

TCP/LEB/0051 - 001/AGON
RAPPORT TECHNIQUE

PROGRAMME DE COOPERATION TECHNIQUE



APPUI TECHNIQUE POUR LA PLANIFICATION DU DEVELOPPEMENT AGRICOLE ET RURAL

LIBAN

ETUDE DE MODERNISATION ET DE
REHABILITATION DE L'IRRIGATION
DE LA ZONE LITTORALE DE JBAIL

RAPPORT TECHNIQUE

TRAVAUX DE REHABILITATION
A ENTREPRENDRE
SUR LES CANAUX D'IRRIGATION

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
ROME - 1991

الجمهورية اللبنانية
مكتب وزير الدولة لشؤون التنمية الإدارية
مركز مشاريع ودراسات القطاع العام

TCP/LEB - 0051 - 001-ABON.
Rapport technique provisoire

PROGRAMME DE COOPERATION TECHNIQUE

APPUI TECHNIQUE POUR LA PLANIFICATION DU DEVELOPPEMENT
AGRICOLE ET RURAL

LIBAN

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.)

Rapport technique provisoire
sur les

TRAVAUX DE REHABILITATION A ENTREPRENDRE
SUR LES RESEAUX D'IRRIGATION

Rapport préparé pour
le Gouvernement du LIBAN
par

L'Organisation des Nations Unies
pour l'Alimentation et l'Agriculture

Sur la base des travaux du

B.T.D.

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

ROME, 1991

Avant-propos

Dans le cadre du programme de coopération technique entre la F.A.O. et le Gouvernement Libanais, la F.A.O. a passé un contrat avec le B.T.D. pour étudier la modernisation et la réhabilitation de la zone littorale de JBAIL.

Le document du projet a prévu entre autres, et avant l'élaboration du rapport final intérimaire, la soumission d'un rapport séparé sur la nature des travaux de réhabilitation à entreprendre sur les réseaux d'irrigation, la définition de leur coût et des gains qui seront obtenus à la suite de la réalisation de ces travaux.

La présente étude a donc comme but :

- d'établir un constat des dégâts.
- de définir la nature des travaux de réhabilitation à entreprendre sur les canaux, les ouvrages et les équipements.
- de chiffrer leur coût.
- de soumettre un programme d'échelonnement des dépenses dans le temps.

Le présent rapport est subdivisé en deux parties principales :

- Inventaire et constat des dégâts
- Devis estimatif des travaux qui ont été subdivisés en 3 catégories selon leur ordre de priorité et bordereau des prix.

Les plans d'exécution des travaux ont été groupés dans les annexes ainsi que les résultats de tous les mesures effectuées.

La documentation photographique a été groupée séparément dans un second tome annexé au présent rapport.

TABLE DES MATIERES

	<u>PAGE</u>
<u>INTRODUCTION</u>	1
I- CONSTAT SUR L'ETAT DES CANAUX -- INVENTAIRE DES DEBATS	2
1. Canal à ciel ouvert	2
2. Revêtement usé	4
3. Essais de résistance du béton	6
II - EVALUATION DES PERTES	7
III- CLASSIFICATION DES CANAUX SUIVANT LEUR DEGRE DE FATIGUE.	9
1. Première catégorie - classe A	9
2. Deuxième catégorie - classe B	9
3. Troisième catégorie - classe C	9
IV- REHABILITATION DU RESEAU D'IRRIGATION PAR ORDRE DE PRIORITE	10
V- DEVIS ESTIMATIF ET BORDEREAU DES PRIX	12
V.1- Travaux de première priorité	13
1. Tableau descriptif des travaux divers	13
2. Tableau descriptif des travaux de réfection de certains tronçons des canaux secondaires classés dans la catégorie C	14
V.2- Travaux de deuxième priorité	15
1. Tableau descriptif des travaux de réfection du restant des canaux secondaires, classés dans la catégorie C.	15
1.1. Canal supérieur de TABARJA	15
1.2. Canal inférieur de TABARJA	16
1.3. Canal d'AMCHIT	17
2. Réhabilitation des canaux tertiaires	17
3. Réhabilitation urgente de la prise de captage du canal	18

TABLE DES MATIERES (SUITE)

	<u>PAGE</u>
V.3- Travaux de troisième priorité	18
1. Réhabilitation des tronçons des canaux secondaires classés dans la catégorie B.	18
1.1. Canal supérieur de TABARJA.	18
1.2. Canal inférieur de TABARJA.	19
1.3. Canal d'AMCHIT	19
2. Couverture du restant des canaux secondaires par des dalles en béton armé	19
3. Réhabilitation complète du canal primaire et de ses siphons.	20
4. Réhabilitation des plus importants siphons des canaux secondaires.	20
5. Réhabilitation de l'ouvrage de captage du canal primaire	21
VI- DEVIS ESTIMATIF GLOBAL ET BORDEREAU DES PRIX	22
-Travaux de première catégorie	22
-Travaux de deuxième catégorie	22
-Travaux de troisième catégorie	23
VII- DEVIS ESTIMATIF FINAL RECAPITULATIF	24

ANNEXES :

Annexe 1 : Résultats des essais au Scléromètre

Annexe 2 : Mesures des pertes

Annexe 3 : Constat des dégâts sur les canaux secondaires

Annexe 4 : Plans et coupes

TRAVAUX DE REHAABILITATION SUR LE RESEAU D'IRRIGATION

INTRODUCTION

Le réseau d'irrigation du projet d'ADDNIS est constitué d'un canal primaire de 6 km de long, de trois canaux secondaires de 27 km de long, et d'un réseau dense de canaux d'irrigation tertiaires amenant l'eau aux parcelles totalisant 160 km de long environ.

Le canal primaire peut conduire dans son état actuel un débit de 0.9 m³/sec environ. Il a une largeur moyenne de 135 cm et une hauteur moyenne de 125 cm. Il alimente, par un siphon de 250 mètres de long et à un débit de 580 l/s, le canal secondaire d'AMCHIT qui irrigue toutes les terres agricoles situées entre NAHR IBRAHIM au Sud et AMCHIT au Nord. La cote de ce canal à l'embouchure du siphon est de 73.19 m. Le canal primaire continue pour alimenter à la cote 73 m deux canaux secondaires, parallèles, irriguant respectivement les parties supérieures et inférieures de la zone s'étendant entre NAHR IBRAHIM au Nord et TABARJA au Sud. Les capacités de ces deux canaux sont de 175 l/s et de 140 l/s.

Le tracé de ce canal primaire est situé dans une zone difficilement accessible (très forte pente) et pour conserver une pente uniforme faible et homogène il a été construit sur des piliers en béton. En plusieurs endroits, ce canal traverse la route de NAHR IBRAHIM-YAHCHOUCHE où sa section est réduite. En d'autres endroits, des étranglements ou des obstructions, causés par des chutes de pierres (réduction de section) créent des débordements de l'eau et des inondations des habitations construites immédiatement sur ses rives.

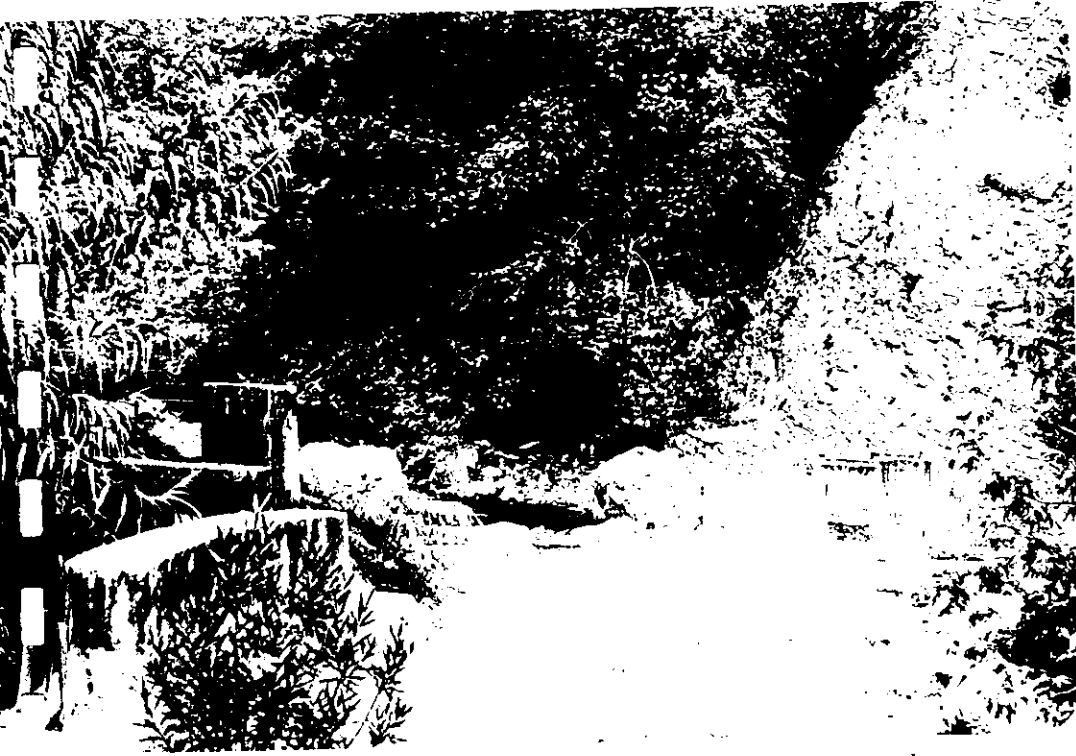
Les canaux tertiaires de distribution prennent leur départ des canaux secondaires par des vannes murales métalliques dont l'état est très vétuste. La moitié de ces canaux tertiaires est en béton et le restant est en terre.

Le canal adducteur (primaire) est alimenté en eau à partir de la rivière de NAHR IBRAHIM, de la façon suivante :

Les eaux de la rivière de NAHR IBRAHIM sont captées pour faire fonctionner 3 usines hydroélectriques, construites tout le long de la rivière.

La prise de captage du canal est située à l'aval de la troisième usine hydroélectrique. Les eaux provenant de cette dernière et après avoir fait fonctionner ses turbines, peuvent être déviées vers le canal d'irrigation et/ou vers la rivière, par un système de vannes. Parallèlement les eaux de la rivière, peuvent aussi être déviées vers le canal étant donné qu'un barrage de dérivation a été construit à cet effet. (V. Plan côté de la prise de captage)..

OUVRAGE DE PRISE



Digue de captage

éctrique



*l'évacuation
n'ère*

*Canal primaire
avec s. vanne
de régulation*

OUVRAGE DE PRISE



*Trop-plein de l'usine deversant
dans la rivière et fonctionnant
uniquement en cas d'arrêt des
turbines*

Le canal principal peut donc être alimenté soit à partir des eaux turbinées à l'usine hydroélectrique soit directement à partir des eaux non turbinées de NAHR IBRAHIM.

Un système de trois vannes coulissantes règle le débit d'eau dans le canal principal. La première, règle le débit venant de la rivière; la deuxième, règle le débit de fuite et renvoie le surplus vers le cours d'eau et la troisième règle le débit à l'entrée du canal principal. (V. photos ci-jointes).

D'autre part l'usine hydroélectrique est munie d'un trop-plein qui, lors d'un arrêt d'une ou de plusieurs turbines, dévie l'eau de l'usine vers la rivière.

Actuellement, l'amont du barrage de dérivation est rempli d'alluvions jusqu'à la crête du déversoir et le canal principal n'est plus alimenté que par les eaux turbinées de l'usine; ainsi toute fluctuation dans le fonctionnement de l'usine est immédiatement ressentie dans le canal principal.

Les mesures de débits à l'amont du canal ont montré que, mises à part les perturbations provenant du régime des turbines, la quantité d'eau rentrant dans le canal principal est de l'ordre de 1 m³/s. (V. fiche des volumes écoulés).

Tout le réseau d'irrigation a été visité, observé et topographié. Un constat précis des dégâts sur les canaux a été effectué. Les dégâts observés ont été photographiés et identifiés sur les plans et profils du réseau. Les résultats de ces visites figurent en annexe à ce rapport ainsi que les documents photographiques.

I - CONSTAT SUR L'ETAT DES CANAUX - INVENTAIRE DES DEGATS

Parmi les nombreux défauts observés sur le système d'adduction actuel, nous en citons les plus importants :

1- Canal à ciel ouvert

Les canaux primaires et secondaires sont en leur majorité à ciel ouvert, sauf sur quelques petits tronçons où ils ont été couverts par les habitants eux-mêmes ou durant un projet de réhabilitation d'une route mais rarement par l'office.

Le manque de couverture adéquate favorise les phénomènes suivants :

a- Formation d'algues

Nous remarquons une formation élevée d'algues dans les canaux secondaires ainsi que dans le primaire. Ces algues sont souvent à l'origine des problèmes de colmatage des siphons, des prises d'irrigation, et des grilles de filtration, ce qui entraîne des travaux d'entretien et de nettoyage très coûteux et provoque des perturbations dans le programme de distribution.

b- Ordures

Par manque de sens de responsabilité civile, un grand nombre d'habitants, de magasins et d'industries se débarrassent de leurs ordures en les déversant intentionnellement dans le canal qui passe à leur portée. Ces ordures finissent leur course soit au niveau d'une grille qu'ils colmatent, soit en tête de la prise de distribution où l'agriculteur est toujours obligé avant chaque irrigation de retirer les débris tels que les boîtes de conserve et les sacs en nylon.

c- Egouts et eaux ménagères

La majorité des zones urbaines traversées par le canal ne possèdent pas de réseaux d'égout. Les habitants cherchant à évacuer leurs eaux usées et ménagères, profitent du passage du canal qui leur présente une solution économique et pratique. Ainsi on repère une teneur non négligeable en sulfates et en polyphosphates dont l'action sur l'aluminate tricalcique hydraté du béton donne naissance à un sel expansif appelé sel de GANDLOT entraînant la fissuration et la dégradation de ce dernier.

d- Accidents

Durant nos inspections, nous avons été informés de plusieurs accidents survenus sur le canal.

A AMCHIT au piquet 399 deux petits enfants de 1 à 2 ans ont été emportés par le canal et leurs cadavres ont été retenus par les grilles du siphon voisin.

De même un enfant a été perdu à BOUAR (Canal inférieur de TABARJA) au piquet 177.

Ces accidents ne sont qu'à titres indicatifs, on parle d'une dizaine d'enfants qui ont eu le même destin, cela sans compter les animaux domestiques, chiens, chats, poules, qu'on observe souvent flotter dans les canaux.

e- Vipères, moustiques et odeurs

Pendant les heures creuses du programme d'irrigation, les faibles quantités d'eau stagnantes dans le canal, le transforment en un véritable étang donnant des odeurs désagréables et favorisant la multiplication des moustiques.

Les vipères utilisent cet étang comme refuge pour se mettre à l'abri des chaleurs d'été. On les trouve en abondance tout le long du canal, semant la crainte chez les employés de l'office et des habitants riverains.

2- Revêtement usé

Le revêtement des canaux primaires et secondaires est constitué principalement d'un béton ordinaire non armé en forme de "U" d'épaisseur variant de 20 à 30 cm.

Dans le but d'augmenter la capacité de ces canaux, une ou deux assises en parpaing ont été ajoutées aux rives. Ces assises sont parfois protégées par un enduit en mortier de ciment.

Ce revêtement dont quelques parties ont été récemment refaites en béton armé, présente sur le reste de sa longueur des défauts dont on cite :

- Un basculement intégral ou partiel des rives
- Des fissures longitudinales et transversales dans les parois
- Un effritement du béton engendrant une rugosité intérieure relativement élevée.
- Des percolations d'eau à travers les parois, très nuisibles aux habitants et aux cultures riveraines.

Les principales causes qui sont à l'origine de ces défauts sont les suivantes :

a- L'âge et les facteurs climatiques

Les canaux primaires et secondaires datent des années 50 et ont continuellement été soumis à l'action de vents marins, salins, vu leur proximité de la mer.

Le béton étant poreux, absorbe les vapeurs d'eau sulfatée qui altèrent sa composition chimique. Ce phénomène est visible tout le long des canaux où l'on observe des efflorescences et des crypto-efflorescences provoquant l'éclatement des couches superficielles du béton.

Le même phénomène se reproduit dans les parois intérieures des canaux dans les régions où le pourcentage des eaux usées et des produits chimiques mélangés à l'eau d'irrigation est élevé.

b- Fatigue

Le niveau d'eau dans les canaux est variable et subit des fluctuations permanentes.

Ces chargement et déchargement engendrent en tout point du béton une alternance de contraintes de compression et de traction qui provoque la fatigue du béton.

Ce phénomène est amplifié lorsque le sol adjacent aux rives est saturé en eau où les poussées des terres deviennent importantes.

La rupture par fatigue se produit brusquement dans le béton non armé et conduit à une destruction complète de la rive en question. (Exemple photo FH21/223)

c- Les racines des arbres et des herbes sauvages

Attirées par l'humidité, les racines des arbres et des herbes sauvages tendent à atteindre les parois du canal et à y pénétrer.

La croissance de ces racines fait éclater le béton et le fissure.

d- Fuites permanentes

Parallèlement à l'effet néfaste des fuites sur les cultures et les habitations voisines, les fuites d'eau permanentes sont également à la base de la plupart des problèmes de fissuration et de rupture du revêtement.

En effet, un sol saturé en eau favorise les tassements des fondations, les glissements des talus, le basculement des rives sous l'effet des poussées hydrostatiques des terres et l'expansion des argiles adjacentes.

e- La surélévation des canaux

Dans le but de répondre à l'accroissement imprévu dans les besoins d'irrigation et dans le but de protéger les habitations voisines des crues accidentelles causées par des bouchons naturels ou intentionnels à l'aval, l'office a augmenté la hauteur des rives des canaux en leur ajoutant une ou des assises en parpaing. Cette hauteur supplémentaire n'a été sûrement pas prise en compte lors de la conception de la structure du canal.

Néanmoins, l'adhérence parpaing-béton n'a jamais été satisfaisante et étanche et la moindre poussée entraîne la chute des pierres de parpaing dans le canal.

CANAL SUPERIEUR DE TABARJA



*Disparition de la paroi de
la rive gauche du canal*

Piquage par pompage

(Piquets 176 et 178)



CANAL DE AMCHIT

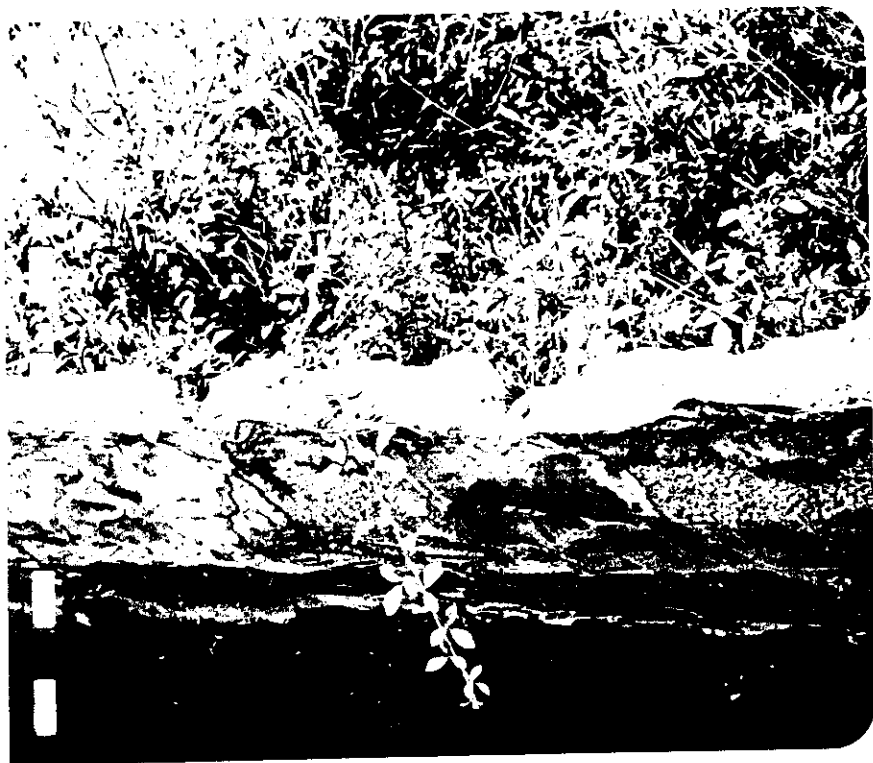


Colmatage des grilles d'un siphon par les débris. (Piquet 417)

CANAL DE AMCHIT



Mode de réhabilitation exécuté (Piquet 491)
très sil lamentable



Paroi fissurée (Piquet 520)

7- Manque de surveillance et d'entretien

Les canaux primaires et secondaires comme le reste des canaux tertiaires, souffrent surtout d'un manque d'entretien préventif. L'office ne pratique qu'un entretien du type "forcé", curatif, comme le débouchage d'un siphon totalement colmaté, le nettoyage d'une grille provoquant l'inondation d'une maison, la construction d'une section totalement détruite...

En effet, notre équipe de topographes a trouvé du mal à suivre les tracés de certains canaux et a dû perdre un temps fou à dégager les obstacles de verdure pour se frayer un passage.

La distribution de l'eau se fait par les canaux tertiaires dont les prises sur le canal secondaire sont caractérisées par de petites vannes murales de confection locale. Aucun contrôle de débit n'est réalisé et les volumes d'eau alloués sont contrôlés au prêt. Les employés de l'office sont sensés surveiller l'ouverture et la fermeture de ces vannes conformément au programme d'irrigation, chose qui n'est jamais correctement appliquée.

D'autre part, une bonne partie des vannes n'assure plus une fermeture intégrale et occasionne des fuites importantes et permanentes. La réparation toute simple de ces vannes est souvent négligée par l'office.

3- Essais de résistance du béton

Des essais de résistance à la compression ont été réalisés sur le béton des parois des divers canaux, par le scléromètre.

a- Description de l'appareil

L'appareil est basé sur le principe de mesure du rebondissement d'une tige métallique lancée sur le béton à tester au moyen d'un ressort comprimé à l'avance. La lecture se fait à l'aide d'une aiguille balayant un écran gradué de 0 à 100.

Une courbe d'étalonnage permet de transformer le résultat en limite de rupture à la compression du cube standard de 20 cm de côté.

Plusieurs courbes d'étalonnage sont disponibles selon l'angle d'attaque α de l'élément en béton.

$\alpha = - 90^\circ$ Appareil en position verticale dirigé vers le bas

$\alpha = 0$ Appareil en position horizontale

b- Méthode de mesure :

Le scléromètre est un appareil de mesure ponctuel, il fournit la résistance en un point de la couche superficielle de l'élément à tester.

Pour obtenir des résultats représentatifs, nous avons sélectionné plusieurs stations tout le long des canaux secondaires.

A chaque station il a fallu réaliser plusieurs mesures, rejeter celles qui s'écartent trop de la moyenne, et garder la moyenne du reste.

c- Résultats

Les résultats donnés par le scléromètre ainsi que les valeurs correspondantes tirées des courbes d'étalonnage sont regroupés dans les tableaux annexés au présent rapport.

Il ressort des résultats de ces essais que le béton ancien a été bien soigné mais non armé. En effet, il montre de très bonnes résistances à la compression en quelques lieux où le canal est très fissuré. Ce paradoxe s'explique par le fait que les fissures sont dûes à des déplacements de l'ensemble de l'ouvrage (poussée des terres, tassements,...) qui ne peuvent être compensées que par des forces de traction considérables.

Cette constatation nous a poussé à adopter pour les travaux de réparation, des sections en béton armé et non en béton ordinaire.

D'autre part, les essais montrent que des sections déjà réhabilitées par l'office tiennent à cause de la présence d'armature métallique dans le béton; en effet les résistances mesurées ne dépassent pas parfois celles du béton ancien non armé.

II- EVALUATIONS DES PERTES

L'évaluation des pertes dans les différents tronçons du réseau d'adduction primaire et secondaire a été réalisée par des mesures de débit au moulinet.

Ces mesures ont été plus exactement effectuées dans le canal principal et les 3 canaux secondaires.

Des stations fixes de mesure ont été sélectionnées sur ces canaux, et plusieurs campagnes de mesures ont été effectuées.

Les stations ont été réparties comme suit :

- 4 stations sur le canal principal
- 5 stations sur le canal supérieur de TABARJA
- 4 stations sur le canal inférieur de TABARJA
- 13 stations sur le canal d'AMCHIT. (V. figure ci-jointe)

Les mesures de débit ont été effectuées par l'équipement suivant :

a) Moulinet

- Type DTT-C31-N°75662
- Type DTT-C31-N°53397
- Type DTT-C31-N°85244

b) Hélices

- Hélice ϕ 80 mm, pas 0.125 m, N°4-73844
 $V = 0.135 \text{ m} + 0.024 \text{ m/sec}$
- Hélice ϕ 125 mm, pas 0.25 m, N°1-54939
 $n \leq 0.76 \quad V = 0.2475 \text{ m} + 0.016$
 $n \geq 0.76 \quad V = 0.2620 \text{ m} + 0.005$
- Hélice ϕ 125 mm, pas 0.25 m, N°1-75603
 $n \leq 0.76 \quad V = 0.2475 \text{ n} + 0.016$
 $n \geq 0.76 \quad V = 0.2620 \text{ n} + 0.005$

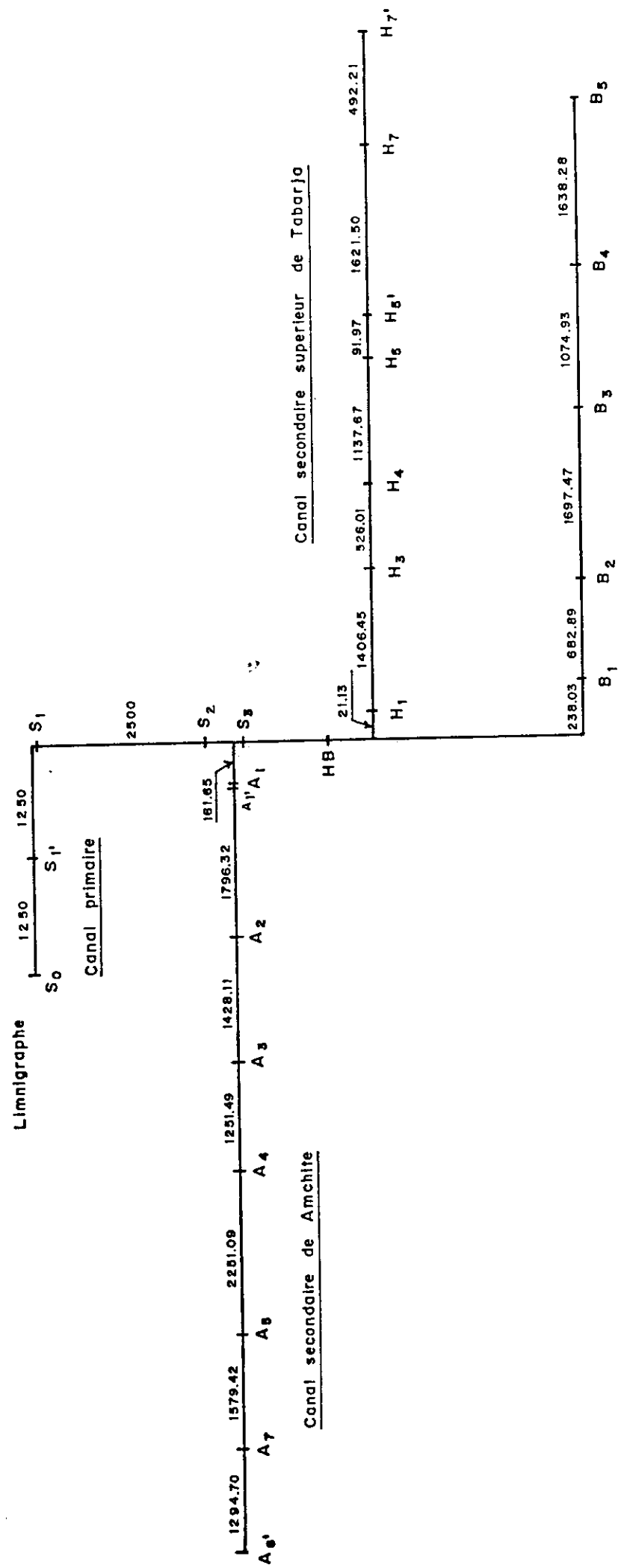
Type d'Hélice	Vitesse maximale (m/sec)	Vitesse de démarrage (m/sec)
N°1-75603	5	0.025
N°2-54939	5	0.025
N°4-73844	3	0.040

Les résultats obtenus sont les suivants :

- Les pertes dans les divers tronçons du canal adducteur principal, varient entre 5 et 30% du débit total capté.
- Les pertes dans les divers tronçons du canal supérieur de TABARJA varient entre 10 et 66% du débit introduit en tête du canal.
- Les pertes dans les divers tronçons du canal inférieur de TABARJA varient entre 10 et 70% du débit introduit en tête du canal.

PLAN SCHEMATIQUE DU RESEAU D'IRRIGATION EMLACEMENT

DES STATIONS DE Jaugeage



- Les pertes dans les divers tronçons du canal d'ANDRIE varient entre 10 et 40% du débit introduit en tête du canal.

註 : Les pourcentages de pertes sont indiqués sur les tableaux annexés à ce rapport indiquant les résultats des mesures et leur lieu selon le plan schématique figurant également en annexe.

III- CLASSIFICATION DES CANAUX SUIVANT LEUR DEGRE DE FATIGUE

Tous les canaux du réseau d'irrigation, ont été classés en 3 catégories suivant leur degré de fatigue. Cette subdivision sera utile pour le choix de la solution adéquate dans la réhabilitation.

1- Première catégorie ou CLASSE A

Cette catégorie englobe les canaux qui ont été récemment réhabilités, et dont l'ancien revêtement a été remplacé par des parois en béton armé.

Cela dit, nous avons constaté qu'en plusieurs lieux, les joints de construction ont été omis ce qui a donné naissance à de petites fissurations dont le colmatage se fera par des produits d'étanchéité.

2- Deuxième catégorie ou CLASSE B

Dans cette catégorie, nous avons groupé les canaux dont l'ancienne structure de revêtement est toujours en forme mais dont les surélévements des parois en pierres de parpaing présentent des fissures longitudinales au niveau de leur liaison avec l'ancien béton.

Dans ce type de canaux, les fissurations sont nombreuses et leur colmatage se fera par des produits d'étanchéité.

3- Troisième catégorie ou classe C

Nous avons groupé en troisième catégorie, ou classe C, tout canal dont le revêtement présente l'un au moins des défauts suivants :

- Béton ancien et fortement fissuré
- Basculement ou déplacement des parois
- Section mouillée insuffisante vis à vis des besoins.

Il est évident que la restitution partielle des ouvrages inclus dans la classe C, ne sera pas envisagée. Il est plus économique de reconstruire l'ouvrage.

Partant de cette classification, nous avons établi le tableau récapitulatif suivant :

		LONGUEUR	CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	TUYAUX (SIPHONS)
		TOTALE				
Canal supérieur de TABARJA	Longueur (m)	7300	1400	60	5575	265
	Pourcentage	100%	19.2%	0.8%	76.4%	3.6%
Canal inférieur de TABARJA	Longueur (m)	6950	1260	110	5283	297
	Pourcentage	100%	18.1%	1.6%	76.0%	4.3%
Canal de AMCHIT	Longueur (m)	14575	1525	2645	9885	520
	Pourcentage	100%	10.5%	18.1%	67.8%	3.6%
Canal principal	Longueur (m)	5650	0	5400	0	250
	Pourcentage	100%	0%	95.5%	0%	4.5%

Il ressort de ce tableau que la majorité du système d'irrigation est classé en catégorie C. Donc, il faudrait presque le refaire entièrement.

IV- REHABILITATION DU RESEAU D'IRRIGATION PAR ORDRE DE PRIORITE

Tenant compte des constats réalisés, de l'inventaire des dégâts, de l'étude de leur réhabilitation, de leur priorité dans l'amélioration du rendement (réduction des pertes), etc... nous avons classé les travaux à réaliser par ordre de priorité. Cela n'empêche pas de faire, néanmoins, toutes les réparations à la fois, si toutefois le budget le permet.

Ces travaux de réhabilitation ont donc été répartis en trois priorités; leur exécution dans le temps pourrait se faire successivement, ou simultanément.

Travaux de 1ère priorité	Travaux de deuxième priorité	Travaux de troisième priorité
<p>1) <u>Travaux divers</u></p> <ul style="list-style-type: none"> .Réhabilitation des ouvrages de vidange des siphons. .La couverture de certains tronçons de canaux secondaires par des dalles en béton armé. .Travaux généraux de nettoyage et de déblaiement des canaux. .Réparation et consolidation des piliers des aqueducs des canaux primaire et secondaires. .Remplacement de toutes les grilles aux entrées des siphons .Réparation et/ou installation de vannes neuves de distribution contrôlant les débits dans les canaux tertiaires. 	<ul style="list-style-type: none"> .Réfection du restant des canaux secondaires classés dans la catégorie C. .Réhabilitation de tout le réseau tertiaire : <ul style="list-style-type: none"> .Remplacement des canaux en terre par des canaux en béton. .Réhabilitation des canaux en béton défectueux. .Réhabilitation urgente de la prise de captage. .Déblaiement des remblais derrière la digue .Installation de vannes murales sur la digue de dérivation. <p><u>Durée</u> : 24 mois "</p> <p><u>Devis</u> : 3.550.000 U.S.\$</p>	<ul style="list-style-type: none"> .Réhabilitation des tronçons des canaux secondaires classés dans la catégorie B .Couverture du restant des canaux secondaires par des dalles en béton armé .Réhabilitation du canal primaire et des siphons. .Réhabilitation des siphons des canaux secondaires. .Réhabilitation de l'ouvrage de captage du canal primaire .Traitement d'étanchéité de la digue. .Connection du trop-plein de l'usine avec le canal. <p><u>Durée</u> : 12 mois</p> <p><u>Devis</u> : 3.350.000 US\$</p>
<p>2) <u>Réfection de canaux</u></p> <p>Réfection de certains tronçons des canaux secondaires classés dans la catégorie C.</p> <p><u>Durée</u> : 10 mois</p> <p><u>Devis</u> : 368.000 US\$</p>		

Notes importantes

- La "réhabilitation des canaux" (primaires, secondaires ou tertiaires) consiste à :
 - . démolir entièrement et complètement les tronçons défectueux.
 - . les remplacer par un nouveau tronçon coulé en béton armé, à surface lisse, selon les divers profils donnés en annexe.

- Le canal primaire a été classé dans la catégorie I et sa réhabilitation se fera en troisième priorité. Uniquement, les piliers défectueux du canal primaire, se feront en première étape (Travaux de première priorité).
- Dans la réhabilitation du canal primaire, nous avons estimé que tout le canal devrait être refait, soit sur une longueur de 6 Km Or le renouvellement entier de ce canal est coûteux et le fait de le renouveler tout en conservant son tracé actuel, n'est pas tout à fait indiqué. Il est dans notre intention, dans le cadre de l'étude de l'A.P.S. de remplacer ce canal primaire par une conduite, dont le tracé serait différent de celui du canal et de celui étudié par le Ministère des Ressources Hydrauliques et Electriques. C'est donc pour cette raison que nous avons décidé de réhabiliter le canal primaire, à la fin, pour justement voir ce que l'étude de dimensionnement de la conduite et de la sélection de son tracé vont donner. (étude économique comparative).
- Nous avons également prévu en troisième priorité le renouvellement des siphons non plus par du béton centrifugé mais par des tuyaux en amiante-ciment qui facilitent leur entretien. (Les pressions d'eau dans les siphons étant faibles, les conduites en amiante-ciment sont donc adéquates).
- Lors du dimensionnement des divers profils en travers, nous avons tenu compte des débits qui les traversent, des dimensions actuelles des canaux et des recommandations professionnelles de l'Institut Technique du Bâtiment et des travaux publics, Septembre 1990.
- Nous n'avons pas inclus comme travaux de réhabilitation, les traitements d'étanchéité des micro fissures des canaux. Ces travaux sont coûteux et inutiles à notre avis.
- Les sections types des canaux à réhabiliter sont indiquées dans les annexes à ce rapport.
- Nous avons placé en deuxième priorité la réhabilitation des canaux tertiaires, parcequ'il est dans notre intention de les remplacer par des conduites, dans le cadre de l'étude de l'APS. L'étude économique comparative des deux variantes (après avoir revu les tracés et les dimensionnements) nous permettra de prendre une décision définitive, et de modifier, en conséquence, la nature des travaux à effectuer.

V- DEVIS ESTIMATIFS ET BORDEREAUX DES PRIX

Dans le devis estimatif et le bordereau des prix nous donnons:

- Pour la réfection des canaux secondaires
 - . une localisation des tronçons à réhabiliter
 - . la longueur de ces tronçons
 - . le type de section à construire
 - . le coût par mètre linéaire
 - . le coût total

- Four la réfection des canaux tertiaires

Tous les canaux tertiaires défectueux doivent être refaits. La longueur totale à réhabiliter pour le moment est de 40 km. Nous n'avons pas localisé exactement ces tronçons dans ce rapport, mais nous les mentionnons sur les plans et profils.

- Four la réfection du canal primaire

L'ensemble du canal est à revoir (à renouveler ou à modifier selon d'autres critères techniques).

La section type de ce canal a été annexée à ce rapport. Etant donné que tout le canal est à refaire, sa réfection ne pourra se réaliser qu'en période, où l'irrigation est arrêtée (hiver et début printemps).

V.1- Travaux de première priorité

1. Tableau descriptif des travaux divers

DESCRIPTION	UNITE	QUANTITE	COÛT UNITAIRE	COÛT TOTAL
- Ouvrage de vidange sur les siphons	Ouvrage	10	3500	35000
- Construction et pose de dalles en béton armé préfabriquées.	mi	1000	40	40000
- Travaux généraux de nettoyage et de déblaiement des canaux.	Forfait	-	20000	20000
- Réparation et/ou installation de vannes neuves de distribution contrôlant les débits dans les canaux tertiaires.	Pièce	400	30	12000
- Réparations des piliers des aqueducs (canaux primaire et secondaire).	Pièce	330	100	33000
- Remplacement des grilles à l'entrée des siphons.	Pièce	30	50	1500
			TOTAL	141500

2- Tableau descriptif des travaux de réfection de certains tronçons des canaux secondaires, classés dans la catégorie C.

CANAL	TRONCON	LONGUEUR (m)	SECTION	COÛT/m U.S.\$	COÛT TOTAL U.S.\$
TABARJA SUPERIEUR	15 - 18	56	TS1	110	6160
	109 - 135	536	TS1	110	58960
	166 - 181	318	TS1	110	34980
	316 - 340	519	TS2	100	51900
				TOTAL	152000
TABARJA INFERIEUR	29 - 33	38	TI1	110	4180
	36 - 40	46	TI1	110	5060
	80 - 86	60	TI1	110	6600
	188 - 214	274	TI1	110	30140
	240 - 260	260	TI1	110	28600
				TOTAL	74580

* Les piquets sont indiqués sur les plans des réseaux

Le devis total des travaux de première priorité est de : 368.000 U.S.\$

V.2- Travaux de deuxième priorité

1. Tableau descriptif des travaux de réfection du restant des tronçons des canaux secondaires, classés dans la catégorie C.

1.1. Canal supérieur de TABARJA

CANAL	TRONCON	LONGUEUR (m)	SECTION TYPE	COÛT/ml U.S.\$	COÛT TOTAL U.S.\$
TABARJA SUPERIEUR (T.S)	1 - 2	10	TS1	110	1100
	3 - 6	34	TS1	110	3740
	6 - 11	89	TS1	110	9790
	21 - 37	139	TS1	110	15290
	77 - 79	58	TS1	110	6380
	80 - 93	310	TS1	110	34100
	96 -148	488	TS1	110	53680
	181 -275	1981	TS1	110	217910
	280 -298	360	TS1	110	39600
	298 - 366	815	TS2	100	81500
				TOTAL	463090

N.B : Les piquets sont indiqués sur les plans des réseaux

1.2. Canal inférieur de TABARJA

CANAL	TRONCON	LONGUEUR (m)	SECTION	COÛT/m1 U.S.\$	COÛT TOTAL U.S.\$	
	1 - 15	180	TI1	110	19800	
	16 - 17	15	TI1	110	1650	
	40 - 80	647	TI1	110	71170	
	102 - 117	221	TI1	110	24310	
TABARJA	123 - 126	32	TI1	110	3520	
INFERIEUR	(T.I)	133 - 188	796	TI1	110	87560
	230 - 237	87	TI1	110	9570	
	260 - 330	1085	TI1	110	119350	
	331 - 385	889	TI1	110	97790	
	388 - 418	324	TI1	110	35640	
	418 - Fin	514	TI2	85	43690	
				TOTAL	514050	

1.3. Canal d'AMCHIT

CANAL	TRONCON	LONGUEUR (m)	SECTION	COÛT/m1 U.S.\$	COÛT TOTAL U.S.\$
AMCHIT (A)	87 - 90	97	A1	180	17460
	126 - 195	1442	A1	180	259560
	207 - 262	1379	A1	180	248220
	263 - 275	317	A1	180	57060
	296 - 304	198	A1	180	35640
	304 - 367	1506	A2	165	248490
	371 - 376	115	A2	165	18975
	381 - 405	618	A2	165	101970
	409 - 416	207	A2	165	34155
	417 - 421	147	A2	165	24255
	434 - 512	1708	A2	165	281820
512 - 592	1835	A3	150	275250	
593 - Fin	316	A3	150	47400	
				TOTAL	1650255

2. Réhabilitation des canaux tertiaires

La quantité totale des canaux tertiaires à réhabiliter est de 40 Km. Le coût par mètre linéaire étant de 22 U.S.\$, le coût total sera de : $22 \times 40.000 = 880.000$ U.S.\$.

La réhabilitation de ces canaux tertiaires se fera en deux étapes :

- a) en première étape, il s'agit de remplacer les canaux en terre par des canaux en béton armé.
- b) en deuxième étape, il s'agit de réhabiliter les canaux en béton.

3- Réhabilitation urgente de la prise de captage du canal

DENOMINATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE U.S.\$	PRIX TOTAL U.S.\$
Déblaiements des remblais derrière la digue de dérivation	m ³	1500	6.5	9750
Installation de vannes murales sur la digue de dérivation	Vanne	5	5000	25000
Réhabilitation des 3 vannes d'alimentation et de réglage	Forfait	-	5250	5250
			TOTAL	40.000

Le devis total des travaux de la deuxième priorité est de: 3.550.000 US\$

V.3- Travaux de troisième priorité

1. Réhabilitation des tronçons des canaux secondaires classés dans la catégorie B

1.1. Canal supérieur de TABARJA

CANAL	TRONCON	LONGUEUR (m)	SECTION	COUT/m1 U.S.\$	COUT TOTAL U.S.\$
	2 - 3	19	TS1	110	2090
				TOTAL	2090

1.2. Canal inférieur de TABARJA

CANAL	TRONCON	LONGUEUR (m)	SECTION	COÛT/m1 U.S.\$	COÛT TOTAL U.S.\$
TABARJA INFÉRIEUR	16 - 17	15	TI1	110	1650
	23 - 24	28	TI1	110	3080
	29 - 33	38	TI1	110	4180
	36 - 80	693	TI1	110	76230
	330 - 331	21	TI2	85	1785
	385 - 388	62	TI2	85	5270
				TOTAL	92195

1.3. Canal d'AMCHIT

CANAL	TRONCON	LONGUEUR (m)	SECTION	COÛT/m1 U.S.\$	COÛT TOTAL U.S.\$
AMCHIT	1 - 76	1673	A1	180	301140
	82 - 84	43	A1	180	7740
	90 - 126	845	A1	180	152100
	423 - 426	85	A2	165	14025
					TOTAL

2. Couverture du restant des canaux secondaires par des dalles en béton armé

Il s'agit de recouvrir, le restant des canaux secondaires, par des dalles en béton armé, amovibles. Dans la première phase, travaux de première catégorie, nous avons recouvert par des dalles en béton armé, une quantité totale de 1000 mètres. Dans cette 3ème phase, travaux de troisième catégorie, nous allons couvrir une quantité totale de 26750 mètres. Le coût du mètre linéaire étant de 40 U.S.\$, le coût total de l'opération sera de : $26750 \times 40 = 1.070.000$ U.S.\$

3. Réhabilitation complète du canal primaire et de ses siphons

CANAL	TRONCON	LONGUEUR (m)	SECTION	COÛT/ ml U.S.\$	COÛT TOTAL U.S.\$
PRIMAIRE	Avant partiteur AMCHIT	5000	P1	220	1100000
	Après partiteur AMCHIT	400	A1	180	72000
	Siphons	250	-	400	100000
TOTAL					1272000

4. Réhabilitation des plus importants siphons des canaux secondaires

SIPHON	TRONCON	LONGUEUR (m)	COÛT/ml U.S.\$	COÛT TOTAL U.S.\$
	262 - 263	192	400	76800
CANAL AMCHIT	416 - 417	119	400	47600
	426 - 435	206	400	82400
	589 - 592	22	400	8800
CANAL TABARJA SUPERIEUR	93 - 94	140	400	56000
	181 - 182	83	400	33200
	195 - 196	40	400	16000
CANAL TABARJA INFERIEUR	86 - 93	90	400	36000
				355800

5- Réhabilitation de l'ouvrage de captage du canal primaire

La réhabilitation de l'ouvrage de captage, permettra d'exploiter simultanément, ou séparément, les eaux turbinées et celles qui coulent dans la rivière de NAHR IBRAHIM.
Il s'agit au départ (travaux prévus dans la seconde phase) :

- 1- De déblayer les alluvions derrière le barrage
- 2- Réhabiliter toutes les vannes murales d'alimentation et de régulation du canal, y compris celle qui commande l'entrée de l'eau de la rivière dans le canal et celles de la digue de retenue.

Dans la 3ème phase, travaux de 3ème catégorie, nous avons prévu:

- 1- De traiter l'étanchéité de la digue pour éliminer les pertes qui ont lieu à sa base.
- 2- Exécuter un ouvrage pour faire dévier les eaux du trop-plein de l'usine, non turbinées, en cas de baisse de production, où la totalité des eaux de l'usine, en cas d'arrêt de cette dernière sur le canal principal.
Cet ouvrage, a donc comme but d'éliminer l'impact des fluctuations de la production de l'usine, sur l'irrigation.

Etant donné que ces travaux nécessitent des études d'exécution et n'étant pas tellement urgents, les plans de leur exécution seront soumis après les avoir discutés avec le service technique de la Compagnie d'électricité d'ADONIS, à qui appartient le déversoir de trop plein de l'usine. A priori nous estimons ces travaux à 80.000 U.S.\$.

Le devis total des travaux de troisième priorité est alors de :
3.350.000 U.S.\$

VI- DEVIS ESTIMATIF GLOBAL ET BORDEREAU DES PRIX

DENOMINATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE U.S.\$	PRIX TOTAL U.S.\$
<u>Travaux de première catégorie:</u>				
<u>1-Travaux divers</u>				
.Réhabilitation des ouvrages de vidange et des siphons.	Ouvrage	10	3.500	35.000
.Construction et pose de dalles en béton armé pour couvrir certains tronçons des canaux secondaires.	ml	1000	40	40.000
.Travaux généraux de nettoyage et de déblaiement des canaux.	Forfait	-	20.000	20.000
.Réparation et ou installation de vannes neuves de distribution contrôlant les débits dans les canaux tertiaires.	Pièce	400	30	12.000
.Réparation des piliers des aqueducs (canaux primaire secondaires).	Pilier	330	100	33.000
.Remplacement des grilles à l'entrée des siphons.	Grille	30	50	1.500
<u>2-Travaux de réfection sur les canaux secondaires classés dans la catégorie C.</u>				
.Canal supérieur de TABARJA.	ml	910	110	100.100
.Canal inférieur de TABARJA.	ml	519	100	51.900
.Canal inférieur de TABARJA.	ml	678	110	74.580
			TOTAL	369.080

DENOMINATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE U.S.\$	PRIX TOTAL U.S.\$
<u>Travaux de deuxième catégorie</u>				
<u>1-Travaux de réfection du res-</u> <u>tant des canaux secondaires</u> <u>classés dans la catégorie C</u>				
.Canal supérieur de TABARJA	m1	3469	110	381.590
		815	100	81.500
.Canal inférieur de TABARJA	m1	4276	110	470.360
		514	85	43.690
.Canal d'AMCHIT	m1	3433	180	617.940
		4301	165	709.665
		2151	150	322.650
<u>2-Réhabilitation des canaux</u> <u>tertiaires</u>				
	m1	40000	22	880.000
<u>3-Réhabilitation urgente de la</u> <u>prise de captage du canal</u>				
.Déblaiement derrière la di-	m3	1500	6.5	9.750
que.				
.Installation de vannes	Vanne	5	5000	25.000
murales.				
.Réhabilitation des vannes	Vanne	Forfait	5250	5.250
existantes.				
			TOTAL	3.547.395

DENOMINATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE U.S.\$	PRIX TOTAL U.S.\$
<u>Travaux de troisième catégorie</u>				
<u>1-Rehabilitation des tronçons des canaux secondaires classés dans la catégorie B.</u>				
.Canal supérieur de TABARJA	ml	19	110	2.090
.Canal inférieur de TABARJA	ml	774	110	85.140
	ml	83	85	7.055
.Canal d'AMCHIT	ml	2561	180	460.980
	ml	85	165	14.025
<u>2-Couverture du restant des canaux secondaires par des dalles en béton armé préfabriquées.</u>				
	ml	26750	40	1.070.000
<u>3-Réhabilitation du canal primaire et de ses siphons.</u>				
	ml	5000	220	1.100.000
	ml	400	180	72.000
	ml	250	400	100.000
<u>4-Réhabilitation des plus importants siphons des canaux secondaires</u>				
	ml	892	400	356.800
<u>5-Travaux d'étanchéité et ouvrages supplémentaires sur la prise de captage</u>				
	Forfait	-	-	80.000
TOTAL				3.348.090

VII- DEVIS ESTIMATIF - FINAL RECAPITULATIF

DENOMINATION	COUT (U.S.\$)
Travaux de première catégorie	368.080
Travaux de deuxième catégorie	3.547.395
Travaux de troisième catégorie	3.348.090
TOTAL	7.263.565

Conclusion

Le système qui irrigue la zone littorale de TABARJA-ANCHIT prend son départ de la rivière de NAHR IBRAHIM à l'aval de la troisième usine hydroélectrique. Une prise ou captage constituée par un système de 3 vannes murales, verticales, et d'une rigue de dérivation permet de dévier dans le canal primaire adducteur un débit de 1m³/sec environ.

Ce dernier a une longueur de 6 km, environ. Il a été construit dans sa presque totalité le long de la rivière de NAHR IBRAHIM sur des piliers en béton armé pour lui conserver une pente uniforme et homogène.

A l'aval, il alimente par un système de 2 siphons, trois canaux secondaires qui longent le littoral et qui irriguent par des canaux tertiaires toute la zone comprise entre TABARJA au Sud et ANCHIT au Nord. La longueur totale des canaux secondaires est de 29 Km et celle des canaux tertiaires de 140 km.

Plusieurs autres prises d'eau ont été répertoriées sur les canaux secondaires. Elles sont représentées par des piquages de tuyaux de pompes qui refoulent l'eau vers des zones agricoles situées au-dessus du canal et par des piquages illégaux qui servent à plusieurs besoins.

De plus, les canaux secondaires servent parallèlement comme zones de rejets d'égoûts étant donné que plusieurs conduites de rejets ont été inventoriées sur ces canaux.

Le constat des dégâts caractérisant les canaux secondaires a montré que 70% environ de ces canaux sont à refaire. 40 Km de canaux tertiaires sont à transformer en canaux en béton et la presque totalité du canal primaire est à refaire. L'ouvrage de prise de l'eau à l'amont est à réhabiliter pour profiter des eaux de la rivière et de celles qui actionnent les turbines de l'usine hydroélectrique.

Les pertes d'eau dans le canal primaire varient entre 5 et 30% du débit total capté.

Dans les canaux secondaires elles varient entre 40 et 70% du débit total capté.

Les travaux de réhabilitation qu'il faudrait réaliser ont été divisés en trois catégories.

Dans la première catégorie, il s'agit d'affecter un budget de 370.000 U.S.\$ pour effectuer les travaux les plus urgents. Les dépenses seront échelonnées sur 10 mois.

Dans la deuxième catégorie, il s'agit d'affecter un budget de 3.550.000 U.S.\$ pour effectuer le second lot de travaux. Les dépenses seront échelonnées sur 24 mois.

Dans la troisième catégorie, il s'agit d'affecter un budget de 3.350.000 U.S.\$ pour effectuer le troisième lot de travaux. Les dépenses sont échelonnées sur 12 mois.

ANNEXE 1.

RESULTATS DES ESSAIS AU SCLEROMETRE

LIEU DE L'ESSAI	P.2 TABARJA SUP. $\alpha = 0$	
No DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	33	29
2	28	20
3	30	23
4	32	26.5
5	32	26.5
6	34	30
7	29	22
8	31	25
9	32	27
	MOYENNE	25.4

* Valeur écartée dans le calcul de la moyenne.

الجمهورية اللبنانية
مكتب وزير الدولة لشؤون التنمية الإدارية
مركز مشاريع ودراسات القطاع العام

LIEU DE L'ESSAI	P.21 TABARJA SUP. $\alpha = 0$	
No DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	29	33 *
2	29	33 *
3	25	15.5
4	26	16
5	26	16
6	29 "	22
7	24	14
8	27	18
9	27	18
10	29	22
11	23	13
12	29	22
13	25	15.5
14	29	22
15	29	22
	MOYENNE	18.1

LIEU DE L'ESSAI	P.86 TABARJA SUP. $\alpha = 0$	
N ^o DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	16	7
2	25	15.5
3	25	15.5
4	17	7
5	17	7
6	25	15.5
7	29	22
	MOYENNE	12.8

LIEU - DE L'ESSAI		P.109 TABARJA SUP. (Mur) $\alpha = -90^\circ$	
No DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa	
1	26	24	
2	26	24	
3	25	22	
4	25	22	
5	28	27	
6	33	36 *	
7	26	24	
8	20	15	
9	26	24	
10	29	29	
	MOYENNE	23,4	

LIEU DE L'ESSAI	P.171 TABARJA SUP. $\alpha = 0$	
Nb DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	21	8
2	19	6
3	31	24
4	29	22
5	24	14
6	33	29 *
7	19	6
8	24	14
9	34	30 *
10	25	15.5
11	29	22
	MOYENNE	14.6

LIEU DE L'ESSAI	P.174 TABARJA SUP. $\alpha = 0$	
N ^o DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	30	23
2	28	20
3	30	23
4	28	20
5	26	16
6	30	23
7	26	16
8	29	22
9	32	26.5
10	32	26.5
	MOYENNE	21.6

LIEU DE L'ESSAI	P.175 TABARJA SUP. $\alpha = 0$	
No DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	24	14
2	19	7
3	20	9
4	25	15
	MOYENNE	11.25

LIEU DE L'ESSAI	P.253 TABARJA SUP. $\alpha = -90$	
No DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	33	36
2	28	28
3	35	41
4	42	52.5
5	50	70 *
6	31	31
7	43	53
8	41	51
9	30	31
	MOYENNE	40.4

LIEU DE L'ESSAI	P.275 TABARJA SUP. $\alpha = 0$	
No DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	33	28
2	30	23
3	27	18
4	30	23
5	32	26.5
6	29	22
7	30	23
8	34	30
9	30	23
10	33	28
	MOYENNE	24.45

LIEU DE L'ESSAI	P.17 TABARJA INF. $\alpha = 0$	
N ^o DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	34	30
2	32	26.5
3	30	23
4	30	23
5	34	30
6	32	26.5
7	40	42
8	36	34.5
9	33	29
10	34	30
11	34	30
	MOYENNE	28.25

LIEU DE L'ESSAI	P.42 TABARJA INF. $\alpha = 0$	
No DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	30	23
2	30	23
3	28	20
4	29	22
5	29	22
	MOYENNE,	22

LIEU DE L'ESSAI	P.42 TABARJA INF. $\alpha = 0$	
No DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	36	33 *
2	30	23 *
3	33	29
4	32	26.5
5	33	29
6	35	32
7	35	32
	MOYENNE	29.7

LIEU DE L'ESSAI	P.68 TABARJA INF. $\alpha = 10^\circ$	
N ^o DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	27	19
2	25	17
3	25	17
4	25	17
5	25	17
	MOYENNE	17.4

LIEU DE L'ESSAI	P.177 TABARJA INF. $\alpha = 0$	
N ^o DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	14	8
2	18	8
3	15	8
4	23	13
5	24	14
6	28	20
7	25	15.5
8	20	8
9	30	23
10	30	23
11	25	15
12	20	8
	MOYENNE	13.6

LIEU DE L'ESSAI	P.88 AMCHIT $\alpha = -90^\circ$	
N ^o DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	20	15
2	20	15
3	17	7 *
4	20	15
5	23	19
6	20 "	15
7	20	15
8	20	15
	MOYENNE	15.6

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

LIEU DE L'ESSAI	P.206 AMCHIT $\alpha = 0$	
No DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	35	32
2	38	39
3	37	36
4	40	43
5	39	41
6	37	36
7	40	43
8	34	30
9	40	43
	MOYENNE	38.1

LIEU DE L'ESSAI	P.212 AMCHIT $\alpha = 0$	
No DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	32	26.5
2	28	20
3	24	14
4	26	16
5	28	20
6	26	16
7	28	20
8	25	15.5
9	27	18
10	30	23
11	30	23
12	24	14
13	26	16
	MOYENNE	18.6

LIEU DE L'ESSAI	P.287 AMCHIT $\alpha = 0$	
No DE LA MESURE	VALEUR DONNEE PAR LE SCLEROMETRE	RESISTANCE A LA RUPTURE EN MPa
1	34	30
2	34	30
3	30	23
4	33	28
5	37	36
6	37	36
7	35	32
8	34	30
9	30	23
10	37	36
	MOYENNE	30.4

”
ANNEXE 2

MESURES DES PERTES

- .Canal principal
- .Canal D'AMCHIT
- .Canal supérieur de TABARJA
- .Canal inférieur de TABARJA

TABLEAU RECAPITULATIF DES MESURES DE PERTE
CANAL PRINCIPAL "S"

DATE	LIEU	DEBIT (m ³ /s)	DISTANCE (S1-Sx)m	DIFFERENCE DE DEBIT (Q0-Qx)m ³ /s	PERTE %
	S0	0.921	0	-	-
11/5/91	S1	0.812	2500	0.109	12
	S2	0.816	5000	0.105	11
	S0	0.853	0	-	-
14/5/91	S1	0.811	2500	0.042	5
	S0	1.180	0	-	-
	S1	0.975	1250	0.205	17
02/7/91	S1	0.986	2500	0.194	16
	S2	0.913	5000	0.267	22
	S0	0.989	0	-	-
10/8/91	S1	0.937	2500	0.052	5
	S0	0.852	0	-	-
14/8/91	S1	0.807	2500	0.043	5
	S2	0.804	5000	0.049	6
	S0	0.975	0	-	-
	S1	0.940	1250	0.039	4 # 0
07/9/91	S1	0.937	2500	0.052	5
	S2	0.810	5000	0.167	17

TABLEAU RECAPITULATIF DES MESURES DE PERTE
CANAL DE AAMCHIT "A"

DATE	LIEU	DEBIT m ³ /s	DISTANCE (A1-Ax)m	DIFFERENCE DE DEBIT (Q0-Qx)m ³ /s	PERTE %
	A1	0.568	0	--	--
	A1'	0.568	10	0	0
	A2	0.543	1796	0.025	4#0
	A3	0.532	3224	0.036	6
	A4	0.490	4476	0.078	14
	A5	0.450	6727	0.118	21
08/6/91	A7	0.397	8306	1.171	30
	A8'	0.373	9601	0.195	34
	A1	0.597	0	--	--
	A3	0.548	3224	0.049	8
20/7/91	A4	0.515	4476	0.082	14
	A5	0.507	6727	0.090	15
	A8'	0.435	9601	0.162	27
	A1	0.540	--	--	--
	A3	0.420	3224	0.120	22
31/8/91	A4	0.384	4476	0.156	29
	A5	0.366	6727	0.174	32
	A8'	0.314	9601	0.228	42

TABLEAU RECAPITULATIF DES MESURES DE PERTE
CANAL SUPERIEUR DE TABARJA "H"

DATE	LIEU	DEBIT (m ³ /s)	DISTANCE (H1-Hx) m	DIFFERENCE DE DEBIT (Q-Qx) m ³ /s	PERTE %
25/5/91	H1	0.225	0	-	-
	H3	0.221	1407	0.005 # 0	2 # 0
	H4	0.200	1933	0.025	11
	H5	0.178	3071	0.047	21
	H6	0.158	3763	0.067	30
	H7	0.141	4693	0.084	37
	H1	0.169	0	-	-
13/7/91	H3	0.146	1407	0.023	14
	H4	0.132	1933	0.037	22
	H5	0.107	3163	0.062	37
	H7	0.058	5278	0.111	66
05/8/91	H1	0.177	0	-	-
	H3	0.156	1407	0.021	12
	H4	0.145	1933	0.032	18
	H5	0.145	3164	0.032	18
14/9/91	H7	0.117	5278	0.060	34
	H1	0.156	0	-	-
	H3	0.160	1407	0.014	10
	H4	0.133	1933	0.033	21
	H5	0.106	3163	0.050	32
	H7	0.056	5278	0.060	36

TABLEAU RECAPITULATIF DES MESURES DE PERTE
CANAL INFÉRIEUR DE TABARJA "B"

DATE	LIEU	DEBIT (m ³ /s)	DISTANCE (B1-Bx)m	DIFFERENCE DE DEBIT (Q0-Qx)m ³ /s	PERTE %
01/6/91	B1	0.108	0	-	-
	B2	0.097	683	0.011	10
	B3	0.084	2381	0.024	22
	B4	0.081	3456	0.027	25
29/6/91	B1	0.148	0	-	-
	B2	0.140	683	0.008	5
	B3	0.117	2381	0.031	21.0
	B4	0.106	3456	0.042	28
	B5	0.095	5094	0.053	36
17/8/91	B1	0.122	0	-	-
	B2	0.116	683	0.006	5
	B3	0.071	2381	0.051	42
	B4	0.056	3456	0.066	46
	B5	0.039	5094	0.083	68

CANAL DE AMCHIT

Page 1/2

PIQUET AMONT No	PIQUET AVAL No	Distance m	DESCRIPTION	PHOTO No
1	1 bis	120.3	Passage souterrain en tunnel (B)	FA1/507
1 bis	76	1552.4	L'ancien béton est encore en forme. Rupture de la liaison parpaing-béton (B)	FA2/508 FA3/509 FA4/510
76	82	144.9	Béton nouveau (A)	
82	84	43.0	Ancien béton (B) Fissures entre parpaing et béton	
84	86	58.15	Canal réhabilité durant la réhabilitation de l'autoroute, NAHR IERAHIM - KARTABA (A)	
86	87	20.1	Intersection avec la route principale (A)	
87	90	97.0	Soutènement de la rive gauche, la rive droite restant à son état initial. Fuites (C)	FA5/511
90	124	825.5	Ancien béton fissuré à la liaison avec le parpaing (B)	
124	126	20.0	Passage en aqueduc (B)	FA6/513
126	195	1442.3	Ancien béton Fissures longitudinales et transversales (C)	FA7/512 FA8/514 FA9/515
195	207	333.8	Canal réhabilité et couvert (A)	FA10/519 FA11/516 FA12/500 FA13/517 FA14/516
207	211	158.8	Béton ancien et fissuré Canal couvert (C)	
211	262	1220.0	Ancien béton fissuré (C)	
262	263	192.0	Passage en siphon	
263	275	316.5	ancien béton fissuré (C)	
275	296	546.9	Canal en bon état (A)	

CANAL DE AMCHIT

PIQUET AMONT No	PIQUET AVAL No	Distance m	DESCRIPTION	PHOTO No
296	306	270.5	Mur de soutènement extérieur Canal fissuré et fuites (C)	FA15/520 FA16/520 FA17/520 FA18/520
306	367	1433.9	Béton ancien et fissuré Fuites permanentes (C)	FA19/520 FA20/520
367	371	64.5	Canal réhabilité et couvert (A)	FA21/520
371	376	114.9	Béton fissuré et fuites (C)	
376	381	145.6	Canal réhabilité en bon état (A)	
381	405	618.5	Béton fissuré et fuites (C)	FA22/520
405	409	134.8	Canal réhabilité récemment, nouveau béton (A)	FA23/520
409	416	207.2	Canal fissuré et couvert Fuites (C)	FA24/530 FA25/531
416	417	119.0	Passage en siphon	
417	421	147.1	Béton fissuré et fuites (C)	
421	423	75.7	Canal réhabilité, nouveau béton (A)	FA26/530
423	426	84.3	Béton ancien acceptable (B)	
426	434	193.2	Passage en siphon	FA27/531
434	590	3524.1	Canal fissuré et fuites (C)	FA28/531 FA29/531 FA30/531 FA31/531 FA32/531 FA33/531 FA34/531
590	591	13.9	Passage en siphon Béton nouveau mais sans joint	FA35/531
591	Fin	336.45	Béton fissuré et fuites durée (C)	FA36/531

CANAL SUPERIEUR DE TABARJA

Page 1/3

PIQUET AMONT No	PIQUET AVAL No	Distance m	DESCRIPTION	PHOTO No
1	2	9.5	La hauteur de la buse à la traversée de la route est insuffisante (C)	
2	3	18.7	Une assise en parpaing de 10 cm sans enduit est récemment construite sur les bermes pour éviter les débordements de l'eau(B)	FH1/410
2	3	18.7	Fuite à travers les liaisons béton-parpaing (B)	FH2/411
3	6	34.0	Infiltrations continues par le fond sur les maisons voisines(C)	
6	11	89.3	La rive gauche est basculée vers l'intérieur Béton fissuré et fuite (C)	
11	15	63.6	Parois en béton armé récemment coulé d'épaisseur 15 à 20 cm (A)	
15	16	56.1	Grandes fissurations, et fuites énormes. (C)	FH3/412
18	21	62.6	Canal renouvelé, en bon état (A)	FH4/200
21	35	129.5	Grandes fissures et fuites à travers les rives, le fond et les ouvrages de prise (C)	FH5/201 FH6/202
35	37	9.2	Canal couvert (C)	FH7/203
37	77	856.2	Canal réhabilité en 1986 Micro fissures dues au manque de joints de dilatation (A)	FH8/204
77	79	58.1	Rives déformées par la poussée de terres et fuites remarquables(C)	
79	80	13.0	Canal en bon état (A)	

CANAL SUPERIEUR DE TABARJA

Page 2/7

PIQUET AMONT No	PIQUET AVAL No	Distance m	DESCRIPTION	PHOTO No
80	88	164.5	Fissures entre béton et parpaing fuites remarquables (C)	
83	84	39.3	Canal couvert Fuites (C)	
85	87	11.3	Canal couvert (C)	
88	93	95.2	La stabilité de la rive droite est assurée par un mur de soutè- nement (C)	
93	94	140.8	Siphon en conduites de béton- armé	FH9/211
96	98	33.4	Canal récemment couvert mais sans réhabilitation du fond ou des rives (C)	FH10/212
94	115	377.2	Rives basculées, grandes fissu- res et fuites (C)	FH11/213 FH12/214 FH14/216
115	116	12.2	Passage en aqueduc (B)	
116	148	612.9	Rives basculées, grandes fissures et fuites (C)	FH15/217
148	165	299.3	Canal réhabilité, en bon état à l'exception de quelques petites fissures dans le fond (A)	FH16/218
166	170	66.9	Retrécissement de la section; chemise intérieure en béton armé; mal soignée, fuites chez les ri- verains (C)	FH17/219
170	171	26.8	Canal couvert, intersection avec une route. Grandes fuites (C)	

CANAL SUPERIEUR DE TABARJA

Page 3/3

PIQUET AMONT No	PIQUET AVAL No	Distance m	DESCRIPTION	PHOTO No
171	181	225.1	Canal en mauvais état, béton fissuré et fuites nuisibles aux habitations riveraines (C)	FH18/220 FH19/221
176	181	126.0	Canal dépourvu de rive (C)	FH21/223 FH22/224
181	275	1980.5	Canal ancien et fissuré Fuites signalées par la présence accrue de verdurés (C)	FH23/225
275	280	174.5	Canal réhabilité, en bon état(A)	FH25/227
280	287	126.0	Béton fissuré, fuites remarquables (C)	
287	366	1567.7	Canal fissuré, renforcé de l'extérieur par une chemise en béton armé qui n'élimine guère les fuites (C)	FH26/228 FH32/234
366	Fin	130.5	Etat acceptable, béton récemment coulé (A)	FH33/231 FH34/231

CANAL INTERIEUR - PSEQUIA

Page 1/2

PIQUET AMONT No	PIQUEY AVAL No	Distance m.	DESCRIPTION	PHOTO No
1	15	180.0	Pente et vitesse très fortes Inondation d'une maison à chaque bouchage de siphon (C)	FB1/300 FB2/301
15	16	39.2	Canal en bon état (A)	
16	17	14.8	Portion non renouvelée engendrant des fuites (C)	
17	23	143.4	Nouveau béton. Quelques micro fissures dues à l'absence de joints de dilatation (A)	FB3/302
23	24	27.8	Petites fuites (B)	
24	29	64.3	Bon état, nouveau béton (A)	
29	33	37.9	Béton très ancien, fissurations, déformations et fuites (C)	
33	36	33.7	Béton nouveau en bon état (A)	
36	40	45.7	Ancien béton fissuré Séparation entre parpaing et béton. Fuites (C)	FB4/303
40	42	19.4	Mur de soutènement extérieur Fuites à travers le fond (C)	FB5/304
42	80	627.6	Chemise intérieure en béton. Fuites à travers le fond (C)	FB6/305
62	63	16.5	Béton nouveau. Canal dévié par le tracé de la route (A)	FB7/306
63	64	10.6	Passage en siphon sous la route	FB8/307
64	80	308.3	Béton nouveau en bon état (A)	
80	86	60.0	Béton ancien, rives déformées, rupture à la liaison parpaing- béton (C)	FB9/308

CANAL INFÉRIEURE DE TABARJA

Page 2/3

PIQUET AMONT No	PIQUET AVAL No	Distance m	DESCRIPTION	PHOTO No
86	93	90.4	Passage en siphon Tuyaux en béton armé	FB10/309 FB11/310 FB12/311 FB13/312
93	98	74.1	Canal en bon état (A)	FB14/313
98	102	142.5	Tuyau en béton armé	
102	117	221.0	Canal fissuré, béton ancien (C)	
117	122	40.5	Nouveau béton (A)	FB15/336 FB16/335
122	123	3.8	Intersection avec une route passage en siphon	
123	126	32.0	Canal fissuré et fuites (C)	
126	133	169.6	Canal en bon état Nouveau béton (A)	FB17/334 FB18/333
133	214	1069.5	Ancien béton, fuites et fissures Séparation entre parpaing et béton (C)	FB19/332 FB20/331 FB21/330
214	230	337.7	Canal réhabilité, en bon état (A)	FB22/329
230	237	87.0	Béton fissuré, déformation et basculement des rives, fuites remarquables (C)	FB23/328
237	239	30.3	Béton nouveau, fuites très mini- mes (A)	FB24/327
239	240	49.5	Passage en siphon sous l'auto- route	FB25/326 FB26/325
240	330	1345.3	Béton ancien et fissuré, fuites sur les riverains (C)	FB27/324 FB28/323
330	331	20.5	Passage en aqueduc (B)	FB29/322

CANAL INFERIEUR DE TABARJA

Page 3/3

PIQUET AMONT No	PIQUET AVAL No	Distance m	DESCRIPTION	PHOTO No
331	344	152.0	Béton ancien et fissuré, fuites sur les riverains (C)	FB30/321
344	346	52.7	Mur de soutènement à la rive gauche. Fuite à travers la rive droite et le fond (C)	FB31/320
346	385	684.4	Béton ancien et fissuré. Fuites remarquables (C)	FB32/319 FB33/318
385	388	62.07	Passage en aqueduc Eclatements dans le béton des piliers (B)	FB34/317
388	Fin	843.7	Béton ancien et fissuré Fuites sur les riverains (C)	FB35/316 FB36/315 FB37/314

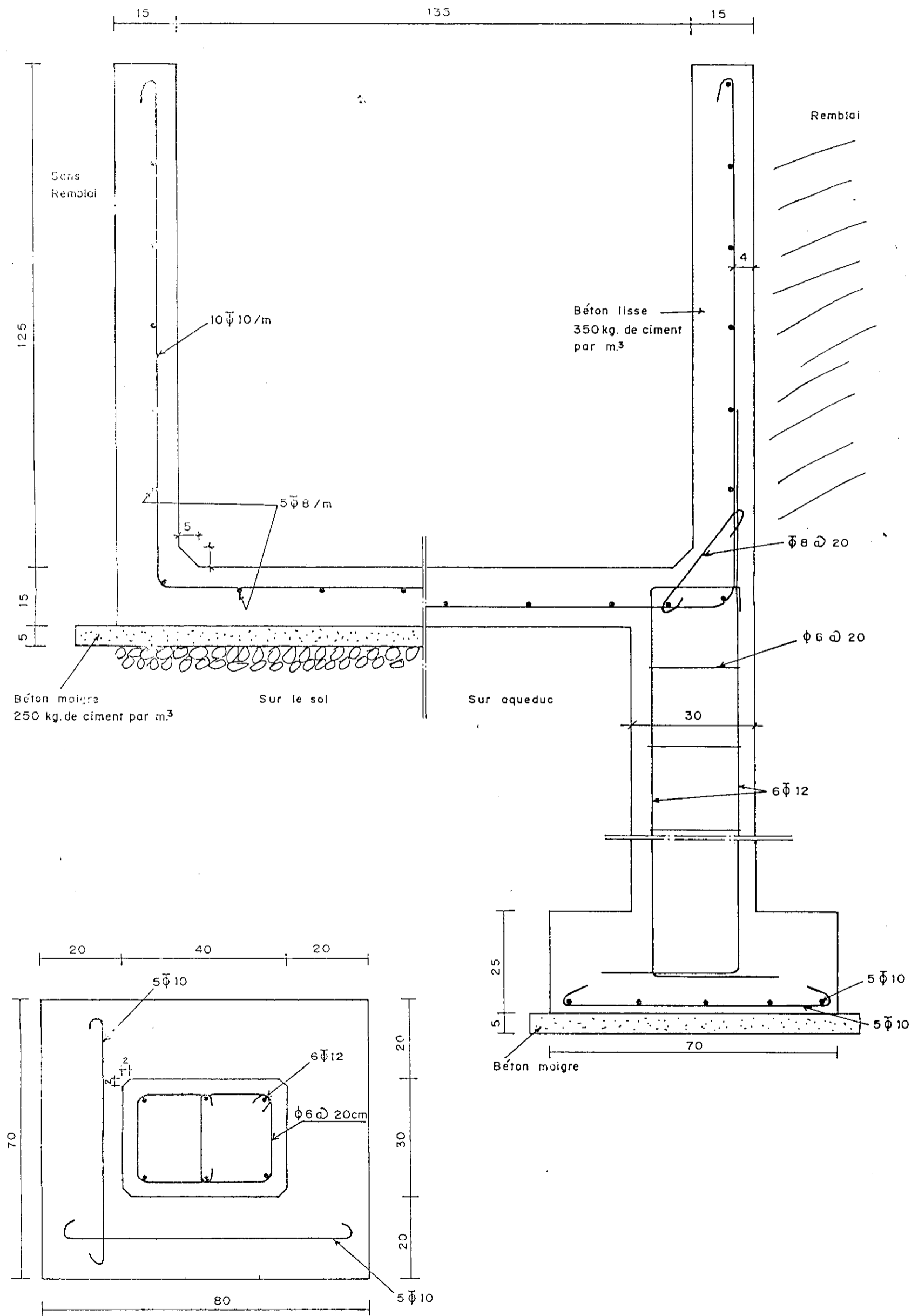
ANNEXE 4

PLANS ET COUPES

- Plans et profils des canaux secondaires
- Coupes sur l'ouvrage de prise.
- Plan coté de l'ouvrage de prise.
- Section type du canal principal
- Section type d'un canal secondaire.
- Détails de pose d'un joint d'étanchéité et section type d'un canal tertiaire.
- Mode de pose d'un ouvrage de vidange sur un siphon
- Mode de réhabilitation des piliers des aqueducs.
- Mode de pose des conduites en amiante-ciment proposées pour les siphons avec détails des semelles d'ancrage.
 - . Coupe longitudinale
 - . Coupe transversale

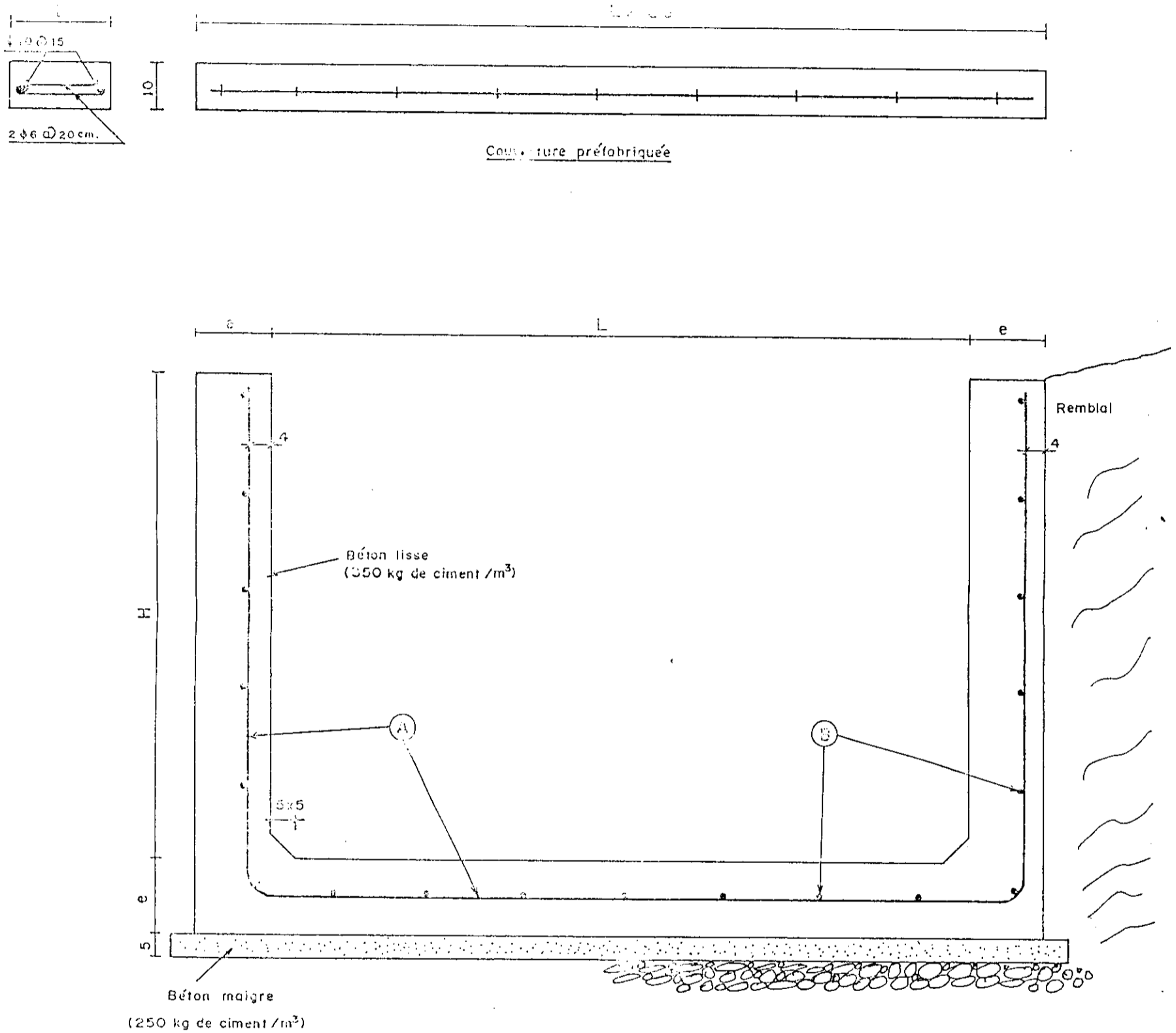
CANAL PRINCIPAL SECTION TYPE P1

ECH: 1/10 (cote en cm.)



SECTION TYPE D'UN CAILLON SECONDAIRE

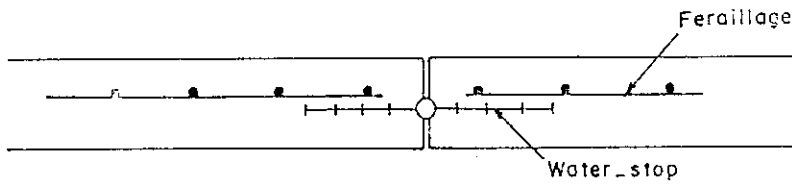
ECH: 1/10



PIQUETS	TYPE	L (cm)	H (cm)	e (cm)	A	B	L (cm)
1 - 304	A 1	140	100	15	10 Φ 10/m	5 Φ 8/m	20
304 - 512	A 2	120	90	15	8 Φ 10/m	5 Φ 8/m	20
512 - 606	A 3	100	80	15	7 Φ 10/m	5 Φ 8/m	25
15 - 418	T 11	75	70	12	6 Φ 10/m	5 Φ 8/m	35
418 - fin	T 12	50	50	12	7 Φ 8/m	5 Φ 8/m	45
1 - 290	TS 1	90	60	12	7 Φ 8/m	5 Φ 8/m	30
298 - 331	TS 2	100	50	12	7 Φ 8/m	5 Φ 8/m	25
361 - 371	TS 3	70	70	12	6 Φ 10/m	5 Φ 8/m	35

DETAILS DU JOINT D'ETANCHEITE

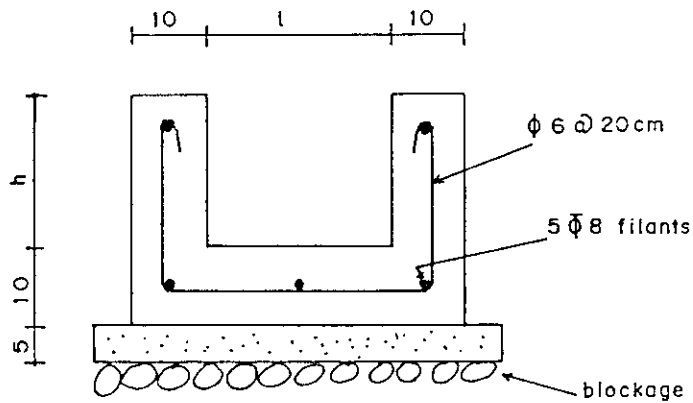
ECH: 1 / 10



A installer dans les parois latérales et le fond à chaque arrêt de coulage, A condition que la distance entre 2 joints consécutifs ne dépasse pas 40 m.

SECTION D'UN CANAL TERTIAIRE

ECH: 1 / 10

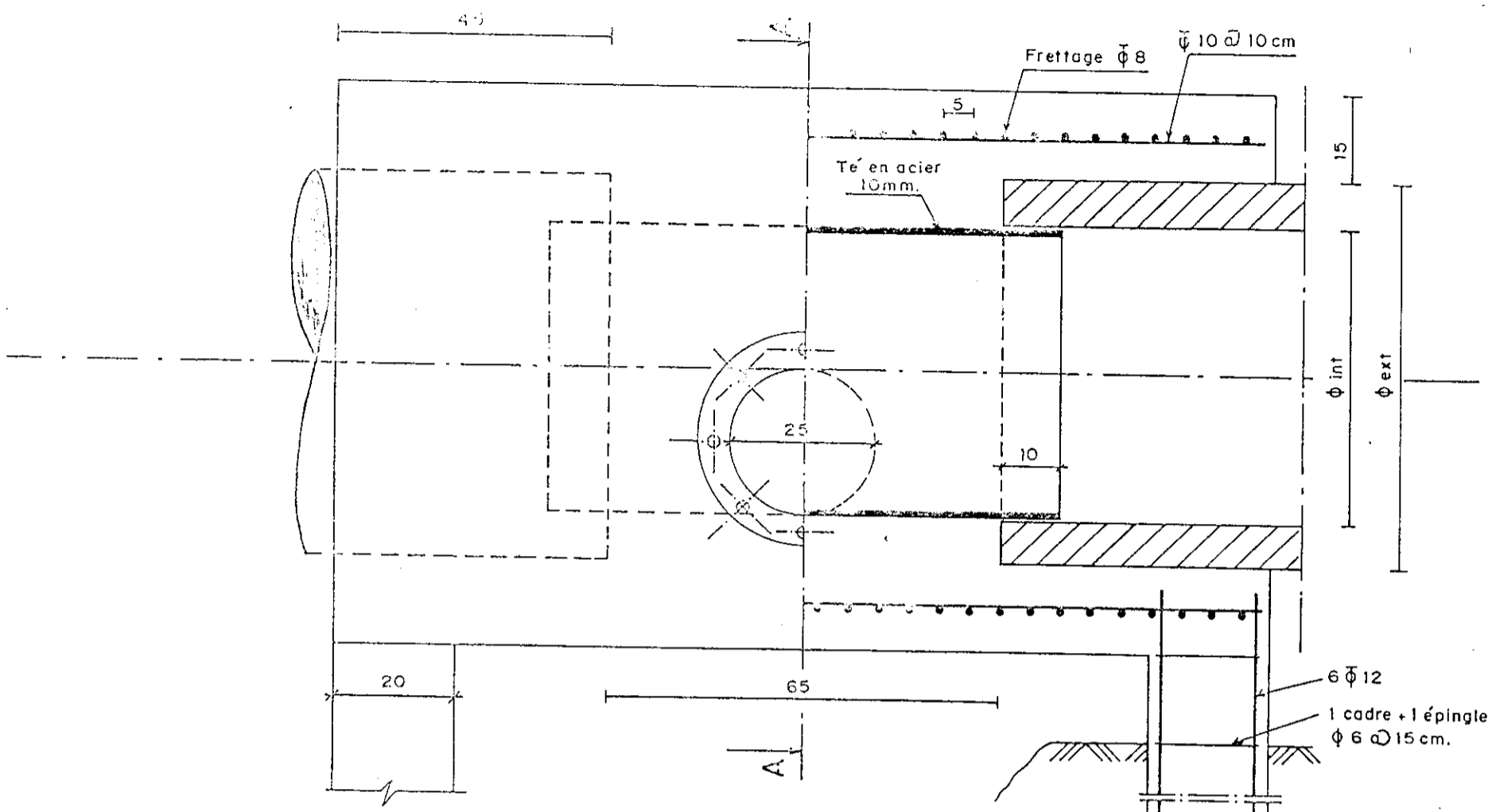


$$20 < h < 30$$

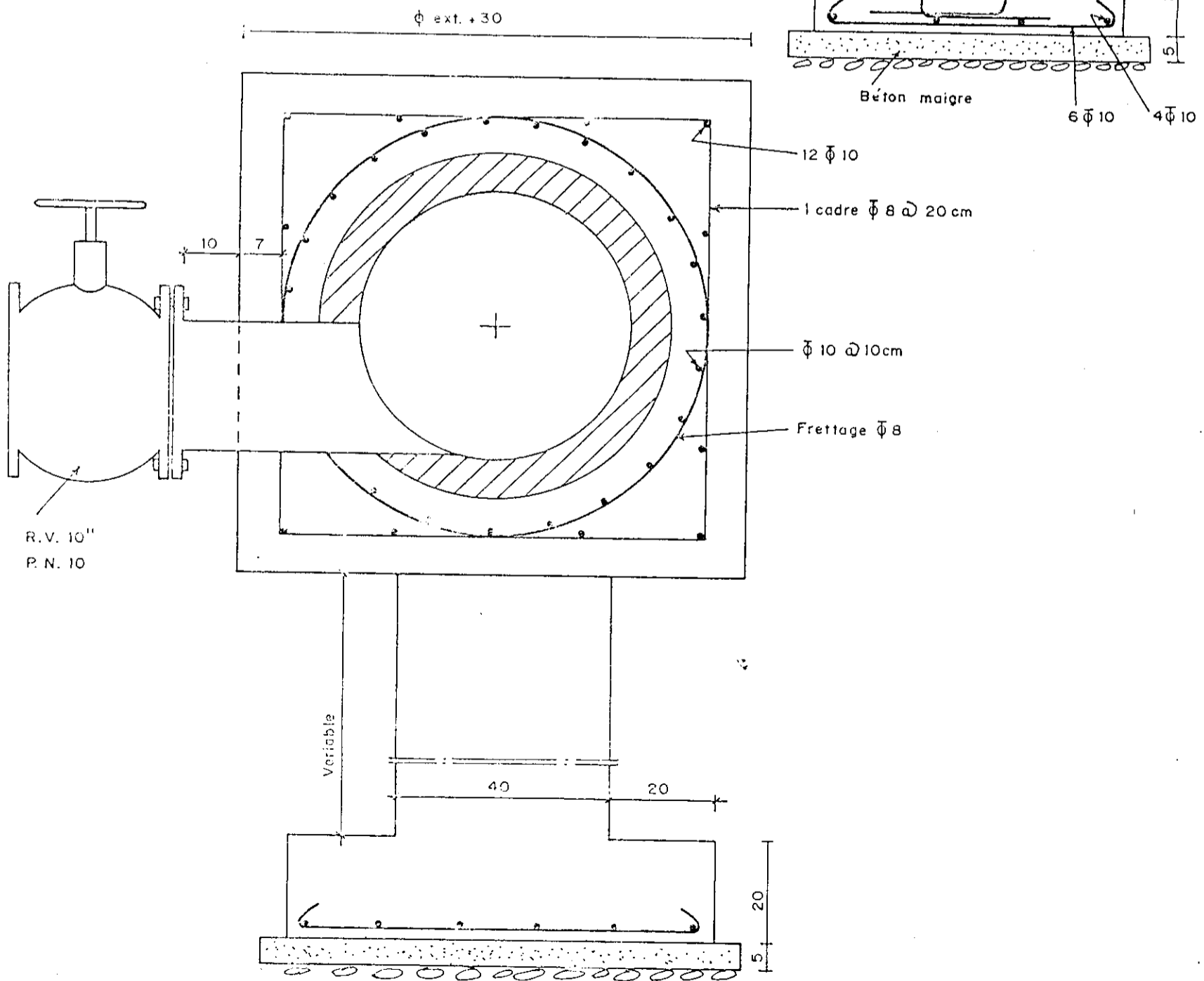
$$20 < l < 30$$

COUVRAGE DE VIDANGE SUR UN SIPHON

ECH: 1/10

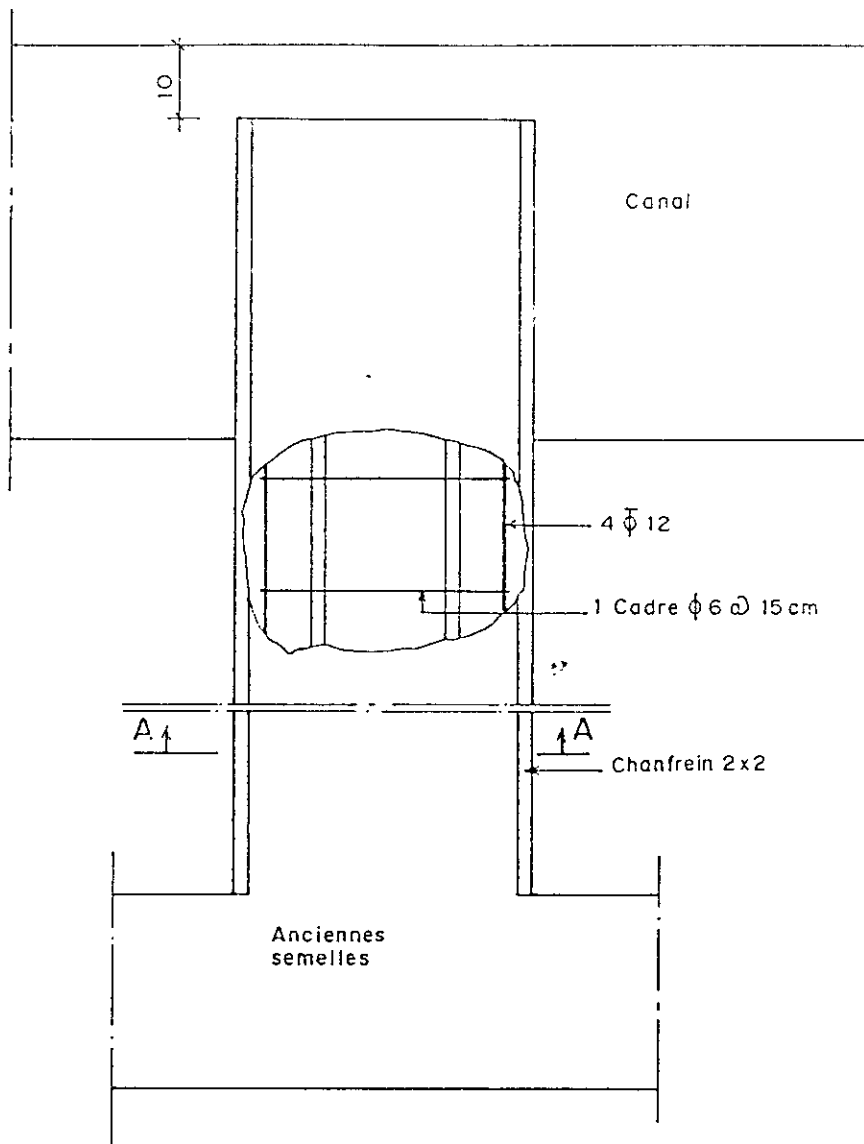


COUPE A..A

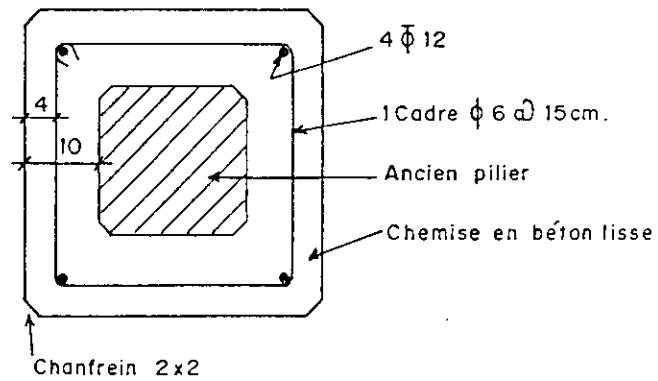


REHABILITATION DES PILIERS DES AQUEDUCS

ECH: 1/10

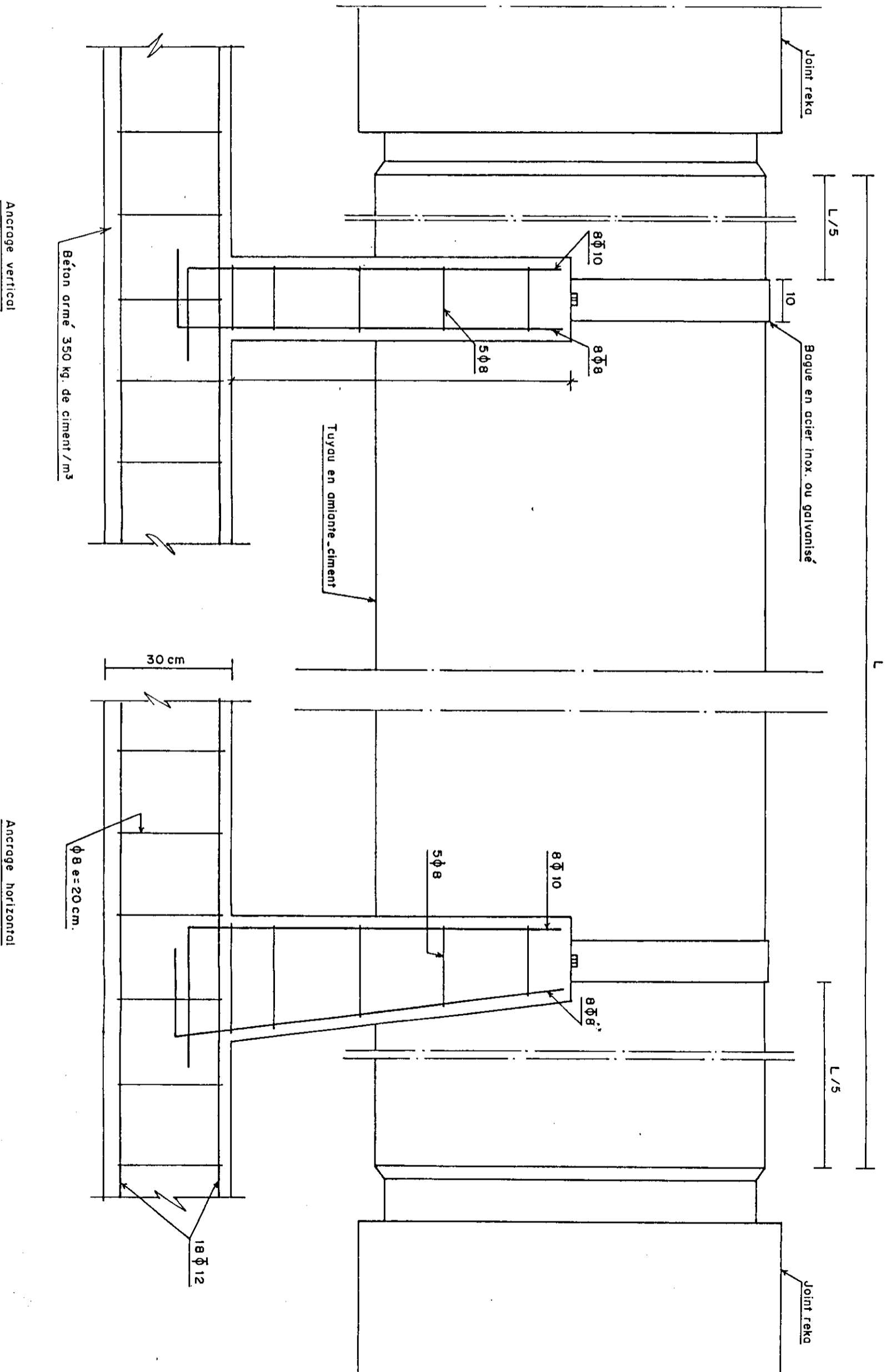


COUPE A-A



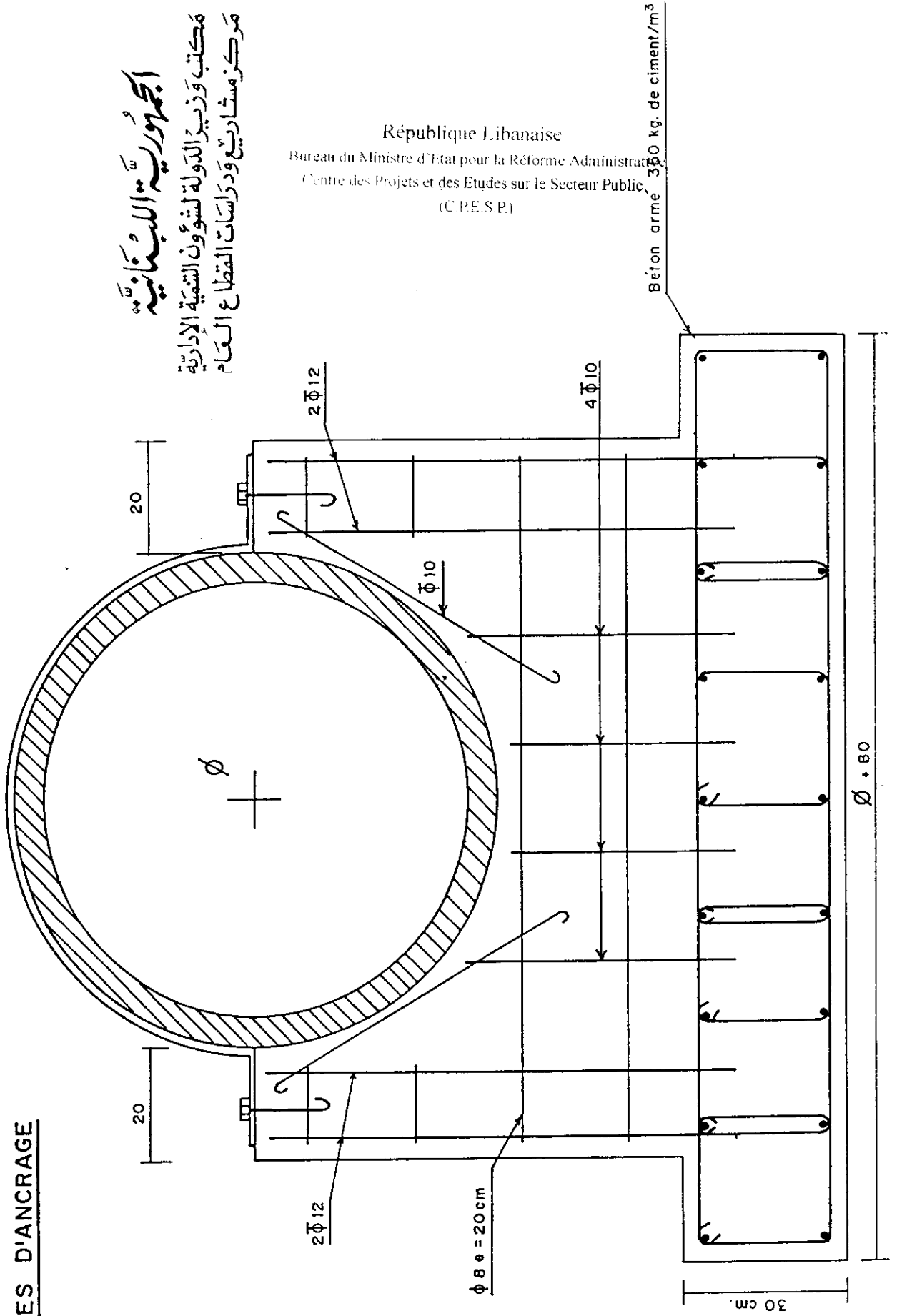
MODE DE POSE DES CONDUITES
EN AMIANTE - CIMENT PROPOSEES
POUR LES SIPHONS AVEC DETAILS
DES SEMELLES D'ANCRAGE

COUPE LONGITUDINALE
ECH: 1/10



MODE DE POSE DES CONDUITES
EN AMIANTE - CIMENT PROPOSEES
POUR LES SIPHONS AVEC DETAILS
DES SEMELLES D'ANCRAGE

COUPE TRANSVERSALE
ECH: 1/10



الجمهورية اللبنانية
مكتب وزير الدولة لشؤون التنمية الإدارية
مركز مشاريع ودراسات القطاع العام

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.)