



# Dessalement au Sénégal : multi-approche et contribution de la formation et de la recherche universitaire/

## *EXPERIENCE DE LA SONES EN TRAITEMENT MEMBRANAIRE*

**Auteur: M.COULIBALY Ousmane**

**Institution: SOCIETE NATIONALE DES EAUX DU SENEGAL (SONES)**

**Workshop sur le dessalement au Sénégal : renforcement de capacités et apport des Universités | 10 novembre 2022 | Dakar**



**Interreg**

Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



EUROPEAN UNION

# Contenu



1. Quelques chiffres clés sur le périmètre de l'affermage au Sénégal
2. Technique Membranaire pour amélioration de la qualité de l'eau dans le bassin arachidier
  - ✓ L'Usine de defluoruration de Thiadiaye (715 m<sup>3</sup>/j);
  - ✓ L'Usine de defloruration de Fatick (3600 m<sup>3</sup>/j);
  - ✓ L'Usine de defloruration de Foundiounne (700 m<sup>3</sup>/j);
3. Technique Membranaire pour diversification des ressources en eau de Dakar
  - ✓ Les ressources en eau de la région de Dakar
  - ✓ L'usine de dessalement des Mamelles
    - Pourquoi implanter l'usine de dessalement au cœur de Dakar ?
    - Les composantes de l'Usine de dessalement;
    - Les caractéristiques techniques de l'usine de dessalement.
4. Les Axes de formation et de recherche universitaire à Développer au tour des infrastructures de traitement Membranaires

# Quelques chiffres clés sur le périmètre de l'affermage au Sénégal

---



# Quelques chiffres clés sur l'affermage au Sénégal (2021)



Nombre de centres :	67
Nombre d'abonnés :	957 871
Population desservies :	8 100 000 habitants (estimation)
Taux de desserte :	99%
Volume produite :	241 715 673 M <sup>3</sup>
Volume de vente :	183 280 398 M <sup>3</sup>
Rendement technique :	75,80%
Chiffre d'affaires :	96 220 166 098 FCFA HT
Tarif moyen HT Eau&Ass. :	524,99 FCFA/M <sup>3</sup>
Tarif moyen HT Eau :	453,94 FCFA/M <sup>3</sup>

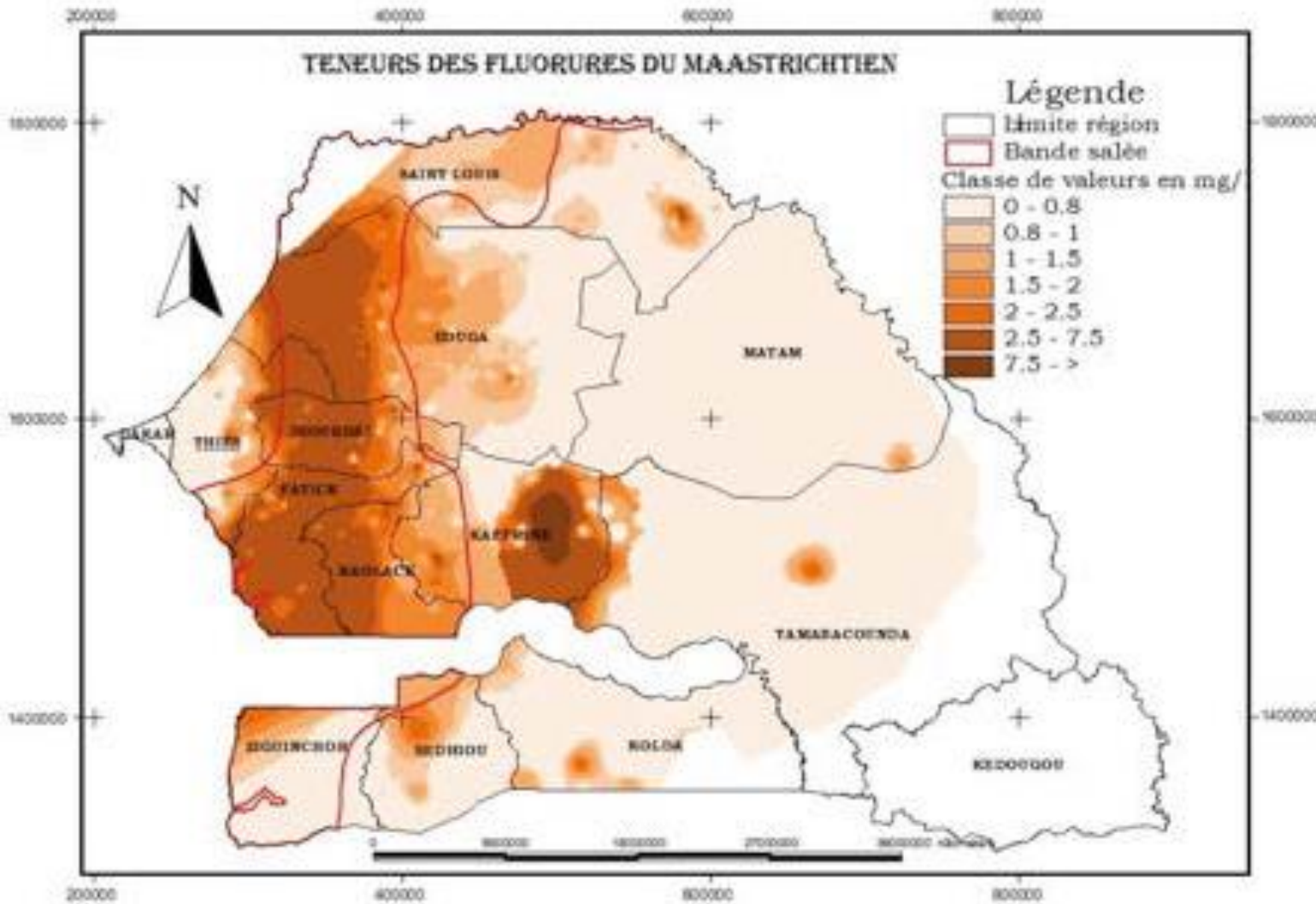


# Technique Membranaire pour amélioration de la qualité de l'eau dans le bassin arachidier

---



# Carte de la teneur en fluore du Maastrichtien



**Une qualité des ressources en eau souterraine bonne à l'Est et médiocre à l'Ouest**

Source : PAGIR 2018-2030

# Technique Membranaire pour amélioration de la qualité de l'eau dans le bassin arachidier : L'Usine de defluoruration de Thiadiaye (715 m3/j)



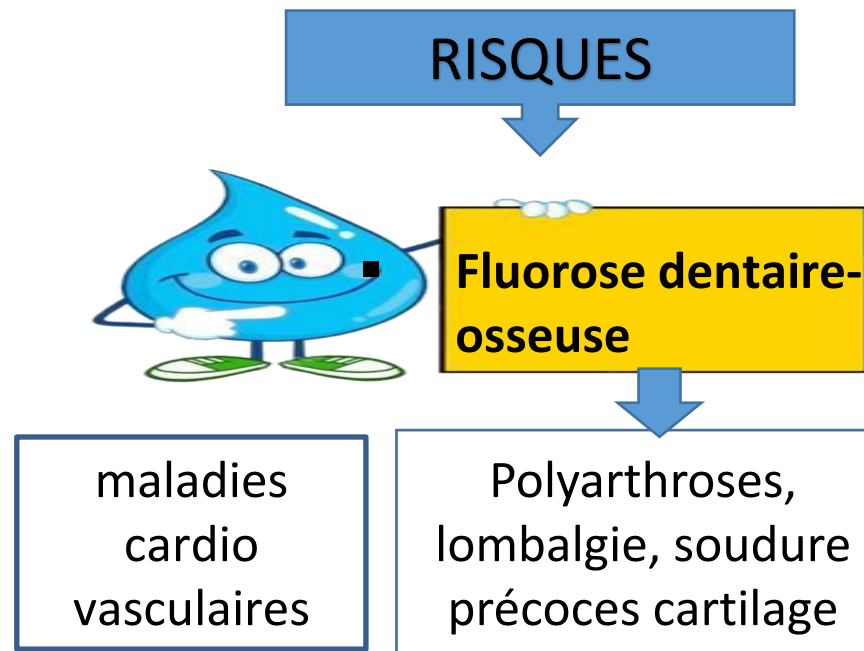
Paramètres analysés	Unité	Valeur mesurée	Objectifs
Température	°C	33	
pH	-	7.18	
Turbidité	NTU	0.18	
Oxygène	mg/L	0	
Conductivité	µS/cm	1750	
TDS	mg/L	982	
<b>Sodium</b>	<b>mg/L</b>	<b>235</b>	<b>&lt; 200 mg/L</b>
<b>Chlorures</b>	<b>mg/L</b>	<b>280</b>	<b>&lt; 250 mg/L</b>
TAC	° F	36	
TH	° F	35	
<b>Fer</b>	<b>mg/L</b>	<b>0.4</b>	<b>&lt; 0.3 mg/L</b>
Ammoniaque	mg/L	0.18	
<b>H<sub>2</sub>S</b>		<b>Odeur</b>	<b>Absence</b>
<b>Fluor</b>	<b>mg/L</b>	<b>4.67</b>	<b>&lt; 1.5 mg/L</b>

# Technique Membranaire pour amélioration de la qualité de l'eau dans le bassin arachidier : L'Usine de defluoruration de Thiadiaye (715 m3/j)



Problématique :

- Concentration en Fluor élevée : 4,5 mg/l, pouvant engendrer des effets néfastes sur l'organisme
- Concentrations en sodium et en chlorures supérieures aux recommandations de l'OMS
- Absence d'Oxygène et présence d'ammoniaque et d'hydrogène sulfuré
- Présence de fer





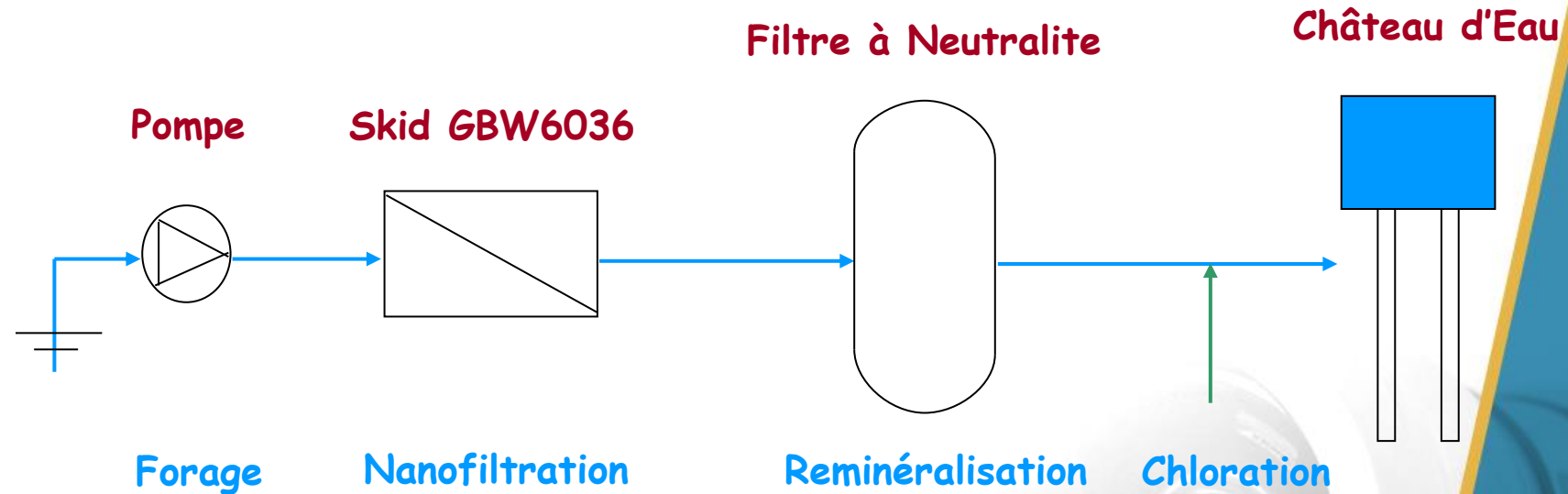
# Technique Membranaire pour amélioration de la qualité de l'eau dans le bassin arachidier : L'Usine de defluoruration de Thiadiaye (715 m3/j)



La Solution :

L'utilisation de **Membranes de Nanofiltration** pour un bon abattement de l'excès de sel et de fluorure

- Fluor < 1,5 mg/L
- Sodium < 200 mg/L
- Chlorures < 250 mg/L
- H<sub>2</sub>S : absence
- Fer < 0,3 mg/L



La Filière de Process:

# Technique Membranaire pour amélioration de la qualité de l'eau dans le bassin arachidier : L'Usine de defluoruration de Thiadiaye



Photo: Skid GBW6036 (715m<sup>3</sup>/j)



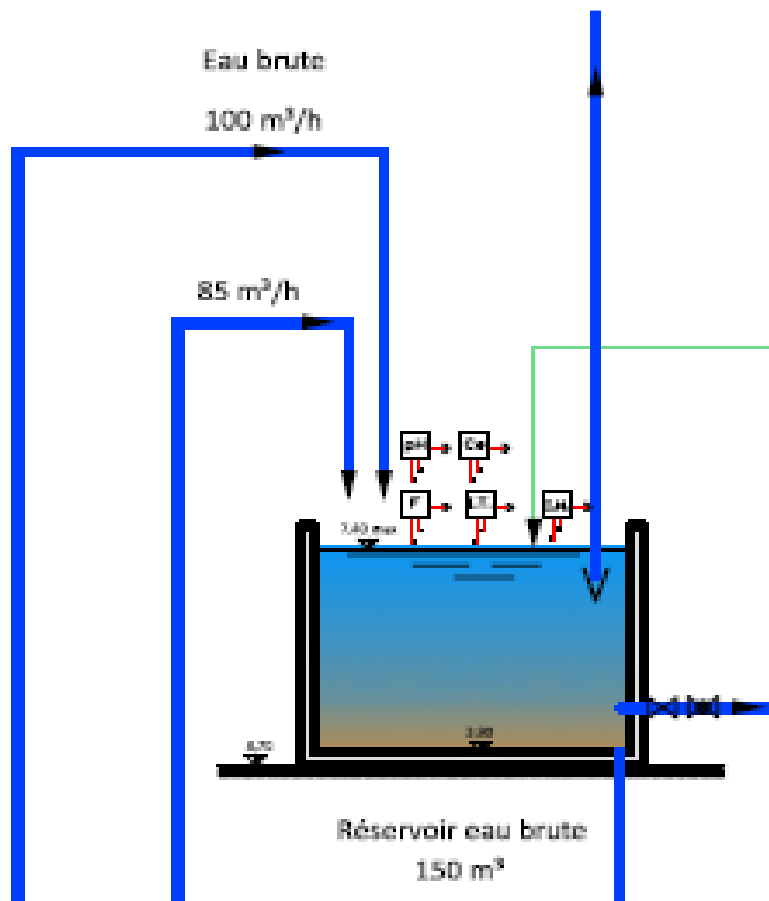
Sortie eau produite

Rejet concentrat

Entrée eau brute

# Technique Membranaire pour amélioration de la qualité de l'eau dans le bassin arachidier : L'Usine de defluoruration de Fatick (3600 m<sup>3</sup>/j)

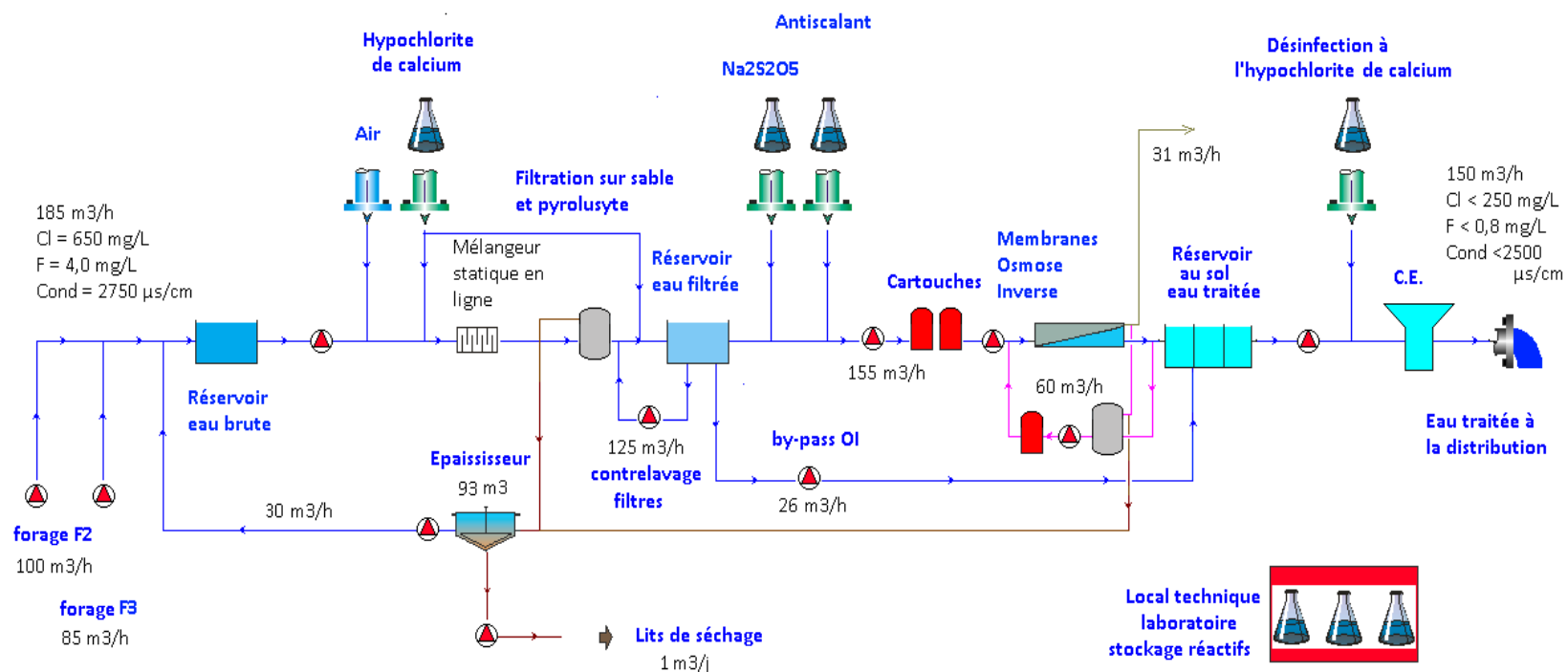
Qualité eau brute des forages :



paramètre	unité	moyenne	max
pH		8,1	8,1
Température	°C	35,0	36,0
Turbidité	FNU	0,6	1,6
Fer	µg/l	84,3	176,9
Manganèse	µg/l	5,6	9,0
TAC	°F	43,5	46,3
TH	°F	5,7	8,8
Fluorures	mg/l	3,8	4,2
Chlorures	mg/l	609,8	710,0
Conductivité	µS/cm	2767,6	2985,0
Azote ammoniacal	mg/l	0,5	0,8
sulfures	mg/l	0,1	0,1
Calcium	mg/l	5,8	6,1
Magnésium	mg/l	2,4	2,8
Sodium	mg/l	431,3	562,0
Potassium	mg/l	23,8	33,8
Sulfates	mg/l	49,2	52,5

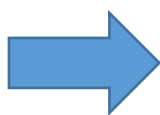
# Technique Membranaire pour amélioration de la qualité de l'eau dans le bassin arachidier : L'Usine de defluoruration de Fatick (3600 m<sup>3</sup>/j)

Process et Filière de traitement:



Amélioration process/retour d'expérience de Thiadiaye:

- Prétraitement fer (filtre à sable);
- Microfiltration en cascade 10 et 5  $\mu$  en amont filtre membranaire;
- Membrane en polyamide SWC 5-LD
- Reminéralisation par mélange eau saumâtre filtrée.



Même filière pour l'unité de traitement de Foundiougne en service pour un débit 680 m<sup>3</sup>/j en moyenne

# Technique Membranaire pour amélioration de la qualité de l'eau dans le bassin arachidier : L'Usine de defluoruration de Fatick (3600 m<sup>3</sup>/j)

Process et Filière de traitement:



Réactifs

Pompe alimentation préfiltres

Cuve de lavage

Pompe alimentation membranes  
Haute pression

Skid composé de 2 étages avec 66 membranes  
:7 tubes de 6 membranes en 1<sup>er</sup> étage  
- 4 tubes de 6 membranes en 2<sup>ème</sup> étage

Perméat dirigé vers la bêche eau traitée

Concentrat dirigé vers regard extérieur via une conduite de rejet vers le fleuve Sine Saloum

# Technique Membranaire pour diversification des ressources en eau de Dakar

---



# Les ressources en eau de la région de Dakar



- Les ressources en eau dans la région de Dakar

- ✓ Trois stations de traitement d'eau potable : Keur Momar Sarr 1&2 (130Mm<sup>3</sup>/j), Keur Momar Sarr 3 (200Mm<sup>3</sup>/j) et Ngnith (45 Mm<sup>3</sup>/j) situés à 250 à 300 km de la capitale
- ✓ Forages d'eau souterraine (250 Mm<sup>3</sup>/j)
- ✓ Trois adducteurs appelés ALG1,2&3, 2 stations de surpression (Mékhé 250 Mm<sup>3</sup>/j et Carmel 300Mm<sup>3</sup>/j) et Réservoirs (45 Mm<sup>3</sup>) acheminent toute l'eau produite vers la région de Dakar

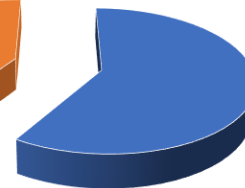
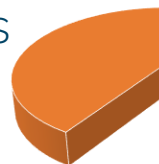
## SYNOPTIQUE DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE (AEP) DE DAKAR

Synoptic map of drinking water supply in Dakar



## Production d'eau potable à Dakar du mois septembre 2021

6 Millions m<sup>3</sup> ; 41%



9 Millions m<sup>3</sup> ; 59%

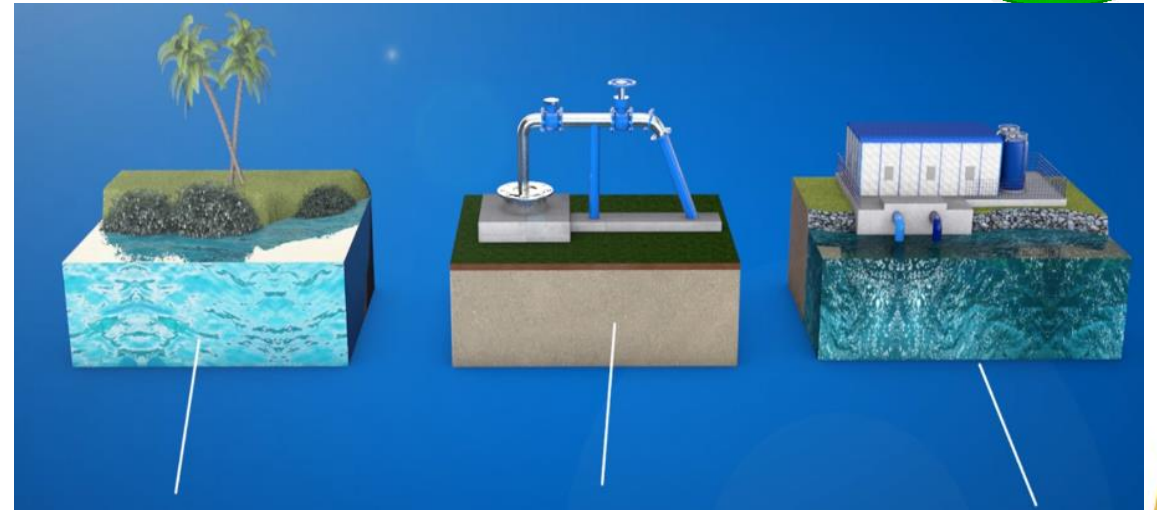
■ Eaux de surface

■ Eaux souterraines

# Vers une diversification des ressources en eau



- Selon le dernier schéma directeur de la région de Dakar, la saturation des installations de production a été atteinte en 2013.
- De plus, en septembre 2013, un incident sur l'une des conduites d'alimentation en eau a révélé la vulnérabilité du système d'approvisionnement en eau de cette région.
- La sauvegarde des ressources en eau souterraines est nécessaire pour éviter l'épuisement et l'intrusion saline (Surexploitation des nappes).
- Pollution accrue du lac de Guiers, source des 3 stations de traitement (prolifération des algues)



➔ Ambitieux plan d'investissement de l'Etat à travers la Société nationale des Eaux du Sénégal (SONES) pour réduire le déficit hydrique de la région urbaine de Dakar à l'horizon 2035 en diversifiant ses ressources.

➔ Construction de l'usine de Dessalement des Mamelles d'une capacité de production de 50,000 m<sup>3</sup>/j extensible à 100,000 m<sup>3</sup>/j.



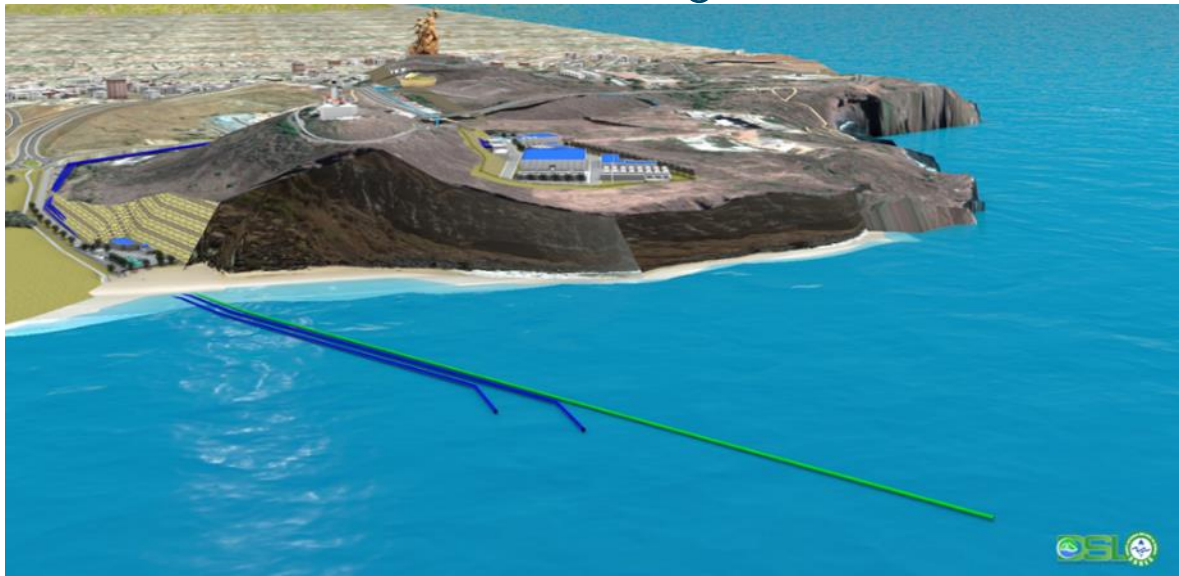
# Usine de dessalement des Mamelles

## Pourquoi implanter l'usine de dessalement au cœur de Dakar ?



Caractéristiques du site des Mamelles :

- Conditions marines favorables
- Proximité des réservoirs de stockage existants de 35,000 m<sup>3</sup>
- Proximité des consommateurs pour limiter les investissements et les coûts opérationnels liés aux transferts
- Proximité du réseau 90kv d'alimentation électrique



# Les composants de l'usine de dessalement des Mamelles



- Prises d'eau par conduite
- Station de pompage d'eau de mer
- Conduite de refoulement d'eau de mer entre la station de pompage et l'usine de dessalement
- Usine de dessalement par OI
- Station de pompage d'eau traitée
- Conduite d'eau potable
- Raccordement électrique avec réseau 90kV
- Evacuation des saumures

# Caractéristiques techniques de l'usine de dessalement des Mamelles (1/3)



## Qualité de l'eau de mer

- Lors d'une campagne de surveillance sur un an, une forte concentration d'hydrocarbures a été détectée dans l'eau de mer, même en profondeur (pendant plusieurs mois). De nouvelles analyses ont été réalisées sans détection d'hydrocarbures.

Paramètres	Unit	Min	Max
TDS	g/l	32.8	36.4
Temperature	°C	13.6	29.4
pH	-	7.9	8.3
COT	mg/l	0.7	2.6
SDI		0.8	5.63
Bore	mg/l	3.8	4.6

# Caractéristiques techniques de l'usine de dessalement des Mamelles (2/3)



- Technologie d'osmose inverse :
- Pré- traitement : Coagulation-floculation, injection CAP pour se protéger de la présence d'hydrocarbures, DAF, filtration sous pression, filtre à cartouche en polypropylène 5 micro.
- Cinq trains de membranes OI d'une capacité unitaire de 10,000 m<sup>3</sup>/j avec le membrane en composite
- Taux de conversion : 45%
- Production de javel pour la chloration choc et la désinfection par électrochloration du sel raffiné,
- Récupération d'énergie : Echangeur de Pression
- Post-traitement : injection de CO<sub>2</sub> et filtre de calcite

# Caractéristiques techniques de l'usine de dessalement des Mamelles (3/3)



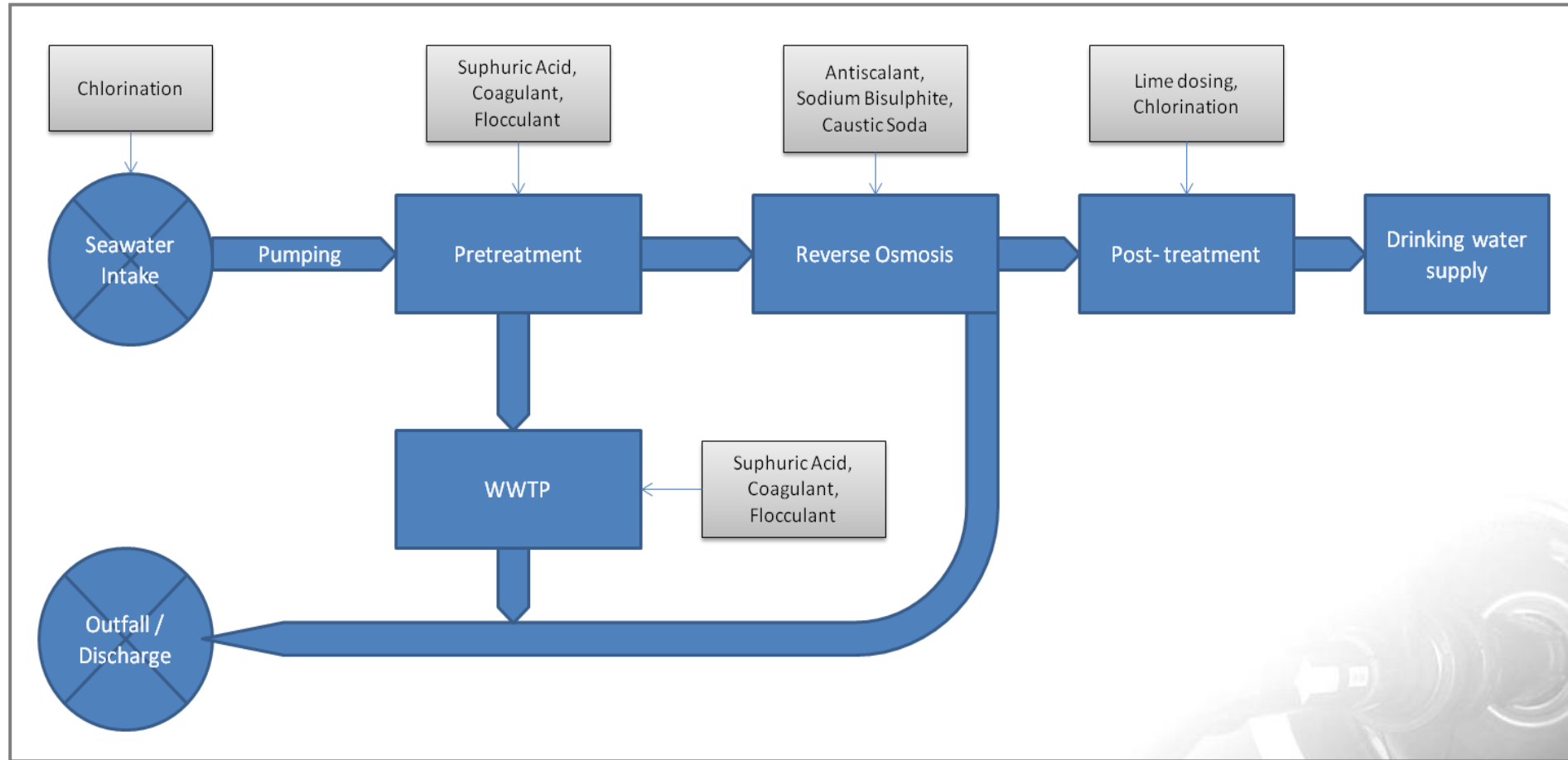
Qualité de l'eau traitée

- Répondre aux normes sénégalaises (NS 05-003 – Avril 1996) et aux directives de L'OMS.

	Unité	Normes Sénégalaises	Valeurs indicatives de L'OMS	Valeurs Considerées
pH	-	6 – 9.2	6.5 -8.5	6.5 – 8.5
TDS	mg/l	-	< 1000	< 500
Bore	mg/l	-	< 2.4	< 2.4
Turbidité	NTU	< 5	< 1	< 1
Dureté	mg CaCO <sub>3</sub> /l	100 - 300	< 200	100 - 200
Chlorures	mg/l	< 750	< 250	< 250
Chlore Libre	mg/l	-	-	0.5
Indice de saturation de Langelier (ISL)	-	-	-	0.1 – 0.5

Gestion de la saumure : rejet à la mer avec conduite après neutralisation

# Caractéristiques techniques de l'usine de dessalement des Mamelles (3/3 FIN)



# Les Axes de formation et de recherche universitaire à Développer au tour des infrastructures de traitement Membranaires

---



# Volet Environnemental et Suivi qualité de l'Eau de Mer



Eau de mer :

- Impact des rejets sur la qualité physico-chimique de l'eau de mer et développement de la flore marine au niveau de la zone de rejet
- Gestion des boues de prétraitement, élimination ou valorisation



# Volet Environnemental et Suivi qualité de l'Eau de Mer



Eau saumâtre :

- Quel dispositif à mettre en place pour le traitement des eaux issues du lavage des membranes pour réduire les impacts sur l'environnement ?
- Quelles techniques mettre en œuvre pour gérer les rejets de saumures dans les zones isolées dépourvues d'exutoires naturels débouchant vers la mer ?

# Volet Technique



Eau de mer :

- Processus de colmatage des Membranes
- Dessalement et Energie renouvelable
- Chloration choc par un système d'électrolyseur par l'eau de mer : gestion des sous-produits
- Impact de la qualité de l'eau de mer sur le choix de la filière de traitement des boues produites par le système de prétraitement
- Choix du système de prétraitement en fonction de la qualité de l'eau brute

# Volet Technique



## Eau saumâtre:

- ❑ Influence de la température des eaux saumâtres souterraines dans le choix et la détermination des membranes d'osmose inverse
- ❑ Corrélation entre la pression optimale d'exercice sur les membranes d'osmose inverse et leur durée de vie
- ❑ Identification des contaminants des eaux saumâtres souterraines et proposition des types de prétraitement approprié

# MERCI POUR VOTRE ATTENTION

