

MINISTERE DE RESSOURCES
HYDRAULIQUES ET ELECTRIQUES

DIRECTION GENERALE DE
L'EQUIPEMENT HYDRAULIQUE
ET ELECTRIQUE

وزارة الموارد المائية والكهربائية

مصلحة لتجهيز المائي

والكهربائي في الجمهورية اللبنانية

مكتب وزير الدولة لشؤون التنمية الإدارية
مركز مشاريع ودراسات القطاع العام



PROJET DE BARRAGE DE NAHR EL BARED

AVANT PROJET SOMMAIRE
ADDUCTION D'EAU DE NAHR EL BARED

République Libanaise
Bureau du Ministre d'Etat pour la Réforme Administrative
Centre des Projets et des Etudes sur le Secteur Public
(C.P.E.S.P.)

Juillet 1983



DAR AL HANDASAH NAZIH TALEB, CONSULTING ENGINEERS
دار الهندسة نزيه طالب، التصميم والامتحانات الفنية

Beirut — Kassab St. — Verdun Sector — P.O.Box 8198 — Tel. 813523/24 — Tlx 21005 LE

DIRECTION GENERALE DE
L'EQUIPEMENT HYDRAULIQUE
ET ELECTRIQUE

W * FANA

28 JAN. 1988

المديرية العامة للتجهيز المائي
والكهربائي

PROJET DE BARRAGE DE NAHR EL BARED

AVANT PROJET SOMMAIRE
ADDUCTION D'EAU DE NAHR EL BARED

Juillet 1983



DAR AL HANDASAH NAZIH TALEB, CONSULTING ENGINEERS
دار الهندسة نزيه طالب، للتصميم والاستشارات الفنية

Beirut — Kassar St. — Verdun Sector — P.O.Box 8198 — Tel. 813523/24 — Tlx 21005 LE

	<u>PAGE</u>
AVANT PROPOS	1.1
1.1 Objet de la présente note	1.1
1.2 Déroulement des études	1.1
1.3 Documents utilisés pour l'établissement du projet	1.2
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	2.1
2.1 Rappel des solutions examinées dans l'étude préliminaire	2.1
2.2 Les données de base pour l'étude de l'A.P.S.	2.1
2.3 Les principaux caractéristiques de l'adducteur et les ouvrages d'art .	2.2
2.4 Le dévis estimatif	2.3
CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'AMENAGEMENT DE NAHR EL BARED	3.1
3.1 Généralités	3.1
3.2 Les données et les hypothèses de base résultant des études précédentes	3.1
CARACTERISTIQUES DE L'AMENAGEMENT DE L'ADDUCTEUR_RAPPEL DES SOLUTIONS ETUDIEES DANS L'ETUDE PRELIMINAIRE	4.1
4.1 Shéma général	4.1
4.2 L'adducteur principal	4.1
4.3 Les ouvrages particuliers	4.6
CARACTERISTIQUES TECHNIQUE DE L'ADDUCTEUR ET DES OUVRAGES PRINCIPAUX	5.1
5.1 L'adducteur	5.1
5.2 Equipement hydromécanique des conduites	5.6
5.3 Ouvrage de brise charge	5.8
5.4 Traversées des cours d'eau	5.11
5.5 Le réservoir d'accumulation	5.12
5.6 Voirie, expropriations et indemnisations	5.14
I- BASES DU DEVIS ESTIMATIF	6.1
6.1 Les prix unitaires	6.1
6.2 Les coûts directs	6.1
6.3 Les coûts indirects et totaux	6.1
I- COUT TOTAL DE L'AMENAGEMENT D'ADDUCTION	7.1
7.1 Généralités	7.1
7.2 Les quantités	7.1

LISTE DES FIGURES

- 4.1 Schéma hydraulique du réseau d'adduction
5.1 Conduites d'adduction coupe type

5.4

4.3

page

LISTE DES TABLEAUX

	<u>PAGE</u>
1 Comparaison technique et économique des solutions "adducteur en canaux" et " adducteur en conduites"	4.5
.1 Caractéristiques topographiques et géologiques au droit du passage de l'adducteur	5.5
.2 Caractéristiques du brise charge	5.9
.1 Prix unitaires adoptés (Aout 1983)	6.3
.1 Coût direct de la fourniture et de la pose des conduites	7.2
.2 Equipement de l'adducteur	7.3
.3 Coût de l'unité de réservoir de diamètre 32m et de hauteur 6m .	7.6
.4 Coût de l'ouvrage de brise charge	7.7
.5 Coût des opérations d'expropriation et d'indemnisation	7.9
.6 Récapitulation; coût total de l'adducteur entre le barrage et le réservoir.	7.10

I- AVANT PROJOS

1-1 OBJET DE LA PRESENTE NOTE

Le projet du Barrage de NAHR EL BARED sur le NAHR EL BARED prévoit :

- 1-1 l'accumulation des eaux non turbinés par les centrales BARED I et BARED II dans une retenue de l'ordre de 20 Mm³.
- 2-1 l'adduction des eaux retenues vers la ville de TRIPOLI . La réalisation de cette adduction nécessite le contournement de deux monticules : DAHR EL BAIDAR et NAHR EL TINE.

Le présent rapport constitue l'Avant-projet sommaire de l'adduction de NAHR EL BARED vers la ville de TRIPOLI conformément au Marché d'études passé entre le Bureau DAR EL HANDASAH (NAZIH TALEB) et le ministère des Ressources Hydrauliques et Electriques .

Conformément au paragraphe 3-6-2 du dit Marché , les études devront comprendre :

- 1° le tracé de l'adduction sur plan au 1/10 000 agrandi du 1/20 000 .
- 2° les caractéristiques techniques de l'adduction et des ouvrages d'art nécessaires .
- 3° les plans et coupes de l'adduction et ses ouvrages.
- 4° les quantités et le devis estimatif du projet .

1-2 DEROULEMENT DES ETUDES

Les études concernant l'Avant -projet sommaire de l'adduction sus-mentionné ont comporté les étapes suivantes:

- a) Une reconnaissance sur le terrain pour déterminer les emplacements des ouvrages d'arts (station de traitement, réservoir) en fonction de la topographie et de la géologie des sites.
- b) Une étude technique et économique des différents ouvrages rentrant dans l'adduction .

1-3 DOCUMENTS UTILISES POUR L'ETABLISSEMENT DU PROJET

Les documents utilisés pour l'établissement de la présente étude sont les études et les relevés effectués par l'ingénieur conseil :

- Relevés topographiques des emplacements de la station de traitement et des réservoirs d'accumulation .
- Enquête sur les eaux de TRIPOLI
- Enquête sur l'utilisation des eaux de NAHR EL BARED
- Etude Hydrologique de NAHR EL BARED et NAHR ABOU MOUSSA
- Etude préliminaire des tracés de l'adduction NOV. 1982
- Reconnaissance géologique de l'emplacement du tracé de l'ad-ducteur.

II- CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

II-1 RAPPEL DES SOLUTIONS EXAMINEES DANS L'ETUDE PRELIMINAIRE

L'étude de l'adduction à partir du Barrage de NAHR EL BARED au niveau de l'avant-projet sommaire, fait suite à l'étude préliminaire de Novembre 1982 dans laquelle l'Ingénieur Conseil avait examiné plusieurs types de solutions correspondant à :

- des solutions tout en canal (canal + galerie)
- des solutions tout en conduite
- des solutions mixtes: canal + conduite

Toutes ces solutions avec leurs variantes, ont été étudiées pour deux côtes de la prise d'eau(côte de départ):

- la première à la côte 110 mètres
- la seconde à la côte 115 mètres, entraînant une réduction du volume disponible dans la retenue de 1 Mm³.

Parmi toutes les solutions étudiées, l'Ingénieur Conseil recommandait vivement la solution "Adducteur en conduite" qui semble être une solution coûteuse, mais qui présente:

- une sécurité à long terme et un coût d'entretien minimum
- une plus grande souplesse et aucun risque de contamination de l'eau entre la station de traitement et les réservoirs d'accumulation .

A toutes ces considérations, s'ajoutent généralement les conditions géologiques qui ont révélé que :

- les flancs coupés pour la construction du canal devenaient d'une stabilité douteuse dans certains endroits : zones d'éboulis, failles
- les risques de rupture d'un canal à ciel ouvert au cours de l'exploitation sont supérieures .

II-2 LES DONNEES DE BASE POUR L'ETUDE DE L'A.P.S.

Les données de base pour l'étude de l'A.P.S. sont les suivantes:

- côte de départ de l'Adducteur 115 m
- capacité d'équipement de l'Adducteur 1,75 m³/s correspondant aux besoins de la ville de TRIPOLI en 1995
- caractéristiques Hydrologiques du Barrage de NAHR EL BARED telles qu'elles résultent du rapport d'hydrologie
- caractéristiques géologiques des zones des ouvrages :Brise charge, station de traitement, réservoir
- le matériau qui sera choisi pour les conduites d'adduction sera l'amiante-ciment ou la fonte ductile. Le choix est économique et l'Ingénieur conseil recommande la fonte ductile pour sa performance technique.
- Les prix unitaires correspondent à ceux établis à partir des marchés récents adjugés à des entreprises Libanaises (Auto-route TABARJA-TRIPOLI) juin 1981, majorés de 20 % .

11-3 LES PRINCIPAUX CARACTERISTIQUES DE L'ADDUCTEUR ET LES OUVRAGES D'ART

2-3-1 L'Adducteur

Le réseau d'Adducteur est constitué par deux conduites de diamètre 800 mm ou 900 mm amenant un débit maximum de 0.875 m³/s dans chaque conduite .

Les conduites d'adduction ont été doublées pour:

- ne pas avoir des diamètres trop importants
- augmenter la sécurité de fonctionnement du réseau.
- faciliter la mise en place .

Les conduites sont enterrées; la largeur de la tranchée de pose est égale à 3.50 m .

Une route de service de 8m de largeur est assurée le long des conduites d'adduction, elle est constituée par une chaussée empierrée de 3.5 m de largeur .

A la traversée des cours d'eau les conduites d'adduction sont protégées par un enrobage en béton et par un massif en Gabions .

./..

La sécurité de fonctionnement du réseau exige l'équipement hydromécanique des conduites par :

- des purgeurs soniques pour l'évacuation de l'air
- des robinets-vannes pour le vidange des conduites
- des protections anti-bélier
- des sectionnements : vannes à papillon à ouverture manuelle et à fermeture automatique par détection d'une surtension de l'eau .

2-3-2 L'ouvrage de Brise charge

L'ouvrage de Brise charge est placé directement à l'aval du Barrage , permettant de ramener la charge à l'entrée de l'Adducteur de la côte 160 m, côte de la retenue, à la côte de 115 m.

Il est équipé d'un obturateur à disque autocentreur type NEYRPIC , dont la fermeture est commandée par un flotteur .

L'obturateur est du type noyé , type \emptyset 630 PN 4 dont le dénivelé est égal à 2 mètres .

2-3-3 Le réservoir d'accumulation

Le réservoir d'accumulation situé près du camp de Beddawi devra avoir une capacité évaluée à 38 000 m³ d'eau . Il devra écreter la pointe de consommation, régulariser la pression et constituer une réserve journalière en cas d'accidents survenus au réseau .

Le réservoir d'accumulation sera constitué de trois batteries, de réservoirs composées chacune de trois réservoirs circulaires de 32 mètres de diamètre et de 6 mètres de hauteur .

II-4 LE DEVIS ESTIMATIF

Les principaux éléments qui entrent en jeu pour l'estimation du coût du premier investissement de l'ensemble des ouvrages sont :

./..

- le volume des travaux et les quantités des matériaux mis en oeuvre
- les prix unitaires applicables à ces travaux
- le montant des dépenses secondaires-(frais d'étude, imprévus, risques)

Dans le cadre de cette étude, il a été convenu de donner à chacun des éléments cités plus haut le maximum d'exactitude compatible avec le degré de précision des données de départ dont ils dépendent .

Le montant global des dépenses pour l'exécution de l'Adducteur BARED-TRIPOLI, est de 98 800 000 ,L.L.

Il se résume comme suit :

-Fourniture et pose des conduites 2 Ø 800 mm	75 500 000
-Ouvrages et équipement hydromécanique	3 000 000
-Passage sous cours d'eau ou sous route esistante	1 040 000
-Réservoirs	12 060 000
-Brise charge	2 705 000
-Expropriations	3 650 000

LIBAN * ?

III- CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'AMENAGEMENT
DE NAHR EL BARED

3-1 GENERALITES

On rappelle ici les caractéristiques principales de l'aménagement de NAHR EL BARED de l'amont vers l'Aval qui est prévu pour amener un complément d'eau à la ville de TRIPOLI :

- a) Barrage d'accumulation sur le NAHR EL BARED à 600 mètres à l'amont de la Centrale hydro-électrique existante
- b) Ouvrage de BRISE CHARGE régularisant la pression à l'entrée immédiatement à l'aval du Barrage
- c) Ouvrages d'adduction composés de deux tronçons :
 - 1-le premier entre la retenue et la station de traitement de longueur 3000 mètres environ
 - 2-le second entre la station de traitement et le réservoir d'accumulation de longueur environ 11 500 mètres .
- d) Station de traitement de capacité maximum de 150 000 m3/J
- e) Réservoirs d'accumulation ayant un volume total de 38 000m3; et qui servent comme alimentation tampon et comme «crêteur de pointe .

3-2 LES DONNEES ET LES HYPOTHESES DE BASE RESULTANT DES ETUDES PRECEDENTES

3-2-1 Etude des besoins en eau

D'après l'étude de "l'Enquête sur les eaux de TRIPOLI-EL MINA", les besoins en eaux globaux se répartissent comme suit :

Annee	Nombre d'habitants	Consommation journalière par habitant l/hab/Jour	Besoins totaux m3/J
1980	45 000	210 - 280	94500- 126 000
1995	652 000	260 - 390	169 520- 254 000
2005	834 000	300 - 430	250 200 -359 000

./..

Actuellement l'office des eaux de TRIPOLI distribue 70 000 m³/J ou bien 25,2 Mm³/an , le déficit minimum sera de:

8.8 Mm³ en 1980
35.8 Mm³ en 1995
64.8 Mm³ en 2005

Compte tenu de la fluctuation mensuelle des besoins annuels, la pointe de déficit se produit au mois de Juillet et atteint les valeurs de :

4.5 Mm³ en 1995
7.6 Mm³ en 2005

Ce qui donne un débit moyen journalier de 1.75 m³/s en 1995 et 2.95 m³/s en l'an 2005 , valeurs retenues pour les débits d'équipement de l'adducteur BARED-TRIPOLI.

3-2-2 Etudes hydrologiques

a) Les apports observés

Les apports d'eau observés aux stations hydrométriques de MECHMECH , TIRANE et EMBOUCHURE durant la période 1965 - 1974 comportent : 1- Une année sèche caractéristique dont la période de retour est estimé à 16 ans (Taux pluviométrique 0.67) . 2- Une année particulièrement humide (Taux pluviométrique 1.4) et correspondant à l'année hydrologique 1968 - 1969 .

Les apports observés à ces différentes stations ont donné les valeurs suivantes exprimées en millions de m³ :

	<u>MECHMECH</u>	<u>TIRANE</u>	<u>EMBOUCHURE</u>
Année moyenne	75.7	104.6	196.2
Année sèche	24.9	35.9	66.3

Les volumes d'eau turbinés aux deux centrales BARED I et BARED II ont donné une valeur moyenne égale à :

- 49 Millions de m³ pour la centrale BARED II.
- 140.7 Millions de m³ pour la centrale BARED I.

b) Le remplissage de la retenue de BARED

Le remplissage de la retenue de BARED est assurée par les volumes d'eau qui ne sont pas dérivées par les ouvrages de prise des centrales de BARED I et BARED II.

Ces valeurs sont déterminées à partir des mesures :

- des apports aux stations hydrométriques de MECHMECH TIRANE et EMBOUCHURE .
- des volumes turbinés aux centrales de BARED I et BARED II qui fonctionnent actuellement à 70 % de leur capacité théorique .

Le volume moyen annuel disponible à la retenue de BARED est estimé à :

- 20 Mm³/ an pour un fonctionnement des centrales à plein rendement correspondant aux débits d'équipements maximum de ces centrales .
- 49.7 Mm³/ an pour les conditions de fonctionnement actuels (17 ans de mesure) .

La modulation du volume annuel disponible à la retenue s'établit comme suit :

- 30 Mm³ (atteint ou dépassés 5 ans sur 10)
- 23 Mm³ (atteint ou dépassés 7 ans sur 10)
- 18 Mm³ (atteint ou dépassés 8 ans sur 10)

Le volume de la retenue ne peut pas être fixé d'une manière définitive avant l'achèvement des études géologiques et géotechniques de la cuvette; cependant les études hydrologiques sus- mentionnés ont permis de retenir un volume de 20 Mm³ .

3-2-3 Etudes géologiques

a) Adducteur

La reconnaissance géologique de surface le long du tracé de l'adducteur BARED-TRIPOLI a permis de tirer les points suivants :

- Les terrains traversés appartiennent principalement au Miocène (Pontien et Vindo Bonien) et au Pliocène . L'adducteur traverse également du côté de ED Dhabyé et de Karm EL AKHRAS une zone d'éboulis

formée de cône de déjection et de glissement .

-La nature lithologique des formations est résumée comme suit :

- . calcaire sableux
- . marnes et marno calcaires
- . calcaires marneux
- . conglomérats et argile rouge à cailloutis

-En plus de la traversée d'une zone de glissement et d'éboulis l'adducteur traverse la faille de DEIR AAMAR à proximité des ressources d'hydrocarbures .

b) Station de traitement

L'emplacement de la station de traitement se trouve dans une zone formée de calcaires gréseux, relativement plate . Le lieu choisi se trouve à un endroit le plus proche du Barrage , permettant de créer des surfaces de décanteurs de l'ordre de 1800 m² sans nécessité de faire de gros terrassements .

c) Reservoirs d'accumulation

Les réservoirs d'accumulation sont situés dans une région formée de calcaires, calcaires sableux et marnes . Ses fondations ne doivent poser aucun problème technique particulier .

d) Seismicité

Toute la zone de l'aménagement est potentiellement sismique . Pour les calculs statistiques, on doit considérer une accélération sismique de 0,10 g .

IV- CARACTERISTIQUES DE L'AMENAGEMENT DE L'ADDUCTEUR

RAPPEL DES SOLUTIONS ETUDIEES DANS L'ETUDE PRELIMINAIRE

4-1 SHEMAS GENERAL

L'adducteur BARED- TRIPOLI est prévu pour amener un débit de 1.75 m³/s en 1995 à partir de la retenue de BARED vers les réservoirs de TRIPOLI.

Le niveau de la retenue étant variable(entre 160 m et 110m); un ouvrage de brise charge est nécessaire pour amener une pression d'entrée constante à l'entrée de l'adducteur .

Il est à noter que l'eau disponible dans la retenue (20 Mm³) ne suffit pas pour combler les déficits de besoins annuels de la ville de TRIPOLI- EL MINA qui sont estimés à 35.8 Mm³ en 1995 et 64.8 Mm³ en 2005 .

Dans cet esprit une solution consiste de :

- 1) Laisser l'eau de la retenue de BARED pour les mois d'étiage (120 jours).
- 2) Pomper l'eau de NAHR EL BARED en hiver au niveau du Barrage agricole (côte 70 m environ) dans un réservoir de mise en charge à la côte 110 m .
- 3) Assurer en hiver la jonction de l'adducteur à ce réservoir de mise en charge .

Dans les deux cas , l'eau amenée par l'adducteur arrive gravitairement à la station de traitement , et de nouveau, elle est renvoyée aux réservoirs d'accumulation situés au voisinage de la ville à une côte piézométrique minimum de 62 m (fig. 4-1)

4-2 L'ADDUCTEUR PRINCIPAL

L'étude de l'adducteur BARED-TRIPOLI au stade de l'étude préliminaire a été effectuée en considérant plusieurs types de solutions :

- a) Solution tout en canal (canal + galerie)
- b) Solution tout en conduite
- c) Solution en canal et en conduite

Les solutions en canaux ne sont pas en général d'usage courant pour l'adduction de l'eau potable , à moins qu'ils soient couverts; cependant ces variantes ont été envisagées du fait que la perte de charge disponible entre l'ouvrage de prise et le réservoir principal est faible .

Dans ce même ordre d'idée , et pour augmenter la charge disponible, dans l'adducteur, deux côtes de la prise d'eau ont été envisagées :

- la première correspondant à une côte de 110 m
- la seconde à une côte de 115 m, entraînant une réduction du volume disponible dans la retenue de 1 Mm³.

4-2-1 Les variantes étudiées

Les variantes étudiées dans l'étude préliminaire sont:

a) Les variantes canaux

- Variante I A canal départ 110 m
- Variante III A canal départ 115 m

b) Les variantes canaux+ Galerie

- Variante I B canal + galerie , départ 110 m
- Variante III B canal + galerie , départ 115 m

c) Les variantes conduites

- Variante II A conduites départ 110 m
- Variante II B conduites départ 110 m, siphons, en fonte
- Variante IV A conduites départ 115 m
- Variante IV B conduites départ 115 m siphons en fonte

d) La variante conduites + canaux

- Variante II C conduite avec un tronçon " en canal" du Barrage jusqu'à la station de traitement .

4-2-2 Comparaison économique

La comparaison économique des variantes du tracé de l'adducteur étudiées dans l'étude préliminaire est fondé sur

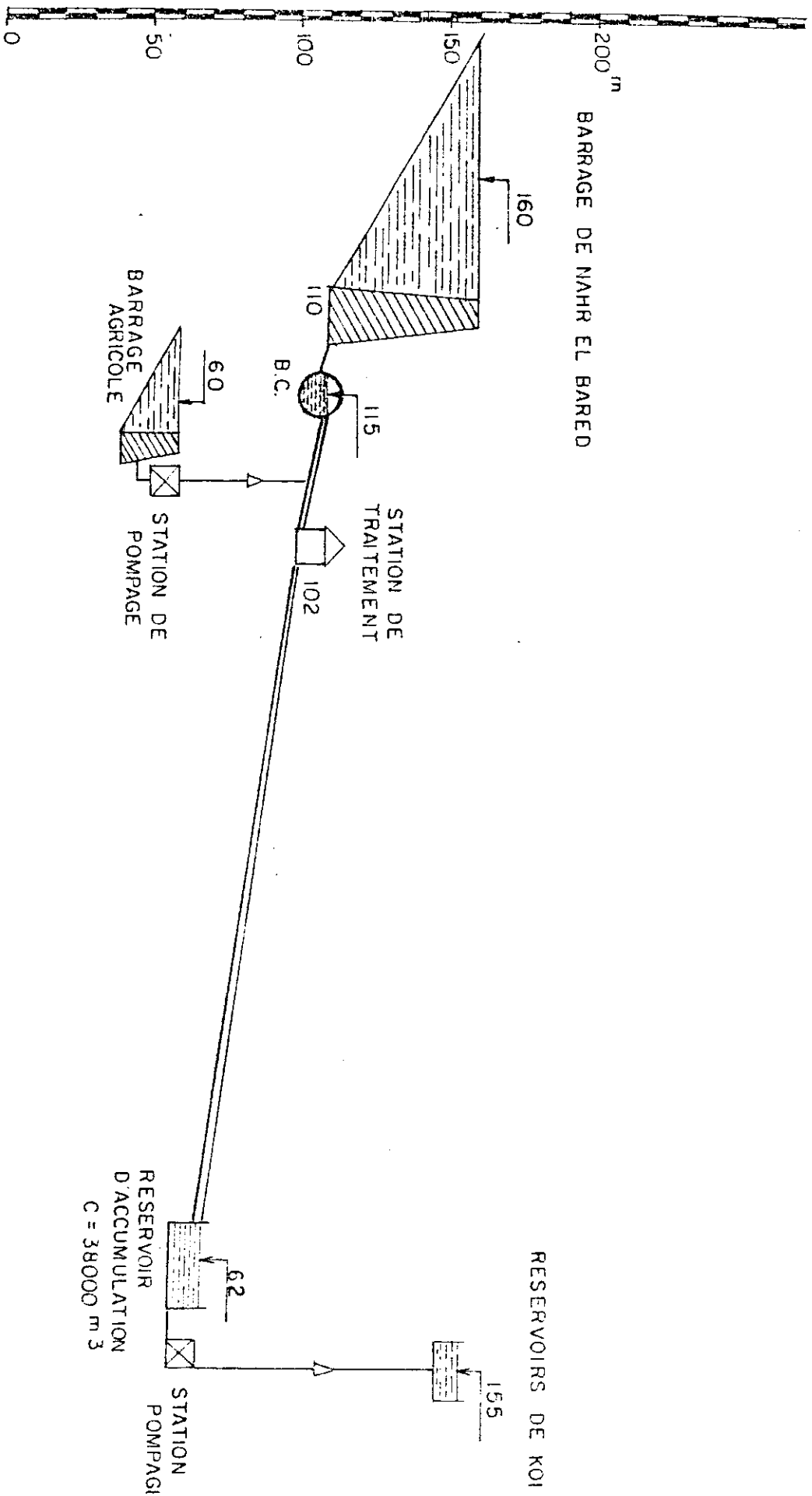


FIG. 4.1 SCHEMA HYDRAULIQUE
DU RESEAU D'ADDITION

l'évaluation estimative des éléments suivants :

- le coût du premier investissement
- les dépenses dues à la consommation de l'énergie pour les pompages
- les frais d'entretien des ouvrages et des installations électriques et mécaniques
- le coût du renouvellement du matériel

les autres ouvrages composants l'adduction, à savoir : la station de traitement , le réservoir de stockage, la station de pompage , ont été estimés d'une façon forfaitaire et identique pour toutes les variantes .

Cette comparaison , qui est uniquement économique, montre que :

- 1) les solutions " tout en canal" sont les moins chères
- 2) les solutions " canal + Galerie" et " canal + conduites" sont des solutions coûteuses .
- 3) les solutions " tout en conduites" sont les plus chères

4-2-3 La comparaison technique

Cependant l'étude technique des différentes solutions a conduit à limiter la comparaison entre deux classes de variantes :

- Adducteur en canaux -("tout en canal")
- Adducteur en conduites et siphons (" tout en conduites)

Le tableau 4-1 donne sous forme résumé les avantages et les inconvénients de chacune de ces variantes .

Cependant cette comparaison économique a été établie dans l'étude préliminaire avant que ne soient achevées les reconnaissances topographiques et géologiques du tracé .

Au stade de l'avant- projet sommaire , ces reconnaissances conduisent à réajuster en conséquence le prix du mètre linéaire du canal (site très escarpé,éboulis, constructions plus difficile et plus longue); et de ce fait,

TABLEAU 4-1

COMPARAISON TECHNIQUE ET ECONOMIQUE DES SOLUTIONS
"ADDUCTEUR EN CANAUX" ET "ADDUCTEUR EN CONDUITES"

Au point de vue	Adducteur en canaux	Adducteur en conduites
-Qualité de l'eau amené	risque de contamination sérieuse	maintient la température constante et les qualités originelles de l'eau.
-Pertes d'eau au transport	Grand risque: - usage illégal - vol	Aucun risque
-Charge totale disponible entre le barrage et le réservoir (37 m environ sur 14 Km). charge disponible faible	convient mieux à une adduction en canaux	convient mal à une solution en conduites (en charge)
-Conditions topographiques (région très escarpée)	construction difficile et stabilité douteuse	construction plus faible et plus rapide
-Conditions géologiques	le passage dans les zones d'éboulis est plus long	le passage dans les zones d'éboulis est réduit .
-Souplesse et sécurité de fonctionnement	souplesse réduite et entretien continu	plus souple et plus sûr
-Temps de construction	long	court
-Coût de l'aménagement	solution économique	solution plus couteuse

l'écart entre les coûts de ces deux variantes deviennent plus réduites .

4-2-4 Conclusion

- 1) En accord avec les conclusions de l'étude préliminaire, l'ingénieur Conseil recommandait vivement la solution "Adducteur en conduite", sans rejeter les autres solutions alternatives qui peuvent être intéressantes .
- 2) La nature de ces conduites de diamètre égal à 800 mm supportant des pressions élevées peuvent être choisis en amiante-ciment , acier ou fonte en fonction de la charge appliquée et des critères économiques limitatifs .

Dans la mesure du possible il est nécessaire d'éviter l'emploi de matériaux différents pour cet Adducteur . Ceci nécessite en effet, l'application de méthodes de pose différentes entraînant l'utilisation d'un matériel approprié ; et souvent l'exécution séparée par des entreprises spécialisées .

- 3) La fourniture de conduites en amiante-ciment de diamètre 800 mm classe 24 et même 30 est accessible au Liban. Elles peuvent être utilisés pour l'adduction, moyennant quelques précautions supplémentaires lorsque ces conduites traversent des cours d'eau ou passent sous des routes existantes.

Les conduites en "fonte ductile" sont aussi intéressantes, puisqu'il y a lieu de travailler dans des régions très escarpées. Ce matériau est résistant aux chocs et à l'écrasement et facile à l'usage.

- 4) Le choix entre ces deux types de matériau est un choix économique; Au point de vue performance technique, L'Ingénieur conseil recommande la fonte ductile .

3 LES OUVRAGES PARTICULIERS

4-3-1 Le réservoir

Le réservoir, qui joue le rôle d'une alimentation tampon en cas d'un accident survenu sur les réseaux



d'adduction, aura un volume égal à $6q_m$ (q_m étant le débit continu d'alimentation).

Dans les conditions de la ville de TRIPOLI-EL MINA où les besoins en 1995 sont 220 350 m³/J, dont déjà 70 000 m³ déjà distribués actuellement, le réservoir aura un volume de l'ordre de 38 000 m³ et servira à la fois comme un écrêteur de pointe et comme alimentation tampon en cas d'accidents mineurs .

4-3-2 La station de traitement

La station de traitement devra assurer le traitement de 150 000 m³/J durant le mois de pointe, la décantation sera faite avec des vitesses allant de 1 mm/s à 2 mm/s , ce qui donne des surfaces de décanteurs de l'ordre de 1800 m².

Dans une étude préliminaire, l'ingénieur Conseil recommande l'adoption de filtres rapides et la stérilisation à l'Ozone complétée par une chlorination .

L'étude de la station de traitement ne rentre pas dans le cadre de l'étude de l'adduction, elle constitue un dossier à part du Marché .

4-3-3 La station de pompage

La station de pompage est prévue pour relever l'eau nécessaire à l'alimentation de zones hautes de la ville de TRIPOLI, jusqu'à la côte du château d'eau de Quobbah à 155 m avec un débit de 0.75 m³/s .

La station de pompage sera implantée près du réservoir d'accumulation et aura une puissance variante entre 1000 et 1250 Kw (4 groupes de pompage de 310 Kw). La conduite de refoulement aura une longueur de 2 Km environ.

La conception d'ensemble de la station et de la conduite de refoulement ne rentre pas dans le cadre de l'étude actuel .

4-3-4 Ouvrage de Brise-charge

La pression statique en tête de l'Adducteur correspond à la cote 160 m de la retenue . Comme le niveau de la retenue est variable, et qu'il est nécessaire de disposer une charge constante à l'entrée de l'adducteur, on a prévu d'installer à l'amont du réseau un ouvrage de brise-charge qui sera implanté :

- 1) de préférence à l'aval immédiat du Barrage
- 2) soit à l'entrée de la station de traitement .
Dans ce cas le tronçon d'Adducteur situé entre le barrage et la station de traitement sera dimensionné pour supporter la pression statique adéquate .

V- CARACTERISTIQUE TECHNIQUE DE L'ADDUCTEUR ET DES OUVRAGES PRINCIPAUX

5-1 L'ADDUCTEUR

5-1-1 Généralités

Le réseau d'adduction est constitué par deux conduites adjacentes de diamètre $\varnothing 800$ mm amenant un débit total de 1,75 m³/s .

La charge disponible entre l'amont et l'aval du réseau étant faible, les diamètres choisis sont relativement grands .

Les conduites d'adduction ont été doublées pour les raisons suivantes :

- ne pas avoir de diamètre trop important (le diamètre maximal utilisé est un diamètre de 800 mm)
- augmenter la sécurité de fonctionnement du réseau
- permettre le transport et la mise en place de ces canalisations sans trop d' encombrement .

Les sectionnements qui équipent les conduites principales doubles permettent d'isoler éventuellement une des deux conduites et d'assurer un service partiel par l'autre conduite .

Ceci est particulièrement important, puisque l'adducteur passe en plusieurs endroits en zones d'éboullis.

5-1-2 Tracé du réseau et Routes de service

Pour établir le tracé en plan du réseau, on, a tenu compte des obstacles naturels et des infrastructures existantes .

Une route de service de 3,5m de largeur est assuré le long des conduites d'adduction , sauf lorsque la conduite longe une route ou une piste existante .

Les routes de service, de mêmes caractéristiques que les routes rurales, sont constituées par une chaussée enpierrée de 3.5 m de longueur .

5-1-3 Implantation

Le départ se fait à la côte 115 m en conduite 2 \varnothing 300mm à partir de l'ouvrage de Brise-charge et contourne le col de DAHR DEIRHELLE jusqu'à l'emplacement de la station de traitement des eaux situé à la côte du terrain naturel 102 m.

Le départ à partir de la station suit la route joignant Borj EHANINE jusqu'aux environs de ED DHAI BIYE à la côte 70 m environ, puis la conduite longe la route ED DHAIBIYE- DEIR AMAR.

A la sortie de DEIR AMAR, la conduite passe dans l'étranglement entre les cols de OUN HAOUACH et EL QALAA, puis passe au voisinage de la raffinerie de l'I.P.C.

La conduite enfin traverse Ouadi EN NAHLE pour arriver au réservoir d'accumulation à la côte 60 m au voisinage du camp de BEDDAOUI .

5-1-4 Profil en long des conduites

Afin de permettre une évacuation facile de l'air, qui se trouve dans les conduites au moment du remplissage ou qui peut s'accumuler pendant le service, les conduites ne comportent pas de tronçons horizontaux, mais des tronçons ascendants ou descendants .

Les pentes minimales sont les suivantes :

- Tronçons ascendants : 0,3 % .
- Tronçons descendants : 0,5 %

A cause des pentes du terrain naturel dans le périmètre d'irrigation, ces valeurs n'entraînent pas en général des surprofondeurs .

5-1-6 Matériau

Compte tenu des caractéristiques du réseau sous pression et des problèmes de surpression dû au remplissage et au vidange des conduites, le matériau utilisé sera limité à l'amiante-ciment classe 24 et à la fonte ductile.

5-1-6 Calcul des conduites

D'une façon générale, on a admis des vitesses d'écoulement ne nécessitant pas une protection spéciale des conduites. Les vitesses maximales généralement utilisées ont été les suivantes :

∅ 900 mm	v = 2,50 m/s
∅ 800 mm	v = 2. m/s

Cependant il y a lieu d'utiliser si c'est possible un seul diamètre tout le long de l'adducteur pour simplifier les problèmes d'entretien de la conduite et des ouvrages annexes.

5-1-7 Diamètres

Les diamètres des conduites sont calculés en utilisant la formule de Colebrook :

$$J = \frac{\lambda}{D} \frac{v^2}{2g} \quad \text{avec} \quad \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \text{ Log}_{10} \left[\frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{K}{3.71 \lambda D} \right]$$

J pente de charge (en mètre d'eau) par mètre linéaire de conduite

λ coefficient de perte de charge

D diamètre intérieur du tuyau en m

v vitesse d'écoulement en m/s

g accélération de la pesanteur (9,8 m/s²)

Re nombre de Reynolds

K rugosité absolue des parois

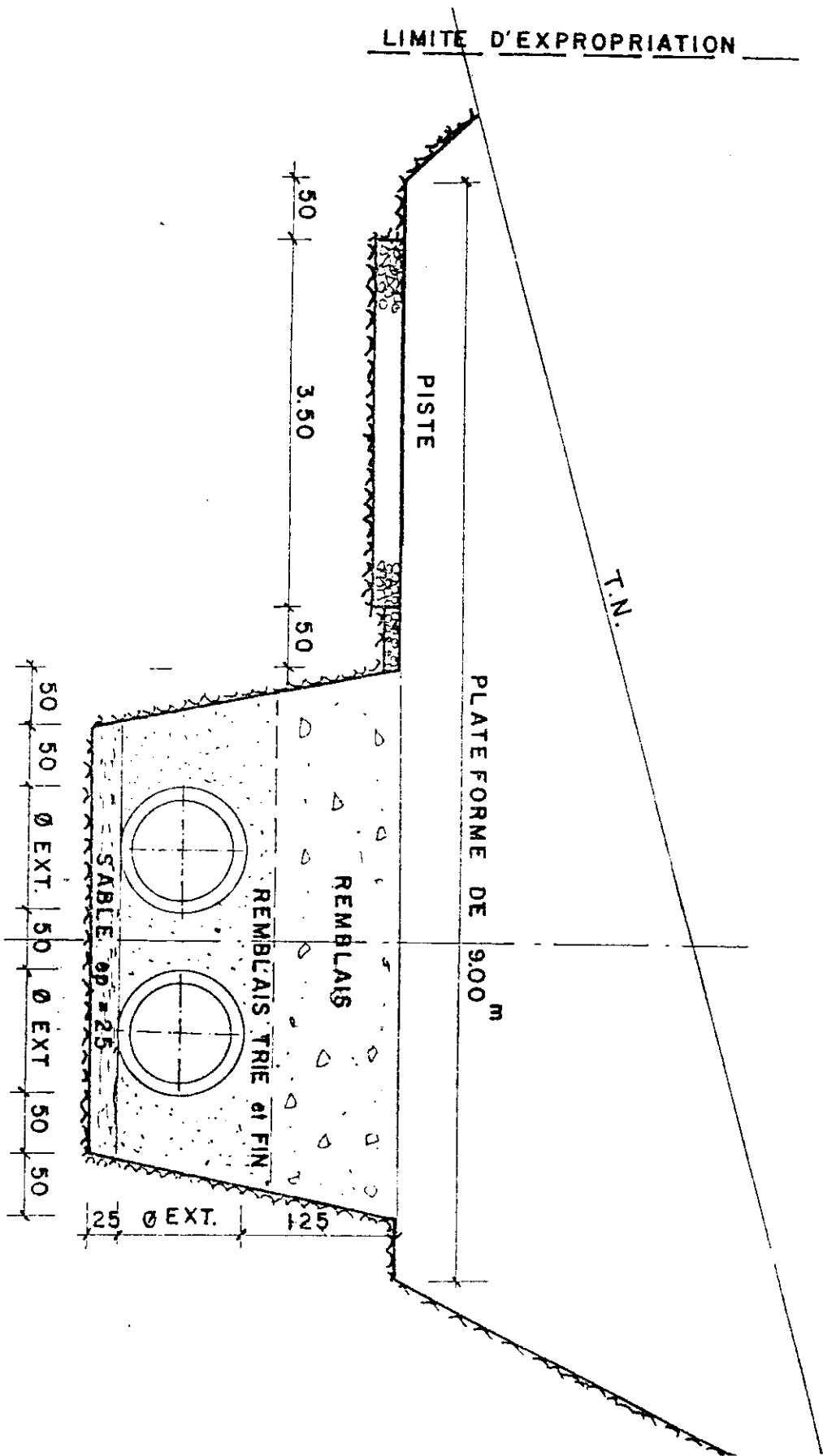


FIG. 5.1 CONDUITES D'ADDUCTION
 COUPE TYPE

TABLEAU : 5-1 CARACTERISTIQUES TOPOGRAPHIQUES ET GEOLOGIQUES -
AU DROIT DU BARRAGE DE L'ADDUCTEUR

<u>Point Kilo- métrique</u>	<u>Distance en mètres</u>	<u>Pente trans- versale</u>	<u>Nature du sol</u>
Pr1 - Pr3	2600	5 - 10 %	Miocène. Vindobonien . Calcaire, calcaire sableux et
Pr3 - Pr4 bis	1200	5 - 10 %	Alluvions argileux
Pr4 bis - Pr'4 bis	600	5 - 10 %	Senonien . Marne et calcair Marneux
Pr'4 bis	-		Faille
Pr'4bis-Pr5	1080m	5 - 10 %	Cône de déjection (Eboulis)
Pr.5.- Pr 5 bis	320m	5- 10 %	Calcaire sableux, Marne et argile
Pr 5 bis - Pr'5 bis	1000	5 - 10 %	Zone de glissement
Pr'5 bis-S9	480	5 - 10 %	Travertin d'eau douce
S9 - Pr 6	630	5 - 10 %	Zone de glissement
PR13 - S11	1050	5 - 10 %	grès dunaire
S11 -S13	1470	5 - 10 %	Pliocène: calcaire sableux, marne et argile.
S13 . -Pr 9	800	5 - 10 %	Pliocène :calcaire sableux, marne et argile .
Pr 9 - Pr10	650	40- 50 %	Pliocène: calcaire sableux, marne et argile
Pr10 - Pr18	2300	40 - 60 %	Conglomérats et argile roug à cailloutis .

5-1-8 Pressions caractéristiques

Les pressions caractéristiques, c'est à dire les classes de résistance ont été prises égales au moins à deux fois la pression statique de service .

5-1-9 Pose des conduites

Les conduites sont enterrées .

La largeur de la tranchée de pose est égale à 3,50 m. On s'impose une hauteur minimale de sécurité de 1,25 m de remblais en dessus de la génératrice supérieure du tuyau .

Les tuyaux sont recouverts de remblais triés et damés jusqu'à une hauteur de 0.30 m au dessus de la génératrice supérieure .

La tranchée est ensuite comblée en remblais ordinaire . La longueur des tuyaux est normalement de 6 m . Leurs extrémités sont usinés pour l'emboîtement des joints .

5-2 EQUIPEMENT HYDROMECHANIQUE DES CONDUITES

5-2-1 Points hauts

La sécurité de fonctionnement des réseaux exige le contrôle des évacuations et des admissions d'air :

- évacuation pendant la mise en eau de l'air occupant les conduites; et au cours de l'exploitation, de l'air qui s'accumule normalement aux points hauts .
- admission d'air lors d'un vidange provoquée ou accidentelle .

Tous les points hauts des conduites reçoivent l'équipement suivant :

- un purgeur sonique pour l'évacuation de l'air
- un clapet à rentrée d'air, pour une dépression supérieure à la valeur acceptable de 0.2 bar; le clapet permet l'introduction d'un débit d'air dans la conduite.

5-2-2 Point_bas

Des points bas du réseau sont équipés d'un robinet - vanne permettant le vidange des conduites pour le nettoyage, l'entretien et les réparations.

Ces vannes de vidange peuvent laisser passer sous une charge statique élevée un débit très important, dont la coupure rapide risque d'entraîner de fortes surpressions .

Le diamètre de la vanne de vidange est de l'ordre de 200 mm; En général les vidanges sont directes et évacuent gravitairement au talweg ou au fossé le plus proche .

5-2-3 Protection_antibélier

Il est prévu en général d'appareils de protection antibélier sur le réseau pour amortir les chocs de pression .

A l'entrée de l'ouvrage de Brise charge dont les conduites d'alimentation ont des vitesses et des pressions relativement élevées, des soupapes de décharge sont installées à leur entrée .

5-2-4 Sectionnement

Les deux conduites d'adduction sont équipées de vannes à papillon à ouverture manuelle et à fermeture automatique par détection d'une survitesse de l'eau dans les conduites .

Cette fourniture doit être réglée pour un débit appelé supérieur d'environ 20 % au débit d'équipement , c'est à-dire pour un débit de 1,1 m³/s dans chaque conduite.

Ainsi en cas de rupture sur une conduite d'adduction, il y a interruption automatique du service .

5-3 OUVRAGE DE BRISE CHARGE

5-3-1 Caractéristiques générales

L'ouvrage de Brise charge est placé directement à l'aval du Barrage , à la côte 110 m. Les caractéristiques hydrauliques sont les suivantes :

- côte du plan d'eau dans le Brise -charge	115 m
- débit	1,750 l/s
- niveau piezométrique statique:	
. côte	160 m
. pression	4,5 bars
- niveau piezométrique dynamique	
. perte de charge dans le réseau	40 m
. pression	5 m
- diamètre de la conduite d'arrivée	- Ø 1200 mm
- diamètre des conduites départ	2 x Ø 800 mm

5-3-2 Obturbateur

L'ouvrage de Brise charge est équipée d'un obturbateur à disque autocenteur type Neyrpic , dont la fermeture est commandée par un flotteur .

L'obturbateur est du type noyé , type Ø 630 P.N 4 dont le décretement est égal 2 mètres .

5-3-3 Appareillages et dispositifs de sécurité

L'ouvrage de Brise charge est équipée :

a) A l'entrée de l'ouvrage :

- d'une vanne papillon Ø 1200 avec by-pass sur la conduite ; la vanne est motorisée et équipée pour être commandée à distance . La fermeture de la vanne peut se produire automatiquement dans le cas où le niveau dans le bassin dépasse la côte maximum .

- d'une double ventouse .

./...



TABLEAU 5- 2 CARACTERISTIQUES DU BRISE CHARGE

DESIGNATION	UNITE DE MESURE	OUVRAGE DE BRISE CHARGE
Conduite d'arrivée	m	1 Ø 1200
Conduite de départ	mm	2 Ø 800
Côte piézométrique à l'entrée du brise charge	m	160
Côte piézométrique à la sortie du brise charge	m	115
Niveau Q max.	m	115
Niveau Q ₀	m	113
Charge statique maximum	m	145
Obturbateur à disque PN 4	mm	630
Décrément	m	2
Puissance à dissiper	Kw	300
Volume minimum de la chambre de dissipation	m ³	140
Volume minimum de la chambre de régulation	m ³	85

-de deux soupapes de décharge \emptyset 200 , placés pour réduire d'éventuelles supressions qui pourraient être dû à une fermeture rapide de l'obturateur à disque ou de la vanne papillon .

En cas de coincement de l'obturateur, il est prévu une fermeture automatique de cette vanne par détection de niveau trop haut dans le Brise charge .
Grace au dispositif antibélier, la fermeture de cette vanne peut être réglée pour que la coupure du débit se fasse en 30 secondes, ce qui correspond à l'accumulation, au-dessus du niveau haut , du volume maximal de 55 m³.

b) Immédiatement en aval du mur tranquilisateur , à la sortie du bassin , une vanne automatique est placée dont le but est de maintenir le niveau aval à la côte 115 m.

Le niveau constant est nécessaire au fonctionnement de deux filtres à tambour de 2,50m. de diamètre pour la filtration de tout le débit du Brise charge (1,75m³/s).

-les filtres sont pourvus de grille , de dispositif automatique pour le nettoyage du tambour et d'un pont roulant pour le surlèvement et le déplacement des filtres et des autres appareillages en cas d'avarie .

-entre la vanne automatique et les filtres est placé un raccord qui sert comme bassin calme et qui permet à l'eau de se distribuer uniformément aux deux filtres

-en plus de l'évacuateur de fond du bassin , il y a deux siphons de sécurité qui peuvent évacuer un débit maximum allant jusqu'à 2000 l/s au dessus du niveau 115 m.

-en aval de la vanne à niveau aval constant , a été placé un seuil déversoir à la côte 115 m qui permet l'écoulement du débit maximum 1.75 l/s .

c) A la sortie:

En aval du Brise charge , sur les deux conduites de départ est prévu :

- un venturimètre servant à mesurer les débits dans l'Adducteur
- une vanne papillon à survitesse \varnothing 800 mm sur chaque conduite de départ . Cette vanne assure une fermeture automatique par détection de vitesse .

5-3-4 Dispositions constructives

L'ouvrage de Brise charge comporte :

- une chambre amont pour le logement des vannes , des ventouses et des soupapes de décharge .
- d'un bassin rectangulaire où se trouvent la tubulure d'amenée verticale, l'obturateur à disque autocentreur et le flotteur situé dans un bac ajusté .
- Ce bassin est de nouveau relié à un bassin divergent munie d'un seuil trop plein par l'intermédiaire d'une vanne à niveau aval .
- la puissance maximum à dissiper correspondant au débit nominal est égale à 300 KW . Le volume minimal pour la dissipation d'énergie est égal à 140 m³.
- le volume de régulation minimale nécessaire à la mise en vitesse de la conduite est égal à 85 m³.

5-4 TRAVERSEES DES COURS D'EAU

5-4-1 Généralités

Les deux conduites du réseau d'adduction franchissent des cours d'eau peu importants . Ces traversées ne présentent pas de difficultés majeures et ne nécessitent que des ouvrages de protection relativement simples : (enrobage de béton, Gabions).

Les principaux emplacements de ces traversées se trouvent aux droits des cours d'eau suivants :

	Point kilométrique
Ouadi EN NAHLE	0+ 200
Ouadi ECH CHOUMAR	5+ 00
Ouadi ECH CHEIKH AHMED	7 + 920
Ouadi EL TEFLE	9 + 180
Ouadi EL SOULTAN	10 + 450

5-4-2 Protection des traversées sous cours d'eau

Les passages sous cours d'eau sont en général constitués par deux conduites adjacentes enrobés de béton et protégés à l'amont par un massif en Gabions .

5-4-3 Protection des traversées sous route

La protection des conduites d'adduction sous les routes principales est constituée par une traversée de ces conduites dans une galerie construite en éléments préfabriqués .

Au dessous des routes secondaires , les traversées sont protégées uniquement par un enrobage en béton .

5-5 LE RESERVOIR D'ACCUMULATION

Le réservoir d'accumulation situé près du camp de BEDDAOUI devra avoir une capacité évaluée à 38000 m³ d'eau. Cette capacité est nécessaire pour:

- 1) écrêter la pointe de consommation et régulariser la pression .

- 2) constituer une réserve journalière en cas d'accident survenu sur la conduite générale d'adduction . En effet, un simple changement de tuyau , y compris les opérations de nettoyage et de désinfection, demande plusieurs heures de travail , voire une journée , s'il s'agit de conduite de gros diamètre .

Deux types de réservoir peuvent être utilisés :

- 1- Un grand réservoir rectangulaire semi-enterré de plusieurs compartiments cellulaires, de diamètre plane (100 X 80m) et de 5 mètres de hauteur
- 2- Trois batteries de réservoirs circulaires composées chacune de 3 réservoirs circulaires de 32 m de diamètre et de 6m de hauteur .

Ces trois batteries de réservoirs distantes d'une centaine de mètres , ont chacune leur propre chambre de vannage:

- vanne à vitesse télécommandée
- débit mètre
- vanne de sectionnement

Les réservoirs possèdent chacun leur équipement propre :

- vidange et trop plein
- sectionnement
- prise d'eau .

La construction d'un réservoir multicellulaire rectangulaire pose des problèmes complexes tel que:

- 1) Les problèmes de dilatation et par suite d'étanchement
- 2) Les problèmes de fluage
- 3) Le drainage du radier du réservoir .

Par contre, la construction de réservoirs circulaires et identiques en béton armé ou en béton précontraint est :

- plus rapide (travaux répétitifs)
- plus facile , puisque les entreprises locales ont déjà effectué des travaux similaires .
- plus sûr au point de vue exploitation (fuite , étanchéité).

5-6 VOIRIE . EXPROPRIATION ET INDEMNISATIONS

5-6-1 Voirie de service

Une voirie de service est créée spécialement pour les besoins des infrastructures de l'adduction . Ce sont :

- 1) les routes d'accès aux ouvrages principaux : Brise charge, station de traitement et réservoir d'accumulation .
- 2) les routes de service le long des conduites d'adduction

Ces routes réalisées avant les travaux de constructions et de pose sont utilisées pour l'amenée à pied d'oeuvre des matériaux et des tuyaux et ensuite pour l'inspection l'entretien et les réparations du réseau d'adduction .

Il est bien évident que les conduites d'adduction ont été implantées à priori à l'intérieur de l'emprise des routes ou des pistes existantes , réduisant au minimum les surfaces expropriées .

5-6-2 Caractéristiques

- a- Les routes d'accès aux ouvrages sont en général des routes asphaltés de 7 m de largeur avec une plateforme de 9 m .

Cette largeur est nécessaire pour l'amenée à pied de gros appareillages mécaniques à bord de grands camions .

- b- Les routes de service et les routes agricoles ne sont pas revêtues et ont les caractéristiques suivantes :

- largeur de la plateforme 9m
- largeur de la chaussée empierrée 3,5 m
- composition de la chaussée :
 - . blocage sur 0.20 m d'épaisseur
 - . tout venant de carrière sur 0.12 m d'épaisseur

République Libanaise

Bureau du Ministre d'Etat pour la Réforme Administrative

Centre des Projets et des Etudes sur le Secteur Public

(C.P.E.S.P.)

./..

5-6-3 Expropriations et indemnisations

A- L'emprise des conduites est expropriée sur une largeur correspondant à la plateforme de travail . Celle-ci sera prise égal à :

- 10 m de largeur dans un terrain plat
- 14 m de largeur dans un terrain accidenté de pente supérieur à 20 % .

B- Pour la création des routes d'accès et des routes de service , l'expropriation est faite suivant la règle , en vigueur au Liban, du quart gratuit, c'est à-dire que l'expropriation est gratuite tant que la surface expropriée ne dépasse pas le quart de la parcelle traversée .

Pour bénéficier de cette règle et faciliter la pose et l'entretien des conduites , on a fait coïncider en général le tracé du réseau de voirie rurale existant avec celui du réseau d'adduction .

Lorsque la route de service longe une conduite , la règle d'expropriation du quart gratuit est également appliquée à une emprise de largeur 9 m .

VI- BASES DU DEVIS ESTIMATIF

6-1 LES PRIX UNITAIRES

Les prix unitaires utilisés pour l'établissement du devis estimatif sont groupés dans le tableau 6-1 .

Ces prix ont été établis à partir des marchés récents adjugés à des entreprises libanaises (autoroute TABARJA-TRIPOLI) Juin 1981 , majoré de 20 % .

6-2 LES COÛTS DIRECTS

Les coûts directs résultent de l'application des prix unitaires aux quantités prévues dans l'avant métré établi au niveau de l'A.P.S. y compris les imprévus .

Sous la dénomination d'imprévus, sont classés à la fois , les détails non considérés dans l'avant- projet et les risques dépendant des conditions de réalisation .

Les valeurs des imprévus sont variables selon les ouvrages et fixées comme suit :

	<u>Détails non considérés</u>	<u>Risque</u>	<u>Total</u>
- Ouvrage de Brise charge	16 %	+ 5 %	20 %
- Réseau d'adduction	10 %	+ 5 %	15 %
- Réservoir d'accumulation	10 %	+ 5 %	15 %

6-3 LES COÛTS INDIRECTS ET TOTAUX

Les frais totaux s'obtiennent en ajoutant aux coûts directs les frais d'étude et les frais d'intérêts intercalaires pendant la construction .

./..

Les frais d'étude et de la direction des travaux ont été estimés à 8 % des coûts directs .

Les intérêts intercalaires , fonction de la durée des travaux sont évalués en pourcentage de majoration des frais directs et d'études et sont estimés à environ 5 % .

Le taux de conversion U.S Dollar - livre Libanaise est celui retenu par la moyenne du taux durant l'année 1983 , à savoir 1 Dollar U.S. = 4.30 P.L.

.

TABLEAU : 6-1

PRIX UNITAIRES ADOPTES (JUILLET 1983)

	Unité	Prix unitaire L.L.
<u>I- TERRASSEMENTS</u>		
1.1 Déblais ordinaires en terrain de toute nature , exécution de piste , routes et plate forme	m3	30
1.2 Déblais exécutés en terrain rocheux nécessitant l'emploi d'explosifs ou compresseurs . Pour pistes et routes	m3	30
1.3 Déblais en tranchée en terrain de toute nature , largeur minimale de la tranchée 1m , pour pose de conduites, exécution de massif, regards chambre de vannes d'appareil.	m3	48
1.4 Démolition de chaussée bitumée de voies existantes	m2	12
1.5 Remblais pour pistes, routes, pistes de service, y compris arrosage et compactage	m3	71
1.6 Remblais des tranchées des conduites avec matériaux sains provenant des fouilles, dûment criblés ou triés, allant du lit de pose jusqu'à 15 cm du tuyau, y compris arrosage et drainage .	m3	95
1.7 Exécution de drains en fond de fouille pour radier du réservoir avec disposition des moellons à gravillons, épaisseur 15 cm .	m3	83
<u>2- BETONS ET MACONNERIES</u>		
2.1 Béton de propreté dosé à 150 Kg de ciment par m3 de béton.	m3	655

./..



	Unité	Prix unitaire L.L.
2.2 Béton légèrement armé dosé à 250 Kg/m ³ pour massifs, socles seuils radiers, enroulement des conduites.	m ³	863
2.3 Béton pour béton armé ou non armé, dosé à 300 Kg/m ³ , pour parois de regards, chambres d'appareils	m ³	744
2.4 Béton pour béton armé de fondations dosé à 350 Kg de C.P. A. pour ouvrages tel que: Murs de soutènement, dalots	m ³	881
2.5 Béton pour béton armé de fondations dosé à 350 Kg de C.P.A. (Béton étanche) pour réservoirs d'eau, Brise charge	m ³	928
2.6 Béton armé dosé à 350 Kg de ciment par m ³ en élévation pour ouvrages tel que brise charge, réservoirs ...	m ³	1713
2.7 Coffrages plans ordinaires verticaux ou horizontaux		
a) pour surfaces non visibles des ouvrages	m ²	54
b) pour surfaces visibles	m ²	65
2.8 Coffrage courbe pour structures à parois cylindriques	m ²	89
2.9 Armature en acier doux pour béton armé pour tous les ouvrages	Kg	4,8
2.10 Armature en acier mi-dur à adhérence améliorée pour béton armé, pour tous les ouvrages	Kg	4,8

	Unité	Prix unitaire L.L.
2.11 Mur tranquillisateur troué en béton armé dosé à 350 Kg /m ³ pour brises-charges	m ²	298
2.12 a)Enduit étanche intérieur	m ²	36
b)Enduit étanche extérieur	m ²	30
2.13 Gabions en fil d'acier galvanisé à double torsion en mailles de 6x8cm, diamètre du fil 2,7 mm et dimension des gabions (2+1+1 m) y compris fourniture et mise en plan .	m ³	179
3- <u>CONDUITES</u>		
3.1 Conduites 2 Ø 800 mm sous pression. Fourniture, y compris joints.	ml	4761
3.2 Conduites 2 Ø 900 sous pression fourniture et pose, y compris joints	ml	5356
3.3 Conduites Ø 1200 mm sous pression, .Fourniture et pose, y compris joints	ml	2975
3.4 Conduite Ø 1000 en acier pour conduite de trop plein .	ml	3332
4- <u>EQUIPEMENTS HYDROMECHANIQUES</u>		
4.1 <u>Ouvrage de sectionnement</u>		
a)Génie civil et pièces spéciales		25 600
b)Appareillages		112 600

	Unité	Prix unitaire L.L.
4.2 <u>Point haut</u>		
a) génie civil et pièces spéciales		25 600
b) appareillages		112 600
4.3 <u>Point bas</u>		
a) génie civil et pièces spéciales		20 500
b) appareillages		5 120
*4.3		
4.4 <u>Equipement des réservoirs</u>		
a) chambre de vannes: génie civil et appareillages		61 400
b) vidange et trop plein		25 600
4.5 <u>Equipement du Brise charge</u>		
a) obturateur à disque sous capot Ø 630 PN 4	U	119 000
b) vanne papillon Ø 1200mm servo- commandée par moteur électrique avec indicateur de position by - pass .	U	77 400
c) soupape de décharge Ø 200 mm	U	59 500
d) vanne à niveau aval débit 1.750 l/s	U	153 500
e) conduite de vidange Ø 1000 mm	U	71 600
f) siphon de sécurité en acier débit 900 l/s	U	112 600
g) vanne à papillon à survitesse, y compris membrane, système de service et de frein, com- mande manuelle, contacts élec- triques et relais pour ferme- ture télécommandée.	U	92 200
h) débitmètre type tuyau Venturi normal court standard, en fon- te avec brides	U	71 600
*4.3 bis Protection antibelier		
a) génie civil	U	21 400
b) appareillage	U	71 400

./..

	Unité	Prix unitaire L.L.
i) pont roulant pour une charge de 3 tonnes	U	35 700
5- <u>TRAVAUX DIVERS</u>		
5.1 Reconstruction des chaussées betonnées et aménagement des raccordements des pistes aux chaussées à la traversée des conduites	m2	77
5.2 Construction de chaussée de piste en tout venant cal- caire	m3	95
5.3 Piste d'accès bitumée de 7 m de largeur avec une plate- forme de 9 m .	m1	613

TABEAU 7-1 COUT DIRECT DE LA FOURNITURE ET DE LA POSE DES CONDUITES 2 Ø 800

ref. liste prix	DESCRIPTION	Unité	Quantité	Prix unitaire L.L.	Cout toté L.L.
-1	Déblais ordinaire en terrain de toute nature pour l'exécution de piste et plate forme				
	-Largeur 9 m terrain de pente transversale 15 %	m3	50 000	30	1 500
	-Largeur 9 m terrain de pente transversale 25 %	m3	12 600	30	378
	-Largeur 9 m terrain de pente transversale 30 % à 40 %	m3	18 000	30	540
	-Largeur 9 m terrain de pente transversale > 40 %	m3	30 800	30	924
-3	Déblais en tranchée en terrain de toute nature (1= 3.5 m)	m3	126 000	48	6 048
-6	Remblais des tranchées des conduites	m3	70 000	95	6 650
-1	Conduite 2 Ø 800 sous pression, fourniture et pose , y compris joints	ml	14 500	4761	69 034
-2	Construction d'une chaussée de piste en tout-venant calcaire	m3	14 000	95	1 330
					86 404
				Imprévus 15%	12 960
				Total arrondi	99 400

TABLEAU : 7-2 EQUIPEMENT DE L'ADDUCTEUR

Ref. Liste Prix	DESCRIPTION	Unité	Quantité	Prix unitaire L.L.	Coût
A-	<u>Equipement hydromécanique</u>				
IV-1	Ouvrages de sectionnement a) génie civil et pièces spéciales b) appareillages	U U	15 2 x 4	25 600 112 600	3 9
IV-2	Point Haut a) génie civil et pièces spéciales b) appareillages	U U	2 x 15 2 x 15	25 600 112 600	7 3
IV-3	Point bas a) génie civil et pièces spéciales b) appareillages	U U	2 x 15 2 x 15	20 500 5 120	6 1
IV-3bis	Protection antibélier a) génie civil F) appareillages	U U	4 4	21 400 71 400	2
			Sous total		6 570
			Total arrondi		6 600

TABLEAU 7.2 EQUIPEMENT DE L'ADDUCTEUR (suite)

e	DESCRIPTION	Unité	Quantité	Prix unitaire L.L.	Cout tot. L.L.
GENIE CIVIL					
32	Passage protégé sous route (galerie de visite)				
I-1	Déblais ordinaire en terrain de toute nature	m ³	250	30	7 500
I-	Béton pour béton armé ou non armé dosé à 300 Kg/m ³ , pour parois de regards, chambres d'appareils .	m ³	60	744	44 640
I-7	a-Coffrages plans ordinaires verticaux ou horizontaux pour surfaces non visibles des ouvrages .	m ²	200	54	10 800
I-10	Armature en acier mi-dur à adhérence amélioré pour béton armé, pour tous les ouvrages	Kg	5000	4,8	24 000
I-1	Reconstitution des chaussées bitumées et aménagement des raccordements des pistes aux chaussées à la traversée des conduites	m ²	50	77	3 850
				Imprévus 10 %	9 079
				Sols total	90 790
				Arrondi	100 000

TABEAU : 7-2 EQUIPEMENT DE L'ADDUCTEUR (suite)

N°	DESCRIPTION	Unité	Quantité	Prix unitaire		Coût total
				L.L.	L.L.	
<u>Passage sous cours d'eau.</u>						
1	Déblais ordinaire en terrain de toute nature	m ³	140	30		4 200
2	Béton légèrement armé dosé à 250 Kg/m ³ pour massifs, socles, seuils radiers, enrobement des conduites	m ³	80	863		69 040
13	Gabions au fil d'acier galvanisé à double torsion en mailles de 6x8cm, diamètre du fil 2,7 mm et dimension des gabions (2+1+1)m), y compris four-niture et mise en place	m ³	100	179		17 900
7 b	Coffrages ordinaires pour surfaces visibles	m ²	80	65		5 200
10	Armature en acier mi-dur à adhérence améliorée pour béton armé	Kg	4 000	4,8		19 200
				Imprévus 10 %		11 54
				Sous total arrondi		127 000

TABLEAU : 7-3 COUT DE L'UNITE DE RESERVOIR DE DIAMETRE 32 m ET DE HAUTEUR 6m

DESIGNATION DES FOURNITURES ET TRAVAUX	Unité	Quantité	Prix unitaire	Cout total
Déblais ordinaires en terrain de toute nature	m ³	4000	30	120 000
Exécution de drains en fond de fouille pour radier du réservoir	m ³	3500	83	290 500
Béton légèrement armé dosé à 250 Kg/m ³ pour massifs, sales, seuils, radiers, enrobement des conduites	m ³	7	863	6 041
Béton pour béton armé de fondations dosé à 350 Kg de C.P.A. (béton étanche) pour réservoir d'eau	m ³	250	928	232 000
Béton armé dosé à 350 Kg de ciment par m ³ en élévation pour ouvrages tels que Brise charge, réservoirs.	m ³	500	1713	856 500
b Coffrages plans ordinaires pour surfaces visibles	m ²	950	65	61 750
Coffrage courbe pour structure à parois cylindriques	m ²	1200	89	106 800
) Armature en acier mi-dur à adhérence améliorée pour béton armé, pour tous les ouvrages	Kg	70000	4,8	336 000
2a Enduit étanche intérieur	m ²	1500	36	54 000
Equipement des réservoirs				61 400
a) chambre de vannes: génie civil	Forfait			25 600
b) vidange et trop plein	Forfait			
Piste d'accès bitumé de 7m de largeur avec une plateforme de 9m	m ¹	100	613	61 300
Total				2 091 891
Imprévus 15 %				313 784
Total arrondi				2 406 000

TABLEAU: 7-4 COUT DE L'OUVRAGE DE BRISE CHARGE

DESIGNATION DES FOURNITURES ET TRAVAUX	Unité	Quantité	Prix unitaire	Cout to
<u>GENIE CIVIL</u>				
I-1 Déblais ordinaire en terrain de toute nature	m3	1 100	30	33 000
I-2 Déblais exécuté en terrain rocheux nécessitant l'emploi d'explosifs ou compresseurs	m3	500	30	15 000
II-5 Béton pour béton armé de fondation dosé à 350 Kg de C.P.A.(béton étanche) pour réservoirs d'eau	m3	180	928	167 040
II-6 Béton armé dosé à 350 Kg de ciment par m3 en élévation pour ouvrages tel que brise charges	m3	325	1713	556 725
II-7 b- Coffrages plans ordinaires pour sur- faces visibles	m2	1 700	65	110 500
II-10 Armature en acier mi-dur à adhérence améliorée pour béton armé	Kg	40 000	4,8	192 000
II-11 Mur tranquillisateur troué en béton armé dosé à 350 Kg/m3 pour brise charge	m2	30	298	8 940
II-12 a)Enduit étanche intérieur	m2	1 600	36	57 600
b)Enduit étanche extérieur	m2	700	30	21 000
Sous total				1 161 805

TABLEAU: 7-4 CCUT DE L'OUVRAGE DE BRISE CHARGE

te	DESIGNATION DES FOURNITURES ET TRAVAUX	Unité	Quantité	Prix unitaire	Cout tot
<u>GÉNIE CIVIL</u>					
I-1	Déblais ordinaire en terrain de toute nature	m3	1 100	30	33 000
I-2	Déblais exécuté en terrain rocheux nécessitant l'emploi d'explosifs ou compresseurs	m3	500	30	15 000
I-5	Béton pour béton armé de fondation dosé à 350 Kg de C.P.A.(béton étanche) pour réservoirs d'eau	m3	180	928	167 040
I-6	Béton armé dosé à 350 Kg de ciment par m3 en élévation pour ouvrages tel que brise charges	m3	325	1713	556 725
I-7 b-	Coffrages plans ordinaires pour sur- faces visibles	m2	1 700	65	110 500
I-10	Armature en acier mi-dur à adhérence améliorée pour béton armé	Kg	40 000	4,8	192 000
I-11	Mur tranquillisateur troué en béton armé dosé à 350 Kg/m3 pour brise charge	m2	30	298	8 940
I-12	a)Enduit étanche intérieur	m2	1 600	36	57 600
	b)Enduit étanche extérieur	m2	700	30	21 000
Sous total					1 100 000



TABLEAU 7.4 COUT DE L'OUVRAGE DE BRISE CHARGE (suite)

DESIGNATION DES FOURNITURES ET TRAVAUX	Unité	Quantité	Prix unitaire	Cout tot
<u>Equipements Hydromécaniques:</u> <u>Fournitures, montages et accessoires</u>				
IV-5 a) OBTURATEUR à disque sous capot. Ø 630 PN4	U	1	119 000	119 00
b) Vanne papillon Ø 900 servo-commandé pour moteur électrique avec indicateur de position by-pass	U	1	77 400	77 40
c) Soupape de décharge Ø 200 mm	U	3	59 500	178 50
d) Vanne à niveau aval (débit 1750l/s)	U	1	153 500	153 50
e) Conduite de vidange Ø 1000 mm	U	1	71 600	71 60
f) Siphon de sécurité en acier (débit 1000l/s)	U	2	112 600	225 20
g) Vanne à papillon à survitesse, y compris membrane, système de service et de freins, commande manuelle, contacts électriques et relais pour fermeture télécommandée.	U	2	92 200	184 40
h) Débit-mètre type tuyau Venturi normal court-standart, en fonte avec brides	U	2	71 600	143 20
i) Pont roulant pour une charge de 3 tonnes	U	1	35 700	35 70
V-3 Piste d'accès bitumée de 7 m de largeur avec une plateforme de 9m	ml	100	613	61 30
			Sous total	1 249 80
			Imprévu 20 % (A+B)	603 06
			Total arrondi (A+B)	3 620 00

i. L'accès à l'ouvrage brise charge se fait en grande partie par les pistes créées pour le Barrage ou pour les conduites d'adduction.

TABLEAU : 7- 5 COUT DES OPERATIONS D'EXPROPRIATION ET D'INDEMNISATION

DESCRIPTION	Unité	Quantité	Prix unitaire	Cost to
<u>Conduite d'adduction</u>				
- Plateforme de 9m de largeur dont 40 % de la superficie provient d'un chemin existant. La règle du quart gratuit est appliquée à 40 % de la superficie expropriée .	m2	75 000	40	3 000 000
- Indemnisation pour surface plantée	Forfait			60 000
<u>Réservoirs</u>				
-Superficie expropriée	m2	30 000	100	3 000 000
-Piste d'accès	m2	1 500	100	150 000
<u>Brise charge</u>				
- Superficie expropriée	m2	1 400	40	56 000
- Piste d'accès	m2	1 500	40	60 000
			Sous total	3 626 000
			Total arrondi	3 650 000

TABLEAU 7-6 RECAPITULATION : COUT TOTAL DE L'ADDUCTEUR ENTRE LE BARRAGE ET LE RESERVOIR

	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix
			L.L.	L.L.
1) Conduites 2Ø 800+ plateforme de travail.	m	14500		99 400
2) Ouvrages et Equipement Hydromécanique.	Forfait			6 828
3) a-Passage sous cours d'eau	U	12	85700	1 028
b-Passage sous route existante	U	16	77400	1 238
4) Réservoirs (diamètre 32 m)	U	9	2406000	21 654
5) Brise-charge	U	1	3620000	3 620
6) Expropriations	Forfait			3 650
Coût total				137 418
		Coût	Total arrondi	137 400

VII- COUT TOTAL DE L'AMENAGEMENT D'ADDUCTION

7-1 GENERALITES

Le coût du réseau d'adduction est calculé à partir des quantités estimatifs établis à partir des plans de l'avant projet sommaire étudié à l'échelle 1/10 000 agrandi de 1/20 000 et par application du bordereau des prix unitaires établis dans le chapitre précédent .

Les détails estimatifs comprennent une majoration pour divers, risques et imprévus :

- 20 % pour l'ouvrage de Brise-charge
- 15 % pour le réseau d'adduction
- 15 % pour les réservoirs d'accumulation

Les divers et imprévus peuvent être plus importants pour les ouvrages .

7-2 LES QUANTITES

Les métrés, permettant une estimation quantitative des travaux et des matériaux , ont été établis à partir des plans dessinés aux échelles appropriés . Chaque ouvrage a fait ainsi l'objet d'un ou plusieurs plans et d'un calcul des quantités .

Un soin particulier a été apporté à l'estimation du volume des travaux les plus importants tels que déblais , bétons, canalisations, coffrages

République Libanaise

Bureau du Ministre d'Etat pour la Réforme Administrative

des Projets et des Etudes sur le Secteur Public

(C.P.E.S.P.)