

CHAPITRE 6 PLAN DES INSTALLATIONS

6.1 Aperçu

La conception de base du projet a été établie en tenant compte des points suivants, à savoir: (1) Les normes pour l'aménagement des installations terminales pour l'économie d'eau et du projet d'amélioration seront définies sur la base de l'estimation de l'état actuel des installations d'irrigation, des structures, des canaux à garniture de béton, des canalisations et de leur qualité. (2) Un projet d'aménagement des installations de drainage sera établi pour éviter la salinisation sur la base de l'analyse des dégâts actuels dus au sel, de la surface piézométrique de la couche aquifère supérieure, et de la teneur en sel de l'eau d'irrigation et de drainage. (3) Le système d'irrigation, le système de gestion de l'eau et la méthode de maintenance les mieux adaptés seront définis sur la base de l'évaluation des conditions d'irrigation actuelles.

Une étude pilote détaillée couvrant plus de 5% de l'ensemble des 153 oasis d'une surface totale de 23.435 ha a été faite pour réaliser les points ci-dessus. Dans le cadre de cette étude, on a reporté sur des plans au 1/2.000e les réseaux de canaux d'irrigation et de drainage actuels, les structures, les routes, et les autres installations existantes après mesure.

Cette étude pilote a été confiée à un consultant local qui a travaillé sur des plans horizontaux au 1/2000e. Voici les nombres d'échantillons et la surface ayant fait l'objet de cette étude.

Governorat	Area of Oasis (ha)	No. of Oasis	No. of Sample	Study Area (ha)	Study achievement (%)
Gafsa	3,467	8	19	248	7.2
Tozeur	5,622	30	47	239	4.2
Kébili	7,213	67	86	438	6.1
Gabès	7,133	48	81	448	6.3
Total	23,435	153	233	1,373	5.9

L'étude pilote a permis de juger que la longueur de canaux améliorés par tuyaux en PVC ou bétonnage était seulement de 40 m par ha en moyenne dans les 4 gouvernorats, et que 190 m par ha de canaux en terre restaient non aménagés. Le Volume III Dessins montre l'état d'aménagement actuel des canaux terminaux dans les différentes oasis.

Les résultats de cette étude ont servi pour l'analyse et l'estimation prévues pour définir des critères pour le plan d'amélioration des installations terminales, et également pour définir la méthode de maintenance.

6.2 Installations d'irrigation

L'aménagement des canaux quaternaires des parcelles terminales est nécessaire pour économiser l'eau d'irrigation plutôt que celle des canaux principaux. Le projet portera donc sur la réfection des canaux quaternaires des installations d'irrigation des parcelles terminales.

La réfection des installations se fera par canaux en béton et/ou conduites en PVC, déjà actuellement utilisés, compte tenu de l'économie et de la facilité d'exécution. Beaucoup de canaux de ce type, jugé le plus indiqué compte tenu de son économie et de sa facilité d'exécution, ont été aménagés sur place. Pour les canaux en béton, on peut voir sur place des canaux sans armatures utilisant des briques, ou un type produit secondaire en béton à l'amiante, mais ces types posent des problèmes de prix et de durabilité, aussi pour ce projet, on prévoira des canaux en béton armé. Et on pourra utiliser des conduites en PVC pour faible pression d'eau parce que la pression d'eau dans le canal terminal après le distributeur d'eau sera de 2 à 3 m environ.

Ainsi, on envisage d'utiliser des conduites en PVC aux emplacements où les canaux ne sont pas du tout aménagés ou déjà aménagés par des conduites en PVC, et d'autre part, des canaux en béton en continuation de ceux déjà en place. Toutefois, dans les oasis à eau chaude, on a prévu des canaux ouverts pour éviter l'obstruction après le refroidissement. De plus, pour les 5 oasis (Tamerza, Chebika, Foun El Khanga, Mides et Ain El Karma) du gouvernorat de Tozeur à objectif touristique, il faudra établir des canaux hydrophiles utilisant des pierres naturelles pour qu'elles ne perdent pas leur caractère touristique.

La comparaison sur l'économie, la maintenance et le lieu touristique a été résumée dans les tableaux récapitulatifs ci-dessus;

(1) Comparaison sur l'économie (Volume du système; Q = 30 30 l/s)

Catégorie	Prix unitaire (DT/m)	Durabilité (année)	Coût de travaux (DT/ans)	%	Ordre
Ø 160 (tuyau en VU)	6,72	30	0,462	1,0	1
Ø 160 (en amiante)	15,00	30	1,032	2,2	4
250 x 250 (en béton)	11,70	30	0,805	1,7	2
200 x 200 x 180 (canaux existants en amiante)	6,00	5	1,405	3,0	5
Canal hydrophile (en pierres)	12,00	30	0,826	1,8	3

(2) Comparaison sur la maintenance

Catégorie	Problème sur la maintenance
Ø 160 (tuyau en VU)	Pas de sédimentation de sable par le vent, difficile d'évacuer des sédiments dans le tuyau.
Ø 160 (en amiante)	Idem.
250 x 250 (en béton)	La sédimentation de sable est possible.
200 x 200 x 180 (canaux existants en amiante)	Idem, la durabilité est courte.
Canal hydrophile (en pierres)	La sédimentation de sable est possible. (les travaux nécessitent le temps.)

(3) Comparaison sur le lieu touristique

Catégorie	Problème sur le lieu touristique
Ø 160 (tuyau en VU)	Changement de visibilité des oasis par la suite de la couverture de courant d'eau.
Ø 160 (en amiante)	Idem
250 x 250 (en béton)	La nature des oasis harmonisée avec les canaux en terre, mais la construction des canaux en béton est non-harmonisée avec des oasis.
200 x 200 x 180 (canaux existants en amiante)	Idem
Canal hydrophile (en pierres)	Pour résoudre le problème ci-dessus, les canaux sont faits par des pierres naturelles à proximité.

(4) Comparaison générale

Catégorie	Choix
Ø 160 (tuyau en VU)	1er en ordre sur l'adoption, (les oasis à eau chaude sont exclues)
Ø 160 (en amiante)	Non-adoption à cause du coût élevé.
250 x 250 (en béton)	Adoption pour la zone où les canaux en béton sont aménagés et pour les oasis à eau chaude.
200 x 200 x 180 (canaux existants en amiante)	Non-adoption pour la courte durabilité
Canal hydrophile (en pierres)	Adoption pour les 5 oasis du gouvernorat de Tozeur

L'étude de cas concernant l'économie faite au paragraphe 5.2.4 ayant permis de conclure que l'aménagement des 50 derniers mètres en terre du canal quaternaire depuis l'hydrant était le plus adéquat du point de vue du coût et de la commodité, un projet d'installations a été établi sur la base de ce critère d'aménagement.

Dans cet aménagement des canaux, le diamètre des tuyaux en PVC et les caractéristiques des canaux en béton influent sur la capacité du système. Pour une capacité du système de 40 l/sec., on a choisi des tuyaux de ϕ 200 mm. De même, pour des capacités de 30 l/sec. et 20 l/sec., on a choisi respectivement des tuyaux de ϕ 160 mm et ϕ 140 mm. (Voir la Figure 6.2.1.)

La Figure 6.2.1. indique la relation entre la capacité du système et les caractéristiques des canaux en béton. Pour une capacité de 40 l/sec., on a sélectionné un canal de 300 mm x 200 mm (largeur x hauteur); de même, pour 30 l/sec., 26 l/sec. et 20 l/sec., des canaux en béton respectivement de 250 mm x 250 mm, 250 mm x 200 mm et 200 mm x 200 mm. Voir les Figures 6.2.1. et 6.2.2. pour la section standard des tuyaux en PVC et les ouvrages de distribution d'eau, et les Figures 6.2.1. et 6.2.2. pour la section standard des canaux en béton et les ouvrages de distribution d'eau.

Le Tableau 6.3.1 indique les travaux à effectuer par oasis et les Figures 6.2.4 à 6.2.11 le plan pour les oasis pilotes.

6.3 Installations de drainage

Comme on prévoit la possibilité de dégâts dus au sel, il faudra aménager des canaux de drainage pour éliminer le sel dans les oasis qui en sont dépourvues. Compte tenu de l'économie et de la facilité d'aménagement, on utilisera des conduites de drainage qui n'affecteront pas la culture à l'intérieur des parcelles, et les canaux collecteurs seront à ciel ouvert pour simplifier la maintenance.

La surface piézométrique devra être fixée à partir de la nécessité d'aération et de la limite d'accumulation de sel dans le sol. Pour les arbres plantés dans un sol à texture sablonneuse à limon sablonneux, un niveau de plus de 80 à 120 cm de profondeur est généralement requis. Compte tenu de l'évapotranspiration très importante en été, l'influence des eaux d'inondation sera faible. Par conséquent, la surface piézométrique de conception sera de 100 cm.

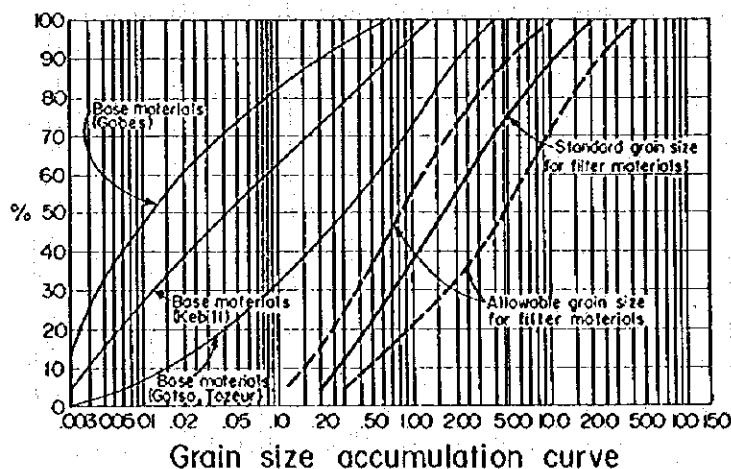
Une étude de perméabilité jugée indispensable a été effectuée dans les zones où les canalisations de drainage souterraines sont jugées nécessaires pour la conception et la disposition des canaux de drainage. L'Annexe B indique les emplacements et méthodes utilisés. Les valeurs de mesure obtenues ont été 350 à 8.600 cm/jour.

Pour la conception des canaux de drainage des parcelles, autrement dit le calcul de la profondeur et de l'intervalle, on a appliqué le monographe de Hooghoudts, généralement utilisé en Tunisie à cet effet. Le calcul de l'intervalle entre les canaux de drainage en supposant la pose des canalisations de drainage à plus 2,0 m de profondeur, a permis d'obtenir de 107 à 590 m.

Comme les parcelles sont en principe de 100 x 100 m, un intervalle de 100 m est souhaitable pour les canalisations.

Ainsi, compte tenu des résultats des essais de perméabilité et des cultures concernées, la profondeur et l'intervalle des canalisations de drainage les mieux adaptés pour cette zone ont été respectivement définis à 2,0 m et 100 m. On a donc établi un projet de canalisations de drainage satisfaisant ces normes pour les emplacements où les canalisations de drainage sont insuffisantes.

On a conclu que la taille du sol des oasis est de 0,002 à 2,0 mm par les résultats des essais effectués dans les oasis pilotes. Pour la conception des conduites, la sélection des matériaux de filtration et la perméabilité des eaux souterraines seront assurées. Les matériaux de filtration seront des sables et graviers naturels, et la granulométrie est comme suit;



L'évaluation de la profondeur et de l'intervalle des canalisations d'irrigation actuelles a été faite sur la base de l'étude pilote précitée. Il est apparu qu'une partie des nouvelles oasis étaient conformes à ces normes de conception, mais que la plupart, et surtout les oasis traditionnelles, ne l'étaient pas.

Par conséquent, compte tenu des résultats de l'étude de cas de l'état actuel des sections des installations, on a prévu l'aménagement de canaux de drainage au cas où la norme définie précitée n'est pas satisfaite. Toutefois, aucun aménagement de canal de drainage n'est envisagé pour les 5 oasis aux alentours de la ville de Gafsa où, comme indiqué au paragraphe 3.4.7 la surface piézométrique est basse et les conditions de drainage bonnes. Mais on a prévu des canaux de drainage pour les oasis du gouvernorat de Gafsa situées près de la limite avec le gouvernorat de Tozeur, comme dans les autres gouvernorats.

Le Tableau 6.3.1.1 indique les travaux à effectuer et la Figure 6.2.3 une section standard.

CHAPITRE 7 PROGRAMME D'EXECUTION ET ESTIMATION DU COUT

7.1 Projet d'exécution des travaux

7.1.1 Travaux à effectuer

Comme indiqué dans le projet d'exécution du Chapitre 6, le présent projet a pour objectif d'aménager les installations d'irrigation et les canaux de drainage des parcelles terminales au-delà des hydrants dans les 153 oasis sélectionnées. Les canaux seront les types des conduites et des canaux à ciel ouvert, toutefois, pour les 5 oasis du gouvernorat de Tozeur à objectif touristique, il faudra établir des canaux hydrophiles utilisant des pierres naturelles pour qu'elles ne perdent pas leur caractère touristique. Le tableau ci-dessous indique les travaux prévus dans chaque gouvernorat. La densité de réfection moyenne des canaux d'irrigation (m/ha) sera de 139 m dans le gouvernorat de Gafsa, de 134 m dans celui de Tozeur, de 150 m dans celui de Kébili et de 145 m dans celui de Gabès. Par ailleurs, la densité d'aménagement moyenne des canaux de drainage sera respectivement de 133 m, 67 m, 83 m et 92 m pour ces mêmes gouvernorats. La densité d'aménagement moyenne des canaux de drainage est faible dans le gouvernorat de Gafsa parce que le niveau piézométrique est faible dans les oasis à proximité de la ville de Gafsa, le drainage est bon, et les canaux de drainage sont inutiles.

	(Unité: m)					
	Gafsa	Tozeur	Kébili	Gabès	Total	Note
Area	(3,467ha)	(5,622ha)	(7,213ha)	(7,133ha)	(21,435ha)	
Installations à refaire (réfection)						
Canal en béton						
20x20	26,842	2,567	48,414	248,336	283,271	Eau d'irrigation
25x20		163,979	259,447	457,602	642,913	
25x25	359,615	157,319	3,618	82,344	520,050	
30x25	79,526	170,352		36,749	181,536	
Sub-total	465,983	494,217	311,479	825,031	2,096,710	
PVC Pipe						
ø 140		7,325	237,622	110,731	355,678	
ø 160	8,970	211,892	531,582	81,466	833,910	
ø 200	8,379	17,594		15,960	41,933	
Sub-total	17,349	236,811	769,204	208,157	1,231,521	
Canal hydrophile		22,626			22,626	
Total	483,332	753,654	1,080,683	1,033,188	3,350,857	
Canal de drainage	27,299	256,612	462,445	516,124	1,262,480	Drainage
Canal de collecteur	10,166	95,888	111,337	133,557	350,948	
Total	37,465	352,500	573,782	649,681	1,613,428	

7.1.2 Programme des travaux

La durée de la construction a été estimée à partir des jours ouvrables, du nombre de travailleurs, des heures de travail journalières et de la capacité des ouvrages provisoires. La durée de la construction a ainsi été estimée à 1 an pour les oasis de moins de 100 ha, 2 ans pour celles entre 100 et 300 ha, 3 ans pour celles de plus de 300 à 400 ha, 4 ans pour celles de 400 à 700 ha, et 5 ans pour celles de plus de 700 ha. Par conséquent, la répartition des travaux d'aménagement des canaux d'irrigation des parcelles terminales de toutes les oasis devra être définie annuellement, selon leur surface, pour pouvoir achever les travaux dans le délai fixé. Le tableau ci-dessous indique cette répartition.

Area of Oasis	1st year	2nd year	3rd year	4th year	5th year
less than 100ha	100				
100~300ha	50	50			
300~400ha	30	40	30		
400~700ha	20	30	30	20	
more than 700ha	20	20	20	20	20

De plus, on considérera que l'urgence d'aménagement des oasis est la même dans ce projet d'exécution. Toutefois, on a envisagé que chaque CRDA commencerait les travaux à partir des oasis les plus proches du centre du gouvernorat, compte tenu de la facilité d'exécution des travaux et des effets produits, et effectuerait à peu près le même volume de travaux tous les ans.

Les Tableaux 7.1.2.1 et 7.1.2.2 indiquent l'application des conditions ci-dessus à toutes les oasis, et l'arrangement par gouvernorat.

7.2 Coût du projet

7.2.1 Conditions préalables

- (1) Le prix unitaire des travaux a été calculé sur la base des prix moyens de septembre 1995.
- (2) Le taux de change suivant a été adopté.
US\$ 1,00 = TD 0,944 = ¥ 101,00
- (3) Tous les coûts des travaux seront calculés sur une base contractuelle. Le contractant, sélectionné par appel d'offres international, fournira tous les équipements et matériaux de construction nécessaires.

- (4) La conception et les matériaux pour les installations du projet seront définis en tenant compte de la facilité de maintenance et de la durabilité.
- (5) La période des travaux, mesures et conception incluses, est fixée à 6 ans, compte tenu de la gestion de la qualité adaptée, de la gestion du programme, de la facilité de maintenance et de la limitation au minimum des frais de construction.
- (6) Le fonds de réserve, estimé à 10% du total des frais de conception détaillée, des frais de construction, du coût des équipements de maintenance, des frais de gestion généraux et des services d'ingénierie, sera inclus dans le coût du projet.
- (7) Une augmentation des prix annuelle de 4% sera prise en compte.

7.2.2 Coût du projet

Le coût du projet comprendra les éléments suivants:

(1) Frais de construction

Les frais de construction incluront le coût direct de la construction, du coût des installations provisoires, des frais de préparation, et du montant du contrat. Le prix unitaire du projet est indiqué dans l'Annexe H.

(2) Coût d'acquisition de terres

Les terres entre l'hydrant et les canaux terminaux en aval sont la propriété des fermiers. L'acquisition de terres sera donc inutile pour l'aménagement des canaux d'irrigation des parcelles, mais une indemnisation sera prise en compte pour une partie des raccords des canaux de drainage principaux à construire.

(3) Frais de gestion ordinaires

La conception détaillée et les travaux de construction seront réalisés par du personnel administratif avec l'assistance de consultants. Les frais de gestion ordinaires seront évalués sur la base du personnel administratif affecté à ces opérations.

(4) Coût des services d'ingénierie

Le coût des services d'ingénierie inclura les frais de conception détaillée et de supervision de la construction. Les consultants assisteront et conseilleront le personnel administratif pendant la période de conception détaillée et de supervision de la construction.

(5) Fonds de réserve

Le fonds de réserve est fixé à 10% du total des items (1) à (4) précités.

(6) Augmentation des prix

L'augmentation annuelle des prix prise en compte est de 4%.

Le coût du projet est estimé à environ 92.666 mille dinars. Le Tableau 7.2.2.1 montre la décomposition de ce coût.

(unité: milliers de dinars)

1) Frais de construction: irrigation (38.750), drainage (26.268)	65.018
2) Coût d'acquisition de terres et indemnisations	1.254
3) Frais de gestion ordinaires	975
4) Coût des services d'ingénierie	5.871
5) Fonds de réserve	7.309
6) Augmentation des prix	12.239
Total	92.666

7.2.3 Frais de maintenance

Les frais de maintenance annuels de l'ensemble des oasis ont été estimés conformément au plan de maintenance des installations hydrauliques du paragraphe 5.3, Chapitre 5. Comme le montre le tableau ci-dessous, le pourcentage des frais de maintenance par rapport aux frais de construction des canaux d'irrigation aux parcelles terminales est d'environ 1,2%. Les frais de maintenance estimés comprennent les frais de maintenance des installations, les frais de personnel dus à l'augmentation du personnel, les frais d'achat de véhicules et les frais de fonctionnement et de matériaux, les frais de gestion des installations représentant 70% du total.

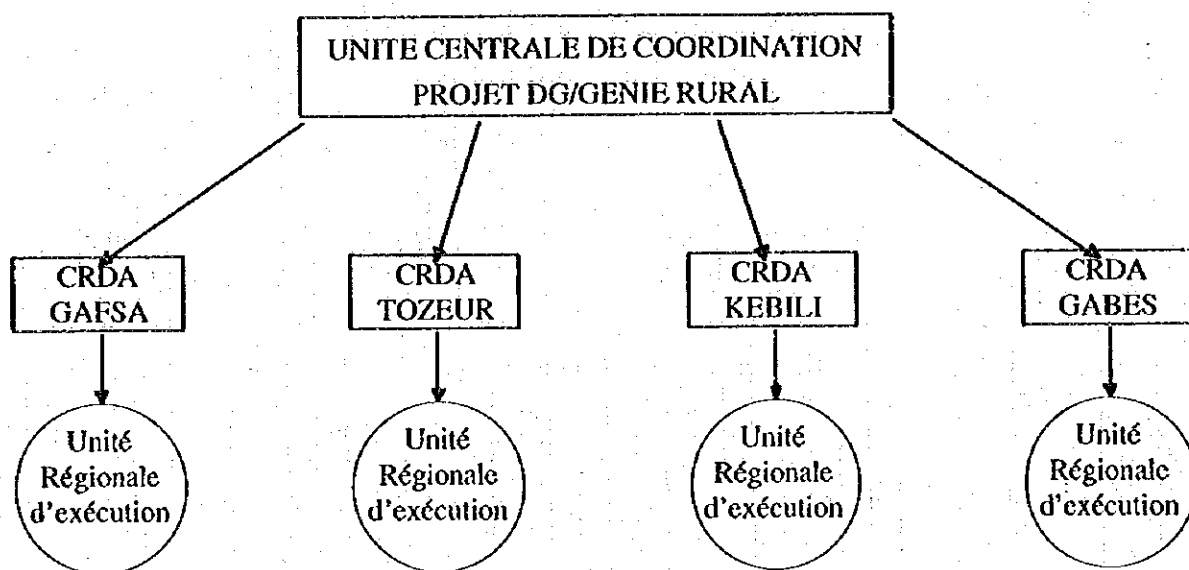
(D., '000)

Details of OM cost	Gafsa	Tozeur	Kébili	Gabès	Total
(1) Construction cost	6,575	15,473	21,376	21,594	65,018
(2) OM cost					
A) Facilities	58.4	137.6	190.0	191.9	577.9
B) Staff	16.8	30.8	36.6	40.8	125.0
C) Equip. and materials	12.3	20.6	30.9	30.9	94.7
Total	87.6	188.9	257.5	263.6	797.6
(3) OM cost / Construction cost (%)	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2

CHAPITRE 8 EXECUTION DU PROJET ET PLAN DE MAINTENANCE

8.1 Organisme d'exécution du projet

Le projet est placé sous la tutelle de la Direction Générale du Génie Rural (DGGR) du Ministère de l'Agriculture, qui sera chargée de la conception, des ajustements et de l'assistance technique. Les Commissariats Régionaux au Développement Agricole (CRDA) respectives des 4 gouvernorats seront responsables des propositions pour chaque oasis, des formalités avec le Consultant et de la gestion des travaux. Les relations entre la DGGR et les CRDA et la répartition des tâches sont comme suit. Par ailleurs, les travaux seront réalisés dans le cadre de l'organisation actuelle de la DGGR et des CRDA, en recrutant d'un consultant et des contractants.



(1) Travaux à la charge de la DGGR (organisme de coordination central du projet)

- Ajustements du projet et établissement du programme annuel en coopération avec les CRDA
- Assistance technique (recrutement d'un consultant, fourniture en équipements et matériaux et établissement des spécifications pour l'exécution des travaux d'irrigation et d'évacuation)
- Supervision pour la promotion des différents projets des CRDA
- Supervision financière du projet

(2) Travaux à la charge des différentes CRDA (organismes d'exécution régionaux)

- Etablissement du programme annuel et budgétisation

- Recrutement du consultant (formalités de recrutement pour l'appel d'offres pour les travaux, conclusion du contrat, et supervision et gestion des travaux)
- Directives aux AIC (publicité pour le projet, inspection et réparation des constructions, activités d'amélioration de la gestion de l'eau)
- Gestion financière des travaux contractuels (gestion du contrat, établissement des spécifications détaillées, activités d'amélioration de la gestion de l'eau)

8.2 Méthode d'exécution du projet

Le projet sera en principe réalisé sur appel d'offres concurrentiel national en ce qui concerne les services de consultation, la fourniture des produits nécessaires et l'exécution des travaux.

8.3 Plan d'exécution

Après l'approbation du projet, un consultant sera immédiatement sélectionné pour établir les documents et dessins nécessaires pour l'approbation et la réalisation du projet tels que conception détaillée, documents d'appel d'offres et spécifications techniques. La sélection du consultant se fera sur proposition technique, et après la sélection, les conditions de prestation des services seront fixées. Le travail du contractant commencera après l'achèvement de la conception détaillée et l'approbation des dessins du projet. De plus, l'acquisition de tous les terrains devra avoir lieu avant le commencement des travaux. On prévoit qu'il faudra environ un an pour ces travaux préparatoires. L'Annexe H montre le projet d'exécution des travaux dans son ensemble.

8.4 Projet de maintenance

Les canaux des champs des parcelles terminales seront maintenus par les AIC par l'intermédiaire des brigades des travaux. Les travaux à réaliser seront l'inspection et/ou réparation une fois par mois des canaux quaternaires et des canaux de drainage aménagés. Les CRDA auront des discussions périodiques avec les brigades de technique d'économie d'eau concernant la maintenance des installations, et leur donneront les directives requises. La maintenance des parties terminales non aménagées des canaux quaternaires sera assurée par les bénéficiaires.

CHAPITRE 9 EVALUATION DU PROJET

9.1 Conditions préalables de l'évaluation économique

Le Projet d'amélioration de la surface des périmètres irrigués dans les oasis du Sud de la Tunisie vise avant tout l'augmentation du rendement agricole par le développement de l'irrigation et du drainage. Le projet concernera 153 oasis d'une surface totale de 21.436 ha, sélectionnées après l'étude des effets de l'irrigation et du drainage, et de l'effet social (touristique) sur les 153 oasis existantes.

La justification du projet a inclus une estimation du projet du point de vue économique, financier et de l'économie régionale. L'étude de la pertinence économique a été réalisée en calculant le taux de retour économique intérieur (EIRR), le rapport bénéfice-coût (B/C), le bénéfice net (B - C) et par une analyse de sensibilité au taux de retour économique intérieur par rapport aux modifications de profit et de coût. Pour l'évaluation financière, la capacité de remboursement du projet et la capacité de paiement des fermiers des frais des travaux ont été mis au clair sur la base de l'analyse des recettes et dépenses des fermiers bénéficiaires. On a établi un tableau de roulement des investissements de l'organisme d'exécution, et mis au clair les possibilités d'exécution du projet du point de vue financier. On a aussi étudié les avantages indirects et l'effet de vague que l'exécution du projet produira sur la société locale. Les conditions préalables de base appliquées à l'évaluation du projet sont résumées comme suit:

(1) Longévité économique

La longévité économique utile du projet supposée va jusqu'à 2021, ou 25 ans à partir de l'exécution.

(2) Date de calcul

Dans l'analyse, les frais (frais des travaux) et bénéfices appliqués à l'estimation économique sont ceux de septembre 1995, en dinars tunisiens. Le taux de change est US\$ 1,00 = DT 0,944 = ¥101.

(3) Facteur de conversion standard (SCF)

En référence à l'étude par le NEA (Développement Agricole dans le Gouvernorat de Gafsa, Projet des Trente Forages, 1990), le facteur de conversion standard (SCF) des frais financiers aux frais économique de 0,8 et un facteur de conversion spécifique (CSCF) des frais de construction (monnaie intérieure) en frais économiques de 0,90 ont été appliqués. Le SCF sera utilisé pour l'estimation de tous les bénéfices de la fourniture locale et des coûts de construction en monnaie locale.

(4) Prix économiques

Les prix économiques des matériaux des fermes (nitrate d'ammonium, super phosphate triple et sulfate de potassium) ont été estimés sur la base d'une projection de prix à long

terme de la Banque Mondiale pour 2005 en termes constants 1995. Les produits agricoles d'exportation (dattes, olives) ont été estimés en prix d'exportation FOB, Tunis. Les prix économiques d'autres produits agricoles non d'exportation (figues, grenades, légumes et plantes fourragères) et des matériaux de ferme (graines/plants, engrais de ferme) ont été mis aux prix du marché intérieur. Les impôts concernant les contrats, les subventions et les transferts d'intérêts vus du point de vue économique international ont été soustraits du coût des travaux parce qu'ils sont considérés comme des transferts internes liés à la production directe.

Le Tableau 9.1.1 indique les frais financiers pour les produits agricoles et les équipements et matériaux agricoles, ainsi que les prix économiques.

9.2 Bénéfices économiques

Les bénéfices de l'irrigation du projet sont des bénéfices dus à l'augmentation de la production agricole suite à l'amélioration des installations d'irrigation et de drainage pour l'utilisation optimale de l'eau d'irrigation, la formation d'AIC, et l'amélioration des méthodes de culture par les fermiers. Les bénéfices de l'élevage ont été calculés en tant qu'augmentation de la production de plantes fourragères.

Le revenu économique des cultures par ha pour l'irrigation a été calculé sans et avec le projet sur la base de la production actuelle et future, des produits agricoles et des quantités d'équipements agricoles introduits, et des prix économiques plafonds des fermes pour les matériaux et produits (Tableau 9.2.1).

(Unit: D/ha)

Items	Without Project			With Project			Increment/decrement Irrigation		
	GPV	PC	NPV	GPV	PC	NPV	GPV	PC	Benefit
Arboriculture:									
- Date	5,367	894	4,473	6,108	1,061	5,047	741	167	574
- Olive	2,990	697	2,293	3,333	742	2,591	343	45	298
- Pomegranate	2,328	845	1,483	2,720	895	1,825	392	50	342
- Apricot	4,987	958	4,029	5,543	1,022	4,521	556	64	492
- Fig	1,326	769	557	1,484	895	589	158	126	32
Vegetables:									
- Carrot/Turnip	4,160	1,409	2,751	4,680	1,534	3,146	520	125	395
- Onion	4,032	1,568	2,464	4,570	1,647	2,923	538	79	459
- Kidney Bean	3,983	1,235	2,748	4,481	1,424	3,057	498	189	309
- Pepper	8,317	2,163	6,154	9,311	2,271	7,040	994	108	886
- Tomato	6,709	1,723	4,986	7,511	1,838	5,673	803	115	688
Fodder Crops :									
- Lucerne	2,992	921	2,071	3,592	1,081	2,511	600	160	440
Industrial Crops :									
- Henna	2,666	1,144	1,522	3,237	1,294	1,943	571	150	421

Remarks: GPV; Gross Production Value, PC; Production Cost, NPV; Net Production Value

Les bénéfices totaux avec et sans le projet ont été calculés sur la base des revenus agricoles par ha et de la surface cultivée ci-dessus. Les bénéfices annuels de l'irrigation qui représentent la différence entre les bénéfices agricoles sans et avec le projet, et ont été calculés en tant que biens à l'achèvement des travaux. Les bénéfices de l'irrigation calculés pour les 153 oasis et par gouvernorat sont indiqués ci-dessous. (Voir le Tableau 9.2.2.)

(D., '000)

Governorate	Without Project			With Project			Irrigation Benefit	
	GPV	PC	NPV	GPV	PC	NPV	Total	D. per ha (D. ha)
Gafsa	30,750	5,210	25,540	34,120	5,740	28,380	2,840	820
Tozeur	38,100	6,180	31,920	43,030	7,170	35,860	3,940	700
Kébili	59,630	12,450	47,180	67,020	14,250	52,770	5,590	700
Gabès	50,050	10,440	39,610	57,390	11,690	45,700	6,090	850
Total 153 Oases	178,530	34,280	144,250	201,560	38,850	162,710	18,460	790

Les bénéfices de l'irrigation dus à l'augmentation de production agricole devraient augmenter au fil des années après l'achèvement du développement conformément au programme d'exécution. Le projet devrait permettre d'atteindre les bénéfices prévus en (6) ans, le taux d'augmentation

annuel étant de 20% la première année, 40% la seconde, 60% la troisième, 80% la quatrième et 100% la cinquième.

9.3 Coût économique

Les coûts financiers des travaux sont divisés en deux parties: coûts en monnaie locale et coûts en monnaie étrangère. Les coûts en monnaie locale comprennent: les frais de transfert, le coût de la main-d'oeuvre non qualifiée, les frais de matériels disponibles sur place et les salaires. Les facteurs de conversion standard des travaux (CCFs) qui sont la moyenne pondérée des items de coût respectifs ont été estimés comme suit:

- (1) Les coûts financiers en monnaie étrangère sont équivalents aux frais économiques.
- (2) Les frais de transfert en monnaie locale sont le coût financier moins 10%.
- (3) Le reste de 90% des coûts financiers a été divisé en coût de la main-d'oeuvre non qualifiée et autres coûts.
- (4) Le coût de la main-d'oeuvre non qualifiée a été estimé en appliquant le facteur de conversion 0,8.
- (5) Le facteur de conversion standard de 0,9 a été appliqué aux autres coûts.
- (6) Les CCF par composant du projet ont été calculés en tant que somme des coûts économiques à partir des coûts financiers multipliés par le taux de conversion ci-dessus.

Les frais de maintenance seront estimés de la manière ci-dessus. Le coût total du projet et les frais de maintenance par gouvernorat pour les 153 oasis ont été estimés comme suit. (Voir le Tableau 9.3.1.)

Governorate	Oases	Total Area (ha)	Total Cost (D., '000)	Cost per ha (D./ha)	OM Cost	
					(D., '000)	(D./ha)
1. Gafsa	8	3,467	8,272	2,390	87.7	25
2. Tozeur	30	4,382	14,178	3,240	143.7	33
3. Kébili	67	6,632	23,233	3,500	233.0	35
4. Gabès	48	6,955	25,216	3,630	256.6	37
Total	153 Oases	23,435	70,899	3,310	721.0	34

9.4 Evaluation économique

L'évaluation économique a été faite par analyse du taux de retour économique interne (BIRR), du rapport bénéfice-coût (B/C) et du bénéfice net (B-C) au taux d'escompte officiel de 7,5%. (Voir les Tableaux 9.4.1, 9.4.2 et 9.4.3.)

Governorate	EIRR	B/C	Net Profit
	(%)		(D., '000)
1. Gafsa	22.0	2.66	11,232
2. Tozeur	13.9	1.64	10,200
3. Kébili	14.5	1,71	16,256
4. Gabès	15.9	1.85	18,814
Total 153 Oases	15.7	1.84	56,760

Une analyse de sensibilité a été faite dans les conditions suivantes en tenant compte de la période d'exécution, et des variations de coût du projet et des bénéfices.

- (1) Cas d'augmentation de 20% du coût du projet
- (2) Cas de baisse des bénéfices de 20%
- (3) Cas où les cas (1) et (2) se produisent simultanément

Governorate	Planned Case	Case 1	Case 2	Case 3
1. Gafsa	22.0	18.8	18.1	15.2
2. Tozeur	13.9	11.4	10.9	8.6
3. Kébili	14.5	11.9	11.4	9.1
4. Gabès	15.9	13.2	12.6	10.1
Total 153 Oases	15.7	13.0	12.4	10.0

Suite aux calculs ci-dessus, le taux de retour économique interne est de 16,9%, et il restera de 11% même si le coût du projet augmente de 20% et les bénéfices baissent de 20%, ce qui a permis de conclure à la pertinence de l'évaluation économique du projet.

9.5 Evaluation financière

Pour évaluer la pertinence du projet du point de vue du budget des fermiers, une analyse de budget typique sur chacune des fermes bénéficiaires d'une irrigation standard parmi des oasis nouvelles et traditionnelles sélectionnées dans les 4 gouvernorats a été faite dans le cas "avec le projet". Tout le coût des travaux sera à la charge des bénéficiaires, les conditions de remboursement du coût du projet par collecte auprès des fermiers étant une période de remboursement de 20 ans, avec période de non remboursement pendant les 5 années premières années, à un taux d'intérêt annuel de 10%. L'analyse de la capacité de paiement du coût du projet par les fermiers bénéficiaires a permis de juger que le bilan de gestion des fermes, à savoir les bénéfices nets correspondant à la soustraction des frais de production et du coût de la vie du revenu total de la ferme, était supérieur au montant à rembourser du coût du projet.

Ainsi, le pourcentage du montant du remboursement annuel du coût du projet, intérêt y compris, représente un maximum de 33%, un minimum de 5% soit en moyenne 15% des bénéfices nets des fermiers. Les bénéfices obtenus suite à l'augmentation de la production due à l'amélioration des installations d'irrigation et de distribution d'eau devrait donc largement permettre le remboursement du coût du projet.

Items	Kasba	Oued Shili	Tozeur	Hazoua 3	Mansoura	Atillet	Oasis de Gabès	Limaoura 1 et 2
<u>Farm Land: (ha)</u>	1.06	3.11	1.38	1.00	0.25	0.75	0.29	1.25
<u>Gross Income: (D.)</u>								
- Farm Income	8,923	16,281	10,419	5,510	2,043	5,326	2,250	8,591
- Off-farm Income	0	0	0	500	2,500	1,000	2,000	0
<u>Sub-total</u>	<u>8,923</u>	<u>16,281</u>	<u>10,419</u>	<u>6,010</u>	<u>4,543</u>	<u>6,326</u>	<u>4,250</u>	<u>8,591</u>
<u>Number of Family :</u>	5.33	5.47	5.27	5.27	5.65	6.17	5.48	5.48
<u>Gross Outgoing: (D.)</u>								
- Production Cost	1,238	1,853	1,351	845	326	1,151	356	1,591
- Living Expenses	3,059	3,140	3,024	3,770	3,244	3,542	3,145	3,145
<u>Sub-total</u>	<u>4,297</u>	<u>4,993</u>	<u>4,375</u>	<u>4,615</u>	<u>3,570</u>	<u>4,693</u>	<u>3,501</u>	<u>4,736</u>
<u>Net Reserve: (D.)</u>	<u>4,626</u>	<u>11,288</u>	<u>6,044</u>	<u>1,395</u>	<u>973</u>	<u>1,633</u>	<u>749</u>	<u>3,855</u>
	223	1,068	497	452	166	344	86	614
	(4.8%)	(9.5%)	(8.2%)	(32.4%)	(17.1%)	(21.1%)	(11.5%)	(15.9%)

9.6 Evaluation de l'environnement

Un examen environnemental initial (IEE) a été faite sur la base des définitions des rubriques environnementales conformément aux Grandes lignes sur l'environnement de la JICA. L'Annexe en donne les résultats.

Quatre parcs nationaux (Iles Zembra, Zembrettas, Ichkeul et Bou Kornine) se situent à Tunisie. Le parc national de Chaâmbi se situe en Tunisie centrale, le parc national de Bouhedma à 85 km à l'Est du centre du gouvernorat de Gafsa, et celui de Jbil à 90 km au Sud du centre du gouvernorat de Kébili. Ces parcs renferment des espèces protégées par des conventions internationales telles que la hyène barbare, le vulpès zerda, le cervus elaphus barbarus et la gazelle. Le projet ne devrait avoir aucune influence sur ces parcs qui se trouvent loin de la zone du projet.

La réduction des fuites d'eau des canaux, et l'augmentation de l'eau d'irrigation aux terres agricoles devraient avoir les impacts positifs suivants sur l'environnement.

- (1) Le rendement agricole augmentera, le niveau de vie des fermiers s'améliorera et leur revenu augmentera.

- (2) L'amélioration de la croissance des cultures sera positive pour le paysage des oasis, qui sont une ressource touristique de la Tunisie, cela renforcera l'effet de brise-vent, et contribuera à la lutte contre la désertification dans la région.
- (3) L'aménagement des canaux de drainage devrait protéger les sols où des accumulations de sel sont prévisibles à l'avenir.
- (4) Les conflits entre les fermiers et les AIC à cause de la non-concordance des frais d'eau à payer pour l'eau d'irrigation devraient disparaître.

De plus, ce projet ne devrait pas exercer un impact considérable sur l'environnement, mais les influences négatives sur l'environnement et les mesures à prendre à cet égard sont indiquées ci-dessous.

- (1) Le Tableau K.2.2.1 de l'Annexe prévoit l'augmentation des quantités d'insecticides utilisées pour les olives et les figues après la réalisation du projet. Comme il est possible que le volume d'insecticides employé augmente avec la production des légumes et cultures industrielles, il est donc souhaitable que les CRDA donnent aux fermiers les instructions nécessaires concernant l'utilisation des engrais et leurs dangers.
- (2) Actuellement, l'eau d'irrigation fait cruellement défaut, et l'on peut penser que l'eau économisée grâce à la réfection des canaux terminaux sera entièrement utilisée pour les terres agricoles. Si dans ce cas la densité de culture augmente, l'accroissement de l'évapotranspiration des cultures pourra faire diminuer le volume d'eau qui s'infiltrera dans la couche aquifère peu profonde. Il faudra donc assurer la préservation des ressources en eau par la construction d'ouvrages de cordons sur les pentes, par la plantation d'arbres, etc. pour améliorer l'infiltration des eaux pluviales.

Par ailleurs, ce projet ayant pour objet l'aménagement des canaux terminaux, il n'aura pas une influence importante sur les types, les espèces de cultures, les méthodes de culture ni sur l'organisation de la distribution. Il n'exigera aucune modification à la structure des Associations d'Intérêt Collectif (AIC), des droits d'eau et du droit de propriété foncière, et n'influera pas considérablement sur les coutumes, les droits existants.

Il est souhaitable de passer rapidement à la concrétisation du projet afin d'économiser les ressources en eau, et comme l'influence sur l'environnement sera minime, et plutôt positive, on pense, compte tenu de la méthode d'évaluation de la Banque Mondiale, que l'examen de l'impact sur l'environnement (EIA) sera inutile.

9.7 Estimation du point de vue technique

Le présent projet a pour objectif la réfection des canaux d'irrigation terminaux et la construction de canaux de drainage dans les oasis, il s'agira de travaux de génie civil comprenant des canaux en béton et des tuyaux en PVC. Ces travaux sont déjà commencés par des fermiers et contractants locaux travaillant sous la direction des CRDA dans une partie des oasis. Pour la construction des canaux de drainage terminaux, il faut une pelle rétro de grande dimension, mais presque tous les travaux peuvent être faits manuellement, et un niveau technique élevé n'est pas requis. De plus, la maintenance après l'achèvement des travaux pourra également s'effectuer au niveau technique actuel des fermiers.

9.8 Estimation du point de vue social

Du point de vue de la propriété du sol, dans environ 92% des cas, la surface cultivée possédée par les fermiers est inférieure à 1 ha, ce qui fait des exploitations très petites et artisanales. Par conséquent, sans une utilisation très efficace des terres possédées, l'amélioration du revenu agricole et du niveau de vie des fermiers est impossible. La réfection des canaux terminaux qui sera réalisée dans le cadre du projet permettra d'augmenter l'eau d'irrigation par la réduction des fuites. Par exemple, si le taux d'irrigation augmente de 23% (moyenne actuelle de 0,46, 0,69 après le projet) avec un volume d'eau net de 1.600 mm, cela correspondra à une augmentation de 368 mm de l'eau d'irrigation. On estime que cette augmentation devrait permettre un accroissement de la production agricole, et ces avantages devraient être répartis uniformément entre les fermes parce qu'il n'existe pas de grandes fermes. Les possibilités d'emploi devraient aussi augmenter sur les chantiers de construction pendant la période du projet. Ainsi, la réalisation du projet devrait être plutôt positive du point de vue socio-économique. Et comme les travaux seront réalisés selon les méthodes ordinaires, il ne devrait pas y avoir de changements sociaux brutaux, et les coutumes et sens des valeurs actuellement en cours dans le Sud devraient être préservés. Par ailleurs, ce projet revêtira un sens économique et social parce qu'il contribuera au développement agricole, base de la sédentarisation des habitants dans le Sud.

9.9 Estimation du point de vue législatif

Les Associations d'intérêt collectif (AIC) formées de fermiers s'occupent de la maintenance des installations terminales et de la gestion de l'eau dans les parcelles. Ces AIC collectent les frais d'eau, gèrent la maintenance des installations terminales sous la supervision et la direction des Commissariats régionaux au développement agricole (CRDA). Par ailleurs, il existe en plus des subventions de l'Etat, un système d'emprunt auprès du Fond Spécial de Développement Agricole (FOSDA) et de banques, pour financer l'aménagement des installations d'irrigation et de distribution d'eau, et le financement par les fermiers passe par ces AIC. Par conséquent, on

compte beaucoup sur le système de subventions de l'Etat (actuellement à 30%, projet future à 60%) et l'aide des banques pour le financement. Ces aides seront amplement attribuées aux fermiers des oasis objets du projet par l'intermédiaire des CRDA et des AIC.

Le bureau du CRDA (section vulgarisation), le centre de vulgarisation de chaque délégation et le bureau de vulgarisation de chaque imada s'occupent de la vulgarisation liée à l'agriculture, et les vulgarisateurs assurent la vulgarisation des méthodes d'irrigation à économie d'eau et des dernières techniques agricoles. Ils donnent des conseils et assurent la vulgarisation auprès des fermiers au sujet de l'aménagement des installations d'irrigation en s'aidant de brochures sur les installations où un autre projet est déjà en cours. Si ce projet est réalisé, on espère que les AIC joueront le rôle central de stimuler le système d'aide gouvernemental du point de vue technique et financier auprès des fermiers.

Conclusion et recommandations

Conclusion

- (1) Dans le Sud de la Tunisie, l'agriculture est principalement pratiquée dans les oasis, dont le développement joue un rôle important dans le développement économique du pays. Mais les eaux souterraines ont tendance à diminuer à cause de l'exploitation des ressources en eau depuis quelques années. L'aménagement des installations terminales est devenue nécessaire pour utiliser les eaux souterraines avec parcimonie. Dans le cadre de ce projet, un plan d'amélioration des installations d'irrigation et de drainage visant à l'économie d'eau a été établi pour 153 oasis, d'une surface totale d'environ 23.400 ha, situées dans la région des oasis du Sud (les quatre gouvernorats de Gafsa, Tozeur, Kébili et Gabès).
- (2) Pour chaque oasis, on calculera le coût du projet, établira un projet d'exécution des travaux, et fera une évaluation économique. Après l'évaluation économique pour l'ensemble des oasis, le profit interne augmente de 15,7%, et on a conclu que même si le coût des travaux augmente de 20% et que les bénéfices diminuent de 20%, le profit interne est de 10%. De plus, l'évaluation économique faite par gouvernorat a donné comme résultat 22% pour le gouvernorat de Gafsa, 13,9% pour celui de Tozeur, 14,5% pour celui de Kébili et 15,9% pour celui de Gabès. Par conséquent, ce projet est sain du côté économique.
- (3) Dans le rapport de la présente étude, on a proposé des méthodes pour éviter l'obstruction des installations par le tartre de l'eau en tenant compte des composants chimiques des eaux géothermales. Pour l'aménagement des installations d'irrigation, l'obstruction possible des tuyaux en PVC constitue un grand problème, c'est pourquoi on a prévu des canaux ouverts faciles à entretenir. Toutefois, des méthodes de réduction des frais de maintenance des installations de refroidissement ont été proposées, mais non intégrées au projet. Par conséquent, il est recommandé de les aborder dans une requête séparée dans un proche avenir.
- (4) Pour les 5 oasis touristiques du gouvernorat de Tozeur, on a proposé un aménagement des canaux hydrophiles utilisant des pierres naturelles pour ne pas détruire le paysage par l'aménagement des installations d'irrigation.
- (5) L'étude du volume d'eau consommé sur la base du système de culture a révélé que le taux d'irrigation réel était très faible par gouvernorat, de 40 à 50%. On suppose que l'effet de l'irrigation n'a pas dû être correctement estimé lors de la conception des installations. Par conséquent, il faudrait prolonger le temps de fonctionnement des pompes pour améliorer le

taux d'irrigation, mais il a été décidé dans le projet de ne pas modifier le temps de fonctionnement actuel et d'améliorer le taux d'irrigation par l'économie d'eau découlant de l'aménagement des canaux terminaux.

- (6) La tendance à la baisse de la charge des eaux souterraines profonde s'est accélérée récemment. Environ 35% (moyenne des 4 gouvernorats) utilisent des forages dans le C.T. d'où les eaux souterraines jaillissent naturellement, mais l'on estime que la hauteur artésienne devrait considérablement s'affaiblir dans les 10 ans à venir. Il est donc recommandé de ne plus construire ce type de forage.

Ce projet a pour objectif la réfection des installations d'irrigation et de drainage dans les parcelles terminales, ce sont des installations que les fermiers de la zone concernée désirent ardemment depuis de longues années. L'exécution de cette réfection contribuera à l'augmentation de la production, ce qui laisse espérer une augmentation de revenu pour les fermiers. Cela créera également des possibilités de travail, et donc de revenu, pour les habitants de la région.

Le Gouvernement Tunisien a inscrit à son programme politique la correction des disparités régionales, et le développement agricole dans le Sud de la Tunisie est une question essentielle pour cette correction. Par conséquent, ce projet, qui par l'intermédiaire de l'aménagement des oasis vise à l'amélioration du revenu des fermiers et à la stabilisation de leurs conditions de vie, va parfaitement dans le sens de la politique gouvernementale.

Recommandations

Il est recommandé de réaliser ce projet d'urgence en tenant compte des points ci-dessous.

- (1) La constitution d'un système d'exécution pour le projet est souhaitable pour commencer les travaux rapidement.
- (2) Il sera difficile de réaliser ce projet, qui couvre une zone élargie, en gestion directe parce que les quantités en jeu sont considérables. Par conséquent, il faudra employer des consultants et des entreprises de construction pour achever les travaux dans les délais impartis.
- (3) La méthode de financement de l'exécution sera étudiée, en incluant le financement sur fonds propres, l'aide bilatérale et les organismes internationaux, et il est souhaitable que ce financement soit décidé rapidement. La capacité de remboursement de la Tunisie est jugée suffisante, comme cela a été le cas pour la Banque Mondiale et l'Allemagne, même si ce

projet devait être réalisé sur la base de prêts bilatéraux ou d'organismes internationaux. Il faudra également bien étudier les subventions à accorder aux fermiers et le montant du financement lors de l'exécution du projet.

