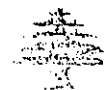


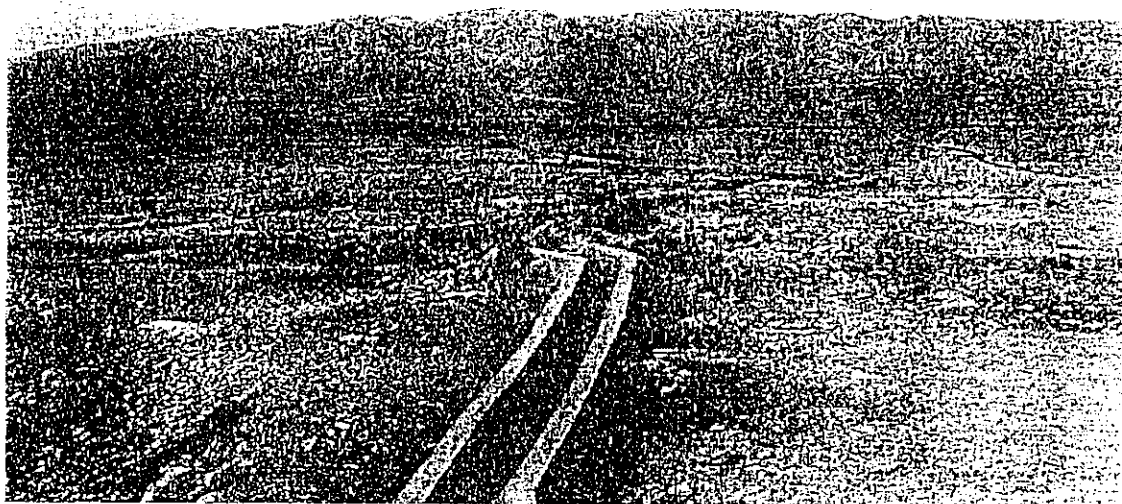


PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR LE DEVELOPPMENT
RURAL INTEGRE BAALBECK – EL HERMEL



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.)

PROJET DE MODERNISATION
DU PERIMETRE IRRIGUE DE FAKEHA



ETUDE DE FAISABILITE

ETUDE ELABOREE PAR
BEN ALI MOHAMMED LAMINE
INGENIEUR CONSULTANT EN GENIE RURAL

NOVEMBRE 1998

Sommaire

Chapitre I: Données de base

1.1 - Situation	3
1.2 - Climatologie.....	3
1.3 - La topographie.....	4
1.4 - La pédologie.....	4
1.5 - Ressource en eau.....	4

Chapitre II: Situation existante.

2.1- Réseau d'irrigation.....	5
2.2- Population	5
2.3 - Occupation actuelle des sols.....	5

Chapitre III: Le projet.

Partie I: Données générales.

1.1- Les objectifs du projet.....	6
1.2- Délimitation du périmètre	6
1.3- Exploitation future	6
1.4- Les besoins en eau des cultures.....	7
1.5- Ressources en eau d'irrigation.....	9

Partie II: Paramètres de l'irrigation

2.1- Débit disponible pour l'irrigation	10
2.2- Mode d'irrigation	10
2.3- Besoins en eau d'irrigation.....	10
2.4- Débit d'équipement.....	10
2.5- Main d'eau.....	11
2.6- Surface du quartier.....	11
2.7- Dose d'irrigation.....	11

Partie III Aménagement hydraulique.

3.1- Captage de la source.....	12
3.2 - Le réseau d'adduction et de distribution	12

Partie IV: Coût de l'aménagement .

4.1- Devis estimatif.....	16
4.2 - Coût par hectare.....	16

Chapitre IV: Gestion de l'exécution du projet et du périmètre

4.1- Exécution du projet.....	17
4.2- Gestion du périmètre	18

Chapitre V: Analyse financière du projet

5.1- Prix et hypothèses de base.....	20
5.2- Coût et échéancier des investissements	20
5.3- Les effets du projet	20
5.4- Le taux de rentabilité du projet.....	23

Introduction et conclusion

i) Objectifs du projet:

La modernisation du périmètre irrigué de FEKEHE a pour objectifs:

- La réhabilitation de l'ancien réseau vétuste en canaux à ciel ouvert, et son remplacement par un réseau sous pression qui permet de limiter substantiellement les pertes par infiltration et par évaporation d'une part, et de faciliter l'adoption de nouvelles techniques d'irrigation qui aident à conserver l'eau et rationaliser son utilisation d'autre part.
- une exploitation rationnelle et optimale de l'eau facteur rare, à travers l'introduction de l'irrigation complémentaire afin d'exploiter les eaux disponibles qui se déperdent actuellement dans les bas-fonds.
- Une meilleure utilisation et valorisation des potentialités agricoles offertes.
- Le développement des spéculations à caractères intensifs afin d'améliorer les revenus des agriculteurs et la productivité des terres

ii) Sommaire:

Afin de réaliser ces objectifs, il est prévu la réalisation:

- Capatage de la source.
- Un réseau ramifié des conduites sous pression en P.V.C d'environ 12500 ml de longueur.

iii) Résultats et conclusions:

Les principaux résultats et les conclusions les plus importantes sont:

- a) Dans la situation existante uniquement 100 ha sont irrigués.
- b) Le projet prévoit l'irrigation intensive de 200 ha.
- c) En année de croisière le taux d'intensification atteindrait 110%.
- d) Le coût total de l'aménagement est de 400 000 \$, soit 2000 \$ par hectare irrigué et 800 \$ par hectare aménagé.
- e) Le taux de rentabilité interne du projet est de 23 %.

Chapitre I - Données le base

1.1 Situation:

Le périmètre irrigué de Fékehé est implanté autour des villages de FAKEHA et de JDAIDE, il est limité au Nord par le courbe de niveau 900m, à l'Ouest par Choabet El Ain, au Sud par jabal Hourata et Tellat Har jirges et à l'Ouest par la limite "d' ARD JDAIDE".

1.2 Climatologie:

La Station climatique de Fkehé fournit les données climatiques relatives au périmètre les moyennes mensuelles de température, d'humidité relative, de durée d'insolation journalière, de la vitesse des vents, des précipitations et du nombre de jours de gelée; sont présentées dans le tableau suivant:

Tableau 1 : Données climatique

Mois	Température moyenne (°C)	Humidité relative (%)	Vitesse des vents (Km /jour)	Insolation (Hr/ jour)	Précipitation (mm)	Nb des Jours de gelée
Janvier	5.5	69	294	4.3	47	7.5
Février	6.5	69	328	5.0	35	3.5
Mars	9.2	61	372	5.6	30	2
Avril	13.3	57	337	6.1	26	-
Mai	18.8	47	302	9.9	10	-
Juin	22.5	44	320	13.6	0	-
Juillet	24.4	48	320	13.6	0	-
Août	24.9	46	294	12.9	0	-
Sépt.	21.3	53	276	11.6	1	-
Octo.	18.6	52	268	8.4	6	-
Nov.	13.2	58	276	5.7	22	-
Décem.	8.0	64	285	4.6	37	2
Total					214	15

La pluviométrie dans la zone du projet est la plus basse dans tout le Liban et le climat est classé en semi-désertique, l'étage aride moyen à hiver frais. Le calcul de l'évapotranspiration potentielle par la formule de penman résultant de l'application des données climatiques citées ci-dessus, donne les valeurs suivantes.

Tableau 2 : Eto-Penman en mm/j

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Eto.Penman en mm/j	5.0	3.7	2.4	1.6	1.6	1.6	2.6	3.5	5.4	7.0	7.2	6.8

1.3 La Topographie:

La topographie du périmètre est régulière dans la partie située au sud de la route Baalbeck-Homs, alors qu'elle est irrégulière dans le Nord à cause de la présence de plusieurs Choaabs qui traversent le périmètre.

L'altitude du périmètre varie de 1020m au Sud à 900m au Nord.

1.4 Pédologie:

Les sols du périmètre sont en grande partie d'origine alluviale et colluviale.

Dans la partie Nord du périmètre les sols sont largement pierreux.

Ce sont des sols à vocation arboricole.

1.5 Ressources en eau:

Le périmètre est alimenté en eau d'irrigation à partir de NABAA EL FEKEHE situé à une altitude de 1020m, il fournit un apport annuel de 3 Mm³, son débit moyen est de 75 l/s.

Les renseignements concernant les débits des prises pour la desserte en eau potable des villages de JDAIDE et FEKHE à partir de cette source ne sont pas disponibles.

Chapitre II- Situation Existante:

2.1 Réseau d'irrigation

Le réseau d'irrigation est constitué par des cannaux en béton armé et en terre d'une longueur d'environ 20 km. Ces cannaux sont en mauvais état et sont à l'origine d'importantes pertes d'eau, estimées à 50% du débit transité, ceci a impliqué une limitation de la superficie irriguée surtout en été à 100 ha environ.

L'adduction et la distribution se font par gravité.

Les techniques d'irrigation sont des techniques traditionnelles.

Le mode de distribution pratiqué est le tour d'eau.

Les agriculteurs désignent des gardiens et les payent pour superviser un tour d'eau programmé à l'avance.

Le tour d'eau est organisé de sorte que l'agriculteur dispose de tout le débit disponible en eau d'irrigation de la source tous les 12 jours en été.

2.2 Population:

La population actuelle du périmètre s'élève à 15000 habitants dont 8000 environ résident dans les villages de FEKHE et de JDAIDE. La main d'oeuvre locale agricole disponible permet de satisfaire la totalité des besoins dans ce domaine, il s'agit en fait de la main d'oeuvre familiale.

Toutefois, il est à signaler que le taux de chômage est de 27% de la population active.

2.3 Occupation actuelle des sols:

L'occupation actuelle des sols au niveau du périmètre est caractérisée par la prédominance de l'arboriculture fruitière (100 ha) en irrigué, et le reste de la superficie en jachère.

Ainsi, le compte d'exploitation moyenne de la situation actuelle au niveau du périmètre s'établit comme suit:

Recettes: 150 000 \$

Dépenses: 97500 \$

Marge nette: 52500\$

Marge nette à l'hectare: 262.5 \$

Chapitre III: Le projet

Partie I: Données générales:

1.1 Les objectifs du projet:

Bien que plusieurs contraintes freinent le développement du périmètre et l'augmentation des revenus agricoles, l'eau d'irrigation reste la principale contrainte. En effet la zone du projet est de climat semi-désertique sec et à faible pluviométrie(214mm), la production agricole dans le périmètre reste illusoire sans irrigation.

De ce fait, la modernisation du périmètre s'impose afin d'augmenter la superficie du périmètre d'une part et la productivité des terres déjà irriguées d'autre part. Ce qui implique l'amélioration des revenus des agriculteurs.

En outre la modernisation du périmètre facilitera sa gestion ultérieure .

1.2 Délimitation du périmètre:

La délimitation du périmètre a été faite sur la base des considérations suivantes:

- Inclure toutes les terres ayant droit à l'irrigation à partir de NABAA FEKEHE.
- L'aptitude des terres à l'irrigation.
- La motivation des bénéficiaires vis à vis de l'irrigation.

Ainsi, le périmètre délimité couvre une superficie brute d'environ 500 ha dont 200 ha sont aptes à l'irrigation, et qui seront irrigués durant toute l'année.

1.3 Exploitation future:

Les orientations futures de développement sont conçues et retenues en vue d'atteindre les objectifs suivants:

- Une exploitation rationnelle de l'eau facteur rare et l'introduction de l'irrigation complémentaire d'Octobre à Avril afin d'exploiter les eaux qui se déperdent actuellement dans les bas fonds.
- Une meilleure utilisation et valorisation des potentialités agricoles offertes.
- Le développement des spéculations à caractère intensif afin d'améliorer les revenus des agriculteurs et la productivité des terres.

1.3.1 Vocation future des terres :

Le choix des types de cultures pour ce périmètre à été fait en tenant compte:

- Des ressources en eau disponibles .
- Des aptitudes des sols .
- Des qualifications des agriculteurs .
- Des contraintes de successions de cultures et de la durée du cycle végétatif des différentes cultures .
- Du système d'irrigation.
- Du système de gestion dont fera l'objet le futur périmètre.

Ainsi les principaux types de cultures retenus comprennent l'arboriculture fruitière existante, les cultures maraichères d'été (Pomme de terre, Curcubitacées) les légumineuses (Poichiche), les grandes cultures (blé, orge), et le tabac.

1.3.2 Assolement proposé:

L'assolement proposé pour le périmètre est le suivant:

Tableau 3 : Assolement

cultures	% du sol
Arboriculture fruitière	50
Pomme de terre	20
Tabac	05
Curcubitacées	05
Poichiche/Lentille	10
Blé, orge	20

1.4 Les besoins en eau des cultures:

Les besoins en eau des cultures ont été évalués en suivant la méthodologie décrite dans le bulletin " Les besoins en eau des cultures N24" édité par la FAO en 1992, et en utilisant le logiciel "cropwat".

1.4.1 Besoins en eau Nets des cultures:

Les besoins en eau nets des cultures sont calculés selon la formule suivante:

$$B_n = K_c \times E_{To} - P_u - R.F.U.$$

avec:

Bn: Besoins en eau nets d'irrigation

Kc: Coefficient cultural

Pu: pluie utile

R.F.U.: Réserve facilement utilisable estimée pour un sol ayant une texture moyenne et pour des profondeurs d'enracinement de:

- 1,5 m à 100 mm (Arboriculture fruitière)

- 0,60 m à 55 mm (les autres cultures annuelles).

ETo : Evapotranspiration potentielle , calculé selon la formule de Penman:

$$ETo: C [WRn + (1+w) \cdot F (U) (Ea - Ed)]$$

avec :

ETo = Evapotranspiration en mm / Jour

W = Facteur de pondération lié à la température

Rn = Rayonnement Net en mm / jour.

F (U) = Fonction liée au vent.

Ea = Tension de la vapeur saturante au niveau de la surface.

Ed = Tension de la vapeur saturante dans l'air Ea et Ed sont exprimées en millibars.

C = Facteur d'ajustement .

ETo a été calculé par le programme CROPWAT élaboré par la F.A.O.

1.4.2 Besoins en eau bruts:

Les besoins en eau bruts des cultures sont calculés par la formule suivante:

$$Bb = \frac{Bn}{Ef}$$

avec :

Bb = Besoin brut

Bn = Besoin net

Ef = Efficience du réseau d'irrigation prise égale à 0.75

Tableau 4 : Coefficients Cultureux

Cultures	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Poichiche/Lentille			0.5	0.6	0.7	0.80	0.9	1	0.8	0.3		
Tabac	1.18	0.89							0.43	0.55	0.97	1.2
Pomme de terre							0.45	0.8	1	0.85	0.6	
Curcubitacées	0.45							0.45	0.65	0.90	0.85	0.50
Arbres fruitiers	0.7	0.55						0.45	0.5	0.65	0.75	0.75
Blé / Orge			0.40	0.5	0.6	0.7	0.8	1	0.8	0.25		

Tableau 5 : Besoins en eau des cultures.

Cultures	%s	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Pomme de terre	20	-	-	-	-	-	-	0.23	0.56	1.08	1.19	0.86	-
Tabac	0.5	0.26	0.16	-	-	-	-	-	-	1.12	0.19	0.35	0.41
Melon	0.5	0.03	-	-	-	-	-	-	0.02	0.05	0.11	0.12	0.06
Poichiche/ Lentille	10	-	-	0.12	0.10	0.11	0.13	0.23	0.35	0.43	0.27	-	-
Blé / Orge	20	-	-	0.19	0.16	0.19	0.22	0.42	0.70	0.86	0.35	-	-
Totaux	60	0.29	0.16	0.31	0.26	0.30	0.35	0.88	1.63	3.54	2.05	1.33	0.47
Etc mm / mois		8.7	4.96	9.3	8.06	9.3	9.8	27.28	48.9	109.74	61.5	41.23	14.57
Pluie utile		-	4.2	15.4	25.9	32.5	24.5	21	18.2	7	-	-	-
Besoins nets mm / mois(1)		8.7	-	-	-	-	-	-	30.7	54.04	61.5	41.23	14.57
R.F.U mm		-	-	6.1	23.4	46.6	55	48.7	48.7	-	-	-	-
Arbres fruitiers	50	1.75	1.02	-	-	-	-	-	0.79	1.35	2.28	2.7	2.55
Etc mm / mois		52.5	27.42	-	-	-	-	-	23.7	41.85	68.4	83.7	79.05
Pluie utile mm		-	4.2	15.4	25.9	32.5	24.5	21	18.2	7	-	-	-
Besoins nets mm / mois(2)		52.5	27.42	-	-	-	-	-	5.5	34.85	40.4	40.7	50.05
R.F.U		-	-	15.4	41.3	73.8	98.3	100	100	100	72	29	-
Besoins nets (1+2) mm/ mois		61.2	27.42	-	-	-	-	-	36.2	88.9	101.9	81.93	64.62
Besoins nets m ³ / mois		612	274	-	-	-	-	-	362	889	1019	819	642
Besoins bruts m ³ / mois (e=0.75)		816	365	-	-	-	-	-	483	1185	1160	1092	861

Afin d'utiliser les potentialités en eau offertes et d'introduire l'irrigation complémentaire, il a été procédé durant les mois d'Avril, de Mai et de Juin, à l'apport des doses nécessaires pour satisfaire les besoins en eau des cultures sans puiser dans les réserves en eau du sol (profil hydrique), afin de les utiliser durant la période de fort besoins en eau des cultures (Juillet, Août et Septembre), qui coïncident avec la diminution des ressources en eau.

1.5 Ressources en eau d'irrigation:

Le futur périmètre sera dessevi en eau d'irrigation à partir de NABAA FEKEHE, dont le débit actuel est de 75 l/s.

Partie II: Paramètres de l'irrigation .

2.1 Débit disponible pour l'irrigation captage de la source:

Le débit d'irrigation disponible à partir de NABAA FEKEHE est de 75 l/s.

Toutefois, le captage de ce NABAA est à refaire afin de ramener son débit à 125 l/s, débit nécessaire pour l'alimentation en eau d'irrigation du périmètre.

2.2 Mode d'irrigation:

Le système d'irrigation sera conçu gravitairement pour les raisons suivantes:

- Adaptation du système à n'importe quelle parcelle morcelée et de forme irrégulière.
- Pente favorable.

L'irrigation de surface est donc adoptée, mais avec distribution par canalisation sous pression afin de minimiser les pertes d'eau.

Toutefois **la disponibilité de l'eau sous pression à la parcelle permettra ultérieurement d'introduire l'irrigation localisée, ou par aspersion** dans la majorité des exploitations, **sans avoir recours, à une mise sous pressions ou pompage supplémentaire.**

Le mode de distribution préconisé est le tour d'eau

2.3 Besoins en eau d'irrigation:

Les besoins en eau d'irrigation sont donnés par le tableau No.5, duquel il ressort que les besoins bruts des cultures s'élèvent au mois de pointe (Juin) à 136 mm. Par contre les besoins bruts annuels d'un hectare assolé sont d'environ 620 mm.

2.4 Débit d'équipement:

a. Débit fictif continu:

Le débit fictif continu de pointe s'élève à 0.51 l/s/ha

b. Durée d'irrigation:

La durée journalière d'irrigation en période de pointe est supposée égale à 20 heures.

c. Débit d'équipement:

Le débit d'équipement pour une durée d'irrigation journalière de 20 heures durant le mois de pointe est 0.61 l/s/ha

2.5 Main d'eau ou module d'irrigation:

En se référant à la superficie du périmètre irrigué et du débit d'équipement, le débit de distribution en tête du réseau devra être de 125 l/s. Ce débit sera divisé en 5 mains d'eau de 25 l/s chacune.

2.6 Surface du quartier:

Compte tenu de la main d'eau et du débit d'équipement la surface nette du quartier sera de 41 ha .

2.7 Dose d'irrigation:

Compte tenu de la nature des sols du périmètre et des besoins bruts des cultures, chaque quartier recevra une dose d'irrigation de 340 m³/ha tous les Septs jours durant le mois de pointe (Juin) .

Partie III - Aménagement hydraulique

L'aménagement projeté comporte les composantes suivantes:

- Captage de NABAA FEKEHE
- Réseau d'adduction et de distribution sous pression.

3.1 Captage de la source:

Le captage actuel de NAABE EL FEKHE sous forme d'un puits carré de 1m de côté et d'environ 10m de profondeur, ne semble pas être performant, du fait qu'il ne repose pas sur l'assise imperméable et par conséquent les pertes d'eau par infiltration sont importantes.

De ce fait un nouveau captage sous forme d'un puits syphonnant dont les dimensions seront à déterminer au cours de la phase de l'étude détaillée est nécessaire afin d'augmenter le débit de la source.

3.2 Le réseau d'adduction et de distribution:

3.2.1 Tracé du réseau:

Le tracé du réseau a été établi de façon a:

- Suivre au mieux les canaux d'irrigation et les pistes existants où les limites des propriétés, afin d'éviter les problèmes d'emprises et de dédommagement et de permettre une meilleure exploitation du réseau par la suite.
- Eviter les obstacles naturels et artificiels (Oueds, Collines, Constructions...).

Le tracé du réseau figure dans le plan au 1/5000 joint à la présente étude.

3.2.2 Calcul des débits:

Le calcul des débits véhiculés par le réseau est mené en cumulant les mains d'eau d'aval en amont, le débit en tête du réseau sous pression est de 125 l/s.

3.2.3 Calcul des diamètres:

Le calcul des diamètres des conduites a été effectué à l'aide de l'équation suivante de Hasem-Williams:

$$V = 1,32 C R_h^{0,63} S_f^{0,54}$$

avec:

V = Vitesse

C = Coefficient de débit, où HWC: 150 pour le P.V.C.

R_h = Rayon hydraulique moyen

S_f = Pente hydraulique, c'est-à-dire quotient de la perte de charge par la longueur de la conduite.

Dans la mesure du possible, le calcul prévoit un excédent de pression au niveau des bornes de 3 bars pour permettre l'utilisation ultérieure de l'irrigation localisée ou par aspersion.

La distribution des diamètres des conduites est la suivante:

- 1000 ml ϕ 500 mm
- 900 ml ϕ 300 mm
- 7000 ml ϕ 200 mm
- 3600 ml ϕ 160 mm

3.2.4 Protection du réseau contre les coups de bélier:

Les causes de coups de bélier dans un réseau de conduites sont:

a) Evacuation de l'air:

La mise en eau du réseau devrait se faire lentement avec un débit réduit, du fait qu'un remplissage trop rapide du réseau peut entraîner la rupture des canalisations. Il s'agit souvent des coups de bélier dus à l'évacuation dans de mauvaises conditions de l'air contenu dans le réseau. Pour éviter de tels problèmes tous les points hauts doivent être équipés par des ventouses pour permettre en plus l'évacuation de l'air lors du fonctionnement du réseau.

b) Fermeture d'une prise, d'une borne et d'une vanne de sectionnement:

C'est le cas le plus fréquent, l'importance du coup de bélier dans ce cas dépend principalement:

- de la loi de fermeture
- du débit coupé
- du diamètre de la conduite
- de la longueur de la conduite

Pour protéger le réseau contre ce phénomène, il est nécessaire au cours de la phase de l'étude détaillée de lui attribuer l'importance qu'il mérite.

3.2.5 Caractéristiques des conduites:

Les conduites seront constituées par des tuyaux en P.V.C. de longueur standardisée de 6 m.

L'assemblage des éléments de conduites s'effectue à l'aide des joints en caoutchouc.

Il est important de signaler que les pièces spéciales placées dans les ouvrages seront prévues à brides ou avec des joints de démontage pour faciliter leur maintenance.

3.2.6 Ouvrages et appareillages hydrauliques:

a) Borne d'irrigation:

Une borne d'irrigation est affectée à chaque quartier. Elle assure les fonctions suivantes:

-Le sectionnement: au moyen d'une vanne, qui est ouverte pour permettre l'alimentation des prises. Elle reste ouverte durant toute la journée d'irrigation.

La vanne peut-être également fermée pour travaux à effectuer sur l'antenne secondaire ou sur les prises du quartier sans avoir à vidanger le réseau amont.

-La limitation de débit: au moyen d'un limiteur de débit, qui permet de réguler la valeur de la main d'eau et de la maintenir quasi-constante quelque soit la demande en eau sur le reste du réseau.

Concernant le comptage du volume d'eau, il ne sera pas prévu un compteur d'eau du fait que le volume d'eau livré à chaque agriculteur peut-être facilement déterminé connaissant la main d'eau et la durée d'irrigation.

Les bornes situées en un point haut sont équipées en micro-ventouses.

Ces appareillages seront logés à l'intérieur d'un ouvrage en béton armé muni d'un capot métallique à fermeture inviolable.

b) Prise d'irrigation:

La prise d'irrigation dessert les parcelles des agriculteurs. Elle est constituée d'un organe d'obturation (Vanne hydrant) et d'un bassin en béton pour canaliser le jet et éviter l'érosion au pied de la prise.

Les prises sont localisées au dessus de l'antenne à la partie supérieure de la parcelle dans le cas général.

Une borne dessert une série de prises, une seule prise étant ouverte à la fois dans le cadre de la rotation.

L'espacement des prises prévu est compris entre 100 m et 150 m afin de réduire les longueurs des seguias et donc les pertes d'eau.

Toutefois, l'emplacement exact et le nombre définitif des prises seront définis lors de l'étude détaillée et l'établissement des plans d'exécution.

c) Ouvrage de vidange:

Certains points bas du réseau seront équipés en ouvrages permettant la vidange du réseau. On distingue deux types:

- Ouvrage de vidange direct.
- Ouvrage de vidange indirect.

Les vannes de vidange seront de diamètre 100 mm et sont logées dans un ouvrage en béton armé avec fermeture inviolable.

d) Ouvrage de ventouse:

Il est constitué principalement par une ventouse placée au point haut d'une conduite et piquée sur cette dernière par le biais d'une bride.

Le ventouse est protégé par un ouvrage en béton armé avec fermeture inviolable.

e) Vannes de sectionnement:

Les vannes de sectionnement permettent d'effectuer des manoeuvres de remplissage ou de vidange du réseau, ou des mises hors d'eau d'une partie du réseau pour effectuer des travaux de réparation ou d'entretien, sans perturber le fonctionnement de la partie du réseau restant en service.

f) Massifs de butée:

Afin de reprendre les efforts de poussée hydraulique d'une canalisation à emboîtement sous pression, l'installation des massifs de butée pour les tés, les coudes, les cônes de réduction et les plaques pleines est impérative.

Partie IV : Coût de l'aménagement

4.1 Devis estimatif:

L'estimation du coût de l'aménagement est détaillée dans le tableau suivant:

Tableau 6 : Devis estimatif et coût du projet.

Désignation des travaux	unités	quantités	P.U \$	Montant
1. Fournitures de conduites.				
- P.V.C ϕ 500 mm	ml	1000	30	30000
- P.V.C ϕ 300 mm	ml	900	20	18000
- P.V.C ϕ 200 mm	ml	7000	10	70000
- P.V.C ϕ 160 mm	ml	3600	8	28800
2. Fournitures des appareillages et des pièces spéciales	F.F	-	FF	55000
3. Terrassement, pose et remblais	ml	12500	7	87500
4. Ouvrages d'art	F.F	-	FF	30000
5. Captage de la source				20000
6. Divers et imprévus				61700
Total				400000

Le coût de l'aménagement s'élève à 400.000 \$

4.2 Coût par hectare

Le coût total de l'aménagement s'élève à 400000\$ soit 2000\$ par hectare irrigué et 800\$ par hectare équipé.

Chapitre IV: Gestion de l'exécution du projet et du périmètre

4.1 Exécution du projet:

La gestion de l'exécution du projet sera confié au Programme de Développement Rural Intégré de la zone de Baalbeck - El Hermel et plus spécialement au service irrigation.

4.1.1 Exécution des travaux:

L'exécution des travaux passe par les étapes suivantes:

- L'élaboration de l'étude détaillée en vue de l'établissement des documents d'appels d'offres et des plans d'exécution.
- Lancement des appels d'offres: Il s'agit d'un appel d'offres pour l'acquisition de canalisations, des pièces spéciales et des appareillages; et un appel d'offres pour l'exécution des travaux de terrassement de pose et de génie civil
- Le dépouillement de's offres: Il s'agit d'analyser les offres parvenues de les comparer et d'élaborer le rapport de dépouillement pour le choix des adjudicataires.

4.1.2 Mesures d'accompagnement:

La vulgarisation des techniques culturales et la sensibilisation des bénéficiaires pour la mise en valeur de leurs parcelles selon les opérations du projet devra être entreprise dès le commencement de l'exécution des travaux de l'aménagement. En effet, au départ la vulgarisation aura pour objectif de sensibiliser les agriculteurs aux nouvelles conditions d'exploitation des terres et à la nécessité de respecter et d'appliquer l'assolement et suivre les nouvelles techniques de conduite culturale et la mise en valeur. Par suite, la tâche des vulgarisateurs sera axée notamment sur l'application stricte des intrants, l'entretien des cultures, l'application du calendrier d'irrigation et enfin la gestion de la main d'eau et éventuellement l'utilisation des réseaux tertiaires nécessaires à l'économie de l'eau.

4.2 Gestion du périmètre:

Pour un meilleur fonctionnement et une bonne gestion de l'infrastructure hydraulique et de la distribution de l'eau d'irrigation, il est prévu, et il est opportun de faire prendre en charge cet aspect par les usagers eux-mêmes, à travers la création d'une structure associative conformément à l'approche participative du P.D.R.I. Baalbeck-El Hermel: comité ou Association d'intérêt collectif (AIC).

L'organisation, le mode de constitution et de fonctionnement de l'AIC se feront Conformément à la réglementation en vigueur.

4.2.1 Frais annuels d'entretien et de maintenance:

Les frais d'entretien et de maintenance annuels de l'infrastructure hydraulique sont estimés dans le tableau suivant :

Tableau.7: Frais annuels d'entretien et de maintenances

Designation des travaux et du materiel	Coûts en \$	Frais annuels d'entretien	
		%	\$
Canalisations	146800	1	1468
Appareillages (Vannes, Ventouses anti-belier)	55000	5	2750
Génie civil	50000	1	500
Totaux	251800		4718

4.2.2 Frais annuels de gestion:

La gestion quotidienne du périmètre nécessite le recrutement de deux aiguadiers et d'une équipe de maintenance composée d'un poseur et de deux ouvriers. Les frais de gestion annuels sont estimés à 12000 \$.

4.2.3 Calcul des amortissements:

Le Calcul des amortissements est défini ainsi:

Tableau 8 : Calcul des amortissements

Nature des travaux et du materiel	Coût en \$	durée de Vie	Amortissement
Canalisations	146800	50 ans	2936
Appareillages (Vannes, Ventouses, Bornes compteurs, Anti beliers,)	55000	20 ans	2750
Génie civil	50000	50 ans	1000
Totaux	251800		6686

4.2.4 Prix du m³ d'eau et de l'heure d'irrigation:

Compte tenu des frais annuels d'entretien, de maintenance et de gestion, le prix du mètre cube d'eau est donné dans le tableau suivant:

Tableau 9 : Prix du m³ d'eau et de l'heure d'irrigation.

Désignation	Frais Annuels	
	sans amortissement	avec amortissement
Frais de fonctionnement en \$	16718	16718
Amortissement Global (taux d'actualisation 6%)-en\$ *		7087.16
Totaux	16718	23805.16
Volume annuel d'eau (m ³)	1240 000	124000
Coût du m ³ en LL	20.2	28.79
Coût de l'heure d'irrigation en L.L pour un module de: - 25 l/s	1818	2591.1

Comparé au coût actuel de l'heure d'irrigation de 15000 L.L. payé par les agriculteurs aux propriétaires de l'eau d'irrigation, dans la région, l'apport bénéfique du projet n'est pas négligeable.

* Le taux de change adopté est de US\$ 1 = 1500 L.L.

Chapitre V: Analyse financière du projet

L'apport du projet sera apprécié à travers une analyse financière de ces résultats

5.1 prix et hypothèses de base:

5.1.1 Les prix utilisés:

Les prix utilisés dans le présent rapport sont exprimés en dollars et sont ceux observés sur le marché local durant la campagne 1997/1998.

Les prix des produits présentés dans le tableau 17 sont ceux perçus par les producteurs.

Tableau 10: prix des produits.

Cultures	Unités	Prix en \$
Arbres fruitiers	tonne	300
Pomme de terre	tonne	250
Tabac	tonne	4500
Melon	tonne	180
Poichiche/lentille	tonne	260
Blé / orge	tonne	200

5.1.2 Durée de vie du projet:

La durée de vie du projet prise en consideration dans l'analyse financière est de 30 ans.

5.2 Coût et échéancier des investissements:

Le coût global du projet s'élève à 400000 \$.

Tous les investissements seront réalisés au cours de la première année.

5.3 Les effets du projet:

La mise en eau du périmètre s'accompagne d'un accroissement et une diversification de la production, par la suite le projet dégage les effets suivants:

5.3.1 effets sur la production:

a) Evolution de la superficie irriguée:

L'évolution de la superficie irriguée par type de culture est présentée dans le tableau suivant:

Tableau 11 : Evolution des superficies en ha.

Cultures	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Arbres fruitiers	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Pomme de terre	15	20	25	30	40	40	40	40	40	40
Tabac	2	4	6	8	10	10	10	10	10	10
Curcubitacées	2	4	6	8	10	10	10	10	10	10
Poichiche/Lentille	10	12	14	17	20	20	20	20	20	20
Blé / orge	15	20	25	30	40	40	40	40	40	40

b) Evolution des rendements:

L'évolution des rendements des différentes cultures se présente ainsi:

Tableau 12 : Evolution des des rendements en t/ha.

cultures	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Arbres fruitiers	4	5	6	8	10	10	10	10	10	10
Pomme de terre	18	20	23	26	30	30	30	30	30	30
Tabac	0.75	1	1.25	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Curcubitacées	15	18	20	22	25	25	25	25	25	25
Poichiche/Lentille	1.5	2	2.5	3	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Blé / orge	1.5	2	3	4	6	6	6	6	6	6

c) Evolution de la production:

En tenant compte de l'évolution des rendements et celle des superficies, l'évolution de la production est présentée dans le tableau suivant:

Tableau 13 : Evolution de la production en Tonnes

cultures	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Arbres fruitiers	400	500	600	800	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Pomme de terre	270	400	575	780	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Tabac	1.5	4	7.5	12	15	15	15	15	15	15
Curcubitacées	30	72	120	176	250	250	250	250	250	250
Poichiche/Lentille	15	24	35	51	70	70	70	70	70	70
Blé / orge	22.5	40	75	120	240	240	240	240	240	240

d) Chiffres d'affaires en\$:

Tableau 14 : Chiffres d'affaires

Cultures	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Arbres fruitiers	120000	150000	180000	240000	300000	300000	300000	300000	300000	300000
Pomme de terre	67500	100000	143750	195000	300000	300000	300000	300000	300000	300000
Tabac	37500	18000	33750	54000	67500	67500	67500	67500	67500	67500
Curcubitacées	5400	12960	21600	31680	45000	45000	45000	45000	45000	45000
Poichiche/Lentille	3900	6240	9100	13260	18200	18200	18200	18200	18200	18200
Blé / orge	4500	8000	15000	24000	48000	48000	48000	48000	48000	48000
Totaux	208050	295200	557940	778700	778700	778700	778700	778700	778700	778700

5.3.2 Effets sur les charges:

a) Charges variables:

Sur la base des prix des produits fertilisants et des produits de traitement en vigueur dans la zone du projet, les coûts de production par types de cultures sont resumés dans le tableau suivant:

Tableau 15: coûts de production en \$

Cultures	coût /ha	rendements T / ha	coût/tonne en \$
Arbres fruitiers	1950	10	195
Pomme de terre	5400	30	180
Tabac	4200	1.5	2800
Melon	3000	25	120
Poichiche/Lentille	595	3.5	170
Blé / orge	390	6	65

En se référant au tableau 13 relatif a l'évolution de la production, les charges variables de production sont ainsi calculées:

Tableau 16: évolution des charges

Cultures	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Arbres fruitiers	78000	97500	117000	156000	195000	195000	195000	195000	195000	195000
Pomme de terre	48600	72000	112125	140400	216000	216000	216000	216000	216000	216000
Tabac	4200	11200	21000	33600	42000	42000	42000	42000	42000	42000
Cucurbitacées	3600	8640	14400	21120	30000	30000	30000	30000	30000	30000
Poichiche/Lentille	2550	4080	5950	8670	11900	11900	11900	11900	11900	11900
Blé / orge	1462.5	2600	4875	7800	15600	15600	15600	15600	15600	15600
Totaux	138412.5	196020	275350	367590	510500	510500	510500	510500	510500	510500

b) Charges fixes de fonctionnement:

Ces charges englobent les frais d'entretien et de maintenance des équipements hydrauliques, et les frais de gestion. Elles s'élèvent à 16718 \$ par année.

5.4 Rentabilité du projet:

Le taux de rentabilité interne du projet dégagé par l'analyse financière est de 23 %.

les principaux tests de sensibilité font apparaitre les TRI suivants.

Tableau 17 : tests de sensibilité.

Principales variations	TRI %
cash flow de base	23
production + 10%	29
production - 10%	18
Charges - 10%	28
Production - 10% et charges + 10%	13