

Equipement de nettoyage à boules
Installation d'injection de produits chimiques
Ouvrage de prise et rejet d'eau
Générateur de vapeur
Ouvrage d'adduction d'eau produite
Installation de réception et transformation de l'électricité

7.1.3 Utilités et produits chimiques

Gaz combustible	: 50 000 Nm ³ /h	
Electricité	: 2 820 kW	
Produits chimiques	: Inhibiteur d'entartrage	72,9 kg/h
	Agent antimousse	1,215 kg/h

7.2 Description générale du procédé

7.2.1 Considérations ayant dirigé la conception

L'Unité est conçue sur la base des considérations fondamentales suivantes:

(1) Unité à simple fin ou à double fin

L'Unité de dessalement d'eau de mer par distillation à vaporisation instantanée par détentes successives peut être soit une unité à simple fin réservée exclusivement à la production d'eau avec une chaudière spécifique, soit une unité à double fin où la vapeur obtenue après la production d'électricité sert à la production d'eau. Vu la nécessité pressante de l'eau, la présente F/S a conçu une unité à simple fin. L'unité à double fin est décrite, à titre indicatif, à l'Annexe II.

(2) Nombre et capacité des unités constituantes

La capacité de production d'eau de l'Unité étant posée la même, les unités constituantes ayant une grande capacité rendent avantageuse l'augmentation à l'échelle et permettent ainsi de réduire les frais de construction et d'exploitation dont notamment pour le personnel. En revanche, leur arrêt pour l'inspection périodique ou dû à des pannes entraîne une grande diminution de production. Ainsi, la capacité unitaire, c'est-à-dire, le nombre d'unités constituantes doit être déterminée convenablement.

La présente F/S lui a donné une valeur de 50 000 m³/jour x 3 unités, compte tenu des paramètres suivants:

- 1) De l'importance étant accordée au rendement économique, la capacité unitaire doit être aussi grande que possible;
- 2) Pour raccourcir le délai de construction, il faut diminuer le nombre d'unités constituantes;

3) Les unités constituantes doivent être d'un nombre minimum permettant, lors de l'arrêt pour inspection périodique d'une unité, une production supérieure à la moitié de la capacité totale de l'Unité;

4) Vu des installations pareilles réalisées ailleurs (capacité unitaire maximale 36 000 m³/jour), une capacité de 50 000 m³/jour permet l'augmentation à l'échelle sans graves difficultés techniques.

(3) Système à long tubes

Le système à courts tubes a un condenseur (composé de tubes condenseurs, plaques tubulaires et chambres d'eau) indépendant pour chaque étage, tandis qu'au système à longs tubes, un condenseur commun traverse une série continue d'étages. De grandes installations utilisent le plus souvent le système à longs tubes pour réduire les frais d'équipement.

L'Unité considérée étant d'une grande capacité, nous lui avons adopté le système à longs tubes.

(4) Contrôle d'entartrage

Le contrôle du pH par injection d'acide sulfurique ne soulève pas le problème d'entartrage. Toutefois, le problème de corrosion des matériaux utilisés resterait à résoudre si le contrôle du pH de la saumure recyclée et l'entretien après l'arrêt de l'Unité ne sont pas effectués correctement. Ainsi, nous avons introduit, d'une part le système d'injection d'un inhibiteur d'entartrage dont, l'exploitation et contrôle étant aisés, l'efficacité est prouvée chez nombreux utilisateurs au Moyen-Orient, et d'autre part, le nettoyage à boules qui est réalisable sur l'installation en charge.

Un inhibiteur d'entartrage le plus avancé techniquement, c'est-à-dire, celui à haute température sera utilisé en vue de la réduction des frais.

(5) Rapport de production d'eau

Dans la conception de l'Unité de dessalement d'eau de mer par distillation à vaporisation instantanée, le facteur le plus fondamental est la valeur donnée au rapport de production d'eau.

Si les énergies sont coûteuses, il est économique de mettre le rapport de production d'eau à une valeur aussi grande que possible. Par contre, dans le cas où elles sont peu coûteuses, un grand rapport n'est pas toujours économique, car cela augmente les frais de construction.

Ainsi, les installations industrielles dans les pays à prix d'énergies élevé ont un rapport de production aussi grand que de l'ordre de 12, mais celles au Moyen-Orient à bas prix d'énergies sont le plus souvent au rapport d'environ 8.

Du fait qu'en Algérie, l'énergie (gaz combustible) est disponible à bas prix, nous avons fixé à 8 le rapport de production d'eau de l'Unité.

(6) Entraînement par turbine

La pompe d'alimentation en eau de mer, la pompe de circulation de saumure, la pompe d'alimentation de la chaudière et le ventilateur pour celle-ci seront entraînés par la turbine à vapeur.

Généralement, les pompes sont souvent entraînées par moteur électrique. L'électricité elle-même étant obtenue par une centrale à vapeur, l'entraînement direct par vapeur peut se faire à moins de frais. De plus, le gaz d'échappement de la turbine sera envoyé au réchauffeur de saumure pour la réutilisation efficace de sa chaleur latente en vue d'une économie d'énergie.

(7) Rapport de concentration

Selon les standards d'emploi de l'inhibiteur d'entartrage, la concentration de la saumure recyclée peut aller jusqu'à 70 000-75 000 ppm. En prévoyant une marge de sécurité pour l'Unité considérée, la concentration a été fixée à 67 300 ppm et le rapport de contraction à 1,82 (= 67 300/37 000).

(8) Température maximale de la saumure recyclée

Selon les standards d'emploi de l'inhibiteur d'entartrage, la température de la saumure recyclée peut aller jusqu'à 116-118°C. En prévoyant une marge de sécurité pour l'Unité, la température maximale a été fixée à 110°C.

(9) Nombre d'étages d'évaporation

Nous avons fixé le nombre optimal au rapport de production d'eau de 8, à 30 étages pour la section récupération de chaleur, à 3 étages pour la section dégagement de chaleur et au total à 33 étages.

(10) Matériaux composant les évaporateurs

Voici les matériaux fiables généralement destinés aux évaporateurs et ceux que nous avons choisis pour la F/S avec la justification de ce choix.

(Tube échangeur de chaleur)

Le laiton d'aluminium, le cupro-nickel et le titane sont les matériaux courants. Nous avons choisi le cupro-nickel 90/10 pour le réchauffeur de saumure où la température monte considérablement, le laiton d'aluminium pour la section récupération de chaleur et le titane qui supporte bien le gaz non condensable et l'eau de mer contaminée pour la section dégagement de chaleur.

(Chambre d'eau)

Ce sont l'acier couvert de métal résistant à la corrosion (cupro-nickel 90/10) et l'acier avec revêtement non-métallique (résine époxyde, caoutchouc) qui sont généralement utilisés pour la chambre d'eau. Ici ont été choisis l'acier plaqué de cupro-nickel 90/10 pour le côté plus chaud que 80°C et l'acier couvert d'époxyde pour les autres où la température est au-dessous de 80°C.

(Evaporateur)

On utilise la tôle d'acier, l'acier couvert de métal résistant à la corrosion (inoxydable, cupro-nickel) et l'acier avec revêtement non-métallique (résine d'époxyde). Nous avons choisi l'acier inoxydable 316L pour l'évaporateur dont la température de service dépasse 80°C, l'acier couvert d'époxyde pour les autres.

Le choix des matériaux ainsi défini pour le Projet ne doit pas poser aucun problème. Si, toutefois, on utilise les matériaux de qualité supérieure pour tous les composants comme suit, le coût de construction de l'Unité va monter de 9% environ.

Tube échangeur de chaleur : Section récupération de chaleur Cupro-nickel 90/10
Section déchargement de chaleur Titane

Chambre d'eau : Acier plaqué de cupro-nickel 90/10

Evaporateur : Acier plaqué de cupro-nickel 90/10

(11) Protection de l'environnement

1) Mer littorale

L'Unité de dessalement d'eau de mer par distillation dégorge les eaux résiduelles chaudes légèrement concentrées en une quantité d'environ 950 000 m³/jour. Cet effluent présente, par rapport à l'eau de mer brute, une hausse de température d'eau de 8,4°C et une augmentation de la teneur en sels d'environ 4 000 ppm. Sa densité étant plus élevée que l'eau de mer d'alentour, il se diffuse au fond de la mer en s'y précipitant graduellement. Pour diminuer l'influence sur l'environnement, l'ouvrage de rejet d'eau a été conçu de façon à satisfaire aux conditions suivantes:

- 1° L'effluent est dilué sans délai par mélange avec l'eau de mer pour qu'il affecte peu l'écosystème de la zone de diffusion;
- 2° La vitesse du courant de surface par le dégorgeement ne dérange pas la navigation;
- 3° Le dégorgeement ne cause pas la déformation de la côte et le creusement du fond de la mer;
- 4° Le dégorgeement et la prise d'eau ne forment pas la boucle de recyclage.

Le système optimal adopté par la conception est le dégorgeement profond à la tuyère à diffusion ascendante. Avec ce système, le rayon de diffusion à la hausse de température 1°C est fusiforme, ayant une longueur d'environ 30 à 50 m à compter du bout de la tuyère au point de dégorgeement. Ainsi, la sphère d'action de la diffusion est peu étendue.

2) Pollution d'air

L'Unité de dessalement sera équipée d'une chaudière servant exclusivement à lui fournir l'énergie thermique de vapeur. La chaudière est celle compacte utilisée

chez de nombreuses usines générales. Son combustible étant le gaz naturel, il n'y a pas lieu de craindre l'oxyde de soufre et les fumées de charbon. Pour l'oxyde d'azote, il est possible d'en limiter l'émission à moins de 100 cc/Nm³ prévus par les standards japonais.

3) Bruit

Les équipements à niveau de bruit le plus élevé dans l'Unité de dessalement sont l'éjecteur et le refroidisseur-détendeur de vapeur. Le bruit s'y produit par le frottement de la vapeur à haute pression. La protection contre le bruit sera assurée par l'implantation des équipements dans l'enceinte de l'Unité et par des dispositifs d'insonorisation placés selon la nécessité.

7.2.2 Description des processus technologiques

Les processus de production sont indiqués sur la figure 7-1.

A partir d'un point profond de 8 m et distant de 600 m du revêtement des rives, l'eau de mer est introduite librement, par les tuyaux sous-marins, dans le réservoir d'eau prise installé près du revêtement. De là, elle est envoyée, par la pompe d'alimentation en eau de mer (P-101), à la section dégagement de chaleur de l'évaporateur comme eau de mer froide. Une portion de l'eau de mer est introduite dans les condenseurs (E-103 et E-104) du purgeur d'air servant à la fois à l'élimination du gaz non condensable et au maintien de la dépression dans l'évaporateur, puis renvoyée à la ligne de sortie de la section dégagement de chaleur de l'eau de mer froide. Le purgeur d'air est constitué par l'éjecteur de vapeur (J-101) à trois étages en tandem, le condenseur d'aération (E-103) et le condenseur à éjection (E-104).

La plupart de l'eau de mer sortant de la section dégagement de chaleur est conduite vers le réservoir d'eau usée. Une certaine portion passe le désaérateur (V-101) et constitue l'eau d'appoint qui est mélangée avec la saumure circulant dans le système. La ligne d'appoint reçoit l'injection par pompe doseuse de l'inhibiteur d'entartrage et de l'agent anti-mousse destiné à la prévention du moussage de saumure dans la chambre de vaporisation.

Une portion de la saumure ayant atteint l'étage final est mise hors système par la pompe d'évacuation de saumure (P-105) avant le mélange avec l'eau d'appoint. La plupart est conduite dans les tubes échangeurs de chaleur à l'étage à la plus basse température de la section récupération de chaleur de l'évaporateur (E-101), à l'aide de la pompe de circulation de saumure (P-102) à entraînement par turbine. Elle récupère par condensation la chaleur latente de la vapeur produite à chaque étage de la section récupération de chaleur et arrive, en s'échauffant, au premier étage de cette section. La section dégagement de chaleur de l'évaporateur est constituée par un seul module, tandis que la section récupération de chaleur se compose de trois modules, contrainte par la longueur des tubes échangeurs de chaleur.

La saumure sortant des tubes échangeurs de chaleur du premier étage est envoyée pour le chauffage complémentaire au réchauffeur de saumure (E-102). Celui-ci est un échangeur de chaleur à calandre du type horizontal. La saumure après le réchauffeur de saumure est envoyée à la chambre de vaporisation du premier étage. Elle s'écoule par la différence de pression entre les étages, tout en se donnant à la vaporisation instantanée successivement de l'étage à température maximale de la section récupération de chaleur jusqu'à l'étage final de la section dégagement de chaleur.

La ligne allant du réchauffeur de saumure jusqu'à la chambre de vaporisation du premier étage est équipée d'un filtre à boules (S-101). De là, les boules destinées au nettoyage des tubes échangeurs de chaleur sont conduites, à travers la pompe de circulation de boules (P-106) et le collecteur de boules (X-101), vers la ligne de refoulement de la pompe de circulation de saumure, pour circuler dans les tubes échangeurs de chaleur de la section récupération de chaleur et du réchauffeur de saumure.

La vapeur à haute pression provenant du générateur de vapeur est envoyée à la turbine d'entraînement des équipements tels que la pompe de circulation de saumure et la pompe d'alimentation en eau de mer. La vapeur détendue à moyenne pression est distribuée à l'éjecteur du purgeur d'air mentionné plus haut, et celle à basse pression au réchauffeur de saumure. La vapeur d'échappement de la turbine d'entraînement des pompes est envoyée également au réchauffeur de saumure pour l'utilisation efficace de sa chaleur latente. Le condensat produit au réchauffeur de saumure est renvoyé au générateur de vapeur par la pompe à condensat.

De même que la saumure, l'eau distillée (eau douce) produite à chaque étage de l'évaporateur s'écoule de l'étage à la plus haute température jusqu'à l'étage final, tout en reprenant la vaporisation instantanée successivement suivant la baisse de pression et en se condensant par les tubes échangeurs de chaleur placés en haut. Elle est extraite de l'étage final par la pompe à eau distillée (P-103) et est envoyée au réservoir d'eau pure. La saumure et eau de mer usées sont dégorgees à travers l'ouvrage de rejet d'eau.

Le bilan massique calorifique est donné à la figure 7-2. L'implantation de l'Unité est montrée à la figure 7-3.

7.2.3 Contrôle des processus

L'Unité de dessalement serait mise en fonctionnement continu sur toute l'année et par conséquent, leur mise en marche et arrêt est estimée peu fréquente. Sauf celle-ci qui sera commandée par le personnel d'exploitation, le fonctionnement automatique de l'Unité sera assuré par le système de commande automatique qui effectue le réglage de la production (charge) selon le besoin.

Ce système de contrôle intégré permet de réaliser à partir de la salle de commande centrale, toutes les commandes y compris le démarrage et arrêt, ainsi que la surveillance de

l'état de fonctionnement.

Il comprend les enclenchements requis pour la protection contre les accidents et l'endommagement des équipements, ainsi que le mécanisme d'arrêt automatique de l'Unité pour parer à toute éventualité.

L'Unité de dessalement aura en outre les systèmes de contrôle permettant de maintenir son fonctionnement continu stable durant longtemps. Ces systèmes, indiqués sur le schéma de fonctionnement de la figure 7-1, seront décrits ci-après pour chaque ligne.

(1) Ligne de vapeur chaude

La vapeur chaude apportée au réchauffeur de saumure est un mélange d'une part de la vapeur à basse pression obtenue par la détente de la vapeur à haute pression provenant du générateur de vapeur, et d'autre part, de la vapeur d'échappement de la turbine à vapeur servant à l'entraînement des pompes. Pour cette vapeur-là, une soupape régulatrice de pression sera mise en place. Pour maintenir à 110°C la température de la saumure circulante à la sortie du réchauffeur de saumure, une vanne de réglage de débit est installée en amont du réchauffeur.

La température de la vapeur chaude avant le réchauffeur de saumure sera mesurée pour la précipitation de tartre dans ses tubes échangeurs de chaleur. Une vanne de réglage sera installée sur la ligne d'eau refroidie partant de la pompe à condensat et sur la ligne de vapeur atomisée pour régler la température de la vapeur chaude par saturation de celle-ci en surchauffe.

(2) Ligne de recyclage de saumure

Pour maintenir constant le volume de circulation de saumure, le régulateur de la turbine d'entraînement des pompes contrôle le nombre de tours de celle-ci. Le signal de contrôle est transmis au régulateur par l'enregistreur de réglage de débit.

Le fonctionnement à faible charge de l'Unité sera réalisé par l'abaissement de la température maximale de la saumure et la diminution du volume de circulation de celle-ci.

(3) Ligne d'évacuation de saumure

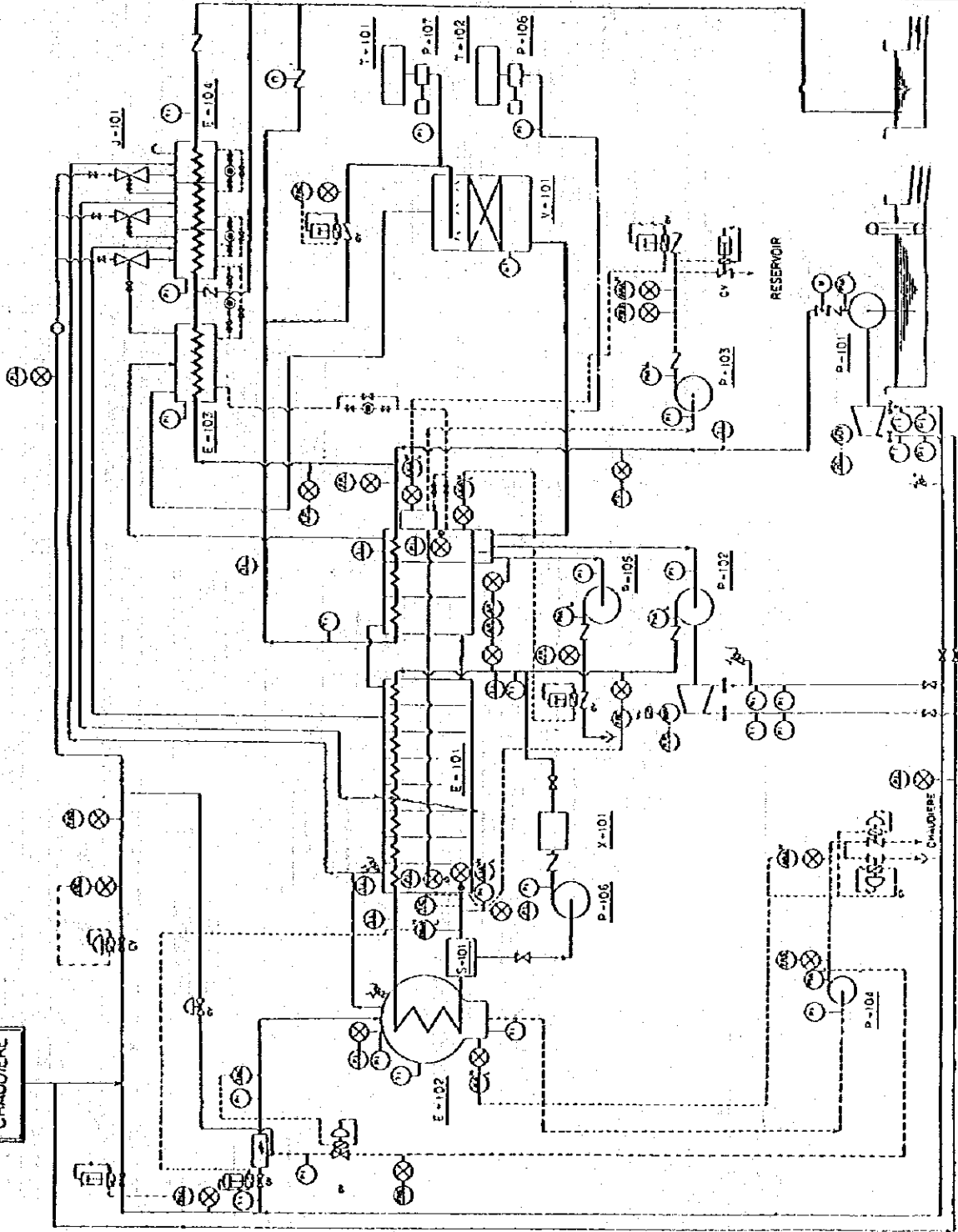
Pour maintenir constante la profondeur du courant de saumure dans le système, le débit sera contrôlé par la vanne de réglage installée sur la ligne d'évacuation de saumure, suivant le signal de niveau de saumure à l'étage final.

(4) Ligne d'eau douce

L'eau douce produite dans le système est collectée à l'étage final. Suivant le signal de niveau de cette collection, le débit est contrôlé par la vanne de réglage montée sur la ligne d'eau douce.

La ligne d'eau douce est munie d'un densimètre et d'une vanne de vidange que le signal de celui-ci met en action. L'eau douce de pureté inadéquate ne sera pas envoyée au réservoir d'eau pure, mais évacuée au puisard (réservoir d'eau à évacuer).

CHAUDIÈRE



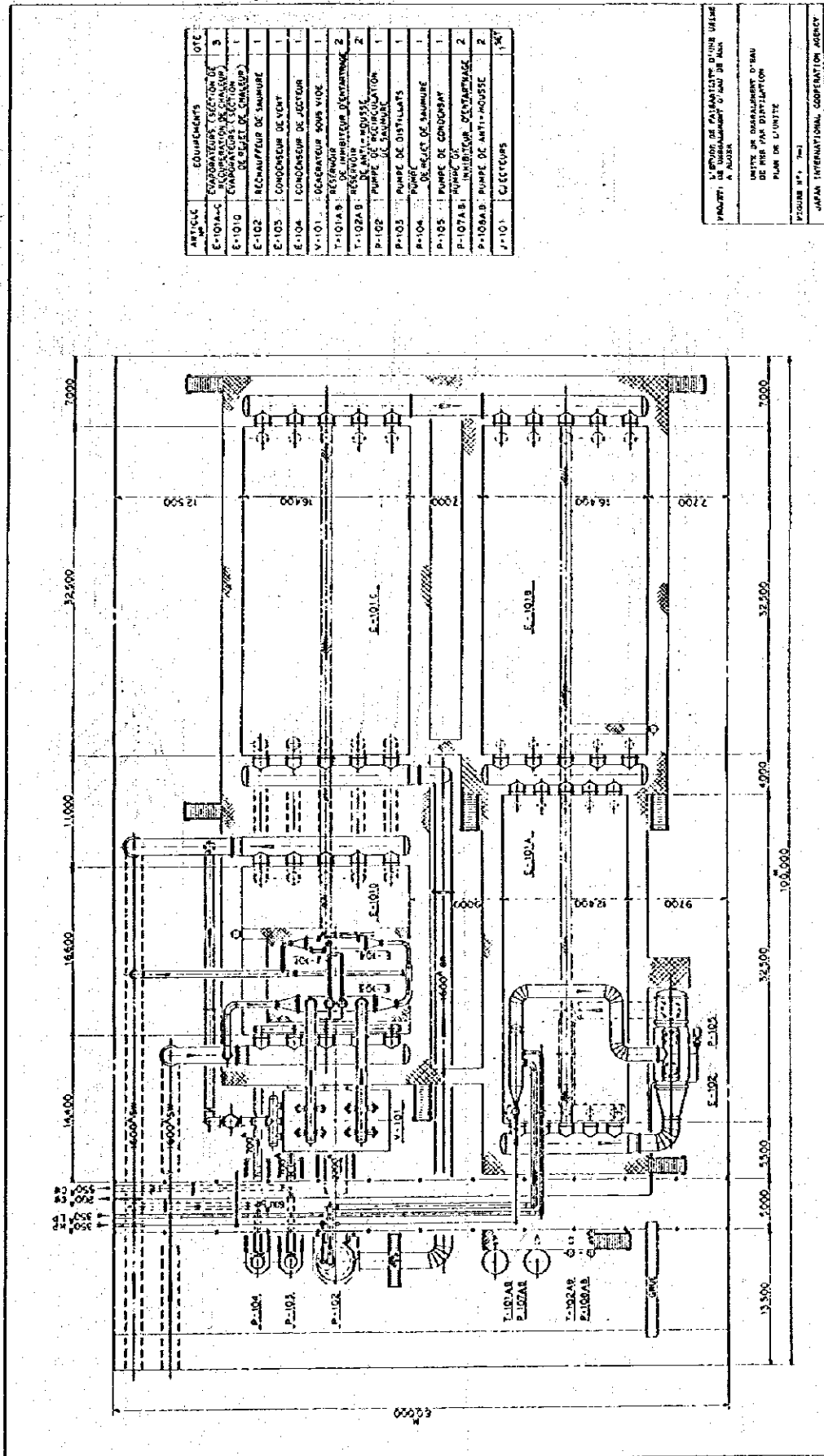
NUMÉRO	EQUIPEMENTS
101	CHAUDIÈRE
102	CHAUDIÈRE
103	CHAUDIÈRE
104	CHAUDIÈRE
105	CHAUDIÈRE
106	CHAUDIÈRE
107	CHAUDIÈRE
108	CHAUDIÈRE
109	CHAUDIÈRE
110	CHAUDIÈRE
111	CHAUDIÈRE
112	CHAUDIÈRE
113	CHAUDIÈRE
114	CHAUDIÈRE
115	CHAUDIÈRE
116	CHAUDIÈRE
117	CHAUDIÈRE
118	CHAUDIÈRE
119	CHAUDIÈRE
120	CHAUDIÈRE
121	CHAUDIÈRE
122	CHAUDIÈRE
123	CHAUDIÈRE
124	CHAUDIÈRE
125	CHAUDIÈRE
126	CHAUDIÈRE
127	CHAUDIÈRE
128	CHAUDIÈRE
129	CHAUDIÈRE
130	CHAUDIÈRE
131	CHAUDIÈRE
132	CHAUDIÈRE
133	CHAUDIÈRE
134	CHAUDIÈRE
135	CHAUDIÈRE
136	CHAUDIÈRE
137	CHAUDIÈRE
138	CHAUDIÈRE
139	CHAUDIÈRE
140	CHAUDIÈRE
141	CHAUDIÈRE
142	CHAUDIÈRE
143	CHAUDIÈRE
144	CHAUDIÈRE
145	CHAUDIÈRE
146	CHAUDIÈRE
147	CHAUDIÈRE
148	CHAUDIÈRE
149	CHAUDIÈRE
150	CHAUDIÈRE
151	CHAUDIÈRE
152	CHAUDIÈRE
153	CHAUDIÈRE
154	CHAUDIÈRE
155	CHAUDIÈRE
156	CHAUDIÈRE
157	CHAUDIÈRE
158	CHAUDIÈRE
159	CHAUDIÈRE
160	CHAUDIÈRE
161	CHAUDIÈRE
162	CHAUDIÈRE
163	CHAUDIÈRE
164	CHAUDIÈRE
165	CHAUDIÈRE
166	CHAUDIÈRE
167	CHAUDIÈRE
168	CHAUDIÈRE
169	CHAUDIÈRE
170	CHAUDIÈRE
171	CHAUDIÈRE
172	CHAUDIÈRE
173	CHAUDIÈRE
174	CHAUDIÈRE
175	CHAUDIÈRE
176	CHAUDIÈRE
177	CHAUDIÈRE
178	CHAUDIÈRE
179	CHAUDIÈRE
180	CHAUDIÈRE
181	CHAUDIÈRE
182	CHAUDIÈRE
183	CHAUDIÈRE
184	CHAUDIÈRE
185	CHAUDIÈRE
186	CHAUDIÈRE
187	CHAUDIÈRE
188	CHAUDIÈRE
189	CHAUDIÈRE
190	CHAUDIÈRE
191	CHAUDIÈRE
192	CHAUDIÈRE
193	CHAUDIÈRE
194	CHAUDIÈRE
195	CHAUDIÈRE
196	CHAUDIÈRE
197	CHAUDIÈRE
198	CHAUDIÈRE
199	CHAUDIÈRE
200	CHAUDIÈRE

UNITÉ DE RECHAUFFAGE D'EAU
 PROJET DE DESALINATION D'EAU DE MER
 A ALGER

UNITÉ DE DESALINATION D'EAU
 DE MER PAR DISTILLATION
 SCHEMA DE FONCTIONNEMENT

FIGURE N°1, 7-1

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

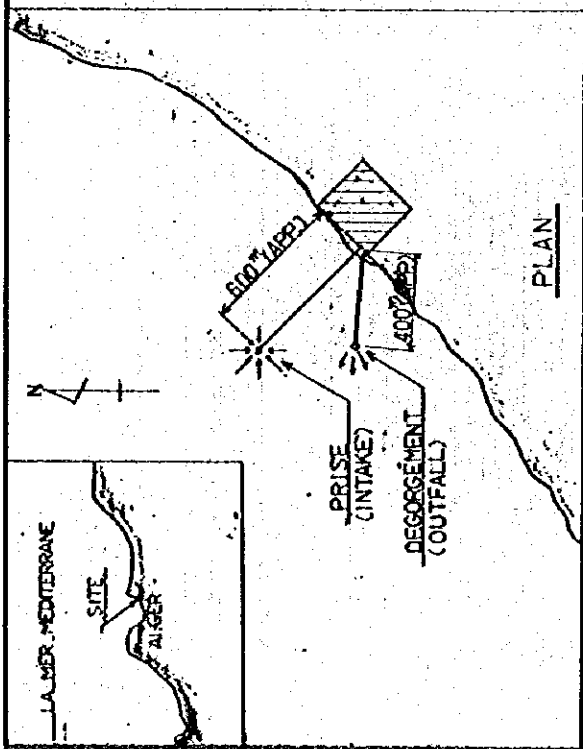


ANAL. C.	EQUIPEMENTS	OTE
E-101A-C	EVAPORATEURS (SECTION DE CONDENSATION DE CHALEUR)	3
E-101D	COMPRESSEUR DE VAPEUR	1
E-102	RECHAUFFEUR DE VAPEUR	1
E-103	CONDENSEUR DE VENT	1
E-104	CONDENSEUR DE JACTEUR	1
V-101	RECHAUFFEUR SOUS VIDE	1
T-101A-B	RECHÂTEUR DE VENT	2
T-102A-B	RECHÂTEUR DE VENT	2
P-102	PUMPE DE JACTEUR	1
P-103	PUMPE DE DISTILLATS	1
P-104	RECHÂTEUR DE VAPEUR	1
P-105	PUMPE DE CONDENSAT	1
P-107A-B	PUMPE DE CONDENSAT	2
P-108A-B	INJECTEUR DE VAPEUR	2
P-109	PUMPE DE VAPEUR	1
J-101	JECTEURS	1

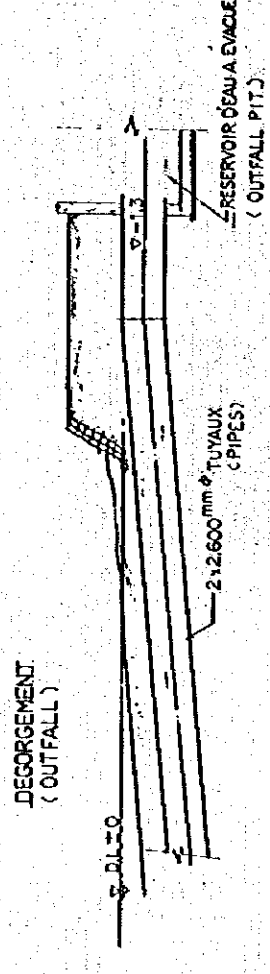
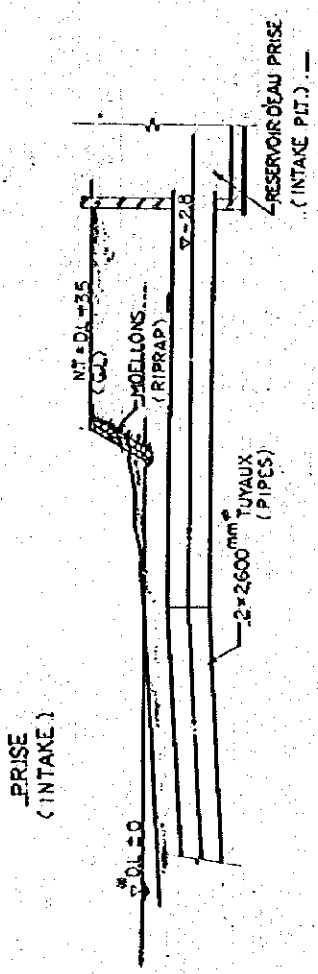
UNITE DE FABRICATION D'UNE UNITE
DE RICE PAR DISTILLATION
PLAN DE L'UNITE

FIGURE 14.16

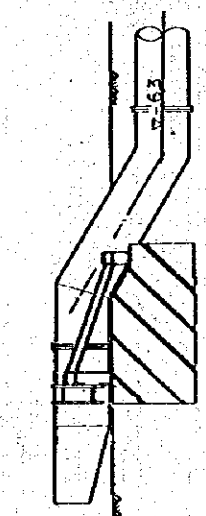
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



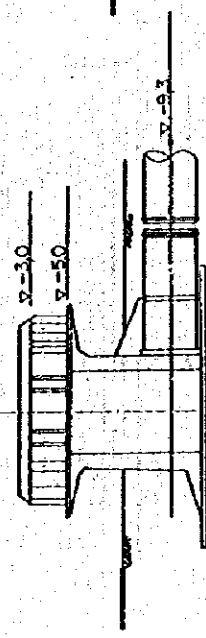
* D.L. NIVEAU DE REFERENCE
(..... (DATUM LEVEL))



COUPE
(SECTION)



POINT DE DEGORGEMENT
(OUTFALL POINT)



POINT DE PRISE
(INTAKE POINT)

L'ETUDE DE FAISABILITE D'UNE USINE
PROJET: DE DESALEMENT D'EAU DE MER
A ALGER.

UNITE DE DESALEMENT D'EAU
DE MER PAR DISTILLATION
BIAN DES EAU DE PRISE ET
BIAN DES EAU DE REJET

FIGURE N°: 7-4

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

(5) Ligne d'eau d'appoint

Le volume d'eau d'appoint est contrôlé pour maintenir constante la concentration de la saumure circulante. L'eau de mer d'appoint est soumise, avant le mélange avec la saumure circulante, à l'addition de l'inhibiteur d'entartrage pour la protection anti-tartre, à l'élimination de l'oxygène dissous par le désaérateur en vue de la protection contre la corrosion, et enfin au dosage de l'agent antimousse pour modérer la vaporisation instantanée dans l'évaporateur et éviter la baisse de pureté de l'eau douce due à l'entraînement (contamination relativement peu volatile entraînée par les vapeurs).

Le volume d'eau d'appoint fait l'objet d'un autocontrôle à mesure de débit.

(6) Ligne de condensat

La vapeur ayant chauffé la saumure au réchauffeur de saumure devient condensat s'accumulant dans le carter au fond du réchauffeur. Suivant ce niveau qui constitue le signal de contrôle, la vanne de réglage montée sur la ligne de condensat effectue le contrôle de débit. Pour la ligne d'eau refroidie, le contrôle est tel que décrit au paragraphe (1) ci-dessus.

La pureté du condensat est mesurée pour en réutiliser la plupart comme eau d'alimentation de la chaudière. Toute pureté inadéquate donne lieu à la mise hors système du condensat et sert à avertir des incidents sur le réchauffeur de saumure.

7.2.3 Ouvrage de prise et rejet d'eau

L'eau est prise à l'aide d'un système de prise d'eau profonde au large éloigné de 600 m de la côte. Elle est conduite par introduction libre, à travers les tuyaux de prise d'eau posés au fond de la mer, vers le puits (réservoir d'eau prise). Celui-ci est équipé d'une grille à barreaux et d'un tamis roulant pour éliminer les gros corps solides. Le chlore produit par l'électrolyse de l'eau de mer est injecté au point de prise pour stériliser l'eau de mer et éviter le dépôt d'organismes marins sur les tuyaux de prise d'eau et autres.

L'eau de mer à évacuer est stockée provisoirement dans le puisard (réservoir d'eau à évacuer) avec la saumure et l'eau refroidie. Elle est dégorgée par gravité au large distant de 400 m de la ligne côtière, à travers les tuyaux de décharge sous-marins. Le débouché est conçu de façon que l'effluent soit mélangé suffisamment avec l'eau de mer d'alentour. Un aperçu de la prise et rejet d'eau est donné à la figure 7-4.

7.2.4 Ouvrages de stockage et d'adduction d'eau

Le réservoir d'eau pure servant au stockage d'eau douce produite a une dimension correspondant à une durée de séjour de 30 minutes. L'eau douce y stockée est envoyée, après l'élévation de pression à la valeur requise par la pompe d'adduction d'eau, aux réseaux de distribution existants (voir le chapitre 9).

7.3 Spécifications des équipements

7.3.1 Installation de production d'eau (pour une unité constituante)

(1) Evaporateur

1) Section récupération de chaleur

- a. Type : en caisson rectangulaire à longs tubes
- b. Nombre d'étages : 30
- c. Nombre de modules : 3 (chacun à 10 étages)
- d. Dimensions principales

Chambre de vaporisation (pour un étage) :

1^{er} module : 3,3 m long x 12 m large x 4 m haut

2^e et 3^e modules : 3,3 m long x 16 m large x 4 m haut

Tube échangeur de chaleur (pour un module) :

∅ 19,0 mm x 1,0 mm ép. x 33 m long

e. Matériaux des composants principaux

Corps et diaphragme :

1^{er} module : tôle d'acier + revêtement
métallique inoxydable 316L

2^e et 3^e modules : tôle d'acier + revêtement en
résines époxydes

Plaque tubulaire de distillateur : tôle de laiton naval

Tube échangeur de chaleur : tube en laiton d'aluminium

Chambre d'eau de distillateur :

Côté 1^{er} étage : tôle d'acier + revêtement en
cupro-nickel 90/10

Autres : tôle d'acier + revêtement en
résines époxydes

f. Construction

La section récupération de chaleur est constituée par trois modules composés chacun de dix étages de chambres de vaporisation.

Le diaphragme sépare deux chambres de vaporisation contiguës de chaque module. La chambre de vaporisation comporte le plateau à eau distillé et le faisceau de tubes échangeurs de chaleur. Celui-ci se divise en 5 groupes de tubes de profil identique, munis chacun du plateau à eau distillé et montés dans chaque module, longitudinalement à des intervalles égaux. Les tubes échangeurs de chaleur sont fixés par évasement à la plaque tubulaire.

Chaque chambre de vaporisation a, sur l'enveloppe extérieure, un trou de visite, un regard d'inspection servant à la surveillance de l'état de fonctionnement intérieur ainsi que des indicateurs de niveau de saumure et d'eau dis-

tillée, avec un calorifugeage pratiqué sur la plaque extérieure pour empêcher la perte thermique.

2) Section dégagement de chaleur

a. Type : en caisson rectangulaire à longs tubes

b. Nombre d'étages : 3

c. Nombre de modules : 1

d. Dimensions principales

Chambre de vaporisation (pour un étage) :

5,7 m long x 16 m large x 4 m haut

Tube échangeur de chaleur :

φ16,0 mm x 0,4 mm ép. x 17,1 m long

e. Matériaux des composants principaux

Corps et diaphragme : tôle d'acier + revêtement en résines époxydes

Plaque tubulaire de distillateur : plaque de laiton naval

Tube échangeur de chaleur : tube de titane

Chambre d'eau de distillateur : tôle d'acier + revêtement en résines époxydes

f. Construction

La section dégagement de chaleur est constituée par un module composé de trois étages de chambres de vaporisation, avec la construction identique à la section récupération de chaleur.

(2) Réchauffeur de saumure

1) Type : échangeur de chaleur à calandre, type horizontal

2) Nombre : 1

3) Dimensions principales

Corps : diamètre du corps 3,4 m x 12,8 m long

Tube échangeur de chaleur : φ19,0 mm x 1,0 mm ép.

4) Matériaux des composants principaux

Corps : tôle d'acier

Tube échangeur de chaleur : tube de cupro-nickel 90/10

Plaque tubulaire : tôle de cupro-nickel 90/10

Chambre d'eau : tôle d'acier + revêtement en tôle de cupro-nickel 90/10

(3) Désaérateur

1) Type : colonne garnie à dépression

2) Nombre : 1

3) Performance de désaération :

20 ppb au plus en oxyde dissous

- 4) Dimensions principales : section 6 m long x 10,5 m large x 6,7 m haut
- 5) Matériaux des composants principaux
- Corps : tôle d'acier + revêtement en résines époxydes
- Pulvérisateur : acier inoxydable 316L
- Garnissage : polypropylène
- (4) Purgeur d'air
- 1) Ejecteur de vapeur
- Type : à trois étages en tandem
- 2) Condenseur d'aération
- a. Type : échangeur de chaleur à calandre, type horizontal
- b. Nombre : 1
- c. Dimensions principales :
- diamètre du corps ϕ 1,5 m environ x 11,8 m long
- 3) Condenseur à éjection
- a. Type : échangeur de chaleur à calandre, type horizontal
- b. Nombre : 1
- c. Dimensions principales :
- diamètre du corps ϕ 1,0 m environ x 8,8 m long
- (5) Equipement de nettoyage à boules
- 1) Filtre à boules : 1 ensemble
- 2) Collecteur de boules : 1 ensemble
- 3) Accessoires : boules, pompe et moteur
- (6) Pompes principales
- 1) Pompe d'alimentation en eau de mer
- a. Type : pompe à flux mixte à axe vertical
- b. Nombre : 1
- c. Capacité : 19 000 m³/h
- d. Hauteur totale d'élévation : 25 m
- e. Entraînement : turbiné à vapeur
- Le secours est assuré par un moteur électrique.
- f. Matériaux des composants principaux
- Corps : fonte résistante au nickel
- Rouet : fonte inoxydable 316L
- Arbre principal: acier inoxydable 316L
- 2) Pompe de circulation de saumure
- a. Type : pompe en caisson à flux mixte à axe vertical

- b. Nombre : 1
- c. Capacité : 17 600 m³/h
- d. Hauteur totale d'élévation : 50 m
- e. Entraînement : turbine à vapeur
- f. Matériaux des composants principaux
 - Corps : fonte inoxydable 316L
 - Rouet : fonte inoxydable 316L
 - Arbre principal: acier inoxydable 316L
 - Cylindre : tôle d'acier + revêtement en résines époxydes

3) Pompe d'évacuation de saumure

- a. Type : pompe en caisson à flux mixte à axe vertical
- b. Nombre : 1
- c. Capacité : 2 350 m³/h
- d. Hauteur totale d'élévation : 20 m
- e. Entraînement : moteur électrique
- f. Matériaux des composants principaux
 - Corps : fonte inoxydable 316L
 - Rouet : fonte inoxydable 316L
 - Arbre principal: acier inoxydable 316L
 - Cylindre : tôle d'acier + revêtement en résines époxydes

4) Pompe à eau distillée

- a. Type : pompe en caisson à flux mixte à axe vertical
- b. Nombre : 1
- c. Capacité : 2 500 m³/h
- d. Hauteur totale d'élévation : 20 m
- e. Entraînement : moteur électrique
- f. Matériaux des composants principaux
 - Corps : fonte inoxydable 304
 - Rouet : fonte inoxydable 304
 - Arbre principal: acier inoxydable 304
 - Cylindre : tôle d'acier + revêtement en résines époxydes

5) Pompe à condensat

- a. Type : pompe centrifuge à une ouïe à axe horizontal

- b. Nombre : 1
- c. Capacité : 312 m³/h
- d. Hauteur totale d'élévation : 35 m
- e. Entraînement : moteur électrique
- f. Matériaux des composants principaux
 - Corps : fonte
 - Rouet : fonte inoxydable 304
 - Arbre principal: acier inoxydable 304

(7) Tuyauterie

Fluide	Température de service	Matériaux
Eau de mer et saumure à basse température	34 °C au plus	tube d'acier + revêtement en mortier ou caoutchouc
Saumure à haute température	110 °C	tube d'acier + revêtement en cupro-nickel 90/10
Eau douce et condensat	32 °C, 120 °C	tube d'acier inox. 304
Vapeur	120 à 300 °C	tube d'acier

7.3.2 Ouvrage de prise et rejet d'eau

(1) Conduite de prise d'eau de mer

- Système : prise d'eau profonde
- Tuyau de prise d'eau :
 - ∅2 600 mm x 600 m long x 2 séries
- Matériaux : tube d'acier + revêtement en goudron et résines époxydes

(2) Puits de prise d'eau

- Réservoir souterrain en béton
- Capacité : 3 500 m³
- Accessoires : grille à barreaux, tamis roulant

(3) Equipement de production de chlore par électrolyse

- Cl₂ : 100 kg/h

(4) Puisard (réservoir d'eau à évacuer)

- Réservoir souterrain en béton
- Capacité : 2 400 m³

(5) Conduite de décharge

- Système : tuyaux sous-marins
- Dimensions des tuyaux :

Matériaux : ϕ 2 600 m x 400 m long x 2 séries
: tube d'acier + revêtement en goudron et
résines époxydes

7.3.3 Générateur de vapeur

- (1) Nombre : 6 unités
- (2) Type : extérieur à tubes d'eau
- (3) Quantité d'évaporation : 140 000 kg/h/unité
- (4) Pression de vapeur : 40 kg/cm² G
- (5) Température de vapeur : 300 °C
- (6) Combustible : gaz naturel
- (7) Dimensions principales : 14 m long x 6 m large x 9 m haut
- (8) Composants
 - Chaudière : 6 ens.
 - Equipement de combustion automatique : 6 ens.
 - Equipement de commande automatique : 6 ens.
 - Pompe d'alimentation en eau, turbine et moteur : 6 ens + 6 de réserve
 - Ventilateur soufflant, turbine et moteur : 6 ens.
 - Cheminée et conduit : 6 ens.

7.3.4 Installation de réception et transformation de l'électricité

(1) Poste de réception à haute tension

Tableau de réception à haute tension

- Nombre : 1
- Type : intérieur blindé
- Tension de régime : 66 kV

(2) Poste de transformation

Compte tenu de l'importance de l'Unité et pour que son fonctionnement ne soit pas affecté par l'impossibilité de réception à un circuit en panne, nous avons prévu une réserve correspondant à 100 % du nombre de transformateurs qui a été amené à 2 en conséquence.

1) Transformateur A

- Nombre : 2
- Type : extérieur à bain d'huile refroidi par air
- Capacité : 4 000 kVA
- Tension primaire : 60 kV
- Tension secondaire : 3,3 kV

- 2) Transformateur B
 Nombre : 2
 Type : extérieur à sec autorefroidi
 Tension primaire : 3,3 kV
 Tension secondaire : 380 V
- 3) Transformateur C
 Nombre : 2
 Type : extérieur à sec autorefroidi
 Tension primaire : 3,3 kV
 Tension secondaire : 220 V
- (3) Appareillage de commutation
- 1) Appareillage pour machines auxiliaires à haute tension
 Nombre : 22 tableaux
 Type : intérieur blindé
 Tension de régime : 3,3 kV
- 2) Appareillage pour machines auxiliaires à basse tension
 Nombre : 1 ensemble
 Type : tableau de distribution, type
 centre de commande intérieur
 Tension de régime : 380/220 V
- (4) Moteur électrique
 Type : extérieur entièrement fermé à cage
 d'écureuil à ventilateur extérieur
 Tension : 110 kW ou plus 3 300 V
 moins de 110 kW 380 V
 Isolement : 3 300 V ... classe B
 380 V ... classe E

7.3.5 Bâtiments

Les bâtiments principaux construits pour l'Unité sont les suivants:

- (1) Bâtiment administratif
 Dimensions approximatives :
 24 m long x 18 m large x 9,5 m haut
 Surface totale de plancher : 864 m²
 Construction : en béton armé à deux étages
- (2) Salle d'électricité et d'instrumentation
 Dimensions approximatives :
 24 m long x 45 m large x 9,5 m haut

Surface totale de plancher : 2 160 m²

Construction : en béton armé à deux étages

(3) Entrepôt-atelier d'entretien

Dimensions approximatives :

30 m long x 50 m large x 6 m haut

Surface totale de plancher : 1 500 m²

Construction : en béton armé à un étage

(4) Bâtiment de prise d'eau

Dimensions approximatives :

14 m long x 30 m large x 4 m haut

Surface totale de plancher : 420 m²

Construction : en béton armé à un étage

7.4 Implantation de l'Unité

La superficie requise pour l'Unité est de 81 000 m² (300 m x 270 m). L'implantation générale de l'Unité est montrée sur la figure 7-5.

7.4.1 Evaporateur

L'évaporateur se divise en quatre modules au total dont trois composés chacun de dix étages, soit en somme 30 étages, sont destinés à la section récupération de chaleur, et un composé de trois étages est réservé à la section dégagement de chaleur.

Comme montré sur le schéma d'implantation de l'unité (voir la figure 7-3), les modules sont disposés en fer à cheval pour faciliter l'entretien et inspection de l'Unité.

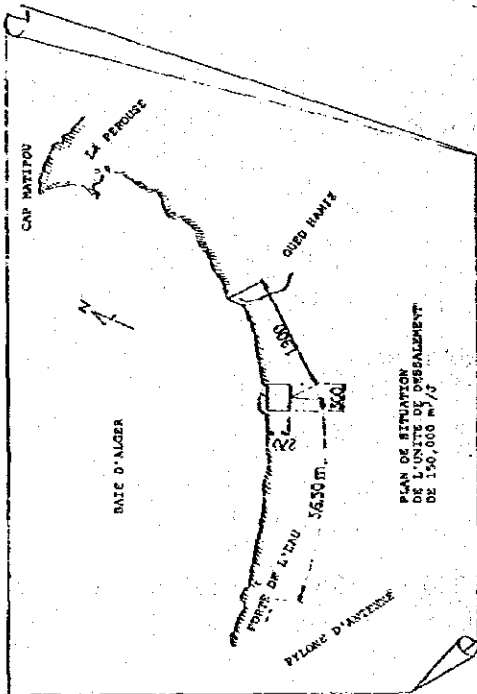
L'implantation tient compte de l'espace nécessaire à l'introduction sur place des tubes échangeurs de chaleur.

7.4.2 Pompes et installation d'injection de produits chimiques

Les grandes pompes (pompe de circulation de saumure, pompe à eau distillée et pompe d'évacuation de saumure) et l'installation d'injection de produits chimiques sont rangées en une seule ligne pour faciliter leur maintenance avec un portique installé. L'implantation a été conçue de façon à permettre la commutation sans délai des grandes pompes à celles de réserve et à faciliter le ravitaillement en produits chimiques de l'installation d'injection.

7.4.3 Implantation générale

Le centre de commande principal s'entourera des trois unités de dessalement, du générateur de vapeur et de l'installation d'adduction d'eau et comportera la salle de commande, les installations de réception et de transformation de l'électricité, etc. Il assurera ainsi le contrôle intégré de toute l'Unité.



1. PORTE
2. POSTE DE GARDIENNAGE
3. BATIMENT DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE
4. GARAGE
5. BUREAU PRINCIPAL
6. ATELIER
7. SALLE DES PIECES DE RECHANGE
8. RESERVOIR D'EAU PRODUITE
9. SALLE DE COMMANDE ET D'ELECTRICITE
10. SALLE DE GENERATION DE CHALEUR
11. PIECE D'EAU DE MER
12. RESERVOIR D'EAU A EVACUER

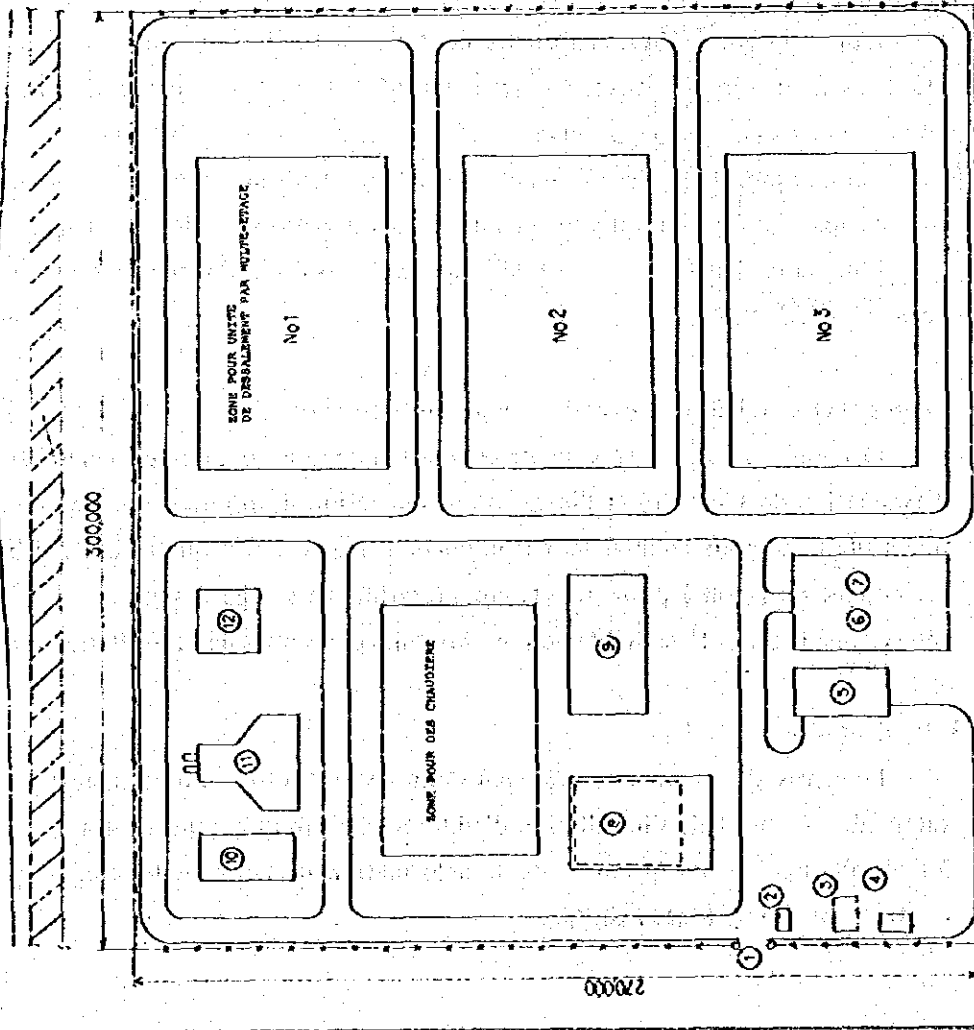
L'ETUDE DE FAISABILITE D'UNE USINE
PROJET DE DESALAIEMENT D'EAU DE MER
A ALGER

UNITE DE DESALAIEMENT D'EAU
DE MER PAR DISTILLATION

SCHEMA D'INSTALLATION

FIGURE N°1. 7-5.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



Le poste de gardiennage général constituera un bâtiment indépendant situé à l'entrée principale.

7.5 Programme de construction

La figure 7-6 montre le programme de construction en vue de la mise en service industriel de l'Unité au milieu de l'année 1986. Le programme prévoit pour l'année 1986, la mise en service industriel de l'unité n° 1 (capacité de production d'eau 50 000 m³/jour) en avril, de l'unité n° 2 à mi-mai et de l'unité n° 3 en juillet dont l'achèvement donne lieu au plein fonctionnement de l'Unité. Pour réaliser ce programme, il faut que le marché avec l'entrepreneur soit signé avant le début 1984.

La procédure à suivre après la présente F/S jusqu'à l'achèvement de l'Unité est citée en gros ci-après:

- (1) Etablissement du cahier des charges et rédaction du dossier d'appel d'offres
- (2) Appel d'offres, soumission et évaluation des soumissions
- (3) Choix de l'entrepreneur et passation du marché
- (4) Etudes
- (5) Fabrication des équipements et approvisionnement des matériaux
- (6) Travaux sur place
- (7) Mise en service, marche d'essai et essai de fonctionnement
- (8) Exploitation commerciale

Il faut en outre les opérations telles que l'acquisition du terrain, l'embauchage et formation professionnelle de la main-d'oeuvre, l'approvisionnement des utilités et produits chimiques.

7.5.1 Opérations jusqu'au choix de l'entrepreneur et à la passation du marché

Les opérations jusqu'au choix de l'entrepreneur et à la passation du marché doivent être menées par le réalisateur du projet de sa propre initiative, régulièrement dans un court délai, vu les opérations qui suivent à faire. A cet effet, le réalisateur du projet doit prendre des décisions rapides en tout temps. Pour maintenir une telle rapidité, il est nécessaire d'employer des conseillers spécialisés qui lui donnent des renseignements et conseils utiles et valables.

L'entrepreneur qui doit construire une aussi grande Unité à bref délai doit exceller dans les techniques spécifiques, connaître bien le pays client et avoir une bonne organisation d'engineering de projets permettant l'exécution systématique des travaux.

7.5.2 Construction de l'Unité

Une fois signé le marché avec l'entrepreneur, celui-ci assumera principalement la responsabilité du respect du programme suivant les instructions du réalisateur du projet. Toutefois, le programme lui-même étant minuté très strictement, il faut faciliter l'exécution des travaux par l'entrepreneur. A cet effet, le réalisateur du projet doit se réserver un pouvoir et responsabilité étendus en ce qui concerne le projet, donner sans délai les approbations nécessaires et accorder son appui puissant à l'entrepreneur dans les démarches auprès des autorités afin d'obtenir diverses autorisations et approbations prévues par les dispositions législatives et réglementaires.

Nos considérations sur les opérations prédominantes sont décrites ci-après:

(1) Etudes

Les études de l'Unité se divisent en les deux études : de base et de détail. L'étude de base a pour but de déterminer les spécifications des processus telles que le bilan d'écoulement massique, le bilan massique calorifique et l'implantation générale. L'étude de détail concerne la conception d'après la première des équipements, tuyauteries, électricité et instrumentation, génie civil et bâtiment. Le temps nécessaire aux études est estimé de 12 mois du commencement de l'étude de base jusqu'à la fin d'établissement de la quasi-totalité des plans d'exécution des équipements et travaux.

(2) Fabrication des équipements et approvisionnement des matériaux

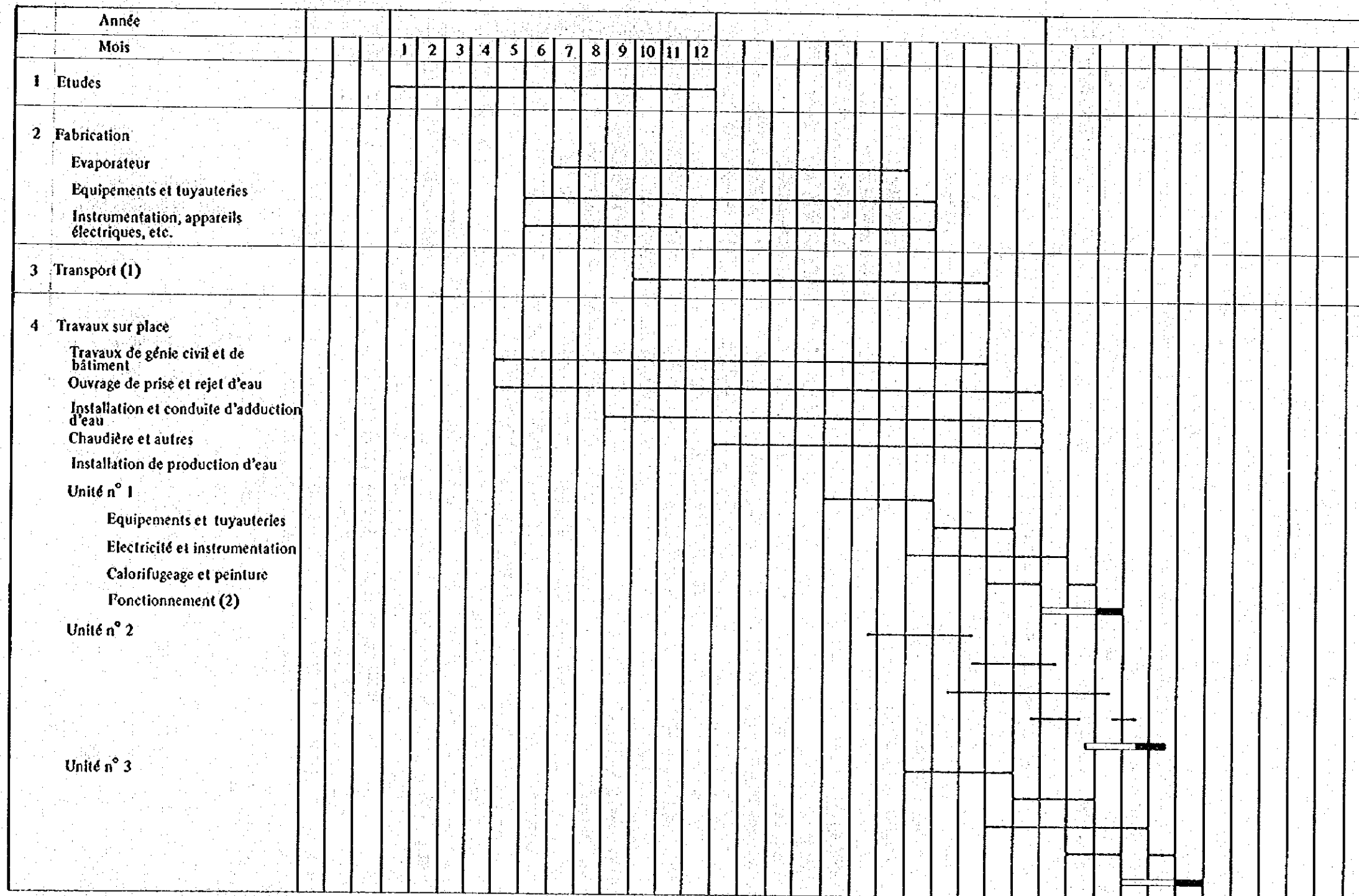
C'est l'évaporateur qui prend le temps le plus long dans la fabrication.

Pour la construction d'évaporateurs, la méthode qu'on adopte généralement ces dernières années consiste à transporter sur barge une remorque routière extra-lourde portant les produits finis et à la débarquer sur le quai proche du site de l'unité. Cette méthode n'est pas avantageuse pour le projet considéré. La plage devant le site de l'Unité étant étendue à pente douce, la construction d'un quai provisoire compromet le respect du programme et augmente les frais de construction. Ainsi, nous avons adopté la méthode de préfabrication consistant à monter sur place les demi-produits de fabrication en usine. Le délai de construction nécessaire pour une unité est de dix mois y compris le transport.

(3) Travaux sur place

1) Travaux de génie civil et de bâtiment

Il s'agit des divers travaux comprenant l'aménagement du terrain, la fondation des bâtiments, le revêtement des routes et la réalisation de l'espace vert. Ils doivent d'ailleurs précéder tous autres travaux. Le commencement de bonne heure des travaux de génie civil et de bâtiment est un facteur important pour l'avancement des travaux de construction comme prévu dans le programme. Le temps nécessaire pour ces travaux-là est estimé d'environ 18 mois. Il peut toutefois varier suivant les conditions géologiques du site. Pour le commencement de bonne



Note (1) Les matériels fabriqués à l'étranger sont expédiés à l'Algérie par bateau.

⇨ Mise en service et marche d'essai ■■■■ Essai de fonctionnement

Fig. 7-6 Programme de construction de l'unité de dessalement d'eau de mer par distillation à vaporisation instantanée par détente successive

heure des travaux et la réalisation de l'Unité dans le délai prévu, il faut donc effectuer la reconnaissance du sol le plus tôt possible.

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

Il demande les travaux sous-marins pour la quasitotalité et le temps le plus long (20 mois). Cet ouvrage qui doit être achevé avant la mise en service de l'unité d'évaporateur n° 1, règne effectivement sur l'avancement d'ensemble des travaux de construction. Le temps nécessaire donné ci-dessus à titre indicatif dépend des conditions géologiques sous-marines plus que les travaux du paragraphe 1) ne le font. Il faut donc une suffisante reconnaissance du sol préalable.

3) **Installation et conduite d'adduction d'eau**

Le délai de construction estimé à environ 16 mois ne pose pas de problème. Toutefois, il faut faire rapidement les démarches auprès des autorités en ce qui concerne la détermination de l'acheminement des conduites.

4) **Installation de production d'eau**

L'installation de production d'eau se divise en trois unités qui sont prévues pour s'achever à des intervalles de 1,5 mois. Le temps nécessaire pour une unité est de 10 mois. Aux derniers deux mois, les travaux de mise en service seront effectués parallèlement à ceux de construction.

5) **Mise en service, marche d'essai et essai de fonctionnement**

La durée prévue pour la mise en service et la marche d'essai est de deux mois, avec un mois réservé à l'essai de fonctionnement.

7.6. Organisation et planning du personnel

7.6.1 Organisation

Pour l'Unité de dessalement d'eau de mer par distillation à vaporisation instantanée par détentes successives ayant une capacité de 150 000 m³/jour, nous avons fixé, compte tenu des résultats de gestion de grandes usines similaires, à 69 personnes l'effectif principal qui doit assurer le fonctionnement de l'Unité. L'Unité dont le directeur est responsable en chef de la gestion, se compose des services administration, exploitation et maintenance qui fonctionnent respectivement sous la conduite directe d'un responsable.

Les services sont organisés comme suit:

(1) **Service administration (11 personnes)**

Un responsable, six employés de bureau et quatre gardiens

(2) **Service exploitation (43 personnes)**

Les 43 personnes pour l'exploitation comprennent un responsable, quatre équipes de dix opérateurs (un chef d'équipe et neuf opérateurs) et deux analystes. Ainsi, l'Unité est conduite normalement par dix opérateurs dont le chef d'équipe seul doit posséder une certaine technique concernant le dessalement d'eau de mer, le reste de neuf opérateurs n'ayant qu'à surveiller le fonctionnement.

(3) Service maintenance (14 personnes)

Quatorze personnes chargées de la maintenance comprennent un responsable pour chacune des sections mécanique, électricité et instrumentation, avec 11 exécutants. Elles n'ont pas besoin de posséder une technique d'ordre supérieur, spécifique au dessalement d'eau de mer. Il leur suffit de la technique de maintenance et contrôle requise par les usines ordinaires.

Le personnel mentionné ci-dessus est celui qui doit constituer le noyau de l'Unité dans sa gestion. Il ne comprend pas le personnel nécessaire au travail de manoeuvre quotidien, au service spécial comme chauffeur, et à la réparation périodique. Le tableau 7-1 montre l'organigramme de l'Unité.

7.6.2 Planning du personnel

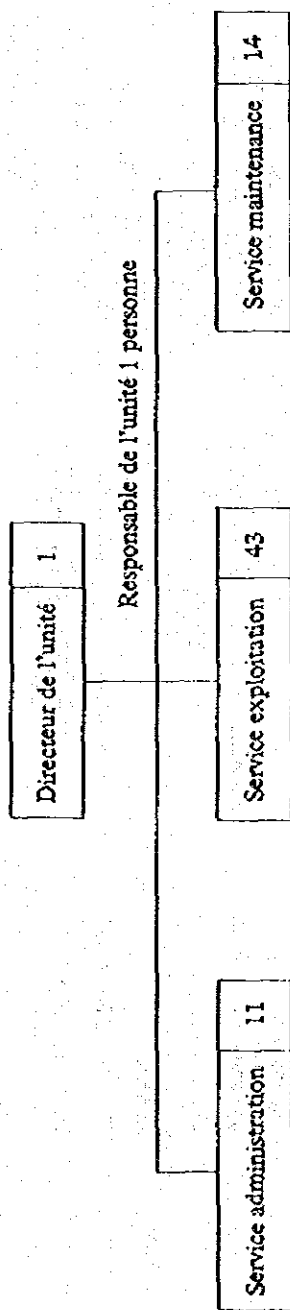
Le planning du personnel de l'Unité de dessalement d'eau de mer a été établi dans la supposition que la signature du marché pour le projet soit faite au début de l'année 1984, et la mise en plein fonctionnement de l'Unité en juillet 1986.

L'appel d'offres, l'évaluation des soumissions et les négociations pendant la période avant la signature du marché sont supposés faits par les agents du ministère de l'Hydraulique en collaboration avec des conseillers extérieurs. Il est souhaitable que certains des agents chargés du suivi du projet soient le pivot futur de la gestion de l'Unité. De même, le personnel qui constitue le noyau de l'Unité dans sa conception, construction, exploitation et gestion devra participer aux travaux de création de l'Unité. Il s'agit de 13 personnes au total, à savoir, le directeur, quatre chefs de service, un responsable de l'administration et un employé de bureau qui doivent y participer pendant la période après la signature du marché jusqu'au début 1984 où est prévu le commencement de son exécution, et sept contremaîtres qui doivent s'ajouter avant le mois de juillet 1984. Sauf celui mentionné ci-dessus, le personnel devra être embauché successivement pour engager la moitié, soit 28 personnes, avant le mois de juillet 1985 et l'autre moitié avant la fin octobre 1985, soit deux mois avant la mise en exploitation de l'unité n° 1. Les qualités requises pour le personnel sont telles qu'indiquées sur le tableau 7-2.

Les techniciens, contremaîtres, opérateurs et autres personnes qui assurent le fonctionnement de l'Unité de dessalement d'eau de mer sublront, avant la mise en exploitation commerciale de celle-ci, la formation professionnelle à l'étranger et en Algérie pour acquérir les connaissances nécessaires et s'entraîner à l'exploitation par la pratique chez des usines de démonstration. La formation à l'étranger sera effectuée sur la moitié des techniciens, opérateurs et contremaîtres pendant environ deux mois pour se terminer au plus tard avant le mois de juillet 1985. Les grandes lignes du programme de formation sont les suivantes:

- (1) Orientation
- (2) Cours technique élémentaire
- (3) Cours général sur la technologie de dessalement d'eau de mer

Tableau 7-1 Organigramme



Responsable de l'administration	1 personne	Responsable de l'exploitation	1 personne	Responsable de la maintenance (mécanicien)	1 personne
Employés de bureau	6 personnes	Chef d'équipe	1 x 4 personnes	Electricien	1 personne
Gardien	1 x 4 personnes	Opérateur	9 x 4 personnes	Technicien d'instrumentation	1 personne
		Analyste	2 personnes	Ouvrier-mécanicien	5 personnes
				Ouvrier électricité-instrumentation	4 personnes
				Magasinier	2 personnes

Tableau 7-2 Qualités requises pour le personnel

	Personnel	Qualités		Fonction à assurer
		Diplôme de	Expérience	
Service administration	Responsable de l'administration	Lycée supérieur	Au moins 5 ans	Administration d'ensemble de l'unité
	Employé de bureau	Lycée supérieur		Travaux administratifs
	Responsable de l'exploitation	Université	Au moins 3 ans d'expérience dans l'exploitation d'usines	Contrôle d'exploitation
Service exploitation	Chef d'équipe	Lycée supérieur	Au moins 3 ans d'expérience dans l'exploitation d'usines	Direction de l'équipe d'exploitation
	Opérateur	Lycée supérieur	Au moins 1 an d'expérience dans l'exploitation d'usines	Exploitation
	Analyste	Lycée supérieur	Au moins 1 an d'expérience dans l'analyse chimique	Analyse chimique pour le contrôle d'exploitation
Service maintenance	Technicien Mécanique/Électricité/Instrumentation	Université	Au moins 1 an d'expérience dans la maintenance en charge	Direction de la maintenance
	Ouvrier Mécanique/Électricité/Instrumentation	Lycée supérieur	Au moins 6 mois d'expérience dans l'exécution des travaux en charge	Travaux de maintenance
	Magasinier	-		Manutention dans le magasin

- (4) Cours sur les installations et systèmes d'une usine de dessalement d'eau de mer
- (5) Exercice pratique en usine
- (6) Cours sur les procédés d'exploitation et maintenance
- (7) Entraînement par simulateur

Le personnel ayant subi la formation à l'étranger assumera la fonction de leader ou partenaire de l'autre moitié des opérateurs à embaucher ultérieurement et participera aux travaux sur place pour apprendre divers services. Par surcroît, six mois avant la mise en plein fonctionnement de l'Unité, tout son effectif subira la formation en Algérie durant environ deux mois en vue de bien connaître l'exploitation.

Avant la mise en service de l'unité n° 1 au début 1986, l'effectif suivra l'enseignement sur le mode opératoire des différents équipements et instruments de mesure, la notice d'exploitation, etc. et sera expérimenté dans le service en charge par l'exploitation effective de l'Unité, effectuée parallèlement. Des spécialistes détachés par les fournisseurs assureront la formation professionnelle et l'assistance à l'exploitation décrites ci-dessus. Le personnel emmagasinera davantage la technique et le know-how d'exploitation suivant le démarrage des unités n° 2 et 3. Ainsi, la formation professionnelle aura pour objectif de permettre aux opérateurs l'exploitation de l'Unité en pleine charge à partir du mois de juillet 1986.

Pendant un an après la mise en plein fonctionnement, un spécialiste restera sur place pour servir de superviseur et assurer l'assistance à l'exploitation. Ce superviseur sera détaché par un contrat séparé d'envoi de superviseur.

()

()

Chapitre 8

Etude conceptuelle de l'Unité de dessalement par osmose inverse

Chapitre 8. Etude conceptuelle de l'Unité de dessalement par osmose inverse

8.1 Spécifications générales

(1) Spécifications de l'Unité

Procédé : dessalement à un étage par osmose inverse

Capacité de production d'eau douce : 150 000 m³/jour

Nombre d'unités constituant : 1

Installation d'osmose inverse :

10 unités (capacité 15 000 m³/jour chacune)

Installation de prétraitement :

4 unités (capacité 107 000 m³/jour chacune)

Qualité de l'eau produite :

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

Bilan des eaux :

Prise : 461 000 m³/jour

Alimentation aux modules RO : 429 000 m³/jour

Production d'eau : 150 000 m³/jour

Rejet : 311 000 m³/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/cm²

Taux de récupération : 35%

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

4 au plus

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

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

Cl₂ de l'eau d'alimentation : 1,0 mg/litre au plus

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

(2) Composition de l'Unité

Installation de prétraitement

Installation d'osmose inverse :

Module d'osmose inverse

Pompe à haute pression

Turbine de récupération de force motrice

Ouvrage de prise et rejet d'eau
Installation d'adduction d'eau produite
Installation de lavage des membranes
Installation de traitement des eaux résiduaires
Installation d'injection de produits chimiques
Installation de réception et transformation de l'électricité

(3) Utilités et produits chimiques

Electricité : 38 000 kW

Produits chimiques : les produits chimiques principaux à utiliser sont l'acide sulfurique de 98% et la solution de chlorure ferrique de 40% dont le détail est donné au paragraphe 8.2.2 (7) ci-après. Ils seront stockés dans un réservoir pouvant contenir une quantité correspondant à un mois d'utilisation.

8.2 Description générale du procédé

8.2.1 Considérations ayant dirigé la conception

L'Unité a une capacité totale de production d'eau douce élevée à 150 000 m³/jour. Le prétraitement se divise en quatre trains et l'osmose inverse en dix trains, chaque train pouvant fonctionner indépendamment. Le fonctionnement de l'Unité est représenté schématiquement à la figure 8-1.

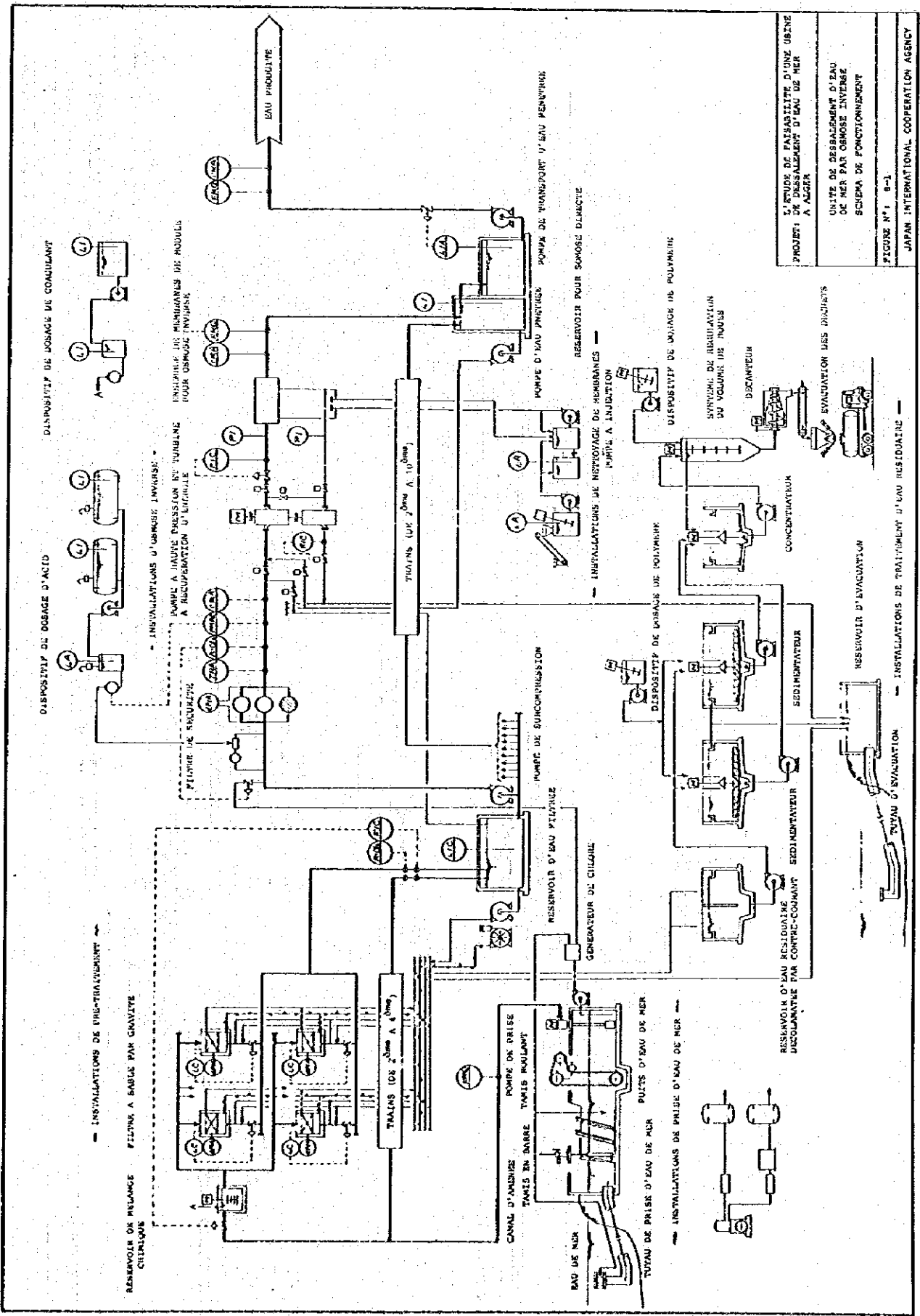
Son bilan des eaux (bilan massique) est tel qu'indiqué à la figure 8-2.

Les caractéristiques de l'Unité et les considérations ayant dirigé sa conception sont les suivantes:

(1) Nombre et capacité des unités constituantes

Chaque unité constituante de l'installation d'osmose inverse est munie d'une pompe à haute pression et d'un équipement de récupération d'énergie. Plus la capacité de ces pompes est grande, plus leur rendement augmente. Cela permet de réduire le nombre d'étages nécessaires et donc les frais de construction. La dimension des pompes étant toutefois limitée par les exigences de fabrication, la présente F/S a adopté une pompe ayant un débit de 30 m³/min et une hauteur d'élévation de 670 m CE. Une capacité pareille est déjà réalisée dans d'autres domaines, par exemple pour la pompe d'alimentation de la chaudière et la pompe d'injection d'eau de mer pour exploitation des mines pétrolières.

Cette pompe refoule 15 000 m³/jour d'eau produite au taux de récupération de 35%. L'Unité sera donc composée de dix unités constituantes ayant chacune une capacité de 15 000 m³/jour. Le réglage du nombre d'unités en fonctionnement permet de varier la production d'eau journalière à des intervalles de 10% en taux de charge, suivant le besoin, à partir du maximum de 150 000 m³/jour.

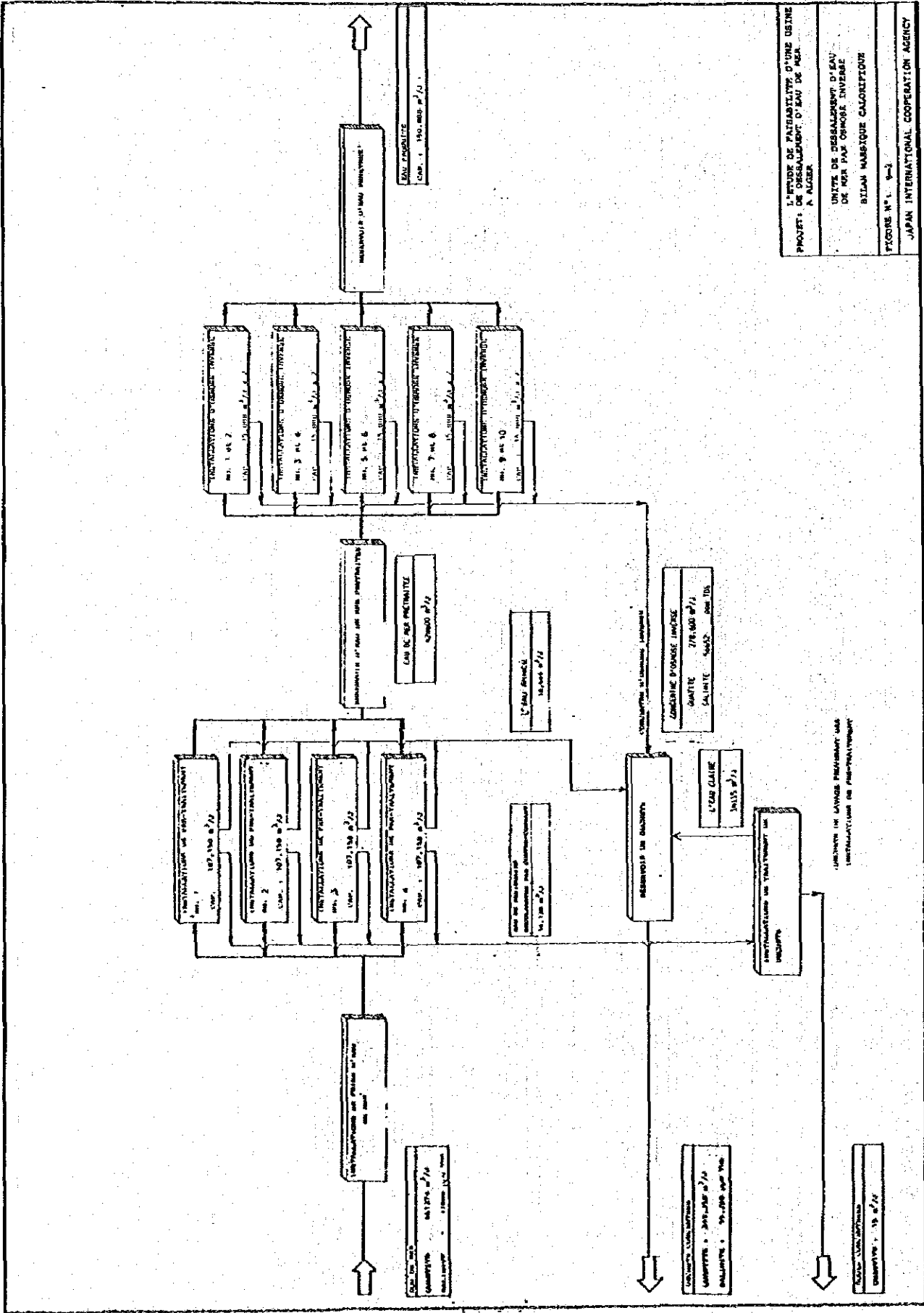


ETUDE DE FEASIBILITE D'UNE USINE
PROJET DE DESALTEMENT D'EAU DE MER
A ALGER

UNITE DE DESALTEMENT D'EAU
DE MER PAR OSMOSE INVERSE
SCHEMA DE FONCTIONNEMENT

FIGURE N° 1, B-1

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



L'ETUDE DE FIDABILITE D'UNE USINE
 PROJET DE DESALUMINATION D'EAU DE MER
 A ALGER

UNITE DE DESALUMINATION D'EAU
 DE MER PAR OSMOSE INVERSE

BILAN MASSIQUE CALORIFIQUE

FIGURE N° 1. 9-3

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

(2) Prétraitement

D'après l'analyse de l'eau de mer prise à proximité du site, l'eau est relativement limpide, présentant une turbidité de 0,5 à 1,5 mg/litre. De ce fait, nous avons adopté le prétraitement par coagulation en ligne.

Le volume d'eau de mer à prétraiter est aussi grand que d'environ 460 000 m³/jour. Dans cette condition, il est économique d'utiliser le filtre par gravité en béton qui s'emploie largement, par exemple aux stations de traitement (traitement d'eau brute du barrage pour obtenir l'eau de robinet). Il est d'ailleurs d'exploitation et contrôle aisés. Le filtre sous pression s'emploie souvent aux installations à échelle plus petite. L'Unité aurait besoin de plus de 75 unités de ce filtre dont la capacité unitaire maximale est d'environ 7 000 m³/jour. Il ne convient donc pas à l'Unité.

Le filtre par gravité ne nécessite pas de pompe et la construction en béton lui assure une bonne durabilité.

(3) Equipement de récupération d'énergie

La plupart des installations de dessalement d'eau de mer réalisées dernièrement sont munies d'un équipement de récupération d'énergie en vue de réduire la consommation d'électricité. La saumure sortant des modules d'osmose inverse est conduite dans la turbine de récupération d'énergie. L'énergie que possède sa pression y est convertie en l'énergie de rotation qui doit faire partie de la force motrice nécessaire à l'entraînement de la pompe à haute pression. La turbine de récupération d'énergie a les types variés dont Francis, Pelton et turbo-pompe. C'est la turbine Francis qui convient aux grandes installations. Comme mentionné plus haut au paragraphe (1), elle présente un rendement très grand et récupère une grande force motrice.

(4) Conditions d'exploitation de l'installation d'osmose inverse

1) Taux de récupération

Plus le taux de récupération est élevé, plus la quantité d'eau d'alimentation des modules est faible et la consommation d'électricité diminue. En revanche, cela augmente la concentration de la saumure et soulève le problème d'entartrage. De plus, la hausse de la pression osmotique par suite demande l'élévation de la pression de fonctionnement ou l'augmentation du nombre de modules. Dans le cas de grandes installations pour lesquelles le prix unitaire d'électricité est relativement bas et le rendement de récupération d'énergie est élevé, il est préférable de limiter le taux de récupération à une valeur plus ou moins faible. Par ailleurs, la quantité totale de matières dissoutes (TDS) de l'eau de mer à dessaler par l'Unité est de 37 000 mg/litres. Elle est légèrement plus grande que l'eau de mer standard. Compte tenu des facteurs ci-dessus mentionnés, nous avons fixé le taux de récupération à 35 %.

2) Pression de fonctionnement

Plus la pression de fonctionnement est élevée, plus la consommation d'électricité augmente. En revanche, cela réduit le nombre de modules ainsi que les frais de construction et ceux de remplacement des membranes (compris dans les frais de réparation). Par ailleurs, plus la pression de fonctionnement est élevée, plus le taux d'élimination de sels des membranes augmente. Cela améliore la qualité d'eau, mais accélère la compaction des membranes, entraînant souvent la diminution de débit.

Pour les pays où l'électricité est disponible à bas prix unitaire, il est préférable de mettre le taux de récupération bas, la pression de fonctionnement élevé et le nombre de modules réduit. La présente F/S a donné la pression de fonctionnement une valeur relativement haute, variable entre 60 kg/cm² et 65 kg/cm².

(5) Automatisation

L'installation d'osmose inverse est relativement facile à automatiser, ce qui permet de diminuer le nombre de personnel d'exploitation. A certaines installations existantes, la mise en marche et arrêt est complètement automatique suivant le besoin en eau.

L'installation considérée est conçue de façon qu'on n'ait qu'à appuyer sur le bouton-poussoir pour la mettre, automatiquement par microprocesseur, sous les conditions de fonctionnement requises. Au démarrage, elle suit une procédure légèrement compliquée pour la commutation de la pompe à haute pression à la turbine de récupération de chaleur. Le réglage, indication et enregistrement de débit, de pression, etc. des modules d'osmose inverse sont télécommandés à partir du tableau de commande dans la salle de commande.

(6) Protection de l'environnement

1) Diffusion de l'eau de mer concentrée

L'eau de mer concentrée sortant des modules d'osmose inverse présente une teneur en sels de 56 900 mg/litre et une densité de 1 045 (20 °C). Ces deux valeurs sont plus grandes que l'eau de mer d'alentour. L'eau concentrée dégorgée dans tel état se précipite et s'arrête au fond de la mer pour y former une couche à haute densité qui peut affecter les organismes sous-marins.

La teneur en sels de l'eau de mer est généralement variable dans une large mesure, suivant le changement du débit entrant d'eau de rivière, la précipitation, la profondeur et la distance de la côte. Ainsi, il n'y aurait aucun problème si la différence de concentration avec l'eau d'alentour est de moins de 2 000 mg/litre environ.

Pour la dilution par mélange de l'effluent concentré avec l'eau de mer d'alentour, la méthode optimale est le mélange vertical sous-marin utilisé par la présente étude. Le calcul à la simulation de diffusion permet d'obtenir la répartition des teneurs en sels lors du dégorgeement de l'eau de mer concentrée.

Nous avons examiné la diffusion dans le cas où une quantité d'environ 300 000

m³/jour d'eau de mer concentrée est soumise à un dégorgeant ascendant par l'ouvrage de rejet d'eau prévu par la présente étude conceptuelle. Il en a résulté que l'effluent concentré est dilué à peu près à 1/10 à l'arrivée au fond de la mer, présentant une différence de teneur en sels avec l'eau de mer d'environ 1 990 mg/litre. Son rayon d'action se borne dans un rayon d'environ 20 m autour du débouché. Cette condition ne pose aucun problème sur l'environnement.

2) Dégorgeant de l'effluent de décolmatage par contre-courant

Comme décrit au paragraphe 8.2.2 (6), l'effluent de décolmatage par contre-courant provenant du filtre de l'installation de prétraitement est concentré dans les cuves de coagulation et de concentration. Par surcroît, le déshydrateur en fait un gâteau ayant une teneur d'eau de 85%.

Le gâteau est mis hors site par camion (15 tonnes par jour) et jeté sous terre. Le gâteau dont le composant principal est l'hydrate de peroxyde de fer n'affecte pas l'environnement.

Pour les eaux claires obtenues dans les cuves de coagulation et de concentration, on peut limiter les matières en suspension à moins de 1 mg/litre, ce qui satisfait aux dispositions réglementaires sur l'environnement.

3) Protection contre le bruit

Le plus grand générateur de bruit dans l'installation d'osmose inverse se trouve autour de la pompe à haute pression (pompe, turbine et moteur). La turbine de récupération d'énergie a pour effet de modérer le son à haute fréquence produit lorsque la haute pression de l'eau de mer est abaissée.

Le grand moteur de 2 550 kW, dont le nombre de tours est de 3 000 tr/mn, fait estimer que le niveau de bruit autour de la pompe à haute pression est de l'ordre de 120 décibels. La salle des pompes à haute pression dans le bâtiment d'osmose inverse subit une insonorisation complète en parpaing de béton. Par ailleurs, l'implantation prévoit que le bâtiment d'osmose inverse lui-même se situe au centre de l'Unité, suffisamment distant de la clôture de celle-ci. Ces mesures préventives permettent de maintenir le niveau de bruit aux limites de l'Unité à moins de 50 décibels, à la valeur qui n'exerce aucune incidence sur l'environnement.

Il n'y a pas de problème pour les autres pompes : de prise d'eau, de surcompression, d'adduction d'eau produite, etc. ayant une faible capacité et mises dans la salle des pompes.

8.2.2 Description du procédé

(1) Installation de prétraitement

L'installation de prétraitement est mise en place afin d'éliminer préalablement de l'eau de mer, les matières nuisibles aux membranes d'osmose inverse. Elle assure les

fonctions suivantes:

- 1) Élimination des matières polluantes des membranes -- coagulation et filtration
- 2) Protection contre la détérioration chimique des membranes -- contrôle du pH
- 3) Élimination des matières déposées sur les membranes -- contrôle du pH
- 4) Prévention du dépôt de boue - chloruration

Ces opérations contrôlent la qualité de l'eau de mer apportée aux membranes d'osmose inverse, en mettant le FI à moins de 4, le pH à 6,0-6,5 et le chlorure résiduel à 0,2-1,0 mg/litre.

Le prétraitement se compose de quatre trains ayant chacun une capacité de 112 500 m³/jour et pouvant fonctionner indépendamment.

L'eau de mer chlorurée dans le puits de prise d'eau est envoyée par quatre pompes de prise d'eau, à un débit déterminé (450 000 m³/jour) au bassin d'homogénéisation, où une dose d'environ 1,5 mg/litre (en Fe) de chlorure ferrique est injectée pour la floculation.

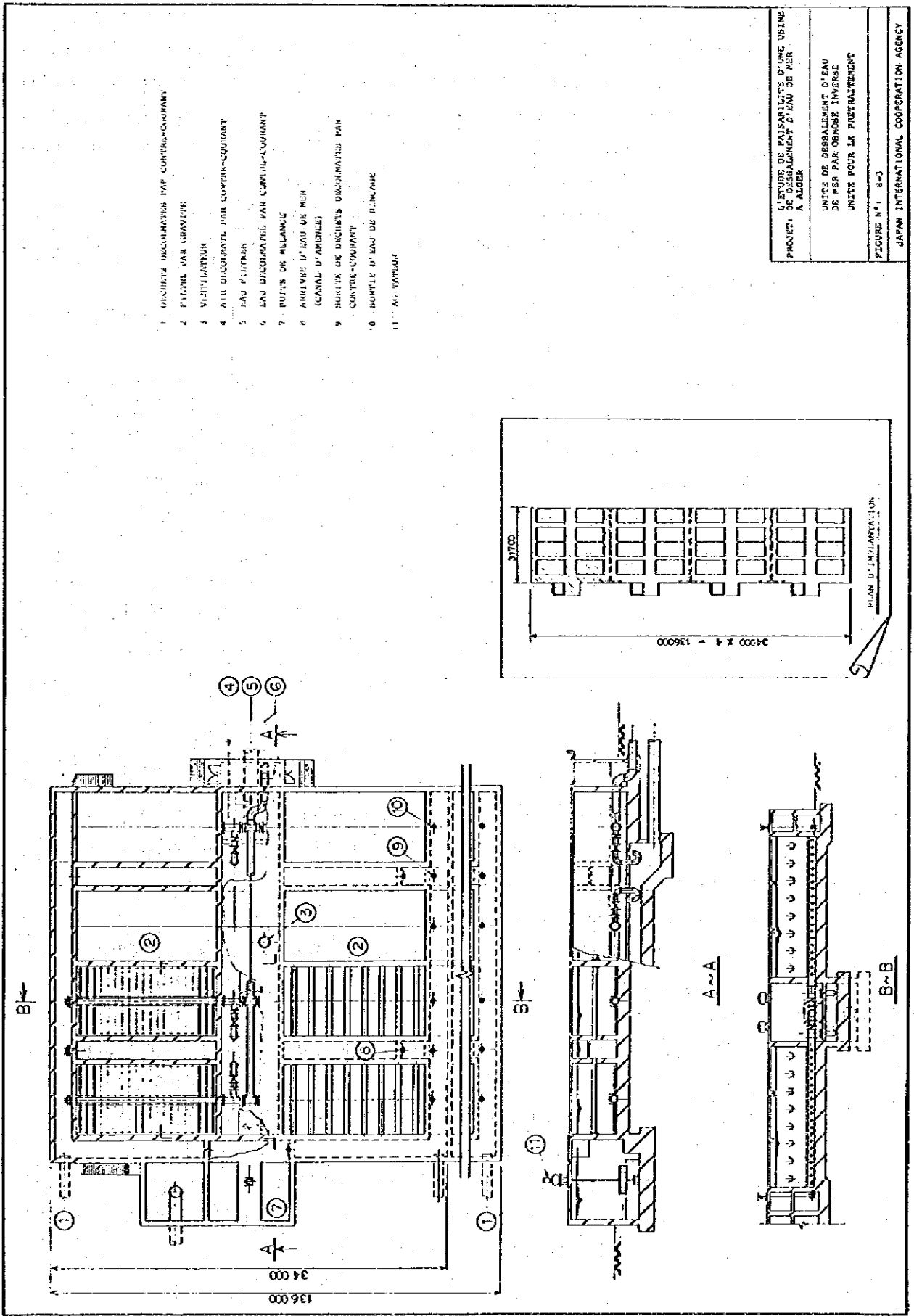
Ensuite, l'eau de mer s'écoule par gravité à partir du bassin d'homogénéisation jusqu'au filtre par gravité. Le filtre se compose au total de 32 filtres (4 trains x 8 lignes).

Le filtre est constitué par deux couches de sable et d'anthracite. La vitesse de filtration est de 200 m/jour. Suivant l'avancement de la filtration, la pression différentielle s'élève et le débit de filtration diminue. Ainsi, chaque filtre se met automatiquement au décolmatage par contre-courant périodiquement à des intervalles de 24 heures. Huit filtres d'un train se lavent donc successivement toutes les trois heures.

Le décolmatage par contre-courant est effectué suivant, dans l'ordre d'énumération, les processus de vidange d'eau, lavage par retour d'air, lavage par retour d'eau filtrée et rinçage. Le temps nécessaire est d'environ une heure. Les eaux résiduaires de décolmatage par contre-courant sont envoyées au réservoir spécifique (réservoir d'eau résiduaire de décolmatage par contre-courant) et celles de rinçage au puisard (réservoir d'évacuation). Le lavage par retour d'eau filtrée est effectué à une vitesse de 720 m/jour pendant huit à dix minutes.

L'eau filtrée est envoyée au réservoir d'eau filtrée ayant une durée de séjour d'environ 30 minutes. L'eau filtrée juste après le décolmatage par contre-courant présente une qualité médiocre. Cependant, elle est mélangée, dans le réservoir d'eau filtrée, avec l'eau filtrée de bonne qualité provenant d'autres filtres. Cela permet d'apporter aux modules d'osmose inverse une eau prétraitée de FI inférieur à quatre.

L'installation de prétraitement est représentée schématiquement à la figure 8-3.



1. MACHINE DISCONTINUÉE PAR CONTRÔLE-COURANT
2. FILTRES À AIR GRANULÉS
3. MULTIMÉTRER
4. AIR DISCONTINUÉ PAR CONTRÔLE-COURANT
5. L'EAU PLEIN
6. L'EAU DISCONTINUÉE PAR CONTRÔLE-COURANT
7. PUISEUR DE MÉLANGE
8. ARRIVÉE D'EAU DE MER (CANAL D'ARRIVÉE)
9. BOUTEILLE DE DÉCHETS DISCONTINUÉE PAR CONTRÔLE-COURANT
10. BOUTEILLE D'EAU DE BUREAU
11. ALIMENTATION

L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UNE USINE
 PROJET DE DÉSALEZANT D'EAU DE MER
 À ALGER

UNITÉ DE DÉSALEZANT D'EAU
 DE MER PAR OSMOSE INVERSE

UNITÉ POUR LE FRACTIONNEMENT

FIGURE N° 1 B-3

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

(2) Installation d'osmose inverse

L'eau prétraitée provenant du réservoir d'eau filtrée subit l'élévation de pression par la pompe de surcompression. A travers le filtre de sécurité, elle est conduite vers la pompe à haute pression où elle est mise sous la pression de 67 kg/cm^2 . Elle est ensuite apportée aux modules d'osmose inverse. L'acide sulfurique est injecté à la sortie de la pompe de surcompression pour contrôler le pH de l'eau de mer à 6,0-6,5.

Les modules d'osmose inverse rapportent une quantité d'eau dessalée correspondant à 35% de l'alimentation. Le reste de 65% est évacué comme saumure concentrée et envoyé à la turbine de récupération d'énergie.

La pression et le débit des modules d'osmose inverse sont contrôlés respectivement par la soupape régulatrice et la vanne de réglage.

Le filtre en cartouche, la pompe à haute pression et les modules d'osmose inverse sont mis dans un même bâtiment. Un tableau de surveillance et contrôle est installé dans la salle de commande du bâtiment pour permettre la surveillance et contrôle des différents instruments de mesure, ainsi que la commande de marche-arrêt.

L'installation d'osmose inverse est représentée schématiquement à la figure 8-4.

1) Pompe de surcompression

La pompe de surcompression est utilisée pour envoyer l'eau de mer du réservoir d'eau filtrée vers la pompe à haute pression. Le filtre de sécurité étant monté à un point intermédiaire sur cette canalisation, la pompe doit avoir une pression de refoulement d'au moins 20 m CE. Elle est installée dans la salle des pompes voisine du réservoir d'eau filtrée.

2) Filtre de sécurité

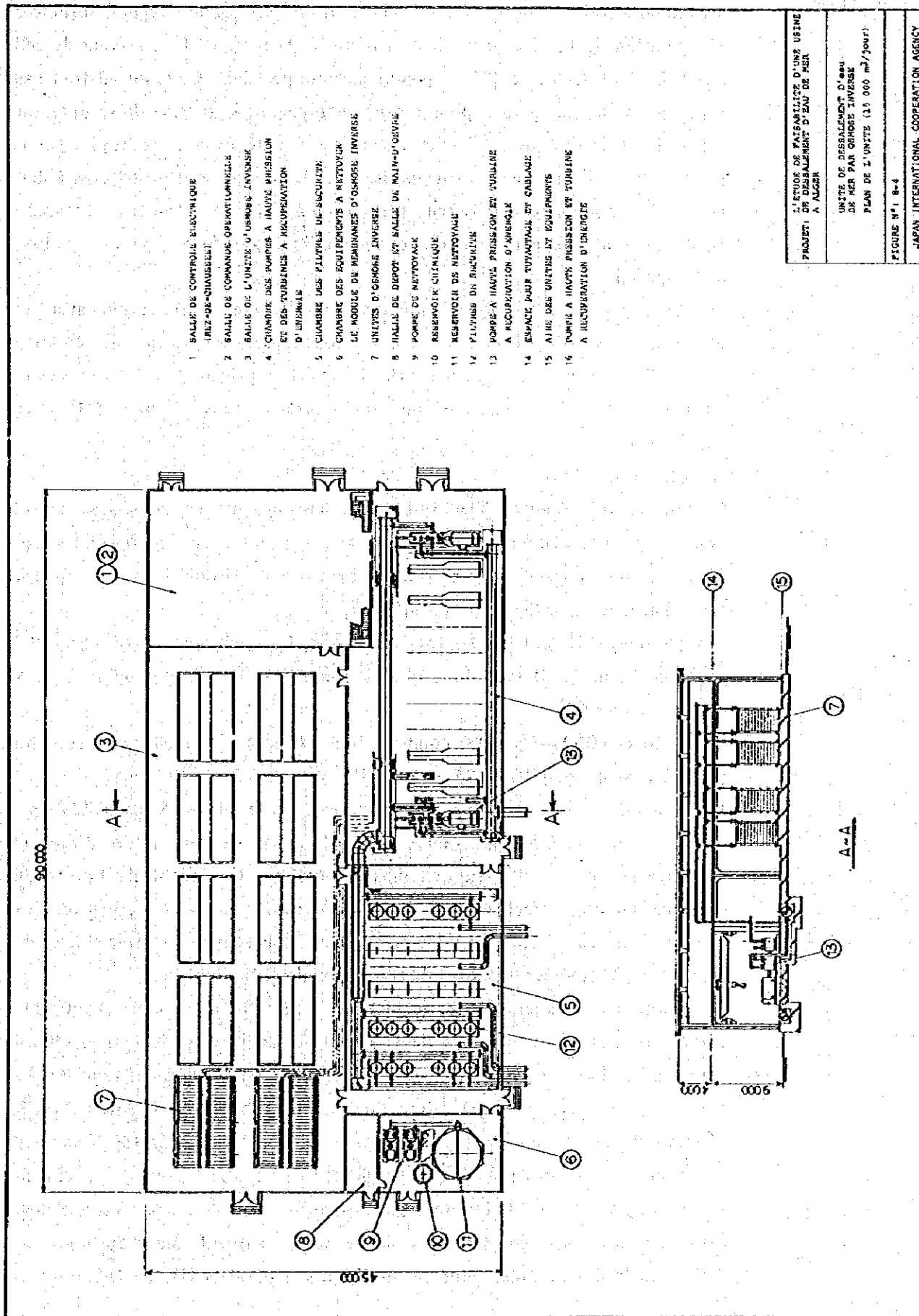
L'eau de mer prétraitée est très limpide et dépourvue presque complètement de matières en suspension. Le filtre de sécurité est installé sur la canalisation d'alimentation pour que le fer en fuite du filtre et les corps étrangers mélangés dans le réservoir d'eau ne pénètrent pas dans la pompe à haute pression et les modules d'osmose inverse.

Le filtre de sécurité à utiliser est du type permettant sa régénération par lavage. L'élément filtrant intérieur à une maille de dix microns est mis dans un carter inoxydable.

Chaque unité a trois filtres. La filtration est effectuée par deux filtres dont un est commuté au troisième, lorsque la pression différentielle a été à la valeur requise. Tout filtre bouché est soumis à la régénération par lavage à l'air et à l'eau qui s'effectue automatiquement.

3) Pompe à haute pression et turbine de récupération de force motrice

L'eau de mer est mise sous une pression de 67 kg/cm^2 par la pompe à haute pression et envoyée aux modules d'osmose inverse.



La saumure sortant des modules d'osmose inverse est conduite vers la turbine de récupération de force motrice qui en récupère la force motrice servant de celle auxiliaire à l'entraînement de la pompe à haute pression. Cette installation a sur un même soubassement, la pompe à haute pression, la turbine de récupération d'énergie et le moteur rangés dans l'ordre d'énumération et accouplés par un même arbre. La pompe à haute pression et la turbine sont centrifuges à deux étages. Leur rendement respectif est d'au moins 85% aux conditions optimales. Le matériau de leur partie en contact avec le liquide est SUS 316 ou acier inoxydable spécial.

Le fonctionnement de l'installation est complètement automatique, avec une légère complexité dans la commutation des soupapes ou vannes après le démarrage jusqu'à l'entrée en régime permanent. Il s'arrête automatiquement dans les cas d'urgence tels que la baisse de niveau du réservoir d'eau filtrée et la valeur anormale du pH.

4) Module d'osmose inverse

Comme mentionné au chapitre 4, il y a plusieurs modules commercialisés pour le dessalement d'eau de mer à un étage. Par type, ils sont divisés en gros en les types à fibre creuse et spiral, étant regroupés selon le matériau de la membrane en les types à acétate de cellulose et non acétatée.

Ces modules diffèrent par les caractéristiques, les conditions d'utilisation et le mode opératoire. Il faut donc que la conception de l'Unité soit adaptée au module employé.

Une unité (15 000 m³/jour) se compose de deux blocs. Chaque bloc est constitué par 317 modules empilés en 25 rangs à 13 étages.

La membrane d'osmose inverse est caractérisée par le fait que sa capacité de production d'eau tend à augmenter suivant l'élévation de température d'eau et à diminuer suivant l'écoulement de temps d'utilisation. Cependant, il est préférable dans l'exploitation effective de maintenir constants le volume de production d'eau et le taux de récupération. Cette condition est réalisée par un réglage convenable du nombre de modules utilisés et de la pression de fonctionnement.

La variation de rendement des membranes peut être jugée pour chaque bloc par la vérification du débit et de la qualité d'eau enregistrés dans la salle de commande. Pour le débit d'eau, il faut la conversion des données en celles aux conditions standard de température, nombre de modules et pression. Un indicateur de qualité d'eau est installé pour chaque bloc. Sur toute anomalie découverte à l'un des indicateurs, on procède à l'analyse d'eau de chacun des modules appartenant à l'indicateur et au remplacement de module ou à d'autres opérations de remise en état. Lorsque le débit, la qualité d'eau ou la pression différentielle des modules pour chaque bloc a dépassé la valeur déterminée, on

effectue le décapage des modules.

Le remplacement des membranes est effectué périodiquement une fois par an, exclusivement pour les membranes dont le rendement a diminué considérablement. Il est réalisable assez facilement au moyen d'un échafaudage grimpant.

(3) Ouvrage de prise et rejet d'eau

L'eau de mer est prise au large éloigné d'environ 600 m de la ligne côtière au moyen d'un système de prise d'eau profonde. Elle est introduite librement dans le puits de prise d'eau à travers la conduite sous-marine. Le puits a une grille à barreaux et un tamis roulant pour éliminer les gros corps solides.

Au point de prise, le chlore produit par l'électrolyse de l'eau de mer est injecté pour prévenir le dépôt d'organismes marins sur les tuyaux de prise d'eau et ailleurs.

L'effluent concentré sortant des modules d'osmose inverse est stocké provisoirement dans le puisard. Avec les autres eaux résiduaires comme celles traitées après le décolmatage par contre-courant du filtre, il est dégorgé par la conduite de décharge sous-marine au large distant de 400 m de la ligne côtière, à un point écarté du point de prise. Le débouché est conçu de façon qu'il se mélange suffisamment avec l'eau de mer d'alentour. L'ouvrage de prise et rejet d'eau est représenté schématiquement à la figure 8-5.

(4) Ouvrage de stockage d'eau produite

L'eau produite par les modules d'osmose inverse entre dans le réservoir pour osmose directe et en déborde pour être stockée dans le réservoir d'eau pure ayant une durée de séjour de 30 minutes. Le réservoir pour osmose directe est utilisé pour l'écoulement d'eau de pénétration lors de l'arrêt de l'installation d'osmose inverse et pour le rinçage à eau pure.

L'eau produite satisfait aux standards de l'O. M. S. pour tous les éléments sauf le pH. Elle contient de 0,2 à 0,5 mg/litre de chlore résiduel. Il n'y a donc pas lieu de craindre la prolifération de bactéries. Par contre, son pH est aussi bas que de l'ordre de 5,0. Sa dureté étant également basse, l'eau produite est fortement corrosive. De ce fait, elle est mélangée avec l'eau naturelle dans le réservoir de répartition existant pour que ses valeurs de pH et de dureté entrent dans une gamme voulue.

Pour le détail, se reporter au chapitre 9.

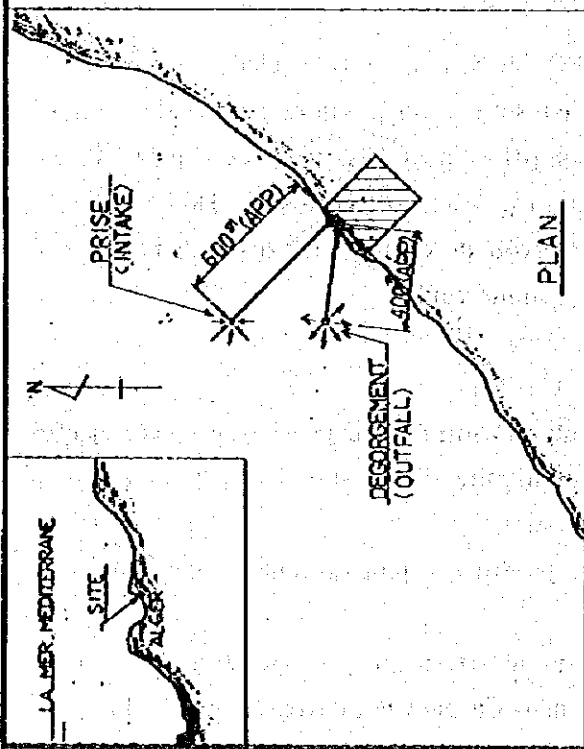
(5) Installation de lavage des membranes

Lorsque la pression différentielle des modules d'osmose inverse est trop élevée et que leurs rendements caractéristiques (débit et qualité d'eau) ont diminué, ils peuvent être remis en état par le décapage des membranes.

Le dépôt de fer sur les membranes peut se produire le plus souvent. L'élimination en est réalisée par le lavage à l'acide citrique.

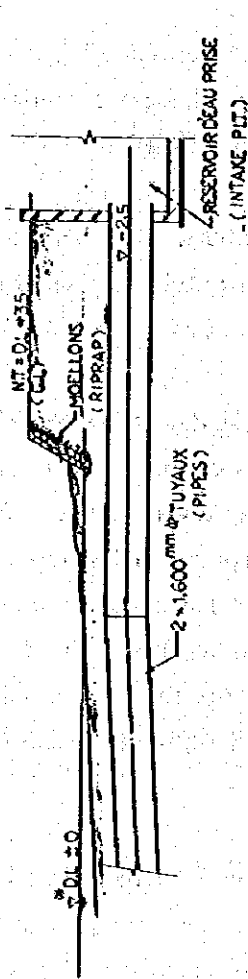
L'installation est mise en place de façon à permettre le lavage des modules par unité.

La fréquence de lavage varie selon les cas, mais on peut la mettre à peu près à une ou

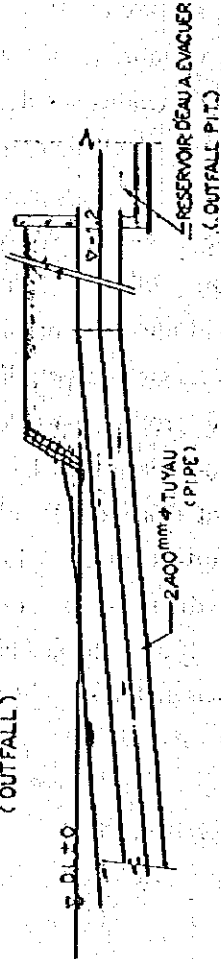


* D.L. NIVEAU DE REFERENCE
(DATUM LEVEL)

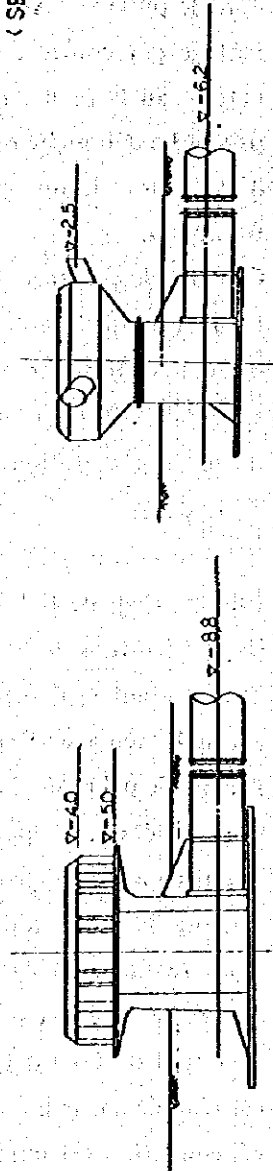
PRISE
(INTAKE)



DEGORGEMENT
(OUTFALL)



COUPE
(SECTION)



L'ETUDE DE FAISABILITE D'UNE USINE
DE DESALEMENT D'EAU DE MER
A ALGER

UNITE DE DESALEMENT D'EAU
DE MER PAR OSMOSE INVERSE
BIAN DES EAU DE PRISE ET
BIAN DES EAU DE REJET

FIGURE N° : 8-5

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

deux fois par an. L'installation de lavage des membranes se trouve dans un hall du bâtiment d'osmose inverse.

Les processus de lavage sont:

- (a) remplacement d'eau dans les modules;
- (b) dissolution de l'acide citrique (en poudre) dans la cuve de préparation chimique;
- (c) contrôle de concentration de l'acide citrique dans le réservoir de liquide de lavage et contrôle du pH par injection d'ammoniaque;
- (d) lavage par circulation entre le réservoir de liquide de lavage et les modules d'osmose inverse.

La solution d'acide citrique ayant servi au lavage et restant dans le réservoir de liquide de lavage est utilisable pour le prochain lavage. Elle y est stockée sans rejeter.

Après l'arrêt de fonctionnement, l'écoulement d'eau de pénétration se produit par le réservoir pour osmose directe. Il doit être suivi du remplacement par eau pure de l'eau dans l'installation d'osmose inverse. A cet effet, une pompe de rinçage est mise en place.

(6) Installation de traitement des eaux résiduaires

Les eaux résiduaires de l'installation de dessalement par osmose inverse se divisent en les trois groupes : les eaux résiduaires de décolmatage par contre-courant, celles de lavage et l'eau de mer concentrée sortant des modules.

Les eaux résiduaires de décolmatage par contre-courant provenant du filtre de l'installation de prétraitement contiennent environ 1 000 mg/litre de matières en suspension, ce qui ne permet pas de les dégorger telles quelles dans la mer. Elles sont ainsi envoyées à l'installation de traitement des eaux résiduaires. Le filtre se compose au total de 32 filtres. Dans le cas de décolmatage par deux filtres toutes les 1,5 heures, une fois de décolmatage produit un débit à évacuer de 860 m³ qui est amené à 13 760 m³ pour 16 fois de décolmatage par jour.

Ces eaux sont stockées dans le réservoir d'eau résiduaire de décolmatage par contre-courant de 900 m³ où elles sont agitées pour que la boue ne se précipite pas. Elles sont ensuite envoyées par la pompe d'évacuation à la cuve de coagulation où l'injection de coagulant macromoléculaire donne lieu à la sédimentation de boue. La boue est conduite par la pompe à boue liquide vers la cuve de concentration. Les eaux claires obtenues dans les cuves de coagulation et de concentration sont envoyées au puisard.

La boue concentrée sortant de la cuve de concentration est transportée par la pompe à boue liquide au déshydrateur qui en fait un gâteau dont la teneur en eau est d'environ 85%. Le gâteau en une quantité de l'ordre de 15 m³ par jour est mis hors site et jeté sous terre.

Après le décolmatage par contre-courant du filtre, le lavage est effectué pendant environ 30 minutes pour donner un débit total à évacuer par jour d'environ 18 000

m³. Les eaux résiduaires de lavage contiennent moins de 1 mg/litre de matières en suspension et sont déversées dans tel état par l'intermédiaire du puisard.

Le puisard a une durée de séjour d'environ trois minutes. Son niveau d'eau se trouve de 2 m plus haut que le niveau maximal de marée et le déversement se fait sans pompe.

(7) Installation d'injection de produits chimiques

Les produits chimiques principaux utilisés pour l'Unité de dessalement par osmose inverse sont la solution de chlorure ferrique (40%) et l'acide sulfurique (98%). La première sert de coagulant au prétraitement et le dernier au contrôle du pH à la sortie de la pompe de surcompression. Pour le traitement des eaux résiduaires de décolmatage par contre-courant, le polymère anionique est utilisé comme coagulant et le polymère cationique comme agent auxiliaire de déshydratation. En outre, l'acide citrique et l'ammoniac sont utilisés pour le lavage des modules effectué une ou deux fois par an.

Ces produits chimiques sont stockés dans un réservoir pouvant contenir une quantité correspondant à un mois d'utilisation. Après être transféré provisoirement dans le réservoir de service, ils sont injectés en dose déterminée par la pompe doseuse.

Leur dosage et consommation par jour sont les suivants:

	Dosage	Consommation
Chlorure ferrique 40%	1,5 mg/litre en Fe	5 000 kg/jour
Acide sulfurique 98%	60 mg/litre	26 000 kg/jour
Coagulant		
Anionique	2 mg/litre (pour eaux résiduaires)	28 kg/jour
Cationique	150 mg/litre (pour boue)	12 kg/jour
Liquide de lavage		
Acide citrique	une fois/an	60 000 kg/an
Ammoniac	une fois/an	18 000 kg/an

(8) Installation de réception et transformation de l'électricité

L'électricité fournie par la compagnie d'électricité à 60 kV triphasé, 50 Hz est reçue par la sous-station pour la transformer aux tensions de service. La capacité maximale de réception est de 38 000 kVA.

La tension de 60 kV est abaissée à 380 V (pour moteurs de charge inférieure à 150 kW), à 220 V (pour commande et contrôle) et à 110 V (pour éclairage et instrumentation). Elle est ensuite transportée dans le bâtiment d'osmose inverse à la salle d'électricité ou sur le tableau d'amorçage de chaque salle des pompes pour la distribution aux moteurs de celles-ci.

8.3 Spécifications des équipements

8.3.1 Installations principales

(1) Installation de prétraitement

1) Bassin d'homogénéisation

Nombre : 4

Dimensions : 5 000 long x 12 000 large x 6 000 haut

Capacité utile et durée de séjour : 400 m³, 5 minutes

Type : réservoir sur terre en béton

Agitateur : 4 ensembles/1 bassin, 60 tr/mn x 15 kW

2) Filtre

Type : filtre par gravité à flux descendant

Nombre : 4 trains x 8 lignes Total : 32

Vitesse de filtration : 200 m/jour

Dimensions et surface : 6 000 long x 12 000 large x 6 000 haut, 72 m²

Matériaux filtrants :

Anthracite (0,9 mm) Hauteur de couche : 600 mm

Sablé (0,5 mm) Hauteur de couche : 400 mm

Collecteur : parpaing perforé

Décolmatage : décolmatage automatique par contre-courant à l'air et à l'eau filtrée. Temps nécessaire d'environ une heure y compris le rinçage qui suit

3) Equipement de décolmatage par contre-courant du filtre

Pompe de décolmatage par contre-courant:

Nombre : 2

Capacité : 42 m³/mn x 20 m CE x 190 kW

Type : pompe centrifuge à deux ouïes

Soufflante de décolmatage par contre-courant

Nombre : 2

Capacité : 48 m³/mn x 5 000 m CE x 75 kW

Type : souffleur Roots

4) Réservoir d'eau filtrée

Nombre : 1

Dimensions : 45 m long x 30 m large x 8 m profond

Capacité utile et durée de séjour : 10 000 m³, 30 minutes

Matériau : réservoir souterrain en béton

(2) Installation d'osmose inverse

1) Pompe de surcompression

Nombre : 10 + 1 (réserve)

Capacité : 30 m³/mn x 20 m CE x 150 kW

Type : pompe centrifuge à deux ouïes

2) Filtre de sécurité

Nombre : (2 + 1) x 10

Capacité : 900 m³/h/filtre

Maille de l'élément : 10 µm

Dimensions du filtre: ø800 mm x 1 600 m haut (inoxydable)

Pompe de lavage : 30 m³/mn x 20 m CE x 150 kW x 1 ensemble

3) Pompe à haute pression

Nombre : 10 + 1 (réserve)

Capacité : 30 m³/mn x 670 m CE (refoulement)

Rendement : 85%

Type : centrifuge multicellulaire

4) Turbine de récupération d'énergie

Nombre : 10 + 1 (réserve)

Capacité : 19,5 m³/mn x 610 m CE

Rendement : 82%

Force motrice récupérée : 1 685 kW

5) Moteur

Nombre : 10 + 1 (réserve)

Capacité : 2 550 kW

6) Empilage de modules d'osmose inverse

Nombre : 20 blocs (Deux blocs constituent une unité.)

Capacité d'un bloc : 7 500 m³/jour

Nombre de modules d'un bloc : 317 (13 étages x 25 rangs)

Dimensions d'un bloc : 3,6 m long x 11 m large x 5,5 m haut

Conditions d'exploitation (d'une unité):

Débit d'alimentation : 42 860 m³/jour (1 800 m³/h)

Débit de produit : 15 000 m³/jour (625 m³/h)

Taux de récupération : 35%

Pression de fonctionnement (variable) : 60 à 65 kg/cm²

8.3.2 Ouvrage de prise et rejet d'eau

(1) Conduite de prise d'eau de mer

Système : prise d'eau profonde

Tuyau de prise d'eau : ϕ 1 600 mm x 600 m x 2

Matériau : tube d'acier + revêtement en résines époxydés

(2) Puits de prise d'eau

Canal d'amenée : 25 m long x 4,0 m large x 8 m profond x 3 canaux

Puits : Durée de séjour : 5 minutes, 1 560 m³

13 m long x 20 m large x 8 m profond

Type : réservoir souterrain en béton

Accessoires:

Vanne de prise : 4 m large x 8 m haut x 3 lignes x 2 trains

Grille à barreaux : 4 m large x 8 m haut x 3 ens.

Tamis roulant : 4 m large x 8 m haut x 3 ens.
avec pompe de lavage

Equipement de production de chlore par électrolyse : Cl₂ 42 kg/h
avec pompe de prise d'eau et pompe d'injection

(3) Pompe de prise d'eau

Nombre : 4

Type : flux mixte à axe vertical

Capacité : 80 m³/mn x 15 m CE x 280 kW

(4) Puisard

Débit total à évacuer : 311 000 m³/jour

Durée de séjour et capacité utile : 3 minutes, 650 m³

Dimensions : 15 m long x 20 m large x 3 m haut

Type : réservoir sur terre en béton

(5) Conduite de décharge

Dimensions : ϕ 2 250 x 400 m

Matériau : tube d'acier + revêtement en résines époxydés

8.3.3 Ouvrage d'adduction d'eau produite

(1) Réservoir pour osmose directe

Type : construction semi-souterraine en béton (avoisinant le réservoir d'eau pure)

Capacité utile : 1 350 m³

Dimensions : 3 m long x 30 m large x 17,5 m haut

8.3.4 Installation de lavage des membranes

- (1) Cuve de lavage
 - Nombre : 2
 - Capacité : 50 m³ (en FRP -- plastiques renforcés à la fibre de verre)
 - Dimensions : ϕ 3 400 x 6 190 mm haut
- (2) Cuve de dissolution d'acide citrique
 - Nombre : 1
 - Capacité : 10 m³ (en FRP)
 - Dimensions : ϕ 2 200 x 3 080 mm haut
 - Accessoires : agitateur, convoyeur et trémie
- (3) Pompe de lavage
 - 15 m³/mn x 30 m CE x 150 kW x 1 ensemble
- (4) Pompe de transfert d'acide citrique
 - 1 m³/mn x 10 m CE x 3,7 kW x 1 ensemble
- (5) Pompe de rinçage
 - 30 m³/mn x 40 m CE x 280 kW x 2 ensembles

8.3.5 Installation de traitement des eaux résiduaires

- (1) Réservoir d'eau résiduaire de décolmatage par contre-courant
 - Nombre : 1
 - Capacité et dimensions : 900 m³, 16 m long x 16 m large x 4 m haut
 - Construction : réservoir souterrain en béton
- (2) Cuve de coagulation
 - Nombre : 2
 - Dimensions : ϕ 28 m x 4 m haut
 - Charge superficielle : 0,5 m/h
 - Construction : semi-souterraine en béton
 - Accessoires : collecteur de boue à entraînement central et pompe d'évacuation de boue
- (3) Cuve de concentration
 - Nombre : 1
 - Dimensions : ϕ 11 m x 4 m haut
 - Construction : semi-souterraine en béton
 - Accessoires : collecteur de boue et pompe d'évacuation de boue
- (4) Déshydrateur
 - Récipient de boue : 2 m³
 - Déshydrateur : décanteur à hélice, 10 m³/h
 - Convoyeur
 - Trémie à boue

(5) Pompe de transfert des eaux résiduaires

Nombre : 1
Capacité : 12 m³/mn x 10 m CE x 30 kW
Type : pompe centrifuge à une ouïe

8.3.6 Installation d'injection de produits chimiques

(1) Installation d'injection de coagulant

Coagulant : solution de chlorure ferrique de 40%
Consommation : 5 190 kg/jour
Réservoir de stockage : 50 m³ (en FRP) x 3 ensembles, pour 30 jours
Réservoir de service : 5 m³ (en FRP) x 1 ensemble
Pompe de transfert : 0,2 m³/mn x 5 CE x 0,75 kW x 1 ensemble
Pompe d'injection : 760 ml/mn x 20 m CE x 0,2 kW x 4 ensembles

(2) Installation de contrôle du pH

Produit chimique : acide sulfurique concentré de 98%
Consommation : 25 700 kg/jour
Réservoir de stockage : 210 m³ (en acier) x 2 ensembles, pour 30 jours
Réservoir de service : 15 m³ (en acier) x 1 ensemble
Pompe de transfert : 0,2 m³/mn x 5 m CE x 0,75 kW x 1 ensemble
Pompe d'injection : 980 ml/mn x 20 m CE x 0,2 kW x 10 ensembles

(3) Installation d'injection de coagulant pour traitement des eaux résiduaires

Produits chimiques : coagulant macromoléculaire anionique (A)
coagulant macromoléculaire cationique (C)
Consommation : A 28,3 kg/jour
C 11,6 kg/jour
Réservoir de stockage : 30 m³ x 1 ensemble (pour A)
15 m³ x 1 ensemble (pour C)
Cuve de dissolution : 3 m³ x 1 ensemble (pour A)
1,5 m³ x 1 ensemble (pour C)
Pompe d'injection : 2,4 litres/mn x 20 m CE x 0,2 kW x
1 ensemble (pour A)
2,5 litres/mn x 20 m CE x 0,2 kW x
1 ensemble (pour C)

8.3.7 Installation de réception et transformation de l'électricité

(1) Réception, transformation et distribution

1) Tableau de réception à haute tension

Réception : 60 kV triphasé, 50 Hz

Capacité totale de réception : 38 000 kVA

2) Transformation et distribution

60 kV : charge de 150 kW ou plus

60 kV/380 V : charge inférieure à 150 kW

380 V/220 V : alimentation de commande/contrôle

380 V/110 V : alimentation d'éclairage/instrumentation

3) Tableau de démarrage

Tableau de démarrage à haute tension (démarrateur combiné)

Tableau de démarrage à basse tension (centre de commande des moteurs)

(2) Installation de surveillance et contrôle

1) Tableau de surveillance et contrôle (avec tableau graphique)

2) Tableau de commande

3) Tableau de relais

8.3.8 Bâtiments

(1) Bâtiment administratif

Dimensions approximatives :

24 m long x 18 m large x 9,5 m haut

Surface totale de plancher : 864 m²

Construction : en béton armé à deux étages

Rez-de-chaussée : bureau, salle de conférence, salle des
opérateurs, laboratoire d'analyse, etc.

1^{er} étage : salle de directeur, salon, salle de contrôle,
salle de conférence, etc.

(2) Bâtiment d'osmose inverse

Dimensions approximatives :

90 m long x 45 m large x 13 m haut

Surface totale de plancher : 8 100 m²

Construction : en béton armé à un étage

Equipement : installation d'osmose inverse (module d'osmose inverse,
pompe à haute pression et filtre de sécurité), installation
de lavage des membranes et installation électricité/in-
strumentation

(3) Bâtiment de stockage de produits chimiques

Dimensions approximatives :

10 m long x 20 m large x 10 m haut

Surface totale de plancher : 200 m²

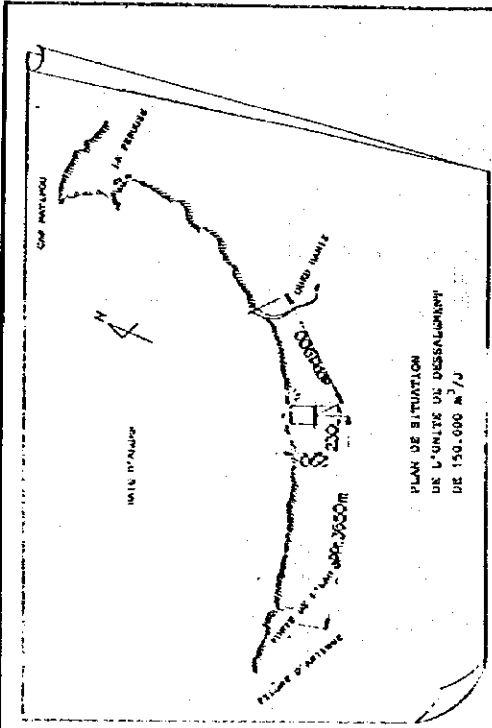
Construction : en béton armé à un étage

- (4) Bâtiment d'ouvrage de prise d'eau
 Dimensions approximatives :
 30 m long x 15 m large x 5 m haut
 Surface totale de plancher : 450 m²
 Construction : en béton armé à deux étages
 Equipement : équipement de production de chlore, pompe de prise d'eau et installation électrique
- (5) Bâtiment de traitement de la boue
 Dimensions approximatives :
 20 m long x 12 m large x 10 m haut
 Surface totale de plancher : 480 m²
 Construction : en béton armé à deux étages
 Equipement : décanteur, cuve d'alimentation en boue, installation d'injection de coagulant, convoyeur, pompe et salle d'électricité
- (6) Salle des pompes principale
 Dimensions approximatives :
 30 m long x 25 m large x 20 m haut
 Surface totale de plancher : 1 500 m²
 Construction : en béton armé à deux étages (avec un étage en sous-sol)
 Equipement : 11 pompes de surcompression, 4 pompes d'adduction d'eau produite et installation électrique
- (7) Sous-station
 Dimensions approximatives :
 25 m long x 15 m large x 6 m haut
 Surface totale de placher : 375 m²
 Construction : en béton armé à un étage
- (8) Entrepôt-atelier d'entretien
 Dimensions approximatives :
 40 m long x 30 m large x 6 m haut
 Surface totale de plancher : 1 200 m²
 Construction : en béton armé à un étage
- (9) Poste de gardiennage

8.4 Implantation de l'Unité

L'implantation générale de l'Unité est montrée à la figure 8-6.

L'Unité de dessalement par osmose inverse se divise en gros en installation de prétraitement et installation d'osmose inverse. La première ressemble à une station de traitement ordinaire. Son équipement principal est le réservoir en béton installé à l'air libre. Les pompes de prise



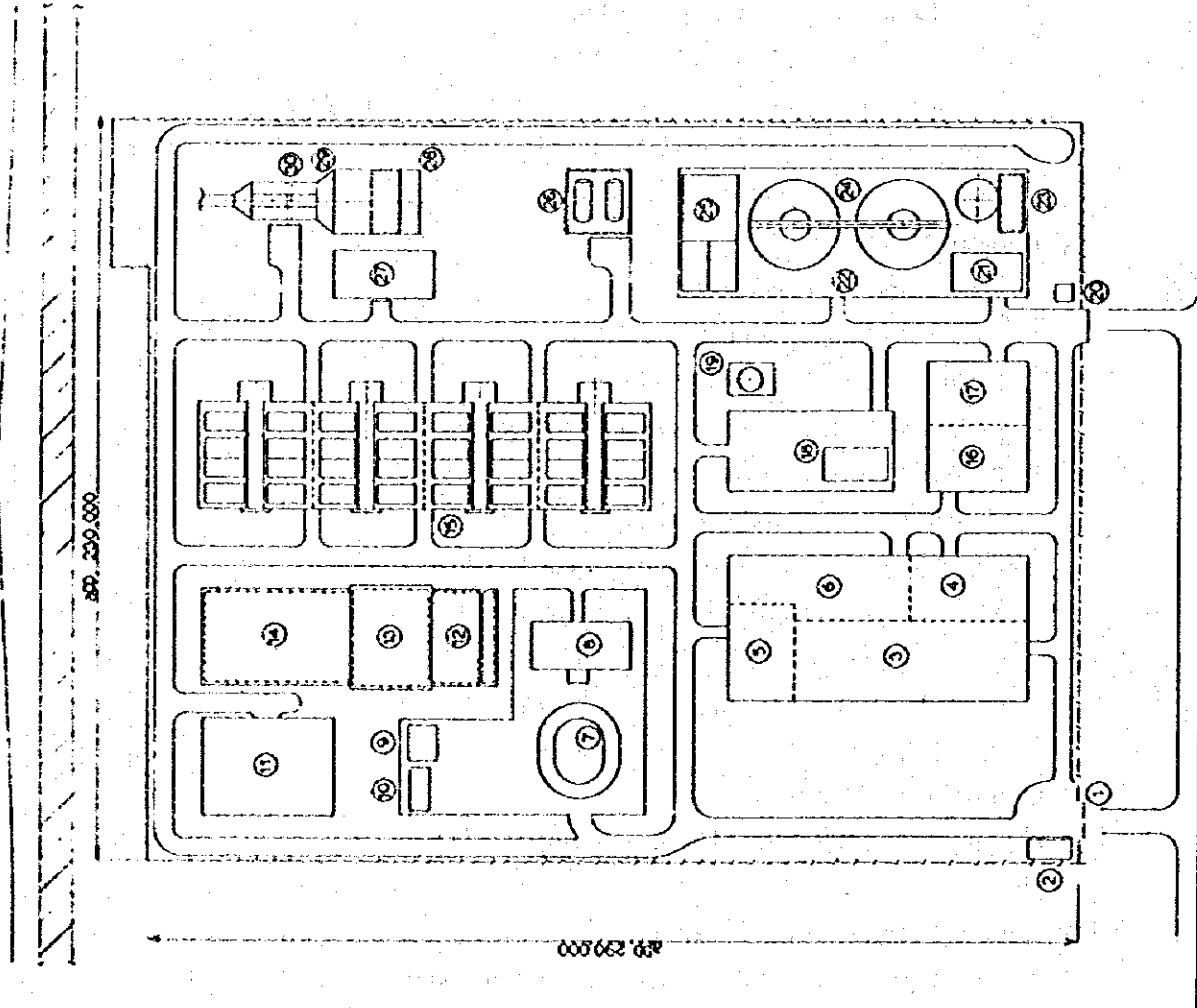
- | | | | |
|----|---|----|---|
| 1 | PLAN DE SITUATION | 17 | MUR DE LA PISCINE DE RESERVE |
| 2 | PLAN DE SITUATION | 18 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION |
| 3 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION | 19 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION |
| 4 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION | 20 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION |
| 5 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION | 21 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION |
| 6 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION | 22 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION |
| 7 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION | 23 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION |
| 8 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION | 24 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION |
| 9 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION | 25 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION |
| 10 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION | 26 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION |
| 11 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION | 27 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION |
| 12 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION | 28 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION |
| 13 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION | 29 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION |
| 14 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION | 30 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION |
| 15 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION | 31 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION |
| 16 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION | 32 | CHANGEMENT DE DIRECTION DE L'ALIMENTATION |

L'ETUDE DE FAISABILITE D'UNE USINE
PRODUIT DE DESALINATION D'EAU DE MER
A ALGER

UNITE DE DESALINATION D'EAU
DE MER PAR OSMOSE INVERSE
SCHEMA D'IMPLANTATION

FIGURE N° 1

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



d'eau, de surcompression, etc. sont installées dans la salle des pomes pour les protéger contre le dommage du sol. L'installation d'osmose inverse (pompe à haute pression, filtre de sécurité, module d'osmose inverse, etc.) et l'installation de lavage des membranes sont abritées par le bâtiment d'osmose inverse. Les installations et bâtiments auxiliaires mentionnés à l'article 8-3 sont disposés dans une meilleure corrélation fonctionnelle.

La superficie requise pour l'Unité est de 230 m x 290 m = 66 700 m². L'implantation est faite avec assez de marge, y compris une route de largeur 6 m de longueur totale 2 km, l'espace vert et le parking.

Une vue en plan de l'installation de prétraitement et un schéma de disposition du bâtiment d'osmose inverse sont donnés respectivement aux figures 8-3 et 8-4.

8.5 Programme de construction

La construction de l'Unité de dessalement par osmose inverse doit suivre, de même que celle par distillation, un programme minuté très strictement. De toute façon, le choix d'un entrepreneur approprié permettra l'achèvement de l'Unité au milieu de l'année 1986. Le programme de construction est indiqué à la figure 8-7. Le déroulement des travaux aussi est à peu près identique à celui pour l'Unité de dessalement par distillation. Parmi les différents travaux, celui le plus prédominant sur l'avancement d'ensemble est la fabrication des modules. La production d'un peu moins de dix modules en moyenne par jour permettra de faire 6 340 modules au bout de deux ans à compter du début 1984. Les travaux de montage sur place pour l'installation d'osmose inverse sont divisés en trois groupes comme indiqué sur le programme. Le montage des modules d'osmose inverse eux-mêmes est réalisable dans un délai aussi court que de l'ordre de deux mois pour chaque groupe.

L'installation de prétraitement est réalisé par les travaux sur place en majeure partie. Les travaux doivent être à peu près achevés avant le début 1986.

En ce qui concerne l'ouvrage de prise et rejet d'eau, l'installation d'adduction d'eau, l'installation de réception et transformation d'électricité, les bâtiments et la route, les travaux sont identiques à ceux décrits pour l'Unité par distillation.

Le débit d'adduction d'eau est monté en trois étages : 45 000 m³/jour, 90 000 m³/jour et 150 000 m³/jour. La montée en débit de chaque étage est précédée d'un mois par l'essai de fonctionnement.

8.6 Organisation et planning du personnel

8.6.1 Organisation

Même que l'Unité de dessalement par distillation.

8.6.2 Planning du personnel

L'exploitation de l'installation d'osmose inverse est très aisée. Avec l'automatisation

par surcroît, le personnel d'exploitation nécessaire est peu nombreux par rapport à l'installation de distillation. Les services à assurer par le personnel d'exploitation sont entre autres, la mise en marche et arrêt de l'installation, la surveillance, réglage et contrôle des instruments de mesure, l'inspection en patrouille des équipements, la tenue du journal d'exploitation et l'établissement des fiches techniques. Le cas échéant, l'Unité peut être mise en fonctionnement sans surveillance pendant la nuit. La présente F/S prévoit le fonctionnement en trois postes de quatre équipes. Une équipe est composée de un contremaître et quatre opérateurs, soit au total de cinq personnes. L'exploitation du déshydrateur de l'installation de traitement des eaux résiduaires ou le rejet de gâteau ne seront effectués que dans la journée par trois aides-opérateurs.

Les services de journée tels que la direction et instruction d'exploitation, l'analyse des données et de la qualité d'eau, seront assurés par un ingénieur en chef, deux ingénieurs de production et deux analystes. Ces techniciens sont de préférence des personnes qui ont suivi à l'université les études spécialisées dans la chimie ou la mécanique. Il est désirable que l'ingénieur en chef, diplômé d'une université, ait au moins dix ans d'expérience dans le dessalement ou le traitement des eaux. La composition et le personnel nécessaire des services maintenance et administration sont les mêmes que pour l'Unité de distillation. En ce qui concerne les qualités requise pour le personnel, se reporter au tableau 7-2.

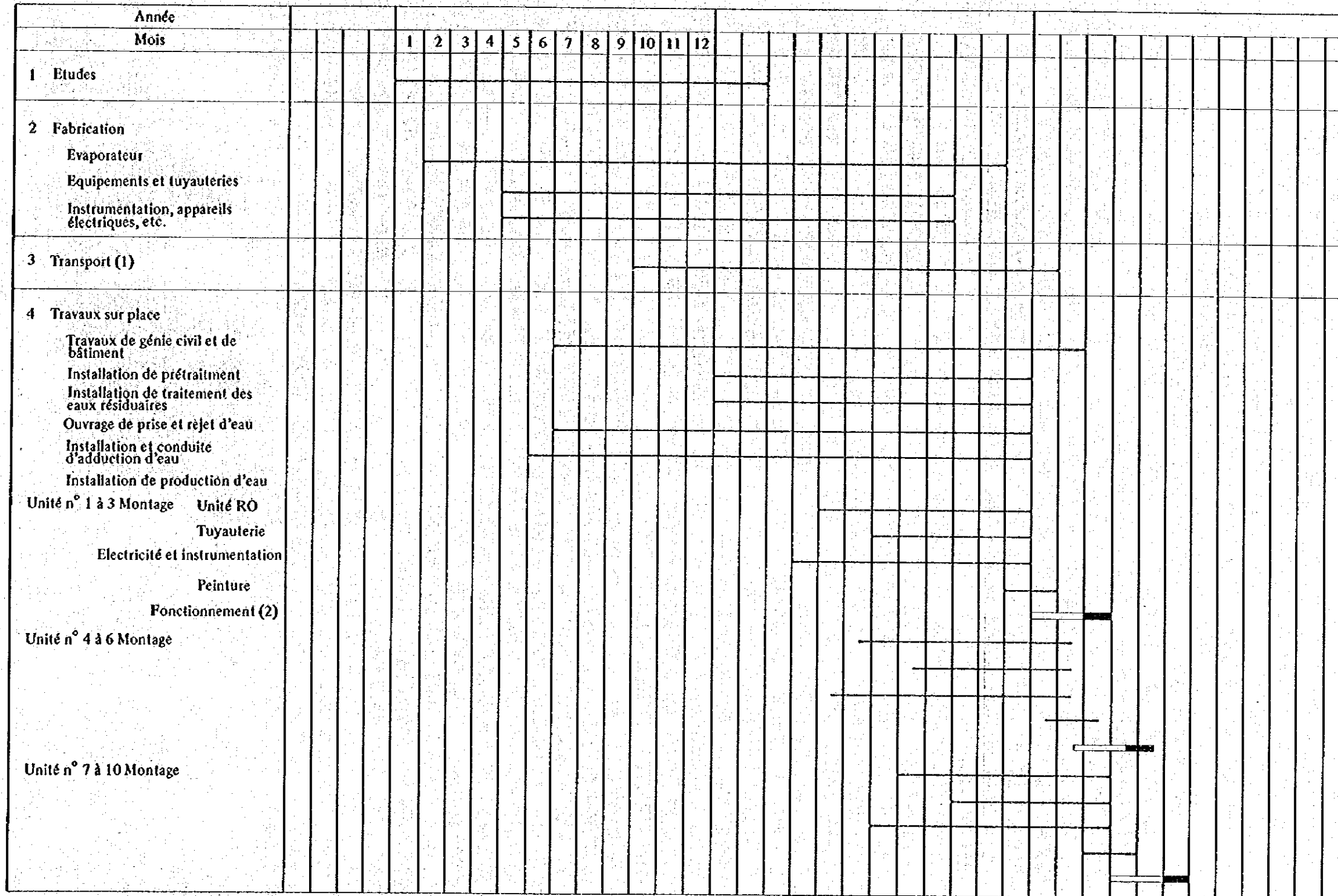
Les facteurs ci-dessus sont résumés à l'organigramme du tableau 8-1. L'effectif total de l'Unité est de 54 personnes y compris le directeur (voir le paragraphe 7.6.2).

8.6.3 Formation professionnelle du personnel d'exploitation

Dès le début 1986, les unités n° 1, 2 et 3 se mettent en fonctionnement et l'adduction d'eau est entreprise. Trois mois avant cette date, les membres principaux de l'organisation entrent en fonction pour assurer la surveillance des travaux de montage des équipements et suivre l'enseignement donné par l'entrepreneur sur l'exploitation, maintenance et contrôle de l'Unité, ainsi que sur la technique d'analyse de la qualité d'eau.

La marche d'essai de l'Unité commencera un mois avant la mise en adduction d'eau. Entretemps, le personnel subira la formation professionnelle sur le mode opératoire des équipements et instruments de mesure, la notice d'exploitation, etc. et assumera parallèlement le service en charge comme il faut dans l'exploitation effective.

Pour la formation professionnelle et l'assistance à l'exploitation, l'entrepreneur détachera sur place huit techniciens, dont deux restera comme superviseurs pendant un an après la mise en plein fonctionnement en juillet 1986, pour poursuivre l'assistance à l'exploitation et régler d'éventuels incidents.

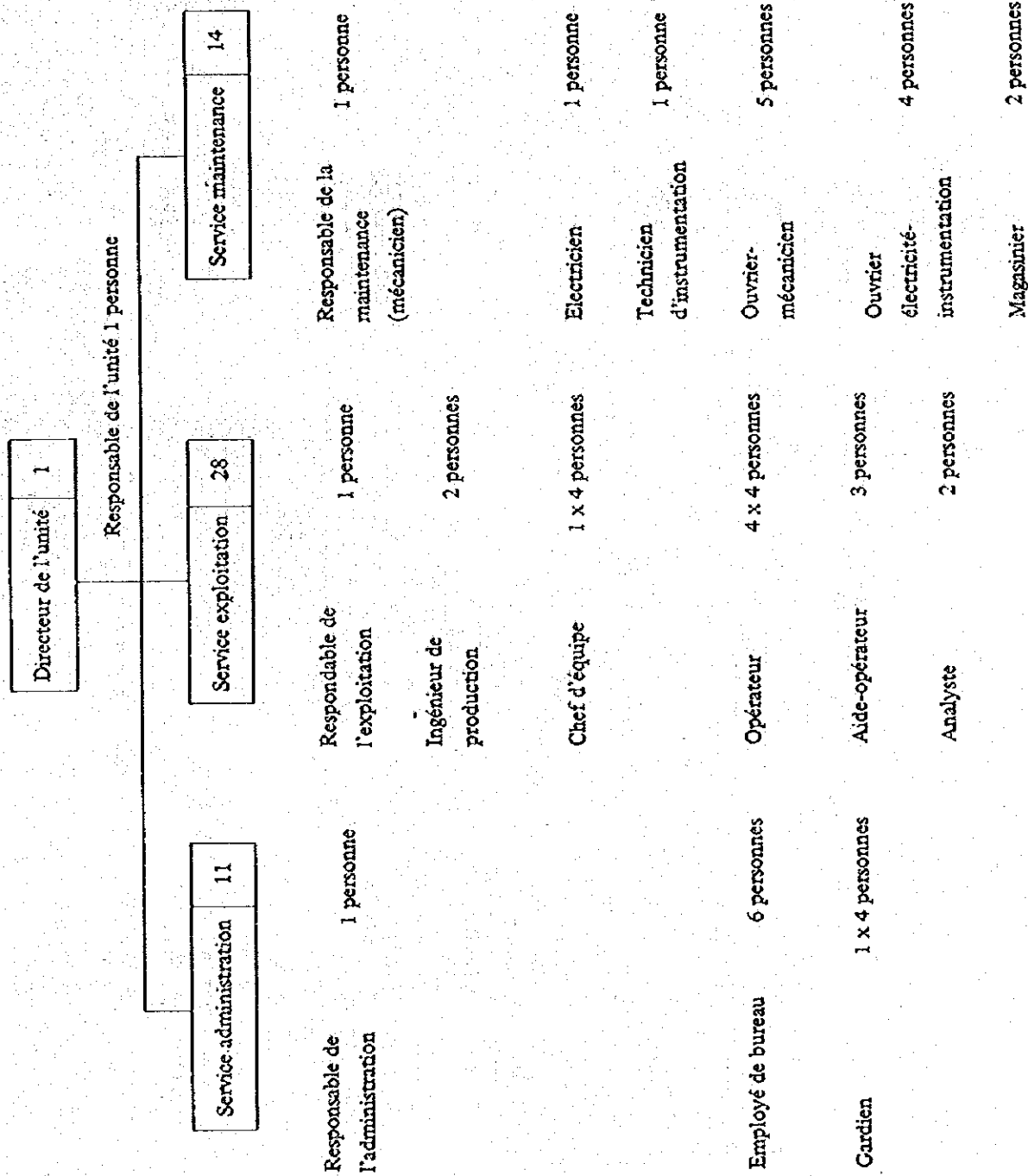


Note (1) Les matériels fabriqués à l'étranger sont expédiés à l'Algérie par bateau.

⇨ Mise en service et marche d'essai ■ Essai de fonctionnement

Fig. 8-7 Programme de construction de l'unité de dessalement d'eau de mer par osmose inverse

Tableau 8-1 Organigramme



Chapitre 9

Raccordement aux réseaux de distribution existants

Chapitre 9. Raccordement aux réseaux de distribution existants

L'étude du raccordement aux réseaux de distribution existants portera sur le réservoir d'eau pure destiné au stockage temporaire de l'eau produite par l'Unité de dessalement, la station de pompage servant au transport sous pression de l'eau auxdits réseaux, la conduite d'adduction d'eau et le réservoir de répartition.

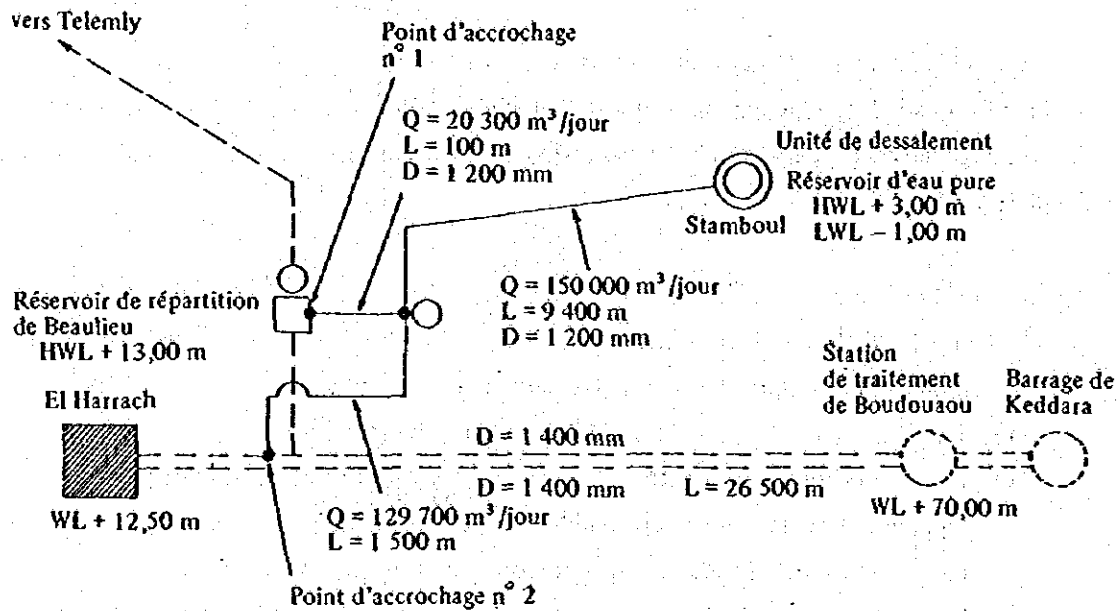
9.1 Conduite d'adduction d'eau

Les points où la conduite partant du site de Stamboul se raccorde aux réseaux existants sont déterminés compte tenu des paramètres suivants:

- (1) L'acheminement doit assurer un meilleur rendement économique;
- (2) L'eau produite par l'Unité de dessalement présente une valeur du pH ou de la dureté légèrement basse. Il est préférable qu'elle soit utilisée en un mélange avec l'eau offerte par d'autres sources (eau souterraine ou eau du barrage);
- (3) Généralement parlant d'une amenée d'eau, il faut lui prévoir des conduites de liaison ou autres pour qu'elle soit flexible de façon à pouvoir:
 - faire face à la situation urgente comme en cas d'accident ou sinistre;
 - plus précisément, éviter l'interruption d'alimentation à certains secteurs ou réseaux;
- (4) L'acheminement doit concorder avec les installations existantes et les projets en cours;
- (5) L'eau produite doit être distribuée de manière que le taux de satisfaction de la zone desservie soit égal.

Vu les paramètres ci-dessus, la conduite d'adduction partant du réservoir d'eau pure du site de l'Unité s'acheminera comme suit : comme montré sur la figure 9-1, elle prendra le chemin le plus court pour se raccorder avec la conduite allant jusqu'à El Harrach à partir de la station de traitement dont la mise en eau est prévue à l'année 1987 dans le cadre du projet de Keddara (point d'accrochage n° 2). L'eau produite est amenée ainsi, au moyen des conduites existantes et de celles nouvellement construites par le projet du barrage de Keddara, à El Harrach qui est actuellement la plus grande base de répartition. Un tel raccordement satisfait au paramètre (5) ci-dessus.

L'acheminement de la conduite d'adduction jusqu'au point d'accrochage n° 2 suivra la grande route en évitant l'aéroport à l'est de Beaulieu pour tracer la ligne indiquée sur la figure 9-2. Parallèlement, une portion de l'eau produite par l'Unité sera apportée par une dérivation au réservoir de répartition de Beaulieu (point d'accrochage n° 1) dont la construction est prévue au projet du barrage de Keddara. Elle est envoyée enfin à Telemly le long de la ligne côtière. Cela remplit les paramètres (3) et (5) mentionnés plus haut.



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

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

Fig. 9-1 Bilan hydraulique pour le contrôle d'adduction d'eau

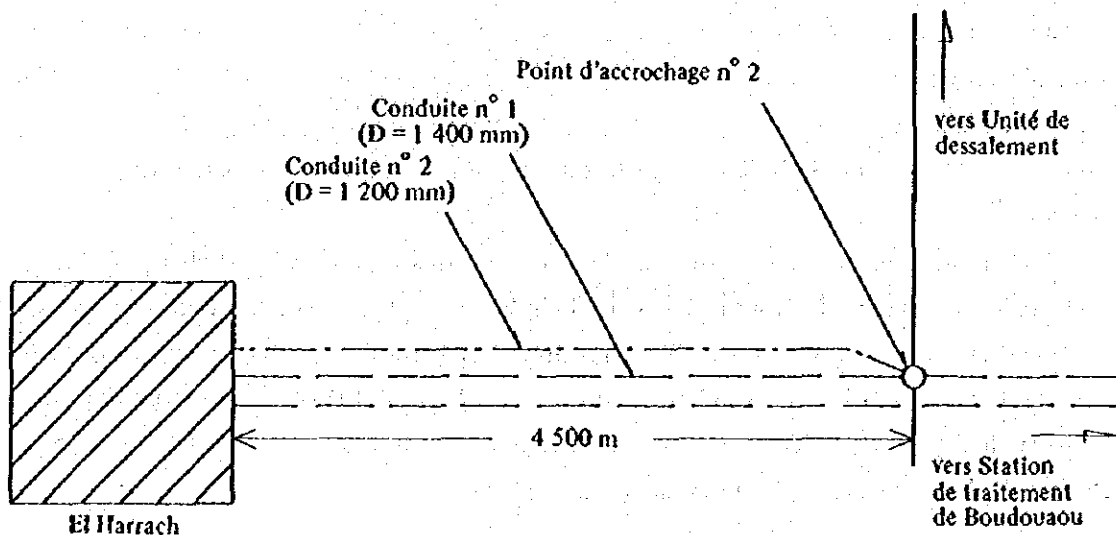


Fig. 9-2 Conduite entre El Harrach et Point d'accrochage n° 2

Le débit de 150 000 m³/jour du réservoir d'eau pure sera réparti entre les points d'accrochage n° 1 et n° 2 suivant le planning de répartition du débit (VARIANTE T4W2) du rapport G 1 (BINNIE & PARTNERS / W. S. Atkins International, 1982). A préciser, une portion de 20 300 m³/jour sera amenée au point d'accrochage n° 1 et le reste de 129 700 m³/jour au point d'accrochage n° 2 aux conditions appropriées.

Ainsi, la réalisation des installations d'adduction d'eau appartenant au projet du barrage de Keddara doit être poursuivie en harmonie avec celle du projet de dessalement. Cela concerne notamment la dérivation au point d'accrochage n° 1. Le paramètre (2) ci-dessus cité implique la distribution d'eau dessalée après mélange avec l'eau pure provenant de la station de traitement de Boudouaou. Pour ce faire, le débit entier de l'Unité doit être amené, pendant un an après sa mise en eau, à El Harrach à travers le point d'accrochage n° 2 (mélange avec l'eau souterraine à El Harrach). Il faut donc que la conduite No. 1 (voir la figure 9-2) en aval du point d'accrochage n° 2 soient alors prêtes à la mise en eau sans délai.

Revenons au cas de raccordement comme prévu, au point d'accrochage n° 2 avec la conduite allant à El Harrach (ø 1 400 x 2) à construire dans le cadre du projet du barrage de Keddara. Le débit de la station de traitement de Boudouaou doit être augmenté pour satisfaire la demande croissant d'année en année (voir le tableau 3-6). L'utilisation de la conduite dépassera ainsi la limite (429 000 m³/jour) à l'année 1997 où l'alimentation atteint 430 800 m³/jour (129 700 m³/jour de l'Unité + 301 100 m³/jour du barrage).

Par conséquent, il faut réaliser avant la fin de 1996, le détachement du raccordement au point d'accrochage n° 2 et la pose d'une nouvelle conduite de ø 1 200 mm (la conduite No. 2 de la figure 9-2) permettant de transporter l'eau produite par l'Unité (129 700 m³/jour) directement à El Harrach.

Le programme du raccordement ainsi défini doit être réalisé en cohérence avec le projet du barrage de Keddara. Si, toutefois, il est probable que celui-ci se retardera dans la réalisation, il faut poser une conduite permettant de transporter à El Harrach la totalité de l'eau produite. Cette conduite prendra alors le chemin le long de la grande route à partir du site de l'Unité, tel que montré à la figure 9-3. Notamment pour la partie entre le point d'accrochage n° 2 et El Harrach, la pose suivant l'acheminement de la conduite du projet du barrage de Keddara est avantageuse, permettant, après la mise en eau à partir de la station de traitement de Boudouaou, la maintenance et la gestion intégrées des conduites.

Dans ce cas, la mise en place d'une nouvelle conduite (ø 1 200 mm) entre le point d'accrochage n° 2 et El Harrach n'est plus nécessaire en 1997.

Le bilan hydrique de la conduite d'adduction d'eau est tel qu'indiqué au tableau 9-1. La conduite sera toute en tube d'acier avec revêtement en goudron époxyde.