

RAPPORT FINAL  
SUR  
L'ETUDE DE FAISABILITE  
D'UNE UNITE DE DESSALEMENT  
D'EAU DE MER A ALGER

SEPTEMBRE 1983

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



**RAPPORT FINAL**  
**SUR**  
**ETUDE DE FAISABILITE**  
**D'UNE UNITE DE DESSALEMENT**  
**D'EAU DE MER A ALGER**

JICA LIBRARY



1061517L7J

**SEPTEMBRE 1983**

**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

国際協力事業団

受入 期 84. 5. 14	401
登録No. 04334	61.8
	MPI

## PREFACE

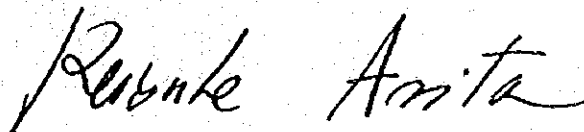
Sur l'invitation du gouvernement de la République Algérienne Démocratique et Populaire, le gouvernement du Japon a décidé de mener une étude sur le Projet de la réalisation d'une Unité de Dessalement de l'Eau de Mer et a confié l'étude à l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA). La JICA a envoyé à la République Algérienne Démocratique et Populaire une équipe d'étude dirigée par Monsieur Yoshio Murayama du 12 au 31 mars 1983.

L'équipe a échangé des vues avec les fonctionnaires concernés du gouvernement algérien et réalisé une étude sur le terrain dans la zone d'Alger. Après le retour au Japon de l'équipe, d'autres études se sont effectuées et le présent rapport a été élaboré.

Je souhaite que ce rapport serve d'une part au développement du Projet, d'autre part à la promotion des relations d'amitié entre les deux pays.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance profonde aux fonctionnaires intéressés du gouvernement algérien de leur coopération qu'ils ont accordée à l'équipe.

Tokyo, Septembre 1983

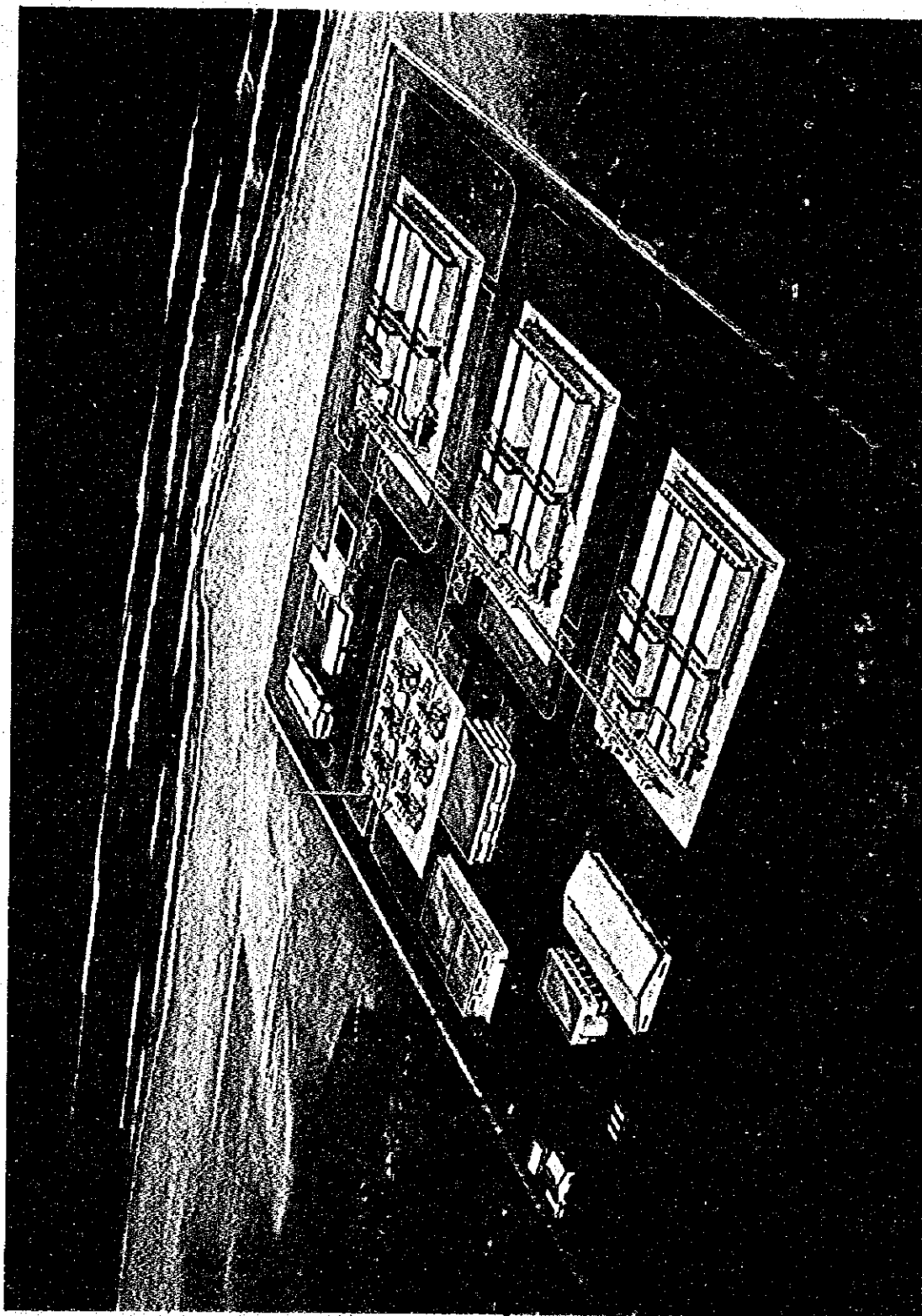


Keisuke ARITA

Président

Japan International Cooperation Agency

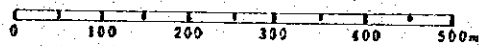
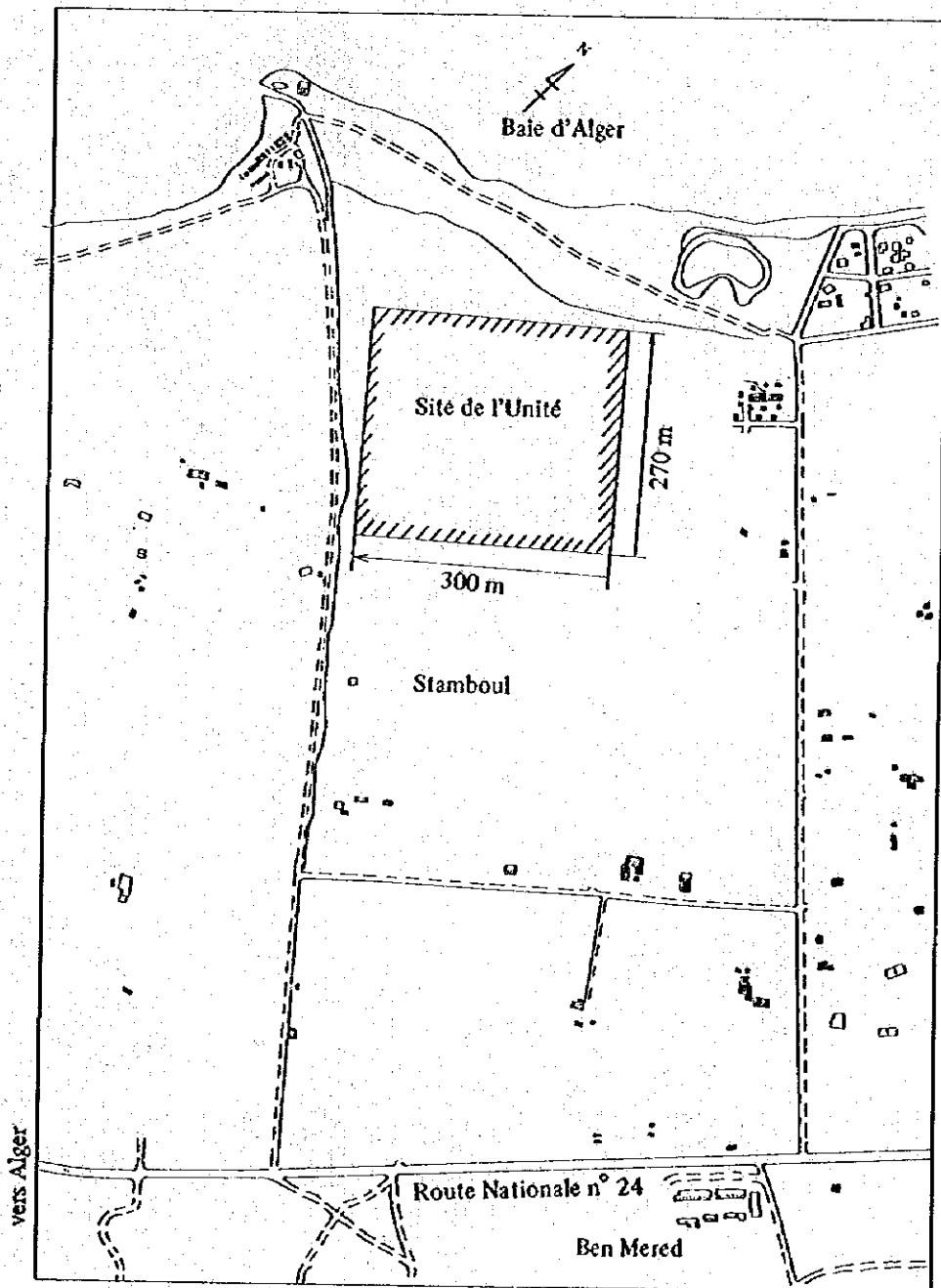




Vue à vol d'oiseau de l'Unité de dessalement d'eau de mer







Plan d'implantation du site de l'Unité



## TABLE DES MATIERES

### RESUME

Liste de tableaux	(1)
Liste de figures	(5)
Liste de signes abrégatifs	(8)
<b>Chapitre 1 — Introduction</b>	<b>3</b>
1.1 Historique de l'étude de faisabilité	3
1.2 Objectif de l'étude de faisabilité	3
1.3 Contenu de l'étude de faisabilité	4
<b>Chapitre 2 — Situation du Grand Alger</b>	<b>11</b>
2.1 Situation géographique	11
2.2 Conditions naturelles	11
2.3 Conditions socio-économiques	13
<b>Chapitre 3 — Etat actuel du service de distribution d'eau et prévision de l'offre et de la demande en eau du Grand Alger</b>	<b>17</b>
3.1 Etat actuel du service de distribution d'eau du Grand Alger	17
3.2 Prévision de l'offre et de la demande en eau du Grand Alger	19
3.3 Taille de l'Unité de dessalement d'eau de mer	23
<b>Chapitre 4 — Procédés de dessalement d'eau de mer</b>	<b>31</b>
4.1 Description générale des divers procédés de dessalement d'eau de mer	31
4.2 Procédés de dessalement d'eau de mer s'adaptant aux grandes unités	41
4.3 Etat des unités de dessalement d'eau de mer réalisées dans le monde entier	49
<b>Chapitre 5 — Choix du site de l'Unité</b>	<b>57</b>
5.1 Conditions naturelles environnantes du Grand Alger	57
5.2 Conditions générales des sites possibles	63
5.3 Etude comparative des sites possibles et choix du site optimal	65

<b>Chapitre 6</b>	<b>— Conditions de planning de l'Unité</b>	<b>71</b>
6.1	Capacité de l'Unité	71
6.2	Site de l'Unité	71
6.3	Qualité de l'eau produite	71
6.4	Qualité de l'eau de mer brute	73
6.5	Utilités et produits chimiques	74
6.6	Protection de l'environnement	76
6.7	Autres conditions à en tenir compte dans le planning de l'Unité	78
<b>Chapitre 7</b>	<b>— Etude conceptuelle de l'Unité de dessalement par distillation</b>	<b>81</b>
7.1	Spécifications générales	81
7.2	Description générale du procédé	82
7.3	Spécifications des équipements	94
7.4	Implantation de l'Unité	101
7.5	Programme de construction	103
7.6	Organisation et planning du personnel	107
<b>Chapitre 8</b>	<b>— Etude conceptuelle de l'Unité de dessalement par osmose inverse</b>	<b>115</b>
8.1	Spécifications générales	115
8.2	Description générale du procédé	116
8.3	Spécifications des équipements	131
8.4	Implantation de l'Unité	137
8.5	Programme de construction	139
8.6	Organisation et planning du personnel	139
<b>Chapitre 9</b>	<b>— Raccordement aux réseaux de distribution existants</b>	<b>147</b>
9.1	Conduite d'adduction d'eau	147
9.2	Réservoir d'eau pure	150
9.3	Pompe d'adduction d'eau	150
9.4	Réservoir de répartition	152
9.5	Qualité de l'eau mélangée	152
<b>Chapitre 10</b>	<b>— Fonds nécessaires et frais d'exploitation</b>	<b>157</b>
10.1	Fonds nécessaires	157
10.2	Frais d'exploitation	163
10.3	Coût d'exploitation annuels	167

<b>Chapitre 11 – Analyse financière</b>	<b>171</b>
11.1 Généralités	171
11.2 Principales conditions préalables à l'analyse financière	171
11.3 Rentabilité du Projet	174
11.4 Programme de direction du Projet	175
11.5 Mode de l'analyse financière	179
11.6 Résultats de l'analyse financière	180
11.7 Analyse de sensibilité	189
11.8 Evaluation des résultats de l'analyse financière	195
<b>Chapitre 12 – Analyse économique</b>	<b>207</b>
12.1 Objectif de l'analyse économique	207
12.2 Avantages économiques du Projet	208
12.3 Coûts économiques du Projet	211
12.4 Taux de rentabilité économique intérieur (EIRR)	215
12.5 Evaluation des résultats de l'analyse économique	219
<b>Chapitre 13 – Sélection du procédé optimal et évaluation synthétique</b>	<b>223</b>
13.1 Evaluation technique	223
13.2 Evaluation économique	226
13.3 Sélection du procédé optimal	226
13.4 Fondement de la mise en oeuvre du Projet	228
<b>ANNEXE I Conditions océanographiques et météorologiques</b>	<b>233</b>
I-1 Résultats de l'analyse de la qualité d'eau (Réalisée par le Ministère de l'Hydraulique)	235
I-2 Résultats de l'analyse de la qualité d'eau (Réalisée par la JICA)	251
I-3 Données météorologiques	253
<b>ANNEXE II Unité à double fin</b>	<b>275</b>
<b>ANNEXE III Etats financiers obtenus par l'analyse financière (données de sortie de l'ordinateur)</b>	<b>281</b>
<b>ANNEXE IV Analyse comparative des procédés par distillation et par osmose inverse</b>	<b>321</b>



## Liste de tableaux

			Page
Tableau	1-1	Membres de l'équipe d'étude sur place .....	4
	1-2	Programme de l'étude sur place de l'équipe F/S .....	5
	1-3	Membres de l'équipe d'étude .....	6
	1-4	Calendrier des travaux de l'étude .....	7
Tableau	2-1	Données météorologiques du Grand Alger .....	12
Tableau	3-1	Situation de l'alimentation en eau assurée par SEDAL en 1980 .	19
	3-2	Prévision de la demande en eau .....	20
	3-3	Etat annuel des quantités d'eau demandées, fournies et manquantes .....	21
	3-4	Prévision du taux de satisfaction (%) .....	23
	3-5	Taux d'insuffisance et l'évaluation d'insuffisance en été .....	25
	3-6	Prévision de l'offre et de la demande à l'agglomération algéroise après la mise en service de l'unité (m <sup>3</sup> /jour) .....	27
Tableau	4-1	Classification des procédés de dessalement d'eau de mer .....	31
	4-2	Etat des grandes usines de dessalement d'eau de mer à vaporisation instantanée par détentes successives .....	52
	4-3	Etat des grandes usines de dessalement d'eau de mer par osmose inverse .....	54
Tableau	5-1	Température de l'eau de mer en fonction de profondeur .....	60
	5-2	Résultats de l'analyse de la qualité de fond .....	61
	5-3	Comparaison des sites possibles .....	67
Tableau	6-1	Standards algériens de la qualité d'eau (préparés pour la promulgation) .....	72
	6-2	Standards O. M. S. de la qualité d'eau .....	73
	6-3	Qualité de l'eau de mer brute .....	74
	6-4	Conditions d'alimentation et prix d'électricité .....	74
	6-5	Conditions d'alimentation et prix de gaz combustible .....	75
	6-6	Spécifications et prix unitaire des produits chimiques .....	76
		(1) Procédé de distillation	
		(2) Procédé osmose inverse	

	6-7	Standards de la qualité des eaux résiduaires .....	77
	6-8	Standards de l'environnement .....	87
Tableau	7-1	Organigramme .....	109
	7-2	Qualités requises pour le personnel .....	110
Tableau	8-1	Organigramme .....	143
Tableau	9-1	Bilan hydrique pour le contrôle d'adduction d'eau .....	150
	9-2	Qualité de l'eau mélangée (Procédé de distillation à vaporisation instantanée par détente successives) .....	153
	9-3	Qualité de l'eau mélangée (Procédé d'osmose inverse) .....	153
Tableau	10-1	Sommaire des fonds nécessaires .....	157
		– Procédé MSF	
		– Procédé RO	
	10-2	Frais de construction de l'Unité .....	159
	10-3	Frais avant le démarrage .....	160
		– Procédé MSF	
		– Procédé RO	
	10-4	Calendrier d'investissement des capitaux .....	162
		– Procédé MSF	
		– Procédé RO	
	10-5	Frais variables .....	164
	10-6	Frais fixes .....	164
	10-7	Consommation unitaire et prix unitaire .....	165
		– Procédé MSF	
		– Procédé RO	
	10-8	Frais de personnel .....	166
	10-9	Frais de gestion .....	167
	10-10	Coût annuel d'exploitation .....	168
		– Procédé MSF	
		– Procédé RO	
Tableau	11-1	Projet commercial .....	176
	11-2	Fonds nécessaires .....	177



11-3	Calendrier de dépense des fonds nécessaires .....	177
	– Procédé MSF	
	– Procédé RO	
11-4	Sommaire des frais d'exploitation .....	178
11-5	Sommaire de l'analyse financière .....	181
11-6	Coût de revient de l'eau produite .....	183
	– Procédé MSF	
	– Procédé RO	
11-7	Bilan financier pendant l'exploitation .....	186
	– Procédé MSF	
	– Procédé RO	
11-8	Principaux indices financiers .....	188
	– Procédé MSF	
	– Procédé RO	
11-9	Sommaire de l'analyse de sensibilité .....	191
	– Procédé MSF	
11-10	Sommaire de l'analyse de sensibilité .....	192
	– Procédé RO	
11-11	Sommaire de l'analyse de sensibilité relative à la rentabilité du projet .....	197
11-12	Mesures susceptibles de réduire le prix de l'eau produite .....	199
11-13	Subventions nécessaires (Autofinancement total) .....	200
	– Procédé MSF	
	– Procédé RO	
11-14	Subventions nécessaires (Remplacement de l'emprunt à court terme par la subvention) .....	202
Tableau 12-1	Avantages économiques de l'eau produite exprimés en valeur quantitative .....	210
12-2	Valeur économique de l'eau produite pendant la mise en service .....	210
12-3	Valeur économique des fonds nécessaires au projet .....	213
	– Procédé MSF	
	– Procédé RO	
12-4	Valeur économique des frais de production .....	214
	– Procédé MSF	
	– Procédé RO	

12-5	Calcul du taux de rentabilité intérieur économique .....	217	
	— Procédé MSF .....		○
12-6	Calcul du taux de rentabilité intérieur économique .....	218	
	— Procédé RO .....		

## Liste de figures

Figure	2-1	Situation géographique de l'Algérie .....	11
	2-2	Grand Alger .....	12
Figure	3-1	Etat actuel des installations d'eau .....	17
	3-2	Variation saisonnière de l'offre et de la demande en eau (1980) .....	18
	3-3	Prévision de l'offre et de la demande en eau .....	23
	3-4	Exemple des résultats d'alimentation en eau au Japon à l'occasion de la sécheresse .....	24
	3-5	Rapport entre l'évaluation d'insuffisance et la taille de l'Unité .....	26
	3-6	Prévision de l'offre et de la demande en eau du Grand Alger.....	28
Figure	4-1	Schéma de principe du procédé de distillation par détente à étages multiples (à reflux) .....	32
	4-2	Schéma de principe du procédé d'évaporation à effets multiples en colonne à tubes horizontaux .....	33
	4-3	Schéma de principe du procédé d'osmose inverse .....	35
	4-4	Schéma de fonctionnement du procédé d'osmose inverse .....	36
	4-5	Schéma de principe du procédé d'électrodialyse .....	37
	4-6	Schéma de fonctionnement d'une unité expérimentale par congélation en contact direct au GNL .....	39
	4-7	Combinaison du collecteur de chaleur solaire avec le procédé à effets multiples .....	40
	4-8	Courbe des pressions de vapeur saturante de l'eau de mer et chaleur de vaporisation de l'eau .....	42
	4-9	Schéma de fonctionnement d'une installation de dessalement d'eau de mer par distillation à vaporisation instantanée par détentes successives à recyclage de saumure .....	44
	4-10	Construction d'une installation de production d'eau à vaporisation instantanée par détentes successives (à longs tubes) .....	45

	4-11	Construction d'une installation de production d'eau à vaporisation instantanée par détentes successives (à courts tubes) .....	46
	4-12	Construction du module spiral .....	47
	4-13	Construction du module à fibres creuses .....	48
	4-14	Schéma de fonctionnement d'une unité de dessalement d'eau de mer par osmose inverse .....	56
Figure	5-1	Situation géographique des sites possibles .....	57
	5-2	Points de prélèvement de l'eau et de la boue (au large de Stamboul) .....	58
	5-3	Points de prélèvement de l'eau et de la boue (au large de Sidi Ferruch) .....	58
	5-4	Etat de contamination dans la Baie d'Alger .....	59
	5-5	Répartition de la teneur en sels et le courant prévisible dans la Baie d'Alger .....	59
	5-6	Température de l'eau par mois dans la Baie d'Alger .....	62
Figure	7-1	Unité de dessalement d'eau de mer par distillation Schéma de fonctionnement (50 000 m <sup>3</sup> /jour) .....	89
	7-2	Unité de dessalement d'eau de mer par distillation Bilan massique calorifique (50 000 m <sup>3</sup> /jour) .....	90
	7-3	Unité de dessalement d'eau de mer par distillation Plan de l'unité (50 000 m <sup>3</sup> /jour) .....	91
	7-4	Unité de dessalement d'eau de mer par distillation Bilan des eaux de prise et bilan des eaux de rejet .....	92
	7-5	Unité de dessalement d'eau de mer par distillation Schéma d'implantation .....	102
	7-6	Programme de construction de l'unité de dessalement d'eau de mer par distillation .....	105
Figure	8-1	Unité de dessalement d'eau de mer par osmose inverse Schéma de fonctionnement .....	117
	8-2	Unité de dessalement d'eau de mer par osmose inverse Bilan massique calorifique .....	118
	8-3	Unité de dessalement d'eau de mer par osmose inverse Unité pour le prétraitement .....	123
	8-4	Unité de dessalement d'eau de mer par osmose inverse Plan de l'unité (15 000 m <sup>3</sup> /jour) .....	125

	8-5	Unité de dessalement d'eau de mer par osmose inverse Bilan des eaux de prise et bilan des eaux de rejet .....	128
	8-6	Unité de dessalement d'eau de mer par osmose inverse Schéma d'implantation .....	138
	8-7	Programme de construction de l'unité de dessalement d'eau de mer par osmose inverse .....	141
Figure	9-1	Bilan hydraulique pour le contrôle d'adduction d'eau .....	148
	9-2	Conduite entre El Harrach et Point d'accrochage n° 2 .....	148
	9-3	Acheminement de la conduite d'adduction d'eau .....	151
Figure	11-1	Calendrier de la réalisation du Projet .....	172
	11-2	Sommaire de l'analyse financière (Décomposition du "Cash flow") .....	182
	11-3	Décomposition du coût de revient (Cas MSF/RO) .....	185
	11-4	Analyse de sensibilité (Rentabilité du projet) .....	193
	11-5	Analyse de sensibilité (Taux d'exploitation/Frais de construction/Intérêt d'emprunts/Ratio d'emprunts aux fonds propres) .....	194
Figure	12 - 1	Prime pour la valeur économique de l'eau produite .....	208

### Liste de signes abrégatifs

<b>SEDAL</b>	<b>Société de Distribution des Eaux d'Alger</b>
<b>SONELGAZ</b>	<b>Société Nationale de l'Electricité et du Gaz</b>
<b>SS</b>	<b>Matière en suspension</b>
<b>pH</b>	<b>pH (Potentiel hydrogène)</b>
<b>TDS</b>	<b>Matières dissoutes</b>
<b>MSF</b>	<b>Procédé par distillation à vaporisation instantanée par détente successives</b>
<b>RO</b>	<b>Procédé par osmose inverse</b>
<b>F/S</b>	<b>Etude de faisabilité</b>
<b>BOD</b>	<b>Demande biochimique d'oxygène</b>
<b>COD</b>	<b>Demande chimique en oxygène</b>
<b>FI</b>	<b>Coefficient d'encrassement</b>
<b>DCF</b>	<b>Discounted Cashflow Method</b>
<b>IRR</b>	<b>Taux de rentabilité intérieur</b>
<b>IRROE</b>	<b>Taux de rentabilité intérieur aux fonds propres</b>
<b>F.C.</b>	<b>Monnaie étrangère</b>
<b>L.C.</b>	<b>Monnaie locale</b>
<b>CFE</b>	<b>Cash Flow Element : Elément de "Cashflow"</b>
<b>SR</b>	<b>Recettes sur les ventes</b>
<b>WCR</b>	<b>Récupération de fonds de roulement, etc.</b>
<b>STL</b>	<b>Emprunt à court terme</b>
<b>VOC</b>	<b>Frais variables</b>
<b>FOC</b>	<b>Frais fixes</b>
<b>R. Tax</b>	<b>Taxe sur les revenus</b>
<b>Int (LTL)</b>	<b>Intérêt (emprunt à court terme)</b>
<b>Int (STL)</b>	<b>Intérêt (emprunt à court terme)</b>
<b>Rep (LTL)</b>	<b>Remboursement du principal (emprunt à long terme)</b>
<b>Rep (STL)</b>	<b>Remboursement du principal (emprunt à court terme)</b>
<b>B.E.P.</b>	<b>Break Even Point : Seuil de rentabilité</b>
<b>EIRR</b>	<b>Taux de rentabilité économique intérieur</b>

# RESUME





## Table des Matières

1. Situation actuelle du service de distribution d'eau et prévision de l'offre et de la demande en eau du Grand Alger .....	1
2. Procédés de dessalement d'eau de mer .....	2
3. Choix du site de l'Unité .....	3
4. Conditions de planning de l'Unité .....	6
5. Etude conceptuelle de l'Unité de dessalement par distillation à vaporisation instantanée par détente successive (MSF) .....	6
6. Etude conceptuelle de l'Unité de dessalement par osmose inverse (RO) .....	9
7. Raccordement aux réseaux de distribution existants .....	12
8. Fonds nécessaires et frais d'exploitation .....	14
9. Analyse financière .....	15
10. Analyse économique .....	20
11. Sélection du procédé optimal et évaluation synthétique .....	23
12. Fondement de la mise en oeuvre du projet .....	24



## RESUME

### 1. Situation actuelle du service de distribution d'eau et prévision de l'offre et de la demande en eau du Grand Alger

#### 1.1 Situation actuelle du service de distribution d'eau

La Société de Distribution des Eaux d'Alger a comme zone desservie, 13 arrondissements du Grand Alger et ses environs, avec la population rattachée s'élevant à 1 623 000 personnes (à l'année 1980). La source d'alimentation en eau est en totalité la nappe souterraine, à savoir, les 125 puits répartis en 8 groupes dont Baraki. L'eau puisée est amenée jusqu'aux robinets des consommateurs généraux, après stérilisation au chlore aux 28 stations de pompage comme celle à El Harrach et à travers les 92 réservoirs de répartition à Kouba et ailleurs.

L'alimentation annuelle se décompose de 64,4 % de l'eau récupérée et 35,6 % de celle perdue, et se divise en fonction d'application: 45,3 % pour ménage et commerce, 7,8 % pour industrie, 11,3 % pour service public.

Pour l'année 1980, l'alimentation réalisée est de 310 000 m<sup>3</sup>/jour en moyenne journalière et de 344 000 m<sup>3</sup>/jour en moyenne de l'été, tandis que la demande supposée est de 347 000 m<sup>3</sup>/jour en moyenne journalière et de 392 000 m<sup>3</sup>/jour en moyenne de l'été. Le taux de satisfaction est de 89 % en moyenne et de 88 % en été.

#### 1.2 Prévision de l'offre et de la demande en eau

La prévision de l'offre et de la demande en eau dans l'avenir est donnée à la figure 1. Les circonstances laissent prévoir que l'insuffisance d'eau va s'aggraver sensiblement avant l'achèvement en 1987 du barrage de Keddara.

A l'année 1986 où est prévu le démarrage de l'Unité de dessalement, le déficit s'élèverait à 168 000 m<sup>3</sup>/jour en moyenne annuelle et à 197 000 m<sup>3</sup>/jour en moyenne de l'été. Il en résulterait un taux de satisfaction de 69% en moyenne annuelle et de 68% en moyenne de l'été, présentant une diminution de 20% par rapport aux valeurs actuelles.

#### 1.3 Taille de l'Unité de dessalement d'eau de mer

Dans la détermination de la taille de dessalement, il faut tenir compte des paramètres suivants:

- (1) Le barrage de Keddara s'achèvera à l'année suivant la réalisation de l'Unité de dessalement;
- (2) Du point de vue du rendement économique, il est désirable que le taux d'utilisation de l'Unité soit maintenu aussi élevé que possible;
- (3) Généralement, le rétablissement de l'offre après une pénurie perpétuelle d'eau n'entraîne pas immédiatement la remise en état du niveau de la demande.
- (4) L'alimentation déterminée selon la demande maximum de l'été entraînerait une montée dans le coût d'alimentation du fait que la capacité d'alimentation dépasse la

demande pendant d'autres périodes qu'un mois environ de l'été.

On peut en déduire qu'il serait plutôt peu économique de donner à l'Unité une taille pouvant combler en 100% le déficit moyen de l'été 1986, soit de  $197\ 000\ \text{m}^3/\text{jour}$ .

Par ailleurs, la limite de tolérance humaine à l'égard de l'insuffisance d'eau est appréciée de  $1\ 000\% \cdot \text{jour}$  à  $1\ 500\% \cdot \text{jour}$ , lorsqu'on l'exprime par l'indice d'évaluation de l'insuffisance d'eau (total cumulé des produits du taux d'insuffisance par le nombre de jours en pénurie). Supposons que la demande en 1986 atteigne la valeur normale estimée actuellement. Même alors, la situation serait admissible si l'indice est inférieur à  $1\ 000\% \cdot \text{jour}$ .

Ainsi, la présente étude de faisabilité a donné à l'Unité une capacité de  $150\ 000\ \text{m}^3/\text{jour}$  correspondant à un indice d'environ  $800\% \cdot \text{jour}$ .

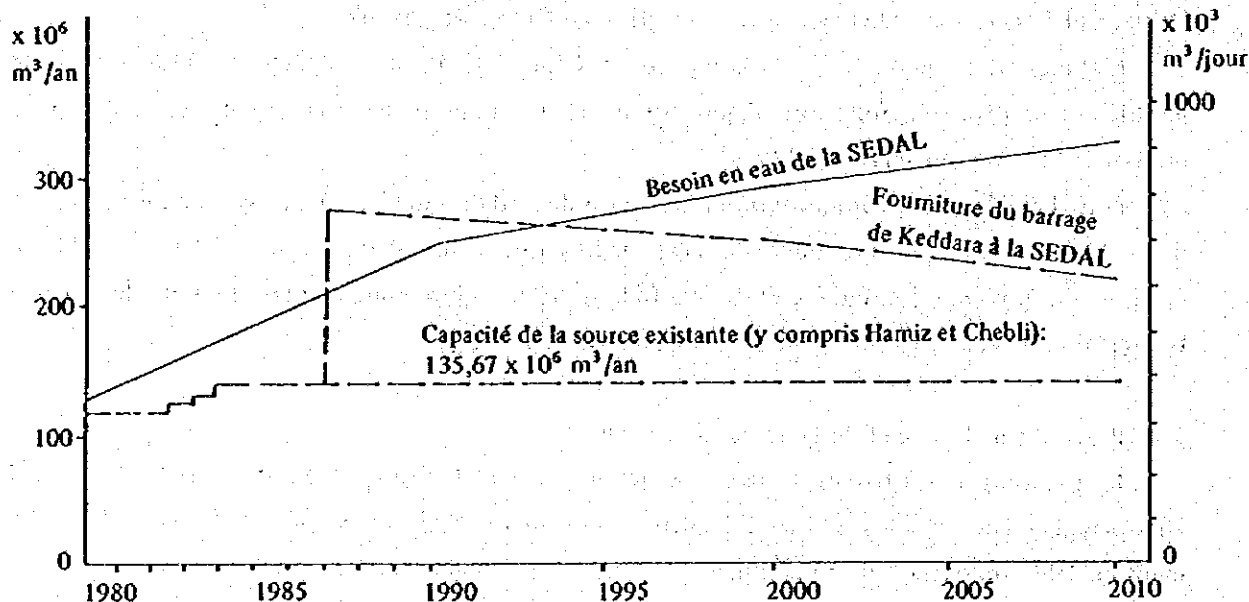


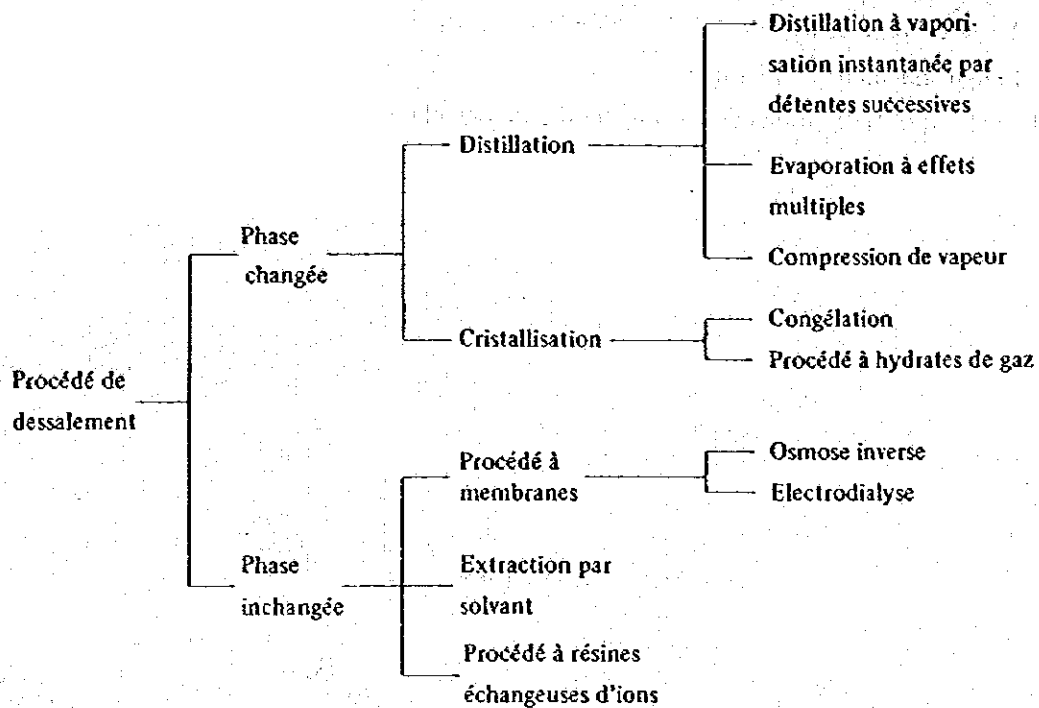
Fig. 1 Prévision de l'offre et de la demande en eau

## 2. Procédés de dessalement d'eau de mer

Nous avons étudié les caractéristiques, la mise au point technologique et pratique des différents procédés de dessalement classés ci-dessous:

La conclusion est que les procédés satisfaisant aux diverses exigences du projet considéré sont la distillation à vaporisation instantanée par détente successive (MSF) et l'osmose inverse (RO). Les deux procédés feront l'objet d'une étude conceptuelle et d'un examen détaillé.

Parmi les grandes usines de dessalement réalisées dans le monde entier, celles ayant une capacité supérieure à  $20\ 000\ \text{m}^3/\text{jour}$  par unité utilisent toutes le procédé MSF. Par contre, les grandes usines du système RO sont peu nombreuses actuellement, mais d'ores et déjà, elles vont s'accroître en flèche.



### 3. Choix du site de l'Unité

Préalablement, nous avons fait choix des 5 sites possibles énumérés ci-dessous. Ils se situent sur la ligne côtière s'étendant d'environ 80 km à l'est et à l'ouest de la ville d'Alger. Sur ces sites possibles, nous avons mené une étude comparative, examinant s'ils remplissent les conditions requises pour l'emplacement de l'Unité de dessalement (se référer à la figure 2.).

- (1) Sidi Ferruch
- (2) Grande Plage
- (3) Stamboul
- (4) Jean Bart
- (5) Zemmouri

L'étude nous a conduit à choisir Stamboul qui présente les avantages cités ci-dessous. Dès maintenant, nous poursuivrons l'étude de faisabilité sur la base du site fixé à Stamboul.

- (1) Le site de Stamboul a la surface nécessaire disponible;
- (2) La conduite d'adduction d'eau du barrage de Keddara s'achemine à sa proximité. Le raccordement de la conduite avec celle de l'eau dessalée permet d'intégrer assez facilement l'Unité dans les réseaux de distribution existants;
- (3) Il se situe près des réseaux publics d'alimentation en électricité et en gaz naturel;
- (4) Le transport terrestre des matériaux et matériels à partir du port d'Alger est réalisable sans difficulté;
- (5) Son voisinage du centre de la ville facilite l'administration et la gestion de l'Unité;
- (6) La profondeur de 8 m à environ 600 m au large de Stamboul laisse estimer que l'ouvrage de prise d'eau peut être mis en place sans grands problèmes;

(7) Le site étant écarté de la zone balnéaire, il n'y a pas lieu de redouter l'influence sur l'environnement de l'Unité.

La figure 3 montre l'emplacement de l'Unité de dessalement au MSF (voir 5.4).

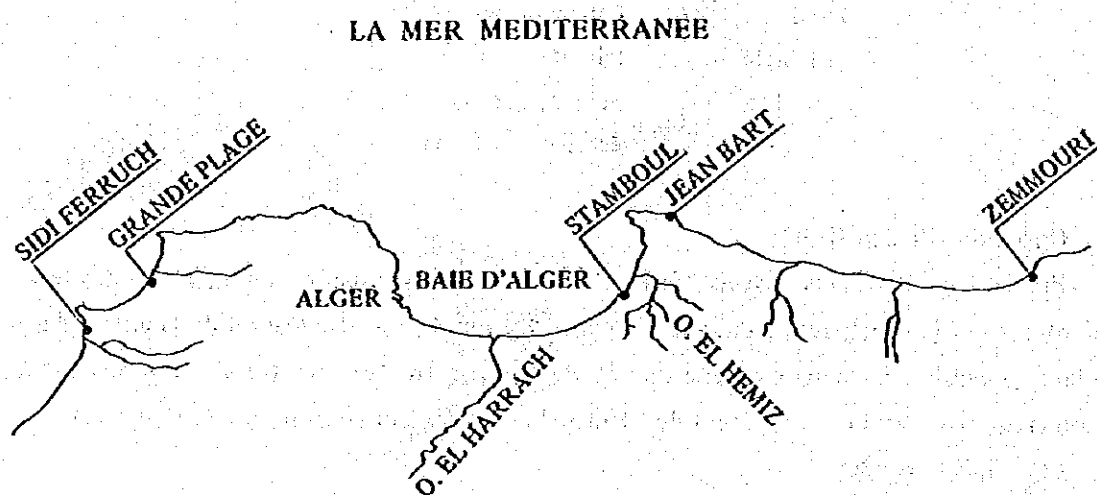
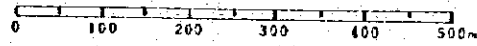
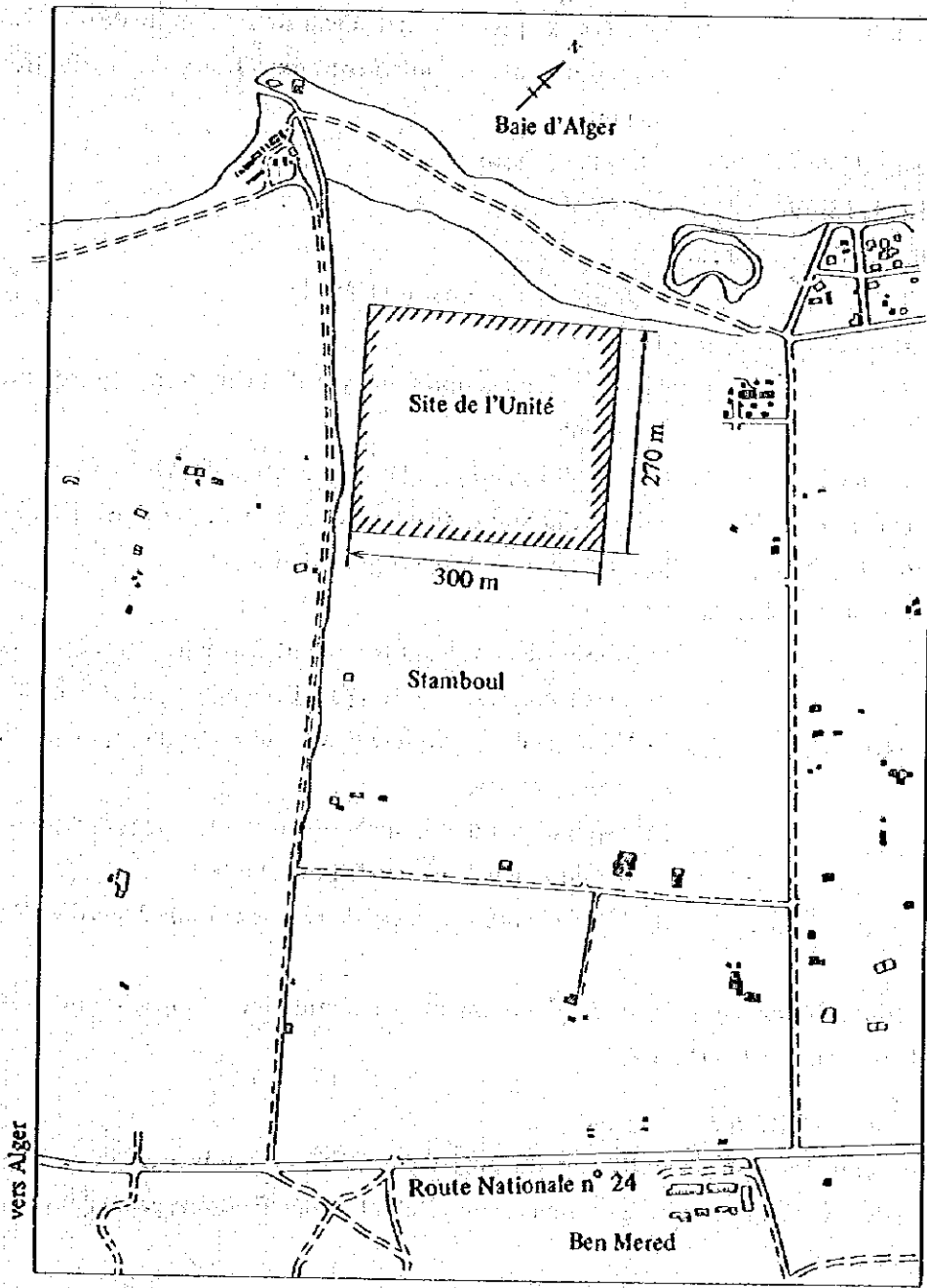


Fig. 2 Situation géographique des sites possibles



**Fig. 3 Plan d'implantation du site de l'Unité**

#### 4. Conditions de planning de l'Unité

Les conditions de planning servant à l'étude conceptuelle de l'Unité de dessalement ont été déterminées comme suit:

- (1) Etendue : ouvrages de prise et rejet d'eau de mer, unité de dessalement et installations de raccordement aux réseaux de distribution d'eau existants
- (2) Capacité de l'Unité : 150 000 m<sup>3</sup>/jour
- (3) Site de l'Unité : Stamboul
- (4) Qualité de l'eau produite :  
conforme aux standards O. M. S.
- (5) Qualité de l'eau de mer brute :  
valeurs obtenues après analyse de l'eau de mer prise au large de Stamboul
- (6) Electricité : 60 kV, 50 Hz, au prix de 16,5 centimes/kWh
- (7) Gaz combustible : 9 400 kcal/Nm<sup>3</sup>, 4 bars, au prix de 1,22 centimes/1 000 kcal
- (8) Produits chimiques : prix unitaire d'approvisionnement local
- (9) Protection de l'environnement :  
satisfaisant aux valeurs réglementaires japonaises les plus sévères sur les eaux résiduaires, les gaz d'échappement et le bruit
- (10) Divers :
  - 1) Commande complètement automatique sauf la mise en marche et arrêt
  - 2) Au moins un ensemble de réserve sera prévu pour chacun des équipements rotatifs importants.
  - 3) L'Unité aura les pièces de rechange pour 2 ans d'exploitation.

#### 5. Etude conceptuelle de l'Unité de dessalement par distillation à vaporisation instantanée par détentes successives (MSF)

##### 5.1 Spécifications générales

Compte tenu des diverses exigences du projet considéré et sur la base des conditions de planning décrites au chapitre précédent, nous avons établi les spécifications générales comme suit:

##### (1) Spécifications

- Procédé : distillation à vaporisation instantanée par détentes successives à longs tubes (à simple fin)
- Capacité de production d'eau douce : 150 000 m<sup>3</sup>/jour
- Capacité unitaire et nombre d'unités : 50 000 m<sup>3</sup>/jour x 3 unités
- Fonctionnement : recyclage de saumure
- Contrôle d'entartrage : injection d'un inhibiteur d'entartrage à haute température et nettoyage à boules



Nombre d'étages d'évaporation :

Récupération de chaleur : 30 étages

Dégagement de chaleur : 3 étages

Total : 33 étages

Qualité de l'eau produite : satisfait aux standards de la qualité d'eau de l'O. M. S.

Bilan des eaux : prise 1 248 000 m<sup>3</sup>/jour

production 150 000 m<sup>3</sup>/jour

rejet 1 098 000 m<sup>3</sup>/jour

Conditions principales d'exploitation :

Rapport de production d'eau : 8,0

Température maximale de la saumure recyclée : 110 °C

Température de la saumure usée : 34 °C (max.)

Température de l'eau produite : 32 °C (max.)

Rapport de concentration de la saumure recyclée : 1,82

## (2) Composition de l'Unité

Installations de production d'eau:

Evaporateur

Réchauffeur de saumure

Purgeur d'air

Désaérateur

Equipement de nettoyage à boules

Installation d'injection de produits chimiques

Ouvrage de prise et rejet d'eau

Générateur de vapeur

Ouvrage d'adduction d'eau produite

Installation de réception et transformation de l'électricité

## (3) Utilités et produits chimiques

Gaz combustible : 50 000 Nm<sup>3</sup>/h

Electricité : 2 820 kW

Produits chimiques : Inhibiteur d'entartrage : 72,9 kg/h

Agent antimousse : 1,215 kg/h

## 5.2 Considérations ayant dirigé la conception

Les considérations ayant dirigé l'étude conceptuelle de l'Unité sont les suivantes:

### (1) Nous avons retenu une unité à simple fin pour les raisons suivantes:

- Le Grand Alger dispose d'une alimentation suffisante d'électricité et des énergies à bas prix, donc une unité à double fin ne lui constitue pas un avantage.

- Une unité à double fin demande un long délai de réalisation sur un vaste terrain.

- (2) Les unités doivent avoir une taille leur permettant:
- a) l'augmentation avantageuse à l'échelle;
  - b) l'exploitation, maintenance et gestion simples;
  - c) la réalisation à un court délai;
  - d) la minimisation de l'influence que d'éventuels arrêts d'une unité peuvent exercer sur l'alimentation.

La capacité fixée de ces points de vue à 50 000 m<sup>3</sup>/jour est une taille qu'on peut augmenter à l'échelle sans difficultés techniques.

- (3) Nous avons adopté le système technologique à longs tubes qui est approprié aux grandes installations et d'ailleurs pas coûteux.
- (4) Pour la prévention de l'entartrage, nous avons retenu à la fois l'injection d'un inhibiteur d'entartrage et le nettoyage à boules. Le système d'injection, facile à exploiter et contrôler, prouve son efficacité chez nombreux utilisateurs au Moyen-Orient.
- (5) Les prix des énergies sont bas à la région desservie. A l'issue de l'étude d'optimisation, nous avons fixé à 8 le rapport de production d'eau (quantité d'eau produite au volume unitaire de vapeur chauffée) et à 33 le nombre d'étages d'évaporation.
- (6) Parmi les énergies fournies à la région desservie, le gaz naturel est beaucoup moins coûteux que l'électricité. En vue de réduire les frais d'électricité, nous avons choisi, pour l'entraînement des grandes pompes, la turbine à vapeur au lieu du moteur électrique. Le gaz d'échappement de la turbine sera réutilisé pour le chauffage de la saumure.

### 5.3 Description générale du procédé

- (1) L'eau profonde est prise par l'ouvrage de prise d'eau installé au large de profondeur 8 m, éloigné de 600 m de la côte. Elle est envoyée en tant qu'eau de refroidissement à la section dégagement de chaleur de l'évaporateur.
- (2) La plupart de l'eau de mer sortant de la section dégagement de chaleur est conduite vers l'évacuation. Une certaine partie passe le désaérateur et constitue l'eau d'appoint qui est mélangée avec la saumure circulant dans le système. L'inhibiteur d'entartrage et l'agent antimousse sont injectés dans l'eau d'appoint.
- (3) La saumure mélangée avec l'eau d'appoint est conduite dans les tubes échangeurs de chaleur à l'étage de température maximale de la section récupération de chaleur de l'évaporateur. Elle récupère par condensation la chaleur latente de la vapeur produite à la section récupération de chaleur et arrive, en s'échauffant, au premier étage de cette section.
- (4) La saumure sortant des tubes échangeurs de chaleur du premier étage est chauffée davantage par le réchauffeur de saumure et envoyée à la chambre d'évaporation du premier étage. Elle s'écoule par la différence de pression entre les étages, tout en se donnant à la vaporisation instantanée successivement de l'étage de température

maximale de la section récupération de chaleur jusqu'à l'étage final de la section dégagement de chaleur.

- (5) De même que la saumure, l'eau distillée (eau douce) produite à chaque étage de l'évaporateur s'écoule par la différence de pression à partir de l'étage de température maximale jusqu'à l'étage final. Elle est extraite de l'étage final par la pompe à eau distillée et est envoyée au réservoir d'eau pure. La saumure et eau de mer usées sont déchargées à travers l'ouvrage de rejet d'eau.
- (6) Pour l'Unité de dessalement soumise au fonctionnement continu, la mise en marche et arrêt est estimée peu fréquente. Sauf celle-ci qui sera commandée par le personnel d'exploitation, le fonctionnement automatique est assuré par le système de commande automatique. Toutes les commandes seront réalisées par le système de contrôle intégré dans la salle de commande centrale.

#### 5.4 Superficie requise pour l'Unité

La superficie totale du terrain à bâtir est de 81 000 m<sup>3</sup> (300 m x 270 m) y compris l'espace vert, le parking, etc.

#### 5.5 Calendrier de réalisation

Dans la supposition que le marché avec l'entrepreneur sera signé au début 1984, la première unité (50 000 m<sup>3</sup>/jour) entrera en service au début avril 1986. On verra dans la même année, l'achèvement à mi-mai de la deuxième unité (100 000 m<sup>3</sup>/jour au total) et au début juillet de la troisième (150 000 m<sup>3</sup>/jour au total), ce qui donne lieu au plein fonctionnement de l'Unité.

#### 5.6 Organisation et planning du personnel

Le fonctionnement de l'Unité sera assuré par 69 personnes dont 43 chargées de l'exploitation, 14 de l'entretien et 12 de l'administration et direction. L'embauchage du personnel commencera en juillet 1984 pour terminer 6 mois avant la mise en distribution d'eau. Le personnel engagé sera soumis à la formation professionnelle durant environ 2 mois et par surcroît, à l'enseignement pratique parallèlement au fonctionnement d'essai de l'Unité.

### 6. Etude conceptuelle de l'Unité de dessalement par osmose inverse (RO)

#### 6.1 Spécifications générales

Compte tenu des diverses exigences du projet considéré et sur la base des conditions de planning décrites au chapitre 4, nous avons établi les spécifications générales comme suit:

##### (1) Spécifications

Procédé : dessalement à un étage par osmose inverse

Capacité de production d'eau douce : 150 000 m<sup>3</sup>/jour

**Capacité unitaire et nombre d'unités :**

**Installation d'osmose inverse : 15 000 m<sup>3</sup>/jour x 10 unités**

**Installation de prétraitement : 107 000 m<sup>3</sup>/jour x 4 unités**

**Qualité de l'eau produite : satisfait aux standards de la qualité d'eau de l'O. M. S.**

**Bilan des eaux :**

**Prise : 461 000 m<sup>3</sup>/jour**

**Alimentation aux modules RO : 429 000 m<sup>3</sup>/jour**

**Production d'eau : 150 000 m<sup>3</sup>/jour**

**Rejet : 311 000 m<sup>3</sup>/jour**

**Module d'osmose inverse :**

**modèle pour dessalement à un étage de l'eau de mer**

**Conditions d'exploitation des modules :**

**Pression : 60-65 kg/cm<sup>2</sup>**

**Taux de récupération : 35%**

**Coefficient d'encrassement (FI) de l'eau d'alimentation :**

**4 au plus**

**(Nota : Le coefficient d'encrassement est un indice servant à représenter quantitativement la turbidité minime de l'eau d'alimentation aux modules d'osmose inverse.)**

**pH de l'eau d'alimentation : 6,0 à 6,5**

**Cl<sub>2</sub> de l'eau d'alimentation : 1,0 mg/l au plus**

**Température de l'eau d'alimentation : 15 à 25 °C**

## **(2) Composition de l'Unité**

**Installation de prétraitement**

**Installation d'osmose inverse :**

**Module d'osmose inverse**

**Pompe à haute pression**

**Turbine de récupération de force motrice**

**Ouvrage de prise et rejet d'eau**

**Ouvrage d'adduction d'eau produite**

**Installation de lavage des membranes**

**Installation de traitement des eaux résiduaires**

**Installation d'injection de produits chimiques**

**Installation de réception et transformation de l'électricité**

## **(3) Utilités et produits chimiques**

**1) Electricité : 38 000 kVA**

**2) Produits chimiques :**

**Les produits chimiques principaux à utiliser sont l'acide sulfurique de 98% et la solution de chlorure ferrique de 40% . Ils seront stockés dans un réservoir**

pouvant contenir une quantité correspondant à un mois d'utilisation.

## 6.2 Considérations ayant dirigé la conception

Les considérations ayant dirigé l'étude conceptuelle de l'Unité sont les suivantes:

- (1) Plus la capacité de la pompe à haute pression et de la turbine de récupération d'énergie est grande, plus leur rendement augmente. D'après la capacité des grandes pompes utilisées dans d'autres domaines mais aux conditions similaires à celles de l'unité considérée, nous avons fixé la capacité d'une unité à 15 000 m<sup>3</sup>/jour.
- (2) Pour le prétraitement de l'eau de mer, nous avons adopté le filtre par gravité en béton qui est approprié au traitement en grande quantité, facile à exploiter et contrôler, et d'ailleurs économique.
- (3) Une turbine Francis est prévue pour récupérer l'énergie que possède la pression de la saumure sortant des modules RO.
- (4) Le taux de récupération d'eau douce est fixé à 35% qui convient le mieux à l'unité considérée, compte tenu du bas prix d'électricité et du taux élevé de récupération d'énergie.
- (5) L'électricité étant peu coûteuse, la pression de fonctionnement est fixée relativement haute, à savoir de 60 à 65 kg/cm<sup>2</sup>, avec un nombre réduit de modules.
- (6) L'automatisation et la télécommande sont introduites dans une large mesure, en pleine utilisation des caractéristiques du procédé RO.

## 6.3 Description générale du procédé

- (1) L'eau profonde prise au large de 600 m subit l'élimination du composant troublant, le contrôle du pH et la chloruration à l'installation de prétraitement composé de 4 séries. Là, le chlorure ferrique est injecté dans l'eau de mer qui est ensuite filtrée par gravité. L'élévation de la pression différentielle suivant l'avancement de la filtration donne lieu automatiquement au lavage par retour d'eau.
- (2) L'eau prétraitée et mise sous la pression de 67 kg/cm<sup>2</sup> est apportée aux modules RO où 35% de l'alimentation est rendue en eau dessalée. Le reste de 65% constitue la saumure concentrée à évacuer et à en récupérer la force motrice par la turbine de récupération d'énergie.
- (3) Une unité (15 000 m<sup>3</sup>/jour) se compose de 2 blocs dont chacun est constitué d'un empilage de 317 modules. Les membranes sont décapées lorsque la pression différentielle des modules RO est trop élevée et que le rendement de ceux-ci a diminué.
- (4) Les eaux résiduelles après lavage par retour d'eau du filtre dans l'installation de prétraitement sont soumises à la séparation de boue aux cuves de coagulation et de concentration. On évacue les eaux claires ainsi obtenues.
- (5) Le fonctionnement du système technologique est complètement automatique, y compris la commutation des vannes jusqu'à sa mise en régime permanent après le

démarrage. Il est télécommandé à partir du tableau de commande dans la salle de commande.

#### 6.4 Superficie requise pour l'Unité

La superficie totale du terrain à bâtir est de 66 700 m<sup>2</sup> (230 m x 290 m) y compris l'espace vert, le parking, etc.

#### 6.5 Calendrier de réalisation

Dans la supposition que le marché des travaux sera signé au début 1984, les 3 unités (45 000 m<sup>3</sup>/jour) de la première phase commenceront la distribution d'eau au début avril 1986. On verra dans la même année, le démarrage à mi-mai des 3 autres unités (90 000 m<sup>3</sup>/jour au total) et au début juillet des 4 unités restantes (150 000 m<sup>3</sup>/jour au total).

#### 6.6 Organisation et planning du personnel

Le fonctionnement de l'Unité sera assuré par 54 personnes dont 28 chargées de l'exploitation, 14 de l'entretien et 12 de l'administration et direction. Le personnel d'exploitation est moins nombreux que le cas de l'unité à MSF. Il sera mis à son poste 3 mois avant la mise en distribution d'eau pour assurer la surveillance des travaux d'installation et subir la formation professionnelle parallèlement au fonctionnement d'essai de l'Unité.

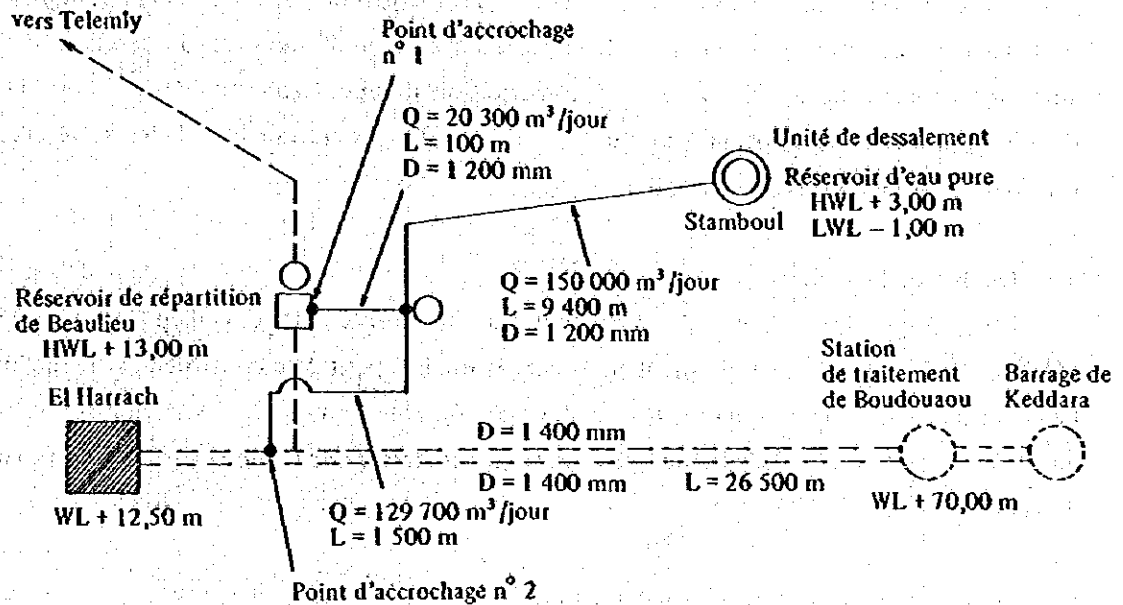
### 7. Raccordement aux réseaux de distribution existants

#### 7.1 Conduite d'adduction d'eau

Pour le raccordement aux réseaux de distribution existants de la conduite d'adduction à partir du site de Stamboul, l'acheminement de celle-ci a été déterminé compte tenu des paramètres suivants:

- (1) Meilleur rendement économique,
- (2) Contrôle de la qualité d'eau produite après mélange avec l'eau provenant de la source existante,
- (3) Diversification des réseaux de distribution pour parer aux accidents de l'alimentation,
- (4) Coordination avec les installations existantes et
- (5) Egalisation des conditions d'alimentation dans la zone desservie.

Comme montré sur la figure 4, la conduite d'adduction prendra le chemin le plus court pour se raccorder avec celle provenant du barrage de Keddara à travers la station de traitement de Boudouaou (point d'accrochage n° 2). En même temps, une partie du débit (20 300 m<sup>3</sup>/jour) sera amenée au réservoir de répartition de Beaulieu par une dérivation (point d'accrochage n° 1).



- Nota : 1) Ligne pointillée montre le projet de Keddara.  
 2) Le gros trait représente les installations dans le cadre du projet de dessalement.

Légende : Q : débit                      WL : niveau d'eau  
 L : longueur                      HWL : niveau d'eau maximal  
 D : diamètre                      LWL : niveau d'eau minimal

Fig. 4 Plan conceptuel de répartition du débit et de raccordement de la conduite d'adduction

Ainsi, la réalisation des installations d'adduction d'eau du barrage de Keddara doit être poursuivie en harmonie avec celle du projet de dessalement.

Cela concerne notamment la dérivation au point d'accrochage n° 1. En vue du contrôle de la qualité, la distribution d'eau dessalée doit être faite après mélange avec l'eau pure provenant de la station de traitement de Boudouaou. Pour ce faire, le débit entier de l'Unité doit être amené, pendant un an après sa mise en eau, à El Harrach à travers le point d'accrochage N° 2 pour le mélange avec l'eau souterraine. Il faut donc que les installations en aval du point d'accrochage n° 2 soient alors prêtes à la mise en eau sans délai.

L'aménée au point d'accrochage n° 2 sera faite par une conduite d'acier à revêtement en goudron d'époxyde ayant un diamètre de 1 200 mm et une longueur totale de 10 900 m. Suivant l'augmentation de débit du barrage de Keddara, le raccordement au point d'accrochage n° 2 sera détaché avant l'année 1997. A la place, on posera une nouvelle conduite d'adduction de diamètre 1 200 mm allant directement à El Harrach.

## 7.2 Réservoir d'eau pure et pompe d'adduction d'eau

L'eau produite par l'Unité de dessalement sera distribuée après stockage temporaire dans un réservoir d'eau pure dont la durée de séjour est d'environ 30 minutes. Le réservoir d'eau pure aura une capacité de 3 600 m<sup>3</sup> et une construction demi-enterrée en béton. Pour la pompe d'adduction d'eau, on utilisera 4 pompes centrifuges à deux ouïes (dont 1 est de réserve) ayant une hauteur totale d'élévation de 50 m.

## 7.3 Qualité de l'eau mélangée

L'eau produite par le procédé MSF présente une dureté basse et celle par le procédé RO un pH bas. Sans recourir au traitement ultérieur, la qualité peut être contrôlée par le mélange avec l'eau souterraine d'une manière satisfaisante. Le contrôle de la qualité sera donc effectué par le mélange à El Harrach. La qualité après mélange satisfait, pour les deux procédés, aux standards de la qualité d'eau de l'O. M. S.

## 8. Fonds nécessaires et frais d'exploitation

8.1 Les fonds nécessaires avant la mise en service de l'Unité sont donnés dans le tableau 1.

Tableau 1 Fonds nécessaires

(en mille dollars US)

Poste	Procédé MSF	Procédé RO
Frais de construction	202 017	212 338
Frais avant le démarrage	3 921	2 931
Fonds de roulement préliminaires	7 037	7 729
Intérêt durant construction	10 537	11 203
Total	223 512	234 201

- Nota :
- 1) Il est supposé que le contrat des travaux de construction sera passé au début de 1984 et le démarrage général, en juillet 1986.
  - 2) Les valeurs sont établies sur la base du prix en vigueur en 1983. Le taux de change retenu : 1,0 dollar US = 4,6 DA
  - 3) Les valeurs ne comprennent pas les frais de canalisation d'électricité et du gaz.



## 8.2 Frais d'exploitation

Le tableau 2 montre les frais d'exploitation d'une année de l'Unité.

Tableau 2. Sommaire des frais d'exploitation annuels

(en mille dollars US)

Poste	Procédé MSF	Procédé RO
<b>Frais variables :</b>		
- Gaz naturel	9 872	—
- Electricité	801	7 990
- Produits chimiques	2 301	1 611
<b>Sous-total</b>	<b>12 974</b>	<b>9 601</b>
<b>Frais fixes :</b>		
- Frais de personnel	340	263
- Frais de gestion	266	266
- Frais d'entretien	5 025	7 175
- Impôt foncier, prime d'assurance	2 010	2 113
<b>Sous-total</b>	<b>7 641</b>	<b>9 817</b>
<b>Frais globaux</b>	<b>20 615</b>	<b>19 418</b>

- Nota : 1) Le taux d'exploitation retenu est de 100% avec 330 jours ouvrables par an.  
2) Les valeurs établies sur la base du prix en vigueur en 1983.

Dans l'ensemble de ces frais, la part en devise est de 6 472 000 dollars US pour le procédé MSF et 7 102 000 dollars US pour le RO.

Les frais unitaires par m<sup>3</sup> de la production totale est de 41,65 cents US pour le premier et de 39,23 cents US pour le dernier.

## 9. Analyse financière

### 9.1 Mode de l'analyse

Il est prévu que le coût de l'eau produite sera considérablement plus élevé que le tarif actuel de l'eau. Soucieuses du bien-être de la population, les autorités algériennes ont l'intention de mettre en oeuvre ce projet sans faire monter le tarif actuel et envisagent d'accorder une subvention contre un manque de fonds en perspective. Compte tenu d'une telle particularité du projet, nous avons effectué l'analyse financière prenant comme hypothèse les conditions dans lesquelles seuls les fonds propres investis sont récupérés (taux de rentabilité intérieur aux fonds propres, IRROE = 0,0 %).

## 9.2 Principales conditions préalables de l'analyse

### (1) Durée du projet

Période avant exploitation : du juillet 1983 au juin 1986 (3 ans)

Période d'exploitation : du juillet 1986 au juin 2001 (15 ans)

### (2) Programme opérationnel et commercial (tableau 3)

Tableau 3 Programme opérationnel et commercial

Item	Description
Production	49 500 x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /an (330 jours ouvrables/an)
Ratio de mise en valeur	65%
Ventes	32 175 x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /an
Tarif de l'eau	1,4 DA/m <sup>3</sup> en moyenne
Recettes sur les ventes	9 792 x 10 <sup>3</sup> dollars US

### (3) Conditions de financement

1) Sources de fonds : fonds propres 30%, emprunts à long terme 70%

2) Conditions d'emprunt à long terme : intérêt de 8,0%/an

3) Emprunt à court terme

Un déficit constaté à chaque année fiscale durant exploitation sera complété par les dettes à court terme, dont l'intérêt à 10,0%/an et recouvrement total au cours de l'année suivante.

4) Impôts et taxes

Impôts sur les revenus des personnes juridiques : 60% des revenus imposables

Impôts sur les recettes : 2,53% des chiffres d'affaires (tarifs perçus)

Impôt foncier, prime d'assurance : à peu près 1,0% de frais de construction

5) Conditions d'amortissement

Frais avant le démarrage, intérêt durant construction : répartition sur 5 ans (valeur restante : 0)

Installations de procédé : répartition sur 15 ans (valeur restante : 0)

Bâtiment et génie civil, installations annexes : répartition sur 30 ans (valeur restante : 0)

6) Base de prix : le prix en vigueur en 1983

## 9.3 Résultats de l'analyse

### (1) Sommaire des résultats

Le tableau 4 résume les résultats de l'analyse financière qui font ressortir le caractère

de la trésorerie du projet qui consiste à ramener au minimum le montant de subvention au lieu de chercher à une meilleure rentabilité. Autrement dit, le déficit étant comblé d'une subvention et d'un emprunt à court terme, seuls les capitaux propres investis sont à récupérer pendant tout le projet.

Ici, si on veut améliorer la rentabilité, il faut augmenter la subvention, ce qui n'est pas autre chose qu'un transfert de la trésorerie algérienne dans son pays. Par conséquent, la réflexion sur le montant défini de subvention est plus importante que celle sur la situation financière présentée. Compte tenu du ratio de mise en valeur, la subvention minimum est de 4,43 DA/m<sup>3</sup> (MSF) et de 4,32 DA/m<sup>3</sup> (RO) sur la quantité nette vendue.

### (2) Décomposition du coût de revient d'eau

La figure 5 montre la composition du coût de revient sur la production globale et sur le volume de vente. Les différents frais y sont décomposés. Elle nous fait comprendre que la perception de tarifs ne couvre pas à elle seule les frais nécessaires, donc les pertes considérables vont se produire.

### (3) Bilan financier

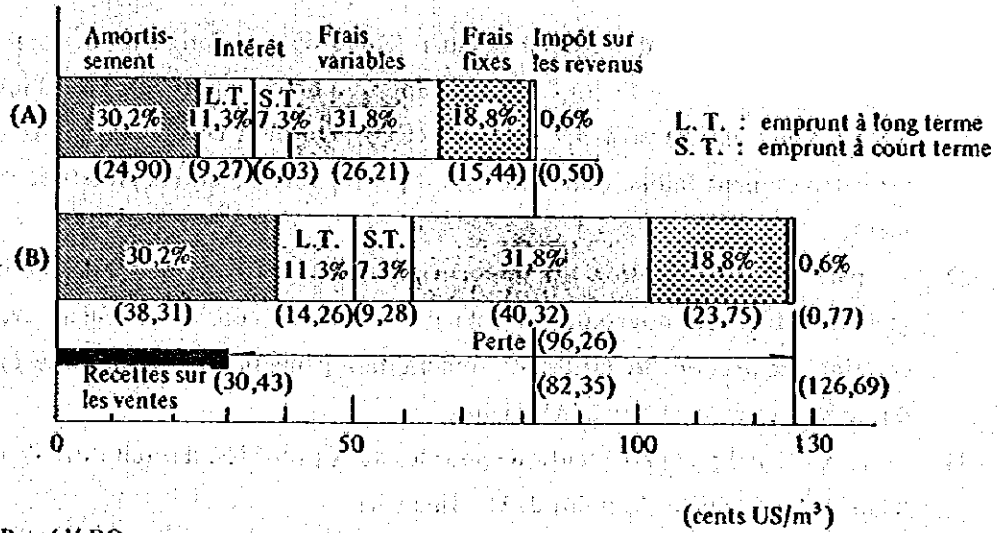
Un manque de fonds prévu sera complété par une subvention, un emprunt à court terme, les fonds récupérés, etc. Comme on a déjà vu, la subvention par m<sup>3</sup> d'eau est de 4,43 DA pour le procédé MSF et de 4,32 DA pour le RO. Les fonds récupérés pendant tout le projet correspondent aux capitaux propres investis, à savoir 67 160 000 dollars US pour le MSF et 70 372 000 dollars US pour le RO.

**Tableau 4 Sommaire de l'analyse financière**

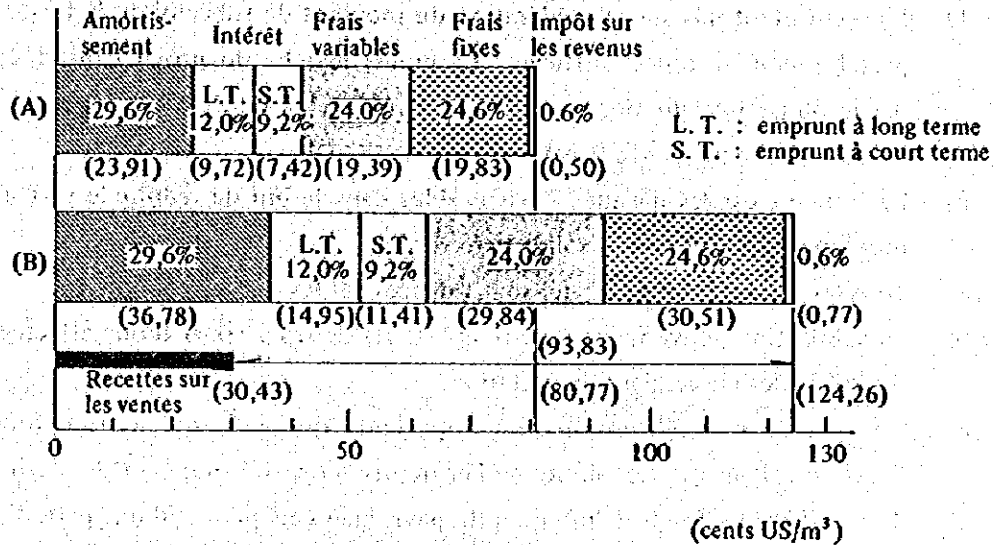
(en mille dollars US)

Item		Procédé MSF	Procédé RO
<b>Capitaux investis</b>		223 512	234 201
<b>Financement :</b>			
Fonds propres		67 053	70 260
Dettes		156 459	163 941
<b>Entrée de fonds (en moyenne annuelle)</b>	Recettes sur les ventes (en DA/m <sup>3</sup> )	9 792 (1,40)	9 792 (1,40)
	Subvention nécessaire (en DA/m <sup>3</sup> )	30 979 (4,43)	30 196 (4,32)
	Sous-total (Prix de l'eau produite en DA/m <sup>3</sup> )	40 771 (5,83)	39 988 (5,72)
	Emprunt à court terme	29 871	36 720
	Récupération de fonds de roulement, etc.	2 575	3 779
	Entrée totale de fonds	73 217	80 487
<b>Sortie de fonds (en moyenne annuelle)</b>	Frais variables	12 974	9 601
	Frais fixes	7 641	9 817
	Impôt sur les recettes	248	248
	Impôt sur les revenus des personnes juridiques	0	0
	Remboursement de dettes :	47 877	56 130
	Emprunt à long terme (principal)	(10 430)	(10 929)
	Emprunt à long terme (intérêt)	(4 589)	(4 809)
Emprunt à court terme (principal)	(29 871)	(36 720)	
Emprunt à court terme (intérêt)	(2 987)	(3 672)	
Sortie totale de fonds	68 740	75 796	
"Cashflow" (en moyenne annuelle)		4 477	4 691
"Cashflow" (en total pendant le projet)		67 160	70 372
Taux de rentabilité intérieur aux fonds propres (IRROB)		0,00%	0,00%
Récupération des capitaux investis dans :		15,0 ans	15,0 ans

- Procédé MSF



- Procédé RO



Remarques : A : coût de revient sur la production globale  
B : coût de revient sur le volume de vente  
(compte tenu du ratio de mise en valeur)

Fig. 5 Décomposition du coût de revient  
(Cas MSF/RO)

#### 9.4 Evaluation des résultats de l'analyse financière

L'analyse financière effectuée dans l'hypothèse de minimiser le montant de subvention a donné comme résultat le prix de l'eau produite composé de tarif perçu et de subvention à 5,83 DA/m<sup>3</sup> (MSF) et 5,72 DA/m<sup>3</sup> (RO). Ce prix ainsi que la situation financière en perspective donnent lieu aux réflexions suivantes:

##### (1) Prix de l'eau produite

- 1) Etant donné le ratio de mise en valeur retenu à 65% , le prix s'est défini relativement élevé mais si on le convertit par rapport à la production globale, il revient à 3,80 DA/m<sup>3</sup> (MSF) et à 3,73 DA/m<sup>3</sup> (RO). On peut considérer que ce prix-là est suffisamment faible, donc intéressant par rapport à d'autres projets de dessalement.
- 2) La part de la subvention est importante dans le prix défini sur la production globale. Il serait pourtant possible de la réduire considérablement avec une certaine majoration du tarif sur l'alimentation générale d'Alger selon le principe d'imputer les charges aux bénéficiaires.
- 3) Le prix étant à peu près identique pour les deux procédés, il serait difficile de dire lequel est le meilleur du point de vue financier.

##### (2) Situation financière

- 1) L'accent étant mis sur la modération du montant de subvention, la trésorerie du projet prend un aspect difficile. La bonne marche du projet dépend donc en partie d'une introduction régulière de l'emprunt à court terme en fonction des besoins de chaque année fiscale.
- 2) Ce qui suit est les mesures envisageables dans le but de réduire le prix de l'eau produite et de rendre plus solide la trésorerie.
  - a. Tous les fonds requis au projet sont financés par les capitaux propres;
  - b. La subvention gouvernementale remplace les dettes à court terme affectées pour couvrir le déficit pendant exploitation;
  - c. On accorde une subvention plus importante que celle qui a été définie pour rendre meilleures la rentabilité de l'entreprise et sa trésorerie. Il ne s'agit ici que de transférer les fonds à l'intérieur du pays, mais ceci permet d'une part, d'assainir la trésorerie et d'autre part, de faire disparaître les problèmes relatifs aux dettes.

#### 10. Analyse économique

On aurait tort de discuter le projet uniquement sous l'aspect financier. Son intérêt public en tant que services des eaux doit être pris en considération. En dehors de l'amélioration dans les conditions hygiéniques et du niveau de vie, il permettra de résoudre la pénurie d'eau qui s'aggrave vers 1986 où on s'attend au pire. Cet aspect mérite certainement une bonne appréciation. Il y a donc lieu d'étudier l'intérêt et le service rendus à la société par le projet.

Vu qu'il est difficile de saisir quantitativement ces avantages, la présente analyse s'est contentée d'estimer dans la mesure du possible les avantages et les coûts économiques du projet avant de leur donner une évaluation qualitative.

#### 10.1 Avantages économiques du projet

La valeur de l'eau produite peut se traduire par une disparition des problèmes sociaux tels que les conditions sanitaires préoccupantes, les ennuis dans la vie courante, etc. Elle constitue une valeur économique beaucoup plus importante que sa valeur en tant que produit qui a été définie plus haut.

L'estimation approximative de ces avantages économiques s'est effectuée par une révision de la valeur de l'eau produite. C'est-à-dire, la prime pour la valeur économique de l'eau produite atteint son plafond en même temps que son degré de nécessité en 1986. Elle s'est établie à entre 3,0 et 5,0. Nous avons exclu quelques années à partir de 1987 de notre examen relatif à la prime du fait que le barrage de Keddara doit assurer une alimentation suffisante pendant ce temps. C'est à partir de 1994 où le taux de satisfaction tombe au-dessous de 100% que la pénurie réapparaît, donc les avantages économiques y ont été évalués selon les primes retenues en fonction de la baisse prévue dans le taux de satisfaction.

Les avantages économiques ainsi déterminés s'élèvent en 1986 à entre 163 millions de dollars US (prime = 3,0) et 245 millions de dollars US (prime = 5,0), et ils restent après à 41 millions de dollars US, équivalent du prix de marché où la prime n'est pas tenue compte, pendant 7 ans. A partir de la 9<sup>e</sup> année, ils sont estimés à 41 à 96 millions de dollars US (prime = 3,0), 44 à 133 millions de dollars US (prime = 5,0).

#### 10.2 Coûts économiques du projet

Les coûts économiques comprennent les frais initiaux (fonds nécessaires) requis à la mise en oeuvre du projet, les frais de production et les subventions à accorder pendant exploitation. La valeur économique de ces frais décrits dans l'analyse financière basée sur le prix de marché a été estimée après les avoir classés selon la nature de monnaie. La part en DA s'est décomposée de mains-d'oeuvre qualifiée et non qualifiée, ressources et matériaux à pourvoir dans le pays. Le tableau 5 s'est ainsi élaboré compte tenu de la prime respective pour la valeur économique. Les subventions sont identiques à celles de l'analyse financière.

**Tableau 5 Coûts économiques du projet (fonds nécessaires, frais de production)**

(en mille dollars US)

Procédé \ Item	Fonds nécessaires		Frais de production	
	Prix de marché	Valeur économique	Prix de marché	Valeur économique
MSF	212 975	228 493	20 615	17 348
RO	222 998	237 943	19 418	16 610

### 10.3 Taux de rentabilité économique intérieur (EIRR)

A partir des avantages et coûts économiques déterminés plus haut, nous avons calculé le "Cashflow" économique pendant la durée de service économique (15 ans) du projet, ce qui a donné le taux de rentabilité intérieur comme suit:

**Tableau 6 Taux de rentabilité économique intérieur (EIRR)**

Cas	EIRR	
	Procédé MSF	Procédé RO
Prime pour la valeur économique de l'eau produite en 1986		
Cas A (3,0)	1,44%	1,84%
Cas B (4,0)	7,19%	7,14%
Cas C (5,0)	13,32%	12,66%

### 10.4 Évaluation des résultats de l'analyse économique

Le "Cashflow" économique et le taux EIRR qu'on vient de montrer font ressortir l'effet économique considérable du projet, ce qui est susceptible de justifier sa mise en oeuvre. C'est-à-dire, les résultats de l'analyse économique montrent que le projet peut non seulement récupérer les subventions mais encore apporter les avantages, tandis que d'après l'analyse financière il a besoin chaque année de 30 979 000 dollars US (MSF) ou de 30 196 000 dollars US (RO) comme subvention.

Cela est dû à notre appréciation très favorable de l'intérêt que présente le projet de porter une solution à la pénurie dont le pire doit arriver en 1986. Pourtant, il est à savoir comment évaluer la valeur économique de l'eau produite, car l'effet économique en dépend. Nous souhaitons que les autorités algériennes aillent définir les avantages escomptés du projet après avoir examiné de différents problèmes entraînés par la pénurie, d'autres modes d'alimentation, etc.

Si la prime pour la valeur économique retenue ici est jugée raisonnable, on peut dire que le projet apportera un effet économique considérable et rendra un service important à la société.



En outre, les avantages socio-économique impossibles à mesurer (amélioration d'hygiène et d'environnement, impact économique sur la communauté, montée de l'emploi, etc.) sont aussi les éléments convaincants en faveur de l'utilité du projet.

## 11. Sélection du procédé optimal et évaluation synthétique

### 11.1 Evaluation technique

Nous avons effectué un examen comparatif sous l'aspect technique détaillé sur les procédés MSF et RO dont l'étude conceptuelle avait été faite. Il en est résulté que le premier prend une position avantageuse au niveau de taille unitaire de l'Unité, adaptabilité à la qualité de l'eau de mer, produits chimiques utilisés, qualité de l'eau produite auxquels s'ajoute l'appui de ses services réalisés. Par contre, le dernier le dépasse dans consommation d'énergie, effectif requis, facilité de fonctionnement et d'entretien, corrosion des matériaux et superficie d'installation. Chacun a donc sa particularité, on dirait difficilement lequel est le mieux.

### 11.2 Evaluation économique

Ensuite, l'analyse comparative du point de vue économique fait voir que les fonds nécessaires sont moindres chez le MSF (la différence est de 11 millions dollars US), tandis que le coût de revient est plus faible chez le RO (la différence de 0,07 DA/m<sup>3</sup> sur la production globale), ce qui fait que celui-ci nécessite une moindre subvention sur le volume vendu (la différence de 0,11 DA/m<sup>3</sup>). Mais la différence est si minime que ni l'un ni l'autre est jugé meilleur sous l'aspect économique.

### 11.3 Conditions requises au projet

Par ailleurs, les conditions spécifiques du projet sont comme suit:

- (1) **Durée de réalisation :** Les difficultés constatées à l'heure actuelle dans l'approvisionnement en eau seront ressenties encore plus fort avant que le barrage soit terminé en 1987. Il faut donc donner la priorité à la réalisation de l'Unité dans les meilleurs délais, et par conséquent le délai constitue une condition importante au choix de procédé.
- (2) **Services réalisés :** Le projet constitue la première entreprise en matière de dessalement de l'eau de mer pour l'Algérie qui lui donne la plus grande importance. Vu que son succès agit sur les conditions fondamentales de la vie civile, il faut à tout prix éviter un risque. Il est donc important de choisir un procédé fiable au niveau technique et riche en services réalisés.
- (3) **Importance de taille :** La grande capacité de l'Unité (150 000 m<sup>3</sup>/jour) exige un procédé adapté à une telle taille. Il doit présenter des économies d'échelle ainsi qu'une capacité unitaire importante.

(4) Facilité d'exploitation et d'entretien : En Algérie où le dessalement de l'eau de mer est peu connu, la main-d'oeuvre qualifiée doit être extrêmement limitée pour l'exploitation et l'entretien de l'Unité. Il est donc souhaitable pour un fonctionnement stable d'avoir un procédé facile à exploiter et entretenir et qui est automatisé dans la mesure du possible.

#### 11.4 Sélection du procédé optimal

L'évaluation des procédés tient compte de tout ce qui précède, et notamment des conditions citées plus haut. Pour la durée de réalisation, il n'y a aucune différence entre les deux. En ce qui concerne l'importance de taille, le procédé MSF représente une meilleure adaptabilité, alors que le procédé RO est plus facile à exploiter et entretenir. En dehors de la deuxième condition, on peut dire qu'ils se valent.

Pour ce qui est de l'appui des services réalisés, les autorités algériennes entendent lui accorder de l'importance et de ce point de vue, le procédé MSF répond le mieux à cette condition. Il conviendrait donc de choisir celui-ci pour ce projet.

Par ailleurs, on peut dire que malgré son manque dans les services réalisés, le procédé RO a de l'avenir, car il connaît aujourd'hui un progrès technique rapide, et s'adaptera certainement à une échelle plus importante. Il doit donc faire l'objet d'un examen approfondi pour les projets futurs.

#### 12. Fondement de la mise en oeuvre du projet

Le projet fera disparaître d'un seul coup avant que le barrage soit terminé la pénurie aggravante en même temps que les grosses pertes socio-économiques qu'entraîne celle-ci. En outre, il rendra disponibles avec le barrage les eaux industrielles et agricoles pour permettre ces secteurs de se développer. Une unité de dessalement peut se construire généralement plus vite qu'un barrage et son délai de travaux est d'habitude respecté. Aussitôt terminé, il est capable d'alimenter, à la différence d'un barrage qui prend du temps pour retenir de l'eau.

On entend parler aujourd'hui d'une désertification dans le monde due aux conditions climatiques anormales. L'Unité de dessalement peut produire de l'eau selon les besoins même après la création du barrage de Keddara, sans distinction de saisons et de précipitations, donc elle contribue à la stabilisation d'approvisionnement. Par ailleurs, on ne peut pas négliger sa signification en tant que mesure préventive contre une pénurie qui va réapparaître et s'aggraver dans quelques années après la création du barrage.

Il est à noter également un autre effet qu'elle comporte. C'est une amélioration et une stabilisation de la qualité de l'eau courante grâce au mélange de l'eau naturelle avec l'eau produite ayant une bonne qualité.

La F/S s'est fixée un objectif de ramener au minimum le montant de subvention, ce qui a donné un aspect difficile à la situation financière du projet. Il n'en est pas moins que le projet reste intéressant au niveau du prix de l'eau produite par rapport à d'autres projets de dessalement du fait de prix modérés d'énergies en Algérie, économies d'échelle, rationalisation de l'Unité, etc.

Un élément important pour la bonne marche du projet, c'est une introduction régulière de l'emprunt à court terme pendant son exploitation. Il est donc à souhaiter que le nécessaire soit fait sans que le programme financier soit dérangé.

Si la prime pour la valeur économique de l'eau produite qu'a retenue l'analyse économique (3,0 à 5,0) est raisonnable, on peut évaluer que le projet comporte un effet économique considérable. Compte tenu également des avantages socio-économiques attendus (amélioration des conditions sanitaires et de l'environnement, impact économique sur la communauté, montée de l'emploi, etc.), on peut dire que la mise en oeuvre du projet rend un service important à la société.

De tout ce qui précède, on peut déduire que le projet porte une solution aux difficultés qu'impose la pénurie à la population et permet d'améliorer les conditions sociales. Malgré son apparence difficile dans la trésorerie, il finit par produire de l'eau à un prix raisonnable qui est même susceptible de baisser avec un réexamen du financement. En outre, les avantages socio-économiques et l'effet économique qu'il comporte sont convaincants en faveur de son utilité remarquable. Il y a donc lieu de réaliser à tout prix ce projet avec un appui solide du gouvernement.

Il reste à dire que le contrat des travaux doit être passé avant le début de 1984 au plus tard pour que l'Unité soit terminée dans les meilleurs délais, ceci étant la clé de la réussite du projet. Par ailleurs, les attentions doivent être portées sur un investissement et une subvention suffisants de l'Etat en même temps que sur la rationalisation de financement dans le but de réduire la difficulté financière en perspective ainsi que le prix de l'eau produite.

( )

( )

( )

( )

# Chapitre 1

## Introduction

SECRET

CONFIDENTIAL

## Chapitre 1. Introduction

### 1.1 Historique de l'étude de faisabilité

La République Algérienne Démocratique et Populaire (ci-après désignée Algérie) connaît ce dernier temps une augmentation rapide de population dans sa capitale, Alger et ses 12 secteurs d'agglomération (ci-après désigné Grand Alger dont l'étendue se trouve aux figures 2-1 et 2-2), ce qui fait que la pénurie d'eau s'aggrave. Les habitants sont ainsi soumis depuis quelque temps à une restriction d'alimentation en eau pendant neuf mois sur une année, et ses répercussions sur la vie civile et les activités industrielles, économiques sont d'autant plus importantes en été que la demande en eau s'accroît en cette saison.

Dans le but de faire face à cette situation, le gouvernement algérien examine de différentes solutions permettant d'exploiter les nouvelles sources d'eau telles que la construction du barrage, la mise en valeur de nouveaux puits, la possibilité de dessalement de l'eau de mer et la réduction du taux de fuite. Le projet de construction du barrage de Keddara (environ à 30 km à l'est d'Alger) s'inscrit dans ce cadre et les travaux sont en cours pour son inauguration prévue en 1987.

Il n'en est pas moins qu'en attendant l'achèvement du barrage de Keddara le Grand Alger doit faire face à la pénurie chronique de 100 000 à 200 000 m<sup>3</sup> d'eau par jour. C'est dans ce contexte que le ministre de l'Hydraulique a fait spécialement créer une équipe de projet chargée de l'étude sur la réalisation de l'Unité de dessalement de l'eau de mer à titre de mesure d'urgence.

En décembre 1982, le gouvernement algérien a invité le gouvernement japonais à discuter la possibilité d'une étude de faisabilité (ci-après désignée F/S) relative au projet de la réalisation de l'Unité de dessalement de l'eau de mer destinée au Grand Alger, projet qui se situe dans le cadre de la consultation internationale lancée par le Ministère de l'Hydraulique.

Le gouvernement japonais a accepté cette invitation en envoyant en Algérie au mois de janvier 1983 une mission chargée d'une étude préliminaire composée d'experts en matière de dessalement de l'eau de mer détachés de la Japan International Cooperation Agency (ci-après désignée JICA) afin de conclure un accord permettant l'exécution de la F/S, la mission et le gouvernement algérien ont signé le 9 février 1983 l'Arrangement d'exécution relatif aux problèmes fondamentaux à la mise en oeuvre de la F/S.

### 1.2 Objectif de l'étude de faisabilité

La F/S a pour but d'étudier, conformément à la demande du gouvernement algérien, les différents problèmes liés au projet de l'Unité de dessalement de l'eau de mer au Grand Alger.

Elle établira, selon les prévisions de l'offre et de la demande en eau du Grand Alger, une étude conceptuelle des installations principales et annexes de dessalement à deux procédés, c'est-à-dire à distillation et à osmose inverse. Elle examinera, en outre, ces deux procédés en les comparant du point de vue technique, financier et économique. Le résultat de ces travaux permettra de choisir le procédé optimal, de donner une évaluation globale à une série d'éléments et de vérifier la faisabilité du Projet de l'Unité de dessalement au Grand Alger (ci-après désigné le Projet), ce qui

constitue un but définitif de la F/S.

### 1.3 Contenu de l'étude de faisabilité

La F/S s'est effectuée en deux phases. La première phase consiste en étude sur place visant à la collecte des données nécessaires à la F/S et la deuxième, en étude conceptuelle menée au Japon selon l'analyse et l'évaluation des données recueillies sur place ainsi qu'en analyse financière et économique.

#### 1.3.1 Étude sur place

La mission chargée de l'étude sur place s'est composée de neuf membres ayant Monsieur Yoshio MURAYAMA comme son chef. Elle a quitté Tokyo le 12 mars 1983, effectué l'étude définie comme suit en Algérie du 14 au 28 mars et regagné Tokyo le 31 mars. Les tableaux 1-1 et 1-2 montrent respectivement les membres de la mission et le calendrier des travaux en Algérie.

- (1) Collecte des renseignements et données nécessaires à l'examen des perspectives de l'offre et de la demande à court, moyen et long terme pour l'horizon 1983 à 2000 au Grand Alger
- (2) Exploration des sites possibles et la collecte des informations concernées
- (3) Collecte des données relatives aux conditions socio-économiques
- (4) Collecte des données relatives aux infrastructures et utilités
- (5) Collecte des données permettant d'étudier le mode de raccordement au réseau existant de distribution
- (6) Collecte des dossiers relatifs aux lois et règlements
- (7) Collecte des informations sur l'organisation administrative, notamment la politique et la gestion administratives des eaux
- (8) Collecte des données relatives aux conditions locales du point de vue de la réalisation de l'Unité

Tableau 1-1 Membres de l'équipe d'étude sur place

Nom	Fonction
MURAYAMA Yoshio	Chef
KIKUCHI Kunio	Sous-chef
HORI Junzo	Procédé à osmose inverse
MIYAZAWA Tadao	Installation des eaux
IMAI Masaaki	Procédé à distillation
NAGANO Harutoshi	Planning du projet
SUZUKI Yuji	Planning de génie civil et de bâtiment
KAMIYA Yoshitada	Analyse financière et économique
KAMIYA Seiji	Interprète



**Tableau 1-2 Programme de l'étude sur place de l'équipe F/S**

Nombre de jours	Date	Heure	Travail
1	le samedi 12 mars		Départ de Tokyo
2	le dimanche 13 mars		Arrivée à Alger
3	le lundi 14 mars	09 h 30 à 10 h 30	Visite à l'Ambassade du Japon
	le lundi 14 mars	14 h 00 à 18 h 00	1re réunion avec le M. HYD. (note 1), remise du 1er rapport
4	le mardi 15 mars	09 h 30 à 18 h 00	Etude sur les 5 sites possibles
5	le mercredi 16 mars	09 h 00 à 18 h 00	2e réunion avec le M. HYD.
6	le jeudi 17 mars	08 h 30 à 12 h 00	Consultation auprès de la SEDAL (note 2)
7	le vendredi 18 mars		Examen des problèmes
8	le samedi 19 mars	10 h 00 à 12 h 00	Consultation auprès du Secrétariat d'Etat aux pêches et transports maritimes
	le samedi 19 mars	15 h 00 à 17 h 00	Consultation auprès du Centre de recherches océanographiques et des pêches
9	le dimanche 20 mars	09 h 00 à 12 h 00	Consultation auprès de la SONELGAZ (note 3)
	le dimanche 20 mars	14 h 30 à 16 h 30	Réunion avec le M. HYD. et la SEDAL
10	le lundi 21 mars	09 h 00 à 11 h 30	Discussion avec le M. HYD.
11	le mardi 22 mars	09 h 00 à 10 h 00	Consultation auprès de l'office national de la météorologie
	le mardi 22 mars	14 h 00 à 16 h 00	Etude à la station d'El-Harrach
12	le mercredi 23 mars	08 h 00 à 13 h 00	Etude de la mer (Sidi Ferruch, note 4)
	le mercredi 23 mars	09 h 00 à 12 h 00	Réunion avec le M. HYD. (Direction Générale de réalisation des infrastructures hydrauliques)
13	le jeudi 24 mars	08 h 00 à 13 h 00	Etude de la mer (Stamboul, note 4)
	le jeudi 24 mars	09 h 00 à 12 h 00	Consultation auprès du M. HYD. (Direction Générale des affaires financières)
14	le samedi 25 mars		Préparation du rapport d'avancement
15	le samedi 26 mars	10 h 00 à 13 h 00	Etude du tracé des conduites à partir du barrage prévu de Keddara
16	le dimanche 27 mars	10 h 00 à 12 h 00	Visite et concertation à l'Ambassade du Japon
	le dimanche 27 mars	14 h 00 à 16 h 30	Discussion avec le M. HYD.
17	le lundi 28 mars	09 h 00 à 12 h 00	3e réunion avec le M. HYD.
	le lundi 28 mars	15 h 00 à 18 h 30	Remise du rapport d'avancement
18	le mardi 29 mars		Départ d'Alger
19	le mercredi 30 mars		Départ de Paris
20	le jeudi 31 mars		Arrivée à Tokyo

Note 1. M. HYD = Ministère de l'Hydraulique d'Algérie

Note 2. SEDAL = Société de Distribution des Eaux d'Alger

Note 3. SONELGAZ = Société Nationale de l'Electricité et du Gaz

Note 4. Voir le chapitre 5

### 1.3.2 Travaux au Japon

L'étude sur place décrite ci-dessus a servi de base pour les travaux précis d'examen et de conception menés au Japon dont le contenu est suivant:

- (1) Analyse et évaluation des données et dossiers recueillis
- (2) Elaboration d'un programme optimal d'exploitation
- (3) Etude de divers procédés de dessalement de l'eau de mer
- (4) Examen d'un procédé favorable au Projet
- (5) Etude conceptuelle de l'Unité de dessalement par distillation et par osmose inverse
- (6) Analyse financière et économique
- (7) Sélection du procédé optimal

### 1.3.3 Déroulement de l'étude de faisabilité

L'étude sur place étant décrite au paragraphe 1.3.1, voici la liste des membres qui ont participé à la F/S y compris les travaux au Japon (tableau 1-3) et son déroulement général (tableau 1-4).

Tableau 1-3 Membres de l'équipe d'étude

Nom	Fonction	Travaux participés			
		Etude sur place	Réunion intermédiaire	Explication du pré-rapport final	Travaux au Japon
MURAYAMA Yoshio	Chef	○		○	○
KIKUCHI Kunio	Sous-chef	○			○
HORI Junzo	Procédé à osmose inverse	○			○
IKAI Masaru	Comparaison des procédés				○
INOUE Gennosuke	Protection de l'environnement				○
MIYAZAWA Tadao	Installation des eaux	○			○
TORAI Shinichi	Offre et demande en eau				○
OHTA Keiichi	Procédé à osmose inverse				○
KUNISADA Yuichi	Evaluation des coûts				○
YONO Mikio	Idem				○
HIRAISHI Nobuhisa	Procédé à distillation				○
SAWADA Iwao	Idem				○
MIURA Michio	Idem				○
IMAI Masaaki	Idem	○	○	○	○
NAGANO Harutoshi	Planning du projet	○	○	○	○
SUZUKI Yuji	Planning de génie civil et de bâtiment	○			○
KOTAKA Isao	Services généraux et installations annexes				○
TANUMA Kakoto	Evaluation des coûts				○
KAMIYA Yoshitada	Analyse financière et économique	○			○
ISHII Nobuo	Idem				○
KAMIYA Seiji	Interprète	○			
HASEGAWA Haruko	Idem		○	○	

Tableau 1-4 Calendrier des travaux de l'étude

Travaux	Année fiscale		1983							
	Mois		2	3	4	5	6	7	8	9
1. Préparations				—						
2. Etude sur place				—						
3. Travaux au Japon										
3.1 Préparations				—						
3.2 Prévision de l'offre et de la demande en eau				—	—					
3.3 Etablissement des conditions de base de l'étude conceptuelle				—	—					
3.4 Mise au point des caractéristiques des procédés de dessalement				—	—					
3.5 Etude comparée des procédés				—	—					
3.6 Etude conceptuelle de l'Unité				—	—					
3.7 Calcul des coûts de construction				—	—					
3.8 Analyse financière et économique						—				
3.9 Planning général de réalisation du Projet						—				
3.10 Evaluation globale et choix du procédé optimal						—				
3.11 Etablissement du pré-rapport final				—	—	—				
4. Réunion intérimaire						—				
5. Explication sur place du pré-rapport final								—		
6. Etablissement du rapport final (au Japon)								—	—	
7. Remise du rapport final à JICA										△
8. Remise du rapport mensuel d'avancement				△	△	△	△			

( )

( )

( )

**Chapitre 2**  
**Situation du Grand Alger**



## Chapitre 2. Situation du Grand Alger

### 2.1 Situation géographique

L'Algérie se situe au bord nord de l'Afrique (voir la figure 2-1). Ayant la côte méditerranéenne de 1000 km de long dans le nord, elle est entourée de la Tunisie, la Libye et le Maroc de l'est à l'ouest, avoisine la Mauritanie, le Mali et le Niger au sud. Avec environ 2 000 km du nord au sud, sa superficie est de 2 380 000 km<sup>2</sup>, à peu près six fois celle du Japon.

Sa région du nord a deux chaînes de montagnes, Atlas Tellien et Atlas Saharien qui sont parallèles à la côte méditerranéenne. Au côté nord de la chaîne Atlas Tellien, il y a une région qui s'appelle "Tell" sous forme de ceinture avec quelques dizaines de km de largeur où le climat est typiquement méditerranéen. Le nom "Tell" indiquait à l'origine "Terre qui permet une agriculture sans irrigation et un pâturage aux nomades pendant l'été".

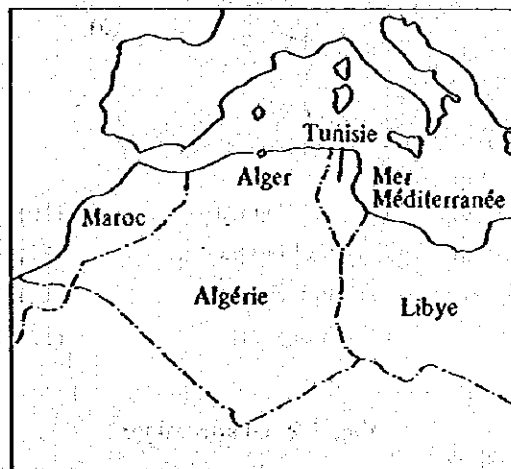


Fig. 2-1 Situation géographique de l'Algérie

Entre les deux chaînes se trouve une steppe à l'altitude moyenne de 1000 m nommée Hauts Plaines, zone subaride avec la précipitation annuelle de 200 à 400 mm. Le sud de Atlas Saharien, c'est le désert du Sahara qui occupe 84% du territoire.

Alger, sa capitale, est à 03° 15' de longitude est et 36° 43' de latitude nord (Tokyo est à 35° 41' de latitude nord). C'est une ville qui s'étend entre la ligne côtière de la baie d'Alger qui débouche sur la Méditerranée et un plateau. Le Grand Alger qui fait l'objet de la F/S englobe les 13 secteurs y compris Alger Centre comme l'indique la figure 2-2.

### 2.2 Conditions naturelles

#### (1) Climat

Le tableau 2-1 montre les conditions météorologiques du Grand Alger qui a un hiver relativement pluvieux et frais, un été aride.

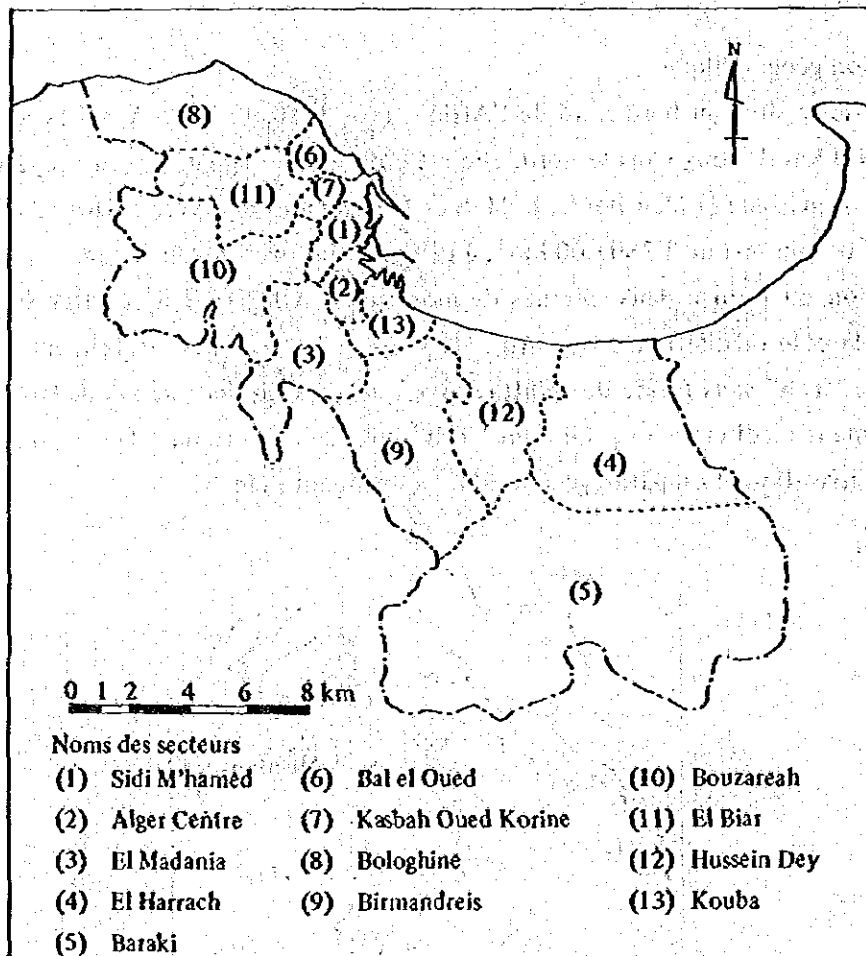


Fig. 2-2 Grand Alger

Tableau 2-1 Données météorologiques du Grand Alger

Item Mois	Température moyenne (°C)	Humidité moyenne (%)	Précipitation moyenne (mm)
1	10,3	82	116
2	10,8	80	76
3	13,0	77	57
4	15,2	77	65
5	18,0	75	36
6	21,8	74	14
7	24,4	73	2
8	25,1	71	4
9	23,1	75	27
10	18,9	80	84
11	14,9	80	93
12	11,7	81	117
Toute l'année	17,3	77	691



## (2) Caractéristiques topographiques

Marquée par de nombreuses collines, la topographie du Grand Alger se caractérise par la plaine littorale et le plateau à plus de 300 m d'altitude qui se mêlent avec les rias qui s'y enfoncent. Dans les secteurs de l'ouest tels que Bologhine (8), Bal el Oued (6), Kasbah (7), les collines se rapprochent de la mer à tel point qu'il y a peu de terrain plat au long de la côte. Lorsqu'on dirige vers l'est du centre de la ville ayant comme secteurs, Sidi M'hamed(1), Alger Centre(2), le terrain plat s'élargit petit à petit et s'étend loin en profondeur dans El Harrach (4), extrémité est.

## (3) Situation des sources d'eau

Le Grand Alger a comme sources d'eau potable six groupes de puits qui se trouvent dans sa zone et au sud-ouest de son extérieur. Le détail sera présenté dans le chapitre 3, mais il reçoit à l'heure actuelle environ 310 000 m<sup>3</sup> de l'eau pompée en moyenne par jour. Cependant, une variation d'un mois à l'autre de la précipitation affecte la quantité pompée et l'alimentation subit obligatoirement une restriction selon les heures pendant neuf mois de l'année, ce qui se répercute considérablement sur les activités sociales et industrielles.

Par ailleurs, du fait que les services d'eau ont été installés il y a longtemps dans cette zone, auquel s'ajoute l'action donnée au réseau de conduite souterrain par la montée rapide de la circulation, etc., le taux de fuite finit par dépasser 35 %. On ne peut pas négliger son influence sur la pénurie du Grand Alger.

## 2.3 Conditions socio-économiques

### (1) Evolution dans la population

L'Algérie connaît une poussée démographique dont le taux annuel atteint 3,2%. De ce fait, sa population a presque doublée pendant une vingtaine d'années depuis son indépendance en 1962 pour arriver aujourd'hui à 20 millions environ.

Ce qui caractérise la population, c'est que plus de sa moitié (57,5%) est plus jeune que 20 ans et plus de 35 % sont concentrés dans le nord, la région littorale de la Méditerranée.

La population en 1980 est estimée comme suit par profession:

Agriculture	975 000 personnes
Pétrole, gaz	40 000 personnes
Industrie	374 000 personnes
BTP	461 000 personnes
Commerce	277 000 personnes
Transport	168 000 personnes
Service	232 000 personnes
Administration et autres	638 000 personnes

## (2) Plan économique

A la suite du premier plan quinquennal (1970-1973) et du deuxième (1974-1977), l'Algérie a son nouveau plan quinquennal (1980-1984) qui est en cours. Voici son produit national brut pendant ce temps.

(Unité : en 100 millions de DA)

Année	1970	1975	1976	1977	1978	1979	1980
P. N. B.	229	563	685	819	984	1 220	1 320

L'orientation dominante donnée aux 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> plans consistait à industrialiser la chimie lourde par le revenu pétrolier. Le pays a investi dans l'ensemble 12 milliards de DA pour le premier, 129 milliards pour le deuxième. Néanmoins, la productivité de ses usines ne montant pas autant que prévu, son produit industriel ne représente que 10% de son P. N. B. Par ailleurs, son produit agricole n'arrive pas à dépasser 8%, à cause duquel les denrées alimentaires sont en grosse quantité importées de l'étranger malgré que plus de la moitié de la population active travaille dans l'agriculture.

Le nouveau plan quinquennal s'inscrit dans le cadre du redressement d'une telle situation ayant pour but de 1) donner au niveau de la production le pouvoir et la responsabilité afin d'améliorer la productivité, 2) promouvoir l'agriculture et 3) attacher de l'importance au service social.

## (3) Niveau de revenu

Voici le salaire minimum garanti aux ouvriers de 1976 à 1980.

Date	Profession	Professions autres que l'agriculture (en DA/h)	Agriculture (en DA/jour)
1 <sup>er</sup> janvier 1976		2,40	15,30
15 octobre 1977		3,16	20,00
1 <sup>er</sup> mai 1978		3,69	24,00
1 <sup>er</sup> novembre 1978		4,21	28,00
1 <sup>er</sup> janvier 1979		4,21	28,00
1 <sup>er</sup> janvier 1980		4,21	33,00

Le P. N. B. par habitant de l'Algérie qui est de 1 580 dollars US lui permet de se placer au-dessus de la Tunisie (1 120 dollars US) et le Maroc (740 dollars US). Elle figure également parmi les premiers pays du groupe moyen dans le classement de la Banque Mondiale.

**Chapitre 3**  
**Etat actuel du service de distribution**  
**d'eau et prévision de l'offre et de**  
**la demande en eau du Grand Alger**

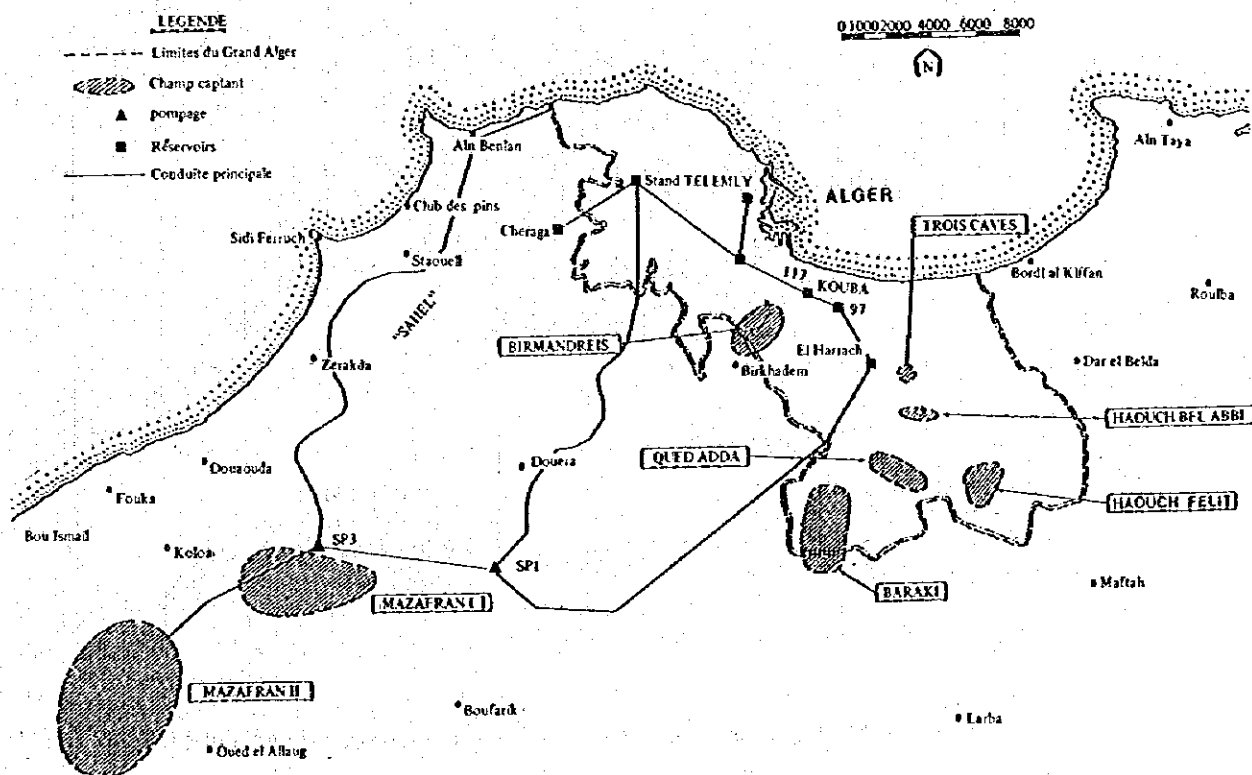


## Chapitre 3. Etat actuel du service de distribution d'eau et prévision de l'offre et de la demande en eau du Grand Alger

### 3.1 Etat actuel du service de distribution d'eau du Grand Alger

#### 3.1.1. Situation de l'alimentation en eau

La fusion des services des eaux d'Alger et la société nord-africaine des eaux a donné naissance, il y a peu de temps, à la SEDAL, entreprise des eaux qui alimente Grand Alger et sa périphérie, à savoir, Cheraga, Draria, El Achour, Ouled Fayet, Souidania et une partie de Birkhadem (voir la figure 3-1).



La SEDAL dispose de quatre bureaux locaux de distribution, Alger Centre, Alger Nord, Alger Sud et Alger Ouest et dessert dans l'ensemble la population de 1 623 620 en 1980 et 1 694 573 en 1981. Les 97,7 % de cette population viennent du Grand Alger constitué de 13 secteurs montrés dans la figure 2-2.

A l'heure actuelle, la SEDAL s'approvisionne des puits tels que Baraki, Mazafran I, Mazafran II, Haouch Felit et Oued Adda et distribue de l'eau stérilisée à chlore dont la quantité ne suffit pas pour satisfaire la demande.

La quantité actuelle d'eau prise étant de 120 344 000 m<sup>3</sup>/an en 1980, l'alimentation au Grand Alger et sa périphérie était de 113 666 000 m<sup>3</sup>/an (310 600 m<sup>3</sup>/jour) du fait de la distribution partielle à d'autres villes comme Bordi El Kiffan, Zerkada, Douera.

En outre, l'alimentation annuelle se décompose de 64,4 % de l'eau récupérée et 35,6 % de celle perdue. Elle se divise en fonction d'application: 43,5% pour ménage et commerce, 7,8 % pour industrie, 11,3 % pour service public.

Au niveau de la variation saisonnière de l'alimentation, la figure 3-2 montre que l'alimentation annuelle est de 293 600 m<sup>3</sup>/jour en hiver et de 344 300 m<sup>3</sup>/jour en été tandis que la demande annuelle est estimée de 302 700 m<sup>3</sup>/jour en hiver et de 392 600 m<sup>3</sup>/jour en été, ce qui représente l'offre respective d'à peu près de 97 % et de 88 % par rapport à la demande.

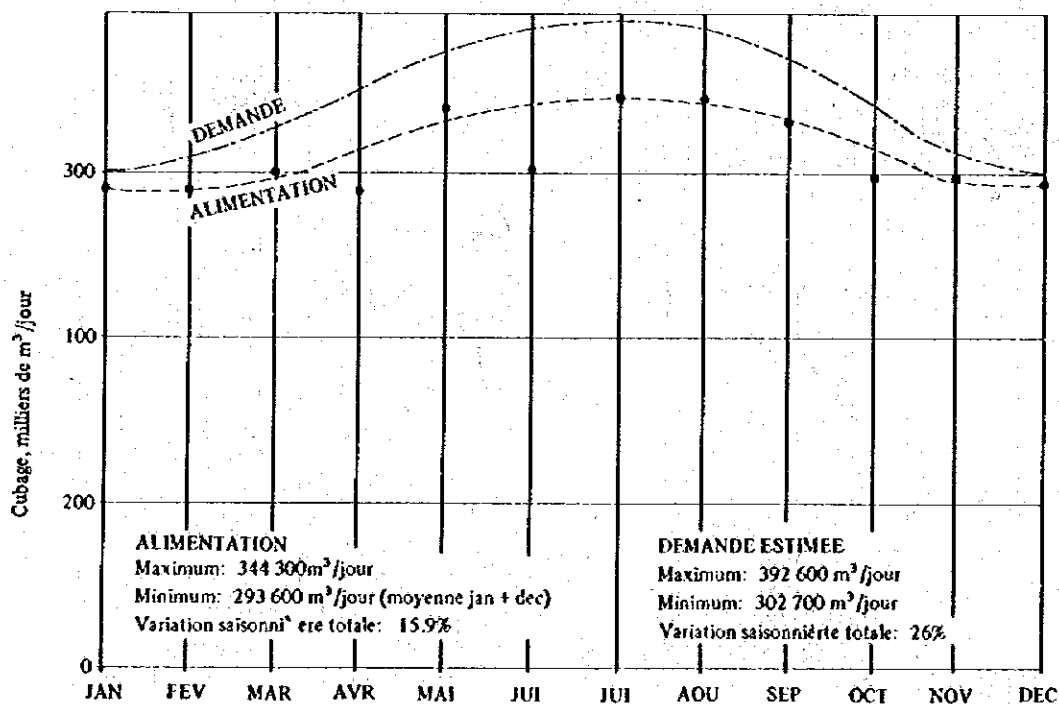


Fig. 3-2 Variation saisonnière de l'offre et de la demande en eau (1980)

Le tableau 3-1 montre l'état actuel d'alimentation de la SEDAL.

### 3.1.2 Etat actuel des installations

#### (1) Puits

La source d'eau consist en huit groupes de puits qui regroupent 125 puits dont 99 sont en opération. Le groupe le plus important est celui de Baraki qui représente avec ses 31 puits environ de 39 % de l'ensemble de l'eau prise (120 344 000 m<sup>3</sup>/an) en 1980. Les conditions de pompage sont relativement stables malgré quelque variation saisonnière et la quantité d'eau est généralement bonne. Malgré tout, cette source n'est pas capable de satisfaire la demande totale.