

République Tunisienne
Ministère de l'Agriculture
Et des Ressources Hydrauliques
Direction Générale des Barrages
Et des Grands Travaux Hydrauliques

ETUDE SUR
LA GESTION INTEGREE DU BASSIN
AXEE SUR LA REGULATION DES INONDATIONS
DANS LE BASSIN DE LA MEJERDA
EN
REPUBLIQUE TUNISIENNE

RAPPORT FINAL

VOLUME-I RÉSUMÉ

JANVIER 2009

AGENCE JAPONAISE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE

NIPPON KOEI CO.,LTD

GE
JR
09-005

**ETUDE SUR
LA GESTION INTEGREE DU BASSIN
AXEE SUR LA REGULATION DES INONDATIONS
DANS LE BASSIN DE LA MEJERDA
EN
REPUBLIQUE TUNISIENNE**

Composition du rapport final

Volume I RÉSUMÉ

Volume II RAPPORT PRINCIPAL

- Partie 1 Présentation générale (introduction et conditions actuelles de la zone d'étude)**
- Partie 2 Étude de la phase I : Etude des Conditions Actuelles et Elaboration du Cadre du Plan Directeur**
- Partie 3 Étude de la phase II : Elaboration du plan directeur**

Volume III ANNEXES

- Rapport Complémentaire A : Hydrologie et Hydraulique**
- Rapport Complémentaire B : Opérations d'approvisionnement en eau**
- Rapport Complémentaire C : L'Exploitation de Réservoir**
- Rapport Complémentaire D : Amélioration de la Rivière et Gestion des Plaines Inondables**
- Rapport Complémentaire E : Conception des Ouvrages et Estimation des Coûts**
- Rapport Complémentaire F : Préservation du Bassin**
- Rapport Complémentaire G : SPAI et Evacuation / Lutte contre les Inondations**
- Rapport Complémentaire H : Institutions et Organizations**
- Rapport Complémentaire I : Economie et Finances**
- Rapport Complémentaire J : Considérations Environnementales et Sociales**

Volume IV Banque de Données (DATA BOOK)

L'estimation des coûts: Prix en juin 2008

Taux de change: 1 Dinar Tunisien = 91.20 JPY = 0.854 USD

PREFACE

En réponse à la requête formulée par le Gouvernement de la République Tunisienne, le Gouvernement du Japon a décidé de mener une Etude sur la Gestion Intégrée du Bassin Axée sur la Régulation des Inondations dans l'Oued Mejerda et qui a été confiée à l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA).

La JICA a sélectionné et a dépêché, entre Novembre 2006 et Novembre 2008, une équipe d'étude dirigée par Mr. Koji KAWAMURA de Nippon Koei Co., Ltd..

L'équipe a tenu des discussions avec les responsables concernés du Gouvernement de la République Tunisienne et a mené des reconnaissances sur sites dans la zone d'étude. Dès son retour au Japon, l'Equipe a mené des études approfondies et a rédigé ce rapport final.

J'espère que ce rapport contribuera à la promotion de ce projet et à la promotion des relations amicales entre nos deux pays.

Enfin, Je souhaite exprimer ma sincère considération aux responsables concernés du Gouvernement de la République Tunisienne pour leur étroite collaboration présentée pour élaborer cette étude.

Janvier 2009

Ariyuki Matsumoto,
Vice-président
Agence Japonaise de Coopération Internationale

Janvier 2009

Mr. Ariyuki MATSUMOTO
Vice-président
Agence Japonaise de Coopération Internationale

Lettre de Transmission

Monsieur,

Nous avons le plaisir de vous soumettre ci-joint le Rapport Final de “l’Etude sur la Gestion Intégrée du Bassin axée sur la Régulation des Inondations dans l’Oued Mejerda en République Tunisienne”.

Ce Rapport Final a été préparé par Nippon Koei Co., Ltd conformément aux contrats signés avec l’Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) durant la période s’étalant entre Novembre 2006 jusqu’à Janvier 2009.

L’Etude a élaboré un plan directeur de la gestion intégrée du bassin axée sur la régulation des inondations dans l’Oued Mejerda. Le Rapport Final présente les résultats à partir de l’étude du plan directeur et consiste en un rapport de synthèse, un Rapport Principal, un Rapport Complémentaire et un Recueil des Données.

Nous voudrions exprimer, à cette occasion, notre sincère gratitude au personnel concerné au sein de votre Administration ainsi qu’aux membres du Comité de suivi pour leur assistance et leur soutien fournis tout au long de la période de l’Etude. Nous exprimons également notre profonde gratitude à la Direction Générale des Barrages et des Grands Travaux Hydrauliques du Ministère de l’Agriculture et des Ressources Hydrauliques ainsi qu’aux autorités Tunisiennes concernées, le Bureau de la JICA Tunisie, et l’Ambassade du Japon en Tunisie pour leur étroite collaboration et assistance durant toutes les phases de l’Etude.

Nous vous prions d’agréer, Monsieur, l’expression de nos sentiments distingués,

Koji KAWAMURA
Chef de l’Equipe d’Etude
Etude sur la Gestion Intégrée du Bassin axée
sur la Régulation des Inondations dans l’Oued Mejerda
en République Tunisienne

Photos



*Signature du rapport préliminaire au MARH
(Décembre 2006)*



*Première réunion du Comité de Pilotage sur
le rapport préliminaire (Décembre 2006)*



*Reconnaissance sur site avec le personnel
homologue (Décembre 2006)*



*Cours amont de l'oued Mejerda près de
la frontière avec l'Algérie*



*Cours moyen de l'oued Mejerda:
végétation poussant dans le lit d'oued*



*Cours aval de l'oued Mejerda:
le pont historique construit au 17ème siècle*



*Traces des crues observées à Jendouba
(Mai 2000 / Janvier 2003)*



*Inondations à Bou Salem (Janvier 2003):
plusieurs maisons ont été inondées*



*Enquête de diagnostic (Septembre 2007):
Acceptation des risques de crues par les riverains*



*Enquête de diagnostic (Septembre 2007):
Acceptation des risques de crues par les riverains*



*Stage du personnel du partenaire au Japon (Octobre
2007): Les supers digues de la rivière Yodo*



*2^{ème} séminaire à l'Ecole Supérieure des Ingénieurs de
l'Équipement Rural de Medjez El Bab (Novembre 2008):
Ouverture par le secrétaire d'état chargé de la pêche*

LES GRANDS AXES DU PLAN DIRECTEUR POUR LA REGULATION DES INONDATIONS DANS LE BASSIN VERSANT DE LA MEJERDA

【 Année cible du Plan Directeur 】 l'an 2030

【 Stratégie de base pour l'élaboration du Plan Directeur 】

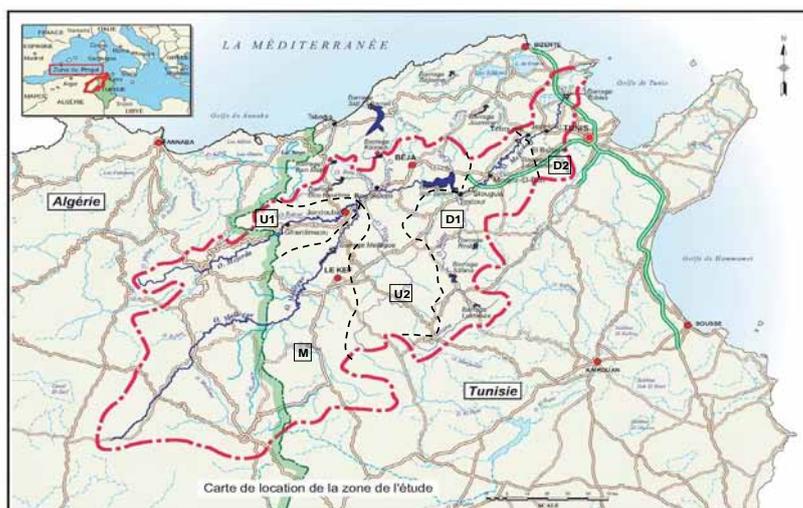
- Approche globale pour la régulation des inondations basée sur le concept de Gestion Intégrée des Inondations, et visant à une meilleure combinaison de plusieurs mesures pratiques de régulation des inondations.
- Harmonisation avec le plan d'utilisation de l'eau en accordant la priorité à la garantie et la sécurité d'approvisionnement en eau, car le risque d'approvisionnement en eau et le risque de régulation des inondations sont dans une position de compromis.
- Harmonisation des mesures structurelles et des mesures non-structurelles pour la régulation des inondations afin de minimiser les dégâts dus aux inondations, parce que la protection absolue contre les inondations n'est ni techniquement faisable ni viable sur les plans économique et environnemental.
- Conformité avec les attentes du public contre les risques et les dégâts dus aux inondations, en accordant une attention particulière aux personnes affectées (touchées par les inondations).

【 Les Projets de Régulation des Inondations Proposés dans le Plan Directeur 】

(1) **Mesures Structurelles:** Se concentrer sur la protection des villes/villages/ cités et aussi des terres agricoles situées le long de l'Oued Mejerda des inondations jusqu'aux crues de projet.

1) **Le Projet concernant l'amélioration de l'Oued:** Eviter les débordements dévastateurs des inondations à partir des oueds jusqu'aux crues de projet.

Le bassin de l'Oued Mejerda occupe une superficie allant jusqu'à 15.830 km² et dans le cadre de la mise en œuvre du projet d'amélioration de l'Oued, une division du bassin de l'Oued en 4 zones D1, D2, U1, U2, et U1+M a été proposée. L'inondation décennale comme niveau optimal de protection contre les inondations a été sélectionnée pour les zones D2, D1, et U1+M, et l'inondation de 20 ans a été sélectionnée pour la zone U2.



D2: Estuaire de l'Oued Mejerda jusqu'au barrage de Laroussia
D1: Du barrage de Laroussia au barrage de Sidi Salem
U2: Du barrage de Sidi Salem à la Confluence avec l'Oued Mellègue
U1+M: De la confluence avec l'Oued Mellègue Jusqu'à la frontière avec l'Algérie

Les travaux d'amélioration de l'Oued proposés dans le bassin de la Mejerda sont essentiellement représentés par l'amélioration du canal de l'Oued Mejerda, de la construction d'un bassin de retardement d'El Mabtough, et des canaux de dérivation à Bou Salem et à Mejez El Bab, dont les principales caractéristiques sont présentées ci-dessous :

Travaux d'Amélioration de l'Oued		Unité	D2	D1	U2	U1+M
I. Amélioration de l'Oued Mejerda						
1) Endiguement						
a) Longueur		km	55,9	70,6	67,5	12,6
	(Rive gauche)	km	29,4	36,7	34,8	6,5
	(Rive droite)	km	26,5	33,9	32,7	6,1
b) Hauteur		m	0,5-2,5	0,5-2,5	2,5-4,5	1,0-3,0
2) Excavation/Elargissement du canal	Longueur	km	63,8	81,2	42,7	61,1
3) Seuils noyés		nos.	47	72	42	6
4) Renouvellement du pont métallique		site	3	1	1	
5) Elevation du pont de la voie ferrée actuel		site	1			
II. Construction du Bassin de retardement d' El Mabtough						
1) Canal d'entrée		km	11,9			
2) Canal de sortie		km	7,8			
3) Digue de contour	Longueur	km	10,1			
	Hauteur	m	2,0-4,0			
4) Capacité de stockage (projet)		m ³	50 mil.			
III. Construction du Canal de Dérivation						
1) Canal de Dérivation	Longueur	km		4,5	7,7	
2) Largeur du fond du Canal		m		15	25	

Source: L'Equipe D'Etude

2) **Projet de Renforcement de la Fonction des Réservoirs en matière de Régulation des Inondations:** Minimiser les pointes de débits des crues libérées à partir des 7 réservoirs (Sidi Salem, Mellègue 2, Siliana et autres) ainsi que les Oueds se trouvant en aval des ces réservoirs.

(2) **Les Mesures Non-structurelles:** Se concentrer non seulement sur l'atténuation des dégâts causés par des excès d'inondations mais aussi sur la durabilité des effets des mesures structurelles en termes de protection contre les inondations.

1) **Projet Concernant le Renforcement du Système Actuel de Prévision des Inondations et d'Alerte (SPIA):** diffuser rapidement les informations relatives aux inondations et nécessaires pour le renforcement (i) de la fonction en matière de régulation des inondations des réservoirs et (ii) le système d'évacuation et de lutte contre les inondations

2) **Projet Concernant le Renforcement du système d'Evacuation et de Lutte Contre les Inondations:** Eviter les pertes en vies humaines et minimiser les dégâts causés aux biens et propriétés durant les inondations.

3) **Projet Concernant le Développement des Capacités Organisationnelles:** Mise en place de structures institutionnelles bien organisées et aux pouvoirs élargis afin de faciliter la mise en œuvre des autres projets de régulation des inondations proposés par le Plan Directeur à partir de l'étape de planification aux étapes d'exploitation et de maintenance

【Viabilité Economique du Projet】

Tous les projets de régulation des inondations proposés se sont avérés viables du point de vue économique, vu que le Taux de Rentabilité Economique Interne (TREI) varie entre 12,1% et 33,7% au dessus du taux d'escompte en matière de régulation des inondations en Tunisie (12%) et la Valeur Nette Economique Actuelle et le Ratio Bénéfices-Coûts dépassant respectivement les "0" et "1", comme présenté ci-dessous :

	Zone D2	Zone D1	Zone U2	Zone U1+M	Tous les Projets
TREI (%)	33,70	20,50	14,60	12,10	25,00
VNAE (10 ⁶ TND)	230,31	19,96	13,60	0,29	264,16
Ratio B/C	5,83	2,73	1,28	1,01	3,04

Note: le Taux d'Escompte équivalant à 12% a été adopté

Source: L'Equipe D'Etude

【Conclusions et Recommandations】

Les projets de régulation des inondations proposés dans le Plan Directeur ont été confirmés d'atténuer efficacement les dégâts importants causés par les inondations dans le bassin de la Mejerda, particulièrement ceux engendrés durant les dernières années, et d'être valables sur le plan technique, et viable sur les plans environnemental et économique. D'où, il est fortement recommandé au Gouvernement Tunisien d'entreprendre immédiatement les actions nécessaires telles que celles relatives au financement et à l'assistance technique. Parmi les actions proposées, les 4 projets suivants sont particulièrement recommandables comme projets prioritaires mais qui nécessitent une étude de faisabilité détaillée aussitôt que possible.

Projets Prioritaires	Coûts du Projet (10 ³ TND)	Calendrier de mise en oeuvre
1) Amélioration de l'Oued pour la Zone D2 (entre l'estuaire de l'Oued Mejerda et le barrage de Laroussia)	133.574	2011 à 2017
2) Renforcement de la fonction de régulation des inondations des Réservoirs	5.772	2011 à 2013
3) Renforcement du système actuel de prévision des inondations et d'alerte	5.592	2011 à 2013
4) Renforcement du système d'évacuation et de lutte contre les inondations	2.910	2013
Total	147.848	

Source: L'Equipe D'Etude

ABREVIATIONS ET GLOSSAIRES

Abréviations d'origine Française pour les noms des institutions Tunisiennes

	Anglais	Français
A/CES	Soil and Water Conservation Service	Arrondissement de la Conservation des Eaux et du Sol
A/EPPI	Public Irrigated Areas Exploitation Service	Arrondissement de l'Exploitation des Périmètres Publics Irrigués
AFD	French Development Agency	l'Agence Française de Développement
A/GR	Rural Engineering Service	Arrondissement du Génie Rural
A/ME	Maintenance of Equipments Service	Arrondissement de la Maintenance des Equipements
A/RE	Water Resources Service	Arrondissement des Ressources en Eau
AVFA	Agricultural Vulgarization and Training Agency	Agence de Vulgarisation et de la Formation Agricoles
ANPE	National Agency for the Protection of the Environment (Tunisia)	Agence Nationale de Protection de l'Environnement
BIRH	Hydraulic Inventory and Research Bureau	Bureau de l'Inventaire et des Recherches Hydrauliques
BCT	Central Bank of Tunisia	Banque Centrale de la Tunisie
BPEH	Bureau of Water Planning and Hydraulic Equilibriums(MARH)	Bureau de la Planification et des Équilibres Hydrauliques (MARH)
CITET	International Centre of Environment Technologies	Centre International des Technologies de l'Environnement
CNS	The Drought National Commission	La Commission Nationale de la Sécheresse
CNE	National Water Committee	Comité National de l'Eau
CRS	The Drought Régional Commission	La Commission Régionale de la Sécheresse
CRDA	Regional Commissary for Agricultural Development	Commissariat Régional au Développement Agricole
CSS	The Drought Specialized Commission	La Commission Sectorielle de la Sècheresse
DGACTA	General Direction of Development and Preservation of Agricultural Lands (under MARH)	Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles (MARH)
DGAJF	General Direction of Juridical and Land Property	Direction Générale des Affaires Juridiques et Foncières (MARH)
DGBGTH	General Direction of Dams and Large Hydraulic Works (under MARH)	Direction Générale des Barrages et des Grands Travaux Hydrauliques (MARH)
DGEDA	General Direction of studies and Agricultural Development (under MARH)	Direction générale des Etudes et du Développement Agricole (MARH)
DGEQV	General Direction of Environment and Life Quality (under MEDD)	Direction Générale de l'Environnement et de la Qualité de la Vie (MEDD)
DGF	General Direction of Forests (under MARH)	Direction Générale des Forêts (MARH)

	Anglais	Français
DGGREE	General Direction of Rural Engineering and Water Exploitation (under MARH)	Direction Générale du Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux (MARH)
DGFIOP	General Direction of Financing, Investments and Professional Organisms (under MARH)	Direction Générale du Financement, des Investissements et des Organismes Professionnels (MARH)
DGPA	General Direction of Agriculture Production (under MARH)	Direction Générale de la Production Agricole (MARH)
DGPCQPA	General Direction of Agricultural Product Quality Control and Protection (under MARH)	Direction Générale de la Protection et du Contrôle de la Qualité des Produits Agricoles (MARH)
DGRE	General Direction of Water Resources (under MARH)	Direction Générale des Ressources en Eau (MARH)
DGSV	General Direction of Veterinary Services (under MARH)	Direction Générale des Services Vétérinaires (MAHR)
DHMPE	Direction of Surrounding Hygiene and Environment Protection	Direction de l'Hygiène du Milieu et de la Protection de l'Environnement
DTIS	Direction of the Scientific Information Processing	Direction du Traitement de l'Information Scientifique
GDA	Collective Agricultural Development	Groupements de Développement Agricole
INAT	National Agronomical Institute of Tunisia (under MARH)	Institut National Agronomique de Tunisie
INM	National Institute of Meteorology (under Ministry of Transportation)	Institut National de la Météorologie (MT)
INS	National Statistics Institute	Institut National de la Statistique
INRGREF	National Research Institute for Rural Engineering, Water and Forestry (MARH)	Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêt
IRESA	Institute of Agricultural Research and Education	Institut de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur Agricole
MARH	Ministry of Agriculture and Hydraulic Resources	Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques
MEDD	Ministry of Environment and Sustainable Development	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
MEHAT	Ministry of Equipment, Housing and Country Planning	Ministère de l'Équipement de l'Habitat et de l'Aménagement du territoire
MF	Ministry of Finance	Ministère des Finances
OEP	Animal Husbandry and Pasture Agency	Office de l'Élevage et de du Pâturage
ONAS	National Sanitation Agency	Office National de l'Assainissement
OTED	Tunisian Observatory for the Environment and Sustainable Development	Observatoire Tunisien de l'Environnement et du Développement Durable
SECADEN ORD	The North Water Canal, Adductions and System Management Company	Société d'Exploitation du Canal et des Adductions des Eaux du Nord
SONEDE	Water Exploitation and Distribution National Company (WEDNC)	Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux

	Anglais	Français
UTAP	Tunisian Agriculture and Fishery Association	Union Tunisienne de l'Agriculture et de Pêche

Abréviations d'origine Française pour les autres que les noms des institutions tunisiennes

	Anglais	Français
GEORE	Optimum Management of Water Resources	Gestion Optimale des Ressources en Eau
JORT	Official Journal of the Republic of Tunisia	Journal Officiel de la Tunisie
MEDROPLAN	The Mediterranean Drought and Preparedness and Mitigation Planning	Etat de préparation de sécheresse et planification méditerranéenne de réduction
NGT	General Levelling of Tunisia (Topographic datum in Tunisia)	Nivellement Général de la Tunisie
PHE	Maximum Water Level	Niveau des Plus Hautes Eaux
PISEAU project	Water Sector Investment Project	Projet d'Investissement du Secteur de l'Eau
SINEAU	Water Resources National Information System	Système d'Information National des Ressources en Eau
SYCOHTRAC	Real Time Hydrological Data Collection and Flood Warning System	Système de Collecte des Données Hydrologiques en Temps Réels et d'Annonce de Cures

Abréviations d'origine anglaise (ou autres langues)

	Anglais	Français
AfDB	African Development Bank	Banque africaine de développement (BAfD)
BOD	Biological Oxygen Demand	Demande Biologiste en l'Oxygène
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora	Convention de Washington sur le Commerce International des Espèces de Faune et de Flore Sauvages Menacées d'Extinction
COD	Chemical Oxygen Demand	Demande Chimique de l'Oxygène
EIA	Environmental Impact Assessment	Evaluation de l'Impact sur l'Environnement
EIRR	Economic Internal Rate of Return	TREI : Taux de Rentabilité Économique Interne
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO)
FFWS	Flood Forecasting and Warning System	SPIA : Système de Prévion des Inondations et d'Alerte
F/S	Feasibility Study	Etude de Faisabilité
GDP	Gross Domestic Product	Produit intérieur brut (PIB)
GEOSS	Global Earth Observation System of Systems	Système Global d'Observation du globe des Systèmes
GIS	Geographical Information System	Système d'Information Géographique

	Anglais	Français
G/S	Gauging station	Station de jaugeage
GSM	Global System for Mobile Communications	Système global pour communications mobiles
GTZ	German Office for Technical Cooperation (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit)	Coopération Technique Allemande
IEE	Initial Environmental Examination	Examen Initial sur l'Environnement
IFAD	International Fund for Agricultural Development	Fonds International de Développement Agricole (FIDA)
IUCN	The World Nature Conservation Union	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	Banque Japonaise de Coopération Internationale
JICA	Japan International Cooperation Agency	Agence Japonaise de Coopération Internationale
MDGs	Millennium Development Goals	Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD)
M/P	Master Plan	Plan Directeur
NGO	Non-governmental Organization	Organisation Non Gouvernementale
O&M	Operation and Maintenance	fonctionnement et Maintenance
PR1	Progress Report No. 1	Rapport d'Avancement No.1
SMS	Short Message Service	Service de message court
TND	Tunisian Dinar	Dinar Tunisien
TOR	Terms of Reference	Termes de Référence No.1
UN	United Nations	Organisation des Nations unies (ONU)
UNDP	United Nations Development Programme	Programme des Nations Unies pour le Développement
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation	Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture
UNSO	United Nations Sudano-Sahelian Office	Office Soudano-Sahélien des Nations Unies
WB	The World Bank	La Banque Mondiale
WMO	World Meteorological Organization	Organisation Mondiale de la Météorologie

Glossaire (Termes techniques Français, termes locaux Tunisiens et termes spécifiques)

Term	Définition
Governorate (gouvernorat)	Unité gouvernementale régionale sous l'autorité de l'état

UNITES DE MESURES

Longueur

mm = millimètres
cm = centimètres (= 10 mm)
m = mètre (= 100 cm)
km = kilomètre (= 1,000 m)
in. = pouce (= 2.54 cm)
ft. = pieds = 12 pouces (= 30.48 cm)
yard = 3 pieds = 36 pouces (= 0.9144 m)
mile = 1760 yards (= 1,609.31 m)

Superficie

cm² = Centimètre -Carré (1.0 cm x 1.0 cm)
m² = mètre-Carré (1.0 m x 1.0 m)
km² = kilomètre-Carré (1.0 km x 1.0 km)
ha = Hectare (10,000 m²)

Monnaie

US\$ = Dollars des Etats-Unis (USD)
¥ = Yen Japonais (JPY)
TND = Dinar Tunisien

Volume

cm³ = Centimètre-cube
(1.0 cm x 1.0 cm x 1.0 cm ou
1.0 m-lit.)
m³ = Mètre-cube
(1.0 m x 1.0 m x 1.0 m or
1,000 lit.)
lit. = Litre (1,000 cm³)
cusec = ft³ / sec
lpcd = Litre par habitant par jour

Poids

g = Gramme
kg = Kilogramme (1,000 g)
ton = Tonne Métrique (1,000 kg)

Temps

sec. = Seconde
min. = Minute (60 sec.)
hr. = Heure (60 min.)

L'étude sur
LA GESTION INTEGREE DU BASSIN
AXEE SUR LA REGULATION DES INONDATIONS
DANS LE BASSIN DE LA MEJERDA
EN
REPUBLIQUE TUNISIENNE

Rapport Final

Volume I RESUME

Table des matières

Carte de localisation
Photos
Grands axes du Plan Directeur
Abréviations et glossaires

	<u>Page</u>
I. INTRODUCTION.....	S-1
II. CONDITIONS ACTUELLES DE LA ZONE CONCERNEE PAR L'ETUDE	S-1
III. HYDROLOGIE.....	S-2
IV. IDENTIFICATION ET ÉTUDE DES PROBLÈMES/PROBLÉMATIQUES DÉCISIONNELLES DE REGULAIONN DES INONDATIONS	S-4
V. STRATEGIE DE BASE POUR L'ELABORATION DU PLAN DIRECTEUR.....	S-12
VI. LES GRANDS AXES DU PLAN DIRECTEUR	S-14
VII. CONCEPTION DU PROJET	S-16
VIII. MISE EN OEUVRE DU CALENDRIER	S-22
IX. COUT DU PROJET.....	S-23
X. ARRANGEMENT DE FINANCEMENT PREVU DU PROJET.....	S-23
XI. EVALUATION TOTALE DU PLAN DIRECTEUR.....	S-24

Liste des Tableaux

	<u>Page</u>
Table 16.1 Caractéristiques Saillantes des Structures majeures (Travaux d'amélioration de la rivière).....	T-1

Liste des Figures

	<u>Page</u>
Figure 15.1	Composition du Plan Directeur pour Contrôle d'Inondation du bassin de la MedjerdaF-1
Figure 15.2	Vue générale du plan directeur pour la régulation des inondations dans le bassin de l'oued Mejerda.....F-2
Figure 16.1	Plan Général, Zone de projet de la partie en aval du barrage Sidi SalemF-3
Figure 16.2	Plan Général, Zone de projet de la partie en amont du barrage Sidi SalemF-4

Liste des Annexes

Annexe 1	Portée de l'étude
Annexe 2	Procès-verbaux des réunions

I. INTRODUCTION

- 1.1 Ce rapport final décrit tous les résultats d'examen et les résultats d'étude obtenus dans l'étude de la gestion intégrée du bassin axée sur la régulation des inondations sur l'oued Mejerda et consiste aux volumes suivants
- | | |
|------------|-------------------|
| Volume I | Résumé |
| Volume II | Rapport principal |
| Volume III | Annexes, et |
| Volume IV | Données |
- 1.2 Les objectifs de l'étude sont:
- Préparer un Plan Directeur de la gestion intégrée de bassin axée sur la régulation des inondations de l'oued Mejerda,
 - Transférer la technologie et les connaissances en matière de gestion intégrée de bassin gestion intégrée de bassin axée sur la régulation des inondations aux homologues Tunisiens à travers leur participation directe à l'étude et au programme de formation.
- 1.3 La zone d'étude couvre essentiellement la totalité du bassin versant de l'oued Mejerda. Les bassins de la partie extrême nord et d'Ishkeul devraient être pris en considération en ce qui concerne la gestion des eaux.

II. CONDITIONS ACTUELLES DE LA ZONE CONCERNEE PAR L'ETUDE

Les Conditions Physiques

- 2.1 La Tunisie est située au centre du littoral de l'Afrique du Nord et limitée au nord et à l'est par la méditerranée, au sud par la Libye, et à l'ouest par l'Algérie. Sa superficie couvre 162.155 km² avec une population d'environ 10 millions d'habitants, et sa capitale est Tunis. La Tunisie a une position géographique privilégiée, car elle se situe au carrefour des bassins orientaux et occidentaux de la Méditerranée entre l'Europe et l'Afrique.
- 2.2 L'oued Mejerda circule sur une distance de 312 kilomètres en Tunisie, et représente l'unique oued du pays à écoulement pérenne. Le bassin versant de l'oued Mejerda est situé presque entièrement dans la zone climatique où la moyenne pluviométrique annuelle varie entre 400 et 600 millimètres, et couvre une surface totale de 23.700 km², dont 7.870 km² (33%) sont situés en Algérie.
- 2.3 L'extrême nord et les régions septentrionales de la Tunisie où se trouve le bassin versant de l'oued Mejerda se distinguent par un climat doux et humide en hiver, et chaud et sec en été. La moyenne pluviométrique annuelle et la température moyenne indiquent une réduction et une augmentation des tendances respectivement vers le sud dans la zone d'étude. La moyenne pluviométrique annuelle dépasse 1000 millimètres dans la partie du nord-ouest de la zone d'étude, alors que la partie méridionale a une moyenne aussi basse que 300

millimètres/an. Habituellement, la température, l'évaporation, et l'ensoleillement atteignent leurs maximums en juillet et en août dans la zone d'étude, tandis que l'humidité ainsi que les précipitations sont les plus faibles pendant ces mois. La température moyenne annuelle dans la zone d'étude varie entre 17 et 20°C, et la moyenne annuelle de l'humidité varie entre 60 et 68%. L'évaporation moyenne annuelle varie entre 1300 et 1800 mm.

Les Conditions Socio- Economiques dans le Bassin Versant de l'Oued Mejerda

- 3.1 On estime que la population dans le bassin de l'oued Mejerda est de 1.330 Millions d'habitants en 2004. Tandis que le bassin occupe 9,8% des terres de la Tunisie, la population du bassin représente 13,4% de la population totale en Tunisie. La densité de la population du bassin (84,0 par km²) est plus élevée que la moyenne nationale qui est à hauteur de 61,1 par km². La densité de la population est particulièrement plus élevée dans la plaine alluviale proche de l'embouchure, tels que dans les gouvernorats de Tunis, Ariana et Manouba.
- 3.2 Selon le rapport du recensement général de la population de 2004, la main-d'œuvre en Tunisie par secteur était répartie comme suit: les services 48,9%, l'industrie manufacturière 19,4%, l'industrie non-manufacturière 14,5% et l'agriculture 16,2%.
- 3.3 Le secteur de l'agriculture occupe encore le une position privilégiée dans l'économie de la région d'étude et absorbe une main-d'œuvre considérable (87.500). Le secteur de l'agriculture dans le bassin de la Mejerda est doté de précipitations abondantes et de terres fertiles. Une vaste zone se compose de fermes agricoles couvrant 10.392 km² (65,6% de la superficie totale des terres agricoles du bassin), et d'une aire irriguée de 1.489 km² (9,4%). Les terres irriguées sont situées principalement sur les plaines le long du cours principal de l'oued Mejerda.

III. HYDROLOGIE

Caractéristiques Hydrologiques des Principales Crues Survenues dans le Passé

- 4.1 L'écoulement des crues dans le bassin versant de l'oued Mejerda indique des variations régionales correspondant aux caractéristiques de précipitations. Les crues qui proviennent des affluents de la rive droite tendent à produire des hydrogrammes de crue avec une crête franche et pourraient se produire à partir du printemps (avril à mai) à l'automne (sept. à oct.). Les cours supérieurs de l'oued Mejerda et des affluents situés sur la rive gauche sont enclins à provoquer les crues pendant l'hiver à partir de décembre à février/mars à cause de la hauteur des précipitations dans cette zone, et sont susceptibles d'avoir des hydrogrammes plus plats avec une plus longue durée que les affluents de la rive droite. Avec des précipitations significatives sur la totalité du bassin de l'oued Mejerda, bien qu'elles puissent être rarement constatées, le bassin pourrait être une origine des crues dévastatrices.

- 4.2 Les crues de mars 1973, caractérisées par i) une pointe élevée et unique du débit entrant, et ii) des précipitations considérables dans la totalité du bassin, ont causé une inondation considérable dans la totalité du cours de l'oued Mejerda. La probabilité de la pointe de la crue à Ghardimaou a été estimée à 1/50, et la probabilité de précipitations a également atteint 1/20 à 1/50 dans la totalité du bassin. D'autre part, la durée de niveau des plus hautes eaux et des inondations a été plutôt courte (pas plus d'une semaine).
- 4.3 La crue de mai 2000 a causé de graves inondations en amont du réservoir de Sidi Salem, et particulièrement dans les régions de Jendouba et de Bou Salem. Les caractéristiques hydrologiques importantes de cette crue sont ; i) un débit entrant élevé vers l'oued Mellegue (K13) avec une pointe unique, et ii) des précipitations localisées. Les précipitations se sont concentrées sur les sous-bassins de Mellegue, Tessa et Rarai. (1/30 à 1/50 pour ces zones, 1/5 ou plus élevé pour d'autres sous-bassins) Le débit maximal à K13 sur l'oued Mellegue a été estimé à 1/80 de probabilité, tandis que la pointe à Ghardimaou tombe dans les limites situées entre 1/5 et 1/10.
- 4.4 En raison d'un débit entrant aussi élevé et aigu dans l'oued Mellegue, le barrage de Mellegue a dû libérer des eaux. La crue relâchée du barrage de Mellegue a dépassé la capacité d'écoulement des lits encaissés en aval de l'oued, et a débordé.
- 4.5 La crue de janvier 2003 se distingue par i) des pointes multiples (de longue durée) du débit entrant à Ghardimaou et à ii) des pointes multiples (de longue durée) des précipitations. Des caractéristiques semblables ont été également constatées lors de la crue de janvier 2004. Le débit maximal à Ghardimaou est estimé à 1/15 de probabilité, mais une probabilité du volume de crue (197 millions m³, du total de quatre pointes pendant 30 jours) tombe à 1/70.
- 4.6 Le contraste entre les crues de mai 2000 et de janvier 2003 illustre une des caractéristiques distinctives de la crue de 2003. Comme le montre le tableau ci-dessous, les pointes de débit entrant au réservoir de Sidi Salem des deux crues étaient presque identiques. Cependant, en raison de la longue durée du débit élevé pendant la crue de janvier 2003, les deux crues ont eu comme conséquence deux pointes différentes de débit sortant du barrage.

Apports et lâchers au niveau de la retenue du barrage de Sidi Salem au cours des crues de Mai 2000 et Janvier 2003

Crue	Débit entrant maxi. (Sidi Salem) (m ³ /s)	Volume de débit entrant (à Bou Salem pendant 30 jours)	Débit sortant maxi. (Sidi Salem) (m ³ /s)	Remarque
Crue de Mai 2000	1.022	157 M m ³	52	Pointe simple
Crue de Janvier 2003	1.065	827 M m ³	740	Quatre pointes

Source: MARH

Le réservoir de Sidi Salem a atténué des pointes de la première et la deuxième onde de crue du débit entrant, mais a dû augmenter le débit des lâchers jusqu'à 740 m³/s lorsque la troisième pointe est arrivée. Une conséquence des pointes multiples du débit entrant et des précipitations était une longue durée de l'inondation autant sur les zones se trouvant en

amont qu'en aval du bassin, particulièrement dans les zones en aval, qui ont duré pendant un mois ou plus longtemps qu'un mois.

Implication des Caractéristiques Hydrologiques des Crues Antérieures

- 5.1 Les crues antérieures montrent que chaque crue comporte différentes caractéristiques hydrologiques dans le bassin de l'oued Mejerda. La combinaison des caractéristiques hydrologiques suivantes a pu déterminer le comportement des crues dans le bassin :
- Débit entrant (pointe et volume) vers les oueds supérieurs de Mejerda (à Ghardimaou) et Mellegue (à K13) de l'Algérie
 - Précipitations sur le bassin de l'oued Mejerda dans le territoire Tunisien du bassin (pointe, volume, variation temporelle et variation régionale)
- 5.2 La différence des caractéristiques d'écoulement des affluents des rives gauche et droite est une autre question hydrologique sur laquelle il faut se concentrer.
- 5.3 L'occurrence et le comportement des crues sont alors déterminés par des influences de plusieurs conditions hydrauliques dans le bassin, comprenant i) des niveaux d'eau de réservoir, ii) des débits sortants déchargés par les barrages, et iii) la capacité d'écoulement du cours principal de l'oued, des affluents, et des ouvrages, en plus des caractéristiques hydrologiques mentionnées ci-dessus.

IV. IDENTIFICATION ET ÉTUDE DES PROBLÈMES/PROBLÉMATIQUES DÉCISIONNELLES DE REGULATION DES INONDATIONS

Les Activités Relatives à l'Alimentation en Eau

- 6.1 Actuellement, le stockage dans la plupart des réservoirs est maintenu aussi près que possible du niveau d'eau normal conçu. L'exploitation des réservoirs est concentrée sur les réserves maximum en eau afin de pouvoir répondre à la demande en eau en cas d'années de sécheresse séquentielles. Les principales contraintes en ce qui concerne les actions relatives à la régulation des inondations sont toutes liées au fait que les critères des activités relatives à l'alimentation en eau ne sont pas bien définis.
- 6.2 Des tentatives de développement de règles d'exploitation des réservoirs et d'optimisation de la répartition des ressources en eau ont été effectuées dans deux études précédentes : « Eau 2000 » et GEORE (Gestion Optimale des Ressources en Eau).
- « Eau 2000 » publiée en 1993 comprend une analyse complexe sur les réservoirs en utilisant les techniques de programmation dynamiques stochastiques (SDP) pour optimiser la répartition des ressources en eau. Les documents disponibles ne traitent pas clairement les probabilités liées à la sécurité d'alimentation en eau. En outre, l'analyse a seulement concerné la quantité et n'a pas traité la question relative à la nécessité d'équilibrer la salinité de l'eau dans le Canal du Cap Bon.

- Le projet de GEORE (Gestion optimale des ressources en eau) parrainé par la GTZ (coopération technique allemande) vers la fin des années 80 a produit un modèle d'optimisation numérique destiné à être utilisé comme outil pour optimiser l'exploitation des réservoirs pour l'alimentation en eau. Le modèle est devenu dépassé vu qu'il ne comprend pas les barrages récemment construits ou proposés.
- 6.3 Dans l'étude, des volumes de stockage des réservoirs destinés à l'alimentation en eau doivent être définis afin de procéder à une analyse du contrôle des crues. Étant donné que ces informations essentielles sur l'alimentation en eau ne sont pas fournies par le MARH (ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques), l'étude a effectué un calcul du bilan hydrologique pour estimer combien de ce volume de stockage devrait être réservé pour l'alimentation en eau au niveau de chaque réservoir.
- 6.4 Le calcul a été effectué pour le Système d'Approvisionnement en Eau de la partie Nord de la Tunisie, un système régional qui se compose de 27 réservoirs (en service et ceux en qui sont en construction et/ou planifiés) qui sont reliés l'un à l'autre pour l'approvisionnement de l'eau potable ou pour satisfaire les besoins agricoles en eau en se basant sur un bilan de masse hydrologique au niveau de chaque réservoir prenant en compte tous les débits entrants moins tous les débits sortants et les pertes à chaque réservoir.

Au commencement cinq scénarios de sécheresse ont été considérés pour établir le bilan hydrologique préliminaire:

Scénarios de sécheresse considérés au commencement

Scénarios de sécheresse	Débit entrant total * Mm ³	Total de % en moyenne**	Type
1: 1 an 1960	1.044	55%	Sec
2: 2 ans synthétique	2.088	55%	Sec
3: 2 ans Historique 1987-88	1.582	41%	Très sec
4: 3 ans synthétique	3.132	55%	Sec
5: 3 ans Historique 1992-94	2.204,5	38%	Très sec

* débit entrant au niveau de 27 barrages dans la région nord de la Tunisie

**moyenne de débit entrant de 1946-1997=1912Mm³/an

Source: L'Equipe D'Etude

Le MARH (ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques) définit la sécheresse hydrologique comme suit :

- une année est « sèche » quand les débits entrants sont inférieurs à 70% de la moyenne
- une année est « très sèche » quand les débits entrants sont inférieurs à 50% de la moyenne

L'année sèche typique est 1960/61. Elle a été sélectionnée parce qu'elle survient à une fréquence de 1 fois tous les 5 ans (T=0,2). Cette fréquence est conforme à la définition d'une année sèche typique utilisée dans l'étude « Eau 2000 ».

Les deux et trois années de sécheresses historiques sont assez sévères. L'analyse préliminaire indique que la plupart des réservoirs devraient être, dans chacun des cas, à 100% remplis au début de la saison agricole afin de satisfaire les demandes. En outre, des restrictions aux demandes doivent être appliquées pour la deuxième année et la troisième année pour prévenir l'épuisement complet des réserves.

- 6.5 Après une discussion avec le MARH (ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques), il a été décidé de maintenir les trois scénarios suivants pour le calcul du bilan hydrologique.

Scénarios de sécheresse sélectionnés pour le bilan hydrologique

Scénarios de sécheresse		Débit entrant total (Mm ³)	Intervalle de récurrence (fois)
1: 1 an	caractéristique	1.044	1/5
2: 2 années consécutives	synthétique	2.088	1/9*
3: 3 années consécutives	synthétique	3.132	1/11**

Remarques : * Cycle de 2 ans.** Cycle de 3 ans. Source: L'Equipe D'Etude

Le MARH (ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques) a également demandé une analyse séparée de la sécheresse de deux années consécutives avec des restrictions aux demandes de 20% appliquées à l'irrigation pendant la deuxième année.

- 6.6 Le calcul du bilan hydrologique a identifié que le système de planification d'alimentation en eau de la région septentrionale de la Tunisie connaîtra des déficits suite aux événements consécutifs de sécheresse de deux et trois ans, comme résumé ci-dessous.

Comparaison des déficits de stockage pour les scénarios de sécheresse

Scénarios de sécheresse	Restriction de la demande	Année	Déficits de la région du nord de la Tunisie (Mm ³ /an)**		
			2010	2020	2030
1 an	Aucune	1	0	0	0
2 ans	Aucune	1ère	0	0	0
	20% de l'agriculture	2ème	6,0	19,1	68,6
2 ans	Aucune	1ère	0	0	0
	Aucune	2ème	6,7	21,1	75,2
3 ans	Aucune	1ère	0	0	0
	Aucune	2ème	6,7	11,4	62,4
	Aucune	3ème	84,5	267,1	377,8

** 27 barrages dans le système de planification d'alimentation en eau de la zone septentrionale de la Tunisie
Source: L'Equipe D'Etude

- 6.7 Pour la sécheresse de deux années consécutives, les déficits sont localisés et limités aux réservoirs de Mellegue II, Lakhmes, Siliana et R'Mil où la demande agricole locale dépasse la capacité du réservoir. C'est pour cette raison qu'il est possible d'allouer un stockage supplémentaire pour la régulation des inondations à d'autres barrages sans affecter l'alimentation en eau dans d'autres parties du système pour une période de sécheresse de deux années consécutives types

Dans l'étude, le stock additionnel pour le contrôle des crues est défini comme étant un volume de stockage du réservoir qui peut être utilisé à des fins de protection contre les inondations au-dessous de la cote normale du projet et au-dessus du niveau haut du stock réservé à l'approvisionnement en eau à garantir pour satisfaire les demandes.

Le scénario de sécheresse de deux années consécutives est plus réaliste et fournit un niveau acceptable de risque. Par ailleurs, le MARH a donné son accord pour l'adoption de ce scénario pour définir l'allocation de stock dans les réservoirs pour l'approvisionnement en eau, et pour l'identification des stocks supplémentaires pour la protection contre les inondations.

- 6.8 La sécheresse consécutive de trois ans ne peut pas être gérée à moins qu'un système significatif de restrictions des demandes soit appliqué à l'eau potable et à l'irrigation agricole. A partir de ce scénario, les réservoirs de la plupart des barrages dans le système devraient être maintenus aussi pleins que possible au début de septembre, le début de l'année hydrologique, afin de réduire au minimum les pénuries d'eau. Par conséquent, un stockage supplémentaire de régulation des inondations n'est pas recommandé.

Dégâts Provoqués par les Crues et Mesures Existantes

- 7.1 Les zones qui habituellement souffrent des inondations sont principalement situées dans les plaines ondulées basses situées sur le long du cours principal de l'oued Mejerda. Au cours de l'étude, il a été indiqué que Jendouba, la confluence avec Mellegue, Bou Salem, Sidi Smail, Slouguia, Medjez El Bab, El Herri, Tebourba, El Battan, Jedeida, El Henna, la confluence de Chafrou avec EL Mabtough sont des villes ou des régions exposées aux inondations et ont été sérieusement endommagées par les crues significatives antérieures telles que celles causées en mai 1973 et de janvier à février 2003.
- 7.2 Les dégâts provoqués par les crues dues aux inondations significatives antérieures sont classés par catégorie dans les produits agricoles (récoltes, bétail, etc.), les habitations et les effets personnels des familles, l'infrastructure et les dégâts indirects tels que les arrêts de travail, le blocage de la circulation et l'aggravation des conditions sanitaires.
- 7.3 Les dégâts les plus importants enregistrés au niveau des récoltes agricoles ont principalement touché les olives, les céréales, les légumes et les fruits. En ce qui concerne les ménages, les dégâts provoqués par les inondations concernent notamment les habitations (les fenêtres, les murs, les toits, etc.), les meubles et les produits alimentaires entre autres. La valeur moyenne des dégâts dans la zone d'étude a été estimée comme suit :
- Agriculteurs : TND 25.917 (par agriculteur)
 - Magasins : TND 5.044 (par magasin)
 - Industries : TND 10.963 (par usine)
- 7.4 Les mesures de régulation des inondations existant dans le bassin de l'oued Mejerda concernent principalement les barrages et les réservoirs, étant donné que l'amplitude des crues est relativement importante en termes de pointe et de volume. En fait, les barrages de Mellegue et de Sidi Salem jouent un rôle essentiel pour la régulation des inondations. Un système de digues placées le long des lits encaissés a été assuré seulement au niveau minimal et actuellement limité à quelques courts tronçons dans le bassin.
- 7.5 En plus des grands barrages, le barrage mobile de Henchir Tobias joue un rôle essentiel pour la régulation des débits dans le cours inférieur de l'oued Mejerda et la zone d'expansion des crues jusqu'à la mer. La construction de cette zone d'expansion des crues a été achevée durant les années 1950.

L'Exploitation du Réservoir

- 8.1 Étant donné que les tailles et les buts des réservoirs du bassin de l'oued Mejerda diffèrent de manière significative, le rendement de leur exploitation en matière de régulation des inondations a été évalué et, à partir de ce fait, les sept (7) réservoirs les plus importants ont été sélectionnés pour une analyse plus poussée et une évaluation des activités relatives à l'exploitation des réservoirs pendant les inondations et qui sont au nombre de 4 réservoirs existants, à savoir les réservoirs de Sidi Salem, Mèllegue, Bou Heurtma et Siliana et 3 réservoirs planifiés ou en construction tels que les réservoirs de Mellegue 2, Tessa, et Sarrath.
- 8.2 Après consultation de l'historique des activités relatives à l'exploitation des barrages, les niveaux d'eau maximum antérieurs de la plupart des barrages existants n'ont jamais atteint leurs niveaux de PHE. Cela signifie que les stockages de régulation des inondations conçus n'ont pas été entièrement utilisés même pendant les graves crues antérieures (par exemple, la crue de 2003).
- 8.3 Seulement 13 % du stockage de régulation des inondations conçu du réservoir de Siliana ont été utilisés pour la régulation des inondations en décembre 2003 et approximativement 18 % du stock réservé à la régulation des inondations du réservoir de Bou Heurtma ont été utilisés en janvier 2003. Les deux barrages sont équipés d'évacuateurs non contrôlés (non vannés) pour la régulation des inondations. D'autre part, il y a seulement un évacuateur vanné dans le barrage de Mellegue et c'est pourquoi tous les débits sortants du barrage (évacuateur, évacuateur de fond, etc.) peuvent être effectivement contrôlés pendant les crues. Presque tout le stockage de conception de régulation des inondations ($98,6 \text{ Mm}^3 = 96 \%$ de stockage de conception de régulation des inondations) a été utilisé pour diminuer avec succès le débit maximal en décembre 2003.
- 8.4 À partir de cette analyse, on pourrait affirmer qu'on s'attend à ce qu'approximativement la moitié de tous les stockages de contrôle des crues conçus dans le bassin versant de l'oued Mejerda soit utilisée pour la régulation des inondations, bien que cela dépende de l'importance des crues d'inondation, des distributions spatiales et temporelles des crues et d'autres facteurs.

Gestion du Canal de l'Oued

- 9.1 Les dépôts des apports solides dans les canaux de l'Oued engendrent une diminution considérable de débit de la section transversale et la réduction conséquente de la capacité de débit des canaux de l'Oued.
- 9.2 En fait, l'utilisation intensive de l'eau à travers les activités relatives à l'exploitation des réservoirs (pour l'irrigation, eau potable, hydroélectricité et protection contre des inondations) a eu pour conséquence à long terme des lâchers faibles à des vitesses réduites. L'engravement des lits d'oueds par les sédiments en aval qui sont des fois compensés par des lâchers plus importants à partir des barrages.

- 9.3 La section transversale de débit à la structure de croisement du fleuve telle qu'un pont, est habituellement plus petite ; en d'autres termes, un tel pont est habituellement un obstacle au débit, provoquant une augmentation du niveau d'eau en amont sur plusieurs kilomètres de long. Comme exemple, les ponts dans EL Battan et le pont Andalous dans Mejez EL Bab (voir la photo) ont affecté les caractéristiques de débit dues principalement à l'existence d'un grand nombre de piliers. La section transversale de débit diminuée engendre plus fréquemment un débordement catastrophique pendant les inondations.



Pont historique Andalous à Mejez El Bab

Prévision et Alerte des Crues

- 10.1 En ce qui concerne un Système de Prévision des Inondations et d'Alerte (FFWS : flood forecasting and warning system) dans le bassin versant de l'oued Mejerda, l'installation d'un nouveau système de télémesure a été développée par assistance technique et financière de AFD (Agence Française de Développement) dans le cadre du programme PISEAU (Projet d'Investissement du Secteur de l'Eau) étant donné que ce bassin a sérieusement souffert de grandes crues en 2002/2003. L'installation d'un système de télémesure a été réalisée en août 2007 dans 75 stations de jaugeage dans toute la Tunisie, et ce système est actuellement en cours d'expérimentation. Sur les 75 stations, 56 d'entre elles se trouvent dans le bassin de l'oued Mejerda.
- 10.2 Les principales agences concernées par la prévision des inondations sont la DGRE (Direction Générale des Ressources en Eau), la DGBGTH (Direction Générale des Barrages et des Grands Travaux Hydrauliques), l'IRESA (Institut de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur Agricole) et les CRDAs (Commissariat Régional du Développement Agricole), qui sont organisés sous l'autorité du MARH (Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques), et l'INM. En outre, les principales agences concernées par le système d'alerte sont les gouvernorats, la protection civile, la sécurité nationale, la garde nationale, la police et leurs bureaux de représentation à l'échelle régionale au niveau des gouvernorats, qui sont placés sous l'autorité du Ministère de l'Intérieur et du Développement Local.
- 10.3 Le nouveau système de télémesure se compose de 4 sous-ensembles, qui sont un système d'observation hydrométéorologique, un système de transmission de données, un système d'analyse et un système de diffusion d'avertissements. Le système a été juste installé et par conséquent il a été précisé que plusieurs conditions doivent être remplies pour renforcer efficacement le fonctionnement et accomplir effectivement toutes les missions du SPAI (Système de Prévision et d'Alerte des Inondations).

Lutte Contre les Crues

- 11 La protection civile régionale est responsable des activités d'évacuation et de lutte contre les crues en coopération avec la garde nationale, la police et les militaires au niveau régional. Ces agences à l'exception des militaires, appartiennent au Ministère de l'Intérieur et du Développement Local et les militaires au Ministère de la Défense Nationale. En ce qui concerne les activités d'évacuation et de lutte contre les crues, les problématiques décisionnelles suivantes ont été identifiées :
- i) Il n'est pas nécessairement confirmé, que l'évacuation soit remplie avec succès ou non, avant l'occurrence de l'inondation.
 - ii) Certains résidents n'ont aucune mesure de déplacement de leurs biens et par conséquent sont obligés de rester dans leur maisons sans évacuation.
 - iii) Aucun plan ni cartes distinctives et faciles à comprendre d'évacuation ne sont à la disposition des résidents.

Organismes et Institutions

- 12.1 Le code des eaux (1975) est la loi fondamentale pour la gestion des ressources en eau. Le document, « Directives de MEDROPLAN (Planification, Gestion et Atténuation de la Sécheresse en Méditerranée), annexe technique » (projet, mai 2006)¹, fournit les informations fondamentales au sujet du cadre organisationnel et institutionnel actuel de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) en Tunisie. La planification et les normes de conception ainsi que les pratiques appliquées pour les travaux de l'oued ne sont pas disponibles sous forme écrite en Tunisie. Certaines règles et techniques appliquées au fonctionnement quotidien de la gestion, la planification, la conception, la construction, le fonctionnement, l'entretien et les activités de contrôle. Ne sont pas encore également disponibles dans un support écrit.
- 12.2 Le MARH est chargé de la gestion de l'eau selon l'article 2 du décret N° 2001-419 en date du 13 février 2001 (JORT) (Journal Officiel de la République Tunisienne). Les fonctions du MARH (Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques) sont gérées par ses différentes directions et services dans le cadre juridique défini par le décret N° 2001-420 (13 février 2001, JORT (Journal Officiel de la République Tunisienne).
- 12.3 La Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux (SONEDE), créée en vertu de la loi N° 68-33 (2 juillet 1968, JORT (Journal Officiel de la République Tunisienne), est une institution autonome sous la tutelle des autorités du MARH (Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques), et elle assure la gestion de l'eau domestique mais également des utilisations industrielles et autres (non agricoles) dans tout le pays.
- 12.4 La Société d'Exploitation du Canal, et des Adductions des Eaux du Nord (SECADENORD), établie par la loi N° 84-26 (14 mai 1984, JORT), a son autonomie financière sous l'autorité du MARH (Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques). Elle assure la gestion et l'entretien de la partie du transfert de réseau de

1 : Projet d'Investissement du secteur de l'eau

l'eau du nord-ouest: c'est-à-dire, le canal des eaux du nord, et l'adduction des canalisations d'eau du barrage de Sidi Salem, de la zone Ichkeul et du nord-ouest extrême pour les utilisateurs dans le nord-est, le centre et le sud du pays où il existe un manque en eau douce.

12.5 En Tunisie, la gestion de la régulation des inondations a été effectuée d'une manière fortuite et en fonction des conditions des inondations. De plus, les problèmes et les questions concernant la planification et la gestion du bassin de la rivière axées sur la régulation des inondations sont des points de vue institutionnels et organisationnels identifiés comme suit :

- a) Il n'existe aucune division ou service permanents pour les activités de régulation des inondations et de gestion dans les directions centrale et régionale à l'exception des services d'annonce de risque et de crue,
- b) Il n'y a aucune directive ou norme technique documentée pour la régulation des inondations ainsi que la planification et la conception d'alimentation en eau, et les règles d'exploitation de réservoir,
- c) Les compétences en matière de régulation des inondations sont réparties entre: le MARH (Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques) pour les zones rurales et agricoles, et le MEHAT (Ministère de l'Equipement de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire) pour les zones urbaines,
- d) Les compétences en matière d'activités de lutte contre les inondations sont réparties entre: la prévision et l'annonce des inondations par le MARH (Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques), et les activités d'alerte, de lutte et d'évacuation par la protection civile, le Ministère de l'Intérieur et du Développement Local.
- e) Le contrôle des sédiments au niveau les lignes de partage est insuffisant: la sédimentation (les apports solides) à l'intérieur des canaux de l'Oued et des réservoirs devient un facteur causant les inondations,
- f) La coopération avec l'Algérie pour la gestion du bassin versant de l'oued est insuffisante: en particulier les données relatives aux précipitations et des débits nécessaires pour la prévision des inondations et l'alerte.

Considérations Environnementales et Sociales

13.1 Dans le cadre de cette étude axée sur la lutte contre les inondations, le lac d'Ichkeul, classé comme patrimoine mondial de l'UNESCO et n'étant pas situé dans les environs immédiats de la zone du projet, ne semble pas être affecté d'une manière significative ; vu que cette zone est desservie grâce à un quota annuel en eau tout comme les deux autres utilisateurs des eaux de l'extrême nord à savoir les villes de la zone septentrionale et l'irrigation.

13.2 Le parc national de Feija est le seul parc naturel inscrit dans la zone d'étude. Ce parc semble être protégé contre de grandes crues de l'Oued Mejerda, compte tenu de sa distance de l'Oued et de sa haute altitude. Cependant, les feux de forêt et les glissements de terrains

doivent être surveillés de près pour éviter la réduction des ressources forestières, ce qui pourrait causer la dégradation des sols et la sédimentation accrue dans l'Oued Mejerda en raison de ruissellement, en tenant compte des pentes abruptes observées dans cette zone.

- 13.3 Bien que l'UICN a identifié actuellement environ 80 espèces de mammifères, 362 espèces d'oiseaux et plus de 500 espèces de reptiles et de poissons dans le pays, les espèces de flore et de faune menacées d'extinction ne sont pas confirmées dans le lit majeur et des zones irrigables du bassin de l'Oued Mejerda. Toutefois, l'Etude a confirmé que plusieurs espèces de poissons ont été introduites dans les réservoirs de nombreux barrages qui ont été construits au cours des années. Il est donc évident que plusieurs espèces de poissons vivent dans l'Oued Mejerda et le réservoir de Sidi Salem.
- 13.4 Parmi ceux-ci, on peut citer le berbel (*Barbus callensis*), qui est endémique en Afrique du Nord, la Tilapia ordinaire (*Cyprinus carpis*), plusieurs espèces de mullets et le poisson-chat. La conservation de ces espèces de poissons pour l'activité de pêche pratiquée par les riverains est importante, car beaucoup de gens vivent de cette activité. Un débit d'eau minimal est nécessaire dans l'Oued Mejerda, ainsi qu'une qualité minimale de l'eau pour les populations de poissons.
- 13.5 Bien qu'il n'existe pas de vestiges historiques ou des sites archéologiques répertoriés comme patrimoine mondial dans la zone d'étude, plusieurs ponts tant qu'héritages culturels existent le long de l'Oued Mejerda à Mejez el Bab, Jedeida et Bizerte.

V. STRATEGIE DE BASE POUR L'ELABORATION DU PLAN DIRECTEUR

- 14.1 L'objectif principal de l'étude est de développer un plan directeur pour la régulation et la gestion durables des crues de l'oued Mejerda. L'objectif final de l'étude est d'implémenter les mesures de régulation des inondations selon le Plan Directeur afin d'assurer la protection contre les inondations et le bien être social et de soutenir les efforts de l'Etat pour le développement économique sur les plans national et régional. Les mesures qui seront proposées seront donc réalistes et pratiques.
- 14.2 En considération de ce qui est mentionné ci-dessus, le plan directeur a été formulé selon les stratégies suivantes:
- (1) Approche générale pour le contrôle des inondations sur la base de la Gestion Intégrée des Inondations

La gestion des inondations a été jusqu'à présent focalisée sur les pratiques défensives, mais, mais on reconnaît de plus en plus et partout dans le monde durant ces dernières années un passage de la pratique défensive à une gestion proactive des risques. Ce changement encourage la mise en œuvre de la Gestion Intégrée des Inondations (GII).

Lors de la mise en œuvre des politiques pour maximaliser l'usage efficace des ressources du bassin versant, on fait des efforts pour maintenir ou augmenter la productivité des plaines inondables. Cependant, les pertes économiques et des vies humaines causées par les inondations dans le bassin ne doivent pas être négligées. Traitant les inondations comme un

problème isolé nous donne une approche locale et fragmentaire. Par conséquent, la GII nécessite un changement de l'approche traditionnelle de la Gestion Intégrée des Inondations, et un plan pour la gestion intégrée des inondations doit adresser les cinq questions essentielles suivantes pour la gestion des inondations dans le cadre d'une approche logique et ordonnée de la GIRE.

- Gérer le cycle de l'eau en général,
- Intégrer la gestion des eaux et des terres,
- Adopter la meilleure combinaison de stratégies,
- Assurer une approche participative, et,
- Adopter des approches intégrées dans la gestion des risques.

(2) **Priorité accordée à la sécurité de l'approvisionnement en eau**

L'eau est une ressource limitée et précieuse en Tunisie, un pays qui se trouve dans une zone aride et semi-aride. Aucune goutte d'eau ne doit être gaspillée. Pour cette raison l'Etat a développé un plan national pour la gestion des eaux qui accorde la priorité à l'utilisation de cette ressource. Sécuriser l'offre en eau en exploitant les eaux de surface relativement abondantes au nord y compris dans le bassin de la Mejerda est une question cruciale en Tunisie.

Par conséquent, le plan de régulation des inondations dans le bassin de la Mejerda est nécessaire pour chercher à assurer une harmonie avec le plan d'utilisation de l'eau dans le bassin en donnant la priorité à sécuriser l'offre en eau. Les risques de l'offre de l'eau et les risques des inondations sont liés l'un à l'autre et un état d'équilibre doit être trouvé.

(3) **Répartition des attributions des mesures structurelles et non-structurelles**

La protection absolue contre les inondations n'est ni techniquement faisable ni viable en termes économiques et environnementaux. Les mesures de régulation des inondations doivent donc viser à minimiser les dégâts. Une combinaison appropriée entre les mesures structurelles et non-structurelles est indispensable pour réaliser ce but.

Les mesures structurelles concernent les questions relatives à la prévention contre les inondations jusqu'au niveau de la crue de projet et qui sont conçus pour être non seulement techniquement faisables, mais aussi viables sur les plans économique et environnemental ; alors que les mesures non structurelles portent sur les l'atténuation des dégâts causés par les inondations qui dépassent les niveaux des crues de projet. De plus, les mesures non structurelles devraient aussi soutenir l'effet de prévention contre les inondations des mesures structurelles.

(4) **Acceptation des mesures de régulation des inondations par le public**

Les mesures de régulation des inondations doivent répondre aux attentes des habitants des zones exposées aux inondations. Pour cela, une interview des résidents sur l'acceptation des risques des inondations ainsi que deux (2) réunions publiques de consultation ont été organisées dans le cadre de l'étude avec les preneurs de décision y compris les agences gouvernementales locales et centrales ainsi que les habitants locaux dans les zones des cours en amont, les cours moyens et les cours en aval du bassin de la Mejerda pour un

sondage des besoins sociaux, des points de vue, des opinions et l'acceptation des mesures de régulation des inondations. Le Plan Directeur prendra en considération les avis et les opinions des habitants.

VI. LES GRANDS AXES DU PLAN DIRECTEUR

Composition du Plan Directeur

15.1 En tenant compte des stratégies de base mises en place dans l'Etude pour l'élaboration du Plan Directeur, l'Etude a proposé un plan directeur pour le contrôle des inondations constitué des 6 projets suivants, dont deux sont des mesures structurelles et quatre des mesures non structurelles, pour que le projet de régulation des inondations donne des résultats vers 2030 (l'année cible de l'étude):

- (1) Les mesures structurelles : Axer sur la protection des villes et des terres agricoles le long de l'oued Mejerda contre les débordements au delà des crues de projet.
 - 1-1 Le Projet pour le renforcement de la fonction des réservoirs en matière de régulation des inondations: minimiser les pointes des lâchers à partir des sept barrages (Sidi Salem, Mellegue, Bou Heurtma, Siliana, Mellegue 2, Sarrat et Tessa) et des tronçons d'oueds situés en aval.
 - 1-2 Le Projet d'amélioration de la rivière: prévenir des débordements nuisibles au-delà des crues de projet.
- (2) Les mesures non structurelles: Axer sur l'atténuation des dégâts des inondations causés par les excès des débordements et sur la durabilité des effets de protection des mesures structurelles.
 - 2-1 Le Projet de renforcement du système existant de prévision des inondations et d'alerte (SPIA): Mettre à disposition à temps l'information nécessaire sur les crues pour les projets en développement (i) les fonctions d'amortissement des crues des réservoirs (1-1) et (ii) le système d'alerte des crues (2-2)
 - 2-2 Le Projet de renforcement du système existant d'évacuation et de lutte contre les inondations: éviter des pertes humaines et minimiser les dégâts des propriétés au cours des inondations,
 - 2-3 Le Projet de développement des capacités organisationnelles : Fournir une bonne organisation et des arrangements institutionnels renforcés afin de faciliter la mise en place d'autres projets de protection contre les inondations proposés dans le plan Directeur à partir des étapes de planification jusqu'à celles de l'exploitation et de la maintenance
 - 2-4 Le Projet de régulation/gestion de la plaine d'inondation : Minimiser le risque des inondations des bas fonds susceptibles d'être inondés au cours des fortes crues le long de la Mejerda.

Les six projets mentionnés ci-dessus doivent être en étroite complémentarité entre eux. La relation entre les projets est illustrée par la **Figure 15.1** comme expliqué ci-dessous.

15.2 Le projet 1.1 et le projet 1.2: Les deux projets sont planifiés pour fonctionner ensemble pour la protection contre les inondations correspondant au niveau de protection contre les inondations. Le Projet 1.1 a pour objectif de renforcer la fonction des réservoirs dans la protection contre les inondations dans les 7 réservoirs et les 4 réservoirs existants: Réservoirs de Sidi Salem, Mellegue, Bou Heurtma et Siliana et 3 réservoirs en cours de construction ou au stade de conception ou planification : Réservoirs de Sarrath, Mellegue 2 et Tessa, comme étant les plus importants dans la régulation des inondations dans le bassin de la Mejerda en améliorant l'exploitation des réservoirs pendant les inondations et en réduisant les pointes de crues des réservoirs dans la limite du possible.

Cependant, les réservoirs ne peuvent pas réguler les inondations en aval d'une manière complète parce que les extensions des cours en aval reçoivent également les écoulements de leurs propres bassins. Pour cette raison, le projet 1.2 est nécessaire pour assurer la prévention efficace et satisfaisante des débordements au niveau des rivières en aval.

15.3 Projet 1.1 et Projet 2.1: La consolidation de la fonction des réservoirs dans le contrôle des inondations projeté par le Projet 1.1 exige une information exacte et appropriée sur les crues aussitôt que possible. Pour cela, le Projet 2.1 est nécessaire pour fournir cette information au Projet 1.1 y compris les prévisions des inondations à travers la consolidation du SPIA existant.

15.4 Projet 2.1 et Projet 2.2: Les activités d'évacuation et de lutte contre les inondations, qui sont essentielles pour éviter les pertes en vie causées par les inondations, nécessitent également une information exacte et appropriée aussitôt que possible. Donc, le Projet 2.1 est nécessaire pour fournir au Projet 2.2 les informations sur les crues y compris les prévisions à travers le renforcement du SPIA.

15.5 Projet 2.3 et autres projets: Dans le cadre de ce concept de la Gestion Intégrée des Inondations (GII), il faut développer des mesures institutionnelles solides et bien organisées afin de soutenir l'exploitation, l'entretien ainsi que la planification, conception/construction des autres projets du Plan Directeur et garantir l'effet durable attendu des autres projets.

15.6 Mesures structurelles du Projet 2.4: Les mesures structurelles, notamment le Projet 1-1 et le Projet 1-2, peuvent protéger contre les inondations selon le niveau de protection proposé comme présenté ci-dessus. Ceci veut dire que le plan de régulation des inondations élaboré dans le cadre du Plan Directeur ne peut pas garantir la prévention des inondations pendant les crues excessives qui dépassent les crues de projet avec les travaux d'amélioration. Les zones basses situées au long de la Mejerda sont exposées aux inondations pendant les événements exceptionnels et excessifs. Actuellement, quelques unes de ces basses zones ont été aménagées pour l'agriculture et l'habitat. Une régulation et une administration de la plaine inondable restent essentielles pour minimiser les risques et les dégâts dans ces zones basses pendant les événements exceptionnels.

15.7 La **figure 15.2** résume le plan directeur composé des six projets proposés pour la protection contre les inondations dans le bassin de Mejerda.

VII. CONCEPTION DU PROJET

Projet d'Amélioration de l'Oued

16.1 Pour traiter les débits de crue de projet dans chaque zone avec les probabilités de 10 ans et de 20 ans conçus comme débit de crues de projet, les structures pour les travaux d'amélioration de la rivière dans l'oued Mejerda sont composées des ouvrages suivants :

- (a) Travaux d'amélioration du lit de l'oued
- (b) Le canal de dérivation
- (c) les bassins de retardement
- (d) Les seuils noyés
- (e) Les évacuateurs d'eau
- (f) Les ponts
- (g) D'autres structures diverses (structures de revêtements et structures d'arrêt détachables), et
- (h) Maintenance du canal de l'oued.

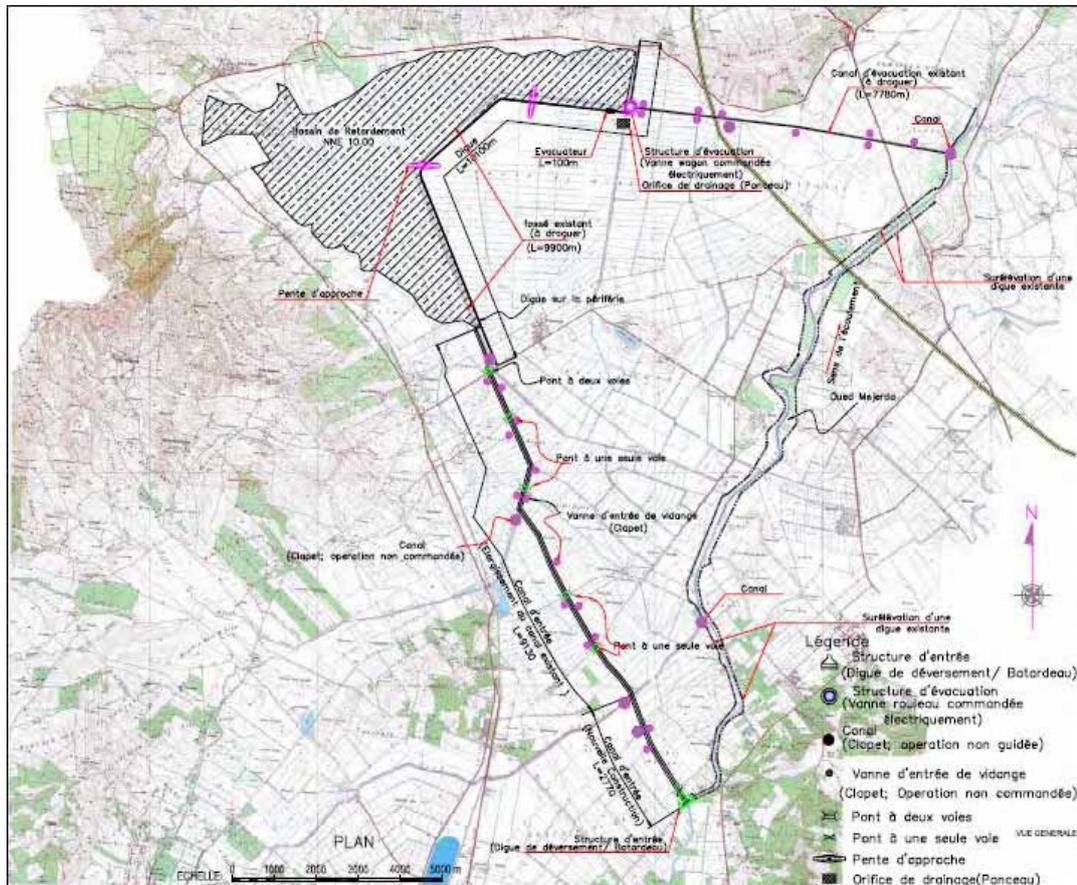
En ce qui concerne l'amélioration des canaux de la rivière, la combinaison de l'excavation, le dragage et l'élargissement du canal ainsi que la construction de digues sont proposés parmi de nombreux essais pour obtenir une géométrie de crue de projet optimale au point de vue technique et économique. Les dimensions principales des structures concernées ont été déterminées dans la conception préliminaire se basant sur les résultats de l'enquête topographique obtenus grâce à la présente étude. La caractéristique notable des structures proposées dans le plan directeur est résumée à la fin de ce résumé.

16.2 Afin de traiter la capacité insuffisante d'écoulement actuelle et la difficulté d'élargir le canal de l'oued, deux canaux de dérivation pour les villes de Mejez El Bab et de Bou Salem sont recommandés pour s'adapter à l'excès du débit des crues de projet. Pour la ville de Mejez El Bab, la section de l'écoulement du vieux pont historique (Pont Andalou) est un sérieux goulot d'étranglement. Cependant, ce pont historique doit être conservé et il ne sera pas démoli à la demande de la DGBTH et le MARH et les réunions avec les parties prenantes organisées au cours de l'étude.

La ville de Bou Salem est développée sur tous les côtés de l'oued Mejerda. L'espace disponible des ouvrages d'amélioration de la rivière entre les deux bancs sont très limités. Presque toute la ville de Bou Salem est située dans une zone prédisposée aux crues au long de l'oued Mejerda. Le canal en déviation est une mesure efficace pour réduire les risques de crues. La situation des canaux en déviation est montrée dans les plans généraux des ouvrages d'amélioration de la rivière dans les **figures 16.1 et 16.2**.

16.3 La plaine El Mabtouh présente des avantages significatifs pour créer un bassin de retardement, permettant de protéger la zone en aval de l'oued Mejerda (gouvernorats de Manouba, Ariana et Bizerte). La zone prévue de 2.118 ha avec la capacité totale de 50 millions m³, pourra retarder au maximum un débit de 200 m³ /s de la pointe de débit de 860 m³ /s (crue de 10 ans). Concernant les structures accessoires du bassin de retardement, la

digue de débordement du canal d'entrée, la digue d'entourage et les canaux doivent être construits comme présenté ci-dessous:



Source: L'Equipe D'Etude

Présentation Générale du Bassin de Retardement d'El Mabtouh

- 16.4 Le schéma de l'amélioration de la rivière proposé à l'exception des canaux de raccourcissement afin que le présent profil du lit de la rivière ne soit pas changé considérablement avant et après les travaux d'amélioration. Il est prévu que le présent lit de l'oued sera relevé à cause de la sédimentation. Par conséquent, on a jugé que le seuil noyé n'était pas nécessaire dans l'oued Mejerda à l'exception du canal de dérivation au niveau des structures d'entrée et de sortie du bassin de retardement d'El Mabtouh.
- 16.5 En fonction de l'analyse hydraulique des sections de travers de la rivière les plus récentes, il apparaît que quatre ponts routiers, un aqueduc avec une voie pour piétons et deux ponts à voie ferrée seraient affectés. La hauteur de ces superstructures est plus basse que les niveaux des hautes eaux. Le pont de la voie ferrée de Jdeida (Zone D2) semble démontrer que les superstructures peuvent être soulevées à l'aide de grues en plaçant plus de béton sur les fondations. Les autres six ponts devront être remplacés par de nouveaux ponts.

- 16.6 Le buisson épais prédominant dans les hautes eaux du canal consiste principalement en un type d'arbres qu'on appelle "Tamarix" et qui peut être aperçu tout le long de la Mejerda. Le Tamarix, en particulier, rétrécit la zone d'écoulement et gêne l'écoulement normal des eaux dans le canal de l'oued. Cela pose un problème de taille pour faire face à la prévention contre les inondations. Au contraire, on constate qu'ils contribuent en quelque sorte à la lutte contre l'érosion des rives de l'oued.

Dans le but d'utiliser efficacement le matériau de Tamarix, une méthodologie traditionnelle japonaise peut être introduite dans le bassin de Mejerda.

- 16.7 La caractéristique notable des structures principales proposées dans les ouvrages d'amélioration de l'oued est résumée par zones dans le **tableau 16.1**.

Projet de Renforcement des Fonctions des Réservoirs en Matière de Régulation des Inondations

- 17.1 Tous les réservoirs du Bassin de la Mejerda sur le Territoire Tunisien doivent fonctionner en tant que système bien coordonné afin de développer leurs fonctions de régulation des inondations, en accordant une attention particulière aux 7 importants réservoirs de régulation des inondations choisis. Pour cette raison, il y a lieu de prévoir un système avec des règles fondamentales pour une exploitation bien coordonnée et un suivi des règles à tout moment afin de réaliser une coordination optimale du fonctionnement des barrages pour une régulation efficace des inondations ainsi que pour une parfaite alimentation en eau.
- 17.2 Dans les conditions spécifiques énoncées ci-dessus concernant le fonctionnement des réservoirs dans le bassin de la Mejerda, les vrais secrets de renforcement des fonctions des réservoirs en matière de régulation des inondations résident dans (i) l'utilisation du volume de stockage disponible pour la régulation des inondations situé au dessus de la Cote Normale de Retenue (RN) (Normal Water Level=NWL), incluant le stock additionnel de contrôle des crues, aussi efficacement que possible et (ii) la minimisation des pointes de débit en aval des barrages.
- 17.3 Afin de réaliser efficacement les secrets précités, ce projet est incorporé dans le plan directeur et les principaux programmes et les activités s'y afférentes sont présentés ci-dessous:

Principaux Programmes et Activités	
1.	Amélioration du modèle de simulation pour une exploitation coordonnée des barrages
2.	Rédiger des Règles d'exploitation améliorées des 7 réservoirs sélectionnés pour la régulation des inondations
3.	Application d'essai (2 saisons pluviales), révision et amélioration du projet de règles d'exploitation du réservoir pour la régulation des inondations
4.	Coordination des arrangements institutionnels relatifs aux règles d'exploitation améliorées du réservoir pour la régulation des inondations
5.	Renforcer les fonctions de collecte, de stockage, d'analyse et de dissémination des données/informations
6.	Elaboration du plan de surveillance (veille de suivi) pour garantir un impact durable du projet.

Projet de Renforcement du Système de Prévision des Inondations et d'Alerte existant (SPIA)

18.1 Dans l'Etude, le plan de développement et d'amélioration pour le renforcement du Système de Prévision des Inondations et d'Alerte (SPIA) existant est recommandé en prenant en compte les critères suivants :

- Comme mesures immédiates pour minimiser le risque d'inondation, atténuer les dégâts dus aux inondations avant l'achèvement des mesures structurelles programmées.
- Comme mesures pour minimiser le risque et l'atténuation des dégâts dus aux inondations extraordinaires dépassant le niveau de planification/conception des mesures structurelles, et
- Comme mesures pour contribuer à l'exploitation coordonnée des barrages en fournissant des informations hydrologiques à temps et avec précision.

Par conséquent, les objectifs du SPIA pour le bassin de la Mejerda sont les suivants:

- Produire des informations hydrologiques afin de conduire une gestion intégrée des structures de la rivière y compris une exploitation coordonnée des barrages, qui contribuerait à l'atténuation des dégâts dans les zones inondables, et
- Produire des informations hydrologiques afin de prendre les décisions appropriées concernant les actions d'évacuation / système de lutte contre les inondations.

18.2 Afin de réaliser le renforcement du système existant, les propositions suivantes sont présentées dans le cadre de ce projet en tant que principaux programmes et activités.

Principaux Programmes et Activités	
1.	Examiner la question concernant l'introduction de nouvelles installations de télémètres de pluviométrie et des jauges de mesure du niveau d'eau dans le système de télémétrie existant.
2.	Nouvelles installations de télémètres pluviométriques et des jauges de mesure du niveau de l'eau
3.	Etude de méthodes et de modèles de prévision des inondations
4.	Développement de modèle de prévision des inondations
5.	Installation de dispositifs de mesure des lâchers des barrages
6.	Amélioration du SPIA en fonction de l'application d'essai et révision de l'avant -projet des règles d'exploitation améliorées des réservoirs pour la régulation des inondations.
7.	Elaboration d'un Manuel d'Exploitation du système.
8.	Elaboration d'un plan de surveillance pour garantir l'impact durable du projet.

Projet de Renforcement de l'Evacuation et du Système de Lutte Contre les Inondations

19. Le système actuel d'évacuation et les activités relatives à la lutte contre les inondations pour le bassin de l'oued Mejerda devrait être revu pour renforcer ses fonctions des deux points de vues suivants :

- (a) Afin de décider à temps de l'évacuation / activités de lutte contre les inondations, il est important de définir avec précision les critères de commencement (des actions à prendre).
- (b) développer la prise de conscience des gens en matière d'atténuation des dégâts est essentiel, puisque la compréhension et la coopération du public et des communautés sont indispensables pour les activités d'évacuation.

Par conséquent, il est proposé l'exécution des tâches suivantes :

Principaux Programmes et Activités	
1.	Amélioration du système d'échange de l'information entre les agences officielles et les communautés concernant la gestion des désastres émanant des inondations et le plan d'évacuation.
2.	Etude et détermination des niveaux d'alerte aux stations de mesure du niveau des eaux pour évacuation/ activités de lutte contre les inondations
3.	Formulation de critères précis pour commencer l'évacuation/ activités de lutte contre les inondations
4.	Développement de procédures compréhensibles (faciles à comprendre) d'évacuation et mener des exercices de simulations dans des régions pilotes
5.	Elaboration d'un plan de surveillance pour garantir l'impact durable du projet

Projet de Développement des Capacités Organisationnelles

20.1 Un plan de développement des capacités organisationnelles pour les institutions et les organisations dans le bassin de l'oued Mejerda est élaboré pour mettre en oeuvre les mesures nécessaires quant aux problèmes/questions identifiés dans l'étude. Ce projet de plan consiste en onze (11) programmes suivants, classifiant ceux-ci dans les qualités de l'intégration institutionnelle de l'administration de rivière comprenant (i) l'administration intégrée, (ii) la planification et l'exécution intégrées et (iii) l'exploitation et l'entretien (E&E) intégrés.

(i) l'administration intégrée

- Programme 1: Une unité de gestion pour un bassin versant (l'oued Mejerda)
- Programme 2: Une Organisation permanente pour la Gestion Intégrée des Inondations (GII) à l'échelle centrale et régionale afin de promouvoir la gestion intégrée des inondations.
- Programme 3: GII supplémentaire à la mission du Conseil National des Eaux
- Programme 4: Gestion et surveillance (veille) environnementale s'étalant sur tout le bassin versant

(ii) La planification et l'exécution intégrées

- Programme 5: Planification intégrée des mesures structurelles et non-structurelles y compris le zonage et l'assurance contre les inondations
- Programme 6: Coordination par le Comité de pilotage du projet sous la direction DGBGTH
- Programme 7: Coordination et mise en oeuvre par l'Unité de Gestion du Projet, UGP, sous la tutelle de la DGBGTH
- Programme 8: Guides (lignes directrices) techniques, normes et règles documentés
- Programme 9: Dispositions concernant l'assurance contre les inondations

(iii) Gestion maintenance intégrés (G&M)

- Programme 10: Renforcement du système actuel de gestion et de maintenance du système existant des d'approvisionnement en eau et des grands barrages

- Programme 11: Création d'une nouvelle agence de gestion et de maintenance du cours de l'oued et des ouvrages de la Mejerda

20.2 Il est réaliste de mettre en oeuvre le plan élaboré par étape, notamment en trois étapes comme montré ci-après car l'expérience et les pratiques en matière de gestion des inondations et de l'E&E des ouvrages des rivières en Tunisie sont limitées.

Principaux Programmes et Activités	
Première phase	
1.	Examen et création d'un département permanent ou d'une direction chargée du bassin de la Mejerda au sein de la DGBGTH
2.	Une étude détaillée des 11 programmes proposés pour le développement des capacités organisationnelles.
3.	Lancement des programmes proposés
4.	La sélection d'un projet pilote à réaliser durant la deuxième phase
5.	La disponibilité des lignes directrices d'ordre technique, des normes et des règles documentés
Deuxième phase	
1.	Mise en oeuvre d'un projet pilote au sein du projet proposé d'amélioration de la rivière Mejerda
Troisième phase	
1.	Etude concernant la création d'une agence qui sera chargée de l'E&E du bassin de la Mejerda, si le projet pilote justifie la viabilité de la création de cette agence
2.	Élaborer un plan de surveillance pour garantir l'effet durable du projet

Projet de Régulation/Gestion des Plaines d'Inondations

21.1 Pour réduire la vulnérabilité face aux risques d'inondations dans les zones prédisposées aux crues en fonction des niveaux de risques, l'aménagement et la gestion de la plaine inondable est indispensable dans le bassin de l'oued Mejerda.

Les quatre aspects suivants doivent être accentués pour préparer un plan d'action et les activités associées:

- Délimiter les zones inondables (carte de risques d'inondations) en fonction des analyses des inondations, des informations les plus récentes concernant les données démographiques, et celles relatives à l'utilisation des terres, qui sont soutenus par le système GIS établi à travers l'Etude avec une mise à jour ultérieure qui s'impose.
- Pour étudier l'utilisation future du plan d'utilisation des terrains en relation avec la carte de risques d'inondations afin d'atténuer la vulnérabilité aux inondations et pour mettre en valeur la productivité du développement agricole
- Elaborer les directives (les lignes directrices) à travers les activités précitées en vue de permettre une gestion durable des inondations y compris le maintien des mesures structurelles comme proposées dans l'Etude, et
- Disséminer et promouvoir le concept de régulation/gestion des plaines inondables se trouvant dans le bassin versant de la Mejerda (les CRDAs et autres institutions régionales) par voie de formation et de séminaires pendant la mise en oeuvre du programme.

Afin de réaliser le concept du programme, les activités suivantes devront être envisagées:

Principaux Programmes et Activités	
1.	Délimitation de la zone sujette à l'inondation par une révision finale et l'analyse des inondations dans le bassin de la Mejerda
2.	Mise à jour des données de base du GIS avec des informations actualisées concernant les cultures agricoles
3.	Elaboration d'une carte de risques d'inondations avec zonage par niveau de risque
4.	Analyse de la tendance améliorée des cultures agricoles en se basant sur l'utilisation actuelle des terres.
5.	Elaboration de principes de base pour une cartographie des risques d'inondations
6.	Elaboration de directives pour la mise en valeur du contrôle des terres utilisées dans les zones urbaines et rurales
7.	Dissémination, application, évaluation et validation des lignes directrices ciblant les CRDAs et les institutions (régionales) locales
8.	Formation et séminaires

VIII. MISE EN OEUVRE DU CALENDRIER

22 L'ensemble du calendrier de mise en oeuvre pour les mesures de régulation des inondations recommandé pour le plan directeur est présenté comme suit :

Projets prévus par le P/D	Agence	Période de mise en oeuvre du programme																						
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Etude du P/D																								
Activités Préparatoires*																								
(1) Mesures structurelles																								
1) Renforcement de la fonction de régulation des inondations des réservoirs	MARH																							
2) Amélioration de l'Oued	MARH/MEHAT																							
- D2 (Embouchure- Barr.Laroussia)																								
- D1 (Barr. Laroussia - Barr.Sidi Salem)																								
- U2 (Barr. Sidi Salem -M/M Confl.**)																								
- U1+M (M/M Confl.** Frontières avec l'Algérie)																								
(2) Mesures non-structurales																								
1) Renforcement du SPAI	MARH																							
2) Renforcement du système d'évacuation & de lutte contre les inondations	MOI																							
3) Développement des capacités organisationnelles	MARH																							
- Première étape: Création d'une division/direction permanente																								
- Deuxième étape: projet pilote																								
- Third stage: Création d'une Agence qui sera chargée d'E&E																								
4) Régulation/ Gestion des plaines inondables	MARH																							
Plan National de Développement Economique et Social																								

Notes: * Etudes de faisabilité et études détaillées, Arrangements financiers, procurement de services de conseil, etc.
** M/M Confl.=Confluence Mejerda-Mellegue

IX. COUT DU PROJET

- 23.1 Le coût de chaque thème pour les mesures de contrôle des crues dans le plan directeur est évalué comme présenté dans le tableau ci-dessous.

Thème	(x10 ³)		
	Equiv.TND	Equiv.USD	Equiv.Yen
(1) Mesures structurelles			
1.1 Projet d'amélioration de la rivière			
- Zone D2	133.574	114.068	12.181.000
- Zone D1	173.657	148.298	15.837.000
- Zone U2	186.475	159.244	17.005.000
- Zone U1+M	60.079	51.306	5.479.000
Sous-total de 1-1	553.785	472.916	50.502.000
1.2 Projet de renforcement de la fonction de contrôle des inondations des réservoirs	5.772	4.934	527.000
Total de (1)	559.557	477.850	51.029.000
(2) Mesures non structurelles			
2.1 Projet de renforcement du SPIA	5.592	4.775	510.000
2.2 Projet de renforcement du système d'évacuation et de lutte contre les crues	2.910	2.485	265.000
2.3 Projet de développement de la capacité organisationnelle	7.135	6.093	651.000
2.4 Projet de gestion et de réglage de la plaine des crues	5.238	4.473	478.000
Total de (2)	20.875	17.826	1.904.000
Grand Total: (1)+(2)	580.432	495.676	52.933.000

Source: Equipe d'étude

Le coût du projet est évalué selon le niveau des prix en juin 2008 avec les taux de change suivants: TND= 1= JPY91, 20=USD 0,854

- 23.2 Le coût du projet concernant les mesures d'amélioration de la rivière se compose des coûts de construction (i), d'acquisition des terres, des frais d'administration et d'ingénierie, d'aléas physiques et financiers (ii) et des impôts (iii).
- 23.3 Les frais d'administration et d'ingénierie sont calculés à raison de 3% de la somme totale des coûts de construction et d'acquisition des terres et 10% du coût de construction. Les aléas physiques sont calculés, à raison de 10% de (i) ci-dessus. Pour le calcul aléas financiers, les taux annuels d'ajustement de prix de 2,1% et de 3,2% appliqués respectivement aux monnaies étrangères et locales pour les composants de (i) ci-dessus et les aléas physiques.
- 23.4 Les coûts de projet de '1.2' et '2.1 à 2.4' comprennent les frais d'administration et d'ingénierie (i) les aléas physiques et financiers (ii) et les impôts (iii).

X. ARRANGEMENT DE FINANCEMENT PREVU DU PROJET

Coût-Capital pour les Travaux d'Amélioration de l'Oued

- 24.1 La coût-capital total des projets de régulation des inondations à travers les travaux d'amélioration de l'Oued dans ce plan directeur est d'environ 554 millions DTN. Desquels, la zone D2 la zone U2, ayant un degré plus élevé de priorité pour la réalisation, nécessitent un coût-capital de 186 million DTN et de 186 million DTN, respectivement. Les besoins de fonds annuels varieraient entre 22 à 44 millions DTN durant la période de construction.

- 24.2 Comme les projets d'amélioration de la rivière nécessitent un investissement énorme de capital, il est souhaitable qu'une partie du coût du projet soit couverte d'une assistance sous forme d'emprunt des agences donatrices. D'autre part, suite à un examen général des stratégies d'assistance ainsi que le montant de l'assistance sous forme d'emprunts antérieurs des principaux donateurs, on estime qu'à part les gouvernements français et japonais, une assistance de telle envergure pour le projet de contrôle d'inondation n'est pas à prévoir.
- 24.3 Même si le gouvernement tunisien réussira à obtenir une assistance sous forme d'emprunt à partir des agences de développement internationales, 20 à 30% du coût du capital (de 4 million ~ 13 million DTN par an) devraient être affectés à partir du budget de l'Etat.

Composantes Non Structurelles du Projet de Régulation des Inondations

- 25.1 Le coût des composants légers des projets proposés dans ce plan directeur (y compris le système de prévision des inondations et d'alerte existant, le renforcement de la fonction de régulation des inondations des réservoirs, le développement de la capacité organisationnelle, le système d'évacuation et de lutte contre les inondations, et autres) est d'environ 27 millions TND en total.
- 25.2 Il se compose essentiellement d'activités d'assistance technique, et donc nécessite des dépenses de capital relativement basses. Par conséquent, les projets de composants légers sont considérés convenables pour les projets à base d'assistance technique sous forme de donations.

XI. EVALUATION TOTALE DU PLAN DIRECTEUR

Evaluation Economique

- 26.1 Les TREI pour l'ensemble des projets et aussi chaque projet dans chaque zone ont été calculés selon le calendrier de mise en œuvre du projet, comme le montre le tableau suivant, varient entre 12,1% et 33,7% et sont au-dessus du taux d'escompte économique de 12%. En plus, la valeur nette économique actuelle (VNEA) et le ratio B/C adoptant un taux d'escompte dépasse '0' et '1' respectivement. Grâce aux résultats de ces calculs, on a confirmé que tous les projets de régulation des inondations sont faisables du point de vue économique.

Résumé de l'Analyse Economique

(Le projet d'amélioration de la rivière commence avec le calendrier de mise en œuvre)

	Zone D1	Zone D2	Zone U1+M	Zone U2	Tout le Projet
TREI	20,5%	33,7%	12,1%	14,6%	25,0%
VNEA (millions TND)	19,96	230,31	0,29	13,60	264,16
Ratio B/C	2,73	5,83	1,01	1,28	3,04

Source: L'Equipe d'Etude

Note: Le taux d'escompte utilisé est de 12%

- 26.2 La sensibilité de TREI et VNAE à plusieurs mouvements adverses dans le cout du projet a été calculée pour accéder à la robustesse de la viabilité économique du projet. Une analyse de la valeur de permutation a aussi été adoptée afin de déterminer le cout requis pour réduire la VNAE à 0 et les bénéfiques en moins afin de rendre le TREI égal au cout d'opportunité économique qui est de 12%.

Résumé de l'Analyse de Sensibilité

	Scénarios défavorables	TREI	VNAE (million TND)	Valeur de permutation
Zone D1	Cas de Base	20,5%	20,0	-
	a. Augmentation du coût du Capital de 20%	18,9%	17,7	+ 175%
	b. Effets de régulation des Inondations de -20%	18,5%	13,7	- 63%
	c. Croissance du PNB - 1% points	18,1%	11,8	-
	d. a+b+c	14,5%	4,8	-
Zone D2	Cas de Base	33,7%	230,3	-
	a. Augmentation du coût du Capital de 20%	30,7%	220,9	+ 487%
	b. Effets de régulation des Inondations de -20%	30,1%	174,7	- 83%
	c. Croissance du PNB - 1% points	31,9%	185,3	-
	d. a+b+c	25,5%	129,3	-
Zone U1+M	Cas de Base	12,1%	0,3	-
	a. Augmentation du coût du Capital de 20%	10,7%	-4,3	1,4%
	b. Effets de régulation des Inondations de -20%	10,4%	-4,0	1,4%
	c. Croissance du PNB - 1% points	10,5%	-3,5	-
	d. a+b+c	7,6%	-11,3	-
Zone U2	Cas de Base	14,6%	13,6	-
	a. Augmentation du coût du Capital de 20%	12,6%	3,9	+ 28%
	b. Effets de régulation des Inondations de -20%	12,2%	1,1	- 22%
	c. Croissance du PNB - 1% points	12,5%	2,2	-
	d. a+b+c	8,7%	-17,8	-
Project Global	Cas de Base	25,0%	264,2	-
	a. Augmentation du coût du Capital de 20%	22,4%	238,3	+ 204%
	b. Effets de régulation des Inondations de -20%	21,8%	185,4	- 67%
	c. Croissance du PNB - 1% points	23,1%	195,8	-
	d. a+b+c	17,6%	105,0	-

Source: L'Equipe d'Etude

- 26.3 Comme présenté dans le tableau ci-dessus, l'analyse de sensibilité prouve que la viabilité économique des projets de régulation des inondations proposés pour les zones D1 et D2, ainsi que pour tout le projet sont robustes contre la variété de diverses assomptions déficitaires. D'autre part, la viabilité économique de la zone U2 est suffisamment robuste en cas où le cout du capital est dépassé aux alentours de 28% jusqu'au cas de base ou de baisse de bénéfice économique de moins de 22% jusqu'au cas de base, la viabilité économique du projet est maintenue.
- 26.4 Dans le cas des zones U1+M dont la viabilité économique est plutôt faible, comme la mise en oeuvre du projet est prévue en 2027, il est recommandé d'effectuer de nouveau les analyses économiques avant que l'exécution du projet en prenant en compte l'évolution du développement économique dans la zone et du changement de la valeur des biens dans le milieu prédisposé aux inondations.

Evaluation Environnementale

27. Les impacts probables causés par la mise en oeuvre des projets d'amélioration de la rivière sont dans le cadre des mesures structurelles évalués par l'EEL. Selon les résultats de l'EEL, les conclusions et les recommandations suivantes ont été obtenues:

(a) En ce qui concerne les travaux d'amélioration de la rivière dans la zone amont, les

travaux d'amélioration de Mellegue sont recommandés. Ayant une dimension plutôt petite, leurs travaux entraînent peu d'impact social et environnemental. Tous les autres travaux dans la zone amont sont recommandés, parce que leurs impacts à l'échelle moyenne peuvent être maîtrisés grâce aux mesures d'allègement et de surveillances appropriées.

- (b) Quant aux ouvrages d'amélioration de la rivière dans la zone centrale, tous les travaux sont aussi recommandés, parce que les mesures d'allègement et de surveillances appropriées peuvent réduire leur impacts négatifs à l'échelle moyenne.
- (c) On peut dire la même chose pour les travaux d'amélioration de la rivière prévus à la zone aval.

Evaluation Technique

- 28.1 L'eau est une ressource précieuse et limitée en Tunisie et il n'y a aucune goutte d'eau à gaspiller. Ainsi, pour le plan directeur de régulation des inondations élaboré dans cette étude, on a recherché une harmonie avec le plan d'utilisation des eaux à l'oued Mejerda ayant pour priorité la réalisation de l'alimentation en eau, en respectant la sécurité requise. Parce que les risques dûs à l'alimentation en eau et ceux causés par le maîtrise des crues sont en position de compromis.
- 28.2 Les mesures de maîtrise des crues avec un plan directeur ont été en principe élaborées en utilisant de préférence les connaissances et les approches des techniques conventionnelles appliquées communément dans les projets de régulation des inondations normales. Par conséquent, il n'y a pas de difficultés unsurmontables au point de vue technique pendant l'exécution du projet et ses stades de fonctionnement et d'entretien.
- 28.3 Les mesures de régulation des inondations mentionnées ci-dessus, particulièrement les projets d'amélioration des rivières et de renforcement du SPIA existant, ont reflété de façon satisfaisante les opinions et les avis techniques, obtenus grâce à l'enquête effectuée à travers des interviews concernant l'acceptation publique des risques des inondations durant deux réunions avec les parties prenantes organisées dans le cadre de l'étude, avec la participation des habitants ayant réellement subi des dégâts importants causés par les dernières crues.
- 28.4 Dans le projet d'amélioration de l'Oued, l'étude a proposé une méthode de construction de protection des rives avec du bois. Cette méthode est largement répandue au Japon comme une façon de protection traditionnelle des rives. Cette méthode de construction peut être applicable à l'oued Mejerda avec du bois appelés 'Tamarix' qui pousse le lit majeur de l'oued Mejerda. Si cette méthode est réellement utilisable avec le Tamarix, ainsi, le coût de la protection des rives peut être considérablement réduit pendant la période des travaux d'entretien de l'Oued. De plus, les habitants souhaitant protéger leur propre terre de l'érosion des rives seront capables de fabriquer eux-mêmes la protection avec le Tamarix, s'ils apprennent le savoir-faire de sa confection. Par conséquent, les travaux de maintenance des canaux de rivière pourront être effectués avec une approche participative des habitants locaux dans certains cas.

Conclusions et Recommandations

29.1 Les projets proposés dans le plan directeur formulés pour résoudre les problèmes causés par les crues d'une manière efficace dans le bassin de l'oued Mejerda avec vers l'année cible de 2030, ont été prouvés pour réduire les dommages sérieux causés par les inondations subies durant ces dernières années et aussi pour être faisables au point de vue technique, économique et environnementale.

29.2 Tenant compte des conditions dévastatrices dans la zone d'étude ayant subi des inondations causées en grande partie par la faible capacité actuelle d'écoulement dans le lit de l'oued, il est fortement recommandé au gouvernement tunisien de prendre les mesures nécessaires dans les prochaines étapes, telle que la garantie des finances, l'assistance technique, afin de mettre en œuvre les projets proposés le plutôt possible afin de garantir les effets positifs suivants:

- Eviter des inondations prolongées et des risques sanitaires,
- Allègement des pertes dans la zone concernée par le projet grâce à la réduction du délai de stagnation des eaux de crues,
- Résolution de la paralysie dans la vie civile, due à la congestion du trafic causé par l'inondation des zones urbaines,
- Amélioration des conditions environnementales de la vie et relance de l'économie locale sous des conditions de moindre risque des dégâts d'inondations,

A travers les projets proposés, les quatre projets suivants sont recommandables comme projets prioritaires nécessaires à conduire leurs études détaillées dans les plus brefs délais.

Projets prioritaires	Coûts des projets (10 ³ TND)	Chronogramme de réalisation
1) Amélioration de l'oued pour la zone D2 (entre l'embouchure de Mejerda et le barrage de Laroussia)	133.574	2011 to 2017
2) Renforcement de la fonction de contrôle des crues des barrages	5.772	2011 to 2013
3) Renforcement du système existant de prévision des crues et d'alerte	5.592	2011 to 2013
4) Projet de renforcement du système d'évacuation et de lutte contre les inondations	2.910	2013
Total	147.848	

Source: L'Equipe D'Etude