



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



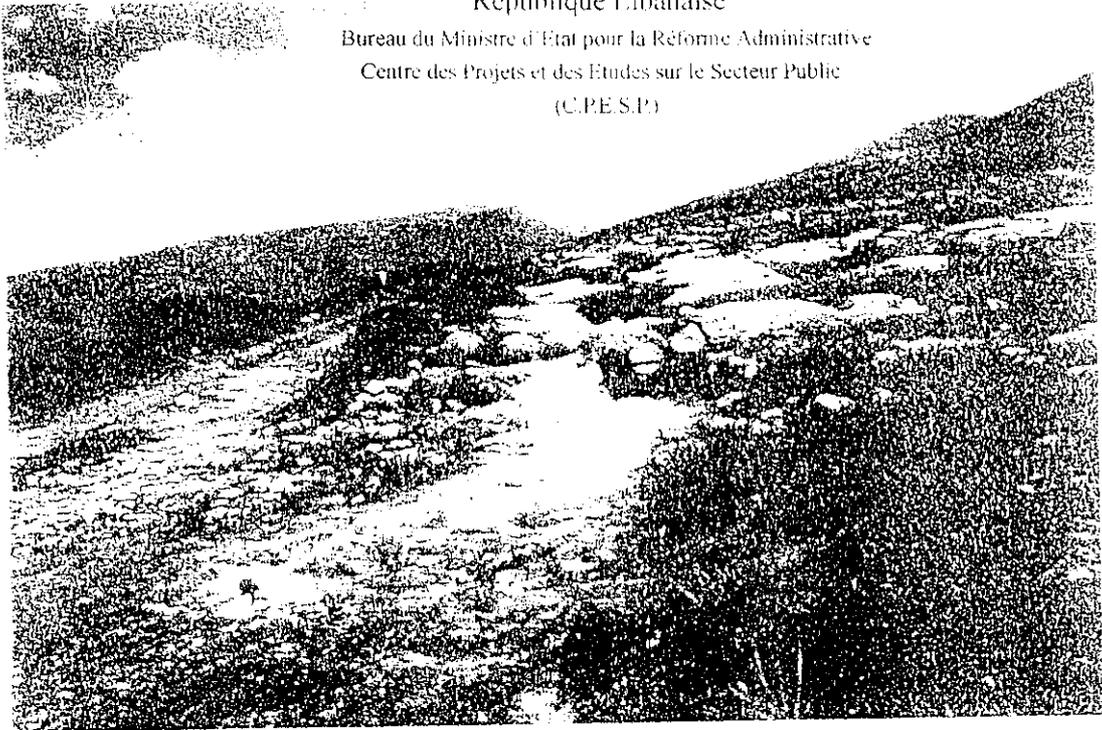
PROJET DE MODERNISATION
DU PERIMETRE IRRIGUE DE RAAYANE

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.)



ETUDE DE FAISABILITE

ELABOREE PAR
BEN ALI MOHAMED LAMINE
INGENIEUR CONSULTANT EN GENIE RURAL

MAI – JUIN 1998

Sommaire

Chapitre I: Données de base

1.1 - Situation	5
1.2 - Climatologie.....	5
1.2.1 - Pluviomètre	5
1.2.2 - La température.....	6
1.2.3- L'humidité relative moyenne.	7
1.2.4 - Le vent.....	7
1.2.5 - Insolation moyenne journalière.....	7
1.2.6 - Rayonnement net.....	7
1.2.7 - Evapotranspiration.....	7
1.3 - La topographie.....	8
1.4 - La pédologie.....	8
1.5 - Ressource en eau.....	8

Chapitre II Situation existante.

2.1- Infrastructure existante	10
2.1.1- Réseau d'irrigation	10
2.1.2- Réseau de pistes	11
2.1.3- Réseau d'assainissement.....	11
2.1.4- Alimentation en eau potable	11
2.1.5- Travaux de C.E.S.....	11
2.2- Population.....	12
2.2.1- Population.....	12
2.2.2- Disponibilité de la main d'oeuvre.....	12
2.3- Salaires agricoles.....	12
2.3.1- Les établissements publics.....	12
2.3- Exploitation agricole.....	12
2.3.1-Type et taille des propriétés.....	12
2.3.2 -Occupation actuelle des sols.....	13
2.3.3- Les techniques culturales.....	13
2.3.4 -Rendements des cultures.....	13
2.3.5 -Compte d'exploitation de la situation existante.....	14
2.3.6- Marché et écoulement de la production	14

Chapitre III Le projet.

Partie I Données générales.

1.1 - Consistance du projet.....	15
1.2- Délimitation du périmètre.....	15
1.3- Exploitation future.....	15
1.3.1- Vocation future des terres.....	16
1.3.2- Assolement proposé.....	16
1.4- Les besoins en eau des cultures.....	16
1.4.1- Les besoins en eau nets des cultures.....	17
1.4.2 -Les besoins en eau bruts des cultures.....	17
1.5 - Ressources en eau d'irrigation.....	19
1.5.1- Captage des sources.....	19
1.5.2- Débit d'irrigation.....	19

<u>Partie II Paramètres de l'irrigation</u>	20
2.1- Débit disponible pour l'irrigation.....	20
2.2- Mode d'irrigation.....	20
2.3- Besoins en eau d'irrigation.....	21
2.4- Débit d'équipement.....	21
2.5- Superficie du périmètre.....	21
2.6 -Main d'eau ou module d'irrigation.....	22
2.7 -Surface du quartier.....	22
2.8- Dose d'irrigation.....	22

Partie III Aménagement hydraulique.

3.1- Captage de la source.....	23
3.2- Modernisation de canaux.....	23
3.3 –Bassins de prise.....	24
3.4- Conduite de prise.....	25
3.5 -Le réseau d'adduction et de distribution.....	25
3.5.1- Tracé du réseau.....	25
3.5.2- Calcul des débits.....	25
3.5.3- Calcul des diamètres.....	26
3.5.4-Protection du reseau contre les coups de bélier.....	27
3.5.5 -Caractéristiques des conduites.....	27
3.5.6 -Ouvrages et appareillages hydrauliques.....	28

Partie IV Coût de l'aménagement .

4.1- Devis estimatif.....	30
4.2 -Coût par hectare.....	30

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

4.1- Exécution du projet.....	31
4.1.1- Exécution des travaux.....	31
4.1.2- Mesures d'accompagnement.....	31
4.2- Gestion du périmètre.....	32
4.2.1- Frais annuels d'entretien et de maintenance.....	32
4.2.2- Frais annuels de gestion.....	32
4.2.3- Calcul des amortissements.....	33
4.2.4- Prix du m ³ d'eau.....	33

Chapitre V : Analyse financière du projet

5.1 - Prix et hypotheses de base.....	34
5.1.2 - Durée de vie du projet.....	34
5.2 - Coût et échéancier des investissements.....	34
5.3 - Les effets du projet.....	35
5.3.1 - Effets sur la production.....	35
5.3.2 - Effets sur les charges.....	36
5.3.3- Rentabilité du projet.....	37

Introduction et conclusion

i) Objectifs du project:

La modernisation du périmètre irrigué de RAAYANE a pour objectifs:

- une exploitation rationnelle de l'eau facteur rare, et l'introduction de l'irrigation complémentaire afin d'exploiter les eaux disponibles qui se perdent 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:

- Des canaux en béton armé de 8750 ml de longueur.
- Une chambre de captage.
- Deux bassins de prise
- Une conduite de prise
- Un réseau ramifié des conduites sous pression en P.V.C d'environ 24720 ml de longueur.

iii) Résultats et conclusions:

Les principaux résultats et les conclusions les plus importantes sont:

- a) Dans la situation existante uniquement 150 ha sont irrigués et durant 3 mois de l'année.
- b) Le projet prévoit l'irrigation extensive de 412 ha et l'irrigation intensive de 138 ha, soit une superficie nette totale de 550 ha.
- c) En année de croisière le taux d'intensification atteindrait 120%.
- d) Le coût total de l'aménagement est de 1 100 000 \$, soit 2000 \$ par hectare irrigué et 1015,5 par hectare aménagé.
- e) Le taux de rentabilité interne du projet est de 24%.

CHAPITRE I - Données de base

1.1 Situation:

Le périmètre irrigué de RAAYANE objet de la présente étude se compose de trois secteurs:

- Le Secteur RAAYANE situé au pied de NABAA RAAYANE.
- Les deux secteurs limitrophes de YOUNINE et d'EL MOQRAQ sont situés à l'Est et le sud-Est du tronçon de la route de HOMS reliant RASMEL HADETH au village de TAOUFIQUIA.

Ces deux secteurs se trouvent à environ 7km à l'ouest, Nord-ouest du premier secteur. La délimitation du secteur RAAYANE figure dans le plan RO1, alors que les plans RO2 et RO3 donnent respectivement les limites du secteur YOUNINE et de celui d'EL MOQRAQ.

1.2 Climatologie:

La Climatologie du périmètre fait partie de l'étage bioclimatique semi aride supérieur, à hiver froid, avec une saison humide allant de Novembre à Mars et une saison sèche s'étalant sur le reste de l'année.

Les données météorologiques qui seront présentées dans la présente étude ont été relevées de la station de Baalbeck située à une altitude de 1150m et dont la latitude est de 34 au Nord et la longitude est de 36°.12 EST.

1.2.1 Pluviométrie:

La pluviométrie moyenne annuelle est de 383mm. La répartition saisonnière des précipitations est très hétérogène et aléatoire. En effet le maximum de pluie est enregistré en hiver (57%), alors qu'on a enregistré 26% durant le printemps et 17% durant l'automne, alors que l'été est totalement sec.

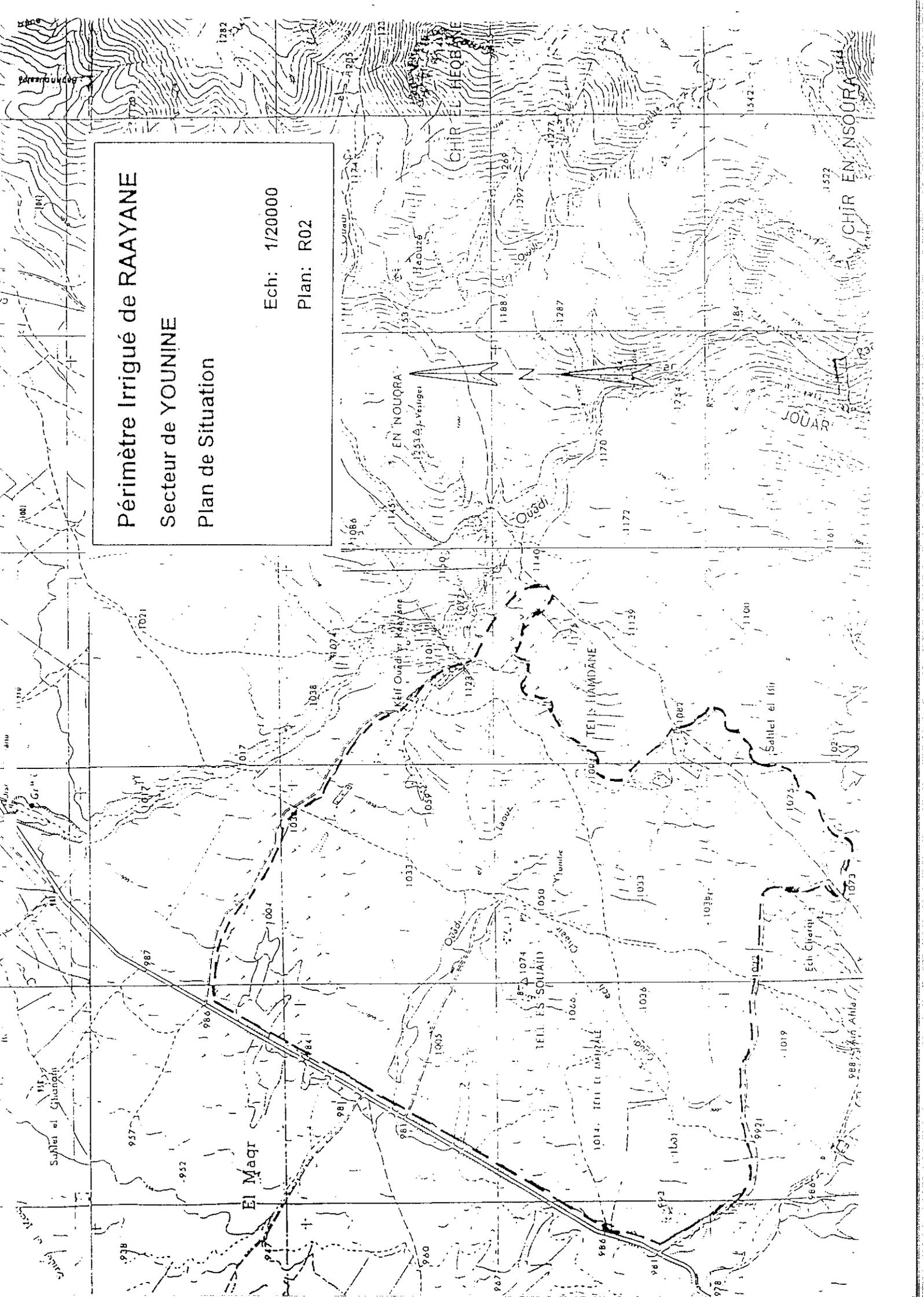
Tableau 1: pluviométrie moyenne mensuelle en mm.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total Annuel (mm)
Pluie moyenne (mm)	0	22	42	80	102	36	46	41	14	0	0	0	383
Pluie efficace (mm)	0	13.2	25.2	48	61.2	21.6	27.6	24.6	8.4	-	-	-	229.8

Périmètre Irrigué de RAAYANE
Secteur de YOUNINE
Plan de Situation

Ech: 1/20000

Plan: R02



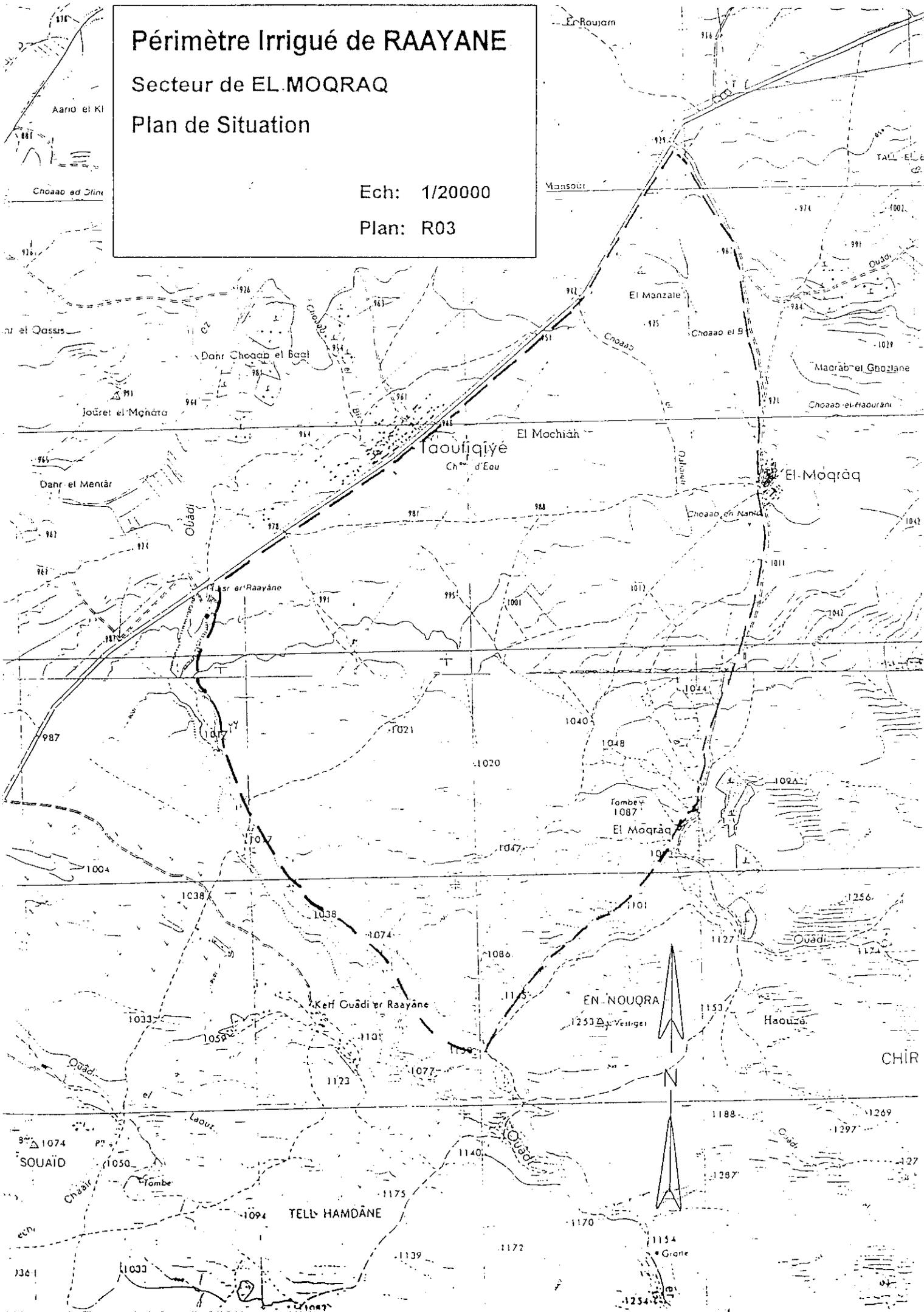
Périmètre Irrigué de RAAYANE

Secteur de EL MOQRAQ

Plan de Situation

Ech: 1/20000

Plan: R03



Il est à signaler qu'en année sèche de fréquence décennale on enregistre un déficit pluviométrique de l'ordre de 40%.

D'autre part l'évaporation dans le Bekaa représente 54% de la pluie brute en année moyenne, alors qu'en année sèche elle constitue 61% de la pluie brute.

1.2.2 La température:

La température moyenne annuelle est de 15.9°C alors que la moyenne hivernale est de 9.6 °C et celle de l'été est de 22.1°C

Tableau 2: Température moyenne mensuelle en°C

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
température moyenne mensuelle	22.9	18.4	13.5	8.4	6.0	6.7	9.2	14.0	18.3	22.8	24.8	25.5
Nombre de jours de gelée°C	-	-	2	8	12	11	5	-	-	-	-	-

Durant la période allant du mois de Novembre à celui de Mars, le nombre de journées de gelée (température sous abri inférieure ou égale à 0°C) enregistré à la station de Baalbeck s'élève à 38 jours.

Ce qui est assez élevé et impose des contraintes à l'agriculture, en effet suite à l'enquête menée auprès des agriculteurs de la région, il a été constaté que les gelées d'hiver d'une durée de trois à quatre jours consécutifs, causent une mortalité d'environ 30 à 50% des fleurs et des fruits des arbres fruitiers, qui sont par ordre décroissant de sensibilité, des espèces et variétés cultivées: l'abricotier, le pêcher, le cerisier et le pommier. Ce qui impose l'introduction des variétés tardives.

1.2.3 L'humidité relative:

Dans la Békaa l'humidité relative présente un régime homogène, la moyenne annuelle est de l'ordre de 58%, en saison humide elle monte en moyenne à 68%, alors qu'en saison sèche elle descend en moyenne à 48%.

Dans la région de Baalbeck qui apparaît comme la plus continentale de la Bekaa, la variation de l'humidité relative au cours d'une année moyenne se présente ainsi:

Tableau 3 : humidite relative moyenne en %

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Humidite relative moyenne en%	46	49	61	69	69	69	60	52	47	44	41	41

1.2.4 le vent:

La région est soumise à l'influence d'un vent modéré s'étalant sur une période de dix mois (décembre - September). La période la plus venteée se situe en juillet.

Tableau 4: vitesse du vent

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Vitesses du vent km/h	225	173	156	190	207	251	276	276	251	294	311	276
Vitesses du vent m/s	2.6	2.0	1.8	2.2	2.4	2.9	3.2	3.2	2.9	3.4	3.6	3.2

1.2.5 Insolation moyenne journalière:

La durée d'insolation moyenne journalière en heures est traduite dans le tableau suivant:

Tableau 5: insolation moyenne journalière en heures.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Insolation en heur	9.4	7.3	5.9	5.0	5.0	5.5	6.3	7.2	9.1	11.7	11.0	11

1.2.6 Rayonnement net:

Les valeurs du rayonnement net sont les suivantes:

Tableau 6: Rayonnement net.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Rayonnement mm/j	20.4	14.8	10.7	8.8	9.3	11.9	15.6	19.2	23.3	26.4	27.1	24.9

1.2.7 Evaporation -ETo - Penman:

Le calcul de l'évapotranspiration potentielle par la formule de Penman résultant de l'application des données météorologiques citées ci-dessus donne les valeurs suivantes:

Tableau 7: Evapotation -ETo-Penman en mm/j

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
ETo-Penman en mm/j	5.7	3.7	2.2	1.6	1.4	1.8	2.9	4.3	5.5	7.2	8.1	7.3

1.3 La topographie:

La topographie du périmètre est:

- Assez accidentée dans le secteur de RAAYANE, la pente est de l'ordre de 10 à 12%, alors que l'altitude varie de 1480m à 1420m.
- Assez irrégulière dans le secteur de YOUNINE, la pente est de l'ordre de 3 à 7%, alors que l'altitude varie de 1094m à 984m.
- Plus au moins régulière dans le secteur d'EL MOQRAQ, la pente est d'environ 10% au pied des collines et de 3 à 6% dans la plaine, l'altitude varie de 1140m à 951m.

1.4 La pédologie:

Le pédologie du périmètre est caractérisée par la présence de deux types de sol:

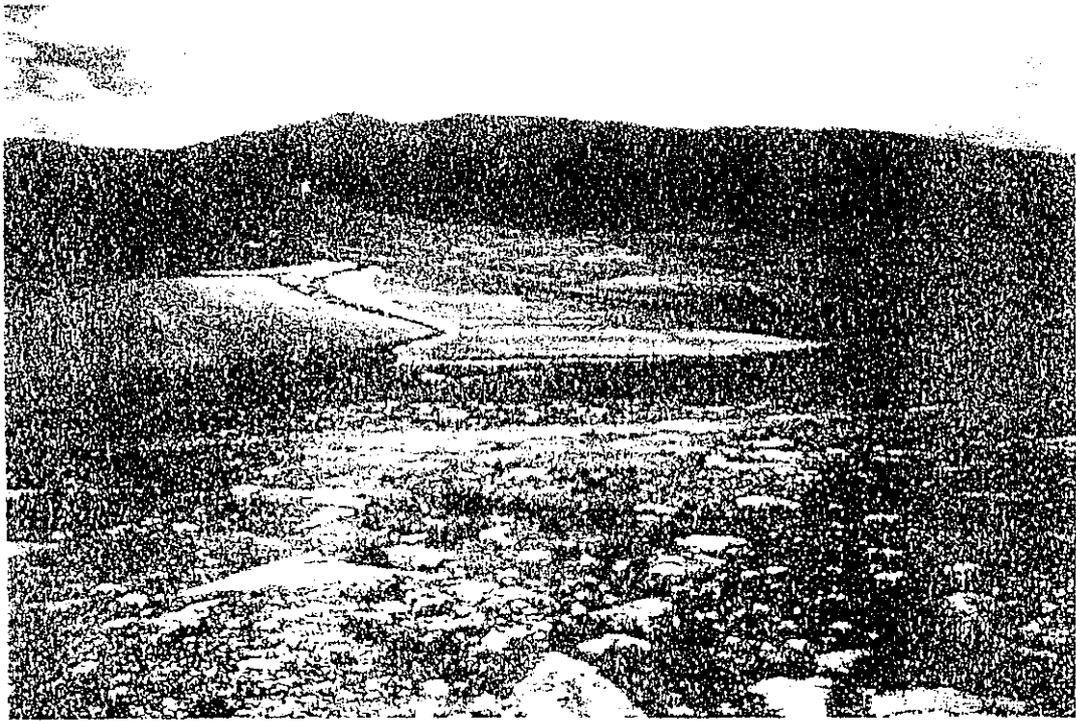
- Les sols rouges, profonds, ayant une texture moyennement et sont peu caillouteux, ces sols sont aptes à l'irrigation.
- Les sols marginaux, peu profonds, qui présentent des déficiences Topographiques, Pédologiques..., ayant une faible perméabilité à cause de la présence d'importants affleurements rocheux, ils sont partiellement aptes à l'irrigation.
- La répartition de ces deux classes dans les secteurs du périmètre est très hétérogène

1.5 Ressources en eau:

Le périmètre sera alimenté en eau d'irrigation de la période allant du mois d'Avril à mi-juillet à partir de NAABA RAAYANE situé à une cote de 1500m, et dont le débit varie selon la pluviométrie enregistrée d'une année à l'autre, et sur tout au cours d'une même année à cause de la présence des neiges qui retardent de un à trois mois l'écoulement des eaux des pluies d'hiver vers l'exutoire, ce qui permet d'affirmer que cette source donne le débit le plus important durant la période allant du mois d'Avril à celui de juin, période qui correspond à la fonte des neiges.



La plaine de YOUNINE



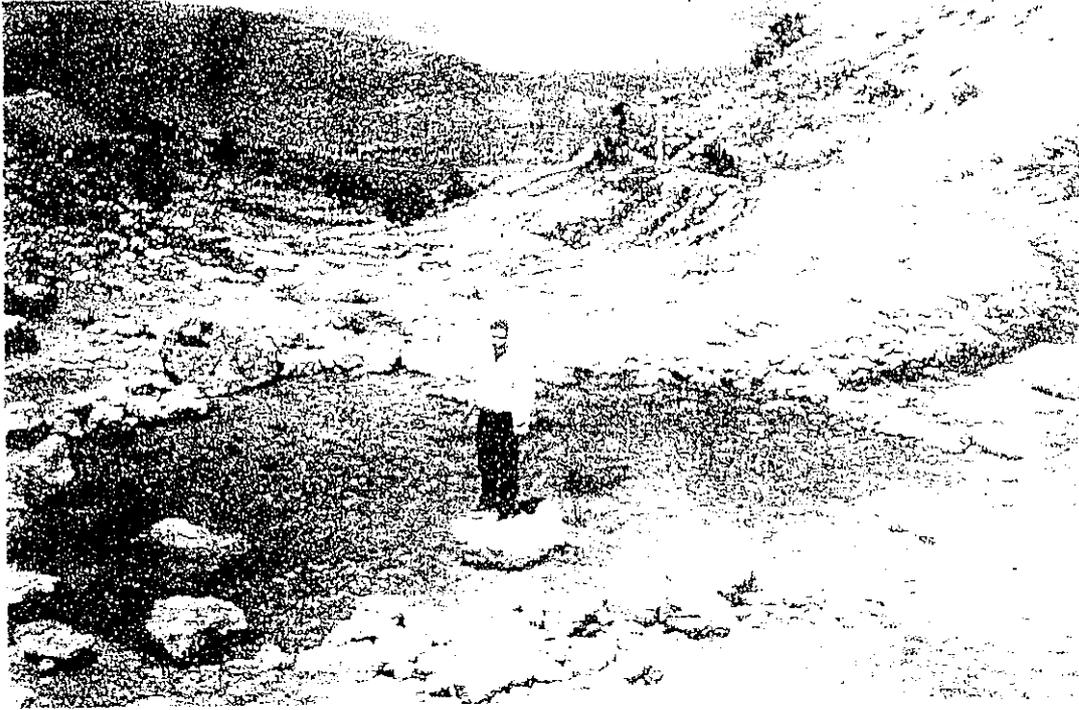
Sol rocneux

Selon les données disponibles son débit moyen est de 300l/s.

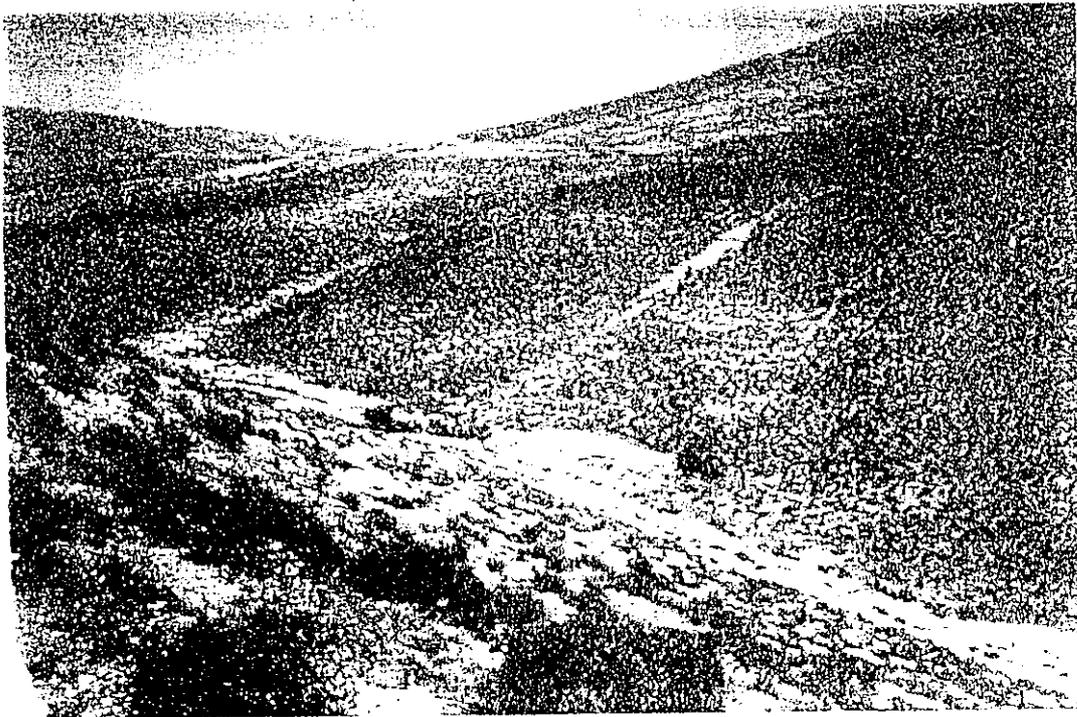
A partir de mi-juillet jusqu'à Novembre les secteurs de YOUNINE et d'EL MOQRAQ seront desservis en eau d'irrigation à partir de la retenue collinaire de RAAYANE qui sera implantée à 900m au Nord du point de prise d'eau pour ces secteurs sur l'oued RAAYANE.

Elle aura une capacité de 540.000 m³ dont 300.000 seront destinés à l'irrigation.

Il est à signaler qu'aucun problème de salinité n'a été observé dans le périmètre, et ce problème n'existe pas à la BEKAA, zone du projet, en effet les sels totaux sont de 0,3 g/l soit 0,47 mm hos/cm.



NABAA RAAYANÉ



Site de la retenue collinaire de RAAYANÉ

CHAPITRE II: Situation existante.

2.1 Infrastructures existantes:

2.1.1 Réseau d'irrigation:

Le réseau d'irrigation existant dans les trois secteurs du périmètre est constitué par des canaux en terre d'une longueur d'environ 20km, ces canaux sont à l'origine d'importantes pertes par infiltration, estimées à 60% du débit transité durant la période d'irrigation allant du mois d'avril à mi-Juillet, ce qui implique une importante réduction de la superficie irriguée comme le montre le tableau suivant:

Tableau No. 8 : Superficies irriguées

Superficiés en ha	Totales	Irrigables	Effectivement irriguées
RAAYANE			
RAAYANE	70	50	25
EL MOQRAQ	535	335	75
YOUNINE	475	300	50
Totaux	1080	685	150

Normalement, la moitié de la superficie du périmètre possède le droit d'irrigation à partir de NAABA RAAYANE, mais compte tenu de l'état du réseau de distribution, moins de 20% sont réellement irrigués. L'adduction et la distribution se font par gravité.

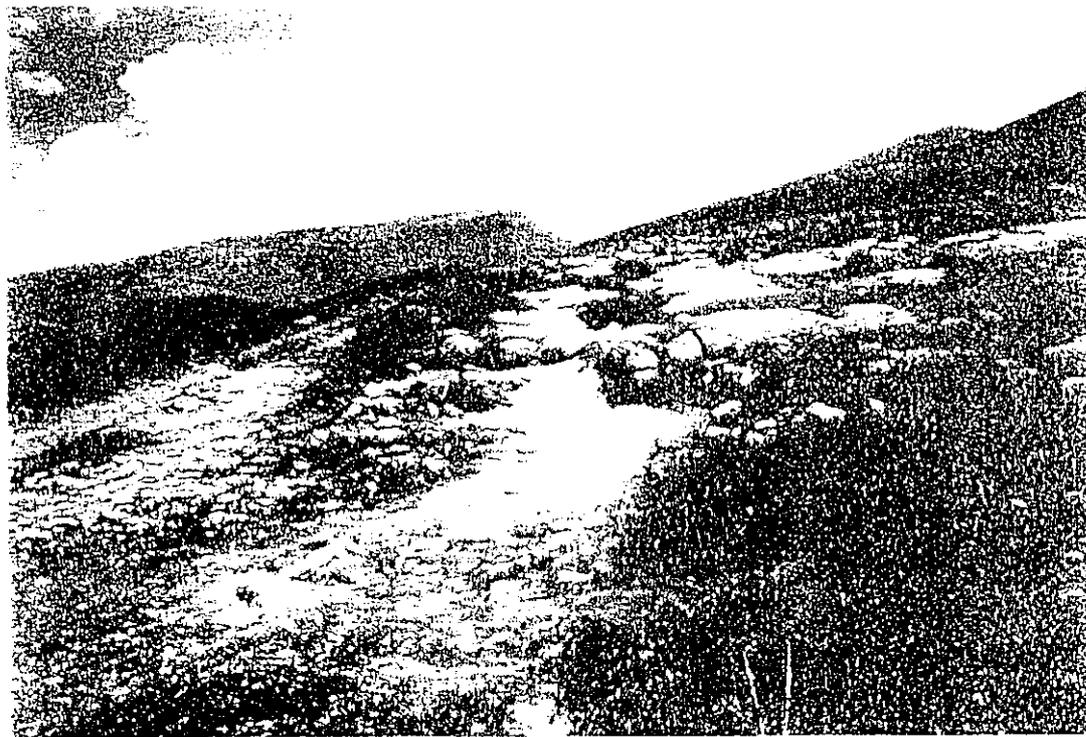
Les techniques d'irrigations pratiquées sont des techniques traditionnelles (irrigation à la raie).

Toutefois, on note la présence de quelques installations d'irrigation localisée montées sur des points d'eau privés, qui irriguent des superficies très limitées.

Le mode de distribution pratiqué est le tour d'eau, qui est organisé de sorte que l'agriculteur dispose de l'eau d'irrigation tous les 12 jours pour une durée variable selon la superficie irrigable qu'il possède.



Mortalité de l'arboriculture fruitière dans la région d'EL MOQRAQ



Pertes d'eau par débordement d'un canal en terre

La gestion du périmètre n'est assurée par aucun organisme, c'est ce qui explique l'absence des opérations d'entretien et de maintenance du réseau et les pertes par débordements y afférents.

En effet c'est l'agriculteur qui dispose de la tour d'eau qui assure la conduite de la main d'eau depuis la source jusqu'à la parcelle à irriguer.

2.1.2 Réseau de Pistes:

Le secteur de RAAYANE est desservi par une seule piste moyennement carrossable en hiver, les secteurs de YOUNINE et EL MOQRAQ sont traversés par plusieurs pistes dont les emprises sont insuffisantes, et sont toutes en mauvais état et non carrossables en hiver, du fait qu'elles sont dépourvues de fossés qui recueillent les eaux de ruissellement.

2.1.3 Réseau d'assainissement:

Il s'agit d'un réseau d'assainissement naturel constitué par des ravins et choaaabs qui traversent le périmètre dans tous les sens, l'oued RAAYANE, constitue l'émissaire principal du réseau.

2.1.4 Alimentation en eau potable:

Les habitants du périmètre ne sont pas alimentés en eau potable, ceux de YOUNINE et de CHAATH s'approvisionnent depuis des points d'eau privés et de la source de AIN AHLA, alors que ceux d'EL MOQRAQ et de NOQRA s'approvisionnent à partir des points d'eau privés.

Toutefois, il est important de signaler qu'un réseau d'adduction d'eau potable a été réalisé à partir d'un forage pour desservir les localités d'EL MOQRAQ et de NOQRA, seulement il n'a pas fonctionné depuis un peu plus de quatre ans, c'est-à-dire. Depuis sa réalisation.

2.1.5 Travaux de C.E.S:

Presque toutes les collines entourant le périmètre ne sont pas traitées en C.E.S. ces collines ont des pentes fortes qui permettent de verser rapidement toutes les eaux de ruissellement dans le périmètre.

2.2 Population:

2.2.1 Population:

La population de YOUNINE – CHAATH est estimée à 750 habitants, qui sont résidents sur place, alors que celle d'EL MOQRAQ – NOQRA est évaluée à 1000 habitants, tous résidents dans ces localités.

La population du secteur RAAYANE réside au village de ARSAAL distante d'environ 5kms.

2.2.2. Disponibilité de la main d'oeuvre:

La main d'oeuvre locale agricole disponible permet de satisfaire la totalité du besoin global en main d'oeuvre agricole dans le secteur RAAYANE et 50% du besoin du secteur YOUNINE – CHAATH, il s'agit en fait de la main d'oeuvre familiale.

Le recrutement des ouvriers SYRIENS est réalisé pour l'accomplissement de la totalité des travaux agricoles dans le secteur d'EL MOQRAQ et 50% de ces travaux dans le secteur de YOUNINE.

2.2.3. Salaires Agricoles:

Les salaires agricoles varient de 10000 L.L. pour les ouvriers SYRIENS à 20000 L.L. pour les ouvriers LIBANAIS.

2.2.4. Les établissements publics:

Les établissements Publics existants dans le périmètre se limitent a deux écoles primaires, une implantée a CHAATH et l'autre à EL MOQRAQ.

2.3. Exploitation agricoles:

2.3.1. Type et taille des propriétés:

Concernant le mode d'appropriation, il s'agit des terres privées, quand à la taille des propriétés, il s'agit des exploitations agricoles dont les superficies sont très réduites dans le secteur de RAAYANE, alors que les superficies des propriétés sont importantes dans les secteurs de YOUNINE et d'EL MOQRAQ. (5 à 30 ha)



Champs de ble en sec



Champs de ble en irrigué

2.3.2 Occupation actuelle des sols:

L'occupation actuelle du sol au niveau du périmètre est caractérisée par la prédominance de l'arboriculture fruitière et des cultures de blé, orge, pois chiches, en partie irriguée.

Elle se présente au niveau du périmètre comme indiquée dans le tableau suivant;

Tableau 9 : occupation actuelle des sols.

Superficiés en ha Culture	RAAYANE		YOUNINE		EL MOQRAQ	
	En sec	En irrigué	En sec	En irrigué	En sec	En irrigué
Arbres fruitiers		25	15	10	40	20
Blé		3	25	10	30	5
Orge			20	-	15	-
Pois chiche				5		5
Totaux		28	60	25	85	30

2.3.3 Les Techniques culturales:

Sur la base des interviews menées auprès des agriculteurs, il a été remarqué que le niveau d'intensification des cultures ainsi que la technicité des agriculteurs faibles. En effet la fertilisation et les traitements des cultures sont presque absents.

Reste à signaler que 60 % des travaux agricoles dans le secteur RAAYANE et 30 % dans les autres secteurs se font d'une manière traditionnelle.

2.3.4 Rendements des cultures:

Les rendements actuels des cultures sont très aléatoires et varient en fonction de la pluviométrie pour les cultures en secs et la dose d'irrigation participuée pour les cultures irriguées. Les rendements actuels des cultures figurent dans le tableau suivant:



Irrigation a la raie



Travaux de semence de la pomme de terre

Tableau 10 : Rendements actuels des cultures.

cultures	Rendements T/ha	
	En irrigué	En sec
Abres fruitiers	6	3
Blé	2	1
Orge	2	1
Poichiche	4	2

2.3.5 Compte d'exploitation de la situation actuelle:

Le compte d'exploitation moyenne de la situation actuelle au niveau de tout le périmètre s'établit comme suit :

Recettes : 319100 \$

Dépenses : 239300 \$

Marge nette : 79800 \$

Marge nette à L'hectare: 350 \$

2.3.6 Marché et écoulement de la production:

L'écoulement de la production s'effectue soit sur place par des particuliers, soit chez les grossistes des marchés de gros de Baalbeck ou de chtoura qui retiennent 10 % du coût comme commission.

Chapitre III: Le projet

Partie I: Données générales:

3.1 Consistance du projet:

Le projet de modernisation du réseau d'irrigation du périmètre irrigué de RAAYANE consiste :

- A transformer les canaux en terre existants dans le secteur de RAAYANE, et les canaux d'aménagé en canaux de béton armé sur une longueur de 8750 ml pour éviter les pertes par infiltration très poussées dans la région.
- A créer deux réseaux sous pression pour desservir les secteurs de YOUNINE et d'EL MOQRAQ en eau d'irrigation.

1.2 Delimitation du périmètre:

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

- Inclure toutes les terre ayant droit à l'irrigation à partir de NAABA RAAYANE.
- l'aptitude des sols à l'irrigation .
- La motivation des bénéficiaires vis a vis de l'irrigation.

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 en automne et au printemps afin d'exploiter les eaux de la source qui se déperdent actuellement dans les bas fonds de Septembre à Avril.
- 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 agricultures .
- 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 cultures maraichères d'hiver (oignon, Ail), les légumineuses (fève, petit pois), les grandes cultures (blé, orge, maïs), et le tabac.

1.3.2 Assolement proposé:

L'assolement proposé pour le périmètre est le suivant:

Tableau 11 : Assolement

cultures	% du sol
Arboriculture fruitière	30
Pomme de terre	20
Tabac	05
Curcubitacées	05
Oignon /Ail	15
Fève / Petit pois	15
Blé, orge	20
Maïs	10

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.

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:

B_n : Besoins en eau nets d'irrigation

K_c : Coefficient cultural

P_u : 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).

E_{To} : Evapotranspiration potentielle, calculé selon la formule de Penman:

$$E_{To} = C [W R_n + (1+w) \cdot F(U) (E_a - E_d)]$$

avec :

E_{To} = Evapotranspiration en mm / Jour

W = Facteur de pondération lié à la température

R_n = Rayonnement Net en mm / jour.

$F(U)$ = Fonction liée au vent.

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

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

C = Facteur d'ajustement.

E_{To} 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 reseau d'irrigation

L'efficience de l'irrigation est de 0,75 pour les reseaux de YOUNINE et d'EL MOQRAQ et de 0,6 dans le secteur de RAAYANE.

Tableau 12 : Coefficients Cultureaux

Cultures	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Oignon / ail	0.40	0.65	0.90	0.90	0.85	0.80	0.65	0.50				
Fève / petit pois	0.35	0.45	0.55	0.95	0.80	0.65	0.30					
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		
Mais	0.50								0.40	0.65	0.90	0.95

Tableau 13.: Besoins en eau des cultures.

Cultures	%s	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Pomme de terre	20							0.26	0.69	1.1	1.22	0.97	-
Tabac	5	0.33	0.16							0.12	0.20	0.39	0.44
Melon	5	0.13							0.10	0.18	0.32	0.34	0.18
Oignon / Ail	15	0.34	0.36	0.30	0.21	0.18	0.22	0.28	0.32				
Fève / petit pois	15	0.30	0.25	0.18	0.23	0.17	0.18	0.13					
Blé / Orge	20			0.18	0.16	0.17	0.25	0.46	0.86	0.88	0.36		
Mais	10	0.15								0.22	0.47	0.73	0.7
Totaux	90	1.25	0.77	0.66	0.60	0.52	0.65	1.13	1.97	2.5	2.57	1.95	1.32
Etc mm / mois		37.5	23.9	19.8	18.6	16.1	18.9	33.9	59.1	77.5	77.1	60.5	40.9
Pluie utile			13.2	25.2	48	67.2	21.6	27	24	8.4			
Besoins nets mm / mois(1)		37.5	10.7						35.1	69.1	50	45.5	34.9
R.F.U mm				5.4	34.8	55	55	48.1	48.1	48.1	21	6	
Arbres fruitiers	30	1.2	0.62						0.39	0.83	1.41	1.83	1.65
Etc mm / mois		36	19.2						11.7	25.7	42.3	56.7	51.2
Pluie utile			13.2	25.2	48	67.2	21.6	27	24	8.4			
Besoins nets mm / mois(2)		21	6							17.3	20.3	21.7	23.2
R.F.U				25.2	73.2	100	100	100	100	100	78	43	15
Besoins nets (1+2) mm/ mois		58.5	16.7						35.1	86.4	70.3	67.2	58.1
Besoins nets m3 / mois		585	167						351	864	703	672	581
Besoins bruts c=0.75 m3 / mois (Younine-Moqraq)		730	210						440	1080	880	840	730
Besoins bruts c=0.6 m3 / mois (Raayane)		820	235						495	1210	985	940	815

Afin d'utiliser les potentialités en eau offertes et d'introduire l'irrigation complémentaire, il a été procédé durant les mois d'Avril et de Mai, 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 forte consommation en eau des cultures (Juin, Juillet et Août) et de diminution des ressources en eau.

1.5 Ressources en eau d'irrigation:

1.5.1 Captage de la source:

Afin d'améliorer les ressources en eau de cette source, il est impératif de la capter. Le captage consiste à creuser autour du point d'émergence jusqu'à une couche imperméable de manière à enlever la boue, la roche décomposée que dépose l'eau qui sort à la surface, qui constituent par la suite un obstacle pour l'émergence des eaux.

Il est important de veiller particulièrement lors de l'opération de captage surtout dans les zones de calcaire fissuré à ne pas perturber les couches souterraines au point de détourner la source vers une autre direction ou vers d'autres fissures.

Une fois le captage réalisé une chambre de captage sera construite afin de protéger la source. L'eau est ensuite conduite dans un canal en béton armé afin d'éviter les pertes par infiltrations vers les terres à irriguer.

1.5.2 Débit d'irrigation:

Après le captage de la source et compte tenu des données disponibles, l'estimation de son débit durant le mois de Mai qui représente le mois de pointe pour l'irrigation est de 300 l/s:

Partie II: Paramètres de l'irrigation .

2.1 Débit disponible pour l'irrigation:

Durant la période allant du mois d'avril à mi-Juillet, les secteurs équipés de réseaux sous pression (YOUNINE et EL MOQRAQ) seront alimentés à partir de NABAA RAAYANE, alors que durant le reste de la saison d'irrigation, ils seront alimentés à partir de la retenue collinaire de RAAYANE.

Le débit disponible pour l'irrigation durant le mois de pointe (Mai) de NABAA RAAYANE est de 300 l/s dont 30 l/s seront destinés à l'irrigation du secteur RAAYANE et 270 l/s seront partagés à parts égales entre les secteurs de YOUNINE et d'EL MOQRAQ, et ce d'Avril à mi-Juillet.

Le volume destiné à l'irrigation qui sera prélevé de la retenue collinaire de RAAYANE est de 300.000 m³, chacun des secteurs de YOUNINE et d'EL MOQRAQ recevra la moitié de ce volume.

2.2 Mode d'irrigation:

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

- Tradition de l'irrigation de surface très développée dans la région.
- 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 dans les secteurs de YOUNINE et d'EL MOQRAQ, 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 N13, duquel il ressort que les besoins bruts des cultures s'élèvent au mois de pointe (Mai) à 121 mm dans le secteur de RAAYANE et à 108 mm dans les autres secteurs. Par contre les besoins bruts d'un hectare assolé sont de 550 mm dans le secteur RAAYANE et de 490 mm dans le reste des secteurs du périmètre.

2.4 Débit d'équipement:

a-Débit fictif continu

Le débit fictif continu de pointe s'élève à 0.40 l/s/ha pour les deux secteurs de YOUNINE et d'EL MOQRAQ, alors qu'il est de 0.44 l/s/ha pour le secteur de RAAYANE.

b-Durée d'irrigation:

La durée journalière d'irrigation en période de pointe est prise égale à 18 heures.

c- Débit d'équipement:

Le débit d'équipement pour une durée d'irrigation journalière de 18 heures durant le mois de pointe est 0.6 l/s/ha dans le secteur de RAAYANE et de 0.54 dans les autres secteurs.

2.5 Superficie du périmètre:

Compte tenu des disponibilités en eau et du débit d'équipement, le dimensionnement du périmètre dégage la possibilité d'irriguer.

- 50 ha dans le secteur de RAAYANE

Le superficie brute sera de l'ordre de 70 ha.

- 250 ha dans chacun des secteurs de YOUNINE et d'EL MOQRAQ.

Soit une superficie brute de 535 dans le secteur d'EL MOQRAQ et de 475 ha dans le secteur de YOUNINE.

La superficie totale nette du périmètre est égale à 550 ha alors que la superficie brute est de 1080 ha.

Compte tenu du débit disponible pour l'irrigation qui sera prélevé de la retenue collinaire de RAAYANE durant la période allant de mi-Juillet à Octobre (300.000 m^3) et des besoins en eau des cultures durant la même période (2180 m^3) la superficie nette à irriguer dans les secteurs de YOUNINE et d'EL MOQRAQ s'éleve à 138 ha.

2.6 Main d'eau ou module d'irrigation:

Le débit de distribution dans le secteur RAAYANE est de 30 l/s. Ce débit sera divisé en 2 mains d'eau l'une de 10 l/s et l'autre de 20 l/s.

Dans chacun des secteurs d'EL MOQRAQ et de YOUNINE le débit de distribution est de 135 l/s, il sera partagé en mains d'eau de 15, 20, 25 et 30 l/s, selon la superficie du quartier.

2.7 Surface du quartier:

Compte tenu des valeurs des mains d'eau et du débit d'équipement la surface nette du quartier prendra les valeurs de 28, 37, 46 et 55 ha.

2.8 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 360 m^3 tous les dix jours durant le mois pointe (Mai) dans les secteurs de YOUNINE et d'EL MOQRAQ.

Dans le secteur de RAAYANE la dose d'irrigation est de 400 m^3 pour la même période de retour.

Partie III - Aménagement hydraulique

L'aménagement projeté comporte les composantes suivantes:

- Captage de la source.
- Modernisation des canaux en terre dans le secteur de RAYANNE et des canaux d'amené.
- Bâches de prise
- Conduite de prise
- Réseaux d'adduction et de distribution pour les deux secteurs de YOUNINE et d'EL MOQRAQ.

3.1 Captage de la source :

Afin d'améliorer le débit de NAABA RAYANNE, il est impératif de le capter. Le captage devra se faire avec beaucoup de soin conformément aux indications décrites dans la paragraphe 1.5.1 .

3.2 Modernisation des canaux:

La modernisation des canaux existants consiste à les transformer en canaux en béton sur une longueur de 8750 ml, tout en suivant les lits existants pour éviter les problèmes d'emprise.

Les canaux projetés auront des sections rectangulaires.

Selon la pente et le débit de chaque tronçon et en appliquant la formule suivante de Manning strikiler:

$$Q = K S R^{2/3} I^{1/2}$$

avec :

Q : Débit en m³ /s

K : Coefficient de rugosité = 0.75 pour le béton armé

S : Section mouillée en m² .

R : Rayon hydraulique en m.

I: Pente du fond canal en m / m.

Les dimensions des canaux se présentent ainsi:

Tableau 14 : Dimensions des canaux

No du tronçon	Longueur (m)	Débit (l / s)	Pente %	Base (m)	Hauteur (m)
1	1300	20	1	1	0.75
2	500	10	2	0.5	0.7
3	5050	400	5-10	2	1.65 - 2.15
4	1000	135	0.5	1.5	2.65
5	900	135	1.5	1.25	2.15

Il est à signaler que ces dimensions devront être reajustées au moment de l'étude d'exécution en fonction de la pente réelle, tout en vérifiant le régime d'écoulement, la vitesse maximale et la ligne d'eau.

Au niveau du point de bifurcation du canal d'amenée de RAYANNE en deux branches, il sera placé, un ouvrage partiteur afin d'assurer la répartition de débit entre les deux secteurs de YOUNINE et d'EL MOQRAQ, et permettre à l'excédent de débit de se déverser dans la retenue collinaire de RAYANNE à construire.

3.3 Bassins de prise:

a) Rôles:

Chaque bassin aura pour principaux rôles:

- Constituer un ouvrage de transition entre le réseau gravitaire et le réseau sous pression.
- Assurer une alimentation régulière en eau d'irrigation du réseau sous pression.
- Garantir une charge constante nécessaire au niveau des bornes et des prises d'irrigation.

b) Capacités:

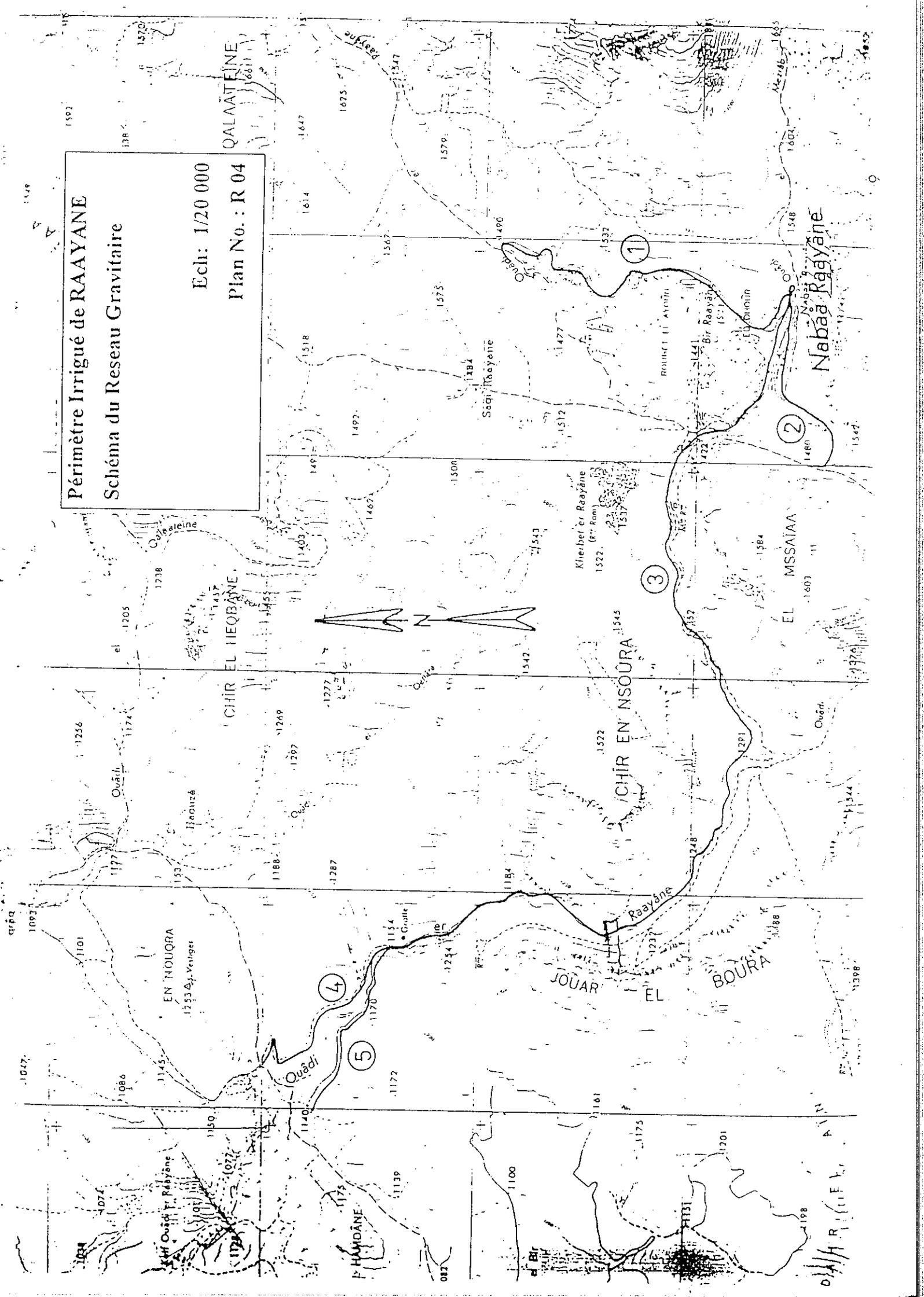
Chaque bassin aura une capacité de 100 m³ d'eau.

c) Dimensions et calages:

Les bassins projetés sont en béton armé de formes carrés de 10 m de côtés

Périmètre Irrigué de RAAYANE
Schéma du Réseau Gravitaire

Ech: 1/20 000
Plan No. : R 04



et de 1,2 m de profondeur.

Le bassin de YOUNINE sera calé à la cote 1140 m, alors que celui d'EL MOQRAQ sera calé à la cote de 1150 m.

d) Equipements hydrauliques:

Afin d'assurer un entretien periodique, chaque bassin sera équipé d'une vanne de vidange et d'un trop plein afin d'éviter les débordements eventuels.

3.4 Conduite de prise:

Calée, à la cote 1116 m, elle permet de desservir les réseaux sous pression de YOUNINE et d'EL MOQRAQ en eau d'irrigation durant la période allant de mi-juillet à Octobre à partir de la retenue collinaire de RAAYANE.

Son débit fluctue selon la charge disponible dans la retenue.

Un débit de 100 l/s est retenu pour son dimensionnement.

Elle sera constituée par des éléments en acier bridés de diamètre 300 mm (longueur 500 m) et 250 mm (longueur 950 m).

3.5 Le réseau d'adduction et de distribution:

3.5.1 Tracé du réseau:

Le tracé du réseau a été établi de façon à:

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

Le tracé des réseaux figure dans les plans au 1/5000 joints à la présente étude.

3.5.2 Calcul des débits:

Le calcul des débits véhiculés par les réseaux principaux est mené en cumulant les mains d'eau d'aval en amont, le débit en tête du réseau sous pression est de 135 l/s.

3.5.3 Calcul des diamètres:

Le calcul des diamètres des conduites est 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 2 bars pour tenir compte de l'irrégularité du terrain à l'intérieur des quartiers et pour l'utilisation ultérieure de l'irrigation localisée ou par aspersion.

La distribution des diamètres des conduites est la suivante:

- **Secteur YOUNINE:**

- 650 ml ϕ 300 mm
- 1350 ml ϕ 250 mm
- 700 ml ϕ 200 mm
- 1500 ml ϕ 150 mm
- 1200 ml ϕ 125 mm
- 6250 ml ϕ 110 mm

- **Secteur EL MOARAQ:**

- 1050 ml ϕ 300 mm
- 900 ml ϕ 250 mm
- 2800 ml ϕ 200 mm
- 550 ml ϕ 150 mm

- 700 ml ϕ 125 mm
- 5620 ml ϕ 110 mm

3.5.4 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 belier 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 belier 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 de prévoir un dispositif de protection, tel que les soupapes anti-belier.

3.5.5 Caractéristiques des conduites:

Les conduites seront constituées par des tuyaux en P.V.C. de longueur stantardisée 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.

3.5.6 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 menu d'un capot métallique à fermeture inviolable.

b) Prise d'irrigation:

La prise d'irrigation dessert les parcelles des agriculteurs. Elle est contituée 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 serie 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 reduire 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 vidanges seront de diamètres 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 15 : Devis estimatif et coût du projet.

Désignation des travaux	unités	quantité	P.U \$	Montant
1. Fournitures de conduites.				
- Acier ϕ 300 mm	ml	500	35	17500
- Acier ϕ 250 mm	ml	950	25	23750
- P.V.C ϕ 300 mm	ml	1700	20	34000
- P.V.C ϕ 250 mm	ml	2250	15	33750
- P.V.C ϕ 200 mm	ml	3500	10	35000
- P.V.C ϕ 150 mm	ml	2050	8	16400
- P.V.C ϕ 125 mm	ml	1300	6	15200
- P.V.C ϕ 110 mm	ml	11870	4	47480
2. Fournitures des appareillages et des pièces spéciales	F.F	-	-	55770
3. Terrassement, pose et remblais	ml	24720	5	123600
4. Béton armé pour Bassins et chambres de captage.	m ³	70	200	14000
5. Béton armé pour canaux d'irrigation	m ³	7250	70	507500
6. Ouvrages d'art	F.F	-	-	100 000
7. Divers et imprévus	F.F	-	-	76050
Total				1 100 000

Le coût de l'aménagement s'élève à 1 100 000 \$

4.2 Coût par hectare:

Le coût total de l'aménagement est de 1 100 000 \$, ce qui donne un coût de 2000 \$ par hectare irrigué et un coût de 1015.5 \$ 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 des 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 les assolements 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 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 Hermet: 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.16: Frais annuels d'entretien et de maintenances

Designation des travaux et du material	Coûts en \$	Frais annuels d'entretien	
		%	\$
Canalisations	223080	1	2231.0
Appareillages (Vannes, Ventouses anti-belier)	55770	5	2781.0
Génie civil	621500	1	6215
totaux	900350		11235.0

4.2.2 Frais annuels de gestion:

La gestion quotidienne du périmètre nécessite le recrutement de trois aiguadiers et d'une équipe de maintenance composée d'un poseur et de deux ouvriers. Les frais de gestion annuels sont estimés à 18.000 \$.

4.2.3 Calcul des amortissements:

Le Calcul des amortissements est défini ainsi:

Tableau 17 : Calcul des amortissements

Nature des travaux et du materiel	Coût en \$	durée de Vie	Amortissement
Canalisations	223080	50 ans	4462
Appareillages (Vannes, Ventouses, Bornes compteurs, Anti beliers,)	55770	20 ans	2789
Génie civil	621500	50 ans	12430
Totaux	900350		19681

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

Désignation	Frais Annuels	
	sans amortissement	avec amortissement
Frais de fonctionnement en \$	29235	29235
Amortissement Global (taux d'actualisation 6%) en\$ *		20662
Totaux	29235	49897
Volume annuel d'eau (m ³)	2025000	2025000
Coût du m ³ en LL	22	37
Coût de l'heure d'irrigation en L.L. pour un module de:		
- 10 l/s	792	1332
- 15 l/s	1188	1998
- 20 l/s	1584	2664
- 25 l/s	1980	3330
- 60 l/s	2376	3996

Comparé au coût actuel de l'heure d'irrigation de 15000 payé par les agriculteurs aux propriétaires de l'eau d'irrigation, l'apport bénéfique du projet est évident.

*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 22 sont ceux perçus par les producteurs.

Tableau 19: prix des produits.

Cultures	Unités	Prix en \$
Arbres fruitiers	tonne	300
Pomme de terre	tonne	250
Tabac	tonne	4500
Melon	tonne	180
Fève / petit pois	tonne	200
Oignon / Ail	tonne	270
Blé / orge	tonne	200
Maïs	tonne	80

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 1100.000\$.

Les investissements relatifs aux ouvrages en béton armé (canaux, bassins, chambre de captage) seront réalisés au cours de la première année pour un montant de 621500 \$, alors que le reste des investissements relatifs aux réseaux d'irrigation sous pression (478500 \$) seront réalisés au cours de la deuxième 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 20 : Evolution des superficies en ha.

Cultures	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Arbres fruitiers	110	120	130	150	165	165	165	165	165	165
Pomme de terre	30	50	70	90	110	110	110	110	110	110
Tabac	7.5	12.5	17.5	22.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5
Melon	7.5	12.5	17.5	22.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5
Fève / petit pois	22.5	37.5	52.5	67.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5
Oignon / Ail	22.5	37.5	52.5	67.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5
Blé / orge	30	50	70	90	110	110	110	110	110	110
Maïs	15	25	35	45	55	55	55	55	55	55
Totaux	245	335	445	555	660	660	660	660	660	660

b) Evolution des rendements:

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

Tableau 21 : Evolution des des rendements en t/ha.

cultures	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Arbres fruitiers	5	7	10	13	15	15	15	15	15	15
Pomme de terre	20	22	14	17	30	30	30	30	30	30
Tabac	1	1.20	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Melon	18	20	22	24	25	25	25	25	25	25
Fève / petit pois	2	3	4	5	6	6	6	6	6	6
Oignon / Ail	15	17	20	23	25	25	25	25	25	25
Blé / orge	1	1.5	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Maïs	20	25	30	35	40	40	40	40	40	40

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 22 : Evolution de la production en Tonnes

cultures	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Arbres fruitiers	550	770	1300	1950	2475	2475	2475	2475	2475	2475
Pomme de terre	600	1100	1680	2430	3300	3300	3300	3300	3300	3300
Tabac	7.5	15	26.25	33.75	41.25	41.25	41.25	41.25	41.25	41.25
Melon	135	250	385	540	687.5	687.5	687.5	687.5	687.5	687.5
Fève / petit pois	45	112.5	210	337.5	495	495	495	495	495	495
Oignon / Ail	337.5	637.5	1050	1552.5	2062.5	2062.5	2062.5	2062.5	2062.5	2062.5
Blé / orge	30	75	140	180	275	275	275	275	275	275
Maïs	300	625	1050	1575	2200	2200	2200	2200	2200	2200

d) Chiffres d'affaires en\$:

Tableau 23 : Chiffres d'affaires

cultures	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Arbres fruitiers	165000	231000	390000	585000	742500	742500	742500	742500	742500	742500
Pomme de terre	150000	275000	420000	607500	825000	825000	825000	825000	825000	825000
Tabac	33750	67500	118125	151875	185625	185625	185625	185625	185625	185625
Melon	24300	45000	69300	97200	123750	123750	123750	123750	123750	123750
Fève / petit pois	9000	22500	42000	67500	99000	99000	99000	99000	99000	99000
Oignon / Ail	91125	172125	283500	419175	556875	556875	556875	556875	556875	556875
Blé / orge	6000	15000	28000	36000	55000	55000	55000	55000	55000	55000
Maïs	24000	50000	84000	126000	176000	176000	176000	176000	176000	176000
Totaux	503175	878125	1434925	2090250	2763750	2763750	2763750	2763750	2763750	2763750

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 24: coûts de production en \$

Cultures	coût /ha	rendements T / ha	coût/tonne en \$
Arbres fruitiers	3240	15	200
Pomme de terre	5550	30	185
Tabac	4200	1.5	2800
Melon	3000	25	120
Fève / petit pois	750	6	125
Oignon / Ail	3750	25	150
Blé / orge	225	25	90
Maïs	1600	40	40

En se référant au tableau 22 relatif a l'évolution de la production, les charges variables de production sont ainsi calculées:

Tableau 25: évolution des charges

Cultures	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Arbres fruitiers	110000	154000	260000	390000	495000	495000	495000	495000	495000	495000
Pomme de terre	111000	203500	310800	449550	610500	610500	610500	610500	610500	610500
Tabac	21000	42000	73500	94500	115500	115500	115500	115500	115500	115500
Melon	16200	30000	46200	64800	82500	82500	82500	82500	82500	82500
Fève / petit pois	5625	14062.5	26250	42187.5	61875	61875	61875	61875	61875	61875
Oignon / Ail	50625	95625	157500	232875	309375	309375	309375	309375	309375	309375
Blé / orge	2700	6750	12600	16200	24750	24750	24750	24750	24750	24750
Mais	12000	25000	42000	63000	88000	88000	88000	88000	88000	88000
Totaux	329150	570937.5	928850	135312.5	1787500	1787500	1787500	1787500	1787500	1787500

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 29235\$ par année.

5.3.3. Rentabilité du projet:

Le taux de rentabilité interne du projet dégagé par l'analyse financière est de 24 %, ce taux semble être relativement élevé, mais ce ci est dû principalement à l'introduction de l'irrigation complémentaire qui a une très bonne rentabilité marginale.

les principaux tests de sensibilité font apparaître les TRI suivants.

Tableau 26 : tests de sensibilité.

Principales variations	TRI %
cash flow de base	24
production + 10%	29
production - 10%	19
Charges - 10%	28
Production - 10% et charges + 10%	16