relatives à la qualité de l'eau distribuée dans le Bassin Arachidier. Un des problèmes majeurs de cette zone est que l'eau souterraine est souvent saumâtre et excessivement fluorée. Cette contamination naturelle abîme les dents et les os humains. Le PEPAM-AQUA se veut un projet expérimental: il est donc important de capitaliser nos expériences, de les partager et d'échanger sur d'autres initiatives menées au Sénégal, relatives à l'amélioration de la qualité de l'eau. D'où la conception et l'envoi régulier de Notes Synoptiques relatant les activités menées au sein du PEPAM-AQUA!

### La technique de filtration membranaire

Le principe des techniques d'osmose inverse (OI) et de nanofiltration (NF) est le même : une certaine pression permet à l'eau d'être propulsée à travers une membrane semi-imperméable. La différence entre l'OI et la NF est le diamètre des pores, qui est d'environ 1 nanomètre (nm) pour la NF et moins de 0,5 nm pour l'OI. Pour exemple, l'épaisseur d'une feuille de papier est d'environ 100 000 nm. Il n'y a donc pas grand-chose qui peut passer par ces membranes. Après l'osmose inverse, l'eau sort donc totalement déminéralisée, et ressemble à de l'eau distillée. Avec la technique de nanofiltration, tous les ions des sels ne sont pas retenus et le dessalement n'est que partiel. Une haute pression est nécessaire pour le fonctionnement des filtres membranaires. Cette haute pression demande beaucoup d'énergie et détermine le coût de production. Dans la mesure où la NF offre une plus grande ouverture des pores, elle peut fonctionner avec une pression moins élevée que l'OI. Le coût de production de l'eau traitée par NF est donc considérablement moins élevé que celui d'OI. Aujourd'hui, la technique la plus utilisée pour le dessalement des eaux est l'osmose inverse, la technique de nanofiltration n'étant pas assez sélective pour les petites molécules de sel. Toutefois, grâce aux évolutions rapides dans le domaine de la filtration membranaire, il devient possible de dessaler de l'eau saumâtre avec des pressions de plus en plus bas. La filtration membranaire se décline dans toutes les tailles et les formes. La production d'eau dessalée peut varier de 1 à 500.000 m<sup>3</sup>/jour. Cette technologie, très utilisée, est en évolution rapide : en 2000, environ 25 millions de m<sup>3</sup> d'eau était dessalée par jour dans le monde entier, contre 80 millions à ce jour.



Fonctionnement  
filtration membranaire



La filtration membranaire se décline dans toutes les tailles et les formes. La production d'eau dessalée peut varier de 1 à 500.000 m<sup>3</sup>/jour. Cette technologie, très utilisée, est en évolution rapide : en 2000, environ 25 millions de m<sup>3</sup> d'eau était dessalée par jour dans le monde entier, contre 80 millions à ce jour.

## Systemes au Sénégal

### Unités qui traitent toute l'eau distribuée

Actuellement, il existe deux systèmes membranaires au Sénégal qui traitent l'entièreté de l'eau en provenance du forages, dont un se trouve à Nguécokh et l'autre à Thiadiaye (spécifications sur la page suivante). Dans les villes de Kaolack, Fatick (problème de sel et fluor) et Koungheul (problème de fer), la SONES planifie l'installation de trois grandes unités membranaires financées par la BOAD (7,3 milliards de FCFA). A Touba, deux systèmes, déjà en place, permettront de traiter 60 m<sup>3</sup> d'eau/heure. Aujourd'hui un seul de ces systèmes est utilisé et n'est exploité qu'à hauteur de 5 % de sa capacité maximale. Les systèmes ne sont pas encore branchés à un réseau et la distribution de l'eau est organisée par camion.



**Site :** Thiadiaye  
**Financement :** KfW  
**Installation :** 2009  
**Débit :** 32 m<sup>3</sup>/h  
**Eau de rejet :** Puits perdu  
**Investissement :** 800 millions FCFA  
**Coût de traitement :** 400 FCFA/m<sup>3</sup> (hors amortissement)



**Site :** Nguécokh  
**Financement :** Veolia  
**Installation :** 2013  
**Débit :** 8 m<sup>3</sup>/h  
**Eau de rejet :** Puits perdu  
**Investissement :** 39 millions FCFA (subventionné)  
**Coût de traitement :** Inconnu (subventionné)

### Unités qui traitent uniquement l'eau de boisson

Les coûts d'installation et de fonctionnement des systèmes membranaires sont élevés, même si les coûts par m<sup>3</sup> diminuent pour les grandes installations. Les effets environnementaux sont aussi importants, pendant que seulement une fraction de l'eau est utilisée comme boisson. Pour les autres usages domestiques, les teneurs élevées en chlorures et en fluorures ne représentent pas un handicap majeur. La CTB a donc opté pour l'installation de petites unités qui traitent uniquement l'eau de boisson. En 2008, le PARPEBA, projet de la coopération belge, a procédé à l'installation d'une unité d'osmose inverse à Thiakhar (Diourbel). En 2009, le PEPAM BA a cofinancé un second projet pilote et a installé deux unités d'osmose inverse à basse pression à Keur Mariama (Kaolack). En 2012, dans la même lancée, le PEPAM AQUA a développé le même type d'installation à Dankh Sene; suivis de 9 autres systèmes, début 2014. Quant au projet SwissFreshWater (SFW), il a installé 14 petites unités avec une gestion particulière (voir les détails page 3).



**Sites :** Keur Mariama, Dankh Sene et bientôt Ndiafatte, Ndiago, Sibassor, Diaoulé, Somb, Patar, Taiba Mouthoupha, Ndiindy et Dal-la  
**Financement :** PEPAM Aqua (CTB)  
**Entreprise :** Pall et Terreau  
**Installation :** 2012-2014  
**Débit max :** 0,5 m<sup>3</sup>/h  
**Eau de rejet :** Puits perdu  
**Investissement :** 15 millions FCFA par unité  
**Prix de vente :** 2,5 à 5 FCFA/l



**Financement :** PARPEBA (CTB)  
**Site :** Thiakhar  
**Entreprise :** UMT  
**Installation :** 2008  
**Eau de rejet :** Puits perdu  
**Investissement :** 29 millions FCFA  
**Prix de vente :** 5 FCFA/l



**Financement :** Système particulier ; voir pag. 3  
**Sites :** Fatick, Diamniadio, Fambène, Maya, Ngadior, Djirnda, Fatick, Diarrène, Wakhaldiam, Niakhar, Ngayokhème  
**Entreprise :** SFW et SE-NOP  
**Installation :** 2011-2014  
**Débit :** 0,16 m<sup>3</sup>/h  
**Eau de rejet :** Puits perdu ou rejet dans l'eau de mer  
**Investissement :** 7,1 millions FCFA  
**Prix de vente :** 10 FCFA/l

# Swiss Fresh Water



Point de vente à Niakhar (Fatick)

En juin 2011, SFW a lancé un projet pilote dans le Sine Saloum, avec l'appui du gouvernement Suisse et en étroite collaboration avec les autorités régionales, Action Aid et Caritas-Kaolack. Le projet prévoyait l'installation de 2 unités en 2011, de 12 unités en 2012, et la création d'un Centre Régional d'Entretien, nommé « SENOP ». Depuis mai 2013, SENOP procède régulièrement à la mise en place de nouvelles unités.

Le montage financier est particulier et intéressant : l'ASUFOR (ou une identité privée) achète un « forfait d'eau » dans lequel l'installation et la maintenance des unités sont incluses. Le prix du forfait est établi selon un nombre de litres à produire. Plus le volume est important, moins élevé est le prix par m<sup>3</sup>.

Un prix de vente de l'eau avec un minimum de 10 FCFA par litre est nécessaire pour réaliser des bénéfices.

## Etude Organisationelle

Pour garantir une bonne exploitation et maintenance des systèmes installés, le projet PEPAM-AQUA s'est appuyé sur l'ONG GRET pour en étudier les différents modes de gestion organisationnelle.

Les unités de nanofiltration répondent à un besoin réel des populations. Les usagers qui s'approvisionnent auprès de ces structures manifestent une volonté et une capacité effectives à payer le prix de revient de l'eau traitée. La « valeur » de l'eau potable est reconnue, mais il n'existe pas encore un cadre réglementaire pour l'exploitation de ces unités.

### La maintenance

Les équipements demandent des compétences techniques spécifiques : nettoyage des membranes, remplacement des pièces, maintenance, vérification des paramètres de fonctionnement, etc. Ces compétences spécifiques, les ASUFORs ou les gérants des réseaux de distribution n'en disposent pas nécessairement. Les fournisseurs ont un monopole sur les pièces de rechange et sur l'entretien lourd ; des lors, le coût de maintenance peut être élevé s'il n'est pas intégré dans les critères de choix des fournisseurs.



Entretien unité à Dankh Sene

### L'exploitation

La vente de l'eau potable de bonne qualité doit être considérée comme un service public dans le Bassin Arachidier, au même titre que l'eau non traitée du réseau d'eau. La production et la distribution d'eau traitée doit, à ce titre, bénéficier d'un contrôle, d'un suivi technique et financier ainsi que d'une régulation de la part des autorités. L'exploitation des unités apparaît comme être « rentable » mais peut aussi engendrer une gestion peu transparente, due à des recettes importantes sans diminution du tarif de l'eau (cas de Thiakhar) ou la récupération de l'eau traitée par des revendeurs qui approvisionnent une frange plus aisée de la population en délaissant les populations moins fortunées.

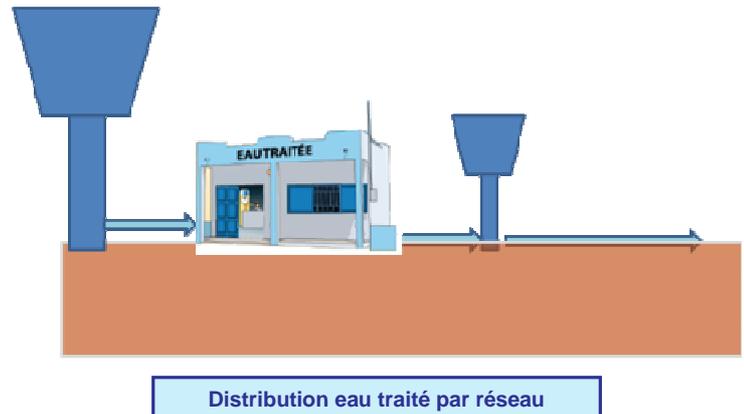
Il est donc important de définir un mode de gestion qui intègre un dispositif de contrôle de l'exploitant (ASUFOR ou privé), des révisions de contrats et la régulation des tarifs. Ce dispositif - qui actuellement fait défaut dans la gestion des réseaux d'eau conventionnels - est l'un des principaux piliers de la durabilité de ces systèmes. Une séparation claire des fonctions de gestion et de celles des représentants des usagers et/ou du maître d'ouvrage pourrait améliorer le contrôle et la régulation.

La gestion de ces unités d'eau potable peut attirer des professionnels du secteur (entreprises locales). Une exploitation commune par un seul opérateur pour l'ensemble des unités de filtration est préférable. Les unités de filtration sont installées dans des localités de taille très variable, de 500 à près de 10.000 habitants. La rentabilité - et donc la durabilité - de ces systèmes dépend des volumes d'eau vendus : elle sera donc très variable d'une localité à l'autre. La gestion par un seul opérateur de l'ensemble des unités de traitement permet:

- d'assurer une péréquation des tarifs entre les petites localités et les plus grandes et d'harmoniser ainsi le tarif de l'eau traitée,
- de diminuer le coût de l'eau par des économies d'échelles (charges du personnel pour le suivi et la maintenance, etc.).

### Distribution

Il s'agit d'inciter et de favoriser la distribution de l'eau dans d'autres localités que le village centre où se situe l'unité de traitement, notamment dans les villages polarisés par l'ASUFOR. Différentes approches peuvent être envisagées: livraison à une liste d'abonnés, campagne de « marketing » de l'ASUFOR et du gérant, tarif de revente contrôlé, etc. A Patar (Diourbel), le PEPAM AQUA a développé un réseau de distribution d'eau traitée qui propose à la population 2 types de bornes fontaines : une pour l'eau brute et une pour l'eau traitée (à un prix plus élevé).



### Tarifcation

La tarification au litre actuellement pratiquée (5 francs FCFA/ litre) reste très élevée pour les ménages les plus pauvres. Différentes mesures pourraient diminuer ce prix :

- Une gestion commune de l'ensemble des unités
- Une tarification au bidon plutôt qu'au litre
- L'intégration du coût de la maintenance dans le choix du fournisseur
- Une subvention basée sur les bénéfices générés sur la vente de l'eau brute (ou encore la diminution du tarif de l'achat de l'eau brute en faveur du traitement de l'eau de boisson).

Une tarification différenciée pour les gros acheteurs (volume à définir) et pour les usagers hors ASUFOR, étant entendu que les membres de l'ASUFOR demeurent prioritaires.

Un quota devrait être fixé pour ces acheteurs de grandes quantités d'eau. Un point de vente spécifique pourrait être mis en place pour ces « commerçants », notamment dans les localités proches des villes.

## Conclusion

Dans les zones où toutes les nappes d'eau sont saumâtres et où il n'y a pas de transfert d'eau directement possible, l'implantation des unités de filtration membranaires - qui traitent uniquement l'eau de boisson - peut être une solution adéquate.

Etant donné la forte demande de la population pour une eau de qualité, les petites unités de filtration membranaires qui vendent l'eau de boisson sont rentables. Mais un cadre réglementaire pour l'exploitation de ces types d'unités est nécessaire.

### Contact

PEPAM AQUA  
Division Régionale de l'Hydraulique  
BP 223 Kaolack  
Tél: +221 33 941 64 28  
Mail: arfangmassy64@gmail.com

CTB  
Sotrac Mermoz, 121, Route de OUAKAM  
PO BOX 24 474 DAKAR  
Tél: +221 33 860 01 25  
Mail: nikolaas.viaene@btctb.org