

RÉPUBLIQUE DE TUNISIE  
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE  
DIRECTION GÉNÉRALE DES BARAGES ET DES GRANDS  
TRAVAUX HYDRAULIQUES

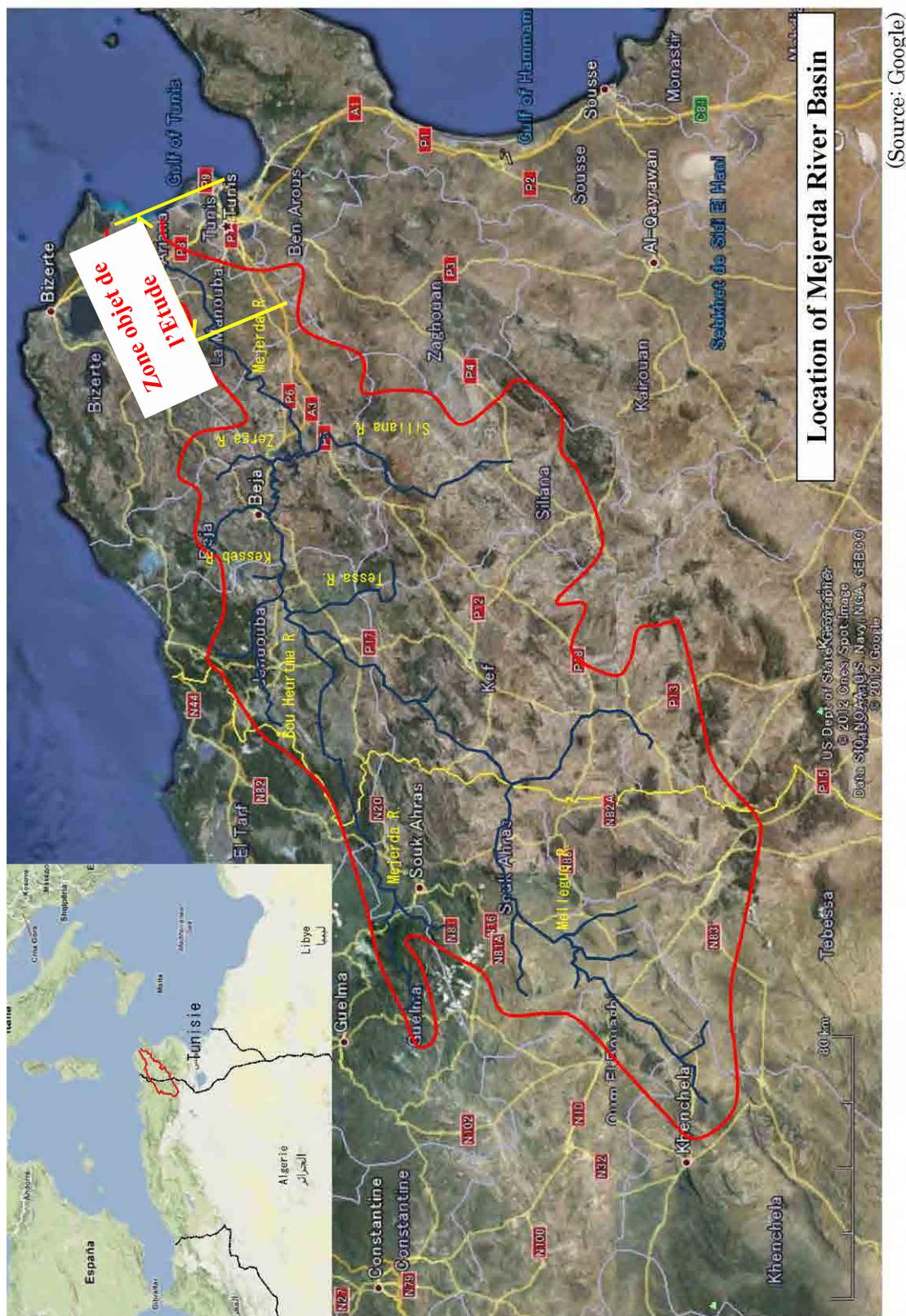
ÉTUDE PRÉPARATOIRE POUR LE  
PROJET DE GESTION INTÉGRÉE  
DU BASSIN ET DE CONTRÔLE DES  
INONDATIONS DE L'OUED  
MEJERDA EN RÉPUBLIQUE DE  
TUNISIE  
RAPPORT FINAL  
(RESUME)

MARS 2013

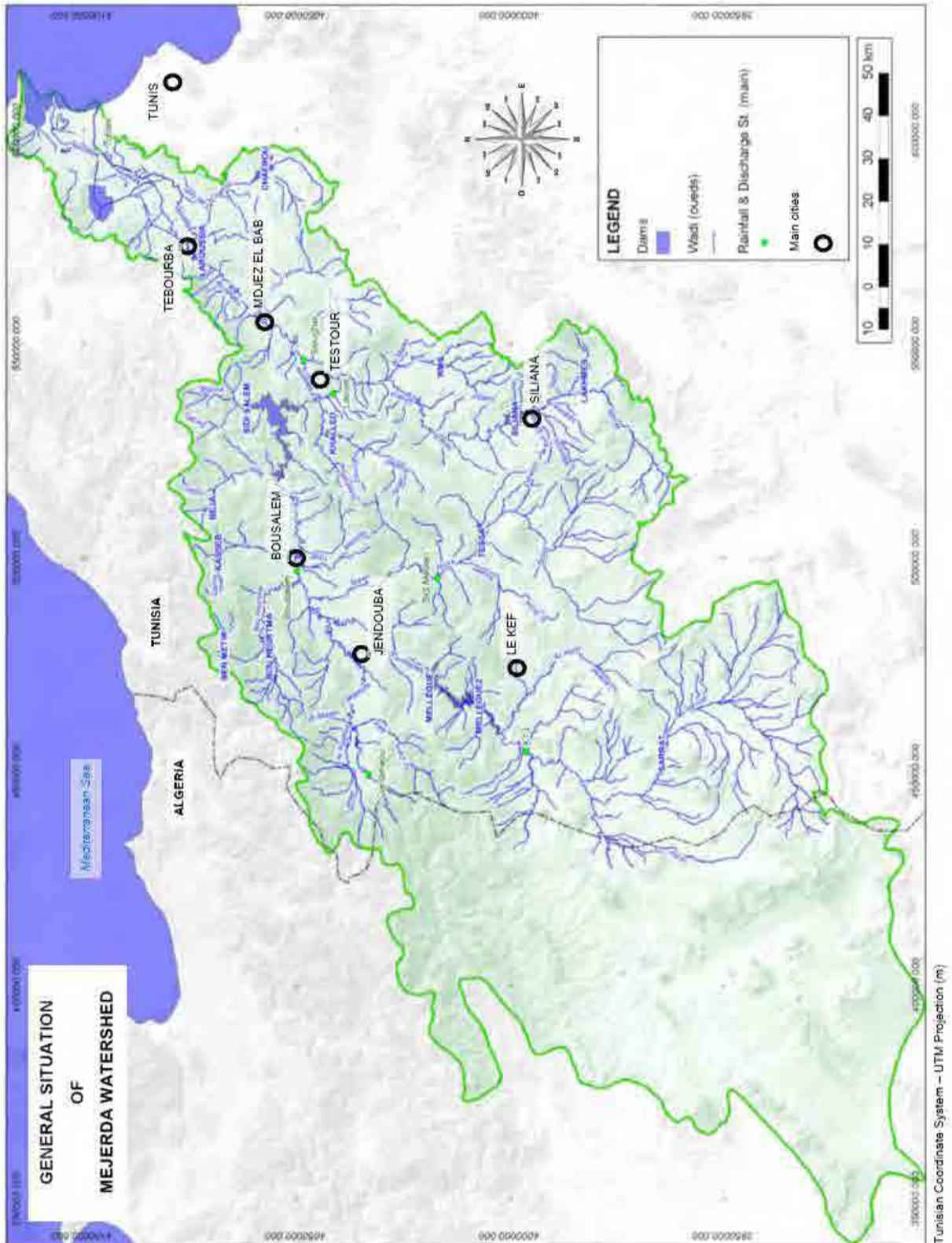
AGENCE JAPONAISE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE  
(JICA)

YACHIYO ENGINEERING CO., LTD.

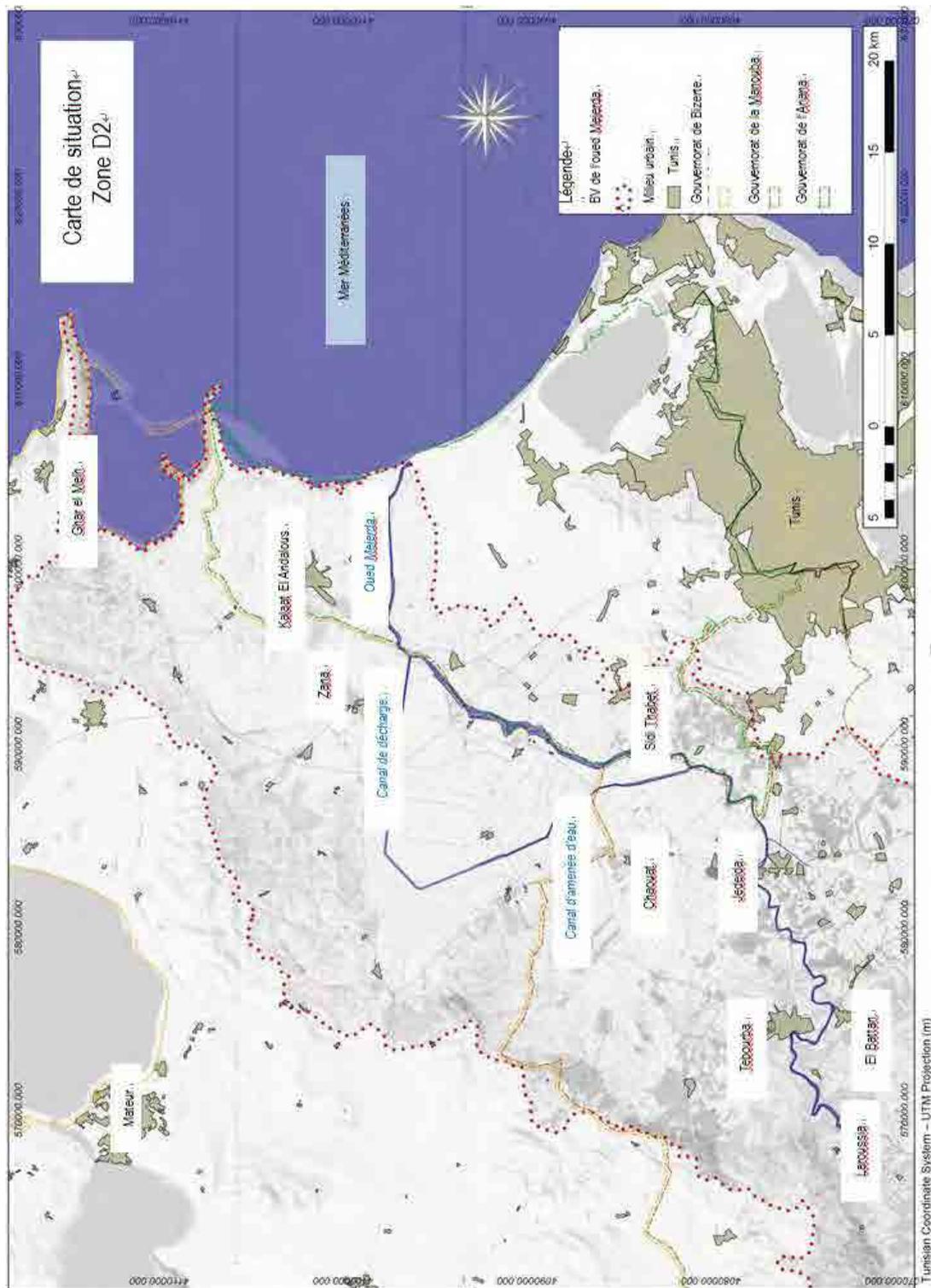
GE
CR(6)
13-120



Emplacement de l'Oued et de la région objet de l'Etude



Carte sommaire de l'Oued



Carte de la Zone D2



Endroits de la prise des photos



01. Réunion de démarrage avec les membres du Ministère de l'Agriculture (Août 2012)



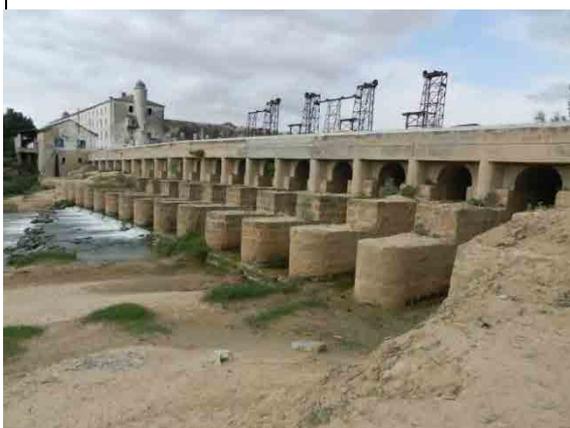
02. Barrage de Sidi Salem (Août 2012)



03. Prise d'eau d'El Herri (Prise d'eau de Medjerda) (Août 2012)



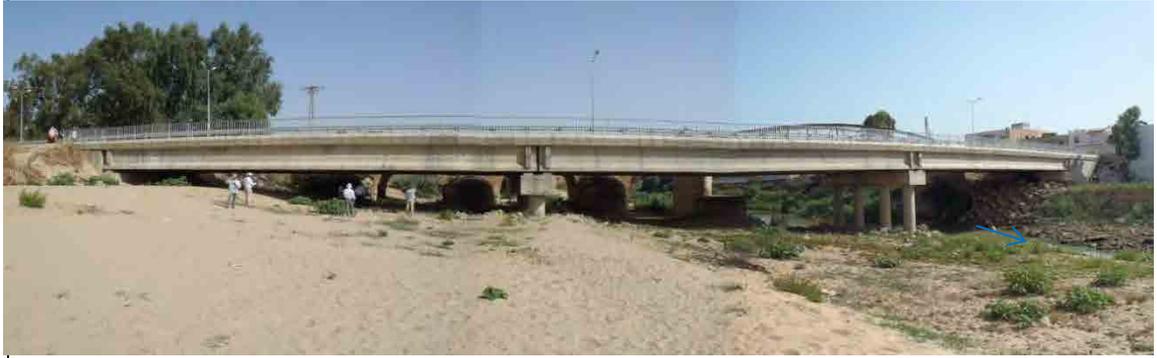
04. Etude sur terrain avec les homologues tunisiens (Août 2012)



05. Pont El Battan (Août 2012)



06. Pont El Battan (Août 2012)

	
<p>07.Situation des colonnes du pont El Battan (Août 2012)</p>	<p>08.Situation de la construction de la digue de la rive droite à l'amont du pont GP7 Jedeida (Août 2012)</p>
	
<p>09.Ancien pont de Jedeida (Août 2012)</p>	<p>10.Situation des colonnes de l'ancien pont de Jedeida (Août 2012)</p>
	
<p>11.Situation de l'ensablement de l'entourage de la rive droite à proximité du nouveau et ancien ponts de Jedeida (Août 2012)</p>	

<p>12. Confluent de Medjerda et Chafrou (Août 2012)</p>	<p>13. Situation du lit à l'amont du confluent de Chafrou (Août 2012)</p>
<p>14. Ancien et nouveau ponts ferroviaires de Jedeida (Août 2012)</p>	<p>15. Nouveau pont ferroviaire de Jedeida (Août 2012)</p>
<p>16. En direction du bassin de retardement à partir du point de prise d'eau de Medjerda (Août 2012)</p>	<p>17. Canal d'évacuation du côté sud vu à partir du pont routier C50 (Août 2012)</p>



18. Canal d'évacuation du bassin de retardement d'El Mabtough (Août 2012)



19. Bassin de retardement d'El Mabtough (Août 2012)



20. Canal d'évacuation à la vanne de régulation entre les zones 1 et 2 (Août 2008)



21. Canal d'évacuation à l'amont confluent avec Medjerda (Août 2012)

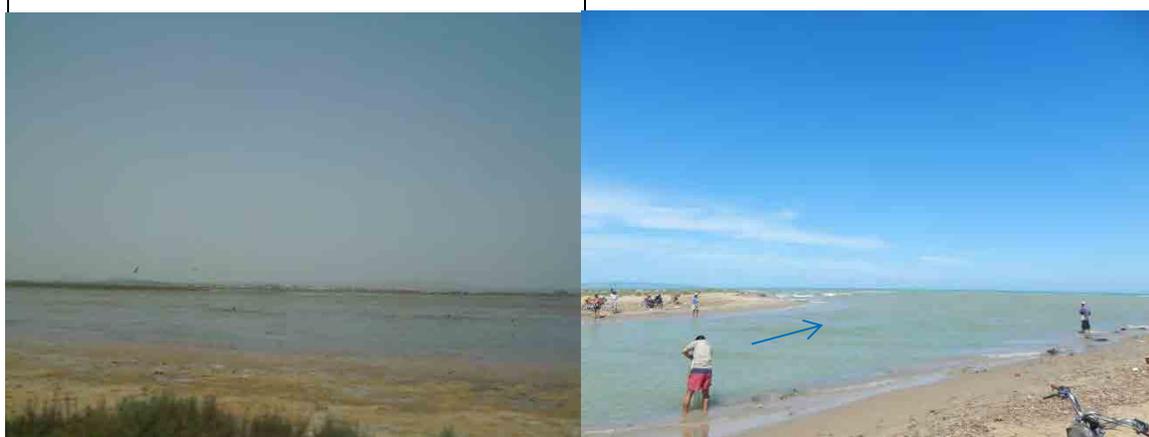


22. Ecluse du point d'entrée à partir du canal d'évacuation vers Medjerda (Août 2012)



23. point d'entrée à partir du canal d'évacuation vers Medjerda (Août 2012)

	
<p>24. Pont à l'amont du barrage mobile de Tobias (Août 2012)</p>	
	
<p>25. Barrage mobile de Tobias (Aval de Medjerda) (Août 2012)</p>	<p>26. Canal d'entrée du barrage de Tobias (Août 2012)</p>
	
<p>27. Aval du pont Delta (Septembre 2012)</p>	<p>28. Situation de construction de digue de la rive droite à l'aval du pont Delta (Septembre 2012)</p>



29. Medjerda : Région humide à la proximité de l'embouchure (Août 2012)

30. Medjerda : Embouchure (Août 2012)



31. Enquête verbale auprès de la Direction Générale des Ressources en Eau (Septembre 2012)



32. Enquête verbale au Gouvernorat d'Ariana (Septembre 2012)



33. Réunion avec le Bureau de la JICA (Septembre 2012)



34. Réunion avec les membres du Ministère de l'Agriculture pour la planification du Projet (Septembre 2012)

## Étude Préparatoire pour le Projet de Gestion Intégrée du Bassin et de Contrôle des Inondations de l'oued Mejerda en République de Tunisie

### Table des matières

Emplacement de l'Oued	
Carte sommaire de l'Oued	
Carte de la Zone D2	
Photos	
Table des matières	
Chapitre 1 Introduction .....	1-1
1.1 Arrière-plan et objectif de l'étude .....	1-1
1.2 Cadre de base de l'Etude .....	1-1
1.2.1 Zone ciblée par l'Etude .....	1-1
1.2.2 Classification des activités, résultats et objectifs.....	1-1
1.2.3 Composition de l'équipe du consultant et calendrier de travail .....	1-3
Chapitre 2 Aperçu du bassin et état des dommages dus aux inondations .....	2-1
2.1 Aperçu du bassin .....	2-1
2.1.1 Topographie, géologie et sols.....	2-1
2.1.2 Climat et hydrologie.....	2-2
2.1.3 Installations de contrôle de l'inondation et installations hydrauliques .....	2-4
2.1.4 Socio-économie .....	2-6
2.2 Aperçu de la zone D2 .....	2-7
2.2.1 Chenal.....	2-7
2.2.2 Installations du chenal de l'oued.....	2-8
2.3 Situation des dégâts d'inondation .....	2-10
2.3.1 Caractéristiques hydrologiques des principales inondations .....	2-10
Chapitre 3 Situation actuelle de la lutte contre les inondations.....	3-1
3.1 Mesures et cadre organisationnel de la lutte contre les inondations.....	3-1
3.1.1 Mesures .....	3-1
3.1.2 Cadre légal.....	3-1
3.1.3 Initiatives administratives.....	3-2
3.1.4 Organisations administratives .....	3-2
3.2 Résumé des précédents travaux de lutte contre les inondations .....	3-7
3.2.1 Travaux d'oued.....	3-7

3.2.2	Travaux de barrage.....	3-9
3.2.3	Système de collecte des informations hydrologiques et prévision des inondations .....	3-9
3.2.4	Situation actuelle des mesures d'urgence en cas d'inondation.....	3-11
3.2.5	Maintenance et gestion du canal.....	3-14
3.2.6	Fonction du bassin de retardement d'El-Mabtouh, et règlements d'exploitation des terres.....	3-15
3.3	Activités des bailleurs de fond pour la gestion des ressources en eau.....	3-15
3.3.1	Activités des bailleurs de fond .....	3-15
3.3.2	Lien entre les présents Travaux et les politiques japonaises d'aide à la Tunisie.....	3-17
3.4	Projets de développement dans la Zone D2 de l'oued Mejerda .....	3-18
3.5	Nécessité et positionnement des travaux.....	3-18
3.5.1	Nécessité des travaux .....	3-18
3.5.2	Positionnement des Travaux.....	3-18
Chapitre 4	Chapitre 4 Plan d'amélioration de l'oued.....	4-1
4.1	Conditions de base du plan d'amélioration du chenal de l'oued.....	4-1
4.1.1	Niveau de sécurité de la maîtrise des crues .....	4-1
4.1.2	Mesures structurelles.....	4-1
4.2	Débit de crues de base.....	4-2
4.3	Débit de crues du projet.....	4-3
4.4	Nature du chenal de l'oued.....	4-3
4.4.1	Plan de section transversale et longitudinale de lit.....	4-3
4.4.2	Capacité actuelle d'écoulement à saisir.....	4-4
4.5	Plan du lit de l'oued .....	4-7
4.5.1	Amélioration de l'oued Medjerda .....	4-7
4.5.2	Recoupement de méandre .....	4-8
4.5.3	Oued Chafrou .....	4-9
4.6	Plan de bassin de retardement d'El Mabtouh .....	4-12
4.7	Analyse de crues.....	4-13
4.7.1	Modèle d'analyse de crues .....	4-13
4.7.2	Elaboration du modèle d'analyse de crues .....	4-14
4.7.3	Simulation de crues survenues en 2003.....	4-20
4.7.4	Comparaison des états des crues des eaux intérieures entre le profil transversal de l'endiguement proposé et le profil transversal de l'excavation proposée.....	4-23
4.7.5	Résultat d'analyse de crues par probabilité.....	4-24
Chapitre 5	Les conceptions des ouvrages et les mesures à prendre pour les ouvrages non structurels .....	5-1
5.1	Amélioration de lits et ouvrages structurels de cours d'eau.....	5-1
5.1.1	Généralités des travaux d'amélioration de lits et des ouvrages structurels de cours d'eau.....	5-1
5.1.2	Spécifications des formes de coupe transversale de lits de cours d'eau.....	5-2
5.1.3	Revêtement et consolidation des sols.....	5-2

5.1.4	Tuyau d'écluse .....	5-3
5.2	Bassin de retardement .....	5-4
5.2.1	Généralités du plan de bassin de retardement .....	5-4
5.2.2	Barrage fixe de déversement latéral .....	5-4
5.2.3	Canal de décharge / Canal de drainage.....	5-6
5.2.4	Structures connexes des canaux fluviaux .....	5-8
5.2.5	Installation pour la gestion du bassin de retardement.....	5-8
5.2.6	Autres installations connexes .....	5-12
5.3	Les mesures à prendre pour les ouvrages non structuraux .....	5-15
5.3.1	La nécessité des mesures non structurales .....	5-15
Chapitre 6 Ponts.....		6-1
6.1	La maîtrise de l'état actuel des ponts existants et de leurs performances affectées par l'amélioration des lits de cours d'eau.....	6-1
6.1.1	L'état actuel des ponts existants .....	6-1
6.1.2	Les problèmes relevant de la situation actuelle .....	6-6
6.2	Identification des orientations pour l'amélioration .....	6-7
6.2.1	Schéma d'identification des orientations pour l'amélioration.....	6-7
6.2.2	Plan d'installation des nouveaux ponts .....	6-11
6.2.3	Liste des ponts à aménager (amélioration / nouvelle installation).....	6-12
Chapitre 7 Plan d'exécution et Estimation du coût du projet.....		7-1
7.1	Description des travaux et description d'indemnisation.....	7-1
7.1.1	Contenu des travaux .....	7-1
7.1.2	Plan de divisions des travaux .....	7-2
7.1.3	Quantité des travaux.....	7-4
7.1.4	Objets pour l'indemnisation .....	7-5
7.2	Plan d'exécution.....	7-6
7.2.1	Méthode d'exécution de principaux travaux .....	7-6
7.2.2	Plan d'exécution .....	7-6
7.3	Calcul du coût du projet .....	7-10
7.3.1	Système de calcul du coût du projet .....	7-10
7.3.2	Prix unitaire pour le calcul du coût du projet .....	7-11
7.3.3	Calcul du coût du Projet .....	7-16
7.4	Utilisation de la technique du Japon.....	7-20
7.4.1	Ponts .....	7-20
7.4.2	Opération de contrôle des crues aux barrages .....	7-23
Chapitre 8 Considérations environnementales et sociales .....		8-1

8.1	Cadre législatif / conventions internationales et situation de mise en œuvre concernant les considérations environnementales et sociales .....	8-1
8.1.1	Lois et réglementations se rapportant à l'environnement en Tunisie .....	8-1
8.2	Situation sociale et environnementale dans la zone cible.....	8-3
8.2.1	Situation de l'environnement social.....	8-3
8.2.2	Situation de l'environnement social.....	8-3
8.2.3	Situation actuelle de l'environnement naturel.....	8-8
8.3	Examen des impacts découlant du projet sur l'environnement.....	8-11
8.3.1	Examen des options.....	8-11
8.3.2	Cadrage et TDR des considérations environnementales et sociales.....	8-13
8.3.3	Examen des mesures d'atténuation .....	8-14
8.4	Plans de gestion environnementale et plan de suivi .....	8-14
8.4.1	Plans de gestion environnementale .....	8-14
8.5	Évaluation globale.....	8-22
8.5.1	Catégorie environnementale conformément aux lignes directrices de la JICA et recommandations.....	8-22
8.5.2	Liste de contrôle concernant l'environnement.....	8-22
8.6	Aide à l'élaboration de l'avant-projet du rapport d'évaluation de l'impact environnemental (EIE).....	8-31
8.6.1	Élaboration de l'avant-projet du rapport d'évaluation de l'impact environnemental (EIE).....	8-31
8.6.2	Calendrier estimé pour la mise en œuvre de l'évaluation d'impact par la partie tunisienne.....	8-31
8.7	Appui à l'organisation des concertations avec les parties prenantes.....	8-31
8.7.1	Situation de la mise en œuvre jusqu'à présent et grandes lignes des sessions de réunions de consultation .....	8-31
8.7.2	Nécessité d'organiser de nouvelles réunions de consultation des parties prenantes .....	8-33
8.7.3	Grandes lignes des nouvelles réunions de consultation des parties prenantes et calendrier.....	8-33
Chapitre 9 Acquisition des sites et réinstallation des résidents.....		9-1
9.1	Cadre législatif et situation de la mise en œuvre concernant l'acquisition de sites / la réinstallation des résidents en Tunisie .....	9-1
9.1.1	Cadre législatif et situation de mise en œuvre concernant la délimitation du domaine hydraulique en Tunisie .....	9-1
9.1.2	Cadre législatif concernant l'acquisition de terrains / la réinstallation des résidents en Tunisie.....	9-2
9.1.3	Système de mise en œuvre d'acquisition des terrains / de réinstallation des résidents en Tunisie.....	9-2
9.1.4	Comparaison et contrastes entre les lois et réglementations relatives à la réinstallation des résidents en Tunisie et les lignes directrices de la JICA.....	9-5

9.2	Acquisition des sites, nécessité et envergure de la réinstallation des résidents dans le cadre du projet .....	9-8
9.2.1	Résidents dans la région du présent Projet .....	9-10
9.2.2	Etude de recensement démographique .....	9-10
9.2.3	Etude des biens / terrains .....	9-11
9.3	Appui à l'élaboration du plan abrégé de réinstallation des résidents (avant-projet) .....	9-11
9.3.1	Compensations / mesures concrètes des aides .....	9-12
9.3.2	Mécanisme de gestion des plaintes .....	9-15
9.3.3	Considérations des personnes socialement vulnérables .....	9-16
9.3.4	Calendrier de mise en œuvre .....	9-17
9.3.5	Coût et ressources financières .....	9-17
9.3.6	Acquisition des sites et suivi de la réinstallation des résidents .....	9-18
9.3.7	Concertations avec les résidents .....	9-19
Chapitre 10	Plan d'exécution du Projet .....	10-1
10.1	Objectif du Projet .....	10-1
10.2	Contenu des services de conseil .....	10-1
10.3	Coût du Projet et plan de financement .....	10-3
10.3.1	Calcul du coût du Projet .....	10-3
10.3.2	Plan de financement .....	10-4
10.4	Calendrier d'exécution du Projet .....	10-4
10.5	Méthode de passation des marchés .....	10-6
10.5.1	Passation du marché au consultant .....	10-6
10.5.2	Passation du marché à l'entrepreneur des travaux de construction .....	10-6
10.6	Système d'exécution du projet .....	10-7
10.6.1	Emprunteur .....	10-7
10.6.2	Organisme d'exécution du Projet .....	10-7
10.6.3	Unité de gestion du projet (UGP) .....	10-8
10.7	Système de maintenance et de gestion .....	10-9
Chapitre 11	Evaluation économique .....	11-1
11.1	Période d'évaluation et calcul du montant des dommages .....	11-1
11.2	Montant attendu de réduction des dommages annuels moyens .....	11-1
11.3	Evaluation économique .....	11-2
11.4	Analyse de sensibilité .....	11-2
11.5	Sélection des indicateurs de gestion et d'efficacité .....	11-2
Chapitre 12	Considérations relatives aux changements climatiques dans la zone cible .....	12-1
12.1	Résultats des analyses de l'écoulement de l'oued tenant compte des effets des changements climatiques .....	12-1
12.2	Effets des changements climatiques sur l'environnement social dans	

le bassin versant de la Medjerda..... 12-2  
12.3 Points à prendre en considération dans le cadre du projet fluvial dans la zone concernée à l'avenir 12-2

### Liste des abréviations

#### Abréviations

<b>I– Nom des organismes de la partie tunisienne</b>		
<b>Abbréviation</b>	<b>Français</b>	<b>Anglais</b>
ANGED (MEn)	Agence Nationale de Gestion des Déchets	National Agency for Waste Management
ANPE (MEn)	Agence Nationale de Protection de l'Environnement	National Agency for the Protection of the Environment
BIRH (MA)	Bureau Inventaires et Recherches Hydrauliques	Office of Hydraulic Inventories and Research
BPEH	Bureau de Planification et des Equilibres Hydrauliques	Bureau of Water Planning and Hydraulic Equilibriums
CNE	Comité National de l'Eau	National Water Commission
CRDA (MA)	Commissariats Régionaux au Développement Agricole	Regional Offices of Agriculture Development
CTV (MA)	Cellule Territoriale de Vulgarisation	Territorial Extension Unit
DGACTA (MA)	Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles	Directorate General of Planning, Management and Conservation of Agricultural Lands
DGBGTH (MA)	Direction Générale des Barrages et des Grands Travaux Hydrauliques	Directorate General for Dams and Major Hydraulic Works
DGCES (MA)	Direction Générale de la Conservation des eaux et du sol	Directorate General of Water Conservation and Soil
DGEQV (MEn)	Direction Générale de l'Environnement et de la Qualité de la Vie	Directorate General of Environment and Quality of Life
DGF (MA)	Direction Générale des Forêts	Directorate General of Forests
DGGREE (MA)	Direction Générale du Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux	Directorate General of Rural Engineering and Water Exploitation
DGPA (MA)	Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture	Directorate General of Fishing and Aquaculture
DGRE (MA)	Direction Générale des Ressources en Eau	Directorate General of Water Resources
DMER (MA)	Direction de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural	Directorate of Hydraulics and Rural Equipment
DSE (MA)	Direction du Développement Socio–Economique	Socio–Economic Development Department
DSP	Direction du Sylvopastoralisme	Sylvopastoralism Department
DVPPA	Division pour la Vulgarisation et la Promotion de la Production Agricole	Division for Extension and the Promotion of Agricultural Production
ERI	Eco–Ressources International	Eco–Ressources International
ESIER	Ecole Supérieure des Ingénieurs de l'Équipement Rural	Rural Equipment Engineering School
INAT (MA)	Institut National Agronomique de Tunisie	National Institute of Agronomy of Tunisia
INM (MT)	Institut National de la Météorologie	National Institute of Meteorology
INS (MDCI)	Institut National de la Statistique	National Institute of Statistics
IRESA (MA)	Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie	National Institute of Agronomical Research of Tunisia

<b>1– Nom des organismes de la partie tunisienne</b>		
<b>Abbréviation</b>	<b>Français</b>	<b>Anglais</b>
MA	Ministère de l'Agriculture	Ministry of Agriculture
MDEAF	Ministère des Domaines de l'Etat et des Affaires Foncières	Ministry of State Domains and Land Affairs
MEEn	Ministère de l'Environnement	Ministry of Environment
MEq	Ministère de l'Equipement	Ministry of Equipment
MF	Ministère des Finances	Ministry of Finance
MDCI	Ministère du Développement et de la Coopération Internationale	Ministry of Development and International Cooperation
MICI	Ministère de l'Investissement et de la Coopération Internationale	Ministry of Investment and International Cooperation
MT	Ministère des Transport	Ministry of Transport
ONAS (ME)	Office National de l'Assainissement	National Sewerage Board
ONPC	Office National de la Protection Civile	National Protection Civil Office
OTC (ME)	Office de la Topographie et du Cadastre	Topography and Cadastral Office
SECADENORD	Société d'Exploitation du Canal et des Adductions des Eaux du Nord	North Water Canal, Adductions and System Management Company
SNCFT	Société Nationale des Chemins de Fer Tunisiens	Tunisian Railways
SONEDE (MA)	Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux	National Water Distribution Utility
ULAP	Union Locale des Agriculteurs et des Pêcheurs	Local Union of Farmers and Fishers

<b>2– Autres organismes</b>		
<b>Abbréviation</b>	<b>Français</b>	<b>Anglais</b>
AAO	Association Amis des Oiseaux	Friends of the Birds Association
AfDB	Banque africaine de développement (BAfD)	African Development Bank
AFD	Agence Française de Développement	French Development Agency
ANRH (Algérie)	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques	National Agency of Water Resources
BEI	Banque Européenne d'Investissement	European Investment Bank
EU	Union Européenne	European Union
GETU	Géotechnique Tunisie	Tunisia Geo-technology
GIZ	Agence Allemande de Coopération Internationale	German Agency for International Cooperation
IBRD	Banque internationale pour la reconstruction et le développement	International Bank for Reconstruction and Development
JBIC	Banque Japonaise de Coopération Internationale	Japan Bank for International Cooperation
JICA	Agence Japonaise de Coopération Internationale	Japan International Cooperation Agency

<b>2– Autres organismes</b>		
<b>Abréviation</b>	<b>Français</b>	<b>Anglais</b>
NEPAD	Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique	The New Partnership for Africa's Development
UNDP	Programme des Nations Unies pour le Développement	United Nations Development Program
FAO	Organisation pour l'alimentation et l'agriculture	Food and Agriculture Organization
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
WB	La Banque Mondiale	The World Bank

<b>3– Autres</b>		
<b>Abréviation</b>	<b>Français</b>	<b>Anglais</b>
APS	Avant-Projet Sommaire	Basic Design
BM	Bassin de la Mejerda	Mejerda River Basin
EIA	Etude d'Impact sur l'Environnement	Environmental Impact Assessment
EIRR	Taux Interne de Rentabilité Economique	Economic Internal Rate of Return
F/S	Etude de Faisabilité	Feasibility Study
FFWS	Système de prévision des inondations et d'alerte	Flood Forecasting and Warning System
FFWRS	Système de prévision des inondations, d'alerte et de réponse	Flood Forecasting, Warning And Response System
GEOSS	Système mondial des systèmes d'observation de la Terre	Global Earth Observation System of Systems
GIC	Groupement d'Intérêt Collectif	Collective Interest Group
GIS	Système d'Information Géographique	Geographic Information System
GDP	Produit intérieur brut (PIB)	Gross Domestic Product
GFAS	Système d'alerte des inondations mondial	Global Flood Alert System
GPRS	General Packet Radio Service	General Packet Radio Service
GSM	Groupe Spécial Mobile	Global System for Mobile Communications
HWL	Niveau des Plus Hautes Eaux	High Water Level
IEE	Examen Initial sur l'Environnement	Initial Environmental Examination
IFAS	Système intégré d'analyse des inondations	Integrated Flood Analysis System
ITS	Services des Technologies de l'Information	Information Technologies Services
IWRM	Gestion Intégrée des Ressources en Eau	Integrated Water Resources Management
JORT	Journal Officiel de la République Tunisienne	Official Journal of the Republic of Tunisia
MDGs	Objectifs du Millénaire pour le Développement	Millennium Development Goals
M/P	Plan Directeur	Master Plan
NGO	Organisation Non Gouvernementale	Non-governmental Organization
NWL	Retenue Normale	Normal Water Level

<b>3- Autres</b>		
<b>Abréviation</b>	<b>Français</b>	<b>Anglais</b>
O&M	Exploitation et Maintenance	Operation and Maintenance
OMB	Bassin de la Mejerda	Mejerda River Basin
ORSEC	Organisation de la Réponse de Sécurité Civile	Civil Security Response Organization
PHD	Domaine Public Hydraulique	Public Hydraulic Domain
SMAG	Salaire Minimum Agricole Garanti	Guaranteed Minimum Agriculture Wage
SMIG	Salaire Minimum Interprofessionnel Garanti	Guaranteed Minimum Wage
SMS	Short Message Service	Short Message Service
STEG	Société tunisienne de l'électricité et du gaz	Tunisian Society of Electricity and Gas
SYCOHTRAC	SYstème de COLlecte des mesures Hydrologiques en Temps Réel et Annonce des Crues des oueds tunisiens	Real-time Hydrological Information Collecting Measurement and Flood Announcement System in Wadis
TICAD	Conférence Internationale de Tokyo pour le Développement de l'Afrique	Tokyo International Conference on African Development
TND	Dinars tunisiens	Tunisian Dinar
TOR	Termes de Référence	Terms of Reference
ZICO	Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux	Important Bird Area

#### **Termes**

<b>Terme</b>	<b>Description</b>
Garaet	zones marécageuses de bas-fonds
Gouvernorat	Collectivité territoriale sous la compétence du Gouvernement de la Tunisie
Sebkha <i>ou</i> sebkhat	Zone qui devient humide toute l'année sauf durant la saison sèche

**Nom en français et en arabe des différentes régions de la Tunisie**

Alphabet	Arabe	Alphabet	Arabe
Ain Ghelal	عين غلال	Kairouan	قَيْرُوَان
Ariana	ايرانية	Kalaat El Andalous	قَلْعَة الأَنْدَلُس
Bach Hamba	باش حابة	Kasseb	كسّاب
Barbara	ببارة	Lakhmes	لخمس
Bejaoua	بيجاوة	Laroussia	لاروسيا
Ben Metir	بن مطير	Manouba	منوبة
Besbassia	بببسية	Mejerda	مجردة
Bizerte	بيزرت	Mejez El Bab	مجاز الباب
Borj Ettoumi	برج لتومي	Mellegue	ملاق
Bou Heurtma	بو هرطمة	Mellila	مليلة
Bou Salem	بوسالم	Mongi Slim	المنجي سليم
Cap Bon	لوطن القلبي	Ouenza	وانزة
Chafrou	ثلفرو	Rmil	رميل
Chaouat	شعواط	Sahel	ساحل
Chorfech	شفش	Sejnane	سجنين
Djebel Chakir	جبل شكير	Sfax	صفاقس
El Battan	لبطان	Sidi Bahroun	سيدي برون
El Henna	لحنا	Sidi El Barrack	سيدي الهراق
El Herri	لحري	Sidi Othman	سيدي عثمان
El Mabtough	المطوح	Sidi Salem	خزان سيدي سالم
Ellil	للليل	Sidi Smail	سيدي اسماعيل
Garaet El Mabtough	قرعة المطوح	Sidi Thabet	سيدي ثابث
Ghar el Melh Lake	بحيرة غور الملح	Siliana	سليانة
Ghardimaou	غار دماء	Slouguia	سلوقية
Ghezala Dam	غزالة	Souani	لسولي
Henchir Tobias	منشهر طوياس	Sousse	سوسة
Hir Tobias	ير طوياس	Tebourba	طبربة
Ichkeul	اشركل	Utique	اويك
Jedeida(Jedaida)	لجيدة	Zerga	زرقة
Joumine	جرومين	Zouitina	زويتنة

Taux de change (Points communs de l'examen des projets de prêt en yen de l'année fiscale 2012  
(Avant-projet) à la date du 6 novembre 2012 :

1.0 TND = 49.0 JPY

1.0 US\$ = 79.0 JPY

## Chapitre 1 Introduction

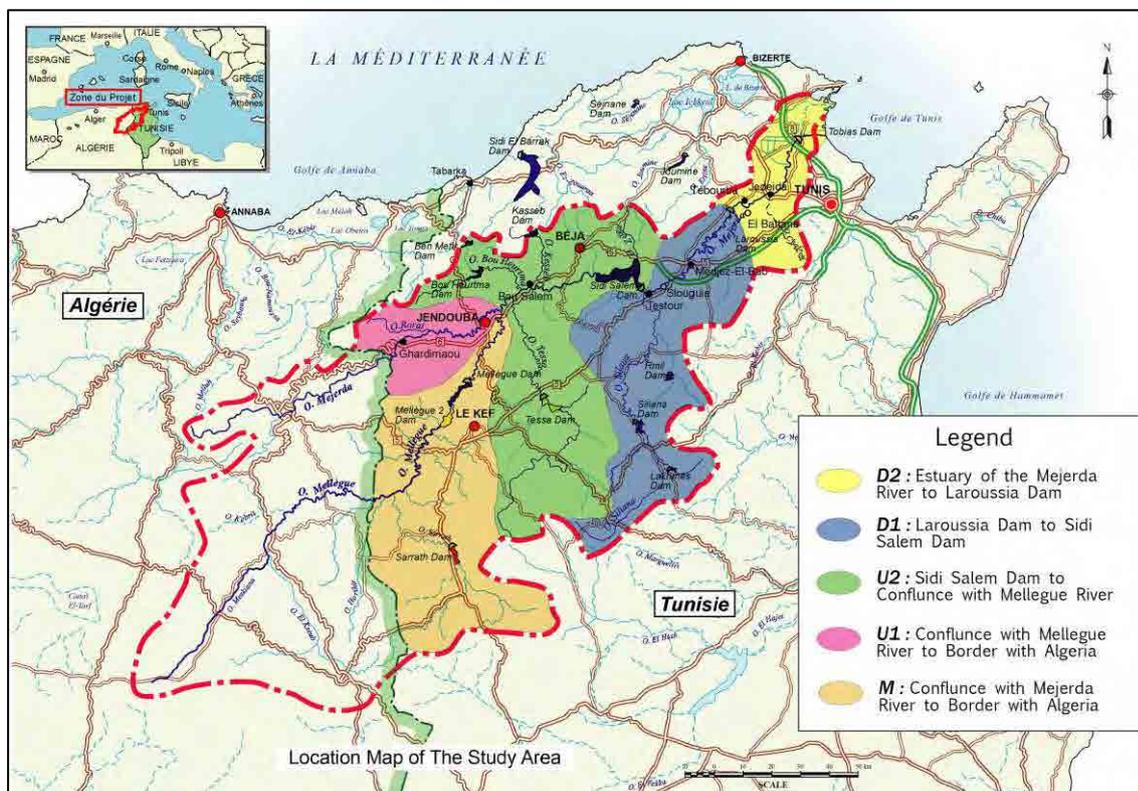
### 1.1 Objectif de l'étude

Sur la base des résultats de l'Etude Préparatoire, ainsi que de ceux de l'« Evaluation des effets des changements climatiques » conduite séparément par la JICA, la présente Etude vise à contribuer à la réalisation du Projet de Gestion Intégrée du Bassin et de Contrôle des Inondations de l'oued Mejerda en République Tunisienne (ci-après le « présent Projet ») par l'exécution d'une étude de faisabilité sur ce Projet.

### 1.2 Cadre de base de l'Etude

#### 1.2.1 Zone ciblée par l'Etude

La zone ciblée par la présente Etude est la zone D2, qui est la plus en aval.



**Figure 1.1 Carte de division du bassin**

#### 1.2.2 Classification des activités, résultats et objectifs

**Tableau 1-1 Activités, résultats et objectifs de l'Etude**

Objectifs en amont	Le Projet est mis en œuvre, et les dommages dus aux inondations diminuent dans la zone aval du bassin de l'oued Mejerda. La stabilité sociale s'améliore dans la région en question, et avec la réduction des barrières au développement économique, le Projet contribue à l'amélioration de la situation économique et sociale et à la réduction de la pauvreté en Tunisie.
--------------------	--

Objectifs du Projet	Le plan du Projet est élaboré, et les préparatifs techniques sont effectués en vue de son exécution.
Résultats	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Une échelle, un contenu et une méthode d'exécution optimaux sont proposés pour le présent Projet.</li> <li>2) La nécessité et les effets du présent Projet sont confirmés.</li> </ol>
Activités	<p>Les activités suivantes sont effectuées pour exécuter l'Etude de faisabilité.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) La pertinence et l'arrière-plan du présent Projet sont confirmés.</li> <li>2) Les conditions actuelles et le contenu du Projet sont compris au moyen de collecte de données supplémentaires et d'études sur le terrain.</li> <li>3) Un rapport d'évaluation de l'impact sur l'environnement est élaboré (mesures de mitigation, plan de suivi, etc., concernant les impacts environnementaux et sociaux).</li> <li>4) Un appui est apporté à l'élaboration du plan de réinstallation des résidents.</li> <li>5) Une proposition est formulée pour le contrôle des inondations en tenant compte de la réponse aux changements climatiques.</li> <li>6) Une proposition est formulée pour le contenu des services de conseil du présent Projet.</li> <li>7) Le calendrier d'exécution du présent Projet est formulé.</li> <li>8) Le système d'exécution et le système de maintenance et de gestion du présent Projet sont confirmés.</li> <li>9) Le taux de rentabilité interne (TRI) du présent Projet est examiné, et des indicateurs d'efficacité opérationnelle sont proposés.</li> <li>10) Des informations et données supplémentaires sont recueillies.</li> <li>11) L'appui nécessaire est apporté à la mise en œuvre de la concertation avec les parties prenantes.</li> </ol>

### 1.2.3 Composition de l'équipe du consultant et calendrier de travail

**Tableau 1-2 Composition de l'équipe d'Etude et planning de travail**

	Année 2012	Année 2013									
		Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	
<b>[Affectation des experts et du personnel recruté localement]</b>	<b>Nom</b>										
<b>&lt; Experts &gt;</b>											
1	Directeur/Planification du chenal	Junji Yokokura	30	09	2	15			4	11	
2	Etude hydrologique	Tadafumi Sato	30	09					4	11	
3	Analyse topographique/géologique/des sols	Hisashi Oura	30	09							
4	Analyse hydraulique	Masahiro Kilano	2	09							
5	Gestion de bassin/Planification du contrôle des inondations	Toru Takahashi	2	09							
6	Conception des ponts	Hitoshi Ito		27	09						
7	Conception des ouvrages des cours d'eau 1	Tamotsu Shingu		30	13			4	11		
8	Conception des ouvrages des cours d'eau 2	Masakazu Yatoge		27	13						
9	Assistance à la conception/aux calculs	Hiroshi Nakata		27	14						
10	Analyse économique et financière/Organisation	Hidetoshi Kanamura	2	09	11						
11	Economie du contrôle des inondations 1	Kinuyo Fukuda		09	15						
12	Economie du contrôle des inondations 1	Yoshio Yabe	10	09							
13	Considérations environnementales et sociales 1	Nobuyuki Iijima		27	15						
14	Considérations environnementales et sociales 2	Yui Matsuo	2	09	15						
15	Assistance à la coordination du travail/à la planification du contrôle des inondations	Ru Ying	2	09	15						
16	Coordination du travail	Akira Someya	30	09							
<b>&lt; Recrutement au Japon &gt;</b>											
	Interprète 1	Gentarō Suzuki	30	15				4	11		
	Interprète 2	Norihiko Sakaguchi									
<b>&lt; Recrutement en Tunisie &gt;</b>											
	Interprète 2										
	Interprète 3										
	Tâches générales (3 personnes)										
<b>[Types et périodes des travaux/calendrier de présentation des rapports]</b>											
	Travaux au Japon 1										
	Etude sur place										
	Travaux au Japon 2										
	Rapport intermédiaire sur le projet de Rapport final										
	Travaux au Japon 3										
	Explication du projet de Rapport final										
	Travaux au Japon 4										
		Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	

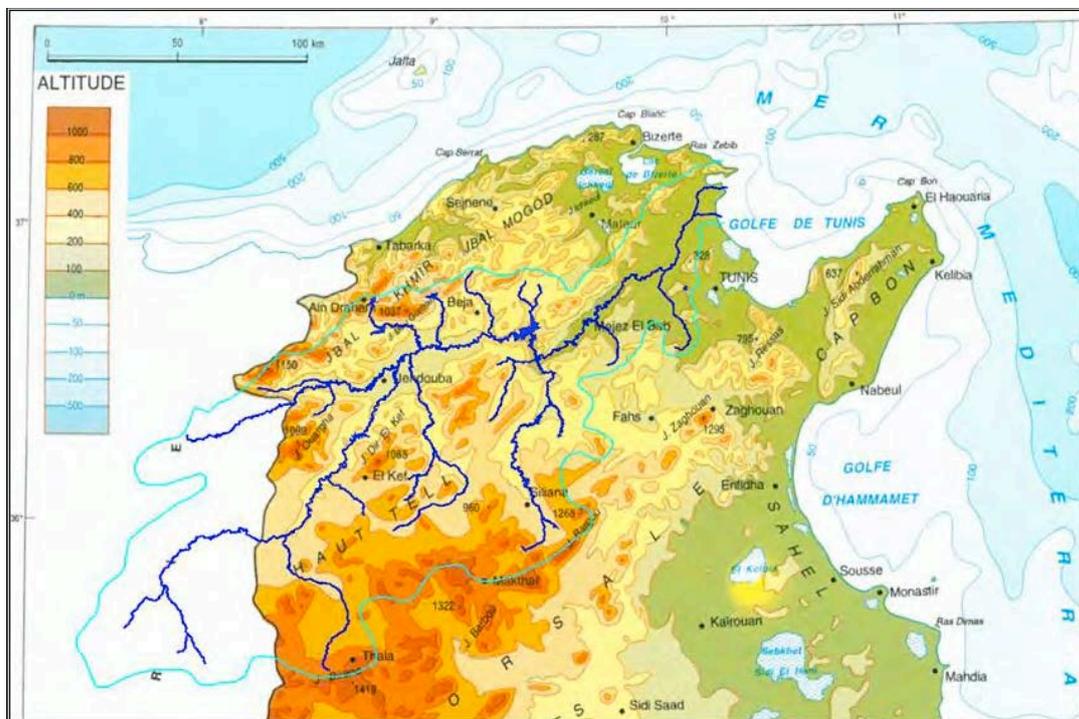
## Chapitre 2. Aperçu du bassin et état des dommages dus aux inondations

### 2.1 Aperçu du bassin

#### 2.1.1 Topographie, géologie et sols

##### (1) Topographie

L'oued Mejerda est un cours d'eau international qui prend sa source dans le Nord-Est des monts de l'Atlas, s'écoule dans le Nord tunisien depuis le Nord-Est algérien, et se jette dans le golfe de Tunis. Son chenal est long de 460 km et son bassin versant couvre 23 700 km<sup>2</sup>, avec respectivement 312 km et 15 830 km<sup>2</sup> en Tunisie, ce qui en fait le plus long cours d'eau du pays. Des terres de culture recouvrent ce bassin, dans lequel l'oued est un principal cours d'eau alimentant l'agriculture. C'est également un cours d'eau principal pour l'alimentation en eau urbaine du bassin et des villes des environs, Tunis comprise. La carte ci-dessous présente la topographie de la région du bassin de l'oued Mejerda (du côté Tunisien).



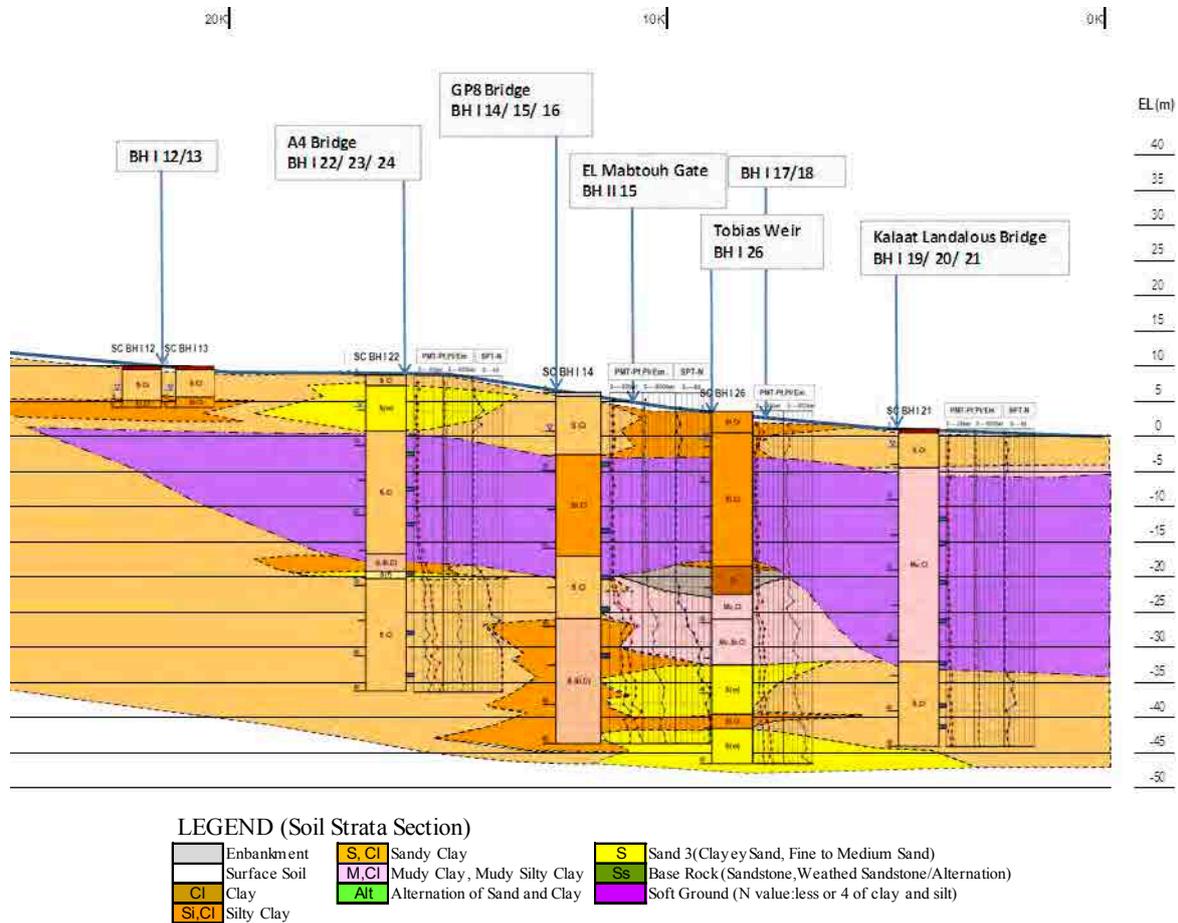
Source : Données de l'Institut National de la Météorologie (INM)

**Figure 2-1 Topographie de la région du bassin de l'oued Mejerda (côté Tunisien)**

##### (2) Géologie et sols

- 1) Pour les parties montagneuses et collines, le sol de l'oued Mejerda est composé de roches sédimentaires (calcaire, dolomie, tuffite, grès, schiste, évaporite) des périodes Mésozoïque, Crétacé, Cénozoïque, Eocène, Oligocène, Miocène et Pliocène, et les parties à basse altitude sont composées de couches sédimentaires de sable et d'argile du Quaternaire du Pléistocène et du Holocène. Seul le calcaire d'avant la période du Mésozoïque fait l'objet d'extraction d'agrégats, mais sa distribution est limitée.
- 2) Selon les résultats de l'investigation sur le sol effectuée lors de l'Etude préparatoire, le sol de la zone D2 de l'oued Mejerda est composé en principe d'argile limoneuse, sableuse, vaseuse et de sable. Au niveau de l'aval du pont ferroviaire de Jedaida, le sol est composé dans la plupart des temps des trois éléments

susmentionnés, où l'on trouve rarement des couches minces de sable. Il est supposé que sur l'amont du pont de Jedeida les couches de sable sont de plus en plus épaisses.



**Figure 2-2 Coupe longitudinale des couches du sol dans la zone aval le long du cours principal de l'oued Mejerda (couche tendre indiquée)**

## 2.1.2 Climat et hydrologie

### (1) Climat

La Tunisie est située sur le littoral méditerranéen de l'Afrique du Nord. Une zone sèche de climat désertique ou de steppe occupe la majeure partie du territoire, en particulier dans le sud qui est rattaché au désert du Sahara, mais la côte au nord du pays est de climat méditerranéen.

La région Nord de la Tunisie, où se trouve la zone ciblée par l'étude, est caractérisée par un climat chaud et sec en été, et doux et humide en hiver. En juillet-août, la température, la quantité d'évapotranspiration et la durée d'ensoleillement sont maximales, alors que l'humidité et les précipitations sont minimales.

Les températures moyennes annuelles dans la zone ciblée par l'étude sont approximativement de 17 à 20 °C, avec une moyenne mensuelle de 27 à 29 °C et une moyenne des maximums de 33 à 34 °C en juillet-août.

## (2) Précipitations

En Tunisie, les précipitations présentent des variations régionales et saisonnières extrêmement fortes. Dans les reliefs de Khmir, à l'extrémité Nord-Ouest du pays, la moyenne annuelle des précipitations atteint 1 500 mm, mais celles-ci diminuent au fur et à mesure que l'on progresse vers le sud, et à l'extrémité méridionale du pays, leur moyenne annuelle est inférieure à 100 mm. Ainsi que le montre la carte ci-dessous, les biais régionaux des précipitations sont également forts dans le bassin de l'oued Mejerda. Ces disparités régionales proviennent en majorité des différences de précipitations entre octobre et avril. Comme indiqué sur le graphe suivant, dans le Nord de la région ciblée par l'Étude (bassin de la rive gauche de l'oued Mejerda), la moyenne mensuelle des précipitations augmente considérablement d'octobre à avril, en particulier de décembre à janvier, où apparaît un pic manifeste. En revanche, dans la partie Sud (bassin de la rive droite de l'oued Mejerda), les différences entre les précipitations moyennes mensuelles ne sont pas aussi manifestes que dans le Nord. La moyenne annuelle des précipitations dans la zone ciblée par l'Étude est approximativement de 400 à 500 mm.

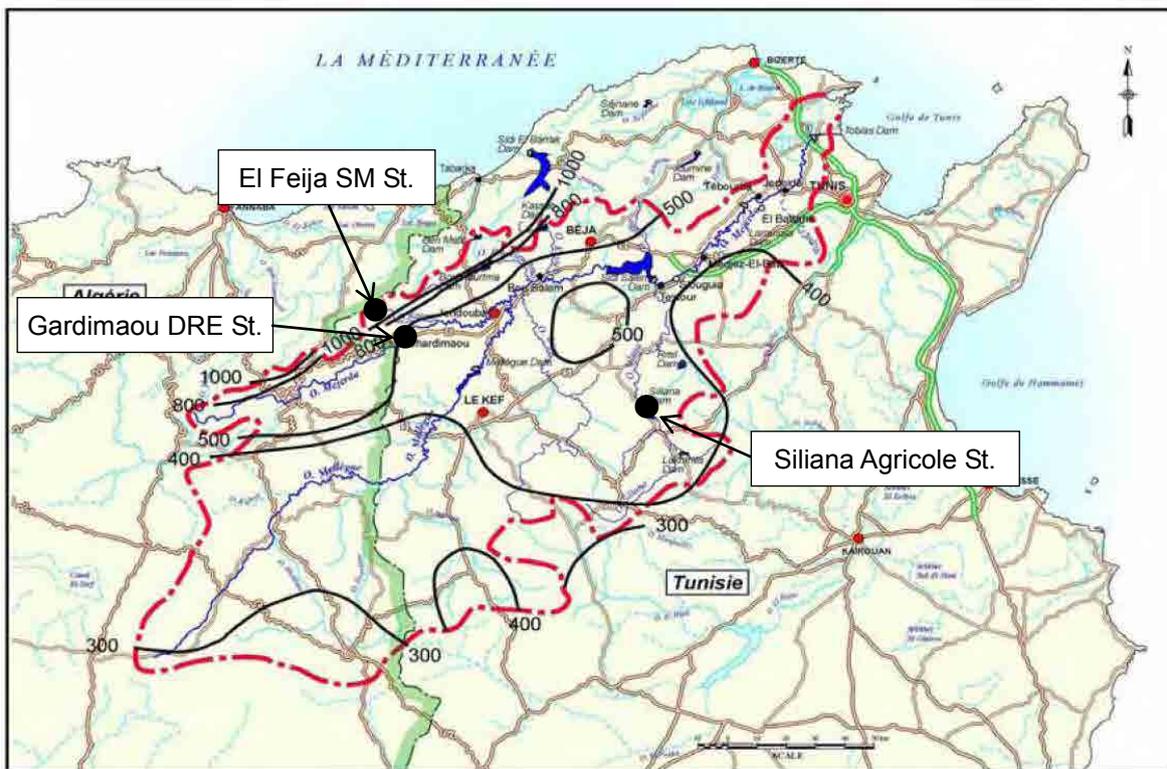
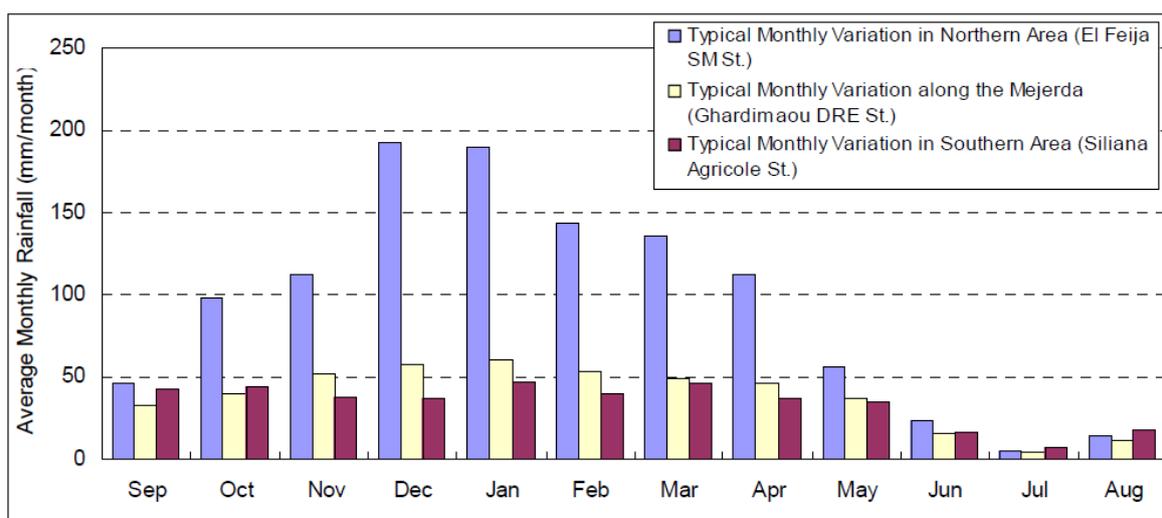


Figure 2-3 Carte des lignes pluviométriques du bassin de l'oued Mejerda (précipitations annuelles moyennes)



**Figure 2-4 Différences régionales entre les moyennes mensuelles des précipitations**

### 2.1.3 Installations de contrôle de l'inondation et installations hydrauliques

Le bassin de l'oued Mejerda comporte actuellement 9 barrages opérationnels, ainsi que 6 autres en construction ou au stade de la conception ou de la planification. Leurs caractéristiques principales et leurs emplacements sont indiqués ci-dessous. Par ailleurs, le barrage Laroussia est une installation de prise d'eau destinée à amener l'eau au canal Mejerda-cap Bon, et le barrage Tobias fonctionne lui aussi comme installation de ce type.

**Tableau 2-1 Caractéristiques des barrages du bassin de l'oued Mejerda**

Barrage	Bassin de réception (km <sup>2</sup> )	Volume de stockage au niveau maximum (1 000 000 m <sup>3</sup> )
Sidi Salem	18 191	959,5
Mellègue 2*	10 100	334,0
Bou Heurtma	390	164,0
Mellègue	10 309	147,5
Siliana	1 040	125,1
Tessa*	1 420	125,0
Kasseb	101	92,6
Ben Metir	103	73,4
Sarrath*	1 850	48,5
Beja*	72	46,0
Khalled*	303	37,0
Chafrou*	217	14,0
Lakhmes	127	8,4
Rmil	232	6,0

Note : l'astérisque \* indique un barrage en construction ou au stade de la conception/planification.



Figure 2-5 Carte d'emplacement des barrages dans le bassin de l'oued Mejerda en Tunisie

## 2.1.4 Socio-économie

### (1) Population et densité de population

Le recensement de 2004 a fourni les informations suivantes sur la population et la densité démographique en Tunisie et dans le bassin de l'oued Mejerda.

Population de la Tunisie	9 910 872 personnes (environ 9,91 millions de personnes)
Densité de population de la Tunisie	61,1 hab/km <sup>2</sup>
Taux de croissance démographique de la Tunisie	1,10%
Part de la population urbaine en Tunisie	64,8%
Population du bassin de l'oued Mejerda	Environ 1,33 million de personnes (13,4% de l'ensemble de la population)
Densité de population du bassin de l'oued Mejerda	84,0 hab/km <sup>2</sup>

Source : recensement de 2004

### (2) Économie

#### 1) Secteur agricole

Le bassin de l'oued Mejerda occupe un rôle essentiel dans la production agricole nationale, et le secteur de l'agriculture est un noyau de l'économie régionale. Les grandes lignes du secteur sont indiquées ci-dessous.

Superficie du bassin de l'oued Mejerda	15 830 km <sup>2</sup> (9,8% de la superficie du territoire national)
Superficie des champs dans le bassin (non irrigués)	10 392 km <sup>2</sup> (65,6% de la superficie du bassin)
Superficie agricole irriguée du bassin	1 489 km <sup>2</sup> (9,4% de la superficie du bassin)
Cultures et élevage dans le bassin	
Production de blé	1 627 000 t (51% de la production nationale)
Production d'orge	465 000 t (34% de la production nationale)
Production de viande de bœuf	45,4% de la production nationale
Production de viande de chèvre	45,2% de la production nationale
Production de viande de volaille	51,9% de la production nationale
Production de liège	75,7% de la production nationale

Source : Institut National de la Statistique (INS)

#### 2) Secteur manufacturier et secteur des services

Le tableau ci-dessous indique la situation actuelle des entreprises manufacturières et des entreprises liées aux services dans les gouvernorats de Manouba et d'Ariana. Dans ces deux gouvernorats de la banlieue de Tunis, capitale dotée du premier port du pays, les entreprises tournées vers l'export comptent pour environ la moitié de total. Protéger celles-ci des dégâts des inondations se conçoit donc comme une contribution à l'économie nationale.

	Gouvernorat de Manouba	Gouvernorat d'Ariana
Nombre total d'entreprises	186	240
Nombre d'entreprises tournées vers l'exportation	92	111
Détail des entreprises	Textile, habillement/produits en cuir, produits alimentaires transformés (produits laitiers, pommes, poires), industrie électromécanique axée sur les pièces automobiles	Textile, habillement/produits en cuir, produits agricoles transformés, électricité, produits pharmaceutiques, industrie des technologies de l'information et de la communication

Source : Agence de Promotion de l'Investissement Extérieur

## **2.2 Aperçu de la zone D2**

### **2.2.1 Chenal**

Zone la plus en aval du bassin de l'oued Mejerda, la zone D2 est un secteur de 65 km entre le barrage Laroussia et l'embouchure de l'oued. Dans la partie amont, entre le barrage Laroussia et Jedeida, l'oued s'écoule dans un chenal naturel sans digues, à travers une zone de collines douces. La profondeur de ce chenal naturel dépasse les 10 m en aval du barrage Laroussia, et se réduit progressivement en direction de Jedeida. Dans la partie intermédiaire, entre Jedeida et Tobias, l'oued s'écoule dans la plaine alluviale, où l'oued Chafrou vient le rejoindre depuis la rive droite. Même si à l'heure actuelle des digues d'environ 2 m ont été construites dans certains secteurs, il s'agit en principe d'un chenal naturel sans digues, à section complexe, composé d'un lit mineur (voie d'eau) et d'un lit majeur.

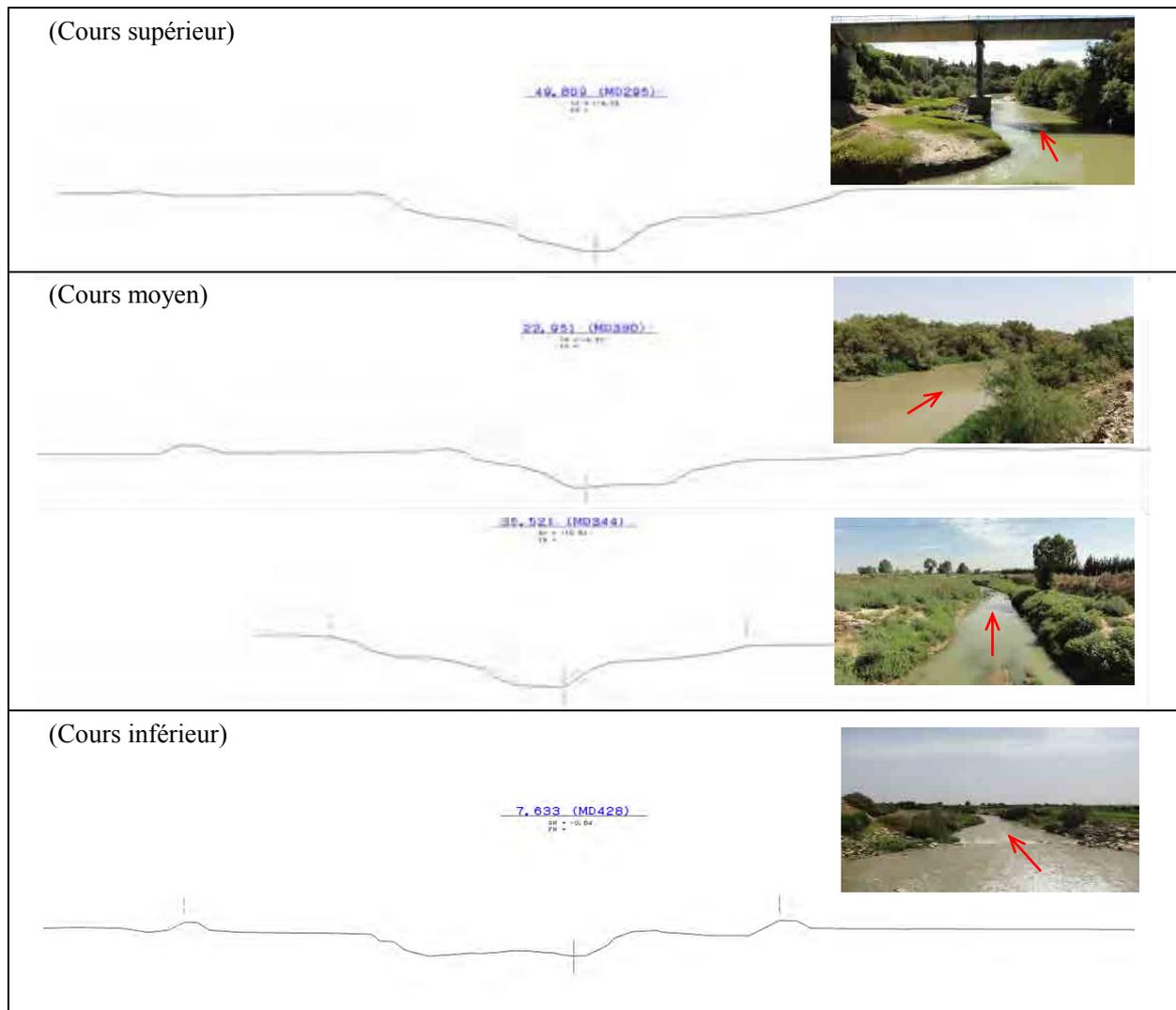


Figure 2-6 Sections caractéristiques du chenal

## 2.2.2 Installations du chenal de l'oued

### (1) Barrages

Il existe deux barrages de Tobias et de Laroussia.

### (2) Ponts

À l'heure actuelle, la zone D2 comporte des ponts et des ouvrages de franchissement en 29 endroits dont 15 nécessitent le renouvellement par les travaux de cette fois-ci et 3 devront être construits nouvellement.

Bien que le renouvellement soit nécessaire avec les travaux de cette fois-ci, sa réhabilitation est prévue dans le cadre d'un projet routier, le pont K. Landalous a été exclu du présent Projet.

### (3) Conduites d'eau de vidange existantes sur le cours principal

Le tableau suivant montre les conduites d'eau de vidange existantes sur le cours principal. Parmi 18 existantes, 9 nécessitent le renouvellement avec les travaux de cette fois-ci. En ce qui concerne la vanne de

prise d'eau du barrage Tobias, situé dans la zone la plus en aval, les installations existantes seront utilisées telles quelles, car elles sont d'échelle importante.

**Tableau 2-2 Liste des conduites d'eau dont la reconstruction ou la nouvelle construction est prévue en raison de l'amélioration de l'oued.**

No.	Nom	Distance cumulée (km)	Confirmation sur place	Reconstruction ou non	Superficie drainée	Section de l'installation existante / utilisation de la vanne / utilisation de la terre
1	P71 Gauche	52,2	×	—	1,44	
2	P84 Gauche	48,8	×	—	3,95	
3	P110 Gauche	42,9	○	×	0,85	
3-1	P110 Gauche-2	G 41,7	○	○		φ500/drainage/terrain urbain
4	P84 Droite	D 48,8	○	○	3,47	φ800 environ estimés/drainage/terrain agricole
5	P105 Droite		○	○	2,58	-
6	P110 Droite	42,9	×	—	1,85	
7	P116 Droite	D 41,7	○	○	0,20	φ800 environ estimés/drainage/terrain agricole
8	P119 Droite	38,6	○	×	0,42	
9	P132 Droite	36,5	×	—	26,26	
10	P146 Droite	D 33,7	○	○	6,72	2 caissons-3,2mB×1,2mH / drainage/terrain agricole
11	P160 Droite	D 30,8	○	○	18,42	U-1,04m×0,8mH (drainage)/terrain agricole
11-a	P160 Droite	D 30,2	○	○		U-1,04m×0,8mH (drainage supposé)/terrain agricole
12	P169 Droit	D 28,4	○	○	7,01	2 caissons-2,2mB×1,2mH / drainage
13	PoMejCher Droite	23,7	○	×	19,71	
14	PA4Mejam Gauche	G 16,7	○	○	0,70	φ800 environ estimés/drainage/terrain agricole
15	PA4Mejam Gauche	G 15,7	○	×	0,80	
16	PoMejProt Droite	12,9	○	×	7,65	
17	PoMejTobias Droite	10,7	○	×	0,40	
18	PTobias Gauche	10,6	○	×	0,63	Emploi de l'installation actuelle telle quelle/prise d'eau/terrain agricole

- Dans la colonne « Distance cumulée », les lettres G et D indiquent respectivement la rive gauche et la rive droite. Source pour la superficie drainée : Équipe d'Étude JICA
- Dans la colonne « Confirmation sur place », les cercles (○) indiquent les ouvrages qui ont pu être confirmés, et les croix (×) ceux qui n'ont pas pu être confirmés par la présente étude.
- Dans la colonne « Reconstruction ou non », un tiret (—) indique des installations pour lesquelles la nécessité des travaux ne peut être déterminée à l'heure actuelle, car la confirmation sur place n'a pas été possible ; une croix (×) indique les installations ne nécessitant pas de travaux (retrait seulement), car il a été confirmé sur place qu'elles ne sont pas utilisées actuellement ; et un cercle (○) indique les installations qui sont utilisées et qui demandent des travaux.

## 2.3 Situation des dégâts d'inondation

### 2.3.1 Caractéristiques hydrologiques des principales inondations

Le tableau ci-dessous indique les crues passées depuis 1900 et les débits de pointe aux principales stations de jaugeage du bassin de l'oued Mejerda.

**Tableau 2-3 Crues passées dans le bassin de l'oued Mejerda**

Flood	Peak Discharge(m <sup>3</sup> /s)						
	Mellegue(K13)	Ghardimaou	Jendouba	Bou Salem	Slougua	Mejez Elbab	Jedeida
Feb 1907	-	-	1,610	-	-	-	-
Feb 1928	-	-	-	1,220	-	-	-
Mar 1929	-	-	-	1,760	-	-	-
Dec 1932	-	-	-	2,060	-	2,250	-
Jan 1940	-	-	-	1,780	-	-	-
Oct 1947	-	-	-	1,700	-	1,280	-
Nov 1948	-	-	-	851	-	891	-
Jan 1952	-	-	-	904	-	981	-
Mar 1959	-	-	-	1,140	-	1,490	-
Sep 1969	4,480	-	-	1,485	-	1,440	-
Mar 1973	-	2,370	2,420	3,180	-	-	-
1976	-	1,013	970	-	-	-	-
1981	Sidi Salem Dam Completed						
Dec 1984	600	570	750	900	-	-	-
Jul 1989	-	-	-	-	470	-	-
May 2000	4,480	736	327	977	-	-	-
Jan 2003	2,600	1,090	1,070	1,020	744	730	-
Jan 2004	2,480	1,470	1,024	889	-	-	-
Jan 2005	-	838	616	529	-	224	-
Apr 2009	-	-	-	-	365	262	-
Feb 2012	-	-	-	-	-	-	324

Le tableau ci-dessous présente un aperçu des principales crues mentionnées plus haut.

**Tableau 2-4 Aperçu des principales crues**

No.	Nom de la crue	Aperçu de la crue et de ses dommages
1	Crue de mars 1973	Cette crue a entraîné des dégâts à grande échelle dans l'ensemble des principales régions inondées de l'oued Mejerda. À l'époque, le barrage de Sidi Salem n'existait pas, et l'embouchure comportait 2 chenaux (ancien chenal et canal de dérivation Tobias). Cette crue est caractérisée par le pic unique des précipitations, du débit entrant et du débit sortant. Il est cependant rapporté que les précipitations et le haut niveau de l'eau n'ont continué que sur une courte durée, et que les inondations n'ont pas été non plus très longues, ne durant qu'une semaine.
2	Crue de mai 2000	Cette crue a provoqué une immersion profonde dans le bassin de l'oued Mellègue et le bassin supérieur de l'oued Mejerda. Les caractéristiques de cette crue sont les suivantes. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrée dans l'oued Mellègue (K13) d'un important flux de crue à pic unique venu du côté Algérien.</li> <li>• Dans la zone amont du bassin de l'oued Mejerda, pluies torrentielles concentrées à caractère localisé.</li> </ul> À cette époque, le barrage de Sidi Salem était déjà construit, et grâce à son effet de contrôle des crues, aucun dégât d'inondation n'est survenu en aval.
3	Crue de janvier 2003	Cette crue a provoqué des dommages sur une étendue extrêmement importante de janvier à février 2003. Les caractéristiques de cette crue sont les suivantes. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plusieurs forts pics de débit entrant à la station de jaugeage Ghardimaou du cours principal de l'oued Mejerda, et à la station de jaugeage K13 de l'oued Mellègue.</li> <li>• Plusieurs forts pics de précipitations</li> </ul> Le débit de crue de janvier 2003 a présenté plusieurs pics importants. À la différence de la crue de mai 2005, celle de janvier 2003 a entraîné une immersion de longue durée le long de l'oued Mejerda, en amont et en aval du barrage de Sidi Salem. En aval, en particulier, l'immersion a duré plus d'un mois à certains endroits. Des dommages à 60% de l'ensemble des foyers et 6 victimes ont été déplorés.
4	Crue de janvier 2004	Suite à de multiples crues d'importance moyenne, des lâchers d'eau du barrage de Sidi Salem, effectués pour maintenir son niveau de remplissage normal, ont causé des dégâts d'inondation en aval. Les caractéristiques de cette crue sont les suivantes.
5	Crue de 2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plusieurs pics moyens du débit sortant à la station de jaugeage de Ghardimaou.</li> <li>• Plusieurs pics des précipitations</li> </ul>
6	Crue d'avril 2009	En raison de lâchers d'eau du barrage de Sidi Salem et de la rupture de digues, cette crue a entraîné des dégâts d'inondation sur les terres agricoles irriguées et les installations d'irrigation. Les caractéristiques de cette crue sont les suivantes. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Débit de crue à deux pics aux stations de jaugeage de Ghardimaou et de Raghay</li> <li>• Pluies torrentielles concentrées à caractère local dans les gouvernorats d'Ariana et de Manouba, situés dans la partie aval du bassin de l'oued Mejerda.</li> </ul>
7	Crue de 2012	Cette crue a entraîné d'importants dégâts d'inondation au voisinage de Jedeida. Les caractéristiques de cette crue sont les suivantes. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Débit de crue à deux pics à la station de jaugeage de Jedeida</li> </ul> La superficie inondée autour de l'oued Mejerda était de 2 216 ha, avec 700 ha de terres agricoles inondées à Jedeida.

## **CHAPITRE 3 SITUATION ACTUELLE DE LA LUTTE CONTRE LES INONDATIONS**

### **3.1 Mesures et cadre organisationnel de la lutte contre les inondations**

#### **3.1.1 Mesures**

Suite à son « Onzième Plan quinquennal de développement socioéconomique (2007 – 2011) », le gouvernement tunisien a élaboré un « Douzième Plan quinquennal de développement économique (2010 – 2014). Après la Révolution de jasmin (janvier 2011), selon le Ministère du développement et de la coopération internationale, ce Douzième plan a fait l'objet de révisions qui se poursuivent actuellement (décembre 2012). Toutefois, même après l'effondrement du gouvernement de Ben Ali, on a clairement indiqué que l'orientation concernant les travaux du présent Projet en Tunisie ne serait pas modifiée. Lors de l'élection de l'Assemblée constituante tunisienne le 23 octobre 2011, c'est le parti islamiste Ennahda qui a obtenu le plus grand nombre de sièges (90 sur 217) ; le 27 octobre, à l'occasion d'une déclaration par un des membres principaux de l'Ennahda, la plupart des fonctionnaires ont été maintenus à leurs postes et le maintien des orientations concernant les mesures en cours a été confirmé.

#### **3.1.2 Cadre légal**

Toutes les lois concernant la gestion des ressources en eau établies à l'époque de la colonie française (1881 à 1956) définissaient les pouvoirs des entrepreneurs et des usagers dans le secteur des ressources en eau ; en 1975, elles furent remplacées par le « Code des eaux », afin de protéger les ressources en eau et d'assurer leur distribution impartiale. Depuis 1975, le Code des eaux a été renouvelé, partiellement amendé et enrichi de nouveaux articles relatifs au développement socioéconomique, à l'évolution de la demande en eau et aux impératifs environnementaux pour la protection des ressources naturelles. La version la plus récente est celle de 2010. Le Code des eaux se compose de 9 chapitres, dont le contenu est tel qu'indiqué ci-dessous.

N° de chapitre	Contenu	N° de chapitre	Contenu	N° de chapitre	Contenu
1	Domaine public hydraulique	4	Obligations	7	Inondations et pollution de l'eau
2	Protection et mesures relatives au domaine public hydraulique	5	Autorisation d'utilisation du domaine public hydraulique	8	Associations d'usagers
3	Droit d'utilisation de l'eau	6	Obligations des usagers	9	Juridictions et pénalités

On peut aussi dire du Code sur la protection des sols et des eaux (1995) et du Code forestier (1993) qu'il s'agit de lois-cadres pour la Gestion intégrée des ressources en eau.

Quant au cadre organisationnel de la gestion des calamités causées par les inondations et autres désastres, il est principalement établi sur la base des lois et décrets ci-dessous. Ces lois et décrets ont été établis non seulement pour les inondations, mais pour la planification des actions de réduction des dommages causés par les incendies, les séismes, les orages, les actes terroristes, etc., pour l'approvisionnement en matériaux et équipements, pour l'aménagement d'un cadre assurant la disponibilité des ressources humaines, ainsi que

pour l'établissement de procédures d'exécution.

- a) Loi n° 39-1991 (8 juin 1991) sur la prévention et la lutte contre les calamités, et sur les organisations de secours
- b) Décret n° 942-1993 (26 avril 1993) sur les Plans national et régionaux de contrôle des calamités et sur les Commissions des calamités, et décret n° 2723-2004 (21 décembre 2004) sur l'amendement du décret n° 942-1993.

### **3.1.3 Initiatives administratives**

Le contrôle des inondations dans les zones rurales et sur les terres agricoles est supervisé par le Ministère de l'agriculture. Quant au contrôle des inondations dans les zones urbaines, il est supervisé par le Ministère de l'équipement. Les limites administratives entre les zones urbaines et rurales sont clairement définies.

### **3.1.4 Organisations administratives**

#### **(1) Ministère de l'agriculture**

L'organigramme du Ministère de l'agriculture est présenté ci-dessous.

##### 1) Divisions du Ministère de l'agriculture

Au sein de ce ministère, c'est la Direction Générale des Barrages et des Grands Travaux Hydrauliques (DGBGTH) et la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE) qui remplissent les fonctions importantes concernant les inondations.

##### (a) La DGBGTH

Elle possède les pouvoirs ci-dessous pour le contrôle des barrages et des grandes installations hydrologiques.

Pour la réalisation des présents Travaux, la DGBGTH sera l'organe d'exécution direct. Le budget annuel de la DGBGTH est passé de 84 millions TND en 2008 à 101 millions TND en 2009, puis à 102,5 millions TND en 2010, soit une augmentation budgétaire de 22% en deux ans.

Le nombre d'employés s'élevait à 819 au moment de notre enquête (octobre 2011). Le tableau et la figure ci-dessous présentent l'organisation et la composition de la DGBGTH. On peut conclure qu'elle dispose d'un budget et d'un personnel suffisants pour l'exécution et à la supervision des travaux du Projet.

##### (b) La DGRE

La DGRE est responsable de la mise en place du réseau de surveillance des ressources en eau, de sa gestion et de la collecte de données.

L'organigramme de la DGRE est tel que présenté ci-dessous.

##### 2) Commissariats régionaux au développement agricole

Conformément à la politique de décentralisation régionale du pouvoir, le Ministère de l'Agriculture confie toutes les activités relatives à l'agriculture régionale aux commissariats régionaux au développement agricole établis dans chacun des 24 gouvernorats. Leurs tâches couvrent la production agricole, les ressources naturelles, les zones végétales et forestières, ainsi que les aspects économiques.

Les CRDA supervisent l'activité agricole dans chaque gouvernorat, et ils y appliquent les politiques agricoles concernant la technologie, l'administration, les lois et le financement. Ils supervisent aussi les canaux. Parmi les 24 commissariats, les bureaux des 3 ci-dessous participent directement à la présente Étude.

- 1) Commissariat régional au développement agricole d'Ariana
- 2) Commissariat régional au développement agricole de Bizerte
- 3) Commissariat régional au développement agricole de Manouba

#### (2) Ministère de l'Équipement

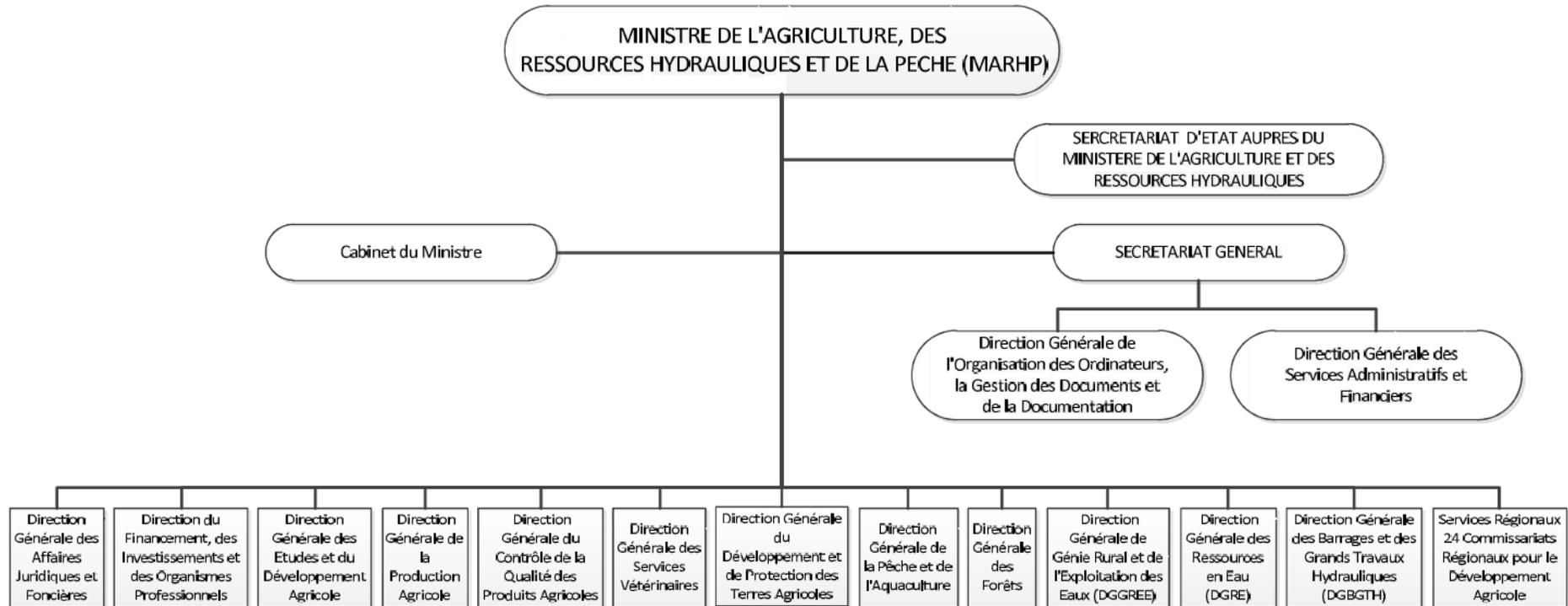
Concernant la lutte contre les inondations, les tâches effectuées par le Ministère de l'Équipement sont : 1) Étude des projets de lutte contre les inondations en milieu urbain, élaboration de plans, contrôle de l'exécution des travaux, 2) Maintenance et inspection des structures de lutte contre les inondations en milieu urbain etc.

En septembre 2011, 162 projets étaient en cours de réalisation dans 150 municipalités et villages, pour un montant total de 220 millions TND.

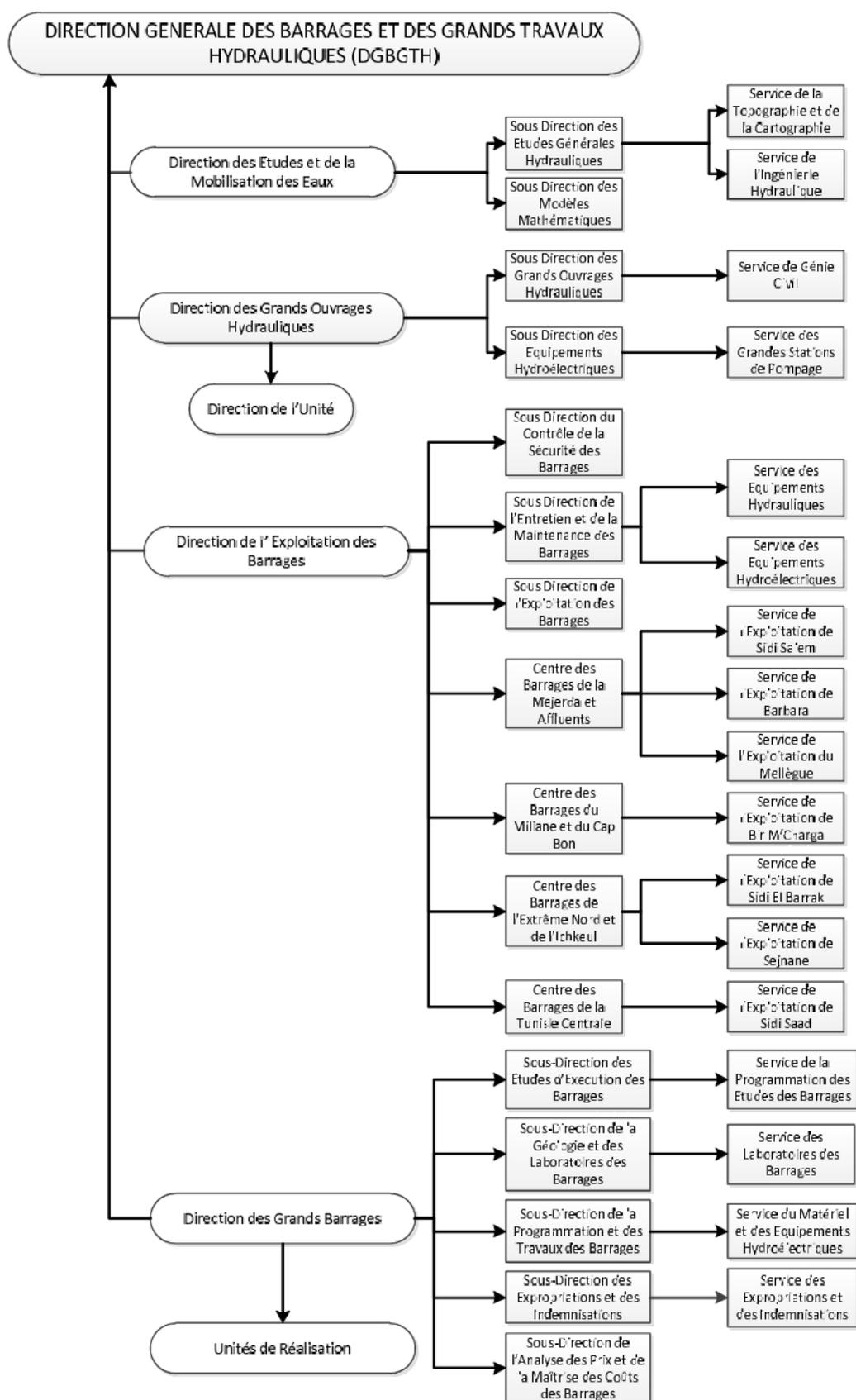
Ce même ministère, outre les structures transversales aux oueds (ponts, etc.), contrôle les carrières et dépôts de sable ; il est ainsi étroitement lié à la réalisation des présents Travaux.

#### (3) Comité National de l'Eau

Le Code des Eaux accorde certains pouvoirs au CNE sur les ressources en eau de la Tunisie. Le CNE est une organisation de consultation qui examine et évalue globalement la gestion de l'eau (y compris la gestion des barrages pendant la saison des pluies) et l'élaboration des plans d'exploitation de l'eau.



**Figure 3-1 Organigramme du Ministère de l'agriculture**



**Figure 3-2 Organigramme de la DGBGTH**

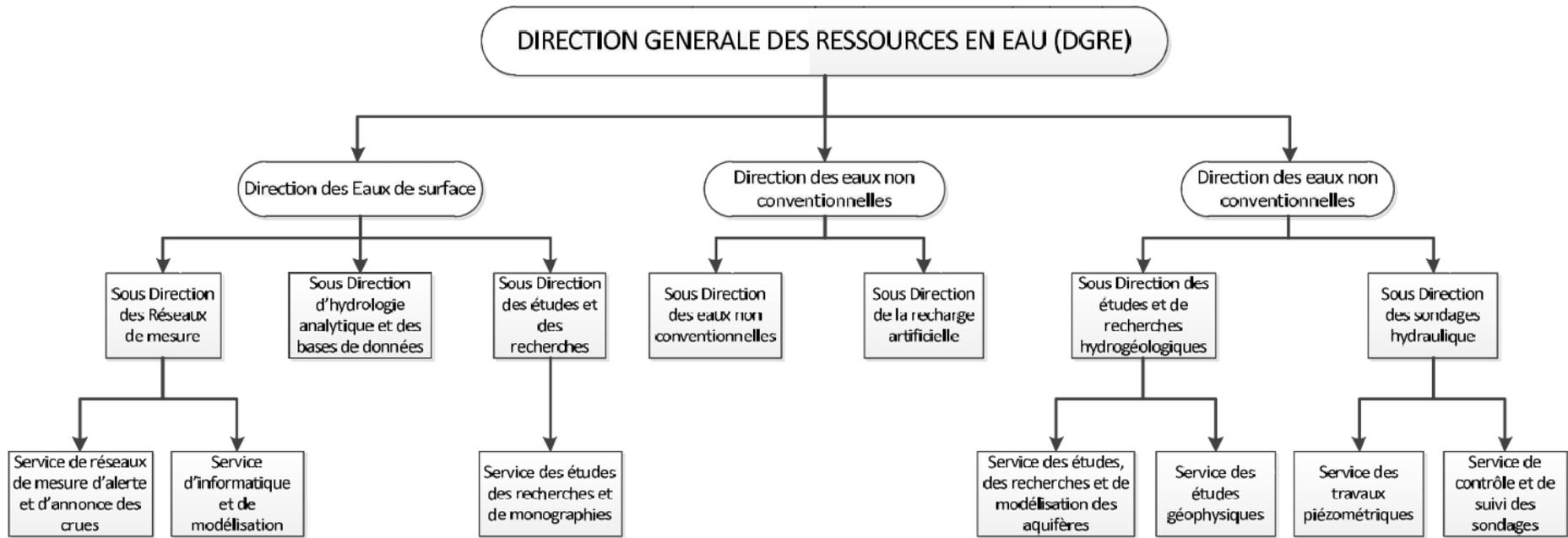


Figure 3-3 Organigramme de la DGRE

#### **(4) Institut National de la Météorologie**

Responsable des prévisions et mesures météorologiques, l'INM gère des réseaux d'observation météorologique qui comprennent un réseau synoptique, un réseau agrométéorologique, un réseau pluviométrique, un réseau de stations maritimes et un réseau radar.

### **3.2 Résumé des précédents travaux de lutte contre les inondations**

#### **3.2.1 Travaux d'oued**

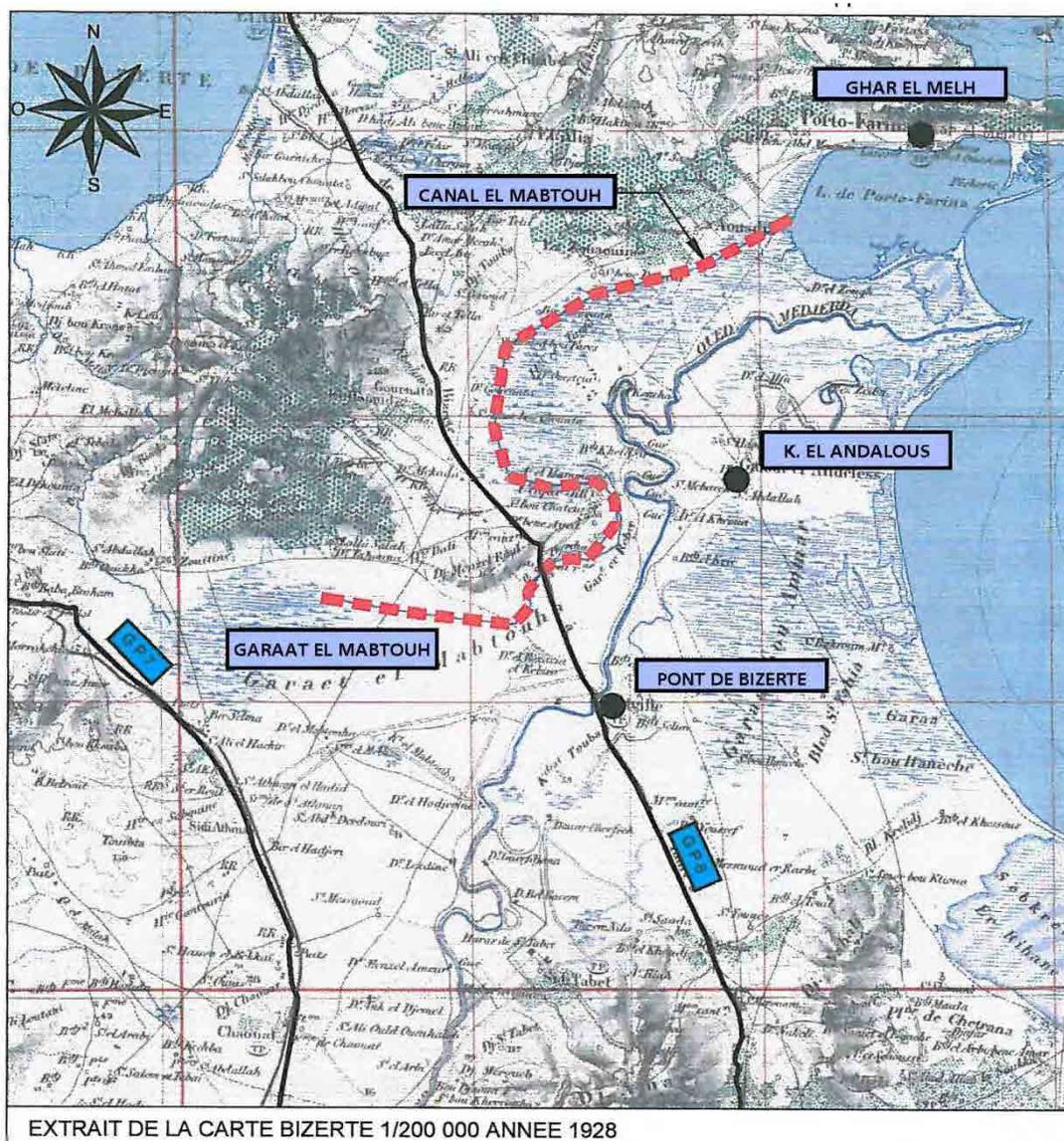
Sur la base de la documentation existante, nous présentons ci-dessous un résumé des travaux d'oueds réalisés dans le cadre des mesures contre les inondations dans l'oued Mejerda.

**Tableau 3-1 Résumé des précédents travaux d'oued**

Name of the Project	Year Commenced	Purpose & Description of the Project
1. Drainage Channel Construction Project	1909	Drainage for lowland areas in El Mabtouh Plain 1) Construction of Trapezoidal Channel (L=30km) 2) Channel Construction along the Mejerda River (L=0.95km)
2. Lowland Areas Development Plan in Mejerda River	1952	Lower to water level and improvement of the flow capacity 1) Short-cut of curved reach and removal of bridge at Protville 2) Short-cut of curved reach at Menzel Reached 3) Improvement of older structures at Jedaid and El Battan 4) Construction of dykes 5) Construction of diversion channel
3. Irrigation and Drainage Project in Galaat Andalous – Ras Djebel	1994	1) Improvement of Tobias Barrage (Movable Barrage) 2) Pipe irrigation by pumps (irrigated area: 11,675 ha)

Source : Project D'irrigation et de Drainage Galaat Andalous-Ras Djebel Rapport Final (MA,1992.6)

Les travaux du projet 1 du tableau ci-dessus avaient pour but l'écoulement des eaux de la plaine El Mabtouh ; en 1909, le Bureau des travaux publics a construit un canal trapézoïdal de 30 km dont le fond avait une largeur de 4 mètres, une inclinaison de pente de 1/1 et un gradient longitudinal de 0,15 m/km (1/6666). De plus, un canal de 950 mètres a été construit le long de la rive gauche de l'oued Mejerda. Sur la figure ci-dessous, la ligne rouge pointillée indique la voie d'écoulement des eaux de la plaine El Mabtouh à la lagune de Ghar el Melh (Porto Farina).



Source : Collection B Bouvet

**Figure 3-4 Voie de construction du canal d'écoulement**

Après l'inondation de décembre 1931 a été mis en œuvre un plan d'aménagement des terres basses du bassin de l'oued Mejerda (projet 2 du tableau ci-dessus), afin d'abaisser le nouveau d'eau maximum prévu, d'améliorer la capacité d'écoulement et de réduire la fréquence des inondations.

Les travaux étant de grande envergure, ils furent réalisés en plusieurs étapes, suivant le budget annuel accordé et de sorte que, chaque année, l'observation de l'effet des travaux permette un retour d'expérience sur les travaux de l'année suivante. Les premiers travaux de la boucle de Protville furent commencés en 1952.

Quant au barrage de Tobias, construit dans le but d'assurer le niveau de collecte d'eau nécessaire à la zone d'irrigation, il fut transformé en barrage mobile dans les années 1990, tel qu'indiqué à la section 3 du tableau ci-dessus. Le barrage mobile de Tobias remplit un rôle d'une très grande importance pour la

régulation du débit en aval de l'oued Mejerda. Le canal de restitution (l'actuel canal) a été achevé dans les années 1950, et le barrage mobile dans les années 1990. L'aménagement du barrage mobile, en modifiant le cours de l'oued Mejerda, lui a donné sa forme actuelle. L'ancien cours de l'oued, pour sa part, sert aujourd'hui de canal d'irrigation.

### 3.2.2 Travaux de barrage

La lutte contre les inondations au moyen de structures autres que les canaux de restitution et les digues aménagés dans le bassin de l'oued Mejerda repose sur les barrages. Les travaux de barrage dans l'oued Mejerda ont été principalement déployés dans le développement de l'exploitation des eaux pour l'agriculture, pour la consommation et pour la génération d'électricité ; des barrages tels que ceux de Mellègue et de Sidi Salem remplissent la fonction de contrôle des crues. Les 8 barrages ci-dessous permettent de contrôler les crues dans le bassin de l'oued Mejerda.

**Tableau 3-2 Résumé des travaux de barrage (contrôle des crues)**

Dam	River	Year	C. Area (km <sup>2</sup> )	Normal Water Level(m)		Surcharge WL & Flood Control Volume			
				El (m)	Volume (Mm <sup>3</sup> )	El (m)	Volume (Mm <sup>3</sup> )	Flood Volume (Mm <sup>3</sup> )	ERD (mm)
Sidi Salem	Mejerda	1981	18,191	115.0	674.0	119.5	959.5	285.5	15.7
Mellegue	Mellegue	1954	10,309	260.0	44.4	269.0	147.5	103.1	10.0
Bou Heurtma	Bou Heurtma	1976	390	221.0	117.5	226.0	164.0	46.5	119.2
Silliana	Silliana	1987	1,040	388.5	70.0	395.5	125.1	55.1	53.0
Kasseb	Kasseb	1968	101	292.0	81.9	294.4	92.6	10.7	105.9
Ben Metir	Bou Heurtma	1954	103	435.1	57.2	440.0	73.4	16.2	157.3
Lakhmes	Silliana	1966	127	517.0	7.2	521.1	8.4	1.2	9.4
Rmil	Rmil	2002	232	285.0	4.0	288.0	6.0	2.0	8.6
Total (8 Dams)								520.3	

Note: ERD(Equivalent Rainfall Depth,mm) = Flood Control Volume/Catchment Area

La capacité de contrôle des crues, pour les 8 barrages, est de 520 millions m<sup>3</sup>. Les barrages de Sidi Salem et de Mellègue, avec 388 millions m<sup>3</sup>, représentent 75% de la capacité totale.

### 3.2.3 Système de collecte des informations hydrologiques et prévision des inondations

#### (1) Système de collecte des informations hydrologiques

Un système de collecte des informations hydrologiques (pluviométrie, débit, etc.) dans l'oued Mejerda a été mis en place à la DGRE en 2007 avec l'aide technique et financière de l'AFD (Agence Française de Développement). Quant aux informations sur les barrages (pluviométrie, volume du débit entrant, volume de restitution, niveau d'accumulation d'eau dans le barrage, etc.), elles sont collectées et gérées par la DGBGTH.

Le système de gestion des informations hydrauliques de la DGRE, appelé SYCOHTRAC (SYstème de Collecte des mesures Hydrologiques en Temp Réel et Annonce des Crues des oueds tunisiens), se compose de 75 stations d'observation des oueds réparties à travers le pays. 57 de ces stations d'observation se

trouvent dans le bassin de l'oued Mejerda. Les données d'observation sont actualisées chaque jour à 7 h 00 du matin, et le système permet d'effectuer les mesures et la collecte des données à intervalles de 15 minutes au moment des inondations. Le système compte 39 stations d'observation pluviométrique et 37 stations d'observation du niveau d'eau ; 30 stations d'observation pluviométrique et 22 stations d'observation du niveau d'eau étaient en service en septembre 2012.

## **(2) Prévision des inondations**

La prévision des précipitations n'est pas comprise dans les fonctions du système de prévision des inondations. Le système prévoit le niveau d'eau en tenant compte du temps de propagation vers l'aval sur la base des résultats d'analyse des niveaux d'eau et des débits précédemment enregistrés dans les principales stations d'observation. Le temps de propagation depuis le barrage de Sidi Salem est tel qu'indiqué ci-dessous.

**Tableau 3-3 Temps de propagation des inondations (norme de Sidi Salem)**

Reference Points	Slouguia	Mejes El Bab	El Battan	Jedeida	GP 8 Road	Tobias Barrage
Distance from SS Dam(Km)	22	38	97	106	132	135
Max. Propagation Time (hrs)	4	8	23	23	31	32
Min. Propagation Time (hrs)	6	11	29	33	44	42

Source : DGRE

## **(3) Les problèmes du système et les solutions**

Nous avons interrogé la Direction des eaux de surface de la DGRE à propos des problèmes et solutions concernant le système télémétrique et les prévisions et alertes d'inondation. Le contenu de cette enquête est présenté ci-dessous.

**Tableau 3-4 Problèmes et solutions concernant le système et la maintenance du SYCOHTRAC**

Problèmes relatifs au système, à sa maintenance et à sa gestion	Solutions apportées par le DGRE (en date de sept. 2012)
1. La DGRE a conclu un contrat avec la société CZMS concernant la maintenance des équipements hydrologiques fournis et installés par cette dernière, mais le rendement escompté des équipements n'a pas été atteint. Le contrat avec cette société a été résilié en novembre 2011.	Depuis la résiliation du contrat en novembre 2011, la DGRE se charge elle-même de la maintenance et de la mise en place des équipements.
2. Des mesures s'imposent face aux actes de vol et de destruction à l'endroit du système.	La structure des installations d'observation a été améliorée ; elles sont maintenant verrouillées à clé et contiennent un panneau solaire. Les équipements ont été renouvelés en 20 emplacements par des produits achetés de la société OTT d'Allemagne. Ces mesures n'ont pas complètement éliminé les vols, mais ils ont diminué.
3. Le système de gestion des barrages n'est pas compatible avec le SYCOHTRAC.	a. La DGRE a introduit des équipements d'observation à chacun des barrages, mais faute d'être compatibles avec le système des barrages ils ne fonctionnent pas bien. On prévoit examiner la possibilité de concentrer les équipements à Sidi Salem et de les intégrer au système de la DGRE. b. L'incompatibilité des données semble provient du système de transmission des données ; on prévoit remplacer l'actuel système GSM par un système GPRS. c. Le système GPRS permettant l'échange des données via l'Internet, il sera possible de les échanger et d'offrir des informations non seulement aux CRDA, mais aussi aux autres organisations concernées. d. Comme seule la société Tusiania possède ce système, le renouvellement du contrat se fera avec cette société.
4. Les informations sur les inondations ne sont pas transmises aux autres ministères.	La transmission des données sur les inondations n'est offerte qu'aux CDRA, par l'Internet, celles-ci étant les seules capables de recevoir lesdites données. Un logiciel spécial de contrôle étant utilisé, les informations ne sont pas offertes aux autres organisations. Les autres communications sont assurées par une ligne téléphonique dédiée. Le tout fait l'objet d'un contrat avec la société Tunisia.
5. L'obtention des données hydrologiques de l'Algérie n'est pas possible.	En 2011, les deux pays ont tenu des discussions. Elles s'étaient entendues pour partager l'information, mais par la suite il y a eu un changement de gouvernement et les négociations sont actuellement stagnantes.

Source : Résultat de l'enquête verbale réalisée auprès de la Direction des eaux de surface de la DGRE.

### 3.2.4 Situation actuelle des mesures d'urgence en cas d'inondation

#### (1) Situation actuelle des mesures d'urgence en cas de calamité

Selon l'Office National de la Protection Civile (ONPC), 90% des calamités qui surviennent en Tunisie sont dues aux inondations, contre moins de 10% pour les autres types de calamités (incendies, neige abondante, sécheresse, etc.).

Selon la loi n° 39-1991 (sur la gestion des calamités et l'organisation des secours), en cas de prévision d'une calamité le gouvernement national et le gouvernorat concerné mettent en place un Comité de gestion des calamités dont la présidence est assurée par le ministre de l'intérieur (au niveau national) et le gouverneur (au niveau régional).

Par ailleurs, l'ONPC du Ministère de l'intérieur, en tant qu'organisation gouvernementale de gestion des calamités remplit le rôle de bureau permanent du Comité et se charge de la coordination entre les organisations concernées par les calamités aux niveaux central et régional. Les gouvernorats concernés par

l'évacuation en cas d'inondation de l'oued Mejerda sont ceux d'Ariana en aval, de Manouba en amont, et de Bizerte pour une partie de la zone du bassin de retardement.

Nous résumons ci-dessous l'organisation aux niveaux national et régional en matière de calamités.

### **1) Commission nationale de gestion des catastrophes**

Selon les décrets n°942-1993 et n° 2723-2004, la Commission nationale de gestion des catastrophes est l'autorité la plus élevée en matière de gestion des calamités, et c'est le ministre de l'intérieur qui occupe le poste de président de la commission. Tel qu'indiqué ci-dessous, cette commission se compose, outre son président, de 26 représentants désignés par les ministères concernés. Ces représentants sont désignés selon la nature des calamités.

### **2) Commissions régionales de gestion des catastrophes**

Ces commissions sont mises en place dans les gouvernorats lorsque surviennent des calamités, avec le gouverneur au poste de président de la commission. Les commissions se composent, outre leur président, de 17 représentants désignés par l'organisation régionale des ministères concernés. Ces représentants sont désignés selon la nature des calamités.

### **3) Offices de la protection civile**

Les offices de la protection civile comprennent l'Office national de la protection civile, les Offices régionaux de la protection civile au niveau des gouvernorats, et des Centres délégués de la protection civile ; en collaboration avec les garnisons, la police et l'armée, ils se chargent des opérations d'évacuation et de contrôle des inondations.

### **4) Les bénévoles et la Croix rouge internationale**

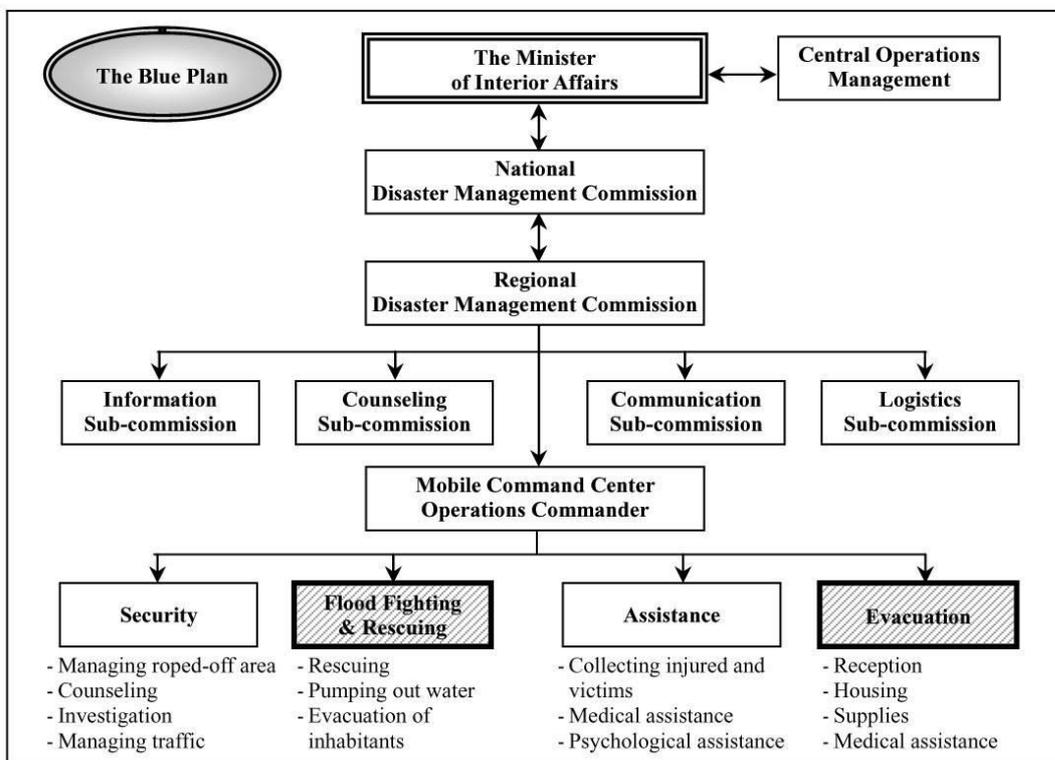
En cas de calamités, des bénévoles apportent leur aide aux opérations de contrôle des inondations. Selon le décret n° 2428-1999 (1<sup>er</sup> novembre 1999), la réglementation sur la participation des bénévoles aux activités de gestion des calamités stipule que les citoyens âgés de 20 ans ou plus et ayant réussi l'examen de bénévolat peuvent s'enregistrer en tant que bénévoles, et qu'ils sont convoqués à l'Office régional de la protection civile lorsque surviennent des calamités.

## **(2) Plans de lutte contre les calamités**

Les plans de lutte contre les calamités sont élaborés par les Commissions régionales de gestion des catastrophes en collaboration avec les Offices régionaux de la protection civile, sur la base des décrets n° 39-1991 et n° 942-1993. La Commission nationale de gestion des catastrophes examine les plans régionaux, puis ceux-ci sont approuvés par les gouverneurs. La planification de l'évacuation et du contrôle des inondations, dans chaque gouvernorat, est intégrée à l'ORSEC (Organisation de la Réponse de Sécurité Civile).

Le plan de chaque gouvernorat est élaboré sur la base de directives permettant la normalisation du système d'application et des procédures adoptés en cas de calamités, en tenant compte des besoins propres

à chaque gouvernorat.



Source : NCPO & Mater Plan

**Figure 3-5 Organisation du contrôle des calamités, et système de transmission des informations sur les calamités (Plan bleu)**

Parmi les plans de contrôle des calamités, celui relatif aux inondations est appelé « Plan bleu ». La structure organisationnelle du Plan bleu est telle que présentée à la figure ci-dessus.

### (3) Lancement d'alerte d'inondation

Les alertes d'inondation sont lancées par le ministre de l'intérieur, sur la base des données de niveau d'eau dangereux fournies par la DGRE du Ministère de l'Agriculture. Tel qu'indiqué ci-dessous, les alertes comportent deux niveaux : Alerte et Débordement.

**Tableau 3-5 Niveaux d'alerte des stations d'observation du niveau d'eau**

No.	Station Name	Relative CRDA	Alert Level(cm)	Overflow Level(cm)
1	Pt Bizerte	Ariana	600	750
2	Tobias	Ariana	590	694
3	Bj Toume	Monouba	400	500
4	Jedeida	Monouba	750	820
5	Larousia	Monouba	190	-

Note : Alert and overflow levels do not correspond to the ground elevation network system.

Source : DGRE

### (4) Évacuation et centres d'évacuation en cas d'inondations

Lorsqu'une alerte d'évacuation est lancée, les habitants de la région se réfugient dans les centres d'évacuation désignés. L'évacuation s'effectue par unités villageoises ou familiales. L'office de la protection civile et l'armée collaborent à l'exécution de l'évacuation.

**(5) Problèmes concernant l'évacuation en cas d'inondation, le lancement des alertes et leur transmission**

Nous avons classé ci-dessous les problèmes qui affectent l'évacuation en cas d'inondation, le lancement des alertes et leur transmission.

**Tableau 3-6 Problèmes concernant les évacuations en cas d'inondation, le lancement des alertes et leur transmission**

Division	Problèmes
Évacuation, prévention, opérations de secours	1) Certains habitants n'évacuent pas les lieux par crainte des vols qui surviennent pendant les évacuations. 2) Chez les éleveurs de bétail, le chef de famille reste souvent pour prendre soin du bétail, ignorant les alertes d'évacuation. 3) Les équipements nécessaires aux opérations de secours sont insuffisants. Il manque tout particulièrement de pompes de vidange et de bateaux de secours. 4) La prolongation de l'évacuation s'accompagne d'affaiblissement physique et de souffrance mentale. 5) Les habitants ne sont pas bien préparés aux inondations et ne réagissent pas assez vite aux alertes d'évacuation.
Lancement et transmission des alertes	1) Les informations du Ministère de l'Agriculture sur les inondations ou débordements mettent du temps à être transmises. Souvent, elles arrivent tout juste avant le débordement. 2) La transmission des alertes d'évacuation aux familles (soit par visites individuelles, soit par les patrouilles) prend beaucoup de temps. 3) Il est déjà arrivé que 90 personnes aient été laissées derrière dans la délégation d'Ariana, car ces personnes, dont la plupart étaient faibles, n'avaient pas eu connaissance de l'alerte. 4) Les fréquentes pannes d'électricité rendent l'évacuation difficile la nuit.

Source : Selon l'enquête réalisée auprès de l'ONPC et des CRDA du gouvernorat de Manouba.

**3.2.5 Maintenance et gestion du canal**

La gestion du canal de l'oued Mejerda est sous la responsabilité des CRDA de chaque région administrative.

Dans le gouvernorat de Manouba, on procède au creusage et au déboisement du canal depuis l'inondation de 2003. De mai à novembre 2004, la CRDA du gouvernorat de Manouba a creusé le canal sur une distance de 5 km (du nouveau pont routier de Jedaida à Sidi Thabet, à la limite du gouvernorat d'Ariana), puis enlevé les tamaris qui poussaient dans le canal. Par contre, comme les tamaris ont une grande capacité de reproduction et s'adaptent à divers types de sol, ils avaient repoussé de 2 à 4 mètres deux ans après la coupe. Quant aux tamaris qui poussaient dans le secteur de 500 mètres en amont du pont du canal à Jedaida, ils ont été déracinés par un bulldozer de l'armée équipé d'une dessoucheuse à griffe. En déracinant ainsi les jeunes pousses de tamaris, on a pu empêcher qu'ils se reproduisent de nouveau à un rythme rapide. Le canal de l'oued Chafrou a aussi été creusé en 2004, sur un secteur de 2,5 km à la jonction de l'oued Mejerda.

### **3.2.6 Fonction du bassin de retardement d'El-Mabtouh, et règlements d'exploitation des terres**

Le bassin de retardement d'El-Mabtouh, en zone de terres basses, est utilisé depuis longtemps comme marais salant (saline). Actuellement, le bassin de retardement sert de réservoir temporaire pour les eaux qui s'écoulent des montagnes à l'ouest et au nord, et pour les eaux qui débordent de la rive gauche de l'oued Mejerda. Quant au canal de restitution du bassin de retardement, il rejoint l'oued Mejerda en amont du barrage de Tobias. Une vanne de restitution et d'anti-reflux a été aménagée à ce point de confluence, mais elle est actuellement endommagée et hors service.

Le bassin de retardement est divisé en 3 zones, dont l'ordre de remplissage et de vidange est déterminé.

### **3.3 Activités des bailleurs de fond pour la gestion des ressources en eau**

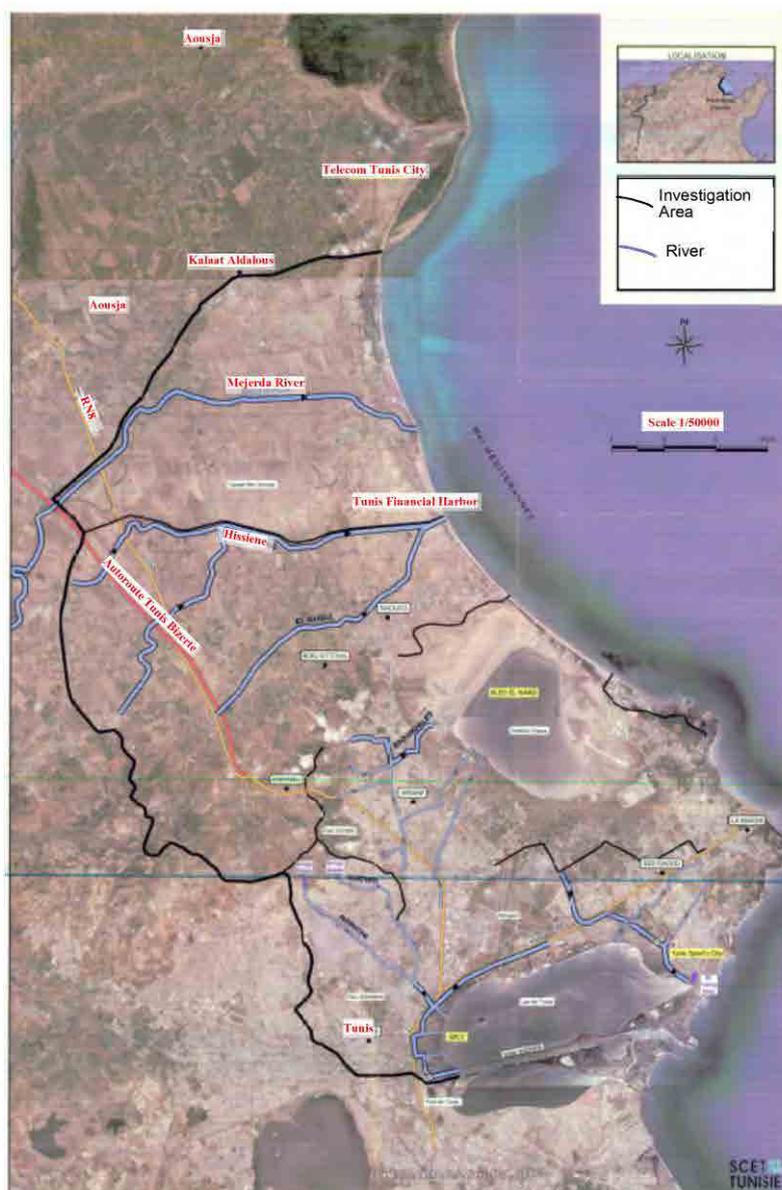
#### **3.3.1 Activités des bailleurs de fond**

##### **(1) Domaine de la lutte contre les inondations**

Dans le domaine de la lutte contre les inondations, la plupart des initiatives prises ont été financées par la Tunisie. Les projets réalisés par les bailleurs de fonds internationaux, résumés ci-dessous, l'ont été jusqu'ici par la Banque africaine de Développement, la Banque mondiale et l'Agence japonaise de Coopération internationale.

##### **1) Banque africaine de Développement**

La Banque africaine de Développement réalise actuellement une étude de faisabilité intitulée « Étude de protection contre les inondations des zones Nord et Est du Grand Tunis ». Elle s'étend sur une durée de 13 mois, du 16 mai 2012 au 15 juin 2013. C'est la Direction de l'Hydraulique Urbaine du Ministère de l'Équipement qui assure la supervision générale de cette étude. La pertinence de l'exécution des travaux et le bailleur de fonds seront déterminés sur la base des résultats du rapport d'étude. Tel qu'indiqué sur la figure ci-dessous, la région cible de l'étude en question comprend la ville de Tunis et la région du bassin de l'oued Mejerda en aval de la route nationale 8 ; une partie de cette région, du côté nord, chevauche donc la zone couverte par la présente Étude. Pour la présente Étude, nous prévoyons améliorer le canal dans la partie située en amont du pont Kalâat el-Andalous ; les travaux seront exécutés par le Ministère de l'Agriculture dans cette zone, et il a pris des arrangements avec le Ministère de l'Équipement pour éviter le chevauchement des travaux à l'étape de l'exécution.



**Figure 3-6 Régión ciblée par l'étude de protection contre les inondations des zones Nord et Est du Grand Tunis**

## 2) Agence japonaise de Coopération internationale (JICA)

Le Japon a contribué de manière continue au développement de la Tunisie (prêt d'ADP, aide financière non remboursable, assistance technique). Parmi ses réalisations pour la lutte contre les inondations, mentionnons les suivantes.

1. Plan de lutte contre les inondations urbaines	Ministère de l'Équipement	1997	3,13 milliards de yens	Aide financière non remboursable
2. Travaux de contrôle des inondations dans la région du grand Tunis	Ministère de l'Équipement	2007	6 milliards 808 millions de yens	Aide financière non remboursable
3. Étude sur une gestion intégrée du bassin axée sur le contrôle des inondations dans l'oued Mejerda en République tunisienne	Ministère de l'Agriculture	2006-2008		Assistance technique (étude de développement)

### **3) Banque mondiale**

Elle a soutenu la restauration et la reconstruction de la ville de Sfax suite aux inondations de 1982. Les mesures de lutte contre l'inondation prises ensuite par la Banque mondiale se sont chiffrées à une aide de 25 millions de dollars US (sur un total de 48 millions). Les travaux ont consisté en réparation de digue, aménagement de canal d'écoulement et aide à la reconstruction des villes et villages voisins.

#### **(2) Domaine de l'exploitation des eaux**

Avant même les années 1950, et jusqu'à nos jours, de nombreux projets ont été réalisés dans le domaine de l'exploitation des eaux grâce à l'aide des bailleurs de fonds. Cette aide a consisté en la construction de barrages, la mise en place d'équipements d'irrigation, la fourniture d'eau potable et l'aménagement d'installations d'adduction d'eau et d'égouts. Un grand nombre d'organisations ont apporté leur contribution, dont notamment des organisations internationales, des organisations fournissant des prêts de développement communautaire et des groupes d'assistance locaux. Cela comprenait aussi de l'aide bilatérale. Les principaux bailleurs de fonds sont tels qu'indiqués ci-dessous.

- 1) Banque mondiale
- 2) German International Cooperation (*GIZ*)
- 3) Agence Française de Développement (*AFD*)
- 4) Banque Africaine de Développement (*BAD*)
- 5) Fonds Européen de Développement (Banque centrale européenne, Facilité d'Investissement pour le Voisinage)
- 6) Fonds Arabe pour le Développement Economique et Social (*FADES*)
- 7) Agence japonaise de Coopération internationale (*JICA*)
- 8) Autres : Fonds d'Abu Dhabi, Kuwait Fund for Arab Economic Development (*KFAED*)

Chaque année la désertification progresse de 20 000 hectares en Tunisie (selon les données de l'OCDE) ; la lutte contre cette désertification fait l'objet d'importantes mesures en Tunisie et donne lieu à la réalisation de divers projets.

#### **3.3.2 Lien entre les présents Travaux et les politiques japonaises d'aide à la Tunisie**

Les politiques d'aide à la Tunisie annoncées par le Ministère des Affaires étrangères du Japon comprennent entre autres le développement et à la gestion des ressources en eau.

La déclaration de Yokoyama adoptée lors de la TICAD (conférences sur le développement africain) IV traitant les problèmes de l'environnement et du changement climatique met l'accent sur l'importance de l'eau. Ainsi la nécessité de la promotion d'utilisation durable des ressources en eau a été reconfirmée. Le but de la présente Étude consistant à réaliser une étude de faisabilité des travaux par prêt d'ADP afin de limiter le plus possible les dommages causés par les inondations dans le bassin de l'oued Mejerda, elle s'intègre bien aux politiques d'aide du gouvernement du Japon.

### **3.4 Projets de développement dans la Zone D2 de l'oued Mejerda**

Sur la rive aux environs de l'embouchure de l'oued Mejerda, deux projets de développement sont planifiés à l'aide de capitaux privés, à savoir : Tunis Bay Financial Harbour et Telecom Tunisia. La zone D2 qui fait l'objet du projet de mesures préventives contre les inondations de l'oued Mejerda est comprise dans lesdits projets de développement. Nous avons indiqué le positionnement de ces projets dans une figure présentée précédemment. Sur la base des résultats de l'analyse des inondations présentés dans le chapitre 4 ci-après, on peut confirmer que les deux projets en question ne seront pas affectés, même avec une échelle 1/100<sup>ème</sup>.

### **3.5 Nécessité et positionnement des travaux**

#### **3.5.1 Nécessité des travaux**

La réalisation des présents Travaux aura une grande signification : avec pour objet l'aval de l'oued Mejerda (zone D2), fréquemment frappée par de graves dommages causés par les inondations, on procédera à la réfection de l'oued et à la mise en place d'un bassin de retardement par diversion des eaux, et on aménagera les infrastructures de l'oued (p. ex. en réparant le pont qui traverse l'oued) ; on procédera aussi au renouvellement du SYCOHTRAC, à la hausse d'opérabilité du système de contrôle de décharge des barrages, et on prendra des mesures logistiques telles que le renforcement de la capacité de gestion des inondations au Ministère de l'agriculture et le renforcement de la prévention communautaire des sinistres ; cela favorisera la réduction des dommages causés par les inondations dans le bassin, et, par conséquent, contribuera au développement économique et industriel de la République tunisienne.

#### **3.5.2 Positionnement des Travaux**

##### **(1) Antécédents**

La JICA a réalisé une Étude sur la Gestion Intégrée du Bassin axée sur la Régulation des Inondations dans le bassin de la Mejerda en République Tunisienne » (désignée ci-après « l'Étude de Développement »), de 2006 à 2008, et élaboré un Plan directeur pour la gestion intégrée des eaux du bassin. Par la suite, de septembre 2010 à mars 2013, une étude de faisabilité a été réalisée concernant la gestion intégrée du bassin et le contrôle des inondations de l'oued Mejerda (zone D2), où les effets économiques ont été jugés les plus considérables dans le Plan directeur ; cette étude comprenait deux volets : une étude préparatoire et la présente Étude.

##### **(2) La Tunisie et ses politiques de prévention des sinistres et d'aménagement des eaux dans le bassin de l'oued Mejerda**

Dans le Onzième plan quinquennal (2007 à 2011), la réduction des dommages causés par les inondations figurait parmi les éléments importants. De même, dans le Douzième plan quinquennal (2010 à 2014), la lutte contre les inondations demeure un élément important : un effort supplémentaire est jugé nécessaire pour la gestion du bassin, la protection par des barrages, la protection des secteurs urbains contre les inondations, la prévention de l'érosion, la protection des terres fertiles et la hausse de la productivité.

**(3) Lien entre les présents Travaux et les politiques japonaises d'aide à la Tunisie**

La présente étude étant une étude de faisabilité visant à promouvoir des travaux par prêt d'ADP afin de limiter le plus possible les dommages causés par les inondations dans le bassin de l'oued Mejerda, elle s'inscrit dans le même sens que les politiques d'aide du gouvernement du Japon et que la Déclaration de Yokohama.

**(4) Résumé des projets liés**

La DHU du Ministère de l'Équipement réalise une étude de faisabilité intitulée « Étude de protection contre les inondations des zones Nord et Est du Grand Tunis » (du 16 mai 2012 au 15 juin 2013), grâce à l'aide financière non remboursable de la Banque africaine de Développement. L'aire ciblée par cette étude de faisabilité et par la présente Étude se chevauche en aval du barrage de Tobias de l'oued Mejerda, mais la coordination assurée par le Ministère de l'Agriculture et le Ministère de l'Équipement évitera que les travaux n'entrent en conflit à l'étape de leur exécution.

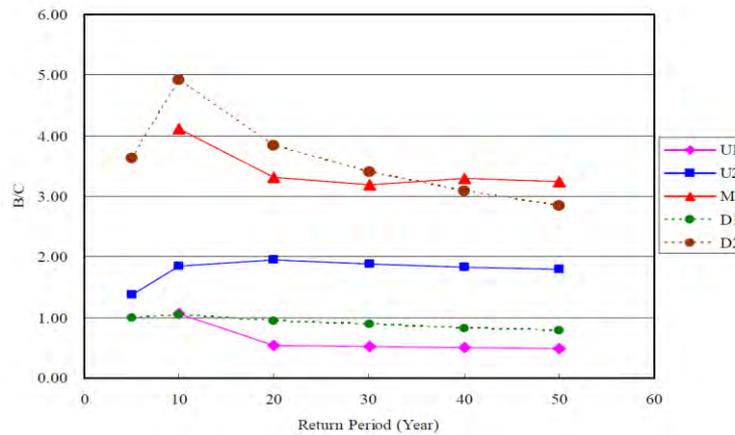
## Chapitre 4 Plan d'amélioration de l'oued

### 4.1 Conditions de base du plan d'amélioration du chenal de l'oued

#### 4.1.1 Niveau de sécurité de la maîtrise des crues

Le niveau de sécurité de la maîtrise des crues visé par le projet suit le plan directeur. Le plan directeur calcule le rapport coûts/bénéfices (C/B), par niveau de sécurité, par section et adopte le niveau de sécurité dont le rapport C/B maximal est escompté.

La relation entre le rapport C/B et le niveau de sécurité par section est indiquée ci-dessous. A l'issue de l'étude indiquée ci-après, le niveau de sécurité de la maîtrise des crues ciblé pour la zone D2 est fixé à la période de retour de 10ans.

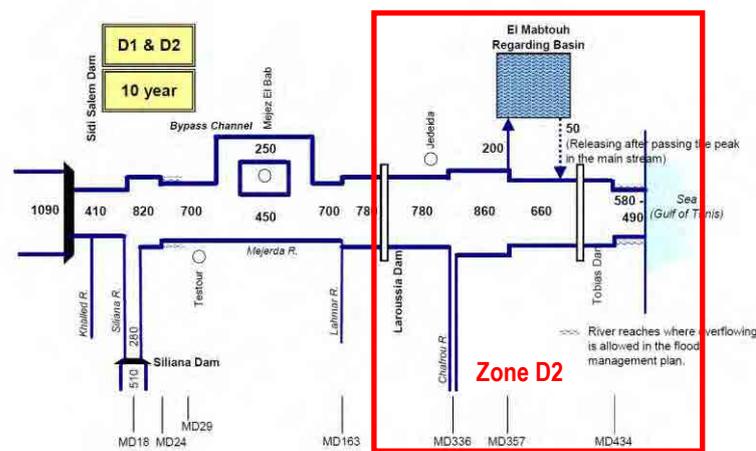


Source: Etude du plan directeur

**Figure 4-1 Hydrogramme des principaux points**

#### 4.1.2 Mesures structurelles

Dans le plan directeur, le débit de crues de conception basée sur la période de retours de 10ans est réparti comme indiqué ci-dessous. Le plan directeur prévoit les mesures structurelles combinées de l'amélioration du chenal de l'oued et du renforcement de bassins de retardement pour la zone D2. La présente étude prévoit également les mesures structurelles associées de l'amélioration du chenal de l'oued et du renforcement de bassins de retardement.



Source: Etude du plan directeur

**Figure 4-2 Débit réparti de crues de conception du plan directeur**

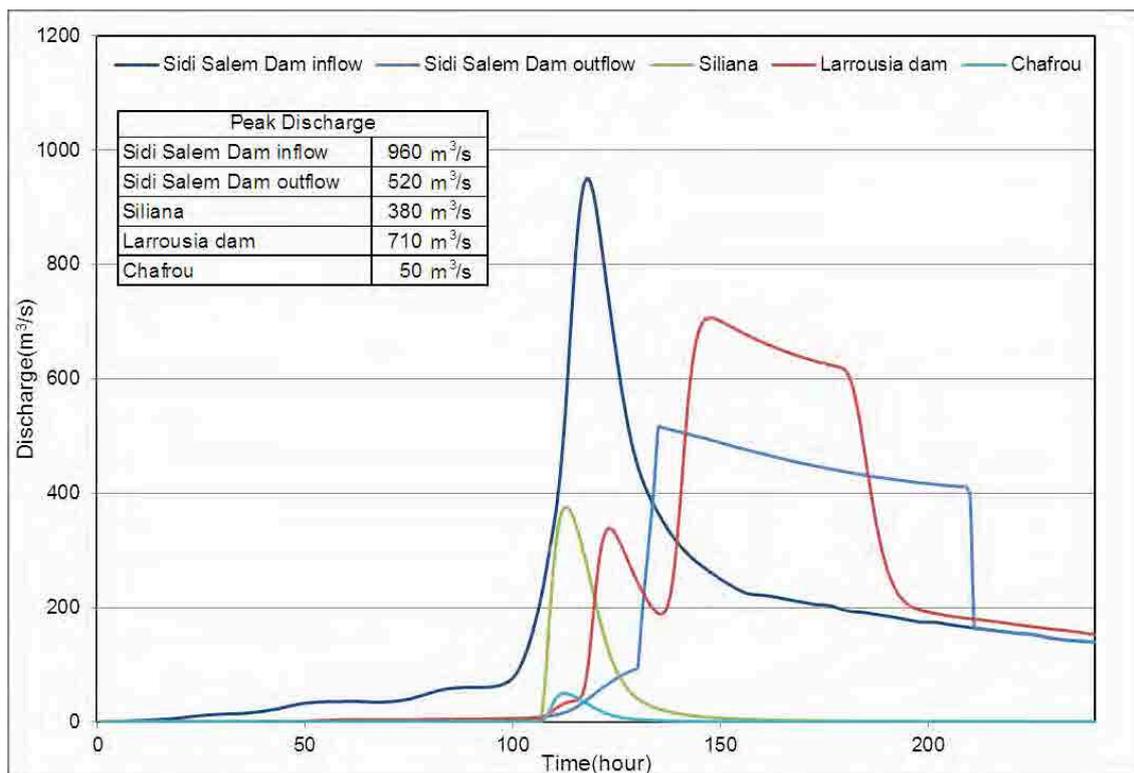
#### 4.2 Débit de crues de base

Le calcul de débit a été étudié dans le cadre de « l'Evaluation des effets des changements climatiques dans le bassin de l'oued Medjerda en République Tunisienne » (ci-après appelée " l'Evaluation des effets des changements climatiques de l'oued Medjerda"). Dans le cadre de la présente étude, le résultat de calcul de débits examiné dans le cadre de l'évaluation des effets des changements climatiques de l'oued Medjerda sera exploité pour la détermination des « débit de crues de base et débit de crues de projet ».

L'hydrogramme des principaux points ainsi que le débit réparti des crues de base disponibles à l'issue de ladite évaluation sont montrés ci-dessous. Le débit maximal au barrage de Laroussia est de  $710\text{m}^3/\text{s}$ . Dans la zone D2 visée par la présente étude, son débit est fixé à  $800\text{m}^3/\text{s}$  tout en tenant compte de l'écoulement des bassins versants autres que le bassin versant en aval du barrage de Laroussia (y compris l'écoulement de l'oued Chafrou).

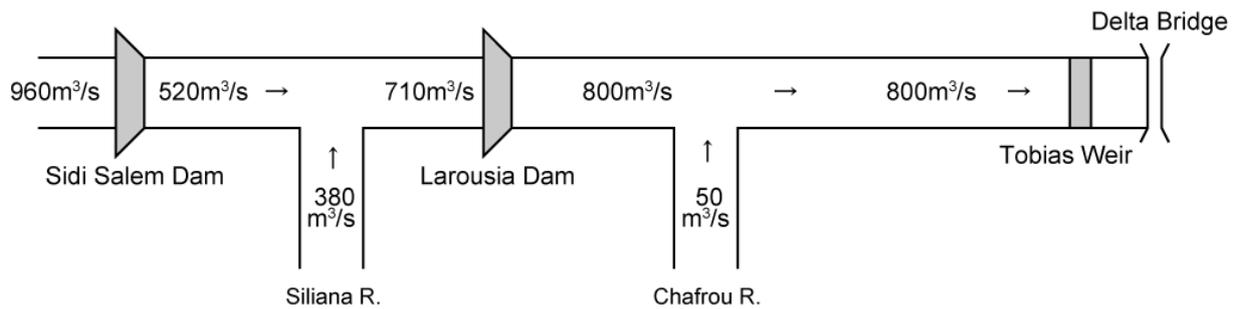
Le débit de dérivation du barrage Sidi Salem est calculé avec les conditions suivantes.

- ♦ Niveau d'eau lors de commencement de réglage d'inondation.
- ♦ La vanne est ouverte à  $0,9\text{m/h}$  et ouverte complètement au bout de 6 heures.
- ♦ Lorsque le niveau d'eau est bas, la vanne est laissée ouverte complètement jusqu'au niveau maximum permanent de  $115,0\text{m}$ .



Source: Mission d'étude JICA

**Figure 4-3 Hydrogramme des principaux points**



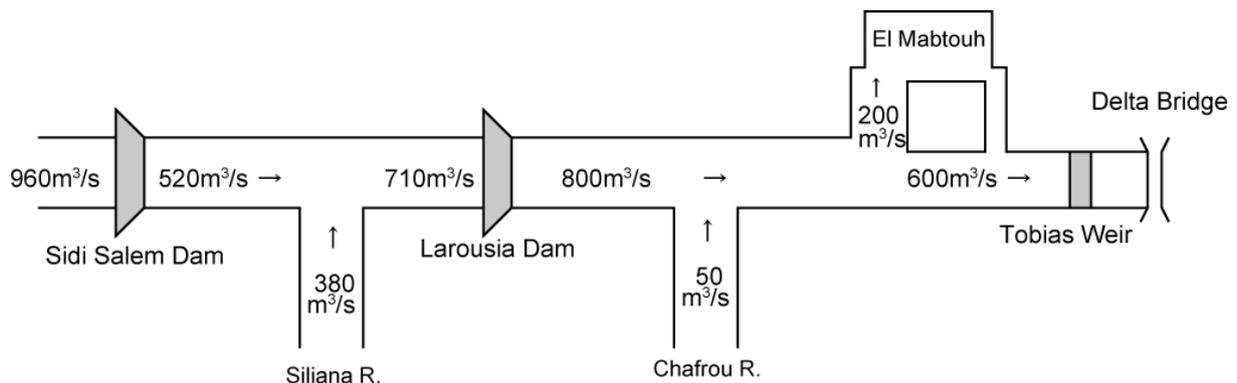
Source: Mission d'étude JICA

**Figure 4-4 Débit réparti des crues de base**

### 4.3 Débit de crues du projet

Les mesures contre les crues seront celles associées de l'amélioration de l'oued et de la construction du barrage de retardement d'El Mabtouh.

Le débit distribué au barrage de retardement d'El Mabtouh est fixée à 200m<sup>3</sup>/s suivant le plan directeur en tenant compte de la capacité du garaet El Mabtouh. Le schéma de débit réparti des crues de projet est montré ci-dessous :



Source: Mission d'étude JICA

**Figure 4-5 Débit réparti des crues du projet**

### 4.4 Nature du chenal de l'oued

#### 4.4.1 Plan de section transversale et longitudinale de lit

La zone D2 (barrage de Laroussia – aval extrême de l'oued Medjerda) fait l'objet de la présente étude. Le Tableau ci-dessous montre les données utilisées pour comprendre la nature du chenal de l'oued dans le cadre de la présente étude. Parmi les données de l'arpentage transversal de 2011, il a été constaté que quelques endroits où les polygonales n'étaient pas perpendiculaires par rapport à la ligne milieu du lit. De ce fait, les documents de l'arpentage effectué en 2007 sont utilisés dans le cadre de la présente étude.

**Tableau 4-1 Données de l'arpentage du chenal**

	Section	Année	Source	Longueur	Nombre de coupes
1	Oued Medjerda (barrage de Laroussia – aval extrême de l'oued Medjerda)	2007	Plan directeur	64 974km	199

#### 4.4.2 Capacité actuelle d'écoulement à saisir

Il faut comprendre la capacité d'écoulement de l'état actuel de la section faisant l'objet de la présente étude. Les conditions de calcul hydrologique utilisées pour l'évaluation de la capacité d'écoulement sont comme montre le tableau ci-dessous :

**Tableau 4-2 Conditions de calcul hydrologique**

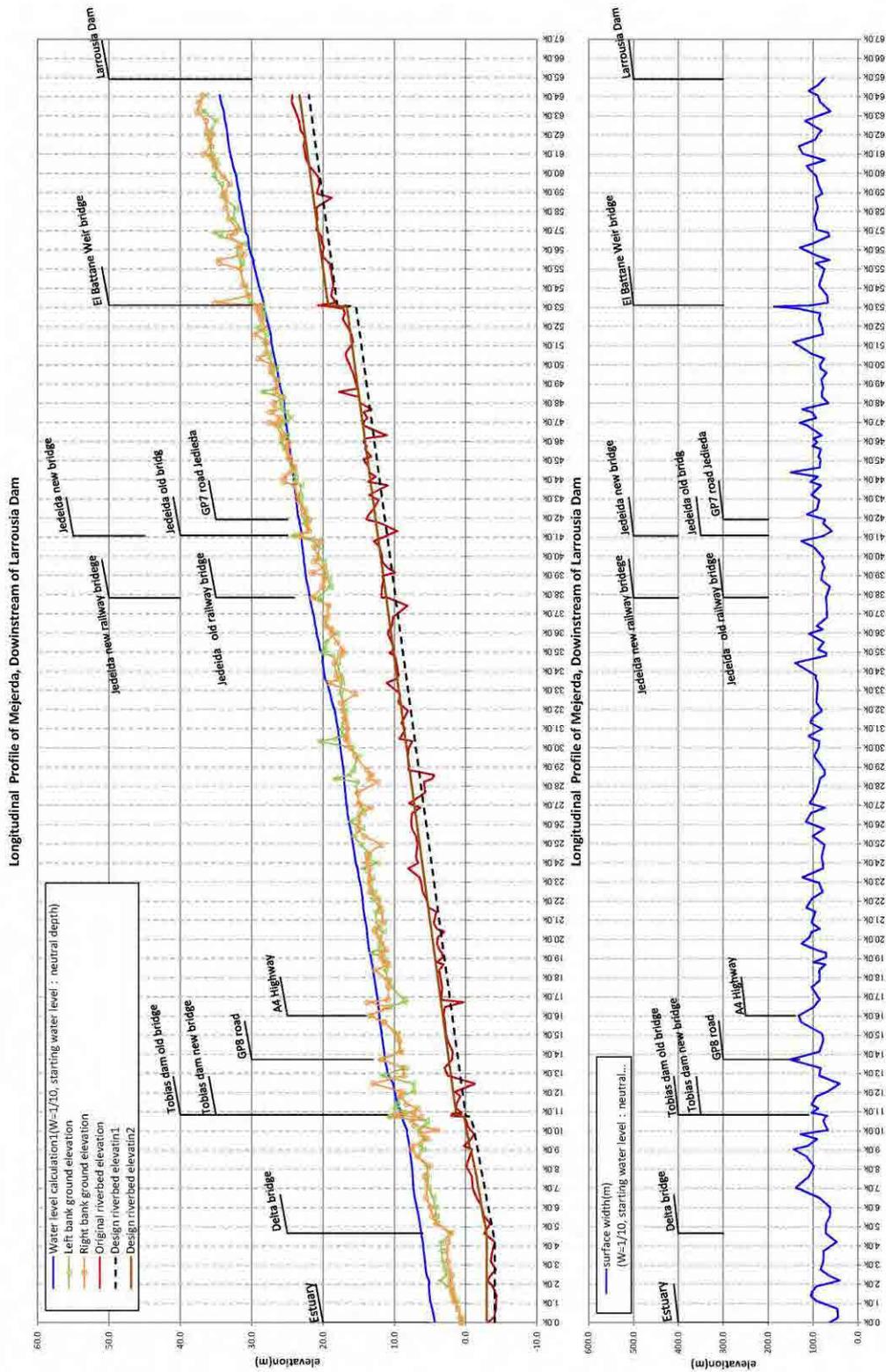
N°	Rubrique	Conditions
1	Méthode de calcul	Calcul de l'écoulement graduellement varié
2	Section objet de l'examen	Oued Medjerda (aval extrême de l'oued Medjerda-barrage de Laroussia : 64 974km)
3	Chenal objet de l'examen	Chenal actuel (2007)
4	Débit objet de l'examen	6 cas de 20% à 120% de débits de la période de retour de 10ans (800m <sup>3</sup> /s)
5	Coefficient de rugosité	0,04
6	Niveau d'eau de base	0,77m
7	Ouvrage	11 ponts

**Tableau 4-3 Différents ouvrages**

N°	Nom de l'ouvrage		Distance depuis l'embouchure	Largeur de pile	Nombre de piles
1	Pont d'El Battan	El Battan Weir bridge	53 111	2,24	17
2	Pont routier de GP7 Jedieda	GP7 road Jedieda	41 926	1,2	4
3	Vieux pont du centre-ville de Jedeida	Jedeida old bridge	41 091	6	3
4	Pont du centre-ville de Jedeida	Jedeida new bridge	41 071	1	2
5	Pont routier de l'autoroute A4	A4 Highway	16 017	2	5
6	Pont routier de GP8	GP8 road	13 728	0,6	10
7	Vieux pont Henchir Tobias	Tobias dam old bridge	10 836	0,5	4
8	Niveau pont Henchir Tobias	Tobias dam new bridge	10 828	0,8	2
9	Pont du Delta (Pont submersible de Kalaat El Andalous)	DelTableauridge	4 664	0,37	3
10	Vieux pont ferroviaire de Jedeida	Jedeida old railway bridge	37 848	2,278	1
11	Niveau pont ferroviaire de Jedeida	Jedeida new railway bridge	37 834	1,013	2

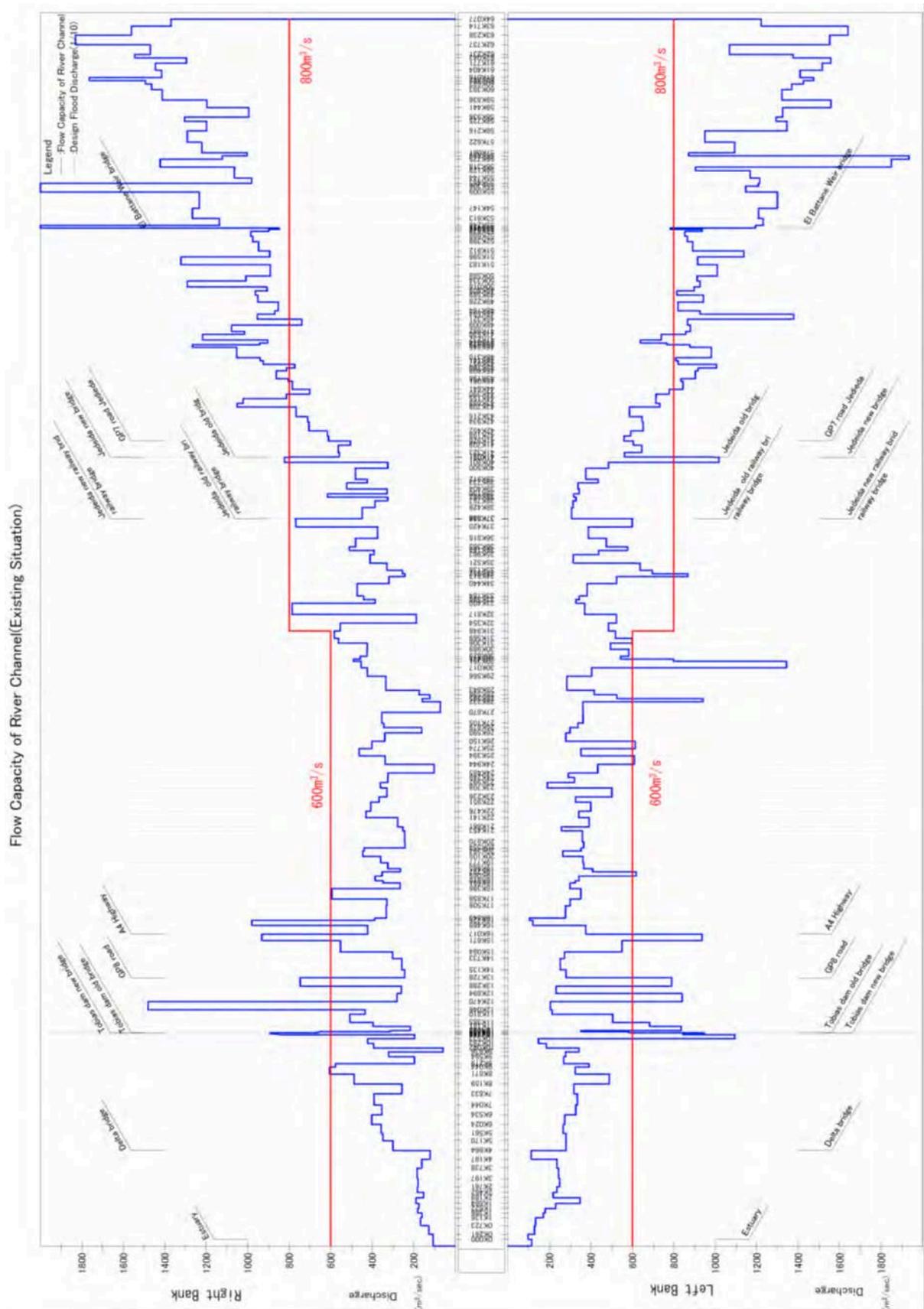
Source: Mission d'étude JICA

Source: Etude du plan directeur



Source: Mission d'étude JICA

**Figure 4-6 Profil longitudinal de l'oued (situation actuelle) et résultat de calcul du niveau de l'eau des coupes en état actuel**



Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-7 Capacité de débit de l'oued (situation actuelle)

## **4.5 Plan du lit de l'oued**

### **4.5.1 Amélioration de l'oued Medjerda**

Pour les plans proposés sur le lit de l'oued, le plan de la construction des digues latérales et le plan de l'excavation sont comparés. Les principes de base respectifs de l'endiguement et de l'excavation sont comme suit :

- **Cas N° 1 : Construction des digues latérales**

L'examen portait sur les digues latérales dont le gradient est en proportion de 1 sur 2 (distance verticale sur distance horizontale) et la largeur de la crête est de 4,0m, en prévoyant la hauteur de marge de 1,0m évaluée sur la base de la coupe actuelle et des digues latérales.

- **Cas N° 2 : Excavation**

Le lit sera au niveau moins élevé autant que possible par rapport au sol avec la hauteur de marge prévue. La hauteur de marge est de 1,0m, la déclivité de digues est en proportion de 1 sur 2 (distance verticale sur distance horizontale), la pente du lit est fixée à 1/2600 en se basant sur le niveau le plus profond actuel du lit. La profondeur maximale de l'excavation est fixée à 2,0m à 5,0m plus élevés par rapport au lit de l'oued de projet en conservant le passage d'eau.

Etant donné que le chenal est plus profond en amont par rapport à l'avant et que la capacité de débit est relativement élevée en amont, la profondeur maximale est fixée à près de 2,0m de plus par rapport au chenal de projet en aval et à près de 5,0m dessus du chenal de projet en amont. Les profondeurs maximales ainsi déterminées sont reliées en ligne pour fixer la ligne de profondeur maximale de l'excavation. La pente de ladite ligne est approximativement 1/ 2 000.

- **Cas N°3 : Excavation + endiguement**

Ce plan consiste à endiguer de la hauteur de marge (1,0m) en se basant sur le plan de l'excavation, pour réduire le volume de terre excavée.

A partir des pages suivantes sont montrés la section transversale de lit de l'oued de projet aux coupes représentatives ainsi que le profil longitudinal de niveau d'eau. Le niveau de l'eau du cas N° 1 est de 1,5m à 3,3m (2,4m en moyenne) plus élevés par rapport au celui du cas N° 2. En ce qui concerne l'étendue de terrain nécessaire, le cas N° 3 est plus avantageux. En outre, le cas N° 1 et le cas N° 3 nécessitent l'enlèvement ou le déménagement du vieux pont de Jedeida qui est l'ouvrage historique.

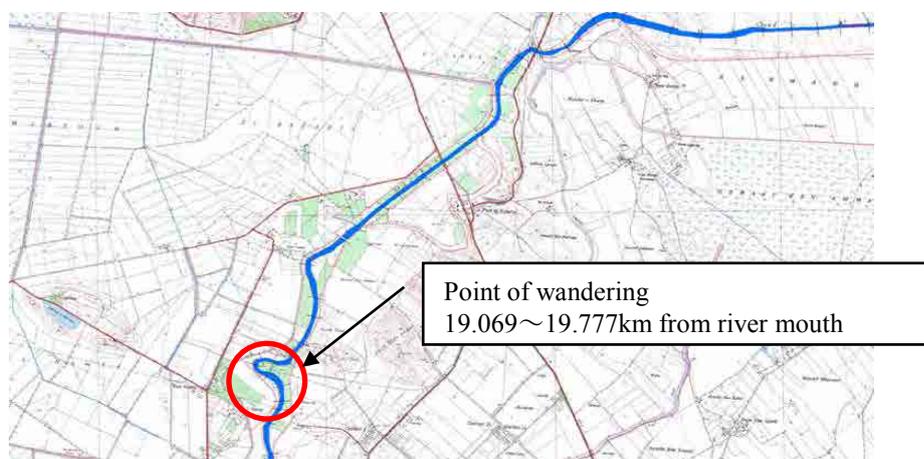
Rubrique	Cas N°1 Endiguement	Cas N°2 Excavation	Cas N°3 Excavation + endiguement
Etendue de terrain	grande étendue	grande étendue	petite étendue
Effets sur les ouvrages historiques	L'enlèvement ou le déménagement du vieux pont de Jedeida est nécessaire.	Aucune influence	L'enlèvement ou le déménagement du vieux pont de Jedeida est nécessaire.
Impact sur les eaux intérieures	Grand impact	Presque aucun impact	Il y a un impact.
Niveau d'adaptation à l'agrandissement de la taille de crues due au changement climatique	Peu adapté	Très bien adapté	adapté moyennement

A l'issue de concertations avec la partie tunisienne basées sur le résultat des examens susmentionnés, il a été confirmé que l'excavation du cas N° 2 serait adoptée pour le projet en considérant les effets sur l'ouvrage historique ainsi que les eaux intérieures.

#### 4.5.2 Recoupement de méandre

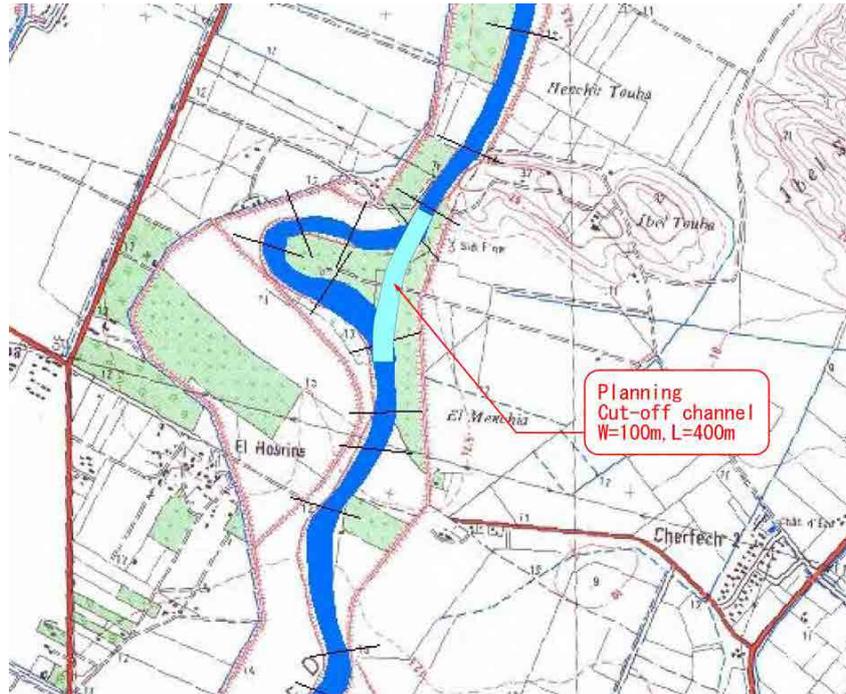
En ce qui concerne le méandre indiqué ci-dessous, la partie japonaise a proposé à la partie tunisienne les travaux de recoupement, méthode ordinaire de l'amélioration permettant d'assurer la stabilité de lit de l'oued et l'abaissement de niveau d'eau au lit en amont.

En réponse à cette proposition, la partie tunisienne a préféré l'amélioration de l'oued qui n'a pas recours au recoupement de méandre dans le souci du coût augmenté pour l'acquisition de terrain, de l'érosion imprévue des berges, et des effets néfastes pour l'environnement naturel suite aux travaux de recoupement. De ce fait, le recoupement dudit méandre ne sera pas visé par la présente étude.



Source: Mission d'étude JICA

**Figure 4-8 Plan de la boucle de l'oued**



Source: Mission d'étude JICA

**Figure 4-9 Recouplement du méandre proposé**

#### 4.5.3 Oued Chafrou (affluent de l'oued Medjerda)

Pour les affluents, les digues de protection contre les remous y seront construites sur la base du plan directeur.

Dans le cadre de la présente étude, la méthode d'analyse de débit adoptée pour l'oued et celle pour ses affluents étant identiques, le calcul hydrologique se fera sous les deux (2) conditions aux limites ci-dessous dans le but de déterminer le niveau des plus hautes eaux (high water level : HWL) applicables au niveau d'eau de l'oued Medjerda et à celui de ses affluents.

- Condition aux limites Cas N° 1

Débit des affluents : débit de crues de projet  $50\text{m}^3/\text{s}$

Niveau de l'eau de l'oued : niveau de l'eau de l'oued à débit de crues aux affluents 16,9m

- Condition aux limites Cas N° 2

Débit des affluents : débit aux affluents à débit de crues de projet de l'oued  $1\text{m}^3/\text{s}$

Niveau de l'eau de l'oued : niveau de l'eau de crues de projet de l'oued 19,8m

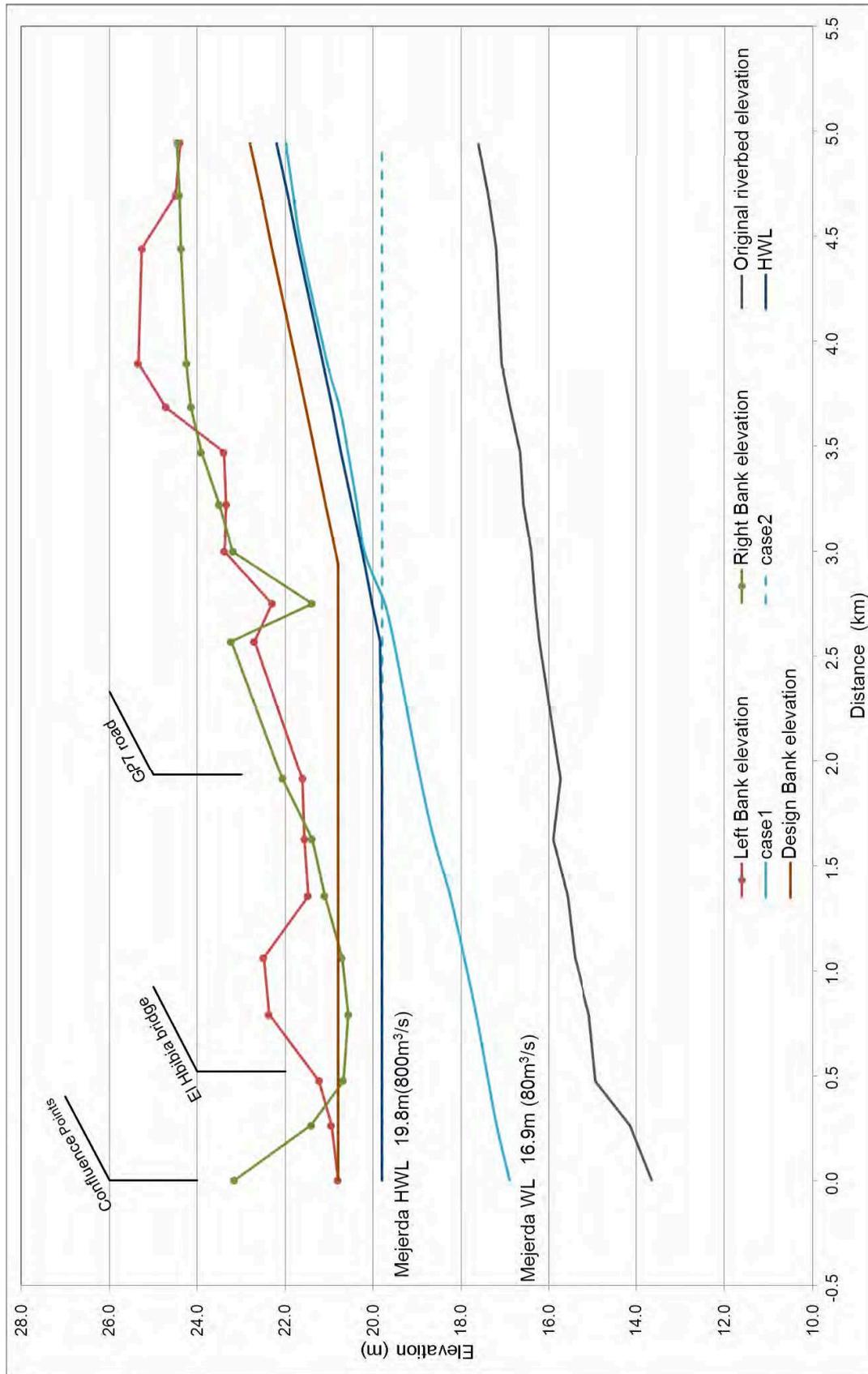
Les conditions pour le calcul hydrologique sont comme montre le tableau ci-dessous :

**Tableau 4-4 Conditions pour le calcul hydrologique**

N°	Rubrique	Conditions
1	Méthode de calcul	Calcul de l'écoulement graduellement varié
2	Section objet de l'examen	Oued Chafrou (Point de confluence avec l'oued Medjerda-Point de 4 944km)
3	Lit de cours objet de l'examen	Lit actuel de l'oued (2011)
4	Débit objet de l'examen	Période de retour =10ans ( $50\text{m}^3/\text{s}$ ) et $1\text{m}^3/\text{s}$
5	Coefficient de rugosité	0,04
6	Niveau d'eau de base	Cas N°2 : Niveau des plus hautes eaux (HWL) de l'oued Medjerda : 19,8m Cas N°1 : Niveau d'eau de l'oued Medjerda lorsque le niveau d'eau est maximal à l'oued Chafrou : 16,9m

Le résultat du calcul de l'écoulement graduellement varié ainsi que le plan de conception des digues de protection contre les remous sont montrés à la page suivante. Pour la rive droite de l'oued Chafrou, il est nécessaire d'élever légèrement ses digues.

Dans la zone D2, il n'y a que l'oued Chafrou comme principaux affluents, par contre il existe 9 écluses et canaux à vanne. Ces écluses et canaux à vanne feront l'objet de la réhabilitation.



Source: Mission d'étude JICA

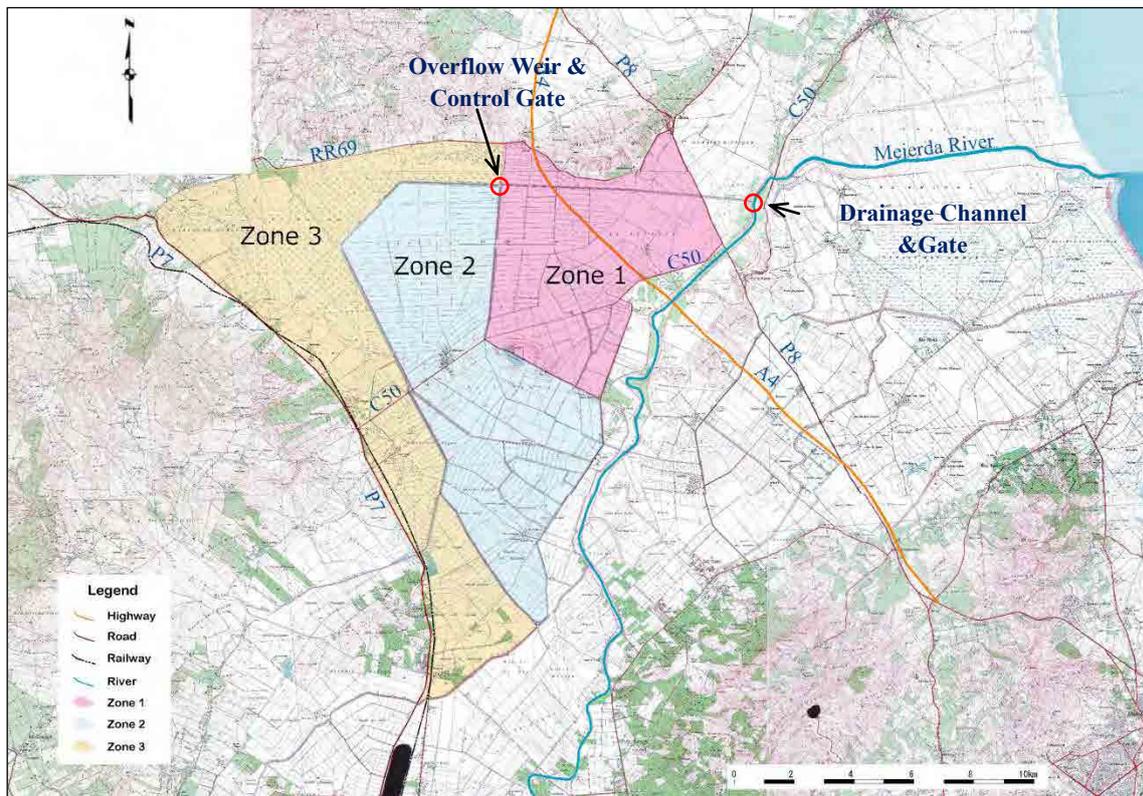
**Figure 4-10 Calcul de l'écoulement graduellement varié de l'oued Chafrou et Conception des digues de protection contre les remous**

#### 4.6 Plan de bassin de retardement d'El Mabtough

Le garaet El Mabtough pour lequel la mise en place d'un bassin de retardement est proposée par le plan directeur est moins élevé par rapport au sol périphérique et les hauteurs s'étendent du nord-ouest au nord du garaet. Ce dernier a ainsi un avantage géologique pour l'installation du bassin de retardement.

Le garaet El Mabtough existant est divisé en 3 zones suivantes pour sa fonction de bassin de retardement. Les règles opérationnelles de chaque zone sont les suivantes :

- Ordre de la rétention d'eau : Zone 3→Zone 2→Zone 1
- Ordre de la restitution d'eau : Zone 1→Zone 2→Zone 3



Source: Mission d'étude JICA

**Figure 4-11 Zones existantes réparties de la plaine d'El Mabtough**

Le plan de bassin de retardement d'El Mabtough suivra les zones réparties ainsi que les règles opérationnelles en vigueur en tenant compte de la demande de la partie tunisienne.

Pour le point de dérivation de l'oued Medjerda et le point de restitution vers l'oued Medjerda, les canaux d'eau existants seront utilisés de manière efficace. Le projet prévoit la dérivation de l'eau au point de 32,35km et la restitution à 11,81km.

Le débit dérivé au bassin de retardement sera de 200m<sup>3</sup>/s suivant le plan directeur. Le débit d'écoulement de l'oued Medjerda sera réduit de 800m<sup>3</sup>/s à 600m<sup>3</sup>/s au point de dérivation de l'oued Medjerda. L'ouvrage de dérivation sera le déversoir latéral. La profondeur de l'eau déversée à débit de projet du déversoir latéral fixe est de 1,0m en tenant compte de la hauteur du sol périphérique, de la

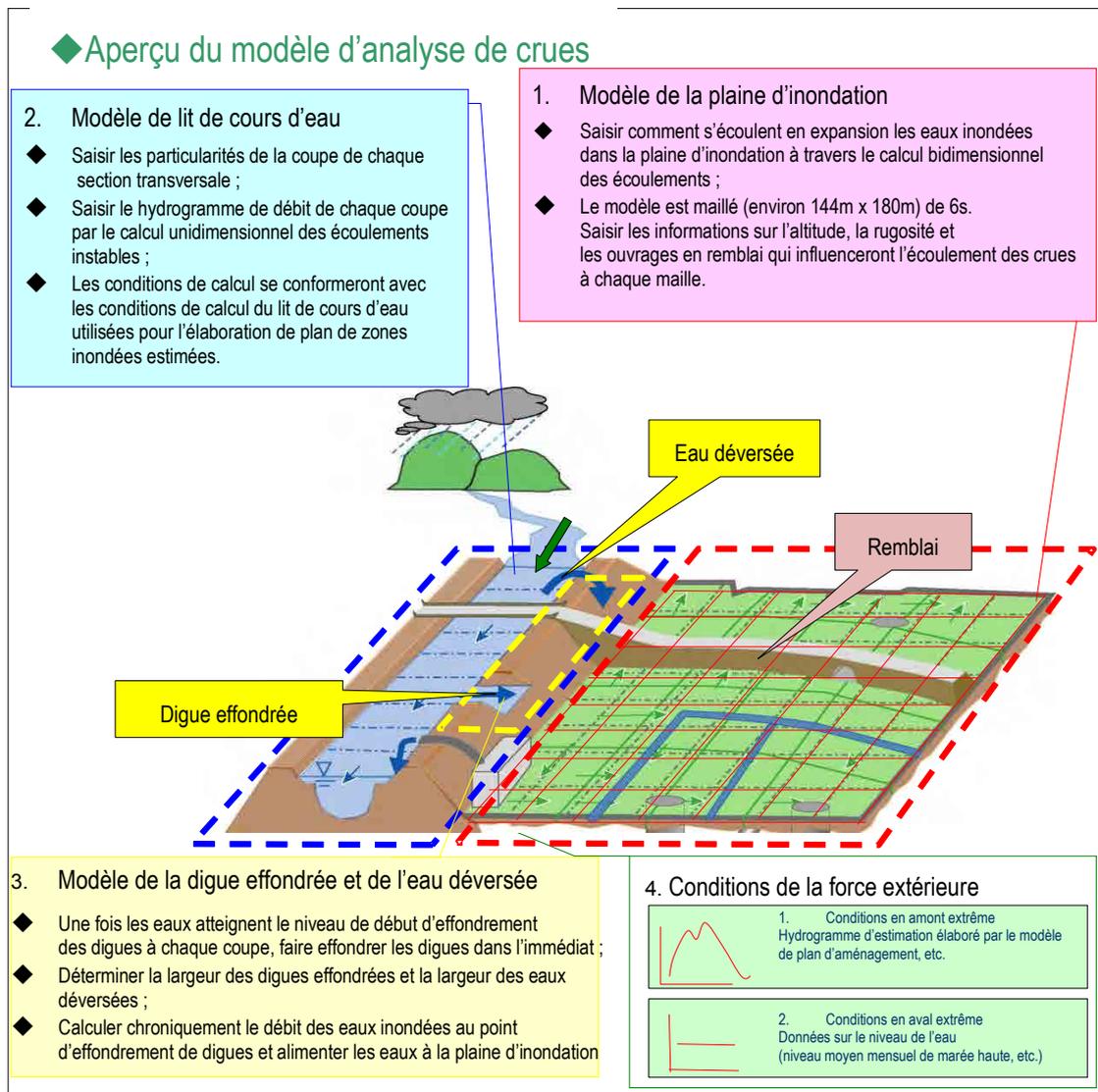
hauteur du lit du canal existant ainsi que du niveau de crues de projet. La largeur du déversoir nécessaire pour 1,0m de profond est plus de 150m.

#### 4.7 Analyse de crues

##### 4.7.1 Modèle d'analyse de crues

En général, il y a trois (3) types de méthodes utilisées pour l'analyse de crues comme indiquées ci-dessous.

Etant donné que la plaine d'inondation est moins inclinée et qu'il faut tenir compte des eaux intérieures, le modèle horizontal en deux dimensions des écoulements instables sera adopté dans la présente étude.



Source: Mission d'étude JICA

**Figure.4-12 Aperçu du modèle bidimensionnel horizontal des écoulements instables**

#### 4.7.2 Elaboration du modèle d'analyse de crues

##### (1) Etablissement de données topographiques

###### 1) Ajustement des données topographiques

Les données topographiques de la plaine d'inondation seront modélisées par le modèle bidimensionnel. Le Tableau ci-dessous montre les données topographiques utilisées pour l'élaboration du modèle de la plaine d'inondation.

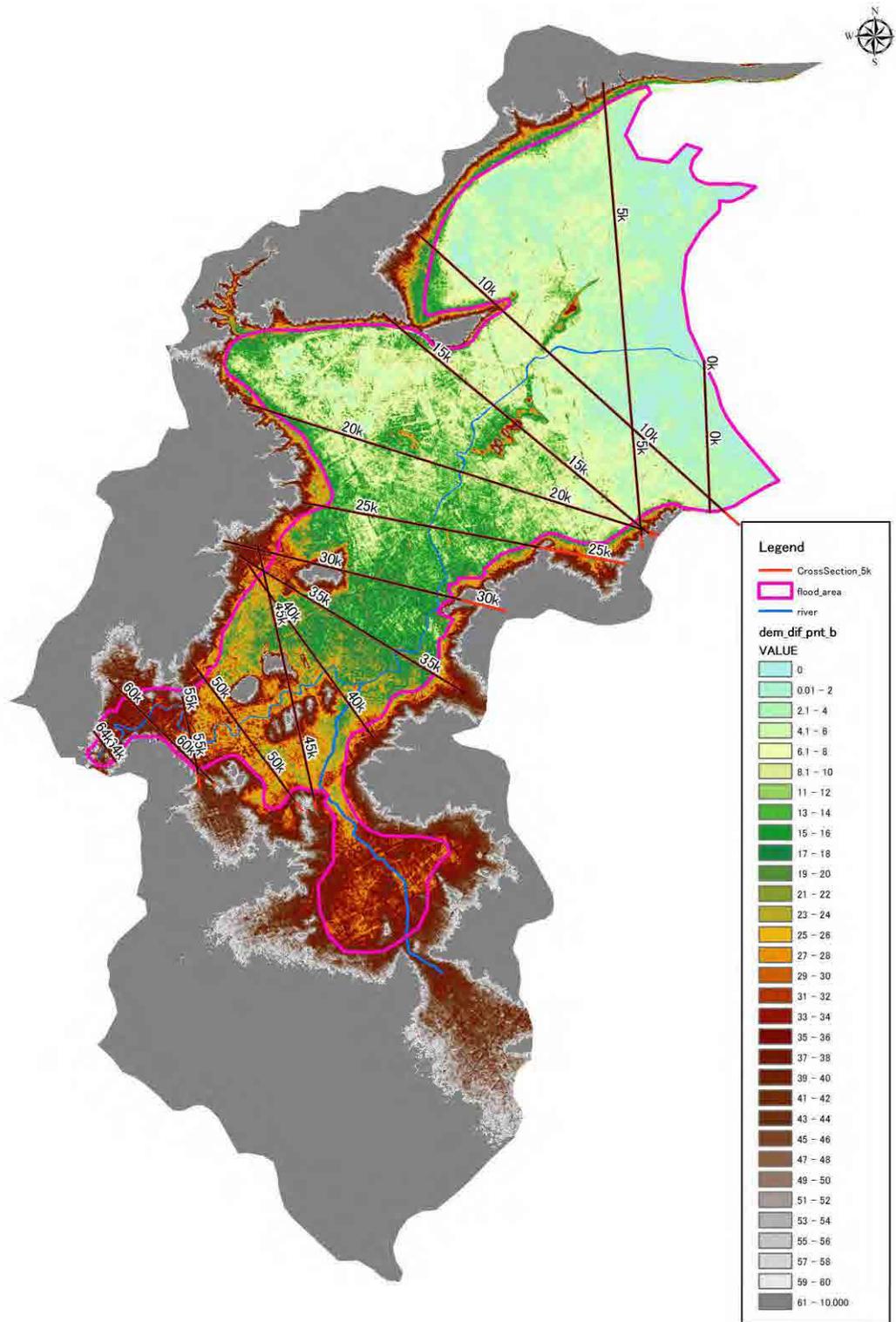
Les données topographiques sont ajustées en considérant les valeurs de différence calculées entre l'altitude des points extrêmes extraits du plan topographique de l'échelle de 1/25 000 et la hauteur de sol depuis les points extrêmes le long de l'oued extraits du profil transversal de l'oued Medjerda, en se fondant sur les données du modèle numérique de terrain (ASTER GDEM : Global Digital Elevation Model, maillage à près de 30m).

**Tableau 4-5 Données topographiques**

	Type de données	Données	Espacement des pixels	Organisme de l'établissement	Usage
1	Données du modèle numérique de terrain (ASTER GDEM)	maillage	1 seconde (environ 30m)	METI/NASA	Elaboration du modèle topographique
2	Plan topographique à l'échelle de 1/25 000	Points extrêmes Près de 2 544 points	Voir la Figure	MARHP, 2007	Ajustement du modèle topographique
3	Profil transversal de l'oued Medjerda de tous les 400m entre le barrage de Laroussia et l'aval extrême de l'oued Medjerda	Points extrêmes Près de 345 points	Voir la Figure	Plan directeur	Ajustement du modèle topographique

###### 2) Détermination de zones d'inondation estimées

Les zones d'inondation estimées sont fixées sur la base des données topographiques élaborées. Comme montre la figure ci-dessous est établie le profil transversal de la zone intérieure de la plaine d'inondation et les zones éventuellement inondées sont fixées en considérant la hauteur des digues actuelles.



Source: Mission d'étude JICA

**Figure 4-13 Points objet de l'élaboration des profils transversaux de la plaine d'inondation**

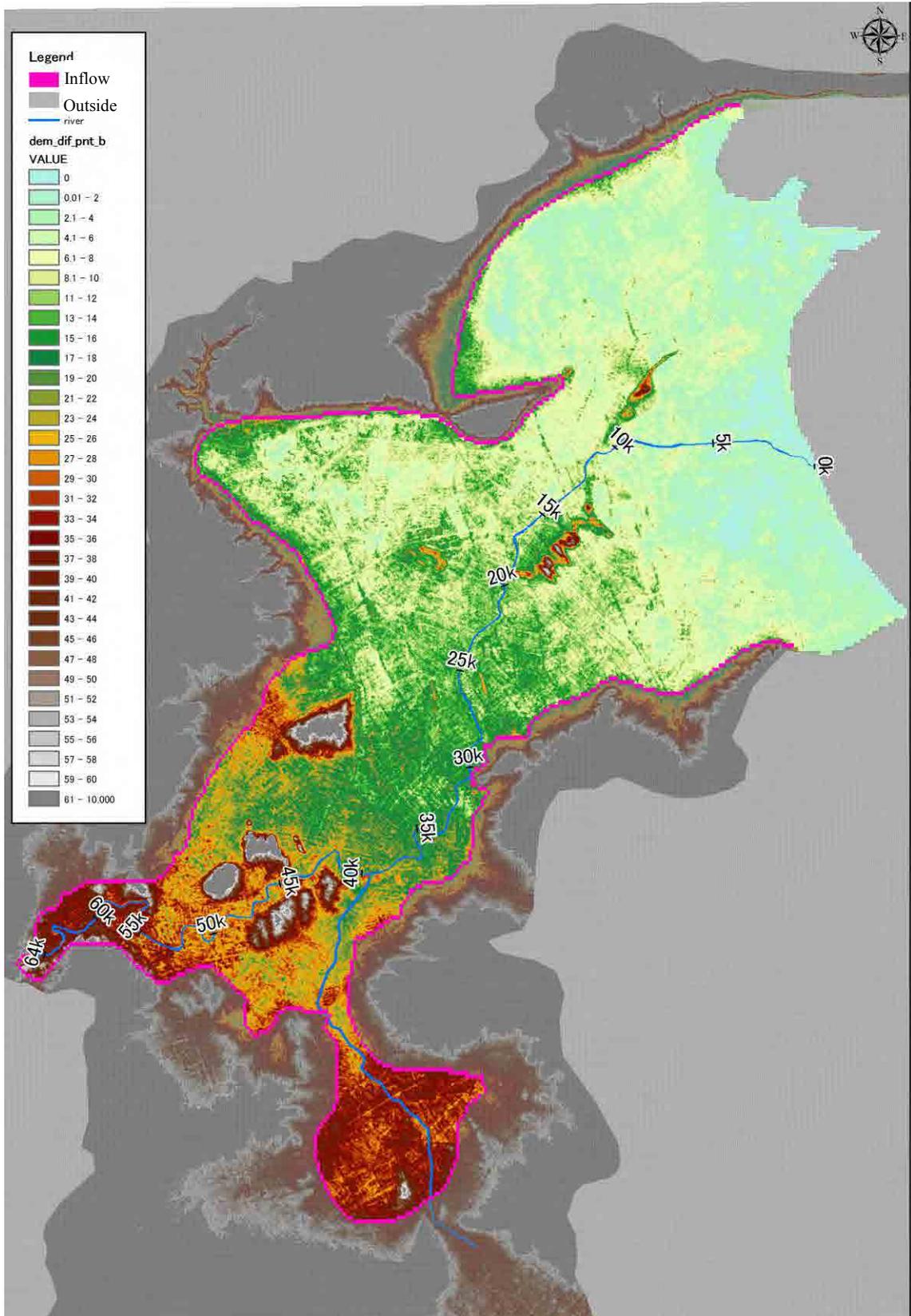
### 3) Elaboration de plan des hauteurs de sol en maillage

Etant donné que les données des hauteurs de sol utilisées se basent sur la maille à 1 seconde (environ 24x30m), la maille pour la modélisation est fixée au 6 seconds (environ 144x180m).

Le Tableau suivant montre les hauteurs de sol du maillage égalisées dans la maille de 150m des données du modèle numérique de terrain (ASTER GDEM, maille de près de 30m) ayant été ajustées.

**Tableau 4-6 Eléments pour l'établissement du maillage**

	Rubrique	Contenu	
1	Données topographiques initiales	Données du modèle numérique de terrain (ASTER GDEM)	Taille : 1 seconde (environ 24×30m)
2	Maillage de calcul	Maillage de 150m	Taille : 6 secondes (environ 144×80m)
3	Nombre de mailles	Toute l'étendue : 325×425 = 138 125 Plaine d'inondation : 27 858	
4	Système de coordonnées	Système géodésique : Clarke 1880 (Clarke IGN) de la France Méthode de projection : TUM (UTM) Zone 32	



Source: Mission d'étude JICA

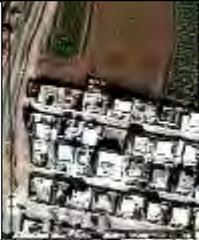
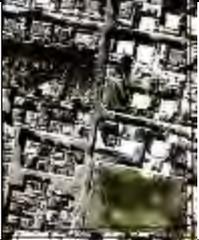
Figure 4-14 Hauteur moyenne de sol en maillage

**(2) Détermination du coefficient de rugosité pour la plaine d'inondation**

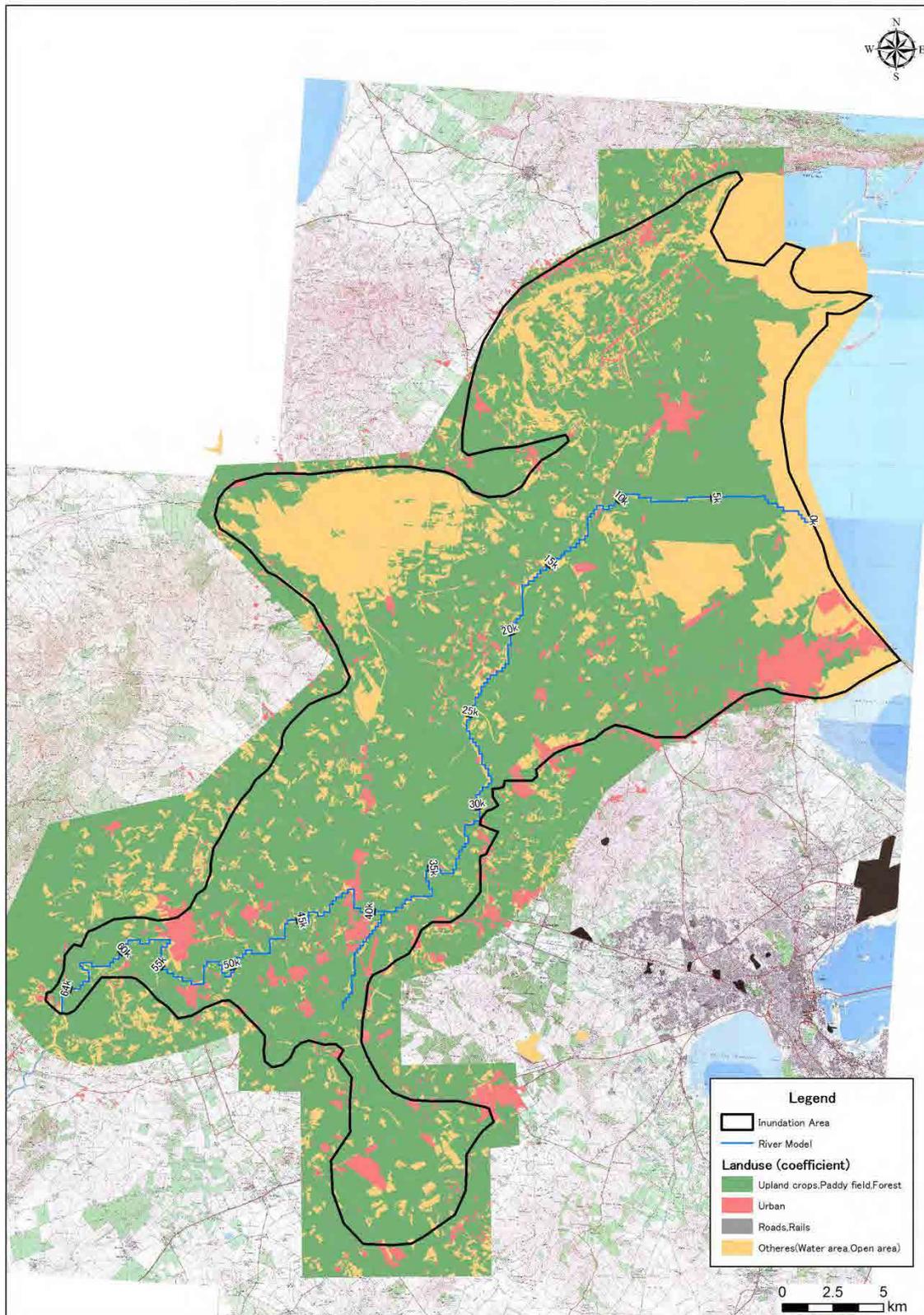
Pour le coefficient de rugosité de la plaine d'inondation, le projet utilisera le coefficient ci-dessous qui est un coefficient de rugosité équivalent calculé en combinaison du coefficient de rugosité de fond autre que celui des bâtiments calculé par pondération des surfaces de sol par l'utilisation et de la densité de construction calculée sur la base du taux d'occupation du sol des bâtiments.

Le taux d'occupation du sol des bâtiments est déterminé à l'issue de la vérification visuelle du taux d'occupation sur le maillage à l'aide de photos aériennes.

**Tableau 4-7 Exemples déterminant le taux d'occupation du sol des bâtiments**

10%			60%		
20%			70%		
30%			80%		
40%			90%		
50%					

Source: Mission d'étude JICA



Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-15 Plan de classification du sol utilisé (détermination du coefficient de rugosité)

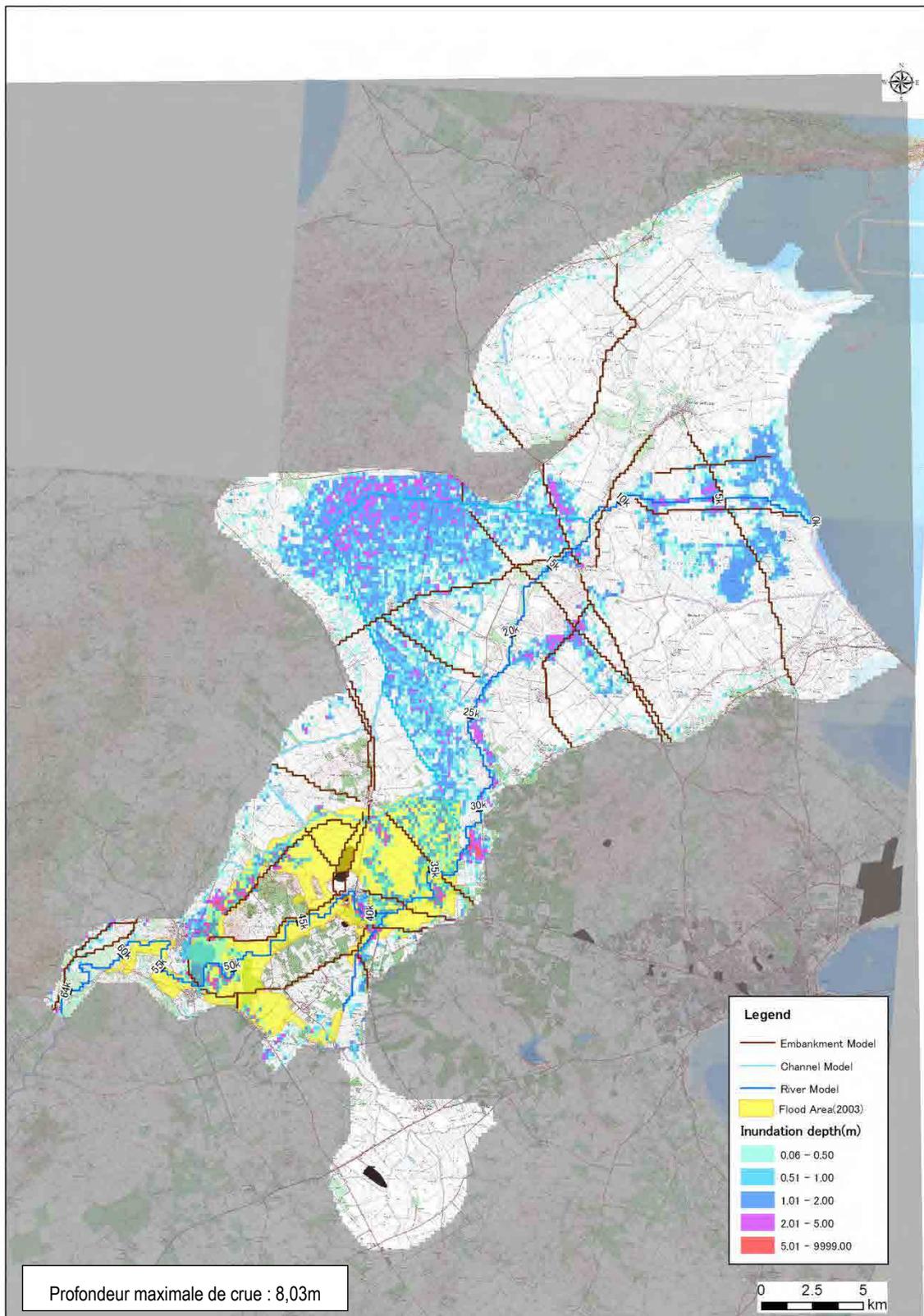
### 4.7.3 Simulation de crues survenues en 2003

Le calcul de simulation des crues survenues en 2003 qui sont de taille la plus grande dans ces dernières années, s'est fait à l'aide du modèle d'analyse de crues élaboré.

Les crues survenues dans le passé, superposées du résultat d'analyse de crues sont montrées dans la Figure de la page suivante. Les crues survenues dans le passé sont classées seulement pour les crues observées des environs d'El Battan aux abords de Jedeida. Suivant le résultat de calcul, les voies d'écoulement des crues tombent sur les crues survenues dans le passé. En ce qui concerne le cours intermédiaire et l'aval de l'oued pour lesquels les crues survenues ne sont pas classées, la simulation arrive à reproduire l'état actuel des eaux inondées écoulées vers le gararet El Mabtouh le long des canaux existants, puis retenues dans le bassin de retardement. De ce fait, ce modèle sera adopté comme le modèle d'analyse d'inondation. Les conditions de calcul pour l'analyse de crues sont indiquées dans le Tableau ci-dessous :

Rubrique		Conditions	Remarque
Conditions de la force extérieure	Echelle de planification	Crues survenues en 2003	
	Hydrogramme de débit	Débit observé à l'observatoire de Slouguia	
	Hyétogramme	Crues survenues en 2003	
	Précipitations	Précipitations observées à 3 observatoires en aval du barrage de Laroussia	
Modèle de lit de cours d'eau	Méthode de calcul	Calcul unidimensionnel des écoulements instables	
	Etendue cible	Aval extrême de l'oued Medjerda au barrage de Laroussia 64 974km	
	Pas de calcul	Près de 300m à 500m	
	Section utilisée	Profil transversal en 2007 Chenal actuel	
	Niveau de l'eau en aval extrême	Niveau moyen mensuel de marée haute 0,77m (fixe)	
	Coefficient de rugosité	0,040	
Modèle de crues	Type de crues	Crue propagée	
	Méthode de calcul	Calcul bidimensionnel des écoulements instables	
	Hauteur de sol	à élaborer à partir des données du modèle numérique de terrain	
	Coefficient de rugosité	Terrain d'agriculture : 0,060 Voie : 0,047 Autres : 0,050	
	Taux d'occupation du sol des bâtiments	à évaluer à partir de photos aériennes	
	Conditions pour le débordement	à juger par le calcul unidimensionnel des écoulements instables Coefficient de débordement : à déterminer en tenant compte des écoulements horizontaux estimés par la formule de Homma. Hauteur des eaux débordées : niveau des digues actuelles ou niveau des digues de projet	

			Zones débordées : à viser toutes les zones	
	<b>Conditions d'effondrement des digues</b>		à ne pas déterminer	
	<b>Précipitation effective</b>	<b>f 1</b> (débit de ruissellement)	rizières 0 / montagnes 0,15 / champs 0,25 / villes 0,6 à 0,9	
		<b>Rsa</b> (taux d'écoulement d'eau saturante)	rizières 50 / montagnes 300 /champs 150 / villes 55	
<b>fsa</b> (eau saturante)		rizières 1 / montagnes 0,6 / champs 1 / villes 1		



Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-16 Résultat du calcul de simulation des crues de 2003

#### 4.7.4 Comparaison des états des crues des eaux intérieures entre le profil transversal de l'endiguement proposé et le profil transversal de l'excavation proposée

Etant donné que l'oued Medjerda manque la capacité d'écoulement, il sera nécessaire d'assurer la superficie de la section mouillée par l'excavation ou l'élargissement du lit de cours d'eau ainsi que l'endiguement. D'autre côté, l'oued Medjerda ayant le lit de niveau inférieur par rapport au terrain protégé par les digues sur toutes les sections, il risque de favoriser les dégâts dus aux eaux intérieures par l'endiguement.

A cet effet, la pertinence du plan du chenal de l'oued sera examinée à travers la comparaison des états de crues des profils transversaux de l'endiguement proposé (cas N°1 mentionné plus haut) et de l'excavation proposée (cas N°2 susmentionnée).

Les conditions de calcul pour l'analyse de crues sont montrées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 4-8 Conditions de calcul**

Rubrique		Conditions	Remarques
Conditions de la force extérieure	Echelle de planification	1/10*5 fois	
	Hydrogramme de débit	Néant	
	Hyétogramme	Précipitations concentrées au milieu de l'hyétogramme	
	Précipitation	1/10*5 fois : 526,1mm/48h	Période de retour =1/10 105,2 mm/48h
Conditions de lit de cours d'eau	Etendue cible	aval extrême de l'oued Medjerda – barrage de Laroussia, 64 974km	
	Pas de calcul	Près de 300 à 500m	
	Section utilisée	Profils transversaux de 2007 Cas N°1 : Profil transversal de l'endiguement proposé Cas N°2 : Profil transversal de l'excavation proposée	
	Niveau de l'aval extrême	Niveau moyen mensuel de marée haute 0,77m (fixe)	
	Coefficient de rugosité	0,040	
Conditions de crues	Type de crue	Crues propagées	
	Méthode de calcul	Calcul bidimensionnel des écoulements instables	
	Modèle de la plaine d'inondation	a. Hauteur de sol : hauteur moyenne de sol en maille de 150m b. Coefficient de rugosité : champ et terre inculte 0,06 partout c. Taux d'occupation du sol des bâtiments : 40 à 80% uniquement pour villes	
	Canal	à ne pas considérer	
	Conditions pour le débordement	Les eaux débordées depuis le chenal de l'oued ne sont pas tenues en compte. Pour le lit de niveau inférieur par rapport au terrain protégé par les digues, il faut tenir compte des eaux de retour de la plaine d'inondation vers le chenal de l'oued.	
	Précipitation effective	f 1 : champs 0,15 Rsa : 0	à supposer que la plaine d'inondation soit mouillée

Le résultat de la comparaison est montré à la page suivante. La partie en couleur du résultat de la comparaison représente l'étendue favorisant les dégâts dus aux eaux intérieures par l'endiguement et la profondeur de l'eau est indiquée en couleur. A l'issue de ladite comparaison, il a été confirmé le fait que les dégâts entraînés par les eaux intérieures seront favorisés dans le cas où les digues de hauteur de près de 2m seraient construites suivant l'endiguement proposé. Ainsi il s'est avéré de nouveau que le projet de l'endiguement demandera plus de frais par rapport au projet de l'excavation afin d'assurer les mesures contre l'eau intérieure.

#### 4.7.5 Résultat d'analyse de crues par probabilité

L'analyse de crues par probabilité de pluies est effectuée pour le chenal actuel de l'oued ainsi que pour le chenal de l'oued de projet.

Les conditions de calcul pour l'analyse de crues sont comme ci-dessous :

**Tableau 4-9 Conditions de calcul**

Rubrique		Conditions	Remarque
Conditions de la force extérieure	Etendue de projet	Chenal en état actuel : 1/5 1/10 1/20 1/50 1/100 Chenal de projet : 1/5 1/10	
	Hydrogramme de débit	Débit par probabilité Point du barrage de Laroussia	
	Hyétogramme	Précipitations concentrées au milieu de l'hyétogramme	
	Précipitations	3 observatoires en aval du barrage de Laroussia Précipitations par probabilité	
Modèle de lit de cours d'eau	Méthode de calcul	Calcul unidimensionnel des écoulements instables	
	Etendue cible	Aval extrême de l'oued Medjerda au barrage de Laroussia 64 974km	
	Pas de calcul	Près de 300m à 500m	
	Profil utilisé	Profils transversaux de 2007 Chenal actuel de l'oued et Chenal de l'oued de projet	
	Niveau d'eau en aval extrême	Niveau moyen mensuel de marée haute 0,77m (fixe)	
	Coefficient de rugosité	0,040	
Modèle de crues	Type de crues	Crues propagées	
	Méthode de calcul	Calcul bidimensionnel des écoulements	

			instables	
	<b>Hauteur de sol</b>		à établir par les données de modèle numérique de terrain	
	<b>Coefficient de rugosité</b>		Terrain d'agriculture : 0,060 Voies : 0,047    Autres : 0,050	
	<b>Taux d'occupation de bâtiments</b>		à établir par les photos aériennes	
	<b>Conditions pour le débordement</b>		à juger par le calcul unidimensionnel des écoulements instables Coefficient de débordement : à déterminer en tenant compte des écoulements horizontaux estimés par la formule de Homma. Hauteur des eaux débordées : Hauteur des digues actuelles ou hauteur des digues de projet Zones débordées : à viser toutes les zones	
	<b>Conditions d'effondrement des digues</b>		à ne pas déterminer	
	<b>Précipitation effective</b>	<b>f 1</b>	rizières 0 / montagnes 0,15 / champs 0,25 / villes 0,6 à 0,9	
	<b>Rsa</b>	rizières 50 / montagnes 300 / champs 150 / villes 55		
	<b>fsa</b>	rizières 1 / montagnes 0,6 / champs 1 / villes 1		

Le hydrogramme par période de retour ainsi que le résultat d'analyse de crues sont montrés dans les pages qui suivent. Le résultat d'analyse de crues montre que l'inondation par l'eau extérieure par période de retour de projet de 1/10 ans ne s'est pas produite sur le cours d'eau du projet. Aussi, si on suppose que l'ouvrage n'est pas détruit même si le niveau d'eau atteint à la crête, l'inondation ne peut se produire jusqu'à 1/20ans. Même avec la probabilité de 1/50 ans ou de 1/100 ans, la zone inondée reste limitée grâce à la dérivation au bassin de retardement. La hauteur d'inondation est en hausse par l'augmentation du volume d'eau d'inondation au niveau des zones non aménagées en aval, mais la zone d'inondation reste inchangée.