

## 10.5 Mode d'analyse financière

Voici le mode d'analyse et les indices financiers résultant de l'analyse.

### 10.5.1 Définition du critère de rentabilité

L'analyse financière a pour but d'établir les indices financiers par la méthode DCF dans les conditions et hypothèse mentionnées jusqu'ici. Vu la particularité signalée plus haut du Projet, notre orientation consiste à définir le montant de subvention nécessaire après avoir retenu à 0,0 % le taux de rentabilité intérieur aux fonds propres (IRROE).

### 10.5.2 Formule de calcul (valeur retenue de IRROE et montant subvention)

Les capitaux investis au Projet comprennent les fonds propres (du gouvernement algérien) et les emprunts. Le montant de subvention se détermine donc d'après la formule basée sur le taux IRROE qui traduit les conditions particulières au Projet de financement.

$$\sum_{i=1}^n \frac{(CFE)^i}{(1 + R)^{i-1}} + \frac{W}{(1 + R)^{n-1}} = 0$$

Ici, CFE (Cash Flow Element) qui signifie le "Cashflow" de chaque année fiscale, se compose de facteurs suivants:

- (CFE) = (—) fonds propres
- (+) recettes sur les ventes
- (—) frais d'exploitation
- (—) charge financière (remboursement de principal et d'intérêt)
- (—) impôts sur les revenus
- (+) subvention nécessaire

Les autres signes dans la formule représentent les suivants:

- R : taux de rentabilité intérieur
- i : i-ème année fiscale y compris la période de réalisation
- n : période pour l'évaluation de la rentabilité (n = 18 ans)
- W : récupération de fonds de roulement et de la valeur restante

### 10.5.3 Etats financiers

Les résultats de l'analyse qui se trouvent en détail en Annexe II (Données de sortie d'ordinateur) comprennent les états suivants:

- Résultat d'estimation/conditions préalables (Summary Sheet)
- Compte de pertes et profits (Income Statements)
- Compte de "Cashflow" (Cash Flow Statements)
- Bilan (Balance Sheet)
- Etat des fonds de roulement (Working Capital)
- Etat des frais d'exploitation (Detailed Operating Costs)
- Principaux indices financiers (Financial Performance Indicators)

## 10.6 Résultats de l'analyse financière

L'analyse s'est effectuée pour les procédés MSF et RO compte tenu des conditions préalables citées plus haut. Ce qui suit est l'ensemble des résultats relevés sur le cas de base (IRROE = 0,0 %).

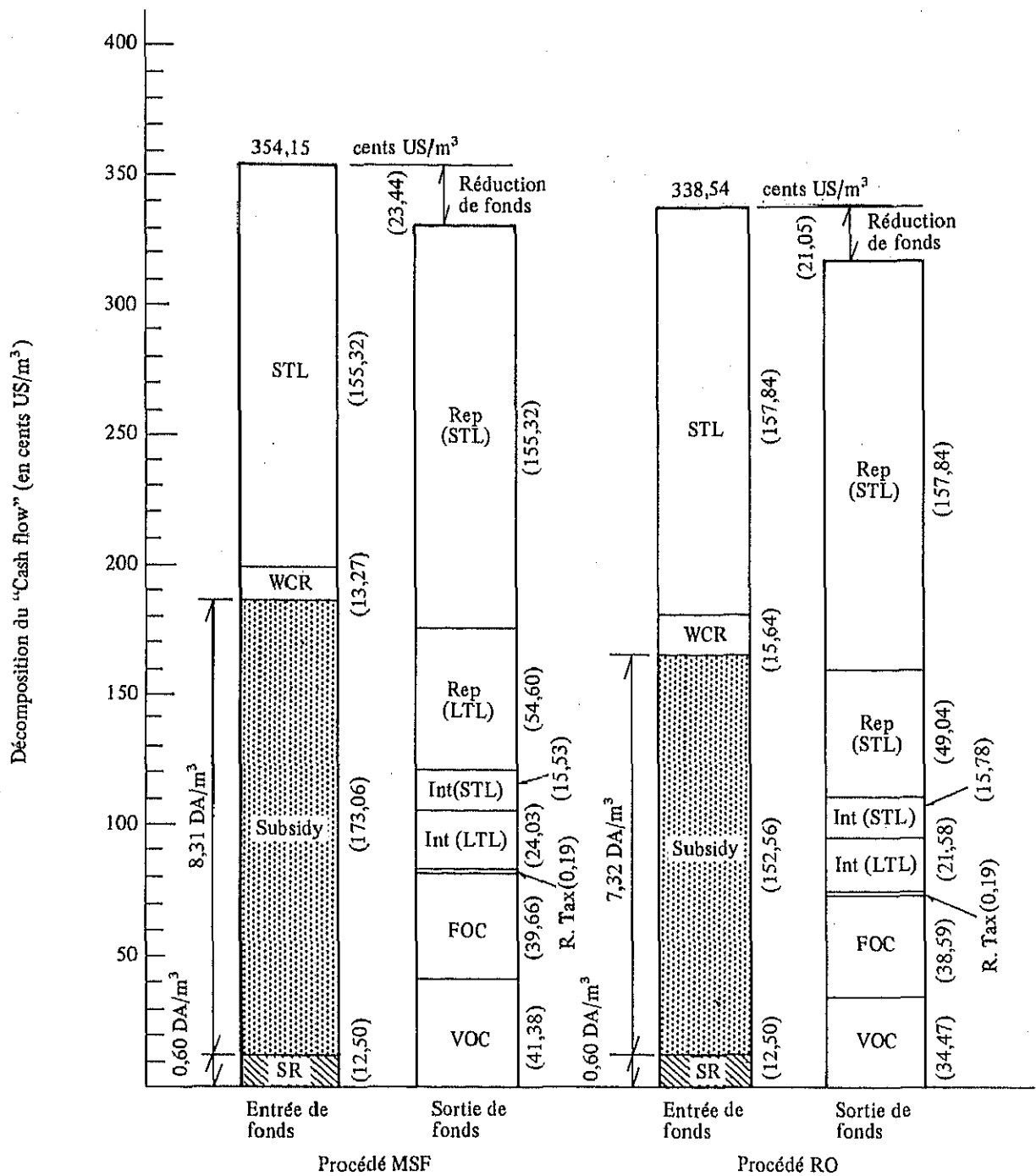
### 10.6.1 Sommaire de résultats

Le tableau 10-5 et la figure 10-2 résument les résultats de l'analyse relative au cas de base pour les procédés MSF et RO. Ils mettent en relief la situation financière du Projet dans laquelle le bénéfice n'entre pas dans le compte et les fonds récupérés correspondent aux capitaux investis, ceci dans le but de minimiser le montant de subvention. En d'autres termes, c'est par les subventions et emprunts à court terme que le Projet arrive tout juste à combler le déficit financier. Dans le cas présent, chercher à accroître la rentabilité signifie d'augmenter la subvention et cela n'est pas autre chose que de transférer les fonds dans l'Etat algérien. Il est donc plus important de parler du montant défini de subvention plutôt que de parler de la situation financière analysée sous l'hypothèse de subvention minimum. Le montant minimum requis à la conduite du Projet est de 8,31 DA/m<sup>3</sup> pour le RO.

**Tableau 10-5 Sommaire de l'analyse financière**

(en mille dollars US)

Item		Procédé MSF	Procédé RO
Capitaux investis		162 162	145 659
Financement:			
Fonds propres		48 649	43 698
Dettes		113 513	101 961
Entrée de fonds (en moyenne annuelle)	Recettes sur les ventes (en DA/m <sup>3</sup> )	1 732 (0,60)	1 732 (0,60)
	Subvention nécessaire (en DA/m <sup>3</sup> )	23 986 (8,31)	21 145 (7,32)
	Sous-total (Prix de l'eau produite en DA/m <sup>3</sup> )	25 718 (8,91)	22 877 (7,92)
	Emprunt à court terme	21 528	21 876
	Récupération de fonds de roulement, etc.	1 838	2 168
	Entrée totale de fonds	49 084	46 921
Sortie de fonds (en moyenne annuelle)	Frais variables	5 735	4 777
	Frais fixes	6 497	5 348
	Impôt sur les recettes	27	27
	Impôt sur les revenus des personnes juridiques	0	0
	Remboursement de dettes:	34 577	33 851
	Emprunt à long terme (principal)	(7 567)	(6 797)
	Emprunt à long terme (intérêt)	(3 329)	(2 991)
Emprunt à court terme (principal)	(21 528)	(21 876)	
Emprunt à court terme (intérêt)	(2 153)	(2 187)	
Sortie totale de fonds	45 836	44 003	
"Cashflow" (en moyenne annuelle)		3 248	2 918
"Cashflow" (pour toute la durée du Projet)		48 725	43 767
Taux de rentabilité intérieur aux fonds propres (IRROE)		0,00 %	0,00 %
Récupération des capitaux investis dans:		15,0 ans	15,0 ans



Légende:

SR	: Recettes sur les ventes	R. Tax	: Impôt sur les revenus
Subsidy	: Subventions nécessaires	Int (LTL)	: Intérêt (Emprunt à long terme)
WCR	: Récupération de fonds de roulement, etc.	Int (STL)	: Intérêt (Emprunt à court terme)
STL	: Emprunts à court terme	Rep (LTL)	: Remboursement de principal (Emprunt à long terme)
VOC	: Frais variables	Rep (STL)	: Remboursement de principal (Emprunt à court terme)
FOC	: Frais fixes		

**Fig. 10-2 Sommaire de l'analyse financière**  
(Décomposition du "Cashflow")

## 10.6.2 Analyse du coût de production d'eau

### (1) Coût de revient

Le coût de revient correspond à la somme de frais d'exploitation, amortissement et intérêt d'emprunt. Le tableau 10-6 le montre par m<sup>3</sup> de la production brute selon l'année fiscale d'exploitation (non compris l'impôt sur les recettes). Le coût unitaire moyen relevé est 129,73 cents US/m<sup>3</sup> (6,23 DA/m<sup>3</sup>) pour le MSF et de 115,38 cents US/m<sup>3</sup> (5,54 DA/m<sup>3</sup>) pour le RO.

**Tableau 10-6 Coût de revient de l'eau produite**  
(hors l'impôt sur les recettes)

- Procédé MSF

(en mille dollars US)

Année	Décomposition du coût de revient			Coût de revient	
	Frais d'exploitation	Frais d'amortissement	Charge financière	Montant annuel	Coût par m <sup>3</sup> (en cents US)
1	11 232	10 376	9 081	30 689	154,99
2	11 232	10 376	8 770	30 378	153,42
3	11 232	10 376	8 428	30 036	151,70
4	11 232	10 376	8 052	29 660	149,80
5	11 232	10 376	7 638	29 246	147,71
6	11 232	8 270	7 183	26 685	134,77
7	11 232	8 270	6 683	26 185	132,25
8	11 232	8 270	6 132	25 634	129,46
9	11 232	8 270	5 526	25 028	126,40
10	11 232	8 270	4 860	24 362	123,04
11	11 232	8 270	4 127	23 629	119,34
12	11 232	8 270	3 094	22 596	114,12
13	11 232	8 270	1 957	21 459	108,38
14	11 232	8 270	707	20 209	102,07
15	11 232	8 270	0	19 502	98,49
Valeur moyenne	11 232	8 972	5 483	25 687	129,73

(en mille dollars US)

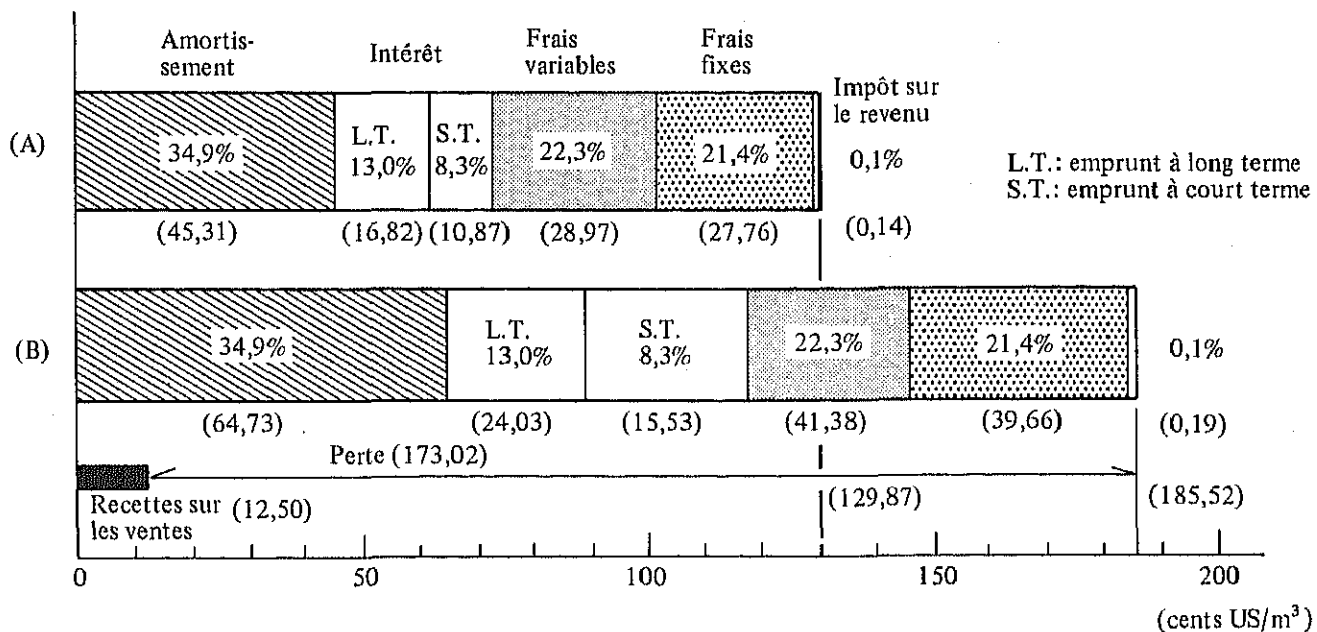
Année	Décomposition du coût de revient			Coût de revient	
	Frais d'exploitation	Frais d'amortissement	Charge financière	Montant annuel	Coût par m <sup>3</sup> (en cents US)
1	10 125	8 746	8 157	27 028	136,51
2	10 125	8 746	7 904	26 775	135,23
3	10 125	8 746	7 626	26 497	133,82
4	10 125	8 746	7 320	26 191	132,28
5	10 125	8 746	6 983	25 854	130,58
6	10 125	6 940	6 613	23 678	119,59
7	10 125	6 940	6 205	23 270	117,53
8	10 125	6 940	5 757	22 822	115,26
9	10 125	6 940	5 264	22 329	112,77
10	10 125	6 940	4 722	21 787	110,04
11	10 125	6 940	4 126	21 191	107,03
12	10 125	6 940	3 266	20 331	102,68
13	10 125	6 940	2 320	19 385	97,90
14	10 125	6 940	1 279	18 344	92,65
15	10 125	6 940	135	17 200	86,87
Valeur moyenne	10 125	7 542	5 178	22 845	115,38

## (2) Elements constitutifs du coût de revient

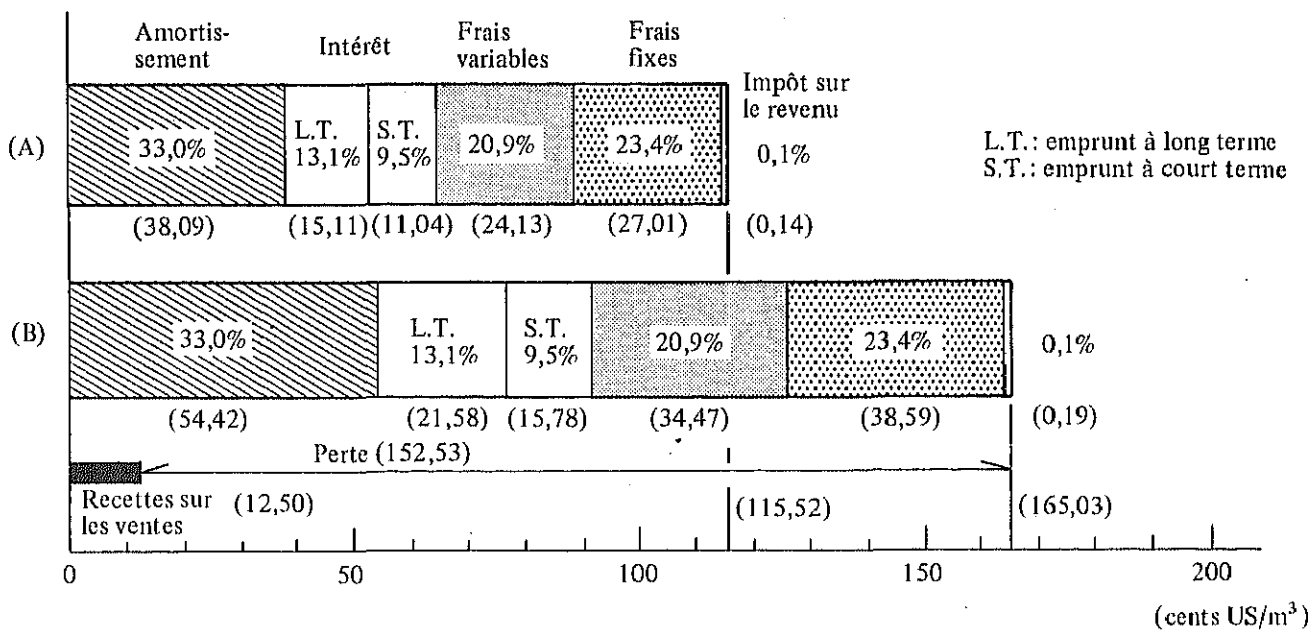
C'est le réseau actuel de distribution qui permettra à l'eau produite du Projet d'atteindre les consommateurs. Il est donc nécessaire de prendre en considération le taux de fuite et l'efficacité dans la perception de tarifs dans le réseau existant afin d'estimer les recettes sur les ventes. Comme la présente F/S retient le taux de rendement à 70 % (voir plus haut), le prix unitaire de l'eau mise en valeur devient considérablement plus élevé que le coût de revient précédemment défini. Par ailleurs, les impôts sur les recettes entrent dans le compte du coût de production.

La figure 10-3 décompose le coût de revient et le coût unitaire de l'eau mise en valeur (y compris l'impôt sur les recettes). Elle montre d'une part le bordereau des frais constituant le coût de production et d'autre part, le fait que la perception de tarifs ne suffit pas à elle seule pour éviter une perte importante. La perte sur les ventes par unité de l'eau mise en valeur est de 173,02 cents US/m<sup>3</sup> pour le MSF et de 152,53 cents US/m<sup>3</sup> pour le RO.

-Procédé MSF



-Procédé RO



Nota A : coût de revient sur la production globale  
 Nota B : coût de revient sur le volume de vente

Fig. 10-3 Décomposition du coût de revient de l'eau produite (Cas de base)

(3) Coût de production et bilan financier

Les tarifs perçus ne pouvant couvrir le coût de revient, un déficit considérable semble inévitable. Le manque de fonds dû à ce déficit sera complété par les subventions, emprunts à court terme, fonds de roulement récupérés au cours de la dernière année du Projet, etc. Le tableau 10-7 montre comment l'équilibre financier sera retrouvé contre ce déficit prévu. Pour le MSF, malgré le déficit de 173,02 cents US/m<sup>3</sup> par unité de l'eau produite, le bilan sera quelque peu excédentaire grâce à subvention, etc., et on finit par récupérer 48 725 000 dollars US, équivalent de capitaux investis. Il en est de même pour le RO qui, malgré le déficit de 152,53 cents US/m<sup>3</sup>, verra retourner 43 767 000 dollars US.

Tableau 10-7 Bilan financier pendant l'exploitation

-Procédé MSF

Poste		"Cashflow"		
		Pour toute la durée du Projet (en mille dollars US)	Moyenne annuelle (en mille dollars US)	"Cashflow" (en cents US/m <sup>3</sup> )
Sortie de fonds	Fonds entraînés par l'exploitation	(-) 225 129	(-) 15 009	(-) 108,29
	(Bénéfice après impôt)	(- 359 713)	(- 23 981)	(- 173,02)
	(Amortissement)	(+ 134 584)	(+ 8 972)	(+ 64,73)
	Remboursement du principal d'emprunts	(-) 436 432	(-) 29 095	(-) 209,92
	(Emprunt à long terme)	(- 113 513)	(- 7 567)	(- 54,60)
	(Emprunt à court terme)	(- 322 919)	(- 21 528)	(- 155,32)
Total		(-) 661 561	(-) 44 104	(-) 318,21
Entrée de fonds	Subventions	(+) 359 789	(+) 23 986	(+) 173,06
	Emprunt à court terme	(+) 322 919	(+) 21 528	(+) 155,32
	Récupération de fonds de roulement, etc.	(+) 27 578	(+) 1 838	(+) 13,27
Total		(+) 710 286	(+) 47 352	(+) 341,65
Bilan financier		(+) 48 725	(+) 3 248	(+) 23,44



Procédé RO

Poste		"Cashflow"		
		Pour toute la durée du Projet (en mille dollars US)	Moyenne annuelle (en mille dollars US)	"Cashflow" (en cents US/m <sup>3</sup> )
Sortie de fonds	Fonds entraînés par l'exploitation	(-) 203 966	(-) 13 598	(-) 98,11
	(Bénéfice après impôt)	(- 317 101)	(- 21 140)	(- 152,53)
	(Amortissement)	(+ 113 135)	(+ 7 542)	(+ 54,42)
	Remboursement du principal d'emprunts	(-) 430 102	(-) 28 673	(-) 206,88
	(Emprunt à long terme)	(- 101 961)	(- 6 797)	(- 49,04)
	(Emprunt à court terme)	(- 328 141)	(- 21 876)	(- 157,84)
	Total	(-) 634 068	(-) 42 271	(-) 304,99
Entrée de fonds	Subventions	(+) 317 170	(+) 21 145	(+) 152,56
	Emprunt à court terme	(+) 328 141	(+) 21 876	(+) 157,84
	Récupération de fonds de roulement, etc.	(+) 32 524	(+) 2 168	(+) 15,64
	Total	(+) 677 835	(+) 45 189	(+) 326,04
Bilan financier		(+) 43 767	(+) 2 918	(+) 21,05

### 10.6.3 Principaux indices financiers

C'est dans le tableau 10-8 que sont indiqués les principaux indices financiers des années fiscales d'exploitation pour les deux procédés. Ils sont définis d'après les formules suivantes:

- (1) Taux de rendement des fonds propres

$$\frac{\text{Bénéfice après impôt}}{\text{Fonds propres investis avant exploitation}} \times 100$$

- (2) Ratio de recouvrement d'emprunts

$$\frac{\text{Bénéfice après impôt} + \text{Subvention} + \text{Amortissement} + \text{Intérêt}}{\text{Remboursement de principal} + \text{Intérêt}}$$

- (3) Seuil de rentabilité = tarif de l'eau

$$\frac{V + f}{Q(1 - Tr)}$$

(4) Seuil de suffisance de fonds – tarif de l'eau

$$\left( V + f + \frac{R - D}{1 - g} \right) \times \frac{1}{Q (1 - Tr)}$$

- où, f : frais fixes + amortissement + intérêt  
V : frais variables à chaque année fiscale  
R : remboursement de principal d'emprunt à long terme  
D : amortissement  
Q : *volume de vente à chaque année fiscale*  
Tr : taux d'impôt (impôt sur les recettes)  
g : taux d'impôt (impôt sur les revenus des personnes juridiques)

**Tableau 10-8 Principaux indices financiers**

-Procédé MSF

Année	Taux de rendement des fonds propres (%)	Ratio de recouvrement d'emprunts	Seuil de rentabilité (*)	Seuil de suffisance de fonds (*)
1	-59,58	0,71	224,87	242,72
2	-58,94	0,55	218,21	236,07
3	-58,24	0,46	211,56	229,42
4	-57,46	0,40	204,90	222,76
5	-56,61	0,35	198,25	216,11
6	-51,35	0,32	176,16	232,60
7	-50,32	0,30	169,51	225,95
8	-49,19	0,28	162,86	219,30
9	-47,94	0,27	156,20	212,64
10	-46,57	0,26	149,55	205,99
11	-45,06	0,32	142,90	82,30
12	-42,94	0,42	142,90	82,30
13	-40,60	0,67	142,90	82,30
14	-38,03	1,86	142,90	82,30
15	-36,58	-	142,90	82,30
Moyenne annuelle	-49,29	0,51	172,44	177,00

(\*) Tarif de l'eau en cents US/m<sup>3</sup>

-Procédé RO

Année	Taux de rendement des fonds propres (%)	Ratio de recouvrement d'emprunts	Seuil de rentabilité (*)	Seuil de suffisance de fonds (*)
1	-57,95	0,69	198,04	224,60
2	-57,37	0,54	192,06	218,62
3	-56,73	0,44	186,09	212,64
4	-56,03	0,38	180,11	206,67
5	-55,26	0,33	174,13	200,69
6	-50,28	0,30	154,92	214,56
7	-49,35	0,28	148,95	208,59
8	-48,33	0,26	142,97	202,61
9	-47,20	0,25	137,00	196,63
10	-45,96	0,24	131,02	190,66
11	-44,59	0,28	125,04	74,19
12	-42,62	0,35	125,04	74,19
13	-40,46	0,50	125,04	74,19
14	-38,08	0,90	125,04	74,19
15	-35,46	(8,59)	125,04	74,19
Moyenne annuelle	-48,38	0,96	151,37	163,15

(\*) Tarif de l'eau en cents US/m<sup>3</sup>

## 10.7 Analyse de sensibilité

Il s'agit d'étudier l'impacte sur la rentabilité du Projet (le montant de subvention) de la variation des conditions par rapport au cas de base qui a fait l'objet de l'analyse financière.

### (1) Définition des facteurs de variation (paramètres)

Nous avons défini comme suit les conditions (paramètres) et les valeurs relatives à la variation:

#### 1) Rentabilité du Projet (IRR)

Contre 0,0 %, valeur retenue dans le cas de base, le taux IRROE est ici de 5,0 et 10,0 %.

#### 2) Frais de construction de l'Unité

Variation de  $\pm 20$  % par rapport au cas de base

#### 3) Taux d'exploitation

Contre 100 % dans le cas de base, il est, dans tout le Projet, de  $-5$  % et  $-10$  % (taux d'exploitation de 95 % et 90 %).

#### 4) Intérêt de l'emprunt à long terme

Variation de  $\pm 2,0$  points par rapport à 8,0 % dans le cas de base

#### 5) Rapport des emprunts aux fonds propres

Variation de  $\pm 10$  points (80/20/40) contre 70/30

### (2) Résultats de l'analyse de sensibilité

Le prix de l'eau produite se définit de la somme de tarifs perçus et de subventions. L'impact sur ce prix des variations de paramètres indiqués ci-dessus est montré dans les tableaux 10-9, 10-10 et figures 10-4, 10-5.

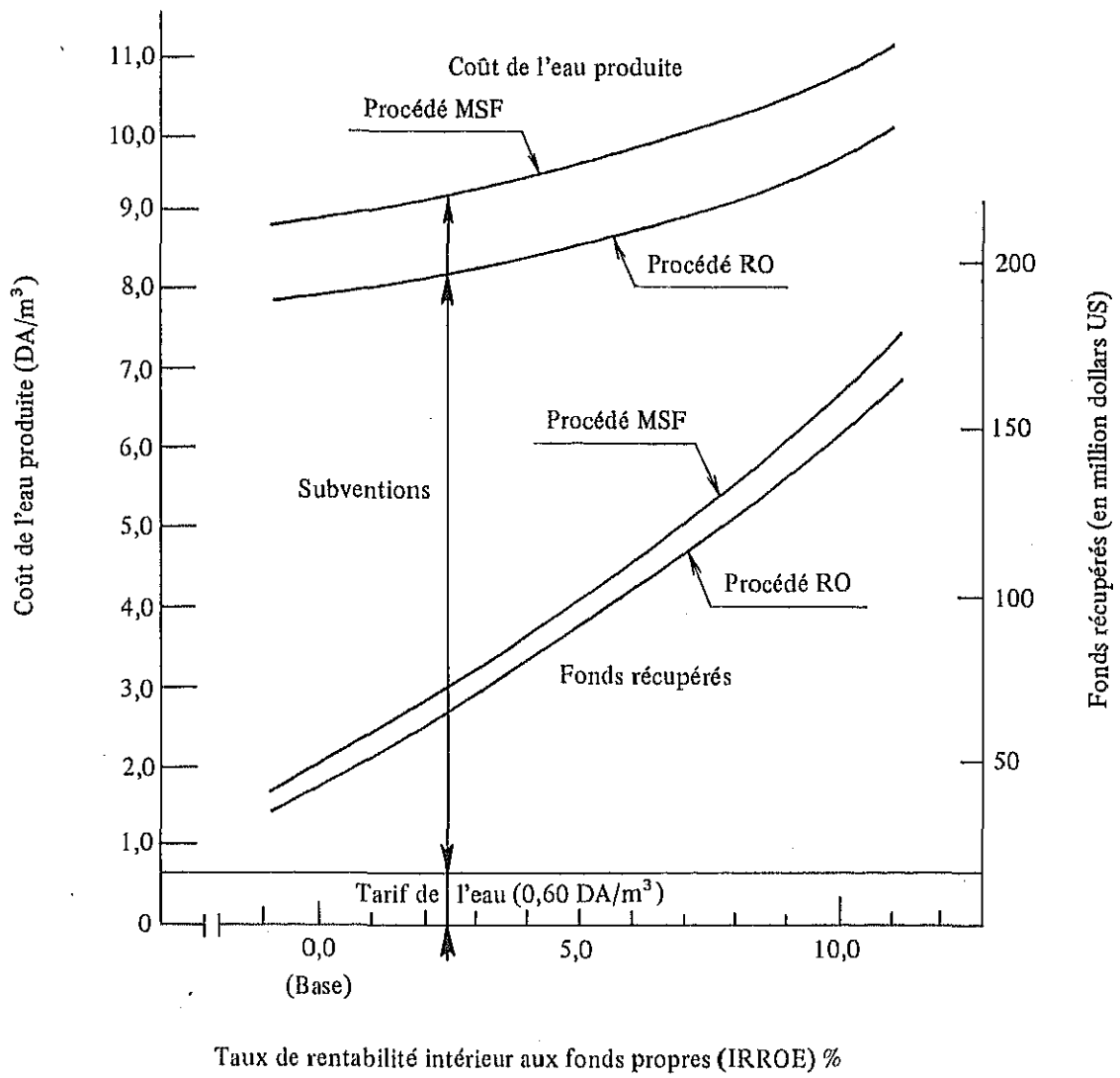
Tableau 10-9 Sommaire de l'analyse de sensibilité

-Procédé MSF

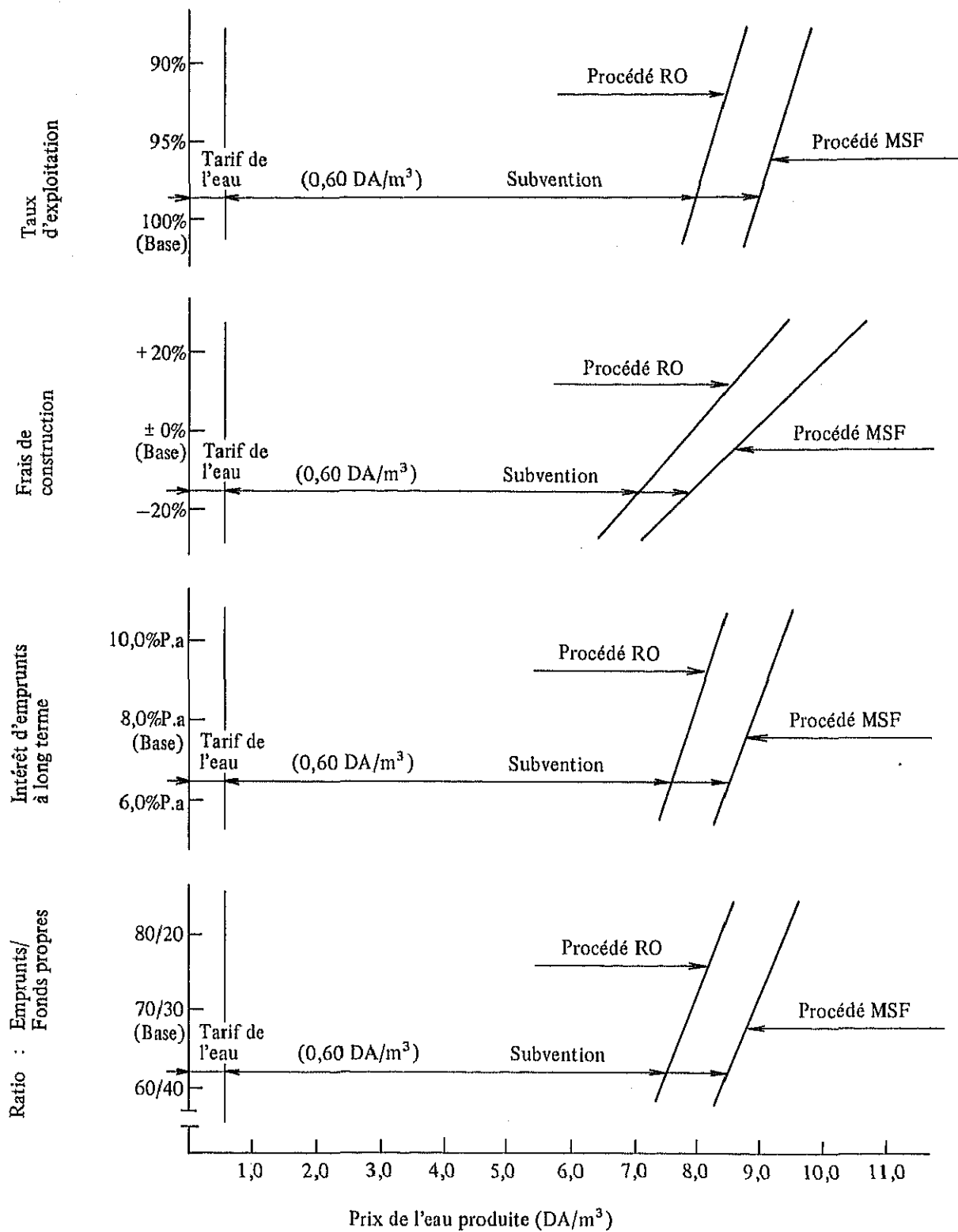
Variation de facteurs financiers	Prix de l'eau produite				Subventions introduites (en mille dollars US)	Emprunts introduits (en mille dollars US)		Fonds récupérés (en mille dollars US)		
	Tarif de l'eau DA/m <sup>3</sup>	Subvention DA/m <sup>3</sup>	DA/m <sup>3</sup>	Total (en cents US/m <sup>3</sup> )		Moyenne annuelle	Pour toute la durée du Projet		Moyenne annuelle	Pour toute la durée du Projet
Cas de base	0,60	8,31	8,91	(185,56)	23 986	359 789	21 528	322 919	48 725	
IRROE										
• 5,0%	0,60	8,99	9,59	(187,73)	25 963	389 450	7 762	116 430	99 035	
• 10,0%	0,60	10,17	10,77	(224,37)	29 365	440 480	62	931	161 615	
Frais de construction de l'Unité										
• -20%	0,60	6,99	7,59	(158,07)	20 176	302 637	17 261	258 921	39 160	
• +20%	0,60	9,63	10,23	(213,05)	27 796	416 940	25 794	386 911	58 289	
Taux d'exploitation de l'Unité										
• - 5% (95%)	0,60	8,67	9,27	(193,15)	23 786	356 790	21 538	323 069	48 732	
• -10%(90%)	0,60	9,08	9,68	(201,58)	23 586	353 791	21 548	323 219	48 740	
Intérêt d'emprunt à long terme										
• 6%P.A.	0,60	7,85	8,45	(176,08)	22 672	340 082	18 269	274 042	48 155	
• 10%P.A.	0,60	8,77	9,37	(195,24)	25 327	379 910	24 861	372 909	49 296	
Rapport d'emprunts aux fonds propres										
• 80/20	0,60	8,84	9,44	(196,73)	25 534	383 004	31 285	469 280	32 702	
• 60/40	0,60	7,80	8,40	(175,05)	22 529	337 937	12 615	189 221	64 530	

Tableau 10-10 Sommaire de l'analyse de sensibilité

Variation de facteurs financiers	Prix de l'eau produite			Subventions introduites (en mille dollars US)		Emprunts introduits à court terme (en mille dollars US)		Fonds récupérés (en mille dollars US)
	Tarif de l'eau DA/m <sup>3</sup>	Subvention DA/m <sup>3</sup>	DA/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle	Pour toute la durée du Projet	Moyenne annuelle	Pour toute la durée du Projet	
Cas de base	0,60	7,32	7,92	21 145	317 170	21 876	328 141	43 767
IRROE								
● 5,0%	0,60	7,93	8,53	22 893	343 395	8 449	126 732	90 133
● 10,0%	0,60	9,00	9,60	25 987	389 806	113	1 688	149 049
Frais de construction								
de l'Unité								
● -20%	0,60	6,24	6,84	18 011	270 162	17 538	263 076	35 165
● +20%	0,60	8,41	9,01	24 281	364 208	26 214	393 206	52 370
Taux d'exploitation								
de l'Unité								
● - 5% (95%)	0,60	7,65	8,25	20 992	314 885	21 884	328 262	43 772
● -10%(90%)	0,60	8,02	8,62	20 840	312 599	21 892	328 383	43 778
Intérêt d'emprunt								
à long terme								
● 6%P.A.	0,60	6,91	7,51	19 965	299 473	18 930	283 944	43 263
● 10%P.A.	0,60	7,74	8,34	22 349	335 232	24 889	373 331	44 271
Rapport d'emprunts								
aux fonds propres								
● 80/20	0,60	7,81	8,41	22 552	338 280	31 038	465 566	29 370
● 60/40	0,60	6,86	7,46	19 808	297 122	13 576	203 644	57 971



**Fig. 10-4** Analyse de sensibilité  
(Rentabilité du Projet)



**Fig. 10-5 Analyse de sensibilité**  
 (Taux d'exploitation/Frais de construction/Intérêt d'emprunts/  
 Ratio d'emprunts aux fonds propres)



## 10.8 Evaluation des résultats de l'analyse financière

Ici sont évalués la rentabilité et la situation financière prévues à la réalisation du Projet.

### 10.8.1 Prix de l'eau produite

Vu son caractère en tant que travaux publics en faveur du bien-être de la population, le Projet sera mis en oeuvre sans affecter le système actuel tarifaire. Il est envisagé que le gouvernement va accorder sa subvention en cas de difficulté de trésorerie qu'entraîne le Projet. Par conséquent, la présente analyse a visé notamment à la définition du montant minimum de subvention requise dans le cas où le taux de rentabilité intérieur aux fonds propres est de 0,0 %, valeur permettant le "Cashflow" minimum. Le prix de l'eau produite ainsi défini est comme suit:

(Unité : DA/m<sup>3</sup>)

	Procédé MSF	Procédé RO
Tarif de l'eau à percevoir	0,60	0,60
Subvention requise	8,31	7,32
Total	8,91	7,92

Ce qui suit est quelques réflexions sur ce prix.

- (1) Compte tenu de la fuite et l'efficacité dans la perception de tarifs constatés dans le réseau existant, nous avons pris l'hypothèse de 70 % pour le taux de rendement, ce qui a donné le prix relativement élevé. Mais quand on refait le calcul basé sur la production globale, le coût revient à 6,23 DA/m<sup>3</sup> pour le MSF et à 5,54 DA/m<sup>3</sup> pour le RO. Par rapport au coût estimé dans le F/S pour Oran (4,81 DA/m<sup>3</sup> pour le MSF, 4,45 DA/m<sup>3</sup> pour le RO avec une capacité de l'Unité de 150 000 m<sup>3</sup>/jour), celui-ci est plus élevé, respectivement de 1,42 DA/m<sup>3</sup> (MSF) et de 1,09 DA/m<sup>3</sup> (RO). Il est principalement dû au fait que la capacité de l'Unité conçue à Mostaganem qui est de 60 000 m<sup>3</sup>/jour entraîne une hausse dans le coût de réalisation par mètre cube d'eau.

- 1) Ce qui suit nous permet de comparer le coût de réalisation entre les deux F/S.

		Coût de réalisation (en 1 000 US \$)	Coût de réalisation par mètre cube d'eau (US \$/m <sup>3</sup> )
Oran	(MSF)	266 635	1 778
	(RO)	247 924	1 653
Mostaganem	(MSF)	147 195	2 453
	(RO)	132 630	2 210

La hausse dans le coût de réalisation par m<sup>3</sup> dont la proportion est de 38,0 % pour le MSF et de 33,7 % pour le RO a suscité une augmentation dans le prix de l'eau produite. Toutefois, la plus-value du coût de réalisation se justifie par les raisons suivantes.

- a) La part que représentent dans le coût de réalisation les matériels et matériaux principaux est à peu près proportionnelle à la taille de l'Unité qui est conçue par la même capacité unitaire pour les deux cas, Oran et Mostaganem. Cette part correspond donc ici à 40 à 50 % de celle définie pour Oran. Il existe cependant des coûts qui restent considérables au lieu de diminuer proportionnellement à la taille de l'Unité et qui sont liés à la mise en place des installations communes, les travaux sur place, l'ingénierie, etc. d'où la hausse dans le coût de réalisation par m<sup>3</sup>.
  - b) Les conditions particulières au site de Mostaganem donnent lieu à la montée du coût de réalisation. C'est à dire, les travaux de déblai nécessitant beaucoup de terre reviennent coûteux d'une part et le site, plage de sable, a besoin des travaux de revêtement des rives tout au long de la côte d'autre part, ce qui fait que le génie civil représente une charge plus importante.
  - c) Tout ce qui précède fait augmenter le coût de réalisation par m<sup>3</sup>. Cependant la part dans ce coût représentée par les installations de procédé correspond à peu près à la règle proportionnelle de la puissance 0,6 du rapport de capacité de l'Unité, règle appliquée à une définition courante du coût. Etant de 38 ou 33,7 % comme indiqué plus haut, la hausse pour l'ensemble de l'Unité peut être considérée comme raisonnable.
- 1) Par ailleurs, cette hausse suscitant une augmentation dans les frais généraux du Projet fait monter d'une part, la charge financière durant exploitation et d'autre part, les frais fixes (entretien, impôt foncier, prime d'assurance) faisant partie des frais d'exploitation et ayant rapport au coût de réalisation, d'où la majoration du prix de l'eau produite.
- (2) Compte tenue du coût plus élevé de réalisation ainsi que des prix de l'eau produite relevés par d'autres études de la même nature du passé (292 yen/m<sup>3</sup> pour l'Unité MSF de Kitakyushu de 150 000 m<sup>3</sup> /jour, 194 yen/m<sup>3</sup> pour l'Unité RO d'Okinawa de 36 000 m<sup>3</sup> /jour), le prix de l'eau produite du Projet peut être jugé convenable. Ceci est vraisemblablement dû aux points suivants.
- 1) Conception rationalisée de l'Unité et avantages propres à une grosse usine
  - 2) Prix faibles de services généraux de l'Algérie
  - 3) Gestion non lucrative à l'aide de subvention
- (3) La subvention occupe une place importante dans le prix. Mais si on fait une certaine augmentation du tarif pour l'ensemble d'alimentation destinée à la zone de Mostaganem selon le principe de faire supporter les charges aux bénéficiaires, il est possible de la réduire considérablement.

- (4) Le prix est moindre pour le RO avec la différence de 0,99 DA/m<sup>3</sup> (12,5 %) par rapport au MSF.

#### 10.8.2 Rentabilité, situation financière

Dans le Projet, une meilleure rentabilité nécessite une augmentation de la subvention gouvernementale, donc la recherche à la trésorerie très rentable n'a pas de sens. C'est ainsi que l'analyse financière s'est fixée sur la définition du montant de subvention à partir de 0,0 % du taux de rentabilité intérieur aux fonds propres. Il en est résulté forcément la trésorerie peu rentable comme suit:

- (1) La part du tarif à percevoir étant faible dans le prix de l'eau produite, les recettes sur les ventes sont insuffisantes pour faire face aux frais nécessaires. En conséquence, on aura une perte de profit courant considérable. Elle sera en moyenne annuelle de 24 millions US\$ pour le MSF, de 21 millions pour le RO.
- (2) Sur la durée globale du Projet (15 ans), la position financière finit par être un peu excédentaire et il est possible de récupérer les fonds correspondant aux capitaux investis. Pourtant, l'Unité connaîtra un manque de fonds pendant 13 ans pour le MSF, 14 ans pour le RO, ce qui nécessite un recours à l'emprunt à court terme.
- (3) La situation financière décrite plus haut se précise par les principaux indices financiers (tableau 10-8). Quelque soit le procédé, le taux de bénéfice sur fonds propres reste négatif et le ratio de recouvrement d'emprunts est moins de 50 % en moyenne annuelle. Par ailleurs, au cas où il n'y a pas de subvention, les seuils de rentabilité et de suffisance de fonds sur la base du tarif de l'eau sont comme suit en moyenne annuelle, ce qui montre que le Projet a besoin du revenu correspondant au prix de l'eau produite déjà défini (somme de tarif et de subvention):

(Unité : DA/m<sup>3</sup>)

	Procédé MSF	Procédé RO
Seuil de rentabilité (tarif)	8,28	7,27
Seuil de suffisance de fonds (tarif)	8,50	7,83

- (4) Tout ce qui précède met en relief la trésorerie particulière au Projet qui consiste à récupérer uniquement les capitaux investis durant toute la période sans chercher à apporter les profits. C'est ainsi que le montant minimum de subvention a été évalué à 8,31 DA/m<sup>3</sup> pour le MSF et 7,32 DA/m<sup>3</sup> pour le RO. Et le prix de l'eau produite qui comprend cette subvention est considéré raisonnable compte tenu de la taille de l'Unité et des conditions du site (voir le paragraphe 10.8.1).

### 10.8.3 Evaluation de l'analyse de sensibilité

#### (1) Profit du Projet

Si on veut que le Projet donne un profit important, il est obligatoire d'accroître la subvention. Cela peut être pourtant une solution envisageable pour rendre cette entreprise algérienne plus rentable, donc financièrement plus solide. Le tableau 10-11 montre la trésorerie avec le taux IRROE de 5 et 10 %.

**Tableau 10-11 Sommaire de l'analyse de sensibilité relative à la rentabilité du Projet**

IRR	Procédé MSF			Procédé RO		
	0,0% (cas de base)	5,0%	10,0%	0,0% (cas de base)	5,0%	10,0%
Prix de l'eau produite (DA/m <sup>3</sup> )	8,91	9,59	10,77	7,92	8,53	9,60
- Tarif perçu de l'eau	(0,60)	(0,60)	(0,60)	(0,60)	(0,60)	(0,60)
- Subvention	(8,31)	(8,99)	(10,17)	(7,32)	(7,93)	(9,00)
Subvention introduite (en mille dollars US)						
- Moyenne annuelle	23 986	25 963	29 365	21 145	22 893	25 987
- Pour toute la durée du Projet	359 789	389 450	440 480	317 170	343 395	389 806
Emprunt introduit à court terme (en mille dollars US)						
- Moyenne annuelle	21 528	7 762	62	21 876	8 449	113
- Pour toute la durée du Projet	322 919	116 430	931	328 141	126 732	1 688
Fonds récupérés (en mille dollars US)	48 725	99 035	161 615	43 767	90 133	149 049

Ce qui est clair d'après le tableau, c'est que la montée de subvention permet d'améliorer la situation financière et de réduire la part de dettes à court terme. Avec le taux IRROE de 10 %, il suffit d'emprunter 931 000 dollars US en deux années suivant le démarrage pour le MSF, et pour le RO, 1 688 000 dollars US en quatre années. La situation financière ainsi améliorée, la majorité de problèmes entraînés par les dettes à court terme va disparaître. Pourtant, cela suppose une hausse considérable de subvention qui se situe à 10,17 DA (MSF), et à 9,00 DA (RO) par mètre cube de l'eau produite.

L'accroissement de la subvention doit être décidé en tenant compte de la source d'emprunts et d'autres facteurs, car il s'agit ici de comment transférer les fonds à l'intérieur du pays. Dans ce sens, la trésorerie avec le taux IRROE de 10 % ayant une subvention plus importante peut servir de renseignement utile. C'est en Annexe II où se trouve la liste d'indices financiers en cas de 10 % en même temps que le cas de base (IRROE = 0,0 %).

(2) Frais de construction de l'Unité

Un retard éventuel dans la réalisation, une fluctuation importante dans la conjoncture économique et les imprévues au cours de la réalisation risquent de faire dépasser la somme prévue. Avec un excédent de 20 % dans ces frais, le montant de subvention s'élève à 9,63 DA/m<sup>3</sup> (majoration de 1,32 DA/m<sup>3</sup>) pour le MSF, à 8,41 DA/m<sup>3</sup> (1,09 DA/m<sup>3</sup>) pour le RO. Vu l'importance accordée à l'avancement sans problèmes des travaux de conception et de réalisation, il y a lieu au niveau des autorités algériennes de faire des efforts pour l'exécution efficace du Projet avec la coopération des administrations compétentes.

(3) Taux d'exploitation

Une baisse dans le taux d'exploitation donne lieu à une réduction de subvention, donc elle affecte peu la trésorerie. Mais une chute dans la production empêchera le Projet d'atteindre son but en même temps que la population d'en bénéficier. La maîtrise technique permettant d'exploiter et d'entretenir une usine de dessalement est donc absolument nécessaire afin d'éviter cette éventualité.

(4) Intérêt d'emprunt à long terme, rapport de dettes aux fonds propres

Le programme de financement est un facteur important pour la trésorerie du Projet. Une réduction à 6,0 % (par an) du taux d'intérêt d'emprunt à long terme pourrait susciter une baisse de la subvention, à savoir de 0,46 DA/m<sup>3</sup> pour le MSF, 0,41 DA/m<sup>3</sup> pour le RO. Au cas où la part de fonds monte à 40 %, donc dix points de plus, une baisse de 0,51 et 0,46 DA/m<sup>3</sup> peut être escomptée respectivement dans le MSF et le RO. Le mode de financement se répercute donc considérablement sur la trésorerie et il est souhaitable de le rationaliser compte tenu des conditions mondiales de crédit.

#### 10.8.4 Mesures susceptibles d'améliorer la trésorerie et de réduire la subvention

Nous étudions ici la possibilité d'améliorer la situation financière du Projet, à savoir de réduire la subvention. L'Unité à installer a connu une rationalisation technique et une baisse de frais dans la réalisation. En outre, les services généraux ne demandent que les charges faibles en Algérie. La possibilité serait donc limitée dans la diminution du prix de l'eau produite par les efforts techniques. Dans ces conditions, le seul moyen est de rationaliser le mode de financement. Voici deux mesures envisageables.

Autofinancement total ..... (Mesure 1)

Subvention gouvernementale à remplacer l'emprunt à court terme ..... (Mesure 2)

La subvention nécessaire dans les deux mesures s'est définie conformément à ce qui

suit et est indiquée dans le tableau 10-12. Dans la première mesure qui consiste à autofinancer complètement les fonds nécessaires, une réduction considérable est possible, le prix de l'eau produite étant de 6,83 DA/m<sup>3</sup> (réduction de 2,08 DA/m<sup>3</sup>) (MSF) ou de 5,97 DA/m<sup>3</sup> (réduction de 1,95 DA/m<sup>3</sup>) (RO). Egalement la deuxième mesure où la subvention remplace l'emprunt à court terme permet de baisser le prix de 0,75 DA/m<sup>3</sup> pour les deux procédés. Par conséquent, ces mesures méritent d'être étudiées compte tenu de leur effet important.

**Tableau 10-12 Mesures susceptibles de réduire le prix de l'eau produite**

Item		Coût de l'eau produite (DA/m <sup>3</sup> )		
		Tarif de l'eau	Subvention	Total
Procédé MSF	Cas de base	0,60	8,31	8,91
	(Mesure 1) Autofinancement total	0,60	6,23	6,83
	(Mesure 2) Remplacement de l'emprunt à court terme par la subvention	0,60	7,56	8,16
Procédé RO	Cas de base	0,60	7,32	7,92
	(Mesure 1) Autofinancement total	0,60	5,37	5,97
	(Mesure 2) Remplacement de l'emprunt à court terme par la subvention	0,60	6,57	7,17

(1) Autofinancement total (Mesure 1)

Il est à déterminer le montant de subvention par rapport au taux de rentabilité intérieur retenu après avoir estimé le "Cashflow" dans le cas de l'autofinancement total. Le tableau 10-13 qui expose le processus de calcul et les valeurs relevées nous fait comprendre qu'une réduction considérable est possible dans le prix de l'eau produite. Il montre également que la trésorerie s'améliore avec le taux de rentabilité intérieur aux capitaux investis supérieur à 5,0 % au cas où est accordée la subvention équivalente au cas de base (MSF: 8,31 DA/m<sup>3</sup>, RO: 7,32 DA/m<sup>3</sup>).

Tableau 10-13 Subventions nécessaires (Autofinancement total)

-Procédé MSF

(en mille dollars US)

Poste		Année	Période de construction			Période d'exploitation		
			-3	-2	-1	1 ~ 14	15	
Capitaux investis			18 221	97 099	39 307	—	—	
Fonds entraînés par l'exploitation			—	—	—	(-) 9 526 X 14	-9 526	
Récupération de fonds de roulement			—	—	—	—	27 578	
Subventions nécessaires			—	—	—	S	S	
"Cashflow"			-18 221	-97 099	-39 307	(S-9 526)X 14	S + 18 052	
"Cashflow" actualisé	IRROE:							
	0,0%		-18 221	-97 099	-39 307	K1 X (S-9 526) + 27 578		
	5,0%		-18 221	-92 475	-35 653	K2 X (S-9 526) + 12 032		
	10,0%		-18 221	-88 272	-32 485	K3 X (S-9 526) + 5 456		
Subvention		IRROE	0,0%			5,0%		10,0%
Subvention annuelle (en mille dollars US)			17 996			23 793		30 767
Subvention unitaire en cents US/m <sup>3</sup>			129,84			171,67		221,98
Subvention unitaire en DA/m <sup>3</sup>			6,23			8,24		10,66

Procédé RO

(en mille dollars US)

Poste		Année	Période de construction			Période d'exploitation		
			-3	-2	-1	1 ~ 14	15	
Capitaux investis			14 341	89 470	35 186	-	-	
Fonds entraînés par l'exploitation			-	-	-	(-) 8 419 × 14	-8 419	
Récupération de fonds de roulement			-	-	-	-	32 524	
Subventions nécessaires			-	-	-	S	S	
"Cashflow"			-14 341	-89 470	-35 186	(S-8 419) × 14	S + 24 105	
"Cashflow" actualisé	IRROE:							
	0,0%		-14 341	-89 470	-35 186	K1 × (S-8 419) + 32 524		
	5,0%		-14 341	-85 210	-31 915	K2 × (S-8 419) + 14 190		
	10,0%		-14 341	-81 336	-29 079	K3 × (S-8 419) + 6 435		
Subvention		IRROE :	0,0%			5,0%		10,0%
Subvention annuelle (en mille dollars US)			15 517			20 876		27 242
Subvention unitaire en cents US/m <sup>3</sup>			111,96			150,62		196,55
Subvention unitaire en DA/m <sup>3</sup>			5,37			7,23		9,43

K1: 15,0/ K2: 9,4147/ K3: 6,2861



(2) Remplacement de l'emprunt à court terme par la subvention (Mesure 2)

Au cas où la subvention gouvernementale remplace l'emprunt inévitable à court terme, le montant de subvention diminue pendant la période d'exploitation, ce qui est clair dans le tableau 10-14. En moyenne annuelle pendant tout le Projet, le montant revient à 7,56 DA/m<sup>3</sup> pour le MSF qui entraîne une baisse de 0,75 DA/m<sup>3</sup> dans le prix de l'eau produite. Elle est également de 0,75 DA/m<sup>3</sup> pour le RO, la subvention revenant à 6,57 DA/m<sup>3</sup>.

**Tableau 10-14 Subventions nécessaires**  
**(Remplacement de l'emprunt à**  
**court terme par la subvention)**

Année	Procédé MSF			Procédé RO		
	Subvention (en mille dollars US)	Prix unitaire de l'eau produite par m <sup>3</sup>		Subvention (en mille dollars US)	Prix unitaire de l'eau produite par m <sup>3</sup>	
		en cents US/m <sup>3</sup>	DA/m <sup>3</sup>		en cents US/m <sup>3</sup>	DA/m <sup>3</sup>
1	29 959	216,15	10,38	26 773	193,17	9,27
2	29 050	209,60	10,06	25 956	187,27	8,99
3	28 143	203,05	9,75	25 142	181,40	8,71
4	27 235	196,50	9,43	24 325	175,51	8,42
5	26 325	189,94	9,12	23 510	169,62	8,14
6	25 418	183,39	8,80	22 694	163,74	7,86
7	24 510	176,84	8,49	21 878	157,85	7,58
8	23 602	170,29	8,17	21 063	151,97	7,29
9	22 693	163,73	7,86	20 247	146,08	7,01
10	21 785	157,18	7,54	19 431	140,19	6,73
11	9 526	68,73	3,30	8 420	60,75	2,92
12	9 526	68,73	3,30	8 420	60,75	2,92
13	9 526	68,73	3,30	8 420	60,75	2,92
14	16 213	116,98	5,61	8 420	60,75	2,92
15	23 986	173,06	8,31	19 663	141,87	6,81
Moyenne annuelle	21 833	157,53	7,56	18 957	136,78	6,57

### 10.8.5 Résumé

La présente analyse financière s'est effectuée ayant comme objectif de définir le montant minimum de subvention nécessaire à la conduite du Projet. Elle a permis de déterminer le prix de l'eau produite composé du tarif perçu et de la subvention à 8,91 DA/m<sup>3</sup> (MSF) et à 7,92 DA/m<sup>3</sup> (RO). Ce prix-là ainsi que la trésorerie prévue a donné lieu à quelques réflexions qui sont résumées comme suit:

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

- 1) Etant de 6,23 DA/m<sup>3</sup> (MSF) ou de 5,54 DA/m<sup>3</sup> (RO) sur la production globale, le prix est considéré comme raisonnable compte tenu de la taille de l'Unité et des conditions du site.
- 2) Une certaine majoration du tarif pour l'ensemble de l'alimentation permet de réduire considérablement la subvention.
- 3) L'eau produite revient un peu plus chère pour le MSF. La différence entre les deux procédés qui est de 0,99 DA/m<sup>3</sup> compte tenu du taux de rendement équivaut à 2,84 millions de dollars US de différence dans la subvention annuelle.

#### (2) Situation financière

L'analyse financière a pris comme hypothèse le taux de rentabilité intérieur aux fonds propres à 0,0 % afin de définir la subvention minimum. Il en est résulté nécessairement une trésorerie à rentabilité modérée. L'essentiel dans la conduite du Projet est d'assurer une introduction régulière de l'emprunt à court terme indispensable à son exploitation.

#### (3) Analyse de sensibilité

- 1) Une meilleure rentabilité nécessite une augmentation de la subvention, ce qui n'est rien que le transfert de fonds dans le pays. Mais on peut le considérer comme une solution à envisager dans le Projet, car elle permet de faire disparaître les problèmes entraînés par les dettes à court terme.
- 2) Etant donné qu'une montée dans les frais généraux suscitée par un retard de travaux entraîne un accroissement important dans le prix de l'eau produite, les autorités algériennes devraient prendre le soin nécessaire à la mise en oeuvre régulière du Projet.
- 3) Un financement privilégié de fonds nécessaires étant un élément déterminant pour la meilleure trésorerie, il est souhaitable de le rationaliser.

#### (4) Mesures susceptibles d'améliorer la situation financière

Les mesures susceptibles de réduire le prix de l'eau produite ou de permettre d'améliorer la trésorerie sont comme suit:

- 1) Les fonds nécessaires à la réalisation du Projet sont complètement autofinancés;
- 2) La subvention gouvernementale remplace l'emprunt à court terme indispensable à la période d'exploitation qui entraîne le déficit financier.

Ces Mesures méritent d'être étudiées compte tenu de leur effet considérable qui se traduit par une meilleure trésorerie (moindre prix de l'eau produite).

# **Chapitre 11**

## **Analyse économique**



## Chapitre 11. Analyse économique

### 11.1 Objectif de l'analyse économique

La pénurie chronique d'eau dans la zone de Mostaganem prend un aspect alarmant du fait de la montée de la demande qui accompagne son accroissement démographique sensible et son développement industriel et commercial. Dans ces circonstances, le Projet a pour mission de faire disparaître une telle situation avec son Unité de dessalement à réaliser dans les meilleurs délais.

Il est estimé que le coût de revient de l'eau dessalée à l'Unité sera beaucoup plus élevé que celui de l'eau alimentée des forage et sources existants, compte tenu de l'importance des frais nécessaires à l'investissement, services généraux et produits chimiques consommés. Face à cette perspective, les autorités algériennes conscientes de la situation actuelle décrite plus haut envisagent d'accorder une subvention nécessaire à la conduite de cette entreprise qui constitue une politique prioritaire de l'Etat.

Vue une telle particularité du Projet, l'analyse financière menée au chapitre précédent a eu pour but de définir le montant de la subvention nécessaire, plus précisément son montant minimum, dans l'hypothèse de récupérer uniquement les capitaux investis pendant tout le Projet au lieu de chercher à mieux rentabiliser. Un examen synthétique de la subvention ainsi définie avec d'autres indices financiers permet de donner un jugement sur le bien-fondé de la mise en oeuvre du Projet.

Il est ressorti nécessairement de l'analyse financière que le Projet était peu rentable ayant besoin d'une subvention considérable et de dettes à court terme. Cependant, c'est une erreur de parler du Projet uniquement du côté financier. Son intérêt public en tant que service des eaux qui consiste à améliorer les conditions d'hygiène et le niveau de vie de la population doit être pris en considération en même temps que sa mission de porter une solution à l'intérêt et le service qu'il apporte à la société.

Toutefois, ces avantages sont difficilement saisis de façon quantitative et il n'existe pas encore une méthode qui permet d'étudier par une analyse économique la faisabilité d'un projet d'utilité publique tel que les services des eaux, ce qui fait que l'évaluation du Projet dépend uniquement de l'analyse financière. Dans ces conditions, nous allons procéder ici à une analyse quantitative dans la mesure du possible des avantages et coûts économiques du Projet, à laquelle s'ajoute une évaluation qualitative afin que son évaluation économique soit effectuée. Comme ces avantages et coûts sont difficiles à quantifier, le taux de rentabilité économique intérieur (EIRR) ne peut se définir ici qu'à titre indicatif, mais elle sert de critère dans l'appréciation de la mise en oeuvre du Projet qui tient compte de ces avantages sociaux ignorés dans l'analyse financière.

### 11.2 Avantages économiques du Projet

#### 11.2.1 Valeur économique de l'eau produite

On peut considérer que l'eau produite représente dans une pénurie sérieuse une valeur économique nettement plus significative que son prix défini dans l'analyse financière. Le chapitre 3 a démontré la situation de Mostaganem dans son alimentation en eau qui se montre difficile et continuerait à ne pas pouvoir satisfaire la demande. Ayant comme but de faire disparaître une telle situation, le Projet apporte un avantage économique important qui est à évaluer quantitativement à l'aide d'un réexamen de la valeur de l'eau produite.

(1) Prime pour la valeur économique de l'eau produite

Il est difficile d'estimer la prime et son évaluation ne peut être que subjective. Une quantification mal faite risque de susciter une surestimation de l'effet économique du Projet. Par conséquent, nous avons examiné les points suivants dont l'évaluation synthétique a permis de définir une gamme de prime (figure 11-1).

- 1) Le taux de satisfaction (alimentation/demande) sert d'échelle qui traduit directement l'état de pénurie. On peut considérer que la prime pour la valeur économique de l'eau produite est fonction de l'évolution de ce taux de satisfaction. Les valeurs de prime sont donc établies par rapport au taux de satisfaction.
- 2) La présente analyse économique adopte provisoirement comme prix de marché la prix de l'eau produite (somme du tarif et de la subvention) estimé dans l'analyse financière. La définition de la prime pour la valeur économique, afin qu'elle se rapproche de celle appliquée dans les études précédentes sur Alger et Oran, tient compte de l'écart par rapport à d'autres études F/S dans le prix provisoire de marché, dans le temps et la situation.
- 3) Par ailleurs, si le Projet n'arrive pas à se réaliser, il est supposé que sera prise une mesure de remplacement. Le prix que doit coûter l'acquisition de l'eau par une mesure possible peut s'estimer approximativement comme suit. Il servira de critère pour établir la valeur de prime.
  - (a) Alimentation par camions-citernes de l'extérieur d'Oran  
Compte tenu de l'amortissement des camions, des carburants, des frais de chargement et de déchargement, le prix de l'eau est estimé au moins à 70 DA/m<sup>3</sup>.
  - (b) Importation maritime à partir des pays voisins  
L'achat de l'eau aux pays voisins nécessiterait les frais relatifs à l'acquisition, transport maritime, expédition, livraison, etc. Le prix qui dépend des conditions telles que le pays vendeur, la quantité importée doit être plus de 40 DA/m<sup>3</sup>.
- 4) Nous pensons donc que le prix potentiel de l'eau produite sera très élevé et que la mesure de remplacement ne couvrant qu'une partie de la pénurie, celle-ci pourrait dans une certaine mesure absorbée par les économies et la patience des citoyens.
- 5) Tout ce qui précède a permis de prendre comme hypothèse la prime de 3,0 à 5,0 pour la valeur économique de l'eau produite à taux de satisfaction de 55 %. La prime dépend de l'évolution du taux de satisfaction à chaque année comme montre la figure 11-1.

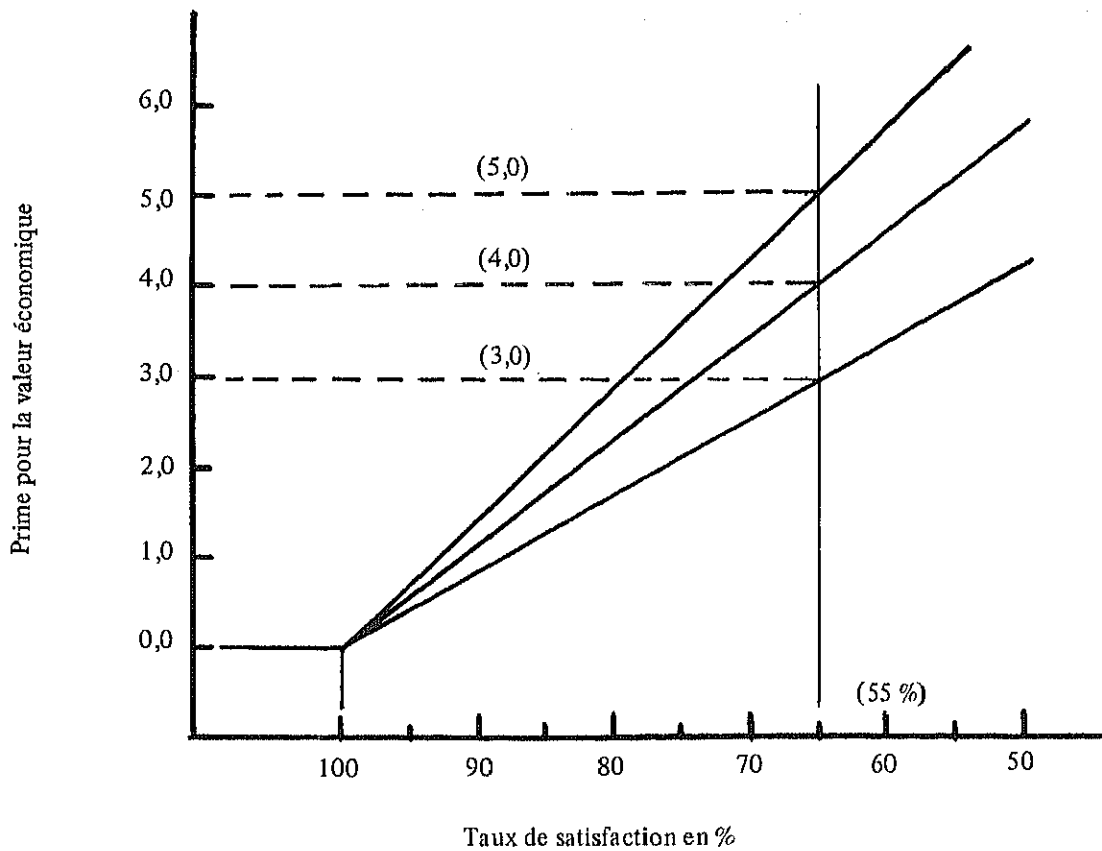


Fig. 11-1 Prime pour la valeur économique de l'eau produite

#### 11.2.2 Avantages quantitatifs définis par la valeur économique de l'eau produite

Le tableau 11-1 décrit quantitativement les avantages économiques du Projet définis selon la prime citée plus haut. Il se base sur le prix de marché arrêté pour le MSF dans l'analyse financière qui est de 185,56 cents US/m<sup>3</sup> (8,91 DA/m<sup>3</sup>). Le taux de satisfaction s'est établi d'une part, du tableau 3-3 "Etat annuel de l'offre, la demande et le déficit en eau" du chapitre 3 et d'autre part, d'une hypothèse selon laquelle en cas de non-réalisation du Projet, le maintien de l'alimentation à Mostaganem donnerait lieu à un développement de nouvelles sources d'une manière quelconque, à un ajustement dans l'offre et la demande, et ainsi l'alimentation potentielle augmenterait chaque année de l'ordre de 10 %, les eaux industrielles ne changeant pas de sources.

**Tableau 11-1 Avantages économiques de l'eau produite exprimés en valeur quantitative**

Année d'exploitation	Taux de satisfaction %	Prime pour la valeur économique			Avantages économiques en valeur quantitative (en mille dollars US)		
		Cas A	Cas B	Cas C	Cas A	Cas B	Cas C
1 ( '87)	56,3	2,91	3,88	4,86	100 560	125 507	150 711
2 ( '88)	58,2	2,79	3,72	4,64	97 474	121 392	145 053
3 ( '89)	60,2	2,65	3,54	4,42	93 873	116 763	139 395
4 ( '90)	62,5	2,50	3,33	4,17	90 015	111 362	132 965
5 ( '91)	65,0	2,33	3,11	3,89	85 643	105 704	125 764
6 ( '92)	67,6	2,16	2,88	3,60	81 271	99 788	118 306
7 ( '93)	70,4	1,97	2,63	3,29	76 384	93 359	110 333
8 ( '94)	73,3	1,78	2,37	2,97	71 498	86 672	102 103
9 ( '95)	76,5	1,57	2,09	2,61	86 097	79 471	92 844
10 ( '96)	81,2	1,25	1,67	2,09	57 867	68 669	79 471
11 ( '97)	84,8	1,01	1,35	1,69	51 694	60 439	69 183
12 ( '98)	86,8	0,88	1,17	1,47	48 351	55 809	63 525
13 ( '99)	89,9	0,67	0,90	1,12	42 950	48 865	54 523
14 (2000)	92,5	0,50	0,67	0,83	38 578	42 950	47 065
15 (2001)	94,5	0,37	0,49	0,61	35 235	38 321	41 407

Nota:

- 1) Cas A: Prime pour la valeur économique à taux de satisfaction de 65 % = 3,0
- 2) Cas B: " = 4,0
- 3) Cas C: " = 5,0



La valeur économique de l'eau produite pendant la mise en service (la première moitié 1987) après la construction est montrée selon le procédé au tableau 11-2.

**Tableau 11-2 Valeur économique de l'eau produite pendant la mise en service**

Item	Procédé MSF	Procédé RO
Production vendable (m <sup>3</sup> )	1 008 000	180 000
Prix de marché	185, 56 cents US/m <sup>3</sup> (8,91 DA/m <sup>3</sup> )	
Avantages économiques (en mille dollars US)		
Cas A *(Prime de la valeur économique: 3,0)	7 444	1 329
Cas B *(Prime de la valeur économique: 4,0)	9 302	1 661
Cas C *(Prime de la valeur économique: 5,0)	11 160	1 993

\* La prime à taux de satisfaction est de 55%. Le taux de satisfaction pendant la mise en service est considéré à 55.3 %.

### 11.2.3 Autres avantages économiques

Le Projet permet de faire bénéficier non seulement les avantages économiques décrits plus haut mais aussi ceux énumérés ci-dessous qui sont impossibles à mesurer.

#### (1) Amélioration dans les conditions d'hygiène et d'existence

Une restriction de l'alimentation que subit régulièrement la ville de Mostaganem pose un problème non négligeable dans la vie de sa population. Le Projet contribuera énormément à l'amélioration de ses conditions sanitaires tout en permettant de répondre aux besoins à long terme. Il en résulte un gros avantage qui se traduit par un meilleur environnement de vie.

#### (2) Effet économique sur la communauté

Pendant tout le Projet (réalisation et exploitation) il y aura une distribution active des matériaux, matériels, services généraux, produits chimiques, etc. On peut aussi espérer son effet susceptible de stimuler d'autres activités commerciales.

#### (3) Montée de l'emploi

La réalisation du Projet nécessite de différentes mains-d'oeuvre. Il y aura également plusieurs dizaines d'effectifs à employer pour s'occuper de la production pendant longtemps. L'emploi ainsi créé constitue un des avantages indirects du Projet.

### 11.3 Coûts économiques du Projet

On peut citer comme les coûts économiques du Projet les frais de premier établissement (fonds nécessaires), frais de production et subventions pendant son exploitation.

### 11.3.1 Frais de premier établissement (fonds nécessaires)

Les frais requis dans un premier temps de la réalisation consiste en frais de construction, frais avant exploitation et fonds de roulement. La valeur économique de ces frais se définit en tenant compte de leurs primes pour la valeur économique selon la nature de monnaie en laquelle ils sont réglés (voir le paragraphe 11.3.4).

### 11.3.2 Frais de production

Les charges entraînées par les services généraux et la main-d'oeuvre et autres s'inscrivent les frais de production.

#### (1) Services généraux

L'électricité et le gaz naturel sont les énergies consommées dans la production. Leurs charges sont définies compte tenu de leurs primes pour la valeur économique.

#### (2) Main-d'oeuvre

Les frais de main-d'oeuvre correspondent à la masse salariale répartie en exploitation, gestion et entretien de l'Unité. Ils sont analysés selon les catégories de main-d'oeuvre (qualifiée et non qualifiée) en tenant compte de leurs valeurs économiques.

#### (3) Autres frais de production

Il s'agit ici des frais de produits chimiques utilisés à l'exploitation et des charges de matériaux comptées dans les frais de gestion et d'entretien de l'Unité.

### 11.3.3 Subvention à accorder pendant l'exploitation

Comme on a déjà vu dans le chapitre précédent, la subvention est indispensable au déroulement sans déficit financier du Projet du fait que les recettes sur les ventes ne suffisent pas pour couvrir tous les frais. Destinée à la production des biens (l'eau produite), elle s'inscrit dans les frais pour l'analyse économique.

### 11.3.4 Coûts économiques du Projet

On va déterminer ici les valeurs économiques des frais cités plus haut. Le processus appliqué ici consiste d'abord à classer par la nature de monnaie les frais analysés dans le chapitre précédent sur la base du prix de marché. La partie en DA est ensuite divisée en mains-d'oeuvre qualifiée et non qualifiée, énergies, matériaux et matériels approvisionnés sur place avant que soit définie la valeur économique respective.

#### (1) Prime pour la valeur économique

En plus des avis donnés par les autorités algériennes, nous prenons en considération les conditions socio-économiques du pays afin d'arrêter la prime à appliquer ici. En outre, la prime des services généraux (gaz naturel, électricité) tient compte de l'abondance de gaz naturel et sa mise en valeur développée en Algérie en même temps que leur contribution sociale qu'implique leur usage dans une entreprise d'intérêt public.

Prime pour la devise (Foreign Exchange Premium)	:	0,10
Prime pour la main-d'oeuvre qualifiée (Skilled Labor Premium)	:	0,50
Prime pour la main-d'oeuvre non qualifiée (Unskilled Labor Premium)	:	(-) 0,50
Prime pour la valeur économique du gaz naturel	:	(-) 0,20
Prime pour la valeur économique de l'électricité	:	(-) 0,20
Matériaux et matériels approvisionnés en Algérie	:	(±) 0,00

Par ailleurs, les taxes à l'importation, impôt foncier et prime d'assurance sont définis dans le poste de transfert.

(2) Calcul des coûts économiques

1) Frais de premier établissement (fonds nécessaires)

Leur valeur économique selon le procédé est décrite dans le tableau 11-3.

**Tableau 11-3 Valeur économique des fonds nécessaires au Projet**

-Procédé MSF

(en mille dollars US)

Item	Prix de marché			Valeur économique		
	Année du Projet			Année du Projet		
	-3	-2	-1	-3	-2	-1
Monnaie algérienne	2 314	8 637	6 989	2 192	7 747	7 066
Main-d'oeuvre qualifiée	( 765)	(3 237)	(2 661)	(1 148)	(4 856)	(3 992)
Main-d'oeuvre non qualifiée	( 769)	(2 666)	(2 053)	( 385)	(1 333)	(1 027)
Matériaux et matériels algériens	( 659)	(1 558)	(1 555)	( 659)	(1 558)	(1 555)
Taxe à l'importation	( 121)	(1 176)	( 432)	( 0)	( 0)	( 0)
Fonds de roulement préliminaires	-	-	( 288)	-	-	( 492)
Monnaie étrangère	15 907	88 462	32 318	17 498	97 308	35 550
Sous-total				19 690	105 055	42 616
Total de la valeur économique des fonds nécessaires				167 361		

Item	Prix de marché			Valeur économique		
	Année du Projet			Année du Projet		
	-3	-2	-1	-3	-2	-1
Monnaie algérienne	2 132	9 685	6 726	2 041	8 672	6 473
Main-d'oeuvre qualifiée	( 702)	(3 345)	(2 423)	(1 053)	(5 018)	(3 635)
Main-d'oeuvre non qualifiée	( 714)	(2 980)	(2 076)	( 357)	(1 490)	(1 038)
Matériaux et matériels algériens	( 631)	(2 164)	(1 511)	( 631)	(2 164)	(1 511)
Taxe à l'importation	( 85)	(1 196)	( 427)	( 0)	( 0)	( 0)
Fonds de roulement préliminaires	-	-	( 289)	-	-	( 289)
Monnaie étrangère	12 209	79 785	28 460	13 430	87 764	31 306
Sous-total				15 471	96 436	37 779
Total de la valeur économique des fonds nécessaires				149 686		

Note: 1) Prime pour la valeur économique

- Main-d'oeuvre qualifiée : 0,50
- Main-d'oeuvre non qualifiée : (-) 0,50
- Matériaux et matériels algériens : 0,0
- Monnaie étrangère : 0,10

2) Les taxes à l'importation s'inscrivent dans le poste de transfert.

2) Frais de production

Le tableau 11-4 montre leur valeur économique par le procédé.

**Tableau 11-4 Valeur économique des frais de production**

Procédé MSF

Item		Conditions préalables de calcul		Valeur économique (en mille dollars US/an)
		Prix de marché (en mille dollars US/an)	Prime pour la valeur économique	
Part en DA (A)	Gaz naturel	4 427	(-) 0,20	3 542
	Electricité	319	(-) 0,20	255
	Produits chimiques	59	0,0	59
	Frais de personnel	Main-d'oeuvre qualifiée 311	0,50	467
	Frais de gestion	Main-d'oeuvre qualifiée 250	0,50	375
	Frais d'entretien	Main-d'oeuvre qualifiée 100	0,50	150
		Main-d'oeuvre non qualifiée 170	(-) 0,50	85
		Matériaux et matériels 350	0,0	350
	Impôt foncier, prime d'assurance	Poste de transfert 1 472	(-) 1,0	0
Total	—	—	5 283	
Part en devise (B)	Produits chimiques	(Acide sulfurique, chaux éteinte, etc.) 930	0,10	1 023
	Frais de gestion	Matériaux et matériels importés 52	0,10	57
	Frais d'entretien	Matériaux et matériels importés 2792	0,10	3 071
	Total	—	—	4 151
Total de la valeur économique des frais d'exploitation (A) + (B)			—	9 434

Procédé RO

Item	Conditions préalables de calcul		Valeur économique (en mille dollars US/an)	
	Prix de marché (en mille dollars US/an)	Prime pour la valeur économique		
Part en DA (A)	Electricité	4 105	(-) 0,20	3 284
	Produits chimiques (Acide sulfurique, chaux éteinte, etc.)	360	0,0	360
	Frais de personnel	Main-d'oeuvre qualifiée 237	0,50	356
	Frais de gestion	Main-d'oeuvre qualifiée 250	0,50	375
	Frais d'entretien	Main-d'oeuvre qualifiée 100	0,50	150
		Main-d'oeuvre non qualifiée 170	(-) 0,50	85
	Matériaux et matériels 350	0,0	350	
Impôt foncier, prime d'assurance	Poste de transfert 1 326	(-) 1,0	0	
Total	-	-	4 960	
Part en devise (B)	Produits chimiques	312	0,10	343
	Frais de gestion	Matériaux et matériels importés 52	0,10	57
	Frais d'entretien	Matériaux et matériels importés 2 863	0,10	3 149
	Total	-	-	3 549
Total de la valeur économique des frais d'exploitation (A) + (B)			-	8 509

3) Subvention

Pendant l'exploitation, le procédé MSF a besoin de 23 986 000 dollars US (8,31 DA/m<sup>3</sup>) par an et le RO, 21 145 000 dollars US (7,32 DA/m<sup>3</sup>).

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

A partir des avantages économiques et frais décrits jusqu'ici, le taux de rentabilité économique intérieur pendant la durée de vie économique du Projet (15 ans) s'établit comme indiqué dans les tableaux 11-5 (MSF) et 11-6 (RO). Du fait qu'il dépend de la façon dont est évaluée la valeur économique de l'eau produite, la prke a été arrêtée dans une gamme de 3,0 (cas A), 4,0 (cas B) et 5,0 (cas C) à taux de satisfaction de 55 % selon laquelle le "Cashflow" économique s'est défini pour en déduire le taux EIRR. Voici le taux EIRR défini en fonction des cas.

– Procédé MSF

Cas (Prime pour la valeur économique de l'eau produite en 1986)	Taux de rentabilité économique intérieur (EIRR) en %
A (3,0)	27,07 %
B (4,0)	37,57 %
C (5,0)	46,86 %

– Procédé RO

Cas (Prime pour la valeur économique de l'eau produite en 1986)	Taux de rentabilité économique intérieur (EIRR) en %
A (3,0)	30,62 %
B (4,0)	41,01 %
C (5,0)	50,21 %

### 11.5 Evaluation des résultats de l'analyse économique

Le "Cashflow" économique et le taux EIRR ainsi définis font ressortir l'effet économique du Projet susceptible de justifier sa mise en oeuvre. C'est-à-dire, contrairement à l'analyse financière selon laquelle une subvention annuelle s'élevant à 23 986 000 dollars US (MSF) ou à 21 195 000 dollars US (RO) est nécessaire pendant tout le Projet bien que seuls les capitaux investis y soient à récupérer, l'analyse économique montre dans son "Cashflow" que le Projet réussit non seulement à récupérer les subventions accordées mais à apporter les avantages sensibles. Cela vient du fait que nous avons évalué très favorablement la valeur que comporte le Projet capable de résoudre la pénurie chronique.

Toutefois, comme l'effet économique dépend de la valeur économique de l'eau produite, on risque de surestimer le premier si on mal juge la dernière. Nous avons présumé ici la prime pour la valeur économique de l'eau produite à 3,0 - 5,0 pendant la pénurie grave traduite par le taux de satisfaction de 55 % afin d'obtenir les avantages quantitatifs du Projet.

Il est souhaité que les autorités algériennes saisissent quantitativement les avantages attendus du Projet après avoir étudié le prix de l'eau alimentée par les mesures de remplacement compte tenu des problèmes sociaux qu'entraîne la pénurie susceptible de détériorer les conditions sanitaires et l'approvisionnement en eau. Si les avantages ont été estimés à leur juste valeur dans cette analyse, on peut en déduire que le Projet a un effet économique considérable et contribue énormément à la société. Par ailleurs, lorsqu'on y ajoute ses avantages socio-économiques instimables, on est amené à penser qu'une subvention importante à lui accorder n'empêche pas que sa mise en oeuvre soit utile.



Tableau 11-5 Calcul du taux de rentabilité intérieur économique

- Procédé MSF

(en mille dollars US)

Année du projet	Avantages économiques 1), 2) (A)			Coûts économiques 3)			(B)	"Cashflow" économique - (A) - (B)		
	Cas A	Cas B	Cas C	Fonds nécessaires (subvention)	Frais d'exploitation	Total		Cas A	Cas B	Cas C
-3 ( '84)				19 690			19 690	-19 690	-19 690	-19 690
-2 ( '85)				105 055			105 055	-105 055	-105 055	-105 055
-1 ( '86)	7 444	9 302	11 160	35 550			35 550	-28 106	-26 248	-24 390
1 ( '87)	100 560	125 507	150 711	( 23 986)	9 434		33 420	67 140	92 087	117 291
2 ( '88)	97 474	121 392	145 053	( 23 986)	9 434		33 420	64 054	87 972	111 633
3 ( '89)	93 873	116 763	139 395	( 23 986)	9 434		33 420	60 453	83 343	105 975
4 ( '90)	90 015	111 362	132 965	( 23 986)	9 434		33 420	56 595	77 942	99 545
5 ( '91)	85 643	105 704	125 764	( 23 986)	9 434		33 420	52 223	72 284	92 344
6 ( '92)	81 271	99 788	118 306	( 23 986)	9 434		33 420	47 851	66 368	84 886
7 ( '93)	76 384	93 359	110 333	( 23 986)	9 434		33 420	42 964	59 939	76 913
8 ( '94)	71 498	86 672	102 103	( 23 986)	9 434		33 420	38 078	53 252	68 683
9 ( '95)	66 097	79 471	92 844	( 23 986)	9 434		33 420	32 677	46 051	59 424
10 ( '96)	57 867	68 669	79 471	( 23 986)	9 434		33 420	24 447	35 249	46 051
11 ( '97)	51 694	60 439	69 183	( 23 986)	9 434		33 420	18 274	27 019	35 763
12 ( '98)	48 351	55 809	63 525	( 23 986)	9 434		33 420	14 931	22 389	30 105
13 ( '99)	42 950	48 865	54 523	( 23 986)	9 434		33 420	9 530	15 445	21 103
14 (2000)	38 578	42 950	47 065	( 23 986)	9 434		33 420	5 158	9 530	13 645
15 (2001)	35 235	38 321	41 407	( 23 986)	9 434		28 399	6 836	9 922	13 008
				-5 021 <sup>4)</sup>						

Note:

1) Prime pour la valeur économique

2) Voir les tableaux 11-1 et 11-2.

3) Voir les tableaux 11-3 et 11-4.

4) Récupération de fonds de roulement.

Cas A: 3,0

Cas B: 4,0

Cas C: 5,0

Taux de rentabilité intérieur économique (EIRR)

Cas A: 27,07%

Cas B: 37,57%

Cas C: 46,80%

Tableau 11-6 Calcul du taux de rentabilité intérieur économique

(en mille dollars US)

Année du projet	Avantages économiques <sup>1), 2)</sup> (A)			Coûts économiques <sup>3)</sup> (B)			"Cashflow" économique - (A) - (B)		
	Cas A	Cas B	Cas C	Fonds nécessaires (subvention)	Frais d'exploitation	Total	Cas A	Cas B	Cas C
-3 ( '84)				15 471		15 471	-15 471	-15 471	-15 471
-2 ( '85)				96 436		96 436	-96 436	-96 436	-96 436
-1 ( '86)	1 329	1 661	1 993	37 799		37 779	-36 450	-36 118	-35 786
1 ( '87)	100 560	125 507	150 711	( 21 145)	8 509	29 654	70 906	95,853	121 057
2 ( '88)	97 474	121 392	145 053	( 21 145)	8 509	29 654	67 820	91,738	115 399
3 ( '89)	93 873	116 763	139 395	( 21 145)	8 509	29 654	64 219	87,109	109 741
4 ( '90)	90 015	111 362	132 965	( 21 145)	8 509	29 654	60 361	81,708	103 311
5 ( '91)	85 643	105 704	125 764	( 21 145)	8 509	29 654	55 989	76,050	96 110
6 ( '92)	81 271	99 788	118 306	( 21 145)	8 509	29 654	51 617	70,134	88 652
7 ( '93)	76 384	93 359	110 333	( 21 145)	8 509	29 654	46 730	63,705	80 679
8 ( '94)	71 498	86 672	102 103	( 21 145)	8 509	29 654	41 844	57,018	72 449
9 ( '95)	66 097	79 471	92 844	( 21 145)	8 509	29 654	36 443	49 817	63 190
10 ( '96)	57 867	68 669	79 471	( 21 145)	8 509	29 654	28 213	39 015	49 817
11 ( '97)	51 695	60 439	69 183	( 21 145)	8 509	29 654	22 040	30 785	39 529
12 ( '98)	48 351	55 809	63 525	( 21 145)	8 509	29 654	18 697	26 155	33 872
13 ( '99)	42 950	48 865	54 523	( 21 145)	8 509	29 654	13 296	19 211	24 869
14 (2000)	38 578	42 950	47 065	( 21 145)	8 509	29 654	8 924	13 296	17 411
15 (2001)	35 235	38 321	41 407	( 21 145) -4 527 <sup>4)</sup>	8 509	25 127	10 108	13 194	16 280

Note:

1) Prime pour la valeur économique

2) Voir les tableaux 11-1 et 11-2.

3) Voir les tableaux 11-3 et 11-4.

4) Récupération de fonds de roulement.

Cas A: 3,0

Cas B: 4,0

Cas C: 5,0

Taux de rentabilité intérieur économique (EIRR)

Cas A: 30,62%

Cas B: 41,01%

Cas C: 50,21%

## Chapitre 12

### Sélection du procédé optimal



## Chapitre 12. Sélection du procédé optimal

### 12.1. Evaluation technique

Les procédés MSF et RO dont l'étude conceptuelle a été faite respectivement aux chapitres 6 et 7 sont comparés selon les différents aspects dans le tableau 12-1.

Les résultats de l'analyse comparative ci-dessus se résument comme suit:

#### (1) Capacité unitaire

Adapté à une unité de taille importante, le MSF permet les économies d'échelle considérables. La capacité de son unité conçue à ce Projet étant de 30 000 m<sup>3</sup>/jour, il suffit d'en installer deux pour sa production prévue de 60 000 m<sup>3</sup>/jour.

Deux mille mètres cubes par jour est la capacité maximum d'une unité qu'on connaît jusqu'ici avec le RO. Techniquement parlant, elle peut être cependant plus importante. Celle conçue à ce Projet est ainsi de 15 000 m<sup>3</sup>/jour, 7 à 8 fois plus grande que l'ordinaire, ce qui a permis de réduire le nombre d'unités à quatre.

#### (2) Consommation d'énergies

Le RO consomme en principe le moins d'énergies. Sa consommation est d'autant plus faible ici (6,0 kWh/m<sup>3</sup> d'électricité, y compris celle consommée à l'adduction) que sont utilisés des pompes à bon rendement et un système à récupération d'énergie.

Par contre, le gaz naturel à bas prix constitue un élément favorable dans ce Projet pour le MSF. Compte tenu de son système préventif simplifié d'entartrage et de son coût réduit de la réalisation, nous avons arrêté le ratio de production d'eau à huit, la valeur susceptible d'augmenter la consommation. Mais celle d'électricité est modérée grâce à un meilleur cycle de vapeur que rend possible une turbine à vapeur qui entraîne les grosses pompes destinées au recyclage de saumure, alimentation en eau de mer, etc. La consommation en gaz naturel est de 9,36 Nm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, celle en électricité est de 0,468 kWh/m<sup>3</sup>.

#### (3) Effectif à prévoir

Le nombre d'effectif requis à l'exploitation, entretien, gestion est de 51 pour le MSF, 40 pour le RO. La différence entre les deux procédés, très peu dans la gestion et l'entretien, est la plus marquée dans le personnel d'exploitation qui est de 20 dans le RO, moins de deux tiers du MSF (31).

#### (4) Facilité d'exploitation et d'entretien

Le MSF exige une certaine maîtrise dans le démarrage et l'arrêt mais son service en régime normal est automatisé. Un bon fonctionnement étant ainsi assuré, le travail consiste principalement à surveiller les appareils de mesure. L'inspection périodique à effectuer une fois par an doit comprendre non seulement le contrôle et l'entretien relatifs à la corrosion, entartrage et autres dans les tubes échangeurs et évaporateurs, mais aussi le contrôle de la chaudière.

- Facile à démarrer et arrêter, le RO nécessite notamment une surveillance des appareils de mesure dans le service normal, mais il demande plus de travail dans la gestion des produits chimiques tels que coagulant, acide utilisés dans le prétraitement. Son inspection annuelle comprend le nettoyage, le renouvellement des membranes, etc.
- (5) Adaptabilité à la qualité de l'eau de mer
- Dans le MSF, le rendement calorifique est meilleur quand la température de l'eau de mer est basse. En dehors de matières polluantes volatiles telles que phénol et ammoniac qui risquent de passer dans l'eau produite, il n'y a pas d'autres éléments susceptibles de l'affecter.
- Par contre, le RO produit plus quand l'eau prise est chaude. Il est pourtant plus souhaitable d'avoir l'eau de mer aussi pure que possible, car sa qualité affecte non seulement la facilité de prétraitement mais la tenue de la performance des membranes.
- (6) Produits chimiques
- L'inhibiteur d'entartrage et l'agent antimousse sont les seuls produits chimiques utilisés, en faible quantité, dans le MSF.
- Les besoins en nature et en quantité sont plus importants chez le RO à commencer par le coagulant, le régulateur de pH dans le prétraitement, le coagulant pour le traitement des eaux de rejet, le détergent des modules. L'emploi de ces deux derniers est pourtant intermittent.
- (7) Corrosion des matériaux
- Les matériaux hautement résistants à la corrosion sont utilisés dans les parties ayant contact avec l'eau de mer. Par exemple, les évaporateurs du côté à haute température du MSF, exposés à la corrosion, sont en acier plaqué inoxydable et ses tubes conducteurs sont en produit de qualité tel que cupro-nickel, aluminium-laiton, titane.
- Par ailleurs, en prévision de la corrosion, l'eau d'appoint alimentée à la zone chaude (où la chaleur est récupérée) est désaérée sous vide dans le prétraitement du MSF.
- Le RO ne craint pas le chlorure de vinyle ni le plastique consolidé, mais ses pompes à haute pression et turbine à récupération d'énergie sont en acier inoxydable. En outre, ses gros tubes soumis à une haute pression sont en acier avec un revêtement intérieur.
- (8) Entartrage
- Afin de prévenir l'entartrage, l'inhibiteur est ajouté dans l'eau d'appoint en même temps que la température maximum de saumure est contrôlée à ne pas dépasser 110°C dans le MSF.
- Chez le RO, le pH de l'eau alimentée est réglé pour qu'elle soit acide et que l'entartrage ne se produise pas du côté de l'eau concentrée.
- (9) Qualité de l'eau produite et traitement ultérieur
- L'eau produite par le MSF est très près de l'eau distillée, mais elle doit être traitée, ses composants durs étant extrêmement faibles.

Celle du RO est potable, mais son pH est un peu modéré. Il y a donc lieu de l'ajuster. En tout cas, une stérilisation avec un microbicide est nécessaire pour les deux.

Une telle régularisation de la qualité d'eau s'effectue dans un traitement ultérieur qui consiste à absorber le gaz carbonique, à filtrer avec le lit de calcaire pour le MSF, et à ajouter la chaux éteinte pour le RO.

(10) Durée de service

Notre étude se base sur la durée de service de 30 ans pour les ouvrages, 15 ans pour les équipements de l'Unité sans distinction de procédé.

(11) Quantité de l'eau de mer prise et rejetée

Ayant besoin de l'eau de refroidissement, le MSF prend de l'eau de mer en quantité considérable, à peu près huit fois l'eau produite, et en dégage également beaucoup, environ sept fois.

Par contre, le RO en prend en quantité relativement faible, environ trois fois l'eau produite, et rejette à peu près 65 % seulement de la quantité prise.

(12) Superficie d'installation

De manière générale, le RO n'a pas besoin de superficie importante. Il en va de même pour le Projet où le MSF prend quelque 50 % de plus de place que le RO. Plus précisément, la superficie nécessaire pour la mise en place de l'Unité est de 37 200 m<sup>2</sup> pour le premier, de 25 000 m<sup>2</sup> pour le dernier.

(13) Délai de réalisation

Le délai de réalisation à prévoir est généralement plus de trois ans. Nous l'avons pourtant raccourci à la demande du gouvernement algérien, ce qui fait qu'il est de 2 ans et 4 mois pour MSF, et de 2 ans et 3 mois pour le RO. Celui-ci se réalise donc en un peu moins de temps.

(14) Impact sur l'environnement

L'eau de rejet, les bruits et le gaz d'échappement peuvent constituer l'impact sur l'environnement. Le MSF dégage de l'eau chaude tandis que le RO rejette de l'eau concentrée, mais ces rejets affectent peu la mer.

Les bruits proviennent dans le MSF de la vapeur sortant des éjecteurs et des soupapes de réduction d'une part, de la turbine à vapeur entraînée par pompes d'autre part. Ils se produisent chez le RO au niveau de pompes, turbine et soupapes de réduction, ces dernières à cause de l'eau de rejet. Nous avons donc pris des soins dans nos études pour bien disposer l'Unité en même temps que de prévoir les mesures préventives afin que ces bruits ne gênent pas le voisinage.

L'influence sur l'atmosphère n'est pas à craindre ici. Le MSF qui fait échapper le gaz de combustion à partir de sa chaudière ne risque pas de contaminer l'air atmosphérique, car il utilise le gaz naturel. En ce qui concerne le RO, il n'y a aucun risque comme l'électricité est la seule énergie consommée.

(15) Services réalisés

Le premier à être mis en pratique, le MSF représente à l'heure actuelle 76 % du marché mondial des unités de dessalement. D'ailleurs, ayant réussi à perfectionner sa technologie, il domine dans les grosses unités de dessalement de l'eau de mer.

Le RO qui connaît ce dernier temps une évolution rapide dans sa technologie a été réalisé souvent dans le dessalement de l'eau salée. Le développement d'une membrane à ratio de réjection élevé au cours de ces dix dernières années a permis son application à l'eau de mer. Il est donc plus en plus demandé, même par les unités de taille importante de dessalement de l'eau de mer depuis quelque temps.

Les tableaux 12-2, 12-3 ayant comme source "Desalting Plants Inventory Report n° 7 (National Water Supply Improvement Association, May 1981) montrent leur application dans de grosses usines de dessalement d'eau de mer.



Tableau 12-1 Analyse comparative des procédés par distillation et par osmose inverse

Eléments de comparaison	Procédé MSF	Procédé RO
1. Capacité de production de l'usine	Production prévue : 60 000 m <sup>3</sup> /jour	Production prévue : 60 000 m <sup>3</sup> /jour
2. Paramètres principaux de fonctionnement	Rapport de production d'eau : 8 Temp. de la saumure en circulation : 110 °C Temp. de la saumure de sortie (Temp. de l'eau produite) : 34 °C (max.) Rapport de condensation de saumure : 1,82 (en TDS)	Taux de récupération : 35 % Pression de fonctionnement des modules : 60 à 65 kg/cm <sup>2</sup> Temp. de l'eau d'entrée : 14 à 25 °C Concentration de l'eau d'entrée : 37 000 mg/l (en TDS) Coefficient d'encrassement de l'eau d'entrée : 4 maxi pH de l'eau d'entrée : 6,0 à 6,5
3. Capacité unitaire et nombre d'unités	Une unité peut avoir une capacité élevée et un établissement de grande capacité peut être réalisé avec un nombre réduit d'unités. Capacité d'une unité : 30 000 m <sup>3</sup> /jour Nombre d'unités : 2	La capacité d'une unité est relativement faible et un établissement de grande capacité nécessite un relativement grand nombre d'unités. Capacité d'une unité : 15 000 m <sup>3</sup> /jour Nombre d'unités : 4
4. Electricité	L'énergie électrique est requise pour l'entraînement des pompes. Cependant, l'entraînement par turbine est retenu pour les pompes de circulation de saumure, etc. Le besoin en énergie électrique est donc réduit. Puissance installée de l'alimentation électrique : 60 kV, 50 Hz, triphasée 3 000 kVA Les pompes de circulation de saumure, etc. sont entraînées par turbine. Consommation d'énergie électrique : 0,468 kWh/m <sup>3</sup> d'eau douce	D'une façon générale, les pompes à haute pression et toutes les autres pompes sont entraînées par moteur électrique. Donc, le besoin en énergie électrique est élevé. Puissance installée de l'alimentation électrique : 60 kV, 50 Hz, triphasée 19 000 kVA Toutes les pompes sont entraînées par moteur électrique. Les pompes à haute pression sont munies d'une turbine de récupération d'énergie. Consommation d'énergie électrique : 6,0 kWh/m <sup>3</sup> d'eau douce

Eléments de comparaison	Procédé MSF	Procédé RO
5. Gaz	<p>Le gaz naturel est utilisé pour les générateurs de vapeur de réchauffage.</p> <p>Besoin en gaz : 23 400 Nm<sup>3</sup>/h            Consommation de gaz : 9,36 Nm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> d'eau douce            Condition d'alimentation : 9 400 Kcal/Nm<sup>3</sup></p>	<p>Le gaz n'est pas utilisé.</p>
6. Taux de récupération, rendement et taux d'utilisation	<p>Le rendement énergétique de l'unité se traduit par le rapport de production d'eau qui est un rapport de la quantité d'eau produite en m<sup>3</sup> à la quantité de vapeur de réchauffage en tonnes. Ce rendement est d'autant plus élevé que le rapport de production d'eau est plus grand.</p> <p>Rapport de production d'eau : 8</p> <p>Le taux d'utilisation est exprimé en disponibilité annuelle de l'établissement, en taux de charge, etc.</p> <p>Disponibilité annuelle : 330 jours</p> <p>Cependant, il est nécessaire de procéder à la visite périodique de l'unité une fois par an. La durée de cette visite périodique est de l'ordre de 30 jours. Au cas où les cinq unités seraient successivement mises hors service et soumises à la visite périodique, l'établissement peut être en service continu avec les autres unités (avec capacité de production de 30 000 m<sup>3</sup>/jour).</p> <p>Taux de charge:            Le taux de charge unitaire des unités est compris entre 50 et 100 %, chaque unité pouvant fonctionner en charge partielle. L'exploitation économique peut être assurée en changement de taux de charge de l'ensemble de l'établissement entre 25 et 100% en gradins.</p>	<p>Le rendement de l'unité correspond au taux de récupération se traduisant par le rapport de la quantité d'eau produite à la quantité d'eau de mer introduite, exprimé en pour-cent. Ce rendement est d'autant plus élevé que le taux de récupération est plus grand.</p> <p>Taux de récupération : 35 %</p> <p>Le taux d'utilisation est exprimé en disponibilité annuelle de l'établissement, en taux de charge, etc.</p> <p>Disponibilité annuelle : 330 jours</p> <p>Cependant, il est nécessaire de procéder à la visite périodique de l'unité une fois par an. La durée de cette visite périodique est de l'ordre de 30 jours. Au cas où les dix unités seraient successivement mises hors service et soumises à la visite périodique, l'établissement peut être en service continu avec les autres unités (avec capacité de production de 45 000 m<sup>3</sup>/jour).</p> <p>Taux de charge:            Le taux de charge d'une unité peut être varié en changeant de nombre de modules en service mais, d'une façon générale, le changement du nombre de modules n'est pas fait. L'exploitation économique peut être assurée en changeant de nombre d'unités en service de l'ensemble de l'établissement en fonction de la variation des besoins en eau. Le taux de charge de l'ensemble de l'établissement peut varier entre 25 et 100 % à des intervalles de 25 %.</p>

Éléments de comparaison	Procédé MSF	Procédé RO
7. Fonctionnement	<p>(1) Les opérations de démarrage et d'arrêt des unités sont un peu compliquées. Le démarrage est assuré généralement par la commande manuelle. Le fonctionnement normal des unités est automatisé.</p> <p>(2) La qualité de l'eau de mer exerce peu d'influence sur le fonctionnement des unités.</p>	<p>Le démarrage et l'arrêt des unités peuvent être assurés facilement et simplement. L'automatisation est également facile. Pour le fonctionnement de l'unité en charge constante, la commande automatique à distance peut être adoptée.</p>
8. Qualité de l'eau produite et traitement ultérieur requis	<p>Qualité de l'eau produite : TDS : 100 mg/l maxi pH : 7</p> <p>Traitement ultérieur: Le réglage de la dureté et la stérilisation (au chlore, etc.) sont nécessaires. Le présent système assure ces opérations par le mélange de l'eau produite avec l'eau en provenance de la source existante.</p>	<p>Qualité de l'eau produite : TDS : 500 mg/l maxi Cl<sup>-</sup> : 250 mg/l maxi pH : 5</p> <p>Traitement ultérieur : Le réglage de pH et la stérilisation (au chlore, etc.) sont nécessaires. Le présent système assure ces opérations par le mélange de l'eau produite avec l'eau en provenance de la source existante.</p>
9. Réactifs	<p>(1) Inhibiteur d'entartrage Type : Belgade EV Consommation : 29,2 kg/h Sécurité : Les ministères de la santé publique des E. U., de la G. B. et d'autres pays certifient la sécurité de ce réactif pour son utilisation dans des unités de dessalement de l'eau de mer par procédé de distillation destinées à la production de l'eau potable.</p>	<p>(1) Coagulant (pour prétraitement) Type : chlorure ferrique (solution de FeCl<sub>3</sub> à 40 %) Consommation : 83,3 kg/h (environ 4,3 mg/l en FeCl<sub>3</sub>)</p> <p>(2) Coagulant (pour traitement des effluents) Type : coagulant macromoléculaire Consommation : - coagulant macromoléculaire : 11,2 kg/jour anionique (pour effluents) - coagulant macromoléculaire : 4,8 kg/jour cationique (pour boues)</p>

Eléments de comparaison	Procédé MSF	Procédé RO
9. Réactifs (suite)	<p>(2) Agent anti-mousse  Type : Beïte M8  Consommation : 0,486 kg/h  Sécurité : Ce réactif est conforme au règlement américain "Food &amp; Drug Administration Regulation 121.1099".  (Les types de réactifs à utiliser sont moins nombreux que pour le procédé d'osmose inverse.)</p> <p>(3) Réglage de qualité de l'eau produite (traitement ultérieur)  Calcaire : 100 % solide  Consommation : 150 kg/h</p>	<p>(3) Agent régulateur de pH  Type : acide sulfurique (solution de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à 98 %)  Consommation : 433,3 kg/h</p> <p>(4) Réglage de qualité de l'eau produite (traitement ultérieur)  Chaux éteinte : 100 % poudre  Consommation : 65 kg/h</p> <p>(5) Détergent de nettoyage des modules  Type : acide citrique  60 000 kg/an  ammoniac (pour réglage de pH)  18 000 kg/an</p>
10. Matériels de l'unité	<p>(1) Les matériaux résistants à la corrosion sont utilisés.</p> <p>(2) Le milieu corrosif est sévère là où la température de service est élevée.</p> <p>Corps de l'évaporateur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tôle d'acier au carbone revêtu en acier inox de nuance SUS 316L (pour étage haute température)</li> <li>- Tôle d'acier au carbone revêtu en époxy (pour étage basse température)</li> </ul> <p>Tube d'échange de chaleur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tube en cupro-nickel (pour réchauffeur de saumure)</li> <li>- Tube en aluminium-laiton (pour partie de récupération de chaleur)</li> <li>- Tube en titane (pour partie d'émission thermique)</li> </ul>	<p>(1) Les matériaux résistants à la corrosion sont utilisés.</p> <p>(2) Etant donné que les unités fonctionnent à froid, la corrosion des matériaux est faible.</p> <p>Tuyauteries basse pression :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tuyaux de gros diamètres</li> <li>- Tuyaux d'acier à gaz avec revêtements intérieurs en polyéthylène et en époxy</li> <li>- Tuyaux de petits diamètres</li> <li>- Tuyaux en plastique renforcé à la fibre de verre (FRP)</li> </ul> <p>Tuyauteries haute pression :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tuyaux de gros diamètres</li> <li>- Tuyaux d'acier à gaz avec revêtements intérieurs en polyéthylène et en époxy</li> <li>- Tuyaux de petits diamètres</li> <li>- Tuyaux en plastique renforcé à la fibre de verre (FRP)</li> </ul>

Éléments de comparaison	Procédé MSF	Procédé RO
10. Matériels de l'unité (suite)	<p>Tuyauteries :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eau de mer et saumure de basse température</li> <li>- Tuyau d'acier revêtu en mortier ou en caoutchouc</li> <li>- Saumure de haute température</li> <li>- Tuyau d'acier revêtu en cupro-nickel</li> <li>- Eau douce et condensat</li> <li>- Tuyau d'acier inox de nuance SUS 304</li> <li>- Vapeur</li> <li>- Tuyau d'acier</li> </ul> <p>(3) Méthode de protection contre la corrosion</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Pour éviter l'entartrage, l'acide n'est pas utilisé, mais la valeur de pH de la saumure en circulation est maintenue élevée.</li> <li>b. La teneur en oxygène dissous de l'eau de mer est maintenue à 20 µg/l ou moins à l'aide d'un dégazeur.</li> <li>c. La protection cathodique est appliquée s'il y a lieu.</li> </ol>	<p>Tuyauterie d'effluents :</p> <p>Tuyaux d'acier au carbone avec revêtement intérieur en époxy</p> <p>Pompe à haute pression et turbine de récupération d'énergie :</p> <p>Acier inox de nuance SUS 316 et fonte</p> <p>Capacité sous pression du module :</p> <p>Plastique renforcé à la fibre de verre (FRP)</p> <p>(3) Méthode de protection contre la corrosion</p> <p>Aucune méthode particulière n'est appliquée pour la protection contre la corrosion.</p>
11. Durée de vie utile	La durée de vie utile prévue est de 30 ans pour les structures et de 15 ans pour les équipements de production.	La durée de vie utile prévue est de 30 ans pour les structures et de 15 ans pour les équipements de production.

Eléments de comparaison	Procédé MSF	Procédé RO
<p>12. Caractéristiques particulières du prétraitement</p>	<p>(1) Pour minimiser la corrosion des matériaux constitutifs des unités, le dégazage de l'eau de mer d'appoint est assuré par dégazeur à vide.</p> <p>(2) Le dosage de l'inhibiteur d'entartrage est effectué pour éviter la réduction du rendement d'échange de chaleur par suite de l'entartrage dans les tubes d'échange de chaleur.</p>	<p>(1) Pour assurer la bonne décantation de l'eau de mer d'alimentation, le dosage du coagulant est effectué en vue de la formation de flocons. L'eau de mer ainsi traitée est filtrée par filtre à gravité.</p> <p>(2) Le dosage de l'acide est effectué pour le réglage de pH de l'eau de mer d'alimentation.</p> <p>(3) Pour éviter la formation d'une boue dans le module d'osmose inverse, le dosage du stérilisant est effectué.</p> <p>(4) Le réglage de la qualité de l'eau de mer d'alimentation est effectué par élimination du chlore résiduel, élimination de l'oxygène dissous (dégazage), etc. en fonction des caractéristiques des membranes utilisées.</p>
<p>13. Réseaux de prise d'eau et d'évacuation des eaux</p>	<p>(1) Réseau de prise d'eau Une grande quantité d'eau de mer est requise pour le refroidissement. Elle est égale à environ 8 fois la quantité d'eau produite.</p> <p>a. Débit de l'eau de mer à prélever : 20 792 m<sup>3</sup>/h (499 000 m<sup>3</sup>/jour)</p> <p>b. Système de prise d'eau : système de prélèvement d'eau de mer en profondeur (par conduite de prise d'eau)</p> <p>(2) Réseau d'évacuation des eaux</p> <p>a. Débit des effluents : 18 292 m<sup>3</sup>/h (439 000 m<sup>3</sup>/jour)</p> <p>b. Système d'évacuation : système de canal découvert</p>	<p>(1) Réseau de prise d'eau La quantité d'eau de mer à prélever est relativement faible, elle est égale à environ 3 fois la quantité d'eau produite. Il est à désirer de prélever l'eau de mer la plus claire possible.</p> <p>a. Débit de l'eau de mer à prélever : 7 708 m<sup>3</sup>/h (185 000 m<sup>3</sup>/jour)</p> <p>b. Système de prise d'eau : système de prélèvement de l'eau de mer en profondeur (par conduite de prise d'eau)</p> <p>(2) Réseau d'évacuation des eaux</p> <p>a. Débit des effluents : 5 208 m<sup>3</sup>/h (125 000 m<sup>3</sup>/jour)</p>

Éléments de comparaison	Procédé MSF	Procédé RO
13. Réseaux de prise d'eau et d'évacuation des eaux (suite)		<p>b. Système d'évacuation : système de canal découvert</p> <p>c. Système de traitement des effluents : Coagulation-décantation – Epaississement des boues – Déshydratation des boues (séparation solide/liquide)</p>
14. Economie d'énergie	<p>(1) Une meilleure économie est assurée si l'usine est implantée dans une région où l'énergie thermique à bas prix est obtenue.</p> <p>(2) Le rendement thermique global peut être augmenté par la combinaison de cette usine avec une centrale électrique (réalisation de l'usine bivalente).</p> <p>(3) L'utilisation de la chaleur perdue est possible.</p>	<p>(1) En vue d'une économie d'énergie, des turbines de récupération d'énergie sont installées pour récupérer l'énergie de pression de l'eau concentrée.</p> <p>(2) L'utilisation de l'énergie perdue permet d'élever la température de l'eau de mer d'alimentation pour compenser la réduction de la quantité d'eau produite lors de la baisse de la température d'eau de mer.</p>
15. Surface requise pour l'installation	37 200 m <sup>2</sup>	25 000 m <sup>2</sup>
16. Répercussion sur l'environnement	<p>(1) Effluents Des effluents chauds (effluents du refroidissement) sont rejetés en grande quantité. Leur concentration est un peu élevée. Le traitement des effluents n'est pas nécessaire.</p> <p>a. Température : supérieure de 9 °C à la température de l'eau de mer brute</p> <p>b. Concentration : 42 000 mg/l en TDS</p>	<p>(1) Effluents Effluents concentrés des modules d'osmose inverse et effluents du lavage des filtres (boues). Les effluents du lavage des filtres doivent être traités avant le rejet.</p> <p>a. Effluents concentrés Concentration : 56 900 mg/l en TDS Température : supérieure de 1 °C au plus à la température de l'eau de mer brute</p>

Éléments de comparaison	Procédé MSF	Procédé RO
<p>16. Répercussion sur l'environnement (suite)</p>	<p>(2) Gaz d'échappement Gaz d'échappement provenant de la combustion du gaz naturel.</p> <p>(3) Bruit Bruit d'échappement de vapeur à haute pression de l'éjecteur de mise à l'atmosphère ainsi que du détendeur.</p>	<p>b. Effluents du lavage Volume des boues : 6 t/jour Système de traitement des effluents du lavage : Coagulation-décantation – Épaississement des boues – Déshydratation des boues</p> <p>(2) Gaz d'échappement Pas de gaz d'échappement, l'énergie électrique étant utilisée.</p> <p>(3) Bruit Bruit de marche des pompes à haute pression et des turbines de récupération d'énergie, ainsi que bruit d'évacuation d'eau à haute pression des détendeurs</p>
<p>17. Situation de réalisation</p>	<p>Ce procédé est une technique de dessalement mise en pratique le plus anciennement. La plupart des stations de dessalement de l'eau de mer dans le Moyen-Orient et dans toutes les autres régions du monde sont basées sur ce procédé. Donc, le nombre de ses réalisations est le plus grand.</p>	<p>Ce procédé est une technique de dessalement mise en pratique récemment. Il est déjà réalisé en grand nombre notamment pour le dessalement de l'eau salée. Dans ces dernières années, ses réalisations pour le dessalement de l'eau de mer sont également augmentées en nombre rapidement.</p>



Tableau 12-2 Etat des grandes usines de dessalement d'eau de mer à vaporisation instantanée par détentes successives

Fournisseur		Client			Capacité d'une unité (m <sup>3</sup> /jour)	Nombre d'unités	Capacité de l'usine (m <sup>3</sup> /jour)	Destination de l'eau produite	Etat	Année de mise en service
Nom	Pays	Pays	Région	Utilisateur						
Sasakura	Japon	Hong-Kong	Loc On Pai	Water Authority	30 280	6	181 680	Eau potable	En service	1975
"	"	Iran	Bushehr	Atomic Energy organization	33 400	6	200 400	"	En construction	1981
"	"	Arabie Saoudite	Al Jobail (Phase I)	Saline Water Conversion Corporation (SWCC)	22 746	6	136 476	"	"	1981
Sasakura/Mitsubishi Heavy Industries	Japon	Arabie Saoudite	Al Jobail (Phase II)	SWCC	23 639	10	236 390	Eau potable	En construction	1983
"	"	"	"	"	23 639	10	236 390	"	"	1983
"	"	"	Yanbu	"	22 746	5	113 730	"	"	1981
Ishikawajima-Harima Heavy Industries	Japon	Kuwait	Doha	Min. of Elec. & Water	27 290	3	81 870	Eau potable	En service	1978
"	"	"	"	"	27 290	4	109 160	"	"	1980
"	"	"	Shuaiba South E-F	"	22 710	2	45 420	"	"	1975
"	"	Arabie Saoudite	Al Jobail (Phase II)	SWCC	23 664	10	236 640	"	En construction	1981
Hitachi Shipbuilding/Westinghouse	Japon/ Etats-Unis	Arabie Saoudite	Al Jobail (Phase II)	SWCC	23 618	10	236 180	Eau potable	En construction	1980
Mitsui Shipbuilding/Envirogenics	Japon/ Etats-Unis	Arabie Saoudite	Jeddah (Phase IV)	SWCC	22 710	10	227 100	Eau potable	En construction	1980
Wear Westgirth	Angleterre	Qatar	Ras Abu Fontas Jeddah (Phase III)	Min. of Elec. & Water	22 710	4	90 840	Eau potable	En service	1978
"	"	Arabie Saoudite	"	SWCC	22 710	4	90 840	"	"	1980
Mannesmann	Allemagne fédérale	Oman	Ghubrah	Sultanate	22 710	1	22 710	Eau potable	En service	1975

Fournisseur		Client			Capacité d'une unité (m <sup>3</sup> /jour)	Nombre d'unités	Capacité de l'usine (m <sup>3</sup> /jour)	Destination de l'eau produite	Etat	Année de mise en service
Nom	Pays	Pays	Région	Utilisateur						
SIDEN	France	Emirats Arabes Unis	Umm Al-Nar, Abu Dhabi	Water & Elec. Dept.	27 000	3	81 000	Eau potable	En service	1979
"	"	Arabie Saoudite	Al Khobar (Phase II)	SWCC	22 300	10	223 000	"	En construction	1982
"	"	Emirats Arabes Unis	Umm Al-Nar, Abu Dhabi	Water & Elec. Dept.	24 981	4	99 924	"	"	1983
Compagnie générale d'automatisme	France	Kuwait	Shuaiba North G	Min. of Elec. & Water	23 896	1	23 896	Eau potable	En service	1971
"	"	"	Shuaiba South A-D	"	23 846	4	95 384	"	"	1971
SIR/Euteco	Italie	Italie	Port Torres	Societa Italiana Resine	36 000	1	36 000	Eau industrielle	En service	1973
Franco Tosi	Italie	Emirats Arabes Unis	Sharjah		24 470	2	48 940	Eau potable	En service	1981

Tableau 12-3 Etat des grandes usines de dessalement d'eau de mer par osmose inverse

Fournisseur		Client			Capacité d'une unité (m <sup>3</sup> /jour)	Nombre d'unités	Capacité de l'usine (m <sup>3</sup> /jour)	Force motrice	Etat	Année de mise en service
Nom	Pays	Pays	Région	Utilisateur						
UOP	Etas-Unis	Arabie Saoudite	Jeddah	Saline Water Conversion Corporation (SWCC)	1 346	9	12 114	Diesel	En service	1978
Kobe Steel	Japon	Japon	Chigasaki	Water Re-Use Promotion Center	800	1	800	Electri-cité	En service	1979
Kurita	Japon	Japon	Chigasaki	Water Re-Use Promotion Center	800	1	800	Electri-cité	En service	1979
Water Service of America	Etats-Unis	U. R. S. S.	Baku	v/o Makino import	1 514	7	10 598	Electri-cité	En service	1979
"	"	"	"	"	1 041	2	2 082	"	"	1979
"	"	Etats-Unis	Key West	Florida Keys Aqueduct	1 893	6	11 358	"	"	1981
Permutit	Etats-Unis	Venezuela	Punta Moron	Cadafe-Plant Centro n° 1	654	4	2 616	Electri-cité	En service	1979
"	"	"	"	" n° 2	756	1	756	"	En construction	1979
"	"	"	"	" n° 3	757	5	3 785	"	"	1981
Hager +Elasser	Allemagne fédérale	Allemagne fédérale	Bonn	Min. Forschung & Tech.			14 307	Electri-cité	En construction	1980
Buckau-Wolf/Machinenfabrik	Allemagne fédérale	Kuwait	Doha		1 000	1	1 000	Electri-cité	En construction	1980
Polymetrics	Etats-Unis	Arabie Saoudite	Yanbu	Royal Commission	1 009	3	3 027	Electri-cité	En service	1980
"	"	"	"	"	946	2	1 892	"	En construction	1980
Al-Kawther Water Treatment	Arabie Saoudite	Arabie Saoudite	Al Birk	SWCC	1 136	2	2 272	Electri-cité	En construction	1982

## 12.2 Evaluation économique

L'évaluation comparative de deux procédés sur le plan économique se trouve dans les chapitres 9, 10 et 11; elle se résume dans le tableau 12-4.

**Tableau 12-4 Evaluation économique comparative des deux procédés**

		Unité	MSF	RO	(MSF) – (RO)	(MSF) ÷ (RO) (%)
Coût de réalisation		1000 US\$	147 195	132 830	14 565	111,0
		1000 DA	706 536	636 624	69 912	111,0
Fonds nécessaires		1000 US\$	162 162	145 659	16 503	111,3
		1000 DA	778 378	669 183	79 215	111,3
Coût de revient sur le volume vendu		US ¢/m <sup>3</sup>	185,52	165,03	20,49	112,4
		DA/m <sup>3</sup>	8,91	7,92	0,99	112,4
Montant de subvention	par m <sup>3</sup>	US ¢/m <sup>3</sup>	173,05	152,56	20,49	113,4
		DA/m <sup>3</sup>	8,31	7,32	0,99	113,4
	par an	1000 US\$	23 986	31 145	2 841	113,4
		1000 DA	115 133	101 496	13 637	113,4
	pour tout le projet	1000 US\$	359 789	317 170	42 619	113,4
		1000 DA	1 726 987	1 522 416	204 571	113,4

### (1) Fonds nécessaires

Les fonds nécessaires comprennent les frais de construction, frais avant le démarrage, fonds de roulement préliminaires et intérêt durant construction. Son montant étant de 162 162 000 dollars US (778 378 000 DA) pour le MSF, 145 659 000 dollars US (669 163 000 DA) pour le RO, le dernier est un peu moins cher.

### (2) Coût de revient

Selon le calcul effectué, le coût de revient moyen sur la production brute est de 129,87 cents US/m<sup>3</sup> (6,23 DA/m<sup>3</sup>) pour le MSF, 115,52 cents US/m<sup>3</sup> (5,54 DA/m<sup>3</sup>) pour le RO. Sur le volume vendu il est de 185,52 cents US/m<sup>3</sup> (8,91 DA) pour le premier, 165,03 cents US/m<sup>3</sup> (7,92 DA) pour le dernier. Il est donc plus faible, d'à peu près 12,4 % chez le RO.

### (3) Montant de subvention

Le tarif à percevoir étant insuffisant pour couvrir le coût de revient, le déficit financier doit être complété par la subvention dont le montant est de 173,05 cents US/m<sup>3</sup> (8,31 DA/m<sup>3</sup>) pour le MSF, 152,56 cents US/m<sup>3</sup> (7,32 DA/m<sup>3</sup>) pour le RO. Celui-ci revient donc moins de 13,4 %.

Sur le plan de fonds nécessaires, coût de revient, montant de subvention, on peut dire que le RO est un peu plus économique (plus de 10 %).

En ce qui concerne le coût de revient sur le volume vendu, l'écart de 20,49 cents US (0,99 DA) entre les deux procédés correspondant à 1,6 fois 0,60 DA, tarif actuel en vigueur, n'est pas négligeable. Il en résulte que la différence dans la somme de subvention nécessaire pendant la durée de Projet (15 ans) atteint 42 619 000 dollars US (204 571 000 DA). L'option pour le RO permettrait d'économiser une telle dépense.

## 12.3 Sélection du procédé optimal

### 12.3.1 Condition requises au Projet et adaptabilité du procédé

Nous avons effectué jusqu'ici une évaluation comparée des procédés des points de vue technique et économique. Elle fait ressortir que sur le plan technique chacun ayant sa particularité, ni l'un ni l'autre est considéré meilleur. Par contre, sur le plan économique le RO s'avère plus avantageux.

Par ailleurs, il y a des conditions spécifiquement requises à ce Projet. Nous les prenons ici pour examiner comment y répond chaque procédé.

#### (1) Délai de réalisation

L'état de l'offre et de la demande en eau prend déjà un aspect très inquiétant et il va prévisiblement s'aggraver. Il est par conséquent nécessaire de réaliser l'Unité dans les meilleurs délais. C'est pourquoi sa première condition prioritaire est de raccourcir le délai de réalisation. Le procédé doit être choisi selon sa possibilité d'y répondre.

Après avoir cherché à diminuer au maximum le délai, la présente F/S fait ressortir que le délai allant du début de la conception jusqu'au fonctionnement général est de 2 ans et 4 mois pour le MSF tandis qu'il est un peu moins long, 2 ans et 3 mois pour le RO.

## (2) Services réalisés

La première à se réaliser en Algérie de cette taille, l'Unité de dessalement de l'eau de mer qui produit de l'eau potable constitue le projet primordial pour le pays. Dans le choix de procédé, les autorités algériennes exigent avant tout que le procédé soit riche en services réalisés et fiable dans sa technologie.

Comme on voit dans les tableaux 12-2, 12-3, les grosses Unités de dessalement de l'eau de mer (plus de 20 000 m<sup>3</sup>/jour/unité) qui existent dans le monde marchent avec le MSF. Quant au RO, sa capacité d'installation connaît depuis peu une croissance importante, à tel point qu'on voit apparaître au fur et à mesure des usines à RO pour dessaler l'eau de mer. Il en existe même de grosse taille depuis la fin juin 1980, date à laquelle sont fait les tableaux 12-3, 12-4. Voici quelques exemples de telles installations récemment mises en service.

### 1. Malte

Ghar Lapsi : 20 000 t/jour (2 000 t/jour × 10)

### 2. Arabie saoudite

Haql : 6 600 t/jour (1 100 t/jour × 6)

Duba : 4 400 t/jour (1 100 t/jour × 4)

Ra's Tanajib : 2 325 t/jour ( 775 t/jour × 3)

## (3) Facilité d'exploitation et d'entretien

Comme l'Algérie n'a pas réalisé beaucoup d'installations d'utilité publique dans le dessalement de l'eau de mer, il doit y avoir très peu de main-d'oeuvre qualifiée pour leur exploitation et entretien. Il est donc souhaitable que le procédé soit aussi facile que possible à exploiter et entretenir avec une automatisation poussée puisque une marche irrégulière de l'Unité a une conséquence importante dans la vie civile.

Selon notre étude conceptuelle, bien que le MSF exige une opération un peu compliquée au démarrage et à l'arrêt, son service en régime normal est en majorité automatisé. D'autre part, il est suffisamment conçu pour répondre à ses besoins en attention dans son exploitation et entretien afin de prévenir l'entartrage et la corrosion dans ses matériaux.

Le RO, facile à exploiter par nature, est presque totalement automatisé, donc il lui suffit d'avoir peu d'effectif.

### 12.3.2 Sélection du procédé optimal

L'évaluation des deux procédés prend en considération tout ce qui précède. Dans l'application réelle dans de grosses usines, le MSF est mieux adapté tandis que le RO, plus facile à exploiter et entretenir, offre un avantage économique. Ils sont tous les deux applicables aux installations à réaliser.

Les autorités algériennes attachent maintenant une plus grande importance aux services réalisés dans la réalisation de ses projets.

Il est pourtant à noter que le RO connaît depuis peu un progrès technique remarquable. A ce fait s'ajoute son avantage économique qu'a fait ressortir l'analyse financière effectuée plus haut. C'est donc un procédé favorable.

Tous les points ainsi examinés, il conviendrait de choisir pour ce Projet le RO.





## Chapitre 13

# Evaluation synthétique et planning du Projet



## Chapitre 13. Evaluation synthétique et planning du Projet

### 13.1 Fondement de la mise en oeuvre du Projet

L'étude que nous avons menée jusqu'ici démontre d'une part que la mise en oeuvre du Projet ne pose aucun problème sur le plan technique, d'autre part qu'elle apporte effet extrêmement important sous l'aspect social et économique.

Le Projet avec son Unité de dessalement fera disparaître non seulement la pénurie qui persiste aussitôt que l'eau produite sera alimentée, mais aussi les grosses pertes socio-économiques entraînées par la pénurie.

Par ailleurs, dépendant des sources naturelles et forages, l'alimentation en eau courante de Mostaganem est exposée aux effets sécheresse, lorsque l'Unité peut produire de l'eau selon les besoins sans distinction de saison et de précipitation, donc elle contribue à une stabilisation d'approvisionnement.

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

D'autre part, le Projet ne le cède pas en côté économique à d'autres projets de la même nature du fait qu'il bénéficie des énergies à bas prix en Algérie, des économies spécifiques d'une unité à grande échelle et du planning rationalisé. Nous pensons que c'est un projet intéressant. Mais la F/S s'est fixée un objectif de ramener au minimum le montant de subvention tout en respectant le tarif actuel, ce qui a donné un aspect financier difficile au Projet.

En ce qui concerne l'effet économique du Projet, il dépend d'une évaluation accordée à la valeur économique de l'eau produite dans une grande pénurie. Compte tenu de son effet économique considérable démontré par l'analyse économique et des avantages socio-économiques attendus (amélioration de conditions sanitaires et sociales, impact économique sur la communauté, création d'emploi, etc.), le Projet rend un grand service 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 l'eau à un prix raisonnable, même susceptible de baisser avec un réexamen de son financement. D'autre part, les avantages socio-économiques et l'effet économique qu'il comporte sont de nature à justifier son utilité considérable. Il y a donc lieu de le mettre en oeuvre à tout prix avec un appui solide du gouvernement.

Il reste à dire que le contrat des travaux doit être passé avant le début 1985 au plus tard pour que l'Unité soit terminée dans les meilleurs délais, ceci étant le souci majeur du gouvernement algérien. Par ailleurs, il est nécessaire de veiller à ce que l'investissement et la subvention accordés par l'Etat soient suffisants et que le financement soit rationalisé dans le but de diminuer la difficulté financière rationalisé dans le but de diminuer la difficulté financière en perspective en même temps que le prix de l'eau produite.

## 13.2 Planning du Projet

La synthèse de l'étude menée jusqu'ici nous permet de proposer un planning du Projet qui se résume comme suit:

### 13.2.1 Planning de l'Unité

#### (1) Site de l'Unité

L'Unité de dessalement sera mise en place à Ouréah qui donne sur le Golfe d'Arzew. La figure 13-1 donne l'emplacement de ce site.

La prise de l'eau brute s'effectuera au large à 400 m de la côte du site.

#### (2) Implantation de l'Unité et superficie requise

Le site aura comme superficie de 25 000 m<sup>2</sup> (100 m × 250 m). Le plan d'ensemble de l'Unité se trouve dans la figure 13-2.

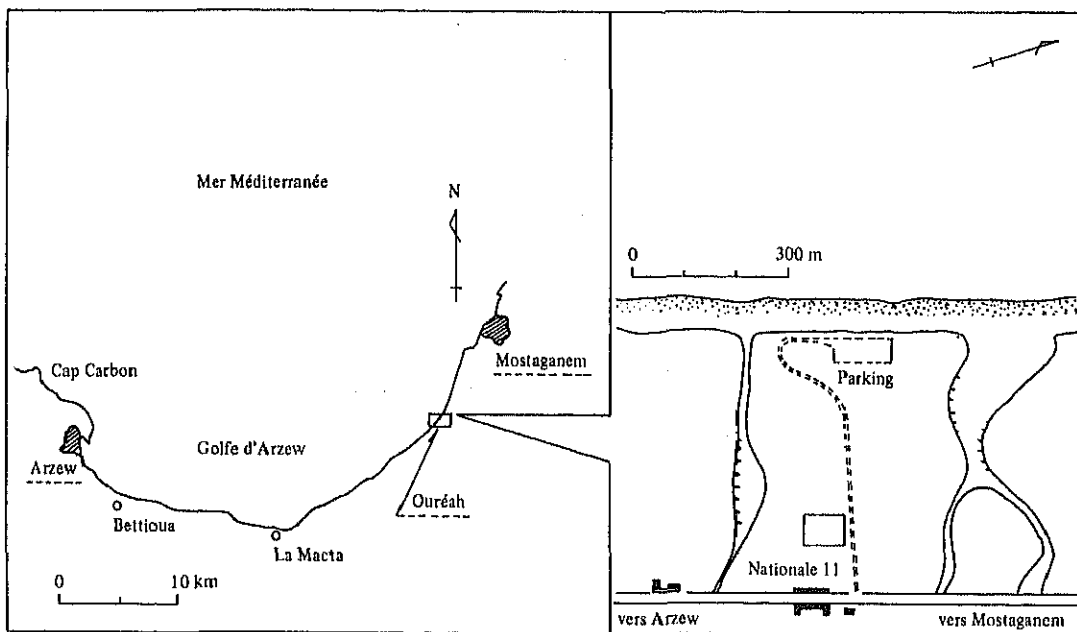


Fig. 13-1 Situation géographique des sites



(3) Spécifications générales

Procédé	: dessalement à un étage par osmose inverse
Capacité de production d'eau douce	: 60 000 m <sup>3</sup> /jour
Nombre d'unités constituantes :	
Installation d'osmose inverse	: 15 000 m <sup>3</sup> /jour × 4 unités
Installation de prétraitement	: 92 500 m <sup>3</sup> /jour × 2 unités
Qualité de l'eau produite	: satisfait aux directives de la qualité d'eau W.H.O. (O.M.S.)

Bilan hydrique :

Prise d'eau de mer	: 185 000 m <sup>3</sup> /jour
Alimentation aux modules RO	: 172 000 m <sup>3</sup> /jour
Production d'eau	: 60 000 m <sup>3</sup> /jour
Rejet d'eau concentrée (y compris d'autres eaux usées)	: 125 000 m <sup>3</sup> /jour

Module d'osmose inverse : Module pour dessalement à un étage de l'eau de mer

Conditions d'exploitation des modules :

Pression	: 60 à 65 kg/cm <sup>2</sup>
Taux de récupération	: 35 %

Coefficient d'encrassement (FI) de : 4 au plus

l'eau d'alimentation

(Nota : Le coefficient d'encrassement est un indice servant à représenter en valeur numérique 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

(4) Composition de l'Unité

Installation de prétraitement

Installation d'osmose inverse :

    Module d'osmose inverse

    Pompe à haute pression

    Turbine de récupération d'énergie

    Ouvrage de prise et rejet d'eau

    Installation d'adduction d'eau produite

    Installation de décapage des membranes

    Installation de traitement des eaux usées

    Installation d'injection de produits chimiques

    Installation de réception et transformation de l'électricité

(5) Utilités et produits chimiques

Electricité :

15 000 kW (puissance requise après récupération d'énergie)

Produits chimiques :

Les produits chimiques principaux à utiliser sont l'acide sulfurique de 98 %, la solution de chlorure ferrique de 40 % et la chaux éteinte. Leur détail est donné au paragraphe 7.2.2 (7). Ils seront stockés dans un réservoir pouvant contenir une quantité correspondant à un mois d'utilisation.

(6) Protection de l'environnement

1) Pollution d'eau :

conforme aux normes algériennes de rejet.

2) Pollution atmosphérique :

conforme aux normes japonaises de gaz d'échappement.

3) Bruit :

conforme aux normes japonaises de bruit.

13.2.2 Calendrier de réalisation

L'achèvement de travaux dans un bref délai étant souhaité le contrat sera signé au début de 1985 et l'Unité sera en plein fonctionnement en juillet 1987. Voir la figure 13-3 qui donne un calendrier complet.

L'Unité aura autant d'éléments modulaires que possible qui seront fabriqués à l'étranger et transportés. Il en va de même pour les principaux matériaux tels que tuyauterie, etc. Comme les travaux à effectuer sur place, on peut citer ceux de génie civil (fondation des installations, bétonnage) et montage, mise en place de tuyauterie et de câblage.





### 13.2.3 Organisation et planning du personnel

#### (1) Organisation

Nous avons arrêté, compte tenu des résultats de gestion dans les grosses usines similaires, à 30 personnes l'effectif principal qui doit assurer le fonctionnement de l'Unité.

Les différents services sont organisés de façon suivante :

Directeur de l'Unité	1 personne
Service administration	9 personnes
Service exploitation	21 personnes (à 4 équipes de 4 personnes)
Service maintenance	9 personnes
<b>Total</b>	<b>40 personnes</b>

#### (2) Programme de recrutement

<u>Période</u>	<u>Service</u>	<u>Nombre</u>
Début 1985	Directeur de l'Unité	1
	Responsable de chaque service	2
	Responsable de bureau	1
	Employé de bureau	4
Juillet 1985	Contremaître	7
Fin mai 1986	Agent d'exploitation, de maintenance	15
Fin janvier 1987	Idem	10
<b>Total</b>		<b>40</b>

#### (3) Programme de formation

<u>Nature de formation</u>	<u>Période</u>	<u>Service</u>	<u>Nombre</u>
Formation technique (à l'étranger)	juin – juillet 1986	Responsable technique	2
		Opérateur, contremaître	20
Formation: exploitation maintenance (en Algérie)	février 1987 – juin 1987	Service exploitation, maintenance (tout effectif)	30

De la mise en service jusqu'à la réception, l'assistance technique sera assurée par les spécialistes qu'enverra le fournisseur. Après la réception, le client va employer un superviseur chargé de l'assistance.

### 13.2.4 Raccordement aux réseaux existants

#### (1) Point d'accrochage et acheminement d'adduction

L'eau à acheminer d'Ouréah, site de l'Unité, jusqu'aux réseaux existants aura comme point d'accrochage le bac de répartition d'El Djenavet compte tenu du réseau d'eaux usées et des points de raccordement prévus pour les ressources à exploiter dans l'avenir.

La figure 13-4 montre l'acheminement de la conduite d'adduction.

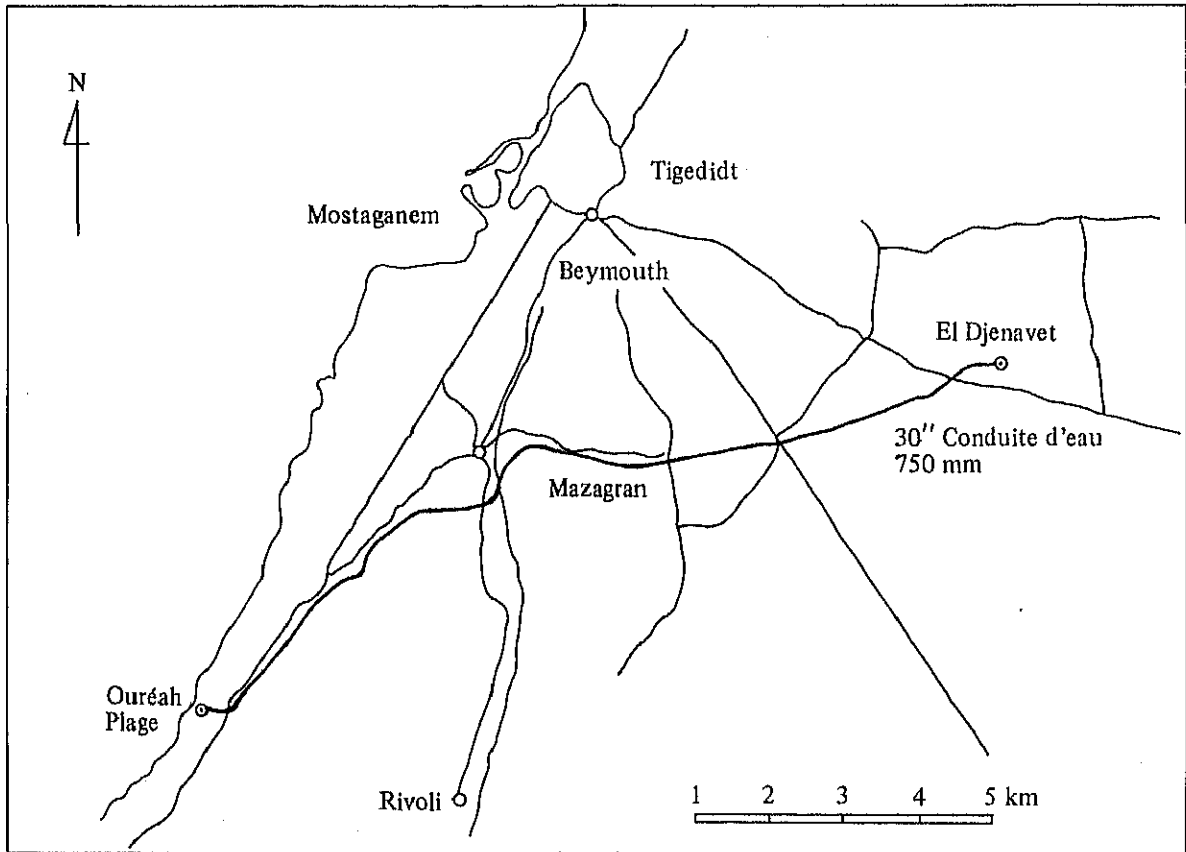


Fig. 13-4 Acheminement de la conduite d'adduction

(2) Spécifications générales des installations d'adduction

Débit : 60 000 m<sup>3</sup>/jour (6 250 m<sup>3</sup>/jour)  
Conduite : Diamètre : 750 mm  
Type : Tube d'acier revêtu en goudron/époxydes  
Parcours : Longueur totale 14 km  
Pompe d'adduction :  
Type : pompe à volute à deux ouïes  
Diamètre de l'orifice : aspiration 400 mm  
refoulement 250 mm  
Débit : 20,83 m<sup>3</sup>/mn  
Hauteur totale d'élévation : 340 m  
Puissance de moteur : 1 600 kW  
Nombre : 2 de service normal (moteur électrique)  
1 de réserve (idem)

Réservoir d'eau pure :

Type : construction semi-souterraine en béton  
Capacité : 1 500 m<sup>3</sup> x 2

Les pompes d'adduction et les réservoirs d'eau pure seront installés à l'intérieur du site.

13.2.5 Fonds nécessaires et frais d'exploitation

(1) Fonds nécessaires

L'investissement à prévoir jusqu'à la mise en exploitation est de 145 659 000 dollars US dont la décomposition se trouve au tableau 13-1.

Tableau 13-1 Fonds nécessaires

(en mille dollars US)

Poste	Part en devise	Part en DA	Total
Frais de construction de l'Unité	115 646	16 984	132 630
Frais avant le démarrage	1 098	1 270	2 368
Fonds de roulement préliminaires	3 710	289	3 999
Intérêt durant construction	6 662	—	6 662
Somme de fonds nécessaires	127 116	18 543	145 659

Nota: 1. Le calcul se base sur le prix en vigueur de 1984.  
2. Le taux de change retenu est de 4,8 DA le dollar US.  
3. Les frais de construction ne comprennent pas le coût de branchement sur les réseaux existants d'électricité et de gaz.

(2) Frais d'exploitation

L'exploitation de l'Unité entraîne le coût annuel de 10 125 000 dollars US. Voir son détail dans le tableau 13-2.

Sur le total, la part en devise est de 3 227 000 dollars US et la part en DA, 6 898 000 dollars US (33 110 000 DA).

Tableau 13-2 Frais d'exploitation

(en mille dollars US)

Poste		Part en devise	Part en DA	Total
Frais variables	Electricité	—	4 105	4 105
	Produits chimiques	312	360	872
	Sous-total	312	4 465	4 777
Frais fixes	Frais de personnel	—	237	237
	Frais de gestion	52	250	302
	Frais d'entretien	2 863	620	3 483
	Impôt foncier, prime d'assurance	—	1 433	5 348
	Sous-total	2 915	2 433	5 348
Total		3 227	6 898	10 125

### 13.2.6 Programme de financement

#### (1) Conditions de base

- 1) Durée de l'exécution du Projet
  - Période avant exploitation : de décembre 1984 à juin 1987
  - Mise en exploitation : juillet 1987
- 2) Production et prix de revient
  - Capacité de production : 60 000 m<sup>3</sup> /jour
  - Taux d'utilisation : 100 % avec 330 jours/an ouvrables
  - Taux de rendement : 70 %
  - Volume annuel vendu : 13 860 × 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup> /an
  - Production annuelle : 19 800 × 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup> /an
  - Prix de revient :
    - Sur volume vendu : 7,92 DA/m<sup>3</sup> (165,03 ¢US/m<sup>3</sup>)  
(Taux de rendement 70 %)
    - Sur production brute : 5,54 DA/m<sup>3</sup> (115,52 ¢US/m<sup>3</sup>)  
(Taux de rendement 100 %)
    - Tarif (prix de vente) : 0,60 DA/m<sup>3</sup> (12,5 ¢US/m<sup>3</sup>)
    - Recettes annuelles : 1 732 000 dollars US

#### (2) Programme de financement

##### 1) Acquisition de fonds

Les fonds nécessaires pendant la réalisation seront financés en 30 % par les fonds propres accordés par l'Etat, en 70 % par un emprunt à long terme.

##### 2) Financement pendant exploitation

La perception de tarif et la subvention gouvernementale constituent une source de fonds destinés à l'exploitation. Toutefois, un déficit entraîné par une année fiscale donnée sera comblé par un emprunt à court terme.

L'analyse financière a fait ressortir quelques chiffres qui figurent dans le tableau 13-3.

#### (3) Bilan financier

Le tableau 13-4 montre comment un équilibre financier sera retrouvé contre un déficit prévu. Celui-ci sera, d'après notre estimation, de 152,53 cents US/m<sup>3</sup> sur la production, mais le bilan sera quelque peu excédentaire grâce à subvention et emprunt à court terme. D'autre part, sur les fonds de roulement, l'équivalent de capitaux investis, 43 767 000 dollars US peuvent se récupérer au cours du Projet.

**Tableau 13-3 Résultat de l'analyse financière**

(en mille dollars US)

Item		Somme
Capitaux investis		145 659
Financement:		
Fonds propres		43 698
Dettes		101 961
Entée de fonds (en moyenne annuelle)	Recettes sur les ventes (en DA/m <sup>3</sup> )	1 732 (0,60)
	Subvention nécessaire (en DA/m <sup>3</sup> )	21 145 (7,32)
	Sous-total (Prix de l'eau produite en DA/m <sup>3</sup> )	22 877 (7,92)
	Emprunt à court terme	21 878
	Récupération de fonds de roulement, etc.	2 168
	Entrée totale de fonds	46 921
	Sortie de fonds (en moyenne annuelle)	Frais variables
Frais fixes		5 348
Impôt sur les recettes		27
Impôt sur les revenus des personnes juridiques		0
Remboursement de dettes:		33 851
Emprunt à long terme (principal)		(6 797)
Emprunt à long terme (intérêt)		(2 991)
Emprunt à court terme (principal)		(21 876)
Emprunt à court terme (intérêt)	(2 187)	
Sortie totale de fonds	44 003	
"Cashflow" (en moyenne annuelle)		2 918
"Cashflow" (pour toute la durée du Projet)		43 767
Taux de rentabilité intérieur aux fonds propres (IRROE)		0,00 %
Récupération des capitaux investis dans:		15,0 ans

**Tableau 13-4 Bilan financier estimé pendant exploitation**

Poste		"Cashflow"		
		Pour toute la durée du Projet (en mille dollars US)	Moyenne annuelle (en mille dollars US)	"Cashflow" (en cents US/m <sup>3</sup> )
Sortie de fonds	Fonds entraînés par l'exploitation	(-) 203 966	(-) 13 598	(-) 98,11
	(Bénéfice après impôt)	(- 317 101)	(- 21 140)	(- 152,53)
	(Amortissement)	(+ 113 135)	(+ 7 542)	(+ 54,42)
	Remboursement du principal d'emprunts	(-) 430 102	(-) 28 673	(-) 206,88
	(Emprunt à long terme)	(- 101 961)	(- 6 797)	(- 49,04)
	(Emprunt à court terme)	(- 328 141)	(- 21 876)	(- 157,84)
Total		(-) 634 068	(-) 42 271	(-) 304,99
Entrée de fonds	Subventions	(+) 317 170	(+) 21 145	(+) 152,56
	Emprunt à court terme	(+) 328 141	(+) 21 876	(+) 157,84
	Récupération de fonds de roulement, etc.	(+) 32 524	(+) 2 168	(+) 15,64
	Total	(+) 677 835	(+) 45 189	(+) 326,04
Bilan financier		(+) 43 767	(+) 2 918	(+) 21,05





# ANNEXE I

## Conditions océanographiques et météorologiques



**ANNEXE I      Conditions océanographiques et météorologiques**

I-1      Résultats de l'analyse de la qualité d'eau  
(réalisée par l'INRH)

I-2      Résultats de l'analyse de la qualité d'eau  
(réalisée par la JICA)



1-1 Résultats de l'analyse de la qualité d'eau  
(réalisée par l'INRII)

<b>ALGÉRIE</b> SUD ORA.		<b>D.E.M.R.H. Clairbois, Birmaïdreïs (Alger). Tél. : 60.44.80 à 85</b> <b>LABORATOIRE DE CHIMIE DES EAUX</b>	
Demandeur : <u>JICA</u>		But de l'analyse : <u>Installation eau de mer</u>	
Date d'envoi : _____		_____	
Nom du lieu : <u>Portugonien à 15 m</u>		St. A, -0.3m	
Nature du point d'eau : <u>mer 0,321 profondeur</u>		_____	
<b>CARTE 1</b>		<b>CARTE 2</b>	
Déterminations élémentaires	Code carte	Carte Suite = 1 - Pas de Carte = 0	_____
	N° du point d'eau	_____	_____
	Date de prélèvement	<u>21/06/12/84</u>	_____
	Coordonnées en * — mn — Sec.	_____	_____
	Long 1 = E 2 = O	_____	_____
	N° Identif. laboratoire	<u>1 1 1 1 1 5 1 1</u>	_____
	Ca en mg/l	<u>1319.11</u>	Balance Cations <u>15.00</u>
	Mg en mg/l	<u>1133.11</u>	Cations mé/l <u>114.40</u>
	Na en mg/l	<u>111131612</u>	<u>520.00</u>
	K en mg/l	<u>518.15</u>	<u>15.00</u>
	Cl en mg/l	<u>210131311</u>	Balance Anions <u>523.62</u>
	SO <sub>4</sub> en mg/l	<u>1241012</u>	Anions mé/l <u>50.00</u>
	CO <sub>3</sub> en mg/l	_____	_____
	CO <sub>3</sub> H en mg/l	<u>111618</u>	<u>2.76</u>
	NO <sub>3</sub> en mg/l	<u>1 1 1</u>	<u>644.38</u>
Conductivité en 1/10 mmhos à 25°	<u>15118</u>	Minéralisation <sup>1</sup> <u>32116 mg/l</u>	
Résidu sec à 110°C en mg/l	<u>1318191610</u>	Somme des ions <u>37737 mg/l</u>	
PH en 1/10	<u>1812</u>	_____	
INTERPRÉTATION (Indices et degrés) Français		_____	
TH	TAC	TA	_____
SAF	IS	_____	_____
Potabilité chimique consommateur max. en l/jour		_____	
Graphique de Stabler — m.é %			
Cations	_____		
Anions	_____		
INTERPRÉTATION de l'analyse			
oxygène dissous	= 9,2 m.p.l.		
D.O.	= 5,200 m.g/l		
matière organique résidu Alcool	= 4 m.g/l		
matière organique résidu Acide	= 10 m.g/l		
nitrite	= 0 m.p.l.		
Ammonium	= 0,27 m.g/l		
phosphates	= 0,05 m.g/l		
Date : <u>12.3.84</u>		Le Chef du Laboratoire,	
		<u>C. TAHI</u>	
Déterminations de minéraux	Code carte	_____	_____
	N° Identif. laboratoire	_____	_____
	année	_____	_____
	Profondeur de nappe en cm	_____	<u>1310</u>
	Température en °C	_____	_____
	N° de Traitement	_____	_____
	Heure de prélèvement	Base	_____
	Matières en suspension 1/10 g/l	Crue	_____
	Turbidité en gouttes de mastic	eau brute	_____
		eau décantée	_____
		eau filtrée	_____
	Si O <sub>2</sub> en mg/l	Entartrants Agressifs	<u>10</u>
	Test mabre décalé de CaO en mg/l	_____	_____
	Test chloré ml. d'eau de javel à 15%/m3	_____	_____
	Valeurs codées		
Nitrites NO <sub>2</sub>	_____	mg/l	<u>A 2</u>
Ammonium N H <sub>4</sub>	_____		<u>B 7</u>
M O milieu acide en O <sub>2</sub>	_____		<u>C 2</u>
M O milieu basique en O <sub>2</sub>	_____		<u>C 3</u>
Bactériologie	Escherichia coli	Colonies pour 100 cm <sup>3</sup>	_____
	Coliformes		_____
	Streptocoques fécaux		_____
DBO. 5	_____	_____	_____
DCO	_____	mg/l	<u>0 7</u>
Phosphates en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	_____		<u>B 3</u>
Fer en Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	_____		_____
éléments toxiques ou indésirables	chrome tot	A 6	_____
	chrome "6"	_____	_____
	mercure	_____	_____
	plomb	A 4	Seuils toxiques
	cyanures	A 3	_____
	arsenic	A 8	_____
	fluor	B 8	_____
	cuivre	A 5	_____
Nota. — Les valeurs codées sont lues en "clair" dans les tableaux situés au dos.			
1 — La minéralisation est obtenue par calcul à partir de la conductivité.			

ALGÉRIE  
SUD NO. 100

D.E.M.R.H. Clairbois, Birmandreïs (Alger). Tél. : 60.44.80 à 85  
LABORATOIRE DE CHIMIE DES EAUX

Demandeur : \_\_\_\_\_  
Date d'envoi : \_\_\_\_\_

But de l'analyse : contrôle de la qualité de l'eau  
S

Nom du lieu : Moslem 15 St. A. - 2m  
Nature du point d'eau : en 2m de profondeur

CARTE 1				CARTE 2			
Déterminations demandées	Code carte	Carte Suite = 1 Pas de Carte = 0		Code carte			
	N° du point d'eau			N° Identif. laboratoire			
	Date de prélèvement	21/10/84		année			
	Coordonnées en — mn — Sec.			Profondeur de nappe en cm	11121010		
	Long 1 = E 2 = O			Température en ° C			
	N° Identif. laboratoire	11121613		N° de Traitement			
	Ca en mg/l			Heure de prélèvement	Base		
	Mg en mg/l			Matières en suspension l/l ou g/l	Crue		
	Na en mg/l			Turbidité en gouttes de mastig	eau brute		
	K en mg/l				eau décantée		
Cl en mg/l			Balance Cations mél/l	eau filtrée			
SO <sub>4</sub> en mg/l			Balance Anions mél/l	Si O <sub>2</sub> en mg/l			
CO <sub>3</sub> en mg/l			Minéralisation <sup>1</sup>	Test manganèse dépôt de CaO en mg/l	Entartrante		
CO <sub>3</sub> H en mg/l			Somme des ions	Test chlore ml. d'eau de javel à 15%/m3	Agressive		
NO <sub>3</sub> en mg/l				Valeurs codées			
Conductivité en l/10 cmhos à 25°	15118			Nitrites NO <sub>2</sub>			
Résidu sec à 110°C en mg/l	11111			Ammonium N H <sub>4</sub>	mg/l		
PH en l/l	1812			M O milieu acide en O <sub>2</sub>			
INTERPRÉTATION (indices et degrés) Français				M O milieu basique en O <sub>2</sub>			
TH	TAC	TA		Bacterio- logie	Escherichia coll	Colonies pour 100 cm <sup>3</sup>	
SAF	IS				Coliformes		
Potabilité chimique concomitante max. en l/jour					Streptocoques fécaux		
Graphique de Stabler — m. à %				DBO. 5			
Cations				DCO	mg/l		
Anions				Phosphates en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
				Fer en Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
INTERPRÉTATION de l'analyse				éléments toxiques ou indésira- bles	chrome tot		
					chrome "G"	A 5	
					mercure		
					plomb	A 4	
					cyanures	A 3	
					arsenic	A B	
					fluor	B B	
				cuivre	A 5		
				Seuils toxiques			

Date : 10.3.84

Le Chef du Laboratoire,

C. TAHI

Note. — Les valeurs codées sont lues en "clair"  
dans les tableaux situés au dos.

1 — La minéralisation est obtenue par calcul  
à partir de la conductivité.

ALGÉRIE  
SUD ORA

D.E.M.R.H. Clairbois, Birmandreïs (Alger). Tél. : 60.44.80 à 85  
LABORATOIRE DE CHIMIE DES EAUX

Demandeur : J.I.C.A.  
Date d'envoi : \_\_\_\_\_

But de l'analyse : Dessalement eau de mer

Nom du lieu : Poste de pompage à 15m

St. A, -5m.

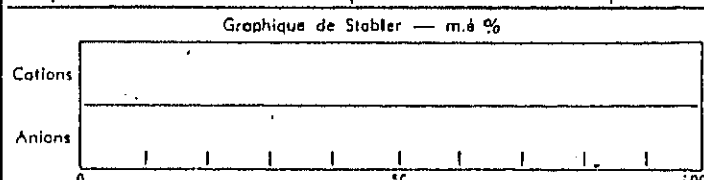
Nature du point d'eau : mer 5m de profondeur

CARTE 1

CARTE 2

Détournements Jumelés	Code carte	Carte Suite = 1 Pos de Carte = 0	
	N° du point d'eau		
	Date de prélèvement	12/10/12	18/14
	Coordonnées en * mn — Sec.		
	Long 1 = E 2 = O		
	N° Identif. laboratoire	11181512	
	Ca en mg/l	141011	Balance 20.00
	Mg en mg/l	1131216	Cations 103.04
	Na en mg/l	111191610	520.00
	K en mg/l	141211	623.84
Cl en mg/l	210161118	10.80	
SO <sub>4</sub> en mg/l	1218180	520.00	
CO <sub>3</sub> en mg/l		60.00	
CO <sub>3</sub> H en mg/l	12130	3.77	
NO <sub>3</sub> en mg/l	1111	644.19	
Conductivité en 1/10 minces à 25°	151118	Minéralisation <sup>1</sup>	
Résidu sec à 110°C en mg/l	319141010	3211.6 mg/l	
PH en 1/10	1813	Somme des ions	
INTERPRÉTATION (Indices et degrés) Français			37837 mg/l
TH	TAC	TA	
SAF	IS		
Potabilité chimique consommation max. en l/jour			

Détournements Jumelés	Code carte		
	N° Identif. laboratoire		
	année		
	Profondeur de nappe en cm	111151010	
	Température en °C		
	N° de Traitement		
	Heure de prélèvement	Base	
	Matières en suspension 1/l0 g/l	Crua	
	Turbidité en gouttes de mastic	eau brute eau décantée eau filtrée	
	Si O <sub>2</sub> en mg/l	Entartrante	
Test molaire dépôt de CaO en mg/l	Agressive		
Test chlore ml. d'eau de javel à 15%/m3			
Valeurs codées			
Nitrites NO <sub>2</sub> i		A 0	
Ammonium N H <sub>4</sub>	mg/l	B 7	
M O milieu acide en O <sub>2</sub>		C 8	
M O milieu basique en O <sub>2</sub>		C 6	
Bactériologie	Escherichia coli Coliformes Streptocoques fécaux	Colonies pour 100 cm <sup>3</sup>	
DBO <sub>5</sub>			
DCO	mg/l	D 7	
Phosphates en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		B 3	
Fer en Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
Éléments toxiques ou Indésira- bles	chrome tot	A 8	Seuils toxiques
	chrome "6"		
	mercure		
	plomb	A 4	
	cyanures	A 3	
	arsenic	A 8	
fluor	B 8		
cuivre	A 5		



INTERPRÉTATION de l'analyse

oxygène dissous = 8.1 mg/l  
 DCO = 5200 mg/l  
 matières organiques milieu Alcalin = 2 mg/l  
 matières organiques milieu Acide = 80 mg/l  
 nitrite = 0 mg/l  
 Ammonium = 0.45 mg/l  
 phosphate = 0.050 mg/l

Date : 10.3.84

Le Chef du Laboratoire,

C. MAHI

Nota. — Les valeurs codées sont lues en "clair" dans les tableaux situés au dos.

1 — La minéralisation est obtenue par calcul à partir de la conductivité.

ALGÉRIE

D.E.M.R.H. Clairbois, Birmandreïs (Alger). Tél. : 60.44.80 à 85

SEID

LABORATOIRE DE CHIMIE DES EAUX

Demandeur : S.I.C.A.

But de l'analyse Préalablement au pompage

Date d'envoi : \_\_\_\_\_

Nom du lieu : Paraganis 15 m

St. A, ±10m

Nature du point d'eau : maison de profon. d'eau

CARTE 1

CARTE 2

Determination abandonnée	Code carte	Carte Suite = 1 Pas de Carte = 0	
	N° du point d'eau		
	Date de prélèvement		12/10/14
	Coordonnées en ° mn - Sec.	Long	
	Long 1 = E 2 = O	Lat	
	N° Identif. laboratoire		111812
	Ca en mg/l		1410
	Mg en mg/l		13117
	Na en mg/l		111916
	K en mg/l		15318
	Cl en mg/l		2101416
	SO <sub>4</sub> en mg/l		121410
	CO <sub>3</sub> en mg/l		
	CO <sub>3</sub> H en mg/l		11711
	NO <sub>3</sub> en mg/l		1111
	Conductivité en 1/15 minces à 25°		151118
	Résidu sec à 110°C en mg/l		13191010
	pH en 1/10		11813
INTERPRÉTATION (indices et degrés) Français			
TH	TAC	TA	
SAF	IS		
Potabilité chimique consommation max. en l/jour			

Determination abandonnée	Code carte	
	N° Identif. laboratoire	
	année	
	Profondeur de nappe en cm	1111012
	Température en °C	
	N° de Traitement	
	Heure de prélèvement	Base
	Matières en suspension 1/10 g/l	Cru
	Turbidité en gouttes de mastix	eau brute
		eau décantée
	eau filtrée	
Si O <sub>2</sub> en mg/l		
Test nitrate désit de 20 en mg/l		Entartrante
Test nitrate ml. d'eau de javel à 15°/m3		Agressive

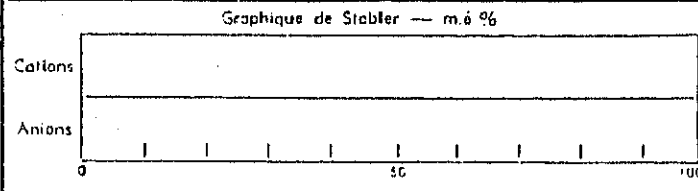
Balanco Cations  
me/l  
20.22  
16.731  
52.00  
66.211  
13.37

Balanco Anions  
me/l  
576.45  
50.00  
2.81  
629.23  
1.02

Minéralisation I  
32116 mg/l

Somme des ions  
37252 mg/l

Valeurs codées		
Nitrites NO <sub>2</sub>		A 2
Ammonium N H <sub>4</sub>		B 8
M O milieu acide en O <sub>2</sub>	mg/l	C 8
M O milieu basique en O <sub>2</sub>		A 2
Bacteriologie	Eschericia coli Coliformes Streptocoques fecaux	Colonies pour 100 cm <sup>3</sup>



DBO <sub>5</sub>		
DCO		17
Phosphates en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg/l	85
Fer en Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		

INTERPRÉTATION de l'analyse

Oxygène dissous = 7.7 mg/l

Cl<sub>2</sub> = 5.2 mg/l

matières organiques milieu Alcalin = 0 mg/l

matières organiques milieu Acide = 8.2 mg/l

Nitrites = 0 mg/l

Ammonium = 0.71 mg/l

phosphates = 0.17 mg/l

éléments toxiques ou indésira- bles	chrome tot	A 9	Seuils toxiques
	chrome "6"		
	mercure		
	plomb	A 1	
	cyanures	A 3	
	arsenic	A 8	
	fluor	B 8	
cuivre	A 5		

Date : 12.3.14

Le Chef du Laboratoire,

C. MAH I

Nota. — Les valeurs codées sont lues en "clair" dans les tableaux situés au dos.

I — La minéralisation est obtenue par calcul à partir de la conductivité.



ALGÉRIE  
SND N° 40.

D.E.M.R.H. Clairbois, Birmandreïs (Alger), Tél. : 60.44.80 à 85  
LABORATOIRE DE CHIMIE DES EAUX

Demandeur : JICA  
Date d'envoi : \_\_\_\_\_

But de l'analyse : Dessalement eau de mer  
C.

Nom du lieu : Montaganem à 15 m.

St. A, -14m.

Nature du point d'eau : mer 14 m de profondeur

CARTE 1

CARTE 2

Déterminations demandées	Code carte	Carte Suite = 1 Pas de Carte = 0	1	1	1	1	1	1	1
	N° du point d'eau		1	1	1	1	1	1	1
	Date de prélèvement		12	11	12	18	14		
	Coordonnées en	Long							
	Long	1 = E 2 = O							
	N° Identif. laboratoire		1	1	1	1	1	1	1
	Ca en mg/l		1	3	1	0	1	1	1
	Mg en mg/l		1	1	4	0	1	3	1
	Na en mg/l		1	1	1	9	1	6	1
	K en mg/l		1	5	5	1	4		
Cl en mg/l		1	2	1	0	1	8	1	
SO <sub>4</sub> en mg/l		1	2	4	0	1	0	1	
CO <sub>3</sub> en mg/l		1	1						
CO <sub>3</sub> H en mg/l		1	1	1	6	1	8	1	
NO <sub>3</sub> en mg/l		1	1	1					
Conductivité en 1/10 mmhos à 25°		1	5	1	1	1	8	1	
Résidu sec à 110°C en mg/l		1	3	1	9	1	8	1	
PH en 1/10		1	8	1	3				
INTERPRÉTATION (Indices et degrés) Français									
TH	TAC	TA							
SAF	IS								
Potabilité chimique consommation max. en l/jour									

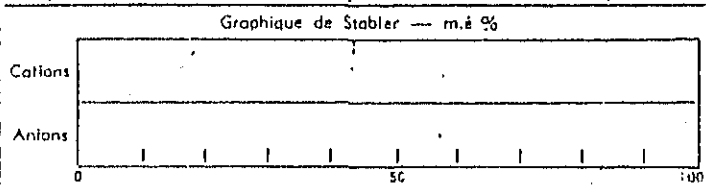
Déterminations demandées	Code carte								
	N° Identif. laboratoire								
	année								
	Profondeur de nappe en cm		1	1	1	1	1	1	1
	Température en °C								
	N° de Traitement								
	Heure de prélèvement								
	Matières en suspension 1/10 g/l								
	Turbidité en gouttes de mastic	eau brute							
		eau décantée							
	eau filtrée								
Si O <sub>2</sub> en mg/l									
Test manganèse									
dépot de CaO en mg/l									
Test chlore ml. d'eau de javel à 13°/m3									

Valeurs codées		
Nitrites NO <sub>2</sub>		A 2
Ammonium N H <sub>4</sub>		C 2
M O milieu acide en O <sub>2</sub>		C 8
M O milieu basique en O <sub>2</sub>		C 3

Bactériologie	Escherichia coli	Colonies pour 100 cm <sup>3</sup>
	Coliformes	
	Streptocoques fécaux	

DBO. 5		
DCO		0 7
Phosphates en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		A 2
Fer en Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		

éléments toxiques ou indésirables	chrome tot		
	chrome "6"	A 3	
	mercure		
	plomb	A 4	
	cyanures	A 3	Seuils toxiques
	arsenic	A 8	
fluor	B 8		
cuivre	A 5		



INTERPRÉTATION de l'analyse

oxygène dissous : 7.5 mg/l  
 DCO : 5200 mg/l  
 matière organique milieu alcalin : 4 mg/l  
 matière organique milieu acide : 80 mg/l  
 Nitrites : 0 mg/l  
 Ammonium : 2,30 mg/l  
 phosphates : 0,1 mg/l

Date : 10.3.84.

Le Chef du Laboratoire,

C. MAHI

Note. — Les valeurs codées sont lues en "clair" dans les tableaux situés au dos.  
 1 — La minéralisation est obtenue par calcul à partir de la conductivité.

ALGÉRIE  
SUD

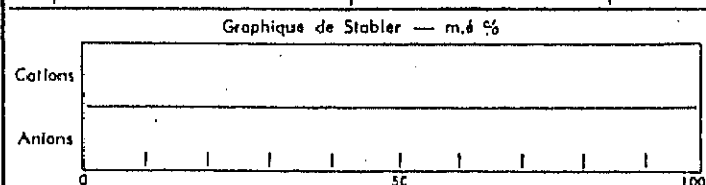
D.E.M.R.H. Clairbois, Birmandraïs (Alger). Tél. : 60.44.80 à 85  
LABORATOIRE DE CHIMIE DES EAUX

Demandeur : JICA.  
Date d'envoi : \_\_\_\_\_

But de l'analyse : Usuellement eau de mer

Nom du lieu : Port de Boufarik St. B, -0.3m  
Nature du point d'eau : au 0.3 m de profondeur

DÉTERMINATIONS DEMANDÉES		Code carte		Carte Suite = 1 Pas de Carte = 0	
N° du point d'eau					
Date de prélèvement		21	12	84	
Coordonnées au					
Long 1 = E					
2 = O					
N° Identif. laboratoire		1	1	1	8418
Ca en mg/l				14	101
Mg en mg/l				11	337
Na en mg/l				11	191610
K en mg/l				16	47
Cl en mg/l				12	191311
SO <sub>4</sub> en mg/l				12	11610
CO <sub>3</sub> en mg/l					
CO <sub>3</sub> H en mg/l				11	77
NO <sub>3</sub> en mg/l				1	11
Conductivité en 1.19 mmhos à 25°				15	118
Résidu sec à 110°C en mg/l				3	191010
PH en 1/10				12	12
INTERPRÉTATION (Indices et degrés Français)					
TH	TAC	TA			
SAF	IS				
Potabilité chimique consommable max. en 1/jour					



INTERPRÉTATION de l'analyse

oxygène dissous = 7.5 m.p.l.

D.O. = 5.2 m.p.l.

matière organique milieu alcalin = 0 m.p.l.

matière organique milieu acide = 7 m.p.l.

nitrite = 0 m.p.l.

Ammonium = 0.22 m.p.l.

phosphate = 0.12 m.p.l.

Date : 10.3.84 Le Chef du Laboratoire,  
C. NAHI

DÉTERMINATIONS DEMANDÉES		Code carte	
N° Identif. laboratoire			
année			
Profondeur de nappe en cm			30
Température en °C			
N° de Traitement			
Heure de prélèvement	Base		
Matières en suspension 1/10 g/l	Crue		
Turbidité en gouttes de mastic	eau brute		
	eau décantée		
	eau filtrée		
Si O <sub>2</sub> en mg/l			
Test marbre dépôt de CaO en mg/l	Entartrante		10
Test encre ml. d'eau de javel à 15°/m <sup>3</sup>	Agressive		

Valeurs codées		mg/l	
Nitrites NO <sub>2</sub>		A	0
Ammonium N H <sub>4</sub>		B	0
M O milieu acide en O <sub>2</sub>		C	0
M O milieu basique en O <sub>2</sub>		A	0
Bactériologie	Escherichia coli	Colonies pour 100 cm <sup>3</sup>	
	Coliformes		
	Streptocoques fécaux		

DBO <sub>5</sub>			
DCO			0.7
Phosphates en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			0.2
Fer en Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			

éléments toxiques ou indésirables	chrome tot	chrome "6"	mercure	plomb	cyanures	arsenic	fluor	cuivre	Seuils toxiques
		A 8		A 4	A 3	A 8	B 8	A 5	

Nota. — Les valeurs codées sont lues en "clair" dans les tableaux situés au dos.

1 — La minéralisation est obtenue par calcul à partir de la conductivité.

ALGÉRIE  
SUD No 20.

D.E.M.R.H. Clairbois, Birmandreïs (Alger). Tél. : 60.44.80 à 85  
LABORATOIRE DE CHIMIE DES EAUX

Demandeur : JICA

But de l'analyse : Assainissement eau de mer

Date d'envoi : \_\_\_\_\_

Nom du lieu : Point d'amenage au 7 m

St. B, -2m

Nature du point d'eau : Océan

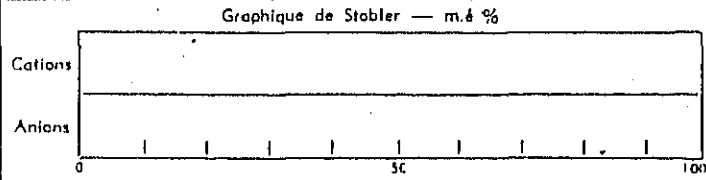
à 2 m de profondeur

CARTE 1

CARTE 2

Déterminations demandées	Code carte	Carte Suite = 1 Pas de Carte = 0	_____
	N° du point d'eau	_____	_____
	Date de prélèvement	_____	_____
	Coordonnées en * — min — Sec.	Long	_____
	Long 1 = E 2 = O	Lat	_____
N° Identif. laboratoire	_____	_____	_____
Ca en mg/l	_____	Balance Cations	_____
Mg en mg/l	_____	_____	_____
Na en mg/l	_____	_____	_____
K en mg/l	_____	_____	_____
Cl en mg/l	_____	Balance Anions	_____
SO <sub>4</sub> en mg/l	_____	_____	_____
CO <sub>3</sub> en mg/l	_____	_____	_____
CO <sub>3</sub> H en mg/l	_____	_____	_____
NO <sub>3</sub> en mg/l	_____	_____	_____
Conductivité en $\mu$ S/cm à 25°	_____	Minéralisation <sup>1</sup>	_____
Résidu sec à 110°C en mg/l	_____	_____	_____
PH en 1/10	_____	_____	_____
INTERPRÉTATION (Indices et degrés) Français			
TH	TAC	TA	_____
SAF	IS	_____	_____
Potabilité chimique contaminant max. en l/jour			

Déterminations demandées	Code carte	_____	
	N° Identif. laboratoire	_____	
	année	_____	
	Profondeur de nappe en cm	_____	
	Température en °C	_____	
N° de Traitement	_____	_____	
Heure de prélèvement	Base	_____	
Matières en suspension 1/l à 0/l	Crue	_____	
Turbidité en gouttes	eau brute	_____	
Ja mastic	eau décantée	_____	
	eau filtrée	_____	
SI O <sub>2</sub> en mg/l	Entartrante	_____	
Test marbre	Agressive	_____	
débit de CaO en mg/l	_____	_____	
Test chlore	_____	_____	
ml. d'eau de javel à 15°/m <sup>3</sup>	_____	_____	
Valeurs codées			
Nitrites NO <sub>2</sub>	_____	_____	
Ammonium N H <sub>4</sub>	_____	_____	
M O milieu acide en O <sub>2</sub>	_____	mg/l	
M O milieu basique en O <sub>2</sub>	_____	_____	
Bacteriologie	Escherichia coli	Colonies pour 100 cm <sup>3</sup>	
	Coliformes	_____	
	Streptocoques lactaux	_____	
DBO. 5	_____	_____	
DCO	_____	mg/l	
Phosphates en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	_____	_____	
Fer en Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	_____	_____	
éléments toxiques ou indésirables	chrome tot	A 3	Seuils toxiques
	chrome "6"	_____	
	mercure	_____	
	plomb	A 4	
	cyanures	A 3	
	arsenic	A 8	
fluor	B 8	_____	
cuivre	A 5	_____	



INTERPRÉTATION de l'analyse

Date : 10.3.84

Le Chef du Laboratoire,

C. MAHI

Nota. — Les valeurs codées sont lues en "clair" dans les tableaux situés au dos.

1 — La minéralisation est obtenue par calcul à partir de la conductivité.

ALGÉRIE  
SUD NORD.

D.E.M.R.H. Clairbois, Birmandreïs (Alger). Tél. : 60.44.80 à 85  
LABORATOIRE DE CHIMIE DES EAUX

Demandeur : S.I.C.A.  
Date d'envoi : \_\_\_\_\_

But de l'analyse Normallement eau de source

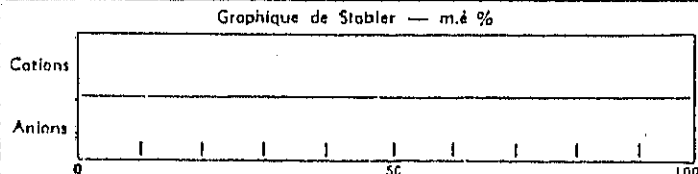
Nom du lieu : Antarganum 7 km St. B, -5m  
Nature du point d'eau : ms. 5 m de profondeur

CARTE 1

CARTE 2

Déterminations demandées	Code carte	Carte Suite = 1 - Pos de Carte = 0	
	N° du point d'eau		
	Date de prélèvement		12/10/1984
	Coordonnées en mn - Sec. Long 1 = E 2 = O	Long Lat	
N° Identif. laboratoire			1118419
Ca en mg/l		131011	Balance Cations mé/l 15.00
Mg en mg/l		1141012	116.31
Na en mg/l		11191610	220.22
K en mg/l		161214	662.31 16.02
Cl en mg/l		21019134	Balance Anions mé/l 589.62
SO <sub>4</sub> en mg/l		12111610	45.00
CO <sub>3</sub> en mg/l			
CO <sub>3</sub> H en mg/l			
NO <sub>3</sub> en mg/l		111812	631.61 10.02
Conductivité en 1/10 mmhos à 25°		1151117	Minéralisation <sup>1</sup>
Résidu sec à 110°C en mg/l		1318161810	32216 mg/l
PH en 1/10		11812	Somme des ions
INTERPRÉTATION (Indices et degrés) Français			
TH	TAC	TA	
SAF	IS		
Potabilité chimique consommateur max. en l/lour			

Déterminations demandées	Code carte		
	N° Identif. laboratoire		
	année		
	Profondeur de nappe en cm	11151010	
Température en °C			
N° de Traitement			
Heure de prélèvement	Base		
Matières en suspension 1/10 g/l	Crua		
Turbidité en gouttes de mastic	eau brute		
	eau décantée		
	eau filtrée		
Si O <sub>2</sub> en mg/l	Entartrante	12	
Test maxime dépôt de CaO en mg/l	Agressive		
Test minime ml. d'eau de javel à 15° m3			
Valeurs codées			
Nitrites NO <sub>2</sub>		A 2	
Ammonium N H <sub>4</sub>	mg/l	B 6	
M O milieu acide en O <sub>2</sub>		C 2	
M O milieu basique en O <sub>2</sub>		A 5	
Bacteriologie	Escherichia coli		
	Coliformes		
	Streptocoques fécaux		
DBO <sub>5</sub>			
DCO	mg/l	D 7	
Phosphates en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		B 5	
Fer en Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
éléments toxiques ou indésirables	chrome tot	A 5	Seuils toxiques
	chrome "6"	A 5	
	mercure	A 4	
	plomb	A 4	
	cyanures	A 3	
	arsenic	A B	
fluor	B 8		
cuivre	A 5		



INTERPRÉTATION de l'analyse

oxygènes dissous = 7.6 mg/l  
 D.C.A. = 16.00 mg/l  
 matière organique milieu alcalin = 0 mg/l  
 matière organique milieu Acide = 7.4 mg/l  
 Nitrites = 0 mg/l  
 Ammonium = 0.21 mg/l  
 phosphates = 0.10 mg/l

Date : 10.3.84 Le Chef du Laboratoire,

C. MAHI

Nota. — Les valeurs codées sont lues en "clair" dans les tableaux situés au dos.

1 — La minéralisation est obtenue par calcul à partir de la conductivité.

ALGÉRIE

SUD n°60

D.E.M.R.H. Clairbois, Birmandreïs (Alger). Tél. : 60.44.80 à 85

LABORATOIRE DE CHIMIE DES EAUX

Demandeur : JICA

But de l'analyse : Desalination eau de mer

Date d'envoi : \_\_\_\_\_

Nom du lieu : Mostaganem 0.7 m

St. B, -6m

Nature du point d'eau : mer 5m de profondeur

CARTE 1

CARTE 2

Déterminations demandées	Code carte	Carte Suite = 1 Pas de Carte = 0	1 1 1 1
	N° du point d'eau		
	Date de prélèvement		12/11/02 18h
	Coordonnées en ° - mn - Sec.	Long	1 1 1 1 1 1
	Long	Lat	1 1 1 1 1 1
	N° Identif. laboratoire		1 1 1 1 8 1 5 1 0
	Ca en mg/l		1310.11
	Mg en mg/l		1113.910
	Na en mg/l		11119.1610
	K en mg/l		155.8
Cl en mg/l		2101.6112	
SO <sub>4</sub> en mg/l		1214.210	
CO <sub>3</sub> en mg/l		1 1	
CO <sub>3</sub> H en mg/l		1118.18	
NO <sub>3</sub> en mg/l		1 1 1 1	
Conductivité en 1/10 mmhos à 25°		1511.18	
Résidu sec à 110°C en mg/l		1318.191610	
PH en 1/10		1812	
INTERPRÉTATION (Indices et degrés) Français			
TH	TAC	TA	
SAF	IS		
Potabilité chimique consommatoire max. en l/lour			

Déterminations demandées	Code carte	
	N° Identif. laboratoire	1 1 1 1 1
	année	1 1
	Profondeur de nappe en cm	1 1 1 6 1 0 1 0
	Température en ° C	
	N° de Traitement	
	Heure de prélèvement	Base
	Matières en suspension 1/10 g/l	Crue
	Turbidité en gouttes de mastig	eau brute
		eau décantée
	eau filtrée	
Si O <sub>2</sub> en mg/l		
Test marbre	Entartrante	
débit de CaO en mg/l	Agressive	
Test chloré		
ml. d'eau de level à 15°/m3		

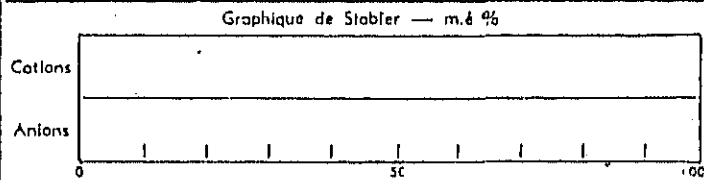
Valeurs codées

Nitrites NO <sub>2</sub>		A 2
Ammonium N H <sub>4</sub>		B 6
M O milieu acide en O <sub>2</sub>	mg/l	C 8
M O milieu basique en O <sub>2</sub>		C 2

Bacteriologie	Eschericia coli	Colonies pour 100 cm <sup>3</sup>
	Coliformes	
	Streptocoques lactés	

DBO <sub>5</sub>	mg/l	D 7 B 5
DCO		
Phosphates en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
Fer en Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		

éléments toxiques ou indésirables	chrome tot	A 8 A 4 A 3 A 8 B 8 A 5	Seuils toxiques
	chrome "6"		
	mercure		
	plomb		
	cyanures		
	arsenic		
	fluor		
cuivre			



INTERPRÉTATION de l'analyse

oxygène dissous = 7.4 mg/l  
 DCO = 5200 mg/l  
 matières organiques milieu Alcalin = 2 mg/l  
 matières organiques milieu Acide = 20 mg/l  
 Nitrite = 0 mg/l  
 Ammonium = 0.24 mg/l  
 phosphore = 0.125 mg/l

Date : 10.3.84

Le Chef du Laboratoire,

C. MAHI

Nota. — Les valeurs codées sont lues en "clair" dans les tableaux situés au dos.

1 — La minéralisation est obtenue par calcul à partir de la conductivité.

ALGÉRIE  
SUD Nord.

D.E.M.R.H. Clairbois, Birmandreïs (Alger). Tél. : 60.44.80 à 85  
LABORATOIRE DE CHIMIE DES EAUX

Demandeur : JICA.  
Date d'envoi : \_\_\_\_\_

But de l'analyse : Dernalement eau de mer

Nom du lieu : Merlaghem 5m St.C, -0.3m  
Nature du point d'eau : Mer 0,3 m de profondeur

CARTE 1

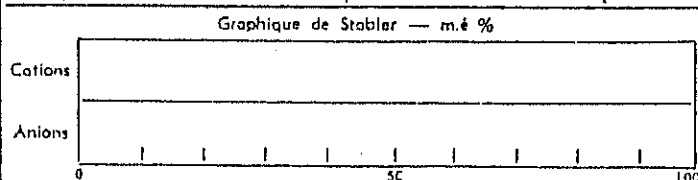
CARTE 2

Déterminations demandées	Code carte	Carte Suite = 1 Pas de Carte = 0	
	N° du point d'eau		
	Date de prélèvement		21/10/84
	Coordonnées en mn - Sec.	Long	
	Long	Lat	
	N° Identif. laboratoire		1181416
	Ca en mg/l		1410.11
	Mg en mg/l		1131.114
	Na en mg/l		111191612
	K en mg/l		1513.18
Cl en mg/l		210171716	
SO <sub>4</sub> en mg/l		13131610	
CO <sub>3</sub> en mg/l			
CO <sub>3</sub> H en mg/l		111717	
NO <sub>3</sub> en mg/l		1114	
Conductivité en 1/10 mmhos à 25°		1151118	
Résidu sec à 110°C en mg/l		1318191610	
PH en 1/10		11719	
INTERPRÉTATION (Indices et degrés Français)			
TH	TAC	TA	
SAF	IS		
Potabilité chimique consommable max. en l/jour			

Déterminations demandées	Code carte	
	N° Identif. laboratoire	
	année	
	Profondeur de nappe en cm	1310
	Température en °C	
	N° de Traitement	
	Heure de prélèvement	
	Matières en suspension 1/10 gr/l	
	Turbidité en gouttes de mastic	eau brute eau décantée eau filtrée
	Si O <sub>2</sub> en mg/l	Test marbre dépôt de CaO en mg/l Test clair ml. d'eau de javal à 15°/m3

Balance 20.22  
Cations 10.04  
mé/l 520.22  
651.24 13.20  
Balance 585.25  
Anions 70.00  
mé/l 2.92  
658.25 10.06

Valeurs codées		
Nitrites NO <sub>2</sub>		A 2
Ammonium N H <sub>4</sub>		B 3
M O milieu acide en O <sub>2</sub>	mg/l	C 8
M O milieu basique en O <sub>2</sub>		C 6
Bacteriologie	Escherichia coli Coliformes Streptocoques fécaux	Colonies pour 100 cm <sup>3</sup>



INTERPRÉTATION de l'analyse

- oxygène dissous = 7.3 mg/l  
- DCO = 4800 mg/l  
- matière organique milieu alcalin = 20 mg/l  
- matière organique milieu acide = 70 mg/l  
- Nitrite = 0 mg/l  
- Ammonium = 0.05 mg/l  
- phosphate = 0 mg/l

DBO <sub>5</sub>		
DCO		D 7
Phosphates en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg/l	A 0
Fer en Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
éléments toxiques ou indésirables	chrome tot	A 8
	chrome "6"	A 8
	mercure	
	plomb	A 4
	cyanures	A 3
	arsenic	A B
	fluor	B 8
civre	A 5	

Date : 10.3.84. Le Chef du Laboratoire,

C. NAHI

Note. — Les valeurs codées sont lues en "clair" dans les tableaux situés au dos.

1 — La minéralisation est obtenue par calcul à partir de la conductivité.

ALGÉRIE  
SUD ALGER.

D.E.M.R.H. Clairbois, Birmandraïs (Alger). Tél. : 60.44.80 à 85  
LABORATOIRE DE CHIMIE DES EAUX

Demandeur : JICA  
Date d'envoi : \_\_\_\_\_

But de l'analyse : Évaluation eau de mer

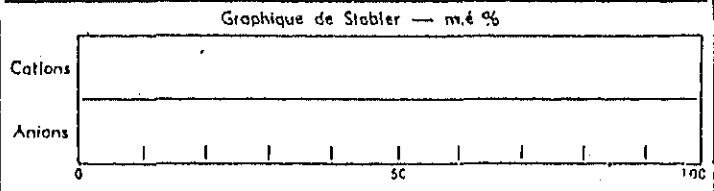
Nom du lieu : Maragani à 5m St. C, -2m  
Nature du point d'eau : mer à 2 m de profondeur

CARTE 1

CARTE 2

Déterminations demandées	Code carte	Carte Suite = 1 Pas de Carte = 0	
	N° du point d'eau		
	Date de prélèvement		12/11/84
	Coordonnées en ° mn Sec.	Lang	
	Lang	Lat	
	N° Identif. laboratoire		181516
	Ca en mg/l		
	Mg en mg/l		
	Na en mg/l		
	K en mg/l		
Cl en mg/l			
SO <sub>4</sub> en mg/l			
CO <sub>3</sub> en mg/l			
CO <sub>3</sub> H en mg/l			
NO <sub>3</sub> en mg/l			
Conductivité en 1/10 mmhos à 25°		1518	
Résidu sec à 110°C en mg/l			
PH en 1/10		1812	
INTERPRÉTATION (Indices et degrés) Français			
TH	TAC	TA	
SAF	IS		
Potabilité chimique consommable max. en l/jour			

Déterminations demandées	Code carte	
	N° Identif. laboratoire	
	année	
	Profondeur de nappe en cm	112100
	Température en °C	
	N° de Traitement	
	Heure de prélèvement	
	Matières en suspension 1/10 g/l	
	Turbidité en gouttes de mastic	eau brute eau décantée eau filtrée
	Si O <sub>2</sub> en mg/l	
Fest marure dépôt de CaO en mg/l		Entartrante Agressive
Fest chlore ml. d'eau de javel à 15%/m3		
valeurs codées		
Nitrites NO <sub>2</sub>		
Ammonium N H <sub>4</sub>		
M O milieu acide en O <sub>2</sub>		mg/l
M O milieu basique en O <sub>2</sub>		
Bacteriologie	Escherichia coli Coliformes Streptocoques fécaux	Colonies pour 100 cm <sup>3</sup>
DBO <sub>5</sub>		
DCO		
Phosphates en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		mg/l
Fer en Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
éléments toxiques ou indésirables	chrome tot	
	chrome "6"	A 3
	mercure	
	plomb	A 4
	cyanures	A 3
	arsenic	A 8
	fluor	B 8
	cuivre	A 5



INTERPRÉTATION de l'analyse

Date : 12.03.84 Le Chef de Laboratoire,

C. NAHI

Note. — Les valeurs codées sont lues en "clair" dans les tableaux situés au dos.  
1 — La minéralisation est obtenue par calcul à partir de la conductivité.

Demandeur : SICA  
Date d'envoi : \_\_\_\_\_

But de l'analyse : Dessalement eau de mer

Nom du lieu : Pointe de Sidi

St.C, -4m

Nature du point d'eau : Mer 4 m de profondeur

CARTE 1

CARTE 2

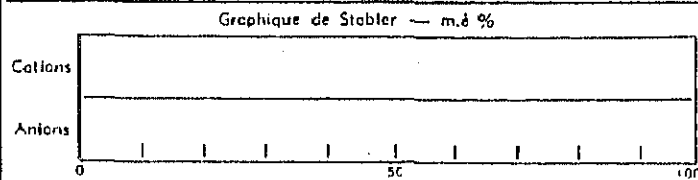
Déterminations demandées	Code carte	Carte Suite = 1 Pas de Carte = 0	
	N° du point d'eau		
	Date de prélèvement		21/02/84
	Coordonnées en	Long	Lat
	N° Identif. laboratoire		1118417
	Ca en mg/l		14011
	Mg en mg/l		13116
	Na en mg/l		11131612
	K en mg/l		51815
	Cl en mg/l		21091311
SO <sub>4</sub> en mg/l		13131612	
CO <sub>3</sub> en mg/l			
CO <sub>3</sub> H en mg/l		111717	
NO <sub>3</sub> en mg/l		1111	
Conductivité en $\mu$ S/cm à 25°		151118	
Résidu sec à 110°C en mg/l		131811010	
PH en 1/10		1811	
INTERPRÉTATION (Indices et degrés) Français			
TH	TAC	TA	
SAF	IS		
Potabilité chimique consommation max. en l/jour			

Déterminations demandées	Code carte	
	N° Identif. laboratoire	
	année	
	Profondeur de nappe en cm	11141010
	Température en °C	
	N° de Traitement	
	Heure du prélèvement	
	Matières en suspension 1/10 g/l	
	Turbidité en gouttes	eau brute
	Je mastique	eau décantée
Si O <sub>2</sub> en mg/l	eau filtrée	
Si O <sub>2</sub> en mg/l		10
Test nature dépôt de CaO en mg/l		1
Test entera ml. d'eau de javel à 15°/m <sup>3</sup>		1

Balance Cations	20.00
me/l	109.00
520.00	
003111	15.00
Balance Anions	589.60
me/l	70.00
2.90	
642.20	0.2
Minéralisation	32946 mg/l
Somme des ions	39731 mg/l

Valeurs codées	
Nitrites NO <sub>2</sub>	A 0
Ammonium N H <sub>4</sub>	B 6
M O milieu acide en O <sub>2</sub>	C 8
M O milieu basique en O <sub>2</sub>	C 2

Bactériologie	Escherichia coli	Colonies pour 100 cm <sup>3</sup>
	Coliformes	
	Streptocoques fécaux	



DBO <sub>5</sub>	
DCO	17
Phosphates en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	A 0
Fer en Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	

INTERPRÉTATION de l'analyse

— Ca mg/l dissous = 6.9 mg/l

— ClO = 520 mg/l

— matières organiques milieu Alcalin = 2 mg/l

— matières organiques milieu Acide = 2.2 mg/l

— Nitrates = 0 mg/l

— Ammonium = 2.27 mg/l

— phosphates = 0 mg/l

Éléments toxiques ou indésirables	chrome tot	A 8	Seuils toxiques
	chrome "6"		
	mercure		
	plomb	A 4	
	cyanures	A 3	
	arsenic	A 8	
	fluor	B 8	
cuivre	A 5		

Date : 10.3.84 Le Chef du Laboratoire,

Nota. — Les valeurs codées sont lues en "clair" dans les tableaux situés au dos.

1 — La minéralisation est obtenue par calcul à partir de la conductivité.



I-2 Résultats de l'analyse de la qualité d'eau (réalisée par la JICA)

Tableau 1 Résultats de l'analyse d'eau

Prélèvement : le 21 février 1984

Item	Unité	Points		
		ST. B	15 : 10 ~ 15 : 30	
Température d'eau	°C	0,3 m	5 m	6 m
				15,6
Cl	°/∞	20,32	20,35	20,37
pH	---	8,14	8,21	8,22
COD OH	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1
COD Mn	mg/l	0,8	0,3	0,4
SS	mg/l	< 0,5	< 0,5	1,0
NH <sub>4</sub> - N	μ gat/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1
NO <sub>2</sub> - N	μ gat/l	0,20	0,18	0,11
NO <sub>3</sub> - N	μ gat/l	0,50	0,18	0,23
T - N	μ gat/l	6,8	2,9	3,9
PO <sub>4</sub> - P	μ gat/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05
T - P	μ gat/l	0,15	0,15	0,11
SiO <sub>4</sub> - Si	μ gat/l	5,0	2,0	3,3
Ca	mg/l	412	413	413
Mg	mg/l	1440	1440	1430
SO <sub>4</sub>	mg/l	2900	3150	3140
TDS	mg/l	36000	36000	35900
Conductibilité électrique	(ms) à 25°C	54,4	54,7	55,0

Tableau 2 Température de l'eau de mer

Date de mesurage : le 21 février 1984

Points	ST. A	ST. B	ST. C
Date	Le 21 février 1984 13 : 46 ~ 13 : 48	Le 21 février 1984 15 : 17 ~ 15 : 18	Le 21 février 1984 16 : 13 ~ 16 : 14
Post de mesure	Large du site 480 m	Large du site 350 m	Large du site 310 m
Profondeur (m)	Température ( °C )	Température ( °C )	Température ( °C )
0,3	16,0	15,6	15,7
1	15,9	15,6	15,7
2	15,7	15,6	15,7
3	15,6	15,6	15,7
4	15,5	15,6	15,7
5	15,6	15,6	15,7
6	15,5	15,6	
7	15,5	15,6	
8	15,5		
9	15,4		
10	15,4		
11	15,4		
12	15,4		
13	15,4		
14	15,4		
15	15,4		
Fond	15,4 <sup>m</sup>	7,0 <sup>m</sup>	5,5 <sup>m</sup>

**Tableau 3 Résultats de l'analyse de la qualité de fond**

Prélèvement de boue : le 21 février 1984

Item		Unité	ST. A Large du site 480 m	ST. B Large du site 350 m	ST. C Large du site 310 m
Apparence		—	Sableuse	Sableuse	Sableuse
Odeur		—	Nulle	Nulle	Nulle
Couleur		—	Brune d'olive 2,5Y 4/6	Brune d'olive 2,5Y 4/6	Brune d'olive 2,5Y 4/6
pH			8,5	8,7	8,5
Teneur en eau		%	17,1	18,4	20,5
Perte au feu		%	1,5	1,5	1,5
Demande chimique en oxygène		mg/g boue sèche	0,3	0,2	0,2
Sulfure		mg/g boue sèche	<0,02	<0,02	<0,02
Granité spécifique		—	2,69	2,69	2,70
Composition de terre granuleuse	Gravier 2,0 mm mini.	%	0	0	0
	Sable à gros grains 2,0 mm ~ 0,42 mm	%	2,5	3,0	2,0
	Sable à grains fins 0,42 mm ~ 0,074 mm	%	97,0	97,0	98,0
	Vase 0,074 mm ~ 0,005 mm	%	0,5	0	0
	Argile et colloïde 0,005 mm	%			
Diamètre des grains	60 %	mm	0,22	0,24	0,22
	30 %	mm	0,170	0,160	0,155
	10 %	mm	0,13	0,13	0,13
	50 %	mm	0,20	0,21	0,19

