

$$\therefore H_v = 0,75 \cdot H + \frac{V^2}{2g} = 0,75 \times 0,81 + \frac{3,12^2}{2 \times 9,8} = 1,10 \text{ m}$$

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

Altitude de crête	R.N. + H _d + H _v + 0,5
	1.065,30 + 2,40 + 1,20 + 1,10
	1.068,80 = 1.069,00 m

4.2.2 Type et profil de barrage

Les matériaux de construction de l'ouvrage sont rares et le site devant supporter des frais pour les routes provisoires, on adoptera le barrage poids en béton qui semble convenir le mieux.

4.2.3 Conception de l'évacuateur de crue

(1) Type

L'évacuateur sera installé sur la partie centrale de la digue. Pour faciliter l'entretien on prendra un évacuateur avec entrée à déversement latéral. La partie guideau sera à coursier sur le talus aval de la digue. Le dissipateur sera à saut de ski.

(2) Spécifications

(a) Longueur du seuil d'entrée

L = 20 m soit la largeur actuelle de la rivière. Profondeur de 2,4 m.

(b) Dissipateur

Le débit du dissipateur est de 140 m³/s (probabilité de 1/100 ans).

On planifiera un réservoir auxiliaire pour amortir l'eau à 60 m de l'extrémité du dissipateur à saut de ski.

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

$$H - hf = d_1 \cdot \cos \theta + \frac{v_1^2}{2g}$$

où :

H : charge totale $H = 1.065,3 + 2,31 - 1.035 = 27,99$ m

(2,31 pour $Q = 140$ m³/s)

hf : perte de charge 10% de H = 2,80 m

θ : angle du canal à écoulement ($\theta = 38,66^\circ$)

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 :

$$d1 = 0,32 \text{ m}$$

$$V1 = 21,88 \text{ m/s}$$

4.2.4 Ouvrages de prise

Pour la prise d'eau à la retenue, on installe un puits au niveau minimal d'exploitation et une conduite en acier de 800 mm de diamètre.

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 :

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

$$= (1.065,3 + 1.055,0) / 2 - 1.054,0 = 6,15 \text{ m}$$

$$\text{Volume de la retenue } V = 530.000 \text{ m}^3$$

$$6,5 = 0,518 \times V^2 \quad \therefore V = 3,45 \text{ m/s}$$

$$\text{Temps de vidange } T = 530.000 / (3,45 \times 3.416 \times 0,3^2 \times 86.400)$$

$$= 6,3 \text{ jours}$$

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 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° 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 B5.4.3.1.

Tableau B5.4.3.1 Coûts des travaux du secteur (1000 DH)

Travaux	Coût direct	Coût Indirect	Coût global
Barrage P-TZ-3	35.498	14.199	49.697
Canaux principaux	8.524	1.704	10.228
Total	216.286	49.152	265.438

La répartition des coûts directs des travaux est indiquée aux tableaux B5.4.3.2 ~ B5.4.3.4.

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 %

Tableau B5.4.3.2 Coûts indirects du site P-TZ-3

P-TZ-3

34,849,916 DH

Description	Forme	Matériaux	Quantité	Unité	Prix unitaire (DH)	Montant (DH)	Remarque
Digue	Fouille	Sable (ordinaire)	0.00	m3	44.50	0	
		R. Altérées (graviers)	6,905.00	m3	53.83	371,696	
		Pierres	3,180.00	m3	86.78	275,960	
		TOTAL				647,657	
	Revêtement	LEAN	27,640.00	m3	851.41	23,532,972	
		LINING	6,910.00	m3	936.63	6,472,113	
		sous-total				30,005,086	
	Injection	Coulls	0.00	m	0.00	0	
	Sous-total					30,652,742	
Routes			1,000.00	m	416.00	416,000	
Ouvrages annexes	conduite	Dia 600mm		m		613,000	
Ouvrages divers			10.00	%		3,168,174	
Total						34,849,916	

Tableau B5.4.3.3 Coûts directs des canaux d'irrigation aval de P-TZ-3

P-TZ-3							
8,523,864 DH							
Description	Matériaux	Forme	Quantité	Unité	Prix unitaire (DH)	Montant (DH)	Remarque
Canaux secondaires	Canaux portés (50 %)		0.0	m	280	0	
	en terre (50 %)		0.0	m	19	0	
Partiteur			0.0		529	0	
Siphon			0.0		5,702	0	
canaux tertiaires			0.0	m	52	0	
Partiteur			0.0		488	0	
canaux quaternaires			0.0	m	35	0	
canaux de drainage secondaire			0.0	m	60	0	
canaux de drainage tertiaire			0.0	m	10	0	
canaux de drainage quaternaire			0.0	m	5	0	
Routes secondaires			8,000.0	m	33	264,000	
Routes tertiaires			0.0	m	24	0	
Routes quaternaires			0.0	m	24	0	
Dalot (franchissement route 2nd)			0.0		13,609	0	
Dalot (franchissement route tert.)			0.0		4,441	0	
Dalot (franchissement route quat)			0.0		3,543	0	
Asperseur			1.0		6,839,220	6,839,220	
Autres			20.0	%		1,420,644	
TOTAL						8,523,864	

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 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) On ne tient pas compte des expropriations de terrains sur les sites immergés.

5.1.1 Frais de construction

Le coût total de ce projet est évalué à 74 millions de DH. La répartition entre devises et monnaie locale est de respectivement 35 millions de DH et 39 millions de DH, représentant 47% et 53%.

Tableau B5.5.1 Répartition des frais de construction

(unité : 1.000 DH)

Description	Part en devises	Part en dirham	Total
1. Construction	29.906	30.019	59.925
Barrages	25.598	24.098	49.696
Ouvrages d'irrigation	4.308	5.921	10.229
2. Expropriation foncière	0	0	0
3. Services d'ingénierie	0	3.470	3.470
4. Gestion du projet	0	434	434
5. Provision	4.810	5.323	10.133
Imprévus techniques	2.848	3.392	6.241
Inflation	1.962	1.931	3.893
Total	34.716	39.247	73.963

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 180.000 DH.

5.1.3 Frais de remplacement

Les vannes qui sont installées dans le cadre de ce projet 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 fixés à 1.867.000 DH.

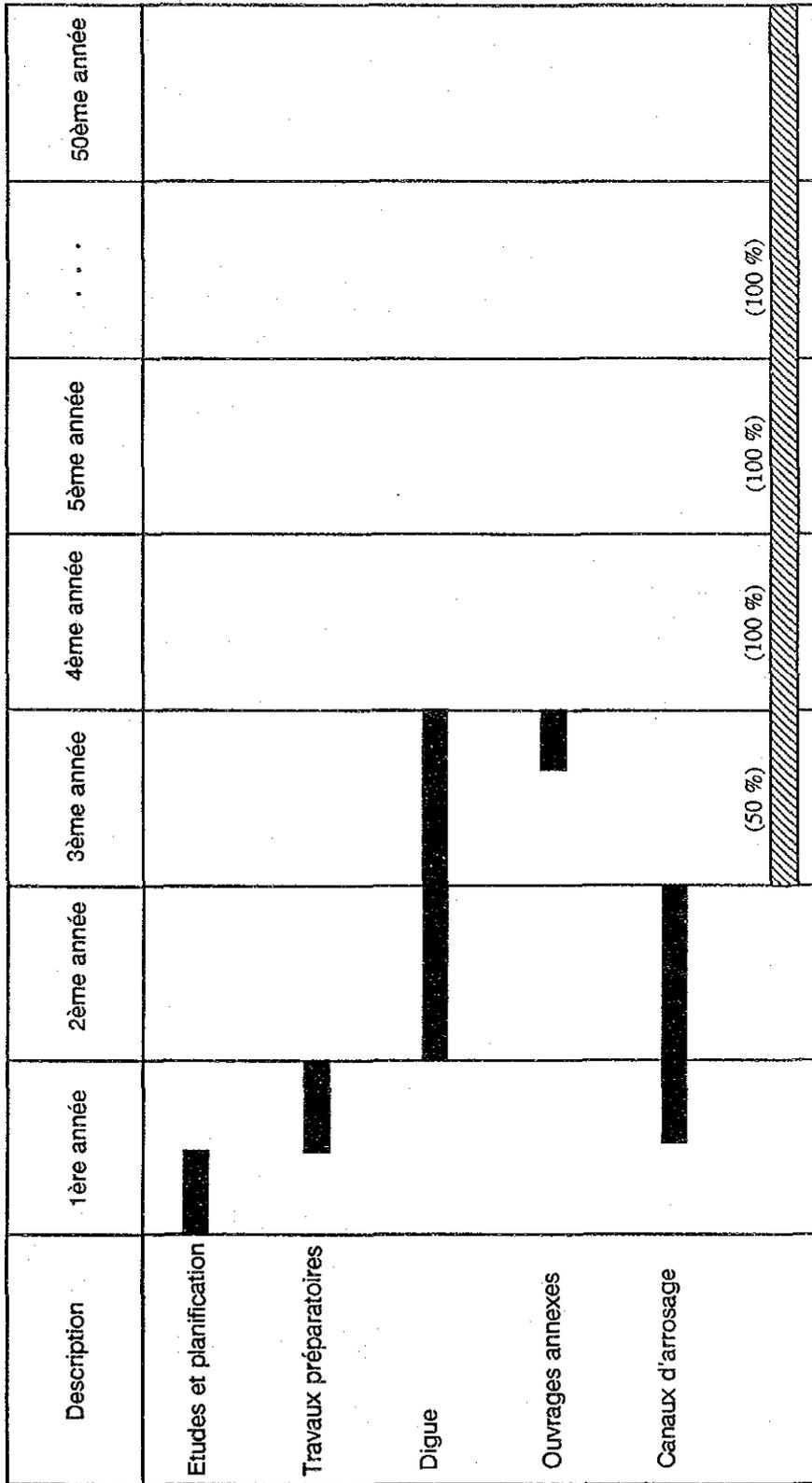
5.2 Plan d'exécution du projet

5.2.1 Programme d'exécution

La durée prévue pour l'exécution du projet est de 3 ans. Les études et la conception détaillée seront achevées la première année, et les travaux dureront 2,5 ans à partir du milieu de la première année. Le programme d'exécution des travaux est indiqué à la figure B5.5.2.1. 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 B5.5.2.1.



 Flux des profits agricoles
 () Pourcentage de bénéfices agricoles

Figure B5.5.2.1 Calendrier de réalisation des travaux

TABLEAU B5.5.2 BESOINS ANNUELS EN FONDS POUR AMENAGEMENT AGRICOLE (SITE P-TZ-3)

Description	(Unité: 1,000 DH)								
	1ère année		2ème année		3ème année		Total		
	DE	ML	DE	ML	DE	ML	DE	ML	Total
1. Système d'irrigation	1.422	1.954	18.245	18.426	10.239	9.639	29.906	30.019	59.925
- Barrage	0	0	15.359	14.459	10.239	9.639	25.598	24.098	49.696
- Ouvrage d'irrigation	1.422	1.954	2.886	3.967	0	0	4.308	5.921	10.229
2. Exprop.foncière	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. Services d'ingénierie	0	3.470	0	0	0	0	0	3.470	3.470
4. Gestion du projet	0	144	0	145	0	145	0	434	434
5. Imprévus techniques	0	557	1.825	1.857	1.024	978	2.848	3.392	6.241
6. Provisions pour inflation des prix	0	0	912	929	1.049	1.003	1.962	1.931	3.893
Total général	1.422	6.125	20.982	21.357	12.312	11.765	34.716	39.247	73.963

Note: DE: Devises étrangères
ML: Monnaie locale

5.3 Bénéfices du projet

5.3.1 Bénéfices agricoles

Les bénéfices agricoles sont exprimés en coût 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 1,34 millions de DH (cf. tableau B5.5.1 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 première année, 50% la deuxième année, 80% la troisième année et 100% la quatrième année et les années suivantes.

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 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 B5.5.2.

Description	1ère année	2ème année	3ème année	Total
1. Système d'irrigation	2.090	33.062	17.994	54.046
- Barrages	0	26.991	17.994	44.985
- Ouvrages d'irrigation	2.990	6.071	0	9.061
2. Services d'ingénierie	3.123	0	0	3.123
3. Gestion du projet	130	130	130	390
4. Imprévus techniques	624	3.319	1.812	5.755
	6.867	36.511	19.936	63.314

(2) Frais d'entretien et de remplacement

Les frais d'entretien, exprimés en coût économique, sont évalués à 0,3% du coût des travaux, soit 162.000 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 0,7% (cf. tableau B5.5.2.). 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 0,22 et 43.424 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%	-1,13
Diminution des bénéfices de 10%	-1,20
Achèvement des travaux avec 1 an de retard	-0,85
Génération des 3 cas	-1,69

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 B5.5.3.

Tableau B5.5.3 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	4.626	11.629	2,5
5	7.871	21.215	2,7
7	10.869	28.944	2,7
10	14.924	39.676	2,7

Si le projet est mis en oeuvre, le bénéfice agricole annuel sera multiplié par 2,7 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 1.890 DH. Les exploitations les plus petites avec des superficies de 3 ha devront payer 5.670 DH par an de redevance, ce qui représente 50% du bénéfice de l'exploitation agricole. Les avantages sont donc pratiquement nuls.

Le calcul détaillé des bénéfices est indiqué aux tableaux B5.5.3. et B5.5.4.

ANNEXE. TABLEAU B5.5.1 BENEFICE ECONOMIQUE DU PROJET POUR P-TZ-3

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	38	253	10	Légumes	45	21.090	949	
	Légumin.	7	673	5	Olive/Lgme	50	12.010	601	
	Olive/G	50	802	40					
	Total	95		54	Total	95		1.550	
2.	Grains	38	253	10	Légumes	45	31.339	1.410	
	Légumin.	7	673	5	Olive/Lgme	50	16.294	815	
	Olive/Lgmin	50	1.007	50					
	Total	95		65	Total	95		2.225	
3.					Grains	45	3.615	163	
					Olive/G	50	5.242	262	
					Total	95		425	
Moyenne			60				1.400	1.340	

* VA : Valeur Ajoutée

** VAPT: Valeur Ajoutée de la production totale

ANNEXE. TABLEAU B5.5.2
CALCUL DU TAUX INTERNE DE RENTABILITE ECONOMIQUE (TIRE)
(SITE P-TZ-3)

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

COUT DU PROJET = 63.314,000 DH BENEFICE = = 1,3 40,000 DH

N°	ANNEE	ING.	COUT DE CONSTRUCTION	COUT DE REMPLACE.	COUT D' E&M	COUT TOTAL	BENEFICE	BILAN (B - C)
1	1993	3435	3432	0	0	6867	0	-6867
2	1994	0	36511	0	0	36511	0	-36511
3	1995	0	19936	0	0	19936	67	-19869
4	1996	0	0	0	162	162	402	240
5	1997	0	0	0	162	162	871	709
6	1998	0	0	0	162	162	1206	1044
7	1999	0	0	0	162	162	1340	1178
8	2000	0	0	0	162	162	1340	1178
9	2001	0	0	0	162	162	1340	1178
10	2002	0	0	0	162	162	1340	1178
11	2003	0	0	0	162	162	1340	1178
12	2004	0	0	0	162	162	1340	1178
13	2005	0	0	0	162	162	1340	1178
14	2006	0	0	0	162	162	1340	1178
15	2007	0	0	0	162	162	1340	1178
16	2008	0	0	0	162	162	1340	1178
17	2009	0	0	0	162	162	1340	1178
18	2010	0	0	0	162	162	1340	1178
19	2011	0	0	0	162	162	1340	1178
20	2012	0	0	0	162	162	1340	1178
21	2013	0	0	0	162	162	1340	1178
22	2014	0	0	0	162	162	1340	1178
23	2015	0	0	0	162	162	1340	1178
24	2016	0	0	0	162	162	1340	1178
25	2017	0	0	1867	162	2029	1340	-689
26	2018	0	0	0	162	162	1340	1178
27	2019	0	0	0	162	162	1340	1178
28	2020	0	0	0	162	162	1340	1178
29	2021	0	0	0	162	162	1340	1178
30	2022	0	0	0	162	162	1340	1178
31	2023	0	0	0	162	162	1340	1178
32	2024	0	0	0	162	162	1340	1178
33	2025	0	0	0	162	162	1340	1178
34	2026	0	0	0	162	162	1340	1178
35	2027	0	0	0	162	162	1340	1178
36	2028	0	0	0	162	162	1340	1178
37	2029	0	0	0	162	162	1340	1178
38	2030	0	0	0	162	162	1340	1178
39	2031	0	0	0	162	162	1340	1178
40	2032	0	0	0	162	162	1340	1178
41	2033	0	0	0	162	162	1340	1178
42	2034	0	0	0	162	162	1340	1178
43	2035	0	0	0	162	162	1340	1178
44	2036	0	0	0	162	162	1340	1178
45	2037	0	0	0	162	162	1340	1178
46	2038	0	0	0	162	162	1340	1178
47	2039	0	0	0	162	162	1340	1178
48	2040	0	0	0	162	162	1340	1178
49	2041	0	0	0	162	162	1340	1178
50	2042	0	0	0	162	162	1340	1178
TOTAL		3435	59879	1867	7614	55323	11900	-0,747

(VNP) (VNP) (TIRE)

B - C = -43424
B/C = 0,215

ANNEXE. TABLEAU B5.5.3 (1)
ESTIMATION DE REVENU AGRICOLE GLOBAL EN SITUATION ACTUELLE
DE BOURED (Taille d'exploitation: 3 Ha)

Cultures Manuel(1)				Cultures Manuel(2)			
Culture	Sup. (Ha)	Rev. (DH/Ha)	Montant (DH/an)	Culture	Sup. (Ha)	Rev. (DH/Ha)	Montant (DH/an)
Blé tendre	0,0	58	0	Blé tendre	0,0	1.478	0
Blé dur	0,7	(5)	(4)	Blé dur	0,7	1.416	991
Orge	1,2	202	242	Orge	1,2	1.332	1.598
Légumin.	0,9	550	495	Légumin.	0,9	1.410	1.269
Olive	0,3	648	194	Olive	0,3	2.558	767
Total			928				4.626

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

Culture manuelle(2): Famille seulement

** La Jachère occupe 0,2 hectare

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

Cultures Manuel(1)				Cultures Manuel(2)			
Culture	Sup. (Ha)	Rev. (DH/Ha)	Montant (DH/an)	Culture	Sup. (Ha)	Rev. (DH/Ha)	Montant (DH/an)
Blé tendre	0,0	58	0	Blé tendre	0,0	1.478	0
Blé dur	1,1	(5)	(6)	Blé dur	1,1	1.416	1.558
Orge	2,0	202	404	Orge	2,0	1.332	2.664
Légumin.	1,5	550	825	Légumin.	1,5	1.410	2.115
Olive	0,6	648	389	Olive	0,6	2.558	1.535
Total			1.612				7.871

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

Culture manuelle(2): Famille seulement

** La Jachère occupe 0,4 hectare

ANNEXE. TABLEAU B5.5.3 (2)
ESTIMATION DE REVENU AGRICOLE GLOBAL EN SITUATION ACTUELLE
DE BOURED (Taille d'exploitation: 7 Ha)

	Culture	Sup. (Ha)	Rev. (DH/Ha)	Montant (DH/an)		Culture	Sup. (Ha)	Rev. (DH/Ha)	Montant (DH/an)
Manuel(1)	Blé tendre	0,4	58	23	Manuel(2)	Blé tendre	0,4	1.478	591
	Blé dur	1,8	(5)	(9)		Blé dur	1,8	1.416	2.549
	Orge	3,4	202	687		Orge	3,4	1.332	4.529
	Légumin.	1,0	550	550		Légumin.	1,0	1.410	1.410
	Olive	0,7	648	454		Olive	0,7	2.558	1.791
Total				1.705					10.869

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

Culture manuelle(2): Famille seulement

** La Jachère occupe 0,4 hectare

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

	Culture	Sup. (Ha)	Rev. (DH/Ha)	Montant (DH/an)		Culture	Sup. (Ha)	Rev. (DH/Ha)	Montant (DH/an)
Manuel(1)	Blé tendre	0,5	58	29	Manuel(2)	Blé tendre	0,5	1.478	739
	Blé dur	2,7	(5)	(14)		Blé dur	2,7	1.416	3.823
	Orge	4,8	202	970		Orge	4,8	1.332	6.394
	Légumin.	1,0	550	550		Légumin.	1,0	1.410	1.410
	Olive	1,0	648	648		Olive	1,0	2.558	2.558
Total				2.183					14.924

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

Culture manuelle(2): Famille seulement

** La Jachère occupe 1,0 hectare

ANNEXE. TABLEAU B5.5.4
ESTIMATION DE REVENU AGRICOLE EN SITUATION AVEC PROJET
POUR BOURED

(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	(0,2)					3.644	729	
Blé dur	0,7	3.245	2.272	3.245	2.272	3.245	2.272	
Orge	0,9	1.332	1.199	1.332	1.199	1.332	1.199	
Légumin.	0,9	1.792	1.613	1.792	1.613	1.792	1.613	
Olive	0,3	10.766	3.230	14.633	4.390	4.660	1.398	
Légumes	0,2	19.863	3.973	29.596	5.919			
Total	3,0		12.286		15.392		7.210	11.629

(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	(0,4)					3.644	1.458	
Blé dur	1,1	3.245	3.570	3.245	3.570	3.245	3.570	
Orge	1,4	1.332	1.865	1.332	1.865	1.332	1.865	
Légumin.	1,5	1.792	2.688	1.792	2.688	1.792	2.688	
Olive	0,6	10.766	6.460	14.633	8.780	4.660	2.796	
Légumes	0,4	19.863	7.945	29.596	11.838		0	
Total	5,0		22.527		28.741		12.376	21.215

(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	0,4	3.644	1.458	3.644	1.458	3.644	1.458	
Blé dur	1,8	3.245	5.841	3.245	5.841	3.245	5.841	
Orge	2,7	1.332	3.596	1.332	3.596	1.332	3.596	
Légumin.	1,0	1.792	1.792	1.792	1.792	1.792	1.792	
Olive	0,7	10.766	7.536	14.633	10.243	4.660	3.262	
Légumes	0,4	19.863	7.945	29.596	11.838	19.863	7.945	
Total	7,0		28.168		34.769		23.894	28.944

(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	0,5	3.644	1.822	3.644	1.822	3.644	1.822	
Blé dur	2,7	3.245	8.762	3.245	8.762	3.245	8.762	
Orge	4,3	1.332	5.728	1.332	5.728	1.332	5.728	
Légumin.	1,0	1.792	1.792	1.792	1.792	1.792	1.792	
Olive	1,0	10.766	10.766	14.633	14.633	4.660	4.660	
Légumes	0,5	19.863	9.932	29.596	14.798	19.863	9.932	
Total	10,0		38.801		47.534		32.695	39.676

**ANNEXE B6 SITE P-T-22 - RHARBIA (PROVINCE DE TAOUNATE)
PETIT BARRAGE**

Table des matières

1. Présentation	B6-1
2. Présentation du secteur	B6-3
2.1 Topographie & géologie du site	B6-3
2.1.1 Reconnaissances	B6-3
2.1.2 Topographie	B6-3
2.1.3 Géologie	B6-3
2.1.4 Rocher de fondation du barrage	B6-4
2.1.5 Problèmes géotechniques rencontrés	B6-4
2.1.6 Matériaux de construction de la digue	B6-4
2.2 Climat et hydrologie	B6-7
2.2.1 Précipitations	B6-7
2.2.2 Apports du site de barrage	B6-8
2.3 Utilisation des terres et pédologie	B6-15
2.3.1 Utilisation actuelle des terres	B6-15
2.3.2 Pédologie	B6-15
2.4 Agriculture	B6-21
2.4.1 Situation actuelle de la zone	B6-21
2.4.2 Système cultural prévu	B6-21
2.4.3 Objectifs de rendement et fiches techniques	B6-21
2.5 Conditions socio-économiques	B6-21
2.5.1 Population bénéficiaire	B6-21
2.5.2 Environnement rural	B6-22
2.5.3 Economie agricole	B6-22
3. Plan de développement	B6-22
3.1 Secteur irrigué	B6-22
3.2 Plan d'irrigation	B6-23
3.3 Besoins en eau d'irrigation	B6-23
3.4 Plan de développement hydraulique	B6-23

4.	Plan des ouvrages	B6-31
4.1	Ouvrages d'irrigation	B6-31
4.2	Barrages	B6-31
4.2.1	Eléments de base	B6-31
4.2.2	Type et profil de barrage	B6-34
4.2.3	Conception de l'évacuateur de crue	B6-34
4.2.4	Ouvrages de prise d'eau.....	B6-36
4.2.5	Protection des abords de la retenue	B6-37
4.3	Evaluation du coût des travaux	B6-38
5.	Evaluation du projet	B6-41
5.1	Coût du projet	B6-41
5.1.1	Frais de construction	B6-41
5.1.2	Frais d'entretien	B6-42
5.1.3	Frais de remplacement	B6-42
5.2	Plan d'exécution du projet	B6-42
5.2.1	Programme d'exécution	B6-42
5.2.2	Répartition annuelle du budget	B6-43
5.3	Bénéfices du projet	B6-46
5.3.1	Bénéfices agricoles	B6-46
5.3.2	Autres bénéfices	B6-46
5.4	Evaluation économique	B6-47
5.4.1	Coût économique	B6-47
5.4.2	Analyse économique	B6-47
5.5	Evaluation financière	B6-48

B6 SITE P-T-22 - RHARBIA (PROVINCE DE TAOUNATE) PETIT BARRAGE

I Présentation

S'étend sur un coin de la zone céréalière des rives de l'Ouergha, dans la province de Taounate. Cette zone est formée de collines en pente douce, avec des agglomérations typiques des zones de plaine. Les périmètres irrigables ne sont pas étendus, mais ce site peut être pris comme modèle de développement agricole de plaine par petit barrage.

Le secteur planifié et le contenu du plan de développement sont indiqués au tableau B6.1.1.

Etude de pré-faisabilité du plan de développement du bassin de l'Ouergha			Tableau B6.1.1
1 Barrage moyen	② Petit barrage	3 Lac collinaire	Secteur P-T-22
Emplacement		Coordonnées	(552,75 - 429,13)
Province	TAOUNATE	Commune rurale	BOUAROISS
Secteur de développement		Bétail (Nbre de têtes)	
Nombre de villages	:	1	bovins 51
Population (habitants)	:	249	ovins 100
Superficie (ha)	:	180	caprins 57
Agriculture		Source hydraulique	
Superficies irriguées	:	(estimations)	
Méthode d'irrigation	:	-	
Production agricole	:	blé (120 t) légumes (30 t), olives (40 t)	
Encadrement agricole	:	Centre de travaux de Tissa	
Infrastructures sociales			
Eau domestique	:	puits	
Electrification	:	non	
Autres	:		
PLAN			
1. Barrage		2. Périmètres d'irrigation	
Type	:	Remblai	Superficie brute : 128 ha
Hauteur de digue	:	20,5 m	Superficie nette : 108 ha
Longueur de digue	:	180,0 m	Cultures : céréales, légumes, olive
Volume de l'ouvrage	:	128.000 m ³	3. Besoins en eau potable
Capacité totale/retenue	:	750.000 m ³	Population de projet : 310 hab (périphérie de l'ouvrage)
Volume utile	:	730.000 m ³	4. Besoins eau de cheptel
Superficie du bassin	:	5,2 km ²	Nbre de têtes de bétail : 300 têtes
Crues de projet	:	45 m ³ /s	5. Conservation du bassin
Apports	:	1.110.000 m ³ /an	Superficie à conserver : 22,6 ha
Envasement	:	2.000 m ³ /an	Techniques : Terrasses
			6. Travaux divers : Voies d'accès
Indices économiques (prix en DH marocain)			
Coût des travaux			
1. Etude & planification	:	1.045.000	Exploitation & Entretien : 49.000
2. Construction du barrage	:	12.952.000	Profits
3. Réseau d'irrigation	:	3.247.000	(agriculture) : 2.464.000
Sous-total		17.244.000	(élevage) : -
4. Réseau d'alimentation			(divers) : -
En eau domestique	:	Inclus ci-dessus	
En eau de cheptel	:	"	TRI : 10,7 %
5. Conservation du bassin	:	201.000	
Sous-total	:	201.000	
TOTAL	:	17.445.000	
Remarques : le coût des installations est élevé par rapport aux autres secteurs du fait que le terrain est accidenté sur une partie de la zone entraînant une longueur de canalisations relativement importante.			

2 Présentation du secteur

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	Profil longitudinal 1 1 Profil transversal 11 6 Echelle : 1/2000- 40 ha	
Sondages	Sondages Puits de reconnaissance	carottage 10 m x 2 3,0 m x 4	

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 diluviums Gradient du flanc rive droite Gradient du flanc rive gauche	85 m 0 m 85 m 2 m 1:1,4 1:2,5 m	
Retenue	Largeur alluvions A + largeur colluvions B Gradient du flanc	20 - 150 m 1:1,4 - 1:2,5	Nombreuses pentes douces
Bassin versant	Surface du bassin versant Gradient des deux versants du bassin Hauteur relative du bassin versant	5,2 km ² 1:3 - 1:5 Environ 250 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 tertiaire Argiles calcaires (avec graviers à la base) Epaisseur de 2 - 3 m
Retenue	Roche de fondation Sédiments	Marnes du tertiaire (roches solides) Argiles calcaires
Bassin versant	Formation rocheuse Divers	Marnes du tertiaire (solides) et 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 varie en fonction des multiples petits plissements.

La couche d'altérations du socle, mince, est de 0 m ~ 1 m au bas de la vallée, et de 1 m ~ 3 m environ sur les flancs. L'épaisseur de la couche d'alluvions est de 2 ~ 3 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 dans la plaine du fond de la vallée. Sa profondeur est de 2 à 3 m sur une largeur de 80 m ~ 90 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 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 calcaires peuvent être utilisés pour les agrégats de béton et les matériaux d'enrochement. Les sites d'emprunt se trouvent à 1,4 km à vol d'oiseau, et si on utilise la route actuelle, en aménageant un supplément 1,0 km de routes la distance de transport sera de 3 km.

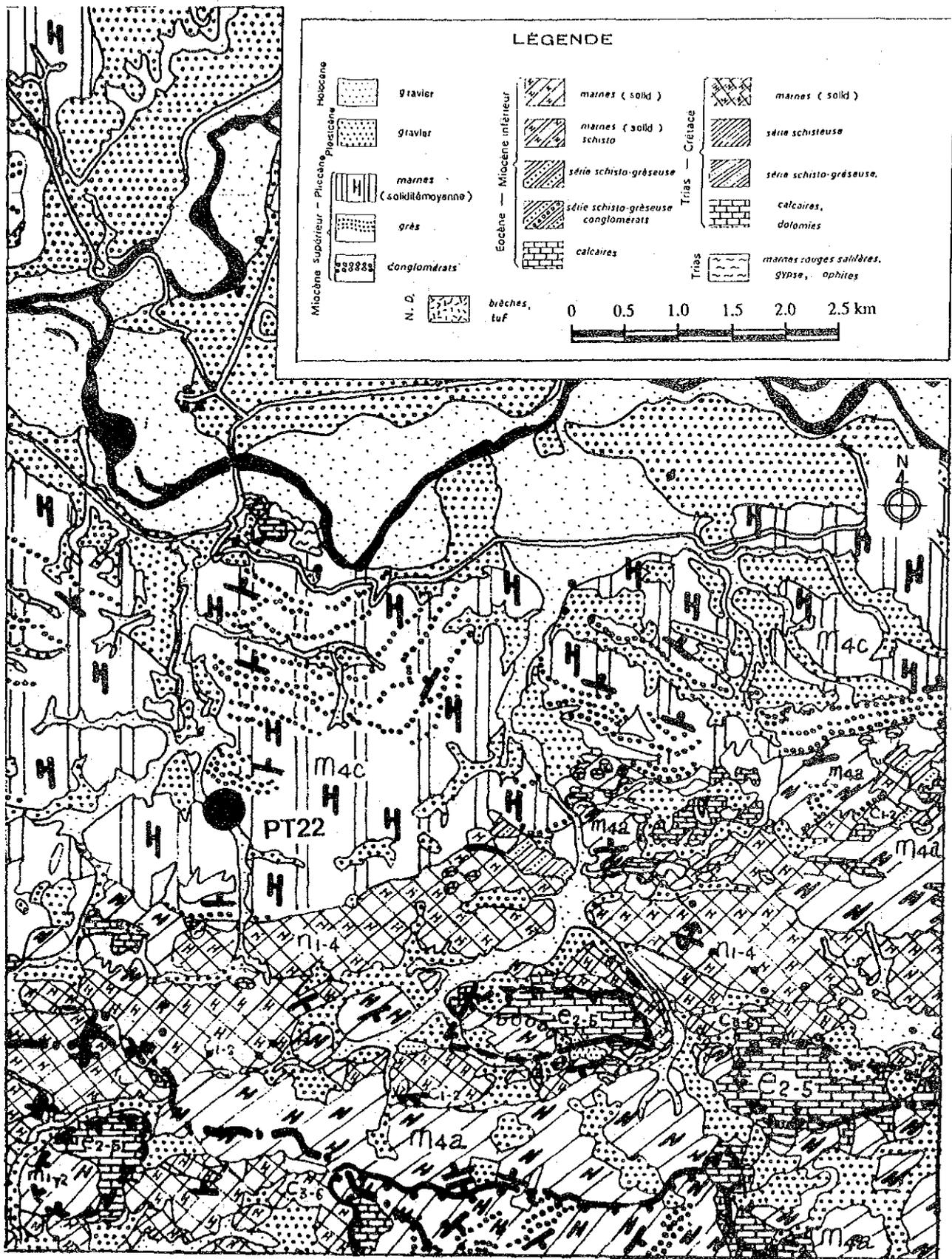


Figure B6.2.1.1

Carte géologique du site du barrage

P-T-22

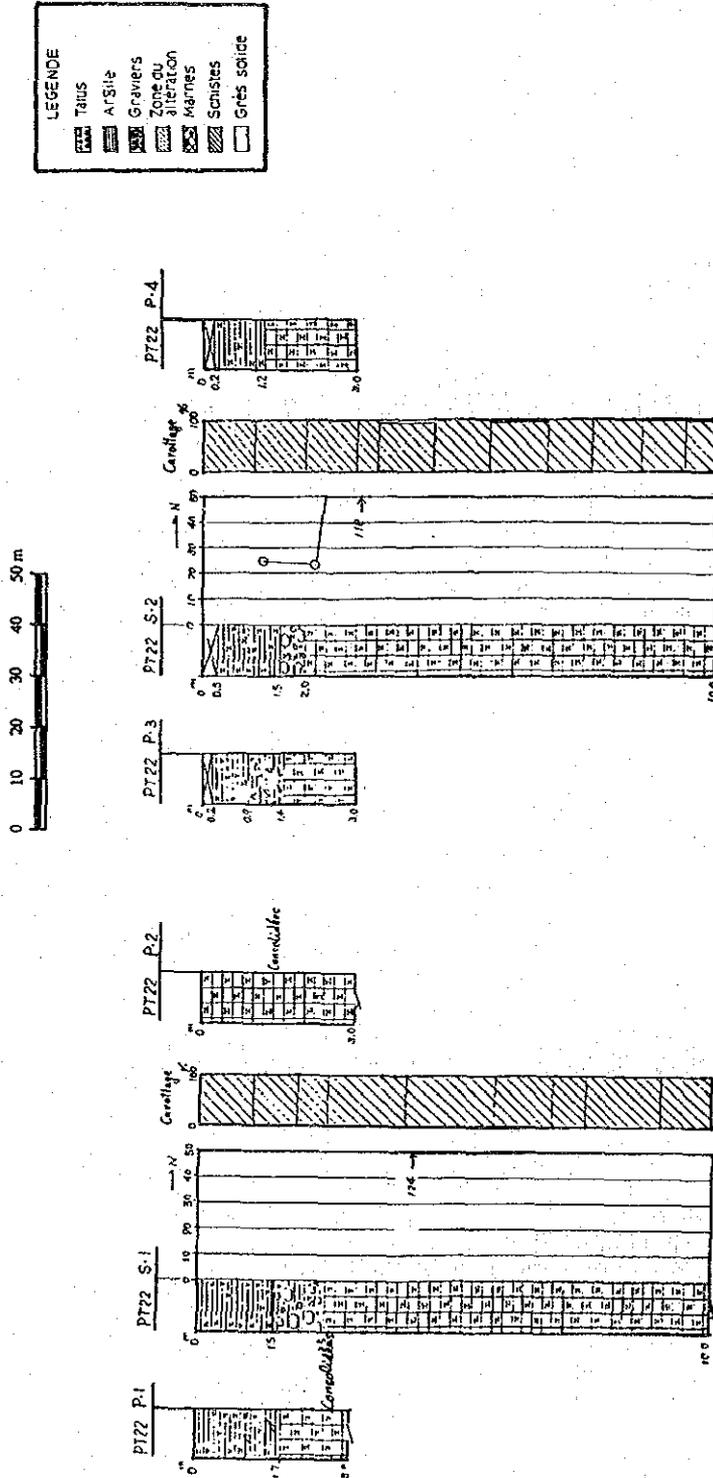
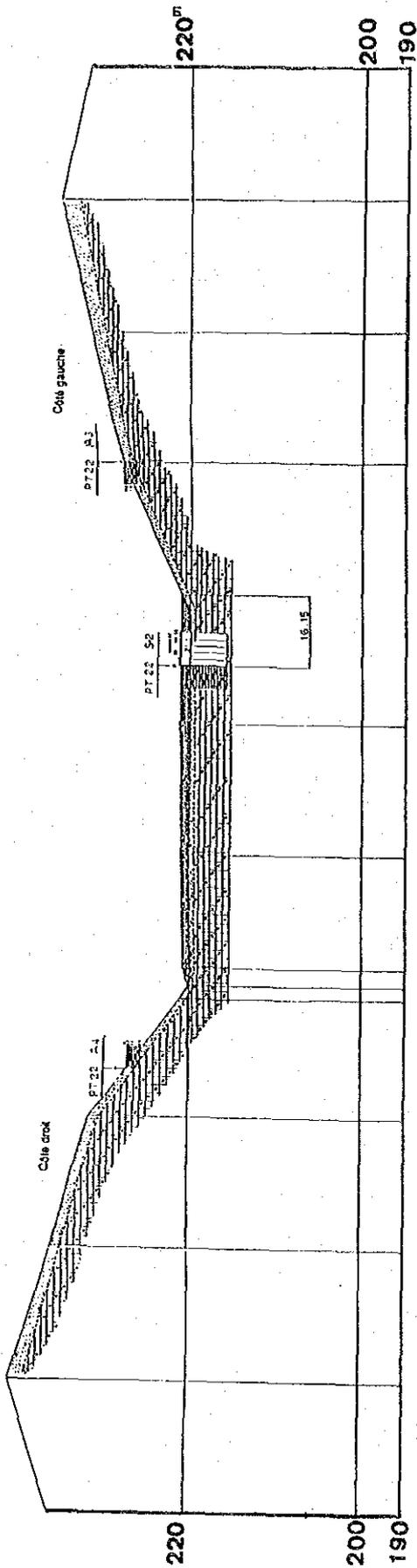


Figure B6.2.1.2 Coupe géologique du site du barrage P-T-22

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 700 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 150 mm/jour pour une période de récurrence de 10 ans, et de 148 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	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 700 mm/an. Les précipitations mensuelles P_m (mm/mois) sont calculées avec la formule suivante :

$$P_m = P_m (St) \cdot P_{an}/P_a (St) = P_m (St) \cdot 700/746 = 0,94 \cdot P_m (St)$$

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 B6.2.2.1.

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)	61	84	100
P(1.T) (mm/heure)	12	17	20

2.2.2 Apports du site de barrage

(1) Bassin-versant

Le site de barrage est prévu en amont du Rharbia, petit affluent de l'Ouergha, sur le Ain es Sedra. Il se situe environ à 0,5 km en aval du confluent du Melha et de l'Ain es Sedra. La longueur du cours d'eau L en amont est d'environ 4,2 km à partir du site de barrage, et la pente de la rivière l varie entre 17 et 24 0/00. La superficie du bassin S au site de barrage est de 5,2 km². L'oued coule d'Est en Ouest. Le bassin versant a la forme d'un éventail qui s'ouvre à 130° dans le sens Est-Sud sur un rayon de 2 km avec 2 oueds, le Melha qui coule d'Ouest en Est puis se dirige vers le sud, et le Ain es Sedra qui coule d'Est en Ouest. L'altitude Z_{max} du bassin versant est de 458 m, celle du site de barrage Z_{min} de 215 m et l'altitude moyenne du bassin versant Z_{moy} de 330m. D'après les habitants, la rivière est salée. Il n'a pas été possible d'effectuer les mesures de salinité car la rivière était à sec lors de l'étude. La densité de sel de l'eau qui stagnait dans le lit (qui sert d'abreuvoir pour le cheptel) n'était pas très différente de celle des autres secteurs. Avant les travaux, il sera souhaitable de vérifier les variations saisonnières de cette densité.

(2) Apports annuels et mensuels

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

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

où :

- Lrm(sb) : lame de ruissellement mensuelle du sous-bassin N° 13 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 B6.2.2.2. Le débit annuel moyen Q_a est de 0,0352 m³/s, le débit spécifique annuel moyen q de 6,77 l/s/km². Les apports annuels moyens A s'élèvent à 1,11 millions de m³/an, et la hauteur annuelle moyenne des écoulements est de 213 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)	0,94	0,53	0,38	0,28	0,19	0,14

Les apports annuels d'une année sèche A_f pour une probabilité excessive de 80% sont de 0,53 millions de m³/an.

(3) Apports solides

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

$$A_s = DS \cdot S$$

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

où :

DS = dégradation spécifique annuelle moyenne (m³/km²/an)

S = Superficie du bassin (km²)

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

K = Coefficient déterminé selon les sous-bassins = DSL ($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{mm}/\text{an}$), 1,80 pour le sous-bassin N° 13.

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 $\gamma = 1,5 \text{ t}/\text{m}^3$, le résultat est :

$$DS = 390 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{an} = 580 \text{ t}/\text{km}^2/\text{an}$$

$$As = 2.000 \text{ m}^3/\text{an} = 3.000 \text{ t}/\text{an}$$

(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 km^2 , 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 Glandotti. Si $t_c > 1$ heure, on arrondit au chiffre inférieur par unité d'une heure :

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

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 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$) et débit des crues de pointe Q_p (m^3/s):

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

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

avec

un coefficient d'écoulement $C = 0,8$

(b) Formule de débit spécifique

Si $S > 10 \text{ km}^2$,

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

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

(c) On compare (a) et (b) du tableau B6.2.3.3 et on prend les valeurs les plus grandes.

T	(ans)	10	50	100	1000
Qp	(m ³ /an)	25	35	40	50

Tableau B6.2.2.1 Précipitations mensuelles

Périmètre irrigué :		P-T-22											(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	3	89	212	235	107	24	86	152	21	14	0	18	961
58-59	3	22	51	371	51	41	129	40	87	0	0	3	797
59-60	35	13	65	152	280	149	295	7	34	10	4	0	1.044
60-61	0	127	97	187	72	16	58	50	49	16	0	0	674
61-62	33	42	222	111	28	16	286	27	21	7	0	0	792
62-63	33	47	235	136	283	255	17	44	78	1	37	0	1.168
63-64	8	13	71	362	15	117	130	104	17	0	0	0	836
64-65	6	5	147	151	101	131	56	50	4	27	0	0	677
65-66	50	150	99	65	123	128	22	30	7	0	1	0	674
66-67	4	130	36	15	42	82	25	83	27	44	0	0	487
67-68	5	65	125	56	5	177	122	45	26	51	0	6	683
68-69	6	2	222	138	155	262	161	79	28	11	0	0	1.065
69-70	25	55	143	169	304	2	105	44	25	4	0	0	877
70-71	0	21	23	142	198	6	142	284	67	26	1	0	910
71-72	19	0	104	85	109	135	101	35	102	10	0	0	700
72-73	17	133	19	40	67	67	96	24	25	0	27	5	519
73-74	0	19	33	212	32	92	83	211	3	20	0	0	704
74-75	1	28	23	0	55	104	191	72	40	13	0	4	531
75-76	3	0	26	168	51	85	76	98	68	13	2	1	591
76-77	13	130	5	171	248	100	14	1	16	7	0	0	705
77-78	12	66	82	86	89	153	48	153	69	53	0	0	812
78-79	0	4	25	131	154	246	49	43	13	0	7	0	671
79-80	12	222	23	31	54	20	87	47	65	13	0	0	574
80-81	25	75	96	73	11	19	57	93	29	2	0	0	480
81-82	3	6	0	169	92	89	41	93	25	0	1	5	525
82-83	1	93	75	46	0	137	36	29	16	0	0	0	433
83-84	0	1	163	157	20	18	97	106	158	21	7	0	749
84-85	5	3	122	17	100	63	39	46	32	2	0	0	430
85-86	3	10	171	81	122	254	82	114	0	4	0	0	843
86-87	8	37	40	28	236	147	4	29	1	0	1	0	532
87-88	10	21	141	106	116	61	25	42	44	18	0	0	581
88-89	0	65	149	25	34	84	59	152	54	20	0	1	644
Moyen	11	53	95	122	105	103	88	76	39	13	3	1	708

Tableau B6.2.2.2 Apports mensuels

Barrage : P-T-22		(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	0,01	0,01	0,03	0,12	0,24	0,11	0,06	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	0,64
53-54	0,00	0,03	0,01	0,02	0,02	0,06	0,26	0,09	0,05	0,02	0,01	0,00	0,56
54-55	0,00	0,00	0,01	0,04	0,12	0,65	0,50	0,20	0,05	0,03	0,01	0,00	1,61
55-56	0,00	0,03	0,06	0,12	0,24	0,42	0,51	0,47	0,16	0,04	0,02	0,01	2,08
56-57	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,05	0,06	0,01	0,01	0,00	0,21
57-58	0,00	0,01	0,05	0,41	0,16	0,07	0,05	0,11	0,04	0,01	0,00	0,00	0,91
58-59	0,00	0,00	0,01	0,87	0,17	0,12	0,18	0,07	0,08	0,03	0,01	0,00	1,54
59-60	0,01	0,00	0,02	0,27	0,41	0,44	0,83	0,22	0,05	0,03	0,01	0,00	2,31
60-61	0,00	0,03	0,06	0,20	0,15	0,06	0,03	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,60
61-62	0,00	0,00	0,16	0,27	0,16	0,05	0,54	0,12	0,05	0,02	0,01	0,00	1,38
62-63	0,00	0,01	0,27	0,22	1,02	1,01	0,16	0,10	0,11	0,04	0,01	0,01	2,96
63-64	0,00	0,00	0,03	0,80	0,09	0,23	0,35	0,40	0,05	0,02	0,01	0,01	2,01
64-65	0,00	0,00	0,06	0,13	0,21	0,18	0,33	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	1,01
65-66	0,01	0,04	0,10	0,09	0,24	0,27	0,09	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,91
66-67	0,00	0,02	0,02	0,01	0,02	0,12	0,05	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,31
67-68	0,00	0,01	0,05	0,02	0,02	0,26	0,26	0,10	0,04	0,01	0,00	0,00	0,77
68-69	0,00	0,00	0,07	0,31	0,48	0,54	0,45	0,20	0,09	0,03	0,01	0,00	2,18
69-70	0,00	0,01	0,10	0,24	1,36	0,08	0,13	0,13	0,05	0,02	0,01	0,00	2,13
70-71	0,00	0,01	0,01	0,03	0,26	0,10	0,19	0,66	0,20	0,08	0,02	0,01	1,58
71-72	0,01	0,01	0,02	0,03	0,20	0,15	0,23	0,06	0,11	0,03	0,01	0,00	0,86
72-73	0,00	0,07	0,03	0,03	0,08	0,07	0,05	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,41
73-74	0,00	0,00	0,00	0,18	0,06	0,10	0,12	0,39	0,16	0,04	0,01	0,00	1,07
74-75	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,17	0,10	0,06	0,03	0,01	0,00	0,44
75-76	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,16	0,06	0,17	0,17	0,03	0,01	0,01	0,71
76-77	0,00	0,03	0,03	0,41	0,67	0,47	0,11	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	1,79
77-78	0,01	0,01	0,01	0,10	0,12	0,31	0,27	0,15	0,26	0,06	0,02	0,01	1,32
78-79	0,00	0,01	0,01	0,05	0,28	0,74	0,25	0,11	0,05	0,01	0,00	0,00	1,51
79-80	0,00	0,11	0,06	0,02	0,06	0,04	0,08	0,03	0,10	0,02	0,00	0,00	0,53
80-81	0,00	0,01	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,08	0,10	0,01	0,00	0,00	0,31
81-82	0,00	0,00	0,00	0,12	0,23	0,07	0,05	0,15	0,06	0,01	0,00	0,00	0,68
82-83	0,00	0,01	0,04	0,05	0,02	0,15	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,38
83-84	0,00	0,00	0,09	0,47	0,06	0,02	0,13	0,06	0,25	0,04	0,01	0,00	1,14
84-85	0,00	0,00	0,02	0,03	0,07	0,15	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,34
85-86	0,00	0,00	0,05	0,02	0,15	0,58	0,15	0,10	0,03	0,01	0,00	0,00	1,11
86-87	0,00	0,01	0,01	0,01	0,19	0,37	0,09	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,74
Moyen	0,00	0,01	0,05	0,17	0,22	0,23	0,20	0,13	0,07	0,02	0,01	0,00	1,12

Tableau B6.2.2.3 Estimation des crues

Système étude de pré-faisabilité : P-T-22

Superficie	; S (km ²)	5,20
Altitude moyenne	; Zmoy(m)	330
Altitude minimale	; Zmin(m)	215
Longueur du talweg	; L (km)	4,2
Pluie moy.interannuelle	; P (mm/an)	700
h = Zmoy - Zmin	; h (m)	115
temps de concentration Giandotti	; tc (h)	1.8 => 1

T (ans)	10	20	50	100	1000
(a) Méthode rationnelle					
P(24,T) (mm/jour)	100	114	133	148	195
ltc (mm/h)	20	23	27	30	40
C	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
qp (m ³ /s/km ²)	4,51	5,18	6,05	6,70	8,84
Qp (m ³ /s)	23	27	31	35	46
(b) Méthode des débits spécifiques					
qp (m ³ /s/km ²)	4,57	5,49	6,13	6,86	9,15
Qp (m ³ /s)	24	29	32	36	48
(c) Valeurs retenues					
qp (m ³ /s/km ²)	5,77	5,77	7,69	7,69	9,62
Qp (m ³ /s)	25	30	35	40	50

2.3 Utilisation des terres et pédologie

2.3.1 Utilisation actuelle des terres

Nous donnons ci-après les résultats de l'étude d'utilisation des terres du secteur P-T-22 et indiquons la carte d'utilisation à la figure B6.2.3.1.

Situé dans un coin du grenier à céréales de la rive droite de l'Ouergha, c'est un secteur typiquement agricole avec un relief doucement accidenté le long d'un des principaux affluents de l'Ouergha.

Les surfaces agricoles utiles occupent 93,8 % des terres, avec principalement la monoculture du blé et des légumineuses en saison humide. L'arboriculture est pratiquement entièrement représentée par les oliviers, cultivés autour des terrains d'habitation.

Terres	Superficie (ha)	% du Total	% SAU
SAU	136	93,8	
Champs	(122)	(84,1)	(100,0)
Arboriculture	(14)	(9,7)	(89,7)
			(10,3)
Terres incultes	9	6,2	
TOTAL	145		

2.3.2 Pédologie

(1) Méthode d'analyse

Normes d'analyse du secteur P-C-4.

(2) Nombre de sites étudiés

Sur les 145 ha du secteur, les analyses ont porté sur 4 puits de reconnaissance.

(3) Résultats des analyses

1) Couche effective

La couche effective est la plupart des cas supérieure à 100 cm. A part les berges de l'oued et l'oued lui-même, nous n'avons pas relevé de secteur impropre à l'agriculture.

2) Pentés

Le secteur est de topographie assez accidentée, avec des pentes de gradient 4,6° sur les parties doucement ondulées qui longent l'oued.

3) Texture

La géologie du site est uniforme, avec une teneur en argiles qui augmente à mesure que l'on descend vers l'aval de l'oued. Sols d'argile lourde à légère.

4) Compacité

Les analyses ont été effectuées au début de la saison humide. Les pluies étant rares, la teneur en eau était relativement faible. La valeur de pénétration relevée au compactomètre était de 18 à 24 mm.

5) Analyse chimique

Résultats de l'analyse chimique rapide.

NH ₄ - N	0,7 mg/100 g	
NO ₃ - N	0,6 mg/100 g	
P ₂ O ₅	6,5 mg/100 g	
K ₂ O	20,0 mg/100 g	
CaO	1.000 mg/100 g	en 2 endroits
	800 mg/900 g	en 1 endroits
MgO	72,5 mg/100 g	
Fe	53,8 ppm	
Mn	22,5 ppm	
NaCl	0,06 %	

La réaction du sol indique une alcalinité infime, avec un pH de 8,4 à 8,5. La conductivité électrique, qui est un indice d'accumulation des sels, était en moyenne de 1.400 μ mohms à 25 °C.

(4) Classification des sols

Selon l'évaluation faite lors des investigations de la phase I et lors de l'étude sur le terrain, on retrouve les classes de sols suivantes. La carte de répartition est indiquée à la figure B6.2.3.2.

Classe II	(Sols peu évolués)	85 ha
Classe III	(Vertisols)	26 ha
Classe V	(sols isohumiques)	34 ha

(5) Terres planifiées pour l'irrigation

D'après les normes de classification adoptées sur le site de Taounate, les analyses n'ont révélé aucun facteur de contrainte particulier sur ce site, en dehors des berges de l'oued et de l'oued.

Par conséquent l'ensemble des terres cultivées et des vergers (136 ha en tout) sont des terres irrigables.

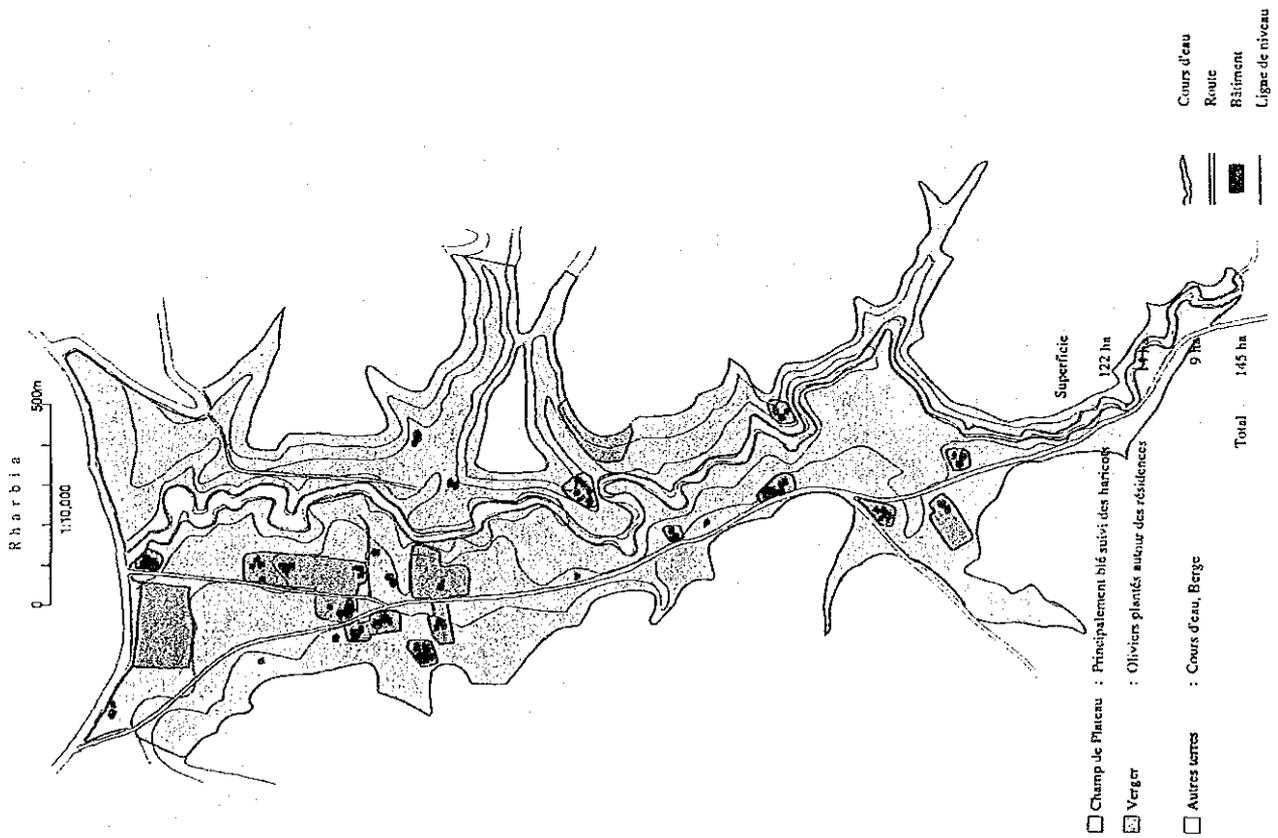


Figure B6.2.3.1 Carte d'utilisation Actuelle des Terres

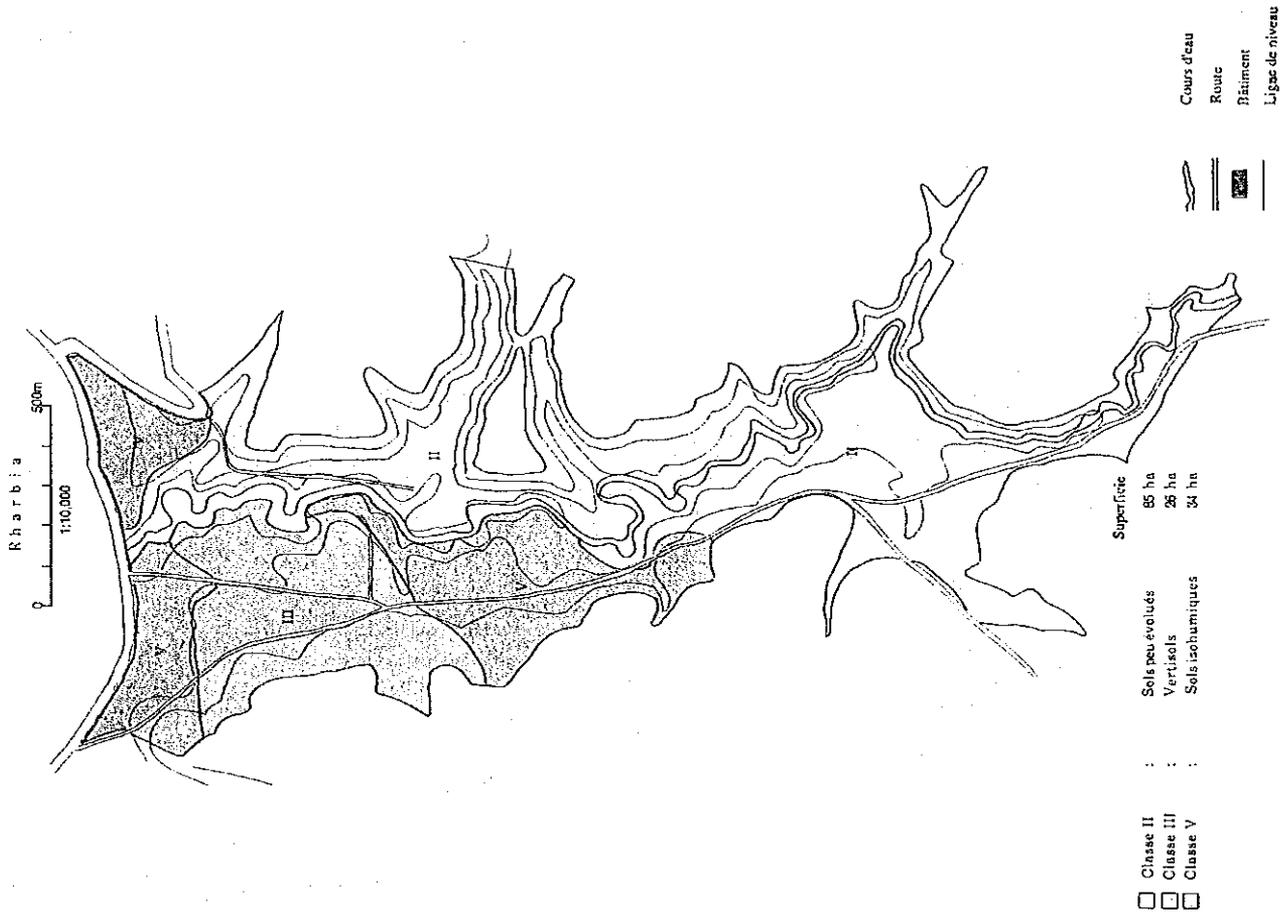


Figure B6.2.3.2 Carte des Sols

2.4 Agriculture

2.4.1 Situation actuelle de la Zone

Cette zone appartient à la commune rurale de Bouarous pour laquelle la situation actuelle de l'agriculture est donnée dans le Tableau B4.2.5.1 de l'annexe B4. Les traits généraux de l'agriculture sont similaires à ceux des secteurs clés irrigables à l'exception de la culture des agrumes qui n'est pas pratiquée ici.

La zone qui sera irriguée se situe sur une pente douce avec des ondulations modérées. Elle est généralement utilisée pour la culture des céréales et légumineuses et en partie pour les olives. Les animaux dominants sont les bovins. Ces faits indiquent que le développement agricole de la zone serait le même que pour les secteurs clés précédemment annoncés, la source d'eau étant ici un petit barrage.

2.4.2 Système cultural prévu

Considérant ce qui vient de suivre, le système cultural proposé est montré à la Figure B2.2.5.1 de l'annexe B2 et est identique, hormis les agrumes, à celui proposé pour les secteurs clés précédemment annoncés.

2.4.3 Objectifs de rendement et fiches techniques

Les objectifs de rendement et les fiches sont montrés dans le Tableau B2.2.5.2, et sont les mêmes que ceux proposés pour les secteurs clés irrigables.

2.5 Conditions socio-économiques

L'enquête a été effectuée dans le douar de Rharbia, sur la rive gauche de l'Ouergha, en collaboration avec la DPA de Taounate. Les fermes sont éparpillées et en retrait de la route principale qui va vers l'Ouest de Taounate. Les cultures portent principalement sur les céréales et les oliviers.

2.5.1 Population bénéficiaire

D'après les informations recueillies auprès du moqaddam (chef de douar) et des agriculteurs locaux, la population du périmètre est de 250 personnes, soit 30 ménages. L'exode des jeunes

touche peu ce secteur qui est très proche de la ville et bénéficie d'une forte productivité.

2.5.2 Environnement rural

(1) Eau potable

L'alimentation se fait par l'eau des puits de faible profondeur. Les volumes stables sont rarement assurés car la nappe baisse pendant la saison sèche. Certains habitants utilisent aussi l'eau des rivières.

(2) Energie électrique

Les lignes électriques passent le long de la route principale allant vers l'Ouest de Taounate. L'électricité n'est pourtant pas raccordée jusqu'au périmètre bénéficiaire.

(3) Combustibles

Comme sur tous les autres secteurs de la province de Taounate, le gaz et le mazout sont généralement utilisés comme combustible domestique. L'approvisionnement est facilité par la proximité de la route qui relie le secteur à la capitale provinciale.

2.5.3 Economie agricole

L'économie agricole de ce secteur s'apparente à celle du secteur N° 8.

3 Plan de développement

3.1 Secteur irrigué

Bien que ce périmètre présente une topographie assez accidentée avec une inclinaison de pentes de 4,6°, il n'y a aucun obstacle particulier pour l'introduction de l'irrigation superficielle. Le relief n'étant pas homogène, on ne pourra pas installer un seul type de réseau de distribution aval mais on regroupera le plus possible les périmètres.

L'altitude du lit de la rivière au site du barrage est de 219,0 m NGM, le niveau de la prise d'eau, compte tenu de la sédimentation sera donc à 225,0 m. Le périmètre irrigué, compte tenu des pertes de charge à la distribution seront à une altitude inférieure à 220,0 m (cf. figure B6.3.1.1).

La superficie agricole, exception faite du lit des canaux, des habitations et des terres incultes, est de 128 ha, ce qui représente une surface nette de 108 ha après déduction des terres occupées par les canaux en aval.

3.2 Plan d'irrigation

Avec un système culture par rotation triennale de légumes → légumes → céréales, on choisira un bloc d'irrigation de 3 soles. Sur les terres plantées d'oliviers, on continuera cette culture après la mise en place du programme.

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 B6.3.3.1. 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 fait 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 P-T-22. Si le débit de la rivière est supérieur aux volumes d'eau d'irrigation, l'irrigation ne dépend pas de la retenue du barrage P-T-22. Mais dans le cas contraire, la différence doit être comblée avec de l'eau prise à la retenue du barrage P-T-22.

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 P-T-22 pour chaque année est indiqué au tableau B6.3.4.1. Les variations saisonnières du volume de la retenue du barrage ressorties à partir du bilan d'eau sont indiquées à la figure B6.3.4.1.

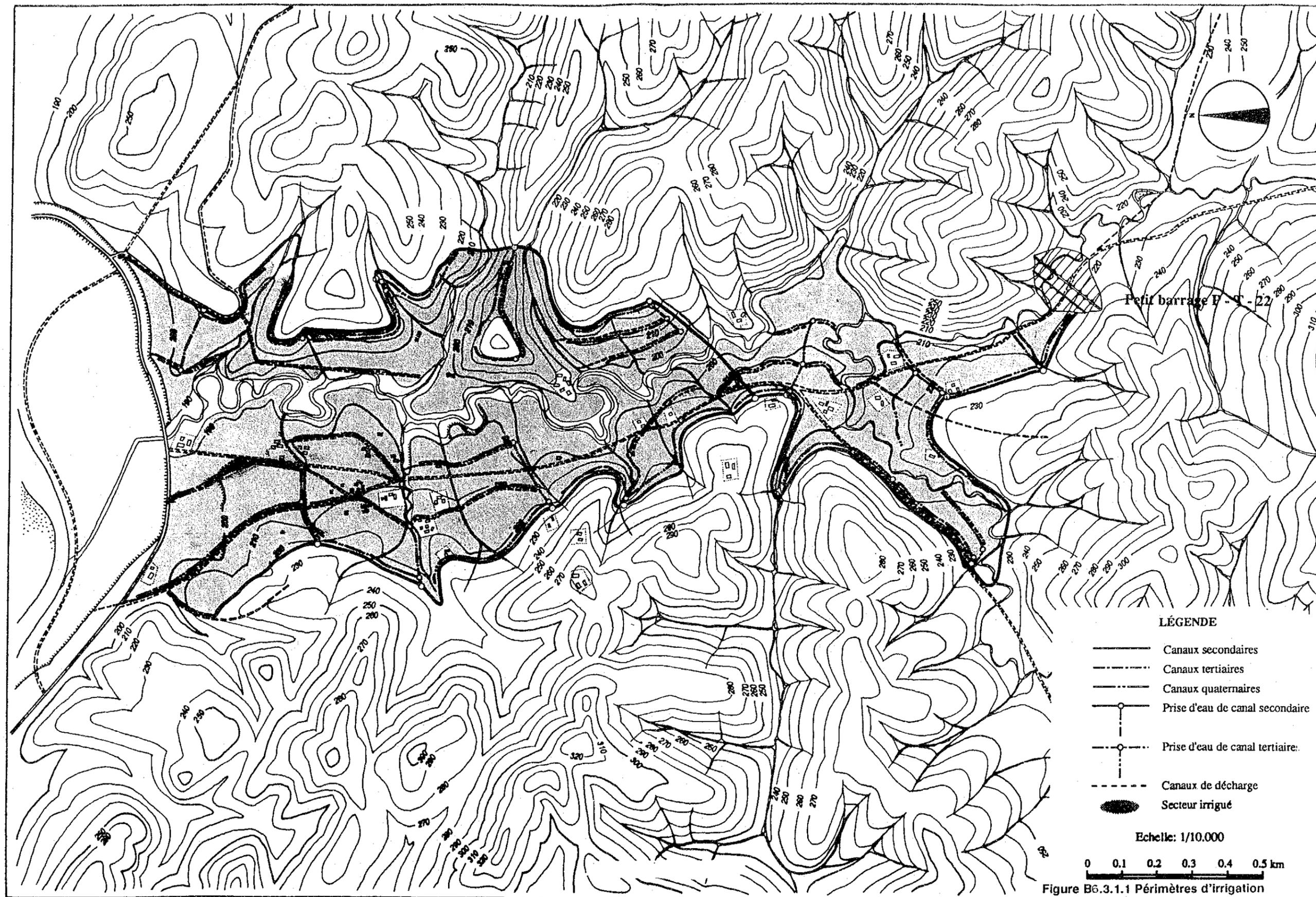
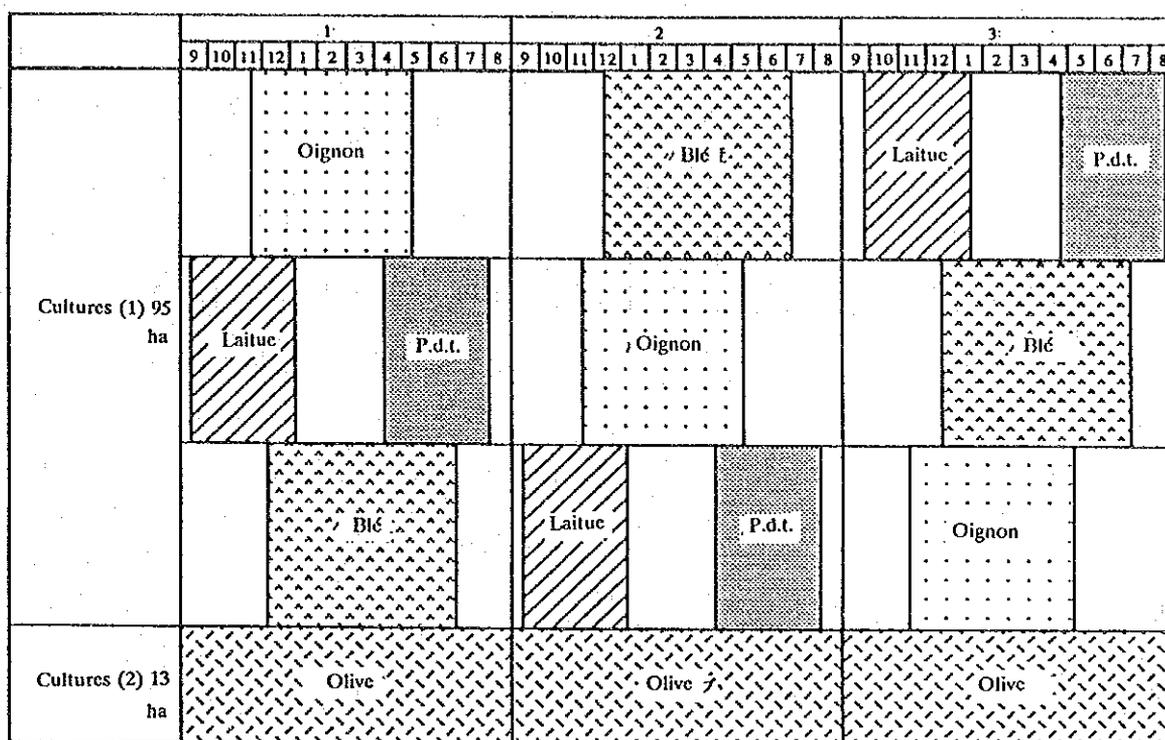


Tableau B6.3.3.1 Besoins en eau d'irrigation du secteur N° P-T-22



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) oignon	(31,6 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 (1) laitue, p.d.t.	(31,6 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 (1) blé	(31,6 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) olive	(13,0 ha) Kc		0,70	0,70	0,00	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
	Af		1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Kc.Af.Pt		122,50	80,50	0,00	36,40	34,30	41,30	73,50	81,20	113,40	135,10	163,80	151,20
Volumes nets	(108,0 ha)		26,70	31,00	22,70	31,80	27,40	37,50	69,50	83,60	98,60	102,90	87,00	37,20
Besoins en eau bruts	(108,0 ha)		44,50	51,67	37,83	53,00	45,67	62,50	115,83	139,33	164,33	171,50	145,00	62,00

ici les besoins bruts ne tiennent pas compte des pluies efficaces

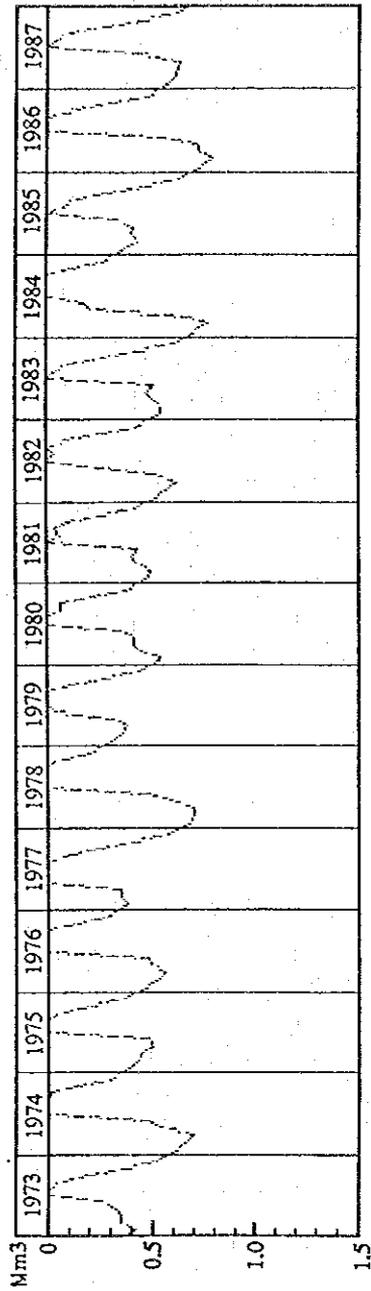
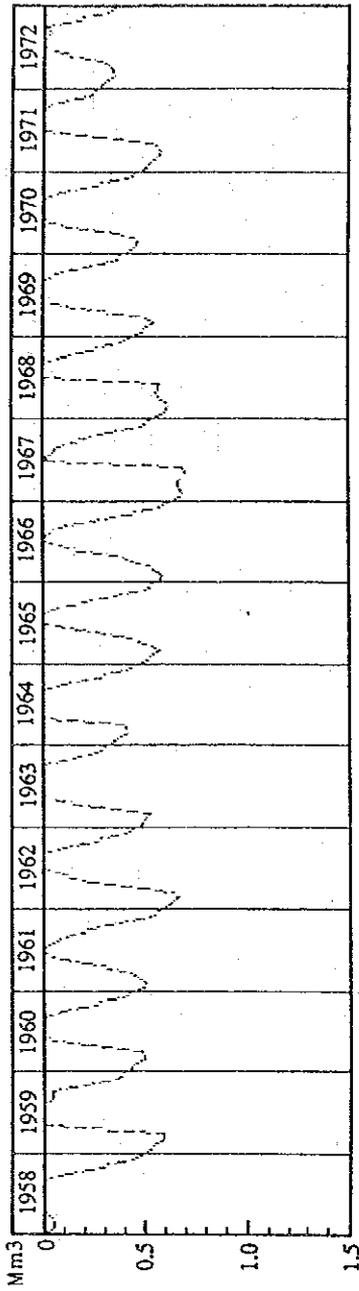


Figure B6.3.4.1 Variation des volumes de retenue nécessaires

Tableau B6.3.4.1 Résultats du calcul de volume de retenue nécessaire (million m³)

Année	Volume de retenue nécessaire (million m ³)
1958	0,50
1959	0,59
1960	0,49
1961	0,59
1962	0,67
1963	0,53
1964	0,48
1965	0,58
1966	0,64
1967	0,70
1968	0,62
1969	0,55
1970	0,48
1971	0,58
1972	0,38
1973	0,58
1974	0,70
1975	0,50
1976	0,56
1977	0,64
1978	0,70
1979	0,50
1980	0,54
1981	0,49
1982	0,62
1983	0,67
1984	0,77
1985	0,69
1986	0,79
1987	0,68

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 B6.3.4.2.

Tableau B6.3.4.2 Probabilité des volumes de retenue nécessaires (million m³)

Période de récurrence	Volume de la retenue de barrage
2	0,58
5	0,67
10	0,74
20	0,80
30	0,84
40	0,86
50	0,88
80	0,92
100	0,94
200	1,00

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 0,73 million de m³ que nous prendrons comme valeur définitive pour le volume de la retenue du barrage P-T-22.

4 Plan des ouvrages

4.1 Ouvrages d'irrigation

Les superficies irriguées ne sont pas très importantes (108 ha) aussi on ne posera pas de canaux principaux ; on reliera directement les canaux secondaires à l'ouvrage, en suivant le modèle d'installation aval indiqué à l'annexe A9 figure A9.2.1. La taille de chacun des canaux est par ailleurs indiquée à la figure A9.2.2 de cette même annexe.

La longueur des canaux est la suivante :

Tableau B6.4.1.1 Installations du site P-T-22

Installations	Unité	Nombre
Canaux secondaires	m	7.300
Canaux tertiaires	m	3.000
Canaux quaternaires	m	10.600
Canaux de drainage ¹⁾	m	4.500
Partiteur (sur canal second.)	un	12
Partiteur (sur canal tert.)	un	40

1) Canaux de drainage actuels exclus

4.2 Barrages

4.2.1 Eléments de base

(1) Emplacement

Coordonnées : X = 552,75 Y = 429,13

Nom d'oued : Rharbia

(2) Hypothèses de calcul

Volume utile : VE = 730.000 m³ "cf. § 3.4 "

Dégradation spécifique : Ds = 390 m³/km²/cm ... "cf. § 2.3.2"

Volume de sédimentation : Vs = 390 m³ x 5,2 km² x 10 ans x 1,0

P-T-22

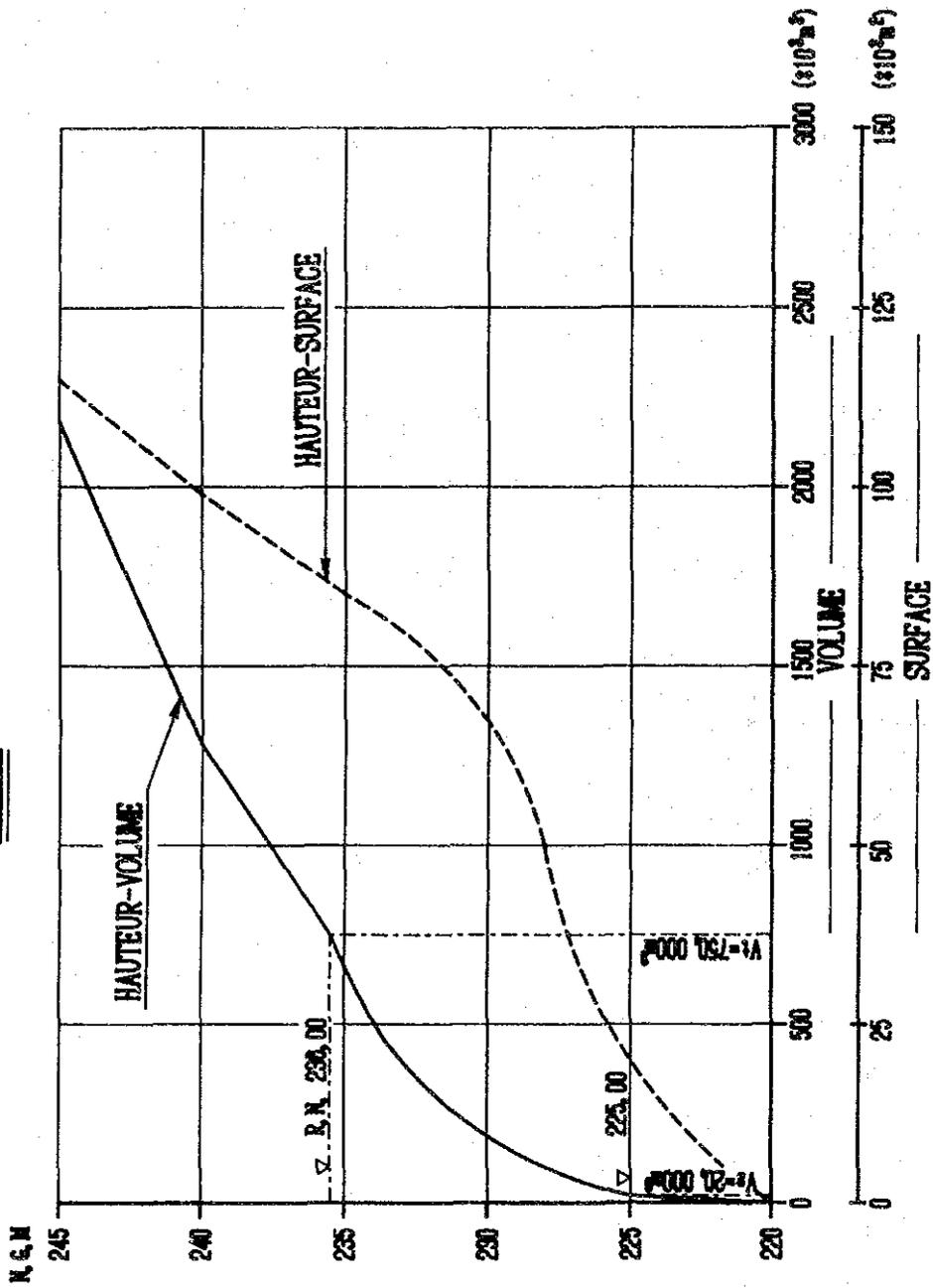


Tableau B6.4.2.1 Courbe Niveau-volume

		= 20.000 m ³
Volume total de la retenue	: VT	= 750.000 m ³
Cote normale de retenue	: R.N.	= 236,00 m "cf. Figure B6.4.2.1"
Niveau minimal d'exploitation	: 225,00 m	" cf. Figure B6.4.2.1"
Intensité sismique	: 0,1 g	
Débit de crue Q	: Probabilité 1/100 ans	40 m ³ /s
		Probabilité 1/1000 ans 50 m ³ /s
Quantité maximale de prise	: Q = 0,08 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)

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

Q : volume des crues de projet de 50 m³/s, probabilité 1/1000 ans

C : coefficient sur le déversement 2,0

L : Longueur du seuil 12,4 m

$$\therefore Hd = \left(\frac{50}{2,0 \times 12,4} \right)^{2/3} = 1,59 = 1,60 \text{ m}$$

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

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

U : Vitesse du vent 100 km/h

F : Fetch 1,4 km

$$\therefore H = 0,76 + 0,032 (100 \times 0,7)^{0,5} - 0,26 (0,7)^{0,25} = 0,79 \text{ m}$$

Vitesse de propagation des vagues

$$V = 1,5 + 2 \cdot H = 1,5 + 2 \times 0,79 = 3,08 \text{ m/s}$$

$$\therefore H_v = 0,75 \cdot H + \frac{V^2}{2g} = 0,75 \times 0,79 + \frac{3,08^2}{2 \times 9,8} = 1,08 \text{ m}$$

$$= 1,10 \text{ m}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Altitude de crête} &= \text{R.N.} + Hd + H_v + 1,0 \\ &= 236,50 + 1,60 + 1,10 + 0,5 \\ &= 239,20 = 239,50 \text{ m} \end{aligned}$$

4.2.2 Type et profil de barrage

(1) Type de barrage

Le socle de fondation est en marne à faible résistance à la compression et au cisaillement. Les barrages en béton ou en maçonnerie ne sont donc pas appropriés. On construira donc un barrage en remblai avec une hauteur de digue de 20 m. Pour faciliter les travaux, on adoptera le type homogène. Son profil est indiqué Figure N° 7.

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 marnes. La longueur de l'évacuateur sera de 200 m sur les deux rives. Cependant on devra creuser davantage sur l'appui droit qui est plus en pente que la rive droite. Par conséquent, pour le tracé de l'évacuateur on choisit la rive gauche.

(2) Type d'évacuateur

L'évacuateur doit être à déversement sans vanne pour réduire les travaux d'excavation. La partie de guideau est une voie d'eau à coursier avec ressaut et barrage auxiliaire.

(3) Spécifications de l'évacuateur

(a) Pertuis d'entrée

Charge sur le déversoir et longueur du seuil

On calcule le volume des travaux pour la partie entrée et la digue en prenant plusieurs hypothèses de charges sur le déversoir (5 jusqu'à $h = 1,20 \sim 2,00$ m). La comparaison des estimations de coûts des travaux donne les résultats suivants. Ici, le débit de crue de projet Q est de $50 \text{ m}^3/\text{s}$ sur une probabilité de 1/1000 ans.

$$h = 1,60 \text{ m}$$

$$L = 12,35 = 12,4 \text{ m}$$

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

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

A l'extrémité, la largeur du déversoir latéral est de 2 m en amont et 4 m en aval, et l'altitude de son fond est de 234,3 m en amont et 233,3 m en aval.

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

Largeur et profondeur

Fixé de façon à avoir 2 valeurs B/h (largeur du canal/profondeur critique).

$$q = Q/B$$

Q : débit 50 m³/s

B : largeur du canal

h : profondeur critique

B	q	h	B/h
4,00	12,50	2,52	1,59
5,00	10,00	2,17	2,30
6,00	8,33	1,92	3,12

On considère B/h ≈ 2 comme avantageux avec une largeur du canal de prise de 4,00 m et une profondeur de 2,52 m.

(c) Canal à écoulement torrentiel

La largeur du canal à écoulement torrentiel est de 4,0 m de même que celle du canal d'accès.

(d) Dissipateur

Le débit du dissipateur est de 40,0 m³/s (probabilité de 1/100 ans).

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

Profondeur (d) et vitesse (V) au départ du déversement torrentiel

$$d = 0,467 \times (40/4,0)^{2/3} = 2,17 \text{ m}$$

$$V = 40/4,0/2,17 = 4,61 \text{ m/s}$$

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 :

$$H : \text{charge totale } H = 233,3 + 2,17 + 4,61^2 / 19,6 - 213 = 23,55 \text{ m}$$

$$hf : \text{perte de charge } 10\% \text{ de } H = 2,36 \text{ m}$$

$$\theta : \text{angle du canal à écoulement } (\theta = 14,04^\circ)$$

Avec l'application de la formule ci-dessus pour d_1 ,

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

d'où d_1 et V_1 sont obtenus comme suit :

$$d_1 = 0,50 \text{ m}$$

$$V_1 = 20,0 \text{ m/s}$$

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

$$L = 4,2 \times 6,15 = 25,83 = 26 \text{ m}$$

La revanche du bassin d'amortissement est de 1,0 m et la hauteur du mur latéral du bassin d'amortissement de 7,2 m.

4.2.4 Ouvrage de prise d'eau

Pour ce barrage en remblai, on installe un pertuis d'entrée près du niveau d'eau morte et on fait passer des tuyaux d'acier de 600 m de diamètre dans la fondation des appuis.

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

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

$$= (236,0 + 225,0) / 2 - 224,0 = 6,5 \text{ m}$$

$$\text{Volume de retenue } V = 730.000$$

$$6,5 = 0,518 \times V^2 \quad \therefore V = 3,55 \text{ m/s}$$

$$\text{Temps de vidange } T = 730.000 / (3,55 \times 3.1416 \times 0,3^2) \times 86,400 = 8,4 \text{ jours}$$

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 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.

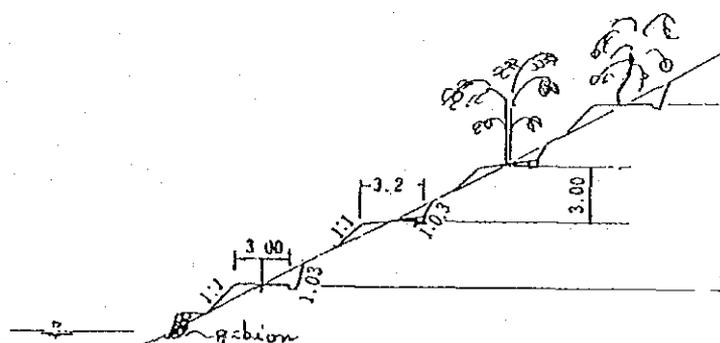


Schéma standard des terrasses

4.3 Evaluation du coût des travaux

Le coût des travaux relatif au secteur irrigué P-T-22 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 B6.4.3.1.

Tableau B6.4.3.1 Coûts des travaux du secteur (1000 DH)

Travaux	Coût direct	Coût Indirect	Coût global
Barrage P-T-22	10.362	2.590	12.952
Ouvrages d'irrigation	2.705	541	3.246
Total	13.067	3.131	16.198

La répartition des coûts directs des travaux est indiquée aux tableaux B6.4.3.2 ~ B6.4.3.3.

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 %

Tableau B6.4.3.2 Dépenses de premier établissement-barrage (P-T-22)

P-T-22							
10,361,599 DH							
Description	Forme	Matériaux	Quantité	Unité	Prix unitaire (DH)	Montant (DH)	Remarque
Digue	Fouille	Excavation	18,180.00	m3	34.89	634,300	
		Décomposition	0.00	m3	40.44	0	
		Rocher	0.00	m3	59.69	0	
		sous-total				634,300	
Digue		Noyau	122,830.00	m3	47.68	5,856,534	
		Semi-perméable	0.00	m3	54.03	0	
		Massif	0.00	m3	0.00	0	
		Filtre	1,950.00	m3	83.49	162,806	
		RIP RAP	3,340.00	m3	122.91	410,519	
	sous-total				6,429,859		
	Injection	Coulls	0.00	m	0.00	0	
	Sous-total				7,064,160		
Evacuateur de fouille	Fouille	Excavation	5,880.00	m3	36.42	214,150	
		Fouille Excavation	7,250.00	m3	42.22	306,095	
		Rocher	0.00	m3	53.89	0	
		sous-total				520,245	
	Ouvrage	Béton	1,059.00	m3	1,302.15	1,378,977	
	Remblayage		2,080.00	m3	48.68	101,254	
	Sous-total				2,000,476		
Galerie	Galerie		0.00	m	350.00	0	
Voirie			500.00	m	416.00	208,000	
Autres ouvrages	Conduite	Dia 600 mm		m		147,000	
Autres travaux			10.00	%		941,964	
TOTAL						10,361,599	

Tableau B6.4.3.3 Prix unitaires des canaux d'irrigation aval de P-T-22

P-T-22							
2,705,610 DH							
Description	Matériaux	Forme	Quantité	Unité	Prix unitaire (DH)	Montant (DH)	Remarque
Canaux secondaires	Portés (50 %)		3,650.0	m	280	1,022,000	
	Terre (50 %)		3,650.0	m	19	68,985	
partiteur			12.0		529	6,348	
Siphon			0.0		5,702	0	
canaux tertiaires			3,000.0	m	52	155,400	
partiteurs			40.0		488	19,528	
canaux quaternaires			10,600.0	m	35	371,000	
canaux drainage secondaires			0.0	m	60	0	
canaux drainage tertiaires			500.0	m	10	4,800	
canaux drainage quaternaires			4,000.0	m	5	21,600	
routes secondaires			7,300.0	m	33	240,900	
routes tertiaires			3,000.0	m	24	72,000	
routes quaternaires			10,600.0	m	24	254,400	
dalot (franchissement routes sec)			0.0		13,609	0	
dalot (franchissement routes ter)			0.0		4,441	0	
dalot (franchissement routes quat)			5.0		3,543	17,714	
Asperseurs			0.0		6,839,220	0	
Autres travaux			20.0	%		450,935	
TOTAL						2,705,610	

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) 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 20,5 millions de DH. La répartition entre devises et monnaie locale est de respectivement 9,7 millions de DH et 10,8 millions de DH, représentant 47% et 53% (cf. tableau B6.5.1 ci-dessous).

Tableau B6.5.1 Répartition des frais de construction

(unité : 1.000 DH)

Description	Part en devises	Part en dirham	Total
1. Construction	8.474	7.724	16.198
Barrages	7.980	4.972	12.952
Ouvrages d'irrigation	494	2.752	3.246
2. Expr. foncière	0	240	240
3. Services d'ingénierie	0	1.405	1.405
4. Gestion du projet	0	176	176
5. Provision	1.247	1.302	2.548
Imprévus techniques	831	955	1.786
Inflation	416	347	762
Total	9.721	10.846	20.567

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 49.000 DH.

5.1.3 Frais de remplacement

Les vannes qui sont installées dans le cadre de ce projet devront être remplacées régulièrement. Le projet prévoit leur remplacement 25 ans au plus tard à compter du commencement du projet. Les frais de remplacement ont été fixés à 200.000 DH.

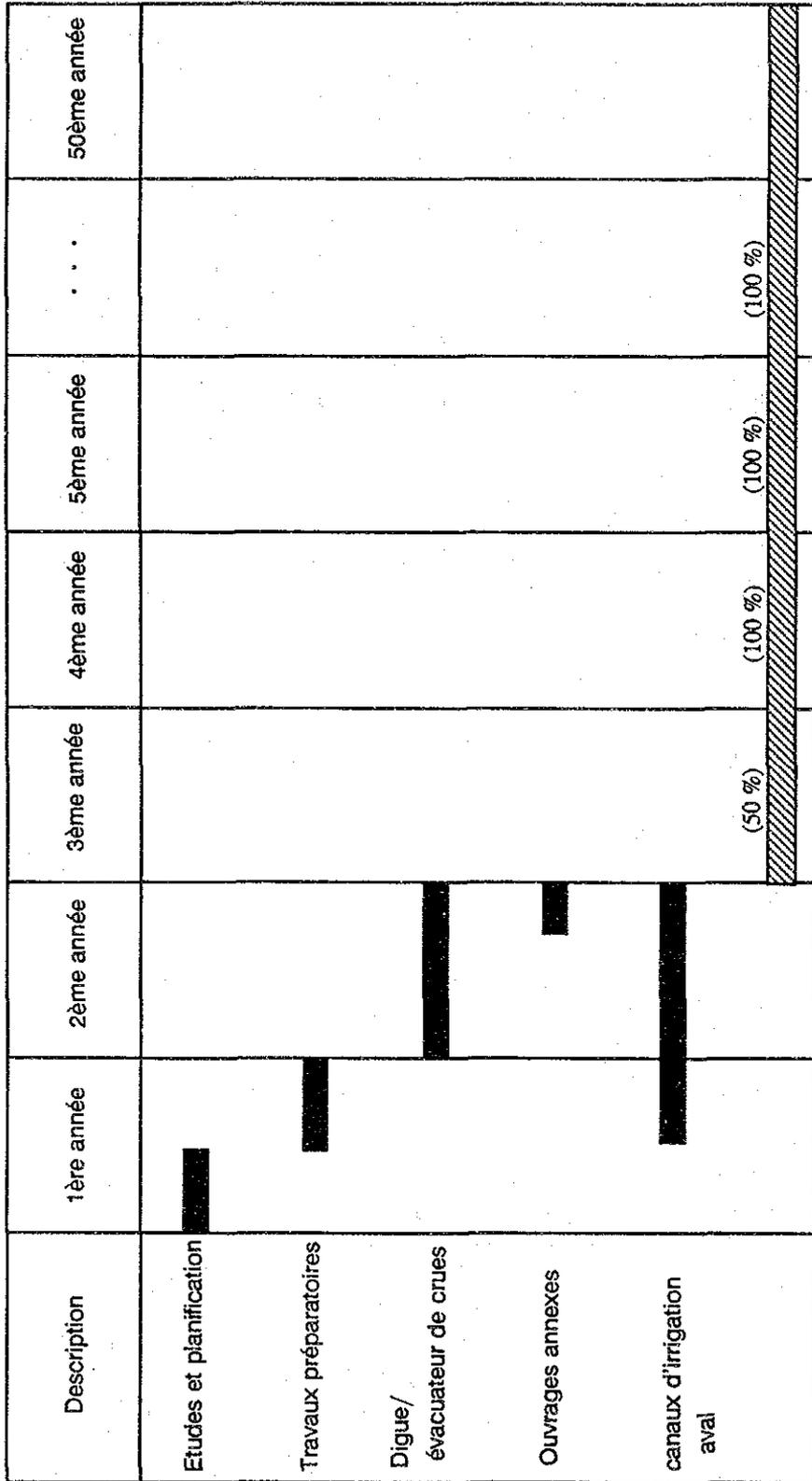
5.2 Plan d'exécution du projet

5.2.1 Programme d'exécution

La durée prévue pour l'exécution du projet est de 2 ans. Les études et la conception détaillée seront achevées la première année, et les travaux dureront 1,5 an à partir du milieu de la première année. Le programme d'exécution des travaux est indiqué à la figure B6.5.2.1. Des bénéfices agricoles seront dégagés à partir de la troisième année consécutive à l'ensemble des travaux.

5.2.2 Répartition annuelle du budget

La répartition annuelle du budget en fonction du programme d'exécution des travaux est reportée au tableau B6.5.2.1.



() flux des profits agricoles
 (/) Pourcentage des bénéfices engendrés

Figure B6.5.2.1 Calendrier de réalisation des travaux

TABLEAU B6.5.2 BESOINS ANNUELS EN FONDS POUR
AMENAGEMENT AGRICOLE (SITE P-T-22)

(Unité: 1,000 DH)

Description	1ère année		2ème année		Total		
	DE	ML	DE	ML	DE	ML	Total
1. Système d'irrigation	163	908	8.311	6.816	8.474	7.724	16.198
- Barrage	0	0	7.980	4.972	7.980	4.972	12.952
- Ouvrage d'irrigation	163	908	331	1.844	494	2.752	3.246
2. Exprop.foncière	0	240	0	0	0	240	240
3. Services d'ingénierie	0	1.405	0	0	0	1.405	1.405
4. Gestion du projet	0	58	0	118	0	176	176
5. Imprévus techniques	0	261	831	693	831	955	1.786
6. Provisions pour inflation des prix	0	0	416	347	416	347	762
Total général	163	2.872	9.558	7.974	9.721	10.846	20.567

Note: DE: Devises étrangères
ML: Monnaie locale

5.3 Bénéfices du projet

5.3.1 Bénéfices agricoles

Les bénéfices agricoles sont exprimés en coût 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 2,5 millions de DH (cf. tableau B6.5.1 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 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 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 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 B6.5.2.

Description	1ère année	2ème année	Total
1. Système d'irrigation	895	13.851	14.746
- Barrages	0	12.034	12.034
- Ouvrages d'irrigation	895	1.817	2.712
2. Services d'ingénierie	1.265	0	1.265
3. Gestion du projet	53	105	158
4. Imprévus techniques	221	1.396	1.617
Total	2.434	15.352	17.786

(2) Frais d'entretien et de remplacement

Les frais d'entretien, exprimés en coût économique, représentent 0,3% du coût des travaux soit 44.000 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 10,6% (cf. tableau B6.5.2.). 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 1,31 et 5.818 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%	9,86%
Diminution des bénéfices de 10%	9,70%
Achèvement des travaux avec 1 an de retard	10,56%
Génération des 3 cas	8,88%

Les résultats ci-dessus confirment la faisabilité de l'ouvrage. Le site se trouve sur un emplacement géographique favorable car proche de Fès et de Taounate de sorte qu'on pourra envisager un développement agricole avec culture de légumes destinés à ces marchés.

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 B6.5.3.

Tableau B6.5.3. 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 450 DH. Les exploitations les plus petites avec des superficies de 3 ha devront payer 1.350 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 B6.5.1 BENEFICE ECONOMIQUE DU PROJET POUR P-T-22

Assolés.	Culture	Situation sans projet			Situation avec projet			Bénéfice (^{'000} DH)
		Superficie (Ha)	* VA (DH/Ha)	**VAPT (^{'000} DH)	Culture	Superficie (Ha)	* VA (DH/Ha)	
1.	Grains	67	2.335	156	Légumes	95	36.370	3.455
	Légumin.	28	1.846	52	Olive/G	13	9.081	118
	Olive/G	13	4.646	60				
	Total	108		269	Total	108		3.573
2.	Grains	67	2.335	156	Légumes	95	40.839	3.880
	Légumin.	28	1.846	52	Olive/Lgmi	13	8.445	110
	Olive/Lgmi	13	4.496	58				
	Total	108		267	Total	108		3.989
3.					Grains	95	5.577	530
					Olive/F	13	7.839	102
					Total	108		632
Moyenne			268				2.731	2.464

* VA : Valeur Ajoutée

** VAPT: Valeur Ajoutée de la production totale

ANNEXE. TABLEAU B6.5.2
CALCUL DU TAUX INTERNE DE RENTABILITE ECONOMIQUE (TIRE)
(SITE P-T-22)

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

COUT DU PROJET = 17.786,000 DH BENEFICE = = 2,4 64.000 DH

N°	ANNEE	ING.	COUT DE CONSTRUCTION	COUT DE REMPLECE.	COUT D' E&M	COUT TOTAL	BENEFICE	BILAN (B - C)
1	1993	1391	1043	0	0	2434	0	-2434
2	1994	0	15352	0	0	15352	-14	-15366
3	1995	0	0	0	44	44	109	65
4	1996	0	0	0	44	44	725	681
5	1997	0	0	0	44	44	1588	1544
6	1998	0	0	0	44	44	2204	2160
7	1999	0	0	0	44	44	2450	2406
8	2000	0	0	0	44	44	2450	2406
9	2001	0	0	0	44	44	2450	2406
10	2002	0	0	0	44	44	2450	2406
11	2003	0	0	0	44	44	2450	2406
12	2004	0	0	0	44	44	2450	2406
13	2005	0	0	0	44	44	2450	2406
14	2006	0	0	0	44	44	2450	2406
15	2007	0	0	0	44	44	2450	2406
16	2008	0	0	0	44	44	2450	2406
17	2009	0	0	0	44	44	2450	2406
18	2010	0	0	0	44	44	2450	2406
19	2011	0	0	0	44	44	2450	2406
20	2012	0	0	0	44	44	2450	2406
21	2013	0	0	0	44	44	2450	2406
22	2014	0	0	0	44	44	2450	2406
23	2015	0	0	0	44	44	2450	2406
24	2016	0	0	0	44	44	2450	2406
25	2017	0	0	200	44	244	2450	2206
26	2018	0	0	0	44	44	2450	2406
27	2019	0	0	0	44	44	2450	2406
28	2020	0	0	0	44	44	2450	2406
29	2021	0	0	0	44	44	2450	2406
30	2022	0	0	0	44	44	2450	2406
31	2023	0	0	0	44	44	2450	2406
32	2024	0	0	0	44	44	2450	2406
33	2025	0	0	0	44	44	2450	2406
34	2026	0	0	0	44	44	2450	2406
35	2027	0	0	0	44	44	2450	2406
36	2028	0	0	0	44	44	2450	2406
37	2029	0	0	0	44	44	2450	2406
38	2030	0	0	0	44	44	2450	2406
39	2031	0	0	0	44	44	2450	2406
40	2032	0	0	0	44	44	2450	2406
41	2033	0	0	0	44	44	2450	2406
42	2034	0	0	0	44	44	2450	2406
43	2035	0	0	0	44	44	2450	2406
44	2036	0	0	0	44	44	2450	2406
45	2037	0	0	0	44	44	2450	2406
46	2038	0	0	0	44	44	2450	2406
47	2039	0	0	0	44	44	2450	2406
48	2040	0	0	0	44	44	2450	2406
49	2041	0	0	0	44	44	2450	2406
50	2042	0	0	0	44	44	2450	2406
TOTAL		1391	16395	200	2112	15905	21723	10,656
						(VNP)	(VNP)	(TIRE)

B - C = 5818
B/C = 1,366

**ANNEXE B7 SITE L-A-34 - KOUDIA CHAIB 3
(PROVINCE DE AL HOCEIMA) LAC COLLINAIRE**

Table des matières

1. Présentation	B7-1
2. Présentation du secteur	B7-3
2.1 Topographie & géologie du site	B7-3
2.1.1 Reconnaissances	B7-3
2.1.2 Topographie	B7-3
2.1.3 Géologie	B7-3
2.1.4 Rocher de fondation du barrage	B7-4
2.1.5 Problèmes géotechniques rencontrés	B7-4
2.1.6 Matériaux de construction de la digue	B7-4
2.2 Climat et hydrologie	B7-7
2.2.1 Précipitations	B7-7
2.2.2 Apports du site de barrage	B7-8
2.3 Utilisation des terres et pédologie	B7-14
2.3.1 Utilisation actuelle des terres	B7-14
2.3.2 Pédologie	B7-14
2.4 Agriculture	B7-19
2.4.1 Situation actuelle de l'agriculture	B7-19
2.4.2 Système de cultural prévu	B7-19
2.4.3 Objectifs de rendement et fiches techniques	B7-20
2.5 Socio-économie	B7-23
2.5.1 Population bénéficiaire	B7-23
2.5.2 Environnement rural	B7-23
2.5.3 Economie rurale	B7-24
3. Plan de développement	B7-25
3.1 Secteur irrigué	B7-25
3.2 Plan d'irrigation	B7-25
3.3 Besoins en eau d'irrigation	B7-25
3.4 Plan de développement hydraulique	B7-28

4. Plan des ouvrages	B7-31
4.1 Ouvrages d'irrigation	B7-31
4.2 Barrages	B7-31
4.2.1 Eléments de base	B7-31
4.2.2 Type et profil de barrage	B7-34
4.2.3 Conception de l'évacuateur de crue	B7-34
4.2.4 Ouvrages de prise d'eau.....	B7-34
4.2.5 Protection des abords de la retenue	B7-35
4.3 Evaluation du coût des travaux	B7-36
5. Evaluation du projet	B7-39
5.1 Coût du projet	B7-39
5.1.1 Frais de construction	B7-39
5.1.2 Frais d'entretien	B7-40
5.1.3 Frais de remplacement	B7-40
5.2 Plan d'exécution du projet	B7-40
5.2.1 Programme d'exécution	B7-40
5.2.2 Répartition annuelle du budget	B7-41
5.3 Bénéfices du projet	B7-44
5.3.1 Bénéfices agricoles	B7-44
5.3.2 Autres bénéfices	B7-44
5.4 Evaluation économique	B7-45
5.4.1 Coût économique	B7-45
5.4.2 Analyse économique	B7-45
5.5 Evaluation financière	B7-46

B7 SITE L-A-34 - KOUDIA CHAIB 3 (PROVINCE DE AL HOCEIMA) LAC COLLINAIRE

I Présentation

Le site L-A-34 est un petit secteur de développement agricole situé sur les hauteurs de la partie sud de Ketama, dans la province Al Hoceima, à 1500 m d'altitude. C'est une zone froide entourée d'une forêt de conifères. La culture du pommier a été implantée à titre expérimental sur une partie de la région. Ce site est un modèle de développement agricole en montagne.

Le site et le plan de développement sont indiqués au tableau B7.1.1.

Etude de pré-faisabilité du plan de développement du bassin de l'Ouergha			Tableau B7.1.1	
1 Barrage moyen	2 Petit barrage	③ Lac collinaire	Secteur L-A-34	
Emplacement		Coordonnées	(576,20 - 477,25)	
Province	Al Hoceima	Commune rurale	ISSAGIEM	
Secteur de développement		Bétail (Nbre de têtes)		
Nombre de villages	:	1	bovins	10
Population (habitants)	:	77	ovins	33
Superficie (ha)	:	70	caprins	8
Agriculture				
Superficies irriguées	:	(estimations) 2 ha ; arrosage avec l'eau des puits		
Méthode d'irrigation	:	superficielle (pour la culture du pommier)		
Production agricole	:	blé (30 t), légumes (oignons) 20 t, pommes (40 t)		
Encadrement agricole	:	Centre de travaux de Targist		
Infrastructures sociales				
Eau domestique	:	puits		
Electrification	:	non		
Autres	:			
PLAN				
1. Barrage		2. Périmètres d'irrigation		
Type	: Remblai et maçonnerie	Superficie brute	:	46 ha
Hauteur de digue	: 16,5 m	Superficie nette	:	40,5 ha
Longueur de digue	: 122,0 m	Cultures	:	céréales, légumes, pommier
Volume de l'ouvrage	: 8.795 m ³	3. Besoins en eau potable		
Capacité totale/retenue	: 220.000 m ³	Population de projet	:	100 hab
Volume utile	: 160.000 m ³	(périphérie de l'ouvrage)		
Superficie du bassin	: 5,1 km ²	4. Besoins eau de cheptel		
Crues de projet	: 50 m ³ /s	Nbre de têtes de bétail	:	60 têtes
Apports	: 3.490.000 m ³ /an	5. Conservation du bassin		
Envasement	: 9.200 m ³ /an	Superficie à conserver	:	- ha
		Techniques	:	-
		6. Travaux divers		
			:	
Indices économiques (prix en DH marocain)				
Coût des travaux				
1. Etude & planification	:	784.000	Exploitation & Entretien	: 37.000
2. Construction du barrage	:	11.326.000	Profits	
3. Réseau d'irrigation	:	885.000	(agriculture)	: 915.000
Sous-total	:	12.995.000	(élevage)	: -
4. Réseau d'alimentation	:		(divers)	: -
En eau potable	:	Inclus ci-dessus		
En eau de cheptel	:	"	TRI	: 5,6 %
5. Conservation du bassin	:	0		
Sous-total	:	0		
TOTAL	:	12.995.000		
Remarques : Barrage remblai-maçonnerie choisi du point de vue économique et à cause de la topographie du site				

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	Profil longitudinal 1 Profil transversal 10 Echelle : 1/2000- 40 ha	Réalisés par le Maroc Sites N° 12 et N° 7 en commun
Sondages	Sondages Puits de reconnaissance	0,0 m x 1 1,3 m x 1	9 Essais de Lugeon

2.1.2 Topographie

Tableau de la topographie du site de barrage

Reconnaissance	Mesures	cotes	Remarques
Site de barrage	Largeur de la couche d'alluvions A Largeur de la couche de colluvions B A + B Hauteur relative des terrasses de diluviums Gradient du flanc rive droite Gradient du flanc rive gauche	20 m 15 m 35 m 3 m 1:3,2 m 1:5,0 m	
Retenue	Largeur alluvions A + largeur colluvions B Gradient du flanc	30 - 100 m 1:3 - 1:5	Nombreuses pentes douces
Bassin versant	Surface du bassin versant Gradient des deux versants du bassin Hauteur relative du bassin versant	4,4 km ² 1:3 - 1:5 Environ 450 m	Nombreuses pentes douces

* La largeur des alluvions A et des colluvions B indique la largeur de 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	Schistes du jurassique (moyennement solides) Epaisseur de 0 - 1 m Terrasses : gros et très gros graviers (Epaisseur 1 - 2 m) Eboulis : graviers schisteux et argiles altérées (Epaisseur 1 - 3 m)
Retenue	Roche de fondation Couche d'alluvions	Schistes moyennement solides Terrasses et éboulis (couche de 1 - 3 m)
Bassin versant	Formation rocheuse Divers	Roches schisteuses (moyennement dures) : avec couche de grès solides

2.1.4 Roche de fondation du barrage

(1) Socle

Le socle est constitué de schistes (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, N80W50N, N30W30E, indiquent que la formation est inclinée vers l'aval et vers le flanc droit.

La couche d'altérations du socle, mince, est de 0 m ~ 1 m au bas de la vallée, et de 1 m ~ 4 m environ sur les flancs.

(2) Perméabilité du socle

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

2.1.5 Problèmes géotechniques rencontrés

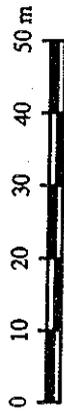
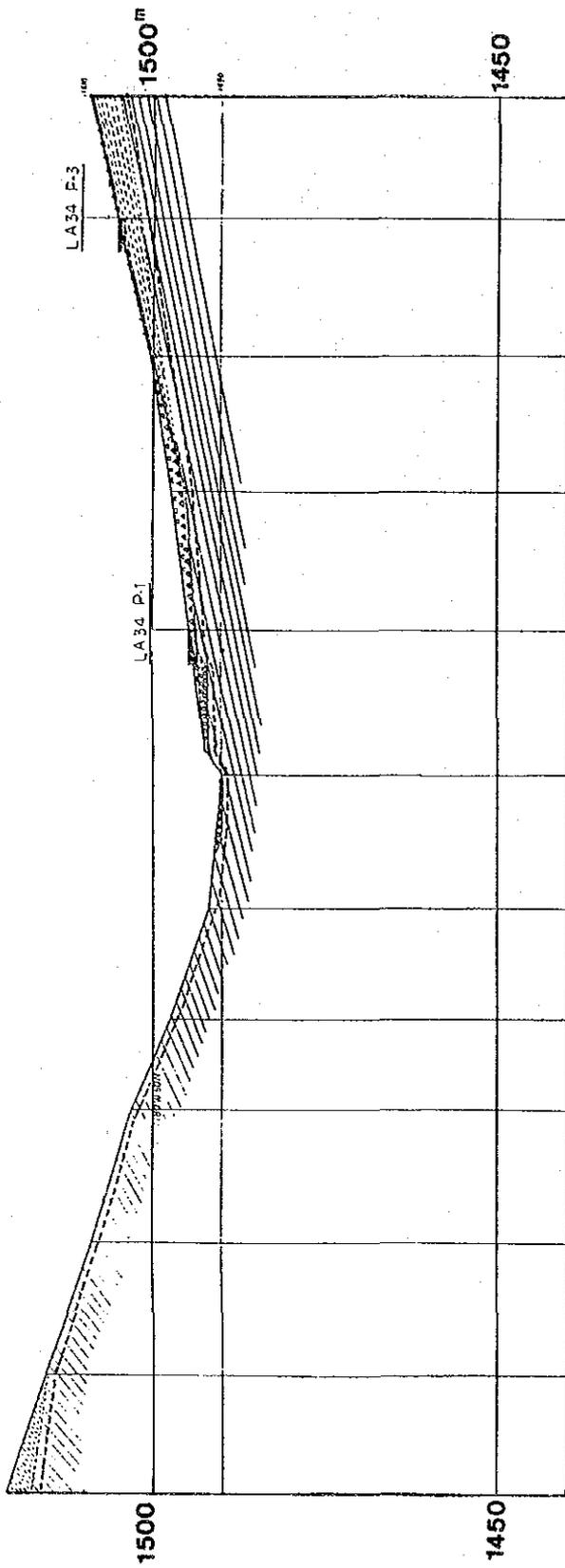
Comme fondation de barrage, le socle ne présente pas de problèmes de résistance ou de perméabilité. Par conséquent, la ligne d'extraction sera limitée par l'épaisseur de la couche de sédiments et par l'épaisseur des altérations du socle. Sur ce site, la ligne d'extraction la plus profonde se trouve sur la rive gauche. Sa profondeur est de 2 à 4 m sur une largeur de 70 m ~ 90 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 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 calcaires peuvent être utilisés pour les agrégats de béton, pour les matériaux d'enrochement et pour les remblais de pierre. Les sites d'emprunt se trouvent à 3 km à vol d'oiseau, et si on utilise la route actuelle, en aménageant un supplément 0,5 km de routes la distance de transport sera de 4 km. On trouve également des graviers sur le lit de la digue. Les gros et très gros graviers de grès solides sont de bonne qualité. Ils forment une bande de 10 à 30 m de large d'une épaisseur de 1 à 3 m sur la rive gauche du fond de la vallée. Il y a quelques inquiétudes

au niveau des volumes disponibles et donc il faudra faire une investigation pour confirmer ce point.



LEGENDE

	Talus
	Sable
	Gravier
	Zone d'altération
	Marnes solides
	Schistes
	Grés solide

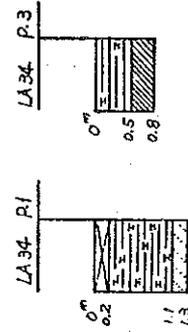


Figure B7.2.1.1 Coupe géologique du site du barrage L-A-34

2.2 Climat et hydrologie

2.2.1 Précipitations

(1) Bassin versant de la retenue

Sur ce bassin versant, situé à environ 1700 m d'altitude et qui connaît des températures au-dessous de zéro en hiver avec chutes de neige, les précipitations annuelles moyennes P_a dérivées de la carte des isohyètes (cf. Annexe A, A2.2.3) sont de 1.300 mm/an, d'après le rapport PD-SBO. Les précipitations journalières maximum P Pour une période de récurrence de T année $P(24, T)$ calculées avec la formule qui suit sont de 169 mm/jour pour une période de récurrence de 10 ans, et de 251 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	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 1.350 mm/an. Les précipitations mensuelles P_m (mm/mois) sont calculées avec la formule suivante :

$$P_m = P_m(St) \cdot P_{an}/P_a(St) = P_m(St) \cdot 1.350/817 = 1,65 \cdot P_m(St)$$

où :

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

$P_a(St)$: Précipitations annuelles moyennes de la station Pont du sker (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 B7.2.2.1.

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)	107	148	175
P(1.T) (mm/heure)	22	30	36

2.2.2 Apports du site de barrage

(1) Bassin-versant

Le site de barrage est prévu sur le sous-bassin de la rive gauche du Ketama, affluent aval du Sra. La longueur du cours d'eau L en amont est d'environ 3,7 km à partir du site de barrage, et la pente de la rivière l varie entre 26 et 180 0/00. La superficie du bassin S au site de barrage est de 5,05 km². L'oued coule d'Est en Ouest et son bassin est large de 1 ~ 2 km et long de 3 km. L'altitude Z_{max} du bassin versant est de 1.966 m, celle du site de barrage Z_{min} de 1.490 m et l'altitude moyenne du bassin versant Z_{moy} de 1.700 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) : Lame de ruissellement mensuelle du sous-bassin N° 6 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 B7.2.2.2. Le débit annuel moyen Q_a est de $0,111 \text{ m}^3/\text{s}$, le débit spécifique annuel moyen q de $21,9 \text{ l/s/km}^2$. Les apports annuels moyens A s'élèvent à 3,49 millions de m^3/an , et la hauteur annuelle moyenne des écoulements est de 691 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
N° 8 $A_f(T)$ (millions m^3/an)	3,00	1,78	1,33	1,04	0,76	0,61

Les apports annuels d'une année sèche A_f pour une probabilité excessive de 80% sont de 1,78 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 = Lamme de ruissellement annuelle moyenne (mm/an)

K = Coefficient déterminé selon les sous-bassins = DSL ($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{mm/an}$), 2,61 pour le sous-bassin N° 6.

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 :

$$DS = 1.800 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{an} = 2.710 \text{ t/km}^2/\text{an}$$

$$A_s = 9.100 \text{ m}^3/\text{an} = 13.700 \text{ t/an}$$

(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):

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

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 :

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

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):

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

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

où :

pour un 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 B7.2.2.3 (1), et on prend les valeurs les plus grandes.

T	(ans)	10	50	100	1000
Qp	(m ³ /an)	40	55	60	80

Tableau B7.2.2.1 Précipitations mensuelles

Périmètre irrigué : L-A-34													(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	11	161	272	594	224	28	140	214	19	7	0	24	1.694
58-59	5	78	83	708	84	111	179	47	171	0	8	1	1.474
59-60	44	32	325	212	426	289	509	14	50	27	5	0	1.932
60-61	0	232	158	338	146	13	73	69	89	85	2	4	1.210
61-62	9	84	348	190	55	32	518	152	19	13	0	2	1.423
62-63	20	134	539	296	608	530	30	115	156	4	23	9	2.462
63-64	21	15	114	922	25	238	248	225	14	4	0	43	1.868
64-65	8	5	269	365	196	269	120	65	13	70	2	1	1.384
65-66	87	241	187	132	191	264	33	36	26	2	0	0	1.199
66-67	8	167	79	35	46	248	66	112	25	38	0	0	824
67-68	2	76	260	75	13	380	259	74	85	26	0	15	1.264
68-69	0	0	458	300	350	524	247	179	34	29	2	0	2.122
69-70	44	82	315	398	894	2	221	77	57	17	0	0	2.107
70-71	5	43	37	321	348	11	385	1.113	153	113	0	0	2.529
71-72	71	0	173	105	229	242	168	78	205	60	0	0	1.330
72-73	44	370	34	83	152	100	102	58	33	36	0	4	1.015
73-74	0	35	89	489	51	185	188	411	10	63	1	0	1.522
74-75	0	61	27	0	108	120	347	107	74	75	0	6	926
75-76	12	1	39	320	116	117	167	244	111	44	17	6	1.196
76-77	9	277	14	465	440	183	12	1	19	13	2	0	1.434
77-78	6	108	146	157	173	317	110	256	127	25	0	0	1.426
78-79	2	4	19	225	309	460	125	71	29	7	3	0	1.253
79-80	34	363	34	45	131	39	129	75	129	15	1	0	996
80-81	9	113	192	65	25	30	105	198	91	20	0	2	852
81-82	7	22	0	380	192	117	104	134	57	0	1	3	1.018
82-83	0	123	176	67	0	338	88	32	28	2	0	1	855
83-84	0	0	372	359	29	28	159	78	204	3	7	0	1.239
84-85	0	0	244	23	193	121	36	69	50	9	0	0	746
85-86	62	0	257	124	214	368	73	130	0	3	0	0	1.230
86-87	12	122	46	28	226	242	2	36	2	0	23	0	739
87-88	14	28	180	163	204	70	38	71	72	0	0	0	840
88-89	0	65	180	22	44	141	74	272	58	14	0	0	871
Moyen	17	95	177	250	201	192	158	150	69	26	3	4	1.343

Tableau B7.2.2.2 Apports mensuels

Barrage : L-A-34		(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	0,01	0,02	0,10	0,33	0,77	0,40	0,19	0,12	0,08	0,03	0,01	0,00	2,06
53-54	0,01	0,13	0,03	0,09	0,10	0,50	1,08	0,37	0,22	0,05	0,01	0,00	2,58
54-55	0,00	0,01	0,03	0,14	0,45	2,17	1,59	0,61	0,13	0,05	0,01	0,01	5,19
55-56	0,01	0,09	0,35	0,45	0,50	1,36	1,78	1,32	0,64	0,20	0,08	0,03	6,82
56-57	0,02	0,03	0,03	0,03	0,11	0,12	0,17	0,28	0,33	0,06	0,02	0,00	1,20
57-58	0,00	0,04	0,27	1,07	0,56	0,27	0,23	0,33	0,13	0,04	0,01	0,01	2,97
58-59	0,01	0,01	0,04	2,46	0,44	0,29	0,57	0,22	0,28	0,10	0,02	0,01	4,43
59-60	0,02	0,01	0,07	0,77	1,12	1,25	2,18	0,65	0,16	0,07	0,02	0,01	6,33
60-61	0,00	0,07	0,19	0,58	0,41	0,17	0,08	0,10	0,03	0,09	0,01	0,00	1,71
61-62	0,00	0,03	0,51	0,88	0,44	0,16	1,65	0,34	0,16	0,05	0,02	0,01	4,26
62-63	0,01	0,04	0,77	0,75	2,60	2,69	0,37	0,31	0,32	0,12	0,05	0,04	8,06
63-64	0,02	0,02	0,15	2,56	0,30	0,69	1,12	1,02	0,27	0,18	0,09	0,04	6,45
64-65	0,01	0,01	0,20	0,41	0,64	0,57	1,01	0,17	0,05	0,04	0,01	0,01	3,14
65-66	0,03	0,13	0,32	0,27	0,75	0,82	0,29	0,13	0,04	0,02	0,01	0,00	2,81
66-67	0,00	0,06	0,07	0,03	0,05	0,38	0,16	0,10	0,06	0,03	0,01	0,00	0,95
67-68	0,00	0,02	0,16	0,07	0,07	0,80	0,81	0,29	0,13	0,04	0,01	0,01	2,39
68-69	0,00	0,00	0,22	0,96	1,47	1,68	1,39	0,61	0,27	0,09	0,03	0,01	6,74
69-70	0,01	0,04	0,31	0,74	4,20	0,23	0,41	0,40	0,15	0,06	0,02	0,01	6,57
70-71	0,01	0,02	0,02	0,12	1,03	0,33	0,75	2,23	0,80	0,32	0,07	0,02	5,70
71-72	0,01	0,01	0,05	0,07	0,70	0,69	0,82	0,26	0,42	0,11	0,03	0,01	3,18
72-73	0,01	0,18	0,06	0,09	0,30	0,19	0,22	0,16	0,07	0,02	0,01	0,00	1,31
73-74	0,00	0,01	0,01	0,49	0,23	0,30	0,40	1,36	0,59	0,11	0,02	0,01	3,53
74-75	0,00	0,01	0,02	0,01	0,05	0,07	0,52	0,29	0,18	0,08	0,01	0,00	1,25
75-76	0,00	0,00	0,01	0,20	0,08	0,49	0,27	0,60	0,47	0,10	0,03	0,01	2,26
76-77	0,01	0,12	0,13	1,45	1,90	1,17	0,33	0,11	0,05	0,03	0,01	0,00	5,31
77-78	0,01	0,03	0,03	0,37	0,35	1,00	0,74	0,45	0,77	0,14	0,03	0,01	3,93
78-79	0,01	0,01	0,01	0,14	0,86	1,78	0,67	0,29	0,09	0,02	0,01	0,00	3,87
79-80	0,01	0,31	0,14	0,08	0,14	0,09	0,23	0,09	0,39	0,05	0,01	0,00	1,54
80-81	0,01	0,02	0,26	0,06	0,04	0,02	0,03	0,27	0,37	0,05	0,01	0,00	1,15
81-82	0,01	0,01	0,00	0,40	0,84	0,23	0,18	0,47	0,16	0,03	0,01	0,00	2,34
82-83	0,00	0,02	0,17	0,15	0,06	0,41	0,26	0,12	0,06	0,01	0,00	0,00	1,26
83-84	0,00	0,00	0,34	1,09	0,19	0,04	0,38	0,25	0,77	0,18	0,03	0,01	3,30
84-85	0,00	0,01	0,11	0,12	0,31	0,51	0,11	0,08	0,09	0,03	0,01	0,01	1,40
85-86	0,01	0,01	0,16	0,14	0,48	1,81	0,55	0,46	0,19	0,09	0,03	0,01	3,94
86-87	0,02	0,07	0,07	0,07	0,69	0,97	0,23	0,10	0,03	0,01	0,01	0,01	2,30
Moyen	0,01	0,05	0,15	0,50	0,66	0,70	0,62	0,43	0,26	0,08	0,02	0,01	3,49

Tableau B7.2.2.3 Estimation des crues

Système étude de pré-faisabilité : L-A-34						
Superficie	: S (km ²)				5,05	
Altitude moyenne	: Z _{moy} (m)				1.700	
Altitude minimale	: Z _{min} (m)				1.490	
Longueur du talweg	: L (km)				3,7	
Pluie moy.interannuelle	: P (mm/an)				1.300	
h = Z _{moy} - Z _{min}	: h (m)				210	
temps de concentration Giandotti	: t _c (h)				1.3 => 1	
T (ans)		10	20	50	100	1000
(a) Méthode rationnelle						
P(24,T) (mm/jour)		169	194	227	251	332
l _{tc} (mm/h)		35	40	46	51	68
C		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
q _p (m ³ /s/km ²)		7,67	8,81	10,28	11,39	15,04
Q _p (m ³ /s)		39	44	52	57	76
(b) Méthode des débits spécifiques						
q _p (m ³ /s/km ²)		4,61	5,54	6,18	6,92	9,23
Q _p (m ³ /s)		23	28	31	35	47
(c) Valeurs retenues						
q _p (m ³ /s/km ²)		7,92	8,91	10,89	11,88	15,84
Q _p (m ³ /s)		40	45	55	60	80

2.3 UTILISATION DES TERRES ET PEDOLOGIE

2.3.1 Utilisation actuelle des terres

Nous donnons ci-après les résultats de l'étude d'utilisation des terres du secteur L-A-34 et indiquons la carte d'utilisation à la figure B7.2.3.1.

Situé le long d'un affluent en amont de l'oued SRA, c'est un secteur entouré de bois avec un relief de pentes douces et de cônes de déjection de l'amont à l'aval.

Les terres de cultures sont presque entièrement des champs secs sur lesquels on cultive du blé et des légumineuses entre autres cultures. On a également commencé la culture du pommier sur un secteur.

Les bois de conifères entourent le périmètre, mais on en retrouve également dispersés sur le secteur.

Terres	Superficie (ha)	% du Total	% SAU
SAU	49	75,4	(100,0)
Champs	(44)	67,7	(89,8)
Arboriculture	(5)	7,7	(10,2)
Bois	14	21,5	
Terres incultes	2	3,1	
TOTAL	65		

2.3.2 Pédologie

(1) **Méthode d'analyse**

Normes d'analyse du secteur P-C-4.

(2) **Nombre de sites étudiés**

Sur les 65 ha du secteur, les analyses ont porté sur 3 puits de reconnaissance.

(3) Résultats des analyses

1) Couche effective

La couche effective repose sur une couche de graviers. Elle atteint 50 à 80 cm et aucun obstacle particulier n'est relevé pour l'agriculture.

2) Pentes

D'amont en aval, les pentes sont douces, avec un gradient de 3,3° en moyenne.

3) Texture

La texture du sol est très uniforme sur ce secteur, avec partout des argiles légères.

4) Compacité

Les analyses ont été effectuées au début de la saison humide. Il avait plus sur les sites d'analyse de sorte que la teneur en eau était assez élevée. La valeur de pénétration relevée au compactomètre était de 10 à 15 mm en moyenne.

5) Analyses chimiques

Résultats de l'analyse chimique rapide

NH ₄ - N	0,7 mg/100 g
NO ₃ - N	0,4 mg/100 g
P ₂ O ₅	7,5 mg/100 g
K ₂ O	10,0 mg/100 g
CaO	-
MgO	8,7 mg/100 g
Fe	27,7 ppm
Mn	4,0 ppm
NaCL	0,06 %

La réaction du sol indique une alcalinité infime avec un pH de 5,7 à 6,5. La conductivité électrique, qui est un indice d'accumulation des sels, était en moyenne de 1.300 μ ohm/cm à 25 °C.

(4) Classification des sols

Selon l'évaluation faite lors des investigations de la phase I et lors de l'étude sur le terrain, les sols du secteurs se classent dans les catégories indiquées ci-dessous. La carte de répartition est retracée à la figure B7.2.3.2.

Pas de chiffres (lit mineur)	6 ha
Classe V (sols à humus évolués)	59 ha

(5) Terres planifiées pour l'irrigation

L'évaluation des terres du secteur n'a pas fait ressortir de facteur de contrainte particulier du point de vue de la texture des sols, en dehors de l'oued, des berges de l'oued.

Par conséquent l'ensemble des champs actuellement exploités conviennent pour l'irrigation.

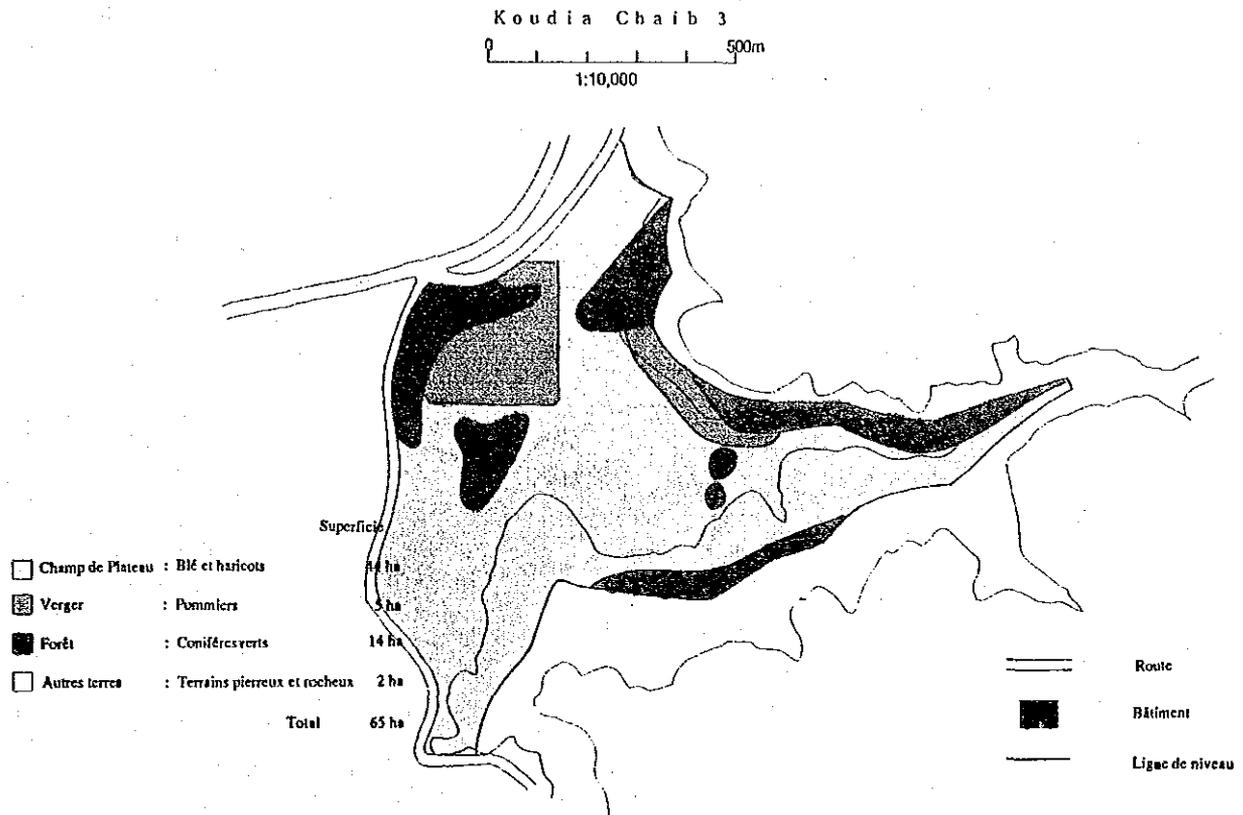


Figure B7.2.3.1 Carte d'utilisation Actuelle des Terres

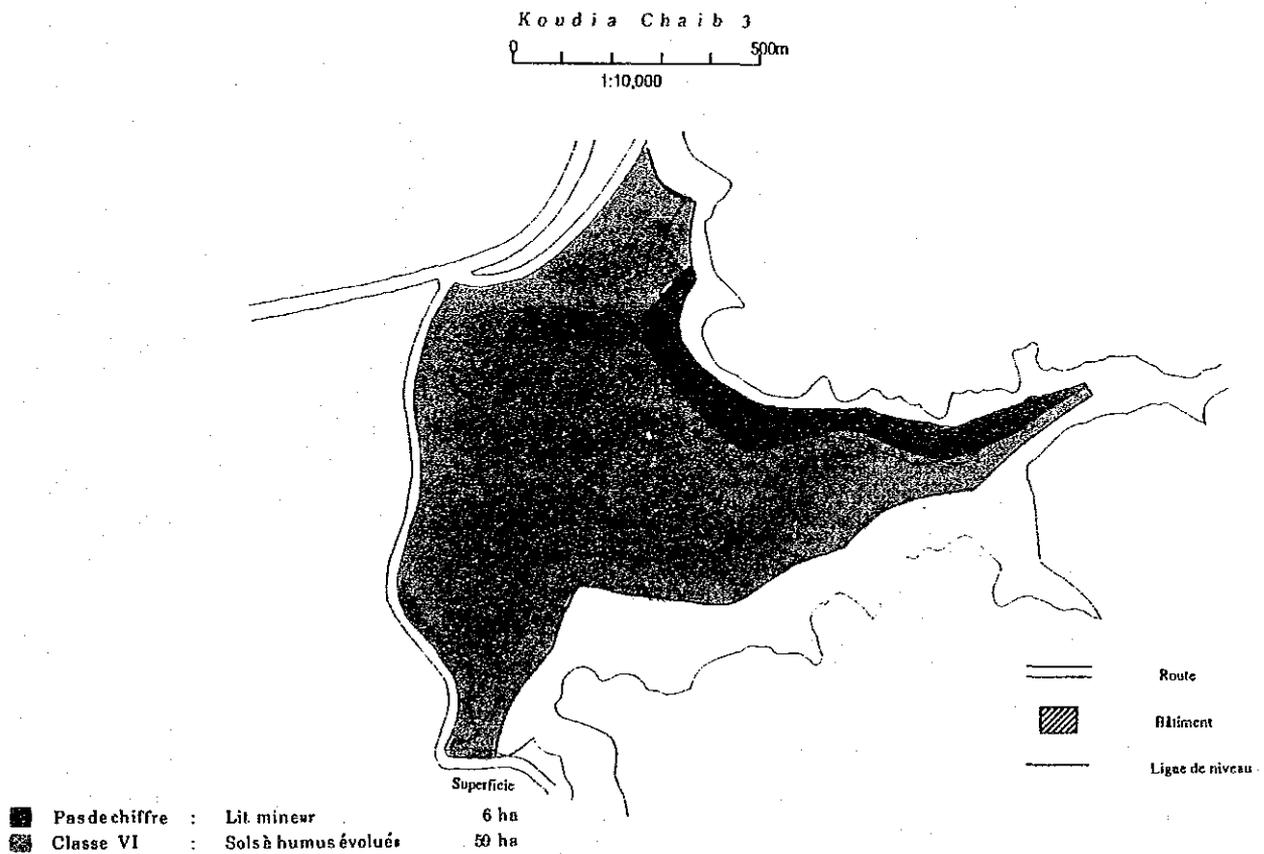


Figure B7.2.3.2 Carte des Sols

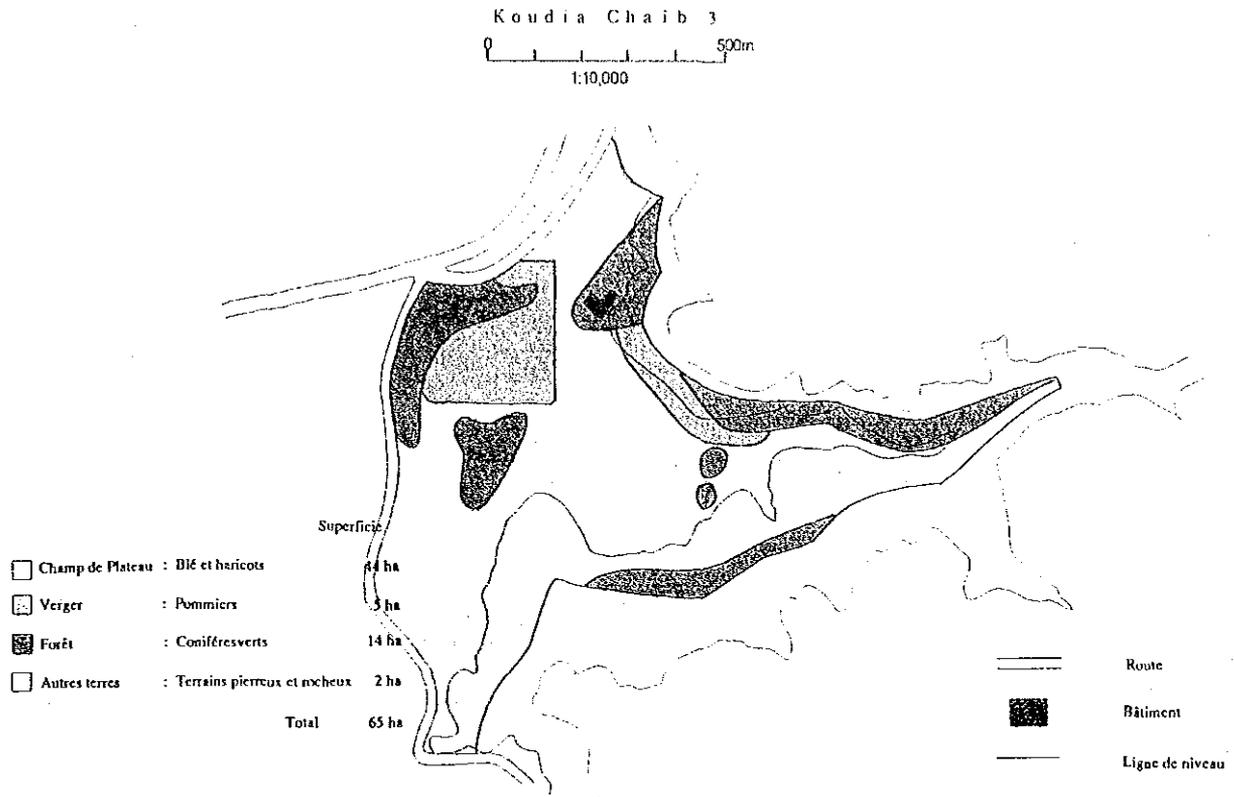


Figure B7.2.3.1 Carte d'utilisation Actuelle des Terres

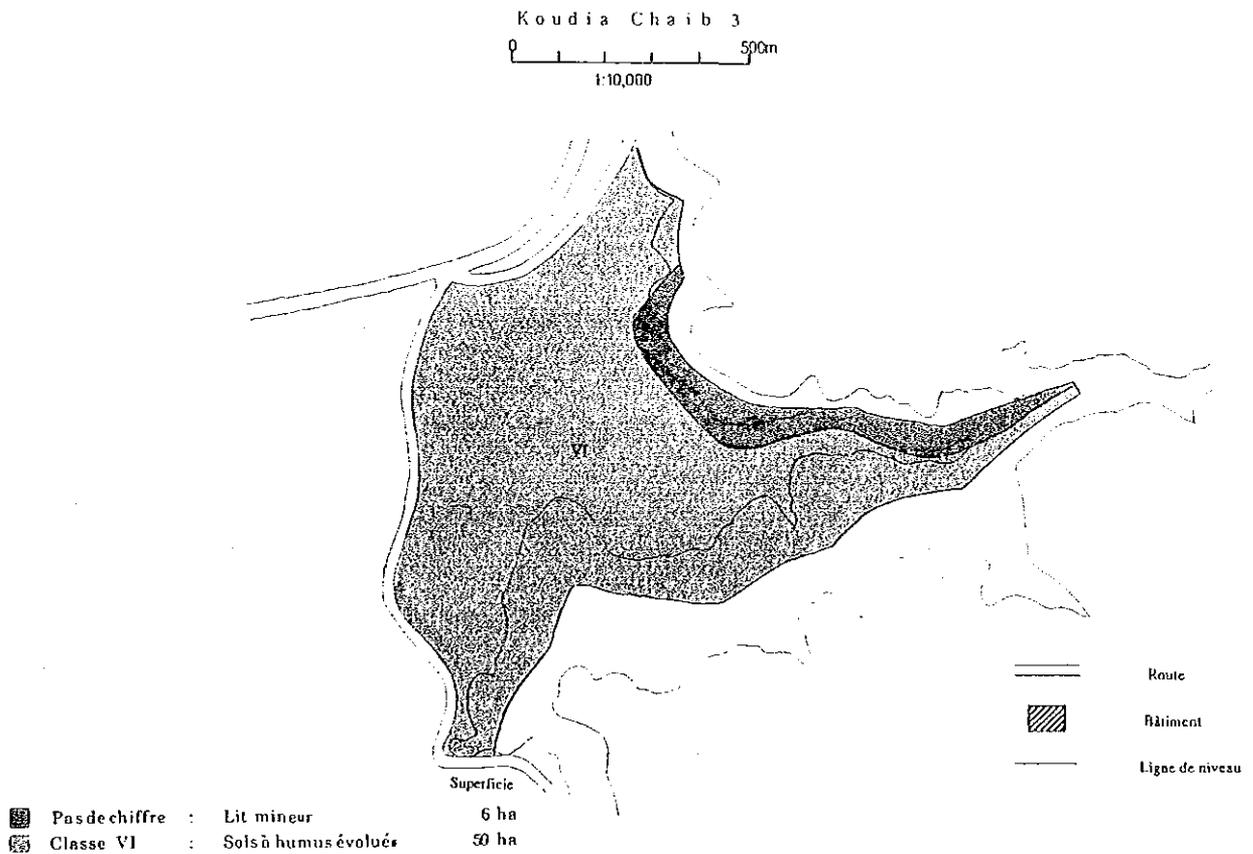


Figure B7.2.3.2 Carte des Sols

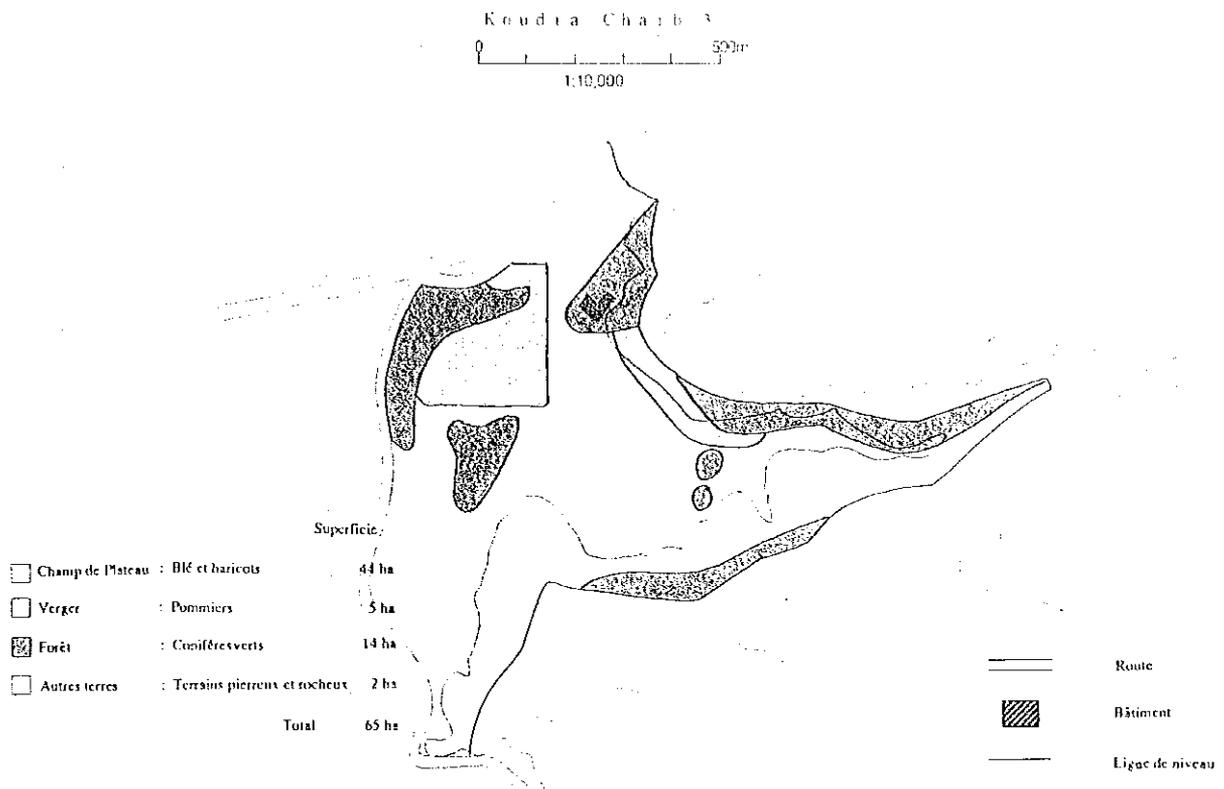


Figure B7.2.3.1 Carte d'utilisation Actuelle des Terres

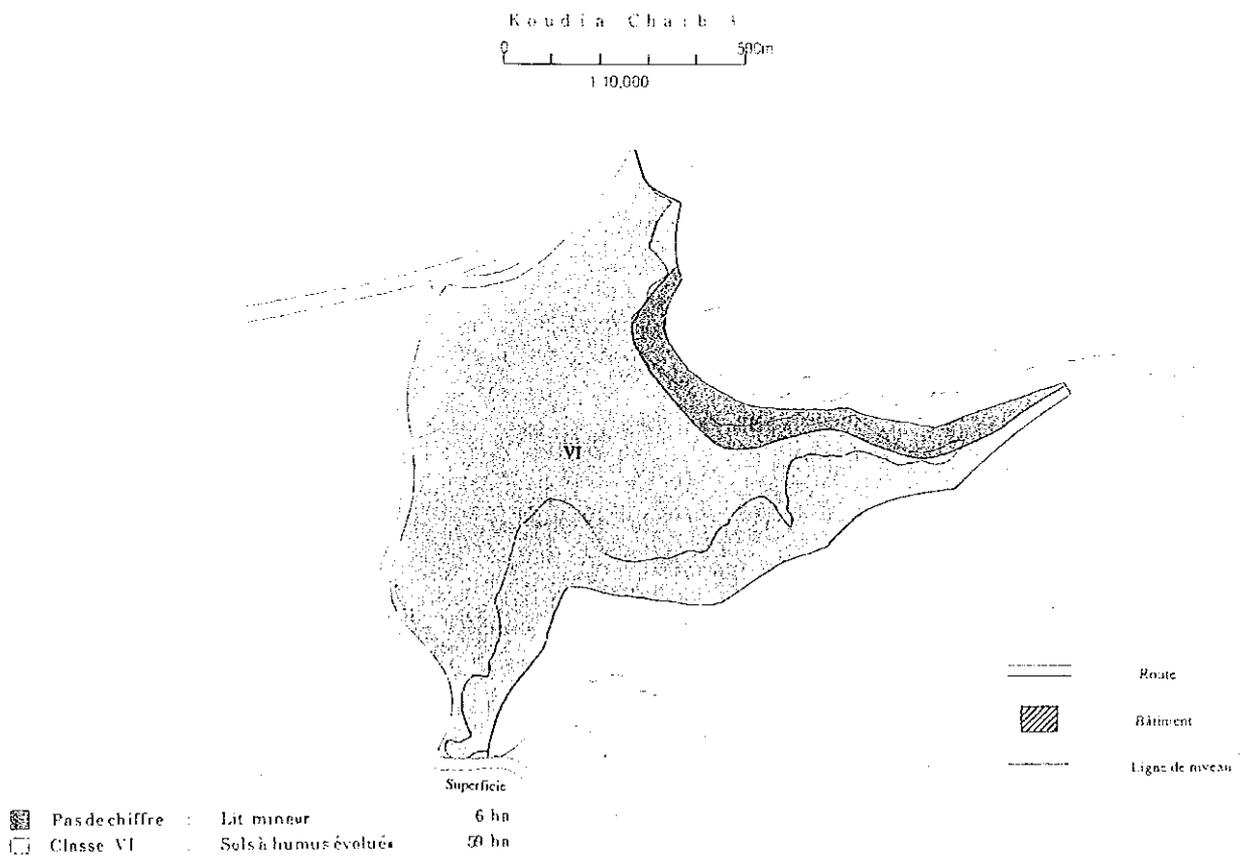


Figure B7.2.3.2 Carte des Sols

2.4 Agriculture

2.4.1 Situation actuelle de l'agriculture

Cette zone est située dans la commune rurale d'Issagiem pour laquelle la situation actuelle de l'agriculture est montrée dans le tableau B4.2.5.1 de l'annexe B4. L'agriculture de cette commune est une agriculture de subsistance typique des zones de montagne de part la rareté des SAU et des variétés cultivées ; cependant la culture illégale du Kif lui confère un caractère assez complexe.

La zone qui sera irriguée est située sur un terrain plat en pente douce. Elle intéresse 5 ha de pommiers et plusieurs dizaines d'ha de champs utilisés principalement pour la culture des céréales et en partie pour le Kif.

Le développement agricole de la zone serait alors axé aussi bien sur l'amélioration des revenus des agriculteurs que sur l'élimination de la culture illégale du Kif en introduisant à la place des cultures de rente profitables sous irrigation.

2.4.2 Système de culture prévu

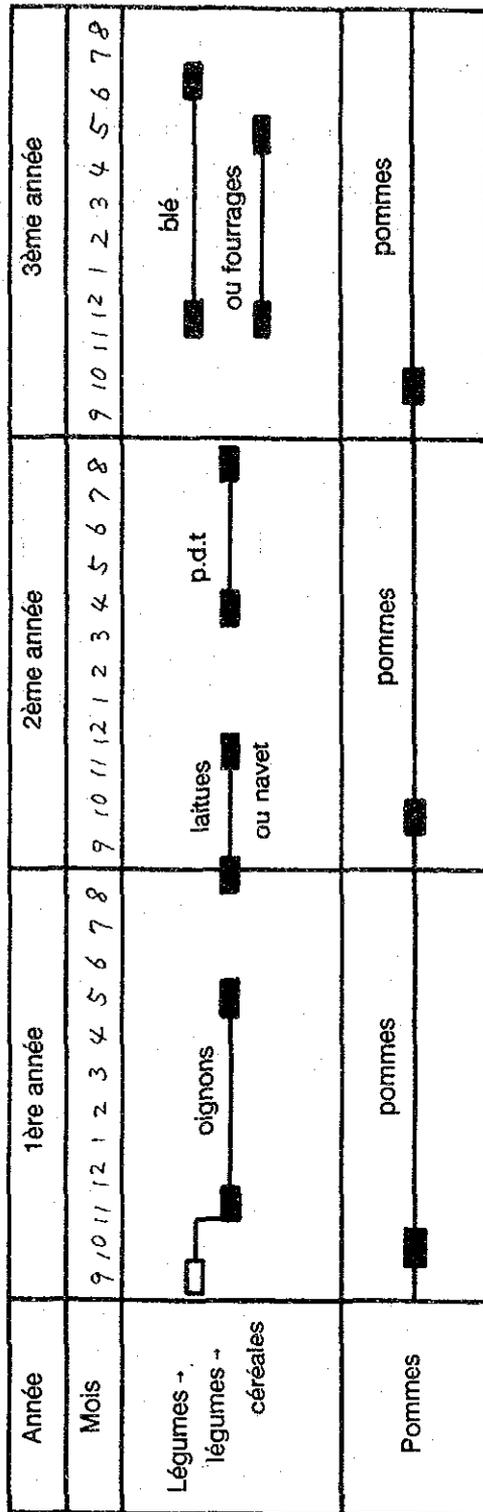
Le système cultural proposé pour la zone est illustré à la Figure B7.2.5.1. La rotation triennale légumes → Légumes → Céréales (ou fourrage) est appliquée à tous les champs. L'idée de base derrière ce système est la même que pour celui du périmètre de Sidi Abdessalem, province de Chefchaouen, mais le maïs et la tomate sont exclus ici pour des risques liés aux conditions de température durant la saison culturale.

D'autre part, il est possible de réaliser des augmentations sensibles de rendement pour les pommes par l'irrigation et par des pratiques culturales améliorées. Par conséquent, il serait recommandable d'étendre la culture future des pommes qui serait très profitable et très adaptée à la région vu les conditions climatiques exceptionnellement favorables.

En outre, tester la possibilité de la culture du thé pourrait être prometteuse dans la mesure où la zone a des sols peu acides et une humidité de l'air élevée.

2.4.3 Objectifs de rendement et fiches techniques

Les objectifs de rendement pour la zone sont montrés dans le Tableau B7.2.5.1 et les fiches techniques pour obtenir les rendements projetés dans l'Annexe. L'idée de base est la même que pour les cas de Sidi Abdessalem ou Tder Hammad déjà mentionnés plus haut.



semences

Figure B7.2.4.1 Systèmes culturaux planifiés sur Koudia Chaib 3

Tableau B7.2.4.1 Objectifs de rendement des secteurs d'irrigation clé

	Objectifs de rendement (t/ha)		Rendements actuels (t/ha)	
	Récolte	Pailles	Récolte	pailles
Blé dur	2,10	1,50	0,85	0,60
Oignons	10,0			
Laitues	10,0			
Navet	10,0			
Carotte	20,0			
Choux-fleur	15,0			
P.d.t	20,0			
Melon	10,0			
Pommes	15,0			
Fourrages	20,0			

2.5 Socio-économie

L'enquête sur ce secteur a été menée avec la collaboration du centre de travaux de Targuist et la direction des eaux et forêts de Ketama. Les agriculteurs sont un peu méfiants quand on leur pose des questions car ils cultivent le kif illégalement et ne répondent donc pas volontiers aux questions.

2.5.1 Population bénéficiaire

Le périmètre bénéficiaire se situe dans le secteur de Koudia Chaib. Les propriétaires sont au nombre de 10 pour une population bénéficiaire de 77 personnes. Adjacent à la ville très commerçante de Ketama et entouré de forêts, le secteur a un très beau paysage. Dans les parages du secteur bénéficiaire il n'y a que deux fermes, les huit autres agriculteurs habitent à Ketama.

2.5.2 Environnement rural

(1) Eau potable

L'approvisionnement en eau potable se fait par les puits. Le manque d'eau est un problème de plus en plus crucial dans la ville de Ketama en raison de l'accroissement récent de la population. Dans le périmètre, cependant, il n'y aura pas de problème de manque même si le niveau de la nappe baisse puisqu'il n'est pas habité.

(2) Energie électrique

Les lignes de distribution électrique ne sont pas aménagées sur ce périmètre de montagne. Les fermes sont équipées de groupes électrogènes.

(3) Combustibles

En principe on utilise le gaz et le pétrole, ainsi que le bois de chauffe. Les combustibles sont surtout utilisés pour le chauffage car le périmètre, situé en montagne, est froid en hiver.

2.5.3 Economie rurale

Le taux d'autosuffisance est inférieur aux autres périmètres du fait des conditions topographiques et climatiques sévères de la région. Les revenus obtenus de la vente du kif sont d'un soutien important pour les populations. Une partie du périmètre est planté de pommiers, mais les techniques de cultures ne sont pas très développées et donc la productivité n'est pas très élevée. Le prix de gros du kif varie d'une année à l'autre de même que les autres produits agricoles commercialisés (40 à 50 DH/kg minimum). Les rendements sont de 0,5 à 1,5 t/ha, selon les fermes. Le revenu brut des fermes par ha s'élève donc à 20.000 ~ 75.000 DH. Bien que illégale la culture du kif est indispensable pour les agriculteurs de ce périmètre.

3 Plan de développement

3.1 Secteur irrigué

Ce périmètre est approprié pour le développement agricole de petite envergure, car bien que situé sur un plateau de 1.500 m l'inclinaison des pentes est faible (3,3° environ). Il neige en hiver, mais les cultures sont possibles pendant les autres saisons.

L'altitude du lit de la rivière est de 1.489 m sur le site du barrage et le niveau de prise fixé à 1.498,5 m compte tenu de la sédimentation. Les périmètres d'irrigation seront situés à moins de 1.490 m d'altitude en raison de la perte de charge sur les conduites de distribution (cf. figure B7.3.1.1.)

La superficie agricole est de 46 ha, lit des canaux, habitations et terres incultes exclus, soit une superficie agricole nette de 40.5 ha si l'on retire les terrains utilisés pour les canaux en aval.

3.2 Plan d'irrigation

On adoptera le système cultural par rotation triennale de légumes → légumes → céréales, avec un bloc d'irrigation constitué de 3 soles. Sur les terres plantées de pommiers, on poursuivra cette culture même après la mise en place du programme.

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 B7.3.3.1. La méthode de calcul et les données sont présentées à l'Annexe A5.

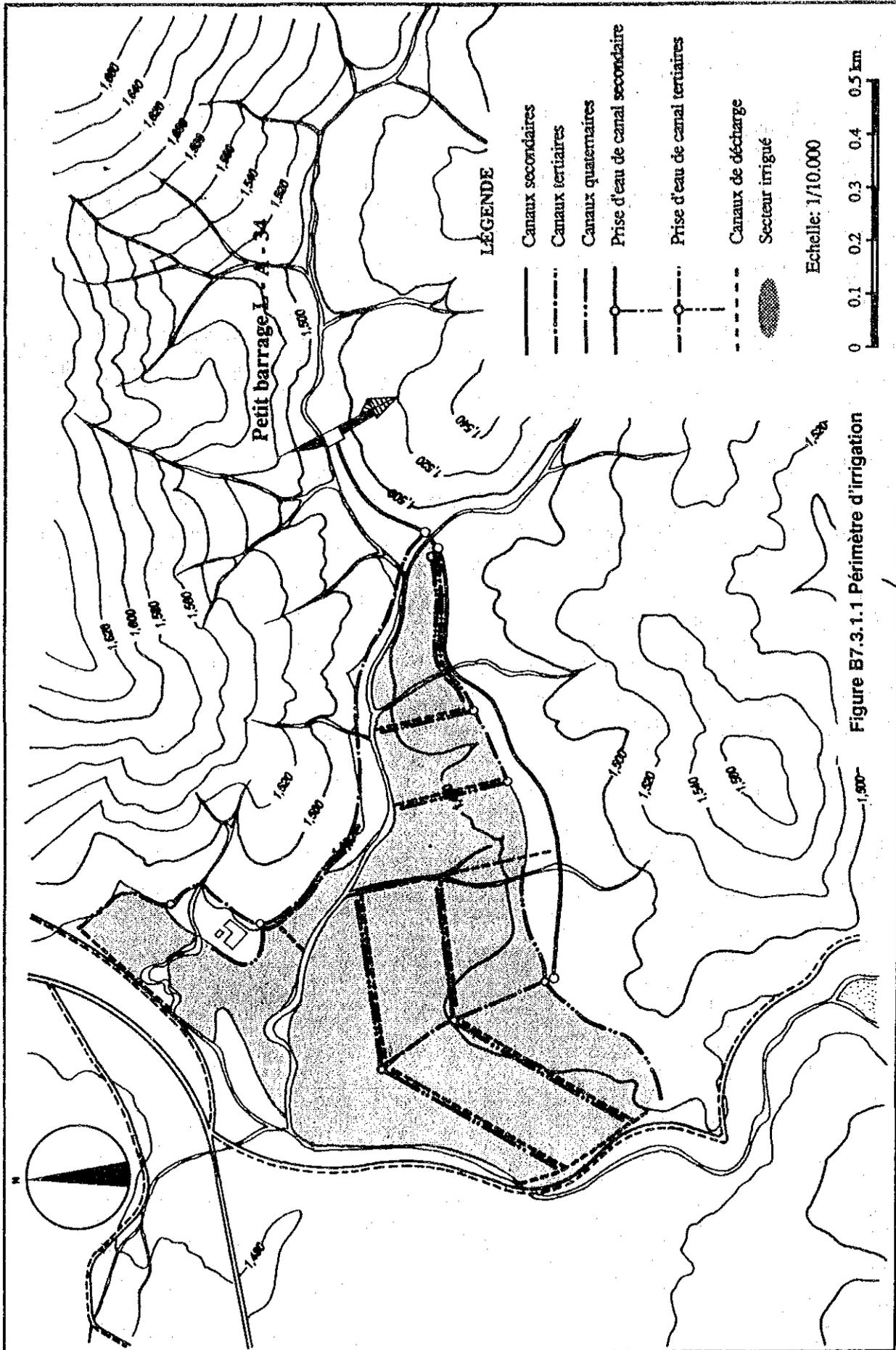


Tableau B7.3.3.1 Besoins en eau d'irrigation du secteur N° L-A-34

	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) 35,5 ha	Oignon								Blé f.								Laitue								P.d.t.										
	Laitue				P.d.t.				Oignon				Blé																						
	Blé f.				Laitue				P.d.t.				Oignon																						
Cultures (2) 5 ha	Pommes								Pommes								Pommes																		

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) oignon (11,8 ha)	Kc	0,00	0,00	0,45	0,48	0,72	0,98	0,97	0,80	0,75	0,00	0,00	0,00
	Af	0,00	0,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,17	0,00	0,00	0,00
	Kc.Af.Pt	0,00	0,00	19,60	24,96	35,28	57,82	101,85	92,80	20,66	0,00	0,00	0,00
Culture (1) laitue, p.d.t. (11,8 ha)	Kc	0,48	0,68	0,97	0,93	0,80	0,00	0,00	0,45	0,79	1,00	0,98	0,90
	Af	0,67	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	56,28	78,20	63,05	48,36	12,94	0,00	0,00	43,33	127,98	193,00	229,32	61,15
Culture (1) blé (11,8 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) olive (5,0 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 (40,5 ha)		35,10	33,10	24,00	27,50	24,10	32,90	60,30	79,30	92,20	107,50	95,40	45,40
Besoins en eau bruts (40,5 ha)		58,50	55,17	40,00	45,83	40,17	54,83	100,50	132,17	153,67	179,17	159,00	75,67

ici les besoins bruts ne tiennent pas compte des pluies efficaces

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 fait 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 L-A-34. Si le débit de la rivière est supérieur aux volumes d'eau d'irrigation, l'irrigation ne dépend pas de la retenue du barrage L-A-34. Mais dans le cas contraire, la différence doit être comblée avec de l'eau prise à la retenue du barrage L-A-34.

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 L-A-34 pour chaque année est indiqué au tableau B7.3.4.1. Les variations saisonnières du volume de la retenue du barrage ressorties à partir du bilan d'eau sont indiquées à la figure B7.3.4.1.

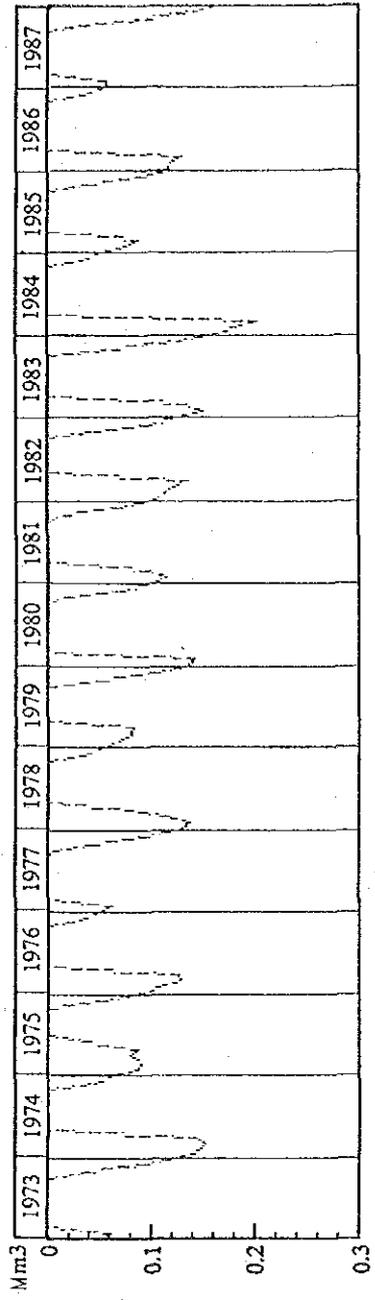
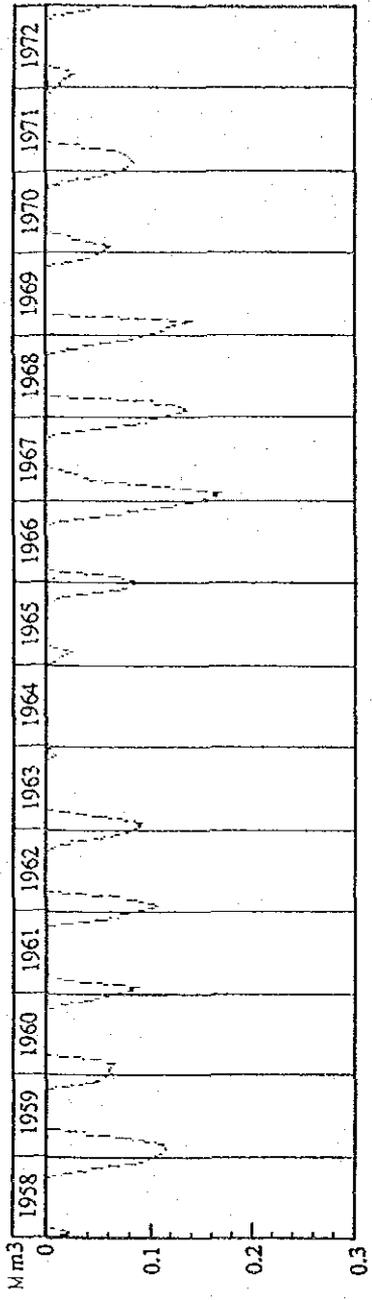


Figure B7.3.4.1 Variation des volumes de retenue nécessaires

Tableau B7.3.4.1 Résultats du calcul de volume de retenue nécessaire (million m³)

Année	Volume de retenue nécessaire (million m ³)
1958	0,10
1959	0,11
1960	0,07
1961	0,09
1962	0,11
1963	0,09
1964	0,00
1965	0,09
1966	0,15
1967	0,17
1968	0,14
1969	0,14
1970	0,07
1971	0,08
1972	0,05
1973	0,12
1974	0,15
1975	0,09
1976	0,13
1977	0,13
1978	0,14
1979	0,13
1980	0,14
1981	0,11
1982	0,14
1983	0,16
1984	0,20
1985	0,11
1986	0,13
1987	0,16

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 B7.3.4.2.

Tableau B7.3.4.2 Probabilité des volumes de retenue nécessaires (million m³)

Période de récurrence	Volume de la retenue de barrage
2	0,11
5	0,15
10	0,18
20	0,20
30	0,22
40	0,23
50	0,24
80	0,25
100	0,26
200	0,28

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 0,16 million de m³ que nous prendrons comme valeur définitive pour le volume de la retenue du barrage L-A-34.

4 Plan des ouvrages

4.1 Ouvrages d'irrigation

Les superficies irriguées ne sont pas très importantes (405 ha) aussi on ne posera pas de canaux principaux ; on reliera directement les canaux secondaires à l'ouvrage, en suivant le modèle d'installation aval indiqué à l'annexe A9 figure A9.2.1. La taille de chacun des canaux est par ailleurs indiquée à la figure A9.2.2 de cette même annexe.

La longueur des canaux est la suivante :

Tableau B7.4.1.1 Installations aval de L-A-34

Installations	Unité	Nombre
Canaux secondaires	m	1.200
Canaux tertiaires	m	1.900
Canaux quaternaires	m	3.200
Canaux de drainage ¹⁾	m	2.300
Partiteur (sur canal second.)	un	3
Partiteur (sur canal tert.)	un	12

1) Canaux de drainage actuels exclus

4.2 Barrages

4.2.1 Eléments de base

(1) Emplacement

Coordonnées : X = 576,20

Y = 477,25

Nom d'oued :

Ketama

(2) Conditions de calcul

Volume utile	: VE = 160.000 m ³ "cf. § 3.4 "
Dégradation spécifique	: Ds = 1.800 m ³ /km ² /cm ... "cf. § 2.3.2"
Volume de sédimentation	: Vs = 1.800 m ³ x 5,1 km ² x 10 ans x 0,5 = 50.000 m ³
Volume total de la retenue	: VT = 210.000 m ³
Cote normale de retenue	: R.N. = 1.503,50 m "cf. Figure B7.4.2.1"
Niveau minimal d'exploitation	: 1.498,5 m " cf. Figure B7.4.2.1"
Intensité sismique	: 0,1 g
Débit de crue Q	: Probabilité 1/10 ans 60 m ³ /s Probabilité 1/1000 ans : 80 m ³ /s
Quantité maximale de prise	: Q = 0,03 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

$$\therefore Hd = \left(\frac{60}{1,6 \times 40} \right)^{2/3} = 0,88 \text{ m}$$

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

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

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

Vitesse de propagation des vagues $V = 1,5 + 2 \cdot H = 1,5 + 2 \times 0,82 = 3,14 \text{ m/s}$

$$\therefore H_v = 0,75 \cdot H + \frac{V^2}{2g} = 0,75 \times 0,82 + \frac{3,14^2}{2 \times 9,8} = 1,12 \text{ m}$$

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

L-A-34

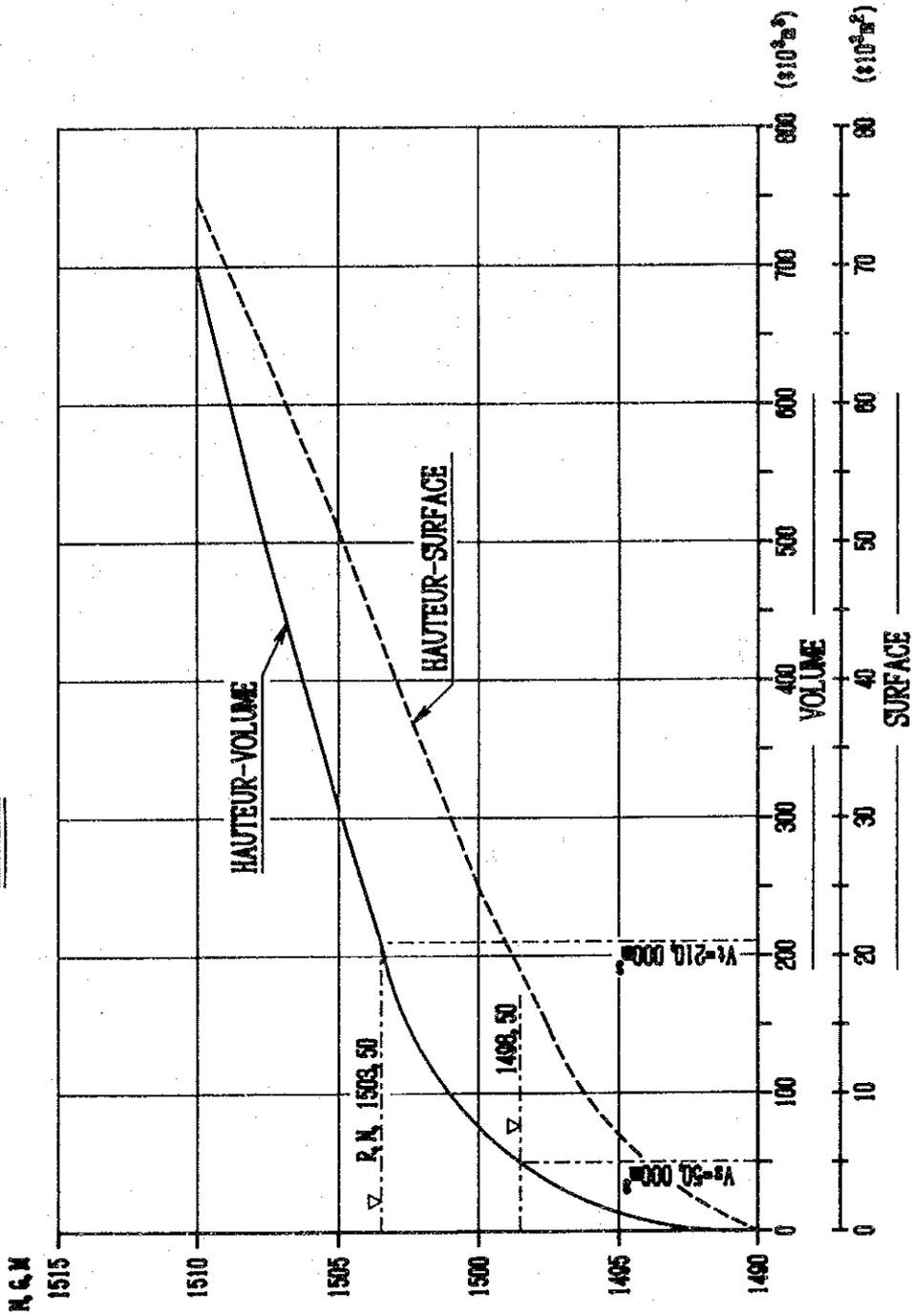


Tableau B2.4.2.1 Courbe Niveau-volume

$$\begin{aligned}\text{Altitude de crête} &= \text{R.N.} + H_d + H_v + 0,5 \\ &= 1.503,50 + 0,88 + 1,12 \\ &= 1.505,50 \text{ m}\end{aligned}$$

4.2.2 Type et profil de barrage

(1) Type de barrage

Etant donné que la rive gauche de l'ouvrage est recouverte de schiste et la rive droite de roches altérées qui affleurent, le volume de la digue ne dépasse pas 10.000 m^3 . On fera un barrage en maçonnerie avec un remblai sur le parement gauche. Les graviers de pavage seront pris sur le site et sur la rive gauche en amont. Une partie de l'appui gauche sera en remblai.

Le profil du barrage-poids en pierre aura une inclinaison du talus de remblai de 1 : 0,3 en amont et de 1 : 1,0 en aval.

La partie en remblai sera de type homogène (Plan n° 8).

4.2.3 Conception de l'évacuateur de crue

(1) Type d'évacuateur

L'évacuateur sera posé sur la digue. Partie entrée à déversement, guideau à étage qui servira aussi pour le dissipateur (étages de 1 m).

(2) Longueur du seuil

Largeur du seuil B : 45 m

Profondeur : 0,88 m (coefficient déversant 1,6)

4.2.4 Ouvrage de prise d'eau

Pour la prise d'eau, le pertuis d'entrée sera posé près du niveau d'eau morte. On fera passer les tuyaux dans la digue (ϕ 300 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 $H = (\text{niveau normal de la retenue} + \text{niveau minimal d'exploitation}) / 2 - \text{altitude de la sortie de conduite}$

$$= (1.503,5 + 1.498,5) / 2 - 1.497,5 = 3,5 \text{ m}$$

$$\text{Volume de la retenue } V = 160.000 \text{ m}^3$$

$$3,5 = 0,155 \times V^2 \quad \therefore V = 160.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Temps de vidange } T = 160.000 / (4,75 \times 3,1416 \times 0,15^2) \times 86,400 = 5,5 \text{ jours}$$

4.2.5 Protection des abords de la retenue

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 abords de la retenue seront protégés sur une limite de 50 m de large à partir du bord de la retenue normale.

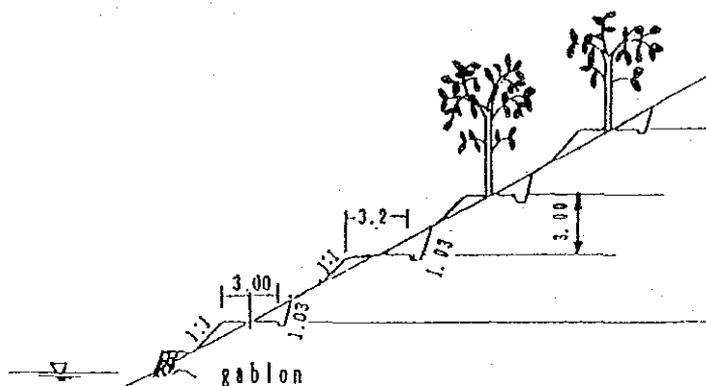


Schéma standard des terrasses

4.3 Evaluation du coût des travaux

Le coût des travaux relatif au secteur irrigué L-A-34 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 B7.4.3.1.

Tableau B7.4.3.1 Coûts des travaux du secteur (1000 DH)

Travaux	Coût direct	Coût indirect	Coût global
Barrage L-A-34	9.061	2.265	11.326
Ouvrages d'irrigation aval	758	147	885
Total	9.799	2.412	12.211

La répartition des coûts directs des travaux est indiquée aux tableaux B7.4.3.2 et B7.4.3.3.

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 %

Tableau B7.4.3.2 Coûts directs de l'ouvrage L-A-34

L-A-34							
9,060,610 DH							
Description	Matériaux	Forme	Quantité	Unité	Prix unitaire (DH)	Montant (DH)	Remarque
Digue	Fouille	Terre (ordinaire)	2,241.00	m3	34.89	78,188	
		Roche altérée (gravier)	1,365.00	m3	40.44	55,201	
		Pierre	0.00	m3	59.69	0	
		sous-total				133,389	
	Remblai	Noyau	13,100.00	m3	42.16	552,296	
		semi-perméable (gravier)	0.00	m3	48.24	0	
		Pierre	0.00	m3	0.00	0	
		Filtre (sable)	45.00	m3	26.90	1,211	
		Rip-rap	135.00	m3	76.90	10,382	
		sous-total				563,888	
	Revêtement	Cyclopéen	0.00	m3	851.41	0	
			1,490.00	m3	936.63	1,395,579	
		sous-total				1,395,579	
	Injection	Coullis	0.00	m	411.73	0	
		sous-total				2,092,856	
Evacuateur	bétonnage	béton armé	0.00	m3	1,302.15	0	
	maçonnerie		8,795.00	m3	587.50	5,167,063	
	sous-total					5,167,063	
Routes			2,000.00	m	416.00	832,000	
Ouvrages annexes		Dia 600mm		m		145,000	
Travaux divers			10.00	%		823,692	
TOTAL						9,060,610	

Tableau B7.4.3.3 Coûts directs des canaux d'irrigation aval L-A-34

L-A-34							
737,646 DH							
Description	Matériaux	Forme	Quantité	Unité	Prix unitaire (DH)	Montant (DH)	Remarque
Canaux secondaires	portés (50 %)		600.0	m	280	168,000	
	en terre (50 %)		600.0	m	19	11,340	
partiteur			3.0		529	1,587	
siphon			2.0		5,702	11,403	
canaux tertiaires			1,900.0	m	52	98,420	
partiteur			12.0		488	5,858	
canaux quaternaires			3,200.0	m	35	112,000	
canaux de drainage secondaires			0.0	m	60	0	
canaux de drainage tertiaires			500.0	m	10	4,800	
canaux de drainage quaternaires			1,800.0	m	5	9,720	
routes secondaires			1,200.0	m	33	39,600	
routes tertiaires			1,900.0	m	24	45,600	
routes quaternaires			3,200.0	m	24	76,800	
dalot (franchissement route sec)			1.0		13,609	13,609	
dalot (franchissement route tert)			2.0		4,441	8,882	
dalot (franchissement route quat)			2.0		3,543	7,086	
Asperseur			0.0		6,839,220	0	
Autres travaux			20.0	%		122,941	
TOTAL						737,646	

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) 1 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 14,7 millions de DH. La répartition entre devises et monnaie locale est de respectivement 4,1 millions de DH et 10,6 millions de DH, représentant 28% et 72% (cf. tableau B7.5.1 ci-dessous).

Tableau B7.5.1 Répartition des frais de construction

(unité : 1.000 DH)

Description	Part en devises	Part en dirham	Total
1. Construction	3.774	8.437	12.211
Barrages	3.637	7.689	11.326
Ouvrages d'irrigation	137	748	885
2. Expropriation foncière	0	40	40
3. Services d'ingénierie	0	784	784
4. Gestion du projet	0	98	98
5. Provision	379	1.222	1.601
Imprévus techniques	253	936	1.189
Inflation	126	286	412
Total	4.153	10.581	14.734

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 37.000 DH.

5.1.3 Frais de remplacement

Les vannes qui sont installées dans le cadre de ce projet 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 fixés à 200.000 DH.

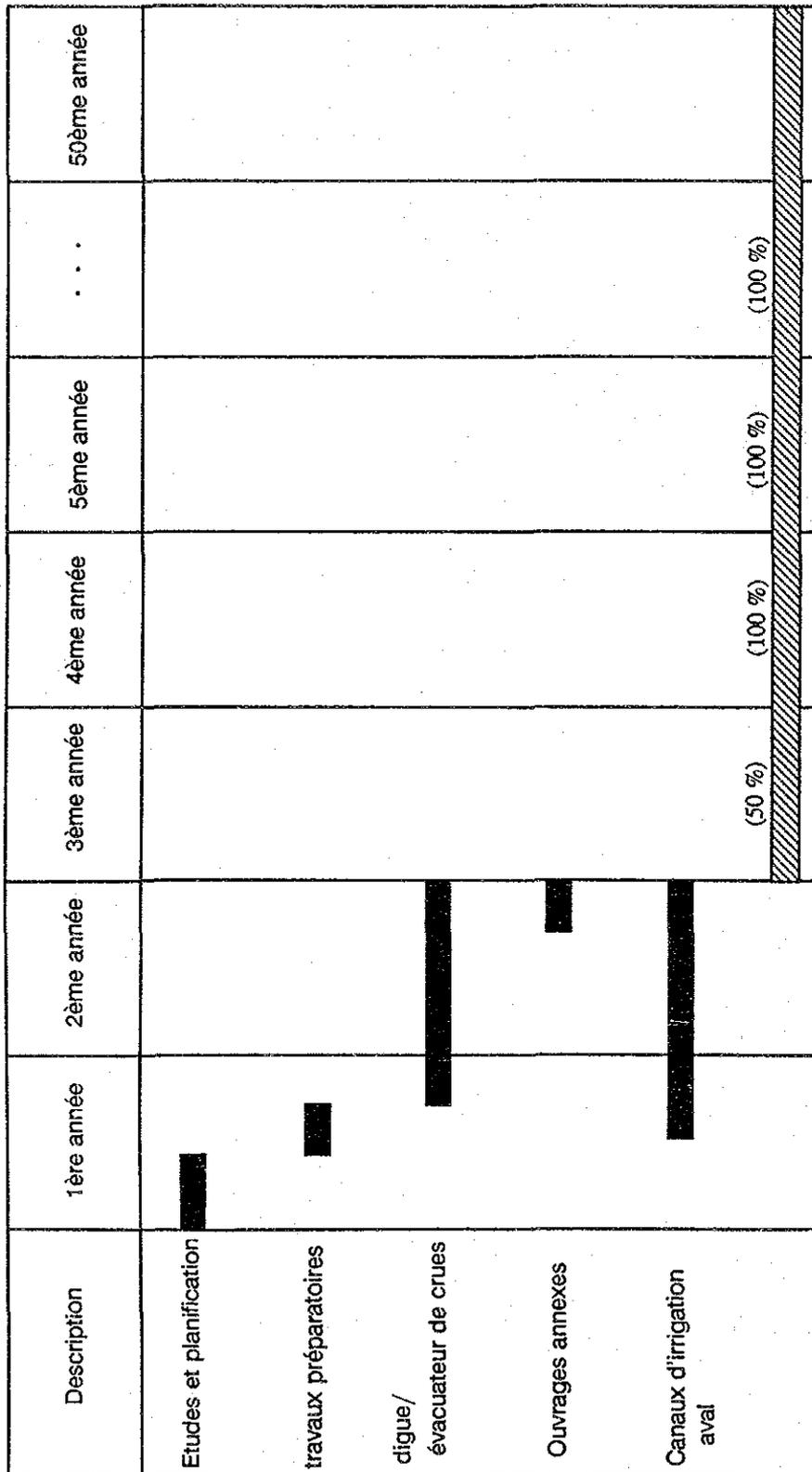
5.2 Plan d'exécution du projet

5.2.1 Programme d'exécution

La durée prévue pour l'exécution du projet est de 2 ans. Les études et la conception détaillée seront achevées la première année, et les travaux dureront 1,5 an à partir du milieu de la première année. Le programme d'exécution des travaux est indiqué à la figure B7.5.2.1. Des bénéficiaires agricoles seront dégagés à partir de la troisième année consécutive à la fin des travaux.

5.2.2 Répartition annuelle du budget

La répartition annuelle du budget en fonction du programme d'exécution des travaux est reportée au tableau B7.5.2.1.



() Flux des profits agricoles
 (▨) Pourcentage des bénéfices engendrés

Figure B7.5.2.1 Calendrier de réalisation des travaux

TABLEAU B7.5.2 BESOINS ANNUELS EN FONDS POUR
AMENAGEMENT AGRICOLE (SITE L-A-34)

(Unité: 1.000 DH)

Description	1ère année		2ème année		Total		
	DE	ML	DE	ML	DE	ML	Total
1. Système d'irrigation	1.245	2.784	2.529	5.653	3.774	8.437	12.211
- Barrage	1.200	2.537	2.437	5.152	3.637	7.689	11.326
- Ouvrage d'irrigation	45	247	92	501	137	748	885
2. Exprop.foncière	0	40	0	0	0	40	40
3. Services d'ingénierie	0	784	0	0	0	784	784
4. Gestion du projet	0	32	0	66	0	98	98
5. Imprévus techniques	0	364	253	572	253	936	1.189
6. Provisions pour inflation des prix	0	0	126	286	126	286	412
Total général	1.245	4.004	2.908	6.577	4.153	10.581	14.734

Note: DE: Devises étrangères
ML: Monnaie locale

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 915.000 DH (cf. tableau B7.5.1 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 première année, 50% la deuxième année, 80% la troisième année et 100% la quatrième année et les années suivantes.

Les bénéfices négatifs dus aux compensations pour expropriation foncière sont estimés à 36 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) En liaison avec le projet pilote réalisé à Azifa, on pourra introduire la culture du pommier pour remplacer la culture illégale du kif qui est lucrative et vulgariser ce modèle.

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 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 B7.5.2.

Tableau B7.5.2 Coût économique du projet

Description	1ère année	2ème année	Total
1. Système d'irrigation	3.480	7.066	10.546
- Barrages	3.236	6.571	9.807
- Ouvrages d'irrigation	244	495	739
2. Services d'ingénierie	706	0	706
3. Gestion du projet	29	59	88
4. Imprévus techniques	422	712	1.134
Total	4.637	95.753	12.474

(2) Frais d'entretien et de remplacement

Les frais d'entretien, exprimés en coût économique, représentent 0,3% du coût des travaux soit 32.000 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 5,6 % (cf. tableau B7.5.2.). On obtient la valeur actuelle