

DESSALEMENT D'EAU DE MER
A TRAVERS L'EXPERIENCE DE SONELGAZ
Z.BOULKROUN
Sous Direction de l'Engineering SONELGAZ

INTRODUCTION

Le déficit en eau potable de la région du nord de l'Afrique est estimé à 9 millions de m³/J en l'an 2000 et 21 millions à l'horizon 2015.

Des unités de dessalement ont été introduites dans la région depuis 1926 à Ras-Gharib en EGYPTÉ.

Depuis, des unités de différentes tailles et technologies ont été implantées dans cette région afin de satisfaire la demande croissante en eau douce des municipalités et l'industrie.

La présente communication est axée principalement sur les problèmes rencontrés dans l'exploitation des unités de dessalement de l'eau de mer, le coût de production du m³ d'eau et l'expérience de SONELGAZ dans le domaine.

1. EVOLUTION DES PROCÉDES ET COMPARAISON

L'exploitation commerciale d'installation de dessalement a débuté en 1960. Le tableau I illustre l'évolution comparée des procédés utilisés.

Le procédé (ED) a été introduit dans le courant de l'année 1962, son usage n'a pas connu d'essor et demeure jusqu'à présent limité au traitement des eaux saumâtres.

Le procédé (OI) est apparu sur le marché dans le courant de l'année 1969 et a dépassé rapidement les procédés (ED) et (MED).

Par ailleurs, le tableau II récapitule des éléments de comparaison s entre les procédés (OI) , (MSF) et (MED).

Tableau I : Situation mondiale des procédés OI et MSF :

Année du contrat	MSF	OI	Autres systèmes
1960	75	2	23
1972	72	8	20
1974	70	12	18
1976	64	20	16
1978	64	22	14
1980	65	23	12
1984	65	23	12
1985	52	37	11
1986	33	47	20
1987	11	65	24
1988	0	87	13
1989	3	85	12

Seules les unités produisant plus de 100m³/jour ont été recensées.

Tableau II : comparaison des procédés OI , MSF et MED :

Désignation	OI	MSF	MED
Consommation d'énergie KWh électrique KWh thermique	5 - 7 -	4 - 6 80 - 150	1 - 2 25 - 100
Frais de pièces de rechange	élevés (grosses pompes et remplacement des membranes chaque 3 à 5 ans)	moyens- (pompes spéciales)	faibles- (pompes)
Investissement pour unité clé en main.	faible	moyen	Plus faible que MSF et supérieur à OI
Exploitation	équivalence	équivalence	équivalence
Besoins en maintenance	élevés	moyens	plus faible
Qualité de l'eau produite	faible	bonne	élevés
Surface d'échange de chaleur	non applicable	élevée	faible
Risque de corrosion	élevé	moyen	faible
Taux de conversion eau produite/eau de mer	de 30% à 40%	8% - 15%	45% - 55%

2. PROBLEMES RENCONTRES DANS LES INSTALLATIONS DE DESSALEMENT D'EAU DE MER :

Une vaste expérience a été cumulée dans l'étude, la construction, la mise en service, exploitation et l'entretien des unités de dessalement. Les problèmes majeurs rencontrés par les pays du nord de l'Afrique sont discutés ci-dessous et sont basés sur des données provenant des différents pays et complétés par des références internationales.

2.1 La prise d'eau :

Les principaux problèmes rencontrés dans les prises d'eau sont la variation de la salinité de l'eau, la baisse du niveau des prises d'eaux et la prolifération des algues marines, dans la côte méditerranéenne, qui bloque le fonctionnement du système de filtrage.

2.2 Pré traitement :

Il est essentiel d'éviter dans les unités de dessalement thermiques la précipitation des composants du tartre. En effet, le tartre impose une barrière isolante dans les échanges thermiques et peut obstruer les tubes et les vannes de toute installation.

L'acidification de l'eau alimentaire, par des acides minéraux, est utilisée dans plusieurs installations pour prévenir l'entartrage.

Cependant, un dosage acide insuffisant entraîne un dépôt et un surdosage acide peut provoquer des corrosions de tubes d'évaporateurs.

Ainsi, l'entartrage et la corrosion sont les deux plus importants problèmes rencontrés dans l'exploitation des unités de dessalement de la région. Une étude Libyenne indique que 41% des unités MSF présentent ces deux problèmes. Une autre étude indique que les problèmes de dépôts du tartre et la corrosion existent dans toutes les unités avec des degrés de sévérité variables.

Les performances, à long terme, des unités à membrane dépendent fortement du pré traitement de l'eau d'alimentation, qui élimine ou minimise l'encrassement.

En effet, l'encrassement accumule les matériaux à l'intérieur du faisceau de fibres ou sur la surface de la membrane. Le problème majeur des unités à osmose inverse est la

présence de matières en suspension dans l'eau de mer. En général, ces suspensions sont éliminées par floculation suivie par une filtration. Pour supprimer les micro-organismes biologiques qui risquent de proliférer dans les tubes de distillation, on fait recours à l'injection de chlore.

2.3 Exploitation et maintenance

La qualification des exploitants est un des facteurs qui affectent la disponibilité des unités. Il faut, donc veiller à leur formation continue pour assurer une production permanente et un prix de revient correct du m³ d'eau produit.

Par ailleurs, l'exploitation et l'entretien des unités sont affectés par le manque de pièces de rechanges dû aux contraintes financières et aux longues procédures administratives.

Il est, également, à signaler que les hautes températures des procédés de distillation exigent un contrôle sévère et une prévention efficace contre la corrosion et que l'osmose inverse nécessite un suivi serré à tous les étages du pré traitement.

2.4 Impact sur l'environnement :

Les plus grands problèmes proviennent des réactifs utilisés dans le pré traitement et des produits de corrosion. Dans les usines utilisant le dosage acide comme pré traitement, le pH des effluents est assez bas. Le Cu contenu dans ces effluents peut particulièrement induire des problèmes écologiques. Dans certaines régions, près des grandes unités de dessalement équipées de tubes en cupronickel, un changement a été constaté dans le développement des algues.

Certaines indications de pollution par l'ion NH₄ ont été rapportées par l'Algérie.

3. COUTS DE PRODUCTION DES UNITES DE DESSALEMENT D'EAU

L'évaluation des coûts de production des unités de dessalement d'eau de mer doit tenir compte de facteurs influents dont notamment :

- Taux de salinité de l'eau à dessaler.
- Taille de l'installation.
- Qualité requise pour l'eau produite.
- Conditions spécifiques du site.
- Choix du procédé
- Disponibilité de l'unité.
- Durée de construction.
- Durée de vie de l'unité.
- Coût de l'énergie
- Utilisation, etc

Il en résulte une large gamme de prix de revient du mètre cube (m³) d'eau dessalée (à titre d'exemples, certaines unités d'osmose inverse produisent le mètre d'eau à 0,345 US \$ et d'autres le produisent à un coût variant de 0,40 à 1 US \$).

Par ailleurs, pour tenir compte de toutes les conditions influant sur le coût du mètre cube d'eau dessalée, l'US office of saline water a établi un code de calcul, des coûts de production, élaboré pour les quatre procédés : ED, MSF, MED et OI.

Les tableaux III et IV donnent à titre indicatif les coûts du m³/j et les coûts de production du m³ d'eau dessalée. Tous les coûts sont en milliers de Dollars Américains, (2^{ème} trimestre 1989).

Tableau III : Coûts de dessalement d'eau de mer.

Capacité de l'usine : 23 000 m ³ /j Emplacement : Golfe arabe. Salinité de l'eau de mer 45 000 mg/l.			
	OI	MSF	MED
Durée de construction (mois)	18	24	24
Coût d'investissement direct :			
Coûts des équipements.	22 254	34 141	29 730
Aménagement du site.	600	800	900
Système de prise d'eau.	900	1 100	1 100
Total des coûts d'investissement directs.	23 754	36 041	31 730
Coûts d'investissements indirects	23 754	36 041	31 730
Intérêts (15 à 20% du C.I)	3 563	7 208	6 346
Mesures prises (10% C.I)	2 375	3 604	3 173
Imprévus (16% C.I)	3 801	5 767	5 077
Capital (5% C.I)	1 188	1 802	1 587
Total des coûts d'investissement	34 681	54 422	47 913
Dollars Américains / m ³ / jour	1 508	2 366	2 083

Tableau IV : Coûts de production du m³ d'eau dessalée

Procédé	Capacité en m ³ /j	Pays	Coût en US \$/m ³ (1998)
OI	45455	USA	0,46
ED	45455	USA	0,49
OI	37850	USA	1,49
MED	37850	USA	1,48
MSF	37850	USA	1,71
OI	23000	Pays du Golfe	1,79
MED	23000	Pays du Golfe	1,37
MSF	23000	Pays du Golfe	2,39
OI	2 X 5000	(SURESTE) Iles Canaries	1,04
MSF	500	ALGERIE (SONELGAZ)	4

4. EXPERIENCE DE SONELGAZ DANS LE DESSALEMENT D'EAU DE MER

Pour les besoins de production d'énergie électrique et compte tenu de l'insuffisance des ressources en eau brute du réseau pour certains besoins industriels, SONELGAZ a été amenée à installer dans certaines de ces centrales conventionnelles à vapeur des installations de dessalement d'eau de mer pour produire de l'eau nécessaire pour l'alimentation des chaudières.

Les procédés de dessalement utilisés sont :

- MSF et la compression de vapeur.
- OSMOSE INVERSE (à titre expérimental)

Les installations sont dimensionnées pour les besoins des unités de production d'énergie électrique.

Les informations relatives à ces installations sont données dans le tableau V.

Tableau V. Caractéristiques des installations

Centrale	Installation de dessalement				Coût du m ³ /j en DA	Coût du m ³ produit en DA
	Nbre unités	Capacité unitaire m ³ /j	Type	Année d'installation		
Mers EL HADJADJ	3	500	Thermo compression	1977	8666,67	10
Mers EL HADJADJ	4	500	MSF	1991	162000	98
Mers EL HADJADJ	1	500	Thermo compression	1989	12641,45	13 (1985)
RAS DJINET	4	500	MSF	1985	13340,76	13
JIJEL	4	500	MSF	1992	27305,34	19 (1987)
JIJEL	2	250	OI	1992	42748,23	27 (1988)

Tableau VI : Coûts actualisés à 1998

Centrale	Installation de dessalement				Coût du m ³ /j en DA	Coût du m ³ produit en DA
	Nbre unités	Capacité unitaire m ³ /j	Type	Année d'installation		
Mers EL HADJADJ	3	500	Thermo compression	1977	5462	6,5
Mers EL HADJADJ	4	500	MSF	1991	9966	6
Mers EL HADJADJ	1	500	Thermo compression	1989	4410	4,53
RAS DJINET	4	500	MSF	1985	4653	4,53
JIJEL	4	500	MSF	1992	6826	4,75
JIJEL	2	250	OI	1992	10 432	6,75