

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE

Secrétariat d'Etat au Développement et à la Coopération Internationale

Ministère de l'Agriculture

**Assistance spéciale pour la durabilité des projets
(SAPS) portant sur le**

**« Projet de gestion des ressources en eau en
République Tunisienne »**

Rapport final

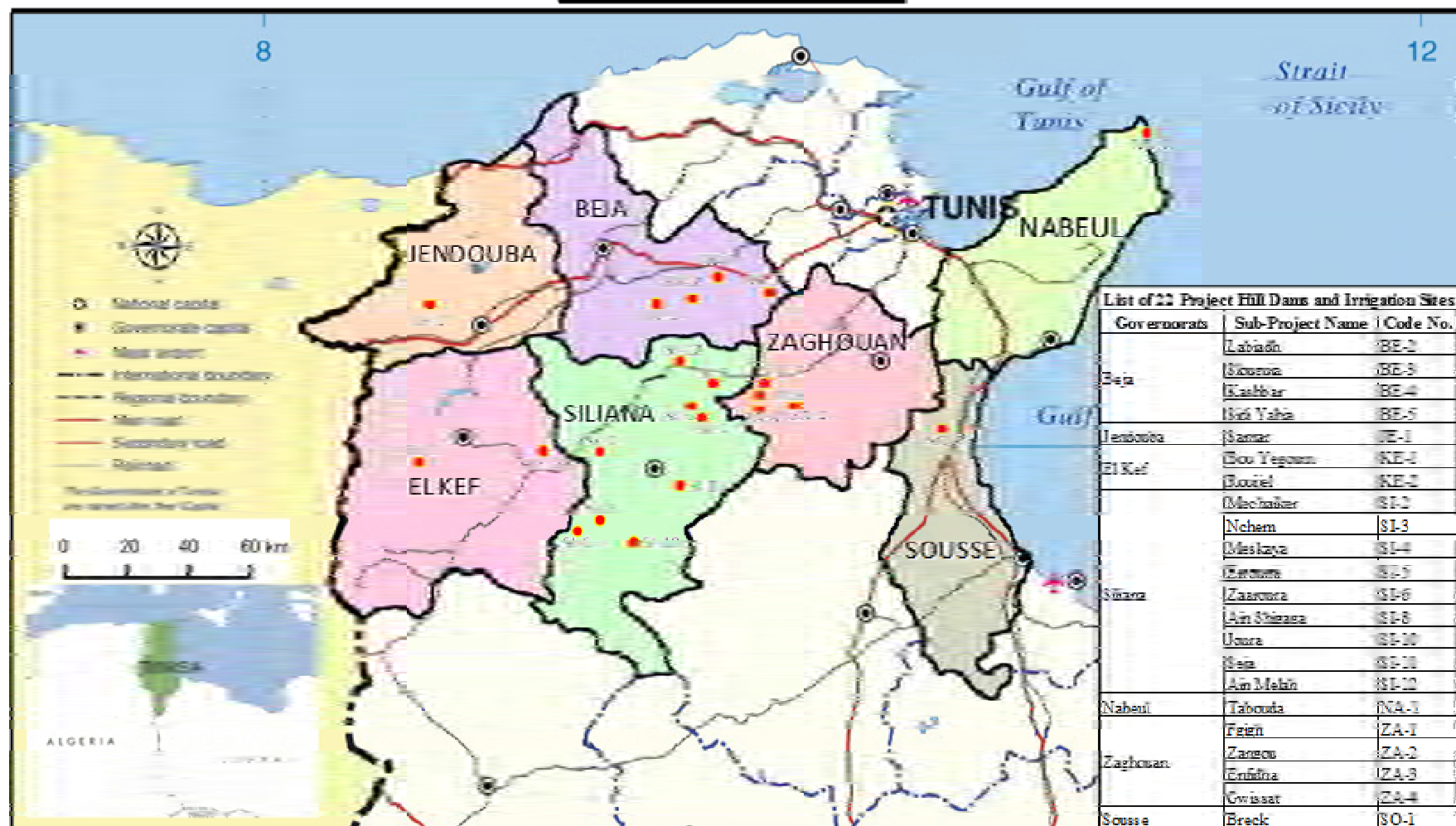
Juin 2014

Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)

Sanyu Consultants Inc.

7R
JR
14-019

Carte de Situation



Assistance spéciale pour la durabilité des projets (SAPS) portant sur le « Projet de gestion des ressources en eau en République Tunisienne »

Carte de localisation du projet

Table des Matières

Abréviations

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Tableau de synthèse des résultats de l'Étude

Résumé

Texte principal

Annex

Table des Matières

Chapitre1 Présentation de l'Étude

1.1 Contexte de l'Étude -----	1
1.2 Objectifs de l'Étude -----	2
1.3 Zones cibles de l'Étude -----	3
1.4 Éléments à étudier -----	3

Chapitre2 Comparaison entre le plan initial et la situation actuelle

2.1 Présentation du plan initial du Projet-----	4
2.2 Situation actuelle dans chaque périmètre et différence avec l'étendue initiale des travaux -----	7
2.3 Plan du service de consulting et résultats -----	13

Chapitre3 Contexte et analyse de la différence entre le plan et l'exécution du Projet

3.1 Étude des conditions météorologiques -----	17
3.2 État réel de la qualité de l'eau du bassin de retenu -----	29
3.3 Plan et situation réelle de la capacité utile de stockage de l'eau des barrages collinaire ---	34
3.4 Plan et exécution de la construction des systèmes d'irrigation-----	38
3.5 Plan et exécution des barrages collinaires-----	43
3.6 Facteurs sur le plan politique -----	58
3.7 Attitude des agriculteurs vis-à-vis de l'agriculture irriguée -----	63

Chapitre4 Redéfinition de l'étendue du projet et définition de son achèvement

4.1 Définition de l'étendue du projet et de son achèvement -----	65
4.2 Conclusion-----	72

Chapitre5 Évaluation du projet

5.1 Classement pour l'évaluation du projet-----	73
---	----

Chapitre6 Recommandations

6.1 Résultats de l'Étude -----	83
6.2 Leçons tirées à partir de l'exécution du projet-----	83
6.3 À propos de la gestion et la maintenance -----	85
6.4 Leçons tirées pour la formulation des projets futurs-----	89

Abréviations

CRDA	Regional Directorate General for Agricultural Development	Commissariat <i>Régional</i> au Développement Agricole
CES	Conservation of water and soil	Conservation des eaux et du sol
CTV	Local Unit for Agricultural Popularization	Cellule Territoriale de Vulgarisation
D/D	Detailed Design	Conception détaillée
DG/BGTH	General Directorate of Dams and Large Hydraulic Works	Direction Générale des Barrages et des Grands Travaux Hydrauliques
DG/GREE	General Directorate of the General Direction of Rural Engineering and Water Management	Direction Générale du <i>Génie Rural</i> et de l' <i>Exploitation</i> des Eaux
EC	Electrical Conductivity	Conductivité électrique
F/S	Feasibility Study	Etude de Faisabilité
GDBC	General Directorate of Bilateral Cooperation	Direction Générale de la Coopération bilatérale
GDA	Development Grouping for Agriculture and Fishery Sector	Groupement de Développement Agricole
GOT	Government of Tunisia	Gouvernement tunisien
JICA	Japan International Cooperation Agency	Agence japonaise de Coopération internationale
L/A	Loan Agreement	Accord de prêt
MDCI	Ministry of Development and International Cooperation	Ministère du Développement et de la Coopération internationale
M/D	Minutes of Discussion	Procès-verbal des discussions
MOA	Ministry of Agriculture	Ministère de l'Agriculture
O/M	Operation and Maintenance	Opération, gestion et maintenance
SAPS	Special Assistance for Project Sustainability	Étude d'assistance spéciale pour la durabilité des projets
SAPROF	Special Assistance for Project Formation	Assistance spéciale pour l'élaboration des projets
TD	Tunisian Dinar	Dinar tunisien
TDS	Total Dissolved Solid	Total de solides dissous

Liste des Figures

Figure 2.1	Calendrier initial du Projet-----	6
Figure 2.2	Plan d'exécution du calendrier de l'ensemble du projet et résultats -----	9
Figure 3.1	Répartition des précipitations annuelles pendant 50 ans-----	19
Figure 3.2	Changements intervenus dans les précipitations par zone en Tunisie-----	20
Figure 3.3	Répartition des précipitations annuelles à Haouaria-----	25
Figure 3.4	Répartition des précipitations à long terme à Haouaria -----	25
Figure 3.5	Répartition des précipitations annuelles à la CTV Fahs -----	26
Figure 3.6	Répartition des précipitations à long terme à la CTV Fahs-----	27
Figure 3.7	Evolution chronologique a teneur en sel dans les bassins de retenue de 3 barrages du gouvernorat de Beja -----	33
Figure 3.8	Schéma explicatif de l'équipement de captage du barrage collinaire -----	36
Figure 3.9	Bassin de retenue du barrage de Zaaroura (SI-6) complètement envasé (le 23 janvier 2014) -----	36
Figure 3.10	Barrage de Seja (SI-11) rempli de sable jusqu'à environ 2 m du niveau d'eau plein à ras bord (le 27 janvier 2014)-----	36
Figure 3.11	Arrosage par sprinkler ZA-2 Zangou (21 janvier 2014) -----	40
Figure 3.12	Pompe de captage à partir du bassin de retenue SI-2 Mechaiker (23 janvier 2014) -----	40
Figure 3.13	Installations et équipements constituant un barrage collinaire ordinaire ----	41
Figure 3.14	Grands Barrages en aval de la zone où un barrage collinaire réduit l'impact de l'envasement -----	49
Figure 3.15	État d'envasement du bassin de la retenue de Seja (Siliana) (à gauche) et argile de la couche superficielle du sable entassé (à droite) -----	51
Figure 3.16	Schéma explicatif du rôle de protection contre l'inondation du barrage ----	53
Figure 3.17	Relation entre le barrage de BE-3 Sloughia et la ville en aval -----	56
Figure 3.18	Relation entre le barrage de NA-1 Tabouda et la ville en aval -----	56
Figure 3.19	Relation entre le barrage de SO-1 Breck et la ville en aval -----	57
Figure 3.20	Relation entre le barrage de ZA-4 Gwissat et la ville en aval-----	57
Figure 5.1	Exemple de l'organigramme des CRDA-----	82
Figure 6.1	Érosion par les pluies de la pente en aval du barrage (barrage de SO-1 Breck) -----	86
Figure 6.2	Partie afflux et partie à courant rapide (barrage de SI-4 Meskaya, gouvernorat de Siliana) -----	86

Liste des Tableaux

Tableau 2.1	Décomposition du coût du Projet (en dinars tunisiens) -----	5
Tableau 2.2	Coût du Projet (en yens japonais) -----	5
Tableau 2.3	Plan initial et résultats des coûts du projet -----	10
Tableau 2.4	Plan initial et résultats dans chacun des périmètres -----	11
Tableau 3.1	Collecte des données pluviométriques -----	20
Tableau 3.2	Précipitations mensuelles à Haouaria -----	24
Tableau 3.3	Précipitations mensuelles à la CTV Fahs -----	26
Tableau 3.4	Présentation sommaire des données météorologiques collectées -----	28
Tableau 3.5	Résultats des essais de qualité de l'eau -----	30
Tableau 3.6	Teneur en sel CE (ds/m) et pourcentage de la récolte -----	32
Tableau 3.7	Étude sur l'état d'envasement actuel et la durée de vie du barrage -----	37
Tableau 3.8	Problèmes dans chacun des périmètres -----	39
Tableau 3.9	Rôle initial des barrages collinaires -----	45
Tableau 3.10	Effet de réduction de l'impact de l'envasement en aval des barrages collinaires -----	48
Tableau 4.1	Objectifs d'utilisation des barrages -----	71
Tableau 5.1	Taux d'atteinte des objectifs du projet -----	78
Tableau 5.2	Capacités de stockage d'eau au moment de la planification du projet et celles estimées pour l'an 2014 -----	79

Tableau de synthèse des résultats de l’Étude

Rubrique	Résultats de l’Étude																
1. Calendrier d’exécution et du coût de Projet	PROJET DE GESTION DES RESSOURCES EN EAU – CALENDRIER D'EXÉCUTION DU PROJET																
	Activités	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	REMARQUES
	PROCÉDURES DE PRÊT (1) Accord de prêt (2) Entrée en vigueur du prêt		30 mars 1999 12 novembre 1999												Révolution		
	1 Conservation des ressources en eau (barrage collinaire) Appel d’offres Construction		Jan. 2000 – Mars 2001														
	2 Gestion du bassin versant																
	3 Système d’irrigation principal																
	4 Système d’irrigation opéré par les paysans																BE-5 Sidi Yahia ZA-2 Zangou
	5 Acquisitions de terres et conception détaillée																
	6 Étude et ingénierie																
	7 Biens et équipements																
8 Service de consulting																	
	Étude de pré faisabilité (1) Beja (2) Zaghouan (3) Nabeul (4) Sousse (no pre feasibility study) (5) Kef (6) Siliana (7) Jendouba																

Synthèse du coût du projet

Unité (millions de yens)

Catégorie	Prêt en yens	Part Tunisie	Coût total du projet
Plan	7.184	2.425	9.609
Coût réel (Total des décaissements de prêts)	3.617	1.941	4.482
Différence	3.567	483	5.126
Coût réel/plan (%)	50,3	80,0	46,6

Note : Le taux de conversion est de 1 DT = 116 yens, la part du GOT inclut les travaux d'aménagement des réseaux d'irrigation de Sidi Yahia (BE-5) et de Zangou (ZA-2), ainsi que les travaux de mise en place des systèmes d'irrigation sur les champs.

3. État réel de chacun des barrages	Situation actuelle de la qualité de l’eau des bassins de retenues		Situation de l’envasement dans les bassins de retenues
	Teneur en sel élevée, inadapté à l’agriculture	BE-2 Labiadh, BE-3 Slouguia, BE-4 Kashbar, BE-5 Sidi Yahia, KE-2 Rouijel,	État d'ensablement actuel
	Teneur en sel relativement élevée, mais croissance des cultures possible	JE-1 Sammar, KE-1 Bou Yagoum, SI-3 Nchem, SI-4 Meskaya, SI-5 Erroumi, SI-8 Ain Shigaga, SI-10 Joura, SI-12 Ain Mellah, SO-1 Breack, ZA-1 Fgigh, ZA-2 Zangou, ZA-3 enfidha	Barrage(s)
	Teneur en sel faible, pas de problème pour la production de produits agricoles.	NA-1 Tabouda, ZA-4 Guissat, SI-2 Mechaiker,	La quantité de sédimentation actuelle dépasse largement celle de conception.
			La quantité de sédimentation actuelle a atteint le niveau de la quantité de sédimentation de conception.
			Pratiquement identique à la quantité de sédimentation de conception.
4. Résultats de l’Étude	Le gouvernement tunisien considère que le Projet a été achevé (avec la fin de la construction des systèmes d’irrigation en 2013) et la mission d’étude juge également cette décision comme pertinente.		La progression d’ensablement est lente, et il faudra un certain temps pour atteindre la quantité de sédimentation de conception.
	Après l’achèvement du Projet, le Ministère de l’Agriculture devra présenter par la suite le Rapport d’achèvement du Projet à la JICA qui procèdera à une évaluation ex-post du projet et tirera les leçons à partir des résultats acquis.		

Résumé

1. Présentation de l'Étude

1.1 Contexte de l'Étude

Dans son 9^e Plan quinquennal de développement économique et social (1997-2001), le gouvernement tunisien s'est activement engagé dans le développement des ressources en eau, afin de répondre à l'accroissement de la demande en eau pour assurer la stabilité des revenus dans le secteur agricole qui joue un rôle important dans le développement du pays, la redynamisation des activités économiques, ainsi que le développement du tourisme et de l'industrie, deux secteurs importants dans l'économie du pays.

Dans ce cadre, le « Projet de gestion des ressources en eau » (accord de prêt conclu en mars 1999), a été réalisé sur prêt en yens, pour la construction de barrages collinaires et l'aménagement de systèmes d'irrigation sur 22 sites dans 7 gouvernorats du Nord et du Centre de la Tunisie. La pluviométrie dans ces régions est relativement importante. Cependant, et suite à la sécheresse qui a frappé le pays durant 4 années consécutives (1999-2003), il y a des sites où les travaux d'aménagements de systèmes d'irrigation programmés après la construction de barrages collinaires, n'ont pas été réalisés.

Pour poursuivre le projet, le délai de décaissement sur le prêt en Yens a été prolongé jusqu'au mois de novembre 2006 et chaque Commissariat Régional au Développement Agricole (CRDA) du Ministère de l'Agriculture dans chaque gouvernorat a mené une étude de faisabilité pour réviser le plan d'aménagement des systèmes d'irrigation après la construction de barrages collinaires.

En dépit des efforts fournis, la période de décaissement s'est terminée et le prêt est clôturé sans que l'aménagement de systèmes d'irrigation ne soit achevé. Il y a lieu donc de réaliser le reste des aménagements sur les fonds propres du gouvernement tunisien.

1.2 Objectifs de l'Étude

Le présente étude a les 3 objectifs suivants : (1) vérification du plan initial du projet du prêt cité ci-dessus et de sa situation actuelle, (2) Examen de la redéfinition de l'étendue des actions à la charge du gouvernement tunisien après la clôture du prêt en yens, sur la base de la situation actuelle, et (3) Soutien en vue de l'élaboration et de la présentation à la JICA du rapport d'achèvement du projet par l'organisme d'exécution (le Ministère de l'Agriculture).

1.3 Zones cibles de l'Étude

Les 22 sites de 7 gouvernorats indiqués sur le plan de localisation ci-dessous constituent la zone de l'Étude.

Gouvernorat de Siliana : Mechaiker, Nchem, Meskaya, Erroumi, Zaaroura, Ain Shigaga, Joura, Seja, Ain Melah

Gouvernorat de Kef : Bou Yagoum, Rouijel
 Gouvernorat de Beja : Labiadh, Slouguia, Kashbar, Sidi Yahia
 Gouvernorat de Jendouba : Samar
 Gouvernorat de Nabeul : Tabouda
 Gouvernorat de Zaghouan : Fgigh, Zangou, Enfidha, Gwissat
 Gouvernorat de Sousse : Breck

1.4 Éléments à étudier

La présente étude a été réalisée sur la base de l'étendue des travaux (S/W) et du procès-verbal des discussions (M/M) convenus avec la partie tunisienne le 12 avril 2013. La portée de cette étude est comme indiqué ci-dessous. Les 22 sites cibles ont tous été étudiés, afin de saisir l'état d'avancement actuel du projet. Des études diverses ont aussi été effectuées pour estimer les durées de vie actuelles et les causes des retards des travaux. Les éléments à étudier sont les suivants.

Éléments à étudier en Tunisie

- Étude hydrologique des bassins versants des barrages (collecte des documents hydrologiques)
- Documents météorologiques des périmètres d'irrigation (collecte des documents météorologiques)
- Mesure de la conductivité électrique (qualité de l'eau des bassins de retenue, qualité de l'eau de captage)
- Étude des systèmes d'irrigation (plans des systèmes d'irrigation, état actuel, données de base, envasement, parties défectueuses, etc.)
- Exploitation (diagnostic), gestion et maintenance (organisation, état de l'exploitation, de la gestion et de la maintenance)
- Exploitations agricoles (surfaces emblavées pour chaque spéculation, récoltes, élevage, mécanisation, etc.)
- Vulgarisation agricole (situation actuelle de la vulgarisation agricole)
- Commercialisation (débouchés des productions agricoles, distribution et transformation des produits, évolution des prix)

2. État d'avancement du projet

2.1 Présentation sommaire du plan initial du projet

(1) Objectifs

Les objectifs du projet sont les suivants.

- Alimentation en eau des terres agricoles par le biais de la construction de barrages collinaires et de systèmes d'irrigation.
- Assurer la stabilité économique et améliorer les conditions sociales dans les zones rurales par la gestion appropriée des ressources en eau.
- Protéger l'écosystème des zones semi-arides contre l'érosion et la désertification.
- Éviter le déplacement des sédiments en aval.
- Créer des réserves d'eaux souterraines aux environs des barrages.
- Améliorer la productivité des cultures et du bétail par l'irrigation et promouvoir la diversification des variétés de culture et de bétail avec l'appui des services de vulgarisation.

- Améliorer le revenu des agriculteurs par une production agricole stable.

2.2 Situation actuelle dans chaque périmètre et différence avec l'étendue des travaux du projet initial

(1) Plan et résultats des coûts du projet

Les coûts ont été considérablement réduits, car les systèmes d'irrigation n'ont pas pu être dûment aménagés en raison de la révision du programme d'irrigation et le consultant chargé de la gestion du projet n'a pas été engagé.

Le coût total du projet initialement estimés est de 9.609 millions de yens. Le coût des aménagements réalisés est de 4.482 millions de yens.

1) Barrages collinaires

La construction de la totalité des 22 barrages s'est achevée en 2005, avec 11 barrages en 2001, 7 barrages en 2002, 1 barrage en 2003 et 1 barrage en 2004 et 2 barrages en 2005. Toutefois, SI-6 Zaaroura est probablement complètement envasé ainsi que SI-11 Seja et ZA-1 Fgigh. L'envasement peut avoir progressé donc considérablement plus rapide que prévu, ce qui influence également le plan d'irrigation. Néanmoins des mesures bathymétriques sont nécessaires pour estimer le taux d'envasement et confirmer ce phénomène.

2) Réseaux d'irrigation

La construction des 22 réseaux d'irrigation était prévue en 2001-2002 après la construction des barrages dans chacun des sites, mais la sécheresse prolongée a conduit à la révision du plan d'irrigation. En conséquence une étude de faisabilité a été effectuée pour les systèmes d'irrigation de chaque gouvernorat concerné. De ce fait, le démarrage de la construction de ces réseaux a accusé un retard important, et la période du prêt s'est achevée en novembre 2009. Alors, il a été décidé de réaliser ces aménagements sur le budget du gouvernement tunisien et ces travaux ont été réalisés seulement à Sidi Yahia en 2011 et à Zangou en 2013. La fourniture de groupes motopompes était prévue au début dans 5 périmètres, et le gouvernement tunisien en a fourni 24 sur son budget.

Une superficie totale d'irrigation de 2.300 ha était prévue dans le plan initial mais ~~seuls~~ seulement 620 ha sont actuellement irrigués.

3) Equipements du système d'irrigation

La mise en place d'arroseurs (sprinklers, système d'irrigation par aspersion) avait été prévue sur 2.270 ha en tant qu'installations à la parcelle du système d'irrigation mais ces équipements n'ont été mis en place que sur 18,5 ha à ZA-2 Zangou et 20 ha à ZA-4 Guissat dans le cadre du projet. Actuellement, les agriculteurs qui pratiquent l'irrigation ont recours à des sprinklers qu'ils ont installés eux-mêmes ou au système d'irrigation goutte à goutte.

4) Travaux de conservation des sols

Les travaux de conservation des sols, à savoir reboisement, terrassement, banquettes, seuils en gabions, bassins de rétention, prévus initialement sur 140 ha en moyenne par périmètre avec un total de 3.080 ha, ont été réalisés sur 6165 ha.

5) Fourniture des matériels et équipements

L'acquisition de matériels et équipements qui doivent être fournis à l'origine au CRDA de Siliana pour les barrages et pour la gestion et maintenance des installations d'irrigation n'a pas eu lieu en raison de l'emploi du consultant du projet qui a pris du retard, et du fait que les PIU du CRDA n'a pas mis en place en raison de la nécessité de révision du plan d'aménagement de l'irrigation.

2.3 Plan du service de consultant et résultats

Le contenu du service de consultant initial est le suivant.

- ① Gestion globale du projet
- ② Contrôle des travaux de construction des barrages collinaires
- ③ Contrôle des travaux de construction des systèmes d'irrigation
- ④ Développement de l'organisation

Des invitations ont été envoyées à 3 consultants japonais, mais ils n'ont pas remis de propositions. De ce fait, seuls des consultants locaux ont participé et le Groupe SCET/STUDI s'est classé 1^{er} suite à l'évaluation des offres. La négociation du contrat s'est achevée en décembre 2001, et a été acceptée par la JICA en janvier 2002. Cependant, pendant l'avancement des préparatifs pour l'engagement du consultant, les travaux des barrages collinaires continuent et un nombre important de barrages a été achevé. C'est pour cette raison, qu'une révision du contrat de service de consultant s'est avérée nécessaire car les TDR ne correspondaient plus à la réalité des missions programmées. Des négociations sur la révision des TDR ont eu lieu en 2002, et une nouvelle révision a été négociée en 2003.

Entre temps La Tunisie a subi 4 années successives de sécheresse (1999-2003), et la mobilisation d'un volume d'eau suffisant n'a pu être assurée dans les barrages construits. Les changements climatiques observés laissent croire que l'apport d'un volume régulier est difficile ; et probablement un envasement qui dépasse les prévisions est observé sur certains barrages. Donc la révision du système d'irrigation à installations fixes, telles que stations de pompage et canalisations, est devenue nécessaire. De ce fait, en janvier 2006, le gouvernement tunisien a provisoirement annulé le contrat de service de consultant convenu en février 2002, et a déposé une nouvelle requête auprès de la JICA sollicitant la mise en œuvre d'une étude de faisabilité portant sur la construction de nouveaux systèmes d'irrigation dans chaque gouvernorat, ce que la JICA a accepté.

Ces études se sont déroulées jusqu'en avril 2009.

3 Contexte de la différence entre le plan et les réalisations

3.1 Conditions météorologiques

(1) Étude de la tendance à long terme des précipitations

Des documents ont été collectés en vue de saisir la tendance à long terme des précipitations, et des données ont pu être obtenues pour les deux emplacements suivants. L'un est Haouaria, situé dans la zone côtière à l'extrême ouest du périmètre concerné, et l'autre les données d'observations de la Cellule Territoriale de Vulgarisation (CTV) de Fahs, dans le gouvernorat de Zanghouan, située pratiquement au centre du périmètre concerné.

À Haouaria et Fahs, les précipitations sont extrêmement faibles en été et abondantes en hiver. La particularité de ces sites est que les variations des précipitations interannuelles sont importantes.

(2) Précipitations pendant la période influant sur l'avancement du projet

Les précipitations à Haouaria de septembre 1996 à septembre 2002 ont été inférieures à la moyenne des précipitations sur 40 ans de 425 mm. Ce phénomène perpétuel de faibles précipitations sur une période aussi longue n'apparaît nulle part dans les relevés sur 40 ans. En particulier, les précipitations annuelles ont été seulement de 55 mm en 2001, autrement dit d'1/8^e des précipitations moyennes de 425 mm, ce qui montre que la sécheresse a sévi en continu durant cette période. De même, la situation à Fahs montre que les précipitations sont en dessous des précipitations annuelles moyennes de 1999 à 2001, et il n'y a pas eu d'autres périodes où elles ont été aussi basses en continu selon les données d'observations enregistrées.

En regard aux points cités ci-dessus, on pourrait conclure qu'une sécheresse prolongée est un facteur qui empêche les paysans à faire un investissement pour un projet d'aménagement d'irrigation.

3.2 La qualité de l'eau

Les résultats de la présente étude ont permis de classer les différents sites comme suit.

Teneur en sel élevée, inadapté à l'agriculture	BE-2 Labiadh, BE-3 Slouguia, BE-4 Kashbar, BE-5 Sidi Yahia, KE-2 Rouijel,
Teneur en sel relativement élevée, mais croissance des cultures possible	JE-1 Sammar, KE-1 Bou Yagoum, SI-3 Nchem, SI-4 Meskaya, SI-5 Erroumi, SI-8 Ain Shigaga, SI-10 Joura, SI-12 Ain Mellah, SO-1 Breack, ZA-1 Fgigh, ZA-2 Zangou, ZA-3 enfidha
Teneur en sel faible, pas de problème pour la production de produits agricoles.	NA-1 Tabouda, ZA-4 Guissat, SI-2 Mechaiker,

Il n'y avait pas d'eau stockée lors des observations à Zaaroura (SI-6) et Seja (SI-11).

La teneur en sel varie selon les saisons, et en Tunisie, il faut faire attention en été, pendant la saison sèche, parce que la teneur en sel devient forte à cause du manque d'apports dans le bassin de retenue et de l'évapotranspiration. De plus, la teneur en sel dans les bassins de retenue a tendance à augmenter au fil des années. Une surveillance continue de la qualité des eaux doit être assurée et des contre-mesures étudiées.

3.3 Durée de vie des barrages collinaires

Le volume utile d'eau retenue est obtenu en déduisant de la capacité de stockage du barrage le volume de sédiments relatif à la tranche prévue lors de conception ; il est utilisable pour l'irrigation, et sert donc de base au plan d'aménagement. Par conséquent, si la quantité de sédiments réelle dépasse le volume de sédiments de conception, la capacité utile qui est le volume d'eau utilisable pour l'irrigation diminue, ce qui affecte le plan d'aménagement de systèmes d'irrigation durables et peut réduire la surface irriguée. Sur la base du volume de sédiments estimé sans aucune mesure dans le cadre de la présente étude, la vitesse d'envasement a été étudiée et chaque barrage a été classé selon la capacité de stockage d'eau actuelle, comme l'indique le tableau suivant.

Système d'irrigation	Barrage(s)
Irrigation possible conformément au plan pendant les 10 années à venir	BE-2 Labiadh, KE-1 Bou Yagoum, KE-2 Rouijel, ZA-3 Enfidha
Irrigation sera possible en réduisant la taille du plan	NA-1 Tabouda, BE-5 Sidi Yahia, JE-1 Samar, SI-2 Mechaiker, SI-3 Nchem, SI-5 Erroumi, SI-8 Ain Shigaga, SI-12 Ain Melah, SO-1 Breck, ZA-2 Zangou, ZA-4 Guissat
Irrigation limitée car le volume d'eau utile est réduit et la progression d'envasement est rapide.	BE-3 Slougua, BE-4 Kashbar, SI-4 Meskaya, SI-10 Jourra, SI-11 Seja, ZA-1 Fgigh (mesures nécessaires pour définir le taux d'envasement annuel et estimer la durée de vie du barrage)
L'irrigation est impossible parce que bassin de retenue est totalement envasé.	SI-6 Zaaroura (mesures nécessaires)

3.4 Situation d'aménagement actuelle des périmètres d'irrigation et problèmes

L'étude SAPROF a été réalisée en 1998 pour évaluer la mise en œuvre du présent projet. D'après le rapport de cette étude, la construction des systèmes d'irrigation a été planifiée pour un total de 22 périmètres, dont le contenu est présenté comme suit.

- Superficie totale d'irrigation : 2300 ha
- Pose de canalisations et construction de stations de pompage : 17 périmètres
- Pose de canalisations à écoulement gravitaire sans construction de stations de pompage : 5 périmètres
- Irrigation par groupes motopompes : 29 groupes motopompes dans 4 des périmètres avec canalisations à écoulement gravitaire
- Aménagement des équipements d'irrigation à la parcelle (mise en place de sprinklers) : 2270 ha

De nombreuses régions bénéficiaires sont situées en aval du bassin de la retenue et des canalisations à écoulement gravitaire sont sélectionnées au cas où il est possible d'obtenir une charge d'eau suffisante à partir du barrage, alors que l'irrigation avec des groupes motopompes est choisie dans les régions bénéficiaires situées en amont du barrage en considérant les facteurs économiques.

Les systèmes d'irrigation qui ont été construits jusqu'à présent sont indiqués ci-dessous.

- Superficie totale irriguée : 620 ha (y compris secteur privé et agriculteurs individuels)
- Pose de canalisations et construction de la station de pompage : 1 périmètre (BE-5 Sidi Yahia)
- Pose de canalisations à écoulement gravitaire sans construction de stations de pompage : 2 périmètres (ZA-2 Zangou, ZA-4 Gwissat) (smara par un agriculteur privé)
- Irrigation par groupes motopompes : 24 groupes motopompes dans 7 périmètres
- Aménagement des équipements d'irrigation à la parcelle (mise en place des asperseurs) : 38,5 ha

3.5 Objectif initial des barrages collinaires et rôle actuel

3.5.1 Rôle initial des barrages collinaires

Les rôles des barrages ont été classés comme suit.

Objectifs du projet	Rôle du barrage	Rôle du système d'irrigation
(i) Fournir un supplément d'eau aux terres agricoles.	L'eau mobilisée pendant la saison des pluies sera stockée et fournie en appoint pendant la période de demande. (fonction de stockage d'eau du barrage)	Les terres agricoles seront alimentées en eau et irriguées avec des volumes d'eau appropriés aux moments requis.
(ii) Gestion appropriée des ressources en eau	La gestion des ressources en eau peut se diviser en gestion des basses eaux et gestion des hautes eaux. La gestion des basses eaux est directement liée à l'utilisation de l'eau mobilisée. La gestion des hautes eaux, est liée pour sa part, en cas d'inondation, à la prévention des dégâts dans le bassin versant en aval du barrage (la lutte contre l'inondation) et à la sécurité du barrage lui-même. Il arrive souvent que l'eau pour le bétail et l'eau potable/à usages divers soient aussi assurées.	Gestion des basses eaux : exploitation des systèmes d'irrigation en fonction du bilan de l'eau, par ex. irrigation économe en eau Gestion des hautes eaux : le système d'irrigation n'a aucun rôle
(iii) Prévention de l'érosion des sols	Il s'agit d'un projet de conservation des bassins versants et des terres agricoles bénéficiaires. En cas d'exécution de travaux de conservation de sols dans le bassin versant du barrage, le volume de sédiments transporté dans le barrage est réduit et sa durée de vie est prolongée. Simultanément les terres agricoles sont conservées.	
(iv) Prévention de transport de sédiments dans le bassin versant en aval	Le sable s'écoulant du bassin versant en amont du barrage s'accumule dans le bassin de retenue, ce qui permet de prévenir l'écoulement du sable en aval du barrage. (fonction de stockage de sédiments) Toutefois, si le volume de sédiments transporté dans le barrage est important, la fonction	-

		de stockage d'eau de ce dernier diminuera, et sa durée de vie du point de vue de sa fonction de stockage d'eau sera écourtée.	
(v)	Fonction de recharge des nappes souterraines	Des aquifères existent aux environs des sites des barrages, et si l'eau souterraine est utilisée, cette utilisation sera stabilisée par recharge de la nappe en lâchant l'eau stockée dans le barrage dans la rivière en aval. Un exemple concret : site de Breck dans le gouvernorat de Sousse.	-
(vi)	Amélioration de la productivité des cultures, etc. par garantie de l'eau et diversification des activités agricoles	Même rôle que pour (i)	
(vii)	Augmentation du revenu des agriculteurs	Sera réalisée non seulement par la construction des barrages collinaires, mais aussi par des mesures d'encouragement et aides compréhensives et diversifiées.	

L'érosion des sols constitue un problème important dans la zone concernée vu les particularités du relief, des la nature des sols et de la végétation, et l'effet des mesures de lutte contre l'érosion des sols est essentiel car la durée de vie du point de vue de la fonction de stockage d'eau des barrages est déterminée en fonction de la quantité de sédiments accumulé dans les barrages.

3.5.2 Rôle actuel

(1) Baisse de la fonction de stockage d'eau et fonction de réduction des sédiments dans les installations en aval

Pour réapprovisionner l'eau d'irrigation, la fonction de stockage d'eau des barrages est efficace, autrement dit, l'envasement doit être limité sans aucun impact néfaste sur la capacité de stockage.

Bien qu'il n'y ait plus d'autre effet de stockage de sédiments une fois le barrage est envasé, le transport de sédiments en aval dont la quantité correspondant à la capacité de stockage d'eau a pu être évité. Désormais un contrôle attentif tout en assurant la sécurité des barrages pour éviter le transport de sédiments en aval sera nécessaire.

La fonction de stockage de sédiments d'un barrage collinaire est efficace car, ce barrage permettra de conserver la fonction de stockage d'eau des grands et moyens barrages situés en aval en accumulant les sédiments dont la quantité correspondant à sa capacité de stockage d'eau et en protégeant ainsi les installations en aval contre l'envasement.

(2) Effet de recharge de l'aquifère

Pour estimer l'effet de recharge de l'aquifère par le barrage collinaire, il faut identifier un aquifère à réserve d'eau souterraine aux alentours du barrage ou une nappe phréatique, et si l'utilisation de l'eau souterraine est avancée, on peut espérer un effet de recharge de la nappe, promu par le barrage collinaire.

Le barrage de Breck du gouvernorat de Sousse peut être cité en tant que cas concret. Plus de 10 puits sont construits sur les deux rives de l'oued Breck, sur 1,5 km en aval du barrage, l'eau lâchée du barrage vers l'oued pénètre au niveau de l'aquifère, maintient le niveau piézométrique de la nappe et pérennise son exploitation.

(3) Fonction de lutte contre l'inondation

Si des agglomérations se sont formées en aval d'un barrage, et que de bonnes terres agricoles, des biens et des vies humaines sont concernés, on peut s'attendre à la fonction de lutte contre l'inondation de la construction du barrage. En cas d'inondation, le barrage amortira les crues dans la mesure de sa capacité de stockage et remplit la fonction d'écrêtement par le biais de l'évacuateur et protégera ainsi les zones avalées.

Cette fonction de lutte contre l'inondation existe plus ou moins sur tous les barrages, mais des conditions, telles que la proximité des agglomérations et les infrastructures, doivent être précisées pour bien évaluer l'effet qu'elle génère.

Les barrages de Sloughia dans le gouvernorat de Beja, de Tabouda dans le gouvernorat de Nabeul, de Breck dans le gouvernorat de Sousse et de Gwissat dans le gouvernorat de Zaghouan ont bien rempli la fonction de protection contre les inondations.

3.6 Facteurs sur le plan politique

Dans les différents plans de développement, le gouvernement Tunisien a toujours accordé une importance capitale à l'exploitation des ressources en eau et le développement du secteur agricole depuis le « Plan directeur de développement des ressources en eau dans la région nord » de 1975, dans un contexte de conditions climatiques difficiles.

Le « Projet de gestion des ressources en eau » a été également mis en place dans les mêmes orientations politiques, à l'instar de nombreux autres projets de mobilisation et d'exploitation des ressources en eau.

La plupart des barrages collinaires qui ont été construits dans le cadre de « Projet de gestion des ressources en eau » avaient été programmés dans le « Plan directeur de développement des ressources en eau dans la région nord ». Ces barrages sont situés en amont des grands ouvrages hydrauliques de base construits sur le réseau hydrographique du bassin de la Medjerda et, en raison de conditions géologiques difficiles comme l'érosion des sols, ils sont dotés d'une fonction de maîtrise de l'envasement afin de protéger ces ouvrages contre ce phénomène et les exploiter dans des conditions optimales. Dorénavant, pour une gestion efficace des ressources en eau, il est impératif de mettre à l'étude des méthodes de réutilisation des barrages collinaires probablement envasés ainsi que des possibilités nouvelles de développement des ressources en eau. En outre, les mesures sur le plan non structurel, telles que l'organisation des agriculteurs en associations et l'amélioration des techniques d'irrigation, sont encore

insuffisantes dans les sites des barrages collinaires, car des ressources en eau disponibles n'ont pas été exploitées et elles devront être valorisées à l'avenir.

L'impression générale est que, la politique de l'eau a été développée en mettant toujours l'accent sur l'importance d'un développement des ressources en eau et de poursuivre l'aménagement de périmètres irrigués, on peut conclure que l'approche de l'utilisation de l'eau, voire la demande en eau, a pris du retard par rapport à la mobilisation et au développement de ces ressources.

4. Redéfinition de l'étendue du projet et définition de l'achèvement du projet

4.1 Définition de l'étendue du projet et de l'achèvement du projet

(1) Redéfinition des composantes du projet

Le tableau suivant récapitule le contenu du projet initial, et les réalisations actuelles.

Contenu du projet initial	Réalisations/mesures à prendre dorénavant
1) Construction de barrages collinaires Construction de barrages collinaires sur 22 sites de 7 gouvernorats	(Réalisations) Achèvement de la construction de barrages collinaires sur 22 sites de 7 gouvernorats
2) Gestion du bassin versant Mise en place de brise-vent, etc. pour la protection contre l'érosion des sols Superficie concernée : 3.080 ha	(Réalisations) Mise en place de brise-vent, etc. pour la protection contre l'érosion des sols Superficie concernée : 6.154 ha
3) Construction de systèmes d'irrigation Construction des réseaux d'irrigation (station de pompage, bassin de régulation, canalisation, etc.) sur les 22 sites Mise en place des équipements d'irrigation à la parcelle (sprinkler, etc.) sur 2.270 ha. Superficie totale irriguée de 2.300 ha.	(Réalisations) Construction des réseaux d'irrigation sur 2 sites. Fourniture de groupe motopompe sur chariot mobile sur 5 sites. Mise en place des équipements d'irrigation à la parcelle sur 80 ha. Superficie totale irriguée de 620 ha.
4) Acquisition de terres Indemnisations, etc. pour les terres pour le bassin de la retenue, le barrage et les ouvrages auxiliaires à construire	(Réalisations) Indemnisations, etc. pour les terres pour le bassin de la retenue, le barrage et les ouvrages auxiliaires à construire
5) Essais de mesure Mesure des systèmes d'irrigation, conception détaillée, élaboration du dossier d'appel d'offres	(Réalisations) Mesure des systèmes d'irrigation, conception détaillée, élaboration du dossier d'appel d'offres
6) Fourniture d'équipements pour le renforcement des activités liées à l'exploitation, la gestion et	(Réalisations) Néant

la maintenance des installations 2 bulldozers pour terres humides, 2 pelles rétro, 4 camions-bennes, 1 camion-remorque, 4 pick-up	
7) Services de consultant Gestion globale du projet, contrôle et suivi des travaux de génie civil, renforcement de l'organisation (service de vulgarisation, organisation des paysans)	(Réalisations) Étude de faisabilité sur la construction de systèmes d'irrigation dans 6 gouvernorats

Le contenu des réalisations indiquées dans le tableau ci-dessus sera considéré comme la redéfinition de l'étendue de chaque composante du projet, et l'achèvement du projet est déclaré avec les résultats d'avancement des activités constatés.

Le prêt en yens s'est achevé le 12 Novembre 2009 mais le projet a été poursuivi par le gouvernement Tunisien par la suite et a été achevé avec la fin de la construction du système d'irrigation du périmètre de ZA-2 Zangou en Octobre 2013.

(2) Étendue des travaux à la charge du gouvernement tunisien après la fin du prêt

Le prêt en yens s'est achevé le 12 novembre 2009 mais le projet a été poursuivi par le gouvernement tunisien et a été achevé avec la fin de l'aménagement du système d'irrigation du périmètre de Zangou en octobre 2013.

L'étendue des travaux à la charge du gouvernement tunisien après la fin du prêt est comme suit :

Projet d'aménagement du système d'irrigation :

les 2 périmètres ci-dessous

BE-5 Sidi Yahia : Construction d'une station de pompage, construction d'un bassin de régulation, Pose de conduites d'eau sur 674 m, pose de canalisations de distribution sur 6.945 m

ZA-2 Zangou : Pose de canalisations de distribution sur 3.266 m, mise en place des équipements des systèmes d'irrigation à la parcelle 18,5 ha

Travaux de conservation des sols : 11 périmètres

(3) Objectifs d'utilisation de chaque barrage

Initialement, les principales utilisations des barrages prévues étaient : (1) Irrigation, (2) Recharge d'eau dans les aquifères, (3) Lutte contre l'inondation, (4) Réduction de transport des sédiments vers les installations en aval des barrages.

Les systèmes d'irrigation étaient prévus pour tous les barrages, mais actuellement, l'aménagement des systèmes d'irrigation est difficile pour certains d'entre eux, et comme cause de toutes ces difficultés, il semble pertinent de penser que la capacité de stockage d'eau initialement prévue pour l'irrigation a été utilisée pour les fonctions de maintenance des ouvrages hydrauliques majeurs en aval et de prévention de l'envasement des cours d'eau en aval. Les objectifs d'utilisation des barrages sont classés dans le tableau suivant en tenant compte de la qualité de l'eau, de la vitesse d'envasement, de la capacité de stockage d'eau, de la localisation, etc. de chaque barrage.

Nom du barrage		Objectifs d'utilisations de chaque barrage			
		①Irrigation	②Recharge d'eau dans les aquifères des environs	③Lutte contre l'inondation pour les agglomérations, les villes en aval	④Prévention de l'ensablement dans les ouvrages hydrauliques majeurs et des cours d'eau en aval
NA-1	Tabouda	Irrigation en fonction du volume utile d'eau retenue.		Lutte contre l'inondation pour la ville de Haouaria	Ensablement des cours d'eau en aval
BE-2	Labiadh	Idem			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage d'El Arrousia
BE-3	Slouguia	Idem		Lutte contre l'inondation	Idem
BE-4	Kashbar	Idem			Idem
BE-5	Sidi Yahia	Idem			Idem
JE-1	Sammar	Idem			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage de Sidi Salam
KE-1	Bou Yagoum	Idem			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage de Mellegue
KE-2	Rouijel	Idem			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage de Sidi Salam
SI-2	Mechaiker	Idem			Ensablement des cours d'eau en aval
SI-3	N'chem	Idem			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage de Sidi
SI-4	Meskaya	Idem			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage de Remil
SI-5	Erroumi	Idem			Idem
SI-6	Zaaroura	Pas de fonction d'irrigation parce que rempli de sable			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage de Siliana
SI-8	Shigaga	Irrigation en fonction du volume utile d'eau retenue.			Ensablement des cours d'eau en aval
SI-10	Jourra	Idem			Idem
SI-11	Seia	Mais l'ensablement est			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage de Siliana
SI-12	Ain Melah	Idem			Ensablement des cours d'eau en aval
ZA-1	Fejj	Mais l'ensablement est			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage de Bir
ZA-2	Zangou	Idem			Ensablement des cours d'eau en aval
ZA-3	Enfidha	Idem			Idem
ZA-4	Guissat	Idem		Lutte contre l'inondation	Idem
SO-1	Breck	Idem	Garantie de l'utilisation de l'eau souterraine du bassin versant en aval par déversement en aval du barrage	Lutte contre l'inondation pour les villes de Takrouna et Enfidha	Idem

5. Évaluation du projet

5.1 Classement pour l'évaluation du projet

(1) Pertinence

Avec l'exécution du projet, la promotion de la conservation du bassin versant et la diffusion des techniques d'irrigation sont espérées, et la construction des barrages collinaires rend possibles la prévention de transport de sédiments vers le bassin en aval, la recharge de l'aquifère aux alentours du

barrage, ainsi que la prévention des dégâts dus à l'inondation dans les agglomérations en aval du barrage. La nécessité du projet a pu être confirmée.

(2) Efficience

Rendement

La construction de la totalité des 22 barrages s'est achevée. La conservation du bassin versant était prévue sur tous les sites, mais elle n'a été réalisée que sur environ la moitié, à savoir 9 sites, et la superficie concernée par ces travaux est pratiquement le double de celle initialement envisagée. L'aménagement de réseaux d'irrigation a été réalisé par un financement propre du gouvernement tunisien, mais seulement sur 2 sites (Sidi Yahia et Zangou). La mise en place des équipements d'irrigation à la parcelle prévus après l'aménagement de réseaux d'irrigation a été réalisée sur un seul site.

La fourniture des engins lourds était prévue en l'an 2000, mais elle n'a pas été réalisée.

Période

Les travaux ont commencé en 1999 après l'approbation et la mise en vigueur de l'accord de prêt, et la période de décaissement a été prolongée de 3 ans en novembre 2006. Mais les travaux n'étaient pas terminés en 2009, la date de clôture du prêt et fin du délai du projet. Après ce délai, il était prévu que le gouvernement tunisien continue l'aménagement des systèmes d'irrigation nécessaires sur fonds propres, mais avec la révolution, tous les travaux ont été suspendus et l'aménagement des systèmes d'irrigation sur 2 sites n'a été achevé qu'en 2013. C'est pour cette raison que la période du projet initiale de 7 ans et 8 mois est passée à 10 ans et 8 mois pour atteindre environ 15 ans avec l'achèvement des travaux d'aménagement des systèmes d'irrigation par le gouvernement tunisien.

Coût du projet

Le coût du projet est résumé ci-dessous, mais le coût réel a été largement réduit par rapport au coût estimé lors de la planification.

Synthèse du coût du projet

Unité (millions de yens)

Catégorie	Prêt en yens	Part Tunisie	Coût total du projet
Plan	7.184	2.425	9.609
Coût réel	3.617	1.941	4.482
Différence	3.567	483	5.126
Coût réel/plan (%)	50,3	80,0	46,6

Note : Le taux de conversion est de 1 DT = 116 yens, la part du GOT inclut les travaux d'aménagement des installations centrales des systèmes d'irrigation de Sidi Yahia (BE-5) et de Zangou (ZA-2), ainsi que les travaux de mise en place des systèmes d'irrigation sur les champs.

La révision du plan d'aménagement de périmètres irrigués qui a conduit à la non réalisation des systèmes d'irrigation initialement prévus, et réduit le coût des travaux de conservation de sols, ainsi que le non engagement d'un consultant gestionnaire du projet, ont été les raisons principales de la réduction du coût total du projet.

(3) Efficacité

Superficie irriguée

La superficie réellement irriguée en 2014 est de 620,5 ha, ce qui correspond à seulement 27% de la superficie de 2.298,4 ha initialement prévue. Les causes ci-dessous sont envisageables : Nécessité de la révision du plan d'irrigation à cause des sécheresses successives, baisse du niveau de la motivation des agriculteurs d'investir dans les projets d'irrigation sous l'influence des sécheresses, Obtention de l'eau pour l'irrigation impossible sous l'effet de l'envasement, Teneur en sel de l'eau élevée limitant son utilisation pour toutes les cultures.

Maintien des fonctions de protection des ouvrages hydrauliques en aval

La capacité totale de stockage d'eau des barrages a été de 2.119.000 m³ (le volume d'envasement est déduit) au moment du plan, mais l'étude réalisée en 2014 a montré seulement 1.319.000 m³ sont stockés, ce qui correspond à 62,3% des prévisions, à cause du manque des apports, la rareté des pluies et l'implication de barrages dans la gestion de crues. Les barrages collinaires ont rempli le rôle de protéger les ouvrages hydrauliques majeurs en aval.

Effet de recharge des aquifères

Le barrage de Breck (SO-1) déverse son eau dans la rivière en aval pour recharger les aquifères et faciliter l'usage de l'eau souterraine en aval. Elle sert à la valorisation de l'eau souterraine et à la durabilité des aquifères.

Organisation des paysans et frais d'utilisation de l'eau

Actuellement, un GDA (groupement de développement agricole) est créé seulement sur 2 sites : Zangou (ZA-2) (en 2014) et Gwissat (ZA-4) (en 2009).

(4) Impact

La construction de barrages collinaires sur sélection de sites à l'amont de grandes infrastructures hydrauliques, a eu un impact majeur en contribuant au développement cohérent des ressources en eau dans tout le pays. De plus, des travaux de conservation du bassin versant ont été réalisés, ainsi la prévention contre le transport de sédiments en aval et le maintien des fonctions des ouvrages hydrauliques majeurs en aval, ont été identifiés en tant que fonctions des barrages collinaires, nous considérons ce point-là très significatif.

(5) Développement autonome

Le service de l'exploitation des périmètres irrigués est celui chargé de la gestion et la maintenance des barrages collinaires construits dans ce projet et de l'organisation des paysans, les grandes interventions sur les B C sont à la charge de BGTH. Vu l'érosion constaté sur le talus du barrage, les fissures sur la crête du barrage, l'effondrement du côté de la pente du canal de l'évacuateur, etc. le budget pour la maintenance et la réhabilitation doit être obtenu pour assurer la stabilité du barrage, même si le bassin de la retenue est probablement envasé.

6. Recommandations

6.1 À propos de la gestion et la maintenance

Au cours de cette étude, des cas où la stabilité des barrages est probablement menacée ont été observés, tels que érosion du talus de barrage, effondrement d'une partie du canal de déversoir, fissures dans la crête du barrage. Les CRDA reconnaissent la plupart de ces anomalies, mais ils n'ont pas encore pris les contre-mesures concrètes.

Les relevés de gestion étant des documents précieux du point de vue de la gestion des ressources en eau pour programmer une bonne exploitation, il est attendu que les prestataires agissent de manière professionnelle et procèdent correctement à la conservation des relevés, au classement et à l'analyse des ces données observées.

Sur les barrages en exploitation, des opérations de base, telles que surveillances périodiques, opération/maintenance et enregistrement/conservation des données relatives à la situation actuelle, sont nécessaires pour préserver les fonctions hydrauliques quotidiennes.

Nous recommandons le contrôle périodique par des techniciens spécialisés capables d'évaluer la sécurité des barrages et ayant les connaissances et l'expérience requises. Actuellement, les techniciens de la DG/BGTH semblent les plus compétents, mais d'abord, la rédaction d'un manuel de contrôle de la sécurité des barrages et d'un manuel de d'entretien des barrages, etc. est souhaitable pour définir les normes de gestion de la sécurité des barrages au Ministère de l'Agriculture.

Nous proposons que le Ministère de l'Agriculture dépêche sur place des techniciens des barrages pour l'évaluation de la sécurité au moins une fois par an, ou en cas de requête du CRDA sur la demande des paysans et assure les fonds conséquents aux CRDA pour qu'elles prennent les mesures qui s'imposent.

6.2 Leçons tirées à partir de l'exécution du projet

(1) Normes d'aménagement appropriées

Des facteurs naturels rendent l'érosion des sols très importante en Tunisie, et la haute priorité doit être accordée à la conservation du bassin versant pour maximiser les effets de la rétention d'eau d'un barrage. Le climat tunisien, et en particulier les précipitations, a la particularité de variations annuelles très importantes, ce qui conduit à une grande instabilité pour l'exploitation agricole. De ce fait, du point de la durabilité et la garantie des ressources en eau, la construction d'un barrage, pour le stockage de l'eau pendant la période où elle est relativement abondante, et son utilisation pendant la saison sèche, est une solution indispensable.

Mais vu l'impact important de l'érosion des sols du bassin versant, et la difficulté de mobiliser un volume d'eau suffisant à cause de la variabilité importantes des précipitations, pour la garantie des ressources en eau par les barrages, à la conception des systèmes d'irrigation à mettre en place, non pas l'installation d'une série d'ouvrages fixes utilisés pour le transfert et la distribution de l'eau à la parcelle, mais des normes d'aménagement diversifié et adapté selon la situation des barrages, par exemple utilisation des groupes motopompe sur chariot mobile ou de réservoirs d'eau à usage commun, sont nécessaires à établir.

(2) Leçons tirées du projet

Lors de la construction des barrages collinaires, nous avons pu conclure un impact important de l'envasement, le projet devait être exécuté en respectant les points ci-dessous pour rentabiliser au maximum le projet de construction des barrages.

- Organisation d'une équipe de gestion et d'exploitation de l'ensemble du projet

Vu de l'historique, la construction des barrages et la progression de la mise en place des systèmes d'irrigation, etc. sont séparés. En supposant une période d'exploitation de barrages limitée, un retard de mise en service du barrage conduit à une perte des bénéfices. Pour éliminer les obstacles à la progression précités, il est recommandé de créer une organisation opérationnelle qui s'occupe de la gestion du projet, y compris les travaux de conservation du bassin versant nécessaires pour prolonger la durée de vie des barrages. En cas de réussite de cette opération, même si des problèmes surviennent tels que l'impact de la sécheresse, une mesure plus flexible aurait été possible pour y remédier.

- Nécessité d'engagement d'un consultant

Dans le « Projet de gestion des ressources en eau », la sélection d'un consultant a été impossible, l'influence de l'absence d'un tel prestataire capable d'assister le maître d'ouvrage, opérer et gérer d'une manière objective et en s'appuyant sur son expérience et ses compétences, le déroulement de l'ensemble du projet est importante.

- Mis à part les conseils fournis aux GDA/paysans en matière d'exploitation agricole, assistance générale, par exemple l'établissement d'un système de financement solide qui permet de concrétiser une gestion de l'eau basée sur la participation des populations locales et de développer une nouvelle gestion agricole

Chapitre 1 Présentation de l'Étude

1.1 Contexte de l'Étude

La République Tunisienne bénéficie d'un climat méditerranéen. La plupart des terres agricoles se situent dans les zones arides ou semi-arides. Les différentes cultures sont fréquemment touchées par la sécheresse. Par contre, certaines années sont pluvieuses, ce qui provoque des inondations. Ainsi, l'agriculture tunisienne connaît des conditions climatiques très difficiles. Pour cette raison, la gestion et la valorisation des ressources en eau sont des objectifs prioritaires de la politique tunisienne en matière de développement. Dans son 9^{ème} Plan quinquennal de développement économique et social (1997-2001), le gouvernement tunisien s'est activement engagé dans le développement des ressources en eau, afin de répondre à la demande croissante des besoins en eau tout en assurant la stabilité des revenus dans le secteur agricole qui joue un rôle important dans le développement du pays, la redynamisation des activités économiques, ainsi que le développement du tourisme et de l'industrie, deux secteurs importants dans l'économie du pays. .

Dans ce cadre, le « Projet de gestion des ressources en eau » (accord de prêt conclu en mars 1999), a été réalisé sur prêt en yens, pour la construction de barrages collinaires et l'aménagement de systèmes d'irrigation sur 22 sites dans 7 gouvernorats du Nord et du Centre de la Tunisie. La pluviométrie dans ces régions est relativement importante. Ce projet sur prêt en yens a pour objectifs la stabilisation de l'approvisionnement en eau des terres agricoles par le biais de la construction de barrages collinaires dans le Nord et le Centre de la Tunisie à précipitations relativement importantes pour augmenter les ressources en eau, améliorer la production agricole et le revenu des agriculteurs, améliorer le cadre de vie aux alentours (contrôle des inondations, évitement des glissements de terre, etc.) via une gestion des bassins versants adaptée (boisement des zones en amont, encadrement pour l'exploitation agricole, etc.).

Cependant, sous l'influence de la sécheresse qui a frappé le pays durant 4 années consécutives (1999-2003), il y a des sites où les travaux d'aménagements de systèmes d'irrigation programmés après la construction de barrages collinaires, n'ont pas été réalisés. Vu la situation, avec la prolongation de 3 ans de la période du prêt en yens accordé en novembre 2006 pour poursuivre le projet, le Commissariat Régional au Développement Agricole (CRDA) du Ministère de l'Agriculture dans chaque gouvernorat a mené une étude de faisabilité dans laquelle a été révisé le plan d'aménagement des systèmes d'irrigation interrompu après la construction des barrages collinaires.

Ensuite, après sa prolongation, cette période d'exécution du prêt s'est terminée en novembre 2009. Cependant, il y avait des sites où seul le barrage était achevé, le système d'irrigation n'étant pas encore aménagé. Les aménagements d'irrigation qui n'ont pas été finis pendant la période d'exécution du prêt devaient être pris en charge par un financement propre du gouvernement tunisien, mais d'après les résultats de l'étude sur la situation actuelle pour ce projet de prêt présentés par le Ministère de l'Agriculture de Tunisie à la JICA en janvier 2012, le volume des eaux des barrages ne représente que

38,22% de ce qui était prévu au départ du projet (6 528 000 m³ au lieu de 17 078 000 m³). Les surfaces irriguées ne représentent que 16,7% (384 ha au lieu de 2 299 ha prévus au départ). Cependant, les raisons véritables de ces écarts n'étant pas connues il n'est pas possible d'élaborer un plan d'amélioration efficace.

1.2 Objectifs de l'Étude

Le présente étude a les 3 objectifs suivants : 1) vérification du plan initial du projet du prêt cité ci-dessus et de sa situation actuelle, 2) Examen de la redéfinition de l'étendue des actions à la charge du gouvernement tunisien après la clôture du prêt en yens, sur la base de la situation actuelle, et 3) Soutien en vue de l'élaboration et de la présentation à la JICA du rapport d'achèvement du projet par l'organisme d'exécution (le Ministère de l'Agriculture).

1.3 Zones cibles de l'Étude

Les 22 sites de 7 gouvernorats indiqués sur le plan de localisation ci-dessous constituent la zone de l'Étude.

Gouvernorat de Siliana :	Mechaiker, Nchem, Meskaya, Erroumi, Zaaroura, Ain Shigaga, Joura, Seja, Ain Melah
Gouvernorat de Kef :	Bou Yagoum, Rouijel
Gouvernorat de Beja :	Labiadh, Slouguia, Kashbar, Sidi Yahia
Gouvernorat de Jendouba :	Samar
Gouvernorat de Nabeul :	Tabouda
Gouvernorat de Zaghouan :	Fgigh, Zangou, Enfidha, Gwisst
Gouvernorat de Sousse :	Breck

1.4 Éléments à étudier

La présente étude a été réalisée sur la base de l'étendue des travaux (S/W) et du procès-verbal des discussions (M/M) convenus avec la partie tunisienne le 12 avril 2013. La portée de cette étude est comme indiqué ci-dessous. Les 22 sites cibles ont tous été étudiés, afin de saisir l'état d'avancement actuel du projet. Des études diverses ont aussi été effectuées pour estimer les durées de vie actuelles et les causes des retards des travaux. Les éléments à étudier sont les suivants.

Éléments à étudier en Tunisie

- Étude hydrologique des bassins versants des barrages (collecte des documents hydrologiques)
- Documents météorologiques des périmètres d'irrigation (collecte des documents météorologiques)
- Mesure de la conductivité électrique (qualité de l'eau des bassins de retenue, qualité de l'eau de captage)
- Étude des systèmes d'irrigation (plans des systèmes d'irrigation, état actuel, données de base, envasement, parties défectueuses, etc.)
- Exploitation (diagnostic), gestion et maintenance (organisation, état de l'exploitation, de la gestion et de la maintenance)
- Exploitations agricoles (surfaces emblavées pour chaque spéculation, récoltes, élevage, mécanisation, etc.)
- Vulgarisation agricole (situation actuelle de la vulgarisation agricole)
- Commercialisation (débouchés des productions agricoles, distribution et transformation des produits, évolution des prix)

Chapitre 2 Comparaison entre le plan initial et la situation actuelle

2.1 Présentation du plan initial du Projet

(1) Objectifs du Projet

Le présent projet a pour objectifs de fournir un approvisionnement en eau stable en Tunisie qui connaît des précipitations très fluctuantes, de développer l'agriculture irriguée en utilisant ces ressources en eau, de faire augmenter la production de blé, d'orge et de viandes, produits qui dépendent encore des importations, et de parvenir ainsi à la sécurité alimentaire du pays. Des améliorations des conditions de vie sont également attendues par le biais de la gestion intégrée du bassin versant, moyennant des travaux de conservation des sols, en particulier le reboisement des environs des sites, la restitution des terrains obtenus en des terrains agricoles.

(2) Présentation du Projet

Présentation de l'ensemble du plan du Projet

Le plan du Projet porte sur la construction de barrages collinaires polyvalents (recharge artificielle des eaux souterraines, irrigation, lutte contre l'inondation, prévention de l'écoulement des terres, etc.) et de canaux principaux pour l'irrigation sur les rivières existant dans chacun des gouvernorats de Siliana (9 sites), Le Kef (2 sites), Beja (4 sites), Zaghouan (4 sites), Sousse (1 site), Jendouba (1 site) et Nabeul (1 site), à savoir dans 22 sites au total dans les régions Nord-Ouest et centrale de la Tunisie. Il vise également à améliorer les conditions de vie de la région aux environs du site par le biais de la bonne gestion du bassin versant (reboisement, dragage des barrages et restitution de la terre obtenue vers les terrains agricoles).

Teneur des travaux de génie civil et des équipements fournis

Construction des barrages collinaires: construction de barrages (22 sites), déversoirs, canalisations et routes d'accès.

Systèmes d'irrigation : station de pompage, canalisations, construction du bassin de retenue.

Termes de référence des services de consultant

- (a) Management global (ensemble du plan, évaluation, etc.)
- (b) Gestion de la construction des barrages (évaluation des études détaillées, contrôle des travaux etc.)
- (c) Gestion des systèmes d'irrigation (évaluation des études détaillée, contrôle des travaux etc.)
- (d) Travaux de support aux organisations (développement organisationnel, encadrement de l'exploitation agricole, encadrement pour exploitation et maintenance, etc.)

(3) Coût du Projet

Le coût initial du Projet est indiqué dans les **Tableaux 2.1 et 2.2.**

(4) Calendrier du Projet

Le calendrier initial du Projet indiqué dans le Procès verbal des discussions est présenté dans la figure ci-dessous.

Tableau 2.1 Décomposition du coût du Projet (en dinars tunisiens)

Rubrique	Activités	Quantités	Unités	Coût Unitéaire (1.000 DT)	Coût (1.000 DT)	Catégorie de coût		Portion JICA	
						Outremer (1.000 DT)	Local (1.000 DT)	JICA (1.000 DT)	JICA %
1	Conservation des ressources en eau (barrage collinaire)	22	Unité	2.060	45.326	18.887	26.439	45.326	100,0
2	Gestion du bassin versant	22	Unité	110	2.428	0	2.428	0	0,0
3	Système d'irrigation								
	(1) Système d'irrigation principal	22	Unité	400	8.808	2.708	6.100	8.808	100,0
	(2) Système d'irrigation sur l'exploitation	22	Unité	123	2.707	763	1.943	0	0,0
4	Acquisition des terrains	22	Unité	88	1.935	0	1.935	0	0,0
5	Étude et Ingénierie	1	Unité	600	600	0	600	0	0,0
6	Logistique renforcée pour l'exploitation et la maintenance	1	Unité	1.276	1.276	1.103	173	1.276	100,0
	Sous-total				63.080	23.461	39.619	55.410	87,8
7	Coût administratif (2,5 % du sous-total)	2,5	%	63.080	1.577	0	1.577	0	0,0
8	Coût de services de consulting	1	LS	6.518	6.518	1.023	5.495	6.518	100,0
9	TVA (18% : Rubrique 1, 2, 3 et 6)	18,0	%	60.544	10.898	0	10.898	0	0,0
10	TVA (10% : Rubrique 5 et 8)	10,0	%	7.118	712	0	712	0	0,0
11	Droits à l'importation (5% Rubrique 6 F/C)	5,0	%	1.103	55	0	55	0	0,0
	Grand total (Chiffre arrondi)				82.840	24.484	58.356	61.928	74,8

Source: Procès verbal des discussions, Annexe 2, Juillet 1998

Tableau 2.2 Coût du Projet (en yens japonais)

Rubriques	Devises		Monnaie locale		Total	
	millions	¥	millions	¥	millions	¥
Coût de construction	2.404		3.454		5.858	
Services de consulting	119		637		756	
Montant de réserve	228		343		570	
Équipements de fermes	89		225		314	
Coût de l'étude (D/D)	0		70		70	
Coût de gestion du bassin versant	0		282		282	
Coût d'acquisition des terrains, etc.	0		224		224	
Coût de gestion	0		183		183	
Taxes, etc.	0		1.351		1.351	
	2.840		6.769		9.608	

Source : Projet mémorandum (décembre 2001)

Rubrique	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1. Signature de l'Accord de Prêt	★					
2. Procédure de la passation de marchés						
3. Travaux principaux						
4. Services de consulting						

Figure 2.1 Calendrier initial du Projet

(5) Organisation pour l'exécution du Projet

L'organisme en charge de l'exécution du Projet est la Direction Générale des Barrages et des Grands Travaux Hydrauliques (DG/BGTH) du Ministère de l'Agriculture, qui dispose d'un personnel d'environ 600 agents au total (ingénieurs, experts en géologie, etc.). Les organismes responsables du Projet sont la Direction générale des barrages et des Grands Travaux Hydrauliques du Ministère de l'Agriculture (construction des barrages) et les Commissariats Régionaux au Développement Agricole (CRDA) sous la tutelle de ce même Ministère, et qui ont des effectifs d'environ 600 agents. La Direction Générale du Génie Rural et de l'exploitation des Eaux du Ministère de l'Agriculture qui est responsable des travaux d'aménagement des systèmes d'irrigation à l'échelle centrale est dotée d'un personnel de 150 à 200 agents, ingénieurs, experts en gestion agricole et experts en géologie. Étant donné que le Projet porte sur des travaux qui se subdivisent en deux catégories, un Bureau de gestion formé du personnel du Ministère de l'Agriculture et du personnel du Consultant embauché a été établi au sein du Ministère de l'Agriculture afin d'assurer une liaison efficace pour les travaux et de fournir le soutien nécessaire à la bonne exécution du Projet.

2.2 Situation actuelle dans chaque périmètre et différence avec l'étendue initiale des travaux

(1) Calendrier de l'ensemble du projet

Le plan initial et les résultats selon le calendrier de l'ensemble du projet sont indiqués dans la **Figure 2.1**.

Après l'entrée en vigueur de l'Accord de Prêt en novembre 1999, les travaux ont commencé à partir de l'an 2000. Il était prévu au départ que les travaux se termineraient en 2004 (PV) et la date de la période du prêt avait été fixée au 12 novembre 2006. Toutefois, le plan d'aménagement des systèmes d'irrigation a été révisé et le Projet a pris du retard, nécessitant la prolongation de la période de prêt jusqu'au 12 novembre 2009. Par la suite, le Projet n'a pas pu être achevé jusqu'à la date de la période du prêt et après cette date, le Projet s'est poursuivi à la charge du gouvernement tunisien et a été achevé avec la fin de l'aménagement du système d'irrigation du périmètre de Zangou en Octobre 2013.

La DG/BGTH est responsable de la construction des barrages, elle a établi des CEP (Cellule d'exécution du Projet) et le plan initial prévoyait au départ la construction de 22 barrages entre 2000 et 2001. 11 barrages ont été construits en 2001, 7 en 2002, 1 en 2003, 1 autre en 2004 et 2 en 2005, et la construction de la totalité des barrages ont été achevés en 2005. Les PIU de la DG/BGTH ont été dispersés lorsque les travaux de construction des barrages se sont terminés.

Des travaux de conservation des sols par reboisement avaient été prévus dans le plan initial avant la construction des barrages mais ils n'ont été effectués que dans un petit nombre de périmètres.

La construction des réseaux d'irrigation avait été prévue entre 2001 et 2002 après la construction des barrages mais le plan d'irrigation a dû être révisé en raison de la sécheresse entre autres et une étude de faisabilité sur les systèmes d'irrigation a été menée dans chacun des gouvernorats. La construction de ces réseaux d'irrigation a donc été retardée et n'a pas pu correspondre à la période du prêt. Son exécution a donc dû être reportée et elle a été prise en charge par le gouvernement tunisien mais la construction n'a pu avoir lieu qu'à BE-5 Sidi Yahia en 2001 et à ZA-2 Zangou en 2013.

La mise en place des installations à la parcelle du système d'irrigation avait été prévue après la construction des réseaux d'irrigation, et elle n'a pu avoir lieu que dans un seul périmètre.

La fourniture des matériels et équipements avait été également prévue en 2000 mais comme la passation de marchés par le consultant du projet n'a pas été effectuée et que les PIU de la CRDA n'ont pas été mis en place, elle n'a pas pu être réalisée.

Le consultant devait fournir des services de consultant pour le Projet de l'an 2000 à 2004 mais il n'a pas été embauché à ce moment-là. Un consultant (ci-après dénommé Consultant E/F) a été embauché entre 2007 et 2009 pour l'étude de faisabilité du plan d'aménagement de l'irrigation dans les sites de chaque gouvernorat.

(2) Plan et résultats des coûts du projet

Le plan initial et les résultats des coûts du projet sont indiqués dans le **Tableau 2.3**.

Les coûts ont été considérablement réduits, car les systèmes d'irrigation n'ont pas pu être dûment aménagés en raison de la révision du plan d'irrigation et car le consultant chargé de la gestion du projet n'a pas été embauché.

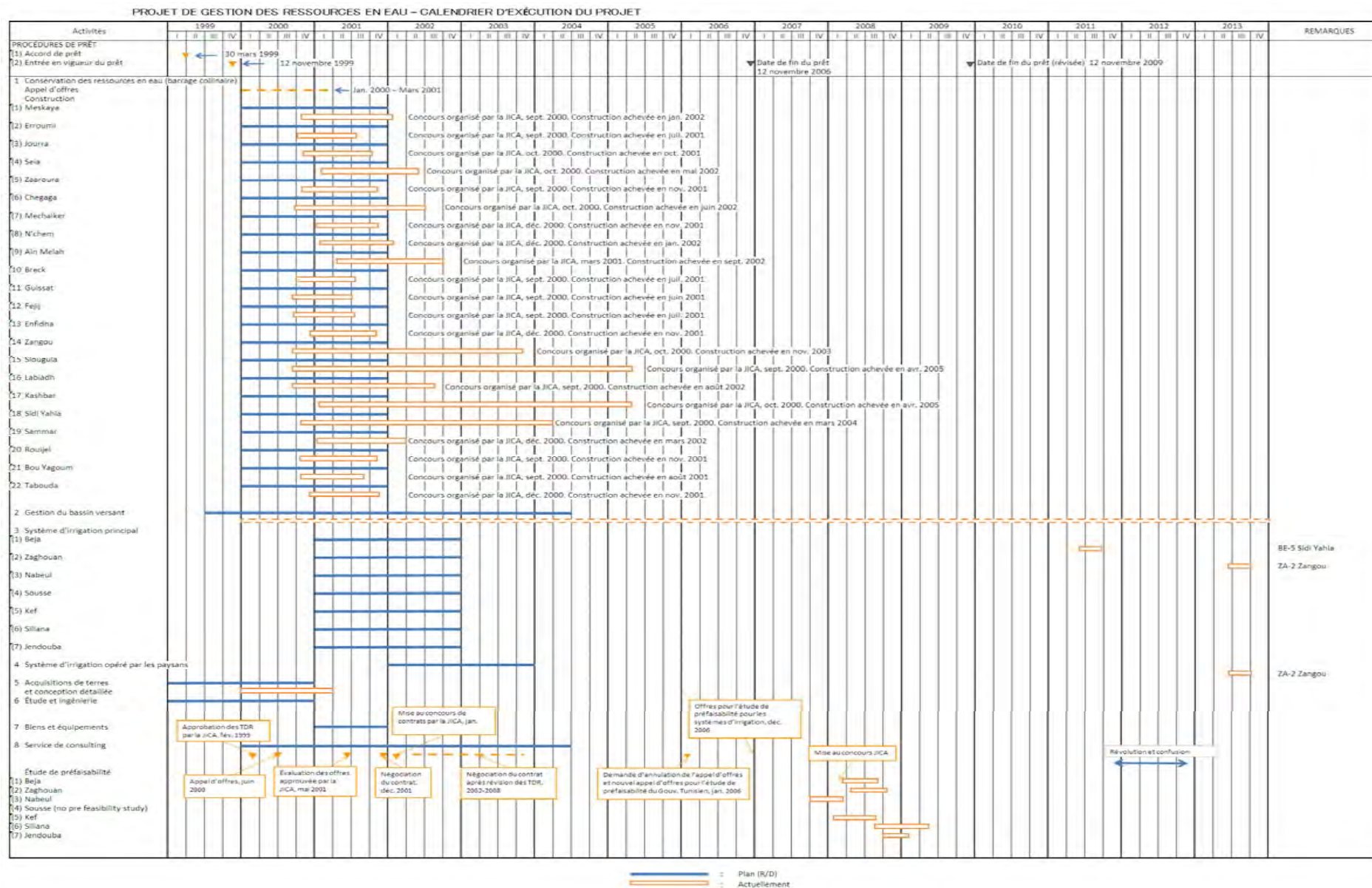


Figure 2.2 Plan d'exécution du calendrier de l'ensemble du projet et résultats

Source: Mission SAPS

Tableau 2.3 Plan initial et résultats des coûts du projet

Rubriques		Coût				Remarques	
		JICA		Gouvernement tunisien			
		P/V (1000TD)	Actuellement (1000TD)	Actuellement (Yen)	P/V		Actuellement
1	Conservation des ressources en eau (barrage collinaire)	45.326,000	29.180,243	2.522.262.655	0,000	0,000	
(1)	Meskaya		1.600,811	139.032.872			achevé en 2002
(2)	Erroumi		1.334,637	113.663.964			achevé en 2001
(3)	Jourra		502,338	42.130.822			achevé en 2001
(4)	Seia		1.141,363	99.922.483			achevé en 2002
(5)	Zaaroura		1.696,763	145.229.858			achevé en 2001
(6)	Chegaga		1.602,233	139.101.018			achevé en 2002
(7)	M'cheker		1.959,317	169.372.457			achevé en 2001
(8)	N'chem		1.905,792	169.284.302			achevé en 2002
(9)	Ain Melah		666,180	56.579.887			achevé en 2002
(10)	Breck		1.332,672	111.680.838			achevé en 2001
(11)	Guissat		691,019	57.812.228			achevé en 2001
(12)	Fejj		721,508	60.045.150			achevé en 2001
(13)	Enfidha		1.399,695	119.203.461			achevé en 2001
(14)	Zangou		1.817,387	159.117.329			achevé en 2003
(15)	Slouguia		1.111,927	95.509.845			achevé en 2005
(16)	Labiadh		728,858	62.600.024			achevé en 2002
(17)	Kachbar		2.199,871	192.625.979			achevé en 2005
(18)	Sidi Yahia		1.530,368	136.604.841			achevé en 2004
(19)	Sammar		1.211,791	104.972.378			achevé en 2002
(20)	Rouijel		1.170,397	99.836.428			achevé en 2001
(21)	Bou Yagoum		1.905,488	166.449.804			achevé en 2001
(22)	Tabouda		949,826	81.486.687			achevé en 2001
2	Gestion du bassin versant 22 sites	0,000	0,000	0	2.428,000	7.673,300	
3	Système d'Irrigation principal 22 sites	8.808,000	0,000	0	0,000	1.167,000	
4	Système d'irrigation opéré par les p 22 sites	0,000	0,000	0	2.707,000	70,000	
5	Acquisition de terres et conception d 22 sites	0,000	0,000	0	1.935,000		
6	Étude et ingénierie	0,000	0,000	0	600,000	0,000	
7	Biens et équipements	1.276,000	0,000	0	0,000	0,000	
8	Frais administratifs	0,000	0,000	0	1.577,000	952,264	2,50%
9	Services de consulting	6.518,000	242,963	17.930.193	0,000	0,000	
9-1	Gestion du projet totale	6.518,000	0,000		0,000	0,000	non employé
9-2	Étude de faisabilité (1) - (7)		242,963	17.930.193	0,000	0,000	achevé en 2007-2009
(1)	Beja		59,965		0,000		Slouguia, Kashbar, Sidi Yahia
(2)	Zaghouan		52,627		0,000		Fgigh, Zangou, Enfidha
(3)	Nabeul		39,611		0,000		Tabouda
(4)	Sousse		0,000		0,000		-
(5)	Kef		22,682		0,000		Bouyagoum, Ruijel
(6)	Siliana		57,468		0,000		Joura, Mechaiker, Meskaya, Zaaroura, Shigaga, Seja
(7)	Jendouba		10,610		0,000		Sammar
10	TVA (18% pour les rubriques 1,2,3,4,7)	0,000	0,000	0	10.898,100	6.856,298	
11	TVA (10% pour les rubriques 6,9)	0,000	0,000	0	711,800	20,986	
12	Taxe d'importation (5% pour la rubrique 7 F/C)	0,000	0,000	0	55,150	0,000	
	GRAND TOTAL	61.928,000	29.423,206	2.540.192.848	20.912,050	16.739,847	

(3) Plan initial et résultats dans chacun des périmètres

Le **Tableau 2.4** indique le plan initial et les résultats dans chacun des périmètres.

Tableau 2.4 Plan initial et résultats dans chacun des périmètres

PROJET DE GESTION DES RESSOURCES EN EAU (TSP-17)																				
Proposé et réel																				
	1.Superficie irriguée (ha)		2. Conservation des ressources en eau (barrage collinaire)		3. Gestion du bassin versant (ha)		4. Station de pompage (kW)		5. Pompe de groupe (jeu)		6. Bassin de régulation (m³)		7. Canalisation d' alimentation (m)		8. Canalisation de distribution (m)		9. Système d' irrigation opéré par les paysans (ha)		Remarques	
	Proposé	Actual	Proposé	Réel	Proposé	Réel	Proposé	Réel	Proposé	Réel	Proposé	Réel	Proposé	Réel	Proposé	Réel	Proposé	Réel		
	Tous achevés																			
NA-1 Tabouda	80,2	1,0			novembre-01	140	0	30	Néant	0	0	10	Néant	280	0	5.490	0	50	0	
	coût 1.000TD																			
BE-2 Labiaah	94,4	0,0			août-02	140	1.128	33	Néant	0	0	10	Néant	400	0	3.720	0	94	0	
	coût 1.000TD																			
BE-3 Slougia	223,3	2,0			avril-05	140	2.100	175	Néant	0	0	20	Néant	700	0	7.050	0	223	0	
	coût 1.000TD																			
BE-4 Kashbar	357,4	47,0			avril-05	140	1.128	38	Néant	0	0	10	Néant	750	0	11.000	0	357	0	
	coût 1.000TD																			
BE-5 Sidi Yahia	94,6	0,0			mars-04	140	1.184	53	80	0	0	35	500	500	674	2.250	6.945	95	0	
	coût 1.000TD																			
JE-1 Sammar	76,9	75,0			mars-02	140	2008	Néant	Néant	0	0	Néant	Néant	Néant	Néant	2.500	0	77	0	
	coût 1.000TD																			
KE-1 Bou Vagoum	134,0	18,5			août-01	140	500	145	Néant	0	0	20	Néant	2.200	0	5.330	0	134	0	
	coût 1.000TD																			
KE-2 Houjel	111,6	0,0			novembre-01	140	0	30	Néant	0	0	50	Néant	850	0	3.070	0	114	0	
	coût 1.000TD																			
SI-2 Mechaker	90,8	42,0			novembre-01	140	0	Néant	Néant	5	0	Néant	Néant	Néant	Néant	12.000	0	91	0	
	coût 1.000TD																			
SI-3 N'chem	80,5	30,0			janvier-02	140	0	Néant	Néant	7	5	Néant	Néant	Néant	Néant	9.450	0	81	0	
	coût 1.000TD																			
SI-4 Meskaya	83,8	7,0			janvier-02	140	0	55+3	Néant	0	4	10	Néant	900	0	7.800	0	84	0	
	coût 1.000TD																			
SI-5 Errouml	43,3	12,0			juillet-01	140	0	35	Néant	0	0	10	Néant	600	0	1.650	0	43	0	
	coût 1.000TD																			
SI-6 Zaourra	191,2	0,0			novembre-01	140	0	90+20	Néant	0	0	20+18	Néant	1.700	0	9.000	0	191	0	
	coût 1.000TD																			
SI-8 Shigaga	158,3	27,0			juin-02	140	0	42	Néant	8	4	15	Néant	1.700	0	8.750	0	158	0	
	coût 1.000TD																			
SI-10 Jourra	28,7	49,0			octobre-01	140	0	Néant	Néant	0	1	10	Néant	200	0	4.500	0	29	0	
	coût 1.000TD																			
SI-11 Sela	81,7	0,0			mai-02	140	0	87+3	Néant	0	0	15	Néant	1.200	0	4.700	0	82	0	
	coût 1.000TD																			
SI-12 Ain Melah	72,3	43,0			septembre-02	140	0	Néant	Néant	9	0	10	Néant	Néant	Néant	12.000	0	72	0	
	coût 1.000TD																			
ZA-1 Fajji	39,1	0,0			juillet-01	140	20	29	Néant	0	5	15	Néant	150	0	2.250	0	39	0	
	coût 1.000TD																			
ZA-2 Zangou	67,5	110,0			novembre-03	140	70	55	Néant	0	0	Néant	Néant	400	0	1.300	3.266	68	80	
	coût 1.000TD																			
ZA-3 Enfidha	28,5	83,0			novembre-01	140	15	50	Néant	0	0	Néant	Néant	300	0	850	0	29	0	
	coût 1.000TD																			
ZA-4 Guissat	27,8	54,0			juin-01	140		33	Néant	0	0	10	Néant	600	0	1.550	5.000	28	0	
	coût 1.000TD																			
SO-1 Breck	130,5	20,0			juillet-01	140		41	Néant	0	0	15	Néant	900	0	2.890	0	131	0	
	coût 1.000TD																			
Total	2.298,4	620,5				3.080,0	6.165,0			29,0	19,0		14.330	673,6	119.100	15.211	2.270	80		
	coût 1.000TD																			

1) Barrages collinaires

La construction de la totalité des 22 barrages s'est achevée en 2005, avec 11 barrages en 2001, 7 barrages en 2002, 1 barrage en 2003 et 1 barrage en 2004 ainsi que 2 barrages en 2005. Toutefois, SI-6 Zaaroura est déjà complètement envasé et SI-11 Seja et ZA-1 Fgigh sont, également, quasi-bouchés par le sable. L'envasement progresse donc considérablement plus rapide que prévu, ce qui influence également le système d'irrigation.

Pour pratiquement la totalité des barrages, la partie d'écoulement rapide du déversoir a été profondément érodée en raison du passage de l'eau. En outre, de grandes fissures ont été relevées dans la crête de 3 barrages, ceux de ZA-1 Fgigh, BE-5 Kashbar et SI-12 Ain Melah, alors qu'une érosion en ravin¹ est apparue à la surface en aval du barrage à SO-1 Breck. Il sera nécessaire de mener une étude afin de confirmer la sécurité de la situation actuelle de ces barrages.

Dans la plupart des barrages, une petite irrigation a lieu en pompant directement à partir du bassin de retenue.

2) Réseaux d'irrigation

Une station de pompage, un bassin de régulation et des canalisations de transfert d'eau étaient prévus en tant que réseaux d'irrigation dans 17 périmètres mais ces installations n'ont pu être construites qu'à BE-5 Sidi Yahia et ZA-2 Zangou. Toutefois, la station de pompage et le bassin de régulation n'ont pas été aménagés à ZA-2 Zangou et les canalisations sont de type à gravité, par connexion à partir du déversoir de décharge. En outre, ZA-4 Gwissat a été construite avec une aide de l'UE et des canalisations ont été posées à partir du déversoir de décharge par une entreprise privée à JE-1 Samar, en vue de leur utilisation pour l'irrigation.

La fourniture de petites pompes était prévue au départ dans 5 périmètres avec deux types de pompage, l'un effectué directement par les pompes à partir du bassin de retenue et l'autre effectué par les pompes après la construction d'un bassin de régulation en aval. Aucune pompe n'a été fournie avec un prêt de la JICA mais le gouvernement de Tunisie en a accordé 24 grâce à son budget.

Une superficie totale d'irrigation de 2.300 ha était prévue dans le plan initial mais seuls 620 ha sont irrigués actuellement.

¹ Érosion en ravine : Phénomène d'érosion dans lequel les pluies provoquent le ruissellement des parties en creux sur les versants aux sols peu solides et forment des sillons appelés ravines. Ces ravines se développent encore car les pluies ultérieures ruissellent de manière concentrée à l'intérieur de ces sillons qui deviennent de plus en plus grands et profonds, avec effondrement des deux parois et creusement du fond.

3) Équipements du système d'irrigation

La mise en place de sprinklers (système d'arrosage automatique) avait été prévue sur 2.270 ha en tant qu'installations à la parcelle du système d'irrigation mais ces appareils n'ont été installés que sur 18,5 ha à ZA-2 Zangou et 20 ha à ZA-4 Gwissat dans le cadre du projet. Actuellement les agriculteurs pratiquant l'irrigation ont recours à des sprinklers qu'ils ont installés eux-mêmes ou à l'irrigation goutte à goutte.

4) Travaux de conservation des sols

Les travaux de conservation des sols, à savoir reboisement, terrassement, banquettes, seuils en gabions, bassins de rétention, prévus initialement sur 140 ha en moyenne par périmètre, avec un total de 3.080 ha, n'ont été exécutés que sur 6.165 ha. Dans le gouvernorat de Siliana, ces travaux n'ont quasiment pas été réalisés alors qu'ils ont été largement exécutés dans le gouvernorat de Beja. Toutefois, dans le cas du gouvernorat de Beja, ces travaux ont été mis en œuvre sur de grandes unités de bassins incluant les sites du présent projet.

5) Fourniture des matériels et équipements

Les matériels et équipements devaient être fournis à l'origine à la CRDA de Siliana pour les barrages et pour la gestion et maintenance des installations d'irrigation mais l'emploi du consultant du projet ayant pris du retard, et du fait que les PIU de la CRDA n'ont pu être établis en raison de la nécessité de révision du plan d'aménagement de l'irrigation, les travaux de fourniture n'ont pas pu progresser.

2.3 Plan du service de consulting et résultats

(1) Plan initial

Le contenu du service de consulting est le suivant.

- 1) Gestion globale du projet
Assistance apportée à la DG/BGTH pour la préparation du plan d'exécution du projet, la mise en œuvre de l'ensemble du projet et l'établissement de la conception etc.
- 2) Contrôle des travaux de construction des barrages collinaires
Assistance apportée à la DG/BGTH pour l'établissement des études détaillées, l'élaboration du dossier d'appel d'offres, l'étude géologique, la gestion d'exécution des travaux, etc.
- 3) Contrôle des travaux d'aménagement des systèmes d'irrigation
Assistance apportée aux CRDA pour la préparation du plan d'exécution, l'établissement des études détaillées, l'élaboration du dossier d'appel d'offres, l'exploitation agricole, la gestion d'exécution des travaux, etc.
- 4) Développement de l'organisation

Assistance apportée aux CRDA pour le développement de l'organisation, la création d'associations agricoles. Assistance apportée aux CRDA et aux associations agricoles pour le contrôle du système d'irrigation, l'exploitation agricole, la conservation des sols, l'opération, la gestion et la maintenance des équipements d'irrigation, etc.

(2) Historique

Accord de prêt: 30 mars 1999

Période du prêt en yens : 12 novembre 1999 – 12 novembre 2009 (12 novembre 2006 avant prolongation)

Février 2000 :	Accord avec la JICA sur le dossier d'appel d'offres du service de consulting
Mai 2000 :	Appel d'offres pour le service de consulting
Mai 2001 :	Accord avec la JICA sur l'évaluation des offres
Janvier 2002 :	Accord avec la JICA sur le contrat des services de consultant
Janvier 2006 :	Requête du gouvernement Tunisie pour ce qui suit à la JICA. Et l'élimination du contrat de conseil a décidé en 2002 Sélection des consultants pour effectuer l'enquête l'étude de faisabilité pour la construction des installations d'irrigation
Février 2006	JICA consentement à la sélection d'un consultant pour réaliser une étude de faisabilité
Novembre 2006 :	Limite du prêt avant révision
Décembre 2006 :	Appel d'offres pour l'étude de faisabilité (6 packages) du système d'irrigation
Juillet 2007 – avril 2009 :	Exécution de l'étude de faisabilité du système d'irrigation
12 novembre 2009 :	Clôture du prêt

Initialement, le service de consulting a eu une forme bilatérale de prêt en yens. Des invitations ont été envoyées à 3 entreprises japonaises, mais il n'y a pas eu de propositions. De ce fait, l'appel d'offres incluant le bureau de conseil local a été adopté, et le Groupe SCET/STUDI s'est classé 1^{er} aux évaluations, la négociation du contrat s'est achevée en décembre 2001, et a été accepté par la JICA en janvier 2002. C'est la raison pour laquelle le service de consulting dont le commencement avait été prévu en janvier 2000 a pris du retard.

Les appels d'offres concernant les travaux de construction des barrages collinaires ont eu lieu de juin 2000 à mars 2001, les travaux de construction ont commencé en septembre 2000, et en 2001, les travaux de 11 barrages ont été achevés, et à la fin 2002, les travaux de 18 barrages ont

été terminés. Pour cette raison, une révision du contrat de service de consulting a été nécessaire car son TDR ne correspondait plus à la réalité. Des négociations sur la révision du TDR ont eu lieu en 2002, et une nouvelle révision a été négociée en 2003. Le contenu principal du TDR révisé est comme suit.

- 1) Étude concernant l'aménagement de 22 systèmes d'irrigation, élaboration du dossier d'appel d'offres pour les travaux de construction des ouvrages hydrauliques, et sensibilisation et formation des groupes d'agriculteurs
- 2) Soutien technique des CRDA pour le contrôle des travaux de construction des ouvrages hydrauliques
- 3) Soutien technique pour la création des groupes d'agriculteurs et pour l'opération, la gestion et la maintenance des barrages et systèmes d'irrigation par les groupes d'agriculteurs

La Tunisie a subi des sécheresses pendant 4 années successives (1999-2003), et suffisamment d'eau n'a pas pu être assurée sur pratiquement tous les barrages. Le changement climatique actuel laisse craindre que l'obtention d'un volume d'eau stable soit difficile ; de plus, un envasement supérieur aux prévisions a été observé sur certains barrages, et la révision du système d'irrigation actuel à installations fixes, telles que stations de pompage et canalisations, est devenue nécessaire. De ce fait, en janvier 2006, le gouvernement tunisien a provisoirement annulé le contrat de service de consulting convenu en février 2002, et a déposé une nouvelle requête auprès de la JICA en sollicitant la mise en œuvre d'une étude de faisabilité portant sur la construction de nouveaux systèmes d'irrigation dans chaque gouvernorat, ce que la JICA a accepté.

Pendant ce temps, les barrages ont principalement été utilisés par des particuliers, par pompage avec un groupe motopompe directement dans le bassin de retenue.

Les TDR de l'étude de faisabilité est comme suit.

- 1) Étude du volume d'eau disponible, étude d'envasement, études des possibilités d'irrigation sur la base de l'étude de la qualité de l'eau et méthode d'irrigation la mieux adaptée.
- 2) Étude des conditions naturelles, des conditions sociales et de l'exploitation agricole
- 3) Établissement du programme des systèmes d'irrigation les mieux adaptés
- 4) Études détaillées et élaboration du dossier d'appel d'offres pour l'aménagement des systèmes d'irrigation.
- 5) Analyse financière, étude du prix de l'eau

- 6) Analyse économique
- 7) Tenue des ateliers de construction des ouvrages pour les agriculteurs, des formations vis-à-vis des agriculteurs en matière d'opération, de gestion et de maintenance

Ces études se sont déroulées jusqu' au mois d'avril 2009. Sur la base de leurs résultats, la construction des systèmes d'irrigation a commencé sur le site de NA-1 Tabouda du gouvernorat de Nabeul, mais les travaux n'ayant pas pu démarrer pendant la période du prêt en yens, ils ont été suspendus, suite aux événements de la révolution, et n'ont pas repris. Sur le site de BE-5 Sidi Yahia du gouvernorat de Beja et celui de ZA-2 Zangou du gouvernorat de Zaghouan, après l'arrivée du terme du délai du prêt en yens, les systèmes d'irrigation ont été aménagés par le budget du gouvernement tunisien.

(3) Influence de l'absence du consultant du projet

Le consultant du projet n'a finalement pas été embauché en raison du contexte expliqué ci-dessus et le projet a été exécuté en l'absence d'un consultant.

Étant donné que la répartition des rôles était clairement définie entre la DG/BGTH chargée de la construction des barrages et la DG/GREE et les différents CRDA chargés des systèmes d'irrigation et des travaux de conservation des sols, une des principales fonctions du consultant du projet était d'assurer la harmonisation entre ces organismes et de faire progresser uniformément les travaux. Cependant, en raison de l'absence du consultant du projet, seule la construction des barrages a pris une avance considérable, l'aménagement des systèmes d'irrigation a pris du retard et la fourniture des matériels et équipements pour la gestion et maintenance qui était sous la responsabilité des CRDA n'a pas eu lieu.

La présence d'un consultant ayant de bonnes connaissances sur les projets de prêts en yens japonais peut être considérée comme indispensable afin d'assurer la bonne exécution du projet.

Chapitre 3 Contexte et analyse de la différence entre le plan et l'exécution du Projet

3.1 Étude des conditions météorologiques

(1) Généralités

Le Nord de la Tunisie se situe à 38° de latitude Nord, mais donnant sur la Mer Méditerranée, le climat de la région est typiquement méditerranéen.

L'été est sec, et l'hiver est doux avec des pluies relativement abondantes. Le Sud de la Tunisie correspondant à la limite Nord du Désert du Sahara, il est influencé en été par les vents saisonniers soufflant de ce désert.

Le relief est varié : dans la partie Nord-Ouest, la chaîne de l'Atlas constituant la partie la plus élevée du pays, à partir de laquelle l'altitude diminue jusqu'à de vastes terres basses en allant vers le Sud et l'Est.

Dans l'Annuaire pluviométrique, le pays est réparti en 6 zones au total, d'abord en 3 zones en latitude : Nord, Centre et Sud, subdivisées chacune en Ouest et Est. Les sites des barrages collinaires cibles de cette étude sont localisés dans 7 gouvernorats, appartenant aux zones cités ci-dessous.

Zonage de l'Annuaire pluviométrique

Zonage	Sites des barrages collinaires
Nord-ouest	Jendouba, Beja, Kef, Siliana
Nord-est	Nebeul, Zaghouan
Centre-est	Sousse

Source : "ANNUAIRE PLUVIOMÉTRIQUE DE TUNISIE", REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

La **Figure 3.1** est une carte de la répartition pluviométrique établie à partir des moyennes des précipitations annuelles des 50 dernières années. Grosso modo, les précipitations augmentent en allant du Sud vers le Nord, et sont les plus importantes dans la zone littorale du gouvernorat de Jendouba au Nord-Ouest.

De ce fait, l'année hydrologique va du mois de septembre au mois d'août de l'année suivante. Les observations de 2012 ont donc eu lieu de septembre 2012 à août 2013.

Le site de SO-1 Breck, gouvernorat de Sousse, se situe dans la zone centre-Est, mais se trouvant le plus au Nord dans la zone centrale, les précipitations annuelles y sont d'environ 400 à 600 mm (voir figure).

Les précipitations annuelles moyennes sont aussi calculées pour chacune de ces 6 zones dans l'Annuaire pluviométrique. La carte des changements pluviométriques a été établie en recourant à ces données. (Voir la **Figure 3.2.**)

Cette carte montre que l'influence des précipitations est importante dans les différences entre les régions Est-Ouest et Nord-Sud, et des pluies faibles continues en 1999.

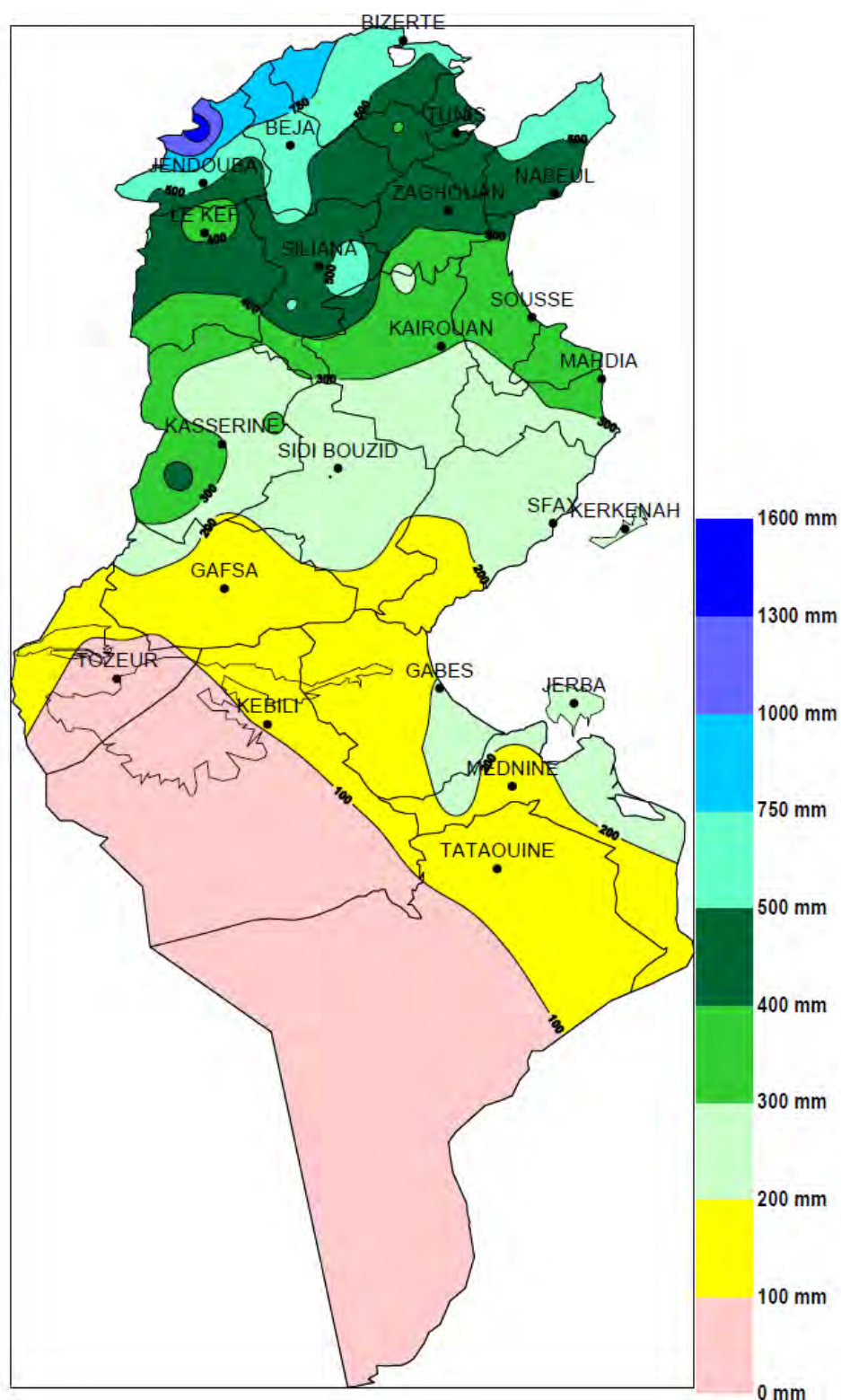


Figure 3.1 Répartition des précipitations annuelles pendant 50 ans

Source: "ANNUAIRE PLUVIOMÉTRIQUE DE TUNISIE 2008-2009", REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

Nous avons essayé de collecter des données relativement récentes pour chaque périmètre, mais des relevés sont manquants, la collecte a été impossible pour beaucoup d'années, ce qui fait perdre un peu de fiabilité aux données.

Pour les données de la station d'observation Haouaria du gouvernorat de Nabeul, des documents d'observation sur une longue période sont présentés dans le rapport au moment de l'Étude de faisabilité, comme indiqué ailleurs. Pour les valeurs d'observation de 2005, il y a des différences entre les valeurs d'observation disponibles dans les documents de l'Étude de faisabilité et celles collectées dans cette mission, ce qui fait penser que les stations d'observation sont différentes, et c'est pourquoi il a été décidé de ne pas les combiner.

Les valeurs d'observation de toutes les stations d'observation sont basses en 2007, ce qui montre une année de sécheresse.

La colonne SAPROF ci-dessus indique les précipitations annuelles moyennes estimées au moment du SAPROF. Comparées aux moyennes des valeurs d'observation des années récentes, il n'y a pas de tendance claire supérieur/inférieur par zone par rapport à la valeur au moment du SAPROF. Mais les résultats de la présente étude ont un peu plus d'avantages, étant un peu inférieurs aux valeurs du moment du SAPROF.

(ii) Étude de la tendance à long terme des précipitations

Des documents ont été collectés en vue de saisir la tendance à long terme des précipitations, et des données ont pu être obtenues pour les deux emplacements suivants. L'un est à Haouaria, situé dans la zone côtière à l'extrême Ouest du périmètre concerné, et l'autre à la Cellule Territoriale de Vulgarisation (CTV) de Fahs, dans le gouvernorat de Zanghouan, située pratiquement au centre du périmètre concerné.

Relevés pluviométriques à long terme obtenus

Station d'observation	Emplacement d'observation	Période d'observation	Source
Haouaria	Tabouda du gouvernorat de NABEUL	1966 à 2005 (40 ans)	Rapport de l'étude de faisabilité portant sur la construction des systèmes d'irrigation
CTV Fahs	Gouvernorat de Zanghouan	1995 à 2011 (17 ans)	Source de données: CTV de Fahs

À partir des valeurs moyennes des précipitations mensuelles pendant la période d'observation, nous avons établi la **Figure 3.3** en mettant en ordre la répartition annuelle des précipitations à Haouaria, et il est évident que les précipitations de 6 mois (avril à septembre) étaient inférieures à la moyenne. De même, comme le montre la **Figure 3.5** (Précipitations annuelles de Fahs), les précipitations ont été réduites de mai à août. De plus, le pic des précipitations étant en novembre pour Haouaria et en janvier pour Fahs, cela permet de dégager une même particularité, à savoir des précipitations très faibles en été et abondantes en hiver.

Si l'on considère les précipitations de novembre dans les données d'observation de Haouaria qui sont présentées dans le **Tableau 3.2**, le maximum est de 557 mm/mois (1976) et le minimum de 1 mm/mois (1973), ce qui fait une grande différence de 556 mm. Pour les précipitations annuelles aussi, le maximum est de 1.981 mm/an (1995) et le minimum de 48 mm/an (1987), ce qui fait aussi une énorme différence de 1.933 mm, et permet de dégager la particularité de variations pluviométriques importantes selon les années.

La même tendance est visible pour la CTV de Fahs du **Tableau 3.3**. Dans ce périmètre, les précipitations ne sont pas stables : selon les années, il ne pleut plus, ou bien très peu même pendant la saison des pluies.

(iii) **Précipitations pendant la période influant sur l'avancement du projet**

La **Figure 3.4** indique les variations des précipitations annuelles à Haouaria. 501 mm de pluies sont tombés en février 1995, et les précipitations annuelles ont été anormalement élevées de 1981 mm. Mais de septembre 1996 à septembre 2002, elles ont été inférieures aux 425 mm de la moyenne des précipitations sur 40 ans. Ce phénomène de faibles précipitations en continu sur une période aussi longue n'apparaît nulle part ailleurs dans les relevés sur 40 ans. En particulier, les précipitations annuelles ont été de seulement 55 mm en 2001, autrement dit d' $\frac{1}{8}$ ^{ème} des précipitations moyennes de 425 mm, ce qui montre que la sécheresse a sévi en continu.

De même, la situation à Fahs, indiquée sur la **Figure 3.6**, montre des précipitations au-dessous des précipitations annuelles moyennes de 1999 à 2001, et il n'y a pas eu d'autre période où les précipitations ont été basses en continu sur la plage des données d'observation obtenues.

Sur la base des constatations ci-dessus, concernant les sécheresses successives, on peut penser sur le contexte qui a fait hésiter les agriculteurs à faire un investissement pour un projet d'aménagement d'irrigation.

Si l'on a recours à la comparaison des précipitations moyennes à long terme ayant pour cible vers les années 95, mis à part de l'année 1995 elle-même où les précipitations ont été anormales, on peut remarquer que les précipitations ont diminué ces dernières années à Haouaria.

Comme l'indique la **Figure 3.6**, à Fahs également, l'analyse par régression montre une tendance à des précipitations de plus en plus réduites ces dernières années.

Tableau 3.2 Précipitations mensuelles à Haouaria

Années	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Total	Rang en ordre descendant
1966 – 1967	11	19	25	9	12	22	6	8	6	0	0	0	118	6
1967 – 1968	19	19	17	36	21	22	10	6	12	0	0	0	162	11
1968 – 1969	0	2	21	25	21	19	14	6	10	0	1	3	124	9
1969 – 1970	41	81	9	128	58	24	33	12	19	5	0	0	410	27
1970 – 1971	3	7	11	28	17	40	2	5	1	1	0	0	115	5
1971 – 1972	102	117	28	8	50	34	35	51	28	0	0	2	456	29
1972 – 1973	53	103	69	122	188	103	129	34	0	7	9	20	837	37
1973 – 1974	6	37	1	33	13	51	12	25	10	0	0	0	189	13
1974 – 1975	17	40	38	12	12	44	56	6	12	1	0	39	277	15
1975 – 1976	26	24	79	26	40	58	35	14	82	8	2	15	409	26
1976 – 1977	50	167	557	96	168	16	92	149	13	20	2	6	1336	39
1977 – 1978	16	11	56	26	58	89	19	35	13	0	0	0	325	19
1978 – 1979	8	113	139	28	44	254	41	95	11	0	1	5	737	35
1979 – 1980	59	62	140	19	107	36	64	57	56	4	0	4	607	32
1980 – 1981	0	20	20	29	31	17	10	7	10	3	0	0	147	10
1981 – 1982	3	22	22	63	117	47	33	44	16	5	0	3	374	23
1982 – 1983	34	43	110	83	22	13	30	1	12	2	0	2	351	20
1983 – 1984	51	35	73	41	51	40	32	16	10	2	0	4	355	21
1984 – 1985	22	148	101	330	182	65	100	60	26	1	0	0	1035	38
1985 – 1986	42	26	23	8	29	33	64	11	13	7	6	0	262	14
1986 – 1987	54	56	115	86	106	51	60	12	36	1	7	0	585	30
1987 – 1988	4	2	6	3	7	9	7	4	1	4	0	0	48	1
1988 – 1989	7	6	25	16	9	8	3	9	1	1	0	1	86	4
1989 – 1990	11	20	24	89	95	2	13	26	8	0	0	0	289	17
1990 – 1991	7	54	86	230	152	43	33	50	7	1	0	0	662	33
1991 – 1992	70	58	110	180	72	52	15	67	31	0	47	1	704	34
1992 – 1993	0	22	14	21	9	23	13	4	18	0	0	0	123	7
1993 – 1994	13	24	9	8	15	37	0	5	4	7	1	0	123	7
1994 – 1995	1	17	6	6	15	0	9	5	2	1	0	1	64	3
1995 – 1996	95	406	158	166	218	501	222	89	104	14	0	8	1981	40
1996 – 1997	22	62	6	36	17	10	4	12	3	3	0	0	176	12
1997 – 1998	37	51	43	29	31	20	33	35	6	0	0	0	284	16
1998 – 1999	44	81	97	55	44	49	12	8	2	2	1	7	393	25
1999 – 2000	37	0	131	33	36	11	6	28	12	5	0	0	301	18
2000 – 2001	60	50	33	87	55	44	11	23	11	1	0	0	375	24
2001 – 2002	3	0	10	14	6	1	2	5	7	2	2	2	55	2
2002 – 2003	20	65	155	76	144	100	29	91	12	2	0	52	745	36
2003 – 2004	51	44	28	102	35	3	46	25	14	15	0	3	367	22
2004 – 2005	71	11	126	84	72	120	51	40	8	3	2	10	598	31
2005 – 2006	15	69	70	78	129	29	13	6	15	1	0	4	428	28
Moyenne	29,6	54,9	69,8	63,7	62,7	53,5	35,0	29,7	16,6	3,2	2,0	4,8	425,3	
Min.	102	406	557	330	218	501	222	149	104	20	47	52	1981	
Max.	0	0	1	3	6	0	0	1	0	0	0	0	48	
Déviation	26,7	69,5	92,8	67,8	58,2	85,1	41,9	32,3	20,9	4,47	7,56	10,5	378,954	

Source: ETUDE DE FACTIBILITE POUSSEE VERS UN APD POUR LA CREATION D'UN PERIMETRE IRRIGUE A PARTIR DU BARRAGE COLLINAIRE DE TABOUDA – GOVERNORATE DE NABEUL (HYDRO-PLATE) Novembre 2007-Annexe 2

Note: Précipitations moyennes 35,4 mm/an

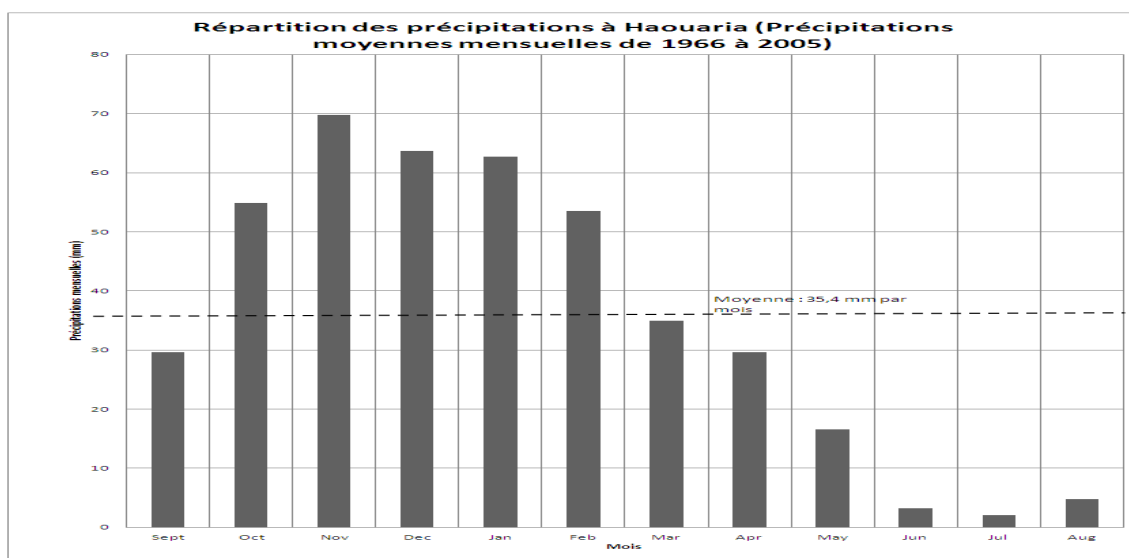


Figure 3.3 Répartition des précipitations annuelles à Haouaria

Source: Mission SAPS

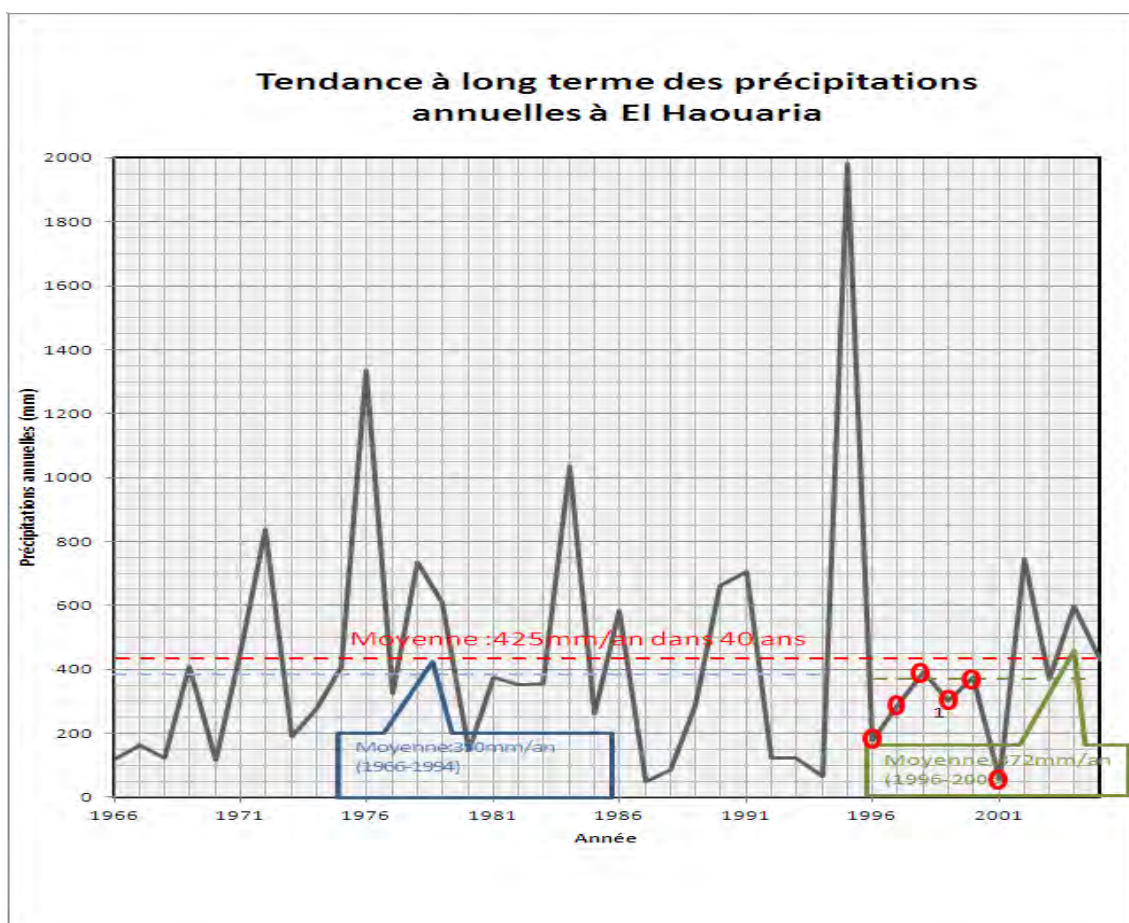


Figure 3.4 Répartition des précipitations à long terme à Haouaria

Source: Mission SAPS

Tableau 3.3 Précipitations mensuelles à la CTV Fahs

Années	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Total	Rang en ordre descendant
1995/1996	88,5	31,5	30,5	73	84	120	38,5	114	48,5	20,5	19	42,5	710,5	16
1996/1997	37	9	45	27,5	79	18,5	0	45,5	7,5	6	0	37	312	1
1997/1998	105	65,5	81,5	56	34	22	25	24	80,5	43	30	30	596,5	14
1998/1999	48	117	51,5	36	158	33	69,5	4	19,5	11	7,5	16	571	12
1999/2000	23,5	6	97	30	9	8	8,5	31,5	149	0	0	0	362,5	3
2000/2001	34,5	120	29,5	40	71	43	6,5	46,3	57	2,5	0	1,5	451,8	7
2001/2002	63	24	28,5	30,8	12	10,9	43,3	70,5	40,6	8,1	41,2	8,2	381,1	4
2002/2003	33,9	41,8	139	48,2	153	75,7	36,3	102	15,6	13	0,4	0	658,9	11
2003/2004	148,7	96,7	26,8	170	62,6	33,3	93,6	46,4	30	45	0	0	753,1	12
2004/2005	94	20,3	158	104	59,5	115	27,3	63,7	6,5	20,3	1,5	33,5	703,6	11
2005/2006	0	24	36,5	68	213	36	20,5	4	33	2	35	0	472	6
2006/2007	36,5	61	10,5	174	13,5	20,8	149	64	9	35	0	26	599,3	9
2007/2008	51	91	45	46,5	19,5	27	42	38,5	32,7	10,5	0	0	403,7	4
2008/2009	47	1	15,5	10,5	106	74,5	24	260	15,5	0	4,5	26	584,5	7
2009/2010	54	56	67	30	46	139	53	87	0	1	0	0	533	6
2010/2011	59	28	27	2,51	30	25,5	73	55,5	62	0	0	4	366,51	3
2011/2012	4,5	109	93,5	21	11	63	31	31,5	43	0	23	0	430,5	3
Moyenne	54,6	53,0	57,8	56,9	68,3	50,9	43,6	64,0	38,2	12,8	9,5	13,2	523,0	
Max.	148,7	120,0	158,0	174,0	213,0	139,0	149,0	260,0	149,0	45,0	41,2	42,5	753,1	
Min.	0,0	1,0	10,5	2,5	9,0	8,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	312,0	
Déviation	37,3	40,4	42,8	49,6	59,5	40,6	36,7	58,9	36,1	15,1	14,2	15,7	137,4	

Note: Précipitations moyennes : 43,6 mm/mois

Source: Mission SAPS

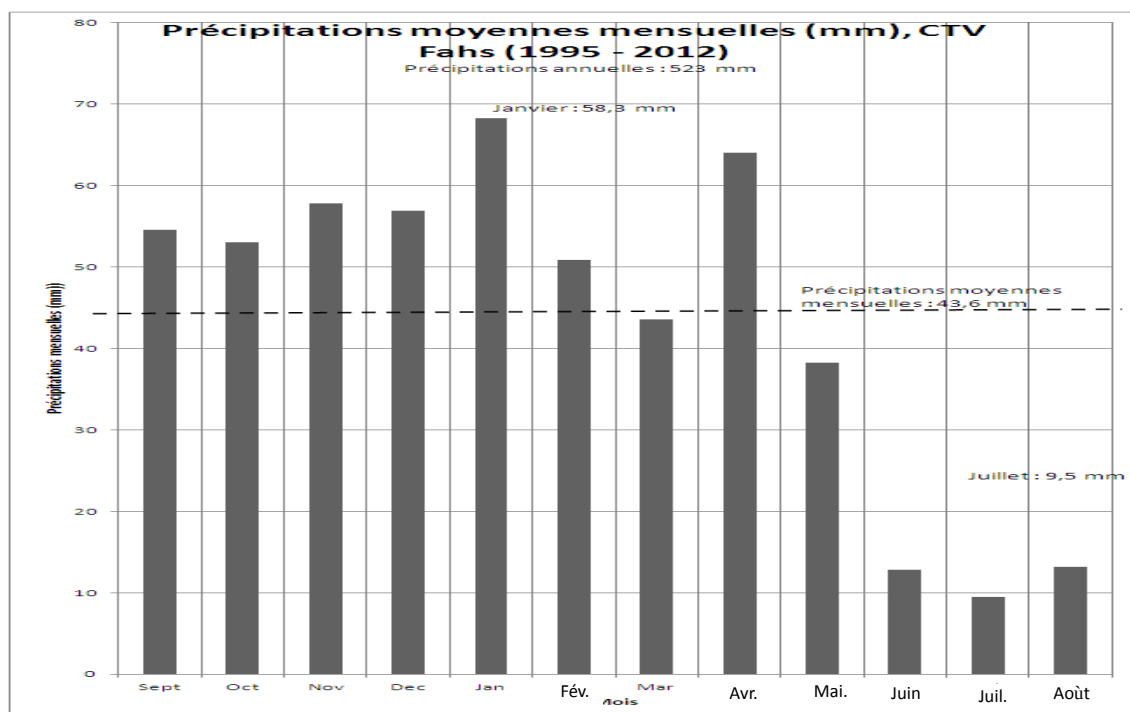


Figure 3.5 Répartition des précipitations annuelles à la CTV Fahs

Source: Mission SAPS

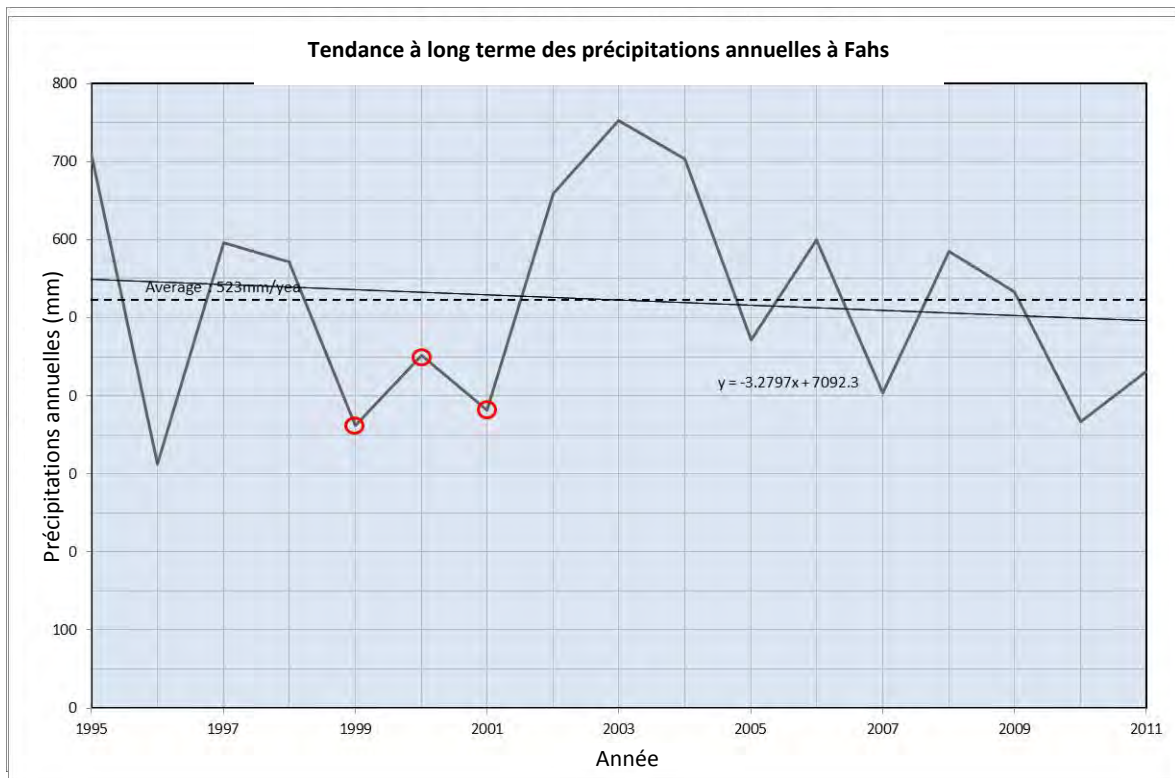


Figure 3.6 Répartition des précipitations à long terme à la CTV Fahs Source: Mission SAPS

(iv) Collecte de données météorologiques

Les données météorologiques collectées lors de la présente étude sont présentées ci-dessous.

Pour la température, la différence moyenne entre les températures maximales et minimales à Nabeul dans la zone Nord-Est est de 7,8°C, alors qu'elle est de 13,1 à 13,3°C dans les autres gouvernorats, ce qui permet de dire que les différences de températures sont plus faibles à Nabeul que sur les autres gouvernorats. On peut penser que ce gouvernorat a la particularité de la zone côtière.

Quant aux heures d'ensoleillement et aux jours de pluie, par rapport aux autres sites, les heures d'ensoleillement sont longues et les jours de pluie limités à Nabeul. Mis à part Nabeul, il n'y a pas de grandes différences entre les autres sites.

Tableau 3.4 Présentation sommaire des données météorologiques collectées

Gouvernorat	Valeur	Température minimale (°C)	Température maximale (°C)	Tempé. Max. - Tempé. Min. (°C)	Heures d'ensoleillement	Probabilité de pluie	Humidité (%)
Nabeul	Max.	23	31	8,0	12	35,0%	77,0%
	Min.	8	15	7,0	5	3,0%	66,0%
	Moyenne	15,3	23,2	7,8	8,3	23,0%	71,8%
Beja	Max.	20	38	18,0	12	50,0%	80,0%
	Min.	5	13	8,0	4	4,0%	65,0%
	Moyenne	11,8	24,9	13,1	7,8	28,4%	73,3%
Jendouba	Max.	21	38	17,0	10	44,0%	82,0%
	Min.	5	15	10,0	4	6,0%	46,0%
	Moyenne	12,4	25,7	13,3	7,2	26,8%	65,2%
Le Kef	Max.	16	36	20,0	12	38,0%	-
	Min.	3	13	10,0	5	8,0%	-
	Moyenne	10,6	23,7	13,1	7,9	26,5%	-
Siliana	Max.	19	37	18,0	12	50,0%	-
	Min.	4	14	10,0	4	3,0%	-
	Moyenne	11,3	24,5	13,3	7,9	24,4%	-
Zaghouan	Max.	20	33	13,0	12	50,0%	82,0%
	Min.	6	14	8,0	4	3,0%	46,0%
	Moyenne	12,7	22,8	10,1	7,8	25,8%	68,6%
Sousse	Max.	24	33	9,0	12	50,0%	82,0%
	Min.	8	17	9,0	4	3,0%	46,0%
	Moyenne	16,0	24,4	8,4	7,8	25,5%	65,0%

Source: Mission SAPS

Note : La valeur maximale de température maximale est la valeur maximale des températures mensuelles maximales, et la valeur minimale de température minimale est la valeur minimale des températures mensuelles minimales, et la valeur moyenne est la moyenne des températures maximales mensuelles.

La comparaison avec le rapport de l'étude de faisabilité réalisée en 2008-2009 pour la comparaison avec les températures antérieures a donné les résultats suivants. Les valeurs colorées indiquent les emplacements où une température supérieure à celle du moment de l'étude de faisabilité a été calculée cette fois-ci. La précision et le volume des données obtenues étant limités, une conclusion est difficile à tirer, mais elles suggèrent la possibilité d'une tendance à l'augmentation des températures.

Gouvernorat	Valeur	Température minimale (°C)		SAPS-EF (°C)	Température maximale (°C)		SAPS - EF (°C)
		SAPS	EF		SAPS	EF	
Siliana	Max.	19	18	1,0	37	34	3,0
	Min.	4	5	-1,0	14	14	0,0
	Moyenne	11,3	11,0	0,3	24,5	23,2	1,3
Zaghouan	Max.	20	22	-2,0	33	35,8	-2,8
	Min.	6	10	-4,0	14	15	-1,0
	Moyenne	12,7	9,0	3,7	22,8	24,4	-1,7
Sousse	Max.	24	20	4,0	33	33,3	-0,3
	Min.	8	7	1,0	17	15,1	1,9
	Moyenne	16,0	13,1	2,9	24,4	23,8	0,6

Source: Mission SAPS

3.2 État réel de la qualité de l'eau du bassin de retenu

Les résultats des essais de qualité de l'eau de chaque bassin de retenue réalisés dans cette étude, et les résultats des essais de qualité de l'eau réalisés lors des études de faisabilité de 2007 et 2008 sont présentés dans le **Tableau 3.5**.

Tableau 3.5 Résultats des essais de qualité de l'eau

Résultats de l'essai de la qualité de l'eau											
			Épreuve en étude de faisabilité (2007-08)			Épreuve 1 (Jan. – Fév. 2014, Mission d'étude)			Épreuve 2 (Fév. 2014, Mission d'étude)		
	N°	Nom du site	Date	CE ds/m	TDS ppm	Date	CE ds/m	TDS ppm	Date	CE ds/m	TDS ppm
1	BE-2	Labiadh	-	-	-	3-févr.-14	9,25	6.510	12-févr.-14	9,11	8.950
2	BE-3	Slougua	Juil.-08	5,70	3.797	31-janv.-14	7,00	4.920	12-févr.-14	6,69	6.570
3	BE-4	Kashbar	Juil.-08	5,90	3.919	31-janv.-14	5,23	3.680	12-févr.-14	4,70	4.620
4	BE-5	Sidi Yahia	Juil.-08	6,00	3.935	3-févr.-14	6,88	4.840	11-févr.-14	6,67	6.550
5	JE-1	Sammar	-	-	-	6-févr.-14	2,52	1.780	18-févr.-14	2,29	2.240
6	KE-1	Bou Yagoum	15-mai-08	2,39	1.950	-	-	-	19-févr.-14	0,66	640
7	KE-2	Rouijel	15-mai-08	9,03	6.650	-	-	-	20-févr.-14	11,64	11.420
8	NA-1	Tabouda	16-août-07	0,88	600	4-févr.-14	0,71	506	11-févr.-14	0,67	600
9	SI-2	Mechaiker	21-oct.-08	1,28	1.000	23-janv.-14	0,53	378	18-févr.-14	2,05	-
10	SI-3	N'chem	-	-	-	24-janv.-14	3,53	2.490	12-févr.-14	0,93	-
11	SI-4	Meskaya	21-oct.-08	6,14	5.750	29-janv.-14	2,08	1.470	13-févr.-14	1,83	-
12	SI-5	Erroumi	-	-	-	29-janv.-14	1,68	1.200	19-févr.-14	1,19	-
13	SI-6	Zaaroura	21-oct.-08	0,69	500	23-janv.-14	Pas de l'eau	-	11-févr.-14	Pas de l'eau	-
14	SI-8	Ain Shigaga	21-oct.-08	3,55	2.750	29-janv.-14	1,89	1.340	13-févr.-14	1,52	-
15	SI-10	Jourra	21-oct.-08	1,25	950	27-janv.-14	0,96	679	11-févr.-14	1,17	-
16	SI-11	Seia	21-oct.-08	1,71	1.400	27-janv.-14	Pas de l'eau	-	18-févr.-14	Pas de l'eau	-
17	SI-12	Ain Melah	-	-	-	24-janv.-14	2,91	2.060	19-févr.-14	2,10	-
18	SO-1	Breck	-	-	-	22-janv.-14	1,23	873	21-févr.-14	1,20	1.180
19	ZA-1	Fgigh	Moyenne 06		2.932	21-janv.-14	2,01	1.430	18-févr.-14	3,10	-
20	ZA-2	Zangou	Moyenne 06		2.291	21-janv.-14	3,51	2.480	14-févr.-14	3,43	3.370
21	ZA-3	Enfidha	Moyenne 06		1.941	21-janv.-14	3,50	2.500	18-févr.-14	0,61	600
22	ZA-4	Guissat	27-mars-06	1,00	500	21-janv.-14	0,64	450	18-févr.-14	0,58	600
				: Mauvaise qualité							
				: Bonne qualité							

 : Mauvaise qualité
 : Bonne qualité

Source: Mission SAPS

En Tunisie, si la teneur en sel est supérieure à 4,0 g/l (4.000 ppm), l'eau est jugée inappropriée à l'agriculture. Lors des conceptions détaillées (D/D) effectuées de 1996 à 1998 avant le démarrage du projet, des analyses de qualité de l'eau ont été faites sur chaque site, et la qualité de l'eau a été jugée acceptable.

En ce qui concerne la teneur en sel dans l'eau pour l'agriculture, la FAO montre dans le tableau suivant les résultats de son étude sur le degré d'impact sur les cultures de la conductivité électrique (CE) et de la matière solide totale dissoute (TDS).

	Unité	Néant	Légère à modéré	Sévère
CE	ds/m	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3
TDS	ppm	< 450	450 – 2000	> 2000

Grandes lignes pour l'interprétation de la qualité de l'eau pour l'irrigation (Document de la FAO n°29, Qualité de l'eau pour l'agriculture)

Le degré d'impact de la teneur en sel sur les récoltes varie selon les cultures, et la relation entre CE et les récoltes est indiquée dans le **Tableau 3.6**. Il présente le CE maximum (sans aucun impact) permettant d'escompter une récolte de 100%, et les ceux permettant d'escompter respectivement une récolte de 75% et de 50%. Par exemple, dans le cas du blé,

il n'y a pas d'impact sur la récolte jusqu'à CE 5,3 ds/m, mais la récolte tombe à 75% pour CE 8,7 ds/m et à 50% pour CE 12 ds/m.

Pour l'orge et le blé, même une teneur en sel relativement élevée n'a qu'un impact relativement faible, mais l'oignon, la carotte et les fruits sont facilement influencés par la teneur en sel.

Il n'y avait pas d'eau stockée lors des observations à Zaaroura (SI-6) et Seja (SI-11).

La teneur en sel varie selon les saisons, et en Tunisie, il faut faire attention en été, pendant la saison sèche, parce que la teneur en sel devient forte à cause de l'afflux d'eau faible dans le bassin de retenue et de l'évapotranspiration. Dans le gouvernorat de Beja, la teneur en sel la plus élevée pendant la saison sèche enregistrée a atteint le triple de la teneur en sel minimale de la saison des pluies. De plus, la teneur en sel dans les bassins de retenue ayant tendance à augmenter au fil des années, une surveillance continue doit être assurée et des contre-mesures étudiées. S'il n'y a pas pour l'instant de problème en relation avec la teneur en sel, la situation peut devenir sévère dans l'avenir, et un programme d'irrigation tenant aussi compte de ce point doit être étudié.

L'olive largement cultivée en Tunisie, et qui résiste bien au sel et à la sécheresse, peut être considérée comme une culture adaptée aux conditions naturelles locales. L'orge et le blé sont également cultivables avec une eau d'irrigation à teneur en sel relativement élevée.

Tableau 3.6 Teneur en sel CE (ds/m) et pourcentage de la récolte

Produits	100%	75%	50%
Orge	5,3	8,7	12
Coton	5,1	8,4	12
Blé	4,0	6,3	8,7
Soja	3,3	4,2	5,0
Arachide	2,1	2,7	3,3
Riz	2,0	3,4	4,8
Maïs	1,1	2,5	3,9
Brocoli	1,9	3,7	5,5
Tomate	1,7	3,4	5,0
Concombre	1,7	2,9	4,2
Céleri	1,2	3,9	6,6
Chou	1,2	2,9	4,6
Pomme de terre	1,1	2,5	3,9
Poivre	1,0	2,2	3,4
Oignon	0,8	1,8	2,9
Carotte	0,7	1,9	3,0
Trèfle	1,0	2,4	3,8
Oranger	1,1	2,2	3,2
Pêcher	1,1	1,9	2,7
Raisin	1,0	2,7	4,5
Amande	1,0	1,9	2,8

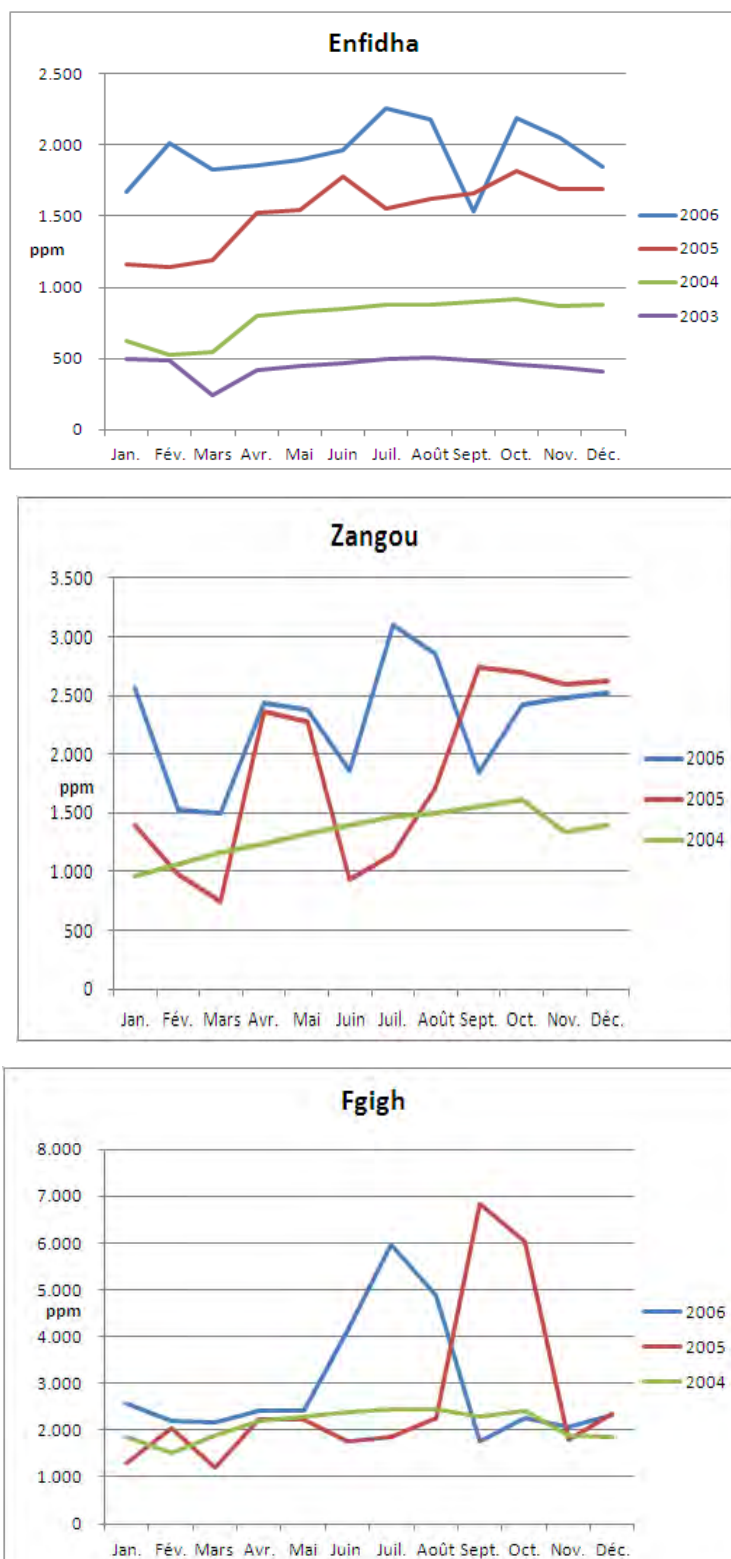
Document de la FAO sur l'irrigation et le drainage n°29, Qualité de l'eau pour l'agriculture

Les résultats de la présente étude ont permis de classer les différents sites comme suit.

Teneur en sel élevée, inadapté à l'agriculture	BE-2 Labiadh, BE-3 Slouguia, BE-4 Kashbar, BE-5 Sidi Yahia, KE-2 Rouijel,
Teneur en sel relativement élevée, mais croissance des cultures possible	JE-1 Sammar, KE-1 Bou Yagoum, SI-3 Nchem, SI-4 Meskaya, SI-5 Erroumi, SI-8 Ain Shigaga, SI-10 Joura, SI-12 Ain Mellah, SO-1 Breack, ZA-1 Fgigh, ZA-2 Zangou, ZA-3 enfidha
Teneur en sel faible, pas de problème pour la production de produits agricoles.	NA-1 Tabouda, ZA-4 Gwissat, SI-2 Mechaiker,

Source: Mission SAPS

La **Figure 3.7** indique la teneur en sel dans les bassins de retenue de 3 barrages du gouvernorat de Beja et son évolution chronologique.



Source: Mission SAPS

Figure 3.7 Evolution chronologique a teneur en sel dans les bassins de retenue de 3 barrages du gouvernorat de Beja

3.3 Plan et situation réelle de la capacité utile de stockage de l'eau des barrages collinaire

Le volume d'eau utile retenue est obtenu en déduisant de la capacité de stockage du barrage la quantité de sédimentation prévue dans l'étude; il est utilisable pour l'irrigation, et sert donc de base au programme d'irrigation. Par conséquent, si la quantité de sédiments réelle dépasse la quantité de sédimentation prévue dans l'étude, le volume d'eau utile retenue, soit le volume d'eau utilisable pour l'irrigation diminue, ce qui affecte le programme d'irrigation et réduit la surface irrigable.

L'écoulement de sable des cours d'eau, qui constitue la source d'envasement du barrage, dépend de divers facteurs : climat du bassin versant, relief et géologie, importance et fréquence de survenance de l'inondation, durée continue de l'inondation, granulométrie des graviers, végétation, etc. et varie largement selon le système hydrographique. La taille du bassin de retenue et les variations de niveau de l'eau retenue ont l'impact sur la quantité de sédimentation. La prévision de la sédimentation se fait selon plusieurs méthodes : analogisme à partir de résultats obtenus, analogisme à partir du relief et de la géologie, estimation du volume de l'afflux et du volume de sable s'écoulant.

Dans l'étude SAPROF réalisée afin d'élaborer le plan d'exécution du Projet des barrages collinaires dans 30 sites, y compris les barrages dans les 22 périmètres ciblés par le Projet exécuté en 1998, les résultats de l'étude sur les volumes d'envasement ont montré une plage de valeurs très étendue, avec un envasement annuel moyen par superficie allant de 240 à 3.030 m³/ km²/an. Dans ce projet, la quantité de sédimentation prévue dans l'étude est le volume de sable accumulé sur 20 ans, mais comme il est probable qu'une capacité de stockage d'eau suffisante ne soit pas maintenue sur les barrages à sédimentation estimée importante, la quantité moyenne de sédimentation estimée par an et par superficie est réduite en présupposant la réduction de la sédimentation par des travaux de conservation des sols.²

Le **Tableau 3.7** présente la période (année) d'atteinte de la quantité de sédimentation prévue dans l'étude et la période (année) de l'envasement total du bassin de retenue estimées à partir de la courbe hauteur – volume (HV) du bassin de retenue, des résultats de mesure de la quantité de sédimentation obtenus lors de l'étude de faisabilité de 2008, et de l'état d'envasement actuel vérifié lors de la présente étude. Les barrages ayant été achevés de 2001 à 2005, si les choses s'avancent conformément au plan initial, la quantité de sédimentation prévue dans l'étude devrait être atteinte de 2021 à 2025.

² Les principes pour la détermination des volumes d'envasement prévus sont indiqués dans (2) Sédimentation de 2. Hydrologie de l'Étude SAPROF sur les Projets de Construction de Barrage Collinaire (Rapport Principal), pages 3, 4 et 5.

Les différents barrages ont été classés comme suit sur la base des résultats de l'étude.

État d'envasement actuel	Barrage(s)
La quantité de sédimentation actuelle dépasse largement celle prévue dans l'étude.	BE-3 Slouguia, BE-5 Sidi Yahia, BE-4 Kashbar, JE-1 Sammar, SI-2 Mechaiker, SI-4 Meskaya, SI-5 Erroumi, SI-6 Zaaroura, SI-10 Joura, SI-8 Ain Shigaga, SI-11 Seja, ZA-1 Fgigh, ZA-4 Gwissat
La quantité de sédimentation actuelle a atteint le niveau de la quantité de sédimentation prévue dans l'étude.	SI-3 Nchem, SO-1 Breck,
Pratiquement identique à la quantité de sédimentation prévue dans l'étude.	NA-1 Tabouda, BE-2 Labiadh, SI-12 Ain Mela, ZA-2 Zangou,
La progression envasement est lente, et il faudra un certain temps pour atteindre la quantité de sédimentation prévue dans l'étude.	KE-1 Bou Yagoum, KE-2 Rouijel, ZA-3 Enfidha,

Source: Mission SAPS

L'équipement de captage d'eau standard des barrages collinaire de la Tunisie est de type de gouttière de fond³, et des orifices de prise d'eau correspondant à chaque niveau d'eau sont placés sur la tour de prise d'eau et ils fonctionnent en permanence jusqu'à ce que l'eau soit pleine ; ainsi, le captage d'eau est possible tant que la conduite d'évacuation installé en bas du barrage n'est pas obstrué. L'irrigation par pompage direct du bassin de retenue est aussi ordinairement pratiquée, et dans la situation actuelle, l'irrigation d'une certaine superficie est possible s'il y a de l'eau retenue, même si l'envasement s'avance. La classification des barrages faite de ce point de vue est présentée dans le tableau suivant.

Méthode d'utilisation de l'irrigation	Barrage(s)
Irrigation possible conformément au plan pendant les 10 années à venir	BE-2 Labiadh, KE-1 Bou Yagoum, KE-2 Rouijel, ZA-3 Enfidha,
Un certain volume d'eau retenue, et l'irrigation sera possible en réduisant la taille du plan	NA-1 Tabouda, BE-5 Sidi Yahia, JE-1 Samar, SI-2 Mechaiker, SI-3 Nchem, SI-5 Erroumi, SI-8 Ain Shigaga, SI-12 Ain Melah, SO-1 Breck, ZA-2 Zangou, ZA-4 Gwissat
Utilisation pour une irrigation limitée parce que le volume d'eau	BE-3 Slouguia, BE-4 Kashbar, SI-4 Meskaya, SI-10 Jourra, SI-11 Seja, ZA-1 Fgigh,

³ On appelle gouttière de fond une structure dans laquelle une conduite est posée sur les fondations de la digue ou sur la digue elle-même à partir du fond de la partie en amont du bassin de retenue afin de conduire l'eau stockée dans ce bassin vers l'aval de la digue.

retenue est réduit et la progression d'envasement rapide.	
L'irrigation est impossible parce que le bassin de retenue est totalement envasé.	SI-6 Zaaroura

Source: Mission SAPS

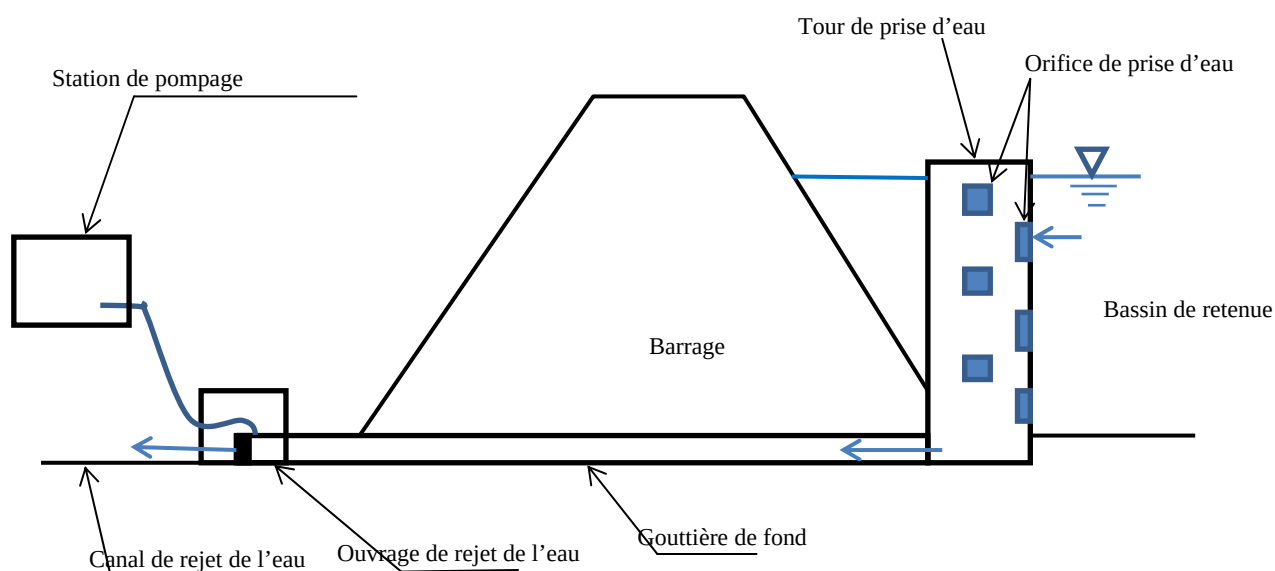


Figure 3.8 Schéma explicatif de l'équipement de captage du barrage collinaire

De 9 à 13 ans se sont déjà écoulés depuis l'achèvement des barrages, et leur durée de vie devra pleinement être prise en compte en cas d'aménagement d'ouvrages d'irrigation à partir de maintenant. La sédimentation augmentant au fil des années, et le volume d'eau utilisable pour l'irrigation diminuant en conséquence, un programme d'irrigation tenant compte du changement du volume d'eau retenue dans l'avenir est requis.



Figure 3.9 Bassin de retenue du barrage de Zaaroura (SI-6) complètement envasé (le 23 janvier 2014)



Figure 3.10 Barrage de Seja (SI-11) rempli de sable jusqu'à environ 2 m du niveau d'eau plein à ras bord (le 27 janvier 2014)

Tableau 3.7 Étude sur l'état d'envasement actuel et la durée de vie du barrage

Site	Quantité de sédimentation estimée										(9) Année présumée où la quantité de sédimentation de conception remplit	(10) Année présumée où la quantité de sédimentation de conception remplit
	(0) Année de construction	(1) Bassin versant (km2)	(2) Capacité totale du réservoir (100Cm ³)	(3) Quantité annuelle de sédimentation de conception (m ³ /an)	(4) Quantité annuelle de sédimentation en 2008 (m ³)	(5) Quantité annuelle moyenne de sédimentation jusqu'à 2008 (m ³ /an)	(6) Quantité de sédimentation estimée pour l'an 2014 (m ³)	(7) Quantité annuelle moyenne de sédimentation 2008-2014 (m ³ /an)	(8) Capacité restante en février 2014 (m ³)			
NA-1 Tacouda	2001	5.1	590.000	4.650	93.000	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	2021	2149	
BE-2 Labiadh	2002	9.3	185.000	7.000	140.000	Inconnu	Inconnu	6.567	105.000	2023	2030	
BE-3 Slougua	2005	21.4	1.380.000	22.450	449.000	515.000	171.667	63.667	483.000	2027	2022	
BE-4 Kashbar	2005	23.0	2.026.000	25.750	515.000	174.585	58.228	116.886	1.150.000	2011	2024	
BE-5 Sidi Yania	2004	17.5	1.550.000	11.800	236.000	260.703	65.176	44.883	1.000.000	2027	2036	
JE-1 Sammar	2002	9.2	1.070.000	15.000	300.000	Inconnu	Inconnu	22.500	800.000	2015	2050	
KE-1 Bou Yagoum	2001	24.8	2.400.000	19.000	380.000	55.000	13.571	176.429	2.223.571	2029	2178	
KE-2 Roujfel	2001	15.5	940.000	16.000	320.000	60.000	8.571	111.429	828.571	2038	2111	
SI-2 Ivcheker	2001	10.0	900.000	12.100	242.000	467.800	66.829	550.000	350.000	2005	2040	
SI-3 Nchem	2002	10.7	550.000	11.400	228.000	Inconnu	Inconnu	18.353	330.000	2014	2032	
SI-4 Meskaye	2002	8.8	1.040.000	9.600	192.000	352.407	58.735	66.266	290.000	2005	2018	
SI-5 Ettouiri	2001	6.3	773.000	5.000	100.000	Inconnu	Inconnu	23.785	463.800	2005	2034	
SI-6 Zaïroua	2001	26.0	514.000	18.000	360.000	451.483	64.458	612.000	0	2007	2011	
SI-8 Chegaga	2002	30.0	1.400.000	22.000	440.000	587.038	57.840	600.000	800.000	2011	2030	
SI-10 Joura	2001	4.1	220.000	1.000	20.000	148.408	21.221	151.000	69.000	2002	2020	
SI-11 Sela	2002	13.2	500.000	11.000	220.000	136.200	22.700	320.000	180.000	2011	2020	
SI-12 An Mleah	2002	11.0	585.000	11.800	236.000	Inconnu	Inconnu	16.000	393.000	2017	2039	
SG-1 Breck	2001	30.2	1.625.000	32.150	643.000	Inconnu	Inconnu	48.077	1.000.000	2014	2035	
Z4-1 Fejj	2001	10.9	313.000	11.250	225.000	Inconnu	Inconnu	16.923	93.000	2014	2019	
Z4-2 Zargou	2003	15.2	904.000	16.000	320.000	100.000	20.000	20.000	684.000	2019	2048	
Z4-3 Enfidha	2001	9.0	1.140.000	7.000	140.000	40.000	5.714	74.286	1.065.714	2026	2201	
Z4-4 G. Issat	2001	5.0	400.000	5.600	112.000	Inconnu	Inconnu	11.558	250.000	2011	2036	

(6) : estimée d'après l'observation de la hauteur du sable accumulé (de visuel), la courbe H-V et une interview avertis des CRDA

(4), (5) : résultats de l'étude de faisabilité de 2008

(8) = (1) - (4) - (5) x 6

(9) = (6) / (5) + 2014

(10) = (8) / (7) + 2014

Pas de données de l'étude de faisabilité : NA-1, BE-2, JE-1, SI-3, SI-5, SI-12, SO-1, ZA-1, Z4-4

Source: Mission SAPS

3.4 Plan et exécution de la construction des systèmes d'irrigation

L'étude SAPROF a été réalisée en 1998 visant à évaluer l'exécution du présent projet. D'après le rapport de cette étude, la construction des systèmes d'irrigation a été planifiée pour un total de 22 périmètres, dont le contenu est présenté comme suit.

- Superficie totale d'irrigation : 2300 ha
- Pose de conduites accompagnant la construction de la station de pompage : 17 périmètres
- Pose de conduites à écoulement par gravité sans construction de la station de pompage : 5 périmètres
- Irrigation par pompes portatives : 29 pompes dans 4 des périmètres avec canalisations à écoulement gravitaire
- Aménagement des installations à la parcelle du système d'irrigation (mise en place de sprinklers) : 2270 ha

De nombreuses régions bénéficiaires sont situées en aval du bassin de retenue et des canalisations à écoulement gravitaire sont sélectionnées au cas où il est possible d'obtenir une pression d'eau suffisante à partir du déversoir de décharge du barrage, alors que l'irrigation avec des pompes portatives est choisie dans les régions bénéficiaires situées en amont en tenant compte des facteurs économiques.

Les systèmes d'irrigation qui ont été construits jusqu'à présent sont indiqués ci-dessous.

- Superficie totale d'irrigation : 620 ha (y compris secteur privé et agriculteurs individuels)
- Pose de conduites accompagnant la construction de la station de pompage : 1 périmètre (BE-5 Sidi Yahia)
- Pose de conduites à écoulement gravitaire sans construction de la station de pompage : 2 périmètres (ZA-2 Zangou, ZA-4 Gwissat)
- Irrigation par pompes portatives : 24 pompes dans 7 périmètres
- Aménagement des équipements du système d'irrigation (mise en place de sprinklers) : 38,5 ha

On peut noter en outre 2 périmètres (JE-Smmar, ZA-3 Enfidha) où des canalisations à écoulement gravitaire à partir du déversoir de décharge du barrage ont été installées par le secteur privé, de nombreux périmètres dans la partie en amont où l'irrigation est effectuée avec des pompes portatives appartenant à des agriculteurs individuels, ainsi que de nombreux agriculteurs pratiquant l'irrigation en pompant l'eau s'écoulant vers l'aval du barrage à SO-1 Breck. A l'heure actuelle, 6 périmètres ne pratiquent absolument pas l'irrigation. Dans de

nombreux périmètres, l'irrigation ne peut pas avoir lieu comme prévu en fonction de problèmes tels que l'envasement, la mauvaise qualité de l'eau ou le manque de l'eau. Les problèmes de chacun des périmètres sont indiqués ci-dessous.

Tableau 3.8 Problèmes dans chacun des périmètres

Numéro		Périmètre	Problèmes
1	NA-1	Tabouda	Eau de bonne qualité, peu d'envasement, pas de problème en particulier.
2	BE-2	Labiadh	Mauvaise qualité de l'eau, ne convient pas à l'irrigation. Tendance à manquer d'eau.
3	BE-3	Slouguia	Mauvaise qualité de l'eau, ne convient pas à l'irrigation. Quantité de sédimentation importante.
4	BE-4	Kashbar	Mauvaise qualité de l'eau, ne convient pas à l'irrigation. Quantité de sédimentation importante.
5	BE-5	Sidi Yahia	Mauvaise qualité de l'eau, ne convient pas à l'irrigation. Quantité de sédimentation importante mais la capacité de stockage de l'eau est suffisante.
6	JE-1	Sammar	Qualité de l'eau modérée, quantité de sédimentation importante mais la capacité de stockage de l'eau est suffisante.
7	KE-1	Bou Yagoum	Eau de bonne qualité, peu d'envasement, pas de problème en particulier.
8	KE-2	Rouijel	Mauvaise qualité de l'eau, ne convient pas à l'irrigation.
9	SI-2	Mechaiker	Qualité de l'eau relativement bonne mais quantité de sédimentation importante. La capacité de stockage de l'eau est assez bonne.
10	SI-3	Nchem	Qualité de l'eau modérée, progression d'envasement lente.
11	SI-4	Meskaya	Qualité de l'eau modérée, quantité de sédimentation extrêmement importante, avec impossibilité de captage d'eau au bout de quelques années. La conduite de vidange est bouchée par le sable.
12	SI-5	Erroumi	Qualité de l'eau modérée et quantité de sédimentation importante. Tendance à manquer d'eau. La conduite de vidange est bouchée par le sable.
13	SI-6	Zaaroura	Bassin de retenue entièrement envasé et captage d'eau impossible.
14	SI-8	Ain Shigaga	Qualité de l'eau modérée et quantité de sédimentation importante.
15	SI-10	Joura	Qualité de l'eau relativement bonne mais quantité de sédimentation importante. Possibilité d'envasement total au bout de quelques années. Tendance à manquer d'eau.
16	SI-11	Seja	Quantité de sédimentation extrêmement importante, avec impossibilité de captage d'eau au bout de quelques années. La conduite de vidange est bouchée par le sable.
17	SI-12	Ain Melah	Qualité de l'eau modérée, progression d'envasement lente.
18	SO-1	Breck	Qualité de l'eau relativement bonne mais quantité de sédimentation importante. La capacité de stockage de l'eau est suffisante.
19	ZA-1	Fgigh	Qualité de l'eau modérée et quantité de sédimentation importante avec impossibilité de captage d'eau au bout de quelques années. La conduite de vidange est bouchée par le sable.
20	ZA-2	Zangou	Qualité de l'eau modérée, progression d'envasement lente.
21	ZA-3	Enfidha	Qualité de l'eau modérée, progression d'envasement lente.
22	ZA-4	Gwissat	Eau de bonne qualité mais progression d'envasement rapide. Légère tendance à l'insuffisance en eau.

Source: Mission SAPS

Les 9 ans à 13 ans se sont écoulés depuis la construction des barrages, l'envasement a progressé pendant ce temps et, dans de nombreux périmètres, ils ne pourront avoir que moins de 10 années de durée de vie même les choses avancées conformément au plan. L'envasement est en augmentation d'année en année, et la qualité de l'eau ayant également tendance à se détériorer, il serait pertinent de procéder à des modifications du programme d'irrigation en prévoyant les variations des volumes d'eau pouvant être utilisés et les fluctuations de la qualité de l'eau à l'avenir.

La pose de canalisations accompagnant la construction d'une station de pompage est envisageable au cas où l'on pourrait obtenir l'eau en quantité suffisante à long terme et en cas de faible tendance à la détérioration de la qualité de l'eau. Toutefois, si cela s'avère impossible, un système d'irrigation permettant de capter directement l'eau à partir du bassin de retenue et utilisant des pompes portatives capables de modifier facilement les superficies d'irrigation s'avère plus rationnel et plus économique.



**Figure 3.11 Arrosage par sprinkler ZA-2 Zangou
(21 janvier 2014)**



**Figure 3.12 Pompe de captage à partir du bassin de
retenue SI-2 Mechaiker (23 janvier 2014)**



Figure 3.13 Installations et équipements constituant un barrage collinaire ordinaire

La figure indique la composition des barrages collinaires ordinaires. L'exemple ci-dessus présente le plan de SO-1 Breck extrait de Google Earth.

Le barrage a pour fonction d'endiguer les eaux de surface mais la totalité de barrages collinaires sont des structures en terre réalisées en compactant et en entassant des composants naturels comme de la terre et du sable, de l'argile, des graviers et des rochers. La déclivité des pentes en aval et en amont du barrage est déterminée par un calcul de stabilité en tenant compte des caractéristiques des matériaux. Plus la pente est douce et plus la stabilité est élevée mais, dans ce cas, non seulement les coûts des travaux augmentent, mais la pente du talus en amont étant trop douce, le barrage est en saillie vers le bassin de retenue et la capacité de stockage d'eau diminue.

L'ouvrage de prise d'eau est composé d'un canal d'amenée d'eau installé dans les fondations du barrage à partir de l'orifice de prise d'eau situé en amont du bassin de retenue et d'un ouvrage de décharge en aval. A l'origine, le plan prévoyait d'installer des vannes sur cet ouvrage de décharge en aval qui, en cas d'utilisation pour l'eau d'irrigation, aurait été connecté au tuyau d'envoi d'eau en aval, et relié également au bassin de régulation et à la station de pompage. En réalité, pour la plupart des cas, les travaux ne vont que jusqu'à l'installation des puits pour renvoyer l'eau dans le cours d'eau d'origine.

Outre le captage d'eau destiné à l'irrigation, cet ouvrage a également une fonction de décharge d'urgence au cas où il est nécessaire d'abaisser le niveau d'eau du bassin de retenue

pour les réparations et les inspections de la surface en amont du barrage ou à l'intérieur du bassin de retenue.

Au cas où le niveau de l'eau du bassin de retenue augmente à l'extrême, et si l'eau dépasse la crête du barrage pour s'écouler en aval de la surface du barrage, le barrage risque de se rompre. Car le barrage est alors érodé par l'eau s'écoulant à grande vitesse sur la pente en aval.

Afin d'assurer la sécurité du barrage, la structure du barrage est conçue de telle sorte que l'eau excédant le niveau maximum s'écoule naturellement dans le cours d'eau d'origine par le canal du déversoir.

Par conséquent, si la pente du canal du déversoir s'effondre, l'eau ne peut plus s'écouler dans le canal, la crue ne peut pas se diriger vers l'aval en toute sécurité et le niveau de l'eau de retenue devient extrêmement élevé, et influe sur la stabilité du barrage lui-même.

3.5 Plan et exécution des barrages collinaires

(1) Rôle initial des barrages collinaires

(i) Définition des Projets de Construction des Barrages Collinaires (HDCP)

D'après le Rapport d'étude de SAPROF (rapport principal), les barrages collinaires envisagés dans les Projets de Construction des Barrages Collinaires (HDCP) sont construits en fonction des objectifs indiqués ci-dessous.

- 1) Irrigation
- 2) Recharge d'eau dans les aquifères
- 3) Lutte contre l'inondation
- 4) Réduction des sédiments du sable s'écoulant vers les installations en aval des barrages

Le « Projet de gestion des ressources en eau » a pour son objectif principal l'irrigation des terres agricoles aux environs des barrages à travers la construction de barrages collinaires et de systèmes d'irrigation, mais bien que le volume nécessaire soit largement inférieur à celui de l'eau pour l'irrigation, son utilisation pour le bétail et le domestique est aussi considérée. D'autre part, la construction de barrages collinaires permet également l'atténuation des dégâts dus aux inondations des zones d'habitation et des terres agricoles en aval, ainsi que la recharge des eaux souterraines dans les aquifères situés au bord des cours d'eau.

(ii) Mesures prises pour l'envasement des barrages collinaires au moment du planning

En Tunisie, l'érosion importante due aux effets du relief, de la géologie et de la végétation, constitue un problème sur la conservation du territoire national, et le sujet a aussi été abordé au moment de la planification des barrages collinaires.

Les quantités de sédimentation varient selon les particularités topographiques et géologiques de chaque bassin versant, et étant aussi influencées par les conditions climatiques et les activités humaines telles que l'exploitation agricole, leur estimation est très difficile.⁴

Vu la situation ci-dessus, dans le Projet, il a été proposé de tenir en compte dans le projet des mesures de protection contre les sédiments dans chaque bassin versant de barrage en vue

⁴À l'époque, les consultants locaux en charge ont estimé la quantité spécifique de sédimentation de chaque bassin versant en recourant aux méthodes différentes, et la quantité pour la zone concernée a montré des différences très vastes de 244 à 3.030 m³/km²/an. Une génération importante de terres supérieure à 2.000 m³/km²/an a été constatée pour 6 sites : SI-4 Mechaiker (3.030 m³/km²/an), SI-3 Nchem (2.668 m³/km²/an) et SI-12 Ain Melah (2.695 m³/km²/an) dans le gouvernorat de Siliana, et BE-4 Kashbar (2.800 m³/km²/an) dans le gouvernorat de Beja, ZA-4 Gwissat (2.800 m³/km²/an) dans le gouvernorat de Zaghuan et Ke-2 Rouijel (2.065 m³/km²/an) dans le gouvernorat de Le Kef, et il a été suggéré que le bassin de retenue de ces barrages collinaires devrait se combler dans les 20 ans suivant la construction. 11 autres sites ont aussi été estimés à plus de 1.000 m³/km²/an, ce qui correspond à la moitié de l'ensemble des sites concernés par le présent projet (soit 22 au total).

d'assurer la capacité de stockage d'eau en évitant le comblement des barrages et de prolonger leurs durée de vie.

Concrètement, des rigoles seront creusées le long des courbes de niveau dans les zones collinaires et le boisement effectué, les pentes seront protégées par de la végétation, telles qu'herbages et arbustes, des cactus seront plantés le long des courbes de niveau et de petits digues et remblais de gabions seront construits.

En réalité, le Ministère de l'Agriculture a déjà réparti son budget pour ces contre-mesures en vue de la conservation des bassins versants. Mais des résultats ne sont pas obtenus dans l'immédiat, même si les travaux ont été achevés.

Suite aux discussions tenues entre la DG/BGTH et la mission SAPROF, en présupposant l'exécution des mesures de conservation des bassins versants ci-dessus, la quantité spécifique de sédimentation du projet a été révisée et la valeur d'environ $1.000 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{an}$ a été adoptée pour les barrages dont la sédimentation dépasse $1.000 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{an}$.

Par conséquent, dans le « Projet de gestion des ressources en eau », la conservation des bassins versants est devenue une prémisses majeure pour le maintien à long terme de la fonction de stockage d'eau des barrages.

(iii) Définition dans le Procès-verbal des discussions (1998)

Les objectifs du projet sont présentés comme suit dans le procès-verbal des discussions (PV) conclu entre l'OECE et le gouvernement tunisien en juillet 1998.

- (i) Fournir un supplément d'eau aux terres agricoles par la construction de barrages collinaires et la mise en place des systèmes d'irrigation.
- (ii) Renforcer la stabilisation économique et améliorer l'environnement social dans les communautés rurales via la gestion appropriée des ressources en eau.
- (iii) Reverdir et protéger les écosystèmes semi-arides contre l'érosion des sols.
- (iv) Éviter l'écoulement de nouveaux sédiments vers l'aval.
- (v) Recharger l'aquifère d'eau souterraine aux environs des sites des barrages.
- (vi) Améliorer la productivité des cultures et du bétail par l'assurance d'eau d'irrigation en recourant aux barrages collinaires et diversifier les cultures et les espèces de bétail par extension des services de soutien.
- (vii) Augmenter le revenu des agriculteurs via une production agricole stable.

Les 7 objectifs ci-dessus ont été les objectifs initiaux du projet, et les rôles des barrages ont été classés comme suit pour la concrétisation de ces objectifs.

Ici, le classement a été effectué en séparant barrage lui-même et système d'irrigation.

Tableau 3.9 Rôle initial des barrages collinaires

Objectifs du projet	Rôle du barrage	Rôle du système d'irrigation
(i) Fournir un supplément d'eau aux terres agricoles.	L'eau en excès pendant la saison des pluies sera stockée et fournie en appoint pendant la période nécessaire. (fonction de stockage d'eau du barrage)	Les terres agricoles seront alimentées en eau et irriguées avec des volumes d'eau appropriés aux moments requis.
(ii) Gestion appropriée des ressources en eau	La gestion des ressources en eau peut se diviser en gestion des basses eaux et gestion des hautes eaux. La gestion des basses eaux est directement liée à l'utilisation de l'eau stabilisée. La gestion des hautes eaux, est liée de sa part, en cas d'inondation, à la prévention des dégâts dans le bassin versant en aval du barrage (la lutte contre l'inondation) et à l'assurance de la sécurité du barrage lui-même. Il arrive souvent que l'eau pour le bétail et l'eau potable/à usages divers soient aussi assurées.	Gestion des basses eaux : Opération des systèmes d'irrigation en considérant le bilan de l'eau, par ex. irrigation économe en eau Gestion des hautes eaux : Ordinairement, pas de rôle en tant que systèmes d'irrigation
(iii) Prévention de l'érosion des sols	Il s'agit d'un projet de conservation des bassins versants et des terres bénéficiaires. En cas d'exécution en amont du barrage, le sable s'écoulant dans le barrage pourra être réduit, ce qui prolongera la durée de vie du barrage et simultanément permettra la conservation des terres agricoles.	
(iv) Prévention de l'écoulement de sable dans le bassin versant en aval	Le sable s'écoulant du bassin versant en amont du barrage s'accumule dans le bassin de retenue, ce qui permet de prévenir l'écoulement du sable en aval du barrage. (fonction de stockage de sable du barrage) Toutefois, si le volume de sable s'écoulant dans le barrage est important, la fonction de stockage d'eau de ce dernier diminuera, et sa durée de vie du point de vue	-

	de sa fonction de stockage d'eau sera écourtée.	
(v) Fonction de recharge des nappes	Des aquifères existent aux environs des sites des barrages, et si l'eau souterraine est utilisée, cette utilisation sera stabilisée par recharge de l'eau souterraine en déchargeant l'eau stockée dans le barrage dans la rivière en aval. Un exemple concret : site de Breck dans le gouvernorat de Sousse.	-
(vi) Amélioration de la productivité des cultures, etc. par assurance de l'eau et diversification des activités agricoles	Même rôle que pour (i)	
(vii) Augmentation du revenu des agriculteurs	Sera réalisée non seulement par la construction des barrages collinaires, mais aussi par des mesures et aides compréhensives et diversifiées.	

Source: Mission SAPS

(2) Rôle actuel

- (i) Baisse de la fonction de stockage d'eau et fonction de réduction des sédiments du sable dans les installations en aval

Pour réapprovisionner l'eau d'irrigation, la fonction de stockage d'eau des barrages est efficace, autrement dit, l'envasement doit être limité sans aucun impact néfaste sur la capacité de stockage.

Le **Tableau 3.7** Étude sur l'état d'envasement actuel et la durée de vie du barrage récapitule l'état d'envasement dans chaque barrage, le barrage du site de Zaaroura (SI-6) est complètement rempli de sables, ceux des sites de Seja (SI-11) et de Fgigh (ZA-1) sont pratiquement remplis, et la capacité de stockage d'eau prévue à l'élaboration du projet ne peut pas être respectée. Ces détériorations de la fonction de stockage d'eau ont cependant empêché une partie de sables accumulés dans le barrage de s'écouler en aval, ce qui a permis de remplir la fonction de barrage de stockage de sable.

Bien qu'il n'y ait plus d'autre effet de stockage de sable une fois achevé, l'écoulement en aval des sables dont la quantité correspondant à la capacité de stockage d'eau a pu être évité.

Désormais sera nécessaire un contrôle attentif tout en assurant la sécurité des barrages pour éviter l'écoulement en aval du sable stocké.

(ii) Plan directeur du développement des ressources en eau dans le Nord et rôle des barrages collinaires

Les ressources en eau de la Tunisie peuvent être contemplées selon la quantité et la qualité de l'eau comme suit.

Quantité de l'eau

Si l'on observe la situation des ressources en eau sur l'ensemble du territoire tunisien, on peut remarquer que les précipitations annuelles de la région Extrême-Nord dépassent 1.000 mm, mais celles de la région Sud sont inférieures à 200 mm. Les ressources en eau deviennent plus abondantes vers le Nord, mais la région Centre-Sud en manque toujours.

Qualité de l'eau

La teneur en sel est un problème sérieux sur tout le territoire tunisien. En dehors des rivières de l'extrême nord où les précipitations sont abondantes, la teneur en sel de l'eau est élevée, et souvent elle est inutilisable en tant qu'eau pour l'agriculture et pour les besoins quotidiens. Lors de cette étude, nous avons mesuré la teneur en sel de l'eau stockée à la période correspondante à la saison pluvieuse, mais même dans les bassins de retenue où la valeur mesurée a été relativement bonne, la teneur en sel peut augmenter pendant l'été, où l'eau est utilisée en abondance et l'évapotranspiration est élevée.

Vu les problèmes précités, le « Plan directeur de développement des ressources en eau dans le Nord » a été établi en 1975 pour obtenir des ressources en eau, et les utiliser de manière stable. En mélangeant les eaux de surface de l'extrême Nord de bonnes quantité et qualité (teneur en sel basse) avec le réseau hydrographique de la rivière Medjerda, à teneur en sel relativement élevée, la quantité et la qualité de l'eau du réseau hydrographique de la rivière Medjerda ont pu être maintenues.

Sur la base de ce Plan directeur, une canalisation reliée aux zones urbaines du Centre du pays pour l'alimentation en eau potable a été mise en service, en plus du barrage de Sidi Salem réalisé en 1981, des conduites de transfert et de desserte de l'eau vers le Sud à partir de la rivière Medjerda, des réseaux de transfert, et 16 barrages ont été réalisés jusqu'en 2002, principalement dans le Nord du pays.

La qualité des eaux de surface du réseau hydrographique de la rivière Medjerda a été améliorée ; elle est utilisée en tant que réseau hydrographique, et elle est aussi capable

d'alimenter les systèmes d'irrigation, et les zones urbaines, etc., mais pour lui permettre de remplir la fonction qui lui est dédiée, il est essentiel que la capacité de stockage d'eau des ouvrages hydrauliques, tels barrages⁵ construits sur ce réseau hydrographique ne diminue pas.

La durée de vie des barrages collinaires étant de 20 à 30 ans, et le maintien des fonctions des ouvrages hydrauliques construits au bord de la rivière Medjerda qui traverse le Nord du pays, par le biais de l'entassement de sable écoulé du bassin versant est une priorité, pour la conservation des ressources en eau dans tout le pays.

Pour l'utilisation des fonctions de stockage d'eau des barrages collinaires, il est essentiel d'opérer des ouvrages en fonction de leur taille, en utilisant de manière flexible les ressources en eau selon la capacité de stockage d'eau efficace de chaque barrage.

Tableau 3.10 Effet de réduction de l'impact de l'envasement en aval des barrages collinaires

Gouvernorat	Barrage	Effet de stockage d'eau/effet de pare-sable (réduction de l'écoulement de sable)
Nabel	NA-1 Tabouda	Effet de stockage d'eau dominant
Beja	BE-2 Labiadh	Réduction du sable s'écoulant dans le barrage d'El Arrousia
	BE-3 Slouguia	Idem
	BE-4 Kashbar	Effet de stockage d'eau et réduction du sable s'écoulant dans le barrage d'El Arrousia
	BE-5 Sidi Yahia	Idem
Jendouba	JE-1 Samar	Effet de stockage d'eau et réduction du sable s'écoulant dans le barrage de Sidi Salam
Le Kef	KE-1 Bou Yegoum	Effet de stockage d'eau et réduction du sable s'écoulant dans le barrage de Mellegue
	KE-2 Rouijel	Réduction du sable s'écoulant dans le barrage de Sidi Salam
Siliana	SI-2 Mechaiker	Effet de stockage d'eau dominant
	SI-3 Nchem	Réduction du sable s'écoulant dans le barrage de Sidi Salam
	SI-4 Meskaya	Réduction du sable s'écoulant dans le barrage de Rmi 1
	SI-5 Erroumi	Idem
	SI-6 Zaaroura	Réduction du sable s'écoulant dans le barrage de Siliana
	SI-8 Ain Shigaga	Effet de stockage d'eau dominant

⁵ Il s'agit d'une digue permettant la prise d'eau en endiguant une rivière. Toutefois, comme il n'existe généralement pas de différence précise entre les termes de digue et de barrage qui ont pour principal objectif le stockage de l'eau, les deux appellations sont utilisées indifféremment.

	SI-10 Joura	Effet de stockage d'eau dominant
	SI-11 Seja	Réduction du sable s'écoulant dans le barrage de Siliana
	SI-12 Ain Melah	Effet de stockage d'eau dominant
Zaghouan	ZA-1 Fgigh	Réduction du sable s'écoulant dans le barrage de Bir Mcherga
	ZA-2 Zangou	Effet de stockage d'eau dominant
	ZA-3 Enfidha	Effet de stockage d'eau dominant
	ZA-4 Gwissat	Effet de stockage d'eau dominant
Sousse	SO-1 Breck	Effet de stockage d'eau dominant

Source: Mission SAPS

La carte de localisation ci-dessous indique l'emplacement des ouvrages hydrauliques en aval pour lesquels un barrage collinaire est utile en empêchant l'écoulement de sable vers l'aval.

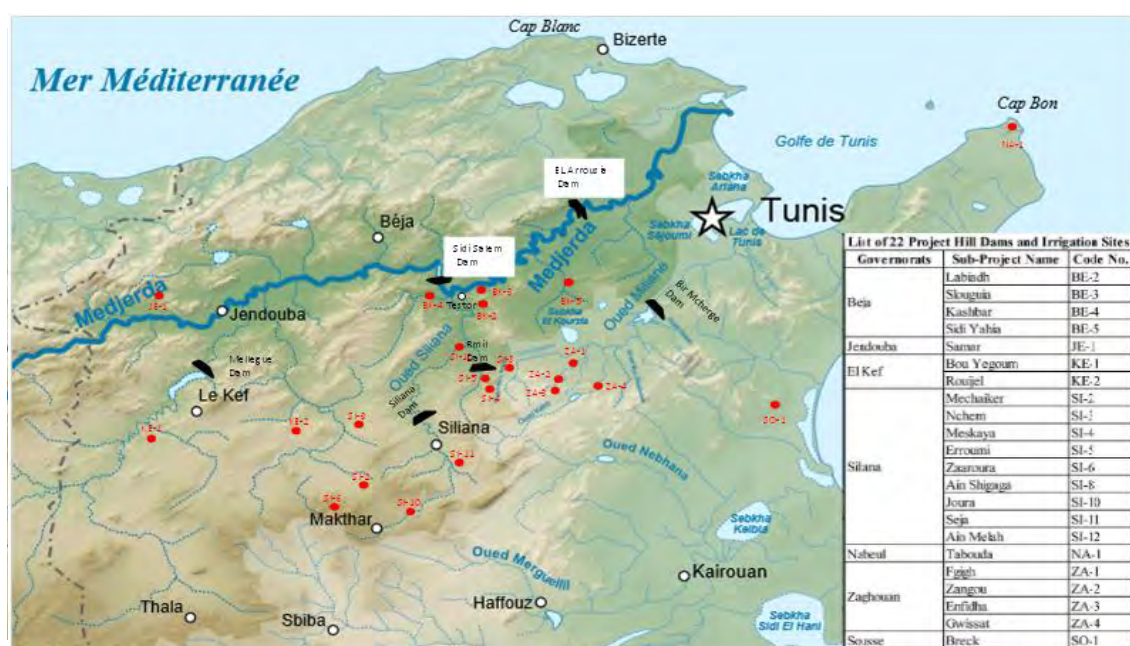


Figure 3.14 Grands Barrages en aval de la zone où un barrage collinaire réduit l'impact de l'envasement

Note : Les indications en rouge et les emplacements marqués par le cercle rouge indiquent les barrages qui peuvent réduire l'impact de l'envasement.

Le barrage d'El Arroussia est une installation de prise d'eau pour dévier l'eau dans le Canal Medjerda Cap Bon et s'effacer pendant les crues.

Sidi Salam est le plus grand barrage en remblai de Tunisie, construit en 1977-1981 sur la rivière Medjerda à 6 km au Nord-Ouest de Testour, il sert pour l'irrigation, à l'alimentation en eau potable et en électricité de zones urbaines, et à la lutte contre l'inondation.

Les particularités des barrages construits sur le bassin versant de la rivière Medjerda sont les suivantes.

Barrage	Superficie du bassin versant (km ²)	Volume total d'eau stockée (millions de m ³)
Sidi Salem	18.191	959,5
Mellegue	10.309	147,5
Siliana	1.040	125,1
Rmil	232	6,0

C'est un système hydrographique différent de celui de la rivière Medjerda, mais à Nabeul et Breck, le sable s'écoulant dans la rivière en aval est réduit, et l'aval comportant les zones où la population est souvent concentrée, le maintien de la largeur d'écoulement des cours d'eau permet d'assurer la capacité d'évacuation des eaux de l'inondation, et est aussi essentiel pour la lutte contre l'inondation.

(iii) Rétablissement et remplacement d'un barrage collinaire envasé

Pour rétablir la fonction du bassin de retenue, on peut penser à rétablir la capacité de stockage en éliminant de la vase (dragage), mais cela représente une charge financière importante, et il n'y a eu aucun cas d'exécution en Tunisie.

Ordinairement, on peut penser que la vase draguée peut être utilisée pour le remblai dans la vallée, etc., mais des travaux de construction d'un mur de soutènement solide et de protection des pentes sont nécessaires, et des travaux de déblais simples pourraient provoquer un écoulement de sable secondaire. Le développement des travaux de dragage en promouvant l'utilisation efficace du sable accumulé au fond du barrage est aussi mis à l'étude⁶, mais aucune solution définitive n'a été trouvée.

Au Japon sont développées des techniques sur lesquelles la terre et le sable s'accumulant dans les lacs de barrage et les marais, etc. sont dragués, transportés et évacués en profitant de la différence de niveau d'eau, mais l'adaptabilité de la granulométrie du sable accumulé devra être étudiée.

Si le sable accumulé est fertile et ne contient pas de métaux lourds, en appliquant la technique de dragage ci-dessus, il sera possible de l'utiliser comme terre arable sur les champs, mais c'est un sujet à étudier dorénavant parce que l'approbation des propriétés foncières et des agriculteurs est nécessaire.

Au moment de l'étude, le Procès verbal des discussions (mars 1999) faisait mention des effets sur l'augmentation de la production agricole grâce à la restitution en terrains agricoles des

⁶ « Étude du nouveau concept de gestion de l'utilisation durable de réservoir dans les zones environnantes du désert du Sahara », (2010-2012), Université de Tsukuba

terres fertiles accumulées dans les barrages⁷ Cependant, cette hypothèse avait probablement été avancée car un envasement inférieur à celui qui s'est produit en réalité avait été prévu initialement.

Certains des vulgarisateurs rencontrés sur place ont proposé la culture des produits agricoles en utilisant la surface envasée, mais il faudra étudier si la terre ou le sable accumulé(e) est adapté(e) à l'agriculture, et plus profondément examiner les particularités de ces terres et sables et leur aptitude à l'agriculture en tenant compte du problème de la salinité de terrain.

D'autre part, l'envasement des barrages se trouvant à des sites où l'eau converge facilement, l'utilisation de l'eau souterraine en creusant des puits a aussi été proposée, mais la capacité de captage d'eau des puits varie selon l'état de l'envasement, et en particulier en fonction de la granulométrie de sédiments, une étude de ce phénomène pour vérifier son efficacité est donc nécessaire.

Vu la durée de vie restante du barrage et la qualité de l'eau d'après le rapport sur le système d'irrigation de Seja (Hydro-Plante, décembre 2008), même si l'opération est simplifiée en fixant le volume d'envoi d'eau, en créant une aire pour les différents équipements et des réservoirs de distribution adaptés, en enterrant les tuyaux de canalisation, et en construisant des installations fixes telles qu'un ouvrage de dérivation, ces nouveaux investissements ne peuvent pas être recommandés.

Comme proposition alternative, on propose une opération plus flexible avec une pompe mobile ne nécessitant pas de nouvel investissement.



Figure 3.15 État d'envasement du bassin de la retenue de Seja (Siliana) (à gauche) et argile de la couche superficielle du sable entassé (à droite)

⁷ Mentionnés au paragraphe II.4 sur la nécessité du Projet dans le Procès verbal des discussions.

Comme indiqué plus haut, le rôle de rétention des sédiments du barrage collinaire est efficace car ce barrage permettra de conserver le rôle de stockage d'eau des grands et moyens barrages situés en aval en accumulant par lui-même les sédiments dont la quantité correspondant à sa capacité de stockage d'eau et en prévenant ainsi l'écoulement des sédiments vers les installations en aval.

Pour ce qui est des alentours des régions bénéficiaires des barrages collinaires qui ont été envasés et où il est difficile de procéder à l'approvisionnement en eau pour l'irrigation, on peut envisager de mettre à l'étude la possibilité de construire de nouveaux barrages collinaires dans des emplacements appropriés, à condition que l'écoulement des sédiments soit maîtrisé par des travaux de protection du bassin versant.

(iv) Effet de recharge de l'aquifère

Pour estimer l'effet de recharge de l'aquifère par le barrage collinaire, il faut un bon aquifère à réserve d'eau souterraine aux environs du barrage ou une nappe phréatique, et si l'utilisation de l'eau souterraine est avancée, on peut espérer un effet de recharge de l'eau souterraine efficace par le barrage collinaire.

Le barrage de SO-1 Breck du gouvernorat de Sousse peut être cité en tant que cas concret. Plus de 10 puits sont construits sur les deux rives de l'oued Breck, sur 1,5 km en aval du barrage, l'eau vidangée du barrage vers l'oued pénètre dans l'aquifère, maintient le niveau de l'eau souterraine et promeut son utilisation.

En Tunisie, les environs des barrages sont souvent en roches sédimentaires, telles que calcaire et grès, la recharge des eaux souterraines s'effectue par le biais des zones limites entre les couches, des failles et des fissures dans les roches sédimentaires ; l'utilisation de l'eau souterraine sur le bassin versant en aval du barrage est souvent renforcée dans certains barrages.

Les barrages concernés cette fois-ci ont été construits en vue de stocker l'eau de surface, l'effet de pénétration en sous-sol depuis le bassin de retenue n'a jamais été envisagé pour ces barrages depuis le début de la conception. Pour les barrages ayant pour objectif le stockage de l'eau de surface, la conduite traversant la fondation sera évitée pour assurer la sécurité du barrage et la conception et l'exécution seront réalisées de manière à éviter les fuites d'eau du bassin de retenue.

Au barrage de SO-1 Breck, la recharge des eaux souterraines est faite en aval par vidange de l'eau de surface dans la rivière, mais si l'on veut escompter l'effet de recharge des eaux

souterraines à partir du bassin de retenue, une conception et une construction du barrage tenant compte de la structure géologique sont nécessaires depuis le début du projet.

En conséquence des travaux, il arrive souvent qu'une certaine pénétration en sous-sol se fasse à partir du bassin de retenue, mais des observations n'ayant pas été faites à partir de stations d'observation, cet effet est difficile à prouver, et l'effet de recharge des eaux souterraines est difficile à identifier positivement en dehors du barrage de SO-1 Breck.

(v) Rôle de lutte contre l'inondation

Si des agglomérations se sont formées en aval d'un barrage, et que de bonnes terres agricoles, des biens et des vies humaines sont concernés, la construction du barrage joue ainsi le rôle de lutte contre l'inondation.

La figure explicative ci-dessous présente les fonctions de lutte contre l'inondation du bassin de retenue. Toutefois, quand l'inondation atteint le site du barrage, si le barrage n'est pas rempli, il stockera les excès de l'eau selon sa capacité utilisable, et jouera ainsi un effet d'arrêt de l'écoulement de l'eau d'inondation en aval.

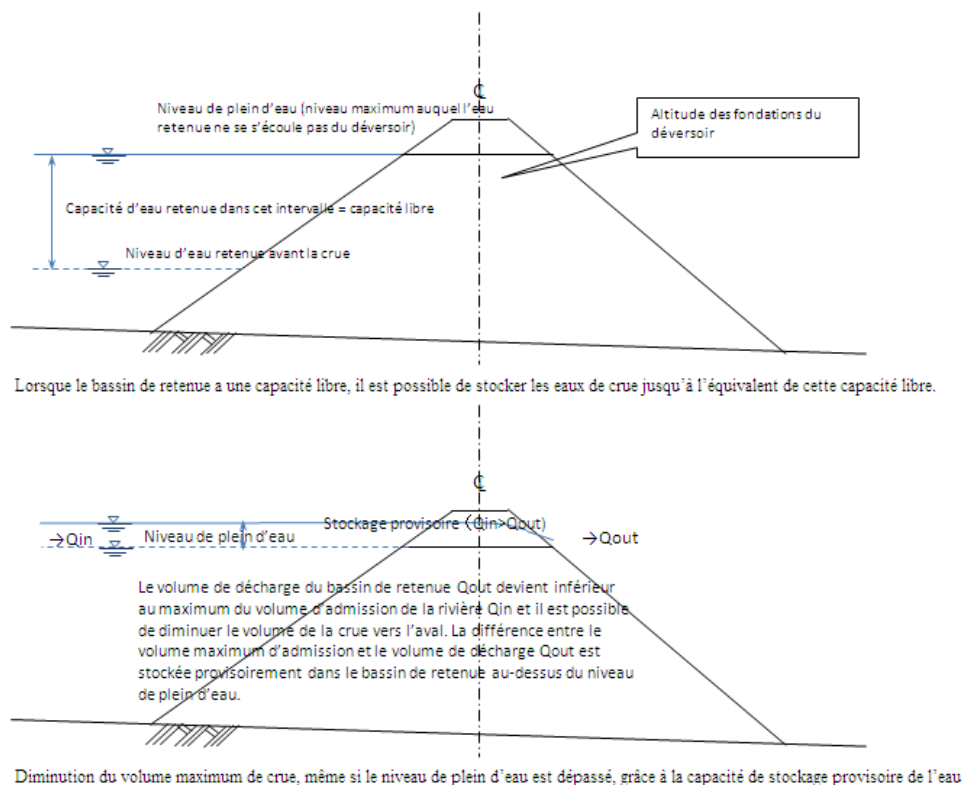


Figure 3.16 Schéma explicatif du rôle de protection contre l'inondation du barrage

Tous les évacuateurs ne sont pas équipés de système de contrôle. Par conséquent, la fonction de lutte contre l'inondation est remplie dans les conditions suivantes :

- si le niveau de stockage d'eau dépasse le seuil du déversoir, l'eau est déversée en aval,
- si le barrage a une capacité de stockage supérieure à la cote du seuil du déversoir, il aura l'effet d'amortir temporairement les crues, donc un effet de réduction de l'impact d'inondation sur les zones en aval, et de retardement du temps du pic.

Cette fonction de lutte contre l'inondation existe plus ou moins sur tous les barrages, mais des conditions, telles que la proximité des agglomérations et les infrastructures, doivent être précisées pour bien évaluer l'effet qu'elle génère.

Les barrages de BE-3 Slougia, NA-1 Tabouda, SO-1 Breck et celui de ZA-4 Gwissat ont rempli la fonction de lutte contre les inondations.

A BE-3 Slougia, une ville existe à 500 m en aval du barrage ; elle a subi des dégâts importants lors des inondations avant la construction du barrage, mais la fonction de protection contre l'inondation pourrait être remplie par ce barrage dans le futur.

De même pour le barrage NA-1 Tabouda où il y a des habitations à 500 m en aval.

Les villes de Takrouna et Enfida sont situées en aval du barrage SO-1 Breck qui ont subi des dégâts lors des inondations dans le passé. Donc la fonction de protection contre l'inondation pourrait être remplie par ce barrage dans le futur.

La ville d'El Fahs se situe en aval du barrage ZA-4 Gwissat, et la fonction de protection contre l'inondation pourrait être remplie par ce barrage dans le futur.

Dans ce rapport, comme déjà évoqué plus haut, les sites de barrage dont les effets de protection contre les inondations étaient évidents ont été identifiés et classifiés. Toutefois d'après les techniciens de la DG/BGTH accompagnant l'équipe d'étude sur le terrain, tous les barrages devraient avoir rempli la fonction de protection contre les inondations.

Pour assurer la fonction de protection contre les inondations dans les 4 barrages cités ci-dessus, il faudra y mettre en place un système de contrôle de l'inondation, par exemple, un dispositif de mesure du niveau d'eau ~~du~~ dans bassin de la retenue avant l'arrivée de la crue.

(3) Différences entre le rôle initial et le rôle actuel

Le rôle initial et le rôle actuel des barrages ont été les suivants 1) Irrigation, 2) Recharge d'eau dans les aquifères, 3)-Lutte contre l'inondation, 4) Réduction des sédiments s'écoulant vers les installations en aval des barrages. Aucun nouveau rôle n'est à ajouter.

Si l'on considère individuellement les barrages, où l'envasement dans le bassin de retenue est plus avancé que prévu, à cause par exemple. du retard des mesures de conservation du bassin versant, les sédiments s'écoulant dans les grands et moyens barrages situés en aval a diminué dans une mesure correspondant à la réduction de la fonction 1) d'irrigation, ce qui a permis le maintien de l'effet de stockage d'eau des installations hydrauliques en aval, et remplit ainsi la fonction 4).

Dans cette étude, en ce qui concerne les fonctions 2) et 3), leur teneur a été concrètement étudiée. Mais il semble qu'il n'y ait pas de changement entre le rôle initialement prévu et le rôle actuel.

En ce qui concerne la fonction d'irrigation, compte tenu aussi des conditions climatiques à variations importantes, non pas le système d'irrigation fixe, mais l'irrigation plus flexible en recourant aux pompes mobiles, pratiquée sur beaucoup de sites, est considérée comme une méthode mieux adaptée aux barrages collinaires.



Figure 3.17 Relation entre le barrage de BE-3 Sloughia et la ville en aval

(Source : Google Earth)

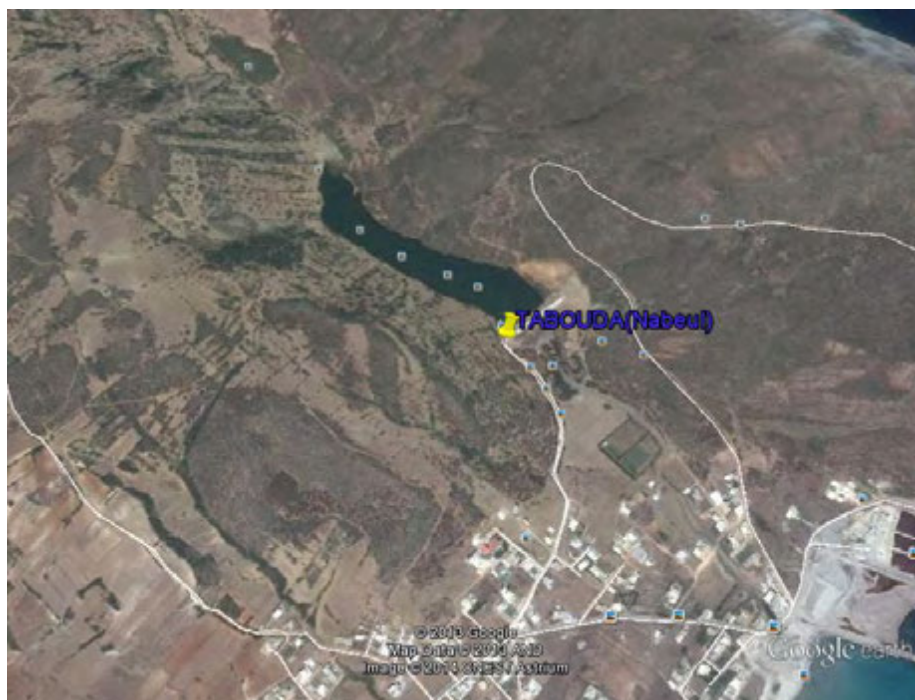


Figure 3.18 Relation entre le barrage de NA-1 Tabouda et la ville en aval

(Source : Google Earth)



Figure 3.19 Relation entre le barrage de SO-1 Breck et la ville en aval

(Source : Google Earth)



**Figure 3.20 Relation entre le barrage de ZA-4
Gwissat et la ville en aval**

(Source : Google Earth)

3.6 Facteurs sur le plan politique

(1) Plan national de développement

Lorsque le SAPROF a été mis à l'étude, le Neuvième Plan National de Développement économique et social (1997-2001) a été élaboré en y indiquant les étapes importantes du développement du pays vers le 21^{ème} siècle en vue de développer le niveau économique Tunisien.

L'objectif majeur de ce Plan était « l'intégration totale du marché national dans le marché mondial et les préparatifs afin de saisir les occasions clés pour le succès en vue du 2^{ème} siècle-» mais les autres objectifs suivants étaient également compris dans ce Plan.

- Développement et modernisation de l'infrastructure sociale
- Évaluation et valorisation des ressources humaines
- Consolidation des résultats déjà obtenus dans le domaine social
- Consolidation encore plus avancée du développement régional

Parmi ces objectifs, les principales mesures en matière de développement dans le secteur de l'agriculture, de la sylviculture et de la pêche ont porté sur 1) suivi des ajustements structurels, 2) amélioration des différentes activités en relation avec l'agriculture, la sylviculture et la pêche, 3) ajustement des marchés des produits agricoles, 4) développement des ressources en eau, 5) conservation de l'eau et des sols et 6) conservation des forêts et des prairies d'élevage.

Pendant cette période, le taux d'atteinte des objectifs pour les produits agricoles a été très faible, à l'exception de l'élevage et des cultures fruitières, en raison de la sécheresse, pour les céréales entre autres. L'importance de l'aménagement des installations d'irrigation comme la mesure contre la sécheresse a été de valeur.

Conformément à ce qui précède, le « Projet de gestion des ressources en eau » était conforme aux mesures du 9^{ème} Plan National de Développement économique et social. Si les dommages provoqués par la sécheresse pendant la période d'exécution du projet ont apporté une prise de conscience plus approfondie sur la nécessité du projet, ils ont en revanche freiné les investissements des agriculteurs vis-à-vis du projet.

Le 10^{ème} Plan National de Développement économique et social qui a suivi (2002-2006) s'est appuyé sur les trois principes de base suivants : 1) croissance durable de la production agricole, sylvicole et de la pêche, 2) développement du milieu rural et amélioration du niveau de vie et des revenus des producteurs agricoles et 3) suivi de la mobilisation pour les ressources naturelles et rationalisation du développement. Sur la base de ces principes, les quatre éléments suivants ont été retenus en tant que défis à relever.

- Grande ouverture du marché intérieur

La Tunisie a adopté une stratégie de croissance basée sur les exportations et elle a conclu à cet effet un accord de partenariat avec les pays de l'Union Européenne, une convention cadre sur le commerce et les investissements avec les États-Unis, un accord de libre échange avec le Maroc, l'Égypte et la Jordanie et elle participe également à l'Union du Maghreb Arabe.

Dans le cadre de ces conventions et en vue de saisir les occasions d'exporter ses produits agricoles, des mesures telles que la promotion des cultures tenant compte de la « production pour l'exportation » pour ce qui est des produits excédentaires ayant satisfait les besoins du marché intérieur, la meilleure compétitivité des industries agro-alimentaires, la détermination de normes de qualité et l'augmentation de la qualité par rapport aux normes internationales ont été adoptées.

- Adaptation aux conditions climatiques

Les variations climatiques ont une influence considérable sur la production agricole, notamment dans les régions centrale et sud où les précipitations sont peu importantes. Il est par conséquent nécessaire de réduire l'influence de ces variations. De manière concrète, des mesures telles que le développement des zones irriguées, la diffusion des techniques d'utilisation économique de l'eau d'irrigation, la mise en place de techniques de culture adaptées aux différents climats et l'amélioration des espèces peuvent être envisagées.

- Gestion des produits agricoles excédentaires

Si une grande ouverture du marché réduit la nécessité de posséder des stocks importants, elle nécessite en revanche une gestion rationnelle des produits agricoles excédentaires. Par ailleurs, des efforts en vue d'une augmentation de la production sont requis pour ce qui est des produits agricoles qui ne peuvent pas satisfaire les besoins du marché intérieur.

Comme le montre ce qui précède, le « Projet de gestion des ressources en eau » est en concordance avec la politique du 10^{ème} Plan national de développement du point de vue de la création des bases d'une production agricole stable, débarrassée des influences climatiques en Tunisie.

Le plan des travaux prévoit la mise en place d'une irrigation économique en eau aussi bien pour les équipements du système d'irrigation que pour l'irrigation goutte à goutte.

Le 11^{ème} Plan National de Développement économique et social (2007-2011) poursuit les lignes empruntées jusqu'ici et prévoit l'ouverture du marché, l'amélioration de la productivité ainsi que les mesures et la création d'emploi pour les personnes diplômées, problèmes qui ont été à l'origine du taux de chômage très élevé du pays.

(2) Situation respective des Projets de construction de barrages collinaires et du Projet de gestion des ressources en eau

Le Ministère de l'Agriculture a mis en œuvre des projets de construction de barrages collinaires (HDCP), conformément au 9^{ème} Plan National de Développement économique et social mentionné précédemment. D'après la documentation de 1998, 63 barrages collinaires avaient déjà été construits à ce moment-là, 42 barrages étaient en cours de construction, les travaux devaient commencer pour 7 barrages et la construction de 95 barrages au total était planifiée ⁸

Pour les projets HDCP, étant donné qu'il n'y avait plus de zone appropriée pour la construction de grands et moyens barrages, les sites des barrages ont été choisis pour une hauteur de digue de 13 à 26 m et une capacité comprise entre 100.000 et 2.000.000 m³, en fonction de la topographie, des conditions géologiques et de l'état d'écoulement des sédiments, en veillant à ce qu'il n'y ait pas d'impact négatif sur l'environnement et en tenant compte des souhaits exprimés par les habitants.

Parmi les 95 barrages en prévision, la pertinence de la construction de 30 d'entre eux a été mise à l'étude et 22 sites de barrages ont été retenus dans le cadre du « Projet de gestion des ressources en eau ».

Par conséquent, ce projet de gestion des ressources en eau joue un rôle principal dans le cadre du développement des ressources en eau de la Tunisie, en synchronisation avec les ouvrages hydrauliques de moyenne et de grande taille construits dans le « Plan directeur de développement des ressources en eau dans la région Nord » ⁹

⁸ Se reporter au Tableau 2.4-1 Plan et statut des HDCP, Rapport Principal de l'Étude SAPROF sur les Projets de Construction de Barrages Collinaires (1998) (en janvier 1998)

⁹ Plan prévoyant, par le mélange des eaux de surface de la région de l'extrême Nord, bénéficiant d'une bonne qualité et de bonnes quantités d'eau, à l'eau du réseau hydrographique de la rivière Medjerda qui a une teneur en sel relativement élevée, d'assurer non seulement la qualité et les quantités de l'eau de ce réseau mais également de construire plusieurs ouvrages hydrauliques sur le réseau hydrographique de la rivière, en vue de procéder à l'irrigation vers la grande plaine alluviale et à l'alimentation en eau des zones urbaines du Nord au centre.

(3) Développement des ressources en eau principalement centré sur l'irrigation

La politique de base pour le secteur de l'hydraulique en Tunisie est appelée « Eau 2000 » pour les mesures allant de 1990 à 2010 et « Eau XXI » pour celles allant des années 2000 à 2030.

« Eau 2000 » a pour objectif d'exécuter le Plan directeur de développement des ressources en eau dans la région nord et de satisfaire la demande en eau.

« Eau 2000 » :

- Construction d'installations de retenue et de distribution efficace des ressources en eau limitées comme objectif principal
- Prévision sur la possibilité d'utilisation à 95% des volumes des ressources en eau exploitables

Dans « Eau XXI », si le développement se déroule conformément au plan, il ne restera plus de volumes d'eau exploitables après 2010. Par conséquent, le problème à long terme du secteur de l'eau sera de prendre les mesures immatérielles en vue d'une utilisation efficace des ressources en eau et pour une gestion appropriée des ouvrages qui se sont poursuivies à l'horizon 2010, ainsi que l'amélioration de l'efficacité de l'envoi d'eau des systèmes d'irrigation par canalisations et la promotion de l'introduction de l'irrigation par sprinkler et par goutte à goutte afin d'améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau dans les champs.

Toutefois, il sera nécessaire de vérifier jusqu'à quel point les ressources en eau ont été développées ou non comme prévu.

Comme la situation réelle dans le « Projet de gestion des ressources en eau » a permis de le clarifier, la capacité de stockage de l'eau qui a été exploitée a été remplacée par une fonction de maîtrise de l'envasement et il est donc possible que les volumes d'exploitation des ressources en eau souhaités n'aient pas été atteints.

Afin de faire progresser un plan d'utilisation efficace de l'eau, les objectifs portent sur la gestion du bassin de retenue et la gestion du bassin versant en amont, ainsi que sur l'économie de l'eau et la diminution des pertes.

« Eau XXI » :

- Plan de la politique à long terme sur les ressources en eau à l'horizon 2030
- Accent mis sur l'utilisation efficace des ressources en eau et la gestion appropriée des ouvrages

(4) Cohérence sur le plan de la politique

Comme indiqué ci-dessus, dans le plan national de développement tunisien, l'accent est toujours mis sur l'exploitation des ressources en eau et le développement du secteur agricole depuis le « Plan directeur de développement des ressources en eau dans la région Nord » de 1975, dans un contexte de conditions climatiques difficiles.

Le « Projet de gestion des ressources en eau » a été également mis en place dans les orientations politiques ci-dessus, comme de nombreux autres projets d'exploitation des eaux.

La plupart des barrages collinaires qui ont été construits dans le cadre de ce « Projet de gestion des ressources en eau » avaient été prévus dans le « Plan directeur de développement des ressources en eau dans la région Nord ». Ces barrages sont situés en amont des ouvrages hydrauliques de base construits sur le réseau hydrographique de la Medjerda et, en raison de conditions géologiques difficiles comme l'érosion des sols, ils sont dotés d'une fonction de maîtrise de l'envasement s'écoulant vers les ouvrages hydrauliques situés en aval afin de maintenir leurs fonctions.

S'ils remplissent une fonction de protection de ces ouvrages situés en aval, ils ne sont plus en mesure d'assurer suffisamment leur fonction d'approvisionnement stable en eau pour l'irrigation des terres agricoles dans leurs environs.

Dorénavant, du point de vue de l'utilisation efficace des ressources en eau, il sera nécessaire de mettre à l'étude des méthodes de réutilisation des barrages collinaires envasés ainsi que les possibilités de développement de nouvelles ressources en eau. En outre, les mesures sur le plan immatériel, telles que l'organisation des agriculteurs en associations et l'amélioration des techniques d'irrigation, sont encore insuffisantes dans les sites des barrages collinaires régionaux, car des ressources en eau stable n'ont pas été assurées et elles devront être étudiées dans l'avenir.

Il sera également nécessaire de fournir une assistance aux agriculteurs concernés dans l'avenir également, même si ce problème a déjà été inclus dans le « Projet de gestion des ressources en eau ».

Dans certains cas, l'écoulement des sédiments du bassin versant est lié directement à la dégradation de la fonction de stockage du bassin de la retenue et il serait souhaitable que les mesures ayant l'accent mis sur la conservation des sols du bassin versant se poursuivent dans une voie modeste. Comme indiqué ci-dessus, l'impression générale est que, la politique de l'eau a été développée en mettant toujours l'accent sur l'importance d'un développement des ressources en eau et d'une poursuite de l'aménagement des systèmes d'irrigation, on peut

énoncer en conclusion que le développement de ces ressources a été pressé et que l'approche en tenant compte de l'utilisation de l'eau, voire la demande en eau, a pris du retard.

3.7 Attitude des agriculteurs vis-à-vis de l'agriculture irriguée

(1) Attitude vis-à-vis de l'agriculture irriguée

Les variations horaires des précipitations sont une particularité très remarquée en Tunisie, et l'année 1999 où l'accord de prêt pour ce projet a été approuvé était une année de sécheresse. Un phénomène inouï se poursuivait également, notamment la sécheresse qui s'est poursuivie pendant plusieurs années.

Cette situation a rendu nécessaire la révision du projet d'aménagement des systèmes d'irrigation.

Pour les agriculteurs, le financement était toujours difficile à trouver, ce qui est devenu un obstacle majeur, et vivant dans cette situation de sécheresse continue, ils auraient été obligés de sélectionner une méthode plus accessible sans charge financière que les systèmes d'irrigation.

Pour la progression de l'agriculture irriguée, il est essentiel de voir et montrer d'abord un cas de réussite dans un projet pilote exécuté dans une zone avancée est considéré comme la méthode de sensibilisation des agriculteurs la plus efficace.

Des mesures d'ensemble, combinant le soutien financier des agriculteurs, les mesures d'aide et la sensibilisation, et l'encadrement pour l'exploitation agricole, sont considérées nécessaires.

(2) Sensibilisation pour la conservation des sols

Pour la méthode de culture des champs sur les exploitations agricoles, en particulier pour la méthode de labour, un moyen ingénieux est requis pour éviter l'écoulement de la terre de surface du champ.

Les vulgarisateurs informés ont donné des instructions aux agriculteurs pour qu'ils labourent dans le sens des courbes de niveau sur les pentes, mais le labour est réalisé dans le sens de la pente, et pas selon les instructions.

Si de tels champs se situent sur le bassin versant en amont d'un barrage, il est possible qu'ils accélèrent l'écoulement des sédiments dans le bassin de retenue.

Les agriculteurs disent que manœuvrer un tracteur dans le sens des courbes de niveau est difficile pour maintenir la stabilité de la machine, et que le labour n'est pas rentable.

Les paysans pratiquent des méthodes permettant des revenus immédiats et ne se spéculent pas l'importance de conservation des sols qui assurent la durabilité de l'exploitation agricole par la prolongation de la durée de vie du barrage collinaire qu'est la source d'eau.

Pour la conservation du bassin versant, les mesures politiques prises par l'État et les gouvernorats en recourant aux CRDA et la sensibilisation des agriculteurs, qui sont les acteurs principaux sur place, ainsi que leurs actions envers l'agriculture de conservation sont importantes.

Pour favoriser cette prise de conscience, il est souhaitable que les agriculteurs participent d'eux mêmes à une gestion incluant celle des ressources en eau, qu'ils soient conscients d'être les acteurs concernés, autrement dit la propagation d'une exploitation agricole participative via des organisations ou associations, telles que les GDA.

Chapitre 4 Redéfinition de l'étendue du projet et définition de son achèvement

4.1 Définition de l'étendue du projet et de son achèvement

(1) Redéfinition des composants du projet

Le tableau suivant récapitule le contenu du projet initial, les réalisations actuelles, et les mesures à prendre dorénavant.

Contenu du projet initial	Réalisations/mesures à prendre dorénavant
1) Construction de barrages collinaires 2) Construction de barrages collinaires sur 22 sites de 7 gouvernorats	(Réalisations) 3) Achèvement de la construction de barrages collinaires sur 22 sites de 7 gouvernorats (Mesures à prendre dorénavant) L'érosion et l'effondrement peuvent être remarqués sur les pentes des barrages et les canaux des déversoirs, mais ils seront réparés non pas dans le cadre des travaux de construction, mais dans le cadre de la gestion et la maintenance des barrages.
4) Gestion du bassin versant Mise en place de brise-vent, etc. pour la protection contre l'écoulement des terres Superficie concernée : 3.080 ha	(Réalisations) Mise en place de brise-vent, etc. pour la protection contre l'écoulement des terres Superficie concernée : 6.154 ha (Mesures à prendre dorénavant) Les effets de certains travaux pour la gestion du bassin versant apparaissant difficilement dans l'immédiat, des mesures devront encore être prises en continu en fonction de la situation sur place. Il faudra pourtant définir ces mesures en tant que gestion continue. Le rôle d'encadrement de l'exploitation agricole conduit par les vulgarisateurs consiste à faire comprendre et appliquer de manière vigoureuse aux agriculteurs les effets du labour dans les sens des courbes de niveau pour maîtriser l'écoulement des terres.
5) Construction de systèmes d'irrigation	(Réalisations)

Construction des réseaux d'irrigation (station de pompage, bassin de régulation, canalisation, etc.) sur les 22 sites Mise en place des installations à la parcelle du système d'irrigation (sprinkler, etc.) sur 2.270 ha. Superficie totale irriguée de 2.300 ha.	Construction des réseaux d'irrigation sur 2 sites. Fourniture de pompes portatives sur 5 sites. Mise en place des installations à la parcelle du système d'irrigation sur 80 ha. Superficie totale irriguée de 620 ha. (Mesures à prendre dorénavant) La construction d'autres installations du réseau d'irrigation est inutile dans ce projet. Mais l'encadrement pour l'utilisation des pompes et des équipements d'irrigation sera réalisé dans le cadre de l'encadrement pour l'exploitation agricole à venir. Il est demandé aux CRDA d'apporter des soutiens divers pour le prêt/location des équipements, l'aide financière, le financement, etc.
6) Acquisition de terres Indemnisations, etc. pour les terres pour le bassin de retenue, le barrage et les installations auxiliaires à construire	(Réalisations) Indemnisations, etc. pour les terres pour le bassin de retenue, le barrage et les installations auxiliaires à construire (Mesures à prendre dorénavant) Rien en particulier
7) Essais de mesure Mesure des systèmes d'irrigation, conception détaillée, élaboration du dossier d'appel d'offres	(Réalisations) Mesure des systèmes d'irrigation, conception détaillée, élaboration du dossier d'appel d'offres
8) Fourniture d'équipements pour le renforcement des activités liées à l'opération, la gestion et la maintenance des installations 2 bulldozers pour terres humides, 2 pelles rétro, 4 camions-bennes, 1 camion-remorque, 4 pick-up	(Réalisations) Néant (Mesures à prendre dorénavant) Mesures prises par le Ministère de l'Agriculture, les CRDA si nécessaire
9) Services de consultant Gestion globale du projet, gestion des travaux de génie civil, renforcement de l'organisation (service de vulgarisation, organisation des agriculteurs)	(Réalisations) Étude de faisabilité sur la construction de systèmes d'irrigation dans 6 gouvernorats (Mesures à prendre dorénavant) Pour le renforcement de l'organisation, des

	mesures appropriées seront prises, avec pour orientation l'utilisation, au sein du Ministère de l'Agriculture, de tous les résultats jugés utiles du projet d'assistance technique en cours de réalisation par la JICA intitulé le « Projet d'alimentation en eau et d'irrigation du nord de la Tunisie et du Projet d'irrigation à Barbara ».
--	--

Source : Mission SAPS

L'aménagement des systèmes d'irrigation a pris du retard suite à l'influence des sécheresses. D'autre part, de nombreux sites à envasement supérieur aux prévisions étant observés, et la dégradation de la qualité de l'eau ayant aussi été remarquée, la révision du plan d'aménagement est devenue inévitable. Cette révision a permis de vérifier que, pour beaucoup des sites où une station de pompage fixe et des canalisations ont été prévues dans le projet initial, l'irrigation à petite échelle ayant recours aux pompes portatives est aussitôt fastidieuse que convenable.

La construction de nouveaux systèmes d'irrigation fixes est non approprié, vu qu'actuellement les différentes activités du présent projet réalisées dans chacun des gouvernorats est en stade de développement. Par conséquent, il est donc adéquat de considérer que l'exécution du plan d'irrigation dans ce projet est achevée.

Les mesures à prendre dorénavant indiquées dans le tableau ci-dessus sont des activités liées à la gestion et à la maintenance, qui peuvent toutes être réalisées dans le cadre des activités de vulgarisation quotidiennes.

Par conséquent, le contenu des réalisations indiquées dans le tableau ci-dessus sera considéré comme la redéfinition de l'étendue de chaque composant du projet, et l'achèvement du projet est déclaré avec les résultats d'avancement des activités au moment présent.

(2) Efforts du gouvernement Tunisien pour la progression du projet et son évaluation

Les mesures prises par le gouvernement Tunisien pour la progression du projet ont été classifiées et sont présentées ci-dessous.

Rubriques	Efforts du gouvernement Tunisien/ évaluation par la mission d'étude SAPS
1) Construction des barrages collinaires (Planification) Construction de barrages collinaires dans 22 périmètres de 7 gouvernorats. (Résultats) Malgré le retard par rapport au plan initial, achèvement de la construction de barrages collinaires dans 22 périmètres.	(Efforts du gouvernement Tunisien) Si la construction des barrages a été retardée en raison principalement du retard de passation de l'accord pour les services de consultant, des efforts ont été déployés en vue de l'achèvement de la construction des barrages, du fait de l'expérience déjà acquise dans ce domaine en tant que projets HDP et en réduisant au maximum les coûts de construction des barrages. (Évaluation de la mission d'étude SAPS) Les efforts en vue de l'achèvement de la construction ainsi que les résultats obtenus sont très appréciables. Toutefois, du fait de l'érosion et de l'effondrement constatés actuellement pour les talus des digues et les talus des canaux des déversoirs, il est important, lors de la construction de barrages, de tenir compte de la minimisation du Coût du Cycle de Vie¹⁰ incluant non seulement les coûts de la construction initiale du barrage mais les coûts de gestion et maintenance afin que l'ouvrage puisse continuer à fonctionner normalement à l'avenir.
2) Gestion du bassin versant (Planification) Mise en place de brise-vent, etc. pour la protection contre l'érosion des sols Superficie ciblée : 3.080 ha (Résultats) Superficie ciblée : 6.154 ha	(Efforts du gouvernement Tunisien) Des mesures ont été prises pour une superficie ciblée équivalente à pratiquement le double de celle de la planification et on peut considérer que des efforts ont été déployés en jugeant de la situation sur place. D'autre part, les vulgarisateurs ont fourni un encadrement aux agriculteurs du bassin versant des barrages, leur expliquant les effets du labour dans le sens des courbes de niveau pour maîtriser le glissement des terres. Cependant, pratiquement aucun paysan n'utilise cette méthode en réalité en raison de son manque

¹⁰ Le Coût du cycle de vie est le coût cumulé d'un ouvrage à toutes les étapes de son cycle de vie, de sa fabrication et fourniture à sa mise au rebut en passant par son utilisation.

	d'efficacité. (Évaluation de la mission d'étude SAPS) En dehors de la superficie ciblée, les périmètres pour lesquels des mesures ont été prises sont restés limités. Les causes de glissement des terres sont complexes mais on peut considérer, en fonction de la progression actuelle de l'envasement dans de nombreux sites de barrages, qu'il aurait été nécessaire de procéder à des travaux de prévention dans un grand nombre de périmètres.
3) Construction des systèmes d'irrigation (Planification) Construction des réseaux d'irrigation dans 22 périmètres (station de pompage, bassin de régulation, canalisations, etc.) Installations à la parcelle du système d'irrigation (installation de sprinklers) Mise en place dans 2.270 ha. Superficie totale irriguée : 2.300 ha (Résultats) Construction des réseaux d'irrigation dans 2 périmètres. Fourniture de pompes portatives dans 5 périmètres. Mise en place des installations à la parcelle du système d'irrigation sur 80 ha. Superficie totale irriguée: 620 ha.	(Efforts du gouvernement Tunisien) Les sécheresses qui se sont succédées et la nécessité de réviser les critères des aménagements a été évoquée comme causes directes du retard pris par le projet. Le plan initial a également été révisé, en menant une étude de faisabilité pour les aménagements de l'irrigation, en raison du fait que l'envasement a progressé même pour les barrages achevés entretemps, que la qualité de l'eau stockée s'est détériorée et de la difficulté de rassembler les agriculteurs bénéficiaires. (Évaluation de la mission d'étude SAPS) Si des changements de situation imprévus au moment du plan initial sont effectivement survenus, on peut considérer que le retard des mesures qui devaient être prises est principalement dû au fait que l'entreprise consultante japonaise, ayant de bonnes connaissances des projets avec prêt en yens, n'a pas été employée comme consultant pour le contrôle de l'ensemble du projet.

Source : Mission SAPS

(3) Étendue des travaux à la charge du gouvernement Tunisien après la fin du prêt

Le prêt en yens s'est achevé le 12 Novembre 2009 mais le projet a été poursuivi par le gouvernement Tunisien par la suite et a été achevé avec la fin de la construction du système d'irrigation du périmètre de ZA-2 Zangou en Octobre 2013.

L'étendue des travaux à la charge du gouvernement Tunisien après la fin du prêt est la suivante :

Projet d'aménagement du système d'irrigation :

les 2 périmètres ci-dessous

BE-5 Sidi Yahia : Construction d'une station de pompage, construction d'un bassin de régulation, Pose de conduites d'eau sur 674 m, pose de canalisations de distribution sur 6.945 m

Za-2 Zangou : Pose de canalisations de distribution sur 3.266 m, construction des équipements du système d'irrigation 18,5 ha

Travaux de conservation des sols : 11 périmètres

(4) Objectifs d'utilisation de chaque barrage

Initialement, les principales utilisations des barrages prévues étaient : 1) Irrigation, 2) Recharge d'eau dans les aquifères, 3) Lutte contre l'inondation, 4) Réduction des sédiments s'écoulant vers les installations en aval des barrages. Les systèmes d'irrigation étaient prévus pour tous les barrages, mais présentement, l'utilisation des systèmes d'irrigation est difficile pour certains d'entre eux, et comme cause de toutes ces difficultés, il semble pertinent de penser que la capacité de stockage d'eau initialement prévue pour l'irrigation a été utilisée pour la maintenance des ouvrages hydrauliques majeurs en aval et de prévention de envasement des cours d'eau en aval.

En outre, pour ce qui est de 2) la recharge d'eau dans les aquifères et 3) la lutte contre l'inondation, les 22 barrages ne possèdent pas tous ces fonctions et il est nécessaire de juger selon la situation réelle aux environs du site et en aval du barrage. Sur cette base, notre mission SAPS résume les objectifs d'utilisation des barrages dans le tableau suivant en tenant compte de la qualité de l'eau, de la vitesse d'envasement, de la capacité de stockage d'eau, de la localisation, de chaque barrage.

Tableau 4.1 Objectifs d'utilisation des barrages

Nom du barrage		Objectifs d'utilisations de chaque barrage			
		①Irrigation	②Recharge d'eau dans les aquifères des environs	③Lutte contre l'inondation pour les agglomérations, les villes en aval	④Prévention de l'ensablement dans les ouvrages hydrauliques majeurs et des cours d'eau en aval
NA-1	Tabouda	Irrigation en fonction du volume utile d'eau retenue.		Lutte contre l'inondation pour la ville de Haouaria	Ensablement des cours d'eau en aval
BE-2	Labiadh	Idem			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage d'El Arrousia
BE-3	Slouguia	Idem		Lutte contre l'inondation	Idem
BE-4	Kashbar	Idem			Idem
BE-5	Sidi Yahia	Idem			Idem
JE-1	Sammar	Idem			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage de Sidi Salam
KE-1	Bou Yagoum	Idem			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage de Mellegue
KE-2	Rouijel	Idem			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage de Sidi Salam
SI-2	Mechaiker	Idem			Ensablement des cours d'eau en aval
SI-3	N'chem	Idem			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage de Sidi
SI-4	Meskaya	Idem			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage de Remil
SI-5	Erroumi	Idem			Idem
SI-6	Zaaroura	Pas de fonction d'irrigation parce que rempli de sable			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage de Siliana
SI-8	Shigaga	Irrigation en fonction du volume utile d'eau retenue.			Ensablement des cours d'eau en aval
SI-10	Jourra	Idem			Idem
SI-11	Sela	Idem			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage de Siliana
SI-12	Ain Melah	Idem			Ensablement des cours d'eau en aval
ZA-1	Fejjij	Mais l'ensablement est			Réduction des sédiments du sable s'écoulant dans le barrage de Bir
ZA-2	Zangou	Idem			Ensablement des cours d'eau en aval
ZA-3	Enfidha	Idem			Idem
ZA-4	Guissat	Idem		Lutte contre l'inondation	Idem
SO-1	Breck	Idem	Garantie de l'utilisation de l'eau souterraine du bassin versant en aval par déversement en aval du barrage	Lutte contre l'inondation pour les villes de Takrouna et Enfidha	Idem

Source : Mission SAPS

4.2 Conclusion

Le gouvernement Tunisien considère que le Projet a été achevé (avec la fin de la construction des systèmes d'irrigation en 2013) et la mission d'étude juge également cette décision comme pertinente. Après l'achèvement du Projet, le Ministère de l'Agriculture devra présenter par la suite le rapport d'achèvement du Projet à la JICA qui procédera à une évaluation ex-post du projet et tirera les leçons à partir des résultats acquis.

Cependant, comme indiqué dans le présent rapport, la gestion et la maintenance des installations aménagées dans ce projet seront indispensables pour leur permettre de remplir leur fonction essentielle après la fin du projet, et l'organisation des agriculteurs et des activités liées aux différentes associations, et la promotion de l'exploitation agricole via l'utilisation de ces installations devront être poursuivies.

Pour la gestion et la maintenance précitées:

- Les CRDA obtiendront un budget pour réparer les défauts des installations et les mauvais fonctionnements des systèmes d'irrigation menaçant la sécurité des barrages.
- Un spécialiste du Ministère de l'Agriculture effectuera une évaluation de la sécurité des barrages.
- Le gestionnaire du barrage, qui opère les pertuis pour l'exploitation de l'eau du bassin de la retenue sur instructions du CRDA, devra enregistrer toutes les opérations effectuées et conserver ses relevés. En particulier, pour les barrages ayant comme objectif la lutte contre l'inondation en aval, comme il faudrait une gestion rigoureuse du niveau de l'eau retenue, la tenue et l'entretien des données de gestion sont obligatoires pour clarifier à qui incombe les responsabilités.

Pour ce qui est de l'organisation des agriculteurs, le projet d'assistance technique intitulé le « Projet d'alimentation en eau et d'irrigation du nord de la Tunisie et le Projet d'irrigation à Barbara » est en cours de réalisation par la JICA pour le Ministère de l'Agriculture et les CRDA. Pour ce qui est des particularités régionales, l'envergure des installations ainsi que l'environnement de vie des agriculteurs, en tenant compte des différences entre les périmètres cibles du « Projet de gestion des ressources en eau » et ceux visés par les projets d'assistance technique, le Ministère de l'Agriculture devra mettre à l'étude, parmi les résultats obtenus par le projet d'assistance technique, ceux qu'il considère comme pouvant lui être utiles.

Chapitre 5 Évaluation du projet

5.1 Classement pour l'évaluation du projet

Une évaluation est prévue à l'avenir lors de l'achèvement du projet. Par conséquent, la notation s'appuyant sur l'enquête auprès des personnes concernées sera réalisée par la mission d'évaluation à l'achèvement du projet, mais les informations obtenues au moment de l'étude SAPS ont été classées ici. Il ne s'agit donc pas ici d'une évaluation achevée, mais d'un classement des informations en vue de l'évaluation. L'évaluation du projet sera effectuée sur la base des 5 critères ; de pertinence, efficacité, efficience, impact et développement autonome, et le même système a donc été adopté ici.

(1) Pertinence

La pertinence du projet a été examinée sur la base du 9^{ème} Plan de développement national qui était en vigueur au moment de la signature de l'accord de prêt en yens pour ce projet (1999), et des plans établis avant la révolution, à savoir 11^{ème} Plan de développement national, la politique de base sur les ressources en eau [Eau 2000] (1990-2010), et [Eau XXI] (2000-2030), ainsi que de la nécessité de l'exécution du projet. Veuillez vous rapporter à la section 3.6 Facteurs sur le plan politique pour les détails.

Plan de développement national

Dans les principales mesures en relation avec le secteur agricole du 9^{ème} Plan de développement national figurent le développement des ressources en eau, la conservation de l'eau et des sols et la conservation des forêts et des prairies d'élevage. Les 3 points suivants ont été énoncés dans le 10^{ème} plan qui a suivi : 1) croissance durable de la production agricole, sylvicole et de la pêche, 2) développement du milieu rural et amélioration du niveau de vie et des revenus des producteurs agricoles et 3) suivi de la mobilisation pour les ressources naturelles et rationalisation du développement ; les défis à relever étant le développement accru des zones irriguées et la diffusion de la technique d'économie d'eau pour l'irrigation. Puis le 11^{ème} Plan de développement national, en suivant les orientations conventionnelles, s'est donné comme objectifs un marché ouvert et l'amélioration de la productivité.

Comme indiqué ci-dessus, un degré de priorité élevé est attribué au développement des ressources en eau et au développement de l'agriculture dans tous les plans de développement nationaux.

Politique de base sur les ressources en eau

[Eau2000] prône la construction d'installations en vue de la retenue et de la distribution efficaces des ressources en eau limitées, voire le développement dynamique des ressources en eau. Et [Eau XXI] (2000- 2030) l'utilisation efficace des ressources en eau et la gestion appropriée des installations, ainsi que l'amélioration de l'efficacité de l'envoi d'eau des systèmes d'irrigation par canalisation, la mise en place du système d'arrosage automatique (sprinklers) et de l'irrigation goutte-à-goutte pour renforcer l'efficacité de l'utilisation de l'eau sur les champs.

Assurément, les mesures précitées coïncident avec le contenu des activités du présent projet.

Nécessité de l'exécution du projet

Avant l'exécution du projet, l'agriculture irriguée était considérée impossible sur les sites du projet à cause de la restriction des ressources en eau, à savoir la mauvaise distribution temporelle et spatiale des précipitations. Avec l'exécution du projet, bien que pas sur tous les sites, la promotion de la conservation du bassin versant et la diffusion des techniques d'irrigation sont espérées, et la construction des barrages collinaires rend possibles la prévention de l'écoulement des sédiments vers le bassin en aval, la recharge de l'aquifère aux environs du barrage, ainsi que la prévention des dégâts dus à l'inondation dans les agglomérations en aval du barrage. La nécessité du projet a pu être reconnue.

D'autre part, des ouvrages hydrauliques majeurs étaient déjà réalisés en Tunisie, par exemple sur le système hydrographique de la rivière Medjerda, et pour utiliser efficacement ces ouvrages, la maîtrise de transport des sédiments du bassin versant situé en amont de ces ouvrages est essentielle sur le plan d'utilisation de l'eau d'envergure nationale. La construction d'un barrage collinaire est également très importante pour remplir cette fonction.

Si l'on considère qu'avec le réchauffement à l'échelle planétaire, sujet d'actualité ces dernières années, des sécheresses et inondations peuvent survenir à cause de la mauvaise distribution temporelle des précipitations, la mise en place d'un barrage collinaire devient très importante pour les agglomérations et villes en aval.

(2) Efficience

Rendement

Comme l'indique le **Tableau 5.1** classant les taux d'atteinte des objectifs du projet, la DG/BGTH est en charge de 22 barrages collinaires et des PIU sont mis en place. Initialement, la construction était prévue de 2000 à 2001, mais tous les travaux ne sont achevés qu'en avril

2005. La conservation du bassin versant était prévue sur tous les sites, mais elle a en fait été réalisée sur environ la moitié, à savoir 11 sites, et la superficie concernée est pratiquement du double de celle initialement envisagée. L'étendue des travaux de conservation devait s'adapter à la situation sur place. A notre avis, c'est la raison pour laquelle cette situation s'est produite.

La construction des réseaux d'irrigation était prévue de 2001 à 2002 après l'achèvement de chaque barrage, mais sous l'influence des sécheresses, la révision du projet est devenue nécessaire, et une étude de faisabilité a été réalisée pour les systèmes d'irrigation de tous les gouvernorats concernés. Cela a retardé la construction des réseaux d'irrigation, la période du prêt a été dépassée, et leur construction sur budget du gouvernement Tunisien a été décidée, mais effectuée seulement à Sidi Yahia en 2011 et Zangou en 2013.

Les études de faisabilité pour les réseaux d'irrigation ont été réalisées en 2007-2009, mais à ce moment-là, les barrages étaient achevés depuis 6 à 7 ans pour les plus précoces, et le problème de l'envasement du bassin de la retenue était déjà apparu sur certains sites. La construction des réseaux d'irrigation n'a pas été concrétisée dans beaucoup de sites à barrage. Nous considérons, comme cause de cet état des choses, le fait que les agriculteurs Tunisiens ont choisi une méthode de prise d'eau directement à partir des bassins de la retenue en recourant aux pompes portatives qui semblait plus réalisable que la mise en place d'installations fixes, en tenant compte de l'état de l'envasement, la qualité de l'eau dans le bassin de la retenue et la situation des pluies surveillés attentivement dans la période après la construction des barrages.

La mise en place des installations à la parcelle du système d'irrigation étant prévue après celle des réseaux d'irrigation, elles l'ont été sur un seul site.

La fourniture des équipements était prévue en l'an 2000, mais elle n'a pas été réalisée parce que le consultant du projet était absent et que les PIU des CRDA n'étaient pas créés.

Les services de consultant pour la gestion globale du projet étaient prévus de 2000 à 2004, mais aucun consultant n'a été embauché, seulement un consultant a été engagé pour les études de faisabilité sur les sites de chaque gouvernorat de 2007 à 2009.

Durée

Les travaux ont commencé en 1999 après l'approbation et la mise en vigueur de l'accord de prêt, mais les années de sécheresse successives pendant la progression des travaux ont rendu la révision des systèmes d'irrigation inévitable, et la période du prêt a été prolongée de 3 ans

en novembre 2006. Après le délai du 11 Novembre 2009, il était prévu que le gouvernement Tunisien continue l'aménagement des systèmes d'irrigation nécessaires sur fonds propres, mais avec la confusion après la révolution, tous les travaux ont été suspendus, l'aménagement des systèmes d'irrigation sur 2 sites a été achevé seulement en 2013. Pour cette raison, la période du projet initiale de 7 ans et 8 mois est passée à 10 ans et 8 mois, et il a fallu près de 15 ans pour l'achèvement des travaux d'aménagement des systèmes d'irrigation par le gouvernement Tunisien.

Coût du projet

Le coût total du projet initialement estimés était de 9.609 millions de yens. Le coût des aménagements réalisés (prêt en yens et budget du gouvernement Tunisien) était de 4.482 millions de yens (dont la part du prêt accordé par la JICA était de 3.617 millions de yens). Les coûts ont été considérablement réduits, car les systèmes d'irrigation n'ont pas pu être dûment aménagés en raison de la révision du programme d'irrigation et le consultant chargé de la gestion du projet n'a pas été engagé.

Synthèse du coût du projet

Unité (millions de yens)

Catégorie	Prêt en yens	Part Tunisie	Coût total du projet
Plan	7.184	2.425	9.609
Coût réel (Total des décaissements de prêts)	3.617	1.941	4.482
Différence	3.567	483	5.126
Coût réel/plan (%)	50,3	80,0	46,6

Note : Le taux de conversion est de 1 DT = 116 yens, la part du GOT inclut les travaux d'aménagement des réseaux d'irrigation de Sidi Yahia (BE-5) et de Zangou (ZA-2), ainsi que les travaux de mise en place des systèmes d'irrigation sur les champs.

La révision du plan d'aménagement de périmètres irrigués qui a conduit à la non réalisation des systèmes d'irrigation initialement prévus, et réduit le coût des travaux de conservation de sols, ainsi que le non- engagement d'un consultant gestionnaire du projet, ont été les raisons principales de la réduction du coût total du projet.

(3) Efficacité

Superficie irriguée

Comme l'indique le **Tableau 5.1**, la superficie réellement irriguée en 2014 est de 620,5 ha, ce qui correspond à seulement 27% de la superficie de 2.298,4 ha initialement prévue. Les causes ci-dessous sont envisageables :

- Les sécheresses successives vers 1999 ont rendu nécessaire la révision du plan d'irrigation.
- La motivation des agriculteurs d'investir activement dans les projets d'irrigation a faibli sous l'influence des sécheresses.
- Sur certains barrages, l'envasement a rendu l'obtention de l'eau pour l'irrigation impossible, ou la teneur en sel de l'eau retenue a augmenté, ce qui a obligé à s'abstenir de l'utiliser pour l'agriculture.
- Les causes ci-dessus ont retardé l'organisation des agriculteurs, et leur implication active dans l'agriculture irriguée a aussi pris du retard. Vu l'étendue du retard de l'engagement, il n'y a aucun cas de réussite jusqu'ici, et de nouveaux développements de l'agriculture irriguée ne sont pas prévus.

Les problèmes précités devront être encore abordés en continu après l'achèvement du projet.

Aménagement des systèmes d'irrigation

Comme indiqué ci-dessus, la révision du plan d'irrigation a provoqué le retard de la mise en place des systèmes d'irrigation et a conduit à des changements d'orientation, passant de l'aménagement d'installations fixes à des aménagements de l'irrigation plus flexibles et, comme le montre le degré d'atteinte des objectifs du projet présenté au **Tableau 5.1**, des valeurs considérablement inférieures à celles du plan initial ont été adoptées pour la taille des pompes installées, le nombre de pompes, le nombre de bassins de régulation, la longueur des canalisations de conduite et de distribution de l'eau posées et la superficie des champs dotés d'un système d'irrigation. Il sera important à l'avenir de promouvoir l'utilisation des bassins de retenue en fonction de critères d'aménagement convenant à la situation dans chacun des périmètres.

Tableau 5.1 Taux d'atteinte des objectifs du projet

Sous-projet	1. Superficie irriguée (ha)		2. Conservation des ressources en eau (barrage collinaire)	3. Gestion du bassin versant (ha)		4. Station de pompage (kw)		5. Pompe de groupe (l/eq)		6. Bassin de régulation (m³)		7. Canalisation d'alimentation (m)		8. Canalisation de distribution (m)		9. Système d'irrigation opéré par les paysans (ha)	
	Proposé	Réel		Proposé	Réel	Proposé	Réel	Proposé	Réel	Proposé	Réel	Proposé	Réel	Proposé	Réel	Proposé	Réel
			Tous achevés														
NA-1 Taibouda	80,2	1,0	nov-01	140	0	30	Néant	0	0	10	Néant	280	0	5.490	0	50	0
BE-2 Labiadh	94,4	0,0	août-02	140	1.128	33	Néant	0	0	10	Néant	400	0	3.720	0	94	0
BE-3 Slougoula	223,3	2,0	avr-05	140	2.100	175	Néant	0	0	20	Néant	700	0	7.050	0	223	0
BE-4 Kashbar	357,4	47,0	avr-05	140	1.128	38	Néant	0	0	10	Néant	750	0	11.000	0	357	0
BE-5 Sidi Yahia	94,6	0,0	mars-04	140	1.184	53	80	0	0	35	500	500	674	2.250	6.945	95	0
JE-1 Sammar	76,9	75,0	mars-02	140	20	Néant	Néant	0	0	Néant	Néant	Néant	Néant	2.500	0	77	0
KE-1 Bou Yagoum	134,0	18,5	août-01	140	500	145	Néant	0	0	20	Néant	2.200	0	5.330	0	134	0
KE-2 Roujajel	113,6	0,0	nov-01	140	0	30	Néant	0	0	50	Néant	850	0	3.070	0	114	0
SI-2 Mechaiker	90,8	42,0	nov-01	140	0	Néant	Néant	5	0	Néant	Néant	Néant	Néant	12.000	0	91	0
SI-3 N'chem	80,5	30,0	janv-02	140	0	Néant	Néant	7	5	Néant	Néant	Néant	Néant	9.450	0	81	0
SI-4 Maskaya	83,8	7,0	janv-02	140	0	55+3	Néant	0	4	10	Néant	900	0	7.800	0	84	0
SI-5 Erroumi	43,3	12,0	juil-01	140	0	35	Néant	0	0	10	Néant	600	0	1.650	0	43	0
SI-6 Zaaroura	191,2	0,0	nov-01	140	0	90+20	Néant	0	0	20+18	Néant	1.700	0	9.000	0	191	0
SI-8 Shigaga	158,3	27,0	juin-02	140	0	42	Néant	8	4	15	Néant	1.700	0	8.750	0	158	0
SI-10 Jourra	28,7	49,0	oct-01	140	0	Néant	Néant	0	1	10	Néant	200	0	4.500	0	29	0
SI-11 Seia	81,7	0,0	mai-02	140	0	87+3	Néant	0	0	15	Néant	1.200	0	4.700	0	82	0
SI-12 Ain Melah	72,3	43,0	sept-02	140	0	Néant	Néant	9	0	10	Néant	Néant	Néant	12.000	0	72	0
ZA-1 Fejj	39,1	0,0	juil-01	140	20	29	Néant	0	5	15	Néant	150	0	2.250	0	39	0
ZA-2 Zangou	67,5	110,0	nov-03	140	70	55	Néant	0	0	Néant	Néant	400	0	1.300	3.266	68	80
ZA-3 Enfidha	28,5	83,0	nov-01	140	15	50	Néant	0	0	Néant	Néant	300	0	850	0	29	0
ZA-4 Guissat	27,8	54,0	juin-01	140		35	Néant	0	0	10	Néant	600	0	1.550	5.000	28	0
SO-1 Breck	130,5	20,0	juil-01	140		41	Néant	0	0	15	Néant	900	0	2.890	0	131	0
Total	2.298,4	620,5	22 sites	3.080,0	6.165,0	1047	80	29,0	19,0	303	500	14.330	673,6	119.100	15.211	2.270	80
Taux d'atteinte (%)		27,0		100	200,2		7,6		65,5		165,0		4,7		12,8		3,5

Maintien des fonctions des ouvrages hydrauliques en aval

La capacité de stockage d'eau des barrages a été de 2.119.000 m³ au moment de l'étude, mais l'étude réalisée en 2014 a montré seulement 1.319.000 m³, ce qui correspond à 62,3% des prévisions, à cause de l'envasement. La différence entre les deux est d'environ 8.000.000 m³, ce qui représente le volume de sédiment accumulé dans les bassins de retenue.

Si ces barrages collinaires n'existaient pas, les sédiments seraient transportés en aval, et atteindraient les grands et moyens barrages d'El Arrousia, Mellegue, Siliana, Rmil en aval, ce qui aurait réduit la capacité de stockage et la fonction de ces derniers.

Les barrages collinaires ont ainsi rempli leur rôle de protéger les ouvrages hydrauliques majeurs en aval.

Tableau 5.2 Capacités de stockage d'eau au moment de la planification du projet et celles estimées pour l'an 2014

Barrage		Capacités de stockage d'eau totales de projet	Quantité de sédimentation estimée pour l'an 2014	Capacités de stockage d'eau estimées pour l'an 2014
		m3	m3	m3
NA-1	Tabouda	690.000	60.450	629.550
BE-2	Labiadh	185.000	80.000	105.000
BE-3	Slouguia	1.380.000	897.000	483.000
BE-4	Kashbar	2.026.000	876.000	1.150.000
BE-5	Sidi Yahia	1.530.000	530.000	1.000.000
JE-1	Sammar	1.070.000	270.000	800.000
KE-1	Bou Yagoum	2.400.000	176.429	2.223.571
KE-2	Rouijel	940.000	111.429	828.571
SI-2	Mechaiker	900.000	550.000	350.000
SI-3	N'chem	550.000	220.000	330.000
SI-4	Meskaya	1.040.000	750.000	290.000
SI-5	Erroumi	773.000	309.200	463.800
SI-6	Zaaroura	614.000	614.000	0
SI-8	Shigaga	1.400.000	600.000	800.000
SI-10	Jourra	220.000	151.000	69.000
SI-11	Seia	500.000	320.000	180.000
SI-12	Ain Melah	585.000	192.000	393.000
ZA-1	Fejj	313.000	220.000	93.000
ZA-2	Zangou	904.000	220.000	684.000
ZA-3	Enfidha	1.140.000	74.286	1.065.714
ZA-4	Guissat	400.000	150.000	250.000
SO-1	Breck	1.625.000	625.000	1.000.000
Total		21.185.000	7.996.794,0	13.188.206,0
Pourcentage par rapport aux capacités prévues		100	37,7	62,3

Source : Mission SAPS

Effet de recharge de l'eau souterraine

Le barrage de SO-1 Breck déverse son eau dans la rivière en aval pour recharger l'eau dans les aquifères pour améliorer la capacité de l'eau souterraine en aval. Il sert à la protection de l'environnement de l'eau souterraine et à la retenue de l'eau dans les aquifères.

D'après l'interview auprès des CTV, une centaine d'agriculteurs utilisent des puits pour irriguer une superficie de 800 ha aux environs du barrage de SO-1 Breck (zone de Es Safha).

Organisation des agriculteurs et frais d'utilisation de l'eau

Actuellement, un GRA est créé seulement sur 2 sites : Zangou (ZA-2) (en 2014) et Gwissat (ZA-4) (en 2009).

Dans les deux sites ci-dessus, des systèmes d'irrigation ont été construits dans le cadre du Projet. Étant donné que des sprinklers ont été mis en place en tant qu'équipements du système d'irrigation, il est possible de procéder à l'exploitation agricole en utilisant comme ressources en eau le bassin de retenue du barrage collinaire et l'environnement est approprié pour les activités du GDA. Dans les autres périmètres, vu que l'aménagement des installations allant des sources d'eau aux installations à la parcelle du système d'irrigation n'a pas été achevé et que ces installations ne sont pas en état d'être utilisées, on peut considérer qu'il est difficile d'agir en groupe pour les différentes activités.

A BE-5 Sidi Yahia également, si le système d'irrigation avait été construit par le projet de gestion des ressources en eau, le groupe électrogène a été vandalisé durant la période de désordre de la révolution de 2011 et il n'a toujours pas été remplacé, ce qui rend le fonctionnement des installations impossible. Le CRDA prévoit d'électrifier le site à l'avenir pour remettre le système en service, et des demandes peuvent être formulées pour la création du GDA ainsi que pour les activités futures.

À ZA-2 Zangou, 8 agriculteurs ont introduit des canalisations de distribution et des systèmes d'irrigation sur leurs champs pour irriguer une superficie de 80 ha. Le GDA vient seulement d'être créé en Janvier 2014. Les membres sont le président, le trésorier et un autre responsable. La cotisation est de 30 DT par bénéficiaire, et les frais d'utilisation de l'eau de 0,03 DT/m³. Le GDA n'a pas encore commencé la collecte de ces frais.

A ZA-4 Gwissat, la construction du système d'irrigation a été terminée dans le cadre d'un projet exécuté avec une aide financière de l'UE, sur une superficie d'irrigation de 54 ha et pour 19 ménages de ~~paysans~~ agriculteurs. Le GDA qui a été créé devait collecter des redevances de l'eau fixées à 0,03 DT/m³ mais, à l'heure actuelle, les résultats de cette collecte sont encore inconnus.

De toute façon, il sera nécessaire de renforcer les actions en vue de l'organisation des agriculteurs durant les activités de vulgarisation qui seront menées dans le futur.

(4) Impact

La construction de barrages collinaires se fait par sélection de sites de barrage développables, conformément à la politique de base concernant les ressources en eau, s'accompagnant d'autres projets similaires (HDP) utilisant la méthode de construction des barrages collinaires, a eu un impact majeur en contribuant au développement cohérent des ressources en eau dans tout le pays.

Par ailleurs, lors de la construction des barrages collinaires, des travaux de conservation du bassin versant ont été réalisés, même s'ils n'ont pas été suffisants, et la reconnaissance de l'importance de la conservation du bassin versant est très significative du point de vue de la protection de l'environnement.

L'utilisation de l'eau pour l'irrigation visée dans le projet n'a pas été suffisamment avancée, à cause de problèmes tels que l'envasement et la mauvaise qualité de l'eau, mais la prévention de transport de sédiments en aval et le maintien des fonction des ouvrages hydrauliques majeurs en aval, ont été identifiés en tant que fonctions des barrages collinaires, nous considérons ce point-là très significatif.

(5) Développement autonome

Les CRDA sont considérés comme acteurs clés du développement autonome.

Le service de gestion et celui chargé de la vulgarisation au sein du CRDA s'occuperont de la gestion et la maintenance des barrages collinaires construits dans le cadre de ce projet et de l'organisation des agriculteurs.

En ce qui concerne l'érosion du côté de la pente du barrage, les fissures dans la crête du barrage, l'effondrement du côté de la pente du canal du déversoir, etc. devenus clairs au cours de la présente étude, le budget pour la maintenance et la réhabilitation doit être obtenu pour assurer la stabilité du barrage, même si le bassin de retenue est envasé.

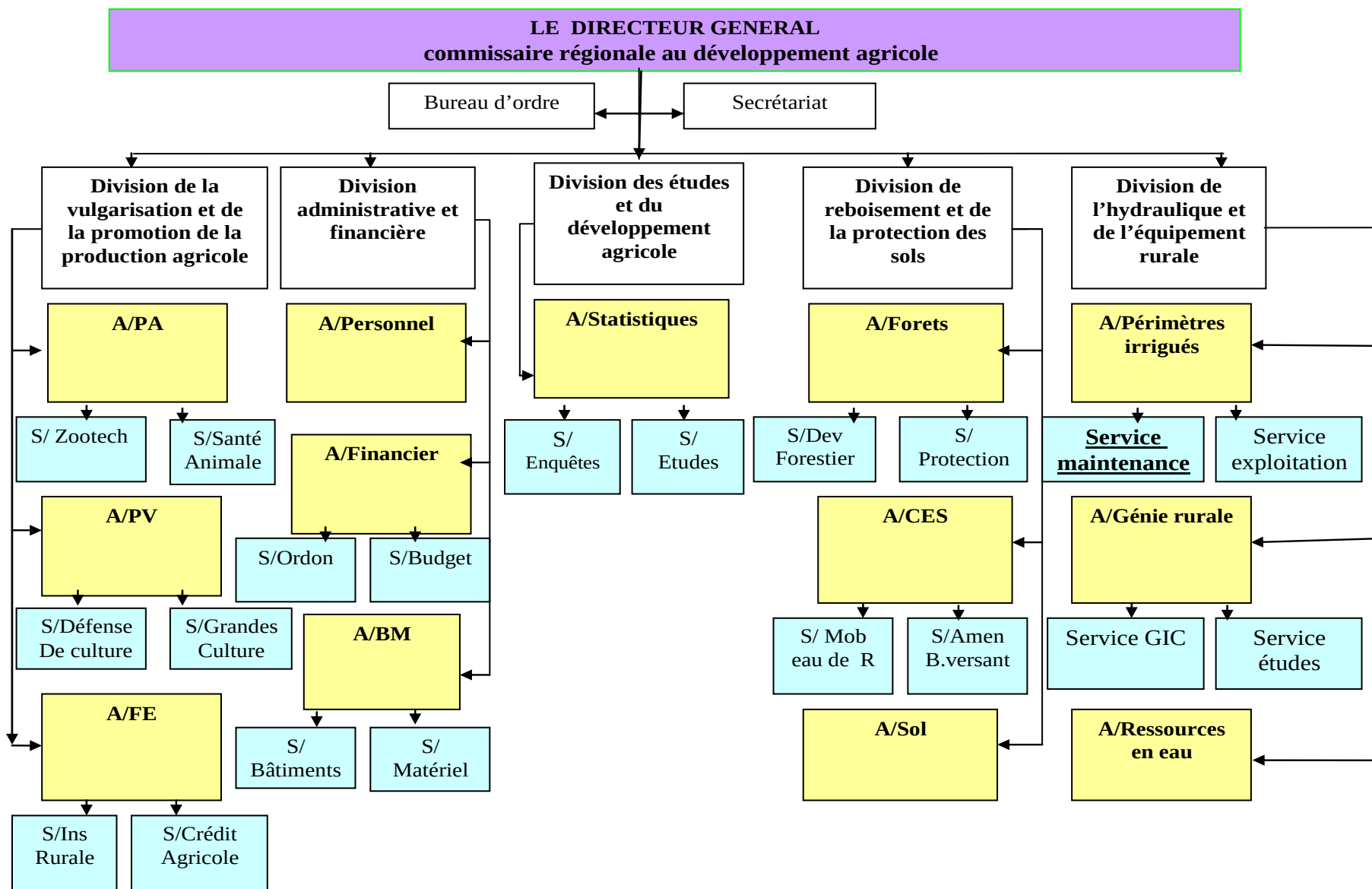


Figure 5.1 Exemple de l'organigramme des CRDA

Chapitre 6 Recommandations

6.1 Résultats de l'Étude

La présente étude a permis de conclure que le Projet avait été achevé en 2013 avec la fin d'aménagement du système d'irrigation du périmètre ZA-2 Zangou.

A l'avenir Dorénavant, le Ministère de l'Agriculture devra présenter le Rapport d'achèvement du Projet à la JICA qui procédera à une évaluation ex-post du projet et en tenir les recommandations qui seront utiles à la gestion de nouveaux projets.

Après l'achèvement du Projet, comme indiqué au paragraphe 6.3 ci-après, l'organisation et les activités des agriculteurs constitueront des thèmes essentiels pour la gestion, la maintenance et l'exploitation appropriées des installations construites dans le cadre du projet de gestion des ressources en eau.

6.2 Leçons tirées à partir de l'exécution du projet

(1) Normes d'aménagement appropriées

Des facteurs naturels rendent l'érosion des sols très importante en Tunisie, et la haute priorité doit être donnée à la conservation du bassin versant pour déployer au maximum l'effet de l'eau retenue à la construction d'un barrage.

Le climat Tunisien, et en particulier les précipitations, a la particularité de variations annuelles très importantes, ce qui engendre une grande instabilité pour l'exploitation agricole. De ce fait, concernant la stabilité des ressources en eau, la construction d'un barrage, pour le stockage de l'eau pendant la période où elle est relativement abondante, et son utilisation pendant la saison sèche, est une solution indispensable.

Cependant, même si la construction d'un barrage permet d'obtenir une certaine stabilité des ressources en eau, en raison de l'importance de l'impact de l'érosion des sols du bassin versant et de la difficulté d'obtenir des volumes d'eau stockée suffisants du fait des fluctuations considérables dans les précipitations, on peut considérer qu'il sera nécessaire, lors de la planification des systèmes d'irrigation, d'adopter des critères d'aménagement adaptés à la situation réelle du barrage, en utilisant par exemple des pompes portatives ou des réservoirs d'eau pour usage commun, sans avoir recours à la construction d'une série d'installations fixes pour la conduite et la distribution de l'eau jusqu'aux parcelles d'irrigation.

Les travaux d'amélioration des sols réalisés au Japon se subdivisent aussi en type I (aménagement même des ouvrages d'irrigation tels que sprinklers sur les périmètres), type II (mise en place d'orifices de décharge aux environs des périmètres) et type III (connexion d'orifices d'alimentation en eau à proximité de barrages, réservoirs, à des camions citernes), ce qui permet l'aménagement et la promotion de systèmes d'irrigation adaptés aux différentes régions.

Il est important d'avoir une conception plus flexible et, sans chercher à parvenir en une seule fois à des critères d'aménagement parfaits, de déterminer des critères d'aménagement convenant à la situation réelle du périmètre.

(2) Leçons tirées du projet

Les installations construites dans le cadre du Projet peuvent être divisées en barrages, collinaires, réseaux d'irrigation et installations à la parcelle du système d'irrigation.

Au moment du plan initial du Projet de gestion des ressources en eau, des projets de construction de barrages collinaires HDCP avaient été achevés dans plus de 60 sites à partir de la formulation de la stratégie de développement des ressources en eau dans les années 1990. Cependant, les activités avaient lieu séparément, la DG/BGTH étant chargée de la construction des barrages collinaires et les CRDA du développement des systèmes d'irrigation.

Dans la plupart de ces projets, l'exploitation dans l'ensemble n'a pas été bien fonctionnée, des équipements d'irrigation n'ont pas pu être partagés. Certains agriculteurs possédant des terrains agricoles à proximité du barrage ont même procédé d'irrigation en utilisant individuellement des groupes moto-pompes.

D'après l'étude SAPROF, les discussions avec les personnes concernées du gouvernement Tunisien ont fait apparaître le fait qu'il était important pour les projets HDCP de procéder simultanément à la construction des barrages collinaires et des systèmes d'irrigation.

L'importance de la coopération lors de la construction des barrages et des systèmes d'irrigation pour faire progresser le projet a été évoquée, en prenant en considération les leçons tirées des projets HDCP exécutés jusqu'à présent.

Lors de la construction des barrages collinaires, nous avons pu envisager un impact important de l'envasement, le projet devait être exécuté en respectant les points ci-dessous pour assurer un maximum des bénéfices de la construction des barrages.

- Organisation d'une équipe de gestion de l'ensemble du projet

Dans la chronologie du présent projet, après avoir achevé tout d'abord la construction des barrages, la conception et la construction des systèmes d'irrigation, y compris la sélection des périmètres concernés et l'organisation des agriculteurs, ont pris un retard considérable d'une part en raison de conditions climatiques anormales, comme les sécheresses qui se sont succédées. En d'autres termes, d'après cette chronologie, la construction des barrages et la mise en place des systèmes d'irrigation ont progressé séparément.

En supposant une période d'utilisation de barrages limitée, un retard de mise en service du barrage conduit à une perte des bénéfices. Pour éliminer les obstacles à la progression précités, il est

recommandé de créer une organisation opérationnelle s'occupant de la gestion du projet, y compris les travaux de conservation du bassin versant nécessaires pour prolonger la durée de vie des barrages.

Cette organisation devra être composée à partir des organismes d'exécution concernés (comme la DG/GBTH, DG/GREE, CRDA, etc.) par unité de gouvernorat ou de sous-projet, et elle devra procéder de manière unifiée à la gestion des projets. Si une bonne exploitation est faite, il sera possible d'être flexible dans les mesures à adopter même en cas d'apparition de problèmes comme la sécheresse.

- Nécessité de l'introduction d'un consultant général

Dans le « Projet de gestion des ressources en eau », la sélection d'un consultant général a été impossible, l'influence de l'absence d'un tel consultant capable de conseiller, opérer et gérer d'une manière objective et en s'appuyant sur son expérience le déroulement de l'ensemble du projet est importante.

On peut considérer que la présence d'un consultant ayant de bonnes connaissances des projets japonais avec accord de prêt en yens et capable de procéder à la coordination de l'ensemble du projet grâce à une expérience des projets de développement des ressources en eau ou des projets d'irrigation, a une influence considérable sur la réussite ou sur l'échec du projet.

- En dehors de l'encadrement pour l'exploitation agricole des GDA/agriculteurs, assistance globale pour la consolidation du système de financement permettant une gestion participative de l'eau et une nouvelle approche de l'exploitation agricole.

De nouveaux investissements des agriculteurs dans l'agriculture irriguée sous des conditions climatiques sévères sont difficiles sur le plan financier. Le système de financement existe encore aujourd'hui, mais une politique globale pour l'agriculture et les zones rurales, incluant l'aménagement de l'infrastructure, par exemple les routes, est requise via une consolidation du système de financement actuel et une assistance financière vis-à-vis des agriculteurs.

6.3 À propos de la gestion et la maintenance

(1) Situation réelle de la gestion et la maintenance des barrages

Au cours de cette étude, des cas où la stabilité des barrages est menacée ont été observés.

Érosion de la pente de barrage

Au barrage de SO-1 Breck du gouvernorat de Sousse, l'érosion en ravine a progressé parce que les travaux de protection du côté aval du barrage étaient insuffisants. L'érosion en ravine étant progressive,

au fil du temps et sous l'influence des précipitations, les matériaux de la pente s'écoulent, et finalement, la section minimale permettant d'assurer la stabilité du barrage ne peut plus être maintenue ; il est probable que le taux de sécurité contre le glissement de terrain soit inférieur à celui prévu au moment de la conception.

Par conséquent, le rétablissement de la section disparue et les travaux de protection de la surface en recourant, par exemple à la végétation ou à d'autres matériaux de protection sont nécessaires.



Figure 6.1 Érosion par les pluies de la pente en aval du barrage (barrage de SO-1 Breck)

Effondrement du canal du déversoir

Le canal du déversoir du barrage a atteint son fond rocheux. Si ce fond rocheux est très altéré, il est considérablement érodé par l'écoulement de l'eau d'inondation. La partie à courant rapide d'écoulement vers l'aval surtout, est facilement érodée parce que le courant est rapide.



Figure 6.2 Partie afflux et partie à courant rapide (barrage de SI-4 Meskaya, gouvernorat de Siliana)

En particulier, bien que le côté latéral du canal soit partiellement protégé par des gabions, la pente s'effondre à beaucoup d'endroits. Il est probable à certains endroits que la détérioration de la pente avance vers la partie supérieure, l'effondrement dans le canal devrait se poursuivre encore. Si les éboulis générés par progression de la détérioration obstruent le canal, on peut supposer la situation où la fonction essentielle du déversoir d'écouler rapidement l'eau d'inondation en aval du barrage serait dégradée.

Dans ce cas, l'écoulement vers l'aval de l'eau d'inondation sera impossible et le niveau de l'eau retenue augmentera anormalement, et l'eau débordera vers l'aval du barrage, ce qui détruira le barrage lui-même.

En cas de rupture d'un barrage :

- des dégâts considérables peuvent survenir et touchera les populations en aval.
- le barrage perdra cette fonction, ce qui affectera les ouvrages hydrauliques en aval.

Fissures dans la crête du barrage

Des fissures pratiquement parallèles à l'axe du barrage sont apparues sur la crête du barrage de Kashbar (BE-4) du gouvernorat de Beja, (voir la photo de droite), du barrage de Fgish (SI-12) du gouvernorat de Siliana, et du barrage de Zangou (ZA-2) du gouvernorat de Zaghuan.



Les fissures parallèles à l'axe du barrage aux environs de la crête à faible profondeur, peuvent être réparées en creusant des rigoles le long des fissures, et en compactant et en remblayant avec les matériaux de remblai.

Si les fissures sont très profondes, une étude plus détaillée sera nécessaire.

Ces fissures surviennent facilement en cas de compressibilité dans le fondement du barrage, ou quand les matériaux de remblais ou l'entassement ne sont pas uniformes. Ce type de fissure apparaît aussi facilement en cas de séisme.

Le rapport montre aussi que la gestion et la maintenance des autres installations auxiliaires ne sont pas suffisamment assurées: de l'eau s'est infiltrée dans la salle des vannes, il y a des fuites d'eau, etc.

Les CRDA reconnaissent la plupart de ces situations, mais ils n'ont pas encore pris les mesures nécessaires. D'après le rapport de l'étude, cela est dû à des problèmes de budget et des ressources humaines.

En principe, les CRDA confient souvent la gestion ordinaire des barrages à des agriculteurs locaux, qui procèdent à des observations de niveau d'eau et au maniement des vannes (ajustement d'ouverture et enregistrement) et ils procèdent également à la surveillance du bassin de retenue, du barrage lui-même et des installations auxiliaires incluant les systèmes d'irrigation, et font un rapport aux CRDA. Mais les relevés de gestion des barrages n'ont pas pu être obtenus, parce que bien que des observations soient faites, elles ne sont pas enregistrées.

Les relevés de gestion étant des documents précieux du point de vue de la gestion des ressources en eau visant l'opération future, il est attendu que les prestataires agissent de manière professionnelle et procèdent correctement à la conservation des relevés, au classement et à l'analyse des données observées.

(2) Recommandations pour la gestion et la maintenance des barrages à venir

Sur les barrages en fonctionnement, des opérations de base, telles que surveillances périodiques, opération/maniement et enregistrement/conservation des données relatives à la situation actuelle, sont nécessaires pour préserver les fonctions hydrauliques quotidiennes.

En cas de dégradation des installations, les réparations nécessaires doivent être faites lors de l'entretien et l'inspection pour permettre le fonctionnement normal.

Même sur un barrage ayant achevé sa fonction de stockage d'eau pour cause d'envasement, la gestion et la maintenance sont nécessaires pour éviter l'impact néfaste en aval d'une rupture éventuelle du barrage. Une fois perdue sa fonction hydraulique, un barrage sera difficilement géré par les agriculteurs, aussi l'implication active des CRDA est nécessaire.

Des frais de gestion et de maintenance étant requis pour tout barrage construit, mais il est difficile de demander aux agriculteurs la prise en charge de ces frais si la fonction du barrage passe de la fonction hydraulique à la fonction d'envasement ; la prise en charge par les gouvernorats ou l'État sont donc nécessaires dans le cadre des travaux publics.

Nous recommandons la réalisation périodique d'une évaluation de la sécurité par des techniciens spécialisés capables d'évaluer la sécurité des barrages ayant les connaissances et l'expérience requises. Actuellement, les techniciens de la DG/BGTH semblent les plus compétents, mais d'abord, la rédaction d'un manuel de gestion de la sécurité des barrages et d'un manuel d'entretien des barrages est souhaitable pour définir les normes de gestion de la sécurité des barrages au Ministère de l'Agriculture.

Nous proposons que le Ministère de l'Agriculture délègue sur place des techniciens des barrages pour l'évaluation de la sécurité au moins une fois par an, ou en cas de requête du CRDA sur la demande des agriculteurs, assure un budget selon des résultats, et que le CRDA prenne les mesures nécessaires.

6.4 Leçons tirées pour la formulation des projets futurs

Les leçons obtenues par la présente étude pouvant être utilisées pour la formulation des projets futurs sont résumées ci-dessus.

- Il est souhaitable de créer une organisation de gestion du projet capable d'agir avec flexibilité en cas de changements de conditions imprévisibles au démarrage du projet, comme une sécheresse anormale ou des volumes d'envasement considérables.
- Il est important de créer une organisation de gestion globale du projet dans le cas où plusieurs activités de construction sont menées simultanément, pour les installations de préservation du bassin versant, les barrages et les systèmes d'irrigation, et qu'il existe plusieurs organismes responsables, comme dans le présent projet.
- Il est souhaitable qu'un consultant capable de porter un jugement objectif et global sur la totalité des activités fasse partie de cette organisation de gestion.
- Dans le présent projet également, la nécessité des orientations mentionnées ci-dessus avait été évoquée depuis le début, mais on ressent plus fortement l'importance de la création d'une organisation de gestion capable d'agir de façon organique et de porter un jugement spécialisé et objectif pour la fluidité de l'exécution du projet.

ANNEXES

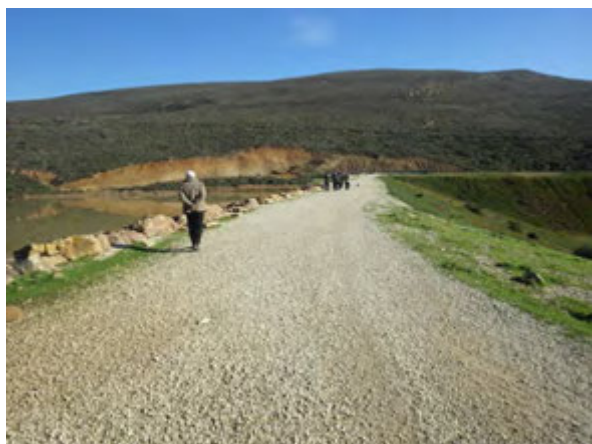
- A. Recueil de photographies**
- B. Rapport d'achèvement du projet (proposition)**

A. Recueil de photographies

Gouvernorat	Nabeul	N° du périmètre	NA-1	Nom du périmètre	Tabouda
Superficie irriguée (ha)	Plan			80,2	
	Actuellement			1,0	
Barrage et bassin de retenue • Barrage Le barrage lui-même est en bon état, et pas de problème pour les ouvrages de prise d’eau et de rejet d’eau. La partie à courant rapide de l’écoulement du déversoir de décharge un peu érodée ne présente pas de problème important actuellement, mais des mesures anti-érosion seront nécessaires dans l’avenir. • Ensablement La vitesse d’ensablement est celle prévue initialement ou plus lente, et la durée de vie du barrage devrait être suffisamment longue. • Qualité de l’eau CE : 0,7 ds/m, TDS : 500 PPM. L’eau est de bonne qualité. • Travaux de conservation des sols Le bassin de retenue est entouré de montagnes, couvertes de forêts, et des mesures pour la conservation des sols sont inutiles. • Autres Une zone d’habitations est située à environ 500 m en aval du barrage, dont on attend beaucoup des fonctions de lutte contre l’inondation. Les environs étant une zone touristique, et un plan prévoit également des mesures pour faire face à l’augmentation des besoins en eau futurs dus au tourisme. Le gestionnaire du barrage délégué par le CRDA assure la gestion de l’eau retenue, etc.					
Systèmes d’irrigation • Systèmes d’irrigation du plan initial 1 station de pompage, 1 bassin de régulation, 280 m de conduites d’eau, 5.490 m de canalisation de distribution d’eau, sprinklers installés sur 50 ha. • État actuel des systèmes d’irrigation L’étude de faisabilité portant sur le plan d’irrigation a été réalisée de septembre 2007 à mars 2008, mais il est apparu que les systèmes d’irrigation ne sont pas construits à cause du manque de financement. Sur les sites du plan d’irrigation, 2 ou 3 agriculteurs utilisent conjointement 1 puits pour irriguer.					
Exploitation agricole et organisation • 1 agriculteur irrigue 1 ha de champs d’oliviers en puisant de l’eau du bassin de retenue avec de petites pompes portatives. • Il n’y a pas d’association des paysans.					
Évaluation • L’ensablement est limité, la qualité de l’eau est bonne, ce qui rend ce barrage adapté pour l’irrigation. Son utilisation non seulement pour l’eau courante dont les besoins devraient augmenter dans l’avenir, mais aussi pour l’irrigation est souhaitable.					



Vue d'ensemble du bassin de retenue. Tour de prise d'eau au centre-gauche.



Crête du barrage



Partie en amont du barrage



Point de départ du courant rapide
du déversoir



Puits pour l'irrigation
dans une zone bénéficiaire prévue et pompe

Gouvernorat	Beja	N° du périmètre	BE-2	Nom du périmètre	Labiadh
Superficie irriguée (ha)	Plan			94,4	
	Actuellement			0,0	
Barrage et bassin de retenue					
• Barrage Le barrage lui-même est en bon état, et pas de problème pour les ouvrages de prise d’eau et de rejet d’eau. La section allant de la partie à courant rapide de l’écoulement du déversoir de décharge à la partie raccordée au cours d’eau existant est très érodée, et des réparations sont nécessaires. Lors de l’observation sur place en février, le bassin était « a moitié plein », et on a considéré que le volume d’eau d’afflux a été faible pour le moment de l’observation. • Ensablement La vitesse d’ensablement est celle prévue initialement ou plus lente, et la durée de vie du barrage devrait être suffisamment longue. • Qualité de l’eau CE : 9,25 ds/m, TDS : 6.500 PPM. L’eau est de mauvaise qualité et inadaptée à l’irrigation. • Travaux de conservation des sols Des travaux de conservation des sols sont en cours de réalisation sur la vaste zone, le bassin versant du barrage de Labiadh confondu. Des arbres, principalement des arbres fruitiers, sont plantés dans les montagnes de ce bassin, et la conservation des sols y est mise en œuvre. • Autres Le gestionnaire du barrage délégué par le CRDA assure la gestion de l’eau retenue, etc. Ce barrage réduit efficacement l’écoulement de sable dans le barrage d’El Arrousia en aval.					
Systèmes d’irrigation					
• Systèmes d’irrigation du plan initial 1 station de pompage, 1 bassin de régulation, 500 m de conduites d’eau, 3.720 m de canalisation de distribution d’eau, sprinklers installés sur 50 ha. • État actuel des systèmes d’irrigation L’aménagement des systèmes d’irrigation n’est pas jugée la meilleure solution, vu la qualité de l’eau et le manque d’eau, aussi l’étude de faisabilité portant sur le plan d’irrigation n’a pas été réalisée, et les systèmes d’irrigation ne sont pas construits. Autrefois, un agriculteur irriguait des tomates, etc. à l’aide de petites pompes portatives, mais la production n’étant pas bonne, le barrage n’est pas actuellement utilisé pour l’irrigation.					
Exploitation agricole et organisation					
• Aucun GDA n’est formé, mais le CRDA encadre périodiquement les agriculteurs du voisinage pour l’exploitation agricole.					
Évaluation					
• L’eau est de mauvaise qualité et inadaptée à l’irrigation, mais il est souhaitable de poursuivre la surveillance parce que sa qualité devrait s’améliorer les années à précipitations abondantes, et d’utiliser l’eau efficacement pour l’irrigation selon les conditions de l’année en cours. Ce barrage réduit efficacement l’écoulement de sable dans le barrage d’El Arrousia en aval.					



Vue d'ensemble du bassin de retenue. Tour de prise d'eau au centre. Niveau d'eau retenue bas.



Crête du barrage



Partie en avant du barrage et tour de prise d'eau



Partie en aval du barrage
et ouvrage de décharge d'eau collectée



Point de départ du courant rapide
du déversoir. Très érodé.

Gouvernorat	Beja	N° du périmètre	BE-3	Nom du périmètre	Slouguia
Superficie irriguée (ha)	Plan			223,3	
	Actuellement			2,0	
Barrage et bassin de retenue • Barrage Le barrage lui-même est en bon état, et pas de problème pour les ouvrages de prise d’eau et de rejet d’eau. La section allant de la partie à courant rapide de l’écoulement du déversoir de décharge à la partie raccordée au cours d’eau existant est très érodée, et des réparations sont nécessaires. • Ensablement L’ensablement est rapide, et le volume d’ensablement prévu est déjà dépassé. • Qualité de l’eau CE : 7,0 ds/m, TDS : 4.900PPM. L’eau est de mauvaise qualité et inadaptée à l’irrigation. • Travaux de conservation des sols Des travaux de conservation des sols sont en cours de réalisation sur la vaste zone, le bassin versant du barrage de Slouguia confondu. Des arbres, principalement des arbres fruitiers, sont plantés dans les montagnes de ce bassin, et la conservation des sols y est mise en œuvre. • Autres Le gestionnaire du barrage délégué par le CRDA assure la gestion de l’eau retenue, etc. La ville de Slouguia se situe à environ 500 m directement en aval, et on attend beaucoup de la fonction de lutte contre l’inondation de ce barrage. Ce barrage est aussi efficace pour la maîtrise de l’écoulement de sable dans le barrage d’El Arrousia en aval.					
Systèmes d’irrigation • Systèmes d’irrigation du plan initial 1 station de pompage, 1 bassin de régulation, 750 m de conduites d’eau, 7.050 m de canalisation de distribution d’eau, sprinklers installés sur 223 ha. • État actuel des systèmes d’irrigation L’étude de faisabilité portant sur le plan d’irrigation a été réalisée en 2008, et on a alors constaté que l’aménagement des systèmes d’irrigation n’a pas été la meilleure solution pour ce barrage à cause de sa mauvaise qualité de l’eau. Les systèmes d’irrigation n’ont été donc pas construits. 2 agriculteurs ont pourtant recours à cette eau pour l’irrigation de leurs champs maraîchers en utilisant les petites pompes portatives.					
Exploitation agricole et organisation • Aucun GDA n’est formé, mais le CRDA encadre périodiquement les agriculteurs du voisinage pour l’exploitation agricole.					
Évaluation • L’eau est de mauvaise qualité et inadaptée à l’irrigation, mais il est souhaitable de poursuivre la surveillance parce que sa qualité devrait s’améliorer les années à précipitations abondantes, et d’utiliser l’eau efficacement pour l’irrigation selon les conditions de l’année en cours. Ce barrage est efficace pour la lutte contre l’inondation de la ville Slouguia, et pour la maîtrise de l’écoulement de sable dans le barrage en aval.					



Vue d'ensemble du bassin de retenue. Tour de prise d'eau à gauche.



Crête du barrage



Partie en amont du barrage vue de la rive droite du barrage



Point de départ du courant rapide du déversoir. Très érodé.



Commune de Slouguia en aval du barrage et ouvrage de décharge d'eau collectée

Gouvernorat	Beja	N° du périmètre	BE-4	Nom du périmètre	Kashbar
Superficie irriguée (ha)	Plan			357,4	
	Actuellement			47,0	
Barrage et bassin de retenue					
• Barrage Une fissure d’environ 3 cm de large sur une longueur d’environ 30 m, est apparue au centre de la crête de la digue, et des réparations sont nécessaires. La section allant de la partie à courant rapide de l’écoulement du déversoir de décharge à la partie raccordée au cours d’eau existant est très érodée, et des réparations sont nécessaires. Pas de problème pour les ouvrages de prise d’eau et de rejet d’eau.					
• Ensablement La vitesse d’ensablement est rapide, et le volume d’ensablement prévu devrait être déjà dépassé.					
• Qualité de l’eau CE : 5,2 ds/m, TDS : 3.680 PPM. L’eau est de mauvaise qualité et inadaptée à l’irrigation.					
• Travaux de conservation des sols Des travaux de conservation des sols sont en cours de réalisation sur la vaste zone, le bassin versant du barrage confondu. Mais ce bassin versant se composant de collines à pente douce, la superficie importante occupée par les champs de blé et les prairies, et le labour le long des courbes de niveau, et le remblayage des courbes de niveau, qui sont des mesures typiques pour la conservation des sols, ne peuvent être constatés que rarement.					
• Autres Le gestionnaire du barrage délégué par le CRDA assure la gestion de l’eau retenue, etc. Ce barrage réduit efficacement l’écoulement de sable dans le barrage d’El Arrousia en aval.					
Systèmes d’irrigation					
• Systèmes d’irrigation du plan initial 1 station de pompage, 1 bassin de régulation, 750 m de conduites d’eau, 11.000 m de canalisation de distribution d’eau, sprinklers installés sur 357 ha.					
• État actuel des systèmes d’irrigation L’étude de faisabilité portant sur le plan d’irrigation a été réalisée en 2008, et on a alors constaté que l’aménagement des systèmes d’irrigation n’a pas été la meilleure solution pour ce barrage à cause de sa mauvaise qualité de l’eau. Les systèmes d’irrigation n’ont été donc pas construits. En amont, 2 agriculteurs irriguent environ 47 ha de champs d’oliviers et d’amandiers à l’aide de petites pompes portatives.					
Exploitation agricole et organisation					
• Aucun GDA n’est formé, mais le CRDA encadre périodiquement les agriculteurs du voisinage pour l’exploitation agricole.					
Évaluation					
• L’eau est de mauvaise qualité et inadaptée à l’irrigation, mais il est souhaitable de poursuivre la surveillance parce que sa qualité devrait s’améliorer les années à précipitations abondantes, et d’utiliser l’eau efficacement pour l’irrigation selon les conditions de l’année en cours. Ce barrage réduit efficacement l’écoulement de sable dans le barrage en aval.					



Vue d'ensemble du bassin de retenue



Ouvrage de décharge d'eau collectée
et vue d'ensemble de la partie en aval du barrage



Fissures dans la crête du barrage



Partie courant rapide du déversoir très érodée

Gouvernorat	Beja	N° du périmètre	BE-5	Nom du périmètre	Sidi Yahia
Superficie irriguée (ha)	Plan			94,6	
	Actuellement			0,0	
Barrage et bassin de retenue					
• Barrage Le barrage lui-même est en bon état, mais la section allant de la partie à courant rapide de l'écoulement du déversoir de décharge à la partie raccordée au cours d'eau existant est érodée et nécessite des réparations. Pas de problème pour les ouvrages de prise d'eau et de rejet d'eau. • Ensablement La vitesse d'ensablement est rapide, et le volume d'ensablement prévu devrait être déjà dépassé. Mais la capacité de stockage d'eau est importante, et il y a encore une marge suffisante. • Qualité de l'eau CE : 6,88 ds/m, TDS : 4.840 PPM. L'eau est de mauvaise qualité et inadaptée à l'irrigation. • Travaux de conservation des sols Des travaux de conservation des sols sont en cours de réalisation sur la vaste zone, le bassin versant du barrage confondu. Mais ce bassin versant se composant de collines à pente douce, la superficie importante occupée par les champs de blé et les prairies, et le labour le long des courbes de niveau, et le remblayage des courbes de niveau, qui sont des mesures typiques pour la conservation des sols, ne peuvent être constatés que rarement. Des terres à nu existent sur la rive droite du bassin de retenue. • Autres Le gestionnaire du barrage délégué par le CRDA assure la gestion de l'eau retenue, etc. Ce barrage réduit efficacement l'écoulement de sable dans le barrage d'El Arrousia en aval.					
Systèmes d'irrigation					
• Systèmes d'irrigation du plan initial 1 station de pompage, 1 bassin de régulation, 500 m de conduites d'eau, 2.250 m de canalisation de distribution d'eau, sprinklers installés sur 95 ha. • État actuel des systèmes d'irrigation L'étude de faisabilité portant sur le plan d'irrigation a été réalisée en 2008, et les systèmes d'irrigation ont été construits en 2010-2011. 1 station de pompage, 1 bassin de régulation, 674 m de conduites d'eau, 6.945 m de canalisation de distribution d'eau, sprinklers installés sur 0 ha. Ils ne sont pas encore en fonctionnement parce que le groupe générateur a été volé au cours de la période de désordres qui a suivi la révolution de 2011. Le CRDA prévoit d'installer des câbles électriques pour permettre leur fonctionnement.					
Exploitation agricole et organisation					
• Le GDA a été formé en 2013. Le CRDA encadre périodiquement les agriculteurs du voisinage pour l'exploitation agricole.					
Évaluation					
• L'eau est de mauvaise qualité et inadaptée à l'irrigation, mais il est souhaitable de poursuivre la surveillance parce que sa qualité devrait s'améliorer les années à précipitations abondantes, et d'utiliser l'eau efficacement pour l'irrigation selon les conditions de l'année en cours. Ce barrage réduit efficacement l'écoulement de sable dans le barrage en aval.					



Vue d'ensemble du bassin de retenue



Crête du barrage. Bassin de régulation
sur la colline d'en face



Ouvrage de décharge d'eau collectée



Station de pompage
et partie en aval du barrage



Partie en aval du courant rapide
du déversoir

Gouvernorat	Jendouba	N° du périmètre	JE-1	Nom du périmètre	Sammar
Superficie irriguée (ha)	Plan			76,9	
	Actuellement			75,0	
Barrage et bassin de retenue • Barrage Le barrage lui-même est en bon état, mais la section allant de la partie à courant rapide de l'écoulement du déversoir de décharge à la partie raccordée au cours d'eau existant est érodée et nécessite des réparations. Pas de problème pour les ouvrages de prise d'eau et de rejet d'eau. • Ensablement La vitesse d'ensablement est rapide, et à l'heure actuelle, le volume d'ensablement devrait être presque atteint au niveau prévu. Mais il y a encore une certaine marge pour la capacité de stockage d'eau. • Qualité de l'eau CE : 2,52 ds/m, TDS : 1.780 PPM. La qualité de l'eau ne pose pas de problème actuellement, mais la surveillance est nécessaire. • Travaux de conservation des sols Le bassin versant est très boisé, et la végétation relativement abondante, et l'érosion des terres a semblé peu importante. Le CRDA réalise des travaux de conservation des sols. • Autres Le gestionnaire du barrage délégué par le CRDA assure la gestion de l'eau retenue, etc.					
Systèmes d'irrigation • Systèmes d'irrigation du plan initial Type écoulement par gravité. 2.500 m de canalisation de distribution d'eau, sprinklers installés sur 77 ha. • État actuel des systèmes d'irrigation L'étude de faisabilité portant sur le plan d'irrigation a été réalisée en 2008, mais la priorité a été donnée à l'utilisation par le secteur privé. Une canalisation a été posée par le secteur privé pour distribuer de l'eau à partir de l'ouvrage de rejet d'eau du barrage et ensuite irriguer la superficie d'environ 60 ha maximum. Un agriculteur indépendant irrigue environ 15 ha avec 2 pompes en amont du bassin de retenue.					
Exploitation agricole et organisation • Aucun GDA n'est formé.					
Évaluation • L'irrigation de la superficie presque comme prévue au plan initial est actuellement réalisée par le secteur privé et l'agriculteur indépendant.					



Vue d'ensemble du bassin de retenue. Sommet de la tour de prise d'eau au centre.



Crête du barrage



Point de départ du courant rapide du déversoir



Ouvrage de décharge d'eau collectée
et canalisation



Périmètres directement en aval du barrage
et canalisation

Gouvernorat	El Kef	N° du périmètre	KE-1	Nom du périmètre	Bou Yagoum
Superficie irriguée (ha)	Plan			134,0	
	Actuellement			18,5	
Barrage et bassin de retenue • Barrage La surface de la face aval du barrage n'étant pas protégée par de la végétation ou des graviers, on peut constater une érosion légère. Mais aucun autre problème à signaler. Le bassin était rempli seulement à moitié au moment de l'observation sur place de février, ce qui laisse craindre un manque d'eau. • Ensablement La vitesse d'ensablement est lente, et la durée de vie du barrage devrait être suffisamment longue. • Qualité de l'eau CE : 0,66 ds/m, TDS : 640 PPM. Pas de problème de qualité d'eau actuellement. Mais une teneur en sel importante a été mesurée lors de l'observation sur place de 2008, ce qui rend la surveillance périodique nécessaire. • Travaux de conservation des sols Le CRDA effectue des travaux de conservation des sols, tels que prévention de l'érosion par le boisement et la mise en place d'éléments structurels. Ces travaux doivent être poursuivis à cause de la végétation peu abondante sur les pentes montagneuses du bassin versant. • Autres Le gestionnaire du barrage délégué par le CRDA assure la gestion de l'eau retenue, etc.					
Systèmes d'irrigation • Systèmes d'irrigation du plan initial 1 station de pompage, 1 bassin de régulation, 2.200 m de conduites d'eau, 5.330 m de canalisation de distribution d'eau, sprinklers installés sur 134 ha. • État actuel des systèmes d'irrigation L'étude de faisabilité portant sur le plan d'irrigation a été réalisée en 2008, et les systèmes d'irrigation n'ont pas été construits par crainte du manque d'eau. 4 agriculteurs irriguent environ 18,5 ha de champs de tomates, d'oliviers et de légumes, etc. à l'aide de petites pompes portatives. D'autre part, des cultures maraîchères sont aussi réalisées sur petites surfaces pendant l'été.					
Exploitation agricole et organisation • Aucun GDA n'est formé.					
Évaluation • Un certain espace de stockage d'eau étant disponible dans le bassin de retenue et la qualité de l'eau ne présentant pas de problème, un emploi plus efficace du barrage par promotion de son utilisation pour l'irrigation est souhaitable. L'irrigation par petites pompes portatives est adaptée pour faire face au manque d'eau. • Ce barrage réduit efficacement l'écoulement de sable dans le barrage de Mellegue.					

KE-1 Bou Yagoum



Vue d'ensemble du bassin de retenue



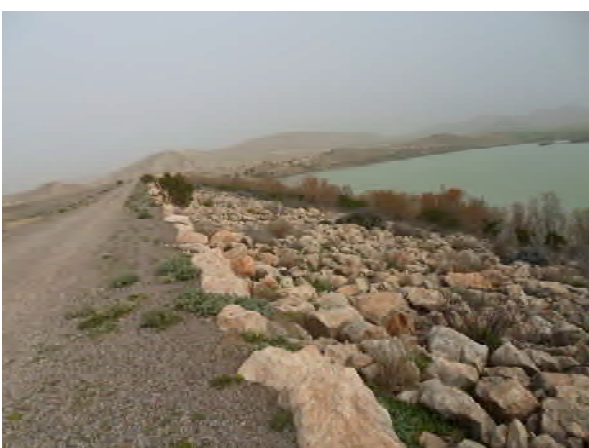
Tour de prise d'eau



Partie en aval du barrage



Crête du barrage



Partie en amont du barrage



Portable pompe de prise d'eau

Gouvernorat	El Kef	N° du périmètre	KE-2	Nom du périmètre	Rouijel
Superficie irriguée (ha)	Plan			113,6	
	Actuellement			0,0	
Barrage et bassin de retenue • Barrage Le barrage lui-même est en bon état. Les ouvrages de prise et de rejet d’eau ne présentent pas de problème non plus. Le bassin était rempli seulement à moitié au moment de l’observation sur place de février, ce qui laisse craindre un manque d’eau. • Ensablement La vitesse d’ensablement est lente, et la durée de vie du barrage est suffisamment longue. • Qualité de l’eau CE : 11,64 ds/m, TDS : 11.420 PPM. L’eau est de très mauvaise qualité, et inutilisable pour l’irrigation. • Travaux de conservation des sols Des travaux de conservation des sols ne sont pas réalisés dans le bassin versant du barrage de Rouijel. • Autres Le gestionnaire du barrage délégué par le CRDA assure la gestion de l’eau retenue, etc.					
Systèmes d’irrigation • Systèmes d’irrigation du plan initial 1 station de pompage, 1 bassin de régulation, 850 m de conduites d’eau, 3.070 m de canalisation de distribution d’eau, sprinklers installés sur 114 ha. • État actuel des systèmes d’irrigation L’étude de faisabilité portant sur le plan d’irrigation a été réalisée en 2008, mais l’eau étant de mauvaise qualité, les systèmes d’irrigation n’ont pas été construits. A l’heure actuelle, cette eau n’est pas utilisée pour l’irrigation.					
Exploitation agricole et organisation • Aucun GDA n’est formé.					
Évaluation • L’eau de très mauvaise qualité n’est pas adaptée à l’irrigation. Ce barrage réduit efficacement l’écoulement de sable dans le barrage de Sidi Salam.					

KE-2 Rouijel



Vue d'ensemble du bassin de retenue



Partie en amont du barrage



Crête du barrage



Tour de prise d'eau



Tracteurs de transport de l'eau



Ouvrage de décharge d'eau

Gouvernorat	Siliana	N° du périmètre	SI-2	Nom du périmètre	Mechaiker
Superficie irriguée (ha)	Plan			90,8	
	Actuellement			42,0	
Barrage et bassin de retenue					
• Barrage Le barrage lui-même est en bon état, mais la section allant de la partie à courant rapide de l'écoulement du déversoir de décharge à la partie raccordée au cours d'eau existant est érodée et nécessite des réparations. L'ouvrage de rejet d'eau ne pose pas de problème, mais l'eau stagnant à l'intérieure de cet ouvrage, aussi est-elle nécessaire l'évacuation de cette eau.					
• Ensablement La vitesse d'ensablement est rapide, et le volume d'ensablement prévu est déjà dépassé. Mais il y a encore une marge suffisante pour la capacité de stockage d'eau.					
• Qualité de l'eau CE : 0,53 ds/m, TDS : 378 PPM. L'eau est de bonne qualité.					
• Travaux de conservation des sols Le bassin versant du barrage est une zone de collines à pentes douces, la surface des champs de blé et prairies est importante, et des arbres sont plantés le long des courbes de niveau. A l'heure actuelle, les travaux de conservation des sols ne sont pas mis en œuvre.					
• Autres Un agriculteur, nommé gestionnaire du barrage, assure la gestion de l'eau retenue.					
Systèmes d'irrigation					
• Systèmes d'irrigation du plan initial Type écoulement par gravité. 12.000 m de canalisation de distribution d'eau, sprinklers installés sur 80 ha. Fourniture des 5 pompes portatives.					
• État actuel des systèmes d'irrigation L'étude de faisabilité portant sur le plan d'irrigation a été réalisée en 2008. Aucune canalisation n'a été posée, et 3 pompes portatives ont été fournies. En été, une dizaine d'agriculteurs irriguent à l'aide de seaux d'eau puisée dans le bassin de retenue. L'eau est également utilisée pour abreuver le bétail élevé aux environs du bassin de retenue (1.000 têtes d'ovin et 100 têtes de bovin).					
Exploitation agricole et organisation					
• Aucun GDA n'est formé. Environ 5 agriculteurs utilisent principalement le bassin de retenue. En été, dizaine d'agriculteurs l'utilisent pour cultiver des pastèques et des melons.					
Évaluation					
• L'eau est de bonne qualité, mais la vitesse d'ensablement étant rapide, la meilleure solution n'est pas d'aménagement une irrigation par station de pompage fixe. La modification flexible de la superficie irriguée par petites pompes portatives, en fonction du volume d'eau retenue, est pertinente.					



Vue d'ensemble du bassin de retenue



Crête du barrage



Partie en amont du barrage



Point de départ du courant rapide
du déversoir



Pompe de refoulement à partir
du bassin de retenue

Gouvernorat	Siliana	N° du périmètre	SI-3	Nom du périmètre	Nchem
Superficie irriguée (ha)	Plan			80,5	
	Actuellement			30,0	
Barrage et bassin de retenue • Barrage Le barrage est en bon état. Les ouvrages de prise et de rejet d’eau fonctionnent aussi correctement. • Ensablement Actuellement, le volume d’ensablement du projet est sans doute déjà atteint, mais de l’eau permettant d’irriguer une certaine superficie est disponible. • Qualité de l’eau CE : 3,53 ds/m, TDS : 2.500 PPM. L’eau n’est pas de très bonne qualité. • Travaux de conservation des sols Les arbres sont relativement nombreux et la végétation abondante aux alentours du bassin de retenue, et des travaux de conservation des sols ne sont pas réalisés actuellement. • Autres Un agriculteur, nommé gestionnaire du barrage, assure la gestion de l’eau retenue.					
Systèmes d’irrigation • Systèmes d’irrigation du plan initial Type écoulement par gravité. 9.450 m de canalisation de distribution d’eau, sprinklers installés sur 47 ha. Fourniture des 7 pompes portatives. • État actuel des systèmes d’irrigation Aucune canalisation n’a été posée, et 5 pompes portatives ont été fournies. Actuellement, environ 30 ha sont irrigués, et en été, 25 agriculteurs en aval puisent de l’eau pour des vergers et pour le bétail.					
Exploitation agricole et organisation • Le GDA n’est pas formé, mais il existe un groupe de paysans informel.					
Évaluation • L’eau n’est pas de très bonne qualité, mais utilisable. La vitesse d’ensablement étant rapide, la meilleure solution n’est pas d’aménagement une irrigation par station de pompage fixe. La modification flexible de la superficie irriguée par petites pompes portatives est pertinente.					

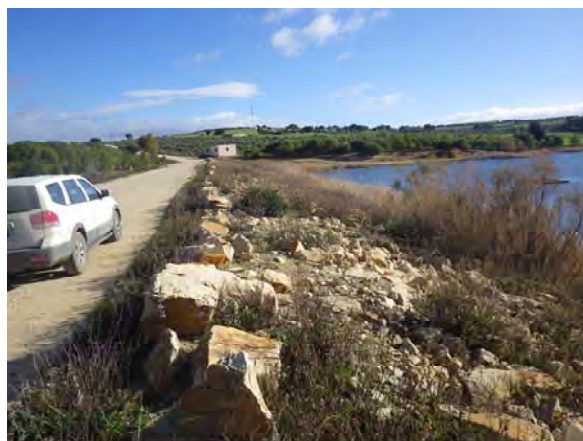


Vue d'ensemble du bassin de retenue.
Niveau d'eau pratiquement plein

Sommet de la tour de prise d'eau au centre.



Crête du barrage



Partie en amont du barrage



Point de départ du courant rapide du déversoir



Ouvrage de décharge d'eau collectée

Gouvernorat	Siliana	N° du périmètre	SI-4	Nom du périmètre	Meskaya
Superficie irriguée (ha)	Plan			83,8	
	Actuellement			7,0	
Barrage et bassin de retenue					
• Barrage Le barrage est en bon état, mais la section allant de la partie afflux de l’eau d’inondation à la partie raccordée au cours d’eau existant est très érodée et nécessite des réparations d’urgence. Les conduites de prise et de rejet d’eau sont entièrement ensablées et ne fonctionnent plus.					
• Ensablement La vitesse d’ensablement est rapide, et le volume d’ensablement du projet est sans doute déjà largement dépassé. Un affaissement de terrain de grande envergure s’est produit directement en amont du bassin de retenue, et cette terre-sable devrait aussi dans l’avenir s’écouler dans le bassin de retenue, et dans un proche avenir, le bassin de retenue lui-même devrait être totalement ensablé.					
• Qualité de l’eau CE : 2,08 ds/m, TDS : 1.470 PPM. La qualité de l’eau est relativement bonne.					
• Travaux de conservation des sols Le bassin versant du barrage étant une zone de collines à pentes douces, mais les pentes longeant le cours d’eau sont érodées, et des affaissements de terrain peuvent facilement se produire. Des travaux de conservation des sols ne sont pas réalisés.					
• Autres Un agriculteur, nommé gestionnaire du barrage, assure la gestion de l’eau retenue.					
Systèmes d’irrigation					
• Systèmes d’irrigation du plan initial 1 station de pompage, 1 bassin de régulation, 900 m de conduites d’eau, 7.800 m de canalisation de distribution d’eau, sprinklers installés sur 54 ha.					
• État actuel des systèmes d’irrigation L’étude de faisabilité portant sur le plan d’irrigation a été réalisée en 2008. Mais aucun système d’irrigation par station de pompage fixe n’a été construit à cause de la vitesse d’ensablement élevée. 4 pompes portatives ont été fournies en 2004, ce qui a permis d’irrigation de 30 ha, mais actuellement, seulement 7 ha sont irrigués.					
Exploitation agricole et organisation					
• Le GDA n’est pas formé, mais un groupe de paysans informel a été créé lors de la fourniture des pompes. Ce groupe n’est pas actif actuellement.					
Évaluation					
• La qualité de l’eau est relativement bonne, mais la vitesse d’ensablement rapide laisse à penser que le bassin de retenue sera totalement ensablé dans un proche avenir. La pratique d’une irrigation de petite envergure pendant qu’il est utilisable semble pertinente.					
• Ce barrage remplit la fonction de maîtrise de l’écoulement de sable vers le barrage de Rmil en aval.					



Vue d'ensemble du bassin de retenue, tour de prise d'eau au centre, barrage à droite. A l'avant, partie afflux du déversoir très érodée



Crête du barrage



Partie en aval du barrage
et salle de décharge d'eau collectée



Canal latéral du déversoir



Partie courant rapide du déversoir

Gouvernorat	Siliana	N° du périmètre	SI-5	Nom du périmètre	Erroumi
Superficie irriguée (ha)	Plan			43,3	
	Actuellement			12,0	
Barrage et bassin de retenue • Barrage Le barrage est en bon état, mais la section allant de la partie aval à courant rapide du déversoir à la partie raccordée au cours d’eau existant est érodée, et des réparations sont nécessaires. Les conduites de prise et de rejet d’eau sont entièrement ensablées et ne fonctionnent plus. • Ensablement La vitesse d’ensablement est rapide, et le volume d’ensablement du projet est sans doute déjà largement dépassé. Mais il reste un certain temps avant que le bassin de retenue soit totalement ensablé, et pour l’instant, il est utilisable pour une irrigation de petite envergure. • Qualité de l’eau CE : 1,68 ds/m, TDS : 1.200 PPM. La qualité de l’eau est relativement bonne. • Travaux de conservation des sols Les alentours du bassin de retenue sont des terres agricoles, et le remblayage des courbes de niveau est aussi réalisé partiellement pour la protection contre l’écoulement des sols, mais de petite envergure. Le bassin versant du barrage compte peu d’arbres, et des mesures de conservation des sols sont nécessaires. • Autres Il n’y a pas de gestionnaire du barrage.					
Systèmes d’irrigation • Systèmes d’irrigation du plan initial 1 station de pompage, 1 bassin de régulation, 600 m de conduites d’eau, 1.650 m de canalisation de distribution d’eau, sprinklers installés sur 43 ha. • État actuel des systèmes d’irrigation Aucun système d’irrigation par station de pompage fixe n’a été construit à cause de la vitesse d’ensablement élevée. De 2005 à 2010, l’irrigation des terres agricoles d’une superficie de quelque 30 ha était assurée par le secteur privé en recourant à 3 pompes, mais actuellement, surtout en été, ces pompes ne sont employées que pour la culture de pastèques en aval.					
Exploitation agricole et organisation • Aucun GDA n’est formé.					
Évaluation • La qualité de l’eau est relativement bonne, mais la vitesse d’ensablement étant rapide, l’irrigation via la construction de stations de pompage fixe n’est pas la meilleure solution. La modification flexible de la superficie irriguée par petites pompes portatives, en fonction du volume d’eau retenue, est pertinente. • Ce barrage remplit la fonction de maîtrise de l’écoulement de sable vers le barrage de Rmil en aval.					



Vue d'ensemble du bassin de retenue.
Tour de prise d'eau au centre. Niveau d'eau bas.



Crête du barrage



Point de départ du courant rapide
du déversoir très érodé



Partie en amont du barrage



Ouvrage de décharge d'eau collectée

Gouvernorat	Siliana	N° du périmètre	SI-6	Nom du périmètre	Zaaroura
Superficie irriguée (ha)	Plan			191,2	
	Actuellement			0,0	
Barrage et bassin de retenue • Barrage Le barrage est en bon état, mais la section allant de la partie afflux de l’eau d’inondation à la partie raccordée au cours d’eau existant est très érodée et nécessite des réparations d’urgence. Les conduites de prise et de rejet d’eau sont entièrement ensablées et ne fonctionnent plus. • Ensablement Le bassin de retenue a été totalement ensablé en 2011, et le volume d’eau actuellement stockée est nul. • Travaux de conservation des sols Beaucoup de terres à nu sont exposées sur les terres agricoles aux alentours du bassin de retenue, et des mesures de conservation des sols sont nécessaires. • Autres Il n’y a pas de gestionnaire du barrage. Le barrage est abandonné depuis 2004.					
Systèmes d’irrigation • Systèmes d’irrigation du plan initial 2 stations de pompage, 2 bassins de régulation, 1.700 m de conduites d’eau, 9.000 m de canalisation de distribution d’eau, sprinklers installés sur 191 ha. • État actuel des systèmes d’irrigation Le système d’irrigation n’est pas construit parce que le bassin de retenue est totalement ensablé.					
Exploitation agricole et organisation • Aucun GDA n’est formé.					
Évaluation • Le bassin de retenue totalement ensablé n’a pas de fonction de retenue d’eau. • Ce barrage a rempli la fonction de maîtrise de l’écoulement de sable vers le barrage de Siliana en aval, et on peut dire qu’il a rempli son rôle. • Des réparations sont nécessaires d’urgence sur la partie érodée du déversoir. La surveillance et la gestion-maintenance sont nécessaires en continu pour assurer la sécurité de ce barrage.					



Vue à partir de la rive droite du barrage.
Déversoir endommagé et bassin de retenue ensablé



État de l'ensablement du bassin de retenue
vu des environs de la partie afflux du déversoir, rive droite du bassin de retenue



Crête du barrage



Détérioration de la partie afflux du déversoir

Gouvernorat	Siliana	N° du périmètre	SI-8	Nom du périmètre	Ain Shigaga
Superficie irriguée (ha)	Plan			158,3	
	Actuellement			27,0	
Barrage et bassin de retenue					
• Barrage Le barrage est en bon état, mais la section allant du point de départ de la partie à courant rapide de l’écoulement du déversoir à la partie raccordée au cours d’eau existant est très érodée, et des réparations sont nécessaires. Pas de problème pour les fonctions des ouvrages de prise et de rejet d’eau.					
• Ensablement La vitesse d’ensablement est rapide, et le volume d’ensablement du projet est sans doute déjà atteint. Mais il reste un certain temps avant que le bassin de retenue soit totalement ensablé, et pour l’instant, il est utilisable pour une irrigation de petite envergure.					
• Qualité de l’eau CE : 1,89 ds/m, TDS : 1.340 PPM. La qualité de l’eau est relativement bonne.					
• Travaux de conservation des sols Les pentes des collines aux alentours du bassin de retenue sont très boisées, et l’érosion des sols est considérée relativement faible. Des travaux de conservation des sols ne sont pas prévus.					
• Autres Un agriculteur, nommé gestionnaire du barrage, assure la gestion de l’eau retenue.					
Systèmes d’irrigation					
• Systèmes d’irrigation du plan initial 1 station de pompage, 1 bassin de régulation, 1.700 m de conduites d’eau, 8.750 m de canalisation de distribution d’eau, sprinklers installés sur 158 ha. Fourniture de 8 petites pompes portatives.					
• État actuel des systèmes d’irrigation L’étude de faisabilité pour la révision du plan d’irrigation a été réalisée en 2008. Le système d’irrigation par station de pompage fixe n’a pas été construit parce que la vitesse d’ensablement est rapide. 4 pompes ont été fournies par le CRDA, mais elles sont actuellement en panne et inutilisées. Un agriculteur indépendant a introduit l’irrigation par siphon, et environ 20 ha sont ainsi irrigués en aval ; environ 7 ha sont irrigués en amont par petites pompes portatives. En été, de l’eau est déversée du barrage, et pompée en aval pour la culture de pastèques, etc.					
Exploitation agricole et organisation					
• Aucun GDA n’est formé. Auparavant, il y avait un groupe des utilisateurs de pompes informel, mais il n’est pas actif actuellement.					
Évaluation					
• La qualité de l’eau est relativement bonne, mais la vitesse d’ensablement étant rapide, l’irrigation via la construction de stations de pompage fixe n’est pas la meilleure solution. La modification flexible de la superficie irriguée par petites pompes portatives, en fonction du volume d’eau retenue, est pertinente.					



Vue d'ensemble depuis la rive droite.
A l'avant, partie afflux du déversoir



Vue d'ensemble du bassin de retenue
et tour de prise d'eau. Tuyau de type siphon



Partie en amont du barrage



Point de départ du courant rapide du déversoir

Gouvernorat	Siliana	N° du périmètre	SI-10	Nom du périmètre	Jourra
Superficie irriguée (ha)	Plan			28,7	
	Actuellement			49,0	
Barrage et bassin de retenue • Barrage Le barrage est en bon état, mais la section allant du point de départ de la partie à courant rapide de l’écoulement du déversoir à la partie raccordée au cours d’eau existant est érodée, et des réparations sont nécessaires. Pas de problème pour les fonctions des ouvrages de prise et de rejet d’eau. • Ensablement La vitesse d’ensablement est extrêmement rapide, et il est probable que le bassin de retenue soit totalement ensablé dans quelques années. • Qualité de l’eau CE : 0,96 ds/m, TDS : 680 PPM. L’eau est de bonne qualité. • Travaux de conservation des sols Les pentes des collines aux alentours du bassin de retenue sont presque totalement des terres agricoles, et des travaux de conservation des sols, tels que remblayage des courbes de niveau, sont en cours sur les deux rives du bassin de retenue. Aucun projet de conservation n’est prévu. • Autres Il n’y a pas de gestionnaire du barrage.					
Systèmes d’irrigation • Systèmes d’irrigation du plan initial 1 bassin de régulation, 200 m de conduites d’eau, 4.500 m de canalisation de distribution d’eau, sprinklers installés sur 29 ha. • État actuel des systèmes d’irrigation L’étude de faisabilité pour la révision du plan d’irrigation a été réalisée en 2008. Le système d’irrigation par station de pompage fixe n’a pas été construit parce que la vitesse d’ensablement est rapide. Le CRDA a fourni 1 pompe, et un agriculteur indépendant utilise aussi personnellement 1 pompe. 10 ha sont irrigués en aval et 20 ha en amont. En été, des agriculteurs d’autres périmètres viennent louer des terres des agriculteurs pour y cultiver des pastèques, des melons, etc. La superficie irriguée totale est de 49 ha.					
Exploitation agricole et organisation • Aucun GDA n’est formé. Le blé, les herbages, et les oliviers sont les principales cultures.					
Évaluation • La qualité de l’eau est bonne, mais la vitesse d’ensablement étant rapide, l’irrigation via la construction de stations de pompage fixe n’est pas la meilleure solution. La modification flexible de la superficie irriguée par petites pompes portatives, en fonction du volume d’eau retenue, est pertinente.					



Vue d'ensemble du bassin de retenue.
A droite, tour de prise d'eau et barrage.



Crête du barrage



Ouvrage de décharge d'eau collectée



Partie courant rapide du déversoir



Travaux de conservation des sols
aux environs du bassin de retenue

Gouvernorat	Siliana	N° du périmètre	SI-11	Nom du périmètre	Seja
Superficie irriguée (ha)	Plan			81,7	
	Actuellement			0,0	
Barrage et bassin de retenue • Barrage Le barrage est en bon état, mais la section allant du point de départ de la partie à courant rapide de l’écoulement du déversoir à la partie raccordée au cours d’eau existant est érodée, et des réparations sont nécessaires. Les ouvrages de prise et de rejet d’eau sont ensablés. Le barrage est abandonné depuis 2007. • Ensablement La vitesse d’ensablement est très rapide. Actuellement, le sable arrive à environ 2 m du niveau plein d’eau du bassin de retenue, et il est probable qu’il soit totalement ensablé dans quelques années. A la fin janvier, il n’y avait pas d’eau stockée dans le bassin de retenue, il était asséché. • Travaux de conservation des sols Les pentes des collines aux alentours du bassin de retenue sont presque entièrement utilisées en tant que terres agricoles, et les arbres sont peu nombreux. Il y a peu de travaux de conservation des sols. Aucun projet de conservation n’est prévu. • Autres Il n’y a pas de gestionnaire du barrage.					
Systèmes d’irrigation • Systèmes d’irrigation du plan initial 1 station de pompage, 1 bassin de régulation, 1.200 m de conduites d’eau, 4.700 m de canalisation de distribution d’eau, sprinklers installés sur 82 ha. • État actuel des systèmes d’irrigation L’étude de faisabilité pour la révision du plan d’irrigation a été réalisée en 2008. Le système d’irrigation par station de pompage fixe n’a pas été construit parce que la vitesse d’ensablement est rapide. • La capacité de stockage restante va jusqu’à environ 2 m de profondeur, mais à la fin janvier, le bassin était asséché, ce qui laisse à penser que le volume d’eau d’afflux est réduit. L’irrigation est impossible parce qu’il n’y a pas d’eau.					
Exploitation agricole et organisation • Aucun GDA n’est formé.					
Évaluation • Il est très probable que le bassin de retenue soit totalement ensablé dans quelques années, il ne convient donc pas à l’irrigation. • Ce barrage remplit le rôle de maîtrise de l’écoulement de sable dans le barrage de Siliana en aval. • L’influence de l’ensablement sur la sécurité du barrage doit être étudiée, et la gestion et la maintenance, ainsi que la surveillance assurées pour maintenir sa sécurité.					



Bassin de retenue et tour de prise d'eau vus de la rive droite.
Pas d'eau retenue.



Crête du barrage



Partie en amont du barrage



Sommet de la tour de prise d'eau
et ensablement



Partie en aval du barrage
et ouvrage de décharge d'eau collectée

Gouvernorat	Siliana	N° du périmètre	SI-12	Nom du périmètre	Ain Melah
Superficie irriguée (ha)	Plan			72,3	
	Actuellement			43,0	
Barrage et bassin de retenue • Barrage Le barrage lui-même est en bon état, mais des fissures sont apparues du côté aval de la crête de la digue. Aucun problème ne se pose quant à la fonction des ouvrages de prise et de rejet d’eau, mais de l’eau stagne à l’intérieure du déversoir. • Ensablement La vitesse d’ensablement est relativement rapide, et le volume d’ensablement du projet devrait être atteint dans quelques années. Mais il reste un certain temps avant que le bassin de retenue soit totalement ensablé, et pour l’instant, il est utilisable pour une irrigation de petite envergure. • Qualité de l’eau CE : 2,91 ds/m, TDS : 2,060 PPM. La qualité de l’eau n’est pas bonne. • Travaux de conservation des sols Il y a des arbres sur les pentes des collines aux environs du bassin de retenue, et l’érosion des sols semble relativement faible. Des travaux de conservation des sols ne sont pas prévus. • Autres Le gestionnaire du barrage délégué par le CRDA assure la gestion de l’eau retenue, etc. Ce gestionnaire gère également les installations d’autres périmètres.					
Systèmes d’irrigation • Systèmes d’irrigation du plan initial Système de canalisation à écoulement par gravité, 1 bassin de régulation, 12.000 m de canalisation de distribution d’eau, des sprinklers installés sur 72 ha, 9 petites pompes portatives fournies. • État actuel des systèmes d’irrigation Le système d’irrigation par station de pompage fixe n’a pas été construit parce que la vitesse d’ensablement est rapide. Actuellement, 3 agriculteurs irriguent un total de 43 ha avec leurs pompes personnelles.					
Exploitation agricole et organisation • Aucun GDA n’est formé. Le CRDA réalise tous les ans des activités de vulgarisation.					
Évaluation • La qualité de l’eau n’est pas très bonne, et la surveillance est nécessaire en continu parce qu’elle peut se dégrader encore plus en été. La vitesse d’ensablement est relativement rapide, et l’irrigation par la construction des stations de pompage fixes n’est pas la meilleure solution. La modification flexible de la superficie irriguée par petites pompes portatives, en fonction du volume d’eau retenue, est pertinente.					



Vue d'ensemble du bassin de retenue



Crête du barrage vue depuis la rive droite du barrage et partie en aval du barrage



Partie en amont du barrage



Partie en aval du barrage et fissures dans le bas-côté de la crête

Gouvernorat	Sousse	N° du périmètre	SO-1	Nom du périmètre	Breck
Superficie irriguée (ha)		Plan		130,5	
		Actuellement		20,0	
Barrage et bassin de retenue					
• Barrage Une érosion par ravinement est avancée du côté aval de la digue, et des travaux de protection de la surface sont nécessaires. Pas de problème quant aux fonctions des ouvrages de prise et de rejet d’eau. • Ensablement La vitesse d’ensablement est relativement rapide, et actuellement, le volume d’ensablement du projet semble être atteint. Mais il reste un certain temps avant que le bassin de retenue soit totalement ensablé, et la capacité de stockage étant aussi importante, cette eau sera encore utilisable pour l’irrigation de petite envergure pendant un certain temps. • Qualité de l’eau CE : 1,23 ds/m, TDS : 870 PPM. La qualité de l’eau est bonne. • Travaux de conservation des sols Des collines à pentes douces entourent le bassin de retenue, mais des terres à nu existent par endroits. Le CRDA réalise le remblayage des courbes de niveau et la construction d’un bassin de sédimentation. • Autres Le gestionnaire du barrage délégué par le CRDA assure la gestion de l’eau retenue, etc. Par ailleurs, le responsable du CRDA visite le barrage toutes les semaines pour la gestion et la maintenance.					
Systèmes d’irrigation					
• Systèmes d’irrigation du plan initial 1 station de pompage, 1 bassin de régulation, 900 m de conduites d’eau, 2.890 m de canalisation de distribution d’eau, sprinklers installés sur 131 ha. • État actuel des systèmes d’irrigation Le système d’irrigation par station de pompage fixe n’a pas été construit parce que la vitesse d’ensablement est rapide. Actuellement, en amont, 5 agriculteurs irriguent environ 10 ha avec leurs propres pompes, et en aval 2 agriculteurs irriguent aussi 10 ha. En aval du barrage, l’irrigation est aussi réalisée avec l’eau de 10 puits, et l’eau évacuée du barrage sert de source d’eau à ces puits.					
Exploitation agricole et organisation					
• Aucun GDA n’est formé. Le CRDA réalise des activités de vulgarisation 2 fois par mois.					
Évaluation					
• La qualité de l’eau est bonne, mais la vitesse d’ensablement étant rapide, l’irrigation via la construction de stations de pompage fixe n’est pas la meilleure solution. La modification flexible de la superficie irriguée par petites pompes portatives, en fonction du volume d’eau retenue, est pertinente. • La ville d’Enfida, qui se situe en aval du barrage, a subi des dommages dus à l’inondation dans le passé, et la fonction de la lutte contre l’inondation est aussi attendue de ce barrage.					



Vue d'ensemble du bassin de retenue



Crête du barrage



Partie en aval du barrage. Érosion



Ouvrage de décharge d'eau collectée



Station de pompage d'eau de ferme en aval

Gouvernorat	Zaghouan	N° du périmètre	ZA-1	Nom du périmètre	Fgigh
Superficie irriguée (ha)	Plan			39,1	
	Actuellement			0,0	
Barrage et bassin de retenue • Barrage Des fissures sont apparues dans la crête de la digue. La conduite de rejet d’eau est engorgée de sable. • Ensablement La vitesse d’ensablement est relativement rapide, et il est très probable que le bassin de retenue soit totalement ensablé dans les années à venir. • Qualité de l’eau CE : 2,01 ds/m, TDS : 1.430 PPM. La qualité de l’eau n’est pas mauvaise. • Travaux de conservation des sols Des collines à pentes douces entourent le bassin de retenue, et des terres agricoles occupent pratiquement totalement ces pentes. Il y a beaucoup d’arbres sur les pentes montagneuses en amont. Le CRDA réalise le remblayage des courbes de niveau et la construction d’un bassin de sédimentation. • Autres					
Systèmes d’irrigation • Systèmes d’irrigation du plan initial 1 station de pompage, 1 bassin de régulation, 150 m de conduites d’eau, 2.250 m de canalisation de distribution d’eau, sprinklers installés sur 39 ha. • État actuel des systèmes d’irrigation Le système d’irrigation par station de pompage fixe n’a pas été construit parce que la vitesse d’ensablement est rapide. En 2003, 14 agriculteurs irriguaient 70 ha à l’aide de 5 pompes, mais aujourd’hui, ces agriculteurs sont partis et l’irrigation n’est plus pratiquée.					
Exploitation agricole et organisation • Aucun GDA n’est formé. Il n’y a pas d’exploitation agricole.					
Évaluation • La qualité de l’eau n’est pas très mauvaise, et l’ensablement du bassin de retenue étant prévue dans les années à venir, l’utilisation du barrage pour l’irrigation est impossible. • Ce barrage remplit le rôle de maîtrise de l’écoulement de sable dans le barrage de Bir Mcherga en aval.					



Bassin de retenue et tour de prise d'eau
pratiquement ensablés,
vus à partir de la rive droite



Crête du barrage, vue de la rive
droite à la rive gauche



Fissures dans la crête du barrage



Bassin de retenue et partie en amont



Partie en aval du barrage et salle de décharge d'eau collectée

Gouvernorat	Zaghouan	N° du périmètre	ZA-2	Nom du périmètre	Zangou
Superficie irriguée (ha)	Plan			67,5	
	Actuellement			110,0	
Barrage et bassin de retenue • Barrage Le barrage lui-même est en bon état, et il n’y a pas de problème pour les ouvrages de prise et de rejet d’eau. • Ensablement L’ensablement progresse au rythme prévu, et la capacité de stockage d’eau du bassin de retenue étant importante, l’utilisation du barrage pour l’irrigation dans la mesure indiquée dans le projet sera possible pendant un certain temps. • Qualité de l’eau CE : 3,51 ds/m, TDS : 2.480 PPM. La qualité de l’eau n’est pas très bonne. • Travaux de conservation des sols Des collines à pentes douces entourent le bassin de retenue, ce qui permet de promouvoir le remblayage des courbes de niveau et la plantation d’arbres. Le CRDA a réalisé des travaux de conservation des sols sur 70 ha. • Autres Le gestionnaire du barrage délégué par le CRDA assure la gestion de l’eau retenue, etc.					
Systèmes d’irrigation • Systèmes d’irrigation du plan initial 1 station de pompage, 1 bassin de régulation, 400 m de conduites d’eau, 1.300 m de canalisation de distribution d’eau, sprinklers installés sur 68 ha. • État actuel des systèmes d’irrigation Un système de canalisation à écoulement par gravité, 3.266 m de canalisation de distribution d’eau, des sprinklers installés sur 80 ha (dont 18.5 ha à la charge du CRDA) ont été achevés en octobre 2013. Actuellement, 8 agriculteurs irriguent 80 ha. Et en amont du bassin de retenue, 5 agriculteurs irriguent environ 30 ha.					
Exploitation agricole et organisation • Le GDA fondé en janvier 2014 collecte des redevances de l’eau (tarif : 0,03 TD/m³). Le GDA contrôle périodiquement les installations, et fait un rapport au CRDA. Le GDA n’ayant pas encore un budget suffisant, le CRDA finance le GDA et budgétise 500 TD pour les frais de réparations mineures. • Le blé et les oliviers sont les principales cultures. Le CRDA réalise de temps à autre des activités de vulgarisation.					
Évaluation • La qualité de l’eau n’est pas très bonne, mais un volume d’eau suffisant devrait être assuré pendant un certain temps. • La surveillance est nécessaire parce que la qualité de l’eau peut se dégrader encore en été.					



Partie en amont du barrage et bassin de retenue vus à partir de la rive droite



Crête du barrage, vue de la rive droite
à la rive gauche



Ouvrage de décharge d'eau collectée
et partie en aval du barrage



Bassin de retenue et tour de prise d'eau
Des mesures contre l'érosion des sols sont prises
aux environs du bassin de retenue.



Canalisation aux environs des périmètres
achevée en septembre 2013

Gouvernorat	Zaghouan	N° du périmètre	ZA-3	Nom du périmètre	Enfidha
Superficie irriguée (ha)	Plan			28,5	
	Actuellement			128,0	
Barrage et bassin de retenue • Barrage Le barrage lui-même est en bon état, et pas de problème quant aux fonctions des ouvrages de prise d’eau et de rejet d’eau. • Ensablement La vitesse d’ensablement lente et la capacité de stockage d’eau importante du bassin de retenue font que ce barrage pourra sans doute être utilisé longtemps pour l’irrigation dans la mesure indiquée dans le projet. • Qualité de l’eau CE : 3,50 ds/m, TDS : 2.500 PPM. La qualité de l’eau n’est pas très bonne. • Travaux de conservation des sols Des mesures de conservation des sols, telles que le remblayage des courbes de niveau et la plantation d’arbres, sont mises en œuvre aux environs du bassin de retenue. Le CRDA a réalisé des travaux de conservation des sols sur 15 ha. • Autres Le gestionnaire du barrage délégué par le CRDA assure la gestion de l’eau retenue, etc.					
Systèmes d’irrigation • Systèmes d’irrigation du plan initial 1 station de pompage, 300 m de conduites d’eau, 850 m de canalisations de distribution d’eau, sprinklers installés sur 29 ha. • État actuel des systèmes d’irrigation L’étude de faisabilité pour la révision du plan d’irrigation avait été réalisée en 2008, en résultat le secteur privé a mis en place un système de canalisation pour la distribution de l’eau à partir des ouvrages de prise et de rejet d’eau, ce qui permet d’irriguer une superficie de 83 ha en aval. 45 ha sont aussi irrigués par pompes puisant dans le bassin de retenue. Le CDRA a fourni 2 pompes.					
Exploitation agricole et organisation • Le GDA n’est pas formé. La maintenance des installations est effectuée par chaque agriculteur. • Le blé et les arbres fruitiers sont les principales cultures. Le CRDA réalise de temps à autre des activités de vulgarisation.					
Évaluation • L’eau n’est pas de très bonne qualité, mais un volume suffisant devrait être assuré pendant longtemps. • La surveillance est nécessaire parce que la qualité de l’eau peut se dégrader encore en été.					



Crête du barrage,
vue de la rive gauche à la rive droite



Bassin de retenue, pompe, tour de prise d'eau



Partie en amont du barrage,
canalisation, rive gauche



Ouvrage de décharge d'eau collectée
et tuyau de distribution



Terres irriguées en aval

Gouvernorat	Zaghouan	N° du périmètre	ZA-4	Nom du périmètre	Gwissat
Superficie irriguée (ha)	Plan			27,8	
	Actuellement			54,0	
Barrage et bassin de retenue • Barrage Le barrage lui-même est en bon état, et pas de problème quant aux fonctions des ouvrages de prise d’eau et de rejet d’eau. Au moment de l’étude à la mi-mars, le niveau de l’eau retenue était d’environ la moitié du niveau plein, et les agriculteurs disent qu’il arrive souvent que l’eau soit insuffisante. • Ensablement La vitesse d’ensablement est rapide, et le volume d’ensablement du projet est sans doute déjà atteint, mais il reste un certain temps avant que le bassin de retenue soit totalement ensablé. • Qualité de l’eau CE : 0,64 ds/m, TDS : 450 PPM. La qualité de l’eau est très bonne. • Travaux de conservation des sols Il y a beaucoup de forêts aux environs du bassin de retenue, et les écoulements de sols doivent être réduits. De 2005 à 2007, le CRDA a réalisé des travaux de conservation des sols sur 50 ha. • Autres Le gestionnaire du barrage délégué par le CRDA assure la gestion de l’eau retenue, etc.					
Systèmes d’irrigation • Systèmes d’irrigation du plan initial 1 station de pompage, 1 bassin de régulation, 600 m de conduites d’eau, 1.550 m de canalisations de distribution d’eau, sprinklers installés sur 28 ha. • État actuel des systèmes d’irrigation Les systèmes d’irrigation ont été construits dans le cadre d’un projet d’aménagement des systèmes d’irrigation financé par l’UE qui couvrait également le périmètre en question, et un système de canalisation à écoulement par gravité, 5.000 m de canalisation de distribution d’eau, installation de sprinklers sur 20 ha ont été achevés en 2008. Actuellement, 19 agriculteurs irriguent 54 ha.					
Exploitation agricole et organisation • Le GDA fondé en 2009 collecte des redevances de l’eau (tarif : 0,05 TD/m³). Le CRDA est responsable de la gestion et la maintenance des installations, et le GDA subalterne contrôle périodiquement ces installations et fait un rapport au CRDA. • Le blé, les oliviers, les herbages, le melon et la pastèque sont les principales cultures. Le CRDA réalise de temps à autre des activités de vulgarisation.					
Évaluation • L’eau est de bonne qualité, mais la vitesse d’ensablement est rapide, et il y a une tendance au manque d’eau. Il faudrait utiliser efficacement l’eau retenue en établissant un plan d’irrigation pour l’été sur la base de l’état de stockage d’eau à la fin de la saison sèche.					



Crête du barrage



Bassin de retenue et ouvrage de prise d'eau



Ouvrage de décharge d'eau
et partie en aval du barrage



Bassin de retenue et partie en amont



Ouvrage de décharge d'eau



Partie afflux du déversoir

B. Rapport d'achèvement du projet (proposition)

Project Completion Report
on
Water Resource Management Project
Loan Agreement No TS-P17

Organization Information

Borrower	<u>Government of the Republic of Tunisia</u> Person in Charge <u>Director General</u> (Division) <u>General Directorate of Bilateral Cooperation</u> Contacts <u>Address: 98 Avenue Mohamed V-1002 Tunis</u> <u>Bélvédère-Tunisie</u> <u>Phone/FAX: +216 717980522/+216 71 799 069</u> <u>Email: _____</u>
Executing Agency	<u>Ministry of Agriculture</u> Person in Charge <u>General Director</u> (Division) <u>General Directorate of Dams and Large Hydrailic Works</u> Contacts <u>Address: 30 Rue Alain Savary-1002 Tunis-Tunisia</u> <u>Phone/FAX: +21671892 518/+21671800964</u> <u>Email: saad.seddik@iresa.agrinet.tn</u> Person in Charge <u>General Director</u> (Division) <u>General Directorate of the General Direction of Rural Engineering and Water Management</u> Contacts <u>Address: 30 Rue Alain Savary-1002 Tunis-Tunisia</u> <u>Phone/FAX: +21671786833/+21671288071</u> <u>Email: _____</u>
Guarantor	<u>_____</u> Person in Charge <u>_____</u> (Division) <u>_____</u> Contacts <u>Address: _____</u> <u>Phone/FAX: _____</u> <u>Email: _____</u>

Outline of Loan Agreement:

Source of Finance	JICA: Not exceeding ¥ <u>7,184 mil.</u> Government of (<u>Tunisia</u>): <u>¥ 2,425 mil.</u>
--------------------------	--

Terms and Conditions	For JICA -Interest Rate: <u>1.70</u> % p.a.(other than consulting services) <u>0.75</u> % p.a.(consulting services) -Repayment Period: <u>25</u> years, including <u>7</u> years of grace period (other than consulting services) <u>40</u> years, including <u>10</u> years of grace period (consulting services) -Tying Status <u>General untied (consultant: bilateral tied)</u>
-----------------------------	---

1: Project Description (Relevance)

1-1 Project Objective

Original:(P/M)

- i. To supply supplemental water to farm land by hill dam construction and irrigation facility.
- ii. To enhance economic stabilization and improve the social environment in rural societies through the appropriate water resource management.
- iii. To greenize and protect semi-arid ecosystem from the soil erosion.
- iv. To prevent further sediment outflow to downstream.
- v. To aquifer recharge of ground water around the dam site.
- vi. To improve crop and livestock races through support of extension services.
- vii. To increase farmer's income through the stable agricultural production.

Modified objective and its reason(s):(P/R and PCR)

none

1-2 Necessity and Priority of the Project

- Consistency with development policy, sector plan, national/regional development plans and demand of target group and the recipient country.

Original: (P/M)

Ninth National Development Plan, of which the goal was upgrading level of economy, represents an important milestone in the country's development process as Tunisia prepares to step into the 21st century.

Main policies of the agriculture and fishing sector are to develop agricultural production and foster the continued growth of this sector decreasing the efforts of natural factors, thus ensuring self-sufficiency of food and reduction of the trade deficit.

DG/BGTH under the Ministry of Agriculture prepared medium term plan up to year 2006 on the development of irrigated agricultural land in Tunisia. Environment of water sector beyond 2000 in the Republic of Tunisia is tight due to limited water resources development potentials and unstable rainfall even in northern part of country.

The strategy applied to the medium term (2010) development is principally

- i. To serve all Tunisian with portable water
- ii. To extend a rational use of irrigation water to surface irrigation
- iii. To satisfy demand of industrial, tourism and environmental waters
- iv. To prevent flood and drought damages
- v. To exploit sustainable and equitable water resources and its protection to control pollution

Because of dependence on rainfed farming and only irrigated areas of six (6) % for total arable land, soft and hard wheat, which have traditionally been staple foods of Tunisia, has been affected by annual climatic condition and imports of wheat has

fluctuated depending on annual domestic production.

Food security and self sufficiency of food are given higher priority as the national policy. To attain these goals, following measures are planned to be taken to strengthen agricultural production such as wheat, barley and meat, etc.;

- Mobilization and rational use of natural resources, and resource protection in accordance with the requirement of sustainable development
- Research, training and outreach
- Improvement of biological material and the promotion of an effective seed sector
- Extension of irrigated agriculture
- Strengthening of the role of the private sector and of development companies
- Price, credit and marketing policies that provide real intensive
- Land reform, to solve related problems that may have an unfavorable effect on the production and management of agricultural land

Attachment(s):

Actual: (P/R,PCR)

Same as original

Attachment(s): required only when they are revised.

1-3 Rationale of the Project Design

- Timing, scale, technology of the project

Original: (P/M)

The project was scheduled to start in 1999 and to be completed in 2004.

Scope of the project is construction of 22 hill dams and necessary appurtenant structures, such as spillway, tower intake and conduit pipe including control valve, and main irrigation facilities consisting of booster pump, regulating reservoir and main pipelines in general, and on-farm irrigation system e.g. sprinkler and header pipe and lateral pipelines from the distribution points of main and branch pipelines.

Major objectives of the project are to supply supplemental irrigation water to the farm land in the vicinity of the proposed reservoirs by the construction of hill dams and irrigation facilities. The project also aimed to contribute to mitigation of flood damages of living area and farm land in the downstream of proposed dam sites, reducing sedimentation to downstream large dams and also aquifer recharge of ground water along the river sides.

Actual: (P/R,PCR)

The project was started in 2000. All of 22 hill dams construction work were completed by 2005. Construction of irrigation facilities was completed by 2013. However, the number of irrigation facilities was largely reduced due to change of irrigation plan.

Major objectives of the project are not different from original one. However, the weight of irrigation was decreased and flood mitigation and sediment protection for downstream large dams was increased.

2: Project Implementation (Efficiency)

2-1 Project Scope

Table 2-1-1a: Comparison of Original and Actual Location

Location	Original: (P/M) In the northern central Region of Tunisia spreading in 7 governorates. Attachment 1:Location Map	Actual: (P/Rand PCR) The same as original.
-----------------	---	--

Table 2-1-1b: Comparison of Original and Actual Scope

Items	Original	Actual
1. Water Resources Conservation (Hill Dams)	22 Hill Dams	22 Hill Dams
2. Watershed Management	3,080 ha	6,165 ha
3. Irrigation System		
a) Main Irrigation System	22 sites	3 sites
b) On Farm Irrigation System	22 sites	2 site
4. Land acquisition	22 sites	22 sites
5. Survey & Engineering	1 unit	None
6. Reinforcement of Logistic for O&M	1 unit	None
7. Consulting Service	1 unit	1 unit

2-1-2 Reason(s) for the modification if there have been any.

(P/R and PCR)

- Watershed Management

Watershed management works were largely implemented in Beja. It was implemented for each basin including project site.

- Main Irrigation System

Construction of main irrigation system was scheduled after the construction of hill dams. However, due to drought, climate change and sedimentation, irrigation development plan had to be revised. The government of Tunisia decided to utilize mainly small pumps to meet to water shortage and climate change.

- On Farm Irrigation System
Construction of on farm facility was scheduled after the construction of main irrigation facility. Due to above mentioned reasons, construction of on farm facility was implemented at only one site.
- Reinforcement of logistic for O&M
Procurement of equipment for O&M was planned for Siliana CRDA. It was not facilitated because project consultant was not procured and PIU of Siliana CRDA was not established due to revision of irrigation development plan.
- Consulting service
Project consultant was not procured due to revision of irrigation development plan. Instead, consultants for feasibility study for irrigation development were procured.

2-2 Implementation Schedule

Table 2-2-1: Comparison of Original and Actual Schedule

Items	Original	Actual
<i>[P/M]</i>	<i>(P/M)</i>	<i>(P/R,PCR)</i>
Loan Agreement	March 30, 1999	March 30, 1999
Loan Opening Date	November 12, 1999	November 12, 1999
Loan Closing Date	November 12, 2006	November 12, 2006
Revised Loan Closing Date	November 12, 2009	November 12, 2009
Preparation for the employment of consultants		November, 1999
Tendering for consulting firm		June, 2000
Concurrence of JICA for the contract for consulting service	January, 2002	
Commencement of tendering for Hill Dam construction		January, 2000
End of tendering for the contract for Hill Dam construction		March, 2001
Commencement of Construction of Hill Dams		September, 2000
End of Construction of Hill Dams	December, 2002	April, 2005
Commencement of tendering for civil work for irrigation	June, 2002	
End of tendering for civil work for irrigation	March, 2003	
Commencement of civil work for irrigation	December, 2002	October, 2010
End of civil work for irrigation	December, 2004	October, 2013
Completion of Land Acquisition	September, 2000	September, 2000
Completion of creation of GDAs	December, 2004	January, 2014

Commencement of tendering for consulting firm for F/S	-	February, 2007
End of tendering for consulting firm for F/S	-	April, 2008
Commencement of F/S	-	July, 2007
End of F/S	-	April, 2009
Project Completion Date*	November, 2006	
Revised Completion Date	November, 2009	January, 2014

*Project Completion was defined as Achievement of works of Hill Dams, and undertaken of the irrigation system to the GDAs at the time of L/ A.

2-2-2 Reasons for any changes of the schedule, and their effects on the project.

(P/R and PCR)

- Main Irrigation System

Construction of main irrigation system was scheduled after the construction of hill dams. However, due to drought, climate change and sediment, irrigation development plan had to be revised. The government of Tunisia conducted feasibility study on irrigation development for 16 sites in six governorates and it started in 2007 and finished in 2009.

Since there was a confusion after revolution in 2011, construction of main irrigation facility was completed in 2013.

- On Farm Irrigation System

Construction of on farm facility was scheduled after the construction of main irrigation facility. Due to above mentioned reasons, construction of on farm facility was completed in 2013.

- Consulting service

Initially, three Japanese consulting firms were invited for bidding but they declined. After that, Tunisian consulting firms were short listed and the contract for consulting services was concurred by JICA in January, 2002. However, since many of the construction works for hill dams were already completed, TOR of consulting services had to be revised. Negotiation of consulting service continued to 2003. During the negotiation, the government of Tunisia decided to revise irrigation development plan also. Therefore, the procurement of consulting service was cancelled. Instead, consultants for feasibility study for irrigation development were procured.

2-3 Project Cost
2-3-1

Table 2-3-1a: Comparison of Original and Actual Cost BY ITEM

Unit: (1,000TD)

Breakdown of Cost	Original								
	Foreign Currency Portion			Local Currency Portion			Total		
	Total	JICA Portion	Others	Total	JICA Portion	Others	Total	JICA Portion	Others
Item	()	()	()	()	()	()	()	()	()
(P/M)	(P/M)	(P/M)	(P/M)	(P/M)	(P/M)	(P/M)	(P/M)	(P/M)	(P/M)
1. Water resources Conservation (hill Dam)	18,887	18,887	0	0	26,439	0	45,326	45,326	0
2. Watershed Management	0	0	0	2,428	0	2,428	2,428	0	2,428
3. Irrigation System									
a) Main Irrigation System	2,708	2,708	0	6,100	6,100	0	8,808	8,808	0
b) On Farm Irrigation System	763	0	763	1,943	0	1,943	2,707	0	2,707
4. Land Acquisition	0	0	0	1,935	0	1,935	1,935	0	1,935
5. Survey & Engineering	0	0	0	600	0	600	600	0	600
6. Reinforcement of Logistic for O&M	1,103	1,103	0	173	173	0	1,276	1,276	0
7. Administration cost	0	0	0	1,577	0	1,577	1,577	0	1,577
8. Consulting service cost	1,023	1,023	0	5,495	0	5,495	6,518	6,518	0
9. VAT (18%: to item 1,2,3,6)	0	0	0	10,898	0	10,898	10,898	0	10,898
10. VAT (10%: to item 5,8)	0	0	0	712	0	712	712	0	712
11. Import Duty (5%: item 6 F/C)	0	0	0	55	0	55	55	0	55
Total	24,484	23,721	763	58,356	32,712	25,644	82,840	61,928	20,912

(Note) Exchange Rate: US\$1=TD 1.1704 =¥ 135.99 (1TD=¥ 116)

Base Year for Cost Estimation: 1998

Unit: (1,000TD)

Breakdown of Cost	Actual								
	Foreign Currency Portion			Local Currency Portion			Total		
	Total	JICA Portion	Others	Total	JICA Portion	Others	Total	JICA Portion	Others
Item	()	()	()	()	()	()	()	()	()
(P/R,PCR)									
1. Water resources Conservation (hill Dam)	29,180	29,180	0	0	0	0	29,180	29,180	0
2. Watershed Management	0	0	0	7,673	0	7,673	7,673	0	7,673
3. Irrigation System	0	0	0	1,285	0	1,285	1,285	0	1,285
a) Main Irrigation System	0	0	0	97	0	97	97	0	97
b) On Farm Irrigation System									
4. Land Acquisition	0	0	0	1,935	0	1,935	1,935	0	1,935
5. Survey & Engineering	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Reinforcement of Logistic for O&M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7. Administration cost	0	0	0	1,004	0	1,004	1,004	0	1,004
8. Consulting service cost	243	243	0	0	0	0	243	243	0
9. VAT (18%: to item 1,2,3,6)	0	0	0	6,882	0	6,882	6,882	0	6,882
10. VAT (10%: to item 5,8)	0	0	0	21	0	21	21	0	21
11. Import Duty (5%: item 6 F/C	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	29,423	29,423	0	18,898	0	18,898	48,321	29,423	18,898

(Note) Exchange Rate: US\$1=TD 1.1704 =¥135.99 (1TD=¥ 116)

Base Year for Cost Estimation:1998

Table 2-3-1b: Comparison of Original and Actual Cost BY YEAR

*Fiscal Year starting in 2000 and ending in 2013 Unit: ()

Breakdown of Cost	Original			Actual		
	JICA Portion	Others	Total	JICA Portion	Others	Total
Year	(M yen)	(1,000TD)	(M yen)	(M yen)	(1,000 TD)	(M yen)
(P/M)	(P/M)	(P/M)	(P/M)	(P/R,PCR)	(P/R,PCR)	(P/R,PCR)
1999	0	0	0	0	0	0
2000	1,247	15,138	3,003	0	2,635	228
2001	1,293	17,751	3,353	732	2,093	181
2002	190	4,123	668	646	2,420	209
2003	10	682	89	903	2,430	210
2004	11	513	71	144	1,233	107
2005	0	0	0	39	1,220	105
2006	0	0	0	0	740	64
2007	0	0	0	0	740	64
2008	0	0	0	4	1,138	98
2009	0	0	0	14	640	55
2010	0	0	0	0	640	55
2011	0	0	0	0	1,230	106
2012	0	0	0	0	640	55
2013					1,098	95
Total	2,752	38,207	7,184	2,482	18,898	1,632

Note: Exchange Rate used: 1TD = ¥ 86.408

You can use any currencies in this chart, i.e. you may use your local currency as well as Yen for each figure.

If there were the portion of the financial resources such as of World Bank, ADB and so forth, other than your own budget, please fill in another column between "JICA Portion" and "Others" and fill in the figures of them

2-3-2 Reason(s) for the wide gap between the original and actual, if there have been any, the remedies you have taken, and their results.

(P/R, PCR)

- According to revision of irrigation development plan, construction of irrigation system reduced from 22 sites to 2 sires.
- The consultant for overall project management was not procured because of revision of irrigation development plan.
- Goods and Equipment for O&M were not procured.
- Overestimation of the cost of the project during the loan evaluation.
- The competition between bidders has reduced the cost of projects
- The loan includes also physical and financial contingencies

2-4 Organizations for Implementation

2-4-1 Executing Agency:

- Organization's role, financial position, capacity, cost recovery etc,
- Organization Chart including the unit in charge of the implementation and number of employees.

Original: (P/M)

Direction Général des Etudes Travaux hydrauliques, Ministère de l'Agriculture

Attachment 2: Organization Chart

Actual, if changed: (P/R and PCR)

The same as original.

2-4-2 Contractor(s)/ Supplier(s), and Consultant(s) and Their Performance:

2-4-2-1 Procurement and Consultant

Table 2-4-2: Procurement of Contractor(s)/Supplier(s) and Consultant(s)

Contract Package	Selection Method	
	Original: (P/M)	Actual: (P/R and PCR)
Contractor(s)		
TSP-17/P001, Zarrouk	LCB	LCB
TSP-17/P002, Zarrouk	LCB	LCB
TSP-17/P003, Zarrouk	LCB	LCB
TSP-17/P004, Chaabane	LCB	LCB
TSP-17/P005, CRC	LCB	LCB
TSP-17/P006, ZETAH	LCB	LCB
TSP-17/P007, Sogit/Etrahy	LCB	LCB
TSP-17/P008, STHYRT	LCB	LCB
TSP-17/P009, STHYRT	LCB	LCB
TSP-17/P010, SBBH	LCB	LCB
TSP-17/P011, Lotfi Ali	LCB	LCB
TSP-17/P012, SOUTUDEF	LCB	LCB
TSP-17/P013, SOUTUDEF	LCB	LCB
TSP-17/P014, SOUTUDEF	LCB	LCB
TSP-17/P015, Amri Y	LCB	LCB
TSP-17/P016, Amri Y	LCB	LCB
TSP-17/P017, SBBH	LCB	LCB
TSP-17/P018, SBBH	LCB	LCB
TSP-17/P019, SIREP	LCB	LCB
TSP-17/P020, EBC	LCB	LCB
TSP-17/P021, EATP	LCB	LCB
TSP-17/P022, STHYRT	LCB	LCB

Supplier(s)		
Consultant(s)		
TSP-17/P023, HYDROPLANTE	LCB	LCB
TSP-17/P024, HYDROPLANTE	LCB	LCB
TSP-17/P025, SERAH	LCB	LCB
TSP-17/P026, STUDI	LCB	LCB
TSP-17/P027, HYDROPLANTE	LCB	LCB
TSP-17/P028, BICHE	LCB	LCB

2-4-2-2 Performance

(P/R and PCR)

Information on the Contractor(s)/ Supplier(s):

The contractors performance was evaluated during the bid evaluation and all selected contractors were reliable for carrying out their services and it is difficult at this stage to provide the credentials of these contractors. Moreover, many of the contractors do not exist anymore.

Evaluation:

TSP-17/P001, Zarrouk: good
 TSP-17/P002, Zarrouk: good
 TSP-17/P003, Zarrouk: good
 TSP-17/P004, Chaabane: good
 TSP-17/P005, CRC: good
 TSP-17/P006, ZETAH: fair
 TSP-17/P007, Sogit/Etrahy: fair
 TSP-17/P008, STHYRT: good
 TSP-17/P009, STHYRT: good
 TSP-17/P010, SBBH: fair
 TSP-17/P011, Lotfi Ali: fair
 TSP-17/P012, SOUTUDEF: good
 TSP-17/P013, SOUTUDEF: good
 TSP-17/P014, SOUTUDEF: good
 TSP-17/P015, Amri Y: fair
 TSP-17/P016, Amri Y: fair
 TSP-17/P017, SBBH: fair
 TSP-17/P018, SBBH: fair
 TSP-17/P019, SIREP: good
 TSP-17/P020, EBC: fair
 TSP-17/P021, EATP: good
 TSP-17/P022, STHYRT: good

Information on the Consultant(s):

HYDROPLANTE

SERAH

Founded in 1984 as a company of consulting engineers in the field of water supply and sewage disposal, today SERAH has expanded its activities drawing together interdisciplinary competence in the field of building construction, transport infrastructure and assistance to development studies.

SERAH is an independent consulting firm with a solid experience acquired in more than 500 projects. Its interventions cover projects from preliminary studies to implementation, and provide high professional quality work resulting from the experience and competence of its permanent staff and consultants.

STUDI

The independent Tunisian engineering firm STUDI was created in 1970

Since its creation, development of agriculture, water and environmental protection are major and often interrelated areas of STUDI group activities.

Volume of projects in 2012: 3.4 Billion \$

BICHE

Evaluation:

TSP-17/P023, HYDROPLANTE: good

TSP-17/P024, HYDROPLANTE: good

TSP-17/P025, SERAH: good

TSP-17/P026, STUDI: good

TSP-17/P027, HYDROPLANTE: good

TSP-17/P028, BICHE: good

2-5 Precautions (Measures To Be Adopted/Points Which Require Special Attention)

- Risks and issues, if any, which may affect the project implementation and planned countermeasures to be adapted, in terms of physical, environmental or social aspects.(e.g., land acquisition, resettlement , HIV awareness and prevention program, gender consideration and EIA clearance)
- Environmental Checklist or report of monitoring indicator (if applicable)

Original issues and Countermeasure(s)	Actual issues and Countermeasure(s)
(P/M)	(P/R and PCR)

The land acquisition should be executed based on the authorized procedure of expropriation and that land acquisition would be, in principle, completed before the commencement of the civil work of hill dam. No human resettlement would be expected in the Project.	The land acquisition is executed based on the authorized procedure of expropriation. Paying some expropriated persons is being continued
---	---

2-6 Photographs of Output of the project (P/R and PCR): Attachment 3

3: Benefit Derived from the Project (Effectiveness)

3-1 Operational and physical condition of each facility developed/supplied by the project.

Facilities	Description of condition	Problems, its Background and Remedial Action Plan
<i>(P/R and PCR)</i>	<i>(P/R and PCR)</i>	<i>(P/R and PCR)</i>
Hill dams		
1. NA-1 Tabouda	good	none
2. BE-2 Labiadh	fair	erosion at spillway
3. BE-3 Slouguia	fair	erosion at spillway
4. BE-4 Kashbar	fair	erosion at spillway, crack on the crest
5. BE-5 Sidi Yahia	good	none
6. JE-1 Sammar	fair	erosion at spillway
7. KE-1 Bou Yagoum	good	none
8. KE-2 Rouijel	good	none
9. SI-2 Mechaiker	fair	erosion at spillway
10. SI-3 Nchem	fair	erosion at spillway
11. SI-4 Meskaya	not good	severe erosion at spillway, the conduit is blocked with soil.
12. SI-5 Erroumi	fair	erosion at spillway, the conduit is blocked with soil.
13. SI-6 Zaaroura	not good	severe erosion at spillway, completely silted.
14. SI-8 Shigaga	fair	erosion at spillway
15. SI-10 Joura	fair	erosion at spillway
16. SI-11 Seja	not good	erosion at spillway, highly silted, the conduit is blocked with soil.
17. SI-12 Ain Shigaga	fair	crack on the crest
18. ZA-1 Fgigh	not good	crack on the crest, highly silted,

19. ZA-2 Zangou	good	the conduit is blocked with soil.
20. ZA-3 Enfidha	good	none
21. ZA-4 Gwissat	good	none
22. SO-1 Breck	fair	none
		erosion at downstream surface
Irrigation System		eroded part of spillway will be maintained by CRDAs.
1. BE-5 Sidi Yahia	fair	generator was stolen. Electric cable will be installed by the CRDA.
2. ZA-2 Zangou	good	none

3-2 Precautions (Measures To Be Adopted/Points Which Require Special Attention)

- Risks and issues, if any, which may affect the project outcome and planned countermeasures to be adapted, in terms of physical, environmental or social aspects.
- Environmental Checklist or report of monitoring indicator (if applicable)

Original issues and Countermeasure(s) (P/M)	Actual issues and Countermeasure(s) (P/R and PCR)
The project would have positive impacts to the environment covering prevention of further sediment, greenization and protection from the soil erosion. No negative environmental impact was expected. The counter measures for soil erosion, as included in the watershed management of the Project components such as afforestation, planting crops, contour farming, etc., should be projected in the upstream of the relevant dam sites and that the DG/BGTH would take necessary measures for it at an appropriate timing as well as in an appropriate manner	The project has positive impacts to the environment covering prevention of further sediment, greenization and protection from the soil erosion especially large dams. Some dams contributed to reduce sedimentation for downstream. Some dams are effective to protect structures and houses downstream from flood. Afforestation, planting crops, contour farming, etc., were done to reduce soil erosion.

3-3 Environmental and Social Impacts

- Major environmental and social impacts have occurred during project implementation (e.g. involuntary resettlement, poverty reduction, natural environment)

Issue(s)	Action or countermeasure(s) taken and remaining problem(s)
<i>(PCR)</i> - Soil erosion - Protection of downstream structures - Ground water recharge	<i>(PCR)</i> Implementation of windbreaks (cypress and olive) Some dams have contributed to the protection of downstream infrastructures, others to groundwater recharge

3-4 Qualitative and Quantitative Data of Monitoring Indicators

- Operation and Effect Indicator, EIRR and/or FIRR
- Supporting data for computing EIRR and/or FIRR. **(Attachment 4)**

Indicators	Original (Yr 2010)	Present (Yr 2014)	Target (Yr 2024)
<i>(P/M)</i>	<i>(P/M)</i>	<i>(P/M,PCR)</i>	<i>(P/M)</i>
EIRR	Between 3.1 % and 15.1 %	Between 0.0% and 9.3%	Between 0.0% and 5.4%
Irrigated Area (ha)	2,300	620	620
Water demand (1,000 cbm)	12,500	2	3
Number of Water Association	22	2	3
Production volume of Major crops (Tones)	70,000	3,098	2,480
Annual Income increase by scale of Farmer's land (1,000TD)	4,800	3,900	2,400

3-5 Monitoring Plan for the indicators

- Monitoring methods, section(s)/ department(s) in charge of monitoring, frequency, the term and so forth.

Original:*(P/M and PCR)*

N.A.

Actual:(P/R and PCR)

A PIU of Hill Dams is in charge of monitoring, appointed under BGTH. This PIU is managed by a Director and includes Two Sub-direction: Studies and Monitoring of construction work and Five Services: Geology, Soil Techniques, Civil Engineering, Financial management and Expropriation (see organization chart). The monitoring is done by the PIU continuously.

For the monitoring of Irrigation Systems, the Chief District of Rural Engineering appoint a team for monitoring the construction work of the irrigation system in collaboration with the Chief District of Operation and Maintenance.

3-6 Achievement of the Project Objective

(PCR)

- Supplemental water is supplied to farm land by hill dam construction and irrigation facility.
- Economic stabilization is enhanced and social environment in rural societies is improved through appropriate water resource management
- Semi-arid ecosystem is greenized and protected from soil erosion
- Further sediment outflow to downstream is prevented
- Ground water around the dam site is recharged.
- Crop and livestock productivity is improved by irrigation from hill dam and crop and livestock races are diversified through support of extension services
- Farmer's income is increased through the stable agricultural production

4: Operation and Maintenance (O&M) (Sustainability)

4-1 O&M and Management

- Organization chart of O&M
- Operation and maintenance system (structure and the number ,qualification and skill of staff or other conditions necessary to maintain the outputs and benefits of the project soundly, such as manuals, facilities and equipment for maintenance, and spare part stocks etc)

Original: (P/M)

O&M of hill dam is in charge of DG/BGTH. O&M of irrigation system is in charge of CRDA and GDA.

Actual: (PCR)

O&M of hill dam is in charge of CRDA with technical assistance of DG/BGTH. O&M of irrigation system is in charge of CRDA and DGA.

Attachement 5: Organization chart of O&M

4-2 O&M Cost and Budget

- The actual annual O&M cost for the duration of the project up to today, as well as the annual O&M budget.

(PCR)

Actual O&M cost of the project up to today is 1,245,280 TD.

Annual O&M budget is

Hill Dam: 114,000 TD

Irrigation System: 107,280 TD

Pumps: 82,500 TD

TOTAL: 303,780 TD

5: Evaluation

5-1 JICA and Borrower/Executing Agency Performance

Please evaluate the performance of the two bodies .

JICA: (PCR)

- The JICA's bidding procedure is very long and needs to be shortened.
- The JICA should trust more the Tunisian competence especially those of the Ministry of Agriculture and Water Resources (BGTH, GREE, CRDA).
- There is a lack of Technology Transfer between Japanese and Tunisian Experts.
- In future projects financed by JICA, all actors should participate in the planning for the benefit and success of the project.

Borrower/Executing Agency: (PCR)

More coordination is required between the department of the Ministry of Agriculture and Water Resources.

JICA should evaluate the performance of GD/BGTH, DG/GREE, or CRDAs

5-2 Overall evaluation

Please describe your evaluation on the overall outcome of the project.

(PCR)

All Hill Dams have achieved their forecasted goals, except the irrigations Systems for most of them.

5-3 Lessons Learnt and Recommendations

Please raise any lessons learned from the project experience, which might be valuable for the future JICA assistance or similar type of projects, as well as any recommendations, which might be beneficial for better realization of the project effect, impact and assurance of sustainability.

(PCR)

For a more rational management of hill dams, the following recommendations should be considered:

-Do not opt for large developments around hill dams (avoid the creation of hardly

irrigated areas)

- Establish in each CRDA a specific service responsible of the operation, maintenance and repair of hydraulic infrastructure at the hill dams and equipped with necessary material and human means.
- The installation of a bathymetric monitoring system that allows controlling the fouling phenomenon of the reservoir.
- Appoint a consulting office before the commencement of the Work.
- Coordination between the Dam Construction Agency and the irrigation land department.
- Provide for the preparation of a manual of operation for the hill dams.

TABLE OF CONTENT

Attachment 1 : Location Map

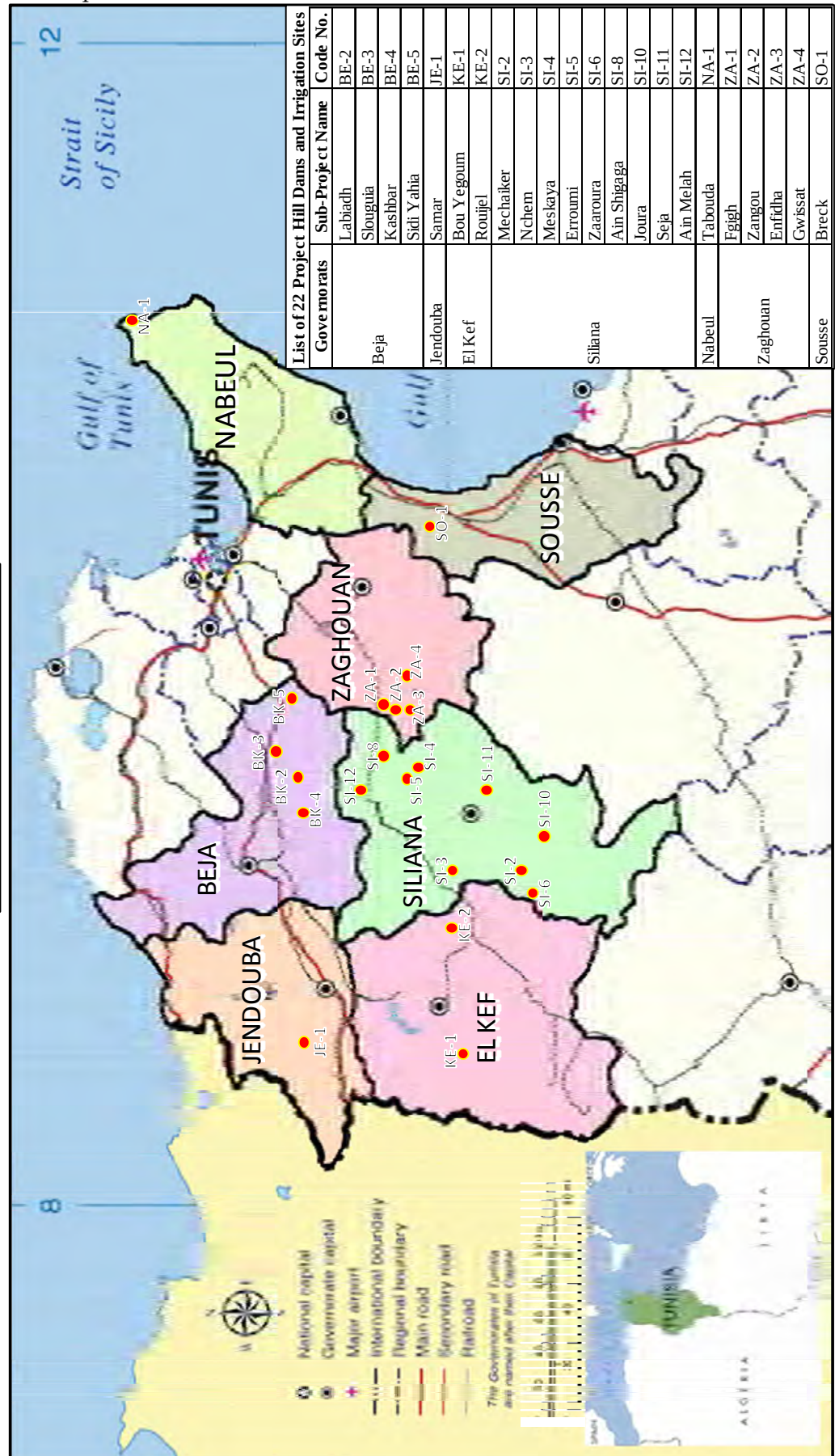
Attachment 2 : Organization Chart

Attachment 3 : Photographs of Output of the project (P/R and PCR)

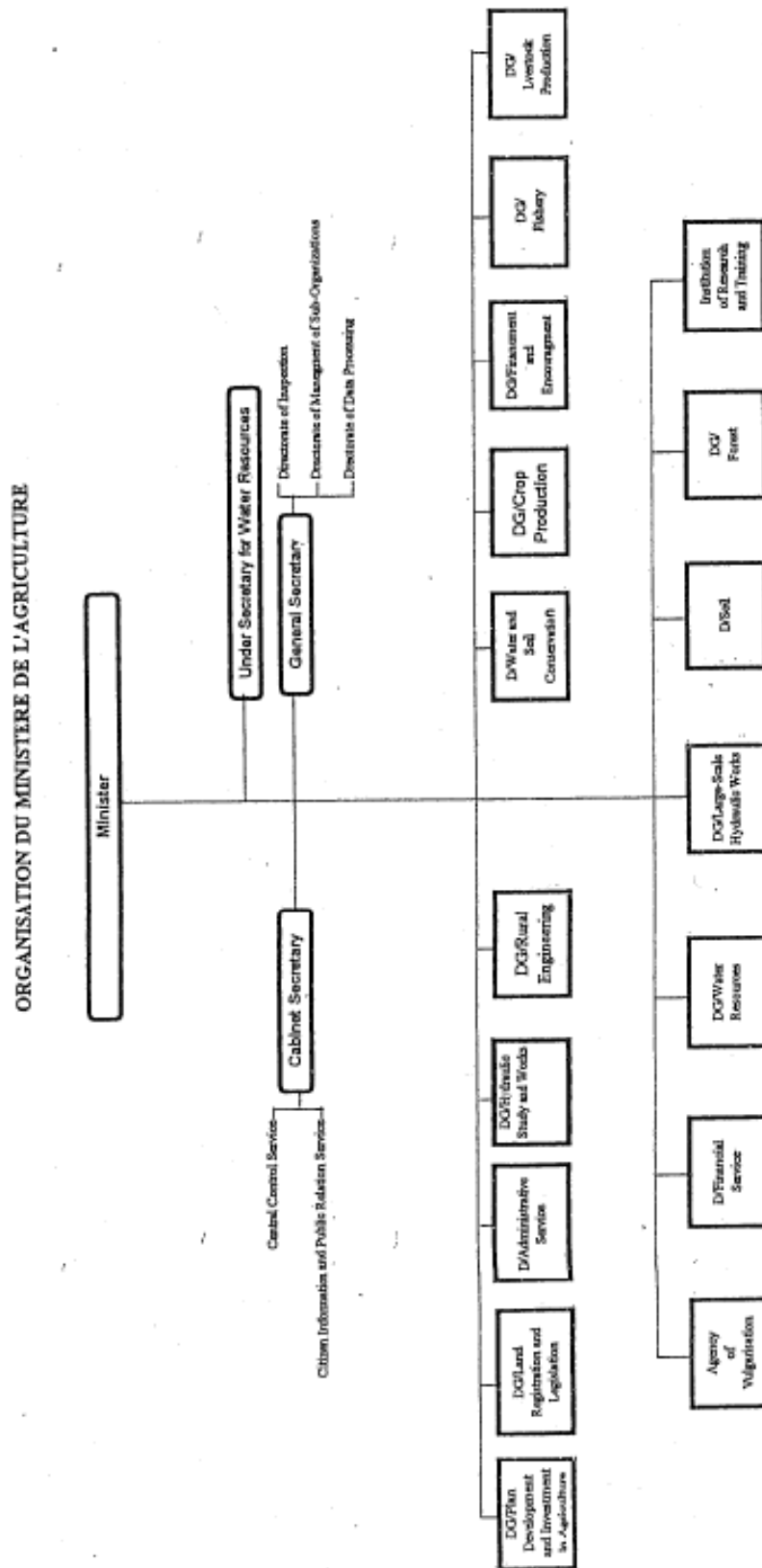
Attachment 4 : Supporting data for computing EIRR and/ or FIRR

Attachment 1 : Location Map

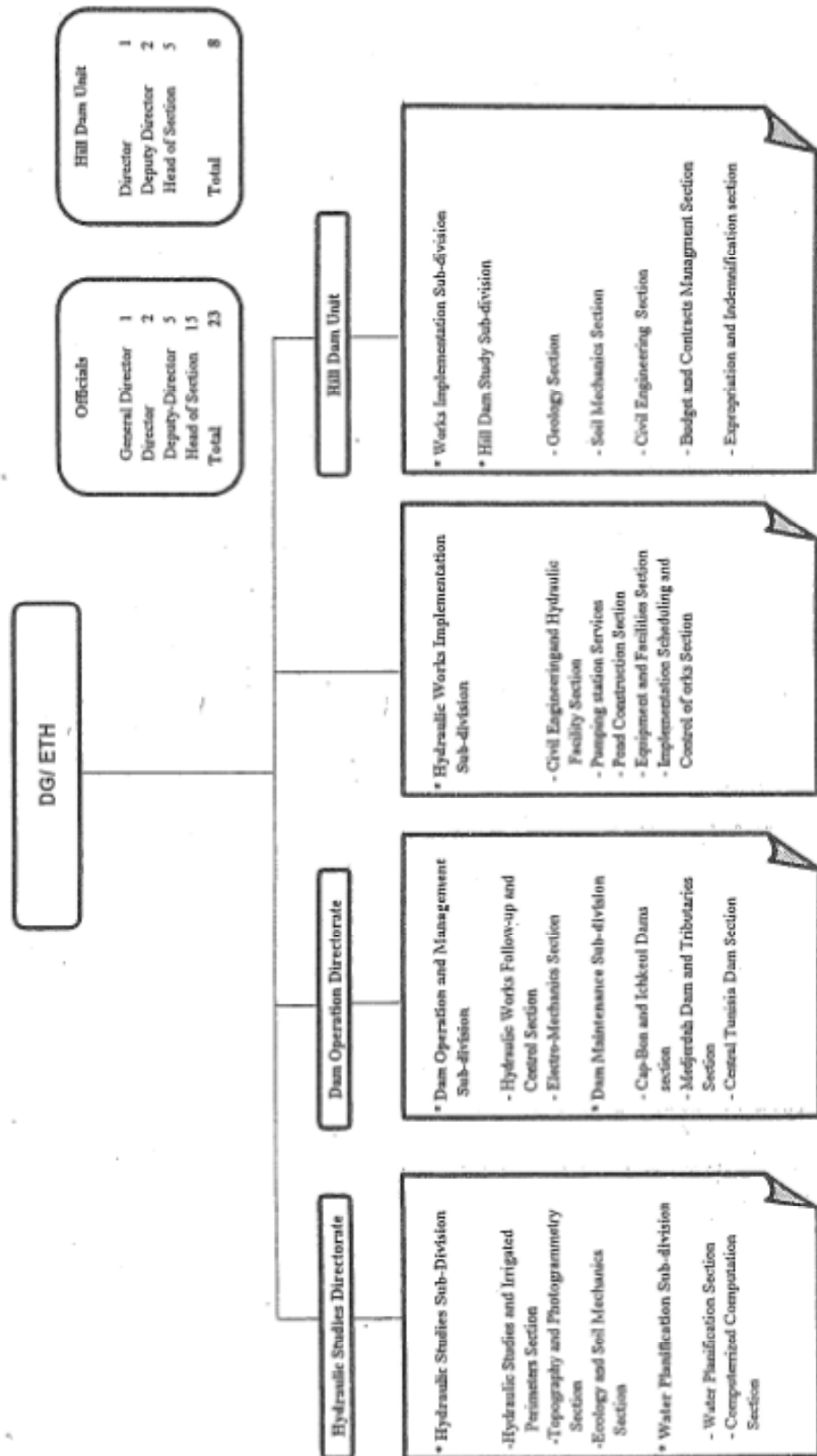
Carte de Situation



Attachment 2 : Organization Chart



Present Organization of DG/ ETH





Attachment 3 Photographs of Output of the project



General view of reservoir, SI-2 Mechaiker



General view of reservoir, SI-3 Nchem



General view of reservoir and upstream of dam, SI-4 Meskaya



General view of reservoir, SI-5 Erroumi



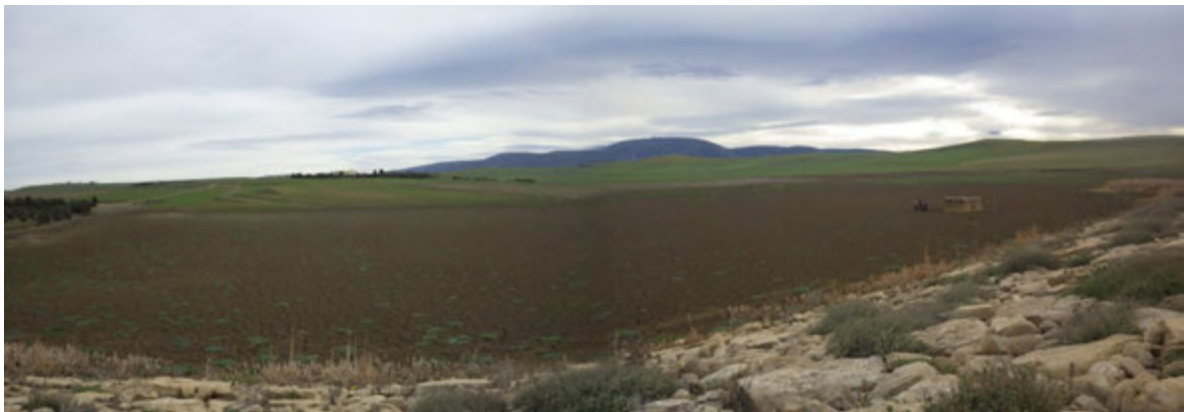
General view from the right side of dam, SI-6 Zaaroura



General view from right side of dam, SI-8 Ain Shigaga



General view of reservoir, SI-10 Joura



General view of reservoir from right side, SI-11 Seja



View from right side, SI-12 Ain Melah



View from right side, ZA-1 Fgigh



View from right side, ZA-2 Zangou



Dam crest and reservoir, ZA-3 Enfidha



View of reservoir from left side, ZA-4 Guissat



General view of reservoir, BE-2 Labiadh



General view of reservoir, BE-3 Slouguia



General view of reservoir, BE-4 Kashbar



General view of reservoir, BE-5 Sidi Yahia



General view of reservoir, JE-1 Sammar



General view of reservoir, NA-1 Tabouda



General view of reservoir, SO-1 Breck



Dam crest and reservoir, KE-1 Bou Yagoum



Dam crest and reservoir, KE-2 Rouijel

Attachment 4 : Supporting data for computing EIRR and / or FIRR

I.Original

Expected Benefits

Item								
1) EIRR	TRE: Between 3.1% and 15.1% <Calculation base> Project Life: 20 years Cost: Construction cost and O&M cost Benefit: Increase in agricultural output and livestock farming Cost-benefit spreadsheet shown in the next pages (extracted from SAPROF Report Annex)							
	Completion year (2004)	1 year after completion	2 year after completion	3 year after completion	4 year after completion	5 year after completion	6 year after completion	7 year after completion
2) Production volume of Major crops (Tones)	0	5250	15750	33250	45500	63000	70000	70000
3) Annual Income increase by scale of Farmer's land (1000 TD)	0	360	1080	2280	3120	4320	4800	4800

Crop production

(année de croisière)

			winter crops												summer crops				perennial crops						
N°	Sub Project	Irrig.Area	Unit	hay																piment					
				Hard wheat	Soft wheat	barley	canola/vetch	berseem	greenbarley	other hay	foxa bean	chickpeas	carrot	onion	green pea	greenhouse	Sorghum	Sula	Tomato	watermelon	Potatoes	olive	apple/pear	prune	apricot
	Talouda	80.2	Tones				140.0							603.0		120.0	502.5			1005.0		902.3			
	Labiadi	94.4			108.5	42.3	132.3	369.0				34.0		264.0						430.5		264.0			
	Siougua	223.3			257.0	100.4	312.9					52.2		1366.2						1564.5	1262.0				
	Kashbar	357.4			357.5	209.7	500.5					83.7		2187.0				4290.0				714.0			
	Sidi yahia	94.6												2270.4			2365.0								
	Sannar	76.9			25.0		105.0					27.0		270.0	600.0					375.0		250.0			
	Rou yegoun	134		268.0			187.6		964.8											804.0		603.0			
	Roulat	113.6		225.0				1026.0				20.7		712.5			1716.0		1282.5						
	Machakar	90.8		154.0			115.5	483.0					363.0			66.5		828.0			532.0		165.0		
	Nohem	80.5		140.0			98.0	409.5							187.6		492.0			1206.0		180.0			
2	Miskaya	83.8		138.5			99.4	426.0							193.9		252.0			1093.5		57.0			
1	Enroumi	43.3		71.5			60.9	183.0									390.0		325.0	204.3		18.0			
	Zenoune	191.2		292.5			245.0	997.5					748.0		145.0		1740.0				504.0	111.0			
1	Ain shassa	158.3		135.0	107.1		144.2	951.0							261.0		1422.0			1066.5		30.0			
3	Joura	28.7		50.0			36.0	140.0							67.2		270.0		225.0						
1	Saja	81.7		135.0			97.3	417.0							189.0		738.0			593.5		4.1			
4	Ain Melah	72.3		119.5			70.7	435.0							167.3		648.0		162.0	360.0		82.5			
1	Figh	39.1												1347.5			1170.0								
1	Zangou	67.5												1190.0			3960.0								
1	Erishia	28.5												490.0			1680.0								
	Gvissat	27.8												476.0			1668.0								
	Breik	130.5			133.0		133.0							1263.5		216.6	70.5				543.0	541.5	78.0		

(Original:Minutes of Discussion on Water Resources Management Project Date: July 24 1998)

II. Present

1. Estimation of economic evaluation

1-1. Results

- Except the following 5 sub-projects, when O & M cost is taken into consideration, the each benefit is insufficient and it becomes impossible to calculate EIRR.
- EIRR of the following sub-projects could be estimated, but the values are considerably low.

Sub-project	EIRR(%)	B/C
JE-1 Samar	2.26	0.39
SI-10 Joura	9.30	0.81
ZA-2 Zangou	0.54	0.36
ZA-3 Enfida	1.63	0.44
ZA-4 Gwissat	1.81	0.41

1-2. Conditions

- Indirect benefits such as recharging water into the aquifers, protecting sedimentation in the downstream barrages and flood prevention by small dams isn't taken into account.
- Costs followed the SAPS report. A crop price, manure, agricultural chemicals, agricultural wages, etc. were updated as of 2014.
- The planting ratio was assumed to be 100%.
- Without project: Irrigation was not performed.
- With project: The irrigation area as of 2014 was set up as a state where the project was carried out.
- Target unit yields presuppose that it is the same as the time of the original plan.
- A unit yield will take the 1st year for 60% , the second year for 80% the third year for 100% of a target unit yield respectively.

1-3. Estimated crop production

No.	Sub-Project	Accomplished (ha)	Hard wheat	Soft wheat	Barley	Oats	Barley for Hay	Chick pea	Broadbean	(unit:ton)	
										Olive	Total
1	Labiadh	0.0									0.0
2	Slougua	2.0		10.0							10.0
3	Kashbar	47.0	133.5		44.6	72.8					250.9
4	Sidi Yahia	0.0									0.0
5	Samar	75.0		249.5	32.0			5.0	19.4		305.9
6	Bou Yegoum	18.5	25.5	8.6	80.5						114.6
7	Rouijel	0.0									0.0
8	Mechaiker	42.0	66.0		14.0	21.7	79.2			30.6	211.5
9	Nchem	30.0	35.0		12.6					30.3	77.9
10	Meskaya	7.0	11.0		8.1	3.5				3.8	26.4
11	Erroumi	12.0	11.5	11.0	9.9		72.0			5.0	109.4
12	Zaaroura	0.0									0.0
13	Ain Shigaga	27.0	47.7	22.1	31.5	11.2				4.4	116.9
14	Joura	49.0	147.0		55.4	34.3	86.4				323.1
15	Seja	0.0									0.0
16	Ain Melah	43.0	107.0		31.1	30.1				15.6	183.8
17	Tabouda	1.0	5.0								5.0
18	Fgigh	0.0									0.0
19	Zangou	110.0	348.5	201.5							550.0
20	Enfidha	83.0	131.0	116.0		235.2					482.2
21	Gwissat	54.0	166.0	67.5	32.9						266.4
22	Breck	20.0	24.5	24.5						15.3	64.3
Total		620.5	1259.2	710.7	352.6	408.8	237.6	5.0	19.4	105.0	3,098.3

Summary of Project Evaluation

Site:	Labiadh	Construction period:	2000 to 2002	Projected area(ha):	94.4	SAPROF
Governorate:	Beja			Accomplished(ha):	0.0	SAPS
Project cost (1,000 TD)	2,044	O & M cost (TD/year)	8,600			
Planted area by crop (ha)	Soft wheat	Barley	Oats	Tomato(S)	Total	
without project (SAPROF)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
with project (SAPS)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Cropping intensity	(%)			Value of Net Return	TD	
without project	0.0			without project	0	
with project	100.0			with project	0	
				Incremental benefit	0	
EIRR (%)	-	B/C ratio	0.00 at 12%			

Site:	Slouguia	Construction period:	2000 to 2005	Projected area(ha):	223.3	SAPROF
Governorate:	Beja			Accomplished(ha):	2.0	SAPS
Project cost (1,000 TD)	3,602	O & M cost (TD/year)	11,900			
Planted area by crop (ha)	Soft wheat	Barley	Oats	Broadbean	Total	
without project (SAPROF)	0.0				0.0	
with project (SAPS)	2.0	0.0	0.0	0.0	2.0	
Cropping intensity	(%)			Benefit	TD	
without project	0.0			without project	0	
with project	100.0			with project	2,932	
				Incremental benefit	2,932	
EIRR (%)	-	B/C ratio	0.00 at 12%			

Site:	Kashbar	Construction period:	2001 to 2005	Projected area(ha):	357.4	SAPROF
Governorate:	Beja			Accomplished(ha):	47.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	4,661	O & M cost (TD/year)	11,900
-------------------------	-------	----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Soft wheat	Barley	Oats	Broadbean	Carrot	Sorghum	Potato	Total
without project (SAPROF)	0.0	0.0	0.0					0.0
with project (SAPS)	26.7	9.9	10.4					47.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	72,664
Incremental benefit	72,664

EIRR (%)	-
----------	---

B/C ratio	0.08	at 12%
-----------	------	--------

Site:	Sidi Yahia	Construction period:	2000 to 2004	Projected area(ha):	94.6	SAPROF
Governorate:	Beja			Accomplished(ha):	0.0	SAPS
Project cost (1,000 TD)	4,502	O & M cost (TD/year)	8,600			
Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Soft wheat	Onion	Tomato	Sorghum	Total
without project (SAPROF)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
with project (SAPS)			0.0		0.0	0.0
Cropping intensity	(%)			Benefit	TD	
without project	0.0			without project	0	
with project	100.0			with project	0	
				Incremental benefit	0	
EIRR (%)	-	B/C ratio	0.00 at 12%			

Site:	Sammar	Construction period: 2001 to 2002			Projected area(ha): 76.9		SAPROF				
Governorate:	Jendouba				Accomplished(ha): 75.0		SAPS				
Project cost (1,000 TD)		1,716		O & M cost (TD/year)		11,900					
Planted area by crop (ha)		Soft wheat	Barley	Oats	Broadbean	Chick pea	Carrot	Onion	Tomato	Potato	Total
without project (SAPROF)		0.0	0.0		0.0	0.0					0.0
with project (SAPS)		49.9	7.1		10.8	7.2					75.0
Cropping intensity		(%)		Benefit			TD				
without project		0.0		without project			0				
with project		100.0		with project			117,543				
				Incremental benefit			117,543				
EIRR (%)		2.26		B/C ratio		0.39		at 12%			

Site:	Bou Yagoum	Construction period: 2000 to 2001	Projected area(ha): 134.0	SAPROF
Governorate:	El Kef		Accomplished(ha): 18.5	SAPS

Project cost (1,000 TD)	3,078	O & M cost (TD/year)	26,000
-------------------------	-------	----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Soft wheat	Barley	Oats	Green barley	Tomato	Potato	Total
without project (SAPROF)	0.0	0.0	0.0					0.0
with project (SAPS)	5.1	1.9	11.5					18.5

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	29,496
Incremental benefit	29,496

EIRR (%)	-
----------	---

B/C ratio	0.06	at 12%
-----------	------	--------

Site:	Rouijel	Construction period: 2000 to 2001		Projected area(ha): 113.6		SAPROF						
Governorate:	El Kef			Accomplished(ha): 0.0		SAPS						
Project cost (1,000 TD)		1,668		O & M cost (TD/year)		19,400						
Planted area by crop (ha)		Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Broadbean	Carrot	Sorghum	Tomato	Olive	Total	
without project (SAPROF)											0.0	
with project (SAPS)		0.0			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Cropping intensity		(%)		Benefit			TD					
without project		0.0		without project			0					
with project		100.0		with project			0					
					Incremental benefit			0				
EIRR (%)		-		B/C ratio		0.00		at 12%				

Site:	Mechaiker	Construction period:	2001	Projected area(ha): 90.8		SAPROF						
Governorate:	Siliana			Accomplished(ha): 42.0		SAPS						
Project cost (1,000 TD)		2,385	O & M cost (TD/year)		14,430							
Planted area by crop (ha)		Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Barley for hay	Carrot	green pea	Sorghum	Water melon	Olive	Total
without project (SAPROF)		0.0	0.0	0.0		0.0					0.0	0.0
with project (SAPS)		13.2	3.1	3.1		2.2					20.4	42.0
Cropping intensity		(%)	Benefit				TD					
without project		0.0	without project				0					
with project		100.0	with project				64,756					
			Incremental benefit				64,756					
EIRR (%)		-	B/C ratio		0.17	at 12%						

Site:	Nchem	Construction period: 2001 to 2002			Projected area(ha): 80.5		SAPROF			
Governorate:	Siliana				Accomplished(ha): 30.0		SAPS			
Project cost (1,000 TD)		2,275		O & M cost (TD/year)		17,650				
Planted area by crop (ha)		Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Green pea	Sorghum	Water melon	Olive	Total
without project (SAPROF)		0.0	0.0						0.0	0.0
with project (SAPS)		7.0	2.8						20.2	30.0
Cropping intensity		(%)		Benefit			TD			
without project		0.0		without project			0			
with project		100.0		with project			36,819			
				Incremental benefit			36,819			
EIRR (%)		-		B/C ratio		0.09		at 12%		

Site:	Meskaya	Construction period: 2002 to 2002		Projected area(ha): 83.8		SAPROF				
Governorate:	Siliana			Accomplished(ha): 7.0		SAPS				
Project cost (1,000 TD)		1,998		O & M cost (TD/year)		9,900				
Planted area by crop (ha)		Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Greenpea	Sorghum	Water melon	Olive	Total
without project (SAPROF)		0.0	0.0	0.0					0.0	0.0
with project (SAPS)		2.2	1.8	0.5					2.5	7.0
Cropping intensity		(%)		Benefit			TD			
without project		0.0		without project			0			
with project		100.0		with project			9,607			
				Incremental benefit			9,607			
EIRR (%)	-		B/C ratio		0.03	at 12%				

Site:	Erroumi	Construction period: 2000 to 2001		Projected area(ha): 43.3		SAPROF		
Governorate:	Siliana			Accomplished(ha): 12.0		SAPS		
Project cost (1,000 TD)		1,520		O & M cost (TD/year)		13,550		
Planted area by crop (ha)		Hard wheat	Soft wheat	Barley	Barley for hay	Water melon	Olive	Total
without project (SAPROF)		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0
with project (SAPS)		2.3	2.2	2.2	2.0		3.3	12.0
Cropping intensity		(%)		Benefit		TD		
without project		0.0		without project		0		
with project		100.0		with project		15,105		
				Incremental benefit		15,105		
EIRR (%)		-		B/C ratio		0.06		at 12%

Site:	Zaaroura	Construction period:	2000 to 2001	Projected area(ha):	191.2	SAPROF					
Governorate:	Siliana			Accomplished(ha):	0.0	SAPS					
Project cost (1,000 TD)	2,515	O & M cost (TD/year)	8,600								
Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Green barley	Carrot	Greenpea	Sorghum	Potato	Olive	Total
without project (SAPROF)											0.0
with project (SAPS)	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cropping intensity	(%)										
without project	0.0										
with project	100.0										

Site: Ain Shigaga
Governorate: Siliana

Construction period: 2000 to 2002

Projected area(ha):	158.3	SAPROF
Accomplished(ha):	27.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	2,300
-------------------------	-------

O & M cost (TD/year)	15,200
----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Soft wheat	Barley	Oats	Berseem	Green pea	Sorghum	Water melon	Olive	Total
without project (SAPROF)	0.0	0.0	0.0	0.0					0.0	0.0
with project (SAPS)	10.6	4.9	7.0	1.6					2.9	27.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	35,461
Incremental benefit	35,461

EIRR (%) -

B/C ratio 0.09 at 12%

Site: Joura
Governorate: Siliana

Construction period: 2000 to 2001

Projected area(ha):	28.7	SAPROF
Accomplished(ha):	49.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	649
-------------------------	-----

O & M cost (TD/year)	10,500
----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Barley for hay	Green pea	Sorghum	Tomato	Total
without project (SAPROF)	0.0	0.0	0.0		0.0				0.0
with project (SAPS)	29.4	12.3	4.9		2.4				49.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	87,525
Incremental benefit	87,525

EIRR (%) 9.30

B/C ratio 0.81 at 12%

Site: Seja
Governorate: Siliana

Construction period: 2001 to 2002

Projected area(ha):	81.7	SAPROF
Accomplished(ha):	0.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	1,491
-------------------------	-------

O & M cost (TD/year)	8,600
----------------------	-------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Green pea	Sorghum	Water melon	Olive	Total
without project (SAPROF)									0.0
with project (SAPS)	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	0
Incremental benefit	0

EIRR (%) -

B/C ratio 0.00 at 12%

Site: Ain Melah
Governorate: Siliana

Construction period: 2001 to 2002

Projected area(ha):	72.3	SAPROF
Accomplished(ha):	43.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	975
-------------------------	-----

O & M cost (TD/year)	15,150
----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Greenpea	Olive	Total
without project (SAPROF)	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0
with project (SAPS)	21.4	6.9	4.3			10.4	43.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	60,658
Incremental benefit	60,658

EIRR (%) -0.09

B/C ratio 0.36 at 12%

Site: Ain Shigaga
Governorate: Siliana

Construction period: 2000 to 2002

Projected area(ha):	158.3	SAPROF
Accomplished(ha):	27.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	2,300
-------------------------	-------

O & M cost (TD/year)	15,200
----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Soft wheat	Barley	Oats	Berseem	Green pea	Sorghum	Water melon	Olive	Total
without project (SAPROF)	0.0	0.0	0.0	0.0					0.0	0.0
with project (SAPS)	10.6	4.9	7.0	1.6					2.9	27.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	35,461
Incremental benefit	35,461

EIRR (%) -

B/C ratio 0.09 at 12%

Site: Joura
Governorate: Siliana

Construction period: 2000 to 2001

Projected area(ha):	28.7	SAPROF
Accomplished(ha):	49.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	649
-------------------------	-----

O & M cost (TD/year)	10,500
----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Barley for hay	Green pea	Sorghum	Tomato	Total
without project (SAPROF)	0.0	0.0	0.0		0.0				0.0
with project (SAPS)	29.4	12.3	4.9		2.4				49.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	87,525
Incremental benefit	87,525

EIRR (%) 9.30

B/C ratio 0.81 at 12%

Site: Seja
Governorate: Siliana

Construction period: 2001 to 2002

Projected area(ha):	81.7	SAPROF
Accomplished(ha):	0.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	1,491
-------------------------	-------

O & M cost (TD/year)	8,600
----------------------	-------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Green pea	Sorghum	Water melon	Olive	Total
without project (SAPROF)									0.0
with project (SAPS)	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	0
Incremental benefit	0

EIRR (%) -

B/C ratio 0.00 at 12%

Site: Ain Melah
Governorate: Siliana

Construction period: 2001 to 2002

Projected area(ha):	72.3	SAPROF
Accomplished(ha):	43.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	975
-------------------------	-----

O & M cost (TD/year)	15,150
----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Greenpea	Olive	Total
without project (SAPROF)	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0
with project (SAPS)	21.4	6.9	4.3			10.4	43.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	60,658
Incremental benefit	60,658

EIRR (%) -0.09

B/C ratio 0.36 at 12%

Site: Gwissat
Governorate: Zaghouan

Construction period: 2000 to 2001

Projected area(ha)	27.8	SAPROF
Accomplished(ha):	54.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	1,254	O & M cost (TD/year)	8,600
-------------------------	-------	----------------------	-------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Soft wheat	Barley	Onion	Sorghum	Total
without project (SAPROF)	0.0	0.0	0.0			0.0
with project (SAPS)	33.2	13.5	7.3			54.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	81,237
Incremental benefit	81,237

EIRR (%) 1.81

B/C ratio 0.41 at 12%

Site: Breck
Governorate: Sousse

Construction period: 2000 to 2001

Accomplished(ha):	130.5	SAPROF
Accomplished(ha):	20.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	3,176	O & M cost (TD/year)	20,150
-------------------------	-------	----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Soft wheat	Olive	Total
without project (SAPROF)	0.0	0.0	0.0	0.0
with project (SAPS)	4.9	4.9	10.2	20.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	21,364
Incremental benefit	21,364

EIRR (%) -

B/C ratio 0.04 at 12%

III. Target

1. Estimation of economic evaluation

1-1. Results

- Except the following 2 sub-projects, when O & M cost is taken into consideration, the each benefit is insufficient and it becomes impossible to calculate EIRR.
- EIRR of the following sub-projects could be estimated, but the values are considerably low.

Sub-project	EIRR(%)	B/C
JE-1 Samar	0.31	0.35
SI-10 Joura	5.41	0.66

1-2. Conditions

- Indirect benefits such as recharging water into the aquifers, protecting sedimentation in the downstream barrages and flood prevention by small dams isn't taken into account.
- This case assumes a state that is not greatly improved compared with the state of the current.
- Costs followed the SAPS report. A crop price, manure, agricultural chemicals, agricultural wages, etc. were updated as of 2014.
- The planting ratio was assumed to be 100%.
- Without project: Irrigation was not performed.
- With project: The irrigation area as of 2014 was set up as a state where the project was carried out.
- Target unit yields presuppose that it is the same as the time of the original plan.
- A unit yield will take the 1st year for 60% , the second year for 80% the third year for 100% of a target unit yield respectively.

1-3. Estimated crop production

80% of the status "PRESENT" was assumed.

Summary of Project Evaluation (target:620.5ha)

Site: Labiadh
Governorate: Beja

Construction period: 2000 to 2002

Projected area(ha):	94.4	Original
Accomplished(ha):	0.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	2,044	O & M cost (TD/year)	8,600
-------------------------	-------	----------------------	-------

Planted area by crop (ha)	Soft wheat	Barley	Oats	Tomato(S)	Total
without project (Original)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
with project (SAPS)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Value of Net Return	TD
without project	0
with project	0
Incremental benefit	0

EIRR (%) -

B/C ratio 0.00 at 12%

Site: Slougia
Governorate: Beja

Construction period: 2000 to 2005

Projected area(ha):	223.3	Original
Accomplished(ha):	2.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	3,602	O & M cost (TD/year)	11,900
-------------------------	-------	----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Soft wheat	Barley	Oats	Broadbean	Total
without project (Original)	0.0				0.0
with project (SAPS)	2.0	0.0	0.0	0.0	2.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	2,346
Incremental benefit	2,346

EIRR (%) -

B/C ratio 0.00 at 12%

Site: Kashbar
Governorate: Beja

Construction period: 2001 to 2005

Projected area(ha):	357.4	Original
Accomplished(ha):	47.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	4,661	O & M cost (TD/year)	11,900
-------------------------	-------	----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Soft wheat	Barley	Oats	Broadbean	Carrot	Sorghum	Potato	Total
without project (Original)	0.0	0.0	0.0					0.0
with project (SAPS)	26.7	9.9	10.4					47.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	58,131
Incremental benefit	58,131

EIRR (%) -

B/C ratio 0.07 at 12%

Site: Sidi Yahia
Governorate: Beja

Construction period: 2000 to 2004

Projected area(ha):	94.6	Original
Accomplished(ha):	0.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	4,502	O & M cost (TD/year)	8,600
-------------------------	-------	----------------------	-------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Soft wheat	Onion	Tomato	Sorghum	Total
without project (Original)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
with project (SAPS)			0.0		0.0	0.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	0
Incremental benefit	0

EIRR (%) -

B/C ratio 0.00 at 12%

Site: Sammar
Governorate: Jendouba

Construction period: 2001 to 2002

Projected area(ha):	76.9	Original
Accomplished(ha):	75.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	1,716
-------------------------	-------

O & M cost (TD/year)	11,900
----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Soft wheat	Barley	Oats	Broadbean	Chick pea	Carrot	Onion	Tomato	Potato	Total
without project (Original)	0.0	0.0		0.0	0.0					0.0
with project (SAPS)	49.9	7.1		10.8	7.2					75.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	94,034
Incremental benefit	94,034

EIRR (%) 0.31

B/C ratio 0.35 at 12%

Site: Bou Yagoum
Governorate: El Kef

Construction period: 2000 to 2001

Projected area(ha):	134.0	Original
Accomplished(ha):	18.5	SAPS

Project cost (1,000 TD)	3,078
-------------------------	-------

O & M cost (TD/year)	26,000
----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Soft wheat	Barley	Oats	Green barley	Tomato	Potato	Total
without project (Original)	0.0	0.0	0.0					0.0
with project (SAPS)	5.1	1.9	11.5					18.5

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	23,597
Incremental benefit	23,597

EIRR (%) -

B/C ratio 0.05 at 12%

Site: Rouijel
Governorate: El Kef

Construction period: 2000 to 2001

Projected area(ha):	113.6	Original
Accomplished(ha):	0.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	1,668
-------------------------	-------

O & M cost (TD/year)	19,400
----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Broadbean	Carrot	Sorghum	Tomato	Olive	Total
without project (Original)	0.0			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
with project (SAPS)	0.0			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	0
Incremental benefit	0

EIRR (%) -

B/C ratio 0.00 at 12%

Site: Mechaiker
Governorate: Siliana

Construction period: 2001

Projected area(ha):	90.8	Original
Accomplished(ha):	42.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	2,385
-------------------------	-------

O & M cost (TD/year)	14,430
----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Barley for hay	Carrot	green pea	Sorghum	Water melon	Olive	Total
without project (Original)	0.0	0.0	0.0		0.0					0.0	0.0
with project (SAPS)	13.2	3.1	3.1		2.2					20.4	42.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	51,805
Incremental benefit	51,805

EIRR (%) -

B/C ratio 0.16 at 12%

Site: Nchem
Governorate: Siliana

Construction period: 2001 to 2002

Projected area(ha):	80.5	Original
Accomplished(ha):	30.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	2,275	O & M cost (TD/year)	17,650
-------------------------	-------	----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Green pea	Sorghum	Water melon	Olive	Total
without project (Original)	0.0	0.0						0.0	0.0
with project (SAPS)	7.0	2.8						20.2	30.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	29,455
Incremental benefit	29,455

EIRR (%) -

B/C ratio 0.08 at 12%

Site: Meskaya
Governorate: Siliana

Construction period: 2000 to 2002

Projected area(ha):	83.8	Original
Accomplished(ha):	7.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	1,998	O & M cost (TD/year)	9,900
-------------------------	-------	----------------------	-------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Greenpea	Sorghum	Water melon	Olive	Total
without project (Original)	0.0	0.0	0.0					0.0	0.0
with project (SAPS)	2.2	1.8	0.5					2.5	7.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	7,686
Incremental benefit	7,686

EIRR (%) -

B/C ratio 0.02 at 12%

Site: Erroumi
Governorate: Siliana

Construction period: 2000 to 2001

Projected area(ha):	43.3	Original
Accomplished(ha):	12.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	1,520	O & M cost (TD/year)	13,550
-------------------------	-------	----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Soft wheat	Barley	Barley for hay	Water melon	Olive	Total
without project (Original)	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0
with project (SAPS)	2.3	2.2	2.2	2.0		3.3	12.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	12,084
Incremental benefit	12,084

EIRR (%) -

B/C ratio 0.05 at 12%

Site: Zaaroura
Governorate: Siliana

Construction period: 2000 to 2001

Projected area(ha):	191.2	Original
Accomplished(ha):	0.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	2,515	O & M cost (TD/year)	8,600
-------------------------	-------	----------------------	-------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Green barley	Carrot	Greenpea	Sorghum	Potato	Olive	Total
without project (Original)											0.0
with project (SAPS)	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	0
Incremental benefit	0

EIRR (%) -

B/C ratio 0.00 at 12%

Site:	Ain Shigaga	Construction period:	2000 to 2002	Projected area(ha):	158.3	Original				
Governorate:	Siliana			Accomplished(ha):	27.0	SAPS				
Project cost (1,000 TD)	2,300	O & M cost (TD/year)	15,200							
Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Soft wheat	Barley	Oats	Berseem	Green pea	Sorghum	Water melon	Olive	Total
without project (Original)	0.0	0.0	0.0	0.0					0.0	0.0
with project (SAPS)	10.6	4.9	7.0	1.6					2.9	27.0
Cropping intensity	(%)									
without project	0.0									
with project	100.0									

Site:	Joura	Construction period: 2000 to 2001		Projected area(ha): 28.7		Original				
Governorate:	Siliana			Accomplished(ha): 49.0		SAPS				
Project cost (1,000 TD)		649		O & M cost (TD/year)		10,500				
Planted area by crop (ha)		Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Barley for hay	Green pea	Sorghum	Tomato	Total
without project (Original)		0.0	0.0	0.0		0.0				0.0
with project (SAPS)		29.4	12.3	4.9		2.4				49.0
Cropping intensity		(%)		Benefit		TD				
without project		0.0		without project		0				
with project		100.0		with project		70,020				
				Incremental benefit		70,020				
EIRR (%)		5.41		B/C ratio		0.66		at 12%		

Site:	Seja	Construction period: 2001 to 2002				Projected area(ha): 81.7		Original		
Governorate:	Siliana					Accomplished(ha): 0.0		SAPS		
Project cost (1,000 TD)		1,491		O & M cost (TD/year)		8,600				
Planted area by crop (ha)		Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Green pea	Sorghum	Water melon	Olive	Total
without project (Original)										0.0
with project (SAPS)		0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cropping intensity		(%)		Benefit				TD		
without project		0.0		without project				0		
with project		100.0		with project				0		
				Incremental benefit				0		
EIRR (%)		-		B/C ratio		0.00		at 12%		

Site:	Ain Melah	Construction period: 2001 to 2002		Projected area(ha): 72.3		Original		
Governorate:	Siliana			Accomplished(ha): 43.0		SAPS		
Project cost (1,000 TD)		975		O & M cost (TD/year)		15,150		
Planted area by crop (ha)		Hard wheat	Barley	Oats	Berseem	Greenpea	Olive	Total
without project (Original)		0.0	0.0	0.0			0.0	0.0
with project (SAPS)		21.4	6.9	4.3			10.4	43.0
Cropping intensity		(%)		Benefit		TD		
without project		0.0		without project		0		
with project		100.0		with project		48,526		
				Incremental benefit		48,526		
EIRR (%)		-2.35		B/C ratio		0.31		at 12%

Site: Tabouda
Governorate: Babeul

Construction period: 2000 to 2001

Projected area(ha):	80.2	Original
Accomplished(ha):	1.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	1,332
-------------------------	-------

O & M cost (TD/year)	10,250
----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Barley	Oats	Carrot	Green pea	Tomato (GH)	Tomato	Potato	Total
without project (Original)	0.0								0.0
with project (SAPS)	1.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	1,112
Incremental benefit	1,112

EIRR (%) -

B/C ratio 0.01 at 12%

Site: Fgigh
Governorate: Zaghouan

Construction period: 2000 to 2001

Projected area(ha):	39.1	Original
Accomplished(ha):	0.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	1,091
-------------------------	-------

O & M cost (TD/year)	8,600
----------------------	-------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Soft wheat	Onion	Sorghum	Total
without project (Original)					0.0
with project (SAPS)			0.0	0.0	0.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	0
Incremental benefit	0

EIRR (%) -

B/C ratio 0.00 at 12%

Site: Zangou
Governorate: Zaghouan

Construction period: 2000 to 2003

Projected area(ha):	67.5	Original
Accomplished(ha):	110.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	2,502
-------------------------	-------

O & M cost (TD/year)	16,850
----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Soft wheat	Onion	Sorghum	Total
without project (Original)	0.0	0.0			0.0
with project (SAPS)	69.7	40.3			110.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	148.2

Benefit	TD
without project	0
with project	123,998
Incremental benefit	123,998

EIRR (%) -1.40

B/C ratio 0.30 at 12%

Site: Enfidha
Governorate: Zaghouan

Construction period: 2000 to 2001

Projected area(ha):	28.5	Original
Accomplished(ha):	83.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	1,577
-------------------------	-------

O & M cost (TD/year)	27,450
----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Soft wheat	Oats	Onion	Sorghum	Total
without project (Original)	0.0	0.0	0.0			0.0
with project (SAPS)	26.2	23.2	33.6			83.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	93,933
Incremental benefit	93,933

EIRR (%) -0.76

B/C ratio 0.38 at 12%

Site: Gwissat
Governorate: Zaghouan

Construction period: 2000 to 2001

Projected area(ha)	27.8	Original
Accomplished(ha):	54.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	1,254	O & M cost (TD/year)	8,600
-------------------------	-------	----------------------	-------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Soft wheat	Barley	Onion	Sorghum	Total
without project (Original)	0.0	0.0	0.0			0.0
with project (SAPS)	33.2	13.5	7.3			54.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	64,990
Incremental benefit	64,990

EIRR (%) -0.20

B/C ratio 0.38 at 12%

Site: Breck
Governorate: Sousse

Construction period: 2000 to 2001

Accomplished(ha):	130.5	Original
Accomplished(ha):	20.0	SAPS

Project cost (1,000 TD)	3,176	O & M cost (TD/year)	20,150
-------------------------	-------	----------------------	--------

Planted area by crop (ha)	Hard wheat	Soft wheat	Olive	Total
without project (Original)	0.0	0.0	0.0	0.0
with project (SAPS)	4.9	4.9	10.2	20.0

Cropping intensity	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	17,091
Incremental benefit	17,091

EIRR (%) -

B/C ratio 0.04 at 12%