

TCP/LEB/0051  
R.E.S.

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

RESUME

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-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

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.)

RESUME

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

## RESUME

Le périmètre agricole de la plaine côtière de TABARJA - AMCHIT est située à 20 Kms au Nord de la ville de BEYROUTH. Il s'étend des cotes 0 à 70 m au-dessus du niveau de la mer et occupe une superficie totale de 1200 hectares. Il est principalement constitué de calcaires, calcaires marneux et de marnes affleurant sur l'ensemble de la zone et affichant un pendage de 15 à 20° vers l'Ouest.

La zone est caractérisée par les facteurs climatiques suivants : (moyennes des mois de Mai à Septembre)

- . Température moyenne : 25.5°C.
- . Humidité relative moyenne : 70%
- . Vitesse du vent à 2 m du sol : 2.3 m/s
- . Pluviométrie cumulée totale : 37 mm
- . Ensoleillement moyen : 10.8 heures/jour

Le périmètre cultivé et irrigué a actuellement une superficie de 433 hectares situés au-dessous des canaux d'irrigation dont 147 hectares sont situés au Sud de la rivière de NAHR IBRAHIM et 286 ha au Nord de cette dernière. Les cultures maraichères de plein champs occupent une superficie totale de 140 hectares environ, les cultures sous-serres, 137 hectares et le restant de 156 ha est constitué par des bananiers, agrumes et cultures mixtes.

Une superficie totale de 52 ha environ, située au-dessus des canaux d'irrigation, est également irriguée, par pompage de l'eau véhiculant dans le réseau dont 16 ha sont situés au Sud de NAHR IBRAHIM et 36 ha au Nord de cette dernière.

Cette région agricole est dynamique par sa structure et par les changements successifs qui s'y sont produits durant les 30 dernières années. Elle témoigne d'une faculté d'adaptation considérable du secteur agricole, face aux changements géopolitiques, économiques et techniques. Elle s'est principalement développée grâce à l'initiative individuelle.

Le système d'irrigation est constitué d'un ouvrage de prise à l'amont au voisinage de la 3ème usine hydroélectrique, totalement ensablé; d'un canal primaire adducteur de 5400 m de long, construit dans des zones inaccessibles topographiquement et sujettes à des glissements et des éboulements et dont la capacité maximale d'écoulement est de 1000 l/s. Ce canal alimente 3 canaux secondaires :

- Le premier, celui d'AMCHIT prend son départ à la cote 73 mètres environ et longe le littoral, au Nord de NAHR IBRAHIM sur une longueur totale de 14855 m avec une pente variant entre 0.3 et 1.2 mm/m. Il irrigue une superficie totale de 322 hectares par un système combiné, de pompage au-dessus du canal, et gravitaire, en-dessous. Un système dense (244 m/ha) de canaux tertiaires lui sont branchés soit par des vannes murales, des robinets-vannes et des simples orifices.

Ce canal englobe 6 siphons totalisant 812 m de longueur, 2030 mètres de tronçons couverts par des dalles en béton et 12013 m de tronçons à ciel ouvert. Sa capacité maximale est de 750 l/s. Elle est réduite à son extrémité avale à 145 l/s, due au rétrécissement de sa section sur les deux derniers kilomètres. Un étranglement de 21 m réduit de plus en plus le débit à 60 l/s. C'est d'ailleurs dans ce dernier tronçon que les besoins en eau ne sont plus comblés par le canal, cependant, il peut couvrir tous les besoins de la partie amont.

- Le second canal secondaire, celui de TABARJA supérieur, prend son départ à la cote 73 m environ et longe le littoral, au Sud de NAHR IBRAHIM, sur une longueur totale de 7291 mètres avec une pente variant entre 0 et 16 mm/m. Il irrigue une superficie totale de 79 hectares par un système combiné de pompage au-dessus du canal et gravitaire en-dessous. Un système dense (264 m/ha) de canaux tertiaires lui sont branchés par des vannes murales, des robinets-vannes et des orifices. Ce canal englobe 3 siphons totalisant une longueur totale de 264 m, 340 mètres de tronçons couverts par des dalles en béton et 6687 m de tronçons, à ciel ouvert. Sa capacité maximale est de 225 l/s, mais elle est réduite dans sa deuxième moitié à 175 l/s. Il peut couvrir les besoins à condition d'élargir un étranglement de 32 mètres de long.

- Le troisième canal secondaire, celui de TABARJA inférieur, prend son départ à la cote 73 m environ et descend après 180 m de long à la cote 30 m. Il longe le littoral, au Sud de NAHR IBRAHIM, sur une longueur totale de 6948 mètres avec une pente variant entre 0 et 22 mm/m. Il irrigue une superficie totale de 84 hectares par un système dense (190 m/ha) de canaux tertiaires qui lui sont également branchés par des vannes murales, des robinets-vannes et des orifices. Ce canal englobe 3 siphons et une conduite en béton totalisant 324 mètres de long, 870 m de tronçons couverts par des dalles en béton et 5754 mètres de canaux à ciel ouvert. Sa capacité maximale est de 180 l/s mais elle est réduite à son extrémité à 150 l/s. Il suffit à couvrir tous les besoins des parcelles qui lui sont attachées.

- Un réseau de canaux tertiaires prend son départ des 3 canaux secondaires décrits précédemment. Ce réseau est constitué de :

- . 96 canaux prenant leur départ du canal secondaire d'AMCHIT se ramifiant en 111 rigoles.
- . 36 canaux prenant leur départ du canal secondaire supérieur de TABARJA se ramifiant en 27 rigoles.
- . 36 canaux prenant leur départ du canal secondaire inférieur de TABARJA se ramifiant en 15 rigoles.

Ces 168 canaux et ces 153 rigoles représentent une longueur totale de 95591.97 m et couvrent une superficie irriguée totale de 404.41 ha, soit une densité de 236 m/ha, valeur considérée très élevée. Le tableau récapitulatif de ces canaux est le suivant :

CANAL SECONDAIRE	CANALX TERTIAIRES		RIGOLAS (CANALX QUATERNAIRES)		ETAT DES CANALX TERTIAIRES			LONGUEUR	SUPERFICIE
	NOMBRE	LONGUEUR	NOMBRE	LONGUEUR	CATEGORIE			TOTALE	IRRIGUEE
					B	C	T	m	TOTALE ha
AMCHIT	96	42113.85	111	24892.37	44500.02	9191.7	13314.5	67006.22	274.84
TABARJA SUPERIEUR	36	9495.57	27	4379.85	10126.67	3041.85	706.9	13875.42	52.50
TABARJA INFERIEUR	36	11274.62	15	3435.71	8746.46	2880.24	3083.63	14710.33	77.07
TOTAL	168	62858.74	153	32576.93	63373.15	15113.79	17105.03	95591.97	404.41

- \* B : Canal fissuré
- \* C : Canal en mauvais état
- \* T : canal en terre

Le tableau récapitulatif de tout le réseau d'irrigation est le suivant :

	LONGUEUR TOTALE	CLASSE				TUYAUX ET SIPHONS	COUVERTURE	
		A	B	C	T		DALLES BETON	PYLONES
Canal supérieur de TABARJA	Longueur (m)	7291	1403	33	5591	264	340	26
	Pourcentage	100%	19.2%	0.5%	76.7%	3.6%		
Canal inférieur de TABARJA	Longueur (m)	6948	1200	85	5339	324	870	32
	Pourcentage	100%	17.3%	1.3%	76.7%	4.7%		
Canal de AMCHIT	Longueur (m)	14855	1528	2620	9895	545	2030	160
	Pourcentage	100%	10.3%	17.6%	66.6%	3.7%		
Canal principal	Longueur (m)	5403	0	4893	341	169		67
	Pourcentage	100%	0%	90.6%	6.3%	3.1%		
Canaux tertiaires	Longueur (m)	95592	0	63373	15114	17105		
	Pourcentage	100%	0%	66.3%	15.8%	17.9%		

Les pertes dans le canal primaire diminuent de 20% à 5% quand le débit d'écoulement dans le canal baisse de 1200 l/s à 850 l/s. (En moyenne la perte est de 13%). Le pourcentage total des pertes dans le canal supérieur de TABARJA est de 37% pour une capacité maximale d'écoulement de 175 l/s. Dans le canal inférieur de TABARJA, les pertes totales sont de 34% pour un débit d'écoulement de 150 l/s et finalement, elles sont, dans le canal d'AMCHIT, de 34% pour un débit d'écoulement de 475 l/s. Le pourcentage moyen des pertes dans les canaux secondaires est donc de 20%. Les pertes dans les canaux tertiaires varient entre 0 et 78%. En moyenne, elles sont de 50% .

Les ressources disponibles converties en débit en tête du système sont de 1000 l/s, alors que les besoins totaux requis, à la parcelle pour tout le périmètre étudié, convertis en débit total continu à assurer, sont de 350 l/s.

Le pourcentage global des pertes dans tout le réseau est de 65%. Il a été déterminé en comparant les besoins aux ressources et en multipliant le rendement des trois organes du réseau. Le rendement du réseau est donc de 35%. L'irrigation se fait par rotation selon un programme défini par la Commission des Eaux d'ADONIS. Les volumes d'eau qui sont attribués aux différents sous-périmètres sont donnés dans le tableau ci-joint.

LOCALITE	SUPERFICIE TOTALE IRRIGUEE (ha)	DUREE D'ARROSAGE (Heures)	TEMPS MOYEN D'ARROSAGE PAR HECTARE	DEBIT MOYEN UTILISE l/s	VOLUME D'EAU UTILISE m <sup>3</sup> /ha	PERTES POUR DES BESOINS DE 430 m <sup>3</sup> /ha
ABAIBE						
BOUGA ED DINE	27.9	24	52'	330	1030	58%
BOUAR	23.8	36	1 h 30'	270	1458	71%
SAFRA	43	42	59'	250	885	51%
TABARJA						
KFARYASSINE- WATA SALAM	67.5	66	59'	220	780	45%
NAHR IBRAHIM	24.5	30	1h 13'	440	1925	78%
HALAT FIDAR	71	30	25'	610	915	53%
MASTITA- DARTABOUN	47.2	36				
		+	40'	400	960	55%
JBEIL I + II	51.8	30				
MAR YOUSSEF- EDDE	52.7	18				
		+	20'	350	420	0%
AMCHIT	75	24				

Ce pourcentage des pertes est énorme et inacceptable. Le seuil de 40% ne devra jamais être dépassé et le débit nécessaire en tête du réseau avec des pertes de 40% sera de 600 l/s. Les ressources étant de 1000 l/s, un gaspillage de 400 l/s se produit inutilement alors que toute la zone urbaine littorale de KES-ROUANE et de JBAIL accuse un déficit considérable.

La réduction des pertes de 65% à 40% consiste à réhabiliter le réseau et plus principalement celui des canaux tertiaires. Mais comme ces derniers sont à l'origine des grosses pertes, il s'agit de les remplacer progressivement par des conduites fermées équipées :

- en tête, au niveau des canaux secondaires par des vannes de contrôle et de réglage.
- en route, par des vannes de distribution
- à leur extrémité par des vannes de vidange.

L'implantation de ces conduites réduira les pertes et permettra de procéder à une gestion scientifique du système d'irrigation.

Parallèlement, des travaux de réhabilitation devront être entrepris sur les canaux primaire et secondaires. Il s'agit, comme travaux de première priorité de :

- réhabiliter les ouvrages de vidange des siphons
- remplacer les grilles aux entrées des siphons
- nettoyer et déblayer tous les canaux
- remplacer les vannes murales métalliques latérales des canaux secondaires (celles qui contrôlent les débits en tête des canaux tertiaires)
- réparer les piliers des aqueducs des canaux primaire et secondaires.
- recouvrir 1000 m de canaux secondaires par des dalles en béton armé.
- éliminer les étranglements sur le canal d'AMCHIT et sur le canal supérieur de TABARJA.
- réhabiliter les canaux primaire et secondaires en les étanchéifiant par des membranes adéquates.

Il faudrait ensuite :

- réhabiliter l'ouvrage de prise du canal primaire
- réhabiliter les siphons des canaux primaire et secondaires.

Tous ces travaux mentionnés ci-dessus permettront de réduire le gaspillage de 65% à 40% et de récupérer un débit de 400 l/s qui pourra être affecté à la consommation domestique et industrielle et à l'irrigation de nouvelles zones.

Mais en attendant, il s'agit d'améliorer la gestion de la distribution de l'eau dans le périmètre agricole tenant compte des besoins, des ressources disponibles et des capacités des canaux. Un nouveau mode d'irrigation a été suggéré. Il est communiqué ci-dessous.

MODELE DE GESTION PROPOSE

LOCALITE	SUPERFICIE TOTALE IRRIGUEE (ha)	DEBIT MOYEN UTILISE l/s	DUREE D'ARROSAGE (heures)	HORAIRE	VOLUME D'EAU UTILISE m <sup>3</sup> /ha	POURCENTAGE DES PERTES %
AGAIBE BOUGAG ED DINE	27.9	330	22	Dimanche 16 h Lundi 14 h	937	54
BOUAR	23.8	270	22	Lundi 14 h Mardi 12 h	898	52
SAFRA	43	250	44	Mardi 12 h Jeudi 8 h	921	53
TABARJA- KFAR YASSINE- WATA-SALAM	67.5	220	80	Jeudi 8 h Dimanche 16 h	939	54
NAHR IBRAHIM	24.5	440	12	Dimanche 18 h Lundi 6 h	776	45
HALAT - FIDAR	71	610	24	Lundi 6 h Mardi 6 h	742	42
MASTITA QARTABOUN- JBEIL I	57.2	410	29	Mardi 6 h Mercredi 11 h	748	43
JBEIL II	41.8	390	22	Mercredi 11 h Jeudi 9 h	739	42
MAR YOUSSEF EDDE	52.7	350	31	Jeudi 9 h Vendredi 16 h	741	42
AMCHIT	75	320	50	Vendredi 16 h Dimanche 18 h	768	44

Le calcul des besoins en eau des parcelles de ce périmètre, pour une irrigation moderne aboutit à une valeur de 355 l/s à la parcelle en considérant une superficie de 433 ha sous les canaux et 52 ha au-dessus des canaux.

Ces mêmes besoins augmenteront à 500 l/s, pour une irrigation traditionnelle similaire à celle qui se produit actuellement mais avec un réseau réhabilité caractérisé par un rendement de 0.7 au lieu de 0.35 (Pertes réduites de 65% à 30%) Pour un rendement de 0.6, comme nous l'avons déjà vu, ces besoins sont de 600 l/s.

Parallèlement, l'étude de l'évolution des besoins en eau pour l'irrigation a montré que la superficie actuellement cultivée sera réduite de 45% en l'an 2015, aux dépens d'un développement de l'urbanisation. Elle sera donc réduite à 264 hectares et il y aura par conséquent obligatoirement une consommation en eau moindre et une augmentation des ressources disponibles qu'il s'agira d'affecter soit à l'irrigation de nouveaux périmètres irrigables situés au-dessus des canaux secondaires, soit à couvrir les besoins domestiques en eau d'une partie du littoral du caza de KESROUANE et/ou de JBAIL. Or, un débit de 115 l/s devra d'ores et déjà être prélevé pour alimenter en eau potable la ville de JBAIL, puisque le projet a déjà été étudié et les recherches de son financement sont en cours.

De plus, trois régions cultivables ont été repérées au-dessus des canaux secondaires et au Nord de AMCHIT.

- . La première, englobe les zones situées au-dessus du canal secondaire de TABARJA, totalisant une superficie de 250 hectares de terrains de pente et de sol acceptables
- . La deuxième, englobe les zones situées entre NAHR IBRAHIM et AMCHIT, au-dessus du canal secondaire, dont la superficie totale est de 600 ha environ et dont les terrains ont une pente et un sol acceptables.
- . La troisième, englobe la zone s'étendant entre AMCHIT et EL MASLOUKH dont la superficie totale est de 380 hectares environ et dont les terrains ont une pente et un sol acceptables.

Or, ces 1230 ha ne seront pas tous cultivables. Uniquement 20% de leur superficie sera cultivée en l'an 2015, soit donc 246 ha répartis comme suit :

- . Première zone : 50 ha
- . Deuxième zone : 120 ha
- . Troisième zone : 76 ha

En admettant qu'ils seront irrigués par goutteurs, (6.35 mm/jour) les débits requis en tête du réseau seront donc de :

- . Première zone : 37 l/s
- . Deuxième zone : 88 l/s
- . Troisième zone : 56 l/s

Soit donc au total un débit de 181 l/s.

Mais, les débits requis pour ces zones sont variables dans le temps.

De plus, en supposant que le réseau serait modernisé, en l'an 1995, c'est à dire que le gaspillage va diminuer fortement, les besoins requis du périmètre actuellement irrigué vont diminuer en tête du réseau, mais aussi, ces mêmes besoins vont également diminuer entre 1995 et 2015 en raison de l'expansion de l'urbanisation. Il y aura donc une économie d'eau qu'on a tenté d'évaluer en supposant que :

- a) la micro-irrigation serait adoptée partout
- b) l'irrigation traditionnelle serait conservée mais en réduisant le gaspillage et améliorant la gestion.

Ces valeurs obtenues de ces économies figurent dans les tableaux ci-dessous et ont été comparées aux besoins des 3 nouvelles zones d'extension.

Débits économisés échelonnés par tranches de 5 ans jusqu'à l'an 2015

ZONE	BESOINS EN 1990 DEBIT (l/s)	MICRO-IRRIGATION-DEBITS ECONOMISES EN L/S				
		1990	2000	2005	2010	2015
Littoral KESROUANE Zones actuellement irriguées	115	0	23	35	47	57
Littoral JBEIL Zones actuellement irriguées	240	0	42	63	84	104
TOTAL	355	0	65	98	131	161
ZONE		IRRIGATION TRADITIONNELLE DEBITS ECONOMISES EN l/s				
Littoral KESROUANE Zones actuellement irriguées	165	0	33	50	67	81
Littoral JBAIL Zones actuellement irriguées	335	0	58	88	117	145
TOTAL	500	0	91	138	184	226

Besoins requis pour l'irrigation des zones d'extension échelonnés jusqu'à l'an 2015, par tranches de 5 ans

SYMBOLE	ZONE	BESOINS EN L'AN 2015 DEBIT (l/sec)	DEBITS REQUIS DES ZONES D'EXTENSION EN l/sec				
			1990	2000	2005	2010	2015
A	NAHR IBRAHIM TABARJA Zones d'extension	37	0	26	28	37	37
	NAHR IBRAHIM AMCHIT Zones d'extension	88	0	62	66	88	88
B	Nord d'AMCHIT Zones d'extension	56	0	40	42	56	56
C	TOTAL	181	0	128	136	181	181

La comparaison des résultats obtenus, montre que les débits économisés dans l'irrigation du périmètre actuel pourront combler les besoins des zones d'extension à partir de l'an 2005. En l'an 2000, le déficit sera soit de 63 l/sec, soit de 37 l/sec dépendant du type d'irrigation adopté.

ANNEES		1990	2000	2005	2010	2015
Débits économisés par une micro-irrigation du périmètre actuel		0	65	98	131	161
Débits économisés par une irrigation traditionnelle du périmètre actuel		0	91	138	184	226
Besoins des zones d'extension	A	0	88	94	125	125
	B	0	40	42	56	56
	Total	C	0	128	136	181

A : L'extension entre NAHR IBRAHIM et AMCHIT est prise seule en compte avec l'extension entre NAHR IBRAHIM et TABARJA.

B : L'extension au Nord d'AMCHIT est prise seule en compte.

C : Toutes les extensions sont prises en compte = A + B

En utilisant les résultats figurant dans les trois tableaux ci-dessus, nous avons calculé les débits maximums que doivent véhiculer les adducteurs primaire et secondaires du réseau pour le cas d'une micro-irrigation dans une première étape, et pour le cas d'une irrigation traditionnelle dans une deuxième étape.

Rappelons que l'adducteur principal du réseau devra acheminer dans tous les cas un débit supplémentaire constant de 115 l/sec pour couvrir les besoins d'eau potable de la ville de JBEIL.

Débits véhiculés par les éléments du réseau en l/s													
Micro-irrigation													
	1990	2000			2005			2010			2015		
	Avant extension	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Elément principal	470	493	445	533	466	414	508	464	395	520	434	365	490
Elément secondaire de TABARJA	115	118	92	118	108	80	108	105	68	105	95	58	95
Elément secondaire d'AMCHIT	240	260	238	300	243	219	285	244	212	300	224	192	280
Irrigation traditionnelle													
Elément principal	615	612	564	652	571	519	613	556	487	612	514	445	570
Elément secondaire de TABARJA	165	158	132	158	143	115	143	135	98	135	121	84	121
Elément secondaire d'AMCHIT	335	339	317	379	313	289	355	306	274	362	278	246	334

Pour chacune des variantes A, B et C du tableau précédent nous avons sélectionné pour le dimensionnement des éléments du réseau, les valeurs maximales des besoins calculées entre les années 1990 et 2015.

Nous obtenons les débits suivants :

	Micro-irrigation			Irrigation traditionnelle		
	Débit max. en l/s			Débit max. en l/s		
	A	B	C	A	B	C
Elément principal	493	470 *	533	615 *	615 *	652
Elément secondaire de TABARJA	118	115 *	118	165 *	165 *	165 *
Elément secondaire d'AMCHIT	260	240 *	300	339	335 *	379

\* Le débit maximal correspond au débit de l'élément sans les extensions, nous avons donc sélectionné ce dernier. En d'autres termes l'ouvrage approprié à ce débit, conservera les mêmes dimensions déjà calculées.

Tenant compte des débits, de la catégorie C, le dimensionnement des adducteurs primaire et secondaires du périmètre a été réalisé.

Plusieurs cas ont été envisagés :

- 1° cas : Dimensionnement des éléments primaire et secondaires du réseau du périmètre actuel tenant compte des débits requis pour les extensions et d'une irrigation par goutteur.  
CAS RELATIF A L'IMPLANTATION D'UNE STATION DE POMPAGE.
- 2° cas : Dimensionnement des éléments primaire et secondaires du réseau du périmètre actuel, tenant compte des débits requis pour les extensions et d'une irrigation par goutteur.  
CAS RELATIF A LA POSE DE DEUX CONDUITES PRINCIPALES SEPARÉES.
- 3° cas : Dimensionnement des éléments primaire et secondaires du réseau du périmètre actuel tenant compte des débits requis pour les extensions et d'une irrigation traditionnelle dans l'ensemble du périmètre.

Les résultats de ces dimensionnements figurent dans les tableaux suivants :

DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS PRIMAIRES ET SECONDAIRES DU PERIMETRE ACTUEL  
EN FONCTION DES DEBITS REQUIS POUR LES EXTENSIONS ET UNE IRRIGATION PAR GOUTTEUR  
CAS D'IMPLANTATION D'UNE STATION DE POMPAGE IRRIGUANT LA ZONE COMPRISE ENTRE 40 ET 70 m

DESIGNATION	ELEMENT PRINCIPAL			ELEMENTS SECONDAIRES DE TABARJA			ELEMENTS SECONDAIRES D'ARCHIT			
	A	B	C	A	B	C	A, B, C	A	B	C
Alternative	493	470 †	533	78	75 †	78	40	176	156 †	216
Debit en l/s										
CANAL	S = 105 x 75 cm <sup>2</sup> ; S = 105 x 70 cm <sup>2</sup> ; S = 105 x 75 cm <sup>2</sup> ; S = 55 x 50 cm <sup>2</sup> ; S = 55 x 50 cm <sup>2</sup> ; S = 50 x 50 cm <sup>2</sup> ; S = 70 x 70 cm <sup>2</sup> ; S = 70 x 70 cm <sup>2</sup> ; S = 80 x 70 cm <sup>2</sup> ;	h = 57 cm	h = 62 cm	h = 40 cm	h = 39 cm	h = 40 cm		h = 58 cm	h = 53 cm	h = 59 cm
A	h = 59 cm									
CIEL	IL = 4460 m	IL = 4460 m	IL = 4460 m	IL = 8000 m	IL = 8000 m	IL = 8000 m	-	IL = 14800 m	IL = 14800 m	IL = 14800 m
OUVERT	I = 1%.	I = 1%.	I = 1%.	I = 0.4%.	I = 0.4%.	I = 0.4%.		I = 0.4%.	I = 0.4%.	I = 0.4%.
Coût U.S.\$	579800	557500	579800	620000	600000	620000		1272800	1272800	1310000
CONDUITE	D = 800 mm	D = 800 mm	D = 900 mm	D = 500 mm	D = 500 mm	D = 500 mm		D = 700 mm	D = 700 mm	D = 800 mm
A	h = 59 cm	h = 55 cm	h = 55 cm	h = 35 cm	h = 34 cm	h = 35 cm		h = 34 cm	h = 40 cm	h = 45 cm
ECOULEMENT	IL = 4460 m	IL = 4460 m	IL = 4460 m	IL = 8000 m	IL = 8000 m	IL = 8000 m	-	IL = 14800 m	IL = 14800 m	IL = 14800 m
LITRE	I = 1%.	I = 1%.	I = 1%.	I = 0.4%.	I = 0.4%.	I = 0.4%.		I = 0.4%.	I = 0.4%.	I = 0.4%.
Coût U.S.\$	1338000	1338000	1650000	1000000	1000000	1000000		3478000	3478000	4440000
CONDUITE	D = 800 mm	D = 800 mm					D = 250 mm			
EN	L = 4200 m	L = 4200 m					IL = 8000 m			
CHARGE	β = 1.2%.						βL = 22.4 m			
	(Y compris la route 3182500 U.S.\$)									
Coût U.S.\$		4442500					360000			1036000

N.B : Il faut ajouter à chaque combinaison, le coût de la station de pompage qui est de 316000 U.S.\$ sachant que les frais d'énergie et d'entretien pour 5 ans de fonctionnement sont de 500000 U.S.\$

† Dimensionnement avant les extensions

DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS PRIMAIRES ET SECONDAIRES DU PERIMETRE ACTUEL  
EN FONCTION DES DEBITS REQUIS POUR LES EXTENSIONS ET UNE IRRIGATION PAR GOUTTEUR  
CAS D'UNE CONDUITE PRINCIPALE SEPARÉE IRRIGUANT LA ZONE COMPRISE ENTRE 40 ET 70 m

DESIGNATION	ELEMENT PRINCIPAL			ELEMENTS SECONDAIRES DE TABARJA			ELEMENTS SECONDAIRES D'ARCHIT		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Alternative							A, B, C		
Débit en l/s	369	346	409	78	75	78	40	176	156
CANAL	S = 105 x 60 cm <sup>2</sup> IS = 105 x 65 cm <sup>2</sup> IS = 105 x 50 cm <sup>2</sup> IS = 55 x 50 cm <sup>2</sup> IS = 55 x 50 cm <sup>2</sup> IS = 50 x 50 cm <sup>2</sup> IS = 50 x 50 cm <sup>2</sup>			S = 70 x 70 cm <sup>2</sup> IS = 70 x 70 cm <sup>2</sup> IS = 70 x 70 cm <sup>2</sup> IS = 80 x 70 cm <sup>2</sup>			EXTENSION + COTE < 40 m		
A	h = 47 cm IL = 4460 m I = 1%. D = 700 mm L = 4200 m J = 1.2%	h = 45 cm IL = 4460 m I = 1%. D = 700 mm L = 4200 m J = 1.2%	h = 51 cm IL = 4460 m I = 1%. D = 800 mm L = 4460 m I = 1.2%	h = 40 cm IL = 8000 m I = 0.4%. D = 500 mm L = 8000 m I = 0.4%	h = 39 cm IL = 8000 m I = 0.4%. D = 500 mm L = 8000 m I = 0.4%	h = 40 cm IL = 8000 m I = 0.4%. D = 500 mm L = 8000 m I = 0.4%	h = 53 cm IL = 14800 m I = 0.4%. D = 700 mm L = 14800 m I = 0.4%	h = 59 cm IL = 14800 m I = 0.4%. D = 800 mm L = 14800 m I = 0.4%	h = 45 cm IL = 14800 m I = 0.4%. D = 700 mm L = 14800 m I = 0.4%
Coût U.S.\$	512900	512900	531000	620000	600000	620000	1272800	1272800	1272800
CONDUITE	D = 700 mm L = 4200 m J = 1.2%			D = 500 mm L = 8000 m I = 0.4%			D = 500 mm L = 8000 m I = 0.4%		
A	h = 46 cm IL = 4460 m I = 1%. D = 700 mm L = 4200 m J = 1.2%	h = 53 cm IL = 4460 m I = 1%. D = 700 mm L = 4200 m J = 1.2%	h = 50 cm IL = 4460 m I = 1%. D = 800 mm L = 4460 m I = 1.2%	h = 35 cm IL = 8000 m I = 0.4%. D = 500 mm L = 8000 m I = 0.4%	h = 34 cm IL = 8000 m I = 0.4%. D = 500 mm L = 8000 m I = 0.4%	h = 35 cm IL = 8000 m I = 0.4%. D = 500 mm L = 8000 m I = 0.4%	h = 44 cm IL = 14800 m I = 0.4%. D = 700 mm L = 14800 m I = 0.4%	h = 40 cm IL = 14800 m I = 0.4%. D = 700 mm L = 14800 m I = 0.4%	h = 45 cm IL = 14800 m I = 0.4%. D = 800 mm L = 14800 m I = 0.4%
Coût U.S.\$	1338000	1048100	1338000	1000000	1000000	1000000	3478000	3478000	3478000
CONDUITE EN CHARGE	D = 700 mm L = 4200 m J = 1.2%			D = 250 mm L = 8000 m JL = 22.4 m			D = 250 mm L = 8000 m JL = 22.4 m		
Coût U.S.\$	4169500			360000			360000		
Coût U.S.\$	4169500			360000			360000		

N.B : Il faut ajouter à chaque combinaison, le coût de la conduite principale séparée de 400 m qui est de 899000 U.S.\$ sachant qu'une quantité d'eau de 124 l/s ne sera pas turbinée à l'usine de la cote 80 m.

DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS PRIMAIRES ET SECONDAIRES DU PERIMETRE ACTUEL  
EN FONCTION DES DEBITS REQUIS POUR LES EXTENSIONS ET UNE IRRIGATION TRADITIONNELLE  
CAS D'IMPLANTATION D'UNE STATION DE POMPAGE IRRIGUANT LA ZONE COMPRISE ENTRE 40 ET 70 m

	ELEMENT PRINCIPAL			ELEMENTS SECONDAIRES DE TABARJA			ELEMENTS SECONDAIRES D'ARCHIT		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Alternative									
Débit en l/s	615	615	652	165	165	165	339	335	379
CANAL	S = 105 x 85 cm <sup>2</sup> S = 105 x 85 cm <sup>2</sup> S = 105 x 90 cm <sup>2</sup> S = 100 x 80 cm <sup>2</sup> S = 100 x 80 cm <sup>2</sup> S = 100 x 85 cm <sup>2</sup>								
A	h = 69 cm	h = 69 cm	h = 73 cm	h = 55 cm	h = 55 cm	h = 55 cm	h = 66 cm	h = 65 cm	h = 72 cm
CIEL	L = 4460 m	L = 4460 m	L = 4460 m	L = 8000 m	L = 8000 m	L = 8000 m	L = 14800 m	L = 14800 m	L = 14800 m
OUVERT	I = 1%	I = 1%	I = 1%	I = 0.4%	I = 0.4%	I = 0.4%	I = 0.4%	I = 0.4%	I = 0.4%
Coût U.S.\$	611020	611020	633000	688000	688000	688000	1687200	1687200	1746000
CONDUITE	D = 900 mm D = 900 mm D = 900 mm D = 700 mm D = 900 mm								
A	h = 63 cm	h = 63 cm	h = 66 cm	h = 44 cm	h = 44 cm	h = 44 cm	h = 58 cm	h = 57 cm	h = 64 cm
ECOULEMENT	L = 4460 m	L = 4460 m	L = 4460 m	L = 8000 m	L = 8000 m	L = 8000 m	L = 14800 m	L = 14800 m	L = 14800 m
LIBRE	I = 1%	I = 1%	I = 1%	I = 0.4%	I = 0.4%	I = 0.4%	I = 0.4%	I = 0.4%	I = 0.4%
Coût U.S.\$	1650200	1650200	1650200	1880000	1880000	1880000	5476000	5476000	5476000
CONDUITE	D = 900 mm								
EN	L = 4200 m	L = 4200 m	L = 4200 m	L = 4200 m	L = 4200 m	L = 4200 m	L = 4200 m	L = 4200 m	L = 4200 m
CHARGE	J = 1.2%	J = 1.2%	J = 1.2%	J = 1.2%	J = 1.2%	J = 1.2%	J = 1.2%	J = 1.2%	J = 1.2%
	(Y compris la route 3182500 U.S.\$)								
Coût U.S.\$	4736500	4736500	4736500	4736500	4736500	4736500	4736500	4736500	4736500

L'analyse de toutes les variantes nous a conduit à décider ce qui suit :

- 1) Poser une conduite d'adduction gravitaire primaire dans la chaussée d'une route qui sera tracée et construite le long de la rivière de NAHR IBRAHIM. (L = 4200 m;  $\varnothing = 900$  mm; Q = 652 l/s)
- 2) Poser une conduite d'adduction gravitaire secondaire, prenant son départ de la conduite primaire, transportant une partie du volume véhiculé vers le canal à ciel ouvert qui irriguera toutes les parcelles situées entre NAHR IBRAHIM et AMCHIT. (L = 250 m;  $\varnothing = 900$  mm; Q = 494 l/s)
- 3) Poser une conduite d'adduction gravitaire secondaire, prenant son départ également de la conduite primaire, et transportant une partie du volume véhiculé vers le canal à ciel ouvert qui irriguera toutes les parcelles situées entre NAHR IBRAHIM et TABARJA. (L = 650 m;  $\varnothing = 700$  mm; Q = 165 l/s).
- 4) Construire et équiper une station de pompage pour refouler le restant de l'eau véhiculant dans la conduite primaire, vers une conduite sous pression dont le tracé sera parallèle à celui du canal supérieur de TABARJA sus-mentionné mais situé à une cote supérieure, de façon à irriguer les parcelles cultivables situées au-dessus du canal secondaire supérieur de TABARJA. (Puissance = 80 KW)
- 5) Construire la conduite de TABARJA sus-mentionnée (L = 6000 m;  $\varnothing = 250$  mm; Q = 37 l/s).
- 6) Construire le canal secondaire supérieur de TABARJA (L = 8000 m, Q = 165 l/s; S = 70 x 70 cm<sup>2</sup>).
- 7) Construire le canal secondaire de AMCHIT (L = 14800 m; Q = 379 l/s; S = 100 x 85 cm<sup>2</sup>)
- 8) Installer sur le canal secondaire d'AMCHIT des pompes, refoulant une partie du débit véhiculé dans des conduites menant à des réservoirs, à partir desquels l'eau sera utilisée à irriguer les nouvelles zones cultivables situées au-dessus du canal gravitaire.
- 9) Refouler par pompage le restant de l'eau qui coule dans l'extrémité aval du canal secondaire d'AMCHIT dans une conduite qui irriguera les terres cultivables situées entre AMCHIT et EL MASLOUKH. (L = 6000 m;  $\varnothing = 300$  mm; Q = 56 l/s).

N.B : Leur dimensionnement figure dans le schéma ci-joint. La sélection de la solution définitive a été basée sur les critères suivants :



Nous avons envisagé dans notre étude, pour le périmètre actuellement irrigué, dont la superficie totale est de 485 ha, deux principaux systèmes d'irrigation. Le premier, est celui d'une irrigation moderne basée sur l'utilisation de goutteurs. Le second est celui d'une irrigation traditionnelle sur l'ensemble du périmètre par un réseau de canaux dont les organes tertiaires ont été remplacés par des conduites. Tenant compte de la localisation des parcelles par rapport aux tracés topographiques des canaux secondaires, 65% des parcelles pourraient être irriguées par les méthodes modernes et 35% seulement par les méthodes traditionnelles (inondation, ruissellement, etc...). Or, à présent 80% de la superficie du périmètre actuel, est irriguée par les méthodes traditionnelles et la consommation d'eau par hectare est très élevée (rendement du réseau égal à 0.35). La réduction du gaspillage ne peut se faire évidemment qu'en modernisant l'irrigation. Mais le réseau actuel étant formé uniquement de canaux à ciel ouvert, sa transformation brusque en un réseau moderne n'est pas conseillée pour le moment étant donné qu'elle induira des perturbations dans la production, parce que l'agriculteur ne pourra se débarrasser rapidement de ses habitudes traditionnelles ni investir dans un projet dont les bénéfices lui sont inconnus. Il faudra par conséquent, au préalable, vulgariser l'application des techniques modernes d'irrigation en la réalisant au départ sur quelques parcelles bien sélectionnées et en accordant à l'agriculteur une ou deux années d'observation pour qu'il se rende compte des bienfaits de ces nouvelles méthodes et surtout de l'amélioration de la production du point de vue qualité et quantité. Pour toutes ces raisons, le dimensionnement que nous avons adopté pour les éléments du réseau, a donc été celui d'une irrigation traditionnelle, conservant le tour d'arrosage. Cela signifie que les besoins ont été évalués à 500 l/sec en 1991. Mais, le remplacement des canaux tertiaires par des conduites, réduira en premier lieu le gaspillage, les vols etc..., améliorera le rendement global de l'irrigation et finalement permettra un passage progressif de la technique traditionnelle à la technique moderne. En d'autres termes, les parcelles du périmètre, situées entre le littoral et la cote 40 m pourront être irriguées par les méthodes modernes en raison de la mise en charge du réseau tertiaire; par contre, les parcelles situées entre les cotes 40 m et 70 m ne pourront être irriguées que par la méthode traditionnelle à moins que, les agriculteurs ne décident d'adopter immédiatement la nouvelle technique, ce qui les obligera à équiper leur réseau de surpres-

Néanmoins, il serait étonnant de voir des agriculteurs adopter la nouvelle méthode d'irrigation étant donné qu'ils profitent d'un surplus d'eau, bien supérieur à leurs besoins. La solution du problème devrait donc être envisagée autrement. Il faudrait faire comprendre aux agriculteurs que les besoins en eau domestiques et industriels ne sont plus comblés et qu'un certain prélèvement d'eau devra se faire obligatoirement sur les volumes affectés à l'irrigation.

De plus, il faudrait convaincre l'agriculteur que la qualité et la quantité de sa production agricole seront améliorées en adoptant les nouvelles techniques. C'est donc au départ un problème d'éducation de masse plutôt que technique.

Dans cette optique, nous avons donc dimensionné le réseau d'irrigation après avoir évalué les besoins et établi le devis estimatif de la fourniture et de la pose des équipements requis et de la construction des ouvrages concernés.

Parallèlement, nous avons repéré les zones cultivables, établi leurs limites et étudié le moyen de les irriguer puisque nous avons constaté l'existence d'un surplus de 500 l/sec environ dans les ressources en eau disponibles. Le mode d'irrigation que nous avons sélectionné, pour ces zones cultivables et irrigables situées au-dessus des canaux actuels existants, étant celui de la micro-irrigation, nous avons donc évalué leurs besoins en eau à 181 l/sec en 2015, dimensionné les réseaux concernés et établi le devis estimatif de leur équipement. Les choix mentionnés ci-dessus ont été décidés selon des critères technico-économiques mais aussi sociaux.

Il faut cependant noter que :

- 1- les besoins du périmètre irrigué actuellement diminueront avec le temps en raison du développement de l'urbanisation.
- 2- la demande en eau des nouvelles zones cultivables est également évolutive mais croissante.

Par conséquent, il y aura à un certain moment une certaine compensation entre la demande en eau des zones cultivables et le surplus d'eau obtenu de l'irrigation du périmètre existant, ou du moins de ce qu'il en restera.

La prise en compte donc des besoins en eau de toutes les zones (cultivées et cultivables) conduit à l'obtention d'un débit total de 537 l/sec auquel il faudra ajouter un débit de 115 l/sec représentant les besoins en eau potable de la ville de JBEIL, tels que prévus dans une étude du C.D.R. On remarque donc que l'irrigation des zones cultivables requiert une augmentation des besoins de 7% environ d'où, leur influence sur le dimensionnement du réseau reste minime.

Le coût estimatif des travaux et des équipements requis pour l'implantation de la solution retenue est le suivant :

- Exécution de la route d'accès	:3.182.500 U.S.\$
- Conduite principale de 900 mm	:1.554.000 U.S.\$
- Canal secondaire de TABARJA 70 x 70 cm <sup>2</sup>	: 688.000 U.S.\$
- Canal secondaire d'AMCHIT 100 x 85 cm <sup>2</sup>	:1.746.000 U.S.\$
- Réseau de conduites tertiaires pour le périmètre actuellement irrigué	:1.900.000 U.S.\$
- Extension NAHR IBRAHIM TABARJA	
. Réseau	: 765.500 U.S.\$
. Station de pompage	: 250.000 U.S.\$
- Extension HALAT-EL FIDAR	
. Réseau	: 66.850 U.S.\$
. Station de pompage	: 83.000 U.S.\$
- Extension MASTITA-HAI MAR JERIOS :	
. Réseau	: 410.050 U.S.\$
. Station de pompage	: 270.000 U.S.\$
- Extension AMCHIT	
. Réseau	: 513.400 U.S.\$
. Station de pompage	: 315.000 U.S.\$
- Extension au Nord d'AMCHIT	
. Réseau	: 901.000 U.S.\$
. Station de pompage	: <u>178.000</u> U.S.\$
	<u>TOTAL</u> 12.823.100 U.S.\$

Le coût de ces travaux sans l'exécution de la route serait de 9.640.800 U.S.\$.

Le plan d'action global qui serait suggéré, consiste par ordre de priorité :

Première étape

- Réhabiliter les ouvrages de vidange des siphons.....52.500 U.S.\$
  - Couvrir certains tronçons des canaux secondaires par des dalles en béton armé préfabriquées.....40.000 U.S.\$
  - Nettoyer et déblayer les canaux des détritiques qu'ils emportent et de la végétation qui envahit leurs rives.....20.000 U.S.\$
  - Réparer et réhabiliter les piliers des aqueducs des canaux primaire et secondaires.....30.000 U.S.\$
  - Remplacer l'ensemble des grilles des siphons.....2.100 U.S.\$
  - Remplacer toutes les vannes murales qui contrôlent les écoulements dans les canaux tertiaires et l'irrigation des parcelles voisines aux canaux secondaires.....15.000 U.S.\$
  - Réfection de tous les tronçons vétustes des canaux secondaires, classés dans la catégorie C.....2.834.895 U.S.\$
  - Réfection d'un tronçon vétuste du canal primaire classé dans la catégorie C..... 75.020 U.S.\$
- TOTAL 3.069.515 U.S.\$

Durée : 24 mois

Deuxième étape :

- Application d'une feuille d'étanchéité sur l'ensemble des canaux primaires et secondaires.....2.450.000 U.S.\$
- Remplacer tous les canaux tertiaires par des conduites fermées en acier galvanisé.....1.900.000 U.S.\$

- Réhabiliter l'ouvrage de captage en tête du canal primaire en déblayant les sédiments accumulés dans la retenue et les canaux d'amenée, en réhabilitant les 3 vannes de contrôle de l'écoulement et en équipant la digue d'une vanne de vidange..... 33.000 U.S.\$
- TOTAL 4.383.000 U.S.\$

Durée : 12 mois

Troisième étape

- Couvrir le restant des canaux secondaires par des dalles en béton armé,préfabriquées.....1.000.000 U.S.\$
  - Réhabilitation des plus importants siphons des canaux primaire et secondaires en les remplaçant par des conduites en A.C.....464.000 U.S.\$
  - Poursuivre la réhabilitation de l'ouvrage de captage en réalisant des travaux d'étanchéité sur la digue et en connectant le déversoir de trop-plein de l'usine avec le canal primaire....., 120.000 U.S.\$
- TOTAL 1.584.000 U.S.\$

Durée : 12 mois

Quatrième étape

- Exécuter la route qui longera la rivière de NAHR IBRAHIM.....3.182.500 U.S.\$
  - Fournir et poser la conduite principale de 900 mm parallèlement avec les travaux de construction de la route mentionnée ci-dessus.....1.554.000 U.S.\$
- TOTAL 4.736.500 U.S.\$

Durée : 24 mois

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

Cinquième étape

- Construire les nouveaux canaux secondaires de TABARJA et d'AMCHIT à l'intérieur des canaux existants.....2.434.000 U.S.\$

Sixième étape

- Réalisation progressive des ouvrages relatifs aux extensions, prévus dans l'A.P.S. tels que :
- . Station de pompage principale de TABARJA.....250.000 U.S.\$
  - . Conduite de refoulement de TABARJA et réseau de distribution.....765.500 U.S.\$
  - . Stations de pompage auxiliaires, lignes de refoulement et réservoirs dans la région de NAHR IBRAHIM - AMCHIT  
Station de pompage d'AMCHIT et ligne de refoulement d'AMCHIT-MADFOUN 2.737.300 U.S.\$
- TOTAL 19.952.995 U.S.\$

Durée : 12 mois

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.)