

チュニジア国
経済財務省開発・国際協力担当
農業省

チュニジア国
「水資源管理事業」
援助効果促進調査（SAPS）

ファイナル・レポート

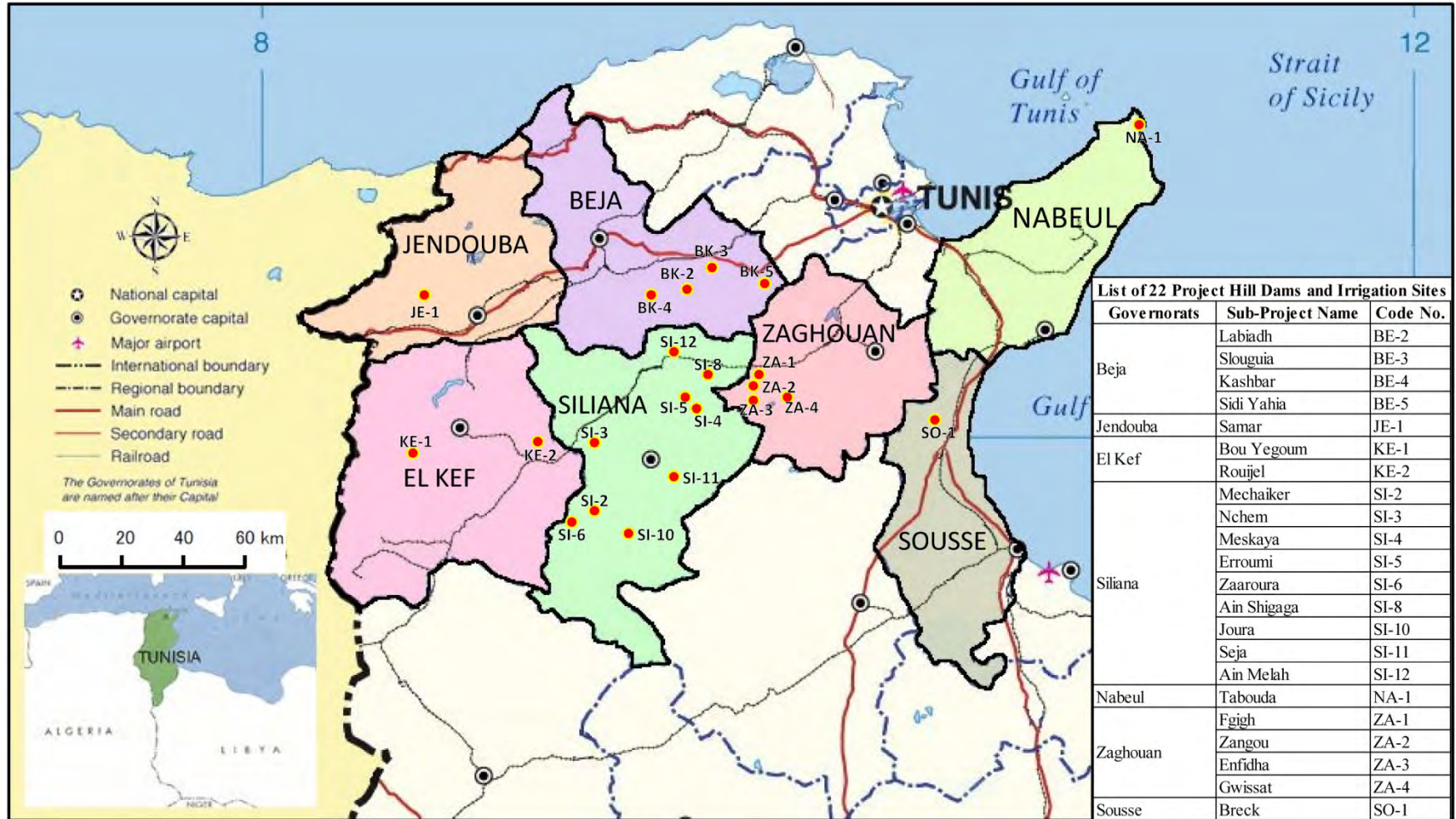
平成 26 年 6 月
（ 2014 年 ）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 三祐コンサルタンツ

中欧
JR
14-020

プロジェクト位置図



List of 22 Project Hill Dams and Irrigation Sites			
Governorats	Sub-Project Name	Code No.	
Beja	Labiadh	BE-2	
	Slouguia	BE-3	
	Kashbar	BE-4	
	Sidi Yahia	BE-5	
Jendouba	Samar	JE-1	
El Kef	Bou Yegoum	KE-1	
	Rouijel	KE-2	
Siliana	Mechaiker	SI-2	
	Nchem	SI-3	
	Meskaya	SI-4	
	Erroumi	SI-5	
	Zaaroura	SI-6	
	Ain Shigaga	SI-8	
	Joura	SI-10	
	Seja	SI-11	
	Ain Melah	SI-12	
	Nabeul	Tabouda	NA-1
	Zaghuan	Fgigh	ZA-1
		Zangou	ZA-2
Enfidha		ZA-3	
Gwissat		ZA-4	
Sousse	Breck	SO-1	

チュニジア国「水資源管理事業」
援助効果促進調査（SAPS）

プロジェクト位置図
目次
略語表
図リスト
表リスト
添付資料目次
調査結果総括表
要約
本文

目 次

第1章	調査概要	1
	1.1 調査の背景	1
	1.2 調査の目的	1
	1.3 調査対象地域	2
	1.4 調査項目	2
第2章	当初計画と現状の比較	3
	2.1 当初事業計画の概要	3
	2.2 各地区の現状と当初事業スコープとの差異	5
	2.3 コンサルティング・サービスの計画と実績	11
第3章	計画と実施との差異の背景・分析	14
	3.1 気象条件の検討	14
	3.2 貯水池の水質実態	25
	3.3 小規模ダムの有効貯水量の計画と実際	29
	3.4 灌漑整備の計画と実施	33
	3.5 小規模ダムの計画と実施	37
	3.6 政策面の要因	51
	3.7 農民の灌漑農業に対する姿勢	55
第4章	事業スコープの再定義及び事業完了の定義付	56
	4.1 事業範囲および事業完了の定義	56
	4.2 結論	61
第5章	事業の評価	62
	5.1 事業の評価のための整理	62
第6章	提言	71
	6.1 調査結果	71
	6.2 プロジェクトの教訓	71
	6.3 維持管理の提言	73
	6.4 今後の案件形成のための教訓	76

略 語 表

CRDA	Regional Commissary for Agricultural Development Commissariat Régional au Développement Agricole	地方農業開発事務所
CES	Water and Soil Conservation Conservation des Eaux et du Sol	水土保持
CTV	Local Unit for Agricultural Popularization Cellule Territoriale de Vulgarisation	地区農業普及事務所
D/D	Detailed Design	詳細設計
DG/BGTH	General Directorate of Dams and Large Hydraulic Works	農業省ダム・大規模水利土木総局
DG/GREE	General Directorate of the General Direction of Rural Engineering and Water Management Direction Générale de Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux	農業省農業土木・水運用総局
EC	Electrical Conductivity	電気伝導度
F/S	Feasibility Study	開発可能性調査
GDBC	General Directorate of Bilateral Cooperation	開発・国際協力省二国間協力総局
GDA	Development Grouping for Agriculture and Fishery Sector Groupement de Développement Agricole	農業開発組合
GOT	Government of Tunisia	チュニジア国政府
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
L/A	Loan Agreement	借款契約
MDCI	Ministry of Development and International Cooperation	開発・国際協力省
M/D	Minutes of Discussion	討議議事録
MOA	Ministry of Agriculture	農業省
O/M	Operation and Maintenance	運営・維持管理
SAPS	Special Assistance for Project Sustainability	援助効果促進調査
SAPROF	Special Assistance for Project Formation	案件形成促進調査
TD	Tunisian Dinar	チュニジア・ディナール
TDS	Total Dissolved Solid	総溶解固形分

<図リスト>

図2.1	計画事業工程	4
図2.2	全体事業工程実施計画と実績	7
図3.1	50年間の平均年雨量の分布	16
図3.2	チュニジア国の地域別降水量の変動	17
図3.3	Haouariaの年間降水分布	21
図3.4	Haouariaの長期降水分布	21
図3.5	CTV Fahsの年間降水分布	22
図3.6	CTV Fahsの長期降水分布	23
図3.7	Beja県ダム貯水の塩分濃度の経年変化	28
図3.8	小規模ダムの取水設備の説明図	30
図3.9	満水位から2m程度まで堆砂で埋まったSI-11 Seja (Jan. 27, 2014)	31
図3.10	完全に堆砂で埋まったSI-6 Zaaroura Dam貯水池 (Jan. 23, 2014)	31
図3.11	スプリンクラー散水状況 ZA-2 Zangou (Jan. 21, 2014)	35
図3.12	貯水池からの取水ポンプ SI-2 Mechaiker (Jan. 23, 2014)	35
図3.13	一般的な小規模ダムの構成	36
図3.14	小規模ダムが堆砂量の影響を減らす下流中・大規模ダム	43
図3.15	SI-11 Seja (Siliana) の貯水池の埋没状況(左)と堆砂表層の粘土(右)	45
図3.16	貯水池の洪水防御機能の説明図	46
図3.17	BE-3 Slouguiaダムと下流市街との関係	49
図3.18	NA-1 Tboundaダムと下流市街との関係	49
図3.19	SO-1 Breckダムと下流市街との関係	50
図3.20	ZA-4 Gwissatダムと下流市街との関係	50
図5.1	CRDAの組織図の例	70
図6.1	SO-1 Breckの堤体下流法面が雨水浸食されている様子	73
図6.2	流入部～急流部(Siliana 県のSI-4 Meskayaダム)	74

<表リスト>

表2.1	事業費内訳(チュニジア・ディナール)	4
表2.2	事業費内訳(円建て)	4
表2.3	事業費の当初計画と実績	8
表2.4	各地区の当初計画と実績	9
表3.1	降水資料の収集状況	17
表3.2	Haouariaの月降水量	20
表3.3	CTV Fahsの月降水量	22
表3.4	収集された気象資料の概要	24
表3.5	水質試験結果	25
表3.6	塩分濃度EC(ds/m)と収量割合	27
表3.7	現況堆砂量とダム寿命の検討	32
表3.8	各地区の問題点	34
表3.9	小規模ダムの当初役割	39

表3.10	小規模ダムの下流への堆砂の影響低減効果	42
表4.1	各ダムの利用目的	60
表5.1	事業の達成率	66
表5.2	計画時のダム貯水容量と2014年での推定貯水容量	67

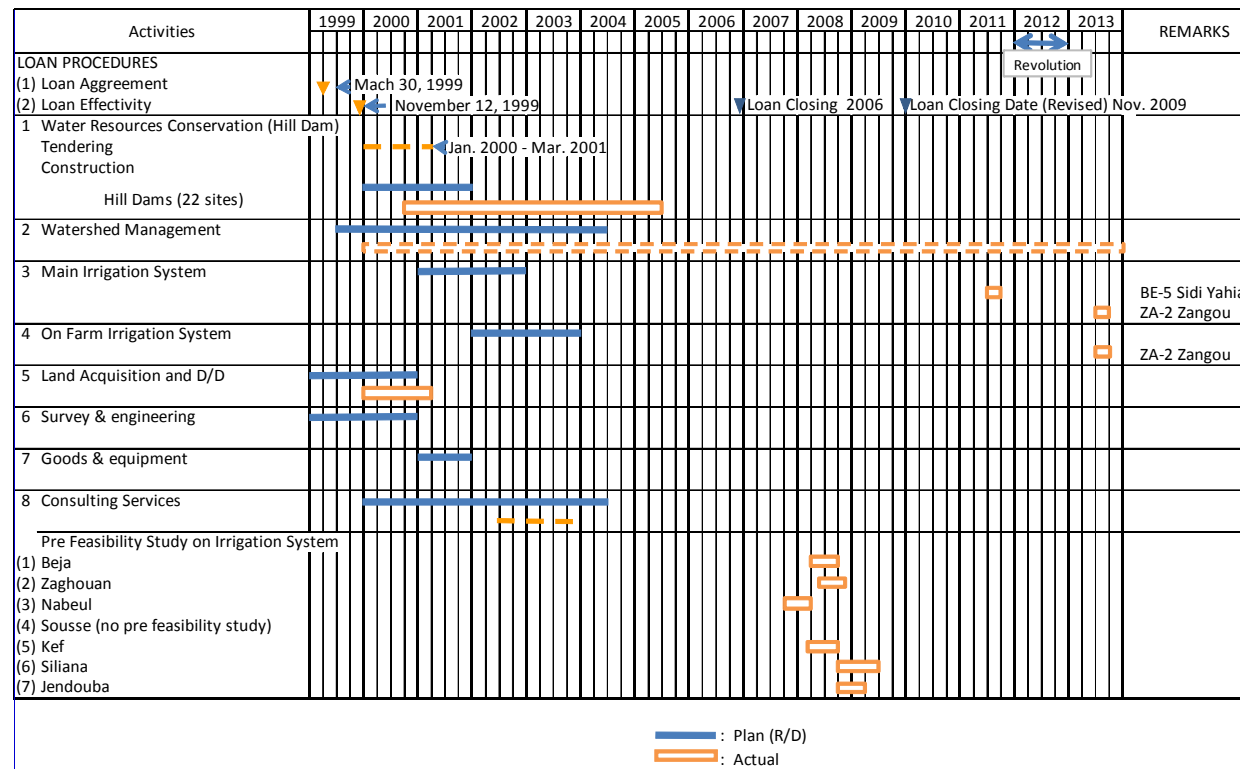
(添付資料内容)

- A. サイト調査結果
- B. 事業完了報告書 (案)

調査結果総括表

1. 事業スケジュールと事業費

作業スケジュール (計画と実績)



事業費の比較

事業費総括 単位 (百万円)

区分	円借款分	GOT分	全体事業費
計画	7,184	2,425	9,609
実際 (貸付実行総額)	3,617	1,941	4,482
差額	3,567	483	5,126
実際/計画 (%)	50.3	80.0	46.6

注; 換算率は 1TD=116 円、GOT 分には、貸付実行期限以降に実施された BE-5 Sidi Yahia の基幹灌漑施設整備工事、ZA-2 Zangou での基幹灌漑施設整備工事および圃場灌漑施設工事も含む。

2. 事業内容の比較とダムの利用目的

当初事業内容と実績

当初事業内容	実績
1) 小規模ダム建設 7 県 22 地区の小規模ダムの建設。	(実績) 7 県 22 地区の小規模ダム建設完了。
2) 流域管理 土壌流出防止のための防風林等の設置 対象面積 3,080 ha	(実績) 土壌流出防止のための防風林等の設置 対象面積 6,154 ha
3) 灌漑施設の建設 22 地区の基幹灌漑施設 (揚水機場、調整水槽、パイプライン等) の建設。 末端圃場灌漑施設 (スプリンクラー設備) 2,270 ha の設置。総灌漑面積 2,300ha。	(実績) 2 地区の基幹灌漑施設建設。5 地区での可搬式ポンプ調達。 末端圃場灌漑施設 80ha の設置。総灌漑面積 620ha。
4) 用地買収 建設されるダムの貯水池、ダム、付帯施設の土地に対する補償費等。	(実績) 建設されるダムの貯水池、ダム、付帯施設の土地に対する補償費等。
5) 測量試験 灌漑施設の測量、詳細設計、入札書類の作成等	(実績) 灌漑施設の測量、詳細設計、入札書類の作成等
6) 運営・維持管理作業強化のための機材調達 湿地ブルドーザー 2 台、バックホウ 2 台、ダンプトラック 4 台、トレーラートラック 1 台、ピックアップトラック 4 台	(実績) なし (今後の対応) 必要に応じて、今後農業省、CRDA に対応。
7) コンサルティング・サービス 事業全体の管理、土木工事施工管理、組織強化 (普及サービス、農民組織)	(実績) 6 県を対象とした灌漑施設建設に関する Feasibility Study

各ダムの利用目的

ダム名称	各ダムの利用目的			
	①灌漑	②周辺滞水層への地下水涵養	③下流集落、市街地への洪水防御	④下流基幹水利施設および河道への堆砂の防止
NA-1 Tabouda	有効貯水量に応じた灌漑を行う。		Haouania市の洪水防御	下流河道への堆積
BE-2 Labiadh	〃			Barrage d'EL Arrousia への流入土砂の低減
BE-3 Slougua	〃		Slogna市の洪水防御	〃
BE-4 Kashbar	〃			〃
BE-5 Sidi Yahia	〃			〃
JE-1 Sammar	〃			Sidi Salmaダムへの流入土砂の低減
KE-1 Bou Yagoum	〃			Mellegueダムへの流入土砂の低減
KE-2 Roujfel	〃			Sidi Salmaダムへの流入土砂の低減
SI-2 Mechaiker	〃			下流河道への堆積
SI-3 N'chem	〃			Sidi Salmaダムへの流入土砂の低減
SI-4 Meskaya	〃			Rmilダムへの流入土砂の低減
SI-5 Erroumi	〃			〃
SI-6 Zaaroura	既に堆砂により埋没して灌漑の機能は無い			Silianaダムへの流入土砂の低減
SI-8 Shigaga	有効貯水量に応じた灌漑を行う。			下流河道への堆積
SI-10 Jourra	〃			〃
SI-11 Seia	但し、堆砂が進んでいる			Silianaダムへの流入土砂の低減
SI-12 Ain Melah	〃			下流河道への堆積
ZA-1 Fejj	但し、堆砂が進んでいる			Bir Mchergaダムへの流入土砂の低減
ZA-2 Zangou	〃			下流河道への堆積
ZA-3 Enfidha	〃			〃
ZA-4 Guissat	〃		El-Fani市の洪水防御	〃
SO-1 Breck	〃	ダムから下流への放流により、下流域の地下水利用を保護	Takrouna, Enfidha市の洪水防御	〃

3. 各ダムの実態	貯水池水質の現状		貯水池堆砂状況	
	塩分濃度が高く、農業に適さない。	BE-2 Labiadh, BE-3 Slouguia, BE-4 Kashbar, BE-5 Sidi Yahia, KE-2 Rouijel,	現時点の堆砂状況	ダム名
	比較的塩分に強い作物の生育は可能	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	堆砂量が大幅に設計堆砂量を超えている。	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 Guissat
	塩分濃度が低く、作物の生産に問題ない。	NA-1 Tabouda, ZA-4 Guissat, SI-2 Mechaiker,	現況堆砂量が設計堆砂量程度に達している。	SI-3 Nchem, SO-1 Breck,
			ほぼ設計堆砂量通りである。	NA-1 Tabouda, BE-2 Labiadh, SI-12 Ain Mela, ZA-2 Zangou,
			堆砂速度が遅く、設計堆砂量まで十分な期間がある	KE-1 Bou Yagoum, KE-2 Rouijel, ZA-3 Enfidha,
4. 調査結果	<p>チュニジア政府は、（2013年の灌漑施設建設完了をもって）本事業は完了したと考えており、調査団もこれを妥当と判断する。</p> <p>事業の完了をもって、今後農業省はPCRをJICAに提出し、JICAが事後評価を実施、教訓を導き出すことになる。</p>			

要 約

1. 調査概要

1.1 調査の背景

チュニジア国政府は第9次経済・社会開発五カ年計画（1997～2001年）において積極的な水資源開発を実施しており、同国開発で重要な位置を占める農業部門の安定及び収量の増加、また、経済活動の活性化並びに主要産業のひとつである観光振興に伴う上水需要の増加に対応しようとしている。

このような状況の下、比較的雨量の多いチュニジア北・中部の7県22箇所を対象に、小規模ダムおよび灌漑施設を建設するため、円借款事業「水資源管理事業」（1999年3月、L/A調印）が実施された。しかしながら、1999年～2003年の4年に亘る旱魃の影響により、小規模ダム建設後に予定されていた灌漑施設工事が未着手となる地域が発生した。かかる状況を踏まえ、事業継続のために2006年11月に貸付実行期限を3年間延長するとともに、各県の農業省地方開発事務所（CRDA）がF/S調査を実施し、小規模ダム建設後に未着手となっていた灌漑施設の整備計画の見直しを行った。

その後、貸付実行期限の延長を経て、2009年11月に貸付実行期限が終了しているが、貸付実行期限内に実施されなかった灌漑整備については、チュニジア政府の自己資金により継続する事となった。

1.2 調査の目的

本業務では以下の3点を実施する事を目的とする。すなわち、上記円借款事業の当初の計画及び現況の確認、現状を踏まえた上での上記円借款事業貸付完了後の先方政府負担の事業スコープの再定義の検討、実施機関（農業省）による事業完了報告書の提出に向けた支援である。

1.3 調査対象地域

調査対象地域は位置図に示された以下の7県の22地区である。

Siliana 県 : Mechaiker、Nchem、Meskaya、Erroumi、Zaaroura、Ain Shigaga、Jourra、Seja、
Ain Melah、

Kef 県 : Bou Yagoum、Rouijjel

Beja 県 : Labiadh、Slouguia、Kashbar、Sidi Yahia

Jendouba 県 : Sammar

Nabeul 県 : Tabouda

Zaghuan 県 : Fgigh、Zangou、Enfidha、Gwissat

Sousse 県 : Breck

1.4 調査項目

本調査は、2013年4月12日にチュニジア国と合意した実施細則（S/W）及び協議議事録（M/M）に基づいて実施する。調査の主要範囲は以下のとおりである。対象となる22の地区を全て調査し、現時点での事業進捗状況を把握する。また、現時点での耐用年数や事業の遅れの要因を把握するための各種調査を行う。調査項目は以下の通りである。

現地調査における調査項目

- ・ ダム流域水文調査（水文資料収集）
- ・ 灌漑整備地区の気象資料（気象資料収集）
- ・ 電気伝導度測定（貯水池水質、取水水質）
- ・ 灌漑施設調査（灌漑施設の計画、現況、諸元、堆砂状況、不良箇所等）
- ・ 運営維持管理（組織、運営維持管理状況等）
- ・ 営農状況（作物別作付け面積、収量、畜産、農業機械等）
- ・ 農業普及（農業普及についての状況）
- ・ 販売（農産物の対象市場、流通・加工、価格動向）

2. 当初計画と現状の比較

2.1 当初事業計画の概要

土木工事、調達機器等の内容

小規模ダム建設：ダム建設（22ヶ所）、洪水吐、パイプライン、アクセス道路
灌漑施設：揚水ポンプ場、パイプライン、貯水施設

コンサルティング・サービスの TOR

- (ア) 全体マネジメント（全体計画、評価等）
- (イ) ダム建設管理（DD レビュー、設計管理等）
- (ウ) 灌漑施設管理（DD レビュー、設計管理等）
- (エ) 組織支援業務（組織開発、営農指導、O&M 指導等）

2.2 各地区の現状と当初事業スコープとの差異

(1) 事業費の計画と実績

灌漑計画の見直し等により、灌漑整備が進まなかったこと、プロジェクト管理コンサルタントが雇用されなかったこと等により、大幅な減額となった。

当初総事業予算は 9,609 百万円であったが、実績（円借款及びチュニジア政府予算）は約 4,482 百万円（うち円借款貸付実行総額 3,617 百万円）であった。

1) 小規模ダム

22ヶ所のダムは2000年から2001年の間に建設される計画であったが、2001年に11ヶ所、2002年に7ヶ所、2003年に1ヶ所、2004年に1ヶ所、2005年に2ヶ所完成し、2005年までにすべて完了している。しかしながら、SI-6 Zaaroura はすでに堆砂によって完全に埋まっており、また、SI-11 Seja及びZA-1 Fgighにおいてもほぼ埋まった状態であり、予想より堆砂速度が速く、灌漑計画に影響が出ている。

2) 基幹灌漑施設

基幹灌漑施設としてポンプ場、調整水槽、送水パイプが計画されていたのは17地区であり、そのうち建設されたのはBE-5 Sidi Yahia とZA-2 Zangou のみである。

総灌漑面積は、計画では2,300haであるが、現在620haが灌漑されている。

3) 末端灌漑施設

末端圃場灌漑施設として2,270ha分のスプリンクラー設備が計画されていたが、実際にプロジェクトによって設置されたのはZA-2 Zangou の18.5haとZA-4 Gwissatの20ha分のみである。現在灌漑を行っている農家は個人でスプリンクラーやドリップ灌漑等の設備を整備して灌漑を行っている。

4) 土壌保全事業

土壌保全事業は、植樹、テラス化、沈砂池掘削、蛇かご護岸、等高線状盛土等1地区平均140haとして計3,080haについて実施される予定であったが、6,165haについて実施された。

5) 機材調達

機材調達はダム及び灌漑施設維持管理用に Siliana CRDA を対象として調達される予定であったが、プロジェクト・コンサルタントの雇用が遅れ、灌漑整備計画の見直しのためにCRDAのPIUも設立されなかったため、調達業務が進められなかった。

2.3 コンサルティングサービスの計画と実績

当初計画コンサルティング・サービスの内容は以下の通りである。

- プロジェクト全体のマネージメント
- 小規模ダム建設施工管理
- 灌漑施設建設施工管理
- 組織開発

当初、コンサルティング・サービスは2国間タイドで、日本企業3社に対して招聘状が送付されたが、プロポーザルの提出がなかった。そのため、ローカルコンサルタントを含めた入札とし、SCET/STUDIグループが評価1位となり、2001年12月に契約交渉が終わり、2002年1月にJICAは同意した。しかしながら、コンサルティング・サービスの準備を進める間にも小規模ダムの工事は進められ、完成するダムも多くなり、そのため、コンサルティング・

サービスの契約内容の TOR と実際とが合わなくなり、変更の必要が生じた。TOR の変更については 2002 年に変更 TOR についての交渉がなされ、さらに 2003 年に TOR 変更交渉がなされた。

チュニジアは、1999 年から 2003 年にかけて 4 年連続の干ばつに見舞われ、建設されたほとんどのダムでも十分な水が確保されなかった。現在の気候変動を考えると、安定した水量の確保が困難になることが懸念され、加えて、予想以上の堆砂量が観測されているダムもあり、ポンプ場とパイプラインという固定した灌漑施設による灌漑方式についての見直しが必要になった。そのため、2006 年 1 月にチュニジア政府は JICA に対して 2002 年 2 月に合意されたコンサルティング・サービス契約の解消及び、各県ごとに新たな灌漑施設建設に係る F/S 調査を行うコンサルタント選定の同意を JICA に申請し、JICA はこれに同意した。

これらの調査は 2009 年 4 月までに行われた。

3 計画と実施との差異の背景・分析

3.1 気象条件の検討

(1) 長期降水の傾向の検討

長期降水の傾向を把握する目的で、資料収集を実施したが、下記の 2 ヶ所についてのデータが得られた。一つは、対象地区内では最西端に位置し海岸沿いの Haouaria であり、もう一つは、対象地区のほぼ中央にある Zanghouan 県の Fahs 農業普及所での観測値である。

Houaria, Fahs とも夏期に降水量が非常に少なく、冬期に多い。また、年による降水量の変動量が大きいことが特徴である。

(2) プロジェクトの進捗に影響を与えた期間の降水量

Haouaria では、1996 年の 9 月～2002 年 9 月に掛けて、40 年間の平均年降水量 425mm を下回っている。これだけの期間、連続して降水量が少ない現象が発生したことは 40 年間の記録上では無い。特に、2001 年の年降水量は僅か 55mm と平均雨量 425mm の 1/8 しかなく厳しい渇水が続いていたと言える。同様に、Fahs においても 1999 年から 2001 年には平均年降水量を下回っていて、連続して降水量が少なかったことは、得られた観測範囲では他には見られない。

以上のことから、灌漑施設の計画を実施しようとした際に、渇水が連続し農民が投資をしてまで、事業に参加するのに躊躇した背景が想定される。

3.2 貯水池の水質実態

今回の調査結果から、各地区を以下のように分類する。

塩分濃度が高く、農業に適さない。	BE-2 Labiadh, BE-3 Slouguia, BE-4 Kashbar, BE-5 Sidi Yahia, KE-2 Rouijel,
比較的塩分に強い作物	JE-1 Sammar, KE-1 Bou Yagoum, SI-3 Nchem, SI-4 Meskaya,

の生育は可能	SI-5 Erroumi, SI-8 Ain Shigaga, SI-10 Jourra, SI-12 Ain Melah, SO-1 Breck, ZA-1 Fgigh, ZA-2 Zangou, ZA-3 Enfidha
塩分濃度が低く、作物の生産に問題ない。	NA-1 Tabouda, ZA-4 Gwissat, SI-2 Mechaiker,

SI-6 Zaaroura 及び SI-11 Seja は観測時に貯水がなかった。

3.3 小規模ダムの有効貯水量の計画と実際

ダムの貯水容量のうち、設計堆砂量を除いた分が有効貯水量であり、この分が灌漑に利用可能として、灌漑計画のもととなる。従って、堆砂量が設計堆砂量を超えた場合には、有効貯水量が減り灌漑利用可能水量が減ることになり、灌漑計画に影響を与え、灌漑可能面積が減少することになる。

今回調査において推定した現況堆砂量から、堆砂速度を検討し、現況の貯水容量との観点から各ダムを分類すると、次表のようになった。

灌漑利用方法	ダム名
今後約 10 年間は計画通りの灌漑が可能	BE-2 Labiadh, KE-1 Bou Yagoum, KE-2 Rouijel, ZA-3 Enfidha
ある程度の貯水容量があり、計画を縮小して灌漑可能	NA-1 Tabouda, BE-5 Sidi Yahia, JE-1 Sammar, 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
貯水容量が少なく、堆砂速度が速く限定的な灌漑に利用。	BE-3 Slouguia, BE-4 Kashbar, SI-4 Meskaya, SI-10 Jourra, SI-11 Seja, ZA-1 Fgigh
貯水池が完全に埋まっており、灌漑利用不可能	SI-6 Zaaroura

3.4 灌漑地区の灌漑整備状況と課題

計画では前 22 地区の灌漑整備が行われる予定であったが、灌漑施設が整備されたのは 2 地区（BE-5 Sidi Yahia, ZA-2 Zangou）のみである。このほかに民間によりダム放流工から重力式パイプラインが設置された地区が 2 地区（JE-1 Sammar, ZA-3 Enfidha）あり、上流部で個人農家所有の可搬式ポンプによる灌漑も多くの地区で行われており、ダムから下流への放流水をポンプアップして灌漑している農家も SO-1 Breck では多く見られる。現在まったく灌漑に利用されていない地区は 6 地区ある。多くの地区で堆砂、水質、水不足等の問題のために、計画通りの灌漑ができない状態である。

長期的に十分な貯水量が安定して確保でき、水質の悪化傾向が小さい場合には揚水機場建設によるパイプライン設備は可能であるが、そうでなければ貯水池から直接取水でき、容易に灌漑面積を変えることができる可搬式ポンプを利用した灌漑方式が合理的で経済的でもある。

当初の灌漑整備計画は以下の通りである。

- 総灌漑面積：2,300 ha
- ポンプ場建設を伴うパイプライン施設整備：17 地区
- ポンプ場建設を伴わない重力式パイプライン設備：5 地区
- 可搬式ポンプによる揚水灌漑：重力式パイプライン地区のうち 4 地区 29 台
- 末端圃場灌漑施設整備（スプリンクラー施設）：2,270 ha

現時点で建設された灌漑施設は以下の通りである。

- 総灌漑面積：620 ha （民間及び個人農家を含む）
- ポンプ場建設を伴うパイプライン施設整備：1 地区（BE-5 Sidi yahia）
- ポンプ場建設を伴わない重力式パイプライン設備
：2 地区（ZA-2 Zangou, ZA-4 Gwissat）
- 可搬式ポンプによる揚水灌漑：7 地区 24 台
- 末端圃場灌漑施設整備（スプリンクラー施設）：38.5 ha

このほかに民間によりダム放流工から重力式パイプラインが設置された地区が 2 地区（JE-Sammar, ZA-3 Enfidha）、上流部で個人農家所有の可搬式ポンプによる灌漑も多くの地区で行われており、ダムから下流への放流水をポンプアップして灌漑している農家も SO-1 Breck では多く見られる。

3.5 小規模ダムの計画と実施

3.5.1 小規模ダムの当初役割

小規模ダムの役割について、整理すると以下の通りである。

プロジェクトの目的	ダムの役割	灌漑施設の役割
() 農地へ補給水を供給する。	雨期の余剰流水を貯留し、必要な時期に補給水として供給する。(ダムの貯水機能)	適切なタイミングで適切な量の用水を農地に配水、灌水する。
() 適切な水資源管理	水資源管理としては、低水管理と高水管理に分けられる。低水管理は安定した利水計画である。 高水管理は、洪水が発生した場合、ダム下流域の被害を防止する機能(洪水防止機能)と堤体自身の安全を確保する機能である。	低水管理：節水灌漑など、水収支に配慮した灌漑施設の運用 高水管理：灌漑施設としての役割は、一般にはない。

	また、家畜用水、飲雑用水を確保する場合もある。	
() 土壌侵食防止	流域または裨益地に対して行う保全事業である。 ダム上流域で実施する場合は、ダムへの堆砂量を減らすことが出来、ダムの寿命を延ばすと、同時に農地保全につながる。	
() 下流域への流砂防止	ダム上流域からの流砂は、貯水池に堆積され、 ダム下流への流砂を防止する。(ダムの貯砂機能) ただし、ダムへの流砂量が多いと、貯水機能の低下がみられ、貯水機能から見たダムの寿命を短くする。	-
() 地下水涵養機能	ダムサイト周辺に帯水層があり、地下水利用が行われている場合には、ダムの貯留水を下流河川に放流して地下水涵養を行い、地下水利用の安定化を図る。具体的な例としては、Sousse 県にある Breck 地区が挙げられる。	-
() 用水確保による作物などの生産性向上と営農の多様化	()と同じ役割	
() 農家収入の向上	小規模ダムの建設だけでなく、多様で包括的な施策や支援により実現する。	

3.5.2 現状での役割

(1) 貯水機能の低下と下流施設の堆砂の低減機能

灌漑用水を補給するためには、ダムの貯水機能が有効であること、つまり貯水容量を阻害しないように堆砂量を抑制されることが求められる。

貯砂ダムの機能は、貯砂が完了した時点で、更なる貯砂効果は無いものの、貯水容量分の堆砂量を下流へ流下することを防いだこととなり、今後は堤体の安全性を確保しつつ貯砂を下流に流亡させない管理が必要となる。

小規模ダムの貯水容量に堆積した堆砂量は、その分だけ下流の中・大規模ダムの貯水機能を保全したこととなり、貯砂機能としては有効である。

(2) 帯水層への涵養効果

小規模ダムによる帯水層への涵養効果を見込むには、ダム近傍に地下水を賦存する優良な帯水層あるいは、地下水脈があり、地下水利用が進んでいる場合に小規模ダムによる地下水涵養が促進されて、地下水涵養効果が期待出来る。

具体的な例としては、Sousse 県にある SO-1 Breck ダムが挙げられる。ワジ Breck の両岸には、ダム下流 1.5km に渡り 10 本を超える浅井戸が鑿井されて、ダムからワジへの放流水が帯水層へ流入し、地下水面を維持するとともに、地下水利用が促進されている。

(3) 洪水防御機能

ダムの洪水防御機能としては、ワジのダム下流側に集落が発達していて、優良農地や貴重

な資産や人命にかかわるような場合に、ダム建設による洪水防御機能が期待される。洪水がダムサイトに到達した際に、ダムに空き容量がある場合には、その容量に応じた洪水量を貯水して、下流への洪水流下をカットする効果である。

洪水防御機能は、多少なりとも全てのダムにあるが、その効果発現の観点からはダム下流に集落が近接しているなどの条件が明確である必要がある。洪水防御機能が明らかなダムとしては、Beja 県の BE-3 Slougia、Nabeul 県の NA-1 Tabouda、Sousse 県の SO-1 Breck ダムおよび Zaghouan 県の ZA-4 Gwissat ダムなどがある。

3.3 政策面の要因

国家計画の中では、厳しい気象条件などを背景として水資源開発の重要性と農業セクターの発展に対して 1975 年の「北部水資源開発マスタープラン」以来、一貫して政策の重点が置かれてきている。

「水資源管理事業」も他の多くの水資源開発に関する事業と同様に、上記の政策方針の中で展開されてきたものである。

「水資源管理事業」の中で築造された小規模ダムの多くは、「北部水資源開発マスタープラン」で構想され、築造された Medjerda 川水系に作られた基幹的な水利施設の上流域に位置しており、土壌浸食が激しいという国土条件のもと、これら施設の機能維持のために、下流にある水利施設への流下土砂量を抑制する機能を有する。今後は、水資源の有効利用の観点から堆砂が進行した小規模ダムの再利用の方法、新たな水源開発の可能性などの検討も必要になるものと考えられる。また、地方にある小規模ダム開発の現場では安定した水資源の確保が出来ていないことなどを背景に、農民の組織化、灌漑技術の向上などのソフト的な対応も不十分であり、今後の課題となっている。

政策面では、首尾一貫して水資源開発と灌漑整備の推進の重要性から、政策展開がなされてきたところであるが、その方法論としては水資源開発が急がされた、水利用面、つまり水需要の観点からのアプローチが遅れた印象が持たれる。

4. 事業スコープの再定義及び事業完了の定義付

4.1 事業範囲および事業完了の定義

(1) 事業コンポーネントの再定義

当初事業内容と現時点での実績について整理すると次表の通りである。

当初事業内容	実績
1) 小規模ダム建設 7 県 22 地区の小規模ダムの建設。	7 県 22 地区の小規模ダム建設完了。
2) 流域管理 土壌流亡防止のための防風林等の設置 対象面積 3,080 ha	土壌流亡防止のための防風林等の設置 対象面積 6,154 ha

<p>3) 灌漑施設の建設 22 地区の基幹灌漑施設（揚水機場、調整水槽、パイプライン等）の建設。 末端圃場灌漑施設（スプリンクラー設備）2,270 ha の設置。総灌漑面積 2,300ha。</p>	<p>2 地区の基幹灌漑施設建設。5 地区での可搬式ポンプ調達。 末端圃場灌漑施設 80ha の設置。総灌漑面積 620ha。</p>
<p>4) 用地買収 建設されるダム貯水池、ダム、付帯施設の土地に対する補償費等。</p>	<p>建設されるダム貯水池、ダム、付帯施設の土地に対する補償費等。</p>
<p>5) 測量試験 灌漑施設の測量、詳細設計、入札書類の作成等</p>	<p>灌漑施設の測量、詳細設計、入札書類の作成等</p>
<p>6) 運営・維持管理作業強化のための機材調達 湿地ブルドーザー 2 台、バックホウ 2 台、ダンプトラック 4 台、トレーラートラック 1 台、ピックアップトラック 4 台</p>	<p>なし</p>
<p>7) コンサルティング・サービス 事業全体の管理、土木工事施工管理、組織強化（普及サービス、農民組織）</p>	<p>6 県を対象とした灌漑施設建設に関する Feasibility Study</p>

本事業における各コンポーネントの範囲の再定義としては、上表実績に示す内容とし、2009 年 11 月 12 日の貸付完了後、チュニジア政府によって継続され 2013 年 10 月に完了した ZA-2Zangou 地区の灌漑施設整備をもって事業完了とする。

(2) 貸し付け完了後の先方政府負担の事業スコープ

2009 年 11 月 12 日をもって貸付は完了したが、事業としてはチュニジア政府によって継続され、2013 年 10 月の ZA-2 Zangou 地区の灌漑施設整備完了をもって事業完了となった。

貸付完了後の先方政府負担の事業スコープは、以下の通りである。

灌漑整備事業 : 以下の 2 地区

- BE-5 Sidi Yahia 地区 : ポンプ場建設 1 ヶ所、調整水槽建設 1 ヶ所、送水管敷設 674m、配水管敷設 6,945m
- Za-2 Zangou 地区 : 配水管敷設 3,266m、末端灌漑施設整備 18.5ha

土壌保全事業 : 11 地区

(3) 各ダムの利用目的

当初のダムの主な利用目的は、灌漑、帯水層への涵養、洪水防御、ダム下流施設へ流入する堆砂量の減少、となっている。このうち、灌漑については、すべてのダムに適用されていたが、現状では灌漑利用は困難なものもあるが、これらは下流基幹水利施設の機能

維持や下流河道への堆砂を防止する機能に本来の灌漑目的の貯水容量が使われたと考えるのが妥当である。次表に各ダムの水質、堆砂速度、貯水容量、位置等を考慮し、利用目的を整理する。

ダム名称		各ダムの利用目的			
		①灌漑	②周辺滞水層への地下水涵養	③下流集落、市街地への洪水防御	④下流基幹水利施設および河道への堆砂の防止
NA-1	Tabouda	有効貯水量に応じた灌漑を行う。		Haouaria市の洪水防御	下流河道への堆積
BE-2	Labiadh	"			Barrage d'EL Arroussiaへの流入土砂の低減
BE-3	Slouguia	"		Sloghia市の洪水防御	"
BE-4	Kashbar	"			"
BE-5	Sidi Yahia	"			"
JE-1	Sammar	"			Sidi Salamダムへの流入土砂の低減
KE-1	Bou Yagoum	"			Mellegueダムへの流入土砂の低減
KE-2	Rouijel	"			Sidi Salamダムへの流入土砂の低減
SI-2	Mechaiker	"			下流河道への堆積
SI-3	N'chem	"			Sidi Salamダムへの流入土砂の低減
SI-4	Meskaya	"			Rmilダムへの流入土砂の低減
SI-5	Erroumi	"			"
SI-6	Zaaroura	既に堆砂により埋没して灌漑の機能は無い			Silianaダムへの流入土砂の低減
SI-8	Shigaga	有効貯水量に応じた灌漑を行う。			下流河道への堆積
SI-10	Jourra	"			"
SI-11	Seia	但し、堆砂が進んでいる			Silianaダムへの流入土砂の低減
SI-12	Ain Melah	"			下流河道への堆積
ZA-1	Fejjj	但し、堆砂が進んでいる			Bir Mchergaダムへの流入土砂の低減
ZA-2	Zangou	"			下流河道への堆積
ZA-3	Enfidha	"			"
ZA-4	Guisat	"		El Fahs市の洪水防御	"
SO-1	Breck	"	ダムから下流への放流により、下流域の地下水利用を保障	Takrouna、Enfidha市の洪水防御	"

4.2 結論

チュニジア政府は、(2013年の灌漑施設建設完了をもって)本事業は完了したと考えており、調査団もこれを妥当と判断する。事業の完了をもって、今後農業省はPCRをJICAに提出し、JICAが事後評価を実施、教訓を導き出すことになる。

5. 事業の評価

5.1 事業の評価のための整理

(1) 妥当性

事業実施に伴い、流域保全の推進、灌漑技術の普及が期待でき、また、小規模ダム機能として、下流地域への堆砂流亡を防止、ダム周辺への地下水涵養、ダム下流の集落に対しては洪水被害を防止することが出来、事業実施の必要性が認められる。

(2) 効率性

アウトプット

22ヶ所の小規模ダムはすべて完了している。流域保全は、22サイトすべてで実施する計画であったが、実際にはその半分近くである9サイトで実施されたが、対象面積は当初の2倍近くに実施している。基幹灌漑施設の建設は GOT 予算によって BE-5 Sidi Yahia、ZA-2 Zangou 以外実施されていない。

機材調達は2000年に計画されていたが、実施されなかった。

期間

1999年にL/A調印後に事業が開始されたが、2006年11月に貸付実行期限を3年間延長している。2009年11月の期限までに事業は完了せず、それ以降は、必要な灌漑整備事業については、チュニジア政府の自己資金で継続することになり、革命の混乱による中断も含めて、2地区の灌漑整備工事が終了したのは、2013年である。その為、当初7年8ヶ月の事業期間は10年8ヶ月となり、チュニジア政府が継続実施した灌漑整備事業が終了するまでには15年近くを要している。

事業費

実際の事業費は計画時と比較して大幅に低減されている。

区分	事業費総括		単位(百万円)
	円借款分	GOT分	全体事業費
計画	7,184	2,425	9,609
実際 (貸付実行総額)	3,617	1,941	4,482
差額	3,567	483	5,126
実際/計画 (%)	50.3	80.0	46.6

注：換算率は1TD=116円、GOT分には、貸付実行期限以降に実施されたBE-5 Sidi Yahiaの基幹灌漑施設整備工事、ZA-2 Zangouでの基幹灌漑施設整備工事および圃場灌漑施設工事も含む。

灌漑計画の見直し等により、当初計画の灌漑整備が進まなかったこと、貯水池建設費の削減、プロジェクト管理コンサルタントが雇用されなかったことなどが、事業費削減の大きな原因と考えられる。

(3) 有効性

灌漑面積

計画灌漑面積 2,298.4ha に対して、2014 年時点での実績は 620.5ha で計画に対しては、僅か 27%である。この原因としては、連続した渇水による灌漑計画の見直し、渇水による農民の灌漑事業に対する投資意欲の低下、堆砂により灌漑用水が確保できなかつたり、貯水の塩分濃度が高く、農業用水としての利用を控えざるを得ないなどである。

下流水利施設の機能保持

ダムの貯水容量が計画時には 2,119 千 m³であったが、2014 年に実施した調査結果では堆砂の影響により 1,319 千 m³と計画時の 62.3%になっている。小規模ダムが下流にある主要な水利施設の機能を保持する役割を担ったこととなる。

地下水涵養効果

SO-1 Breck ダムは、下流地下水利用のために下流河川へ放流し地下水涵養を行っている。地下水環境の維持と帯水層の貯水機能を利用するものである。

農民の組織化と水利費

GDA が設けられたのは、今の所 ZA-2 Zangou (2014 年) と ZA-4 Gwissat (2009 年) の 2ヶ所である。

(4) インパクト

水資源基本政策に従って、開発可能なダムサイトを選定して小規模ダムを構築したことは、他の小規模ダム築造という手法を用いた同種の事業とともに、国全体の一貫した水資源の開発に寄与した点では、影響が大きい。更に、流域保全工事を実施してきており、下流への土砂流入を防いで下流の主要な水利施設の機能を維持したことは、小規模ダムの機能として明確になった点は大きい。

(5) 自立発展性

本事業で構築された、小規模ダムの維持管理および農民の組織化などは、CRDA の管理部門と普及サービスを行う部門が担うこととなる。今回の調査で明らかとなった堤体本体法面の浸食、ダム天端での亀裂、洪水吐水路での法面崩落などについては、例え貯水池が堆砂により埋められたとしても、堤体に安定性を確保することが重要なため、予算を確保し維持補修することが必要である。

6. 提言

6.1 調査結果

本調査では、2013年のZA-2 Zangou 地区での灌漑施設建設の完了を持って事業完了という結論に至った。

6.2 プロジェクトの教訓

(1) 適切な整備水準

ダムによる水資源の安定化と言っても、流域の土壌浸食の影響が大きいこと、降雨が大幅に変動するという不安定性から十分な貯水容量を確保することは難しいことから、灌漑施設の設置計画に際しては、末端圃場まで送配水する一連の固定的な施設を設ける考え方では無く、移動式のポンプ利用や共同利用の給水槽方法などのダムの状況に応じた整備水準とすることも必要と考えられる。

(2) プロジェクトの教訓

小規模ダムの建設に際しては、堆砂の影響が大きいことが想定されていたことから、ダム築造による便益を最大限に確保するためには、以下の観点でのプロジェクト遂行が理想であったと思われる。

- プロジェクト全体を管理するチームの組織化
- 総合コンサルタントの導入の必要性
- GDA/農民に対する営農指導のほか、参加型の水管理と新たな営農展開を可能とするための総合的な支援。

6.3 維持管理の提言

実際に運用されているダムにおいては、日常の利水機能に支障が無いように、定期的な巡視、運用操作と状態の記録、保持が基本的な作業と考えられる。

施設の劣化は、通常の運用が確保出来るように、保守点検と合わせて、必要な補修が求められる。

第1章 調査概要

1.1 調査の背景

地中海性気候に属するチュニジア共和国では、農地の大半が乾燥もしくは半乾燥地に属しており、しばしば農作物の干魃被害が発生している。しかし、一方では洪水をもたらす大雨が降る年もあり、チュニジアの農業は厳しい気候環境にさらされている。そのため、水資源の管理及び、その有効活用が同国の最重要政策課題の一つとなっている。チュニジア国政府は第9次経済・社会開発五カ年計画(1997～2001年)において積極的な水資源開発を実施しており、同国開発で重要な位置を占める農業部門の安定及び収量の増加、また、経済活動の活性化並びに主要産業のひとつである観光振興に伴う上水需要の増加に対応しようとしている。

このような状況の下、比較的雨量の多いチュニジア北・中部の7県22箇所を対象に、小規模ダムおよび灌漑施設を建設するため、円借款事業「水資源管理事業」(1999年3月、L/A調印)が実施された。本円借款事業の目的は、比較的雨量の多いチュニジア北・中部に小規模ダムを建設し水源を確保することで、農地への水供給を安定的なものとし、農作物の増産・農民の所得の向上を図ると共に、適切な流域管理(上流部の植林及び営農指導等)を通じた周辺生活環境の改善(洪水制御、土壌流出防止等)を図るものであった。

しかしながら、1999年～2003年の4年に亘る早魃の影響により、小規模ダム建設後に予定されていた灌漑施設工事が未着手となる地域が発生した。かかる状況を踏まえ、事業継続のために2006年11月に貸付実行期限を3年間延長するとともに、各県の農業省地方開発事務所(CRDA)がF/S調査を実施し、小規模ダム建設後に未着手となっていた灌漑施設の整備計画の見直しを行った。

その後、貸付実行期限の延長を経て、2009年11月に貸付実行期限が終了しているが、貸付実行期限内に実施されなかった灌漑整備については、チュニジア政府の自己資金により継続する事となった。2012年1月に先方農業省からJICAへ提出された本円借款事業の現況調査結果によると、ダムの水量は当初計画の38.22%(17,078千 m^3 の内、6,528千 m^3)、灌漑面積は16.7%(当初計画2,299haの内384ha)と低い値に留まっている。

1.2 調査の目的

本業務では以下の3点を実施する事を目的とする。すなわち、上記円借款事業の当初の計画及び現況の確認、現状を踏まえた上での上記円借款事業貸付完了後の先方政府負担の事業スキームの再定義の検討、実施機関(農業省)による事業完了報告書の提出に向けた支援である。

1.3 調査対象地域

調査対象地域は位置図に示された以下の7県の22地区である。

- Siliana 県 : Mechaiker、Nchem、Meskaya、Erroumi、Zaaroura、Ain Shigaga、Jourra、Seja、
Ain Melah
- Kef 県 : Bou Yagoum、Rouijel
- Beja 県 : Labiadh、Slouguia、Kashbar、Sidi Yahia
- Jendouba 県 : Sammar
- Nabeul 県 : Tabouda
- Zaghuan 県 : Fgigh、Zangou、Enfidha、Gwisst
- Sousse 県 : Breck

1.4 調査項目

本調査は、2013年4月12日にチュニジア国と合意した実施細則(S/W)及び協議議事録(M/M)に基づいて実施する。調査の主要範囲は以下のとおりである。対象となる22の地区を全て調査し、現時点での事業進捗状況を把握する。また、現時点での耐用年数や事業の遅れの要因を把握するための各種調査を行う。調査項目は以下の通りである。

現地調査における調査項目

- ・ ダム流域水文調査（水文資料収集）
- ・ 灌漑整備地区の気象資料（気象資料収集）
- ・ 電気伝導度測定（貯水池水質、取水水質）
- ・ 灌漑施設調査（灌漑施設の計画、現況、諸元、堆砂状況、不良ヶ所等）
- ・ 運営維持管理（組織、運営維持管理状況等）
- ・ 営農状況（作物別作付面積、収量、畜産、農業機械等）
- ・ 農業普及（農業普及についての状況）
- ・ 販売（農産物の対象市場、流通・加工、価格動向）

第2章 当初計画と現状の比較

2.1 当初事業計画の概要

(1) 事業目的

本事業は、降雨の不安定なチュニジア国の水資源の安定的な供給及び、これを利用した灌漑農業を展開し、依然として輸入に依存している小麦、大麦、肉類の生産を増大させ、国内の自給達成を目指すことを目的としている。サイト周辺部の植林及びダム of 浚渫土の農地への還元等を流域管理を通じた生活環境の改善効果も期待されている。

(2) 事業概要

全体の事業計画の概要

チュニジア北西・中部のシリアナ（9ヶ所）、ケフ（2ヶ所）、ベジャ（4ヶ所）、ザグワン（4ヶ所）、スース（1ヶ所）、ジェンドバ（1ヶ所）、ナビール（1ヶ所）の各県にある河川に多目的（地下水人工涵養、灌漑、洪水防御、土壌流失防止など）小規模ダム及び主要灌漑水路を計 22ヶ所に建設するとともに、適切な流域管理（植林、ダムの浚渫及び浚渫土の農地への還元等）を通じてサイト周辺地域の生活環境の改善を図る。

土木工事、調達機器等の内容

小規模ダム建設：ダム建設（22ヶ所）、洪水吐、パイプライン、アクセス道路
灌漑施設：揚水ポンプ場、パイプライン、貯水施設

コンサルティング・サービスの TOR

- (ア) 全体マネジメント（全体計画、評価等）
- (イ) ダム建設管理（DD レビュー、設計管理等）
- (ウ) 灌漑施設管理（DD レビュー、設計管理等）
- (エ) 組織支援業務（組織開発、営農指導、O&M 指導等）

(3) 事業費

当初計画事業費を表 2.1 及び表 2.2 に示す。

(4) 事業工程

審査調書に示された当初事業工程を図 2.1 に示す。

表 2.1 事業費内訳(チュニジア・ディナール)

ITEM	ACTIVITIES	QUANTITY	UNIT	UNIT COST	COST	COST CATEGORIES		JICA PORTION	
				(1,000 TD)	(1,000 TD)	FOREIGN (1,000 TD)	LOCAL (1,000 TD)	JICA (1,000 TD)	JICA %
1	Water Resources Conservation (Hill Dam)	22	unit	2,060	45,326	18,887	26,439	45,326	100.0
2	Watershed Management	22	unit	110	2,428	0	2,428	0	0.0
3	Irrigation System								
	(1) Main Irrigation System	22	unit	400	8,808	2,708	6,100	8,808	100.0
	(2) On Farm Irrigation System	22	unit	123	2,707	763	1,943	0	0.0
4	Land acquisition	22	unit	88	1,935	0	1,935	0	0.0
5	Survey & Engineering	1	unit	600	600	0	600	0	0.0
6	Reinforcement of Logistic for O&M	1	unit	1,276	1,276	1,103	173	1,276	100.0
	Sub total				63,080	23,461	39,619	55,410	87.8
7	Administration Cost (2.5% of Sub total)	2.5	%	63,080	1,577	0	1,577	0	0.0
8	Consulting service cost	1	LS	6,518	6,518	1,023	5,495	6,518	100.0
9	VAT (18%: to item 1,2,3,6)	18.0	%	60,544	10,898	0	10,898	0	0.0
10	VAT (10%: to item 5,8)	10.0	%	7,118	712	0	712	0	0.0
11	Import Duty (5%: Item 6 F/C)	5.0	%	1,103	55	0	55	0	0.0
	Grand total (round)				82,840	24,484	58,356	61,928	74.8

出典： Attachment 2, Minutes of Discussion, July, 1998

表 2.2 事業費(円建て)

項 目	外 貨 million ¥	内 貨 million ¥	総 額 million ¥
建設費	2,404	3,454	5,858
コンサルティング・サービス	119	637	756
予備費	228	343	570
農場設備	89	225	314
調査(D/D)費	0	70	70
流域管理費	0	282	282
土地収用費等	0	224	224
管理費	0	183	183
税金等	0	1,351	1,351
	2,840	6,769	9,609

出典： Project Memorandum(2001年12月)

項目	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1. L/A調印	★					
2. 調達手続き						
3. 本体工事						
4. コンサルティング・サービス						

図 2.1 計画事業工程

出典：審査調書(1999年3月)

(5) 事業実施体制

事業実施機関は農業省の水利土木調査総局（DG/BGTH）であり、総勢 600 人弱の人員（エンジニア、地質専門家等）を擁する。農業省水利土木総局（ダム建設）及び、同省管轄の地方農業開発事務所（CRDA）（灌漑施設）が本事業の実施主体であり、それぞれ総勢約 600 人程度の人員を擁している。灌漑事業を担当する農業局は 150～200 人のエンジニア、営農専門家、地質専門家を抱えている。事業主体が事業の種類に応じて 2 つに分かれているため、同事業の有機的な結びつきを確保するために、農業省内に農業省側と雇用コンサルタントで構成される本事業実施に係る管理事務所を設置し、本事業の円滑な実施をサポートすることとした。

2.2 各地区の現状と当初事業スコープとの差異

(1) 全体事業工程

図 2.2 に全体事業工程の当初計画と実績を示す。

1999 年 11 月の L/A 発効の後、事業は 2000 年から開始された。当初事業完了予定は 2004 年（M/D）とされ、貸付実行期限は 2006 年 11 月 12 日であったが、灌漑施設整備計画の見直しにより、事業の進捗が遅れたため、貸付実行期限が 2009 年 11 月 12 日まで延長された。その後、延長貸付実行期限までに事業は完了せず、貸付実行期限後はチュニジア政府の負担によって事業が進められ、2013 年 10 月の Zangou 地区の灌漑整備完了をもって事業完了となった。

ダム建設は DG/BGTH が担当し、DG/BGTH は PIU(Project Implementation Unit)を設立し、22 ヶ所のダムは 2000 年から 2001 年の間に建設される計画であったが、2001 年に 11 ヶ所、2002 年に 7 ヶ所、2003 年に 1 ヶ所、2004 年に 1 ヶ所、2005 年に 2 ヶ所完成し、2005 年までにすべて完了している。DG/BGTH の PIU はダム工事完了をもって解散された。

当初計画では、ダム建設前からの植林等土壌保全事業の実施が考えられていたが、実施された地区は多くない。

基幹灌漑施設の建設は各ダム建設後の 2001 年から 2002 年の間に計画されていたが、干ばつの影響などで灌漑計画の見直しがされることになり、各県ごとに灌漑施設の F/S が実施された。このため基幹灌漑施設の建設開始は遅れ、貸付実行期限までに建設が完了しないことが確実となり、GOT 予算によって実施されることになり、2011 年の BE-5 Sidi Yahia、2013 年の ZA-2 Zangou 以外実施されていない。

末端圃場灌漑施設の設置は、基幹灌漑施設建設後に予定されていたため、1地区のみ設置された。

機材調達は2000年に計画されていたが、プロジェクト・コンサルタントの調達がされなかったことと、CRDAのPIUが設立されなかったため実施されなかった。

プロジェクト・コンサルタントのコンサルティング・サービスは2000年から2004年まで実施される計画であったが、雇用されず、2007年から2009年にかけての各県ごとのサイトの灌漑整備計画 Feasibility Study に、コンサルタント（以降 F/S コンサルタントとする）が雇用された。

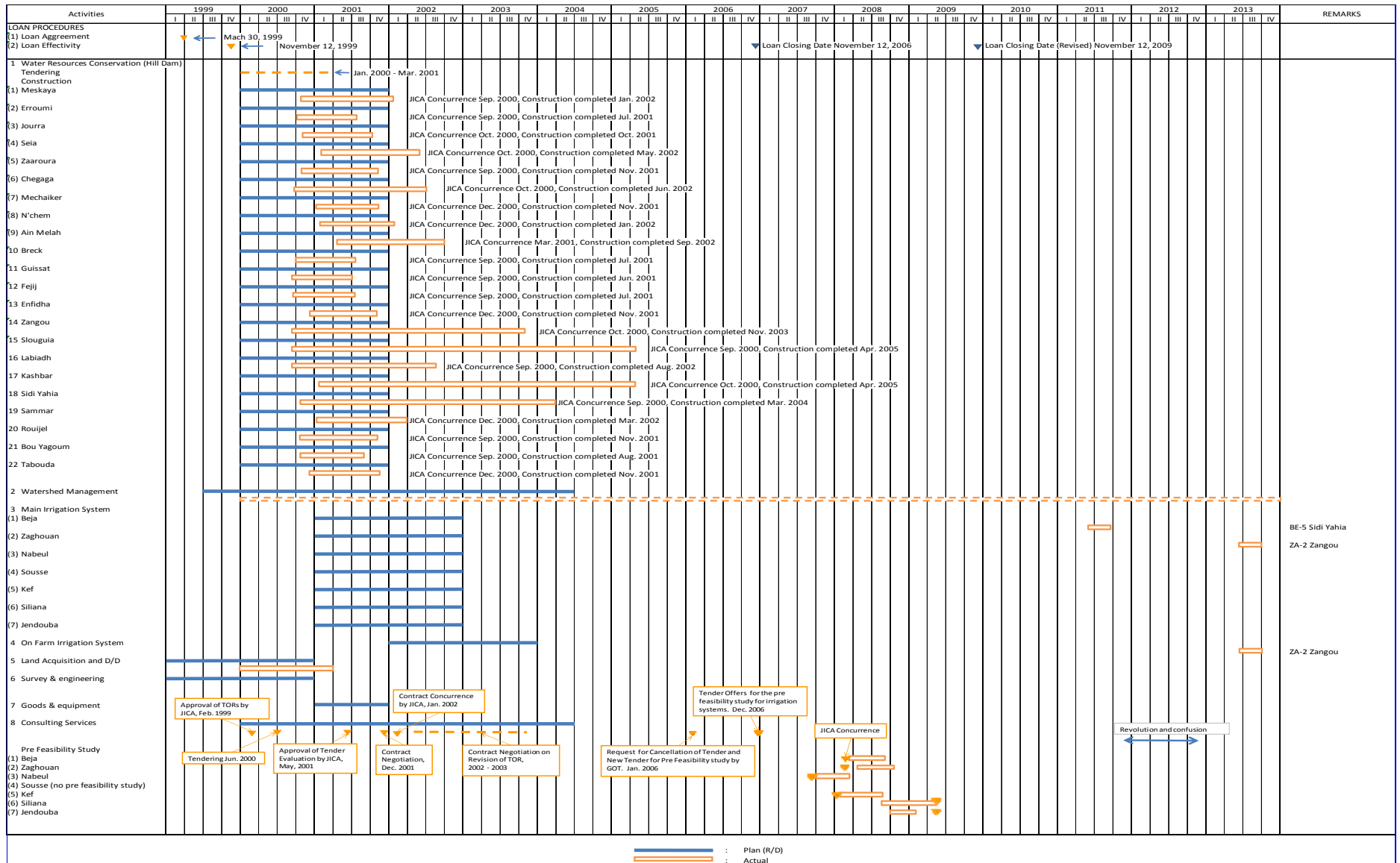


図 2.2 全体事業工程実施計画と実績

(出典 ; SAPS 調査団作成)

(2) 事業費の計画と実績

表 2.3 に事業費の当初計画と実績を示す。

当初総事業予算は9,609百万円であったが、実績(円借款及びチュニジア政府予算)は約4,482百万円(うち円借款貸付実行総額3,617百万円)であった。灌漑計画の見直し等により、灌漑整備が進まなかったこと、プロジェクト・コンサルタントが雇用されなかったことにより、大幅な減額となった。

表 2.3 事業費の当初計画と実績

Item	Cost						Remarks
	ICA			GOT			
	M/D (000T)	Actual (000T)	Actual (Yeni)	M/D	Actual		
1 Water Resources Conservation Hill Dam	45,326,000	29,390,243	2,522,262,655	0,000	0,000		
11 Meskaya	-	600,971	59,042,972			completed in 2002	
12 Enroum	-	1,34,637	11,663,964			completed in 2002	
13 Boura	-	502,339	42,390,922			completed in 2002	
14 Saja	-	2,363	22,222,493			completed in 2002	
15 Esengou	-	526,753	45,223,558			completed in 2002	
16 Meskaya	-	602,233	39,100,018			completed in 2002	
17 M'chaker	-	252,317	22,172,457			completed in 2002	
18 V'chem	-	205,792	19,121,101			completed in 2002	
19 Ain Yafia	-	688,390	56,573,897			completed in 2002	
120 Sreck	-	1,12,672	11,690,939			completed in 2002	
121 Gulezat	-	69,019	57,912,229			completed in 2002	
122 Sij	-	72,508	60,045,190			completed in 2002	
123 Enfidha	-	1,29,626	11,201,461			completed in 2002	
124 Zengou	-	9,7,337	59,117,329			completed in 2002	
125 Slogoula	-	111,927	95,203,935			completed in 2002	
126 Jabladi	-	726,936	62,800,024			completed in 2002	
127 Kachar	-	2,29,927	22,623,979			completed in 2002	
128 Sidi Yafia	-	520,368	26,601,911			completed in 2002	
129 Sammar	-	1,11,721	104,972,879			completed in 2002	
120 Boujal	-	1,70,337	22,936,429			completed in 2002	
121 Bou Yagoum	-	1,205,438	26,123,904			completed in 2002	
122 Tabouda	-	242,926	21,486,697			completed in 2002	
2 Waterbed Management 22 sites	0,000	0,000	0	2,429,000	7,671,900		
3 Main Irrigation System 22 sites	9,929,000	0,000	0	0,000	1,167,000		
4 On Farm Irrigation System 22 sites	0,000	0,000	0	2,707,000	70,000		
5 Land Acquisition and D/D 22 sites	0,000	0,000	0	1,215,000			
6 Survey & engineering	0,000	0,000	0	600,000	0,000		
7 Goods & equipment	1,276,000	0,000	0	0,000	0,000		
8 Administration Cost	0,000	0,000	0	1,577,000	252,264	2,505	
9 Consulting Services	6,523,000	242,263	17,220,133	0,000	0,000		
9-2 Total Project Management	6,523,000	0,000	0,000	0,000	0,000	not analyzed	
9-2 Feasibility Study (1) - 17		242,263	17,220,133	0,000	0,000	completed in 2007-2009	
11 Saja		29,266	0,000	0,000	0,000	Slogoula, Kachar, Sidi Yafia	
12 Zaghwan		52,627	0,000	0,000	0,000	Fajh, Zengou, Enfidha	
13 M'aboul		29,611	0,000	0,000	0,000	Tabouda	
14 Course		0,000	0,000	0,000	0,000	-	
15 Sack		22,627	0,000	0,000	0,000	Bou Yagoum, Boujal	
16 Siliana		57,488	0,000	0,000	0,000	Bour, M'chaker, Meskaya, Zairoua, Slogoula, Saja	
17 sandoua		1,610	0,000	0,000	0,000	Sammar	
20 VAT (3% to Item 1.1.1.7)	0,000	0,000	0	1,999,100	6,956,299		
21 VAT (5% to Item 6.5)	0,000	0,000	0	71,500	20,996		
22 Import Duty (5% to Item 7 F/C)	0,000	0,000	0	55,150	0,000		
GRAND TOTAL	61,255,000	29,632,243	2,549,282,839	2,921,100	16,718,917		

(3) 各地区の当初計画と実績

表 2.4 に各地区のそれぞれ当初計画と実績を示す。

表 2.4 各地区の当初計画と実績

		WATER RESOURCES MANAGEMENT PROJECT (TSP-17)											Remarks							
		1. Irrigation Area (ha)		2. Water Resources Conservation (Mill Dam)		3. Watershed Management (ha)		4. Pumping Station (No)		5. Gas Pump (k4)		6. Reservoir (m ³)		7. Delivery Pipeline (m)		8. Distribution Pipeline (m)		9. On-farm Irrigation System (ha)		Total Cost
		Proposed	Actual	Proposed	Actual	Proposed	Actual	Proposed	Actual	Proposed	Actual	Proposed	Actual	Proposed	Actual	Proposed	Actual	Proposed	Actual	
1A-1	Tokunda	80.2	1.0	All Completed	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.22
1E-1	Libich	51.4	0.0	1991	240	1,228	93	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.77
1E-2	SOUBA	213.9	2.0	1995	140	2,100	175	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.83
1E-3	SOUBA	327.4	47.0	1992	130	1,324	22	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.20
1E-4	SOUBA	34.8	0.0	1994	140	1,184	59	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.34
1E-5	SOUBA	76.2	74.0	1994	140	2,028	240	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.35
1E-6	SOUBA	13.2	13.2	1995	140	132	132	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.37
1E-7	SOUBA	113.8	0.0	1994	140	1,324	22	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.38
1E-8	SOUBA	80.8	42.0	1994	140	0	0	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.25
1E-9	SOUBA	80.2	80.0	1994	140	0	0	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.73
1E-10	SOUBA	83.8	7.0	1994	140	0	0	51.4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.55
1E-11	SOUBA	113.2	12.0	1995	140	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.57
1E-12	SOUBA	394.2	0.0	1994	140	0	0	50-200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.02
1E-13	SOUBA	132.3	27.0	1994	140	0	0	42	0	4	13	0	0	0	0	0	0	0	0	1.84
1E-14	SOUBA	117	18.0	1994	140	0	0	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.88
1E-15	SOUBA	117	0.0	1994	140	0	0	87-3	0	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0	1.97
1E-16	SOUBA	71.2	43.0	1994	140	0	0	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.8
1E-17	SOUBA	132.3	10.0	1994	140	0	0	22	0	7	15	0	0	0	0	0	0	0	0	1.02
1E-18	SOUBA	47.5	11.0	1994	140	0	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.52
1E-19	SOUBA	21.8	83.0	1994	140	0	0	80	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50
1E-20	SOUBA	27.8	54.0	1994	140	0	0	92	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.32
1E-21	SOUBA	130.5	20.0	1994	140	0	0	41	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	1.32
1E-22	SOUBA	2,285.4	820.9	1994	3,060.0	8,165.0	1,253	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.38
1E-23	SOUBA	34,435.4	3,428	1994	3,428	7,879.3	340.0	100%	29.0	21.0	143.0	0	0	0	0	0	0	0	0	49.35

1) 小規模ダム

22ヶ所のダムは2005年までにすべて完了しており、2001年に11ヶ所、2002年に7ヶ所、2003年に1ヶ所、2004年に1ヶ所、2005年に2ヶ所完成している。しかしながら、SI-6 Zaaroura はすでに堆砂によって完全に埋まっており、また、SI-11 Seja 及び ZA-1 Fgigh においてもほぼ埋まった状態であり、予想より堆砂速度が速く、灌漑計画に影響が出ている。

ほとんどのダムで洪水吐急流部が流水によって激しく侵食されている。また、ZA-1 Fgigh、BE-5 Kashbar、SI-12 Ain Melah の3ヶ所のダムで天端に大規模なクラックが見られ、SO-1 Breck で堤体下流面にガリ侵食¹が発達している。これらについては、ダムの安全性について検討する必要がある。

多くのダムで、貯水池から直接小型ポンプで揚水する小規模な灌漑がおこなわれている。

2) 基幹灌漑施設

基幹灌漑施設としてポンプ場、調整水槽、送水パイプが計画されていたのは17地区であり、そのうち建設されたのはBE-5 Sidi Yahia とZA-2 Zangou のみである。ただし、ZA-2 Zangou はポンプ場及び調整水槽は建設せず、放流工から直接パイプラインを接続する重力式のパイプラインとなっている。また、ZA-4 Guissat はEUの支援により建設され、JE-1 Sammar では、民間によって放流工からパイプラインが設置され、灌漑に利用されている。

小型ポンプの供与が予定されていたのが5地区あり、これは、貯水池から直接ポンプによって揚水する場合と下流に調整水槽を建設してそこからポンプによって揚水する方式である。GOT 予算によって、24台のポンプが供与されている。

総灌漑面積は、計画では2,300haであるが、現在620haが灌漑されている。

3) 末端灌漑施設

末端圃場灌漑施設として2,270ha分のスプリンクラー設備が計画されていたが、実際にプロジェクトによって設置されたのはZA-2 Zangou の18.5haとZA-4 Guissat の20ha分のみである。現在灌漑を行っている農家は個人でスプリンクラーやドリップ灌漑等の設備を整備して灌漑を行っている。

4) 土壌保全事業

¹ ガリ侵食、降雨が軟弱な斜面のくぼみを流れて溝を形成し、さらに降雨がその溝を集中的に流れて発達して、次第に深く掘られて大きな溝となり、両側面の崩壊や底面が洗掘によって侵食される現象

土壤保全事業は、植樹、テラス化、沈砂池掘削、蛇かご護岸、等高線状盛土等 1 地区平均 140ha として計 3,080ha について実施される予定であったが、6,165ha について実施された。Siliana 県ではほとんど実施されていないが、Beja 県では広く実施された。ただし、Beja 県の場合は当プロジェクトサイトを含む大きな流域単位で実施されたものである。

5) 機材調達

機材調達はダム及び灌漑施設維持管理用に Siliana CRDA を対象として調達される予定であったが、プロジェクト・コンサルタントの雇用が遅れ、灌漑整備計画の見直しのために CRDA の PIU も設立されなかったため、調達業務が進められなかった。

2.3 コンサルティング・サービスの計画と実績

(1) 当初計画

コンサルティング・サービスの内容は以下の通りである。

プロジェクト全体のマネジメント

DG/BGTH に対するプロジェクト実施計画作成、プロジェクト全体の実施、設計等に対する支援

小規模ダム建設施工管理

DG/BGTH に対する詳細設計、入札図書作成、地質調査、施工時の施工管理等に対する支援

灌漑施設建設施工管理

CRDA に対する実施計画作成、詳細設計、入札図書作成、営農及びマーケティング、施工時の施工管理等に対する支援

組織開発

CRDA に対する組織開発、農民組織設立支援、CRDA 及び農民組織に対する灌漑管理、営農、土壤保全、末端灌漑施設の O&M 等に対する支援

(2) 経緯

L/A : 1999 年 3 月 30 日

貸付実行期限 : 1999 年 11 月 12 日 ~ 2009 年 11 月 12 日 (変更前 2006 年 11 月 12 日)

2000 年 2 月 : コンサルティング・サービスに係る入札図書に対する JICA 同意

2000 年 5 月 : コンサルティング・サービスに係る入札

2001 年 5 月 : 入札評価に対する JICA 同意

2002 年 1 月 : コンサルティング・サービス契約の JICA 同意

2006年1月：チュニジア政府から、2002年に同意されたコンサルティング・サービス契約の解消および、各県ごとに新たな灌漑施設建設に係る F/S 調査を行うコンサルタント選定の同意を JICA に申請。

2006年2月：上記 F/S 調査を行うコンサルタント選定に JICA 同意

2006年11月：変更前貸付実行期限

2006年12月：灌漑システム F/S 入札（6パッケージ）

2007年7月～2009年4月：灌漑システムに関する F/S 実施

2009年11月12日：貸付実行期限

2011年12月～2012年12月：革命及び革命後の混乱

当初、コンサルティング・サービスは2国間タイドで、日本企業3社に対して招聘状が送付されたが、プロポーザルの提出がなかった。そのため、ローカルコンサルタントを含めた入札とし、SCET/STUDIグループが評価1位となり、2001年12月に契約交渉が終わり、2002年1月にJICAが同意した。これにより2000年1月に予定とされていたコンサルティング・サービスの開始時期が遅れた。

小規模ダム建設工事に関しては、2000年6月から2001年3月にかけて入札され、建設工事は2000年9月に開始され、2001年中には11ヶ所のダムで工事が完了、2002年末時点で18ヶ所のダムで工事が完了していた。そのため、コンサルティング・サービスの契約内容のTORと実際とが合わなくなり、変更の必要が生じた。TORの変更については2002年に変更TORについての交渉がなされ、さらに2003年にTOR変更交渉がなされた。変更TORの主な内容は以下の通りである。

22ヶ所の灌漑システム建設に係る調査、水利構造物建設工事の入札図書作成及び農民グループに対する啓発とトレーニング

CRDA に対する水利施設建設の施工管理に関する技術支援

農民グループ設立と農民グループによるダム及び灌漑施設の運営・維持管理に対する技術支援

チュニジアは、1999年から2003年にかけて4年連続の干ばつに見舞われ、建設されたほとんどのダムでも十分な水が確保されなかった。現在の気候変動を考えると、安定した水量の確保が困難になることが懸念され、加えて、予想以上の堆砂量が観測されているダムもあり、ポンプ場とパイプラインという固定した灌漑施設による灌漑方式についての見直しが必要になった。そのため、2006年1月にチュニジア政府はJICAに対して2002年2月に同意されたコンサルティング・サービス契約の解消及び、各県ごとに新たな灌漑施設

建設に係る F/S 調査を行うコンサルタント選定の同意を JICA に申請し、JICA はこれに同意した。

この間、ダムは主に貯水池から直接小型ポンプによって揚水する方式によって、個人によって利用されていた。

F/S の TOR は以下の通りである。

利用可能水量の検討、堆砂量の検討、水質調査から灌漑の可能性及び最適な灌漑方式を検討する。

自然条件、社会条件及び営農に関する調査

最適な灌漑施設計画の策定

詳細設計及び灌漑施設建設工事入札図書作成

財務分析、水料金の検討

経済分析

建設に関する農民ワークショップの実施、運営・維持管理に関する研修の実施

これらの調査は 2009 年 4 月までに行われた。この結果をもとに Nabeul 県 NA-1 Tabouda 地区では灌漑施設建設の準備を始めたが、貸付実行期限内に工事が完了しないことが確実となったことから一時中断し、その後革命による混乱もあり、中断したままになっている。また、Beja 県 BE-5 Sidi Yahia 地区及び Zaghuan 県 ZA-2 Zangou 地区では、貸付実行期限後、チュニジア政府予算によって灌漑施設が整備された。

(3) プロジェクト・コンサルタント不在の影響

プロジェクト・コンサルタントは上記の経緯により結局雇用されず、事業はプロジェクト・コンサルタント不在のまま実施された。

本事業はダム建設を担当する GD/BGTH と灌漑施設及び土壌保全事業を担当する GD/GREE 及び各 CRDA の役割分担がはっきりしており、これらを有機的に結合させ、事業を一体として推進することが、プロジェクト・コンサルタントの大きな役割の一つであるが、プロジェクト・コンサルタントが不在のため、ダム建設のみが大きく先行し、灌漑施設整備が遅れ、CRDA 担当の維持管理用機材の調達も行われなかった。

日本の円借款事業に精通したコンサルタントの存在は、事業の円滑な推進のために、欠くことができないものと考えられる。

第3章 計画と実施との差異の背景・分析

3.1 気象条件の検討

(1) 概要

チュニジア北部は北緯 38° であり、緯度は北に位置しているが地中海に面しているため、典型的な地中海性気候を示す。

夏は乾燥し、冬は温暖で比較的雨に恵まれている。チュニジアの南部はサハラ砂漠の北縁にあたるため、夏にはサハラ砂漠を起源とする季節風の影響も受ける。

地形も多様であり、北西部にはアトラス山脈が存在し、ここは最も標高が高い地域であるが、ここから南部、東部にかけて高度が下がり低地が広がっている。

降水観測年報では、チュニジア国を緯度方向に北部、中部、南部に分け、更に各々、西と東に分け、計 6 地域に分類している。今回対象とする小規模ダムサイトは 7 つの県に位置するが、これらの県は以下のような地域に属している。

降水観測年報による地域区分

地域区分	小規模ダムサイトの位置する県
北部西	Jendouba、Beja、Kef、Siliana
北部東	Nebeul、Zaghouan
中部東	Sousse

出典：”ANNUAIRE PLUVIOMÉTRIQUE DE TUNISIE”，REPUBLICQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L’AGRICULTURE

図 3.1 に過去 50 年間の年降水量の平均値から作成された分布図を示すが、概ね南部から北部に行くに従って、年降水量は増加していて北西部に位置する JENDOUBA 県の沿岸部で最大の雨量を示す。

尚、ここで使用する水文年は 9 月から開始し翌年の 8 月までを 1 年とする。従って、2012 年の観測とは、2012 年 9 月～2013 年 8 月の期間とする。

対象地区の内 Sousse 県の SO-1 Breck は中部東に位置するが、このダムサイトは中部でも最も北に位置していることから、対象となる小規模ダムの年間雨量は、同図からは概ね 400～600mm 程度の範囲にある。

また、降水観測年報では、6地域ごとの平均の年降水量を算定している。このデータを用いて、年降水量の変化図を作成した。（図 3.2 を参照）

同図からは、東西の地域差よりも南北の地域差の方が、降水量に与える影響が大きいこと、1999 年当たりで連続して、小降雨である様子が伺える。

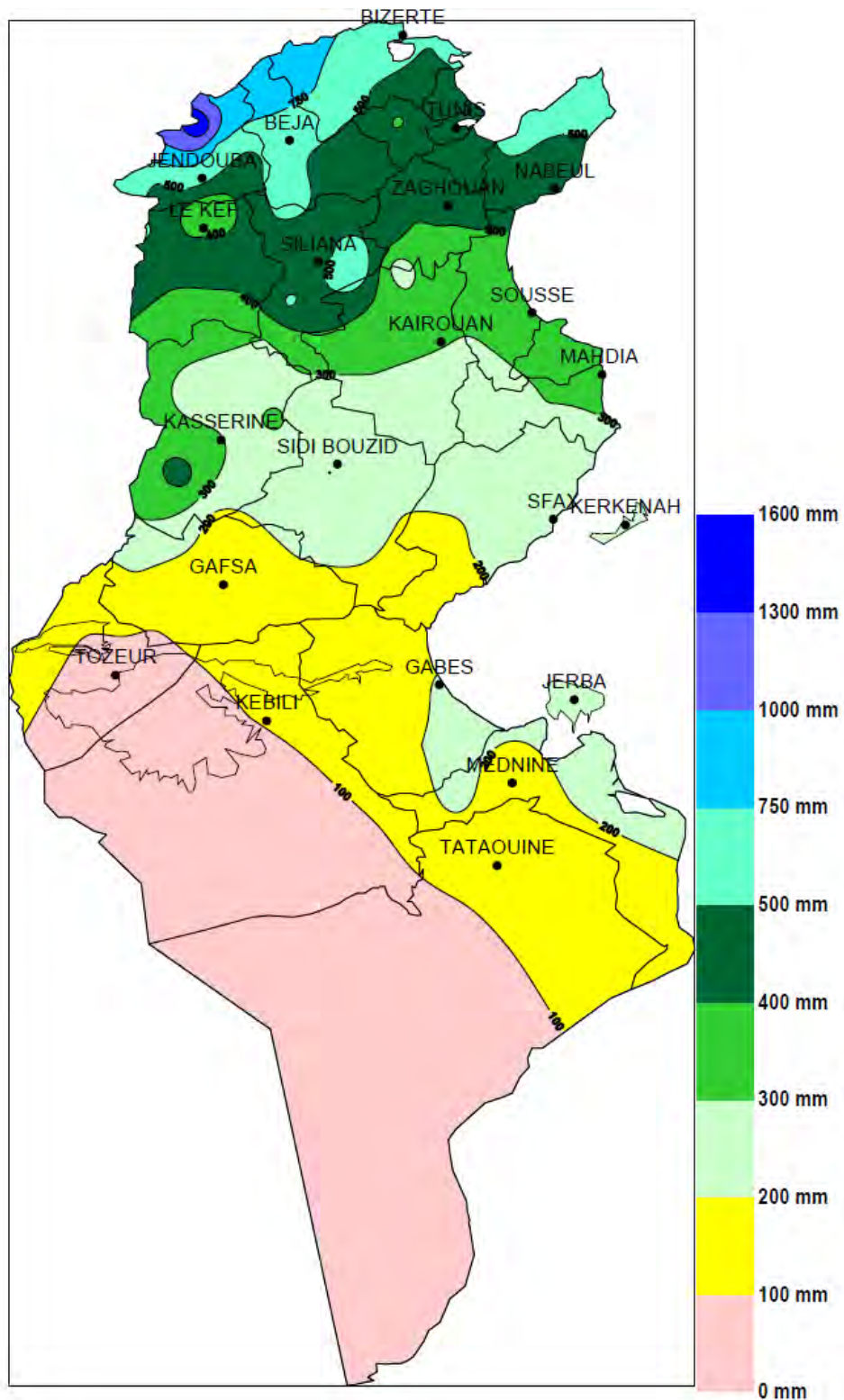


図 3.1 50 年間の平均年雨量の分布

出典： " ANNUAIRE PLUVIOMETRIQUE DE TUNISIE 2008-2009 " ,
 REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L ' AGRICULTURE

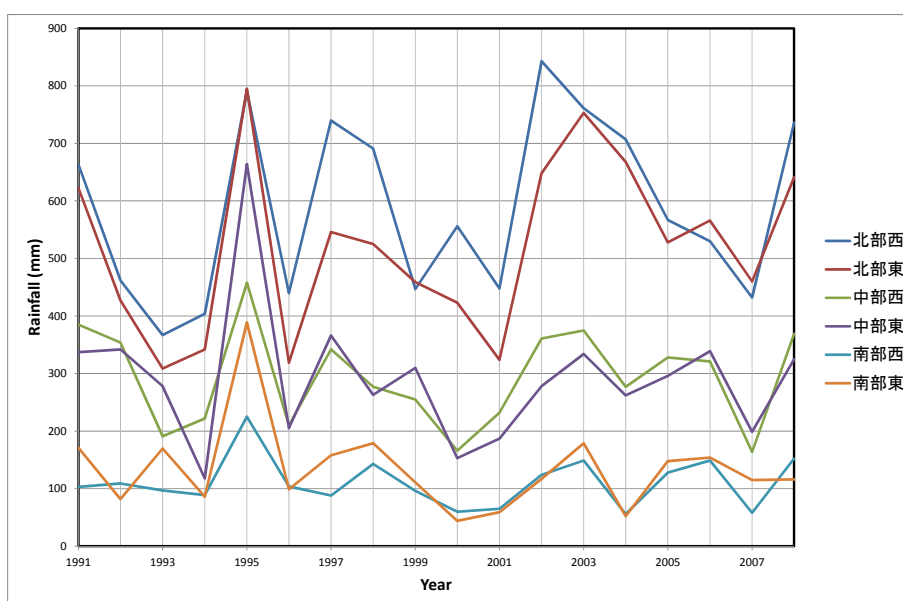


図 3.2 チュニジア国の地域別降水量の変動

出典：”ANNUAIRE PLUVIOMETRIQUE DE TUNISIE”，
REPUBLICQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L’AGRICULTURE からのデータを用いて作成

(2) 対象地区の降水

(i) 降水資料の収集

今回、調査団は、対象地区の降水量データの収集を行った。その結果を下表に示す。

表 3.1 降水資料の収集状況

Governorate	Observation Station	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Code No.	Interval	Average	SAPROF	Dif.
		①	②	③=①-②																				
Nabeul	Haouaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	611	520	373	668	593	540	-	567	NA-1	Daily	552.9	530	23
Beja	Testour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	345	381	359	570	345	401	653	405	BE-2,3,4	- do -	432.1	435	-3
	Goubellat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	557	387	348	535	392	428	648	505	BE-5	- do -	474.8	400	75
Jendouba	Ain EL Marja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	480	482	431	-	-	634	767	610	JE-1	- do -	567.3	550	17
Kef	Tajerouine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	403	430	228	-	390	468	420	-	KE-1	- do -	389.8	400	-10
	Sers	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	530	404	338	-	318	491	632	-	KE-2	- do -	452.3	425	27
Siliana	Siliana Agricole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	518	437	288	-	-	-	-	437	SI-2,11	- do -	419.9	475	-55
	Sidi Bou Rouis SM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	755	349	449	-	-	-	-	292	SI-3	- do -	460.9	460	1
	Bouarada Agricole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	414	487	353	-	-	-	-	373	SI-4,8	- do -	406.6	496	-89
	Laaroussa Agricole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	453	418	333	-	-	-	-	410	SI-5,12	- do -	403.4	496	-93
	Maktar PF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	650	464	255	-	-	-	-	338	SI-6,10	- do -	426.5	470	-44
Zaghuan	CTV Fahs	711	312	597	571	363	452	381	659	753	704	472	599	404	585	533	367	431	-	ZA-2	Monthly	484.2	496	-12

注：Code No.は、観測値が関連するダムサイトとの関係をコード番号で示している。
Interval 欄は、入手したデータが日単位か月単位かを示す。
Average 欄は、いずれのサイトにおいても 2005～2012 年の内、観測データが得られた範囲での平均値を示している。
SAPROF 欄は計画当時の採用値を示し、採用された年平均雨量を SAPROF 報告書の Table3-2-1 から引用した。

収集されたデータは、各地区の比較的近年のデータ収集に心がけたが、欠測があり、入手が出来なかった年も多く、やや信頼性に欠ける。

Nabeul 県の観測所 Haouaria のデータについては、後述するように灌漑施設建設に係る F/S 時のレポートに長期に渡る観測資料が示されている。2005 年の観測値は、F/S 調査の資料と今回の収集においてもデータが得られているが、両者の観測値に食い違いが見られたため、観測所が異なると判断し、ここではデータの結合は行わないこととした。

2007 年は、いずれの観測所でも小さな観測値となっており湯水年であったことが伺える。

上表の SAPROF 欄には、計画当時に、想定された平均年雨量を示す。近年の観測値の平均と比較すると、地域により計画時の値との大小関係は異なり、明確な傾向は見出せない。

しかし、計画時点よりも今回調査の結果の方が小さくなっている方が若干優性である。

(ii) 長期降水の傾向の検討

長期降水の傾向を把握する目的で、資料収集を実施したが、下記の 2 ケ所についてのデータが得られた。一つは、対象地区内では最西端に位置し海岸沿いの Haouaria であり、もう一つは、対象地区のほぼ中央にある Zanghouan 県の Fahs 農業普及所での観測値である。

入手した長期間の降水記録

観測所	観測位置	観測期間	出典
Haouaria	NABEUL 県、Tabouda	1966 ~ 2005 年(40 年)	灌漑施設建設に係る FS レポート
CTV Fahs	Zanghouan 県	1995 ~ 2011 年(17 年)	Fahs 普及所から収集

観測期間中の月降水量の平均値から、Haouaria での年間の降雨分布を整理し図 3.3 に示すが、4~9 月の 6 ケ月間の降水量が平均に比べて小さいことが明瞭である。同様に図 3.5 に示す Fahs の年間の降雨分布においても、5~8 月の降水量が小さい。一方、Haouaria では 11 月が、Fahs では 1 月に降水のピークが発生していることの違いはあるが、夏期に降水量が非常に少なく、冬期に多いと言う特徴は同じである。

Haouaria の観測データからは、表 3.2 より、例えば 11 月の降水に注目すると、最大では 557mm/月(1976 年)である一方、最少は 1mm/月(1973 年)と、その較差は 556mm と大きい。年間雨量についても、最大 1,981mm/年(1995 年)、最少 48mm/年 (1987 年) と較差は 1,933mm と、非常に大きく、年による降水量の変動量が大きいことが特徴である。

CTV Fahs の場合についても同様に表 3.3 に示すが、同様の傾向が見られ、対象地区では雨期においても年によっては全く雨が降らなかったり、僅かな降水しか発生しない月があり、安定していない。

(iii) プロジェクトの進捗に影響を与えた期間の降水量

図 3.4 に、Haouaria での年降水量の変化を示している。1995 年は 2 月に 501mm の降水があり、年間で 1,981mm という異常に大きい降水量を記録しているが、1996 年の 9 月～2002 年 9 月に掛けて、40 年間の平均年降水量 425mm を下回っている。これだけの期間、連続して降水量が少ない現象が発生したことは 40 年間の記録上では無い。特に、2001 年の年降水量は僅か 55mm と平均雨量 425mm の 1/8 しかなく厳しい渇水が続いていたと言える。

同様に、図 3.6 に Fahs の状況を示すが、1999 年から 2001 年には平均年降水量を下回っていて、連続して降水量が少なかったことは、得られた観測範囲では他には見られない。

以上のことから、灌漑施設の計画を実施しようとした際に、渇水が連続し農民が投資をしてまで、事業に参加するのに躊躇した背景が想定される。

長期的には、Haouaria では、異常な降水のあった 1995 年を除いた前後の平均降水量を比較すると、近年の方が小さくなっていることが分かる。また、Fahs においても図 3.6 に示したように、回帰分析の結果では近年に向けて降水量が小さくなる傾向を示している。

表 3.2 Haouaria の月降水量

Year	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Total	Rank in descending order
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
Average	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	
Deviation	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: Average monthly Rainfall 35.4 mm/year

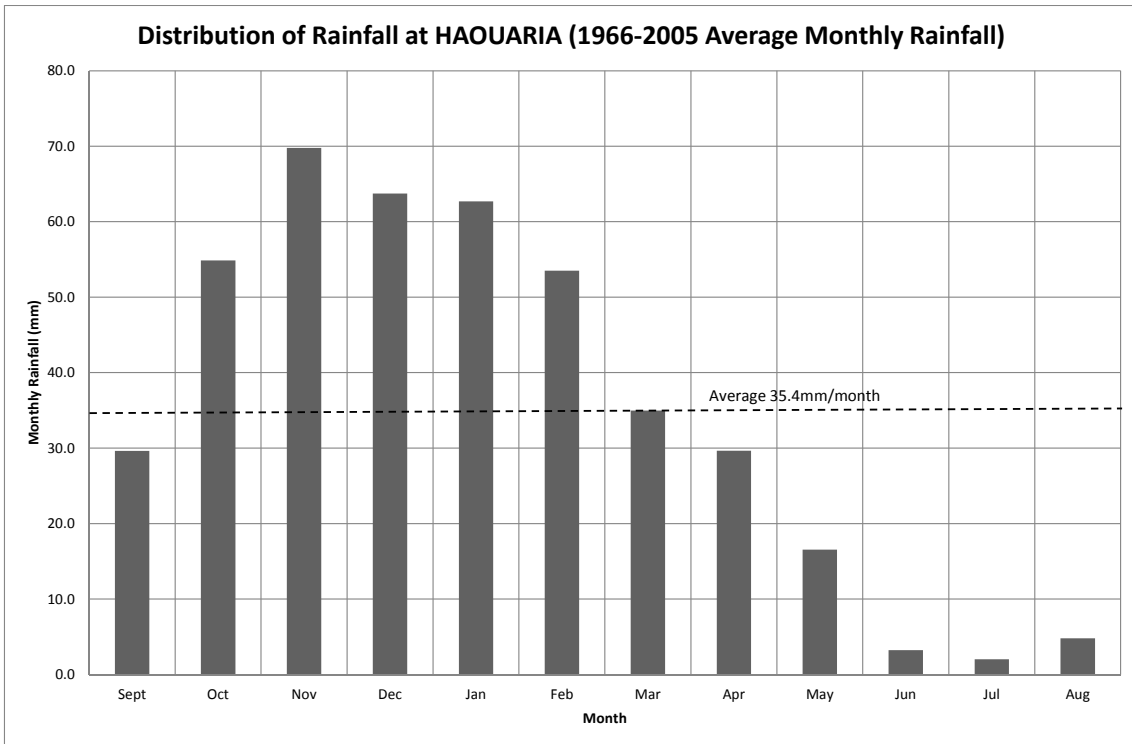


図 3.3 Haouaria の年間降水分布

出典 ; SAPS 調査団作成

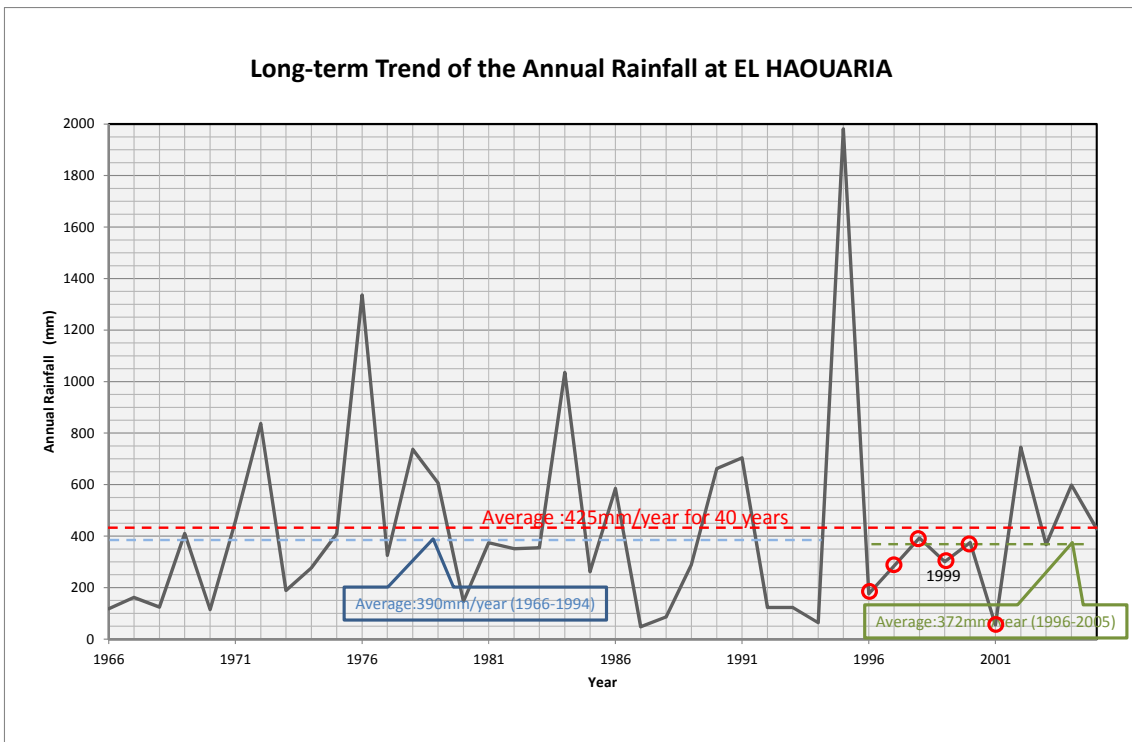


図 3.4 Haouaria の長期降水分布

出典 ; SAPS 調査団作成

表 3.3 CTV Fahs の月降水量

Year	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Total	Rank in descending order
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
Average	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	
Deviation	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: Average Monthly Rainfall 43.6 mm/month

出典 ; SAPS 調査団作成

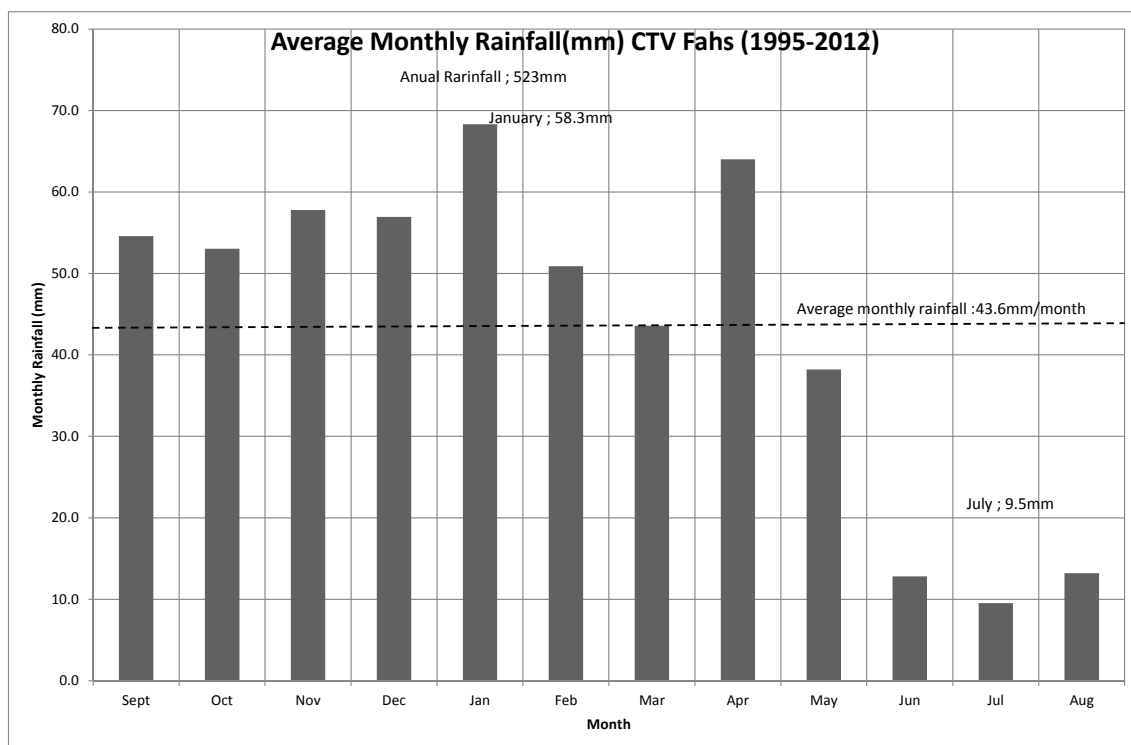


図 3.5 CTV Fahs の年間降水分布

出典 ; SAPS 調査団作成

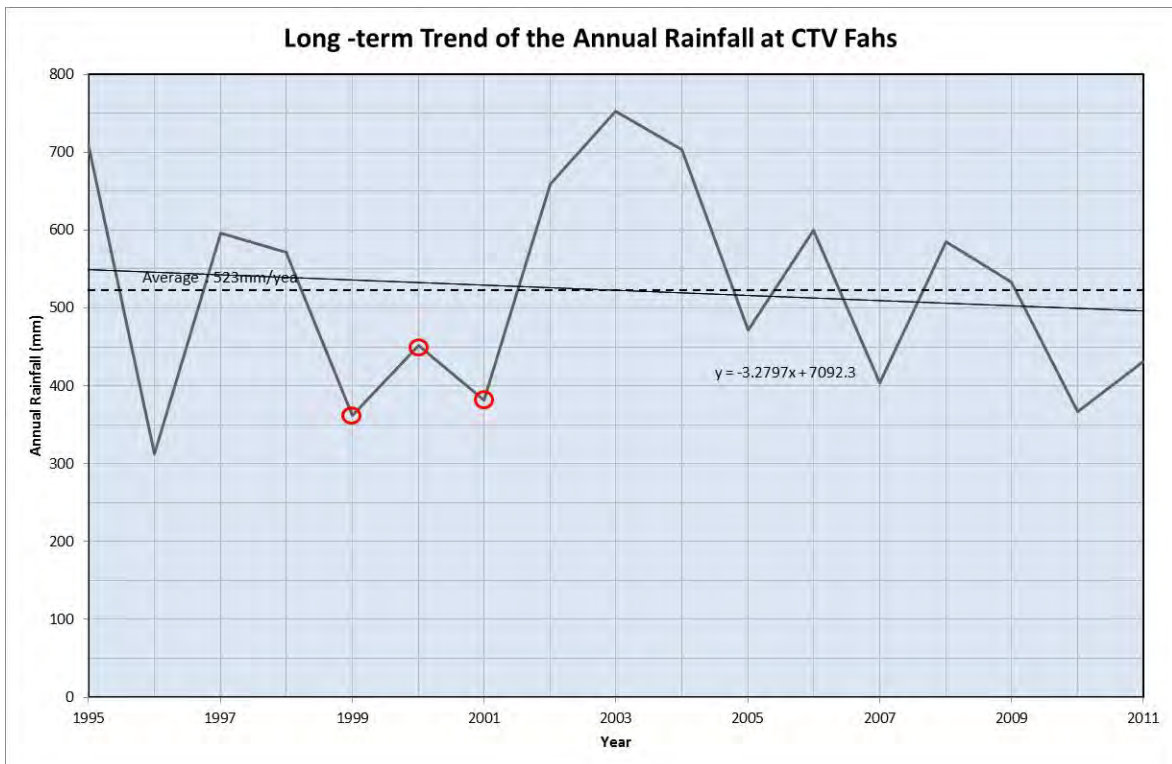


図 3.6 CTV Fahs の長期降水分布

出典 ; SAPS 調査団作成

(iv) 気象資料の収集

今回の調査で、収集された気象資料の概要を以下に示す。

気温については、最高気温と最低気温との平均での較差が北東に位置する Nabeul が 7.8° であるのに対して、他の地区では 13.1 ~ 13.3° となっていて、Nabeul が他の地区と比較して、気温較差は小さい。沿岸部の特徴を持っているものと考えられる。

日照時間と降雨日数についても、他の地区に比較して Nbeul は日照時間が長く、降雨日数が少ないことが分かる。Nbeul 以外のその他の地区間では、大きな差は見られない。

表 3.4 収集された気象資料の概要

県名	分類	最低気温 (°C)	最高気温 (°C)	最高-最低 気温 (°C)	日照時間 (時間)	降雨発生 確率	湿度 (%)
Nabeul	最大値	23	31	8.0	12	35.0%	77.0%
	最小値	8	15	7.0	5	3.0%	66.0%
	平均値	15.3	23.2	7.8	8.3	23.0%	71.8%
Beja	最大値	20	38	18.0	12	50.0%	80.0%
	最小値	5	13	8.0	4	4.0%	65.0%
	平均値	11.8	24.9	13.1	7.8	28.4%	73.3%
Jendouba	最大値	21	38	17.0	10	44.0%	82.0%
	最小値	5	15	10.0	4	6.0%	46.0%
	平均値	12.4	25.7	13.3	7.2	26.8%	65.2%
Le Kef	最大値	16	36	20.0	12	38.0%	-
	最小値	3	13	10.0	5	8.0%	-
	平均値	10.6	23.7	13.1	7.9	26.5%	-
Siliana	最大値	19	37	18.0	12	50.0%	-
	最小値	4	14	10.0	4	3.0%	-
	平均値	11.3	24.5	13.3	7.9	24.4%	-
Zaghouan	最大値	20	33	13.0	12	50.0%	82.0%
	最小値	6	14	8.0	4	3.0%	46.0%
	平均値	12.7	22.8	10.1	7.8	25.8%	68.6%
Sousse	最大値	24	33	9.0	12	50.0%	82.0%
	最小値	8	17	9.0	4	3.0%	46.0%
	平均値	16.0	24.4	8.4	7.8	25.5%	65.0%

注；最高気温の最大値とは、月最高気温の内、最大値を、最小値とは、月最高気温の内、最小値を示し平均値とは月最高気温の平均値を示す。 出典；SAPS 調査団作成

過去の気温との比較をするために、2008～2009年に実施されたFSレポートとの比較を行うと下記のとおりである。着色したところが、今回のSAPS調査がFS時に比較して気温が高く算定されているヶ所である。入手されたデータの精度、規模などに限界があるため、結論は出しがたいが、気温上昇の傾向の可能性が示唆される。

県名	分類	最低気温 (°C)		SAPS-FS (°C)	最高気温 (°C)		SAPS-FS (°C)
		SAPS	FS		SAPS	FS	
Siliana	最大値	19	18	1.0	37	34	3.0
	最小値	4	5	-1.0	14	14	0.0
	平均値	11.3	11.0	0.3	24.5	23.2	1.3
Zaghouan	最大値	20	22	-2.0	33	35.8	-2.8
	最小値	6	10	-4.0	14	15	-1.0
	平均値	12.7	9.0	3.7	22.8	24.4	-1.7
Sousse	最大値	24	20	4.0	33	33.3	-0.3
	最小値	8	7	1.0	17	15.1	1.9
	平均値	16.0	13.1	2.9	24.4	23.8	0.6

出典；SAPS 調査団作成

3.2 貯水池の水質実態

今回調査における各貯水池の水質試験結果及び 2007 年から 2008 年にかけて実施された F/S の中で行われた水質試験結果を表 3.5 に示す。

表 3.5 水質試験結果

出典；SAPS 調査団作成

	Site	Name	Water Quality Test Result											
			Test in F/S (2007-2008)				Test 1 (Jan. to Feb, 2014, Study Team)				Test 2 (Feb, 2014, Study Team)			
			Test Date	EC ds/m	TDS ppm		Test Date	EC ds/m	TDS ppm		Test Date	EC ds/m	TDS ppm	
1	BE-2	Labiadh	-	-	-	3-Feb-14	9.25	6,510		12-Feb-14	9.11	8,950		
2	BE-3	Slouguia	Jul-08	5.70	3,797	31-Jan-14	7.00	4,920		12-Feb-14	6.69	6,570		
3	BE-4	Kashbar	Jul-08	5.90	3,919	31-Jan-14	5.23	3,680		12-Feb-14	4.70	4,620		
4	BE-5	Sidi Yahia	Jul-08	6.00	3,935	3-Feb-14	6.88	4,840		11-Feb-14	6.67	6,550		
5	JE-1	Sammar	-	-	-	6-Feb-14	2.52	1,780		18-Feb-14	2.29	2,240		
6	KE-1	Bou Yagoum	15-May-08	2.39	1,950	-	-	-		19-Feb-14	0.66	640		
7	KE-2	Rouijel	15-May-08	9.03	6,650	-	-	-		20-Feb-14	11.64	11,420		
8	NA-1	Tabouda	16-Aug-07	0.88	600	4-Feb-14	0.71	506		11-Feb-14	0.67	600		
9	SI-2	Mechaiker	21-Oct-08	1.28	1,000	23-Jan-14	0.53	378		18-Feb-14	2.05	-		
10	SI-3	N'chem	-	-	-	24-Jan-14	3.53	2,490		12-Feb-14	0.93	-		
11	SI-4	Meskaya	21-Oct-08	6.14	5,750	29-Jan-14	2.08	1,470		13-Feb-14	1.83	-		
12	SI-5	Erroumi	-	-	-	29-Jan-14	1.68	1,200		19-Feb-14	1.19	-		
13	SI-6	Zaaroura	21-Oct-08	0.69	500	23-Jan-14	no water	-		11-Feb-14	no water	-		
14	SI-8	Ain Shigaga	21-Oct-08	3.55	2,750	29-Jan-14	1.89	1,340		13-Feb-14	1.52	-		
15	SI-10	Jourra	21-Oct-08	1.25	950	27-Jan-14	0.96	679		11-Feb-14	1.17	-		
16	SI-11	Seia	21-Oct-08	1.71	1,400	27-Jan-14	no water	-		18-Feb-14	no water	-		
17	SI-12	Ain Melah	-	-	-	24-Jan-14	2.91	2,060		19-Feb-14	2.10	-		
18	SO-1	Breck	-	-	-	22-Jan-14	1.23	873		21-Feb-14	1.20	1,180		
19	ZA-1	Fgigh	Average 06		2,932	21-Jan-14	2.01	1,430		18-Feb-14	3.10	-		
20	ZA-2	Zangou	Average 06		2,291	21-Jan-14	3.51	2,480		14-Feb-14	3.43	3,370		
21	ZA-3	Enfidha	Average 06		1,941	21-Jan-14	3.50	2,500		18-Feb-14	0.61	600		
22	ZA-4	Guissat	27-Mar-06	1.00	500	21-Jan-14	0.64	450		18-Feb-14	0.58	600		

: bad quality

: good quality

チュニジアでは塩分濃度が 4.0 g/l (4,000 ppm) 以上ある場合は農業に適さないものとしており、事業開始前の 1996 年から 1998 年にかけて実施された D/D においても各地区の水質試験が行われており、水質の問題はないとされた。

FAO では、農業用水の塩分濃度について、電気伝導度 (EC) と TDS (Total Dissolved Solid) について作物への影響の度合いを次表のように示している。

	Unit	None	Slight to Moderate	Severe
EC	ds/m	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3
TDS	ppm	< 450	450 – 2000	> 2000

Guidelines for Interpretation of water Quality for Irrigation (FAO Paper No.29 Water Quality for Agriculture)

作物によって塩分濃度による収量への影響の度合いは異なり、EC と収量の関係は、表 3.6 の通りである。100%の収量が見込まれる (影響がない) 最大の EC、収量が 75% に落ち込む場合の EC 及び 50% に落ち込む場合の EC の値が示されている。たとえば小麦の場合、EC5.3ds/m までは収量に影響はないが、EC8.7ds/m では収量が 75% に落ち、EC12ds/m では収量が 50% に落ち込むとされている。

大麦 (Barley) や小麦 (wheat) は、比較的塩分濃度が高くても影響が少ないが、タマネギやニンジン、果樹は比較的塩分の影響を受けやすい。

SI-6 Zaaroura 及び SI-11 Seja は観測時に貯水がなかった。

塩分濃度は季節により変動があり、チュニジアでは乾期である夏期には貯水池への流入量が少なく、蒸発散により塩分濃度が高くなると考えられるため、注意が必要である。Beja 県では、乾期の最高塩分濃度が雨期の最低塩分濃度の 3 倍に達した記録がある。また、貯水池の塩分濃度は年々高くなる傾向が見られ、継続してモニタリングを行い、対策を検討する必要がある。現時点で塩分濃度の問題がなくても将来的に厳しい条件となる可能性があり、この点も考慮した灌漑計画が検討される必要がある。

チュニジアで広く栽培されているオリーブは、耐塩性及び耐乾性に強く、チュニジアの自然条件に適した作物と言えよう。また、大麦や小麦も比較的塩分濃度の高い灌漑水でも栽培可能である。

表 3.6 塩分濃度 EC(ds/m)と収量割合

作物	100%	75%	50%
Barley	5.3	8.7	12
Cotton	5.1	8.4	12
Wheat	4.0	6.3	8.7
Soybean	3.3	4.2	5.0
Groundnut	2.1	2.7	3.3
Rice	2.0	3.4	4.8
Maize	1.1	2.5	3.9
Broccoli	1.9	3.7	5.5
Tomato	1.7	3.4	5.0
Cucumber	1.7	2.9	4.2
Celery	1.2	3.9	6.6
Cabbage	1.2	2.9	4.6
Potato	1.1	2.5	3.9
Pepper	1.0	2.2	3.4
Onion	0.8	1.8	2.9
Carrot	0.7	1.9	3.0
Clover	1.0	2.4	3.8
Orange tree	1.1	2.2	3.2
Peach tree	1.1	1.9	2.7
Grape	1.0	2.7	4.5
Almond	1.0	1.9	2.8

FAO Irrigation and Drainage Paper No.29 “Water Quality for Agriculture”

今回の調査結果から、各地区を以下のように分類する。

塩分濃度が高く、農業に適さない。	BE-2 Labiadh, BE-3 Slouguia, BE-4 Kashbar, BE-5 Sidi Yahia, KE-2 Rouijel,
比較的塩分に強い作物の生育は可能	JE-1 Sammar, KE-1 Bou Yagoum, SI-3 Nchem, SI-4 Meskaya, SI-5 Erroumi, SI-8 Ain Shigaga, SI-10 Jourra, SI-12 Ain Mellah, SO-1 Breck, ZA-1 Fgigh, ZA-2 Zangou, ZA-3 enfidha
塩分濃度が低く、作物の生産に問題ない。	NA-1 Tabouda, ZA-4 Guissat, SI-2 Mechaiker,

出典；SAPS 調査団作成

図 3.7 に Beja 県の 3 ダムの貯水池の塩分濃度と経年変化を示す。

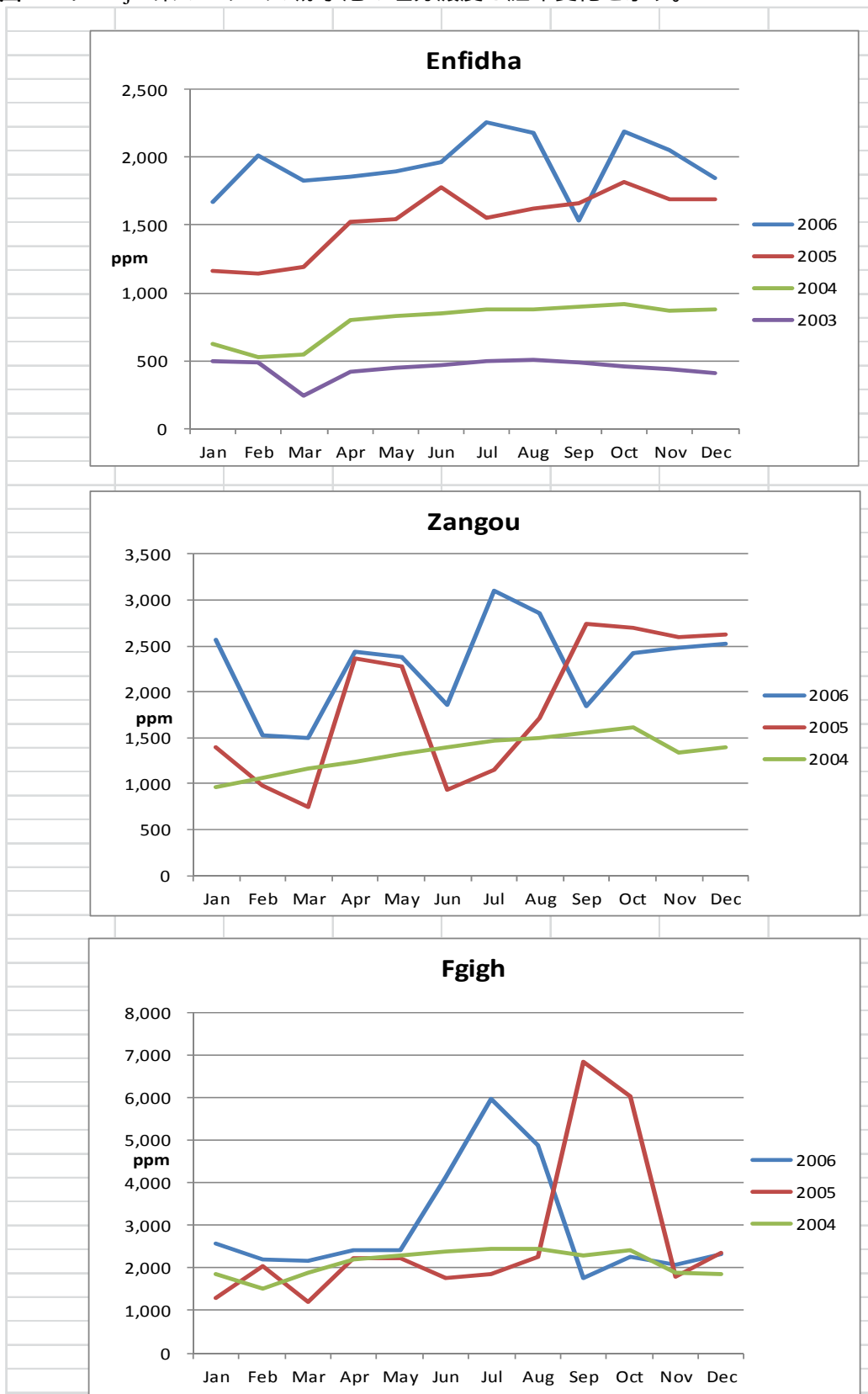


図 3.7 Beja 県ダム貯水の塩分濃度の経年変化 出典；SAPS 調査団作成

3.3 小規模ダムの有効貯水量の計画と実際

ダムの貯水容量のうち、設計堆砂量を除いた分が有効貯水量であり、この分が灌漑に利用可能として、灌漑計画のもととなる。従って、堆砂量が設計堆砂量を超えた場合には、有効貯水量が減り灌漑利用可能水量が減り、灌漑計画に影響を与え、灌漑可能面積が減少することになる。

ダム堆砂の源となるのは河道の流砂量であり、流域の気象、地形地質、洪水の規模と発生頻度、洪水の継続時間、砂礫の粒度、植生等の多くの自然要因に左右され、水系ごとに大きく異なる場合がある。堆砂量は、さらに貯水池の規模や貯水位の変動にも影響を受ける。堆砂量予測については、実績から類推する方法、降雨形態と地形・地質から類推する方法、流入量と流砂量の推定による方法等各種計算式が提案されている。

本事業における小規模ダムの年平均面積当たり堆砂量は 244 ~ 3,030m³/km²/年と広い範囲になっている。設計堆砂量を 20 年間の堆砂量としているが、推定堆砂量が多いダムでは十分な貯水容量を確保できない可能性があるため、土壌保全事業を実施して堆砂量を減少させることを前提として年平均面積当たり堆砂量を低減している²。

表 3.7 は、貯水池の貯水位 - 貯水量曲線、2008 年 F/S において実施された堆砂測定の結果及び今回調査において推定した現況堆砂量から、設計堆砂量に達する年及び貯水池が堆砂で完全に埋没する年を推定したものである。ダム完成は 2001 年から 2005 年であることから、当初の計画通りであれば設計堆砂量に達するのは 2021 年から 2025 年の予定であった。

検討の結果、各ダムは次のように分類される。

現時点の堆砂状況	ダム名
堆砂量が大幅に設計堆砂量を超えている。	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 Jourra, SI-8 Ain Shigaga, SI-11 Seja, ZA-1 Fgigh, ZA-4 Guissat
現況堆砂量が設計堆砂量程度に達している。	SI-3 Nchem, SO-1 Breck,
ほぼ設計堆砂量通りである。	NA-1 Tabouda, BE-2 Labiadh, SI-12 Ain Mela, ZA-2 Zangou,

² 設計堆砂量についての考え方は、SAPROF STUDY ON HILL DAMS CONSTRUCTION PROJECT (MAIN REPORT)の 2 Hydrology (2) Sedimentation(p3-4,5)に示されている。

堆砂速度が遅く、設計堆砂量まで十分な期間がある	KE-1 Bou Yagoum, KE-2 Rouijel, ZA-3 Enfidha,
-------------------------	--

出典；SAPS 調査団作成

チュニジアの小規模ダム標準的な取水設備は底樋タイプ³であるが、取水塔には常時満水位までの各水位に対応する取水口が配置されており、底樋が詰まらない限り取水できる構造となっている。また、貯水池から直接ポンプにより揚水する灌漑方式も見られるため、現状で堆砂量が多くても貯水があればある程度の面積を灌漑することができる。この観点から各ダムを分類すると、次表のようになる。

灌漑利用方法	ダム名
今後約 10 年間は計画通りの灌漑が可能	BE-2 Labiadh, KE-1 Bou Yagoum, KE-2 Rouijel, ZA-3 Enfidha,
ある程度の貯水容量があり、計画を縮小して灌漑可能	NA-1 Tabouda, BE-5 Sidi Yahia, JE-1 Sammar, 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
貯水容量が少なく、堆砂速度が速く限定的な灌漑に利用。	BE-3 Slouguia, BE-4 Kashbar, SI-4 Meskaya, SI-10 Jourra, SI-11 Seja, ZA-1 Fgigh,
貯水池が完全に埋まっており、灌漑利用不可能	SI-6 Zaaroura

出典；SAPS 調査団作成

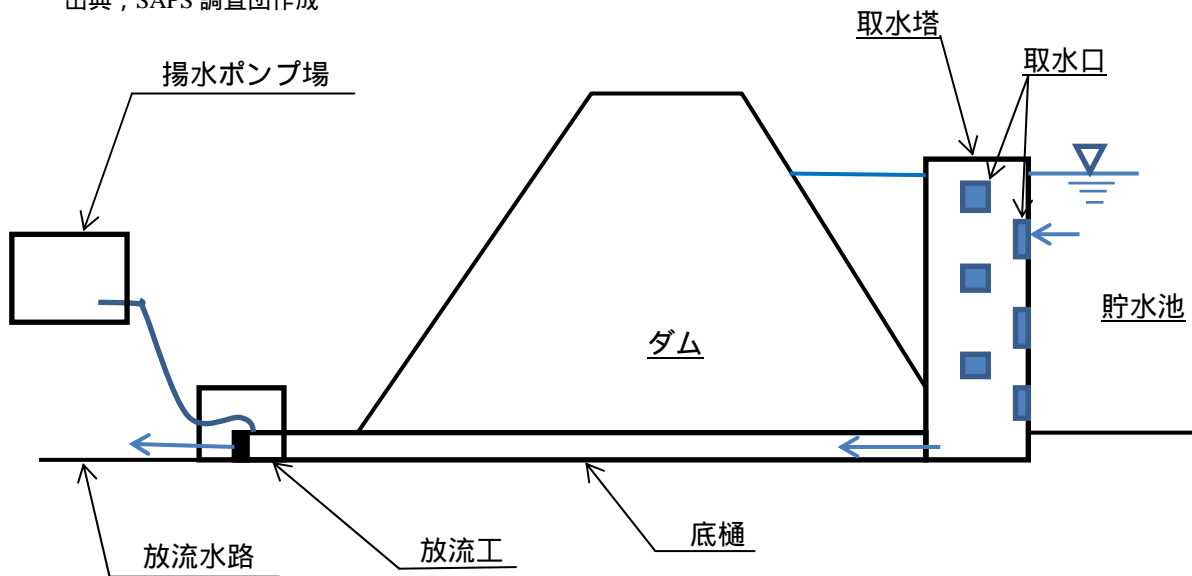


図 3.8 小規模ダムの取水設備の説明図

³貯水池の貯水を堤体下流に導水するために、貯水池上流部の底部から堤体の基礎または堤体などに管路などを敷設した構造を底樋と呼ぶ。

ダム完成から既に9年～13年経っており、これから灌漑整備をする場合には、ダムの寿命を十分考慮する必要がある。堆砂量は年々増加し、その分灌漑利用可能水量が減少するため、将来的な貯水容量の変化を考慮した灌漑計画が必要である。



図 3.9 満水位から 2m 程度まで堆砂で埋まった SI-11 Seja (Jan. 27, 2014)



図 3.10 完全に堆砂で埋まった SI-6 Zaaroura Dam 貯水池 (Jan. 23, 2014)

表 3.7 現況堆砂量とダム寿命の検討

地区	(0) 完成年	(0) 集水面積 (km ²)	(1) 総貯水容量 (1000m ³)	(2) 設計年平均堆砂量 (m ³ /year)	(3) 設計堆砂量 (m ³ /20year)	(4) 2008年実測堆砂量 (m ³)	(5) 2008年までの年平均堆砂量 (m ³ /year)	(6) 2014年推定堆砂量 (m ³)	(7) 2008-2014年平均堆砂量 (m ³ /year)	(8) 2014年残貯水池容量 (m ³)	(9) 設計堆砂量に達する推定年	(10) 貯水池が堆砂で完全に埋まる推定年
NA-1 Taboula	2001	5.1	690,000	4,650	93,000	N/A	N/A	60,450	4,650	629,550	2021	2149
BE-2 Labiadh	2002	9.3	185,000	7,000	140,000	N/A	N/A	80,000	6,667	105,000	2023	2030
BE-3 Slougua	2005	21.4	1,380,000	22,450	449,000	515,000	171,667	897,000	63,667	483,000	2007	2022
BE-4 Kashbar	2005	23.0	2,026,000	25,750	515,000	174,685	58,228	876,000	116,886	1,150,000	2011	2024
BE-5 Sidi Yahia	2004	17.5	1,530,000	11,800	236,000	260,703	65,176	530,000	44,883	1,000,000	2007	2036
JE-1 Sammar	2002	9.2	1,070,000	15,000	300,000	N/A	N/A	270,000	22,500	800,000	2015	2050
KE-1 Bou Yagoum	2001	24.8	2,400,000	19,000	380,000	95,000	13,571	176,429	13,571	2,223,571	2029	2178
KE-2 Roujjel	2001	15.5	940,000	16,000	320,000	60,000	8,571	111,429	8,571	828,571	2038	2111
SI-2 M'cheker	2001	10.0	900,000	12,100	242,000	467,800	66,829	550,000	13,700	350,000	2005	2040
SI-3 N'chern	2002	10.7	550,000	11,400	228,000	N/A	N/A	220,000	18,333	330,000	2014	2032
SI-4 Meskaya	2002	8.8	1,040,000	9,600	192,000	352,407	58,735	750,000	66,266	290,000	2005	2018
SI-5 Erroumi	2001	6.3	773,000	5,000	100,000	N/A	N/A	309,200	23,785	463,800	2005	2034
SI-6 Zaaroura	2001	26.0	614,000	18,000	360,000	451,483	64,498	614,000	N/A	0	2007	2011
SI-8 Chegaga	2002	30.0	1,400,000	22,000	440,000	587,038	97,840	600,000	50,000	800,000	2011	2030
SI-10 Iourra	2001	4.1	220,000	1,000	20,000	148,408	21,201	151,000	11,615	69,000	2002	2020
SI-11 Seia	2002	13.2	500,000	11,000	220,000	136,200	22,700	320,000	30,633	180,000	2011	2020
SI-12 Ain Melah	2002	11.0	585,000	11,800	236,000	N/A	N/A	192,000	16,000	393,000	2017	2039
SO-1 Breck	2001	30.2	1,625,000	32,150	643,000	N/A	N/A	625,000	48,077	1,000,000	2014	2035
ZA-1 Fejj	2001	10.9	313,000	11,250	225,000	N/A	N/A	220,000	16,923	93,000	2014	2019
ZA-2 Zangou	2003	15.2	904,000	16,000	320,000	100,000	20,000	220,000	20,000	684,000	2019	2048
ZA-3 Enfidha	2001	9.0	1,140,000	7,000	140,000	40,000	5,714	74,286	5,714	1,065,714	2026	2201
ZA-4 Guissat	2001	5.0	400,000	5,600	112,000	N/A	N/A	150,000	11,538	250,000	2011	2036

(6) : estimated with observed sediment elevation (visually) and H-V curve and interview to CRDA
 (4), (5) : survey result in 2008 F/S
 (8) = (1) - (4) - (5) × 6
 (9) = (6) / (5) + 2014
 (10) = (8) / (7) + 2014
 No F/S data: NA-1, BE-2, JE-1, SI-3, SI-5, SI-12, SO-1, ZA-1, ZA-4

注 冊 : SAPS 調 査 団 体 作 成

3.4 灌漑整備の計画と実施

1998年に実施された本事業に関する SAPROF 報告書によると、本事業対象 22 地区の灌漑整備計画は以下の通りである。

- 総灌漑面積：2,300 ha
- ポンプ場建設を伴うパイプライン施設整備：17 地区
- ポンプ場建設を伴わない重力式パイプライン設備：5 地区
- 可搬式ポンプによる揚水灌漑：重力式パイプライン地区のうち 4 地区 29 台
- 末端圃場灌漑施設整備（スプリンクラー施設）：2,270 ha

受益地の多くが貯水池下流にあり、ダム放流工から十分な水圧が得られる場合には重力式パイプラインとし、上流域の受益地は可搬式ポンプにて灌漑するという方式であり、経済性を考慮して決定している。

現時点で建設された灌漑施設は以下の通りである。

- 総灌漑面積：620 ha （民間及び個人農家を含む）
- ポンプ場建設を伴うパイプライン施設整備：1 地区（BE-5 Sidi yahia）
- ポンプ場建設を伴わない重力式パイプライン設備
：2 地区（ZA-2 Zangou, ZA-4 Guissat）
- 可搬式ポンプによる揚水灌漑：7 地区 24 台
- 末端圃場灌漑施設整備（スプリンクラー施設）：38.5 ha

このほかに民間によりダム放流工から重力式パイプラインが設置された地区が 2 地区（JE-Sammar, ZA-3 Enfidha）、上流部で個人農家所有の可搬式ポンプによる灌漑も多くの地区で行われており、ダムから下流への放流水をポンプアップして灌漑している農家も SO-1 Breck では多く見られる。現在まったく灌漑に利用されていない地区は 6 地区ある。

今回の調査により、多くの地区で堆砂、水質、水不足等の問題のために、計画通りの灌漑ができない状態であることが判明した。以下に調査時点での各地区の問題点を示している。

表 3.8 各地区の問題点

番号	地区名	問題点	
1	NA-1	Tabouda	水質は良好で堆砂も少なく、特に問題ない。
2	BE-2	Labiadh	水質が悪く、灌漑に適さない。水不足気味である。
3	BE-3	Slouguia	水質が悪く、灌漑に適さない。堆砂量が多い。
4	BE-4	Kashbar	水質が悪く、灌漑に適さない。堆砂量が多い。
5	BE-5	Sidi Yahia	水質が悪く、灌漑に適さない。堆砂量が多いが貯水容量に余裕がある。
6	JE-1	Sammar	水質は中程度であり、堆砂量が多いが貯水容量に余裕がある。
7	KE-1	Bou Yagoum	水質は良好で堆砂も少なく、特に問題はない。
8	KE-2	Rouijel	水質が非常に悪く、灌漑に適さない。
9	SI-2	Mechaiker	水質は比較的良好であるが堆砂量が多い。貯水容量にはやや余裕がある。
10	SI-3	Nchem	水質は中程度であり、堆砂速度も速くはない。
11	SI-4	Meskaya	水質は中程度であるが、堆砂量がきわめて多く、数年で取水不能になる。放流管は土砂により詰まっている。
12	SI-5	Erroumi	水質は中程度であるが堆砂量が多い。水不足気味。放流管が土砂により詰まっている。
13	SI-6	Zaaroura	貯水池は完全に埋まって取水不能。
14	SI-8	Ain Shigaga	水質は中程度であるが堆砂量が多い。
15	SI-10	Jourra	水質は比較的良好であるが堆砂量が多い。数年後には堆砂で埋まる可能性がある。水不足気味である。
16	SI-11	Seja	堆砂量がきわめて多く、数年で取水不能になる。放流管は土砂により詰まっている。
17	SI-12	Ain Melah	水質は中程度であり、堆砂速度も速くはない。
18	SO-1	Breck	水質は比較的良好であるが、堆砂量が比較的多い。貯水容量には余裕がある。
19	ZA-1	Fgigh	水質は中程度であるが堆砂量がきわめて多く、数年で取水不能になる。放流管は土砂により詰まっている。
20	ZA-2	Zangou	水質は中程度であり、堆砂速度も速くはない。
21	ZA-3	Enfidha	水質は中程度であり、堆砂速度も速くはない。
22	ZA-4	Guissat	水質は良好であるが堆砂速度が速い。やや水不足気味である。

出典；SAPS 調査団作成

現時点でダム完成から 9 年から 13 年経っており、その間に堆砂は進み、計画通りであったとしても寿命はあと 10 年以下の地区が多い。堆砂は年々増加し、水質も悪化する傾向があるので、将来的に利用可能な水量の変化と水質の変化を見越した灌漑計画の変更は妥当である。

長期的に十分な貯水量が安定して確保でき、水質の悪化傾向が小さい場合には揚水機場建設によるパイプライン設備は可能であるが、そうでなければ貯水池から直接取水でき、容易に灌漑面積を変えることができる可搬式ポンプを利用した灌漑方式が合理的で経済的でもある。



図 3.11 スプリンクラー散水状況 ZA-2 Zangou
(Jan.21,2014)



図 3.12 貯水池からの取水ポンプ SI-2 Mechaiker
(Jan. 23, 2014)



図 3.13 一般的な小規模ダムの構成

図 3.13 に一般的な小規模ダムの構成を示す。例示しているのは、SO-1 Breck の平面を Google earth から引用して示す。

堤体は、地表水を堰き止める役割を持つが、小規模ダムは全て、自然の土砂、粘土、砂礫、岩石を転圧、盛り立てたアースダムである。堤体の上下流法面の勾配は、材料の特性を反映して安定計算で決めている。勾配が緩やかなほど、安全性は高まるが、工事費が高くなるとともに、上流法面が緩くなると堤体が貯水池に張り出すため、貯水容量が減る。

取水工は、貯水池の上流にある取水口から堤体の基礎部に設置した導水管路および下流放流工で構成される。下流放流工にはバルブが設置され、灌漑用水の利用の場合には、そのまま下流送水管路に接続し、または調整水槽や機場に連結される計画であった。実際には、もともとの河川に放流するゲートの設置までで、工事が終了している場合が殆どである。

灌漑用水の利用目的で取水する以外に、堤体上流面や貯水池内の補修や点検のために貯水池水位を低下させる必要がある場合の非常放流工としての役割も持つ。

貯水池水位が異常に上昇して、貯水がダムのでんばを超えて堤体下流面を流下すると、ダムの決壊に繋がる危険性が高まる。これは、下流法面を高速で流下する流水により、堤体が浸食されるためである。

堤体の安全性を確保するために、満水位を超えると自然に洪水吐水路を通過して下流の原河川に放流する仕組みとなっており、異常な水位上昇を起こさない仕組みである。

従って、洪水吐水路の法面が崩落したりしていると、水路での流水阻害が起こり、洪水が安全に下流に流下できずに、貯水位が異常に高まってダム本体の安定性が阻害される可能性がある。

3.5 小規模ダムの計画と実施

(1) 小規模ダムの当初役割

(i) HDCPs での定義

HDCPs (Hill Dams Construction Project) で取り扱っている小規模ダムは、以下の目的で建設される⁴。

灌漑

帯水層への涵養

洪水防御

ダム下流施設へ流入する堆砂量の減少

「水資源管理事業」の主要な目的は、小規模ダムと灌漑施設を建設して小規模ダム近傍の農地へ灌漑用水の補給水を供給することであるが、必要量は灌漑用水と比較すれば、圧倒的に小さいものの家畜用水や家庭用水への使用も考慮されている。これに加えて、下流域の生活地域や農地に対する洪水被害の緩和、河川沿いの帯水層への地下水の涵養機能も小規模ダムの目的となっていた。

(ii) 計画時点での小規模ダムの堆砂の取扱い

チュニジアでは、地形、地質、植生の影響を受けて、土壌侵食が大きいことが国土保全上の課題であると同時に、小規模ダムを計画する際の課題ともなっている。

堆砂量は、各流域の地形、地質の特徴が異なり、気象状況、営農などの人的活動にも影響を受けることから、その推定は非常に困難である⁵。

⁴ SAPROF 調査報告書による。

⁵当時、ローカルコンサルタントが推定した各流域の比堆砂量は、担当したコンサルタント毎に異なる方法で推定されていて、対象地区の比堆砂量は 244 ~ 3,030m³/km²/年と広い範囲の推定値となっている。2,000m³/km²/年以上の高い土砂生産を示すのは、Siliana に位置する SI-4 Mechaiker (3,030m³/km²/年)、SI-3 Nchem(2,668m³/km²/年)、SI-12 Ain Melah (2,695m³/km²/年)、Beja に位置する BE-4 Kashbar(2,800m³/km²/年)、Zaghouan の ZA-4 Gwissat (2,800m³/km²/年) および Le Kef の Ke-2

以上の状況から、ダムの埋没を防ぎ貯水容量を確保し、寿命を長くするため、各ダム流域の堆砂対策をプロジェクトで考慮することが提案されている。

具体的には、丘陵地では等高線沿いの溝を作るとともに植林を行うこと、傾斜地に草や灌木などの植栽による保護、等高線沿いにサボテンの植栽、小規模な堰と蛇籠の建設などである。

事実、これらの流域保全に農業省は予算配分を実施しているが、対策工を完了して、直ぐに効果が表れるものではない。

SAPROF 調査によれば、DG/BGTH と協議の上、以上の流域保全対策を実施することを前提として、計画上の比堆砂量については、 $1,000 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ を超えるダムサイトについては、概ね $1,000 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ に修正している。

従って、「水資源管理事業」では、ダムの貯留機能を長期間維持するためには、流域保全を優先して実施することが、大前提となっていた。

(iii) 審査時の Minutes of Discussion(1998 年)での定義

プロジェクトの目的は、OECF とチュニジア政府との間で 1998 年 7 月に交わされた MD(Minutes of Discussion)に、以下のように記されている。

- () 小規模ダムを建設し、灌漑施設を導入することにより、農地への補給水を供給する。
- () 適切な水資源管理を通して経済の安定の強化と農村社会の社会環境を改善する。
- () 緑化を推進して土壌侵食から半乾燥地の生態系を守る。
- () 下流域への更なる流砂を防ぐ。
- () ダムサイト周辺の地下水のための帯水層への注水。
- () 小規模ダムによる用水の確保により作物と家畜の生産性を向上させるとともに、支援の拡大を通して栽培作物と家畜種の多様化を図る。
- () 安定した農業生産により農家収入を向上させる。

Rouijel($2,065\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$)の 6 サイトであり、これらの小規模ダムではダム建設後 20 年以内に貯水池が埋没する可能性が示唆された。更に $1,000\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ を超えると推定されたのは、計 11 サイトであり、これは、対象地区 22 サイト中の半分のサイト数である。

上記のように、当初のプロジェクト目的では7つの目的が示されているが、このプロジェクト目的を実現するための、小規模ダム役割について、整理すると以下の通りである。

なお、ここでは、小規模ダムをダム本体と灌漑施設に分けて整理する。

表 3.9 小規模ダムの当初役割

プロジェクトの目的	ダムの役割	灌漑施設の役割
(i) 農地へ補給水を供給する。	雨期の余剰流水を貯留し、必要な時期に補給水として供給する。(ダムの貯水機能)	適切なタイミングで適切な量の用水を農地に配水、灌水する。
(ii) 適切な水資源管理	水資源管理としては、低水管理と高水管理に分けられる。低水管理は安定した利水計画である。高水管理は、洪水が発生した場合、ダム下流域の被害を防止する機能(洪水防止機能)と堤体自身の安全を確保する機能である。また、家畜用水、飲雑用水を確保する場合もある。	低水管理：節水灌漑など、水収支に配慮した灌漑施設の運用 高水管理：灌漑施設としての役割は、一般にはない。
(iii) 土壌侵食防止	流域または裨益地に対して行う保全事業である。ダム上流域で実施する場合は、ダムへの堆砂量を減らすことが出来、ダムの寿命を延ばすと、同時に農地保全につながる。	
(iv) 下流域への流砂防止	ダム上流域からの流砂は、貯水池に堆積され、ダム下流への流砂を防止する。(ダムの貯砂機能) ただし、ダムへの流砂量が多いと、貯水機能の低下がみられ、貯水機能から見たダムの寿命を短くする。	-
(v) 地下水涵養機能	ダムサイト周辺に帯水層があり、地下水利用が行われている場合には、ダムの貯留水	-

	を下流河川に放流して地下水涵養を行い、地下水利用の安定化を図る。具体的な例としては、Sousse 県にある Breck 地区が挙げられる。	
(vi) 用水確保による作物などの生産性向上と営農の多様化	(i)と同じ役割	
(vii) 農家収入の向上	小規模ダムの建設だけでなく、多様で包括的な施策や支援により実現する。	

出典；SAPS 調査団作成

(2) 現状での役割

(i) 貯水機能の低下と下流施設の堆砂の低減機能

灌漑用水を補給するためには、ダムの貯水機能が有効であること、つまり貯水容量を阻害しないように堆砂量を抑制されることが求められる。

表 3.7 現況堆砂量とダム寿命の検討に示すように、各ダムの堆砂状況をまとめているが、SI-6 Zaaroura は、完全に堆砂で埋まり、SI-11 Seija 及び ZA-1 Fgigh でもほぼ埋まっています。既に計画時の貯水容量が阻害されている。これらの貯水機能の劣化は一方で、ダムに堆砂を貯留した分だけ下流への流砂を防止したこと、貯砂ダムとしての機能を果たしたことになる。

貯砂ダムの機能は、貯砂が完了した時点で、更なる貯砂効果は無いものの、貯水容量分の堆砂量を下流へ流下することを防いだこととなり、今後は堤体の安全性を確保しつつ貯砂を下流に流亡させない管理が必要となる。

(ii) 北部水資源開発マスタープランと小規模ダムが果たす役割

チュニジア国の水資源は、以下の二つの観点で考える必要がある。

水量的な観点

チュニジア国全体の水資源を見ると、最北部では降雨量が年間 1,000mm を超えるのに対して、南部では 200mm にも満たない。水資源は北部に行くほど比較的豊富に存在し、中南部では慢性的に不足している。

水質的な観点

同国における塩分濃度の問題は深刻で、降雨量の多い最北部の河川を除いて塩分濃度が高く、そのままでは農業用水や生活用水には適さないことが多い。今回の調査でも雨期に当たる時期に貯水の塩分濃度を測定しているが、比較的良好な値を示した貯水池であっても、蒸発量が多く水利用が盛んになる夏期には、濃度が上昇する可能性がある。

以上の課題から水資源を確保して、これを安定して利用するために1975年に「北部水資源開発マスタープラン」が計画され、水量と水質（塩分濃度の低さ）に恵まれた最北部の表流水を、塩分濃度が比較的高いMedjerda川水系と混合することによって、Medjerda川水系の水量と水質を確保することとなった。

このマスタープランに基づき、1981年に完成したSidi Salemダムをはじめとして、Medjerda川から南部へ送水する水路、パイプラインなど幹線水路に加え、給水のため中部の都市を結ぶパイプラインなどが建設された。2002年までには北部を中心に16箇所のダムが完成した。

Medjerda川水系の表流水は水質改善が図られ、灌漑水、都市給水などの機能を持って、本水系以外にも利用されるもので、その機能を果たすためには、本水系に作られたダムやバラージ⁶などの水利施設の貯水容量を堆砂によって減らさないことが重要である。

小規模ダムの寿命は20～30年であるが、流域からの流亡土砂を溜め込むことにより、同国北部を貫くMedjerda川に設けられた水利施設の機能を保持することは、国全体の水資源の維持の観点からは、最優先されるべき課題である。

なお、小規模ダムの貯水機能の利用については、各ダムの有効な貯水容量に応じた柔軟な水源運用を実施することで、規模に応じた運用を続けていくことが重要である。

⁶ 河川を堰き止めて取水する堰のこと。ただし、貯水を主目的としたダムとは明確な差が無いことが多く、ダムとバラージの両方の呼称が使われることもある。

表 3.10 小規模ダムの下流への堆砂の影響低減効果

県名	ダム名	貯水効果/砂防（流砂の低減）効果
Nabel	NA-1 Tabouda	貯水効果が優勢
Beja	BE-2 Labiadh	EL Arrousia ダムへの流入土砂の低減
	BE-3 Slouguia	”
	BE-4 Kashbar	貯水効果と EL Arrousia ダムへの流入土砂の低減
	BE-5 Sidi Yahia	”
Jendouba	JE-1 Sammar	貯水効果と Sidi Salam ダムへの流入土砂の低減
Le Kef	KE-1 Bou Yegoum	貯水効果と Mellegue ダムへの流入土砂の低減
	KE-2 Rouijel	Sidi Salam ダムへの流入土砂の低減
Siliana	SI-2 Mechaiker	貯水効果が優勢
	SI-3 Nchem	Sidi Salam ダムへの流入土砂の低減
	SI-4 Meskaya	Rmi l ダムへの流入土砂の低減
	SI-5 Erroumi	同上
	SI-6 Zaaroura	Siliana ダムへの流入土砂の低減
	SI-8 Ain Shigaga	貯水効果が優勢
	SI-10 Jourra	貯水効果が優勢
	SI-11 Seja	Siliana ダムへの流入土砂の低減
	SI-12 Ain Melah	貯水効果が優勢
Zaghouan	ZA-1 Fgigh	Bir Mcherga ダムへの流入土砂の低減
	ZA-2 Zangou	貯水効果が優勢
	ZA-3 Enfidha	貯水効果が優勢
	ZA-4 Gwissat	貯水効果が優勢
Sousse	SO-1 Breck	貯水効果が優勢

出典；SAPS 調査団が作成

小規模ダムが下流への堆砂を防止する、下流の水利施設の位置図を示す。

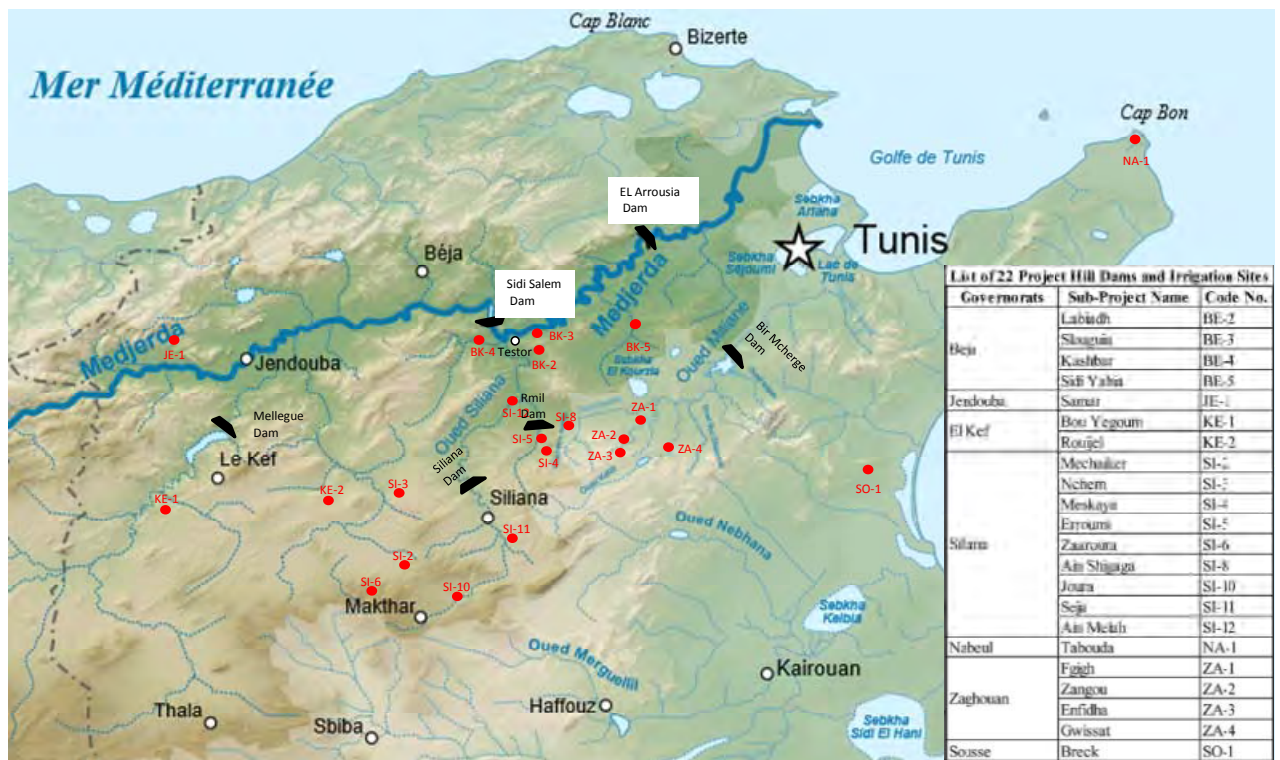


図 3.14 小規模ダムが堆砂量の影響を減らす下流中・大規模ダム

EL Arroussia ダムは、キャップ・ボン運河に導水するための取水施設である。

Sidi Salam Dam は、チュニジアで最も大きなフィルダムである。1977～1981年に Testour の北西 6km で Medjerda 川に建設され、灌漑水の補給、都市給水と電力を供給し洪水防止機能も有する。

Medjerda 川流域に設けられるダムの特性は、以下のとおりである。

ダム名	集水面積(km ²)	総貯水量(100 万 m ³)
Sidi Salem	18,191	959.5
Mellegue	10,309	147.5
Siliana	1,040	125.1
Rmil	232	6.0

Medjerda 川水系とは異なるが、Nabeul と Breck については、各々下流河川への流入土砂の低減が図れる一方、下流には人口密集地を抱えていることから、河積を確保することは洪水の流下能力を維持する効果があり、洪水防御機能のためにも、重要である。

(iii) 埋没した小規模ダムの回復および代替

貯水池の機能を回復するには堆砂を排土（浚渫）して、貯水容量を回復する方法も考えられるが、経済的負担が大きく、チュニジアでは、行われていないのが実態である。

一般的には浚渫した土砂は、谷部などを利用して埋め立てることが考えられるが、しっかりとした土止め工と斜面保護工の施工を必要とし、安易な捨土工事では二次的な土砂流亡を招きかねない。ダムに貯まった土砂の有効利用を促進して、浚渫事業の促進を図る可能性についての検討⁷も行われているが、決定的な解決策は見い出せていないのが実態である。

日本ではダム湖、湖沼などに堆積した土砂に対して、水位差により浚渫・搬送・排出する技術が開発されているが、堆積土砂の粒径などの適応性を検討する必要がある。

堆積土砂が肥沃で重金属などを含まない場合には、上記の浚渫技術と合わせて、圃場に客土することも考えられるが、土地所有者、農家の理解を得る必要もあり、今後の検討課題である。

計画時点では、審査調書(1999年3月)でダムに溜まった肥沃土の農地への還元による農産物の増産効果が謳われていたが⁸、当時、想定された堆砂量は実際に発生した堆砂量よりも少なく実現性が高いと判断されたものと考えられる。

現地で会った普及員の中には、堆砂面を利用して作物栽培を行うことを提案する人もいたが、栽培に適しているかどうかについては堆積土砂の特性やリーチングなどの塩分集積の問題などの適性を検討することが必要である。

また、ダムの堆砂は、水が集まりやすい位置にあることから、井戸を掘って地下水利用を図る案も出されたが、井戸の集水能力は堆砂の性状、特に粒度に大きく左右されることから、その有効性については、調査が必要である。

SI-11 Seja の灌漑施設に対する報告書(2008年 12月 Hydro-Plante)によれば、残されたダムの寿命と水質の状況を考えると、送配水量を確定し、それに応じた機場、配水

⁷ “Study on new concept of management for the sustainable use of the reservoir in the surrounding of Sahara desert” サハラ砂漠周縁部貯水池の持続的利用のための新たな管理・運営手法構築に向けた調査研究(2010～2012年) 筑波大学

⁸ 審査調書 .4.事業の必要性の項で記載。

槽を作り、パイプラインを埋設し、分土工を設置するような固定施設を築造することは、運用は容易になったとしても、新たな投資は薦められないとしている。

代替案としては、新たな投資は行わず移動式のポンプを用いた柔軟な運用を提案している。



図 3.15 SI-11 Seja(Siliana)の貯水池の埋没状況（左）と堆砂表層の粘土（右）

前述したように、小規模ダム貯水容量に堆積した堆砂量は、その分だけ下流の中・大規模ダムの貯水機能を保全したことになり、貯砂機能としては有効である。

埋没し灌漑用水の補給が困難となった小規模ダムの受益地周辺については、流域保全工による土壌流亡が抑制されることを前提に、小規模ダムの新たな適地の可能性の検討も考えられる。

(iv) 帯水層への涵養効果

小規模ダムによる帯水層への涵養効果を見込むには、ダム近傍に地下水を賦存する優良な帯水層あるいは、地下水脈があり、地下水利用が進んでいる場合に小規模ダムによる地下水涵養が促進されて、地下水涵養効果が期待出来る。

具体的な例としては、Sousse 県にある SO-1 Breck ダムが挙げられる。ワジ Breck の両岸には、ダム下流 1.5km に渡り 10 本を超える浅井戸が鑿井されて、ダムからワジへの放流水が帯水層へ流入し、地下水面を維持するとともに、地下水利用が促進されている。

なお、チュニジア国では、ダム周辺の地質が石灰岩や砂岩などの堆積岩である場合が多く、地層の境界部や断層、堆積岩の割れ目を通して貯水が地下涵養されて、ダム下流域での地下水利用を強化しているダムが存在する。

今回、対象としたダムでは、地表水を貯留することを目的として建設されてきており上記の貯水池からの地下浸透効果を当初から計画しているダムは無い。地表水を貯留することを目的としたダムでは、基礎などを通るパイピングを防止して堤体の安全性を確保し、利水の観点から貯水池からの漏水を防止するように設計、施工される。

SO-1 Breck ダムでは地表水を河川放流して下流で地下水涵養を行うものであるが、貯水池敷きから地下水涵養の効果を見込む場合は、計画当初から地質構造を考慮したダムの設計、建設が必要である。

施工の結果として、貯水池から多少なりとも地下浸透が発生している可能性はあるが、観測施設などによる観測が実施されていない中では、この効果を検証することは困難であり、積極的に SO-1 Breck ダム以外で、地下水涵養効果を認めることは難しい。

(v) 洪水防御機能

ダムの洪水防御機能としては、ワジのダム下流側に集落が発達していて、優良農地や貴重な資産や人命にかかわるような場合に、ダム建設による洪水防御機能が期待される。

次に貯水池の洪水防御機能の説明図を示しているが、洪水がダムサイトに到達した際に、ダムに空き容量がある場合には、その容量に応じた洪水量を貯水して、下流への洪水流下をカットする。全ての小規模ダムの洪水吐では、ゲートは持っていない。

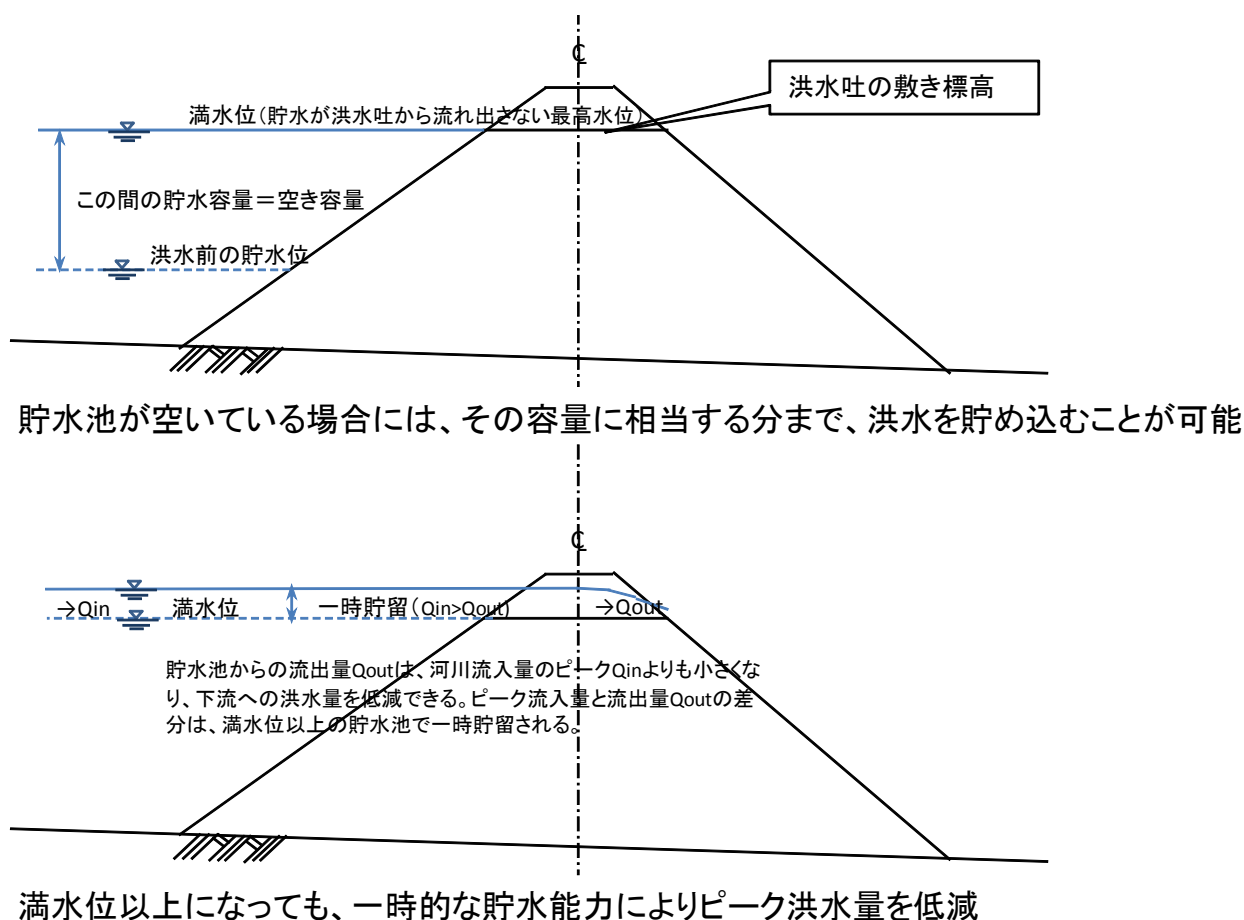


図 3.16 貯水池の洪水防御機能の説明図

従って、洪水防御機能としては、洪水吐の流入敷き以上に貯水位が上昇した場合には、洪水吐から洪水が下流に流れ出すが、洪水吐の流入敷き標高以上のダム容量により、洪水を一時貯留する効果があり、下流地域への洪水のピーク流量を低減する効果と同時に、ピークの発生時刻を遅らせる効果が期待できる。ここで、一時貯留とは時間の経緯とともに、貯留された貯水は洪水吐を通して、排除されることを示す。

洪水防御機能は、多少なりとも全てのダムにあるが、その効果発現の観点からはダム下流に集落が近接しているなどの条件が明確であることが必要と考えられる。

洪水防御機能が明らかなダムとしては、BE-3 Slouguia、NA-1 Tabouda、SO-1 Breck ダムおよび ZA-4 Gwissat ダムなどがある。

BE-3 Slouguia は、ダムから 500m 下流から市街が発達しており、ダム建設前には、洪水被害を受けていたとのことであり、ダム建設による洪水防御機能が期待できる。

NA-1 Tabouda ダムも同様に、下流 500m から人家が見られる。

SO-1 Breck ダムも下流に Takrouna および Enfida の市街を抱えており、過去に洪水被害を受けたことから、洪水防御機能が期待される。

ZA-4 Gwissat ダムの下流には El Fahs の市街が発達しており、この市街に対する洪水防御機能が期待される。

本調査報告書では、前述のように洪水防御の裨益が明確なダムサイトを特定して整理した。しかし、現地調査に同行した DG/BGTH の技術者は、全てのダムで洪水防御機能があると説明している。

上記の 4 つのダムでは、洪水防御機能が確実に実現するように、洪水を迎える前に貯水池水位を制御するなどの洪水防御のための管理が必要になってくる。

(3) 当初役割と現状役割の違い

当初期待した役割と現状での役割を示してきたが、灌漑、帯水層への涵養、洪水防御、ダム下流施設へ流入する堆砂量の減少の役割以外に新たな役割が加わったものはない。

個々のダム別に見れば、流域保全対策の遅れなどによる貯水池への堆砂が、想定以上に進んだダムにおいては、灌漑用水機能が縮小した分だけ、下流の中・大規模ダムへの流入土砂量を減らし、下流の水利施設の貯水効果を保全したことになり、機能を果たしたと言える。

それ以外の、 の機能については、今回その内容を具体的に検証した。しかし、当初想定される役割と現状の役割とで変化は無いと考えられる。

灌漑用水機能については、変動の大きい気候条件も考慮すれば、灌漑施設を固定的な施設と考えるのではなく、多くの地区で行われている移動式のポンプを用いた柔軟な灌漑方法も小規模ダムの実態に合わせた方法と言える。

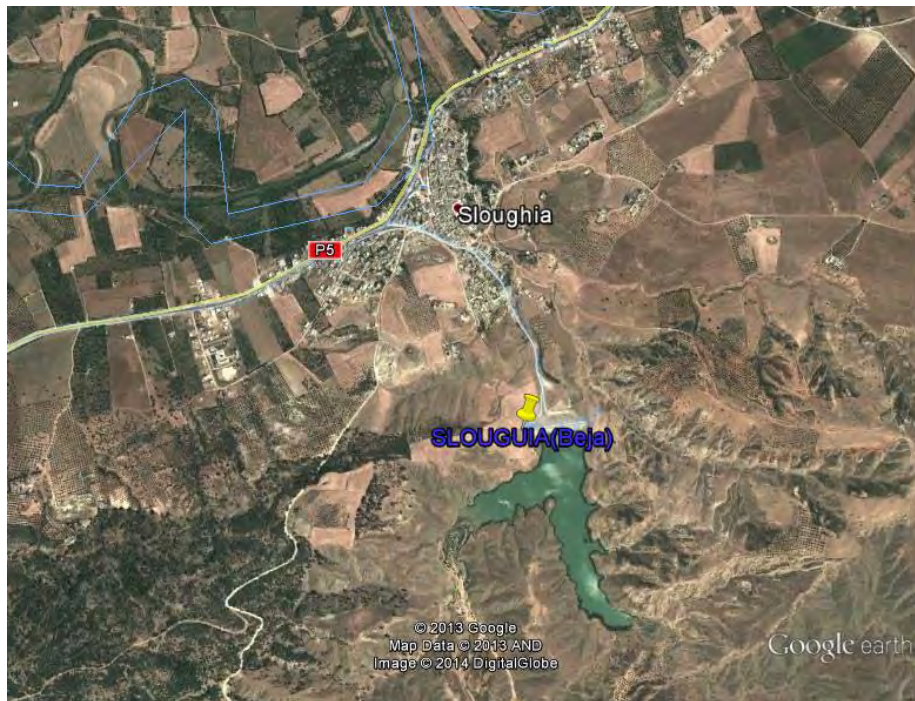


図 3.17 BE-3 Sloughia ダムと下流市街との関係

(Google earth からの引用)



図 3.18 NA-1 Tabouda ダムと下流市街との関係

(Google earth からの引用)



図 3.19 S0-1 Breck ダムと下流市街との関係

(Google earth からの引用)



図 3.20 ZA-4 Gwissat ダムと下流市街との関係

(Google earth からの引用)

3.6 政策面の要因

(1) 国家開発計画

水資源管理計画が検討された時は、チュニジアでは国家経済のレベルアップを目指して第9次国家開発計画(1997-2001)で21世紀に向かう国家の開発のマイルストーンを示していた。

最大目標を「国内市場の世界市場への完全な統合と21世紀に向けた成功の鍵を握る諸機会をつかむ準備」としているが、その他にも以下の目標を設定していた。

- 社会基盤の開発と近代化
- 人的資源の評価とグレードアップ
- 社会関係分野で既に達成された成果の強化
- 地域開発の一層の強化

その中で、主要な農林水産業開発政策は、1)構造調整の継続、2)農林水産関連諸活動の改善、3)農産物の市場調整、4)水資源の開発、5)水と土壌の保全、6)森林と牧草地の保全であった。

この間の、農産物の目標達成率は、畜産、果樹を除いて、穀物などでは旱魃の影響を受けて、低い達成率となり、旱魃対策としての灌漑整備の重要性が認識された。

以上のように、「水資源管理事業」は第9次開発計画の政策に合致した事業である。事業進捗期間中に旱魃被害を受けたことは、事業の必要性を認識させる一方で、農民の事業への投資を鈍らせる結果ともなった。

続く第10次開発計画(2002-2006)では、基本理念として1)農林水産物生産の持続的成長、2)農村の発展と農業生産者の生活水準及び所得の改善、3)自然資源の動員継続と開発の合理化、の3点を挙げている。この理念のもとで挑戦すべき課題としては以下の4点が挙げられている。

・ 市場の大幅な対外開放

チュニジアはEU諸国とのパートナーシップ協定、アメリカとの貿易と投資に関する枠組み合意、モロッコ、エジプト、ジョルダンとの自由貿易協定、アラブ・マグレブ同盟への参加など様々な貿易協定を結び、輸出指向型成長戦略を取っている。

上記の協定の枠組みの中で、農産物輸出の機会を活かすためには、国内需要を満たした余剰生産物については、「輸出のための生産」を視野に入れて作物栽培の促進を図ること、農産物加工業の競争力を向上させること、品質規格を定め、国際基準での品質向上に努めることなどの取り込みを行うとしている。

・気象条件への適用

気象変動は、特に降雨量の少ない中部、南部において農業生産に深刻な影響を及ぼす。そのため、気象変動の影響を抑えることが必要となる。具体的には、灌漑地域の更なる開発、灌漑用水の節水技術の普及、様々な天候に適応した耕作技術や品種改良などを挙げている。

・余剰生産物の管理

市場の大幅な開放に伴って、在庫を大量に抱え込む必要は薄れたが、余剰生産物についての合理的な管理が必要となる。一方で、国内需要を満たさない農産物については増産の努力が求められる。

以上のように、第10次開発計画においても、チュニジア国の気象に左右されない安定した農業生産基盤の造成と言う観点で「水資源管理事業」は開発計画の政策と一致している。

事業計画では末端灌漑施設にも点滴灌漑などの節水灌漑の導入が見込まれている。

第11次開発計画(2007-2011)でも、今までの路線を踏襲し、開放的な市場、生産性の向上、高い失業率で問題となっている高学歴社会への取り組み、新規雇用の創出などが挙げられている。

(2) Hill Dam Project と水資源管理事業の位置づけ

農業省は前述した第9次国家開発計画に従い、HDCPs(Hill Dam Construction Projects)を展開していた。1998年の資料によると、その時点で63基の小規模ダムが既に築造され、42基が建設中、7基がこれから工事を開始しようとし、計画中が95基であった⁹。

⁹ SAPROF STUDY ON HILL DAMS CONSTRUCTION PROJECT MAIN REPORT(1998)Table of Table 2.4-1 Plan and Status of HDCPs (As of January 1998) を参照

HDCPs は、中規模、大規模ダムの開発適地が限界を迎えていたことから、堤高 13～26m、貯水容量 100,000～2,000,000m³で、地形、地質、流砂状況、負の環境がかからないことや地域の要望を踏まえて、ダムサイトを決定したものである。

計画中の 95 基の内から、30 基のダムサイトについての開発の妥当性を検証し、最終的に 22 基のダムサイトが「水資源管理事業」で取り上げられた。

従って、水資源管理事業は、「北部水資源開発マスタープラン」¹⁰で実現する中規模、大規模な水利施設と一体となって、チュニジア国の水資源開発の一端を担うものである。

(3) 灌漑を中心とした水資源の開発

チュニジアにおける水部門の基本政策は、1990 年から 2010 年を対象とする「Eau2000」、2000 年から 2030 年を対象とする「Eau XXI」がある。

「Eau2000」は、「北部水資源開発マスタープラン」を実現し水需要を充足することを目標としている。

「Eau2000」：

- 限りある水資源を有効に貯留し配分する為の施設を建設することが主な目的
- 開発可能水資源量の 95% が利用可能になる見込み

「Eau XXI」では、計画通り開発が進めば、2010 年以降は、更なる開発可能水量は残されていないと推定している。従って、2010 年を目途に進められている水資源の有効活用と施設の適切な管理というソフト面での対応が水セクターの長期的な課題であるとし、パイプライン化による灌漑システムの送水効率の向上、圃場における水利用効率改善のためのスプリンクラー・ドリップ灌漑等の導入を進めることとなっている。

但し、予定通りに水資源が開発されたかどうかについては、改めて検証が必要である。

「水資源管理事業」での実態として明らかになってきたように、開発された貯水能力は堆砂の抑制機能に置き換わったことにより、期待された水源開発量に達していない可能性がある。

¹⁰ 水量と水質に恵まれた最北部の表流水を、塩分濃度が比較的高い Medjerda 川水系と混合することによって、本水系の水量と質を確保するとともに、本水系にいくつかの水利施設を作り、本水系の広大な沖積平野への灌漑、北部から中部の都市への給水を実現する計画。

効率的な水利用計画を促進するため、貯水池管理と上流域管理、節水とロスの低減を目標としている。

「Eau XXI」：

- 2030年を目標年次とした長期的水資源政策計画
- 水資源の有効利用と施設の適切な管理に重点

(4) 政策面の一貫性

以上に、述べたように国家計画の中では、厳しい気象条件などを背景として水資源開発の重要性と農業セクターの発展に対して1975年の「北部水資源開発マスタープラン」以来、一貫して政策の重点が置かれてきている。

「水資源管理事業」も他の多くの水資源開発に関する事業と同様に、上記の政策方針の中で展開されてきたものである。

「水資源管理事業」の中で築造された小規模ダムの多くは、「北部水資源開発マスタープラン」で構想され、築造されたMedjerda川水系に作られた基幹的な水利施設の上流域に位置しており、土壌浸食が激しいという国土条件のもと、これら施設の機能維持のために、下流にある水利施設への流下土砂量を抑制する機能を有する。

これは、下流施設を守るという機能を果たしているものの小規模施設周辺の農地に灌漑水などの用水を安定的に供給すると言う機能が充分には果たせなくなっている。

今後は、水資源の有効利用の観点から堆砂が進行した小規模ダムの再利用の方法、新たな水源開発の可能性などの検討も必要になるものと考えられる。また、地方にある小規模ダム開発の現場では安定した水資源の確保が出来ていないことなどを背景に、農民の組織化、灌漑技術の向上などのソフト的な対応も不十分であり、今後の課題となっている。

「水資源管理事業」の中で取り組んできた課題ではあるが、今後とも関連する農家に対しては継続的な支援を必要とする。

ダム貯水池の貯水機能を損なう流域からの土壌流亡が、貯水池の貯水機能を十分に利用できない直接の原因となる事例もあり、地道にこれら流域の土壌保全に力を入れた政策の継続が望まれる。以上、見てきたように政策面では、首尾一貫して水資源開発と灌漑整備の推進の重要性から、政策展開がなされてきたところである。

3.7 農民の灌漑農業に対する姿勢

(1) 灌漑農業に対する姿勢

チュニジアでは、降水の時間的変動が大きいことが特徴であるが、本プロジェクトの L/A 承認が行われた 1999 年は、渇水時期に当たる。その後も旱魃が数年に渡り続くと言う過去に例を見ない事態が続いていた。

そのような事態の中で、灌漑整備計画の見直しが必要とされるようになった。

農民にとっては、資金調達のハードルが高く、また連続した旱魃を経験した中では、灌漑整備への期待よりも、経済的な負担が掛からない方法を選択したものと思われる。

灌漑農業の推進には、先ず、何よりも成功事例を目の当たりにすることが、最も重要であり、先進地区でのパイロット事業での成功例を見せることが、最も効果的な啓発活動と考えられる。

農家への資金的な支援および補助策と啓発、営農指導活動とを合わせた総合的な施策が必要と考えられる。

(2) 土壌保全に対する意識

営農上圃場の耕作方法、特に耕起方法については、圃場が斜面である場合には圃場面からの表土が流亡しない工夫が必要である。

普及員からの話によれば、農民に対して斜面の等高線方向に耕起することを指導しているとのことであるが、斜面方向への耕起を行い指導通りには実施されないとのことである。

このような圃場が、ダム上流域にある場合には、貯水池の土砂流亡を早めている可能性がある。

農民にとっては、等高線方向にトラクターを走らせることは、車体の安定性の面から操作し難く、作業効率が悪いことを挙げているとのことである。

農民にとっては、当面の作業の効率性から耕作方法を選択していることになるが、自らの圃場の土壌を保全して作物生産の生産効率を維持し、更には水源である小規模ダムの寿命を延ばし、持続的な営農が実現するための手段として、耕作方法が重要であるとの認識までは、至っていない。

流域保全対策には、CRDA による国、県の政策的な対策と現地で活動している農民の保全的な活動と意識が重要である。

この意識を醸成するためには、自らが水源も含めた管理に参加して、当事者意識を持つこと、つまり GDA などの組合組織を通じた参加型の営農活動の浸透が望まれる。

第4章 事業スキープの再定義及び事業完了の定義付

4.1 事業範囲および事業完了の定義

(1) 事業コンポーネントの再定義

当初事業内容と現時点での実績及び今後の必要となる対応について整理すると次表の通りである。

当初事業内容	実績/今後の対応
1) 小規模ダム建設 7 県 22 地区の小規模ダムの建設。	(実績) 7 県 22 地区の小規模ダム建設完了。 (今後の対応) 堤体法面や洪水吐水路の法面の浸食や崩壊が見られるが、これは建設事業の一貫ではなく、ダムの維持管理として扱う。
2) 流域管理 土壌流亡防止のための防風林等の設置 対象面積 3,080 ha	(実績) 土壌流亡防止のための防風林等の設置 対象面積 6,154 ha (今後の対応) 流域管理は、即時に効果が表れにくい対策工もあり、今後も引き続き現地の状況を踏まえて対策を講じる。但し、これは継続的な管理と定義。 また、営農指導の中で農民に等高線方向に耕起することで、土壌流亡を抑えることを理解させ徹底させることは普及員による営農指導の役割である。
3) 灌漑施設の建設 22 地区の基幹灌漑施設（揚水機場、調整水槽、パイプライン等）の建設。 末端圃場灌漑施設（スプリンクラー設備） 2,270 ha の設置。総灌漑面積 2,300ha。	(実績) 2 地区の基幹灌漑施設建設。5 地区での可搬式ポンプ調達。 末端圃場灌漑施設 80ha の設置。総灌漑面積 620ha。 (今後の対応) 本事業としては、これ以上の基幹灌漑施設の建設は、必要がない。 但し、今後の営農指導の中で農家がポンプ、灌漑設備を利用することへの指導を行う。CRDA によ

	る機材貸与・貸出、資金的な補助、融資などの支援が求められる。
4) 用地買収 建設されるダムの貯水池、ダム、付帯施設の土地に対する補償費等。	(実績) 建設されるダムの貯水池、ダム、付帯施設の土地に対する補償費等。 (今後の対応) 特になし。
5) 測量試験 灌漑施設の測量、詳細設計、入札書類の作成等	(実績) 灌漑施設の測量、詳細設計、入札書類の作成等
6) 運営・維持管理作業強化のための機材調達 湿地ブルドーザー 2台、バックホウ 2台、ダンプトラック 4台、トレーラートラック 1台、ピックアップトラック 4台	(実績) なし (今後の対応) 必要に応じて、今後農業省、CRDA で対応。
7) コンサルティング・サービス 事業全体の管理、土木工事施工管理、組織強化(普及サービス、農民組織)	(実績) 6県を対象とした灌漑施設建設に関する Feasibility Study (今後の対応) 組織強化については、JICA が実施している「北部地域導水・灌漑事業、バルバラ灌漑事業円借款 附帯プロジェクト」の成果を農業省内で、利用出来るものは利用する方針で適切な対応を行う。

出典；SAPS 調査団作成

灌漑整備については、干ばつの影響等により実施が遅れ、さらに予想以上の堆砂が観測された地区も多く、水質の悪化も観測されたため、整備計画の見直しをせざるを得なかった。見直しの結果、当初計画では固定式のポンプ場とパイプライン建設とされていたものの多くが簡易な可搬式ポンプによる小規模な灌漑が妥当であるとされた。

今後新たに固定式灌漑施設を建設する妥当性は低く、各県ごとにおいても次の開発計画の段階に入っている。従って、現時点で当事業の灌漑計画の実施は完了したものとみなすのが妥当である。

上表中で示す今後必要となる対応については、維持管理段階での作業や、一般的な普及活動の中で実施出来るものばかりである。

従って、本事業における各コンポーネントの範囲の再定義としては、上表に示す実績に示す内容とし、現時点での事業進捗結果を持って、事業の完了とする。

(2) チュニジア政府の事業推進についての努力と評価

事業進捗についてのチュニジア政府の対応を整理すると、以下のとおりである。

項 目	チュニジア政府の努力/SAPS 調査団の評価
<p>1) 小規模ダム建設 (計画) 7 県 22 地区の小規模ダムの建設。</p> <p>(実績) 当初予定より遅れたものの、22 地区の小規模ダムの建設を完了</p>	<p>(チュニジア政府の努力) コンサルタント・サービス契約の遅れなどが、主要因でダム建設が遅れたものの、ダム建設については、既に HDP s 事業としての施工実績を持っていることもあり、ダム建設費を出来るだけ抑えることも含めて、施工完了に向けた努力が払われた。</p> <p>(SAPS 調査団の評価) 施工完了に向けた努力と実績は高く評価できる。但し、現状で堤体法面や洪水吐水路の法面の浸食や崩壊が見られる事実から、初期のダム建設費だけでなく、正常な機能を維持するための将来の維持管理費も含めたライフサイクルコスト¹¹を最小にするとの観点で、ダム建設を行うことが重要である。将来の維持管理が容易となる施設作りが望まれる。</p>
<p>2) 流域管理 (計画) 土壌流亡防止のための防風林等の設置 対象面積 3,080 ha</p> <p>(実績) 対象面積 6,154 ha</p>	<p>(チュニジア政府の努力) 対象面積としては、計画に対して約 2 倍の面積に対して対策されている点は、現地状況を判断して、対応していると思われる。</p> <p>なお、普及員がダム流域の農民に等高線方向に耕起することで、土壌流亡を抑えるように、指導しているが、作業効率の観点から実際にこの指導に従っている農民は殆どいないとのこと。</p> <p>(SAPS 調査団の評価) 対象面積とは別に、対策された地区は、限定的で</p>

¹¹ ライフサイクルコスト (Life cycle cost) とは、構造物などの費用を、調達・製造～使用～廃棄の段階をトータルとして考えたもの。

	<p>ある。土壌流亡の要因は単純ではないが、多くのダムサイトで堆砂が進んでいる状況を考えれば、多くの地区で対策工の導入が必要であったと考えられる。</p>
<p>3) 灌漑施設の建設 (計画) 22 地区の基幹灌漑施設(揚水機場、調整水槽、パイプライン等)の建設。 末端圃場灌漑施設(スプリンクラー設備) 2,270 ha の設置。総灌漑面積 2,300ha。</p> <p>(実績) 2 地区の基幹灌漑施設建設。5 地区での可搬式ポンプ調達。 末端圃場灌漑施設 80ha の設置。総灌漑面積 620ha。</p>	<p>(チュニジア政府の努力) 渇水が連続して、整備水準を見直す必要に迫られたことが、事業進捗を遅らせた直接の原因として説明されている。更に、この間にも完成したダムの堆砂が進行したこと、貯水水質が悪化するなど、受益者農民の組織化が難しい状況で、灌漑整備のための F/S を実施して、当初計画の見直しに努めた。</p> <p>(SAPS 調査団の評価) 計画時点で想定していなかった状況の変化があったものの、その対応が遅れたことは、円借款プロジェクトに精通した日本のコンサルタント企業がプロジェクト全体を管理するプロジェクト・コンサルタントとして参画していない影響は大きいと考えられる。</p>

出典；SAPS 調査団作成

(3) 貸付け完了後の先方政府負担の事業スコープ

2009 年 11 月 12 日をもって貸付は完了したが、事業としてはチュニジア政府によって継続され、2013 年 10 月の ZA-2 Zangou 地区の灌漑施設整備完了をもって事業完了となった。

貸付完了後の先方政府負担の事業スコープは、以下の通りである。

灌漑整備事業：以下の 2 地区

BE-5 Sidi Yahia 地区：ポンプ場建設 1 ヶ所、調整水槽建設 1 ヶ所、
送水管敷設 674m、配水管敷設 6,945m

Za-2 Zangou 地区：配水管敷設 3,266m、末端灌漑施設整備 18.5ha、

土壌保全事業：11 地区

(4) 各ダムの利用目的

当初のダムの主な利用目的は、灌漑、帯水層への涵養、洪水防御、ダム下流施設へ流入する堆砂量の減少、となっている。このうち、灌漑については、すべてのダムで対象となっていたが、現状では灌漑利用は困難なものもある。これらは下流基幹水利施設の機能維持や下流河道への堆砂を防止する機能に貯水容量が使われたと考えるのが妥当である。

更に、帯水層への涵養、洪水防御については、22ヶ所全てのダムで機能を持つものではなく、ダムサイト周辺、および下流側の状況などで判断すべきことである。従って、SAPS 調査団としては、これら状況を判断して、次表に各ダムの水質、堆砂速度、貯水容量、位置等を考慮し、利用目的を整理する。

表 4.1 各ダムの利用目的

ダム名称		各ダムの利用目的			
		①灌漑	②周辺滞水層への地下水涵養	③下流集落、市街地への洪水防御	④下流基幹水利施設および河道への堆砂の防止
NA-1	Tabouda	有効貯水量に応じた灌漑を行う。		Haouaria市の洪水防御	下流河道への堆積
BE-2	Labiadh	〃			Barrage d'EL Arrousiaへの流入土砂の低減
BE-3	Slouguia	〃		Sloghia市の洪水防御	〃
BE-4	Kashbar	〃			〃
BE-5	Sidi Yahia	〃			〃
JE-1	Sammar	〃			Sidi Salamダムへの流入土砂の低減
KE-1	Bou Yagoum	〃			Mellegueダムへの流入土砂の低減
KE-2	Rouijel	〃			Sidi Salamダムへの流入土砂の低減
SI-2	Mechaiker	〃			下流河道への堆積
SI-3	N'chem	〃			Sidi Salamダムへの流入土砂の低減
SI-4	Meskaya	〃			Rmilダムへの流入土砂の低減
SI-5	Erroumi	〃			〃
SI-6	Zaaroura	既に堆砂により埋没して灌漑の機能は無い			Silianaダムへの流入土砂の低減
SI-8	Shigaga	有効貯水量に応じた灌漑を行う。			下流河道への堆積
SI-10	Jourra	〃			〃
SI-11	Seia	〃 但し、堆砂が進んでいる			Silianaダムへの流入土砂の低減
SI-12	Ain Melah	〃			下流河道への堆積
ZA-1	Fejj	〃 但し、堆砂が進んでいる			Bir Mchergaダムへの流入土砂の低減
ZA-2	Zangou	〃			下流河道への堆積
ZA-3	Enfidha	〃			〃
ZA-4	Guissat	〃		El Fahs市の洪水防御	〃
SO-1	Breck	〃	ダムから下流への放流により、下流域の地下水利用を保障	Takrouna、Enfidha市の洪水防御	〃

出典；SAPS 調査団作成

4.2 結論

チュニジア政府は、（2013年の灌漑施設建設完了をもって）本事業は完了したと考えており、調査団もこれを妥当と判断する。事業の完了をもって、今後農業省はPCRをJICAに提出し、JICAが事後評価を実施、教訓を導き出すことになる。

但し、本報告書で述べているように、完了後については本事業で造成した施設の維持管理が本来の機能を実現するために必要であり、更に、これら施設を利用して農民の組織化と組合活動、営農推進を進めていくことが重要である。

前者の維持管理については、

- ・ ダムの安全性を脅かす施設の欠陥や灌漑施設の不具合については、CRDAで予算を確保して、補修を行う。
- ・ ダムの安全性については、農業省の専門家が安全評価を行う。
- ・ 貯水池運用については、CRDAからの指示でダム管理人がゲート操作をしているとのことであるが、操作の記録、保管を徹底する。特に、下流の洪水防御を目的とするダムでは、貯水位管理が求められることから、責任を明確にする必要からも管理データの維持、管理は必要である。

農民の組織化については、JICAが農業省、CRDAで実施している技術支援プロジェクト「北部地域導水・灌漑事業、バルバラ灌漑事業円借款附帯プロジェクト」が進行中である。水資源管理事業の対象地区の特性、施設規模や農家を取り巻く環境などは、技術支援プロジェクトが対象としている地区とは異なることを考慮した上で、技術支援プロジェクトで得られる成果については、利用できるものは利用するように農業省内で検討する。

第5章 事業の評価

5.1 事業の評価のための整理

今後、事後評価が実施される予定である。従って、関係者への聞き取り調査などを踏まえてレーティングは、事後評価コンサルタントが実施するが、ここでは SAPS 調査時点で、得られた情報を整理しておく。従って、ここでの記載は評価として完全なものでは無く、評価のための情報整理である。妥当性、有効性、効率性、インパクト、自立発展性の5項目の切り口で事業は評価されるので、その5項目に沿って記述する。

(1) 妥当性

本事業の借款契約締結時(1999年)時の第9次国家開発計画から革命前に策定された第11次国家開発計画、水資源基本政策「Eau2000」(1990~2010年)「Eau XXI」(2000~2030年)、および事業実施の必要性の観点から考察する。なお、詳細は3.6 政策面の要因の項を参照。

国家開発計画

第9次国家計画で示された主要な農業セクター関係の政策の中に、水資源の開発、水と土壌の保全、森林と牧草地の保全が謳われている。続く第10次計画では、1)農林水産物生産の持続的成長、2)農村の発展と農業生産者の生活水準及び所得の改善、3)自然資源の動員継続と開発の合理化の3点を挙げ、挑戦すべき課題として、灌漑地域の更なる開発、灌漑用水の節水技術の普及などを掲げ、更に第11次国家開発計画の中でも、今までの路線を踏襲し、開放的な市場、生産性の向上を目標としている。

以上のように、国家開発計画の中では水源開発と農業振興が、一貫して高い優先度が与えられている。

水資源基本政策

「Eau2000」では、限りある水資源を有効に貯留し配分する為の施設を建設することを掲げ、水資源の積極的な開発掲げている。「Eau XXI」(2000~2030年)では、水資源の有効活用と施設の適切な管理が掲げられ、パイプライン化による灌漑システムの送水効率の向上、圃場における水利用効率改善のためのスプリンクラー、ドリップ灌漑の導入などを進めることとなっている。

正に、上記政策は本プロジェクトの事業内容と合致したものとなっている。

事業実施の必要性

事業実施前は、事業での対象地区では降水の時間的あるいは空間的な偏在性と言う水資源の制約から灌漑農業が展開出来ない状況であった。事業実施に伴い、全地区ではないが、流域保全の推進、灌漑技術の普及が期待でき、また、小規模ダム機能として、下流地域への堆砂流亡を防止、ダム周辺への地下水涵養、ダム下流の集落に対しては洪水被害を防止することが出来、事業実施の必要性が、認められる。

なお、チュニジア国では Medjerda 水系などに重要な水利施設が設置されており、これら施設が有効に利用されるには、その上流域からの流亡土砂を抑えることが、国家的な水利用計画上也重要なことであり、小規模ダムの設置はこの点からも重要性が高い。

また、近年注目される温暖化については、降水の時間的偏在性に伴い、湯水と洪水が起こることを考えると、下流に人家など集落や都市がある小規模ダムでは、ダム設置の必要性は高い。

(2) 効率性

アウトプット

本事業での達成率を整理し表 5.1 に示すが、22 ヶ所の小規模ダムは DG/BGTH が担当し PIU を設立して、当初予定では 2000 年から 2001 年の間に建設する予定であったが、2005 年 4 月までにすべて完了している。流域保全は、22 サイトすべてで実施する計画であったが、実際にはその半分近くである 11 サイトで実施されたが、対象面積は当初の 2 倍近くに実施している。保全工の範囲内容については、現地に状況を反映して対応する必要があったことから、このような状況になったと判断される。

基幹灌漑施設の建設は各ダム建設後の 2001 年から 2002 年の間に計画されていたが、旱魃の影響を受け、計画の見直しが必要となり、各県で灌漑施設の F/S が実施された。このため基幹灌漑施設の建設開始は遅れ、貸付実行期限に間に合わず、GOT 予算によって実施されることになり、2011 年の Sidi Yahia、2013 年の Zangou 以外実施されていない。

また、基幹灌漑施設の F/S は 2007～2009 年に実施されたが、その時点でダムが完成して早いものでは、既に 6～7 年経過しており、既に貯水池内の堆砂問題が表面化しているダムサイトもあった。具体的な基幹灌漑施設の整備が多くのダムサイトで実施されなかったのは、建設後の時間の経緯とともに堆砂状況および、貯水池水質の状況および降水状況を踏まえた中で、固定的な設備を施工するのではなく、農家が直接貯水池から可搬式ポンプで取水することが、現実的な方法として定着したことによると考えられる。

末端圃場灌漑施設の設置は、基幹灌漑施設建設後に予定されていたため、1地区のみ設置された。

機材調達は2000年に計画されていたが、プロジェクト・コンサルタントの調達がなされなかったことと、CRDAのPIUが設立されなかったため実施されなかった。

プロジェクト全体の管理のためのコンサルティング・サービスは2000年から2004年まで実施される計画であったが、雇用されず、2007年から2009年にかけての各県ごとのサイトのFeasibility Studyに、コンサルタントが雇用された。

期 間

1999年にL/A調印後に事業が開始されたが、事業進捗途中で早魃年が連続したことから灌漑施設の見直しを余儀なくされ、2006年11月に貸付実行期限を3年間延長している。2009年11月の期限以降は、必要な灌漑整備事業については、チュニジア政府の自己資金で継続することになり、革命の混乱による中断も含めて、2地区の灌漑整備工事が終了したのは、2013年である。その為、当初7年8ヶ月の事業期間は10年8ヶ月となり、チュニジア政府が継続実施した灌漑整備事業が終了するまでには15年近くを要している。

事業費

以下に事業費の要約を示すが、実際の事業費は計画時と比較して大幅に低減されている。

事業費総括

単位（百万円）

区 分	円借款分	GOT 分	全体事業費
計 画	7,184	2,425	9,609
実 際 (貸付実行総額)	3,617	1,941	4,482
差 額	3,567	483	5,126
実際/計画 (%)	50.3	80.0	46.6

注；換算率は1TD=116円、GOT分には、貸付実行期限以降に実施されたBE-5 Sidi Yahiaの基幹灌漑施設整備工事、ZA-2 Zangouでの基幹灌漑施設整備工事および圃場灌漑施設工事も含む。

灌漑計画の見直し等により、当初計画の灌漑整備が進まなかったこと、貯水池建設費の削減、プロジェクト管理コンサルタントが雇用されなかったことなどが、事業費削減の大きな原因と考えられる。

(3) 有効性

灌漑面積

表 5.1 に示すように、計画灌漑面積 2,298.4ha に対して、2014 年時点での実績は 620.5ha で計画に対しては、僅か 27%である。この原因としては、以下のことが推察される。

- ・ 1999 年頃に連続した渇水が続き、灌漑計画の見直しが必要となったこと。
- ・ 渇水の影響は、農民が積極的に灌漑事業に投資する意欲を低下させたこと。
- ・ 一部には、堆砂でダムが埋没して灌漑用水が確保できなかった、または貯水の塩分濃度が高く、農業用水としての利用を控えざるを得ない所もあったこと。
- ・ 以上の要因で、農民の組織化が遅れていて、積極的な灌漑農業への取り組みも遅れていること。取組の遅れから模範となる成功例が今の所、見られず、更なる灌漑農業の利用の展開に繋がっていないこと。

以上に示された課題は、事業完了後も継続して取り組むべき内容である。

灌漑施設整備

上記で述べたように灌漑計画の見直しなどにより、灌漑施設計画の遅れと、固定的な施設配置から柔軟な灌漑整備方針に変更となったことから、表 5.1 に示す事業の達成率で示すように、設置ポンプ規模、ポンプ設置数、調整水槽数、設置送配水管路長、圃場灌漑施設設置面積などは当初計画の数値に対しては非常に小さな数字となっている。今後は、各地区の実態に応じた整備水準で、貯水池の活用を推進することが重要である。

表 5.1 事業の達成率

Sub-Project	1. Irrigation Area (ha)		2. Water Resources Conservation	3. Watershed Management (ha)		4. Pumping Station (kw)		5. Group Pump (set)		6. Regulating Reservoir (m ³)		7. Delivery Pipeline (m)		8. Distribution Pipeline (m)		9. On Farm Irrigation System (ha)	
	Proposed	Actual		Proposed	Actual	Proposed	Actual	Proposed	Actual	Proposed	Actual	Proposed	Actual	Proposed	Actual	Proposed	Actual
NA-1 Taboudé	80.2	1.0	All Completed	140	0	50	none	0	0	10	none	280	0	5,450	0	50	0
BE-2 Leblach	94.4	0.0	Nov-01	140	1,128	33	none	0	0	10	none	400	0	8,720	0	84	0
BE-3 Sioquilia	233.3	2.0	Aug-02	140	2,100	175	none	0	0	20	none	700	0	7,050	0	223	0
BE-4 Kashbar	337.4	47.0	Apr-05	140	1,128	33	none	0	0	10	none	750	0	11,000	0	337	0
BE-5 Sigi Yahia	94.6	0.0	Apr-05	140	1,184	33	80	0	0	33	500	500	674	2,230	6,643	95	0
JE-1 Sammar	75.9	75.0	Mar-02	140	20	none	none	0	0	none	none	none	2,500	0	77	0	
KE-1 Bou Yagoum	134.0	18.5	Aug-01	140	500	145	none	0	0	20	none	2,200	0	3,330	0	134	0
KE-2 Boujlel	113.6	0.0	Nov-01	140	0	50	none	0	0	50	none	850	0	3,070	0	114	0
SI-2 Mechaliker	90.8	42.0	Nov-01	140	0	none	none	5	3	none	none	none	none	12,000	0	91	0
SI-3 N'chem	80.5	30.0	Jan-02	140	0	none	none	7	5	none	none	none	none	2,450	0	81	0
SI-4 Meskaya	89.8	7.0	Jan-02	140	0	33+3	none	0	4	10	none	500	0	7,800	0	84	0
SI-5 Broumi	48.3	12.0	Jul-01	140	0	35	none	0	0	10	none	600	0	1,650	0	48	0
SI-6 Zairour	191.2	0.0	Nov-01	140	0	50+20	none	0	0	20+18	none	1,700	0	9,000	0	191	0
SI-8 Shigase	138.3	27.0	Jun-02	140	0	42	none	8	4	13	none	1,700	0	8,750	0	158	0
SI-10 Jourra	48.7	49.0	Oct-01	140	0	none	none	0	1	10	none	200	0	4,500	0	29	0
SI-11 Sela	81.7	0.0	May-02	140	0	87+3	none	0	0	13	none	1,200	0	4,700	0	82	0
SI-12 Ah Melah	72.3	42.0	Sept-02	140	0	none	none	9	0	10	none	none	none	12,000	0	72	0
ZA-1 Rajji	39.1	0.0	Jul-01	140	20	29	none	0	3	13	none	150	0	2,250	0	39	0
ZA-2 Zantou	57.5	110.0	Nov-03	140	70	55	none	0	0	none	none	400	0	1,800	3,255	58	19
ZA-3 Enfiche	28.5	83.0	Nov-01	140	15	50	none	0	2	none	none	300	0	850	0	29	0
ZA-4 Gulsset	27.8	54.0	Jun-01	140	0	33	none	0	0	10	none	500	0	1,950	5,000	28	20
SO-1 Brack	180.5	20.0	Jul-01	140	0	41	none	0	0	15	none	500	0	2,890	0	181	0
Total	2,298.4	620.5	22 sites	3,080.0	6,163.0	1,047	80	29	24	303	500	14,330	673.6	119,100	15,211	2,270	59
Achievement (%)	27.0		100	200.2		7.6		82.8		165.0		4.7		12.8		1.7	

下流水利施設の機能保持

ダムの貯水容量が計画時には2,119千m³であったが、2014年に実施した調査結果では堆砂の影響により1,319千m³と計画時の62.3%になっている。この計画時と貯水容量の差、約8,000千m³が、この間に貯水池に堆砂した土砂量である。

若し、小規模ダムが無ければ、これらの生産土砂は下流に流下してしまい、最終的には下流に位置するBarrage d'el Arroussia、Sidi Salem、Mellegue、Siliana、Rmilなどの中・大規模ダムへ流入し、それらの貯水容量を減らし、それらの機能を減じることになる。

従って、小規模ダムが下流にある主要な水利施設の機能を保持する役割を担ったこととなる。

表 5.2 計画時のダム貯水容量と2014年での推定貯水容量

ダム名		計画総貯水容量	2014年時点での堆砂容量	2014年時点での推定貯水容量
		m ³	m ³	m ³
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
計		21,185,000	7,996,794.0	13,188,206.0
計画貯水容量との比率		100	37.7	62.3

出典；SAPS 調査団作成

地下水涵養効果

SO-1 Breck ダムは、下流地下水利用のために下流河川へ放流し地下水涵養を行っている。地下水環境の維持と帯水層の貯水機能を利用するものである。

CTV からの聞き取りによれば、SO-1 Breck ダム周辺 (Es Safha 地区) には、100 戸の農家が 800ha の面積の灌漑のために、浅井戸を利用しているとのことである。

農民の組織化と水利費

GDA が設けられたのは、今の所 ZA-2 Zangou(2014 年)と ZA-4 Gwissat(2009 年)の 2ヶ所である。

以上の 2ヶ所では、本事業で灌漑施設整備が実施され、圃場灌漑施設としてスプリンクラーが設置されたことから、小規模ダム貯水池を水源とする営農が実施可能な状況になり、GDA の活動が行える環境が整ったことになる。その他の地区では、水源から末端圃場灌漑施設までの整備が完了し、運用できる段階には至っていないことから、組織としてまとめることが難しいものと推定される。

BE-5 Sidi Yahia でも、水源管理事業で灌漑施設整備が実施されたものの 2011 年の革命の混乱時に発電機が盗まれたままになっていて、実際の稼働ができていない。CRDA は、今後、電線を引いてこれを稼働する計画とのことであり、GDA の組織化、活動も今後、期待される。

ZA-2 Zangou は灌漑面積 80ha で 8 戸の農家で配水パイプラインと圃場の灌漑施設が導入されている。GDA は 2014 年 1 月に設立されたばかりである。役員は組長、会計、その他 1 名である。会費は受益当たり 30TD、水利費は 0.03TD/m³ となっていて、GDA が徴収するが、まだ実績は無い。

ZA-4 Gwissat は、灌漑施設整備は、EU 資金による灌漑施設整備事業に組み込まれて、灌漑面積 54ha、農家戸数 19 戸で、構成される GDR が水利費 0.03TD/m³ を徴収することとなっているが、徴収実績までは不明である。

いずれにせよ、農民に組織化などの活動は今後の普及活動の中で強化していく必要がある。。

(4) インパクト

水資源基本政策に従って、開発可能なダムサイトを選定して小規模ダムを構築したことは、他の小規模ダム築造と言う手法を用いた同種の事業 (HDPs) とともに、チュニジア国全体の一貫した水資源の開発に寄与した点では、影響が大きい。

更に、小規模ダム築造に際して、充分とは言えないまでも、流域保全工事を実施してきており環境保全の視点で、流域保全の重要性が再認識された意義は大きい。

また、灌漑用水として、計画上期待した機能は堆砂、水質の問題から充分には利用が進まなかったが、下流への土砂流入を防いで、下流の主要な水利施設の機能を維持したことは、小規模ダムの機能として、明確になった点は大きい。

(5) 自立発展性

自立発展性の鍵を握るのは、CRDA と考えられる。

本事業で構築された、小規模ダムの維持管理および農民の組織化などは、CRDA の管理部門と普及サービスを行う部門が担うこととなる。

今回の調査で明らかとなった堤体本体法面の浸食、ダム天端での亀裂、洪水吐水路での法面崩落などについては、例え貯水池が堆砂により埋められたとしても、堤体に安定性を確保することが重要なため、予算を確保し維持補修することが必要である。

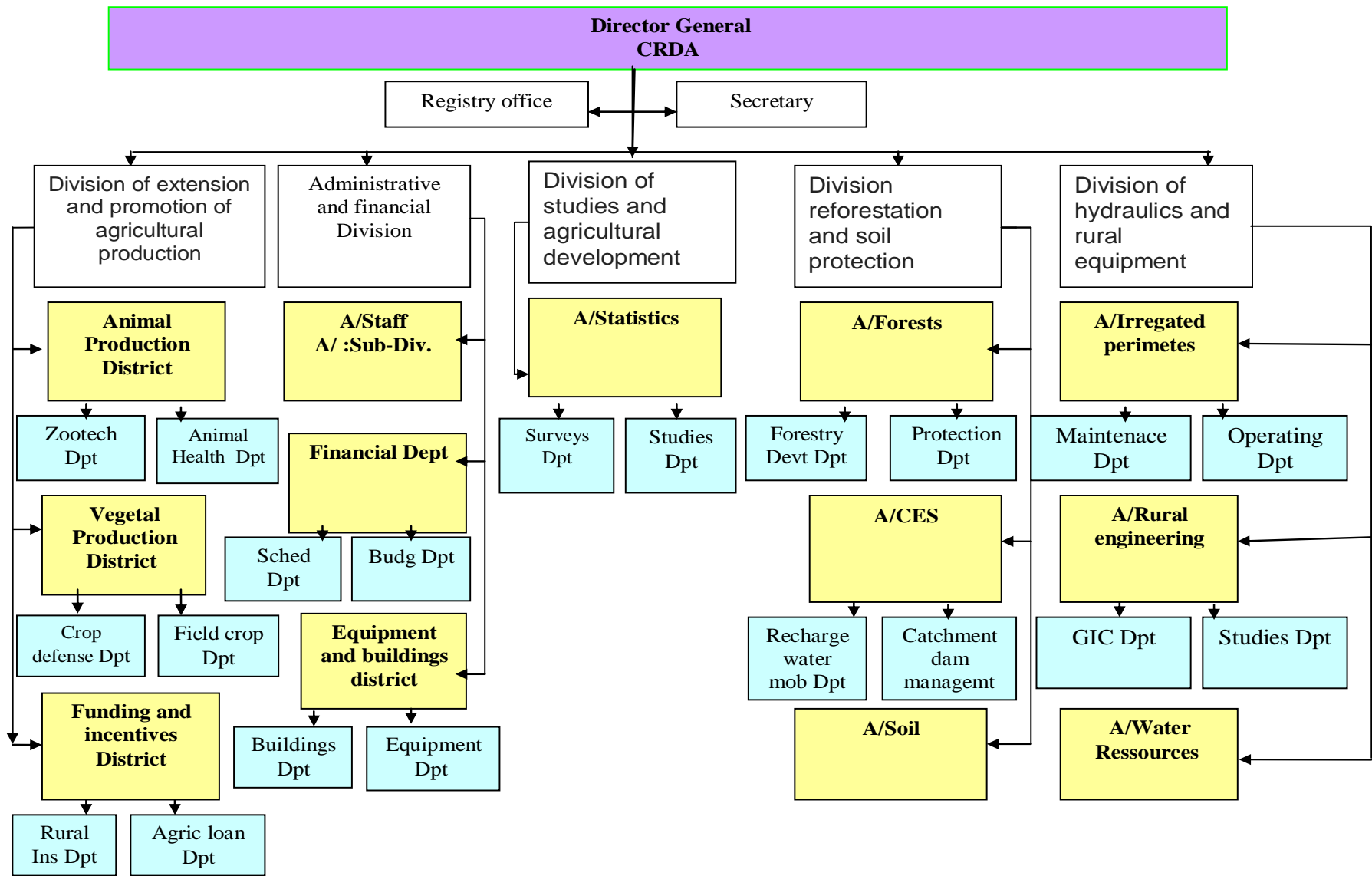


図 5.1 CRDA の組織図の例

第6章 提言

6.1 調査結果

本調査では、2013年のZA-2 Zangou地区での灌漑施設建設の完了を持って事業完了という結論に至った。

今後は、農業省がPCRをJICAに提出し、JICAが事後評価を実施して、新規案件形成のための教訓を導き出すことになる。

事業完了後は、6.3で述べるように水資源管理事業で築造された施設の維持管理と適切な運用管理のための農民の組織化と活動が重要なテーマとなる。

6.2 プロジェクトの教訓

(1) 適切な整備水準

自然的要因からは、チュニジアにおける土壌浸食が非常に大きく、ダム建設においてもその貯水効果を最大限に発揮するためには、流域保全を最優先に実施することが重要である。

チュニジアの気候、特に降水については、年較差が非常に大きく営農面では非常に不安定であることが特徴である。この事は、水資源の安定と言う観点からは、比較的豊水期の水を貯水し、渇水期に利用できるように、貯水ダムを構築することは、必要な解決策と思われる。

しかし、ダムによる水資源の安定化と言っても、流域の土壌浸食の影響が大きいこと、降雨が大幅に変動すると言う不安定性から十分な貯水量を確保することは難しいことから、灌漑施設の設置計画に際しては、末端圃場まで送配水する一連の固定的な施設を設ける考え方ではなく、移動式のポンプ利用や共同利用の給水槽方法などのダムの状況に応じた整備水準とすることも必要と考えられる。

日本における土地改良事業においても、I型(圃場内にスプリンクラーなどの灌漑施設まで整備)、II型(圃場周辺にかん水口を設置。)、III型(ダム・溜池等に隣接し給水口から車載のタンク等へ接続。)に区分して、それぞれの地域にあった、かん水施設を整備・推進している。

一度に完全な整備水準を求める考えではなく、地区状況に応じた整備水準を設定するという柔軟な考え方も重要と考えられる。

(2) プロジェクトの教訓

プロジェクトで構築する施設は、小規模ダム、基幹的な灌漑施設、圃場灌漑施設に分けられる。

水資源管理事業の計画当時では、1990年に水資源開発戦略を樹立して以来、当時には60ヶ所以上のHDCPs (Hill Dams Construction Projects) が完成していたが、DG/BGTHによって築造される小規模ダムとCRDAにより開発される灌漑施設の開発が別々に実施されていた。

その大部分のプロジェクトは、運用が上手くいかず、共有の灌漑設備が提供されていなかった。ダム近傍に農地を持っていて、個人的に小規模なポンプを導入して灌漑農業を行う農家もいた。

SAPROF 調査によれば、チュニジア国の関係者と議論を進める中で、小規模ダムの建設と灌漑施設の建設を同時に進めることが、HDCPs にとっては重要であると述べられている。

それまでに実施されたHDCPsでの教訓を踏まえて事業推進のために、ダムと灌漑施設の建設が協調することの重要性を述べている。

小規模ダムの建設に際しては、堆砂の影響が大きいことが想定されていたことから、ダム築造による便益を最大限に確保するためには、以下の観点でのプロジェクト遂行が理想であったと思われる。

- ・プロジェクト全体を管理するチームの組織化

今回のプロジェクトの経緯では、ダム建設が先行したあと、渇水が続いたと言う異常気象の要因もあって、対象地区の選定、農民の組織化を含む灌漑施設の計画、実施が大幅に遅れている。つまり、経緯から見ればダム建設と灌漑施設の設置などの進行が独立した形となっている。

限られたダムの供与期間を想定すれば、供与開始が遅れることは便益の損失につながる。上記の進捗上の障害を取り除くには、ダムの寿命を延ばすのに必要な流域保全事業を含めたプロジェクト管理を総合的に担う運営組織体を構成することが推薦される。

県単位またはサブ・プロジェクト単位で関係する実施機関（DG/BGTH、DG/GREE、CRDAなど）で構成し、一体的に推進する運営体である。この運営が上手くいけば、渇水による影響などの課題が明らかになっても、柔軟な対応も可能になると考えられる。

- ・総合コンサルタントの導入の必要性

「水資源管理事業」では、総合コンサルタントの選定が出来なかった経緯はあるもののプロジェクト全体の流れを客観的かつ経験に基づいてアドバイス、運営、管理できるコンサルタントが存在しなかった影響は大きかったと判断される。

日本の円借款事業に精通し、水資源開発ないし灌漑プロジェクトの経験を持って総合的にプロジェクトを調整できるコンサルタントの存在はプロジェクトの成否に影響するものと考えられる。

・GDA/農民に対する営農指導のほか、参加型の水管理と新たな営農展開を可能とするための、融資制度の充実など総合的な支援。

厳しい、気象条件の中で農民が灌漑農業に新たな投資をすることは、経済的なハードルが高い。現時点でも融資制度はあるものの、一層の充実と農民に対する経済的な支援により、道路環境などのインフラ整備を含めた総合的な農業、農村政策が求められる。

6.3 維持管理の提言

(1) ダム維持管理の実態

今回の調査では、以下に示すように堤体の安定性が脅かされると思われる事例が見られた。

ダム法面の浸食

Sousse 県における SO-1 Breck ダムでは、右に示すように堤体下流面の保護工が不十分なことからガリ浸食が進行していた。ガリ浸食は進行性のものであり、降水の影響を受けて時間の経過とともに、斜面の材料が流亡し、最終的には堤体の安定を保持するための最低限の断面が維持出来なくなり、計画時に想定されたすべり安全率を下回る可能性がある。

従って、流亡した断面の再生と表面を植生またはその他の保護工を使用した表面保護工の施工が必要である。



図 6.1 SO-1 Breck の堤体下流法面が
雨水浸食されている様子

洪水吐水路の崩壊

ダムの洪水吐は、水路の底敷きを岩盤に置いている。岩盤とは言え風化程度が大きい場合には、洪水の流下で大きく浸食される。下流への流下方向に傾斜を持っている急流部では、洪水の流下速度が速いことから、特に浸食を受け易い。

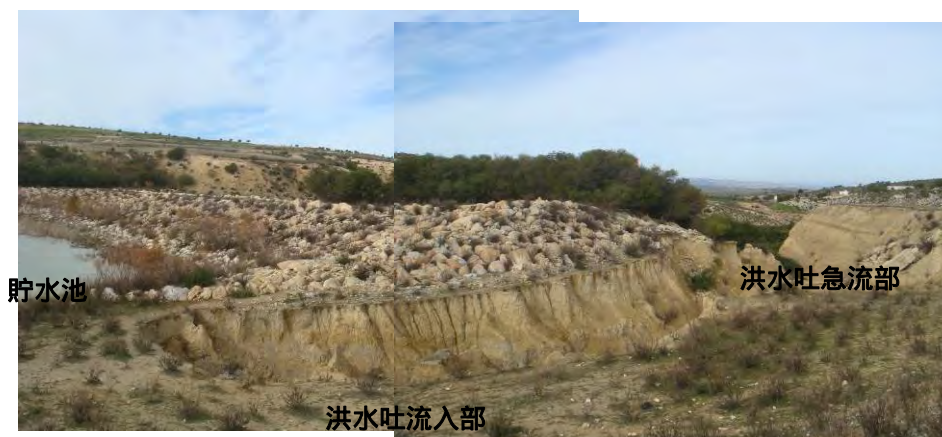


図 6.2 流入部～急流部（Siliana 県の SI-4 Meskaya ダム）

特に、水路側面は蛇籠による保護などが一部で見られるものの斜面崩壊しているケ所が多い。法面の上方に崩壊が進んでいく可能性を持ったケ所もあり、水路への崩落は更に進行していく。崩壊の進行により崩落土が水路を塞いだ場合は、洪水を速やかに堤体の下流側に流下させると言う洪水吐の本来の機能が損なわれることも想定される。

この場合には、所要の洪水の流下が出来ずに貯水池水位が異常上昇して、ダムの天端を越流するようなことになれば、堤体の下流法面を洪水が越流して堤体自身が崩壊することとなる。下流に人口密集地を抱えたダムが決壊した場合には、甚大な被害をもたらす可能性がある。

下流に集落などが無い場合でも、貯砂機能として貯水池に土砂を溜め込んだダムでは、貯砂機能を失うこととなり、下流の水利施設に影響を与える。

堤体天端のクラック

Beja 県の BE-4 Kashbar ダム（右写真参照）の他、Siliana 県の SI-12 Fgigh ダム、Zaghouan 県の ZA-2 Zangou ダムでも、堤体天端上でダム軸にほぼ平行なクラックが見られた。



天端付近でダム軸に平行に走るクラック

Beja 県 BE-4 Kashbar ダムでの天端に見られるクラック

クは、深度が浅い場合が多く、クラック沿いに溝を掘って、築堤材料で転圧、埋め戻すことで、修復が可能である。

クラックがかなり深くまで入っている場合は、詳細な調査が必要となる。

これらのクラックは、ダム基礎地盤に圧縮性があり、築堤材料や盛り立てが一様でない場合に発生しやすい。また、地震の場合にも、このタイプのクラックは発生しやすい。

その他の附帯施設においても、バルブ室に水が入ったり、漏水が見られたりと施設の維持管理が充分で無い状況が報告されている。

これら状況は、概ね CRDA が把握していることが多いものの、具体的な対策が取られていない。 予算の問題や人的資源の問題によるとのことである。

日常のダム管理は、CRDA が現地の農民に委託していることが多いようであるが、水位観測とバルブ操作（開度調整と記録）や貯水池、ダム本体および灌漑施設を含む附帯構造物の監視を行い、CRDA に報告するのが基本的な作業である。しかし、観測はするものの、記録は残っていないなど、ダム管理に係る記録の入手が出来なかった。

水源管理の面から、管理記録は将来の運用には貴重な資料になることから、観測・記録の保持と整理・分析を行うことが望ましい。

(2) 今後のダムの維持管理への提言

実際に運用されているダムにおいては、日常の利水機能に支障が無いように、定期的な巡視、運用操作と状態の記録、保持が基本的な作業と考えられる。

施設の劣化は、通常の運用が確保出来るように、保守点検と合わせて、必要な補修が求められる。

仮に堆砂により貯水機能を終えたダムであっても、ダム決壊による下流への影響を防ぐためには、維持管理が必要である。利水機能を失ったダムでは、農民によるダム管理の徹底は困難なことが想定されることから、CRDA の積極的な関与が求められる。

ダムを一度作った以上は、維持管理するための費用が必要であること、ダム機能が利水機能から堆砂機能へ移った場合には、農民へ費用負担を求めることは困難であることから公共的な事業として、県または国の財源支出が必要である。

定期的にダムの安全性を評価出来る専門的技術の知識と経験を有する技術者による安全評価を行うことを提言する。現状では、DG/BGTHの技術者が最も有力であるが、まずは、農業省内でダムの安全管理に関する基準を定義するダム安全管理マニュアル、ダム補修マニュアルなどを整備することが望まれる。

少なくとも年に1回、または農民からの要望を受けたCRDAからの要請を受けた場合に、農業省のダム技術者が現地に赴き安全評価を行い、その結果を受けて予算確保のもと、CRDAが必要な処理を行うことを提案する。

6.4 今後の案件形成のための教訓

本調査を通じて得られた案件形成のための教訓をまとめると、以下の通りである。

- ・ プロジェクト開始時には、想定出来なかった異常湧水や想定外の堆砂量などの要因の変化に対しても、柔軟に判断できるようなプロジェクト運営組織の構築が望まれる。
- ・ 今回のように流域保全、ダム施設、灌漑施設などの複数の建設項目を含み、それに応じた担当組織も複数ある場合には、これらを含んだ総合的な運営体組織の構築が重要である。
- ・ この運営組織には、客観的かつ総合的な判断が出来るコンサルタントを含めることが望まれる。
- ・ 本事業においても、当初から上記方針の必要性が指摘はされていたが、有機的な活動が可能で客観的な専門的判断が行える運営組織の構築が、プロジェクトの速やかな推進には重要と考えられる。

(添付資料内容)

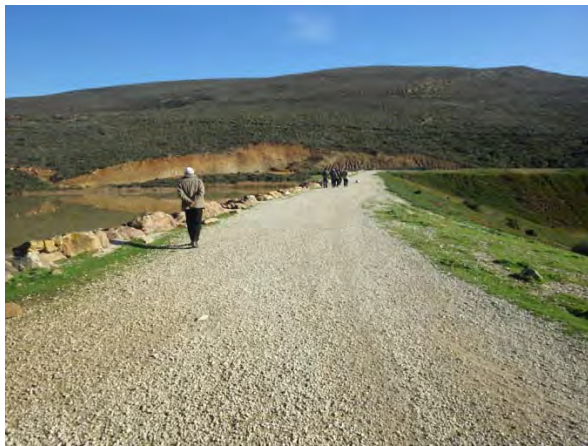
- A. サイト調査結果
- B. 事業完了報告書(案)

A. サイト調査結果

県名	Nabeul	地区番号	NA-1	地区名	Tabouda
灌漑面積 (ha)	計画			80.2	
	現況			1.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム本体の状態は良好であり、取水・放流設備も問題ない。洪水吐急流部でやや侵食が見られ、現時点では大きな問題とはならないが、将来的には侵食防止対策が必要。 ・堆砂 堆砂速度はほぼ当初予想通りかそれ以下と考えられ、十分な寿命があると考えられる。 ・水質 EC : 0.7ds/m, TDS : 500PPM であり、水質は良好である。 ・土壌保全事業 貯水池周辺は山地形状であり、森林で覆われており土壌保全対策の必要はない。 ・その他 ダムから下流約 500m に居住地域があり、洪水防御としての機能が期待される。また、周辺地域は観光地でもあり、将来的には観光による水需要増に対応させる計画もある。 CRDA からダム管理人が派遣され、貯水管理等を行っている。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 ポンプ場 1 ヶ所、調整水槽 1 ヶ所、送水管 280m、配水管 5,490m、スプリンクラー設備 50ha ・灌漑設備の現状 2007 年 9 月～2008 年 3 月に灌漑計画に関する F/S が実施されたが、資金不足により灌漑設備は整備されていない。 灌漑整備計画予定地では、2, 3 戸の農家で 1 ヶ所の浅井戸を共有し、灌漑に利用している。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1 戸の農家が可搬式小型ポンプにより、貯水池から取水して 1ha のオリーブ畑を灌漑に利用している。 ・農民組織はない。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・堆砂量が少なく水質もよく、灌漑利用に適している。今後増大すると予想される上水利用だけでなく、灌漑利用も望ましい。 					



貯水池全景。中央左に取水塔。



堤体天端



堤体上流面



洪水吐急流部始点。



受益予定地の灌漑用井戸とポンプ

県名	Beja	地区番号	BE-2	地区名	Labiadh
灌漑面積 (ha)	計画			94.4	
	現況			0.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム <p>ダム本体の状態は良好であり、取水・放流設備も問題ない。洪水吐急流部から現況河川への取り付け部まで激しく侵食されており、補修が必要である。観測した 2 月時点で、水位は満水時水深の半分くらいであり、観測時点としては流入量が少ないと考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・堆砂 <p>堆砂速度はほぼ当初予想通りかそれ以下と考えられ、十分な寿命があると考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質 <p>EC : 9.25 ds/m, TDS : 6,500PPM であり、水質は悪く、灌漑用には適さない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土壤保全事業 <p>Labiadh ダム集水域を含めた大きな流域範囲で土壤保全事業が進められている。集水域の山地には果樹を中心とした樹木が植えられており、土壤保全が進められている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・その他 <p>CRDA からダム管理人が派遣され、貯水管理等を行っている。</p> <p>下流にある El Arrousia ダムへの流入土砂低減対策としては有効である。</p>					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 <p>ポンプ場 1 ヶ所、調整水槽 1 ヶ所、送水管 500m、配水管 3,720m、スプリンクラー設備 50ha</p> <ul style="list-style-type: none"> ・灌漑設備の現状 <p>水質及び水不足の点から灌漑施設整備は得策ではないと判断され、灌漑計画に関する F/S は実施されず、また、灌漑施設整備は実施されていない。</p> <p>かつて 1 戸の農家が可搬式小型ポンプによりトマトなどの灌漑に利用していたが、収量がよくないため、現在灌漑には利用されていない。</p>					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は組織されていないが、CRDA は定期的に周辺農家に対して営農指導等を行っている。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質が悪く、灌漑利用に適していないが、雨量が豊富な年には水質が改善すると考えられるため、モニタリングを続け、その年の状況にあった灌漑利用により有効に活用されることが望まれる。下流にある El Arrousia ダムへの流入土砂低減対策としては有効である。 					



貯水池全景。中央に取水塔。貯水位は低い。



堤体天端



堤体上流面及び取水塔



ダム下流部及び取水放流工



洪水吐急流部始点。激しく侵食されている。

県名	Beja	地区番号	BE-3	地区名	Slouguia
灌漑面積 (ha)					
灌漑面積 (ha)		計画		223.3	
		現況		2.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム本体の状態は良好であり、取水・放流設備も問題ない。洪水吐急流部から現況河川への取り付け部まで激しく侵食されており、補修が必要である。 ・堆砂 堆砂速度が速く、すでに計画堆砂量を超えている。 ・水質 EC：7.0 ds/m, TDS：4,900PPM であり、水質は悪く、灌漑用には適さない。 ・土壌保全事業 Slouguia ダム集水域を含めた大きな流域範囲で土壌保全事業が進められている。集水域の山地には果樹を中心とした樹木が植えられており、土壌保全が進められている。 ・その他 CRDA からダム管理人が派遣され、貯水管理等を行っている。直下流約 500m に Slouguia の町があり、洪水防御の機能が期待される。下流にある El Arroussia ダムへの流入土砂低減機能も期待出来る。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 ポンプ場 1 ヶ所、調整水槽 1 ヶ所、送水管 750m、配水管 7,050m、スプリンクラー設備 223ha ・灌漑設備の現状 2008 年に灌漑計画に関する F/S が行われたが、水質の点から灌漑施設整備は得策ではないと判断され、灌漑施設整備は実施されていない。2 戸の農家が可搬式小型ポンプにより野菜の灌漑に利用している。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は組織されていないが、CRDA は定期的に周辺農家に対して営農指導等を行っている。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質が悪く、灌漑利用に適していないが、雨量が豊富な年には水質が改善すると考えられるため、モニタリングを続け、その年の状況にあった灌漑利用により有効に活用されることが望まれる。Slouguia の町に対する洪水防御、下流ダムへの流入土砂低減対策としては有効である。 					



貯水池全景。左に取水塔。



堤体天端



堤体右岸側から堤体上流部



洪水吐急流部始点
激しく侵食されている。



堤体下流部Slouguia町と取水放流工

県名	Beja	地区番号	BE-4	地区名	Kashbar
灌漑面積 (ha)	計画			357.4	
	現況			47.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム堤体天端中央に幅約 3 cm、長さ約 30m のクラックが入っており、補修が必要である。洪水吐急流部から現況河川への取り付け部まで激しく侵食されており、補修が必要である。取水・放流設備は問題ない。 ・堆砂 堆砂速度が速く、すでに計画堆砂量を超えていると考えられる。 ・水質 EC : 5.2 ds/m, TDS : 3,680 PPM であり、水質は悪く、灌漑用には適さない。 ・土壤保全事業 ダム集水域を含めた大きな流域範囲で土壤保全事業が進められているが、集水域はゆるやかな丘陵地帯であり、麦や牧草が植えられている面積が大きく、土壤保全対策である等高線に沿った耕作、等高線状の盛土もあまり見られない。 ・その他 CRDA からダム管理人が派遣され、貯水管理等を行っている。下流にある El Arrousia ダムへの流入土砂低減として有効である。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 ポンプ場 1 ヶ所、調整水槽 1 ヶ所、送水管 750m、配水管 11,000m、スプリンクラー設備 357ha ・灌漑設備の現状 2008 年に灌漑計画に関する F/S が行われたが、水質の点から灌漑施設整備は得策ではないと判断され、灌漑施設整備は実施されていない。上流側で 2 戸の農家が可搬式小型ポンプによりオリーブやアーモンド畑約 47ha の灌漑に利用している。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は組織されていないが、CRDA は定期的に周辺農家に対して営農指導等を行っている。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質が悪く、灌漑利用に適していないが、雨量が豊富な年には水質が改善すると考えられるため、モニタリングを続け、その年の状況にあった灌漑利用により有効に活用されることが望まれる。下流ダムへの流入土砂低減対策としては有効である。 					



貯水池全景



取水放流工とダム下流部全景



堤体天端クラック



激しく侵食された洪水吐急流部

県名	Beja	地区番号	BE-5	地区名	Sidi Yahia
灌漑面積 (ha)	計画			94.6	
	現況			0.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム本体の状態は良好であるが、洪水吐急流部から現況河川への取り付け部までの区間で侵食が見られ、補修が必要である。取水・放流設備は問題ない。 ・堆砂 堆砂速度が速く、すでに計画堆砂量を超えていると考えられる。ただし、貯水容量が大きいので、貯水量には余裕がある。 ・水質 EC：6.88 ds/m, TDS：4,840 PPM であり、水質は悪く、灌漑用には適さない。 ・土壤保全事業 ダム集水域を含めた大きな流域範囲で土壤保全事業が進められているが、集水域はゆるやかな丘陵地帯であり、麦や牧草が植えられている面積が大きく、土壤保全対策である等高線に沿った耕作、等高線状の盛土もあまり見られない。貯水池右岸側に裸地が見られる。 ・その他 CRDA からダム管理人が派遣され、貯水管理等を行っている。下流にある El Arrouisia ダムへの流入土砂低減対策として有効である。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 ポンプ場 1 ヶ所、調整水槽 1 ヶ所、送水管 500m、配水管 2,250m、スプリンクラー設備 95ha ・灌漑設備の現状 2008 年に灌漑計画に関する F/S が行われ、2010 年から 2011 年にかけて灌漑施設が建設された。ポンプ場 1 ヶ所、調整水槽 1 ヶ所、送水管 674m、配水管 6,945m、スプリンクラー設備 0 ha 2011 年の革命による混乱時に発電機が盗まれたままになっており、まだ稼働していない。CRDA は、電線を引いて稼働させる予定である。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は 2013 年に組織された。CRDA は定期的に周辺農家に対して営農指導等を行っている。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質が悪く、灌漑利用に適していないが、雨量が豊富な年には水質が改善すると考えられるため、モニタリングを続け、その年の状況にあった灌漑利用により有効に活用されることが望まれる。下流ダムへの流入土砂低減としては有効である。 					



貯水池全景



堤体天端。正面奥岡上に調整水槽



取水放流工



揚水ポンプ場とダム下流部



洪水吐急流部下流

県名	Jendouba	地区番号	JE-1	地区名	Sammar
灌漑面積 (ha)	計画			76.9	
	現況			75.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム本体の状態は良好であるが、洪水吐急流部から現況河川への取り付け部までの区間で侵食が見られ、補修が必要である。取水・放流設備は問題ない。 ・堆砂 堆砂速度が速く、現時点でほぼ計画堆砂量に近いと考えられる。ただし、貯水容量的にはある程度余裕がある。 ・水質 EC：2.52 ds/m, TDS：1,780 PPM であり、現時点では水質は問題ないが、モニタリングは必要。 ・土壌保全事業 集水域は樹木も多く、比較的植生が豊かであり、土壌侵食は多くはないように見られる。CRDA により土壌保全事業が行われている。 ・その他 CRDA からダム管理人が派遣され、貯水管理等を行っている。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 自然流下方式。配水管 2,500m、スプリンクラー設備 77ha ・灌漑設備の現状 2008 年に灌漑計画に関する F/S が行われたが、民間による利用が先行した。 民間により放流工からパイプラインが引かれ、最大で約 60ha 灌漑されている。また、貯水池上流部で個人農家により、2 台のポンプで約 15ha が灌漑されている。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は組織されていない。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・民間及び個人農家により、ほぼ当初計画面積が灌漑されている。 					



貯水池全景。中央に取水塔頂部。



堤体天端



洪水吐急流部始点



取水放流工とパイプライン



ダム直下流圃場とパイプ

県名	El Kef	地区番号	KE-1	地区名	Bou Yagoum
灌漑面積 (ha)	計画			134.0	
	現況			18.5	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム 堤体下流面には植生あるいは礫などの表面保護がないため、軽度の浸食が見られる。その他特に問題はない。観測時の2月に水位が満水時水深の半分程度であり、水不足が心配される。 ・堆砂 堆砂速度が遅く、寿命は十分長い。 ・水質 EC : 0.66 ds/m, TDS : 640 PPM であり、現時点では水質はよい。ただし、2008年に観測した時には塩分濃度が高めの数値が観測されたため、モニタリングは必要。 ・土壌保全事業 CRDA により植樹、構造物による侵食防止などの土壌保全事業が行われているが、集水域の山地斜面には植生が乏しく、土壌保全事業を継続することが必要。 ・その他 CRDA からダム管理人が派遣され、貯水管理等を行っている。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 ポンプ場 1ヶ所、調整水槽 1ヶ所、送水管 2,200m、配水管 5,330m、スプリンクラー設備 134ha ・灌漑設備の現状 2008年に灌漑計画に関する F/S が行われたが、水不足の懸念から灌漑施設整備は行われなかった。4戸の農家が可搬式小型ポンプによりトマト、オリーブ、野菜、等約 18.5ha の灌漑に利用している。その他、夏季には小規模な野菜の栽培にも利用している。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は組織されていない。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・貯水容量に余裕があり、水質も問題ないので、灌漑利用を促進し、より有効に活用されることが望ましい。水不足に対応できるように可搬式小型ポンプを利用した灌漑方式が適当である。 ・Mellegue ダムへの流入土砂低減対策として有効である。 					

KE-1 Bou Yagoum



貯水池



取水塔



堤体下流面



堤体天端



堤体上流面



可搬式取水ポンプ

県名	El Kef	地区番号	KE-2	地区名	Rouijel
灌漑面積 (ha)	計画			113.6	
	現況			0.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム本体の状態は良好である。取水放流工も問題ない。観測時の 2 月に水位が満水時水深の半分程度であり、水不足が心配される。 ・堆砂 堆砂速度が遅く、寿命は十分長い。 ・水質 EC : 11.64 ds/m, TDS : 11,420 PPM であり、水質は非常に悪く、灌漑用には利用不可能な状態である。 ・土壌保全事業 Rouijel ダム集水域では土壌保全事業は行われていない。 ・その他 CRDA からダム管理人が派遣され、貯水管理等を行っている。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 ポンプ場 1 ヶ所、調整水槽 1 ヶ所、送水管 850m、配水管 3,070m、スプリンクラー設備 114ha ・灌漑設備の現状 2008 年に灌漑計画に関する F/S が行われたが、水質が悪いため、灌漑施設整備は行われなかった。現在、灌漑には利用されていない。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は組織されていない。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質が非常に悪く灌漑利用には適さない。Sidi Salam ダムへの流入土砂低減対策として有効である。 					

KE-2 Rouijel



貯水池



堤体上流側



堤体天端道路



取水塔



トラクターで取水・運搬



下流放流工

県名	Siliana	地区番号	SI-2	地区名	Mechaiker
灌漑面積 (ha)	計画			90.8	
	現況			42.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム本体の状態は良好であるが、洪水吐急流部から現況河川への取り付け部までの区間で侵食が見られ、補修が必要である。放流工の機能は問題ないが、放流工室内に水がたまっているので、排水が必要。 ・堆砂 堆砂速度が速く、すでに計画堆砂量を超えている。ただし、貯水量には余裕がある。 ・水質 EC : 0.53 ds/m, TDS : 378 PPM であり、水質は良い。 ・土壤保全事業 集水域はゆるやかな丘陵地帯であり、麦や牧草が植えられている面積が大きいが、等高線状に樹木が植えられるなどしている。現時点では特に土壤保全事業は行われていない。 ・その他 農家がダム管理人を委託され、貯水管理等を行っている。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 自然流下方式、配水管 12,000m、スプリンクラー設備 80ha。可搬式ポンプ供与 5 台 ・灌漑設備の現状 2008 年に灌漑計画に関する F/S が行われた。パイプライン設備は建設されず、可搬式ポンプ 3 台が供与された。夏には 10 戸程度が貯水池から水を運んでバケツ灌漑も行われている。貯水池周辺で飼われている 1000 頭の羊と 100 頭の牛の家畜用水としても利用されている。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は組織されていない。主に 5 戸程度の農家が貯水池を利用。夏季には 10 戸程度スイカやメロンの栽培に利用。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質は良いが、堆砂速度が速いので、固定式ポンプ場による灌漑整備を行うのは得策ではない。貯水量に合わせ、可搬式小型ポンプによる柔軟な灌漑面積の変更が妥当である。 					



貯水池全景



堤体天端



堤体上流側



洪水吐急流部始点

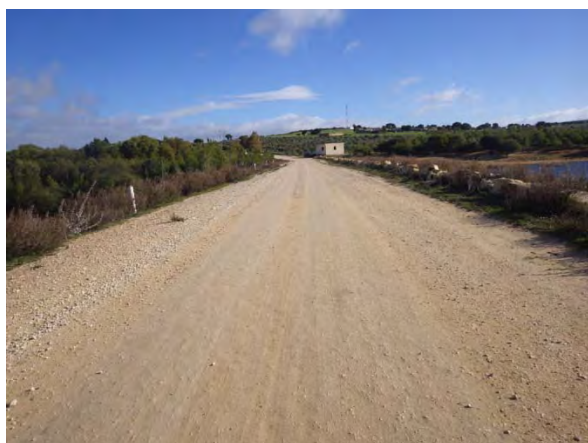


貯水池からの取水ポンプ

県名	Siliana	地区番号	SI-3	地区名	Nchem
灌漑面積 (ha)	計画			80.5	
	現況			30.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム <p>ダムの状態は良好である。取水放流工の機能も問題ない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・堆砂 <p>現時点ですでに計画堆砂量に達していると考えられるが、ある程度の面積の灌漑利用は可能。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質 <p>EC：3.53 ds/m, TDS：2,500 PPM であり、水質はあまり良くない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土壤保全事業 <p>貯水池周辺は比較的樹木が多く、植生が豊かであり、現時点では特に土壤保全事業は行われていない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・その他 <p>農家がダム管理人を委託され、貯水管理等を行っている。</p>					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 <p>自然流下方式、配水管 9,450m、スプリンクラー設備 47ha。可搬式ポンプ供与 7 台</p> <ul style="list-style-type: none"> ・灌漑設備の現状 <p>パイプライン設備は建設されず、可搬式ポンプ 5 台が供与された。現在約 30ha が灌漑されているが、夏季には下流部で 25 戸が果樹と家畜用に取水している。</p>					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は組織されていないが非公式の農民グループが存在する。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質はあまりよくないが利用可能。堆砂速度が速いので、固定式ポンプ場による灌漑整備を行うのは得策ではない。貯水量に合わせ、可搬式小型ポンプによる柔軟な灌漑面積の変更が妥当である。 					



貯水池全景。中央左取水塔天端。ほぼ満水位。



堤体天端



堤体上流面



洪水吐急流部始点



取水放流工

県名	Siliana	地区番号	SI-4	地区名	Meskaya
灌漑面積 (ha)	計画			83.8	
	現況			7.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム本体の状態は良好であるが、洪水流入部から現況河川への取り付け部までの区間で激しい侵食が見られ、緊急に補修が必要である。取水放流管は土砂で埋まっており、機能していない。 ・堆砂 堆砂速度が速く、すでに計画堆砂量を大幅に超えていると考えられる。貯水池直上流部に大規模な地滑りがあり、この土砂も将来的には貯水池に流入すると考えられ、近い将来貯水池が堆砂で埋まると予想される。 ・水質 EC : 2.08 ds/m, TDS : 1,470 PPM であり、水質は比較的良い。 ・土壌保全事業 集水域はゆるやかな丘陵地帯であるが、河川流路沿いの斜面は侵食され、地滑りが起きやすくなっている。土壌保全事業は特に行われていない。 ・その他 農家がダム管理人を委託され、貯水管理等を行っている。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 ポンプ場 1ヶ所、調整水槽 1ヶ所、送水管 900m、配水管 7,800m、スプリンクラー設備 54ha。 ・灌漑設備の現状 2008年に灌漑計画に関する F/S が行われたが、堆砂速度が速いため、固定式ポンプ場による灌漑整備は行われていない。2004年に可搬式ポンプ 4台が供与され、30ha が灌漑されていたが、現在は約 7ha が灌漑されているにすぎない。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は組織されていないが、ポンプ供与時には非公式の農民グループが設立された。現在は機能していない。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質は比較的良いが、堆砂速度が速く、近い将来貯水池が堆砂で埋まってしまうと予想される。利用可能時に小規模な灌漑を行うのが妥当である。 ・下流 Rmil ダムへの土砂流出を抑制する機能を果たしている。 					



貯水池全景、中央取水塔、右側に堤体。手前激しく侵食された洪水吐流入部



堤体天端



堤体下流面及び取水放流工室



洪水吐側水路部



洪水吐急流部

県名	Siliana	地区番号	SI-5	地区名	Erroumi
灌漑面積 (ha)	計画			43.3	
	現況			12.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム本体の状態は良好であるが、洪水急流部下流部から現況河川への取り付け部までの区間で侵食が見られ、補修が必要である。取水放流管は土砂で埋まっており、機能していない。 ・堆砂 堆砂速度が速く、すでに計画堆砂量を大幅に超えていると考えられる。ただし、貯水池が堆砂で埋まるまでにはまだ時間があり、当分の間は小規模な灌漑に利用可能である。 ・水質 EC : 1.68 ds/m, TDS : 1,200 PPM であり、水質は比較的良い。 ・土壌保全事業 貯水池周辺の農地には、等高線状の土壌流出防止盛土が施されている部分もあるが、範囲は小さい。集水域には樹木が少なく、土壌保全対策が必要である。 ・その他 ダム管理人は存在しない。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 ポンプ場 1ヶ所、調整水槽 1ヶ所、送水管 600m、配水管 1,650m、スプリンクラー設備 43ha。 ・灌漑設備の現状 堆砂速度が速いため、固定式ポンプ場による灌漑整備は行われていない。2005年から2010年までは民間により3台のポンプで30ha程度の農地に灌漑利用していたが、現在は夏季に下流部でスイカを栽培する等に利用されている。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDAは組織されていない。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質は比較的良いが、堆砂速度が速く、固定式ポンプ場建設を伴う灌漑方式は得策ではない。貯水量に合わせ、可搬式小型ポンプによる柔軟な灌漑面積の変更が妥当である。 ・下流 Rmil ダムへの土砂流出を抑制する機能を果たしている。 					



貯水池全景。中央に取水塔。水位は低い。



堤体天端



激しく侵食された洪水吐急流部始点



堤体上流面



取水放流工

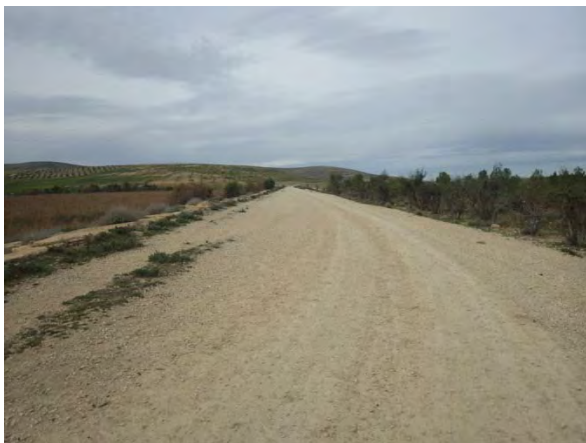
県名	Siliana	地区番号	SI-6	地区名	Zaaroura
灌漑面積 (ha)	計画			191.2	
	現況			0.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム本体の状態は良好であるが、洪水流入部から現況河川への取り付け部までの区間で激しい侵食が見られ、緊急に補修が必要である。取水放流管は土砂で埋まっており、機能していない。 ・堆砂 2011年には貯水池が完全に堆砂によって埋まり、現況貯水容量は0である。 ・土壌保全事業 貯水池周辺の農地には、地肌が露出しているところも多く見られ、土壌保全対策が必要である。 ・その他 ダム管理人は存在しない。2004年以来、ダムは放棄されている。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 ポンプ場2ヶ所、調整水槽2ヶ所、送水管1,700m、配水管9,000m、スプリンクラー設備191ha。 ・灌漑設備の現状 堆砂によって貯水池が埋まったため、灌漑整備は行われていない。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDAは組織されていない。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・堆砂によって完全に埋まっており、貯水機能はない。 ・下流 Siliana ダムへの土砂流出を抑制する機能を果たし、その役割を終えたと言える。 ・洪水吐部の侵食は緊急に補修が必用である。ダムの安全を確保するために継続してモニタリングと維持管理が必要である。 					



堤体右岸側から。破壊された洪水吐と堆砂で埋まった貯水池



貯水池右岸洪水吐流入部付近から貯水池堆砂状況



堤体天端



洪水吐流入部破壊状況

県名	Siliana	地区番号	SI-8	地区名	Ain Shigaga
灌漑面積 (ha)	計画			158.3	
	現況			27.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム本体の状態は良好であるが、洪水吐急流部始点から現況河川への取り付け部までの区間が激しく侵食されており、補修が必要である。取水放流工の機能は問題ない。 ・堆砂 堆砂速度が速く、すでに計画堆砂量に達していると考えられる。ただし、貯水池が堆砂で埋まるまでにはまだ時間があり、当分の間は小規模な灌漑に利用可能である。 ・水質 EC : 1.89 ds/m, TDS : 1,340 PPM であり、水質は比較的良い。 ・土壤保全事業 貯水池周辺の丘陵斜面には樹木も多く比較的土壤侵食は少なくなっていると考えられる。土壤保全事業の計画はない。 ・その他 農家がダム管理人を委託され、貯水管理等を行っている。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 ポンプ場 1ヶ所、調整水槽 1ヶ所、送水管 1,700m、配水管 8,750m、スプリンクラー設備 158ha、可搬式小型ポンプ供与 8台。 ・灌漑設備の現状 2008年に灌漑計画見直しのための F/S が行われたが、堆砂速度が速いため、固定式ポンプ場による灌漑整備は行われていない。CRDA から 4 台のポンプが供与されたが、現在は故障して使用されていない。個人の農家によりサイフォン方式で導水し、下流で約 20ha、可搬式小型ポンプにより上流部で約 7ha を灌漑している。夏季には、ダムから放水し、下流部でポンプアップしてスイカ等を栽培している。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は組織されていない。以前は非公式のポンプ利用グループがあったが、現在は活動していない。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質は比較的良いが、堆砂速度が速く、固定式ポンプ場建設を伴う灌漑方式は得策ではない。貯水量に合わせ、可搬式小型ポンプによる柔軟な灌漑面積の変更が妥当である。 					



右岸側からダム全景。手前に洪水吐流入部



貯水池全景と取水塔。サインフォン方式のパイプ



堤体上流部



洪水吐急流部始点

県名	Siliana	地区番号	SI-10	地区名	Jourra
灌漑面積 (ha)	計画			28.7	
	現況			49.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム本体の状態は良好であるが、洪水吐急流部始点から現況河川への取り付け部までの区間が侵食されており、補修が必要である。取水放流工の機能は問題ない。 ・堆砂 堆砂速度が非常に速く、数年後には貯水池が堆砂で埋まる可能性がある。 ・水質 EC : 0.96 ds/m, TDS : 680 PPM であり、水質は良い。 ・土壌保全事業 貯水池周辺の丘陵斜面のほとんどは農地であるが、貯水池両岸部で等高線状盛土などの土壌保全対策工が行われている。保全事業の計画はない。 ・その他 ダム管理人はいない。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 調整水槽 1ヶ所、送水管 200m、配水管 4,500m、スプリンクラー設備 29ha。 ・灌漑設備の現状 2008年に灌漑計画見直しのための F/S が行われたが、堆砂速度が速いため、固定式ポンプ場による灌漑整備は行われていない。CRDA から 1 台のポンプが供与され、農家個人によるポンプも 1 台稼働している。下流部で 10ha、上流部で 20ha 灌漑されており、夏季には他地区から農家が来て土地を借り、スイカ、メロン等を栽培している。のべ灌漑面積は 49ha である。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は組織されていない。麦、牧草、オリーブが主な作物である。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質は良いが、堆砂速度が速く、固定式ポンプ場建設を伴う灌漑方式は得策ではない。貯水量に合わせ、可搬式小型ポンプによる柔軟な灌漑面積の変更が妥当である。 					



貯水池全景。写真右側に取水塔と堤体。



堤体天端



取水放流工



洪水吐急流部



貯水池周辺土壌保全事業

県名	Siliana	地区番号	SI-11	地区名	Seja
灌漑面積 (ha)	計画			81.7	
	現況			0.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム本体の状態は良好である。洪水急流部下流部から現況河川への取り付け部までの区間が侵食されており、補修が必要である。取水放流工は土砂で埋まっている。ダムは2007年以来放棄されている。 ・堆砂 堆砂速度が非常に速く、現況で満水面から2m程度まで堆砂で埋まっており、数年後には貯水池が堆砂で完全に埋まる可能性がある。1月末時点で貯水がなく、貯水池が干上がった状態である。 ・土壌保全事業 貯水池周辺の丘陵斜面のほとんどは農地であり、樹木に乏しい。土壌保全対策工があまり行われていない。保全事業の計画はない。 ・その他 ダム管理人はいない。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 ポンプ場1ヶ所、調整水槽1ヶ所、送水管1,200m、配水管4,700m、スプリンクラー設備82ha。 ・灌漑設備の現状 2008年に灌漑計画見直しのためのF/Sが行われたが、堆砂速度が速いため、固定式ポンプ場による灌漑整備は行われていない。 ・残貯水容量は水深で2m程度あるが、1月末で貯水池は干上がっており、流入量は少ないと考えられる。水がないため灌漑も行われていない。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDAは組織されていない。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・数年以内に貯水池が完全に堆砂によって埋まる可能性があり、灌漑利用には適さない。 ・下流にあるSilianaダムへの土砂流入を抑制する役割を果たしている。 ・堆砂によるダムの安全性への影響等の検討、安全確保のための維持管理とモニタリングが必要である。 					



右岸側から貯水池及び取水塔。土砂堆積が進行していて、貯水はない。



堤体天端



堤体上流面



取水塔頂部と堆砂



ダム下流部と取水放流工

県名	Siliana	地区番号	SI-12	地区名	Ain Melah
灌漑面積 (ha)	計画			72.3	
	現況			43.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム本体の状態は良好であるが、堤体天端下流側にクラックが見られる。取水放流工の機能は問題ないが、放流工室内に水が溜まっている。 ・堆砂 堆砂速度はやや早く、数年で計画堆砂量に達すると予想される。ただし、貯水池が堆砂で埋まるまでにはまだ時間があり、当分の間は小規模な灌漑に利用可能である。 ・水質 EC : 2.91 ds/m, TDS : 2,060 PPM であり、水質は良くはない。 ・土壌保全事業 貯水池周辺の丘陵斜面には樹木も見られ、比較的土壌侵食は少なくなっていると考えられる。土壌保全事業の計画はない。 ・その他 CRDA からダム管理人が派遣され、貯水管理等を行っている。この管理人は他地区の施設の管理も担当している。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 重力式パイプラインシステム、調整水槽 1ヶ所、配水管 12,000m、スプリンクラー設備 72ha、可搬式小型ポンプ供与 9台。 ・灌漑設備の現状 堆砂速度が速いため、固定式ポンプ場による灌漑整備は行われていない。現在は、3戸の農家によってそれぞれ個人所有のポンプによって計 43ha が灌漑されている。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は組織されていない。CRDA は毎年普及活動を行っている。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質は良くはなく、夏季にはさらに悪くなる可能性があるため、モニタリングを継続する必要がある。堆砂速度がやや速く、固定式ポンプ場建設を伴う灌漑方式は得策ではない。貯水量に合わせ、可搬式小型ポンプによる柔軟な灌漑面積の変更が妥当である。 					



貯水池全景



ダム右岸側から堤体天端及びダム下流部



堤体上流面

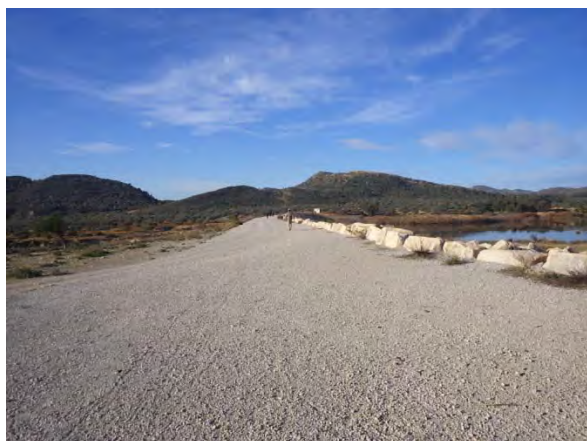


堤体下流面と天端路肩クラック

県名	Sousse	地区番号	SO-1	地区名	Breck
灌漑面積 (ha)	計画			130.5	
	現況			20.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム 堤体下流面にガリ侵食が発達しており、表面保護工が必要である。取水放流工の機能は問題ない。 ・堆砂 堆砂速度はやや早く、現況でほぼ計画堆砂量に達している推定される。ただし、貯水池が堆砂で埋まるまでにはまだ時間があり、貯水容量も大きいいため、当分の間は小規模な灌漑に利用可能である。 ・水質 EC : 1.23 ds/m, TDS : 870 PPM であり、水質は良い。 ・土壌保全事業 貯水池周辺はゆるやかな丘陵地帯であるが、ところどころ裸地が見られる。CRDA は等高線状盛土や、沈砂池の建設などを行っている。 ・その他 CRDA からダム管理人が派遣され、貯水管理等を行っている。さらに毎週 CRDA 担当者が維持管理のためにダムを巡視している。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 ポンプ場 1ヶ所、調整水槽 1ヶ所、送水管 900m、配水管 2,890m、スプリンクラー設備 131ha。 ・灌漑設備の現状 堆砂速度が速いため、固定式ポンプ場による灌漑整備は行われていない。現在は、上流側で 5 戸の農家によってそれぞれの農家個人所有のポンプによって約 10ha が灌漑され、下流側で 2 戸の農家により 10ha が灌漑されている。 また、ダム下流では 10ヶ所の浅井戸による灌漑も行われており、ダムからの放流水はこれらの浅井戸の水源ともなっている。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は組織されていない。CRDA 月 2 回普及活動を行っている。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質は良いが、堆砂速度がやや速く、固定式ポンプ場建設を伴う灌漑方式は得策ではない。貯水量に合わせ、可搬式小型ポンプによる柔軟な灌漑面積の変更が妥当である。 ・下流に Enfida の町があり、かつて洪水被害を受けたことがあり、洪水防御の機能も期待される。 					



貯水池全景



堤体天端



堤体下流面。ガリ浸食が進行している。



取水放流工



下流農家揚水ポンプ場

県名	Zaghouan	地区番号	ZA-1	地区名	Fgigh
灌漑面積 (ha)	計画			39.1	
	現況			0.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム 堤体天端にクラックが見られる。放流管は土砂により詰まっている。 ・堆砂 堆砂速度はやや早く、今後数年以内に貯水池が完全に堆砂で埋まる可能性がある。 ・水質 EC：2.01 ds/m, TDS：1,430 PPM であり、水質は悪くはない。 ・土壌保全事業 貯水池周辺は緩やかな丘陵地帯で、斜面のほとんどが農地であるが、上流部の山地斜面には樹木が多く見られる。CRDA は等高線状盛土や、沈砂池の建設などを行っている。 ・その他 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 ポンプ場 1ヶ所、調整水槽 1ヶ所、送水管 150m、配水管 2,250m、スプリンクラー設備 39ha。 ・灌漑設備の現状 堆砂速度が速いため、固定式ポンプ場による灌漑整備は行われていない。2003 年には 14 戸の農家が 5 台のポンプで 70ha を灌漑していたが、現在はそれらの農家も土地を離れ、灌漑は行われていない。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は組織されていない。営農活動は行われていない。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質は悪くはないが、数年以内に貯水池は堆砂で埋まると推定され、灌漑利用は不可能である。 ・下流にある Bir Mcherga ダムへの土砂流入抑制の役割を果たしている。 					



右岸側から貯水池及び取水塔
ほとんど堆砂で埋まっている。



堤体天端右岸側から左岸側を望む



堤体天端クラック



貯水池及び上流部



ダム下流側及び取水放流工室

県名	Zaghouan	地区番号	ZA-2	地区名	Zangou
灌漑面積 (ha)	計画			67.5	
	現況			110.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム本体の状態は良好であり、取水放流工の機能も問題ない。 ・堆砂 堆砂速度はほぼ計画通りであり、貯水池容量も大きいいため、当分の間は計画灌漑規模の利用が可能である。 ・水質 EC : 3.51 ds/m, TDS : 2,480 PPM であり、水質はあまり良くはない。 ・土壌保全事業 貯水池周辺はゆるやかな丘陵地帯であるが、等高線状盛土や樹木の栽培が促進されている。CRDA による土壌保全事業が 70ha に亘って実施された。 ・その他 CRDA からダム管理人が派遣され、貯水管理等を行っている。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 ポンプ場 1ヶ所、調整水槽 1ヶ所、送水管 400m、配水管 1,300m、スプリンクラー設備 68ha。 ・灌漑設備の現状 重力式パイプラインシステム、配水管 3,266m、スプリンクラー設備 80ha (内 18.5ha 分が CRDA 負担) が建設され、2013 年 10 月に完成した。現在、8 戸の農家によって 80ha が灌漑されている。また、貯水池上流側でも 5 戸の農家がポンプにより約 30ha を灌漑している。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は 2014 年 1 月に設立され、水利費を徴収している。水利費は 0.03TD/m³。GDA は定期的に設備を見回り、CRDA に報告している。GDA はまだ十分な予算がないので、小規模な補修費用として CRDA は 500TD を計上している。 ・主な作物は麦とオリーブである。CRDA は、しばしば普及活動を行っている。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質はあまり良くないが、当分の間は十分な水量が確保できると考えられる。 ・夏季には水質が悪くなる可能性もあるので、モニタリングが必要である。 					



右岸側からダム上流面及び貯水池



堤体天端右岸側から左岸側を望む



取水放流工及びダム下流側



貯水池及び取水塔
貯水池周辺は土壌侵食防止対策が取られている



2013年9月完成圃場付近パイプライン設備

県名	Zaghouan	地区番号	ZA-3	地区名	Enfidha
灌漑面積 (ha)	計画			28.5	
	現況			128.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム本体の状態は良好であり、取水放流工の機能も問題ない。 ・堆砂 堆砂速度は遅く、貯水池容量も大きいので、長期的に計画灌漑規模の利用が可能である。 ・水質 EC : 3.50 ds/m, TDS : 2,500 PPM であり、水質はあまり良くはない。 ・土壤保全事業 貯水池周辺には、等高線状盛土や樹木の栽培が促進されており、土壤保全対策が施されている。CRDA による土壤保全事業が 15ha に亘って実施された。 ・その他 CRDA からダム管理人が派遣され、貯水管理等を行っている。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 ポンプ場 1ヶ所、送水管 300m、配水管 850m、スプリンクラー設備 29ha。 ・灌漑設備の現状 2008年に灌漑計画見直しに関する F/S が実施されたが、民間により取水放流工からパイプラインシステムが設置され、下流で 83ha 灌漑されている。さらに貯水池からポンプにより 45ha が灌漑されている。CRDA は 2 台のポンプを供与している。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDA は設立されていない。施設のメンテナンスは各農家によって行われている。 ・主な作物は麦と果樹である。CRDA は、しばしば普及活動を行っている。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質はあまり良くないが、長期的に十分な水量が確保できると考えられる。 ・夏季には水質が悪くなる可能性もあるので、モニタリングが必要である。 					



天端左岸側から右岸側を望む



貯水池とポンプ、取水塔



ダム上流面、パイプライン、左岸側



取水放流工と配水パイプ



下流灌漑地

県名	Zaghouan	地区番号	ZA-4	地区名	Gwissat
灌漑面積 (ha)	計画			27.8	
	現況			54.0	
<p>ダム及び貯水池</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダム ダム本体の状態は良好であり、取水放流工の機能も問題ない。調査時の3月中旬時点でも貯水位は満水位の半分くらいであり、農家の話では、水不足の場合が多いということである。 ・堆砂 堆砂速度は速く、既に計画堆砂量に達していると考えられるが、貯水池が堆砂で埋まるまでにはまだ時間がある。 ・水質 EC : 0.64 ds/m, TDS : 450 PPM であり、水質は非常に良い。 ・土壌保全事業 貯水池周辺には森林も多く見られ、土壌流亡は少ないように見られる。2005年から2007年にかけてCRDAによる土壌保全事業が50haに亘って実施された。 ・その他 CRDAからダム管理人が派遣され、貯水管理等を行っている。 					
<p>灌漑施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初計画灌漑施設 ポンプ場1ヶ所、調整水槽1ヶ所、送水管600m、配水管1,550m、スプリンクラー設備28ha。 ・灌漑設備の現状 灌漑施設整備は、EU資金によるこの地域を含めた灌漑施設整備事業に組み込まれ、重力式パイプラインシステム、配水管5,000m、スプリンクラー設備20haが建設され、2008年に完成した。現在、19戸の農家によって54haが灌漑されている。 					
<p>営農・組織</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GDAは2009年に設立され、水利費を徴収している。水利費は0.05TD/m³。施設の維持管理はCRDAの責任であるが、GDAは定期的に設備を見回り、CRDAに報告している。 ・主な作物は麦、オリーブ、牧草、メロン、スイカ等である。CRDAは、しばしば普及活動を行っている。 					
<p>評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質は良いが、堆砂速度が速く、水不足気味でもあるので、乾期末の貯水状況から夏季の灌漑計画を決定し、貯水を有効に活用することが肝要である。 					



ダム天端



貯水池及び取水工



放流工およびダム下流部



貯水池及び上流部



取水放流工



洪水吐流入部

B. 事業完了報告書（案）

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

Organization Information

Borrower	<p><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></p>
Executing Agency	<p><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></p> <p>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></p>
Guarantor	<p>Person in Charge _____ (Division) _____ Contacts <u>Address:</u> _____ <u>Phone/FAX:</u> _____ <u>Email:</u> _____</p>

Outline of Loan Agreement:

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

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>(P/R and PCR)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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>(P/R and PCR)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Main Irrigation System <p>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.</p> <p>Since there was a confusion after revolution in 2011, construction of main irrigation facility was completed in 2013.</p> - On Farm Irrigation System <p>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.</p> - Consulting service <p>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.</p>
--

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 Por tio n	Others	Total	JICA Por tio n	Others	Total	JICA Por tio n	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									
c) Main Irrigation System	0	0	0	1,285	0	1,285	1,285	0	1,285
d) On Farm Irrigation System	0	0	0	97	0	97	97	0	97
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>(P/R, PCR)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.

<p>Original: (P/M)</p> <p>Direction Général des Etudes Travaux hydrauliques, Ministère de l'Agriculture</p>
<p>Attachment 2: Organization Chart</p>
<p>Actual, if changed: (P/R and PCR)</p> <p>The same as original.</p>

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)

<p>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.</p>	<p>The land acquisition is executed based on the authorized procedure of expropriation. Paying some expropriated persons is being continued</p>
---	---

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

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)
<p>The project would have positive impacts to the environment covering prevention of further sediment, greenization and protection from the soil erosion.</p> <p>No negative environmental impact was expected.</p> <p>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</p>	<p>The project has positive impacts to the environment covering prevention of further sediment, greenization and protection from the soil erosion especially large dams.</p> <p>Some dams contributed to reduce sedimentation for downstream.</p> <p>Some dams are effective to protect structures and houses downstream from flood.</p> <p>Afforestation, planting crops, contour farming, etc., were done to reduce soil erosion.</p>

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: <i>(P/M and PCR)</i> 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

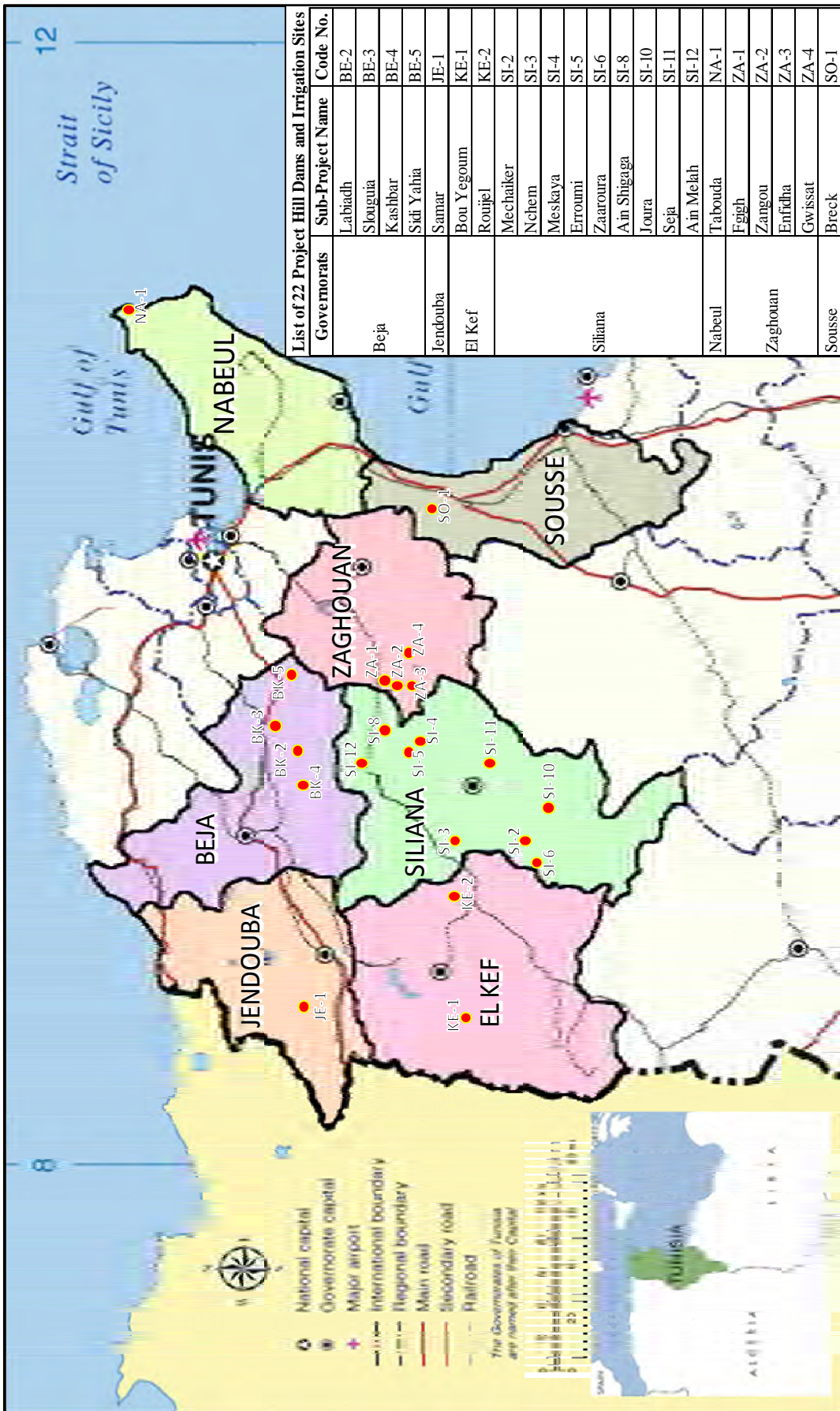
Attachment 2 : Organization Chart

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

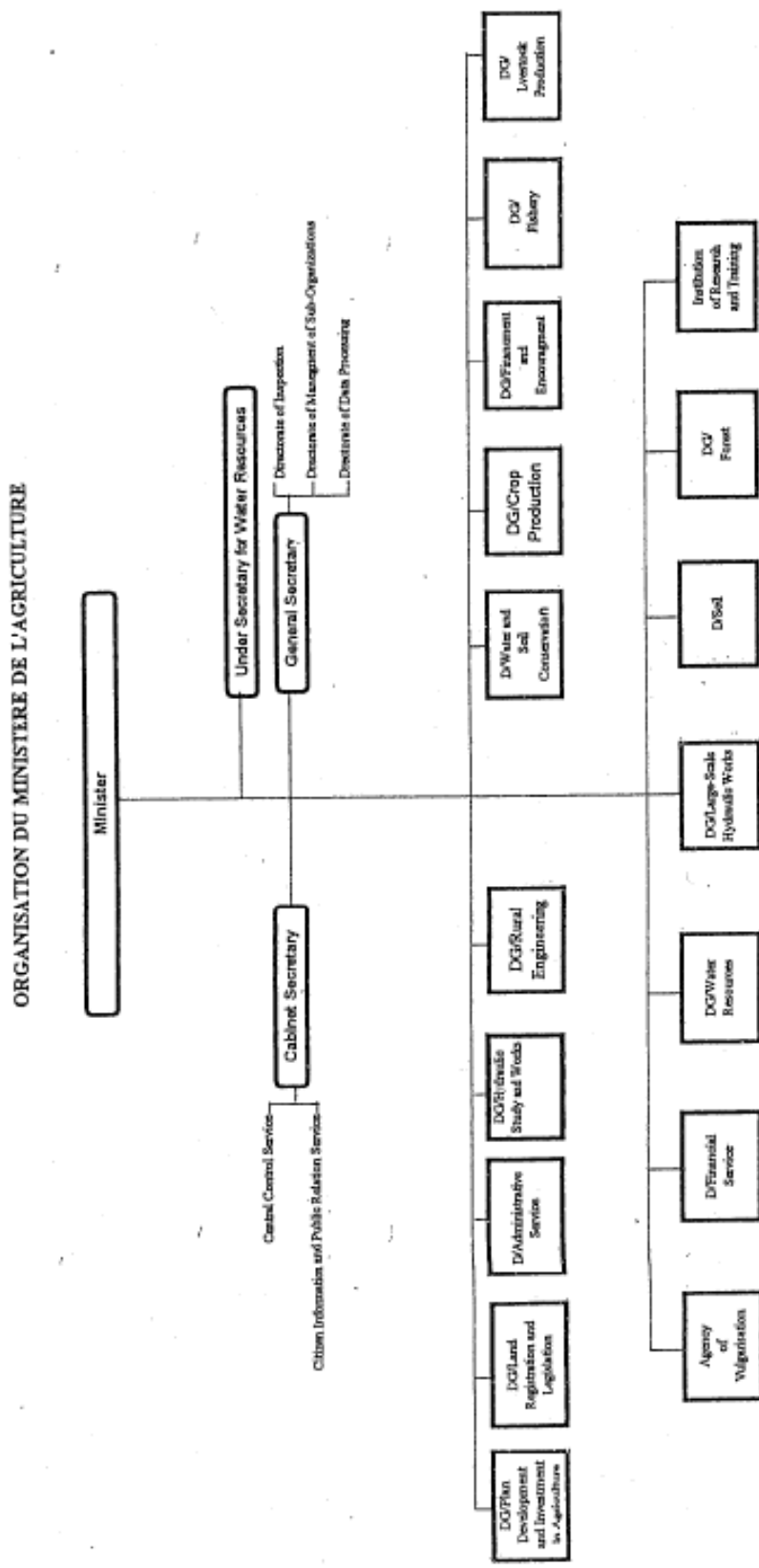
Attachment 4 : Supporting data for computing EIRR and / or FIRR

Attachment 1 : Location Map

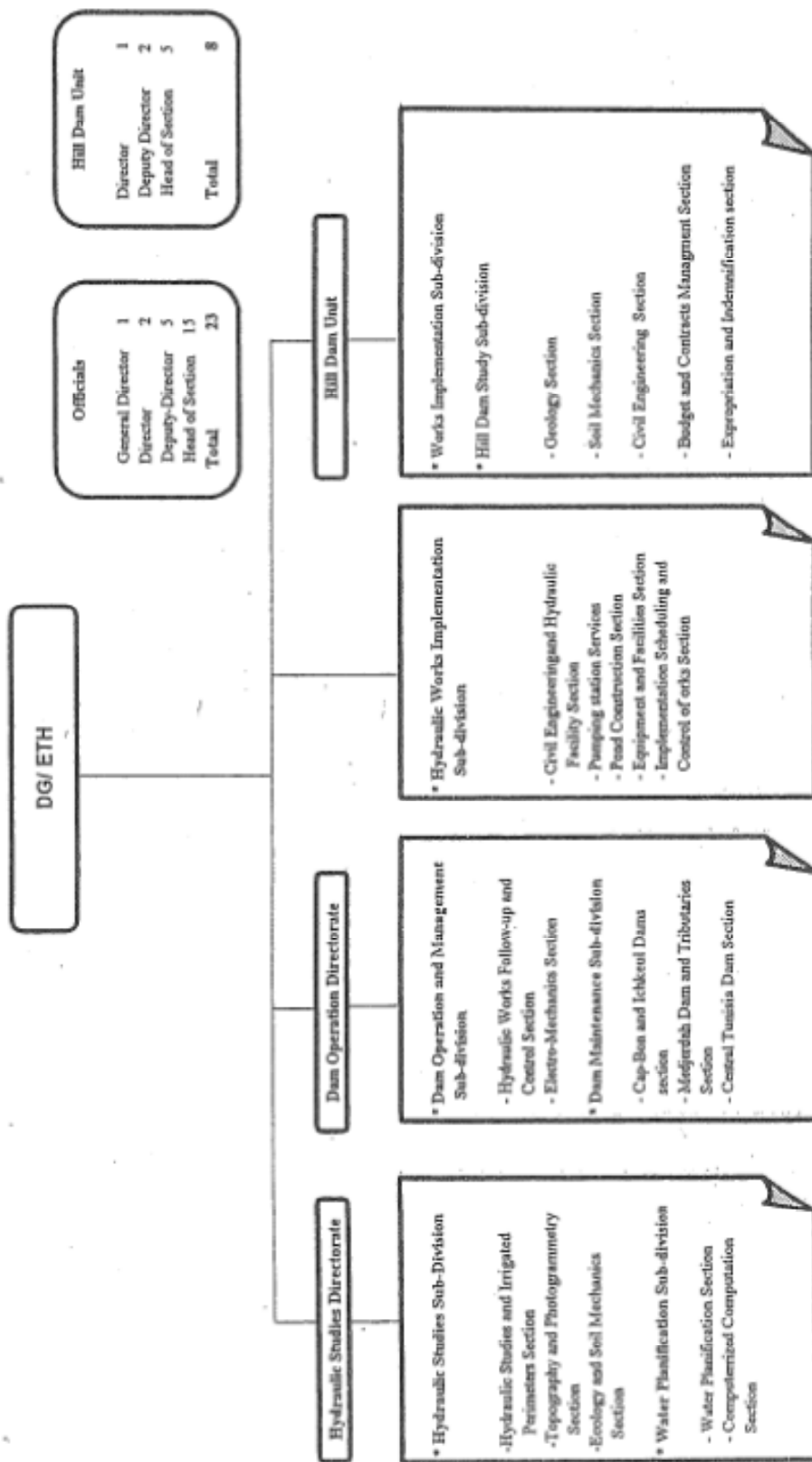
Carte de Situation



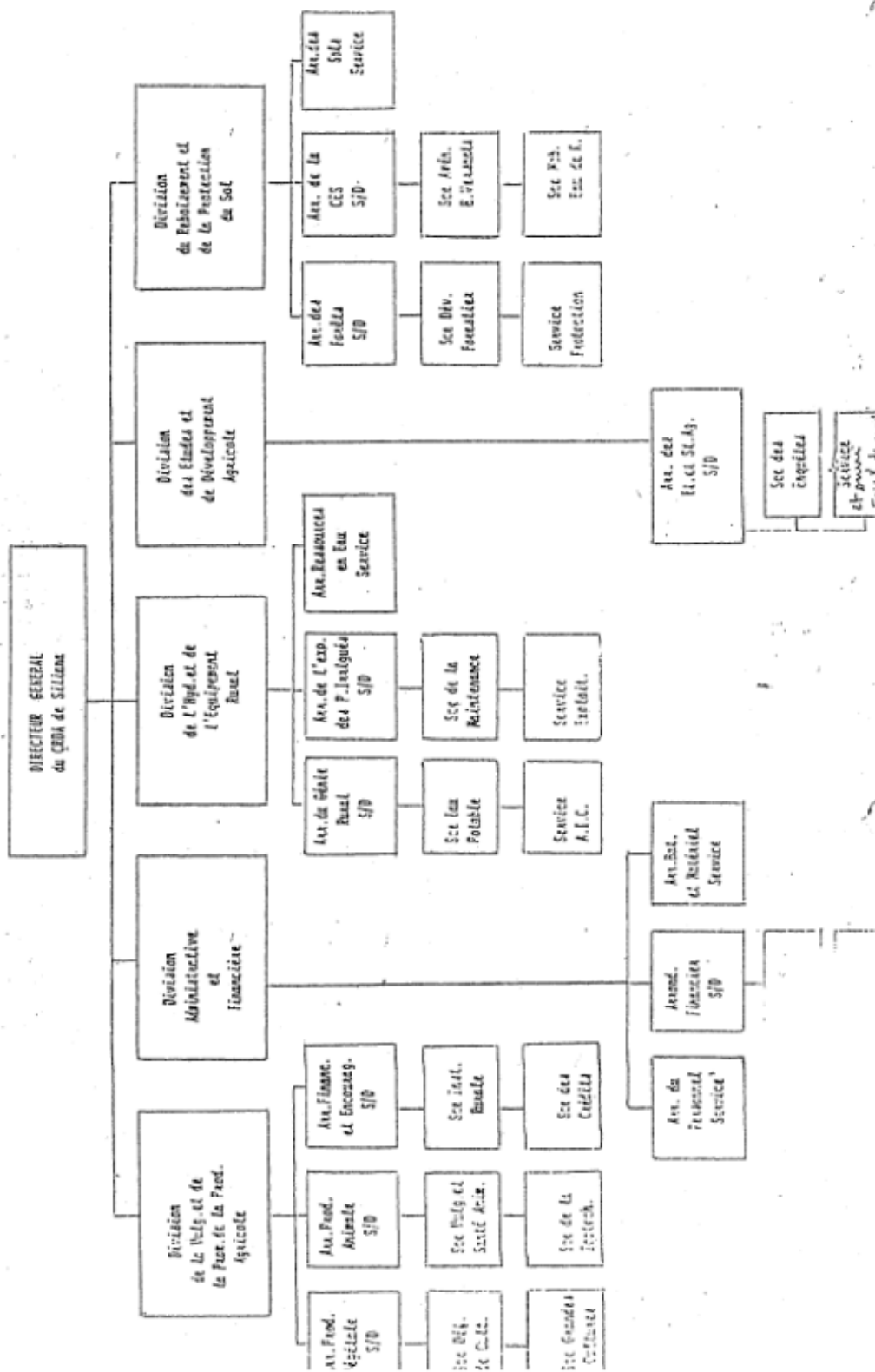
Attachment 2 : Organization Chart



Present Organization of DG/ ETH



ORGANIGRAMME DU C. R. D. A. DE SILIAYA



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 Slougua



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

.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)

N°	Sub Project	Irrig Area	Unit	winter crops										summer crops					perennial crops								
				hay										greenhouse					plant								
				Hard wheat	Soft wheat	barley	corn/vetch	barsoam	greenbarley	other hay	broa bean	chickpea	carrot	onion	green pea	greenhouse	Sorghum	Sula	Tomato	watermelon	Potatoes	olive	apple/pear	grape	apricot	alfalfa	
	Tabouda	80.2	Tones				140.0						603.0		120.0	502.5			1005.0			902.3					
	Labiadh	94.4			108.5	42.3	132.3	369.0				34.0			264.0					430.5			264.0				
	Chougua	223.3			257.0	100.4	312.9					52.2			1368.2					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										
	Sansar	76.9			25.0		105.0					27.0			270.0	600.0				375.0			250.0				
	Rou yagoum	134		268.0			187.6		964.8											804.0			603.0				
	Roual	113.6		225.0			1026.0				20.7		712.5				1716.0			1282.5							
	Madhakar	90.8		154.0			115.5	483.0					363.0		66.5		828.0			532.0			165.0				
	Nicham	80.5		140.0			98.0	409.5							187.6		492.0			1206.0			180.0				
	Mokhaya	83.6		138.5			99.4	426.0							193.9		252.0			1093.5			57.0				
	Enroum	43.3		71.5			60.9	183.0							357.5		390.0		325.0	204.3			18.0				
	Zharoune	191.2		292.5			245.0	997.5					748.0		145.0		1740.0					504.0	111.0				
	Ain shassa	158.3		135.0	107.1		144.2	951.0							261.0		1422.0			1066.5			30.0				
	Joura	28.7		50.0			35.0	140.0							87.2		270.0		225.0								
	Seja	81.7		135.0			97.3	417.0							189.0		738.0			553.5			4.1				
	Ain-Maach	72.3		118.5			70.7	435.0							167.3		848.0		162.0	360.0			82.5				
	Figh	39.1												1347.5			1170.0										
	Zangou	67.5												1190.0			3960.0										
	Crishah	28.5												490.0			1680.0										
	Chassaf	27.8												476.0			1668.0										
	Broak	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)

. 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)									(unit:ton)	
			Hard wheat	Soft wheat	Barley	Oats	Barley for Hay	Chick pea	Broadbean	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: Slougua	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	(%)	Benefit		TD				
without project	0.0	without project		0				
with project	100.0	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	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	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	(%)
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 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	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	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	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	36,819
Incremental benefit	36,819

EIRR (%) -

B/C ratio 0.09 at 12%

Site: Meskaya Construction period: 2000 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	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	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	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	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

Benefit	TD
without project	0
with project	0
Incremental benefit	0

EIRR (%) -

B/C ratio 0.00 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: Ain Shigaga Construction period: 2000 to 2002 **Projected area(ha): 158.3** SAPROF
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 (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	(%)	Benefit	TD
without project	0.0	without project	0
with project	100.0	with project	35,461
		Incremental benefit	35,461

EIRR (%) - **B/C ratio** 0.09 at 12%

Site: Joura Construction period: 2000 to 2001 **Projected area(ha): 28.7** SAPROF
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 (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	(%)	Benefit	TD
without project	0.0	without project	0
with project	100.0	with project	87,525
		Incremental benefit	87,525

EIRR (%) 9.30 **B/C ratio** 0.81 at 12%

Site: Seja Construction period: 2001 to 2002 **Projected area(ha): 81.7** SAPROF
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 (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: Ain Melah Construction period: 2001 to 2002 **Projected area(ha): 72.3** SAPROF
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 (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	(%)	Benefit	TD
without project	0.0	without project	0
with project	100.0	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%

. 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: Slougua
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									

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

Benefit	TD
without project	0
with project	28,369
Incremental benefit	28,369

EIRR (%) -

B/C ratio 0.08 at 12%

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	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	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	(%)
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 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	(%)
without project	0.0
with project	100.0

Benefit	TD
without project	0
with project	48,526
Incremental benefit	48,526

EIRR (%) -2.35

B/C ratio 0.31 at 12%

Site: Tabouda Construction period: 2000 to 2001 **Projected area(ha): 80.2** Original
Governorate: Babeul **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 Construction period: 2000 to 2001 **Projected area(ha): 39.1** Original
Governorate: Zaghuan **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 Construction period: 2000 to 2003 **Projected area(ha): 67.5** Original
Governorate: Zaghuan **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 Construction period: 2000 to 2001 **Projected area(ha): 28.5** Original
Governorate: Zaghuan **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%