

2.5.3 Economie agricole

(1) Revenu agricole

Dans le périmètre N° 8 la culture du blé tendre est prédominante et le rendement, supérieur à la moyenne nationale, est relativement stable. Cependant, dans le cas des fermes d'une superficie d'exploitation de moins de 5 ha, la plupart de la production est destinée à la consommation domestique et il n'y a pas de surplus à commercialiser sur les marchés. Le revenu annuel moyen des produits agricoles, et en particulier celui des céréales qui est de 3.000 DH, est inférieur au revenu de l'élevage (3.400 DH), ce qui montre bien les difficultés des agriculteurs. S'agissant des fermes d'une superficie d'exploitation de plus de 5 ha, le revenu moyen des produits agricoles est de 17.000 DH, et il atteint 22.000 DH si l'on y ajoute le revenu de l'élevage qui est de 5.000 DH.

(2) Revenus hors exploitation

Les revenus hors exploitation sont des sources de revenus importantes pour l'économie domestique des exploitations de petite taille. Ils sont affectés à l'achat des produits alimentaires et des articles de consommation courante, aux frais d'éducation, aux frais médicaux, etc. Les revenus hors exploitation des fermes d'une superficie de moins de 5 ha sont en moyenne d'environ 9.000 DH, soit 1,4 fois le montant du revenu agricole, tandis que pour les exploitations de plus de 5 ha, les revenus hors exploitation représentent la moitié du revenu agricole soit 11.000 DH. Les revenus hors exploitation proviennent par ordre décroissant des salaires des ouvriers saisonniers, des fonds transférés par des travailleurs émigrés, des revenus du commerce et des pensions des militaires retraités.

(3) Dépenses

Les revenus et les dépenses des exploitations de petite taille d'une superficie de moins de 5 ha s'équilibrent à peu près, tandis que les exploitations de plus de 5 ha bénéficient d'un excédent d'environ 11.000 DH qu'elles peuvent affecter au remboursement de dettes ou à des investissements. Si l'on étudie la répartition des dépenses, on constate que 60% des dépenses sont affectées à l'achat de produits alimentaires tels que sucre, thé, viande, légumes et épices. En dehors des produits alimentaires, les dépenses servent à couvrir divers frais dont les frais de déplacement, médicaux, d'éducation, d'habillement, de réparation du logement, etc.

ANNEXE. TABLEAU B2.2.5.1
RESULTAT DE L'ENQUETE SOCIO-ECONOMIQUE

Douar : Sidi Saoud, M'Témar,
Rharbia, Oulad Tahar,
G.Soufla, Galaz
C.R : Taounate, A<n Mediouna,
Galaz Bouarouss
Cercle : Taounate, Rhafsai
Nombre d'Echantillons: 53

1. Information Générale

(1) Chef de famille			
Alphabète:	6		
Analphabète:	47		
(2) Groupe familial			
	<u>Max.</u>	<u>Min.</u>	<u>Moy.</u>
Nbr de personnes	20	2	8,2
Plus de 15 ans			
- Hommes	5	1	2,1
- Femmes	6	1	2,1
Moins de 15 ans			
- Hommes	8	0	1,9
- Femmes	6	0	2,1
(3) Migration			
- Nombre de familles dont des autres membres ont quitté le village: 25			
- Lieu d'émigration			
Etranger:	2		
Intérieur:	39		
- Causes d'émigration			
Travail:	30		
Etude:	11		
(4) Travail en dehors de l'exploitation			
- Nombre de familles qui travaillent comme ouvrier chez un autre agriculteur: 14			
- Durée de travail/an			
1-3 mois:	5		
4-6 mois:	7		
7-9 mois:	2		
plus de 10 mois:	0		
(5) Sources d'eau domestique			
AEP:	0		
Puits:	47		
Source:	15		
Rivière:	4		
(6) Type d'énergie pour la cuisine			
Bois:	19		
Gaz:	53		
Pétrole:	48		
Charbon:	6		
(7) Electrification			
- Nombre de maisons électrifiées: 1			

2. La Terre

(1) Mode d'acquisition de la terre

Achat:	13
Héritage:	9
Location:	0
Achat+Héritage:	20
Achat+Location:	6
Héritage+Location:	4

(2) Type d'association

Khamas:	4
Azzab:	1
Autre:	48

(3) Utilisation du sol

	Moins de 5 Ha			Plus de 5 Ha		
	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.
SAU(Ha)	5,0	0,2	3,1	30,0	5,6	10,3
Nbr Parcelles(Ha)	7,0	1,0	3,8	10,0	2,0	4,8
B.T(Ha)	2,8	0,0	1,2	6,0	0,0	2,5
B.D(Ha)	2,0	0,0	0,2	8,0	0,0	1,5
Orge(Ha)	1,0	0,0	0,2	2,0	0,0	0,7
Légumin.(Ha)	2,5	0,0	0,6	2,4	0,0	1,0
Olive(Ha)	1,5	0,0	0,2	10,0	0,0	1,5
Autres(Ha)	1,5	0,0	0,1	1,8	0,0	0,5
Jachère(Ha)	2,0	0,0	0,6	8,0	0,0	2,6

3. Production agricole

(1) Rendement

	Max.	Min.	Moy.
B.T (Qx/Ha)	39,0	6,0	17,5
B.D (Qx/Ha)	25,0	5,0	13,2
Orge (Qx/Ha)	20,0	7,0	14,4
Légumineuses(Qx/Ha)	17,0	2,0	8,7
Olive (Qx/Ha)	60,0	2,0	27,0

(2) Destination de la production

(Taille moyenne d'exploitation inférieure à 5 Ha)

	B.T	B.D	Orge	Légumin	Olive
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Production	100	100	100	100	100
Besoin total	91	100	186	100	100
Auto-consommation	75	85	86	81	100
Réservé au semis	11	15	14	19	0
Qté achetée pour consomm.	0	0	86	0	0
Qté achetée pour semence	5	0	0	0	0
Qté commercialisée	14	0	0	0	0

(Taille moyenne d'exploitation supérieure à 5 Ha)

	B.T	B.D	Orge	Legumin	Olive
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Production	100	100	100	100	100
Besoin total	48	25	79	65	20
Auto-consommation	36	12	69	48	20
Réservé au semis	7	13	10	17	0
Qté achetée pour consomm.	0	0	0	0	0
Qté achetée pour semence	5	0	0	0	0
Qté commercialisée	57	75	21	35	80

4. Facteur de Production

(1) Travaux agricoles

(Moins de 5 Ha)

	<u>B.T</u>	<u>B.D</u>	<u>OrgeLegumin.</u>		<u>Total</u>
Mécanique	3	1	1	3	8
Manuel(1)	12	5	5	9	31
Manuel(2)	16	6	8	15	45

(Plus de 5 Ha)

	<u>B.T</u>	<u>B.D</u>	<u>OrgeLegumin.</u>		<u>Total</u>
Mécanique	7	6	1	1	15
Manuel(1)	5	5	5	7	22
Manuel(2)	4	3	5	4	16

* Manuel(1): Engagement de main d'œuvre
Manuel(2): Famille seulement

(2) Engrais

	<u>Unit</u>	<u>B.T</u>	<u>B.D</u>	<u>OrgeLegumin.</u>		<u>Olive</u>
NPK(14-28-14)	Qx/Ha	45	24	20	9	0
Urée(46%)	Qx/Ha	43	24	20	0	0
TSP(45%)	Qx/Ha	0	0	0	19	0
SP(18%)	Qx/Ha	1	1	0	10	0
SA(21%)	Qx/Ha	6	3	0	0	4

(3) Produits phytosanitaires

	<u>Unit</u>	<u>B.T</u>	<u>B.D</u>	<u>OrgeLegumin.</u>		<u>Olive</u>
Insecticide	lit/Ha	0	0	0	0	0
Herbicide	lit/Ha	44	22	4	0	0
Pesticide	kg/Ha	0	0	0	0	0

5. Cheptel Vivant

(1) Nombre de têtes par famille

	Moins de 5 Ha			Plus de 5 Ha		
	<u>Max.</u>	<u>Min.</u>	<u>Moy.</u>	<u>Max.</u>	<u>Min.</u>	<u>Moy.</u>
Bovin	7	0	3,6	7	1	4,4
Ovin	20	0	4,1	35	0	8,3
Caprin	0	0	0,0	5	0	0,3
Equidés	4	0	1,7	4	1	2,4

(2) Alimentation du bétail

Produit acheté:	45
Produit domestique:	8
- Type d'alimentation achetée	
Orge:	42
Avoine:	0
Paille:	5
Son:	30
Autre:	8

(3) Source d'eau pour l'abreuvement

Rivière:	23
Puits:	30
Source:	17

- Nombre de sources d'eau pour les animaux utilisées aussi pour la population: 40

6. Budget d'Exploitation(1990/91)

(1) Revenus(DH)

	Moins de 5 Ha			Plus de 5 Ha		
	<u>Max.</u>	<u>Min.</u>	<u>Moy.</u>	<u>Max.</u>	<u>Min.</u>	<u>Moy.</u>
Production végétale	16.500	0	3.072	64.400	0	17.224
Production animale	8.100	0	3.463	13.600	0	4.882
Revenus annexes	38.640	0	8.806	30.000	0	11.322
Total			15.341			33.428

(2) Sources de revenu annexe

Ouvrier agricole:	14
Ouvrier non agricole:	19
Pension:	6
Commercialisation:	6
Fonctionnaire:	5
Immigré:	7

(3) Dépenses(DH)

	Moins de 5 Ha			Plus de 5 Ha		
	<u>Max.</u>	<u>Min.</u>	<u>Moy.</u>	<u>Max.</u>	<u>Min.</u>	<u>Moy.</u>
Alimentation	17.580	2.352	8.885	25.284	5.136	13.419
Autres	19.000	800	6.611	26.300	1.900	8.978
Total			15.496			22.397

7. Services d'encadrement

	Moins de 5 Ha	Plus de 5 Ha
Membre de Coopérative	2	4
Client de CLCA	11	7
Client de CRCA	4	2
Compte bancaire	2	1

ANNEX. TABLEAU B2.2.5.2 (1)

DESTINATION DE LA PRODUCTION EN SITUATION ACTUELLE DE TAOUNATE
ET RHARBIA

(Taille d'exploitation: 3 Ha)

	B.T	B.D	Orge	Légumin.	Olive
1. Superficie(Ha)	1,2	0,2	0,2	0,6	0,2
2. Rendement(Qx/Ha)	17,5	13,2	14,4	8,7	27,0
3. Production(Qx)	21,0	2,6	2,9	5,2	5,4
4. Besoin total(Qx)	19,2	2,6	5,4	5,2	5,4
Auto-consomm.(Qx)	15,8	2,2	2,5	4,2	5,4
Réserve de semis(Qx)	2,4	0,4	0,4	1,0	0,0
Quantité achetée pour consomm.(Qx)	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
Quantité achetée de semences(Qx)	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Qté commercialisée(Qx)	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0

* La jachère occupe 0,6 hectare

DESTINATION DE LA PRODUCTION EN SITUATION ACTUELLE DE TAOUNATE
ET RHARBIA

(Taille d'exploitation: 5 Ha)

	B.T	B.D	Orge	Légumin.	Olive
1. Superficie(Ha)	2,0	0,3	0,3	1,0	0,5
2. Rendement(Qx/Ha)	17,5	13,2	14,4	8,7	27,0
3. Production(Qx)	35,0	4,0	4,3	8,7	13,5
4. Besoin total(Qx)	19,6	3,0	5,4	5,7	8,0
Auto-consomm.(Qx)	15,6	2,4	3,7	4,2	8,0
Réserve de semis(Qx)	3,0	0,6	0,6	1,5	0,0
Quantité achetée pour consomm.(Qx)	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0
Quantité achetée de semences(Qx)	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Qté commercialisée(Qx)	16,4	1,0	0,0	3,0	5,5

* La jachère occupe 0,9 hectare

ANNEX. TABLEAU B2.2.5.2 (2)

DESTINATION DE LA PRODUCTION EN SITUATION ACTUELLE DE TAOUNATE
ET RHARBIA (Taille d'exploitation: 7 Ha)

	B.T	B.D	Orge	Légumin.	Olive
1. Superficie(Ha)	2,3	1,3	0,4	1,0	0,6
2. Rendement(Qx/Ha)	17,5	13,2	14,4	8,7	27,0
3. Production(Qx)	40,3	17,2	5,8	8,7	16,2
4. Besoin total(Qx)	19,6	4,4	7,6	5,7	8,0
Auto-consomm.(Qx)	15,6	2,4	5,2	4,2	8,0
Réserve de semis(Qx)	3,0	2,0	0,6	1,5	0,0
Quantité achetée pour consomm.(Qx)	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0
Quantité achetée de semences(Qx)	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Qté commercialisée(Qx)	21,7	12,8	0,0	3,0	8,2

* La jachère occupe 1,2 ha et les autres catégories 0,2 ha

DESTINATION DE LA PRODUCTION EN SITUATION ACTUELLE DE TAOUNATE
ET RHARBIA (Taille d'exploitation: 10 Ha)

	B.T	B.D	Orge	Légumin.	Olive
1. Superficie(Ha)	2,5	1,5	0,7	1,0	1,5
2. Rendement(Qx/Ha)	17,5	13,2	14,4	8,7	27,0
3. Production(Qx)	43,8	19,8	10,1	8,7	40,5
4. Besoin total(Qx)	20,6	4,9	8,0	5,7	8,0
Auto-consomm.(Qx)	15,6	2,4	7,0	4,2	8,0
Réserve de semis(Qx)	3,0	2,5	1,0	1,5	0,0
Quantité achetée pour consomm.(Qx)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Quantité achetée de semences(Qx)	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5. Qté commercialisée(Qx)	25,2	14,9	2,1	3,0	32,5

* La jachère occupe 2,6 ha et les autres catégories 0,2 ha

3 Plan de développement

3.1 Secteur irrigué

Du point de vue topographique, le secteur irrigué est limité à l'Ouest par un petit affluent qui longe la bordure Ouest de la nationale qui relie Ain Alcha à Taounate, et de vastes champs s'étendent à l'Est et au Sud. Dans l'ensemble, les terres de cultures qui font l'objet du programme de développement sont à plus de 300 m d'altitude.

Le secteur irrigué représente une superficie de 2.840 ha à l'exclusion du lit de l'Ouergha et autres cours d'eau comme indiqué à la figure B2.3.1.1. La superficie agricole nette est estimée à 2.500 ha si l'on considère que le taux de superficies nettes couvert par le réseau d'irrigation est de 88 % de la superficie totale cultivée.

3.2 Plan d'irrigation

L'irrigation par les eaux de surface déjà pratiquée actuellement sur une partie des périmètres irrigués est retenue. Le système cultural appliqué étant en principe une rotation biennale "cultures industrielles - céréales" ou triennale "légumes - légumes - céréales". L'irrigation en aval consiste en 6 soles. Le plan d'irrigation pour le secteur irrigué est indiqué au diagramme du schéma du plan d'irrigation.

Le secteur est alimentée par l'ouvrage N° 8, utilisé avec l'ouvrage de dérivation construit sur le Sra et les écoulements du cours dérivé du barrage. Les canaux principaux sont aménagés sur les deux rives du Sra à partir de l'ouvrage de dérivation. Le canal de la rive droite passant le long de l'extrémité Nord servira à l'irrigation du secteur Ouest, tandis que le canal de la rive gauche traversant l'Ouergha servira à irriguer tout le secteur de la rive gauche.

La partie amont de l'ouvrage de prise N° 20 est à 304 m d'altitude. Etant donné que, sur la partie élevée de la rive gauche de l'Ouergha, la longueur totale des canalisations dépasse 6 km et que la perte de charge est d'environ 12 m, l'irrigation par gravité ne sera possible que pour la partie qui est à moins de 290 m d'altitude ($304 \text{ m} - 12 \text{ m} - 2 \text{ m (marge)} = 290 \text{ m}$). Il est donc nécessaire de recourir à l'irrigation par pompage pour les terres de cultures qui sont plus en altitude. Le secteur irrigué par pompage se divise en deux sous-secteurs sur une superficie totale de 920 ha, la superficie d'irrigation nette étant de 810 ha (cf. figure B2.3.2.1).

3.3 Besoins en eau d'irrigation

Les besoins en eau d'irrigation sont calculés à partir du système cultural programmé comme indiqué au tableau B2.3.3.1. La méthode de calcul et les données sont présentées à l'Annexe A5.

3.4 Plan de développement hydraulique

On détermine le volume de retenue nécessaire sur la base des besoins en eau d'irrigation. On calcule les volumes d'appoint en eau d'irrigation, en tenant compte des pluies efficaces puis on établit un bilan d'eau.

Pour le calcul du bilan d'eau mensuel, on déduit d'abord les volumes d'eau d'irrigation du débit de la rivière au point N° 20. Si le débit de la rivière est supérieur aux volumes d'eau d'irrigation, l'irrigation ne dépend pas de la retenue du barrage N° 8. Mais dans le cas contraire, la différence doit être comblée avec de l'eau prise à la retenue du barrage N° 8.

Nous avons effectué le calcul du bilan d'eau pour une période de 30 ans de 1958 à 1987.

Le volume de la retenue du barrage N° 8 pour chaque année est indiqué au tableau B2.3.4.1. Les variations saisonnières du volume de la retenue du barrage ressorties à partir du bilan d'eau sont indiquées à la figure B2.3.4.1.

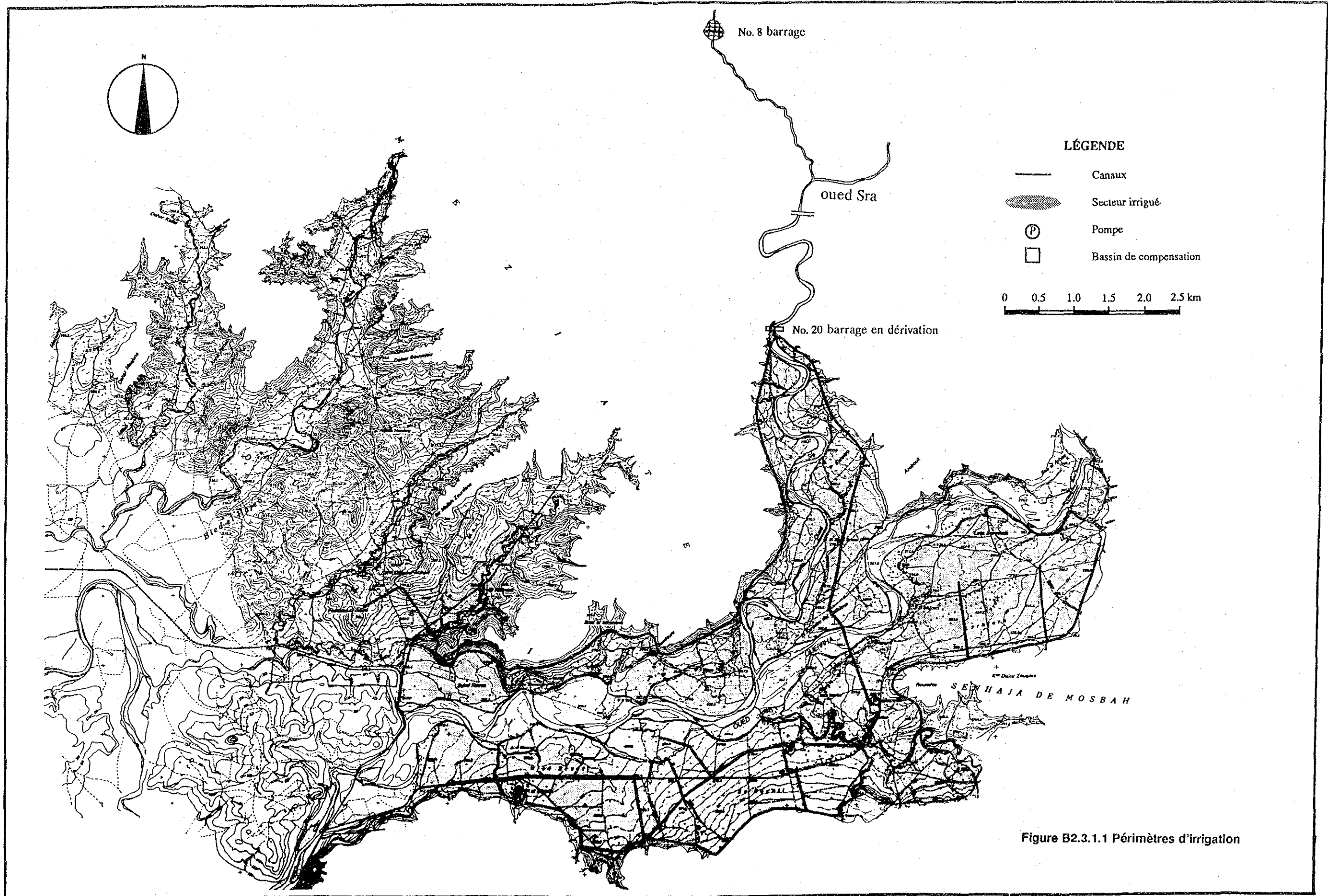


Figure B2.3.1.1 Périmètres d'irrigation

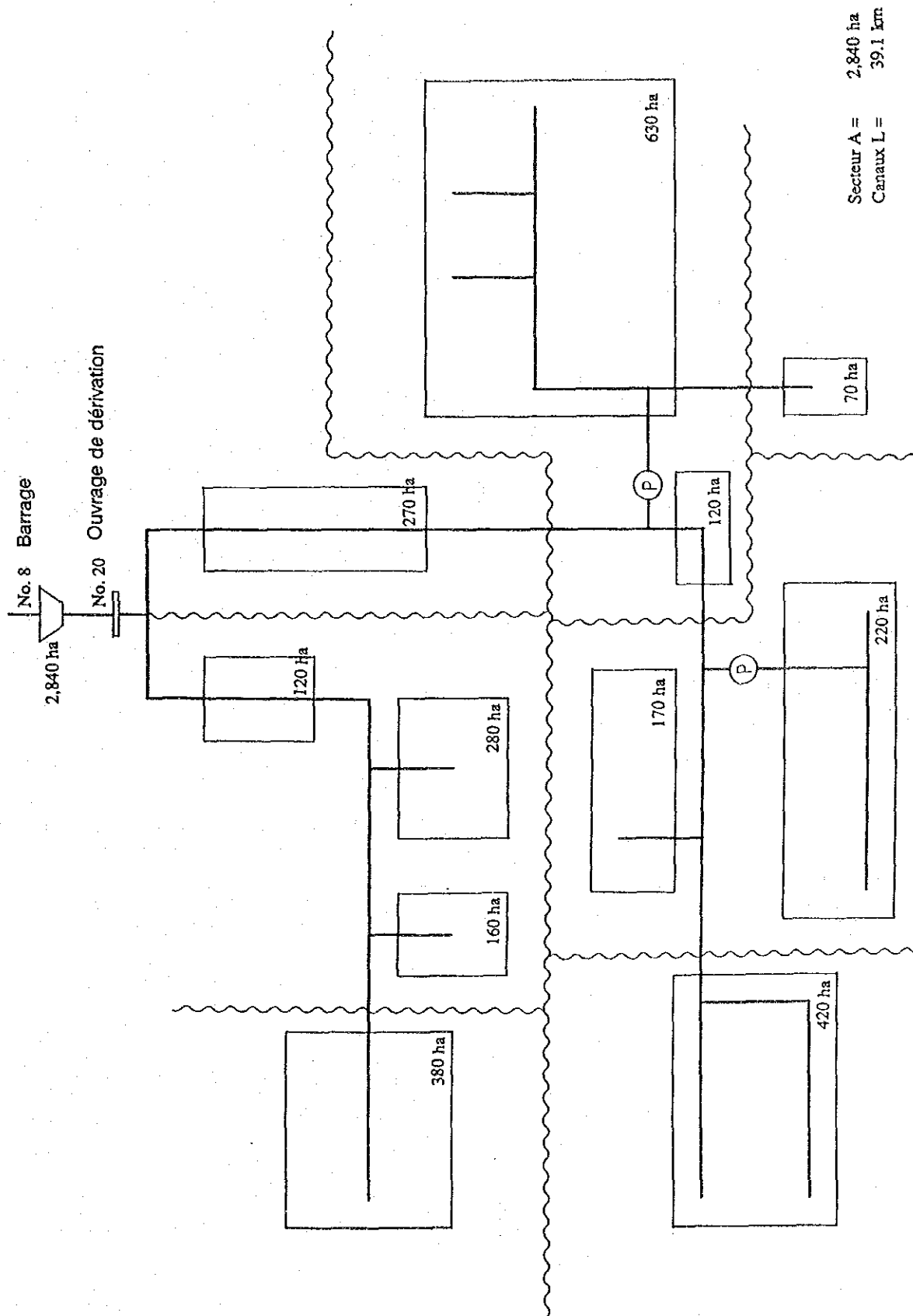


Figure B2.3.2.1 Diagramme du schéma d'irrigation

Tableau B2.3.3.1 Besoins en eau d'irrigation du secteur N° 8

	1								2								3																		
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
Cultures (1) 1.710 ha	Tournesol								Blé								Tournesol																		
	Blé				Tournesol				Blé				Tournesol				Blé				Tournesol														
Cultures (2) 400 ha	Oignon				Blé				Laitue				P.d.t																						
Cultures (3) 190 ha	Laitue				P.d.t				Oignon				Blé																						
Cultures (4) 200 ha	Olive								Orange								Orange																		

Besoins en eau d'irrigation (:mm/mois)

		9	10	11x	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Evapotranspiration	Pt (mm)	175	115	65	52	49	59	105	116	162	193	234	216
Culture (1) tournesol (855,0 ha)	Kc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,63	0,87	1,00	0,77	0,60
	Af	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33
	Kc.Af.Pt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,96	73,08	140,94	193,00	180,18	42,77
Culture (1) blé (855,0 ha)	Kc	0,00	0,00	0,00	0,48	0,70	0,93	1,00	0,97	0,75	0,53	0,00	0,00
	Af	0,00	0,00	0,00	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
	Kc.Af.Pt	0,00	0,00	0,00	20,72	34,30	54,87	105,00	112,52	121,50	102,29	0,00	0,00
Culture (2) oignon (133,0 ha)	Kc	0,00	0,00	0,45	0,47	0,66	0,95	0,98	0,83	0,75	0,00	0,00	0,00
	Af	0,00	0,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	0,00	0,00	0,00
	Kc.Af.Pt	0,00	0,00	14,63	24,44	32,34	56,05	102,90	96,28	40,10	0,00	0,00	0,00
Culture (2) laitue, p.d.t (133,0 ha)	Kc	0,47	0,63	0,97	0,93	0,80	0,00	0,00	0,45	0,79	1,00	0,98	0,90
	Af	0,50	1,00	1,00	1,00	0,33	0,00	0,00	0,83	1,00	1,00	1,00	0,33
	Kc.Af.Pt	41,13	72,45	63,05	48,36	12,94	0,00	0,00	43,33	127,98	193,00	229,32	64,15
Culture (2) blé (133,0 ha)	Kc	0,00	0,00	0,00	0,48	0,70	0,93	1,00	0,97	0,75	0,53	0,00	0,00
	Af	0,00	0,00	0,00	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
	Kc.Af.Pt	0,00	0,00	0,00	20,72	34,30	54,87	105,00	112,52	121,50	102,29	0,00	0,00
Culture (3) Olive (190,0 ha)	Kc	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	Af	1,00	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Kc.Af.Pt	87,50	28,75	16,25	26,00	24,50	29,50	52,50	58,00	81,00	96,50	117,00	108,00
Culture (4) Orange (200,0 ha)	Kc	0,88	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,67	0,88	0,98	0,99
	Af	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Kc.Af.Pt	154,00	82,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,52	108,54	169,84	229,32	213,84
Volumes nets	(2.500 ha)	21,10	12,70	5,40	11,70	13,90	20,70	57,70	80,80	122,00	148,20	121,20	48,50
Besoins en eau bruts	(2.500 ha)	35,17	21,17	9,00	19,50	23,17	34,50	96,17	134,67	203,33	247,00	202,00	80,83

ici les besoins bruts ne tiennent pas compte des pluies efficaces

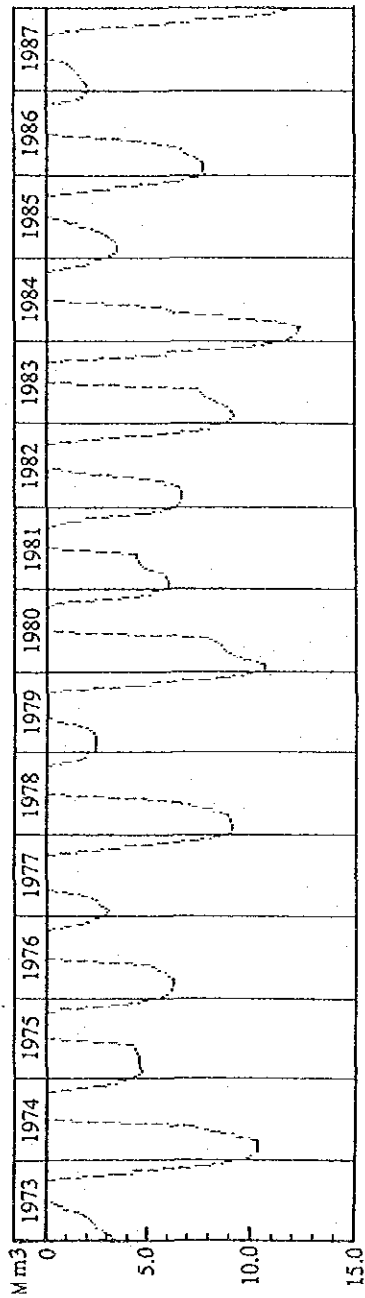
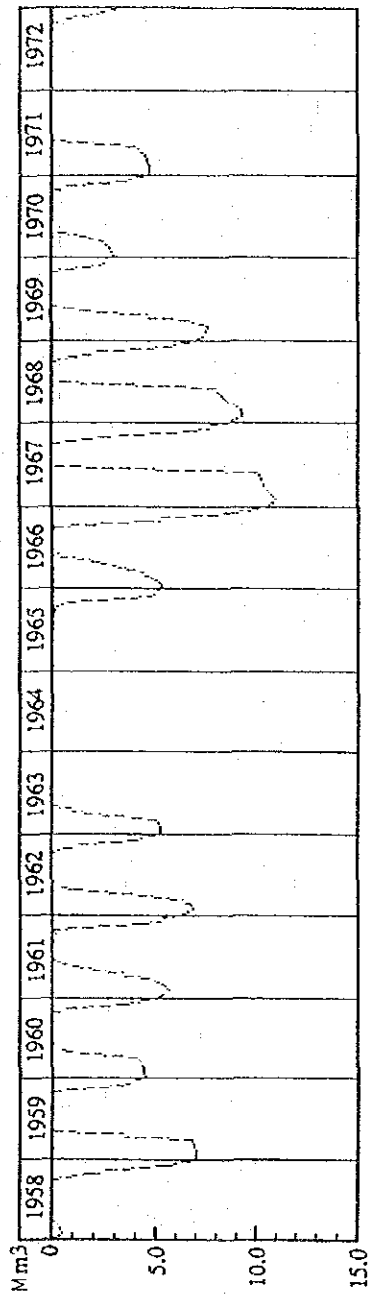


Figure B2.3.4.1 Variation des volumes de retenue nécessaires

Tableau B2.3.4.1 Résultats du calcul de volume de retenue nécessaire (million m³)

Année	Volume de retenue nécessaire (million m ³)
1958	6,98
1959	6,94
1960	4,96
1961	6,27
1962	6,89
1963	5,26
1964	0,00
1965	5,31
1966	10,52
1967	10,94
1968	9,29
1969	7,52
1970	4,65
1971	4,62
1972	3,23
1973	9,52
1974	10,30
1975	5,55
1976	6,29
1977	8,97
1978	9,09
1979	10,60
1980	10,57
1981	6,39
1982	8,76
1983	11,60
1984	12,34
1985	7,73
1986	7,68
1987	12,10

Remarque : "Année" signifie une période de 12 mois de septembre à août de l'année suivante. Par exemple, le calcul du bilan d'eau pour l'année 1958 est celui de la période qui va de septembre 1957 à août 1958.

Par ailleurs, les résultats du calcul de probabilité sur la base des résultats indiqués au tableau ci-dessus sont montrés au tableau B2.3.4.2.

Tableau B2.3.4.2. Probabilité des volumes de retenue nécessaires (million m³)

Période de récurrence	Volume de la retenue de barrage
2	7,27
5	10,14
10	12,04
20	13,86
30	14,91
40	15,65
50	16,22
80	17,42
100	17,99
200	19,75

Dans un premier temps, pour définir le volume de retenue nécessaire de l'ouvrage, on prend la valeur obtenue par le calcul de probabilité pour une période de récurrence de 5 années. En y ajoutant environ 10% pour les pertes de volume de la retenue et l'alimentation en eau potable, on obtient une valeur de 11 millions de m³ que nous prendrons comme valeur définitive pour le volume de la retenue du barrage N° 8.

4 Plan des ouvrages

4.1 Ouvrages d'irrigation

(1) Ouvrages d'irrigation aval

Les ouvrages d'irrigation aval doivent se conformer aux modèles d'ouvrages standard qui sont indiqués à la figure A9.2.1. de l'Annexe A9. La taille des canaux est reportée à la figure A9.2.2.

(2) Canaux principaux

Les canaux principaux sont des ouvrages d'amenée d'eau qui partent de la source d'alimentation. Leur longueur, en fonction de leur taille, est indiquée au tableau ci-dessous.

Tableau Longueur des canaux principaux par taille

Taille	Longueur (km)
Type A	0,0
Type B	0,0
Type C	6,0
Type D	11,2
Type E	21,9

Les tailles sus-mentionnées font référence au paragraphe 2.1 "Canaux principaux" de l'Annexe A9.

(3) Aqueduc de franchissement

Un aqueduc de franchissement sera construit sur l'Ouergha pour faire traverser les canaux principaux. Pour plus de détails concernant l'aqueduc, se référer au Plan N° 3. L'aqueduc de franchissement comporte une structure permettant le passage des hommes et des véhicules, pratique pour les habitants. L'emplacement de cet aqueduc a été déterminé à un endroit où les méandres de l'Ouergha sont stables.

(4) Stations de pompage

L'alimentation en eau par pompage est nécessaire pour la partie sud du secteur irrigué. Ce secteur se divise en deux ; il faut par conséquent construire deux stations de pompage dont les spécifications sont données au tableau B2.4.1.2.

Tableau B2.4.1.2 Spécifications des stations de pompage

	Débit de pompage	Hauteur de pompage	Puissance
Station de pompage N° 1	30 m ³ /min	15 m	110 kW
Station de pompage N° 2	18 m ³ /min	15 m	75 kW

A la station de pompage, l'eau est retenue dans un réservoir de régulation. Elle est ensuite envoyée par pompage vers un autre réservoir de régulation aménagé à un niveau plus élevé d'où elle pourra être distribuée par gravité.

4.2 Barrages

4.2.1 Eléments de base

(1) Emplacement

Coordonnées : X = 571,13 Y = 444,15

Nom d'oued : Islane

(2) Conditions de calcul

Volume utile	: VE = 11.000.000 m ³ "cf. § 3.4 "
Dégradation spécifique	: Ds = 1.530 m ³ /km ² /cm... "cf. § 2.3.2"
Volume de sédimentation	: Vs = 1.530 m ³ x 25 km ² x 50 ans x 0,5 = 960.000 m ³
Volume total de la retenue	: VT = 11.960.000 m ³
Cote normale de retenue	: R.N. = 397,00 m "cf. Figure B2.4.2.1"
Niveau minimal d'exploitation	: 368,50 m " cf. Figure B2.4.2.1"
Intensité sismique	: 0,1 g
Débit de crue Q	: Probabilité 1/10 ans 120 m ³ /s

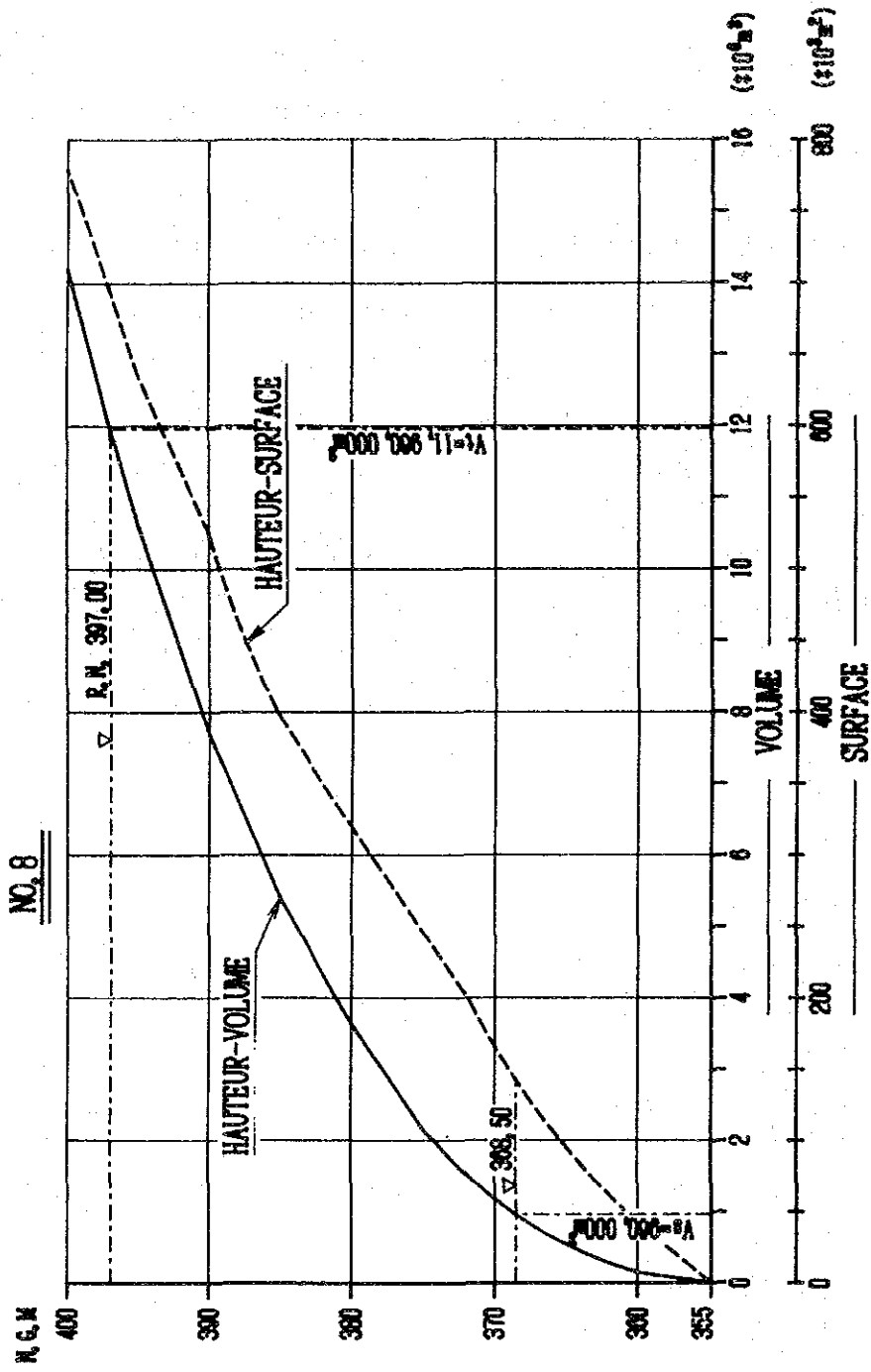


Tableau B2.4.2.1 Courbe Niveau-volume

Probabilité 1/100 ans	180 m ³ /s
Probabilité 1/1000 ans	230 m ³ /s
Probabilité 1/10000 ans	290 m ³ /s "cf. § 3.4"
Quantité maximale de prise	: Q = 1,02 m ³ /s ... "cf. § 3.3"

(3) Détermination de l'altitude de la crête du barrage

(a) Hauteur d'élévation pour les crues de projet (Hd) $Hd = (Q/C \cdot L)^{2/3}$

où :

Q : volume des crues de projet de 290 m³/s, probabilité sur 1/10000 ans

C : coefficient sur le déversement 2,0

L : Longueur du seuil 52 m

$$\therefore Hd = \left(\frac{290}{2,0 \times 52} \right)^{2/3} = 1,98 = 2,0 \text{ m}$$

(b) Hauteur ajoutée par rapport à la hauteur des vagues

$$\text{Hauteur des vagues } H = 0,76 + 0,032 (U \cdot F)^{0,5} - 0,26 (F)^{0,25}$$

où U : Vitesse du vent 100 km/h

F : Fetch 1,4 km

$$\therefore H = 0,76 + 0,032 (100 \times 1,4)^{0,5} - 0,26 (1,4)^{0,25} = 0,86 \text{ m}$$

$$\text{Vitesse de propagation des vagues } V = 1,5 + 2 \cdot H = 1,5 + 2 \times 0,86 = 3,22 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} \therefore H_v &= 0,75 \cdot H + \frac{V^2}{2g} = 0,75 \times 0,86 + \frac{3,22^2}{2 \times 9,8} = 1,17 \text{ m} \\ &= 0,20 \text{ m} \end{aligned}$$

Ce barrage moyen en remblai aura une altitude de crête de :

$$\begin{aligned} \text{Altitude de crête} &\geq \text{R.N.} + Hd + H_v + 1,0 \\ &\geq 397,0 + 2,00 + 1,20 + 1,0 \\ &\geq 401,20 = 401,50 \end{aligned}$$

4.2.2 Type et profil de barrage

(1) Type de barrage

Etant donné que le socle est en schiste, on peut construire soit un barrage en remblai soit un barrage-poids en béton. Le volume de la digue et l'évaluation du coût des travaux sont donnés au tableau ci-dessous.

Type de barrage	Volume de la digue (m ³)	Coût des travaux (10 ⁶ DH)
Barrage remblai	865.000	112
Barrage poids en béton	193.000	270
Variante BCR	289.000	289

- Dans le cas du barrage en remblai, l'inclinaison du talus de remblai est de 1 : 2,7 en amont, et de 1 : 2,4 en aval. La largeur de crête est de 8 m.

- Dans le cas du barrage-poids en béton, l'inclinaison du talus est de 1 : 0,0 en amont et de 1 : 0,9 en aval. Dans le cas de béton BCR, cette inclinaison est de 1 : 0,2 en amont et de 1 : 1,3 en aval.

Ici on adopte le type de barrage en remblai qui est plus économique.

(2) Profil de barrage

Ce barrage doit être un type en terre zonée à noyau d'argile vertical. Dans ce cas, il est nécessaire de considérer les points suivants :

Le dépôt des déblais doit être aménagé dans la retenue en veillant à ce que les répercussions sociales soient moindres. Les terres produites pendant les travaux d'excavation de l'évacuateur de crue seront utilisées comme matériaux semi-perméables et perméables.

La roche de fondation de ce barrage est sûrement étanche, mais une ligne d'injection de ciment est prévue afin d'augmenter l'étanchéité au maximum. La zone imperméable (zone de noyau) est plus épaisse que celle des barrages ordinaires.

Les terrains aux alentours du site du barrage consistent principalement en schistes. Le schiste, peu résistant, n'est pas approprié au riprap. Pour les matériaux de riprap, il faut utiliser du gravier tamisé de grand diamètre provenant des terrasses alluviales, ou du grès calcaire obtenu par torpillage.

Le profil standard de la digue est indiqué au plan N° 1 de l'annexe A11.

4.2.3 Conception de l'évacuateur de crue

(1) Détermination du tracé de l'évacuateur

Les rives gauche et droite présentent toutes deux une fondation de schiste. La longueur de l'évacuateur est de 310 m sur la rive gauche et de 285 m sur la rive droite. La rampe d'accès à la rivière existante est de 45 degrés sur les deux rives. Par conséquent, pour le tracé de l'évacuateur on choisit la rive gauche qui est plus courte.

(2) Type d'évacuateur

L'évacuateur se compose d'un pertuis, d'un guideau et d'un dissipateur. Le pertuis doit être à déversoir sans vanne pour faciliter l'entretien. On adoptera un évacuateur latéral avec chenal latéral. La partie de guideau est une voie d'eau à écoulement torrentiel, et le bassin d'amortissement est à ressaut avec barrage auxiliaire.

(3) Spécifications de l'évacuateur

(a) Pertuis

Charge sur le déversoir et longueur du seuil

On calcule la taille du pertuis et de la digue pour différentes hypothèses de charge. La comparaison des estimations de coûts des travaux donne les résultats suivants. Ici, le débit de crue de projet Q est de $290 \text{ m}^3/\text{s}$ sur une probabilité de 1/10000 ans.

Charge sur le déversoir h (m)	Longueur de digue L (m)	Volume de digue (10 ³ DH)	Déversoir de l'évacuateur		Total (10 ³ DH)
			fouilles (10 ³ DH)	bétonnage (10 ³ DH)	
1,60	71,65	47.025,00	2.437,80	2.601,35	52.064,15
1,80	60,04	47.575,00	2.043,40	2.220,18	51.838,58
2,00	51,27	47.850,00	1.744,20	1.929,78	51.523,98
2,20	44,44	48.400,00	1.513,00	1.704,75	51.617,75
2,40	39,00	48.950,00	1.326,00	1.521,63	51.797,63

Remarque 1) Pour le prix unitaire des travaux, on a comparé avec documents de l'évaluation d'El Mabrine de 1991.

Parmi ces résultats, on adopte le cas le moins coûteux, c'est-à-dire celui où la charge sur le déversoir est de $h = 2,0$ m et la longueur du seuil de $L = 51,27 \approx 52$ m.

(ii) Largeur du déversoir latéral et altitude du fond à l'extrémité

A l'extrémité, la largeur du déversoir latéral est de 10,0 m et l'altitude de son fond est de 390,7 m comme celles du canal de prise.

(iii) Largeur du déversoir latéral et altitude du fond au point de départ

Au point de départ, la largeur du déversoir latéral est de 5,0 m, la moitié de la largeur du déversoir latéral à l'extrémité et l'altitude de son fond est de 392,7 m.

(b) Canal de prise (chenal entre le chenal latéral et le chenal à écoulement torrentiel)

Largeur et profondeur

La largeur et la profondeur du canal de prise sont déterminées de façon à ce que l'écoulement fluvial soit réalisé à son extrémité.

Q : débit 290 m³/s

B : largeur du canal

h : profondeur critique

B	q	h	B/h
8,00	36,25	5,12	1,56
10,00	29,00	4,41	2,27
12,00	24,17	3,91	3,07

On considère $B/h \approx 2$ comme avantageux avec une largeur du canal de prise de 10,0 m et une profondeur de 4,41 m.

(c) Canal à écoulement torrentiel

La largeur du canal à écoulement torrentiel est de 10,0 m de même que celle du canal d'accès.

(d) Dissipateur

Le débit du dissipateur est de 180,0 m³/s (probabilité de 1/100 ans).

Conditions hydrauliques de l'eau écoulee dans le bassin d'amortissement

La profondeur d'entrée (d1) et la vitesse d'entrée (V1) sont calculées avec la formule suivante :

$$H-hf = d_1 \cos \theta + \frac{V_1^2}{2g}$$

où :

H : charge totale $H = 390,7 + 3,21 + 5,61^2 / 19,6 - 345 = 50,52$ m

hf : perte de charge 10% de H = 5,50 m

θ : angle du canal à écoulement

Avec l'application de la formule ci-dessus pour d1,

$$d_1^3 \cdot \cos \theta - 0,9 H \cdot d_1^2 + \frac{g^2}{2g} = 0$$

d'où d1 et V1 sont obtenus comme suit :

$$d_1 = 0,61 \text{ m}$$

$$V_1 = 29,51 \text{ m/s}$$

La longueur du bassin d'amortissement (L) est déterminée :

$$L = 4,4 \times 10,11 = 44,5 = 45 \text{ m}$$

La revanche du bassin d'amortissement est de 1,0 m et la hauteur du mur latéral du bassin d'amortissement de 11,2 m.

4.2.4 Galerie de dérivation provisoire et ouvrages de prise d'eau

Pour ce barrage en remblai, une galerie de dérivation provisoire est creusée dans l'appui pour aménager un ouvrage de dérivation. On choisit la rive droite qui présente une distance plus courte.

(1) Profil de la galerie de dérivation provisoire

Le profil planifié doit être suffisant pour effectuer une évacuation à débit de 120 m³/s (probabilité de 1/10 ans). La galerie est en forme de fer à cheval.

La formule utilisée pour la vitesse d'écoulement est la suivante :

$$H = (f_l + f_h + f_o + f_m) \frac{V^2}{2g}$$

où :

f_l : coefficient de perte de charge d'entrée

f_o : coefficient de perte de charge de sortie

f_n : coefficient de perte par frottement

$$= \frac{122 \times n^2 \times L}{D^{4/3}}$$

n : coefficient de rugosité (revêtement de béton)

L : longueur de voie d'eau

f_m : le coefficient des autres pertes est de 0,2

V = vitesse d'écoulement

H = perte de charge globale 13,5 m

si D = 4,0 m,

$$f_n = \frac{122 \times 0,012^2 \times 350}{4,0^{4/3}} = 0,97$$

$$\therefore 13,5 = (1,0 + 0,97 + 0,5 + 0,2) \times \frac{V^2}{2 \times 9,8} = 0,1362 V^2$$

$$V = (13,5 / 0,1362)^{1/2} = 10,0 \text{ m/s}$$

(2) Ouvrage de prise

Pour la prise d'eau à la retenue, on installe une prise à puits au niveau minimal d'exploitation et une conduite en acier dans la galerie de dérivation provisoire. Le diamètre de la conduite en acier est de 800 mm.

La durée de vidange d'urgence (le temps nécessaire pour évacuer l'eau à partir du niveau maximum normal de la retenue) se calcule de la manière suivante :

Condition : différence de charge $H = (\text{niveau normal de la retenue} + \text{niveau minimal d'exploitation}) / 2 - \text{altitude de la sortie de conduite}$

$$= (397,0 + 368,5) / 2 - 346,5 = 36,3 \text{ m}$$

$$\text{Volume de la retenue } V = 11 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$36,3 = 0,518 \times V^2 \quad \therefore V = 8,37 \text{ m/s}$$

$$\text{Temps de vidange } T = 11 \times 10^6 / (8,37 \times 3,1416 \times 0,4^2) \times 86,400 = 30,3 \text{ jours}$$

4.2.5 Protection des abords de la retenue

Les abords de la retenue de ce barrage sont actuellement utilisés comme terres agricoles où prédomine la culture du blé. Il y a peu de prairies et de forêts. Les sols situés à la surface de la retenue seront détrempés et érodés par les pluies et les vagues de la retenue. Pour prévenir ces dégâts et protéger le bassin versant, il est prévu de construire des terrasses plantées d'oliviers et d'amandiers comme indiqué à la figure ci-dessous. Les terrasses seront aménagées sur des pentes de moins de 45 degrés. Les abords de la retenue seront protégés sur une limite de 50 m de large à partir du bord de la surface de la retenue.

4.3 Evaluation du coût des travaux

Le coût des travaux relatif au secteur irrigué N° 8 a été évalué sur la base des prix unitaires des matériaux et du prix unitaire pour l'exécution des travaux, en vigueur en janvier 1992 au Maroc. Le coût des travaux est indiqué au tableau B2.4.3.1.

Tableau B2.4.3.1 Coûts des travaux du secteur (1000 DH)

Travaux	Coûts directs	Coûts indirects	Coût global
Barrage N° 8	117.899	29.475	147.374
Ouvrage de prise	21.431	4.286	25.374
Aqueduc de franchissement	18.447	3.689	22.136
Réservoirs régulateurs	632	126	758
Stations de pompage	3.509	702	4.211
Canaux principaux	9.370	1.874	11.244
Ouvrages d'irrigation aval	45.000	9.000	54.000
Total	216.286	49.152	265.438

Les coûts indirects ci-dessus représentent un certain pourcentage des coûts directs différent selon la nature des travaux. Ils ont été fixés ici en se fondant sur des exemples d'ouvrages et de travaux provisoires constitués par d'autres réalisations. Les pourcentages sont les suivants:

Travaux pour les barrages poids en béton	40 %
Travaux pour les barrages en remblai	25 %
Travaux pour les barrages en maçonnerie	25 %
Travaux pour les barrages d'irrigation	20 %
Travaux divers	20 %

La répartition des coûts directs des travaux est indiquée aux tableaux B2.4.3.2, B2.4.3.3 et B2.4.3.4.

Cependant, pour le coût des ouvrages d'irrigation aval, on prend une valeur moyenne des secteurs de petits barrages et des lacs collinaires de 18.000 DH/ha.

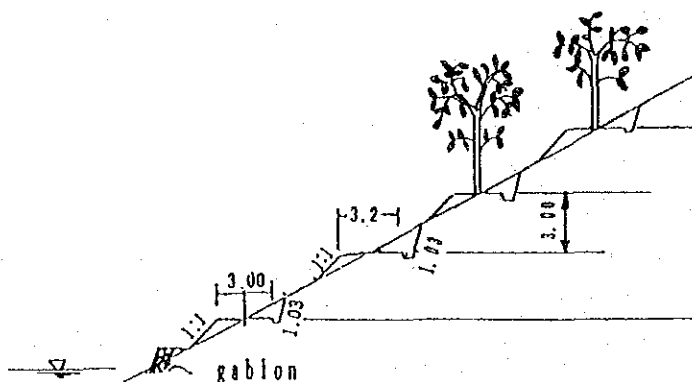


Schéma standard des terrasses

Tableau B2.4.3.2. Coûts directs des travaux du barrage N° 8

No. 8							
117,898,863 DH							
Description	Forme	Matériaux	Quantité	Unité	Prix unitaire (DH)	Montant (DH)	Remarque
Digues	Fouilles	Sable (ordinaire)	25,260.00	m3	37.92	957,859	
		Roches altérées (gravier)	0.00	m3	44.79	0	
		Roches	43,300.00	m3	64.43	2,789,819	
		sous-total				3,747,678	
	Remblayage	Noyau (ordinaire)	140,540.00	m3	51.25	7,202,675	
	Semi-perméable (gravier)	236,070.00	m3	61.29	14,468,730		
	Roches	444,740.00	m3	106.21	47,235,835		
	Filtre (sable)	26,760.00	m3	169.33	4,531,271		
	RIP-RAP	16,400.00	m3	109.74	1,799,736		
	sous-total				75,238,248		
Traitement par injection		Coulis	2,767.00	m	411.73	1,139,257	
	Sous-total					80,125,183	
Evacuateur de crues	Fouilles	Sable (ordinaire)	15,760.00	m3	39.45	621,732	
		Roches altérées (graviers)	15,340.00	m3	46.57	714,384	
		Roches	51,810.00	m3	78.90	4,087,809	
		sous-total				5,423,925	
	Bétonnage	Bétons armés	6,840.00	m3	1,302.15	8,906,706	
	Remblai		6,840.00	m3	48.68	332,971	
	Sous-total					14,663,602	
Galerie	Galerie		30,000.00	m	350.00	10,500,000	
Structures annexes	Conduites d'eau	Dia 800mm		m		1,892,000	
Travaux divers			10.00	%		10,718,078	
TOTAL						117,898,863	

Tableau B2.4.3.3 Périmètre N° 8 Coût direct des travaux pour les canaux principaux

Canaux principaux pour le barrage N° 8							
<u>53,387,803 DH</u>							
Description	Matériaux	Forme	Quantité	Unité	Prix unitaire (DH)	Montant (DH)	Remarque
Ouvrages de prise			1.0		21,431,300	21,431,300	
Aqueduc de franchissement			1.0		18,446,663	18,446,663	
Réservoir de régulation	(V=3,600m ³)		1.0		459,588	459,588	
Réservoir de régulation	(V=1,080m ³)		1.0		171,862	171,862	
Sous-total						631,450	
Station de pompage	(V=3,600m ³)		1.0		1,980,000	1,980,000	
Station de pompage	(V=1,080m ³)		1.0		1,528,800	1,528,800	
Sous-total						3,508,800	
Canal principal - A	(quantité par m)		0.0	m	1,215	0	
Canal principal - B	(quantité par m)		0.0	m	1,056	0	
Canal principal - C	(quantité par m)		6,000.0	m	720	4,320,000	
Canal principal - D	(quantité par m)		11,200.0	m	132	1,478,400	
Canal principal - E	(quantité par m)		21,900.0	m	90	1,971,000	
Partiteur			20.0		1,930	38,592	
Travaux divers			20	%		1,561,598	
Sous-total						9,369,590	
TOTAL						53,387,803	

Tableau B2.4.3.4 Prix unitaire d'exécution des travaux pour les canaux principaux (1/2)

Canal principal - 1							
Description	Matériaux	Forme	Quantité	Unité	Prix unitaire (DH)	Montant (DH)	Remarque
Ouvrage de prise	Fouilles		3,600	m3	30	108,000	
	Béton		6,250.00	m3	900	5,625,000	
	Vanne 50 t	12x6m	100.00	ton	125,000	12,500,000	
	Vanne 10 t	12x2m	10.00	ton	125,000	1,250,000	
	Autres travaux		10	%		1,948,300	
	Sous-total						21,431,300
Aqueducs de franchissement (Nombre par emplacement)	Fouilles		14,400	m3	30	432,000	
	Remblai		13,320.00	m3	70	932,400	
	Piquet	H=300	36.00	nos		0	
	Béton		1,519.80	m3	900	1,367,820	
	Coffrage		1,865.80	m2	30	55,974	
	Acier de renforcement		76,000.00	kg	12	912,000	
	Support	Mobile	15.00	nos	60,000	900,000	
	Fixe	15.00	nos	15,000	225,000		
Ouvrages de superstructure	Poutre d'acier	H=2,000	427.80	ton	20,000	8,556,000	
	Tuyau d'acier	Dia 900	400	m	3,000	1,200,000	
	Béton		1,105.00	m3	900	994,500	
	Coffrage		1,940.00	m2	30	58,200	
	Garde-corps		88,400.00	kg	12	1,060,800	
	Remblayage		1,000.00	m	75	75,000	
	Autres travaux		10	%		1,676,969	
	Sous-total						18,446,663
Réservoir de régulation	Fouilles		3,801.00	m3	30	114,030	
	Couverture Talus	Plaque de fond	720.00	m2	160	115,200	
			961.00	m2	160	153,760	
	Autres travaux		20	%		76,598	
Sous-total						459,588	
Réservoir de (V=1,080m3) régulation	Fouilles		1,140.60	m3	30	34,218	
	Couverture Talus	Plaque de fond	375.00	m2	160	60,000	
			306.25	m2	160	49,000	
	Autres travaux		20	%		28,644	
Sous-total						171,862	
Station de pompage (V=3,600m3)	Bâtiment		50.00	m2	7,000	350,000	
	Pompe	500x450	2.00	nos	380,000	760,000	
	Tuyauterie	Dia 450	1,000.00	m	540	540,000	
	Autres travaux		20	%		330,000	
	Sous-total						1,980,000

Tableau B2.4.3.4 Prix unitaire d'exécution des travaux pour les canaux principaux (2/2)

Description	Matériaux	Forme	Quantité	Unité	Prix unitaire	Montant	Remarque
Station de pompage	Bâtiment		50.00	m2	7,000	350,000	
(V=1,080m3)	Pompe	350x300	2.00	nos	150,000	300,000	
	Tuyauterie	Dia 300	2,600.00	m	240	624,000	
	Autres travaux		20	%		254,800	
	Sous-total					1,528,800	Pompe-2
Canal principal - A	Fouilles		10.50	m3	30	315	
(Quantité par m)	Béton		1.00	m3	900	900	
	Sous-total					1,215	C.P. -1
Canal principal - B	Fouilles		8.20	m3	30	246	
(Quantité par m)	Béton		0.90	m3	900	810	
	Sous-total					1,056	C.P. -2
Canal principal - C	Fouilles		6.10	m3	30	183	
(Quantité par m)	Béton		0.80	m3	900	720	
	Sous-total					903	C.P. -3
Canal principal - D	Fouilles		4.40	m3	30	132	
(Quantité par m)	Sous-total					132	C.P. -4
Canal principal - E	Fouilles		3.00	m3	30	90	
(Quantité par m)	Sous-total					90	C.P. -5
Partiteur	Pierre concassée						
	de fond	Pierre concassée	0.06	m3	200	12	
	Coffrage		3.60	m2	30	108	
	Béton		1.04	m3	900	936	
	Acier de renforcement		72.80	kg	12	874	
	Sous-total					1,930	Part. P-1

5 Evaluation du projet

5.1 Coût du projet

Le coût du projet consiste en frais de construction, frais d'entretien et frais de remplacement. Les frais de construction, qui représentent un fonds nécessaire d'investissement initial, comprennent les frais de services d'ingénierie, les provisions, les frais d'expropriation foncière etc. en plus du coût des travaux. Le coût du projet a été évalué sur la base des hypothèses suivantes :

- (1) Taux cde change de 1 US \$ = 8,88 DH qui correspond à la valeur moyenne des 6 derniers mois.
- (2) Matériaux utilisés dans le projet importés en franchise douanière.
- (3) Evaluation des coûts des travaux basée sur les prix de détail et les salaires en vigueur au Maroc.
- (4) Provision de 10 % du coût total pour imprévus techniques et de 5 % pour couvrir l'inflation annuelle des prix.
- (5) 45 ha de champs et de parcours seront immergés par la retenue du barrage et feront l'objet d'une compensation pour expropriation foncière, fixée à 40.000 DH/ha en référence au barrage Idriss I.

5.1.1 Frais de construction

Le coût total de ce projet est évalué à 342 millions de DH. La répartition entre devises et monnaie locale est de respectivement 167 millions de DH et 175 millions de DH, représentant 49% et 51% (cf. tableau B2.5.1 ci-dessous).

Tableau B2.5.1 Répartition des frais de construction

(unité : 1.000 DH)

Description	Part en devises	Part en dirham	Total
1. Construction	139.416	126.022	265.438
Barrages	92.972	54.401	147.373
Ouvrages d'irrigation	46.444	71.621	118.065
2. Expropriation foncière	0	1.800	1.800
3. Services d'ingénierie	0	17.303	17.303
4. Gestion du projet	0	2.163	2.163
5. Provision	27.383	28.056	55.440
Imprévus techniques	13.941	14.729	28.670
Inflation	13.442	13.327	26.770
Total	166.800	175.344	342.144

5.1.2 Frais d'entretien

Les frais d'entretien du barrage et des ouvrages d'irrigation après achèvement des travaux sont évalués à 0,3% du coût des travaux. Si l'on y ajoute les dépenses annuelles pour l'entretien des pompes qui sont d'environ 600.000 DH, le montant total est de 1,4 million de DH par an.

5.1.3 Frais de remplacement

Les vannes en acier, les pompes et les vannes qui sont installés dans le cadre de ce projet devront être remplacés régulièrement. Le projet prévoit le remplacement de ces éléments 25 ans au plus tard à compter du commencement du projet. Les frais de remplacement ont été déterminés comme suit :

Vannes acier	13.750.000 DH
Pompes	660.000 DH
Vannes	1.067.000 DH
Total	15.477.000 DH

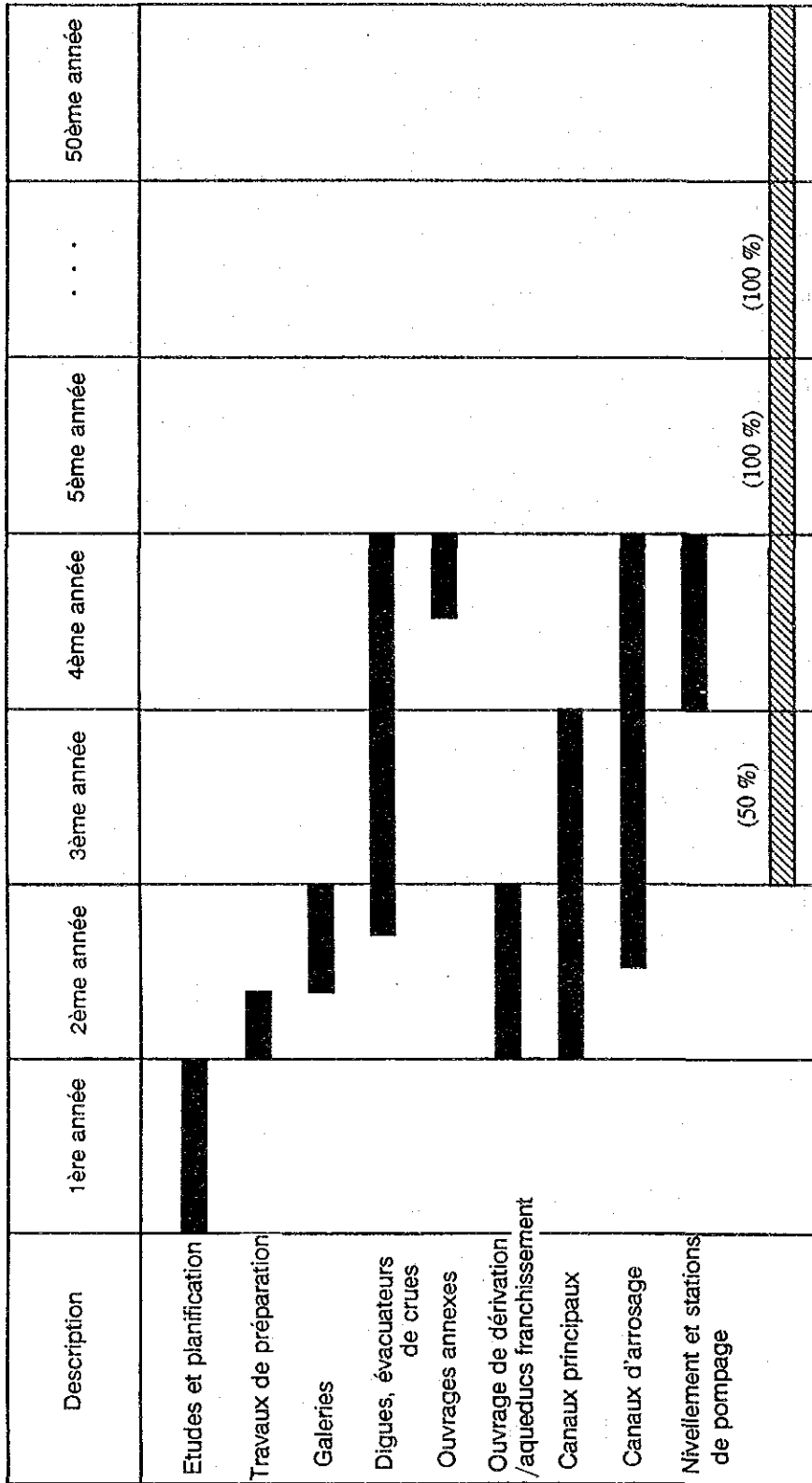
5.2 Plan d'exécution du projet

5.2.1 Programme d'exécution

La durée prévue pour l'exécution du projet est de 4 ans. Les études et la conception détaillée seront achevées la première année, et les travaux dureront 3 ans à partir de la deuxième année. Le programme d'exécution des travaux est indiqué à la figure B2.5.2.1. Des bénéfices agricoles seront dégagés à partir de la troisième année consécutive à la construction des ouvrages de prise.

5.2.2 Répartition annuelle du budget

La répartition annuelle du budget en fonction du programme d'exécution des travaux est reportée au tableau B2.5.2.1.



() Flux des profits agricoles
 (/) Pourcentage de bénéfices engendrés

Figure B2.5.2.1 Calendrier de réalisation des travaux

Tableau B2.5.2.1 BESOINS ANNUELS EN FONDS POUR AMENAGEMENT AGRICOLE (SITE No.8)

Description	(Unité: 1,000 DH)										
	1ère année		2ème année		3ème année		4ème année		Total		
	DE	ML	DE	ML	DE	ML	DE	ML	DE	ML	Total
1. Système d'irrigation	0	0	54.744	39.244	47.913	46.020	36.759	40.758	139.416	126.022	265.438
- Barrage	0	0	18.973	10.740	43.541	23.170	30.458	20.491	92.972	54.401	147.373
- Ouvrage d'irrigation	0	0	35.771	28.504	4.372	22.850	6.301	20.267	46.444	71.621	118.065
2. Exprop.foncière	0	1.800	0	0	0	0	0	0	0	1.800	1.800
3. Services d'ingénierie	0	17.303	0	0	0	0	0	0	0	17.303	17.303
4. Gestion du projet	0	0	0	721	0	721	0	721	0	2.163	2.163
5. Imprévus techniques	0	1.910	5.474	3.997	4.791	4.674	3.676	4.148	13.942	14.729	28.670
6. Provisions pour inflation des prix	0	0	2.737	1.998	4.911	4.791	5.794	6.538	13.442	13.327	26.770
Total général	0	21.013	62.956	45.960	57.615	56.206	46.229	52.165	166.800	175.344	342.144

Note: DE: Devises étrangères
ML: Monnaie locale

5.3 Bénéfices du projet

5.3.1 Bénéfices agricoles

Les bénéfices agricoles sont exprimés en prix économiques qui représentent la différence entre le revenu net obtenu en situation avec projet et le revenu net réalisé sans projet. On estime les bénéfices agricoles à 25,7 millions de DH (cf. tableau B2.5.1 de l'Annexe B) d'après la base des revenus nets des produits agricoles par superficie unitaire indiqués aux tableaux A10.1.4 et A10.1.5 de l'Annexe A. Les bénéfices varient en fonction de l'avancement des travaux : 50% pour la troisième année du projet, 75% pour la quatrième année, 100% pour la cinquième année et les années suivantes. Le programme de réalisation du rendement à atteindre est de 10% la première année, 50% la deuxième année, 80% la troisième année et 100% la quatrième année et les années suivantes.

Les bénéfices négatifs dus à la compensation pour expropriation foncière sont estimés à 2.335 DH/ha en supposant que le revenu de l'exploitation agricole provient actuellement essentiellement de la vente du blé.

5.3.2 Autres bénéfices

La réalisation de ce projet aura l'impact social et les avantages indirects suivants :

- (1) Fourniture stable de produits alimentaires grâce à une augmentation de la production des céréales.
- (2) Utilisation de différents systèmes d'irrigation permettant la vulgarisation et l'amélioration des techniques agricoles, sur la base du système cultural introduisant la culture des légumes et les cultures industrielles.
- (3) Les travaux nécessitant une main d'oeuvre importante, le projet contribuera à la lutte contre le chômage.
- (4) L'augmentation du revenu des agriculteurs permettra de relancer la consommation et d'améliorer l'environnement rural.
- (5) Avec le développement des activités agricoles, les jeunes s'installeront de plus en plus en milieu rural et joueront un rôle important dans la revitalisation de celui-ci.
- (6) Si les agriculteurs sont suffisamment intéressés par le développement hydraulique, les résultats obtenus grâce au projet pourront être transmis aux communes adjacentes.
- (7) Quant à la conservation des bassins versants, la construction des barrages permettra d'éviter les transports de terres dans le cours principal de l'Ouergha.

5.4 Evaluation économique

5.4.1 Coût économique

(1) Coût économique des frais de construction

Pour la part en devises étrangères le coût économique correspond au coût financier alors que pour la part en monnaie locale on applique un coefficient de conversion pour chaque volet des frais de construction après analyse économique du secteur. Dans l'évaluation économique, la provision réservée à l'inflation des prix n'est pas incluse dans les frais de construction. Il en est de même des frais de compensation pour expropriation foncière, car ces frais sont considérés comme bénéfices négatifs. Les frais de construction relatifs à ce projet exprimés en coût économique sont indiqués au tableau B2.5.2

Tableau B2.5.2

Description	1ère année	2ème année	3ème année	4ème année	Total
1. Système d'irrigation	0	86.399	85.192	69.808	241.399
- Barrages	0	27.693	62.445	47.203	137.341
- Ouvrages d'irrigation	0	58.706	22.747	22.605	104.058
2. Services d'ingénierie	15.573	0	0	0	15.573
3. Gestion du projet	0	649	649	649	1.947
4. Imprévus techniques	1.557	8.705	8.584	7.046	25.892
Total	17.130	95.753	94.425	77.503	284.811

(2) Frais d'entretien et de remplacement

Les frais d'entretien, exprimés en prix économique, représentent 0,3% du coût des travaux. Si l'on y ajoute les frais d'entretien des pompes, le coût économique des frais d'entretien représente l'équivalent de 1,3 millions de DH par an. Etant donné que plus de 90% du total des frais de remplacement sont en devises étrangères, le coût financier est pris comme coût économique.

5.4.2 Analyse économique

Pour un délai de 50 ans entre l'évaluation et la construction des ouvrages, le taux interne de rentabilité économique (TIRE) est de 7,3% (cf. tableau B2.5.2.). On obtient la valeur actuelle nette des profits et des coûts en prenant comme hypothèse un coût d'opportunité du capital de 8% (taux de réduction). B/C et B-C donnent alors respectivement 0,91 et - 20.876 DH. Puis, compte tenu du facteur risque lié au projet, on effectue une analyse de sensibilité pour les 4 hypothèses suivantes :

(HYPOTHESE)	(TIRE)
Augmentation des coûts des travaux de 10%	6,57%
Diminution des bénéfices de 10%	6,44%
Achèvement des travaux avec 1 an de retard	7,19%
Génération des 3 cas	5,73%

La valeur TIRE est relativement faible. Cependant, puisque le projet contient des composantes de développement hydraulique modèles et qu'il contribue au développement des secteurs d'irrigation clés, il est nécessaire d'examiner sa réalisation d'une manière plus minutieuse. Si l'on tient compte du fait que le périmètre bénéficiaire N° 8 est adjacent au N° 20, ce projet pourra être considéré comme partie intégrante du plan général de développement de ces deux périmètres.

5.5 Evaluation financière

Les fermes ont été comparées en situation de projet et sans projet, et divisées en 4 classes selon la taille d'exploitation et le revenu agricole. Les résultats sont reportés au tableau B2.5.3.

Tableau B2.5.3. Bénéfice financier du projet au niveau du revenu agricole

Taille d'exploitation (ha)	1/ Cas sans projet (DH)	2/ Cas avec projet (DH)	2/1
3	9.006	35.533	3,9
5	15.854	56.602	3,6
7	16.079	78.693	4,9
10	23.421	115.600	4,9

Si le projet est mis en oeuvre, le bénéfice agricole annuel sera à peu près quadruplé en moyenne. En supposant que les frais d'utilisation du réseau d'irrigation soient équivalents aux frais d'entretien, la contribution par ha s'élève à 560 DH. Les exploitations les plus petites avec des superficies de 3 ha devront payer 1.680 DH par an de redevance, ce qui ne représente qu'à peine 5% du bénéfice de l'exploitation agricole. En conséquence il ne devrait pas y avoir de problème de paiement des redevances d'utilisation du réseau d'irrigation.

Le calcul détaillé des bénéfices est indiqué aux tableaux B2.5.3. et B2.5.4.

ANNEXE. TABLEAU B2.5.1 BENEFICE ECONOMIQUE DU PROJET POUR N° 8

Assole.	Culture	Situation sans projet			Situation avec projet				
		Superficie (Ha)	* VA (DH/Ha)	**VAPT (000 DH)	Culture	Superficie (Ha)	* VA (DH/Ha)	**VAPT (000 DH)	Bénéfice (000 DH)
1.	Grains	1.540	2.335	3.596	Tournesol	1.710	8.103	13.856	
	Légumin.	570	1.846	1.052	Légumes	400	36.370	14.548	
	Olive/G	190	4.646	883	Olive/G	190	9.081	1.725	
	Orange	200	13.278	2.656	Orange	200	44.064	8.813	
	Total	2.500		8.186	Total	2.500		38.942	
2.	Grains	1.540	2.335	3.596	Grains	1.710	5.577	9.537	
	Légumin.	570	1.846	1.052	Légumes	400	40.839	16.336	
	Olive/Lgmin	190	4.496	854	Olive/Lgmin	190	8.445	1.605	
	Orange	200	13.278	2.656	Orange	200	44.064	8.813	
	Total	2.500		8.158	Total	2.500		36.290	
3.					Tournesol	1.710	8.103	13.856	
					Grains	400	5.577	2.231	
					Olive/F	190	7.839	1.489	
					Orange	200	44.064	8.813	
					Total	2.500		26.389	
Moyenne				8.172			33.874	25.701	

* VA : Valeur Ajoutée

** VAPT: Valeur Ajoutée de la production totale

ANNEXE. TABLEAU B2.5.2
CALCUL DU TAUX INTERNE DE RENTABILITE ECONOMIQUE (TIRE)
(SITE N° 8)

		TAUX D'ESCOMPTE I =			8,00 %			
		1/(1+i) =			0,92593			
		COUT DU PROJET = 284.811.000 DH			BENEFICE = = 25,7	01,000 DH		
INCLUSION	NR. ANNEE.	ING.	COUT DE CON	COUT DE	COUT	COUT	BENEFICE	BILAN
		STRUC-	STRUCTION	REMPLECE.	D' E&M	TOTAL		(B - C)
	1	1993	17130	0	0	17130	0	-17130
	2	1994	0	95753	0	95753	-105	-95858
	3	1995	0	94425	0	94425	1180	-93245
	4	1996	0	77503	0	77503	6963	-70540
	5	1997	0	0	0	1300	14031	12731
	6	1998	0	0	0	1300	21098	19798
	7	1999	0	0	0	1300	24311	23011
	8	2000	0	0	0	1300	25596	24296
	9	2001	0	0	0	1300	25596	24296
	10	2002	0	0	0	1300	25596	24296
	11	2003	0	0	0	1300	25596	24296
	12	2004	0	0	0	1300	25596	24296
	13	2005	0	0	0	1300	25596	24296
	14	2006	0	0	0	1300	25596	24296
	15	2007	0	0	0	1300	25596	24296
	16	2008	0	0	0	1300	25596	24296
	17	2009	0	0	0	1300	25596	24296
	18	2010	0	0	0	1300	25596	24296
	19	2011	0	0	0	1300	25596	24296
	20	2012	0	0	0	1300	25596	24296
	21	2013	0	0	0	1300	25596	24296
	22	2014	0	0	0	1300	25596	24296
	23	2015	0	0	0	1300	25596	24296
	24	2016	0	0	0	1300	25596	24296
	25	2017	0	0	15477	1300	25596	8819
	26	2018	0	0	0	1300	25596	24296
	27	2019	0	0	0	1300	25596	24296
	28	2020	0	0	0	1300	25596	24296
	29	2021	0	0	0	1300	25596	24296
	30	2022	0	0	0	1300	25596	24296
	31	2023	0	0	0	1300	25596	24296
	32	2024	0	0	0	1300	25596	24296
	33	2025	0	0	0	1300	25596	24296
	34	2026	0	0	0	1300	25596	24296
	35	2027	0	0	0	1300	25596	24296
	36	2028	0	0	0	1300	25596	24296
	37	2029	0	0	0	1300	25596	24296
	38	2030	0	0	0	1300	25596	24296
	39	2031	0	0	0	1300	25596	24296
	40	2032	0	0	0	1300	25596	24296
	41	2033	0	0	0	1300	25596	24296
	42	2034	0	0	0	1300	25596	24296
	43	2035	0	0	0	1300	25596	24296
	44	2036	0	0	0	1300	25596	24296
	45	2037	0	0	0	1300	25596	24296
	46	2038	0	0	0	1300	25596	24296
	47	2039	0	0	0	1300	25596	24296
	48	2040	0	0	0	1300	25596	24296
	49	2041	0	0	0	1300	25596	24296
	50	2042	0	0	0	1300	25596	24296
	TOTAL	17130	267681	15477	59800	243736	222861	7,262
						(VNP)	(VNP)	(TIRE)
			B - C =	-20876				
			B/C =	0,914				

ANNEXE. TABLEAU B2.5.3 (1)
ESTIMATION DE REVENU AGRICOLE GLOBAL EN SITUATION ACTUELLE
DE TAOUNATE ET RHARBIA (Taille d'exploitation: 3 Ha)

Culture		Sup. (Ha)	Rev. (DH/Ha)	Montant (DH/an)	Culture		Sup. (Ha)	Rev. (DH/Ha)	Montant (DH/an)
Manuel(1)	Blé tendre	1,2	2.759	3.311	Manuel(2)	Blé tendre	1,2	4.179	5.015
	Blé dur	0,2	1.956	391		Blé dur	0,2	3.376	675
	Orge	0,2	1.481	296		Orge	0,2	2.611	522
	Légumin.	0,6	1.709	1.025		Légumin.	0,6	2.569	1.541
	Olive	0,2	4.092	818		Olive	0,2	6.262	1.252
Total				5.842	9.006				

* Culture manuelle(1): Engagement de main d'oeuvre

Culture manuelle(2): Famille seulement

** La jachère occupe 0,6 hectare

ESTIMATION DE REVENU AGRICOLE GLOBAL EN SITUATION ACTUELLE
DE TAOUNATE ET RHARBIA (Taille d'exploitation: 5 Ha)

Culture		Sup. (Ha)	Rev. (DH/Ha)	Montant (DH/an)	Culture		Sup. (Ha)	Rev. (DH/Ha)	Montant (DH/an)
Manuel(1)	Blé tendre	2,0	2.759	5.518	Manuel(2)	Blé tendre	2,0	4.179	8.358
	Blé dur	0,3	1.956	587		Blé dur	0,3	3.376	1.013
	Orge	0,3	1.481	444		Orge	0,3	2.611	783
	Légumin.	1,0	1.709	1.709		Légumin.	1,0	2.569	2.569
	Olive	0,5	4.092	2.046		Olive	0,5	6.262	3.131
Total				10.304	15.854				

* Culture manuelle(1): Engagement de main d'oeuvre

Culture manuelle(2): Famille seulement

** La jachère occupe 0,9 hectare

ANNEXE. TABLEAU B2.5.3 (2)
ESTIMATION DE REVENU AGRICOLE GLOBAL EN SITUATION ACTUELLE
DE TAOUNATE ET RHARBIA (Taille d'exploitation: 7 Ha)

Culture	Sup. (Ha)	Rev. (DH/Ha)	Montant (DH/an)	Culture	Sup. (Ha)	Rev. (DH/Ha)	Montant (DH/an)
Mecanique Blé tendre	2,3	2.709	6.231	Mecanique Blé tendre	2,3	2.709	6.231
Blé dur	1,3	1.906	2.478	Blé dur	1,3	1.906	2.478
Manuel(1) Orge	0,4	1.481	592	Manuel(2) Orge	0,4	2.611	1.044
Légumin.	1,0	1.709	1.709	Légumin.	1,0	2.569	2.569
Olive	0,6	4.092	2.455	Olive	0,6	6.262	3.757
Total			13.465				16.079

* Culture manuelle(1): Engagement de main d'oeuvre

Culture manuelle(2): Famille seulement

** La jachère occupe 1,2 hectare et les autres catégories 0.2 ha

ESTIMATION DE REVENU AGRICOLE GLOBAL EN SITUATION ACTUELLE
DE TAOUNATE ET RHARBIA (Taille d'exploitation: 10 Ha)

Culture	Sup. (Ha)	Rev. (DH/Ha)	Montant (DH/an)	Culture	Sup. (Ha)	Rev. (DH/Ha)	Montant (DH/an)
Mecanique Blé tendre	2,5	2.709	6.773	Mecanique Blé tendre	2,5	2.709	6.773
Blé dur	1,5	1.906	2.859	Blé dur	1,5	1.906	2.859
Manuel(1) Orge	0,7	1.481	1.037	Manuel(2) Orge	0,7	2.611	1.828
Légumin.	1,0	1.709	1.709	Légumin.	1,0	2.569	2.569
Olive	1,5	4.092	6.138	Olive	1,5	6.262	9.393
Total			18.515				23.421

* Culture manuelle(1): Engagement de main d'oeuvre

Culture manuelle(2): Famille seulement

** La jachère occupe 2,6 hectares et les autres catégories 0,2 ha

ANNEXE. TABLEAU B2.5.4
ESTIMATION DE REVENU AGRICOLE EN SITUATION AVEC PROJET
POUR TAOUNATE ET RHARBIA

(Taille d'exploitation: 3 Ha)

Culture	Sup. (Ha)	1ère année		2ème année		3ème année		Moyenne (DH/an)
		Rev.net (DH/Ha)	Montant (DH/an)	Rev.net (DH/Ha)	Montant (DH/an)	Rev.net (DH/Ha)	Montant (DH/an)	
Blé tendre	1,2	6.813	8.176	6.813	8.176	6.813	8.176	
Blé dur	0,2	6.431	1.286	6.431	1.286	6.431	1.286	
Orge	0,2	2.611	522	2.611	522	2.611	522	
Légumin.	0,6	3.399	2.039	3.399	2.039	3.399	2.039	
Olive	0,2	9.040	1.808	7.774	1.555	7.189	1.438	
Légumes	0,6	35.203	21.122	39.141	23.485	35.203	21.122	
Total	3,0		34.953		37.063		34.583	35.533

(Taille d'exploitation: 5 Ha)

Culture	Sup. (Ha)	1ère année		2ème année		3ème année		Moyenne (DH/an)
		Rev.net (DH/Ha)	Montant (DH/an)	Rev.net (DH/Ha)	Montant (DH/an)	Rev.net (DH/Ha)	Montant (DH/an)	
Blé tendre	2,0	6.813	13.626	6.813	13.626	6.813	13.626	
Blé dur	0,3	6.431	1.929	6.431	1.929	6.431	1.929	
Orge	0,3	2.611	783	2.611	783	2.611	783	
Légumin.	1,0	3.399	3.399	3.399	3.399	3.399	3.399	
Olive	0,5	9.040	4.520	7.774	3.887	7.189	3.595	
Légumes	0,9	35.203	31.683	39.141	35.227	35.203	31.683	
Total	5,0		55.940		58.852		55.015	56.602

(Taille d'exploitation: 7 Ha)

Culture	Sup. (Ha)	1ère année		2ème année		3ème année		Moyenne (DH/an)
		Rev.net (DH/Ha)	Montant (DH/an)	Rev.net (DH/Ha)	Montant (DH/an)	Rev.net (DH/Ha)	Montant (DH/an)	
Blé tendre	2,3	6.813	15.670	6.813	15.670	6.813	15.670	
Blé dur	1,3	6.431	8.360	6.431	8.360	6.431	8.360	
Orge	0,4	2.611	1.044	2.611	1.044	2.611	1.044	
Légumin.	1,0	3.399	3.399	3.399	3.399	3.399	3.399	
Olive	0,8	9.040	7.232	7.774	6.219	7.189	5.751	
Légumes	1,2	35.203	42.244	39.141	46.969	35.203	42.244	
Total	7,0		77.949		81.662		76.468	78.693

(Taille d'exploitation: 10 Ha)

Culture	Sup. (Ha)	1ère année		2ème année		3ème année		Moyenne (DH/an)
		Rev.net (DH/Ha)	Montant (DH/an)	Rev.net (DH/Ha)	Montant (DH/an)	Rev.net (DH/Ha)	Montant (DH/an)	
Blé tendre	2,5			6.813	17.033	6.813	17.033	
Tournesol	(2,5)	7.810	19.525			7.810	19.525	
Blé dur	1,5	6.431	9.647	6.431	9.647	6.431	9.647	
Orge	0,7	2.611	1.828	2.611	1.828	2.611	1.828	
Légumin.	1,0	3.399	3.399	3.399	3.399	3.399	3.399	
Olive	1,8	9.040	16.272	7.774	13.993	7.189	12.940	
Légumes	2,5	35.203	88.008	39.141	97.853			
Total	10,0		138.678		143.751		64.371	115.600

**ANNEXE B3 SITE N° 17 - SIDI MOKHFI (PROVINCE DE TAOUNATE)
BARRAGE MOYEN**

Table des matières

1. Présentation	B3-1
2. Présentation du secteur	B3-3
2.1 Topographie & géologie du site n° 17	B3-3
2.1.1 Reconnaissances	B3-3
2.1.2 Topographie	B3-3
2.1.3 Géologie	B3-3
2.1.4 Rocher de fondation du barrage	B3-4
2.1.5 Problèmes géotechniques rencontrés	B3-4
2.1.6 Matériaux de construction de la digue	B3-4
2.2 Climat et hydrologie	B3-7
2.2.1 Précipitations	B3-7
2.2.2 Apports du site de barrage	B3-8
2.3 Utilisation des terres et pédologie	B3-14
2.4 Agriculture	B3-14
2.5 Conditions socio-économiques	B3-14
3. Plan de développement	B3-15
3.1 Secteur irrigué	B3-15
3.2 Plan d'irrigation	B3-15
3.3 Besoins en eau d'irrigation	B3-15
3.4 Plan de développement hydraulique	B3-15
4. Plan des ouvrages	B3-24
4.1 Ouvrages d'irrigation	B3-24
4.2 Barrages	B3-24
4.2.1 Eléments de base	B3-24
4.2.2 Type et profil de barrage	B3-27
4.2.3 Conception de l'évacuateur de crue	B3-27
4.2.4 Ouvrages de prise d'eau	B3-28

4.2.5	Protection des abords de la retenue	B3-29
4.3	Evaluation du coût des travaux	B3-29
5.	Evaluation du projet	B3-33
5.1	Coût du projet	B3-33
5.1.1	Frais de construction	B3-33
5.1.2	Frais d'entretien	B3-35
5.1.3	Frais de remplacement	B3-35
5.2	Plan d'exécution du projet	B3-35
5.2.1	Programme d'exécution	B3-35
5.2.2	Répartition annuelle du budget	B3-35
5.3	Bénéfices du projet	B3-35
5.3.1	Bénéfices agricoles	B3-35
5.3.2	Autres bénéfices	B3-38
5.4	Evaluation économique	B3-38
5.4.1	Coût économique	B3-38
5.4.2	Analyse économique	B3-41
5.5	Evaluation financière	B3-42

B3 SITE N° 17 - SIDI MOKHFI (PROVINCE DE TAOUNATE) BARRAGE MOYEN

I Présentation

Comme il a été mentionné dans le rapport principal, la meilleure alimentation possible pour l'irrigation des secteurs centre-ouest est celle du barrage N° 12. Cependant, l'étude de pré-faisabilité a été déplacée sur le site N° 17 dont le potentiel en eau d'irrigation est très élevé. L'ouvrage n° 17 est planifié sur l'oued Amrez dans le mont Otaka. De tous les secteurs couverts par l'étude, c'est celui qui a le réseau hydraulique le plus abondant, aussi le but recherché par l'étude de pré-faisabilité du site N° 17, même s'il ne constitue pas une ressource parfaitement appropriée pour la partie centre-ouest des secteurs d'irrigation clé du bassin qui longe l'Ouergha, est d'exploiter efficacement les eaux de l'oued Amrez, y compris, dans le futur, à d'autres fins que l'irrigation.

Les renseignements sur le site et le plan de développement sont indiqués au tableau B3.1.1.

Etude de pré-faisabilité du plan de développement du bassin de l'Ouergha			Tableau B3.1.1
① Barrage moyen	2 Petit barrage	3 Lac collinaire	Secteur n° 17
Emplacement	TAOUNATE	Coordonnées	(558,45 - 448,30)
Province	TAOUNATE	Commune rurale	GALAZ
Secteur de développement		Bétail (Nbre de têtes)	
Nombre de villages	:	30	bovins 1.297
Population (habitants)	:	11.653	ovins 3.247
Superficie (ha)	:	6.230	caprins 952
Agriculture			
Superficies irriguées	:	(estimations) 200 ha ; prise d'eau sur l'Oued OUERGHA	
Méthode d'irrigation	:	Superficielle (pompage sur l'Ouergha)	
Production agricole	:	blé (4.300 t), légumes (710 t), olives (320 t), oranges (1.700 t)	
Encadrement agricole	:	Centre de travaux (Taounate, Ourtzarh)	
Infrastructures sociales			
Eau domestique	:	puits, sources, et eaux de l'Ouergha pendant la saison sèche	
Electrification	:	partielle	
Autres	:		
PLAN			
1. Barrage		2. Périmètres d'irrigation	
Type	:	Poids en béton	Superficie brute : 4.090 ha
Hauteur de digue	:	64,5 m	Superficie nette : 3.600 ha
Longueur de digue	:	310,0 m	Cultures : tournesol, céréales, légumes, olive, orange
Volume de l'ouvrage	:	244.000 m³	3. Besoins en eau potable
Capacité totale/retenue	:	25.700.000 m³	Population de projet : 17.300 hab (périphérie de l'ouvrage)
Volume utile	:	22.000.000 m³	4. Besoins eau de cheptel
Superficie du bassin	:	378,0 km²	Nbre de têtes de bétail : 5.500 têtes
Crues de projet	:	1.500 m³/s	5. Conservation du bassin
Apports	:	229.000.000 m³/an	Superficie à conserver : 55 ha
Envasement	:	586.000 m³/an	Techniques : Terrasses
			6. Travaux divers : -
Indices économiques (prix en DH marocain)			
Coût des travaux			
1. Etude & planification	:	26.266.000	Exploitation & Entretien : 1.329.000
2. Construction du barrage	:	342.745.000	Profits
3. Réseau d'irrigation	:	100.203.000	(agriculture) : 35.382.000
Sous-total	:	469.214.000	(élevage) : -
4. Réseau d'alimentation	:	inclus ci-dessus	(divers) : -
En eau potable	:		
En eau de cheptel	:		TRI : 5,7 %
5. Conservation du bassin	:	488.000	
Sous-total	:	488.000	
TOTAL	:	469.702.000	
Remarques : alimentation principale à partir du barrage 17 planifié sur l'Amzez			

2.1 Topographie & géologie du site n° 17

2.1.1 Reconnaissances

Reconnaissances topographiques et géologiques effectuées sur le site de barrage :

Méthodes	Mesures	contenance	Remarques
Levers topographiques	Axe du barrage Retenue Secteur irrigué	Profil longitudinal 1 Profil transversal 10 Profil longitudinal 1 Profil transversal 8 Echelle : 1/20.000-6100 ha	Communs aux sites N° 12 et N° 8
Sondages	Sondages Puits de reconnaissance	0 2,6 m x 2 1,5 m x 1	

2.1.2 Topographie

Tableau de la topographie du site de barrage

Reconnaissance	Mesures	cotes	Remarques
Site du barrage	Largeur de la couche d'alluvions A Largeur de la couche de colluvions B A + B Hauteur relative des terrasses de dilluvions Gradient du flanc rive droite Gradient du flanc rive gauche	35 m 25 m 60 m 10 m 1:3,5 m 1:1,1 m - 1:2,5	
Retenue	Largeur alluvions A + largeur colluvions B Gradient du flanc	50 - 100 m 1:1,2 - 1:2,5 Pente abrupte 1:1,6 *	Nombreuses pentes douces
Bassin versant	Surface du bassin versant Gradient des deux versants du bassin Hauteur relative du bassin versant	392 km ² 1:2 - 1:4 Pentes abruptes 1:1,5 - 1:2,0 Environ 1850 m	Nombreuses pentes douces

* La largeur des alluvions A et des colluvions B indique la largeur de la base de la couche de sédimentation

2.1.3 Géologie

Tableau de la géologie du site de barrage

Reconnaissance	Mesures	Indications
Site de barrage	Roche de fondation Couche d'alluvions Terrasses et éboulis	Marnes solides du crélacé Epaisseur de 2 - 4 m Terrasses : avec graviers gros et très gros (épaisseur 3 m) Éboulis : brèches marneuses et argiles allorées (épaisseur 0 - 4 m)
Retenue	Roche de fondation Couche d'alluvions	Marnes solides Terrasses et éboulis
Bassin versant	Formation rocheuse Divers	Marnes solides et schistes

2.1.4 Rocher de fondation du barrage

(1) Socle

Le socle est constitué de marnes solides (moyennement solides), qui offrent une bonne résistance comme fondation de barrage. L'inclinaison et la direction de la formation varie en fonction des multiples petits plissements. Les valeurs relevées, N50E45S, N30E45E, indiquent que la formation est inclinée vers l'aval et vers la rive gauche.

La couche d'altérations du socle, mince, est de 0 m ~ 1 m au bas de la vallée, et de 1 m ~ 2 m environ sur les flancs. L'épaisseur de la couche d'alluvions est de 2 ~ 4 m, celle de la couche de diluviums et d'éboulis de 2 ~ 5 m.

(2) Perméabilité du socle

Le socle est constitué de marnes qui ne sont pratiquement pas perméables.

2.1.5 Problèmes géotechniques rencontrés

Comme fondation de barrage, le socle ne présente pas de problèmes de résistance ou de perméabilité. Par conséquent, la ligne d'extraction sera limitée par l'épaisseur de la couche de sédiments et par l'épaisseur des altérations du socle. Sur ce site, la ligne d'extraction la plus profonde se trouve sur la rive droite. La largeur de la partie qui atteint 3 à 6 m de profondeur est de 100 m ~ 120 m.

Le lit de la digue présente en principe les mêmes caractéristiques topographiques et géologiques que les fondations. On relève quelques éboulements de sable dûs aux crues, mais il ne doit pas y avoir d'affaissement ou de glissements de terrain importants.

2.1.6 Matériaux de construction de la digue

Les roches calcaires peuvent être utilisées pour les agrégats de béton et les matériaux d'enrochement. Le site d'emprunt se trouve à 3 km à vol d'oiseau, et si on utilise la route actuelle, en aménageant un supplément de 1 km de routes la distance de transport sera de 4 km.

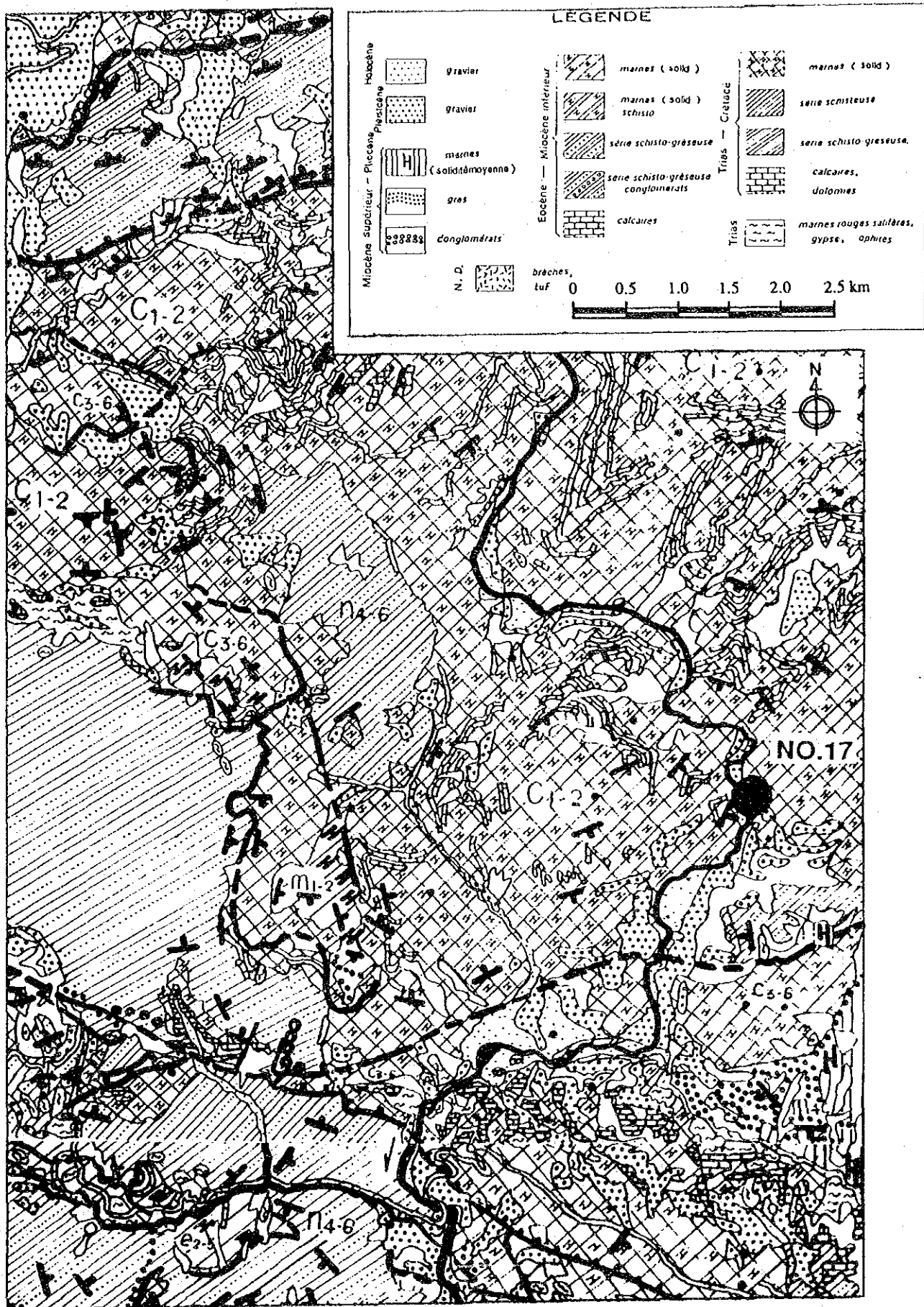


Figure B3.2.1.1

Carte geologique du site du barrage

No. 17

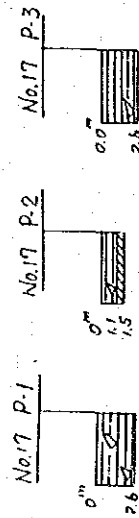
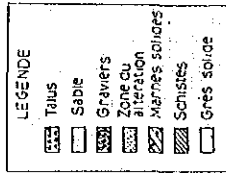
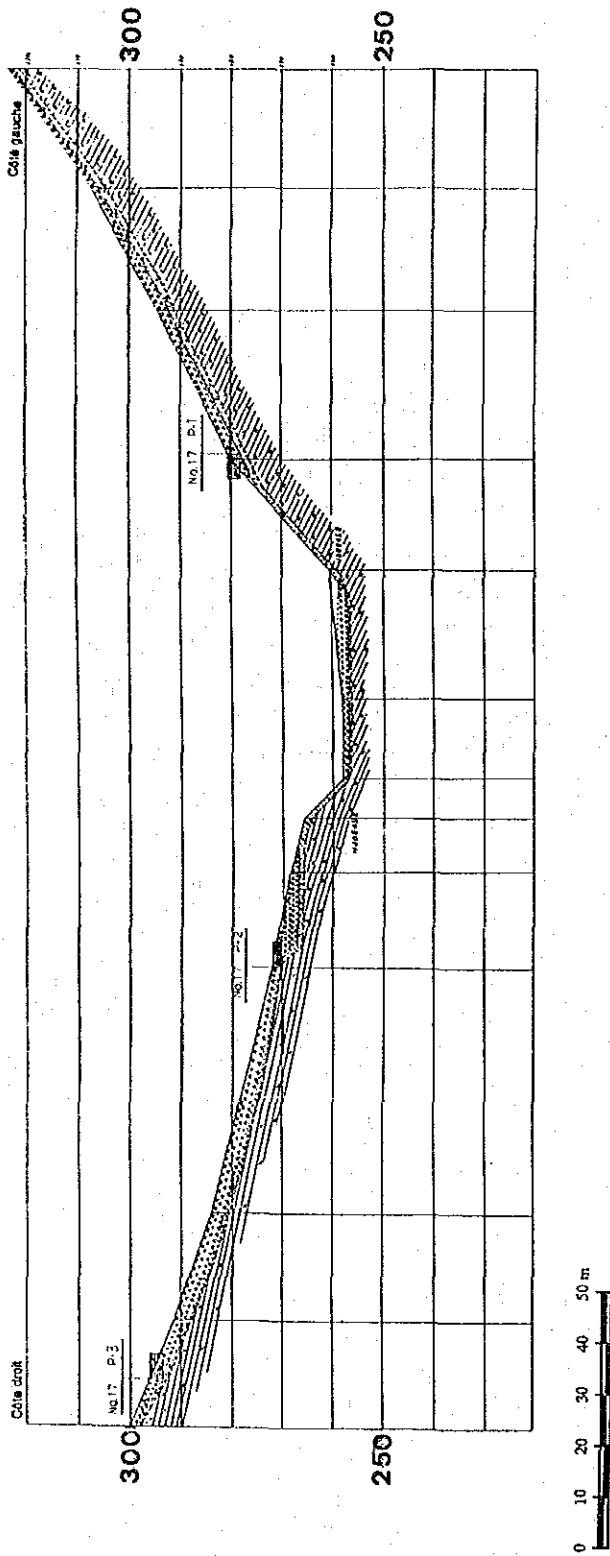


Figure B3.2.1.2 Coupe géologique du site du barrage No. 17

2.2 Climat et hydrologie

2.2.1 Précipitations

(1) Bassin versant de la retenue

D'après le rapport PD-SBO, les précipitations annuelles moyennes P_a du bassin versant dérivées de la carte des isohyètes (cf. Annexe A, A2.2.3) sont de 1.350 mm/an. Les précipitations journalières maximum P Pour une période de récurrence de T année $P(24,T)$ calculées avec la formule qui suit sont de 175 mm/jour pour une période de récurrence de 10 ans, et de 260 mm/jour pour une période de récurrence de 100 ans (pour plus de détails cf. Annexe A, A2.2.3).

$$P(24, T) = a' (T) \cdot P_a + b' (T)$$

T	2	5	10	50	100
a' (T)	0,071	0,098	0,116	0,156	0,172
b' (T)	11	16	24	24	27

(2) Périmètres bénéficiaires

Les précipitations annuelles moyennes P_{an} obtenues de la même manière qu'en (1) avec la carte des isohyètes sont de 750 mm/an. Les précipitations mensuelles P_m (mm/mois) sont calculées avec la formule suivante :

$$P_m = P_m (St) \cdot P_{an}/P_a (St) = P_m (St) \cdot 750/746 = 1,00 \cdot P_m (St)$$

où :

$P_m (St)$: Précipitations mensuelles à la station la plus proche du secteur d'irrigation (Ourtzagh) (mm/mois)

$P_a (St)$: Précipitations annuelles moyennes de la station Ourtzagh (mm/an)

P_{an} : Précipitations annuelles moyennes du secteur d'irrigation (mm/an)

Les précipitations mensuelles pour une période de 32 ans, de 1957/58 à 1988/89, sont indiquées au tableau B3.2.2.1.

On obtient les précipitations journalières maximum pour une période de récurrence de T années avec la formule (1) sus-mentionnée. Les précipitations horaires maximum P

(1, T) pour une période de récurrence de T années seront calculées avec la formule suivante (cf. Annexe A, A2.2.3).

$$P(1,T) = I(t=1h) = 0,204 \cdot P(24.T) \cdot t^{0,5} = 0,204 \cdot P(24.T)$$

Les résultats sont les suivants :

T	2	5	10
P(24.T) (mm/jour)	64	89	105
P(1.T) (mm/heure)	13	18	22

2.2.2 Apports du site de barrage

(1) Bassin-versant

Le site de barrage est prévu à 22 km de l'embouchure de l'Amzez. Il correspond aux 2/3 du sous-bassin N° 4. La longueur du cours d'eau L en amont est d'environ 51 km à partir du site de barrage, et la pente de la rivière l varie entre 7 et 29 0/00. La superficie du bassin S au site de barrage est de 378 km². L'Amzez écoule du nord au sud et son bassin est large de 7 ~ 13 km, et long de 40 km. L'altitude Z_{max} du bassin versant est de 2114 m, celle du site de barrage Z_{min} de 265 m et l'altitude moyenne du bassin versant Z_{moy} de 1100 m.

(2) Apports annuels et mensuels

Les apports mensuels Am (m³/mois) sont calculés avec la formule suivante :

$$Am = 1000 \cdot L_{rm}(sb) \cdot (Pa/Pa(sb)) \cdot S$$

où :

L_{rm}(sb) : Hauteur mensuelle des écoulements du sous-bassin N° 4 comprenant le bassin du barrage (mm/mois)

Pa(sb) : Précipitations moyennes annuelles du sous-bassin mentionnées précédemment (mm/an)

Pa : Précipitations moyennes annuelles du bassin du site de barrage (mm/an)

S : Superficie du bassin au site de barrage (km²)

Les apports mensuels pour la période de 35 ans allant de 1952/53 à 1986/87 sont indiqués au tableau B3.2.2.2. Le débit annuel moyen Q_a est de $7,27 \text{ m}^3/\text{s}$, le débit spécifique annuel moyen q de $19,2 \text{ l/s/km}^2$. Les apports annuels moyens A s'élèvent à 229 millions de m^3/an , et la lame de ruissellement annuelle moyenne est de 607 mm/an .

Les apports annuels pour une période de récurrence de T années sèches $A_f(T)$ sont les suivants :

T	(ans)	2	5	10	20	50	100
$A_f(T)$	(millions m^3/an)	190	107	77	58	41	32

Les apports annuels d'une année sèche A_f pour une probabilité excessive de 80% sont de 107 millions de m^3/an .

(3) Apports solides

Les apports solides annuels moyens A_s sont obtenus avec la formule suivante, adoptée dans l'Annexe A2.3.4.

$$A_s = DS \cdot S$$

$$DS = k_e \cdot K \cdot L_r$$

où :

DS = dégradation spécifique annuelle moyenne ($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{an}$)

S = Superficie du bassin (km^2)

L_r = Lamme de ruissellement annuelle moyenne (mm/an)

K = Coefficient déterminé selon les sous-bassins = DSL ($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{mm/an}$), 2,55 pour le sous-bassin N° 4.

k_e = Coefficient d'ajustement pour une érosion normale de sous-bassin, en général 1,0 (0,8 - 1,2)

A supposer que le poids spécifique de sable $\tau = 1,5 \text{ t/m}^3$, le résultat est :

$$DS = 1530 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{an} = 2320 \text{ t/km}^2/\text{an}$$

$$A_s = 38300 \text{ m}^3/\text{an} = 877000 \text{ t/an}$$

(4) Crues

La méthode de calcul pour le débit des crues est détaillée dans l'Annexe A2.3.3. La superficie du bassin étant supérieure à 50 km², on utilise la méthode du gradex modifié.

(a) Formule du gradex modifié

$$\begin{aligned}g(P_j) &= 0,021 \cdot Pa + 3,2 \\r_o &= a(T) \cdot g(P_j) - b(T^*) \\r &= k \cdot r_o \\Q_j &= r \cdot S / 86,4 \\Q_p &= C_p \cdot Q_j \\C_p &= 8,2 \cdot S^{-0,2} \\b &= 10 \text{ mm}, k = 0,9\end{aligned}$$

T(ans)	10	50	100	1000	10000
a(T)	3,8	5,4	6,1	8,4	110,7
b(T*)	28	32	38	38	38

Pa = 1350 mm, donc les débits maximum journaliers Qj, les débits de pointe annuels Qp et les débits spécifiques qp sur une probabilité de T années donnent:

T (ans)	10	50	100	1000	10000
Qp (m ³ /an)	900	1400	1600	2300	3000

(b) Forme des crues et volumes

D'après les relevés de crues de l'observatoire de Rhafsal, on prendra comme forme de l'hydrogramme des crues une forme triangulaire avec un temps de base de 8 h et un temps de montée de 8 h. Donc, si V=3600Qp, le volume des crues V (m³) est égal à :

T (ans)	10	50	100	1000	10000
V (millions m ³)	32	50	58	83	108

Tableau B3.2.2.1 Précipitations mensuelles

Périmètre irrigué : Barrage moyen N° 17													(mm)
Année Hydro.	Sept 9	Oct 10	Nov 11	Déc 12	Janv 1	Fév 2	Mars 3	Avri 4	Mai 5	Juin 6	Juil 7	Août 8	Annual
1957													
-58	3	95	225	250	114	26	91	162	22	15	0	19	1.023
58-59	3	23	54	395	54	44	137	43	92	0	0	4	848
59-60	37	14	69	162	298	158	314	7	36	11	4	0	1.111
60-61	0	135	103	199	77	18	62	53	53	17	0	0	717
61-62	35	45	236	118	30	17	304	29	22	8	0	0	843
62-63	35	50	250	145	302	272	18	47	84	1	40	0	1.242
63-64	9	14	75	385	16	124	138	110	18	0	0	0	890
64-65	6	5	157	161	108	139	60	53	4	29	0	0	721
65-66	53	159	106	70	131	136	23	32	7	0	1	0	717
66-67	4	138	38	16	44	87	26	88	29	47	0	0	518
67-68	5	69	133	60	5	188	130	48	28	54	0	7	726
68-69	6	2	237	147	165	279	172	85	30	12	0	0	1.134
69-70	27	59	153	180	323	3	111	47	27	4	0	0	933
70-71	0	23	24	151	211	6	151	303	72	28	1	0	968
71-72	20	0	111	91	116	144	108	37	108	11	0	0	745
72-73	18	142	20	42	71	71	102	25	27	0	28	5	552
73-74	0	21	35	226	34	98	88	224	3	21	0	0	749
74-75	1	30	24	0	58	111	204	77	42	14	0	4	565
75-76	3	1	28	179	54	90	81	104	72	14	2	1	628
76-77	14	139	6	182	264	107	15	1	17	7	0	0	750
77-78	13	71	87	91	95	163	51	163	73	56	0	0	864
78-79	0	5	26	139	164	261	52	46	13	0	8	0	714
79-80	13	236	25	33	57	22	92	50	69	14	0	0	611
80-81	27	80	102	77	12	20	61	99	31	2	0	1	511
81-82	4	7	0	180	98	94	44	99	27	0	2	6	559
82-83	1	99	80	49	0	145	39	30	17	0	0	0	461
83-84	0	1	173	167	22	19	104	113	168	22	7	0	796
84-85	5	4	130	19	106	67	41	49	34	2	0	0	457
85-86	3	11	182	87	130	270	88	121	0	5	0	0	896
86-87	9	40	43	30	251	157	4	31	1	0	1	0	566
87-88	10	22	150	113	123	64	26	45	47	19	0	0	619
88-89	0	69	159	27	36	89	63	161	58	22	0	1	685
Moyen	11	56	101	130	111	109	94	81	42	14	3	1	754

Tableau B3.2.2.2 Apports mensuels

Barrage :	barrage moyen N° 17 (présent)												(1 000 000 m3)
Année Hydro.	Sept 9	Oct 10	Nov 11	Déc 12	Janv 1	Fév 2	Mars 3	Avri 4	Mai 5	Juin 6	Juil 7	Août 8	Annuel
1952													
-53	0,41	0,68	3,60	27,97	58,53	24,09	9,70	4,49	4,94	0,99	0,34	0,09	135,83
53-54	0,48	6,20	0,89	3,11	4,50	36,40	62,70	11,76	6,21	1,44	0,47	0,07	134,23
54-55	0,07	0,19	0,86	10,02	41,15	156,1	87,22	30,14	4,78	1,83	0,40	0,19	332,93
55-56	0,21	8,09	13,57	21,03	34,96	143,5	76,64	90,23	27,72	6,67	3,05	0,49	426,13
56-57	0,10	0,09	0,66	1,71	7,51	3,81	4,72	14,53	17,22	1,93	0,55	0,15	52,97
57-58	0,11	1,49	11,25	50,77	31,29	12,69	9,52	28,28	6,63	1,38	0,34	0,09	153,83
58-59	0,20	0,15	0,72	93,49	39,16	30,68	38,02	11,28	17,59	4,85	0,59	0,16	236,90
59-60	1,53	0,28	6,91	46,31	100,7	98,89	179,7	28,61	5,23	1,67	0,48	0,13	470,41
60-61	0,10	6,67	22,24	48,89	35,43	9,76	4,91	2,63	2,49	4,44	0,24	0,05	137,84
61-62	0,04	0,14	46,42	66,78	32,79	9,08	136,8	16,30	4,54	1,51	0,33	0,10	314,87
62-63	0,14	2,80	67,19	52,49	344,7	217,2	22,91	16,23	11,66	4,63	0,98	0,36	741,24
63-64	0,28	0,25	6,09	208,7	7,34	38,12	61,59	66,11	4,00	2,31	1,08	0,59	396,43
64-65	0,94	0,94	13,71	28,89	44,97	39,72	70,84	12,02	3,37	2,86	0,63	1,01	219,92
65-66	2,02	9,00	22,54	18,89	52,40	57,56	20,46	9,02	3,00	1,15	0,42	0,28	196,73
66-67	0,29	4,11	5,19	2,03	3,56	26,86	11,12	7,03	4,08	1,89	0,46	0,11	66,73
67-68	0,18	1,11	11,10	4,63	4,63	55,85	56,59	20,67	9,19	2,81	0,66	0,41	167,83
68-69	0,25	0,29	15,61	66,97	103,2	117,9	97,53	42,53	19,05	6,22	1,85	0,93	472,35
69-70	0,83	2,90	21,46	51,54	294,6	16,41	28,50	28,14	10,68	4,09	1,14	0,53	460,78
70-71	0,19	0,42	0,48	8,42	48,33	16,14	40,09	131,8	36,47	12,89	2,33	1,16	298,72
71-72	0,85	0,89	2,80	4,80	41,06	39,19	58,18	9,64	25,53	3,39	1,11	0,59	188,02
72-73	0,30	9,09	2,20	3,83	14,50	12,39	7,71	4,58	2,02	0,66	0,13	0,05	57,44
73-74	0,03	0,06	0,18	39,80	9,69	19,19	22,28	67,99	23,20	3,74	0,78	0,25	187,19
74-75	0,18	0,30	0,47	0,41	2,61	4,90	35,80	14,63	10,34	4,46	0,50	0,08	74,67
75-76	0,04	0,05	0,11	15,19	4,25	33,20	12,99	36,75	29,43	3,91	1,32	0,47	137,70
76-77	0,23	7,46	5,18	89,66	135,9	93,45	20,38	5,57	2,68	1,11	0,45	0,28	362,38
77-78	0,16	0,82	0,91	18,25	26,83	54,59	39,82	30,75	45,96	7,42	2,15	0,46	228,12
78-79	0,21	0,17	0,18	19,05	58,64	124,9	52,23	16,40	4,70	1,32	0,46	0,09	278,31
79-80	0,47	22,02	7,09	2,96	12,00	4,70	16,60	6,35	22,93	2,18	0,29	0,12	97,72
80-81	0,19	0,86	14,21	2,73	1,42	0,67	1,42	15,63	24,64	1,30	0,24	0,04	63,35
81-82	0,03	0,10	0,07	29,39	56,54	18,12	16,29	41,80	8,19	1,17	0,37	0,15	172,22
82-83	0,05	0,72	7,70	7,49	2,38	37,77	8,67	6,47	4,79	1,02	0,32	0,26	77,64
83-84	0,32	0,28	21,43	82,14	10,88	2,91	27,44	10,84	47,36	9,44	1,39	0,22	214,65
84-85	0,10	0,20	6,75	6,58	21,41	39,63	10,53	6,52	7,25	0,96	0,19	0,08	100,19
85-86	0,20	0,17	11,51	7,30	51,45	114,0	22,39	18,62	5,07	1,96	0,45	0,14	233,30
86-87	0,22	1,05	1,35	0,70	45,88	69,66	11,08	5,27	1,34	0,35	0,22	0,23	137,34
Moyen	0,34	2,57	10,07	32,65	51,01	50,85	39,53	24,85	13,27	3,14	0,76	0,30	229,34

Tableau B3.2.2.3 Estimation des crues

Système étude de pré-faisabilité : Barrage moyen N° 17						
Superficie	: S	(km ²)				378
Pluie moy.interannuelle	: P	(mm/an)				1.350
gradex	: g(P)	(mm/jour)				31,6
T (ans)	10	20	50	100	1000	10000
Méthode du gradex modifié						
ro(24,T) (mm/jour)	90	109	132	154	227	300
k	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
rj (mm/jour)	81	98	119	139	205	270
Qj (m ³ /s)	356	429	521	608	895	1181
Cp	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
qp (m ³ /s/km ²)	2,35	2,84	3,45	4,03	5,92	7,82
Qp (m ³ /s)	890	1.074	1.305	1.522	2.239	2.955
Valeurs retenues						
qp (m ³ /s/km ²)	2,38	2,91	3,70	4,23	6,08	7,94
Qp (m ³ /s)	900	1.100	1.400	1.600	2.300	3.000

2.3 Utilisation des terres et pédologie

Pour ce chapitre concernant ce secteur, se reporter au chapitre « Utilisation des terres et pédologie » de l'annexe B2 qui couvre les secteurs N° 8 et N° 17 de la région de Taounate.

2.4 Agriculture

Pour ce chapitre concernant ce secteur, se reporter au chapitre "agriculture" de l'annexe B2 qui couvre les secteurs N° 8 et N° 17 de la région de Taounate.

2.5 Conditions socio-économiques

La population bénéficiaire de ce secteur est la même que pour le secteur N° 12. Ce site étant situé dans le secteur d'irrigation clé de la province de Taounate, son environnement rural et son économie agricole sont identiques à ceux du site N° 8.

3 Plan de développement

3.1 Secteur irrigué

L'Est de ce secteur irrigué borde le secteur N° 8 et s'étend jusqu'à l'Ouergha au Sud. La partie Ouest du site englobe toute la rive droite de l'Amzez.

Le site du barrage se situe en amont de l'Amzez dont le lit est à NGM 260 m. Le niveau de l'ouvrage de prise devra cependant être à 300 m puisque les volumes de sédimentation de la retenue sont estimés à 3.700.000 m³. Les superficies d'irrigation indiquées à la figure B3.3.1.1. tiennent compte des pertes de charge d'amenée d'eau le long de l'Amzez et autres pertes à la distribution. La superficie des terres SAU, terres incultes et lit des canaux exclus, est de 4.090 ha, soit une superficie nette de 3.600 ha pour un taux de couverture de 88 % avec un système d'irrigation modèle.

3.2 Plan d'irrigation

Le système d'irrigation retenu sera principalement un système d'irrigation superficiel de la même morphologie que celui qui est actuellement utilisé sur une partie des périmètres à irriguer, le système cultural appliqué étant en principe une rotation biennale "cultures industrielles - céréales" ou triennale "légumes - légumes - céréales". L'irrigation en aval consiste en blocs de 6 soles. Le plan d'irrigation du secteur irrigué est indiqué à la figure B3.3.2.1 avec prise sur la source d'alimentation n° 17.

3.3 Besoins en eau d'irrigation

Les besoins en eau d'irrigation sont calculés à partir du système cultural programmé comme indiqué au tableau B3.3.3.1. La méthode de calcul et les données sont présentées à l'Annexe A5.

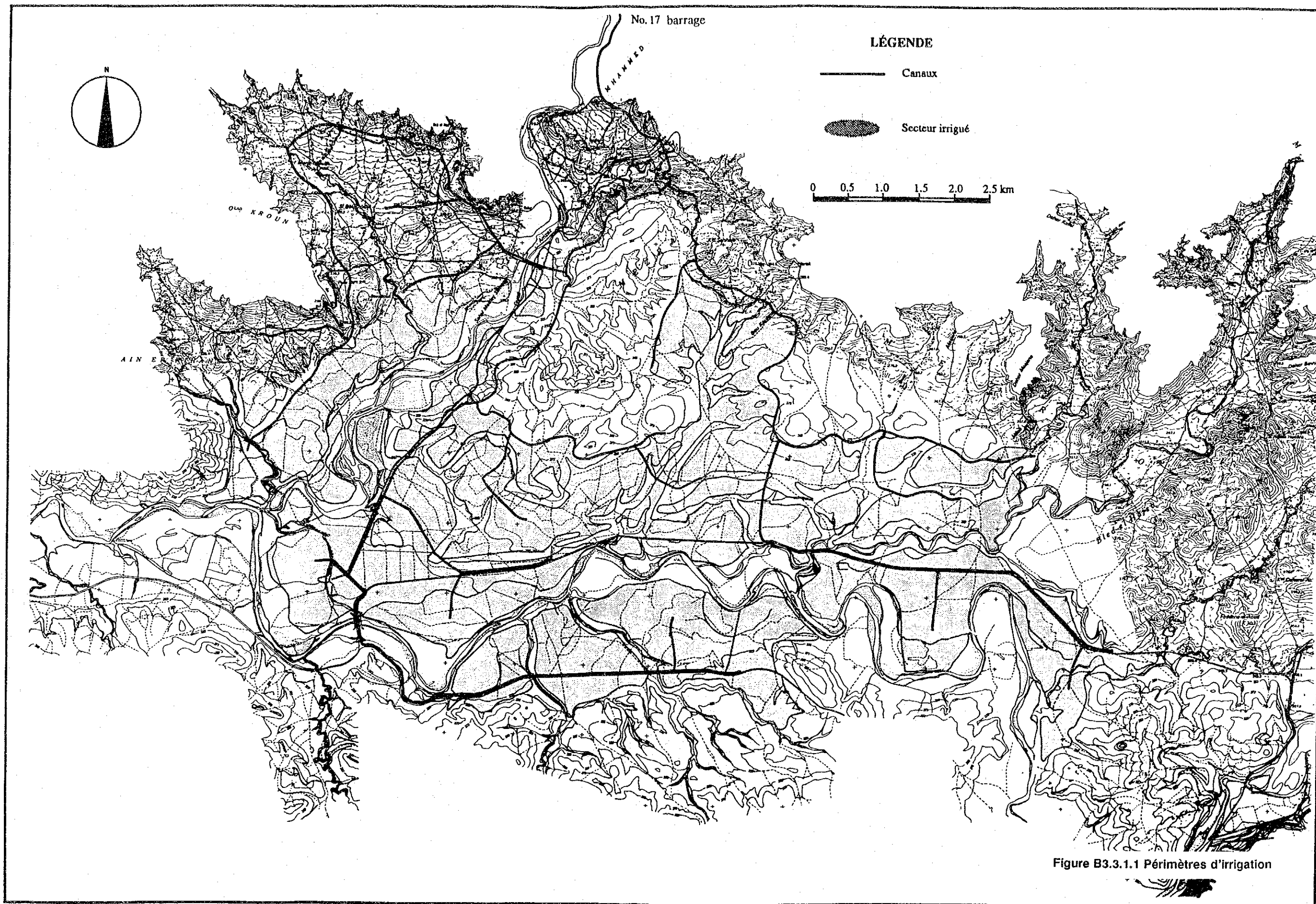
3.4 Plan de développement hydraulique

On détermine le volume de retenue nécessaire sur la base des besoins en eau d'irrigation. On calcule les volumes d'appoint en eau d'irrigation, en tenant compte des pluies efficaces et on établit un bilan d'eau.

Pour le calcul du bilan d'eau mensuel, on soustrait les volumes d'irrigation et le débit de la rivière au point N° 17. Si le débit de la rivière est supérieur aux volumes d'eau d'irrigation, l'irrigation ne dépend pas de la retenue du barrage N° 17. Mais dans le cas contraire, la différence doit être comblée avec de l'eau prise à la retenue du barrage N° 17.

Nous avons effectué le calcul du bilan d'eau pour une période de 30 ans de 1958 à 1987.

Le volume de la retenue du barrage N° 17 pour chaque année est indiqué au tableau B3.3.4.1. Les variations saisonnières du volume de la retenue du barrage ressorties à partir du bilan d'eau sont indiquées à la figure B3.3.4.1.



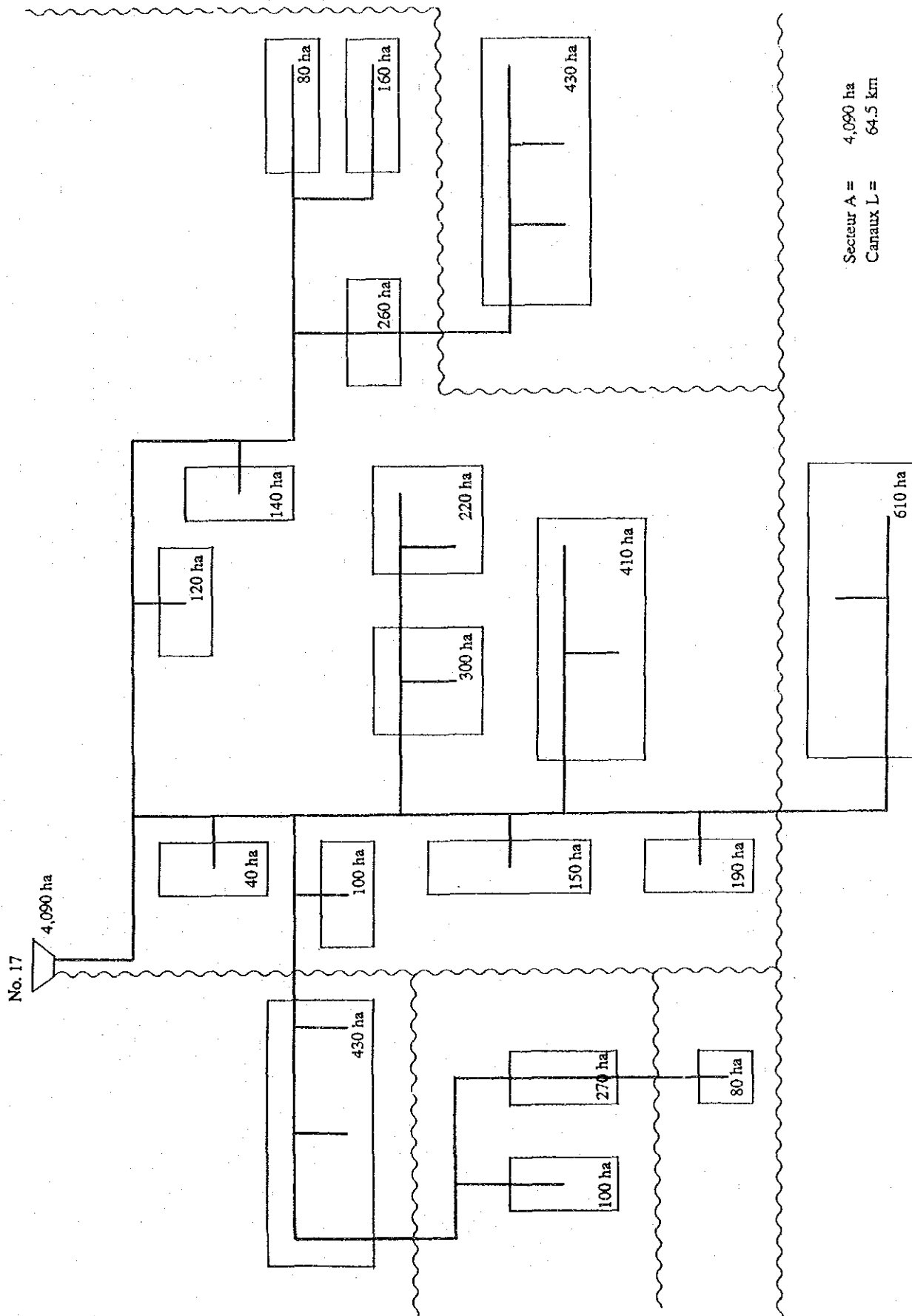


Figure B3.3.2.1 Diagramme du schéma d'irrigation

Tableau B3.3.3.1 Besoins en eau d'irrigation du secteur N°17

	1								2								3																		
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
Cultures (1) 2.680 ha	Tournesol								Blé								Tournesol																		
	Blé								Tournesol								Blé																		
Cultures (2) 600 ha	Oignon				P.d.t.				Blé				Laitue				P.d.t.																		
	Laitue				Blé				Oignon				p.d.t.				Oignon																		
Cultures (3) 120 ha	Olive								Olive								Olive																		
Cultures (4) 200 ha	Orange								Orange								Orange																		

Besoins en eau d'irrigation (:mm/mois)

		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Evapotranspiration	Pt (mm)	175	115	65	52	49	59	105	116	162	193	234	216
Culture (1) tournesol (1.340,0 ha)	Kc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,63	0,87	1,00	0,77	0,60
	Af	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33
	Kc.Af.Pt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,96	73,08	140,94	193,00	180,18	42,77
Culture (1) blé (1.340,0 ha)	Kc	0,00	0,00	0,00	0,48	0,70	0,93	1,00	0,97	0,75	0,53	0,00	0,00
	Af	0,00	0,00	0,00	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
	Kc.Af.Pt	0,00	0,00	0,00	20,72	34,30	54,87	105,00	112,52	121,50	102,29	0,00	0,00
Culture (2) oignon (200,0 ha)	Kc	0,00	0,00	0,45	0,47	0,66	0,95	0,98	0,83	0,75	0,00	0,00	0,00
	Af	0,00	0,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	0,00	0,00	0,00
	Kc.Af.Pt	0,00	0,00	14,63	24,44	32,34	56,05	102,90	96,28	40,10	0,00	0,00	0,00
Culture (2) laitue, p.d.t. (200,0 ha)	Kc	0,47	0,63	0,97	0,93	0,80	0,00	0,00	0,45	0,79	1,00	0,98	0,90
	Af	0,50	1,00	1,00	1,00	0,33	0,00	0,00	0,83	1,00	1,00	1,00	0,33
	Kc.Af.Pt	41,13	72,45	63,05	48,36	12,94	0,00	0,00	43,33	127,98	193,00	229,32	64,15
Culture (2) blé (200,0 ha)	Kc	0,00	0,00	0,00	0,48	0,70	0,93	1,00	0,97	0,75	0,53	0,00	0,00
	Af	0,00	0,00	0,00	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
	Kc.Af.Pt	0,00	0,00	0,00	20,72	34,30	54,87	105,00	112,52	121,50	102,29	0,00	0,00
Culture (3) olive (120,0 ha)	Kc	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	Af	1,00	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Kc.Af.Pt	87,50	28,75	16,25	26,00	24,50	29,50	52,50	58,00	81,00	96,50	117,00	108,00
Culture (4) orange (200,0 ha)	Kc	0,88	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,67	0,88	0,98	0,99
	Af	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Kc.Af.Pt	154,00	82,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,52	108,54	169,84	229,32	213,84
Volumes nets	(3.600,0 ha)	13,70	9,60	4,80	11,20	13,70	20,80	59,70	82,80	124,70	150,50	118,40	40,50
Besoins en eau bruts	(3.600,0 ha)	22,83	16,00	8,00	18,67	22,83	34,67	99,50	138,00	207,83	250,83	197,33	67,50

ici les besoins bruts ne tiennent pas compte des pluies efficaces

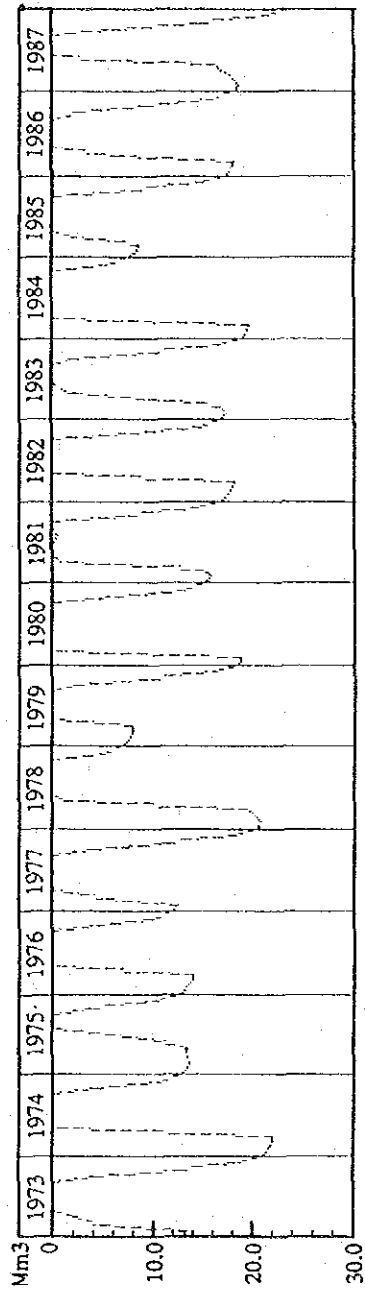
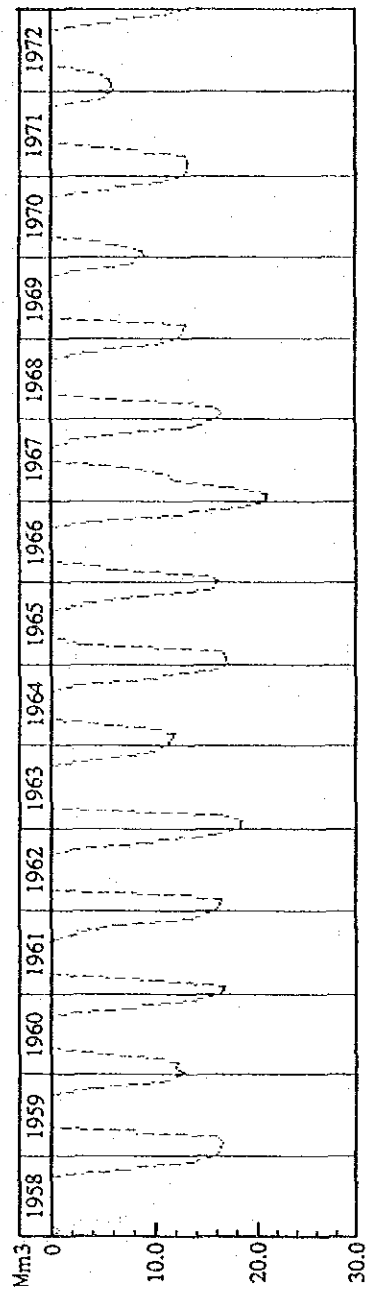


Figure B3.3.4.1 Variation des volumes de retenue nécessaires

Tableau B3.3.4.1 Résultats du calcul de volume de retenue nécessaire (million m³)

Année	Volume de retenue nécessaire (million m ³)
1958	15,73
1959	16,63
1960	16,19
1961	16,91
1962	18,12
1963	18,62
1964	17,21
1965	17,05
1966	20,79
1967	21,29
1968	16,66
1969	12,98
1970	12,58
1971	13,25
1972	12,92
1973	20,90
1974	22,09
1975	13,52
1976	14,08
1977	20,31
1978	20,89
1979	18,51
1980	18,79
1981	16,87
1982	18,29
1983	18,84
1984	19,63
1985	17,21
1986	18,15
1987	23,79

Remarque : "Année" signifie une période de 12 mois de septembre à août de l'année suivante. Par exemple, le calcul du bilan d'eau pour l'année 1958 est celui de la période qui va de septembre 1957 à août 1958.

Par ailleurs, les résultats du calcul de probabilité sur la base des résultats indiqués au tableau ci-dessus sont montrés au tableau B3.3.4.2.

Tableau B3.3.4.2 Probabilité des volumes de retenue nécessaires (million m³)

Période de récurrence	Volume de la retenue de barrage
2	17,19
5	20,11
10	22,05
20	23,90
30	24,97
40	25,72
50	26,30
80	27,52
100	28,10
200	29,90

Dans un premier temps, pour définir le volume de retenue nécessaire de l'ouvrage, on prend la valeur obtenue par le calcul de probabilité pour une période de récurrence de 5 années. En y ajoutant environ 10% pour les pertes de volume de la retenue et l'alimentation en eau potable, on obtient une valeur de 22 millions de m³ que nous prendrons comme valeur définitive pour le volume de la retenue du barrage N° 17.

4 Plan des ouvrages

4.1 Ouvrages d'irrigation

(1) Ouvrages d'irrigation aval

Les ouvrages d'irrigation aval doivent se conformer aux modèles d'ouvrages standard qui sont indiqués à la figure A9.2.1. de l'Annexe A9. La taille des canaux est reportée à la figure A9.2.2.

(2) Canaux principaux

Les canaux principaux sont des ouvrages d'amenée d'eau qui partent de la source d'alimentation. Leur longueur, en fonction de leur taille, est indiquée au tableau ci-dessous.

Tableau Longueur des canaux principaux par taille

Taille	Longueur (km)
Type A	3,0
Type B	2,1
Type C	5,8
Type D	19,0
Type E	33,1

Les tailles sus-mentionnées font référence au paragraphe 2.1 "Canaux principaux" de l'Annexe A9.

4.2 Barrages

4.2.1 Eléments de base

(1) Emplacement

Coordonnées : X = 558,45 Y = 448,30
Nom d'oued : Amzez

(2) Hypothèses de calcul

Volume utile	: VE = 22.000.000 m ³ "cf. § 3.5 "
Dégradation spécifique	: Ds = 1.550 m ³ /km ² /cm ... "cf. § 2.3.2"
Volume de sédimentation	: Vs = 1.550 m ³ x 378 km ² x 50 ans x 0,5 = 14.700.000 m ³
Volume total de la retenue	: VT = 36.700.000 m ³
Cote normale de retenue	: R.N. = 313,00 m "cf. Figure B3.4.2.1"
Niveau minimal d'exploitation	: 300,00 m " cf. Figure B3.4.2.1"
Intensité sismique	: 0,1 g
Débit de crue Q	: Probabilité 1/100 ans 1.600 m ³ /s 1/1000 ans 2.300 m ³ /s 1/10000 ans 3.000 m ³ /s (cf. § 2.3.2)
Volume maximum	: Q = 3,50 m ³ /s (cf. § 3.4)

(3) Détermination de l'altitude de la crête du barrage

(a) Hauteur d'élévation pour les crues de projet (Hd)

$$H_d = (Q/C \cdot L)^{2/3}$$

Q : Vol. des crues de projet 2.300 m³/s, retour 1/1000 ans
C : coefficient sur le déversement 2,0
L : Longueur du seuil 90

$$\therefore H_d = \left(\frac{2.300}{2,0 \times 90} \right)^{2/3} = 5,47 = 5,50 \text{ m}$$

(b) Hauteur ajoutée par rapport à la hauteur des vagues (Hv)

$$\text{Hauteur des vagues } H = 0,76 + 0,032 (U \cdot F)^{0,5} - 0,26 (F)^{0,25}$$

$$U : \text{Vitesse du vent } 100 \text{ km/h}$$

$$F : \text{Fetch } 1,1 \text{ km}$$

$$\therefore H = 0,76 + 0,032 (100 \times 1,1)^{0,5} - 0,26 (1,1)^{0,25} = 0,83 \text{ m}$$

$$\text{Vitesse de propagation des vagues } V = 1,5 + 2 \cdot H = 1,5 + 2 \times 0,83 = 3,16 \text{ m/s}$$

$$\therefore H_v = 0,75 \cdot H + \frac{V^2}{2g} = 0,75 \times 0,83 + \frac{3,16^2}{2 \times 9,8} = 1,13 \text{ m}$$
$$= 0,20 \text{ m}$$

Ce barrage-poids moyen aura une altitude de crête de :

$$\text{Altitude de crête} \geq \text{R.N.} + H_d + H_v + 0,5$$

$$\geq 313,00 + 5,50 + 1,20$$

$$\geq 319,70 = 320,00$$

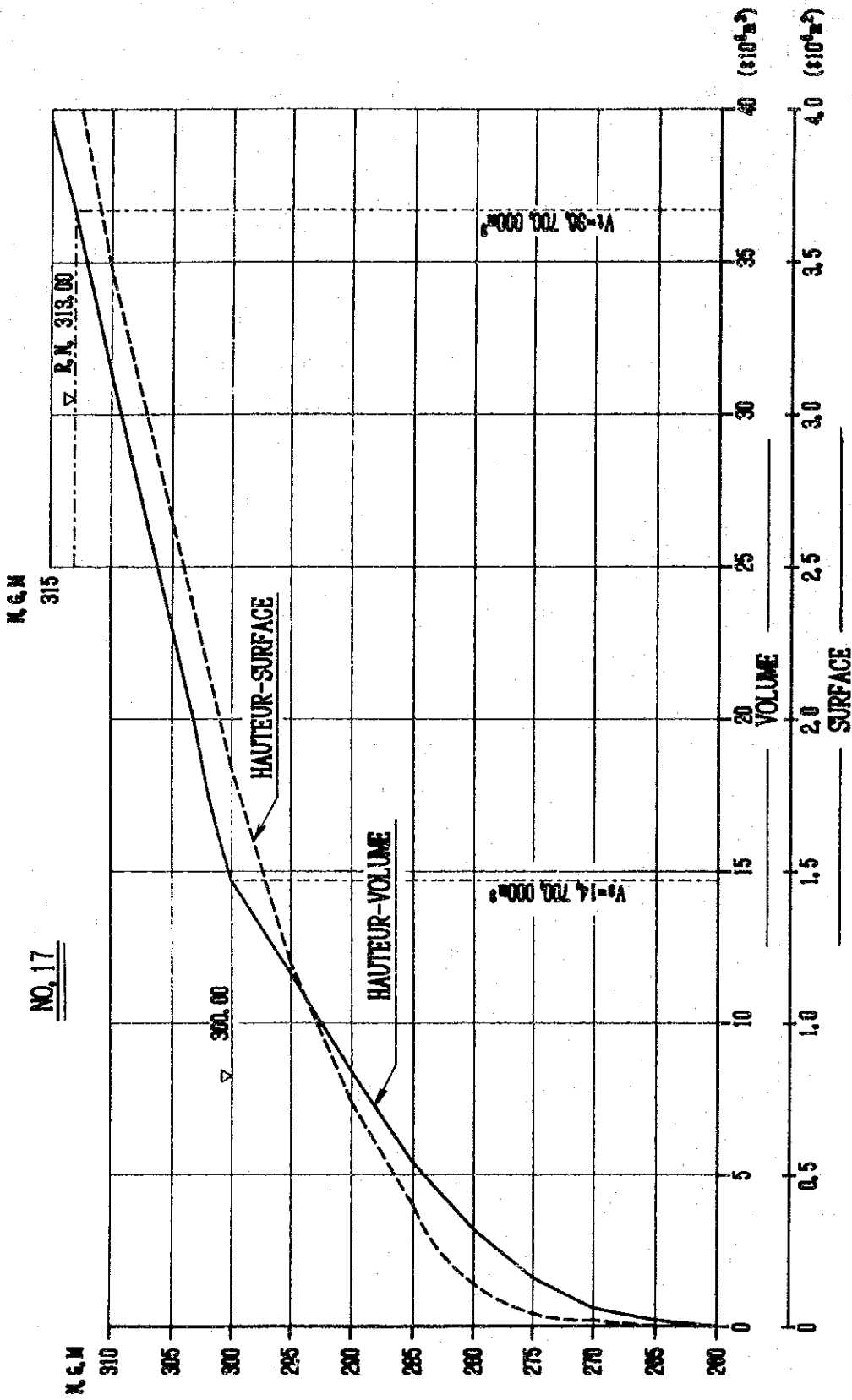


Tableau B3.4.2.1 Courbe Niveau-volume

4.2.2 Type et profil de barrage

L'axe du barrage se trouve dans une vallée très étroite et donc serait un site exceptionnel pour un barrage remblai. Pourtant, vu la grande superficie du bassin versant de 378 km², et l'importance des travaux d'évacuateur de crue que cela entraîne, il est évident que ce type de barrage sera moins économique qu'un barrage-poids. C'est donc ce dernier qui sera adopté.

Le socle de fondation est schisteux, mais on atteint la couche de grès à de faibles profondeurs. Le barrage poids en béton semble donc le plus approprié et sera donc adopté. Par ailleurs les coûts ne diffèrent pas si on adopte la variante BCR. L'étude détaillée ultérieure devrait confirmer la possibilité d'un barrage BCR.

Le profil de l'ouvrage est indiqué à la figure A9.1.1 ainsi que la pente du talus aval, fixée à 1 : 0,85 en considération des gradients de pentes et de la hauteur de digue.

Le profil standard est indiqué sur le plan N° 4.

4.2.3 Conception de l'évacuateur de crue

(1) Type d'évacuateur

L'évacuateur sera installé sur la digue. L'entrée de la vidange sera à déversement libre, la partie guideau sera un évacuateur à coursier et le dissipateur à saut de ski.

(2) Spécifications de l'évacuateur

(a) Partie entrée et longueur du seuil

Il est d'autant possible de réduire la superficie de la digue que la partie déversement de l'évacuateur est longue. Toutefois, pour que l'aval ait des conditions hydrauliques stables, il est souhaitable d'avoir un écoulement de 12 °.

L'ouvrage aura donc une longueur de déversoir de 90 m, une partie coursier de 90 à 60 m et un dissipateur de 60 m.

(b) Dissipateur

Le débit de projet du dissipateur est de 1600 m³/s pour une période de retour de 100 ans. A 120 m de l'extrémité du dissipateur à saut de ski on planifie un barrage auxiliaire qui servira de tampon. La profondeur d'entrée (d1) et la vitesse d'entrée (V1) à l'extrémité du saut de ski (NGM 265,00) sont calculées avec la formule suivante :

$$H-hf = d_1 \cos \theta + \frac{V_1^2}{2g}$$

où : H : charge totale H = 313,00 + 4,29 - 2,65 = 52,29 m

hf : perte de charge 10% de H = 5,23 m

θ : angle du canal à écoulement (θ : 49,64°)

Si on applique la formule ci-dessus à d1, on obtient

$$d_1^3 \cdot \cos \theta - 0,9 H \cdot d_1^2 + \frac{g^2}{2g} = 0$$

d'où d1 et V1 égalent :

d1 = 0,88 m

V1 = 30,30 m/s

4.2.4 Ouvrage de prise d'eau

Pour la prise d'eau des sites bénéficiaires aval, on installe un pertuis près du niveau de la tranche morte, une conduite en acier dans la digue et une vanne de réglage du débit à l'orifice de sortie. Le diamètre de la conduite en acier est de 1000 mm.

La capacité comblée au dessous du niveau de la tranche morte est de 15 x 10⁶ m³. C'est pourquoi on posera l'orifice de prise à NGM 280 m avec un dispositif de prise différent. Dans ce cas la canalisation aura un diamètre de 600 mm.

La durée de vidange d'urgence (le temps nécessaire pour évacuer l'eau à partir du niveau maximum normal de la retenue) se calcule de la manière suivante :

(i) Système A uniquement

Condition : différence de charge $H = (\text{niveau normal de la retenue} + \text{niveau minimal d'exploitation}) / 2 - \text{altitude de la sortie de conduite}$

$$= (313,0 + 300,0) / 2 - 297,5 = 9,0 \text{ m}$$

$$\text{Volume de la retenue } V = 22 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$9,0 = 0,105 \times V^2 \quad \therefore V = 9,26 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Temps de vidange } T &= 22 \times 10^6 / (9,26 \times 3,1416 \times 0,5^2) \times 86.400 \\ &= 35,0 \text{ jours} \end{aligned}$$

(ii) Système A + B

$$\begin{aligned} \text{Temps de vidange } T &= 22 \times 10^6 / (7,27 \times 3,79) \times 86.400 \\ &= 23,0 \text{ jours} \end{aligned}$$

4.2.5 Protection des abords de la retenue

Les abords de la retenue de ce barrage sont actuellement utilisés comme terres agricoles où prédomine la culture du blé. Il y a peu de prairies et de forêts. Les sols situés au niveau de la retenue normale seront détrempés, et érodés par les pluies et les vagues de la retenue. Pour prévenir ces dégâts et protéger le bassin versant, il est prévu de construire des terrasses plantées d'oliviers et d'amandiers comme indiqué à la figure ci-dessous. Les terrasses seront aménagées sur des pentes de moins de 45 degrés. Les abords de la retenue seront protégés sur une limite de 50 m de large à partir du bord de la retenue normale.

4.3 Evaluation du coût des travaux

Le coût des travaux relatif au secteur irrigué N° 17 a été évalué sur la base des prix unitaires des matériaux et du prix unitaire pour l'exécution des travaux, en vigueur en janvier 1992 au Maroc. Le coût des travaux est indiqué au tableau B3.4.3.1.

Tableau B3.4.3.1 Coûts des travaux du secteur (1000 DH)

Travaux	Coût direct	Coût indirect	Coût global
Barrage N° 17	244.818	97.927	342.745
Canaux principaux	18.703	3.740	22.443
Ouvrages d'irrigation aval	64.800	12.960	77.760
Total	328.320	114.628	442.948

La répartition des coûts directs des travaux est indiquée aux tableaux B3.4.3.2, B3.4.3.3 et B3.4.3.4.

Cependant, pour le coût des ouvrages d'irrigation aval, on prend une valeur moyenne des secteurs de petits barrages et des lacs collinaires de 18.000 DH/ha.

B3.4.3.2 Coûts directs de l'ouvrage N° 17

No. 17

244,818,007 DH

Description	Forme	Matériaux	Quantité	Unité	Prix unitaire (DH)	Montant (DH)	Remarque
Digue	Excavation	Sable (ordinaire)	27,320.00	m3	39.45	1,077,774	
		Roche altérée (gravier)	0.00	m3	46.57	0	
		Pierres	25,287.00	m3	78.90	1,995,144	
		Sous-total				3,072,918	
	Blindage	LEAN	195,101.60	m3	851.41	166,111,453	
		LINING	48,775.40	m3	936.63	45,684,503	
		Sous-total				211,795,956	
	Bétonnage	Coulis	3,133.00	m	411.73	1,289,950	
		Sous-total				216,158,825	
Routes			5,000.00	m	416.00	2,080,000	
Ouvrages annexes	Blindage pauvre	Dia 800mm		m		4,323,000	
Ouvrages divers			10.00	%		22,256,182	
TOTAL						244,818,007	

Tableau B3.4.3.3 Coûts directs des ouvrages d'irrigation du site N° 17

No. 17							
<u>18,702,501 DH</u>							
Description	Matériaux	Forme	Quantité	Unité	Prix unitaire (DH)	Montant (DH)	Remarque
Ouvrage de prise			0.0		21,431,300	0	
Aqueduc de franchissement			0.0		18,446,663	0	
Réservoir de régulation	(V=3,600m ³)		0.0		459,588	0	
Réservoir de régulation	(V=1,080m ³)		0.0		171,862	0	
Sous-total						0	
Station de pompage	(V=3,600m ³)		0.0		1,980,000	0	
Station de pompage	(V=1,080m ³)		0.0		1,528,800	0	
Sous-total						0	
Canal A			3,000.0	m	1,215	3,645,000	
Canal B			2,100.0	m	1,056	2,217,600	
Canal C			5,800.0	m	720	4,176,000	
Canal D			19,000.0	m	132	2,508,000	
Canal E			33,100.0	m	90	2,979,000	
Partiteur			31.0		1,930	59,818	
Autres travaux			20	%		3,117,084	
Sous-total						18,702,501	
TOTAL						18,702,501	

5 Evaluation du projet

5.1 Coût du projet

Le coût du projet consiste en frais de construction, frais d'entretien et frais de remplacement. Les frais de construction, qui représentent un fonds nécessaire d'investissement initial, comprennent les frais de services d'ingénierie, les provisions, les frais d'expropriation foncière etc. en plus du coût des travaux. Le coût du projet a été évalué sur la base des hypothèses suivantes :

- (1) Taux de change de 1 US \$ = 8,88 DH qui correspond à la valeur moyenne des 6 derniers mois.
- (2) Matériaux utilisés dans le projet importés en franchise douanière.
- (3) Evaluation des coûts des travaux basée sur les prix de détail et les salaires en vigueur au Maroc.
- (4) Provision de 10 % du coût total pour imprévus techniques et de 5 % pour couvrir l'inflation annuelle des prix.
- (5) 17 ha de champs et de parcours seront immergés par la retenue du barrage et feront l'objet d'une compensation pour expropriation foncière, fixée à 40.000 DH/ha en référence au barrage Idriss I.

5.1.1 Frais de construction

Le coût total de ce projet est évalué à 571 millions de DH. La répartition entre devises et monnaie locale est de respectivement 234 millions de DH et 337 millions de DH, représentant 41% et 59% (cf. tableau B3.5.1 ci-dessous).

Tableau B3.5.1 Répartition des frais de construction

(unité : 1.000 DH)

Description	Part en devises	Part en dirham	Total
1. Construction	139.416	126.022	265.438
Barrages	92.972	54.401	147.373
Ouvrages d'irrigation	46.444	71.621	118.065
2. Expropriation foncière	0	1.800	1.800
3. Services d'ingénierie	0	17.303	17.303
4. Gestion du projet	0	2.163	2.163
5. Provision	27.383	28.056	55.440
Imprévus techniques	13.941	14.729	28.670
Inflation	13.442	13.327	26.770
Total	166.800	175.344	342.144

5.1.2 Frais d'entretien

Les frais d'entretien du barrage et des ouvrages d'irrigation après achèvement des travaux sont évalués à 0,3% du coût des travaux, soit 1.329.000 DH.

5.1.3 Frais de remplacement

Certaines installations devront être remplacées régulièrement. Le projet prévoit le remplacement de ces éléments 25 ans au plus tard à compter du commencement du projet. Les frais de remplacement ont été déterminés à 1.067.000 DH.

5.2 Plan d'exécution du projet

5.2.1 Programme d'exécution

La durée prévue pour l'exécution du projet est de 4 ans. Les études et la conception détaillée seront achevées la première année, et les travaux dureront 3 ans à partir de la deuxième année. Le programme d'exécution des travaux est indiqué à la figure B3.5.2.1. Des bénéficiaires agricoles seront dégagés à partir de la troisième année consécutive à la construction des ouvrages de prise.

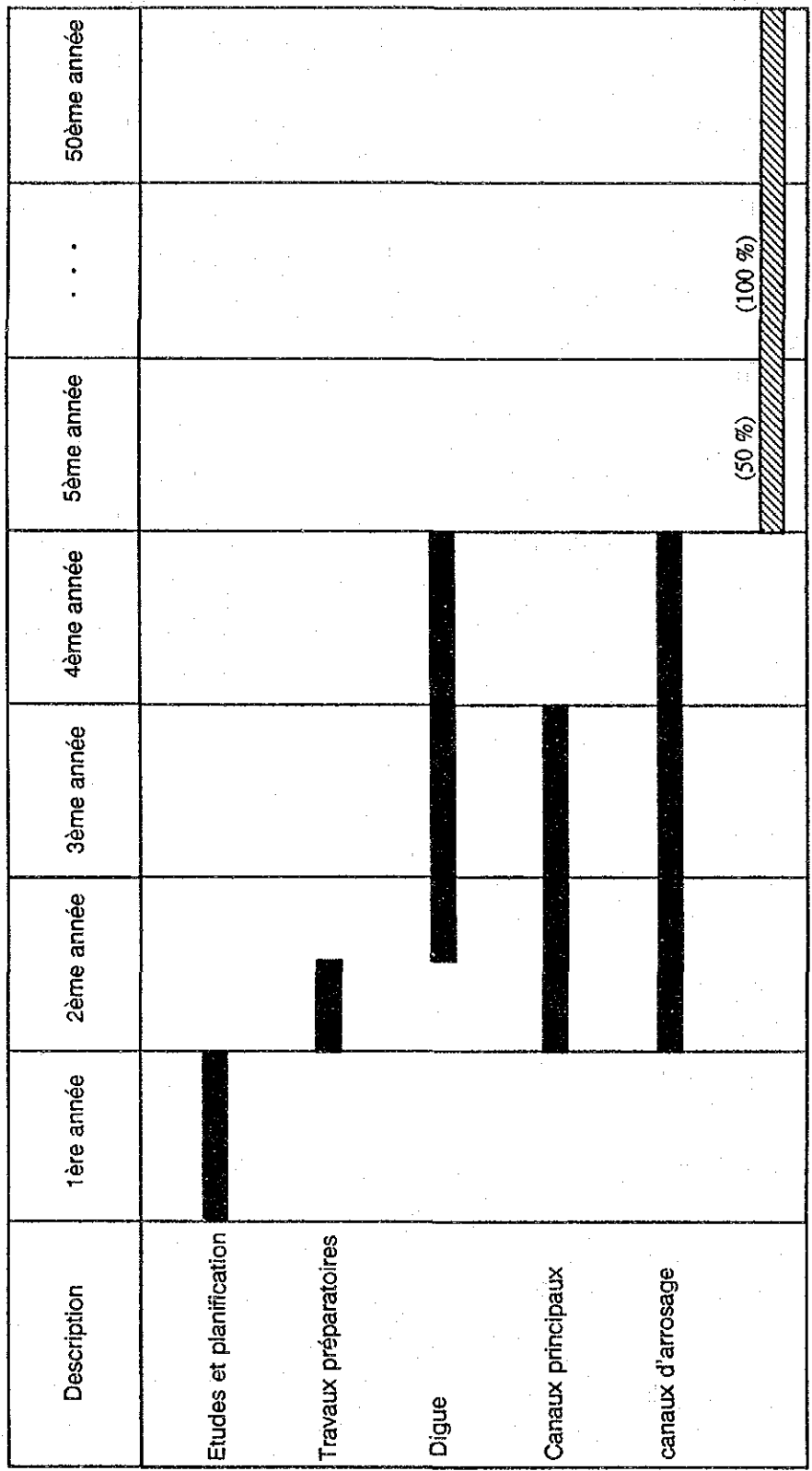
5.2.2 Répartition annuelle du budget

La répartition annuelle du budget en fonction du programme d'exécution des travaux est reportée au tableau B3.5.2.1.

5.3 Bénéfices du projet

5.3.1 Bénéfices agricoles

Les bénéfices agricoles sont exprimés en prix économique qui représente la différence entre le revenu net obtenu en situation avec projet et le revenu net réalisé sans projet. Sur la base des revenus nets des produits agricoles par superficie unitaire indiqués aux tableaux A10.1.4 et A10.1.5 de l'Annexe A, on estime les bénéfices agricoles à 35 millions de DH (cf. tableau B3.5.1 de l'Annexe B). Les bénéfices varient en fonction de l'avancement des travaux : 50% pour la troisième année du projet, 75% pour la quatrième année, 100% pour la cinquième année et les années suivantes. Le programme de réalisation du rendement à atteindre est de 10% la



() Flux des profits agricoles
 (/) Pourcentage de profits engendrés

Figure B3.5.2.1 Calendrier de réalisation des travaux

TABLEAU B3.5.2.1 BESOINS ANNUELS EN FONDS POUR AMENAGEMENT AGRICOLE (SITE N° 17)

Description	(Unité: 1,000 DH)										
	1ère année		2ème année		3ème année		4ème année		Total		
	DE	ML	DE	ML	DE	ML	DE	ML	DE	ML	Total
1. Système d'irrigation	0	0	31.254	53.613	82.263	102.000	79.203	94.615	192.720	250.228	442.948
- Barrage	0	0	24.625	23.359	75.634	71.746	75.634	71.746	175.893	166.851	342.744
- Ouvrage d'irrigation	0	0	6.629	30.254	6.629	30.254	3.569	22.869	16.827	83.377	100.204
2. Exprop.foncière	0	680	0	0	0	0	0	0	0	680	680
3. Services d'ingénierie	0	26.266	0	0	0	0	0	0	0	26.266	26.266
4. Gestion du projet	0	0	0	1.094	0	1.094	0	1.094	0	3.282	3.282
5. Imprévus techniques	0	2.695	3.125	5.471	8.226	10.309	7.920	9.571	19.272	28.046	47.318
6. Provisions pour inflation des prix	0	0	1.563	2.735	8.432	10.567	12.484	15.086	22.479	28.389	50.868
Total général	0	29.641	35.942	62.913	98.921	123.971	99.608	120.366	234.471	336.890	571.361

Note: DE: Devises étrangères
ML: Monnaie locale

première année, 50% la deuxième année, 80% la troisième année et 100% la quatrième année et les années suivantes.

Les bénéfices négatifs dûs à la compensation pour expropriation foncière sont estimés à 2.335 DH/ha en supposant que le revenu de l'exploitation agricole provient actuellement essentiellement de la vente du blé.

5.3.2 Autres bénéfices

La réalisation de ce projet aura l'impact social et les avantages indirects suivants :

- (1) Fourniture stable de produits alimentaires grâce à une augmentation de la production des céréales.
- (2) Utilisation de différents systèmes d'irrigation permettant la vulgarisation et l'amélioration des techniques agricoles, sur la base du système cultural introduisant la culture des légumes et les cultures industrielles.
- (3) Les travaux nécessitant une main d'oeuvre importante, le projet contribuera à la lutte contre le chômage.
- (4) L'augmentation du revenu des agriculteurs permettra de relancer la consommation et d'améliorer l'environnement rural.
- (5) Avec le développement des activités agricoles, les jeunes s'installeront de plus en plus en milieu rural et joueront un rôle important dans la revitalisation de celui-ci.
- (6) Si les agriculteurs sont suffisamment intéressés par le développement hydraulique, les résultats obtenus grâce au projet pourront être transmis aux communes adjacentes.
- (7) Quant à la conservation des bassins versants, la construction des barrages permettra d'éviter les transports de terres dans le cours principal de l'Ouergha.

5.4 Evaluation économique

5.4.1 Coût économique

(1) Coût économique des frais de construction

Pour la part en devises étrangères le coût économique correspond au coût financier qui a été ressorti, alors que pour la part en monnaie locale, après analyse économique du secteur on applique un coefficient de conversion pour chaque volet des frais de construction. Dans l'évaluation économique, la provision réservée à l'inflation des prix n'est pas incluse dans les

ANNEXE. TABLEAU B3.5.1 BENEFICE ECONOMIQUE DU PROJET POUR N° 17

Assole.	Culture	Situation sans projet			Situation avec projet				
		Superficie (Ha)	* VA (DH/Ha)	**VAPT ('000 DH)	Culture	Superficie (Ha)	* VA (DH/Ha)	**VAPT ('000 DH)	Bénéfice ('000 DH)
1.	Grains	2.460	2.335	5.744	Tournesol	2.680	8.103	21.716	
	Légumin.	820	1.846	1.514	Légumes	600	36.370	21.822	
	Olive/G	120	4.646	558	Olive/G	120	9.081	1.090	
	Orange	200	13.278	2.656	Orange	200	44.064	8.813	
	Total	3.600		10.471	Total	3.600		53.441	
2.	Grains	2.460	2.335	5.744	Grains	2.680	5.577	14.946	
	Légumin.	820	1.846	1.514	Légumes	600	40.839	24.503	
	Olive/Lgmin	120	4.496	540	Olive/Lgmin	120	8.445	1.013	
	Orange	200	13.278	2.656	Orange	200	44.064	8.813	
	Total	3.600		10.453	Total	3.600		49.276	
3.					Tournesol	2.680	8.103	21.716	
					Grains	600	5.577	3.346	
					Olive/F	120	7.839	941	
					Orange	200	44.064	8.813	
					Total	3.600		34.816	
Moyenne				10.462			45.844	35.382	

* VA : Valeur Ajoutée

** VAPT: Valeur Ajoutée de la production totale

ANNEXE. TABLEAU B3.5.2
CALCUL DU TAUX INTERNE DE RENTABILITE ECONOMIQUE (TIRE)
(SITE N° 17)

TAUX D'ESCOMPTE I = 8,00 %
 $1/(1+i) = 0,92593$

COUT DU PROJET = 462.581,000 DH BENEFICE = = 35,3 82,000 DH

N°	ANNEE	ING.	COUT DE CONSTRUCTION	COUT DE REMPLACE.	COUT D' E&M	COUT TOTAL	BENEFICE	BILAN (B - C)
1	1993	26004	0	0	0	26004	0	-26004
2	1994	0	82882	0	0	82882	-40	-82922
3	1995	0	181792	0	0	181792	-40	-181832
4	1996	0	171904	0	0	171904	-40	-171944
5	1997	0	0	0	1180	1180	1729	549
6	1998	0	0	0	1180	1180	10575	9395
7	1999	0	0	0	1180	1180	22958	21778
8	2000	0	0	0	1180	1180	31804	30624
9	2001	0	0	0	1180	1180	35342	34162
10	2002	0	0	0	1180	1180	35342	34162
11	2003	0	0	0	1180	1180	35342	34162
12	2004	0	0	0	1180	1180	35342	34162
13	2005	0	0	0	1180	1180	35342	34162
14	2006	0	0	0	1180	1180	35342	34162
15	2007	0	0	0	1180	1180	35342	34162
16	2008	0	0	0	1180	1180	35342	34162
17	2009	0	0	0	1180	1180	35342	34162
18	2010	0	0	0	1180	1180	35342	34162
19	2011	0	0	0	1180	1180	35342	34162
20	2012	0	0	0	1180	1180	35342	34162
21	2013	0	0	0	1180	1180	35342	34162
22	2014	0	0	0	1180	1180	35342	34162
23	2015	0	0	0	1180	1180	35342	34162
24	2016	0	0	0	1180	1180	35342	34162
25	2017	0	0	1067	1180	2247	35342	33095
26	2018	0	0	0	1180	1180	35342	34162
27	2019	0	0	0	1180	1180	35342	34162
28	2020	0	0	0	1180	1180	35342	34162
29	2021	0	0	0	1180	1180	35342	34162
30	2022	0	0	0	1180	1180	35342	34162
31	2023	0	0	0	1180	1180	35342	34162
32	2024	0	0	0	1180	1180	35342	34162
33	2025	0	0	0	1180	1180	35342	34162
34	2026	0	0	0	1180	1180	35342	34162
35	2027	0	0	0	1180	1180	35342	34162
36	2028	0	0	0	1180	1180	35342	34162
37	2029	0	0	0	1180	1180	35342	34162
38	2030	0	0	0	1180	1180	35342	34162
39	2031	0	0	0	1180	1180	35342	34162
40	2032	0	0	0	1180	1180	35342	34162
41	2033	0	0	0	1180	1180	35342	34162
42	2034	0	0	0	1180	1180	35342	34162
43	2035	0	0	0	1180	1180	35342	34162
44	2036	0	0	0	1180	1180	35342	34162
45	2037	0	0	0	1180	1180	35342	34162
46	2038	0	0	0	1180	1180	35342	34162
47	2039	0	0	0	1180	1180	35342	34162
48	2040	0	0	0	1180	1180	35342	34162
49	2041	0	0	0	1180	1180	35342	34162
50	2042	0	0	0	1180	1180	35342	34162
TOTAL		26004	436578	1067	54280	376486	267582	5.668

B - C = -108904
B/C = 0,711

ANNEXE. TABLEAU B4.5.2

frais de construction. Il en est de même des frais de compensation pour expropriation foncière, car ces frais sont considérés comme bénéfiques négatifs. Les frais de construction relatifs à ce projet exprimés en coût économique sont indiqués au tableau B3.5.2.

Description	1ère année	2ème année	3ème année	4ème année	Total
1. Système d'irrigation	0	74.362	164.230	155.291	393.933
- Barrages	0	43.408	133.326	133.326	310.060
- Ouvrages d'irrigation	0	30.954	30.954	21.965	83.873
2. Services d'ingénierie	23.640	0	0	0	23.640
3. Gestion du projet	0	985	985	985	2.955
4. Imprévus techniques	2.364	7.535	16.527	15.628	42.053
Total	26.004	82.882	181.792	171.904	462.581

(2) Frais d'entretien et de remplacement

Les frais d'entretien, exprimés en coût économique, représentent 0,3% du coût des travaux soit 1.180.000 DH.

5.4.2 Analyse économique

Pour un délai de 50 ans entre l'évaluation et la construction des ouvrages, le taux inférieur de rentabilité économique (TIRE) est de 5,7% (cf. tableau B3.5.2.). On obtient la valeur actuelle nette des profits et des coûts en prenant comme hypothèse que le coût d'opportunité du capital est au taux de 8% (taux de réduction). De ce fait, B/C et B-C sont calculés à 0,71 et -108.904 DH respectivement. Puis, en tenant compte du facteur risque lié au projet, on effectue une analyse de sensibilité pour les 4 hypothèses suivantes :

(HYPOTHESE)	(TIRE)
Augmentation des coûts des travaux de 10%	5,11%
Diminution des bénéfices de 10%	5,02%
Achèvement des travaux avec 1 an de retard	5,61%
Génération des 3 cas	4,43%

La valeur TIRE est relativement faible. Cependant, puisque le projet contient des composantes de développement hydraulique modèles et qu'il contribue au développement des secteurs

d'irrigation clés, il est nécessaire d'examiner sa réalisation d'une manière plus minutieuse. Si l'on tient compte du fait que le périmètre bénéficiaire N° 8 est adjacent au N° 20, ce projet pourra être considéré comme partie intégrante du plan général de développement de ces deux périmètres.

5.5 Evaluation financière

Les fermes ont été comparées en situation de projet et sans projet, et divisées en 4 classes selon la taille d'exploitation et le revenu agricole. Les résultats sont reportés au tableau B3.5.3.

Tableau B3.5.3. Bénéfice financier du projet au niveau du revenu agricole

Taille d'exploitation (ha)	1/ Cas sans projet (DH)	2/ Cas avec projet (DH)	2/1
3	9.006	35.533	3,9
5	15.854	56.602	3,6
7	16.079	78.693	4,9
10	23.421	115.600	4,9

Si le projet est mis en oeuvre, le bénéfice agricole annuel sera à peu près quadruplé en moyenne. En supposant que les frais d'utilisation du réseau d'irrigation soient équivalents aux frais d'entretien, la contribution par ha s'élève à 370 DH. Les exploitations les plus petites avec des superficies de 3 ha devront payer 1.110 DH par an de redevance, ce qui ne représente qu'à peine 3% du bénéfice de l'exploitation agricole. En conséquence il ne devrait pas y avoir de problème de paiement des redevances d'utilisation du réseau d'irrigation.

Le calcul détaillé des bénéfices est indiqué aux tableaux B3.5.3. et B3.5.4.

**ANNEXE B4 SITE P-C-4 - SIDI ABDESALEM
(PROVINCE DE CHEFCHAOUEN) PETIT BARRAGE**

Table des matières

1. Présentation	B4-1
2. Présentation du secteur	B4-3
2.1 Topographie & géologie du site	B4-3
2.1.1 Reconnaissances	B4-3
2.1.2 Topographie	B4-3
2.1.3 Géologie	B4-3
2.1.4 Rocher de fondation du barrage	B4-4
2.1.5 Problèmes géotechniques rencontrés	B4-4
2.1.6 Matériaux de construction de la digue	B4-5
2.2 Climat et hydrologie	B4-8
2.2.1 Précipitations	B4-8
2.2.2 Apports du site de barrage	B4-9
2.3 Utilisation des terres et pédologie	B4-15
2.3.1 Utilisation actuelle des terres	B4-15
2.3.2 Pédologie	B4-15
2.4 Agriculture	B4-21
2.4.1 Situation actuelle de la zone	B4-21
2.4.2 Système cultural prévu	B4-21
2.4.3 Objectifs de rendement et fiches techniques	B4-22
2.5 Conditions socio-économiques	B4-30
2.5.1 Population bénéficiaire	B4-30
2.5.2 Environnement rural	B4-30
2.5.3 Economie agricole	B4-31
3. Plan de développement	B4-39
3.1 Secteur d'irrigation	B4-39
3.2 Plan d'irrigation	B4-39
3.3 Besoins en eau d'irrigation	B4-40
3.4 Plan de développement hydraulique	B4-40

4. Plan des ouvrages	B4-47
4.1 Ouvrages d'irrigation	B4-47
4.2 Barrages	B4-47
4.2.1 Eléments de base	B4-47
4.2.2 Type et profil de barrage	B4-50
4.2.3 Conception de l'évacuateur de crue	B4-51
4.2.4 Ouvrages de prise d'eau	B4-54
4.2.5 Protection des abords de la retenue	B4-54
4.3 Routes (voies de liaison)	B4-55
4.4 Evaluation de coût des travaux	B4-55
5. Evaluation du projet	B4-62
5.1 Coût du projet	B4-62
5.1.1 Frais de construction	B4-62
5.1.2 Frais d'entretien	B4-64
5.1.3 Frais de remplacement	B4-64
5.2 Plan d'exécution du projet	B4-64
5.2.1 Programme d'exécution	B4-64
5.2.2 Répartition annuelle du budget	B4-64
5.3 Bénéfices du projet	B4-67
5.3.1 Bénéfices agricoles	B4-67
5.3.2 Autres bénéfices	B4-67
5.4 Evaluation économique	B4-68
5.4.1 Coût économique	B4-68
5.4.2 Analyse économique	B4-69
5.5 Evaluation financière	B4-70

B4 SITE N° P-C-4 - SIDI ABDESALEM (PROVINCE DE CHEFCHAOUEN) PETIT BARRAGE

I Présentation

Le site P-C-4 est situé en amont de l'oued Aoudour, sur les cônes de déjection d'une zone de montagnes.

C'est un site idéal comme projet d'irrigation par petit barrage car le relief est en pentes douces de 1,0° et les terres de cultures sont bien regroupées. En revanche il n'y a pas de route de liaison avec l'extérieur et donc l'acheminement des produits agricoles est difficile, ce qui est une source de contraintes vis à vis du développement. Les propriétés foncières sont de 2,6 ha en moyenne, la principale culture étant le blé sur l'ensemble du secteur. Les propriétaires vivent presque tous en dehors du secteur et seules quelques fermes doivent être approvisionnées en eau potable.

Ce secteur fait partie du périmètre d'irrigation clé IV (le long de l'Aoudour), sans toutefois créer de rivalité avec le plan de développement du périmètre IV. Les résultats de l'étude du secteur, qui sera relativement détaillée, seront utilisés pour proposer le plan de développement du périmètre IV, dont la principale source d'approvisionnement prévue est constituée par le barrage N° 16. Ce secteur bénéficie d'une bonne topographie, bien que l'infrastructure routière y accuse un certain retard. C'est un bon exemple qui démontre l'importance des infrastructures sociales dans le processus de développement agricole d'une région de montagnes.

Le site et le plan de développement sont expliqués au tableau B4.1.1.

Etude de pré-faisabilité du plan de développement du bassin de l'Ouergha			Tableau B4.1.1
1 Barrage moyen	② Petit barrage	3 Lac collinaire	Secteur P-C-4
Emplacement	ZOUMI	Coordonnées	(516,90 - 471,65)
Province	CHEFCHAOUEN	Commune rurale	MOKRISSET
Secteur de développement		Bétail (Nbre de têtes)	
Nombre de villages	:	2	bovins 30
Population (habitants)	:	1.688	ovins 73
Superficie (ha)	:	250	caprins 44
Agriculture			
Superficies irriguées	:	(estimations) -	Source hydraulique
Méthode d'irrigation	:	-	
Production agricole	:	blé (160 t), légumes (haricots) 1 t	
Encadrement agricole	:	Centre de travaux de Mokrisset	
Infrastructures sociales			
Eau domestique	:	Puits	
Electrification	:	inexistante	
Autres	:		
PLAN			
1. Barrage		2. Périmètres d'irrigation	
Type	:	Remblai	Superficie brute : 235 ha
Hauteur de digue	:	40,5 m	Superficie nette : 207 ha
Longueur de digue	:	180,0 m	Cultures : tournesol, céréales
Volume de l'ouvrage	:	258.000 m ³	3. Besoins en eau potable
Capacité totale/retenue	:	1.420.000 m ³	Population de projet : 2.100 hab
			(périphérie de l'ouvrage)
Volume utile	:	1.350.000 m ³	4. Besoins eau de cheptel
Superficie du bassin	:	7,6 km ²	Nbre de têtes de bétail : 200 têtes
Crues de projet	:	70 m ³ /s	5. Conservation du bassin
Apports	:	4.670.000 m ³ /an	Superficie à conserver : 2,6 ha
Envasement	:	15.900 m ³ /an	Techniques : Terrasses
			6. Travaux divers :
Indices économiques (prix en DH marocain)			
Coût des travaux			
1. Etude & planification	:	2.258.000	Exploitation & Entretien : 105.000
2. Construction du barrage	:	28.530.000	Profits
3. Réseau d'irrigation	:	3.478.000	(agriculture) : 2.471.000
4. Construction des routes	:	3.000.000	(élevage) :
Sous-total	:	37.266.000	(divers) :
5. Réseau d'alimentation	:		TRI : 5,5 %
En eau potable	:	Inclus ci-dessus	
En eau de cheptel	:	"	
6. Conservation du bassin	:	23.000	
Sous-total	:	23.000	
TOTAL	:	37.289.000	
Remarques : il n'y a pratiquement pas d'agriculteur sur le secteur ; les terres appartiennent à des propriétaires qui vivent dans les villages de montagne.			

2.1 Topographie & géologie du site

2.1.1 Reconnaissances

Reconnaissances topographiques et géologiques effectuées sur le site de barrage :

Méthodes	Mesures	contenance	Remarques
Levers topographiques	Axe du barrage Retenue Secteur irrigué	Levers topographiques Carte des photographies aériennes Echelle : 1/5.000- 350 ha	Réalisés par le Maroc
Sondages	Puits de reconnaissance		Réalisés par le Maroc

2.1.1 Topographie

Tableau de la topographie du site de barrage

Reconnaissance	Mesures	cotes	Remarques
Site du barrage	Largeur de la couche d'alluvions A Largeur de la couche de colluvions B A + B Hauteur relative des terrasses de diluvions Gradient du flanc rive droite Gradient du flanc rive gauche	10 m 20 ~ 30 m 30 ~ 40 m 2 m 1:2 1:1,8 ~ 1:3,3	
Retenue	Largeur alluvions A + largeur colluvions B Gradient du flanc	30 ~ 50 m 1:2 ~ 1:3,0	
Bassin versant	Surface du bassin versant Gradient des deux versants du bassin Hauteur relative du bassin versant	7,4 km ² Pentes abruptes 1:1,1-1:3 Inclinaison douce de l'appui rive droite (1:4 ~ 1:6) Environ 500 m	

* La largeur des alluvions A et des colluvions B indique la largeur de la base de la couche de sédimentation

2.1.3 Géologie

Tableau de la géologie du site de barrage

Reconnaissance	Mesures	Indications
Site de barrage	Roche de fondation Couche d'alluvions Terrasses et éboulis	marnes Epaisseur de 0 ~ 1 m Terrasses : graviers (épaisseur 8 m) Eboulis : brèches marnuses et brèches altérées (épaisseur 0 ~ 3 m)
Retenue	Roche de fondation Couche d'alluvions	marnes Terrasses et éboulis (couche de 4 ~ 8 m)
Bassin versant	Formation rocheuse Divers	Marnes solides du créacé

2.1.4 Rocher de fondation du barrage

(1) Socle

Le socle est constitué de marnes solides du crétacé qui offrent une bonne résistance comme fondation de barrage. L'inclinaison et la direction de la formation varient en fonction des multiples petits plissements. Les valeurs relevées, N20E15E, indiquent que la formation est inclinée vers l'aval.

La couche d'altérations du socle, mince, est de 0 m ~ 1 m au bas de la vallée, et de 1 m ~ 2 m environ sur les flancs. L'épaisseur de la couche d'alluvions est de 0 ~ 1 m, celle de la couche de diluvions et d'éboulis de 8 m.

(2) Perméabilité du socle

Le socle est constitué de marnes qui ne sont pratiquement pas perméables.

2.1.5 Problèmes géotechniques rencontrés

Comme fondation de barrage, le socle ne présente pas de problèmes de résistance ou de perméabilité. Par conséquent, la ligne d'extraction sera limitée par l'épaisseur de la couche de sédiments et par l'épaisseur des altérations. Sur ce site, la ligne d'extraction la plus profonde se trouve au bas de la vallée. Sa profondeur est de 8 à 12 m sur une largeur de 25 m ~ 35 m.

Le lit de la digue de retenue présente en principe les mêmes caractéristiques topographiques et géologiques que les fondations. On relève quelques éboulements de sable dus aux crues, mais il ne doit pas y avoir d'affaissement ou de glissements de terrain importants.

2.1.6 Matériaux de construction de la digue

Les graviers de l'oued et les graviers des terrasses peuvent être utilisés pour les agrégats de béton et les matériaux d'enrochement. Les sites d'emprunt se trouvent à 0 ~ 2 km à vol d'oiseau, et si on utilise la route actuelle, en aménageant un supplément de 0,5 ~ 2,0 km de routes la distance de transport sera de 0 ~ 2 km.

Il faudra creuser des puits de reconnaissance pour vérifier les quantités de graviers pouvant être extraites, car une telle vérification n'est pas possible sur simple reconnaissance de la couche superficielle.

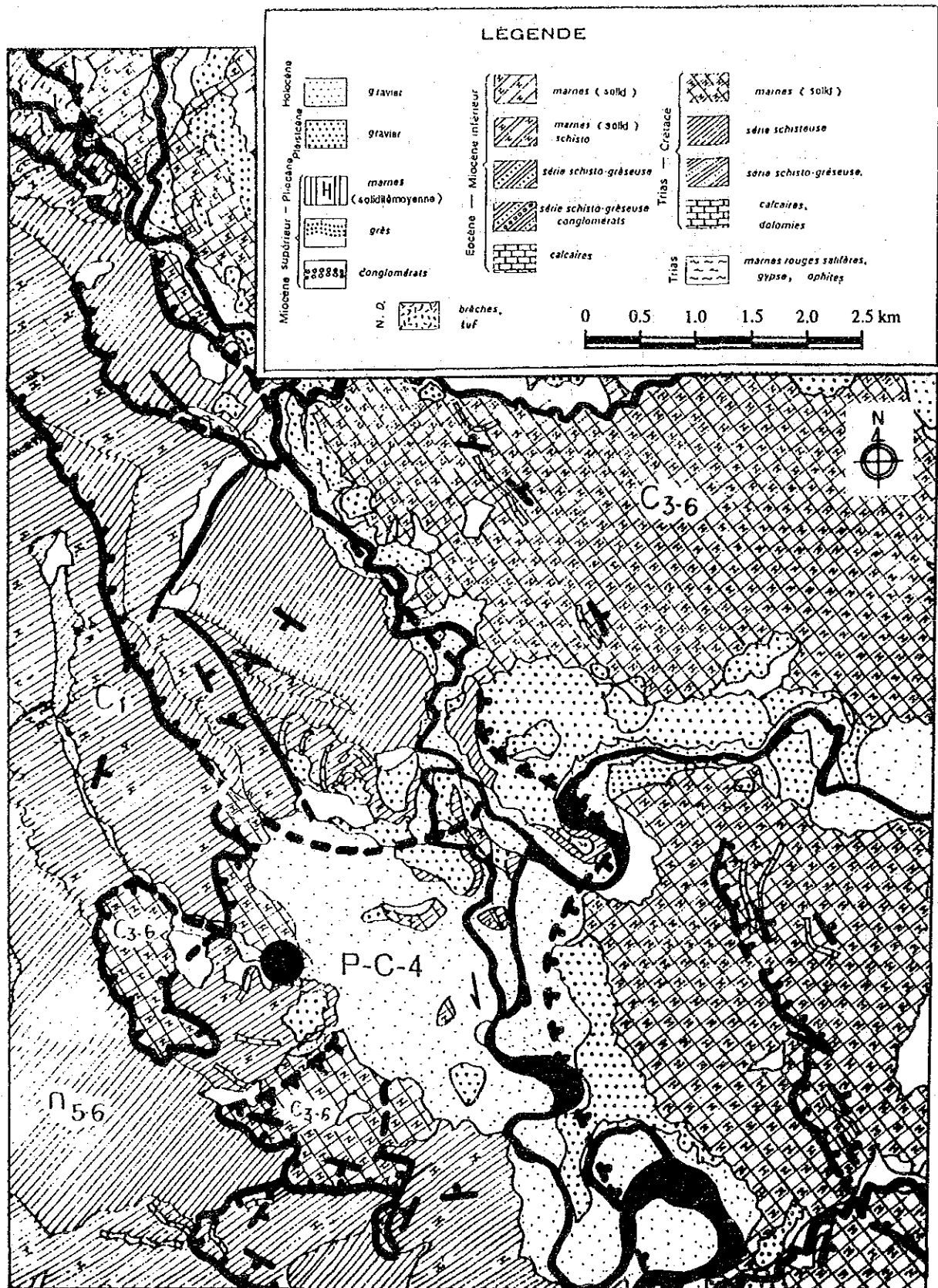


Figure B4.2.1.1 Carte géologique du site du barrage P-C-4

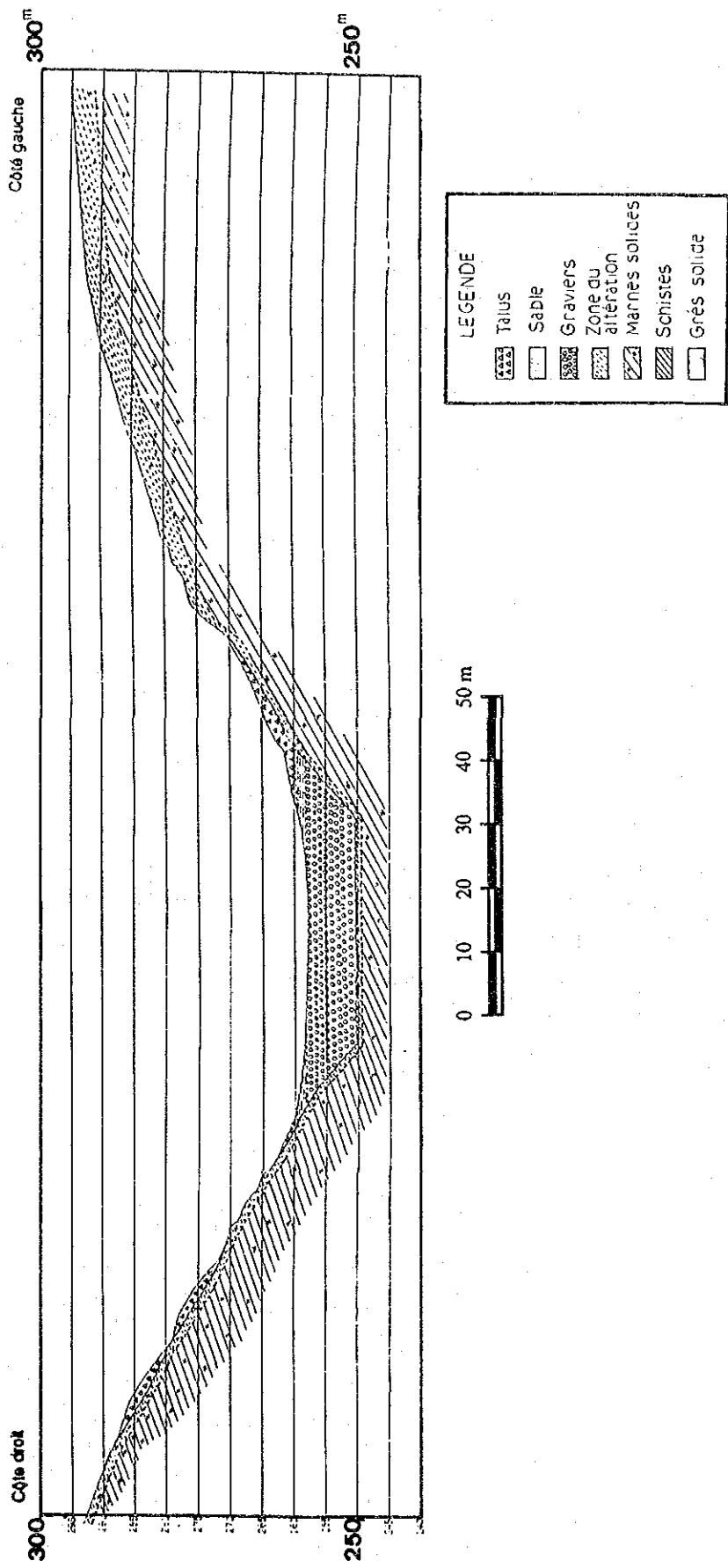


Figure B4.2.1.2 Coupe géologique du site du barrage P-C-4

2.2 Climat et hydrologie

2.2.1 Précipitations

(1) Bassin versant de la retenue

D'après le rapport PD-SBO, les précipitations annuelles moyennes P_a du bassin versant dérivées de la carte des isohyètes (cf. Annexe A, A2.2.3) sont de 1.200 mm/an. Les précipitations journalières maximum P Pour une période de récurrence de T année $P(24, T)$ calculées avec la formule qui suit sont de 158 mm/jour pour une période de récurrence de 10 ans, et de 234 mm/jour pour une période de retour de 100 ans (pour plus de détails cf. Annexe A, A2.2.3).

$$P(24, T) = a' (T) \cdot P_a + b' (T)$$

T	2	5	10	50	100
a' (T)	0,071	0,098	0,116	0,156	0,172
b' (T)	11	16	18	24	27

(2) Périmètres bénéficiaires

Les précipitations annuelles moyennes P_{an} obtenues de la même manière qu'en (1) avec la carte des isohyètes sont de 1.100 mm/an. Les précipitations mensuelles P_m (mm/mois) sont calculées avec la formule suivante :

$$P_m = P_m (St) \cdot P_{an}/P_a (St) = P_m (St) \cdot 1.100/781 = 1,41 \cdot P_m (St)$$

où :

$P_m (St)$: Précipitations mensuelles à la station la plus proche du secteur d'irrigation (Tafrant) (mm/mois)

$P_a (St)$: Précipitations annuelles moyennes de la station Tafrant (mm/an)

P_{an} : Précipitations annuelles moyennes du secteur d'irrigation (mm/an)

Les précipitations mensuelles pour une période de 32 ans, de 1957/58 à 1988/89, sont indiquées au tableau B4.2.2.1.

On obtient les précipitations journalières maximum pour une période de récurrence de T années avec la formule (1) sus-mentionnée. Les précipitations horaires maximum P (1, T) pour une période de récurrence de T années seront calculées avec la formule suivante (cf. Annexe A, A2.2.3).

$$P(1, T) = I(t=1h) = 0,204 \cdot P(24.T) \cdot t^{-0,5} = 0,204 \cdot P(24.T)$$

Les résultats sont les suivants :

T	2	5	10
P(24.T) (mm/jour)	89	123	146
P(1.T) (mm/heure)	18	25	30

2.2.2 Apports du site de barrage

(1) Bassin-versant

Le site de barrage est prévu sur l'oued Sidi Abdesalam, affluent de l'Aoudour, affluent du Zebrar. Il se situe environ à 1 km en amont du confluent de l'Aoudour et du Zebrar. La longueur du cours d'eau L en amont est d'environ 5 km à partir du site de barrage, et la pente de la rivière l varie entre 23 et 45 0/00. La superficie du bassin S au site de barrage est de 7,60 km². Le Sidi Abdessalem écoule du nord au sud et dirige lentement dans le sens NE-E. Son bassin est large de 1,3 ~ 1,8 km et long de 5 km. L'altitude Z_{max} du bassin versant est de 744 m, celle du site de barrage Z_{min} de 260 m et l'altitude moyenne du bassin versant Z_{moy} de 500 m.

(2) Apports annuels et mensuels

Les apports mensuels Am (m³/mois) sont calculés avec la formule suivante :

$$Am = 1000 \cdot Lrm(sb) \cdot (Pa/Pa(sb)) \cdot S$$

Lrm(sb) : Lamé de ruissellement mensuelle du sous-bassin N° 2 comprenant le bassin du barrage (mm/mois)

Pa(sb) : Précipitations moyennes annuelles du sous-bassin mentionnées précédemment (mm/an)

Pa : Précipitations moyennes annuelles du bassin du barrage (mm/an)

S : Superficie du bassin au site de barrage (km²)

Les apports mensuels pour la période de 35 ans allant de 1952/53 à 1986/87 sont indiqués au tableau B4.2.2.2. Le débit annuel moyen Q_a est de $0,148 \text{ m}^3/\text{s}$, le débit spécifique annuel moyen q de $19,5 \text{ l/s/km}^2$. Les apports annuels moyens A s'élèvent à 4,67 millions de m^3/an , la lame de ruissellement annuelle moyenne à 614 mm/an .

Les apports annuels pour une période de récurrence de T années sèches $A_f(T)$ sont les suivants :

T	(ans)	2	5	10	20	50	100
$A_f(T)$	(millions m^3/an)	3,98	2,30	1,68	1,28	0,91	0,70

Les apports annuels d'une année sèche A_f pour une probabilité excessive de 80% sont de 2,30 millions de m^3/an .

(3) Apports solides

Les apports solides annuels moyens A_s sont obtenus avec la formule suivante, adoptée dans l'Annexe A2.2.4.

$$A_s = DS \cdot S$$

$$DS = k_e \cdot K \cdot L_r$$

DS = dégradation spécifique annuelle moyenne ($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{an}$)

S = Superficie du bassin (km^2)

L_r = lame de ruissellement annuelle moyenne (mm/an)

K = Coefficient déterminé selon les sous-bassins = DSL ($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{mm/an}$), 3,40 pour le sous-bassin N° 2.

k_e = Coefficient d'ajustement pour une érosion normale de sous-bassin, en général 1,0 (0,8 - 1,2)

A supposer que le poids spécifique de sable $\tau = 1,5 \text{ t/m}^3$, le résultat est :

$$DS = 2.090 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{an} = 3.130 \text{ t/km}^2/\text{an}$$

$$A_s = 15.900 \text{ m}^3/\text{an} = 23.800 \text{ t/an}$$

(4) Crues

La méthode de calcul pour le débit des crues est détaillée dans l'Annexe A2.3.3. La superficie du bassin étant inférieure à 50 km², on utilise la méthode rationnelle.

(a) Formule rationnelle

Les précipitations journalières maximum pour une période de récurrence de T années P (24, T) sont obtenues avec la formule mentionnée au paragraphe 2.2.1

(1) :

$$P(24, T) = a'(T) \cdot Pa + b'(T)$$

Le temps de concentration t_c (heure) est calculé avec la formule Giandotti. Si $t_c > 1$ heure, on arrondit au chiffre inférieur par unité d'une heure :

$$t_c = (4 \cdot S^{1/2} + 1,5 \cdot L) / (0,8 \cdot h^{1/6})$$

Intensité des pluies I à l'intérieur de t_c (mm/h) :

$$I = 0,204 \cdot P(24, T) \cdot t_c^{-0,5}$$

Débit spécifique de pointe q_p (m³/s/km²) et débit des crues de pointe Q_p (m³/s) :

$$q_p = C \cdot I / 3,6$$

$$Q_p = C \cdot I \cdot S / 3,6$$

On prend le coefficient d'écoulement $C = 0,8$

(b) Formule de débit spécifique

Si $S > 10$ km²,

$$q = 15 \cdot S^{-0,3}$$

$$Q = q \cdot S = 15 \cdot S^{-0,7}$$

(c) On compare (a) et (b) du tableau B4.2.2.3, et on prend les valeurs les plus grandes.

T	(ans)	10	50	100	1000
Qp	(m ³ /an)	55	75	85	110

Tableau B4.2.2.1 Précipitations mensuelles

Périmètre irrigué : P-C-4													(mm)
Année	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avri	Mai	Juin	Juil	Août	Annuel
Hydro.	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1957													
-58	13	84	186	405	211	18	135	209	41	33	0	14	1.348
58-59	9	23	84	527	77	81	175	82	141	0	3	7	1.210
59-60	32	24	217	221	379	232	399	28	60	38	0	0	1.629
60-61	0	234	185	281	101	15	78	65	110	41	0	0	1.109
61-62	18	38	402	180	43	54	418	39	31	14	0	0	1.237
62-63	11	105	422	245	558	415	23	102	105	16	23	0	2.024
63-64	14	31	105	366	31	243	222	140	21	3	0	0	1.176
64-65	0	3	209	201	168	166	74	70	17	33	3	0	944
65-66	55	273	146	99	240	183	2	43	6	2	0	0	1.049
66-67	10	157	51	29	58	162	25	69	39	70	0	0	671
67-68	0	71	167	63	7	357	172	49	43	42	0	4	973
68-69	6	17	309	229	298	432	220	115	34	19	1	2	1.680
69-70	33	143	232	254	588	4	156	61	39	7	0	0	1.517
70-71	3	36	42	261	246	8	234	444	89	26	0	0	1.391
71-72	12	6	179	117	198	134	159	77	109	12	0	0	1.002
72-73	27	258	16	39	130	90	125	23	29	0	0	6	744
73-74	0	31	37	314	45	143	109	263	5	66	0	0	1.012
74-75	0	46	14	0	82	158	244	111	48	12	0	5	720
75-76	0	2	36	222	73	105	159	190	126	2	5	0	921
76-77	36	237	6	331	439	157	12	0	20	14	0	0	1.253
77-78	6	104	102	173	181	202	72	218	102	73	0	1	1.232
78-79	0	2	27	248	218	381	98	47	18	0	18	0	1.058
79-80	19	347	46	35	89	45	96	49	65	12	0	0	805
80-81	32	69	182	52	14	15	100	141	39	20	0	0	664
81-82	7	23	0	367	142	120	111	220	21	0	2	0	1.013
82-83	1	95	130	57	0	196	38	19	34	0	0	1	571
83-84	0	4	268	239	30	39	138	91	195	20	6	0	1.031
84-85	4	2	27	14	153	88	48	58	46	2	0	0	441
85-86	12	12	245	153	217	387	102	134	0	63	0	0	1.325
86-87	13	90	73	41	306	228	3	45	1	2	4	1	807
87-88	13	29	185	170	194	42	25	76	91	17	0	0	842
88-89	0	71	206	28	68	191	91	175	75	0	2	4	909
Moyen	12	83	142	186	174	159	127	108	56	21	2	1	1.072

Tableau B4.2.2.2 Apports mensuels

Barrage : P-C-4		(1 000 000 m3)											
Année	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avri	Mai	Juin	Juil	Août	Annuel
Hydro.	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1952													
-53	0,02	0,02	0,09	0,43	1,12	0,46	0,23	0,11	0,09	0,02	0,00	0,00	2,59
53-54	0,00	0,06	0,01	0,08	0,10	0,62	1,27	0,24	0,12	0,04	0,01	0,00	2,55
54-55	0,00	0,00	0,02	0,27	0,93	2,87	1,62	0,57	0,08	0,03	0,01	0,00	6,41
55-56	0,00	0,08	0,26	0,59	0,83	1,67	1,69	1,76	0,46	0,09	0,02	0,03	7,48
56-57	0,01	0,01	0,01	0,01	0,18	0,12	0,12	0,28	0,31	0,03	0,00	0,00	1,07
57-58	0,00	0,01	0,22	1,39	0,59	0,16	0,28	0,58	0,10	0,02	0,00	0,00	3,35
58-59	0,00	0,00	0,01	3,05	0,63	0,60	0,55	0,19	0,34	0,08	0,01	0,00	5,48
59-60	0,01	0,01	0,10	1,27	1,62	1,81	3,06	0,62	0,14	0,04	0,01	0,00	8,68
60-61	0,00	0,15	0,42	0,96	0,66	0,20	0,12	0,08	0,04	0,09	0,01	0,00	2,73
61-62	0,00	0,00	1,16	1,53	0,52	0,16	1,79	0,40	0,06	0,02	0,01	0,00	5,65
62-63	0,00	0,04	0,99	0,73	3,85	3,59	0,52	0,24	0,13	0,05	0,01	0,01	10,16
63-64	0,00	0,00	0,15	4,57	0,31	0,58	0,69	0,39	0,06	0,03	0,02	0,00	6,80
64-65	0,01	0,01	0,27	0,59	0,90	0,74	1,28	0,25	0,08	0,05	0,02	0,01	4,20
65-66	0,03	0,18	0,41	0,34	1,04	1,11	0,43	0,20	0,07	0,03	0,01	0,00	3,85
66-67	0,00	0,07	0,10	0,04	0,07	0,58	0,24	0,13	0,07	0,03	0,01	0,00	1,35
67-68	0,00	0,04	0,29	0,11	0,10	1,15	1,00	0,34	0,17	0,06	0,01	0,01	3,29
68-69	0,00	0,01	0,32	1,43	2,11	2,69	2,01	1,01	0,44	0,13	0,03	0,02	10,20
69-70	0,01	0,10	0,40	0,77	7,58	0,48	0,43	0,40	0,10	0,05	0,01	0,01	10,33
70-71	0,00	0,01	0,01	0,22	1,25	0,32	0,79	2,84	0,86	0,27	0,04	0,01	6,62
71-72	0,01	0,01	0,04	0,09	1,35	0,97	1,45	0,32	0,58	0,06	0,02	0,01	4,91
72-73	0,01	0,19	0,05	0,08	0,47	0,33	0,23	0,11	0,04	0,02	0,00	0,00	1,53
73-74	0,00	0,00	0,00	1,00	0,26	0,43	0,39	1,63	0,50	0,09	0,01	0,00	4,32
74-75	0,00	0,00	0,01	0,01	0,10	0,24	0,83	0,30	0,19	0,06	0,01	0,00	1,74
75-76	0,00	0,00	0,00	0,36	0,11	0,96	0,34	0,87	0,71	0,09	0,03	0,01	3,49
76-77	0,00	0,22	0,14	2,78	3,29	2,03	0,41	0,11	0,04	0,02	0,01	0,00	9,05
77-78	0,00	0,02	0,01	0,62	0,62	1,43	1,02	0,63	0,95	0,14	0,03	0,01	5,48
78-79	0,00	0,00	0,00	0,40	1,19	2,77	1,04	0,35	0,08	0,03	0,01	0,00	5,88
79-80	0,02	0,46	0,18	0,08	0,23	0,10	0,26	0,08	0,43	0,05	0,00	0,00	1,89
80-81	0,00	0,02	0,30	0,08	0,05	0,03	0,04	0,34	0,51	0,04	0,01	0,00	1,40
81-82	0,00	0,00	0,00	0,64	1,13	0,33	0,18	0,58	0,13	0,02	0,00	0,00	3,03
82-83	0,00	0,01	0,32	0,19	0,06	0,66	0,18	0,10	0,05	0,01	0,00	0,00	1,59
83-84	0,00	0,00	0,55	2,27	0,28	0,09	0,70	0,24	1,06	0,18	0,02	0,01	5,39
84-85	0,00	0,00	0,27	0,12	0,46	0,73	0,16	0,07	0,06	0,01	0,00	0,00	1,89
85-86	0,00	0,00	0,22	0,09	0,92	3,20	0,92	0,50	0,08	0,02	0,00	0,00	5,97
86-87	0,00	0,02	0,05	0,02	0,93	1,67	0,24	0,13	0,02	0,01	0,00	0,00	3,09
Moyen	0,01	0,05	0,21	0,78	1,02	1,02	0,76	0,49	0,26	0,06	0,01	0,00	4,67

Tableau B4.2.2.3 Estimation des crues

Système étude de pré-faisabilité : P-C-4

Superficie	; S (km ²)	7,60
Altitude moyenne	; Zmoy(m)	500
Altitude minimale	; Zmin(m)	260
Longueur du talweg	; L (km)	5
Pluie moy.interannuelle	; P (mm/an)	1.200
h = Zmoy - Zmin	; h (m)	240
temps de concentration Giandotti	; tc (h)	1.5 => 1

T (ans)	10	20	50	100	1000
(a) Méthode rationnelle					
P(24,T) (mm/jour)	158	181	211	234	309
Itc (mm/h)	32	37	43	48	63
C	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
qp (m ³ /s/km ²)	7,14	8,20	9,57	10,60	14,00
Qp (m ³ /s)	54	62	73	81	106
(b) Méthode des débits spécifiques					
qp (m ³ /s/km ²)	4,08	4,90	5,47	6,12	8,16
Qp (m ³ /s)	31	37	42	47	62
(c) Valeurs retenues					
qp (m ³ /s/km ²)	7,24	8,55	9,87	11,18	14,47
Qp (m ³ /s)	55	65	75	85	110