

ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

Branche Eau



Conférence-débat IME en partenariat avec l'ONEE 3 juin 2021



Expérience de l'ONEE en matière de dessalement d'eau

Kharif Mohammed

Chef de Division Aménagements Sud

Direction technique et ingénierie

E-mail: mkharif@onee.ma

Resources en Eau au Maroc

PLAN

- **Maroc en bref**
- **Mega projets au Maroc**
- **Ressources en Eau au Maroc**
- **Dessalement, une solution alternative pour l'approvisionnement en eau**
- **Coût de dessalement ! Cas de Laayoune**
- **Cas de Dakhla : Les traitements spécifiques Complexité de mise en œuvre**
- **Défis et Perspectives**

Maroc en bref



Ifrane



Marrakech

- Position : Afrique du Nord , 14 km de l'Europe
- Superficie : 710 850 km²
- Population : 35 millions
- Climat: Très différent selon les régions : Méditerranéen au nord ; Océanique à l'Ouest ; Continental à l'intérieur des terres et Saharien



Agadir



Fes



Rabat (capitale)



Casablanca



Tangier

Plateforme d'Investissement attractive



Situation géographique stratégique entre l'Afrique et l'Europe et plateforme potentielle pour le développement de projets en Afrique



Stabilité économique, politique et sociale, une main-d'œuvre au savoir-faire éprouvé et des infrastructures modernes très développées



Un système institutionnel, réglementaire et législatif innovant, également incitatif et s'adaptant en permanence aux meilleurs standards



Des stratégies sectorielles ambitieuses (industrie, tourisme, énergie, agriculture, ...)



Une vision stratégique et une feuille de route claires pour le développement et l'avancement des secteurs de l'électricité, de l'eau et de l'assainissement



Assurer la mise en œuvre de ces stratégies selon une approche durable tout en profitant des ressources naturelles du Royaume



Resources en Eau au Maroc

Pluviométrie moyenne
150 Milliards m³/an



Potentiel mobilisable des Ressources
en eau : 22 Milliards m³/an

18 Milliards m³/an
Eaux de surface

4 milliards m³/an
Eaux souterraines

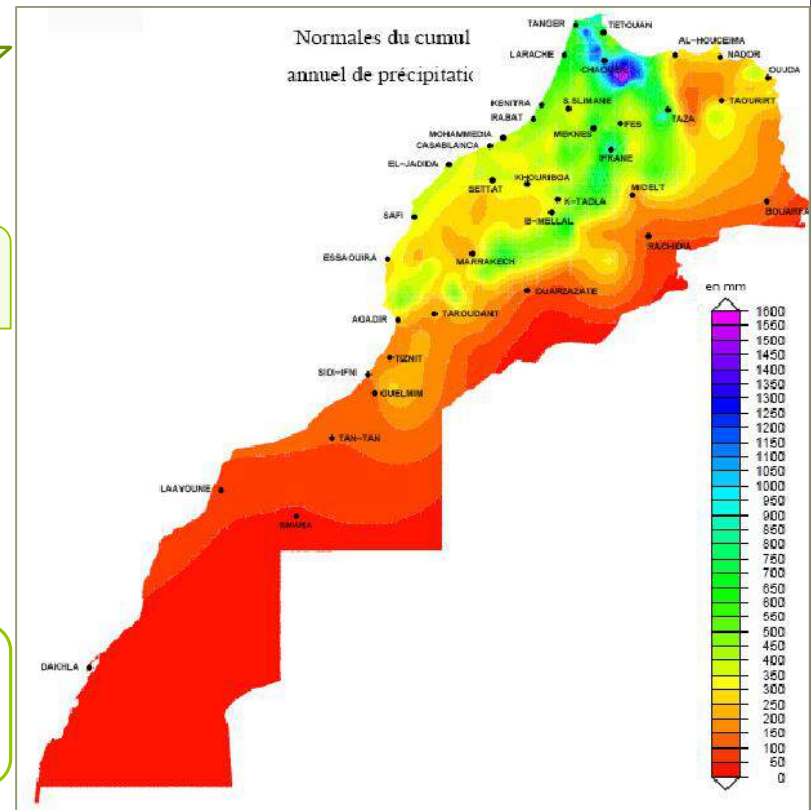
Contraintes

- Irrégularité de la pluviométrie dans le temps et dans l'espace
- Surexploitation des nappes souterraines
- Pollution des ressources en eau



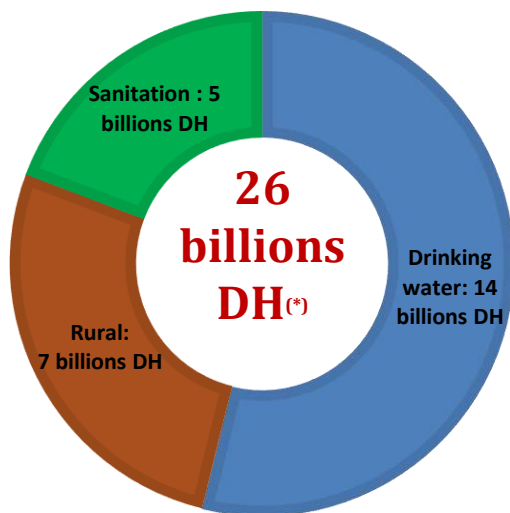
Nécessité de mobiliser en plus des
ressources conventionnelles celles dites
non-conventionnelles

Pluviométrie



Les perspectives 2020-2024

Investissement Global 2020-2024



(*) : Not including the Casablanca desalination project

Urbain

11,8 billions DH

Débit additionnel

11,3 m³/s

Conduites supplémentaires de production et de distribution

≈ 3 300 km

Amélioration des performances

2,6 billions DH

Rendement des installations d'approvisionnements en eau potable

De 97,15% à 97,40%

Rendement du réseau de distribution d'eau dans les villes et les zones urbaines

de 77,5% à 78,0%

Rural

7,1 billions DH

Taux d'accès

de 97,4 à 99,4 %

Population bénéficiaire supplémentaire

269 600 inhab.

Assainissement

4,5 billions DH

Débit Additionnel

106 072 m³/day

Stations d'épuration additionnelles

59

Nouveaux centres d'intervention en assainissement

53

- Consultez les projets lancés : www.marchespublics.gov.ma / www.onep.ma
- Appel d'offres international
- Critères techniques et administratives téléchargées : www.onep.ma

ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

Dessalement, une solution alternative
pour l'approvisionnement en eau

Dessalement, une solution alternative pour l'approvisionnement en eau

Techniques de dessalement



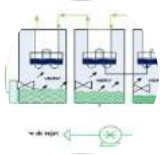
Procédés de dessalement d'eau



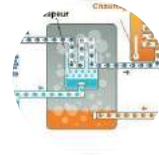
Les procédés thermiques



Les procédés membranaires



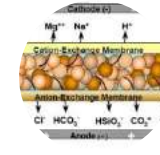
Congélation



Distillation



Osmose inverse



Electrodialyse

Technologie adoptée par ONEE



Procédé de l'osmose inverse

Technologies éprouvées pour le dessalement d'eau de mer à l'échelle internationale. ▲

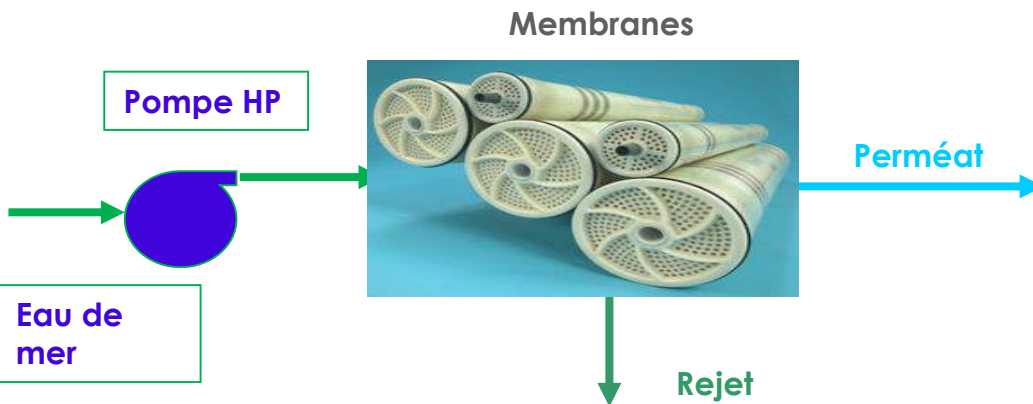
Choix de la technologie de l'osmose inverse

La technologie que l'ONEE a choisie pour le dessalement de l'eau de mer est l'Osmose Inverse qui présente les avantages suivants :

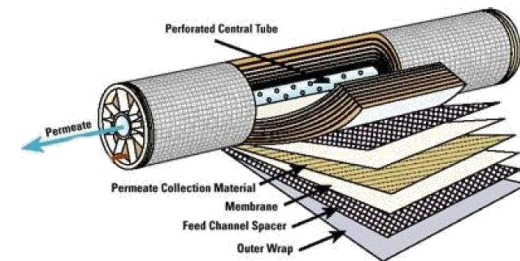
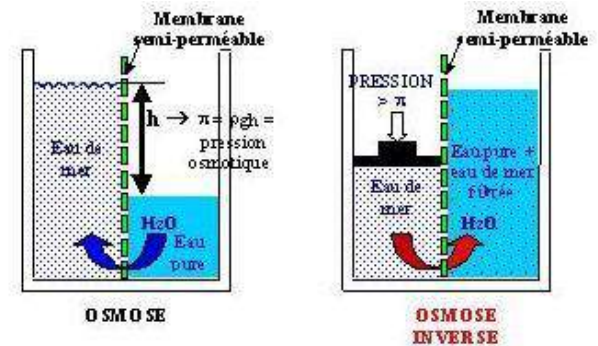
- Coût de mise en œuvre compétitif (Réduction du coût des membranes).
- Technologie Adaptée au type d'énergie au Maroc.
- Une basse consommation spécifique d'énergie.
- Développement des performances techniques.
- Technologie éprouvée et adoptée à l'échelle internationale.

Principe de l'osmose inverse

C'est un procédé qui consiste à faire passer, à travers des membranes, de l'eau concentré au moins concentré grâce à une certaine pression exercée sur le liquide concentré (eau de mer)



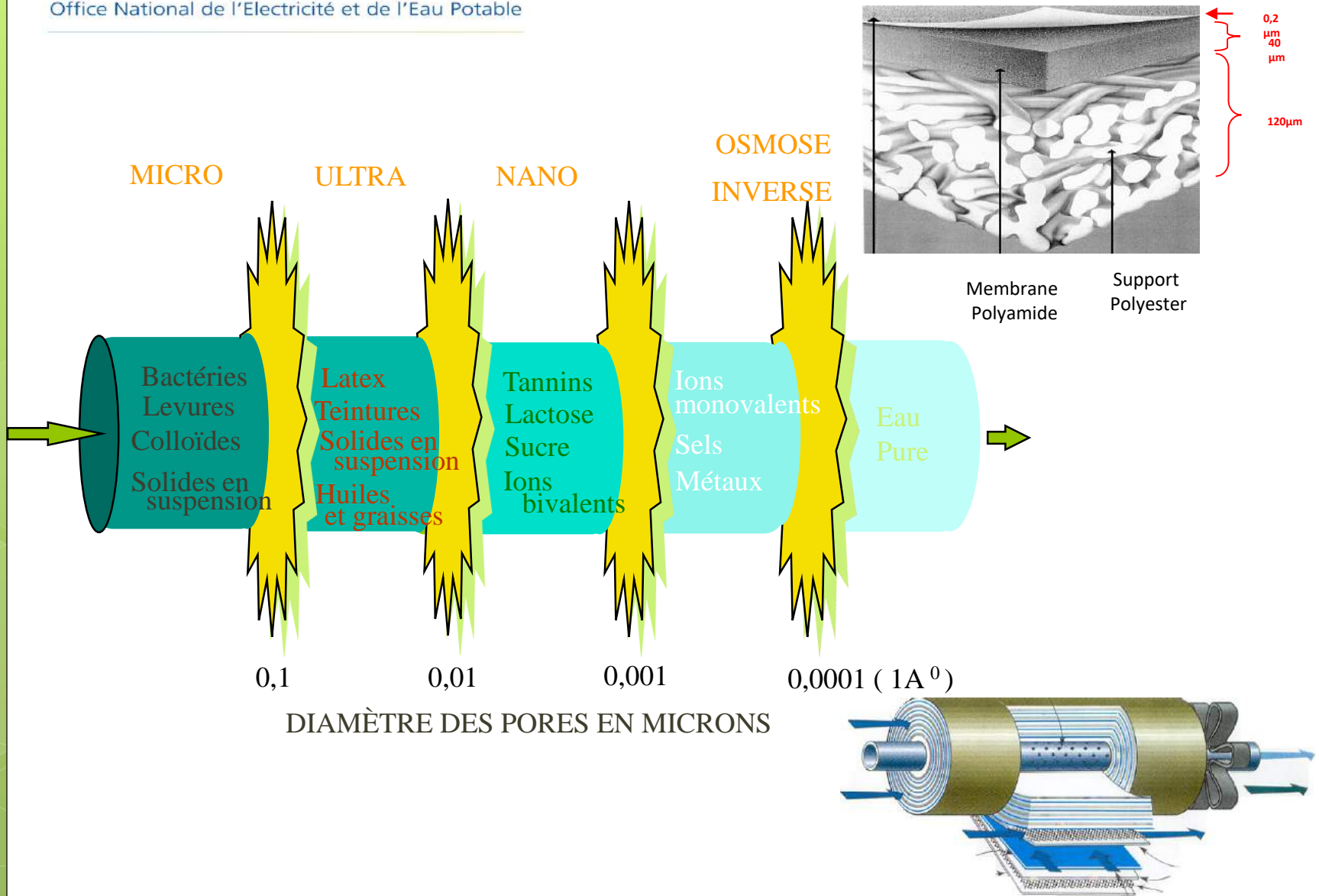
Consommation d'Energie = f (Salinité, Y, T, Membranes,...)



Dessalement, une solution alternative pour l'approvisionnement en eau

ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

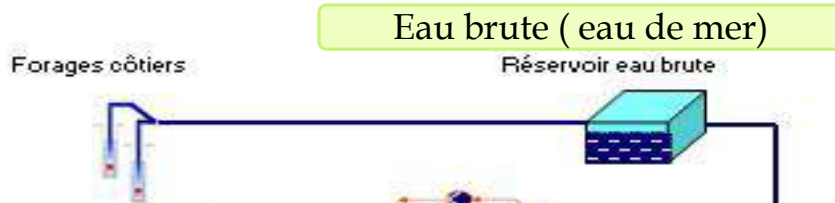


ROYAUME DU MAROC

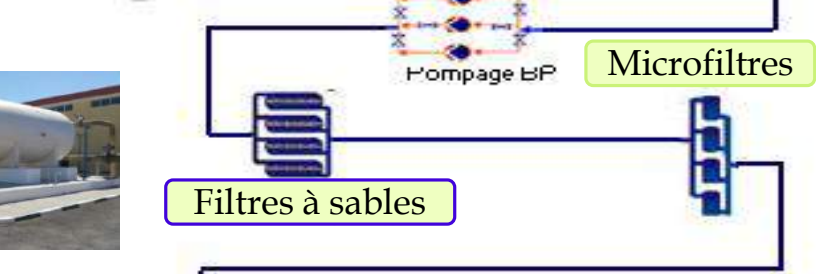
Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

Filières de traitement en dessalement

- Prise d'eau



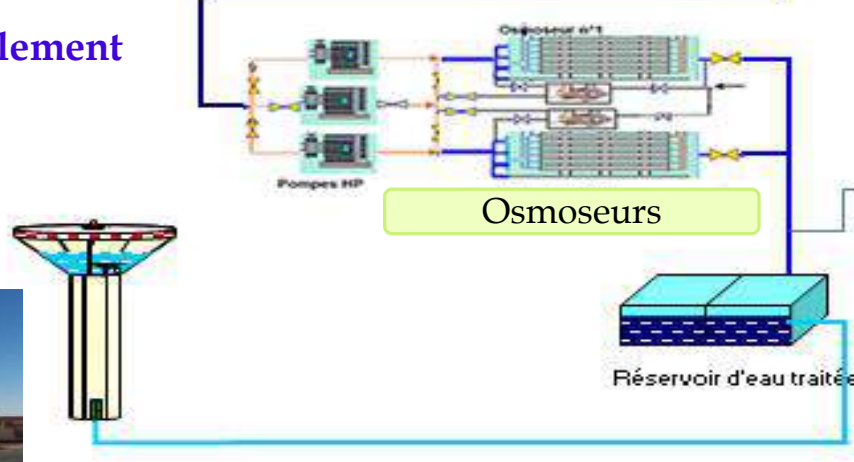
- Prétraitement



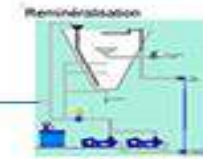
- Procédé de dessalement

&

- Post-traitement



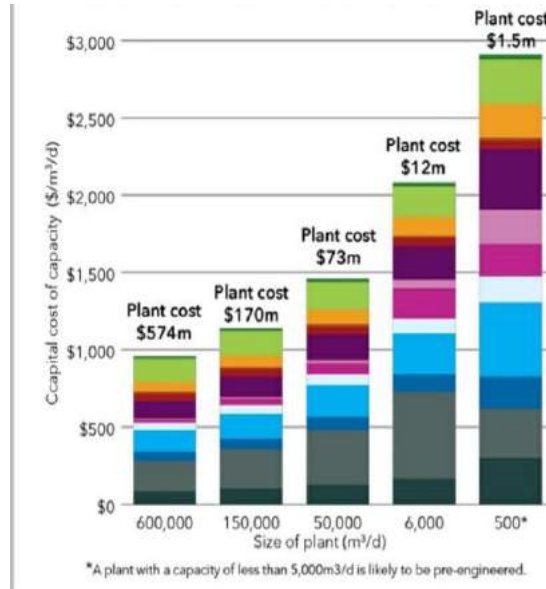
Reminéralisation



Coût de dessalement ! Cas de Laayoune



- 1-Membrane faible énergie
- 2-Système efficace de recuperation d'énergie par échangeurs de pression
- 3- Départ moteur par variateur de vitess MT



Consommation énergétique sans récupération d'énergie : 4,54 Kwh/m3



Coût d'investissement par m3 : 14 000 DH/m3/J
 A l'échelle international ce coût est de 1300 à 1400 USD/m3/J

Ref. : GWI –Desal Data – Edition d'Aout 2020

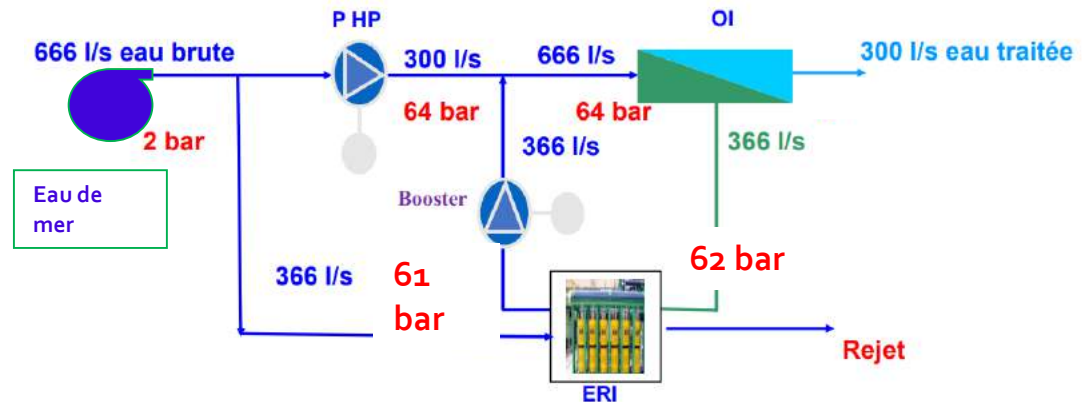
Economie de : 1,9 Kwh/m3

Consommation énergétique	: 2,64 Kwh/m3 (3,5 Kwh/m3 après démarrage de la prose directe)
Coût du m3	: 11 DH/m3 - Part investissement : 6 DH/m3. - Part exploitation : 5 DH/m3).

Consommation énergétique de dessalement ! Cas de Laayoune



**Schémas de principe du système de récupération d'énergie
(Taux de conversion 45%)**



Economie de : 1,9 Kwh/m³

ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

Réalisations ONEE (1976 – 2021)



Tan Tan 10 380 m³/jour – 2003 / 2014



Laâyoune 26000 m³/jour 1995/2005/2010



DAKHLA 17000 m³/jour – 2015



Boujdour 11 500 m³/jour 1995/2005/2010/2016

Capacité installée :
≈ 160 000 m³/jour



Akhfénir 864 m³/jour - 2011



Sidi Lghazi 90 m³/jour - 2009



Khénifra 30 000 m³/jour - 2012



Tagounite 320 m³/jour- 2008



Tarfaya 860 m³/jour 2001
من أجل مستقبل مستدام
For a sustainable future

ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

Réalisations ONEE (1976 – 2021)

Ville	Nature de l'eau	Capacité de production opérationnelle (m ³ /j)	Années de mise en service
Tarfaya	Eau saumâtre	860	1976, 1983 et 2001
Boujdour	Eau de mer	10.800	1977, 1995, 2005, 2011 et 2016
Laâyoune	Eau de mer	26.000	1995, 2005 et 2010
Tan Tan	Eau saumâtre	12.100	2003 et 2014
Sidi El Ghazi et Roc Chico	Eau de mer	120	2008 et 2009
Daoura	Eau saumâtre	240	2008
Tagounite	Eau saumâtre	430	2008
Akhfennir	Eau de mer	860	2011
Khénifra	Eau saumâtre	27.650	2012
Dakhla	Eau saumâtre	17.280	2015
Dakhla	Eau saumâtre	8.300	2018
Zagora	Eau saumâtre	5.200	2018
Al Hoceima	Eau de mer	17.280	2020
Khouribga et zone plateau des phosphates	Eau saumâtre	28.500	2020
Capacité totale		≈ 160 000 m³/jour (55 000 m³/j pour le dessalement)	

Projets en cours de réalisation ou programmés à court terme :

Ville	Nature de l'eau	Capacité de production opérationnelle (m ³ /j)
Laâyoune	Eau de mer	26.000 Travaux en cours
Tarfaya	Eau de mer	1.300 Travaux en cours
Agadir	Eau de mer	150.000 Travaux en cours
Sidi Ifni	Eau de mer	8.640 Travaux en cours
Tan Tan	Eau saumâtre	4.320 Consultation en cours
Es Semara	Eau saumâtre	10.370 En phase d'étude
Capacité totale		≈ 200.000 m³/jour

Projets en développement pour le moyen/long terme :

Ville	Nature de l'eau	Capacité de production opérationnelle (m ³ /j)
Casablanca	Eau de mer	548 000
Extension Agadir	Eau de mer	50.000
Extension Sidi Ifni	Eau de mer	8.600
Safi	Eau de mer	26 000
Dakhla	Eau de mer	22 500
Extension Tarfaya	Eau de mer	1.300
Capacité totale		656 400 m³/jour



Desalination Know-How advancement

المكتب الوطني للكهرباء و الماء الصالح للشرب

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

Laayoune-
Boujdour



Laayoune-Khenifra-
Khouribga-Tan Tan-
Dakhla- Al Hoceima

Tarfaya-Smara-
Boujdour



Testing

1975-1995

ED-MCV-RO

South regions

Optimization

1995-2009

Energy recovery

Materials

Membrane

Automatism

Mastering

beyond 2009

Large Scale units

Generalization to
other regions

Intakes

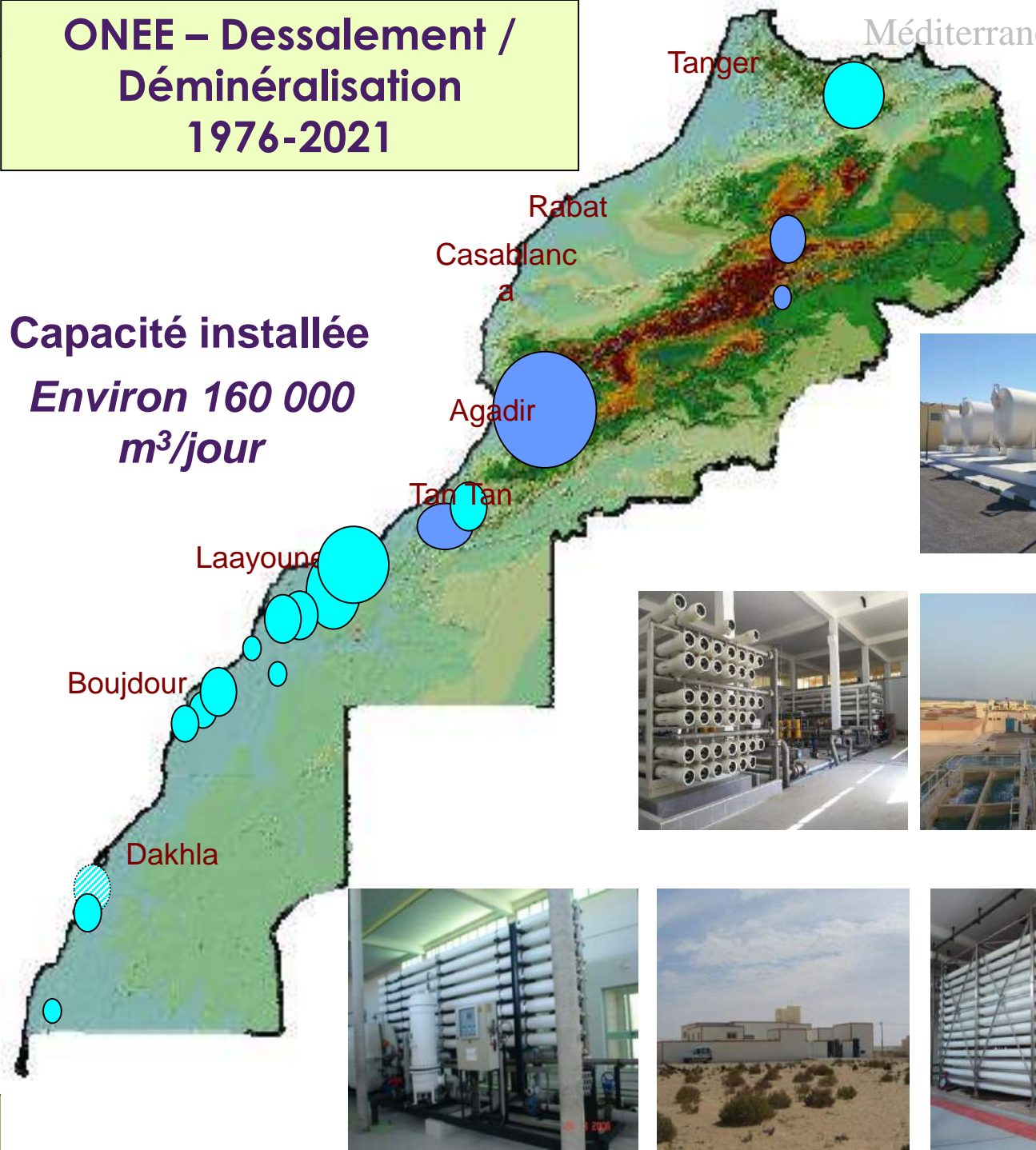
Environmental
aspects

45 years
experience



ONEE – Dessalement / Déminéralisation 1976-2021

Capacité installée
Environ 160 000
 $m^3/jour$



ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

Défis et perspectives Cas de Dakhla



ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

Cas de DAKHLA

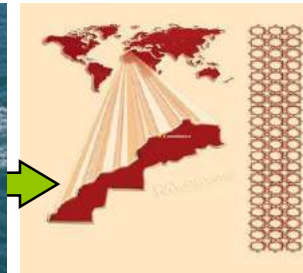
Population: 100 000 hab

Activité Principale

Sports Nautiques



Pêche



Tourisme



ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

Défi de la qualité d'eau brute: Cas de Dakhla

Contraintes principales

l'Eau brute avec une qualité dépassant les normes de potabilité de l'eau,

Fiche Technique

- Capacité (1ère phase) : 17 300 m³/jour (60% à dessaler)
- Procédé : Osmose Inverse
- Prise d'eau brute : Forrages
- TDS : 2,5 g/l
- Date de Mise en Service : Dec 2015



Association des traitements - *Complexité de mise en œuvre*

ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable



Laayoune TDS 39 g/l Dessalement



Dakhla H₂S + NH₄ Physico-chimique & biologique



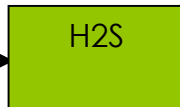
Oulmes Fe + Mn Biologique



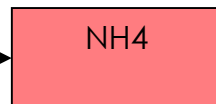
Tarfaya TDS 3 g/l Déminéralisation



Oxydation chimique



Traitement biologique



Traitement membranaire
OI



Cas de Dakhla :

Complexité de coexistence de traitements spécifiques pour la réduction ou l'élimination des paramètres présents en excès qui sont le fer, l'hydrogène sulfuré, l'ammonium et la minéralisation.

Présentation du projet de renforcement de l'AEP de DAKHLA

CONSISTANCE DU PROJET

Réalisation d'une station de traitement y compris les ouvrages de déminéralisation pour un débit d'eau traitée de 200 l/s à partir des eaux de nouveaux forages;

Eau brute

Eau souterraine d'une nappe fossile ayant la qualité suivante :

H₂S, NH₄, Fe, TDS, T°



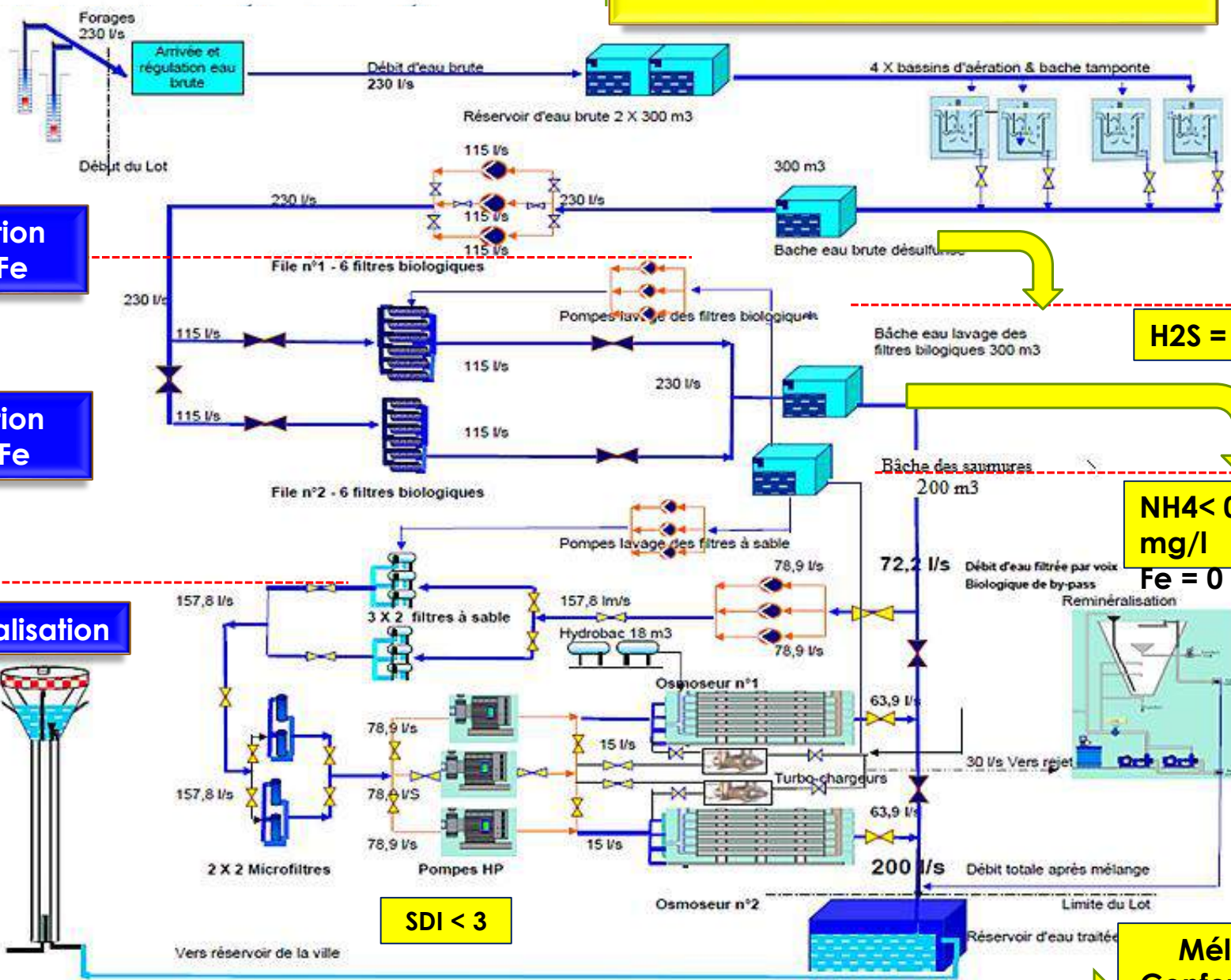
Parameter	T°C	Conductivity μS/cm	pH	H ₂ S mg/l	Cl ⁻ mg/l	Fe ²⁺ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	Mineralization mg/l
Value	35	3010	7,4	1,5-2	850	0,4 - 0,84	4	2191
NM Standards	-	-	7.5-8	0	300- 370	< 0.3	< 0,5	2000

Filière de traitement

**Élimination
H₂S + Fe**

**Élimination
NH₄ + Fe**

Déminéralisation



H₂S = 0 mg/l

NH₄ < 0,03 mg/l
Fe = 0 mg/l

SDI < 3

**Mélange
Conforme à la
Norme**

Station de déminéralisation de la ville de Dakhla 200 I/S



Nouvelle Station de déminéralisation de la ville de Dakhla



ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

Défi d'exploitation : Cas de Tan Tan

- Capacité (1ère phase) : 9 000 m³/jour
- Procédé : OI
- Prise d'eau brute : Eau saumâtre.
- TDS : 15 à 20 g/l
- Date de mise en service : 2014
- Energie : Réseau National (1ère phase)



Station de déminéralisation de la cille de Tan Tan



ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

La station de dessalement de BOUJDOUR

- Capacité : 7 000 m³/jour
- Procédé : OI
- Prise d'eau brute : Forages côtiers
- TDS : 36 g/l
- Date de mise en service : 2016
- Energie : Réseau National



Station de dessalement de Boujdour



Nouvelle station de dessalement de Laâyoune: Prise directe d'eau de mer

- Capacité : 26 000 m³/jour
- Procédé : OI
- Prise d'eau brute : Prise d'eau de mer directe
- TDS : 37 g/l
- Etat d'avancement : En phase de travaux (82%)



ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

**Nouvelle station de dessalement de Laâyoune:
Prise directe d'eau de mer**



Nouvelle station de Déminéralisation de Zagora

- Capacité : 5 200 m³/jour
- Procédé : OI
- Prise d'eau brute : Forages d'eau saumâtre
- TDS : 2,5 g/l
- Etat d'avancement : MES en Octobre 2018



ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

Nouvelle station de Déminéralisation de Zagora



ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

Nouvelle station de Déminéralisation de Zagora Traitement des rejets de la saumure par évaporation



- Réalisation de 5 bassins d'évaporation d'une superficie totale d'environ 90 000 m².
- 6 tonnes de sel par ans



ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

Desalination plant EL HOCEIMA

- Capacité : 17.280 m³/day
- Proces : Osmos lverse
- Prise d'eau de mer : Forages d'eau de mer
- Salinité : 36 g/l
- MES : 2020



Nouvelle station de dessalement de AGADIR : Prise directe d'eau de mer

- Capacité : 300 000 m³/jour (PHASE I)
ONEE & Ministère agriculture
- Procédé : OI
- Prise d'eau brute : Prise d'eau de mer directe
- TDS : 36 - 39 g/l
- Etat d'avancement : MES – 2021
- Type de contrat : **PPP (30 ans)**



Station de dessalement de Agadir

ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable



Mega project : Dessalement de Casablanca

ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable



- ❑ Capacité : 200 Mm³/an pour la 1^{ère} phase
- ❑ Investissement : 12 Billions de dirhams
- ❑ MES : 2027

Le groupe OCP, leader mondial des phosphates

Au Maroc, outre l'ONEE, d'autres partenaires socio-économiques ont adopté le recours au dessalement pour répondre à leurs besoins en eau. C'est notamment le cas de l'OCP et du ministère de l'Agriculture.

Utilisation d'eau de mer dessalée dans les opérations de fabrication :

- ❑ **Le complexe de Jorf Lasfar** est alimenté par la plus grande usine de dessalement en service du Maroc, d'une capacité annuelle de 25 millions de m³. Une extension de la station, prévue pour 2021, portera la capacité à 40 millions de m³ par an.
- ❑ **A Laâyoune**, une station d'une capacité de 7,5 millions de m³ est prévue pour répondre aux besoins en eau de Phosboucraa d'ici 2023, venant s'ajouter à une station actuelle de 1,2 million de m³.



ROYAUME DU MAROC

Office National de l'Électricité et de l'Eau Potable

Le secteur agricole

Un méga projet d'usine de dessalement pour l'irrigation de 5 000 hectares de terres agricoles arables :

- ❑ Une usine de dessalement combinée aux énergies renouvelables
- ❑ Capacité : 100 000 m³/jour
- ❑ Investissement : 1,64 milliard de Dirhams



Conclusion

- Le Maroc a développé une stratégie en Eau/Assainissement incluant le développement des eaux non conventionnelles .
- Le dessalement est l'une des solutions éprouvées et sûres pour la mobilisation des ressources en eau supplémentaires
- L'ONEE a acquis un savoir-faire indéniable dans le dessalement d'eau utile pour le développement de son future programme de dessalement.
- Le maintien d'une veille technologique est nécessaire pour la maîtrise de la technologie et l'optimisation des coûts : le couplage avec les Energies Renouvelables est une aubaine.



Gracias
MERCI
ARIGATO
thank you



Kharif Mohammed (Ph, D)
Chef de Division Aménagements Sud
Direction technique et ingénierie
E-mail: mkharif@onee.ma