

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.

Nous résumons ci-dessous les Onzième et Douzième plans quinquennaux de développement socioéconomique.

(1) Onzième plan quinquennal de développement socioéconomique (2007 – 2011)

Fondé sur un taux de croissance de 4,5% du PIB en 2006, ce Plan élaboré dans une perspective optimiste mettait l'accent sur le capital social (emploi, etc.) et visait l'intégration à l'économie mondiale notamment dans les domaines de l'exportation et des nouvelles technologies. Ce Plan prévoyait une croissance annuelle moyenne de 6,1% du PNB. La réduction des dommages causés par les inondations figuraient parmi les éléments importants de ce Plan.

(2) Douzième plan quinquennal de développement socioéconomique (2010 – 2014)

Ce Plan, qui remplaça le Onzième plan quinquennal à partir de 2010, a établi de nouvelles priorités et introduit un nouveau processus financier basé sur les règles de l'UE. Tenant compte notamment de la croissance réelle de 4,6% du PNB de 2007 à 2009 (au lieu des 5,5% prévus), ce plan fut rédigé en tenant compte de la crise financière mondiale de 2008 et de ses effets. Les domaines prioritaires des programmes de développement y sont : environnement, investissements et promotion de l'entreprise, politiques commerciales, politiques de commerce intérieur et compétitivité, politiques de financement, politiques sectorielles, développement des ressources humaines, développement social, développement durable, mise en place d'organisations administratives et de sociétés publiques, développement régional, études statistiques.

Les politiques sectorielles comprennent l'agriculture, la pêche, l'industrie de la fabrication, *l'industrie de la non-fabrication*, les transports, le tourisme, les technologies de l'information et de la communication (TIC), le commerce et les arts industriels. Le Plan indique les deux éléments suivants en ce qui concerne les mesures contre les inondations.

- 1) Tout particulièrement dans les régions où se poursuivent d'importants projets, optimisation de la coordination entre les parties intéressées, en vue d'une gestion globale des régions.
- 2) Attribution de 1,25% du PNB à des programmes visant au maintien et à la stabilisation des ressources

naturelles, en vue d'assurer la protection de l'environnement et le développement durable (mesures relatives à l'eau à la lutte contre la désertification, etc.).

En ce qui a trait directement à la lutte contre les inondations, la page 95 mentionne ce qui suit :

Un plus grand effort s'impose en termes de mesures contre l'érosion, de protection des terres fertiles et de hausse de la productivité, par des mesures de gestion du bassin, de protection des barrages, de recharge de l'aquifère et de protection des zones urbaines contre les inondations.

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

Les règlements relatifs aux inondations sont stipulées aux articles 140 à 152, Section II du Chapitre 7 sur la lutte contre les inondations ; leur contenu est le suivant.

- 1) Règlement stipulant que les initiatives en matière de recherche et de réalisation de travaux pour la lutte contre les inondations relève de l'autorité de l'État
- 2) Règlement sur les actes qui entravent le contrôle des inondations à l'intérieur des canaux
- 3) Règlement sur les pénalités en cas d'endommagement des digues de protection contre les inondations
- 4) Exécution de travaux d'évacuation des eaux sur les terres agricoles

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

Cette loi stipule 16 articles fondamentaux pour le contrôle des calamités aux niveaux national et régional. Nous les résumons ci-dessous.

N° d'article	Contenu
1	Définition des calamités
2	Plans de contrôle des calamités (national et régionaux)
3	Commissions nationale et régionales des désastres
4	Coordination entre les Ministère des affaires internes et les gouverneurs
5	Statistiques globales sur les équipements et ressources humaines disponibles pour les activités de contrôle des calamités
6	Directives d'application des plans national et régionaux de contrôle des calamités
7 à 15	Réquisition d'équipements et de ressources humaines à l'occasion des calamités
16	Abrogation des lois antérieures

- 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.

Ces décrets stipulent 16 articles sur les plans de contrôle des calamités et sur les Commissions des calamités aux niveaux national et régional. Nous les résumons ci-dessous.

N° d'article	Contenu
1	Moyens de mise en œuvre des plans de contrôle des calamités et des Commissions des calamités nationale et régionales
2	Points à considérer pour l'élaboration des plans
3	Élaboration et approbation des plans
4	Orientation des plans régionaux et du plan national
5	L'approbation des plans régionaux et leur soumission à la Commission nationale des calamités
6	Types de calamités
7	Travaux graduels spécifiques
8	Début d'application
9	Organisation de rencontres préliminaires avec des spécialistes
10	Attribution du droit d'ordonnance
11	Ordre de fin des mesures
12	Composition de la Commission nationale des calamités
13	Réunions de la Commission nationale des calamités
14	Composition des Commissions régionales des calamités
15	Réunions des Commissions régionales des calamités
16	Application de ces décrets

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.

Les mesures matérielles et logistiques appliquées par les deux ministères sont telles qu'indiquées ci-dessous.

- 1) Travaux d'oued
- 2) Travaux de barrage
- 3) Collecte de données hydrologiques et prévision des inondations
- 4) Évacuation et activités de secours en cas d'inondation
- 5) Maintenance et gestion des canaux
- 6) Réglementation sur l'exploitation des terres du domaine public hydraulique

La figure ci-dessous présente les limites administratives des zones urbaines et rurales dans la Zone D2. Comme le site des Travaux se compose principalement de terres agricoles, il se trouve sous la supervision du Ministère de l'agriculture. Par contre, comme il est aussi partiellement urbain, le Ministère de l'équipement participe en tant que membre du Comité technique et du Comité de direction.

3.1.4 Organisations administratives

(1) Ministère de l'agriculture

En janvier 2011, les ministères de l'agriculture, des ressources hydrauliques et des pêches ont été fusionnés au Ministère de l'environnement pour former le Ministère de l'agriculture et de l'environnement. En décembre 2011, une restructuration a mené à la séparation suivante des ministères : Ministère de l'Agriculture, des ressources en eau et des pêches, et Ministère de l'environnement. En juin 2012, le Ministère de l'agriculture, des ressources en eau et des pêches est devenu le Ministère de l'Agriculture. L'organigramme du Ministère de l'agriculture est présenté ci-dessous.

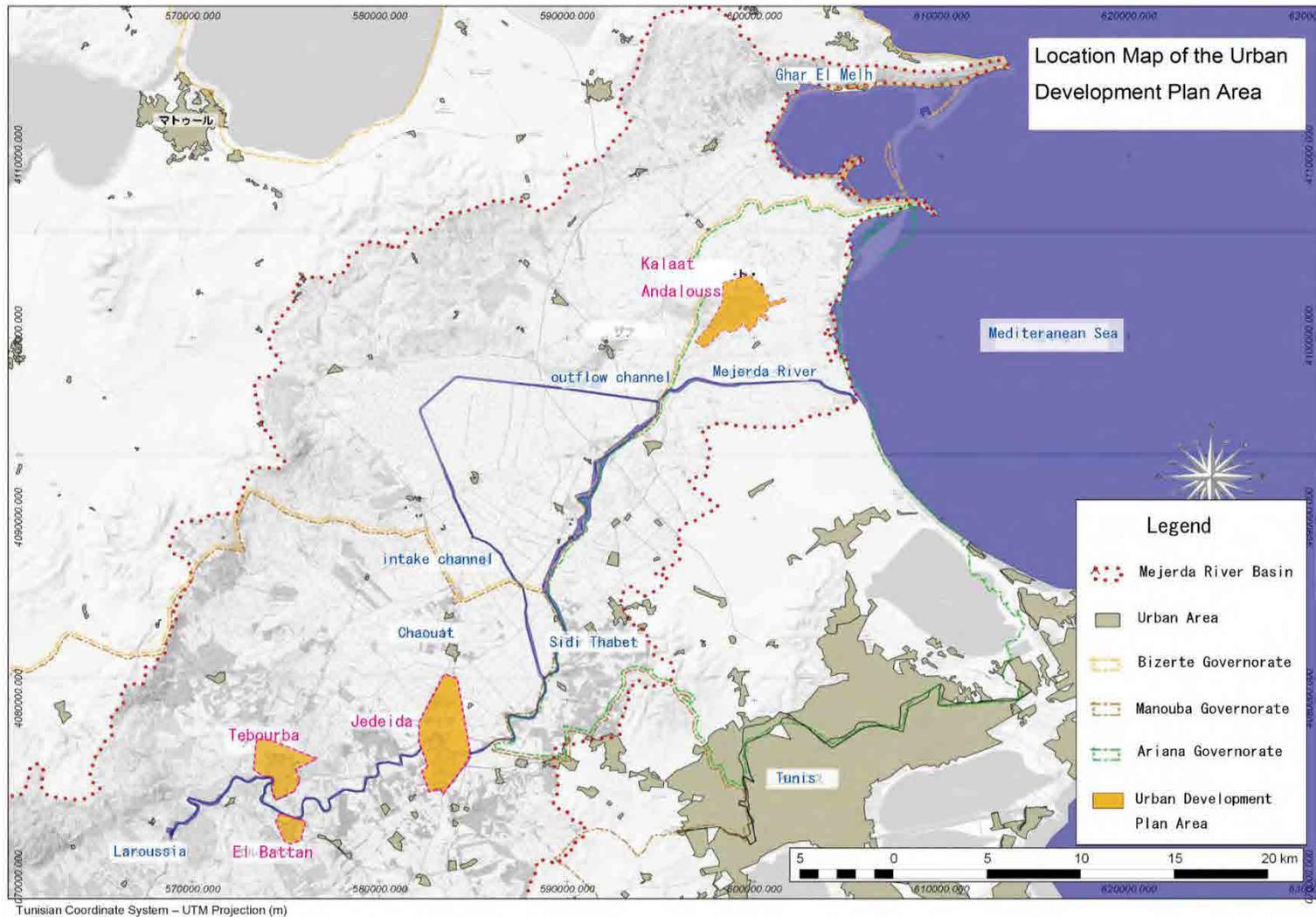


Figure 3-1 Plan de positionnement du plan de développement urbain

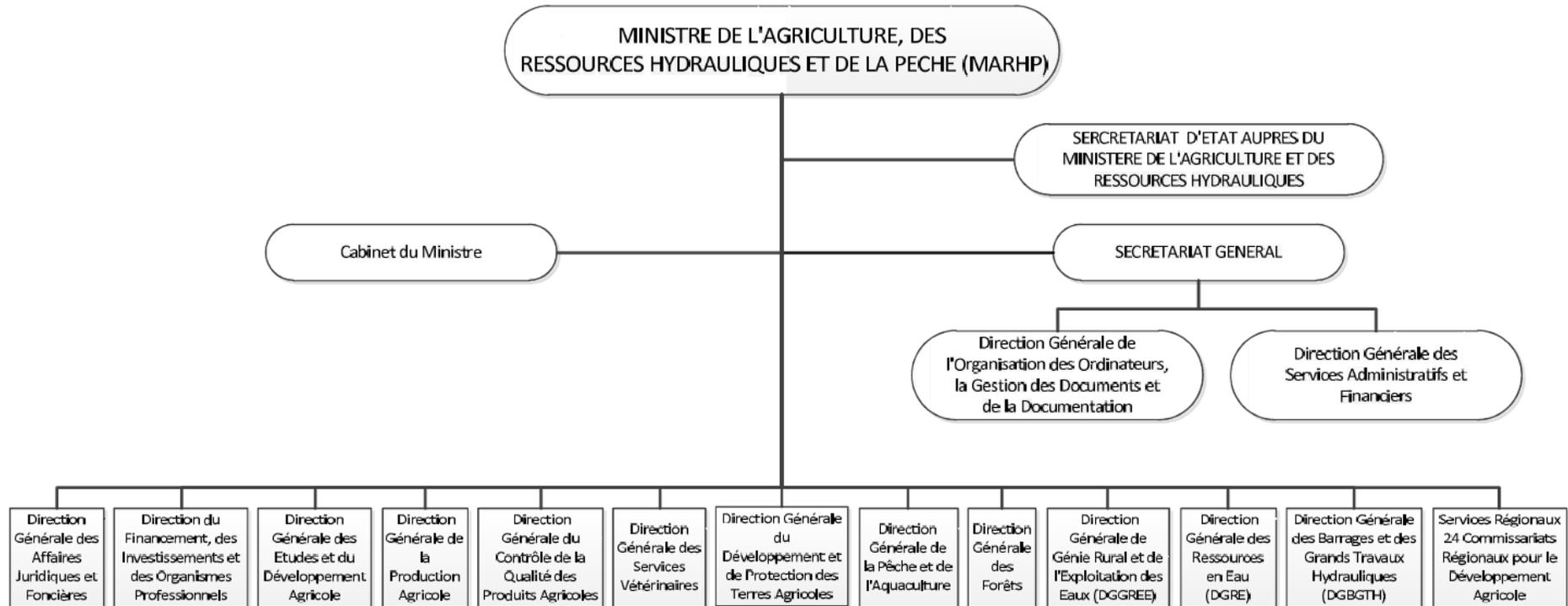


Figure 3-2 Organigramme du Ministère de l'agriculture

Suite à l'amendement de l'Article 2 du décret n° 2001-419, le 13 février 2001 (Journal officiel de la république tunisienne), le Ministère de l'agriculture est devenu responsable de la gestion des ressources en eau. En ce qui a trait à la lutte contre les inondations, les zones rurales et les terres agricoles se trouvent sous la juridiction du Ministère de l'agriculture. Les responsabilités du Ministère de l'agriculture établies dans ce décret sont telles qu'indiquées ci-dessous.

- 1) Élaborer le plan stratégique de développement et de promotion de l'agriculture, élaborer un plan de développement intégré au Plan de développement national, et en contrôler la mise en œuvre.
- 2) Établir des moyens d'atteindre l'autonomie alimentaire et de stabiliser l'approvisionnement alimentaire, et en contrôler la mise en œuvre.
- 3) Promouvoir le secteur agricole via la recherche académique, l'application expérimentale, des stages et des activités de diffusion, et hausser le niveau technique des personnes concernées.
- 4) Protéger les ressources naturelles et promouvoir leur utilisation.
- 5) Établir un plan et définir des travaux pour la promotion de l'agriculture irriguée, et les mettre en œuvre.
- 6) Promouvoir la conservation et le développement des ressources forestières ; protéger les eaux, le sol et les terres agricoles.
- 7) Élaborer un plan d'exploitation des ressources en eau ; gérer l'utilisation des ressources en eau pour répondre à la demande domestique, le développement des ressources en eau non traditionnelles et l'économie des ressources en eau.
- 8) Aménager les infrastructures pour l'utilisation et la gestion des eaux agricoles, la conservation des eaux et du sol, l'aménagement des oueds naturels et la conservation des terres agricoles.

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.

- 1) Réaliser des études hydrologiques sur les ressources en eau.
- 2) Élaborer un plan directeur pour le développement des ressources en eaux de surface.
- 3) Réaliser des études visant l'exploitation des ressources en eau.
- 4) Réaliser des études sur la construction de barrages et de bassins de retenue des eaux.
- 5) Réaliser des études pour l'élaboration de projets de grande envergure (grandes barrages, canaux d'entrée, etc.) pour l'exploitation des ressources en eau.
- 6) Assurer l'opération et la maintenance des barrages.
- 7) Élaborer et mettre en œuvre un plan de grands travaux pour la protection des zones rurales et des terres agricoles contre les dommages causés par les inondations.

8) Agir en tant qu'organe de coordination de toutes les activités relatives aux mesures de contrôle des inondations dans les zones rurales et au contrôle des calamités.

9) Superviser le système de contrôle des sécheresses.

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.

Tableau 3-1 Tableau synoptique du personnel de la DGBGTH

	Direction des études et de la mobilisation des eaux	Direction des grands ouvrages hydrauliques	Direction de l'exploitation des barrages	Direction des barrages collinaires
Ingénieur général	1	1		
Ingénieur en chef	2		3	2
Ingénieur principal	7	3	13	16
Ingénieur travaux			5	1
Technicien principal	2	3	9	19
Technicien	5	2	9	8
Aide-technicien	4	1	6	7
Attaché d'administration	1	3	2	1
Gestionnaire	2	2	16	7
Agent de gestion	3	2	2	5
Secrétaire d'administration	2	2	3	3
Ouvrier spécialisé	14	4	85	122
Ouvrier	18	37	171	88
Chauffeur	6	2	25	16
Gardien	2	1	32	11
Total	69	63	381	306

Source : DGBGTH (enquête d'octobre 2011)

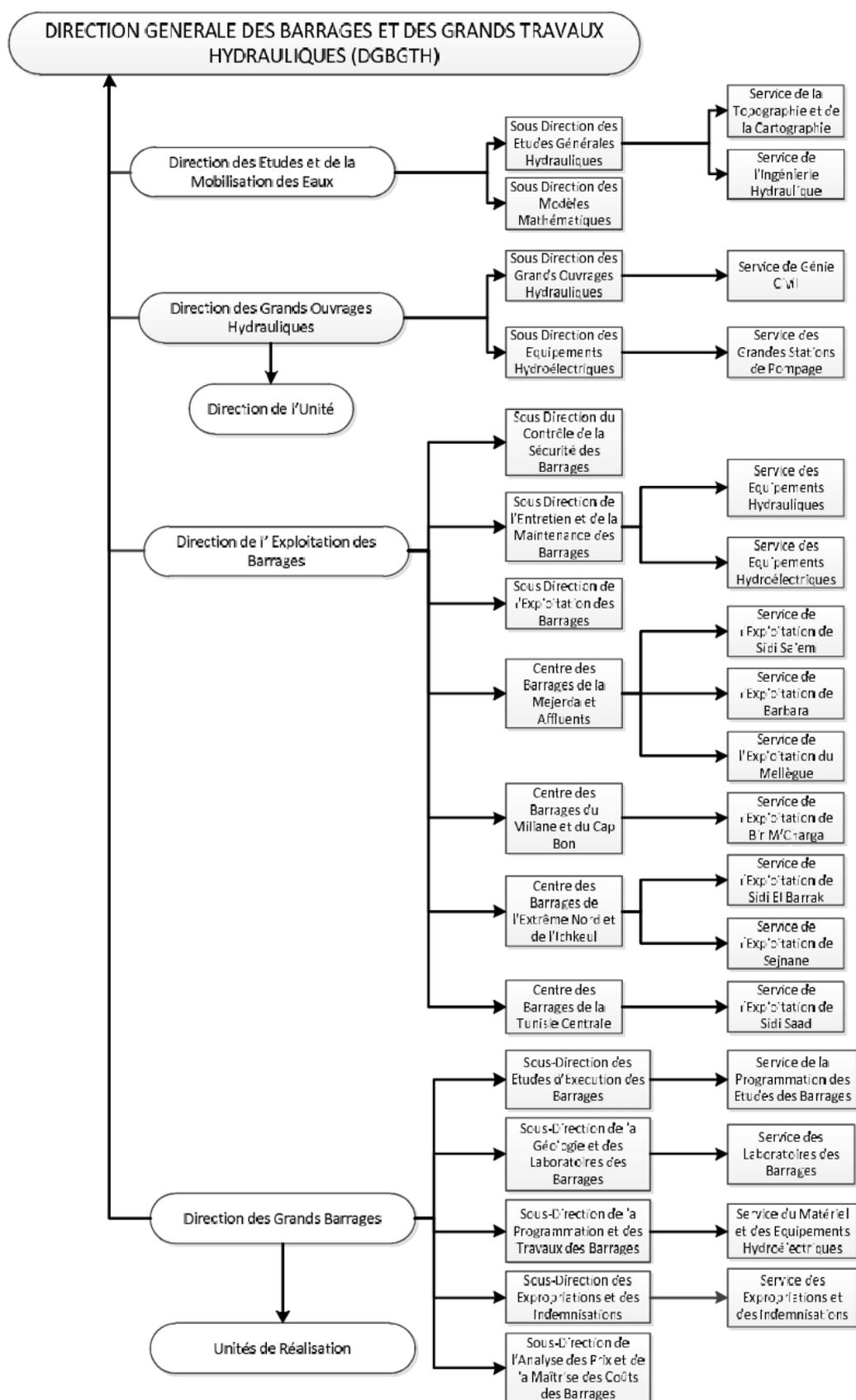


Figure 3-3 Organigramme de la DGBGTH

(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. Les pouvoirs qu'elle possède sont indiqués ci-dessous. En ce qui concerne les inondations, elle contrôle le système d'alertes rapides.

1) Réaliser des études de base et des études détaillées sur l'évaluation des ressources en eau et sur le bilan hydrique global.

2) Définir les méthodes générales et des méthodes spécifiques pour que la gestion des ressources en eau soit adaptée à l'offre et à la demande.

3) Effectuer de la recherche et des expériences sur l'exploitation traditionnelle et l'exploitation non traditionnelle des ressources en eaux.

4) Examiner sous divers angles l'élaboration des plans, l'exploitation et le développement des ressources en eau, puis procéder à des propositions finales.

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

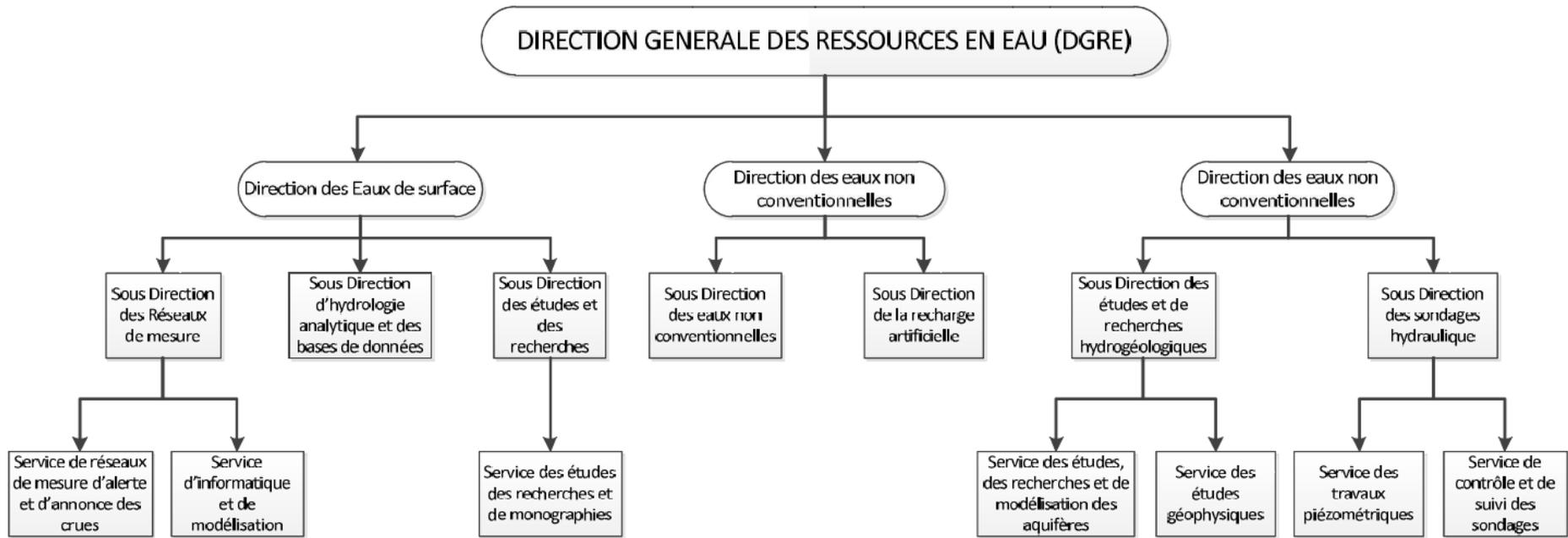


Figure 3-4 Organigramme de la DGRE

(c) Autres directions et bureaux

Le Ministère de l'agriculture comprend aussi les directions et le bureau ci-dessous.

- 1) Direction Générale du Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux (DGGREE) : Exploitation des eaux dans les régions agricoles
- 2) Direction Générale de l'Aménagement de la Conservation des Terres Agricoles (DGACTA) : Évaluation des ressources naturelles ; recherche hydrologique et hydrogéologique en vue de leur conservation
- 3) Bureau de la planification et des équilibres hydrauliques (BPEH) : Relevant directement du cabinet du ministre, ce bureau est en relation étroite avec les organisations nationales de gestion des ressources en eau et il exploite une très riche base de données à ce sujet.

2) Commissariats régionaux au développement agricole

Les CRDA ont été établis en mars 1989, puis mis en place sur la base de la loi n° 89-44, qui a été amendée en octobre 1992 et en octobre 1994 (Journal officiel de la république tunisienne). 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. Le personnel affecté aux CRDA provient de l'administration centrale. Les services techniques et administratifs y réalisent leurs activités au niveau des gouvernorats. 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

Parmi les rôles du Ministère de l'Équipement, stipulés dans le décret n° 1413-88 du 22 juillet 1988 et dans les amendements ultérieurs, figurent en premier lieu la lutte contre les inondations. Concernant la lutte contre les inondations, les tâches effectuées par le Ministère de l'Équipement sont telles qu'indiquées ci-dessous.

- 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
- 3) Travaux de dérivation des *wadi* et oueds pour contrôler la pluviométrie pendant la saison des pluies
- 4) Correction ou aménagement de sections de *wadi* en milieu urbain

5) Construction de digues pour la réfection des oueds, etc.

Sur la base des TOR mentionnés ci-dessus, aménager un réseau d'évacuation des eaux de pluie composé de canalisations et d'un canal d'écoulement pour les villes et leurs environs, afin d'évacuer les eaux de pluie vers les *wadi* ou vers l'océan. La construction et la gestion des structures de génie civil sont confiées à la régie des égouts. Ces responsabilités du Ministère de l'Équipement viennent du fait que la plupart des travaux de lutte contre les inondations ont été initialement effectués en milieu urbain (tout particulièrement dans la région de la capitale, Tunis). Pour cette raison, le Ministère de l'Équipement possède l'expertise nécessaire pour la lutte contre les inondations. Parmi les 9 Directions ou Bureaux de ce Ministère, c'est la DHU qui est chargée de planifier, gérer et contrôler la protection contre les inondations en milieu urbain, ainsi que d'assurer la maintenance et la gestion des installations concernées. 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.

C'est le ministre de l'agriculture qui occupe le poste de directeur du CNE, lequel se compose de représentants des ministères concernés par la gestion des ressources en eau : Ministère de la Justice, Ministère des Affaires intérieures, Ministère des Finances, Ministère de l'Équipement, Ministère de l'Investissement et de la Coopération internationale, Ministère de la Santé publique, Ministère de l'Industrie, Ministère de l'Énergie, de l'Industrie et des petites et moyennes Entreprises, et Ministère des Transports (décret n° 78-419 du 15 avril 1978). Lorsqu'un problème concerne une région donnée, son Bureau régional participe au Comité.

(4) Institut National de la Météorologie

L'Institut National de la Météorologie (INM) fut fondé en 1974, avec des pouvoirs attribués par le Ministère des Communications et de la Technologie et par le Ministère des Transports (décret n° 101-74, Journal officiel de la république tunisienne). 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

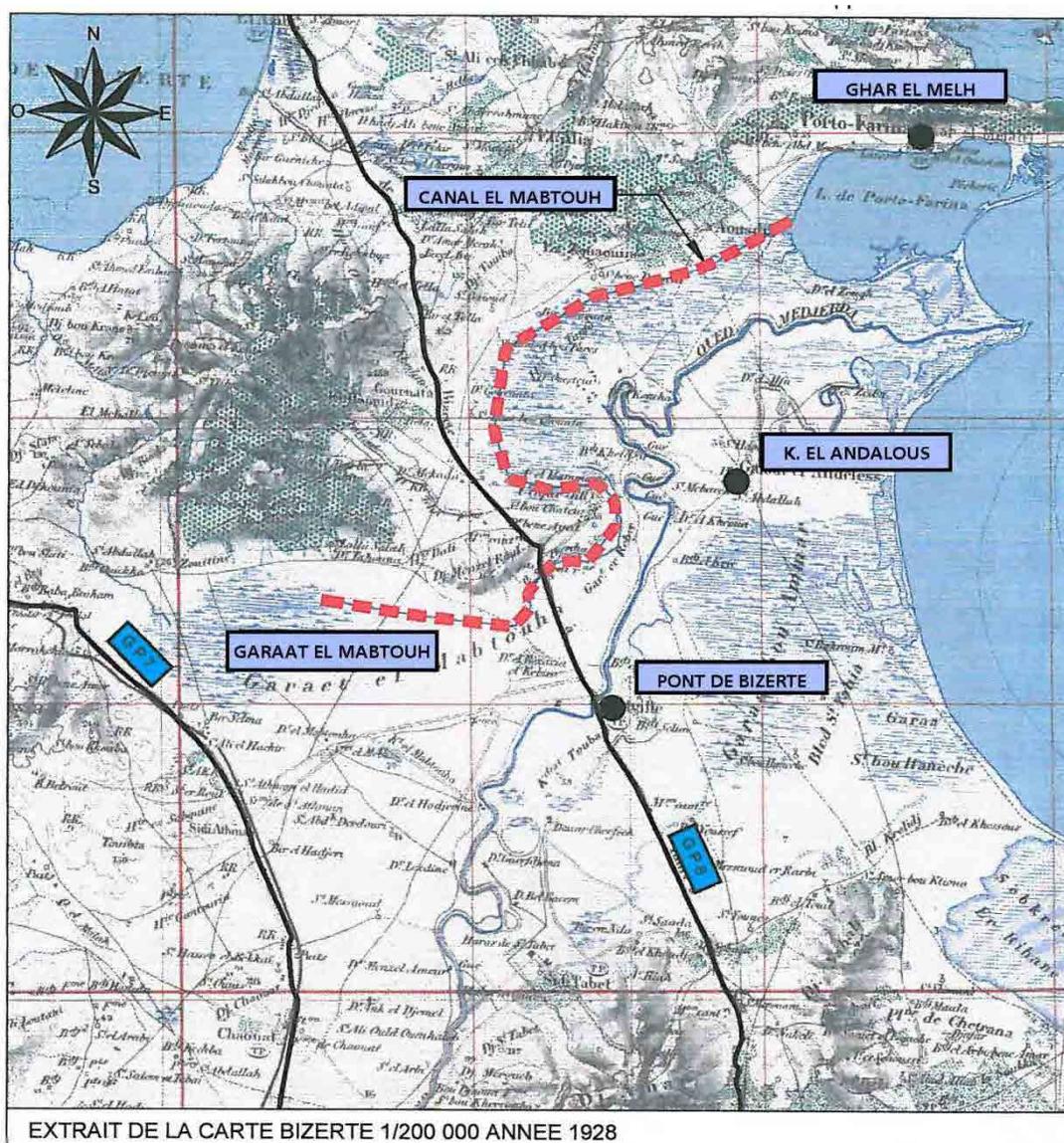
Sur la base de la documentation existante, nous présentons ci-dessous un résumé des travaux d'oueds réalisés dans le cadre des mesures contre les inondations dans l'oued Mejerda.

Tableau 3-2 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 Andlous-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 3-5 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 ci-dessous furent réalisés dans le cadre de ce projet.

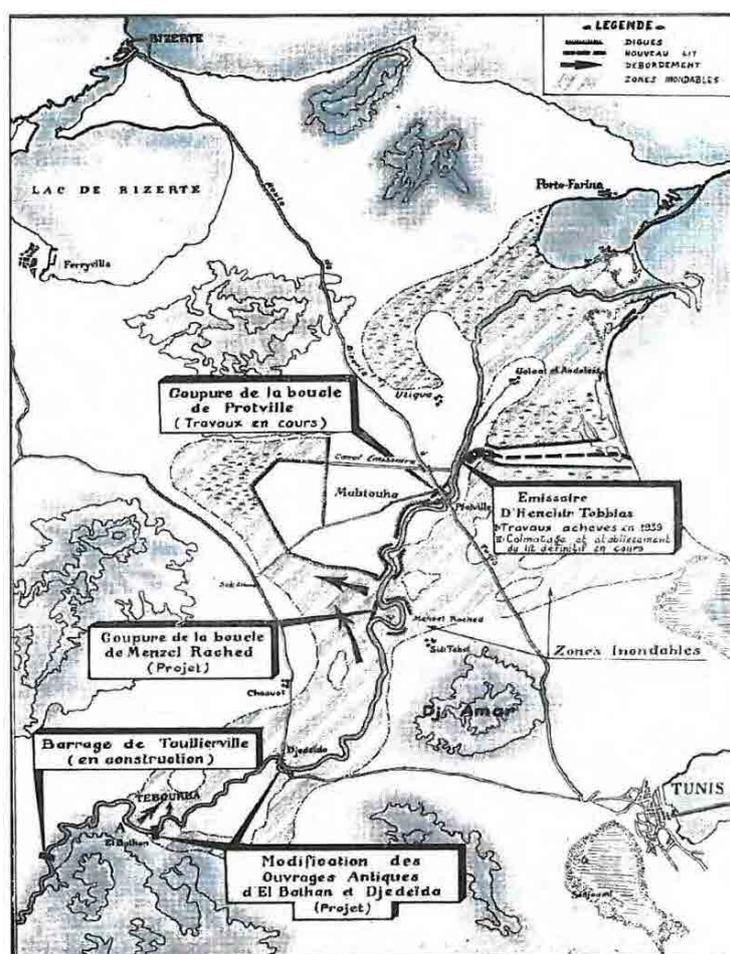
- 1) Suppression de la boucle et du pont de Protville
- 2) Coupe de la boucle de Menzel Rached
- 3) Aménagement des anciennes structures de Jedeida et El Battan
- 4) Construction d'une digue pour hausser la capacité d'écoulement
- 5) Construction d'un canal de restitution (canal actuel entre le barrage de Tobias et l'embouchure)

Ces 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.

Le résumé des travaux des projets 2 et 3 du tableau ci-dessus est présenté ci-dessous.



Source : Collection B Bouvet

Figure 3-6 Résumé des travaux réalisés en aval depuis 1952

3.2.2 Travaux de barrage

(1) Résumé des travaux de barrage dans le bassin

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 3-3 Résumé des travaux de barrage (contrôle des crues)

Dam	River	Year	C. Area (km ²)	Normal Water Level(m)		Surcharge WL & Flood Control Volume			
				El (m)	Volume (Mm ³)	El (m)	Volume (Mm ³)	Flood Volume (Mm ³)	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 m³. Les barrages de Sidi Salem et de Mellègue, avec 388 millions m³, représentent 75% de la capacité totale.

(2) Présentation générale du barrage de Sidi Salem

Le barrage de Sidi Salem, achevé et mis en opération en 1981, est un barrage polyvalent qui génère de l'électricité, alimente en eau et contrôle les crues. Il s'agit d'un barrage en terre de 345 mètres en longueur et de 73 mètres en largeur, et dont la capacité atteint 4 500 000 m³. Sa puissance de génération d'électricité est de 30 000 KW. En cas d'inondation, le volume de restitution de ce barrage situé à quelque 150 km en amont de l'embouchure contribue à atténuer les dommages causés par les inondations dans cette zone.

Nous présentons ci-dessous le plan de terrain, le profil longitudinal du corps du barrage et le profil longitudinal des déversoirs du barrage de Sidi Salem.

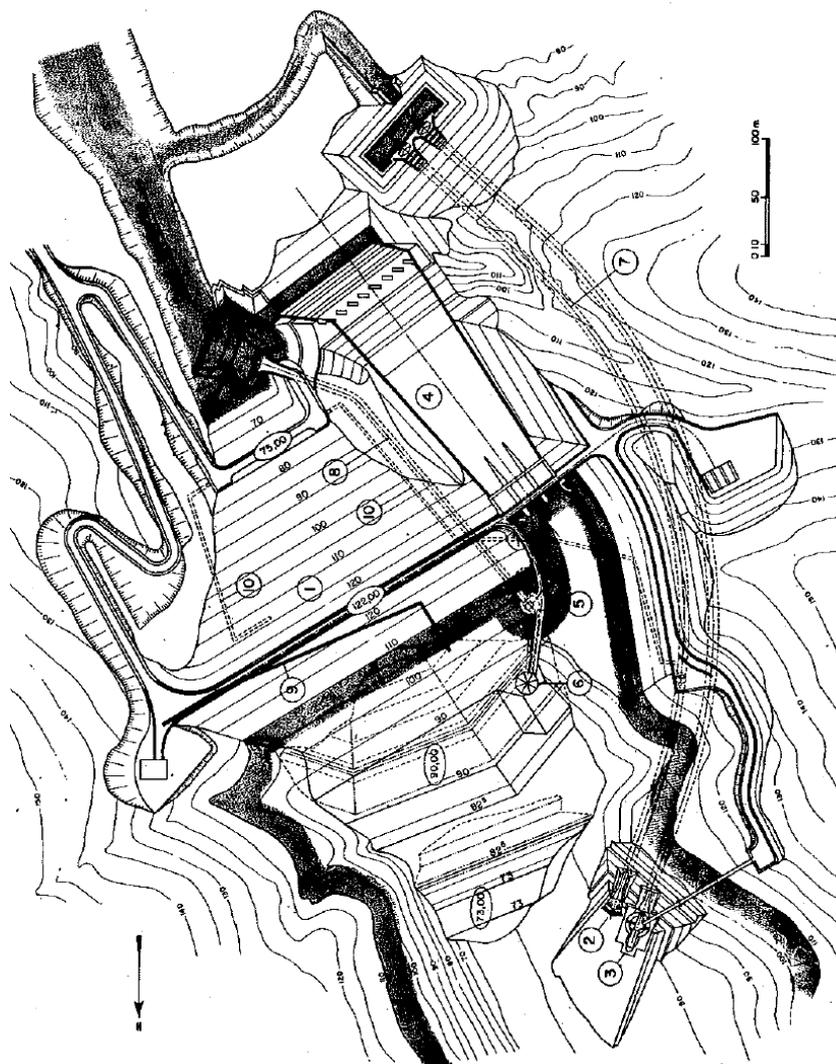
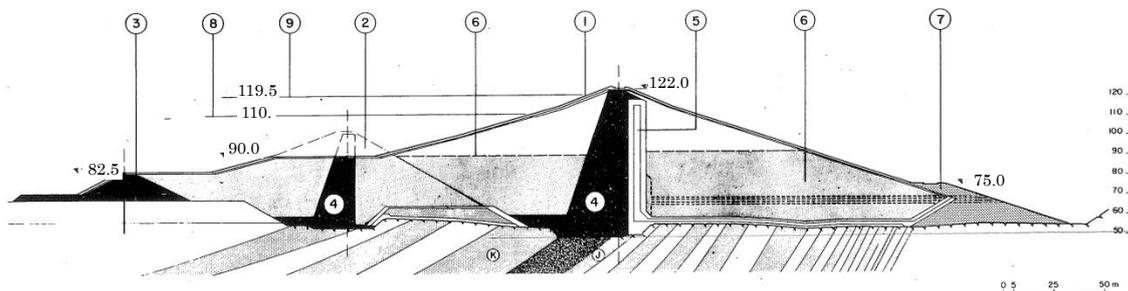


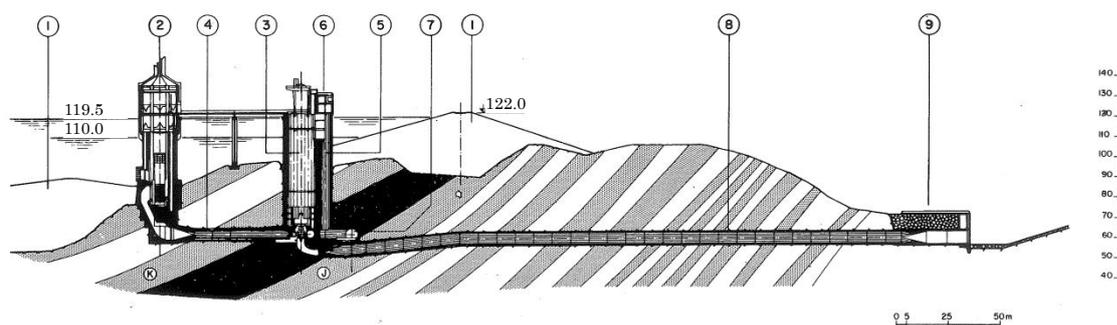
Figure 3-7 Plan de terrain du barrage de Sidi Salem



1. Digue
2. Batardeau
3. Prébatardeau
4. Noyau étanche
5. Filtre et drain
6. Recharges
7. Gros enrochements
8. Niveau de retenue normale RN
9. Niveau des plus hautes eaux exceptionnelles PHEE

- 1 - الحاجز
- 2 - الحاجز الأمامي
- 3 - ما قبل الحاجز الأمامي
- 4 - نواة مانعة للرشح
- 5 - مصفاة ومصرف
- 6 - إعادة مركومات
- 7 - حجارة ذات الحجم الكبير
- 8 - المستوى العادي للمياه بالخوض
- 9 - المستوى الأقصى للمياه الاستثنائية

Figure 3-8 Profil longitudinal du barrage de Sidi Salem



1. Digue
2. Tour de prise d'eau
3. Puits de l'usine
4. Galerie d'amenée
5. Cheminée d'équilibre
6. Bâtiment de commande
7. Chambre d'expansion
8. Galerie de restitution
9. Batardeau aval

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1 - الحاجز | 2 - برج مأخذ الماء |
| 3 - آبار للمعمل | 4 - نفق الجلب |
| 5 - مأخذ التوازن | 6 - مبنى التسيير |
| 7 - غرفة التمدد | 8 - نفق الاسترداد |
| 9 - البوابات الخلفية | |

Figure 3-9 Profil longitudinal des déversoirs du barrage de Sidi Salem

3.2.3 Système de collecte des informations hydrologiques et prévision des inondations

(1) Système de collecte des informations hydrologiques

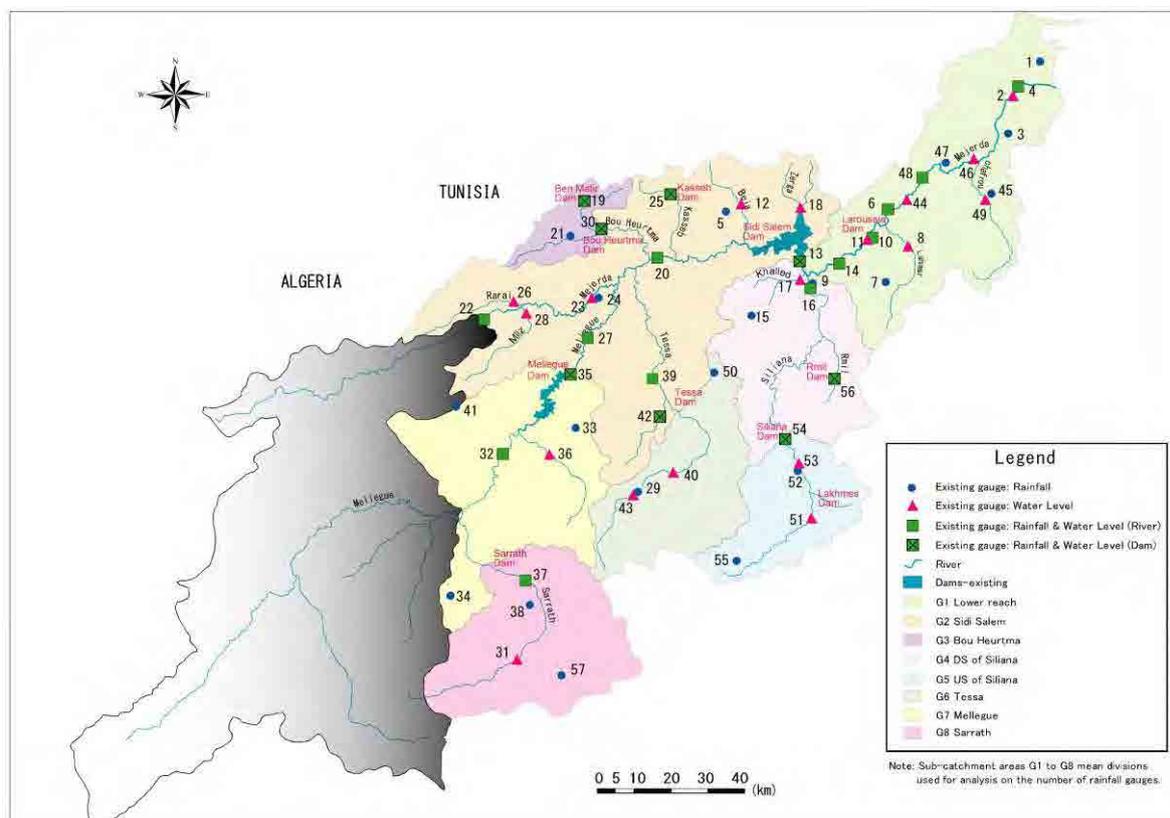
Un système de collecte des informations hydrologiques (pluviométrie, débit, etc.) dans l'oued Mejerda a été mis en place à la DGRE en 2007 avec l'aide technique et financière de l'AFD (Agence Française de Développement). Quant aux informations sur les barrages (pluviométrie, volume du débit entrant, 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.

Le tableau ci-dessous présente les points d'observation hydrologiques et les éléments de mesure pour chacun des CRDA, tandis que la figure ci-dessous indique la position respective de ces stations d'observation.

Tableau 3-4 Les stations d'observation du SYCOHTRAC et les éléments de mesure (DGRE)

CRDA	No.	Station Name	Monitoring Elements	Remarks(Dam,River)
Ariana(AR)	1	AR-KLT ANDALUS	Rainfall	
	2	AR-PT BIZERTE-MEJ	Waterlevel	Mejerda
	3	AR-S/THABET	Rainfall	
	4	AR-TOBIAS MEJ	Rainfall and Waterlevel	Mejerda
Beja(BJ)	5	BJ-BEJA	Rainfall	
	6	BJ-EL HERRI-MEJ	Rainfall and Waterlevel	Mejerda
	7	BJ-GOUBELAT	Rainfall	
	8	BJ-GP5 LHR	Waterlevel	Lajmar
	9	BJ-JBL LAOUEJ-SI	Rainfall and Waterlevel	Siliana
	10	BJ-MJZ GP5-MEJ	Rainfall and Waterlevel	Mejerda
	11	BJ-MJZ MORADI-MJ	Waterlevel	Mejerda
	12	BJ-PT BEJA-BEJ	Waterlevel	Beja
	13	BJ-S/SALEM-BGE	Rainfall and Waterlevel	Sidi Salem Dam
	14	BJ-SLOUGHIA-MEJ	Rainfall and Waterlevel	Mejerda
	15	BJ-TEBOURSOUK	Rainfall	
	16	BJ-TESTOUR	Rainfall	
	17	BJ-KALED AVL-KH	Waterlevel	Khalled
	18	BJ-MKHACHBIA-AVAL	Waterlevel	Mekhachbia
Jendouba(JD)	19	JD-BNIMTIR-BGE	Rainfall and Waterlevel	Ben Meter Dam
	20	JD-BOUSALEM-MEJ	Rainfall and Waterlevel	Mejerda
	21	JD-DAR FATMA	Rainfall	
	22	JD-GARDIMAOU-MEJ	Rainfall and Waterlevel	Mejerda
	23	JD-JENDOUBA	Rainfall	
	24	JD-JENDOUBA-MEJ	Waterlevel	Mejerda
	25	JD-KASSEB-BGE	Rainfall and Waterlevel	Kasseb Dam
	26	JD-PLAINE RAGHAI	Waterlevel	Raghai
	27	JD-PT GP17 MLG	Rainfall and Waterlevel	Mellegue
	28	JD-PT GP6 MLZ	Waterlevel	Mliz
	29	JD-S/ABID TSA	Waterlevel	Tessa
	30	JD-BOUHERTMA-BGE	Rainfall and Waterlevel	Bou Hertuma Dam
El Kef(KF)	31	KF-HAIDRA SRT	Waterlevel	Sarrat
	32	KF-K13 MLG	Rainfall and Waterlevel	Mellegue
	33	KF-KEF	Rainfall	
	34	KF-KLT SENAN	Rainfall	
	35	KF-MELLEQUE-BGE	Rainfall and Waterlevel	Mellegue Dam
	36	KF-PT ROUTE RMEL	Waterlevel	Rmel
	37	KF-PT RTE SARRAT	Rainfall and Waterlevel	Sarrat
	38	KF-S/AHMED SLH	Rainfall	
	39	KF-S/MEDIEN TSA	Rainfall and Waterlevel	Tessa
	40	KF-SERS VILLE-TSA	Waterlevel	Tessa
	41	KF-SKT S/YOUSF	Rainfall	
	42	KF-SOUANI-BGE	Rainfall and Waterlevel	No Data
	43	KF-ZOUARINE GARE	Rainfall	
Manouba(MN)	44	MN-BJ TOUMI-MEJ	Waterlevel	Mejerda
	45	MN-CHAFROU	Waterlevel	Chafrou
	46	MN-JEDEIDA-MEJ	Waterlevel	Mejerda
	47	MN-TEBOURBA	Rainfall	
	48	MN-LAROUSIA AVAL	Rainfall and Waterlevel	Mejerda
	49	MN-MORNAGUIA	Rainfall	
Siliana(SL)	50	SL-KRIB	Rainfall	
	51	SL-M12 OSAFA-SIL	Waterlevel	Siliana
	52	SL-PT ROUTE-SIL	Waterlevel	Siliana
	53	SL-SILIANA	Rainfall	
	54	SL-SILIANA-BGE	Rainfall and Waterlevel	Siliana Dam
	55	SL-MAKTHAR	Rainfall	
	56	SL-RMIL-BGE	Rainfall and Waterlevel	Rmil Dam
Kasserine(KS)	57	KS-TALLA	Rainfall	
Total	(57)		(Rainfall : 20) (Waterlevel :18) (Rainfall & Waterlevel :19)	



Source : DGRE

Figure 3-10 Système d’observation SYCOHTRAC dans l’oued Mejerda (disposition actuelle)

Suite à l’analyse statistique du nombre de stations d’observation et de leur disposition dans le bassin de l’oued Mejerda en Tunisie, à l’occasion de l’Étude du Plan Directeur, 14 nouvelles stations d’observation pluviométriques ont été jugées nécessaires.

Leur disposition est telle qu’indiquée à la Figure 3-10. Dans l’ensemble du bassin, la superficie couverte par chaque station d’observation existante est en moyenne de 410 km², ce qui dépasse de beaucoup la valeur standard du Japon, qui est de 50 km². On prévoit donc, tout particulièrement dans les cas où les pluies se concentrent dans certaines zones, que les mesures ne pourront atteindre un niveau de précision suffisant. Tel que proposé dans l’Étude du Plan Directeur, nous croyons nécessaire d’aménager de nouvelles stations d’observation dans la partie Sud du bassin.

Tableau 3-5 Nombre de stations d’observation pluviométriques et superficie couverte par station dans l’oued Mejerda (stations additionnelles comprises)

Name of Sub-basin	Catchment Area(km ²) ①	Existing Stations by SYCOHTRAC ②	Additional Raingauge proposed by MP Study ③	Cover Area per Station(Km ²) ① / ②
G1 :Lower Reach	2,890	11	0	260
G2 :Sidi Salem Dam	4,310	9	0	480
G3 :Bou Hertuma Dam	390	3	0	130

G4 :Down St. of Siliana Dam	1,600	4	2	400
G5 :Up St. of Silian Dam	1,020	3	4	340
G6 :Tessa Dam	1,500	2	2	750
G7 :Mellegue Dam	2,320	4	2	580
G8 :Sarrath Dam	1,800	3	4	600
Total	15,830	39	14	410

Source : Number of raingauges proposed the master plan study is based on the Supporting Report G in Master Plan Study

Note : () : Number of existing raingauges arranged by the Master Plan Study

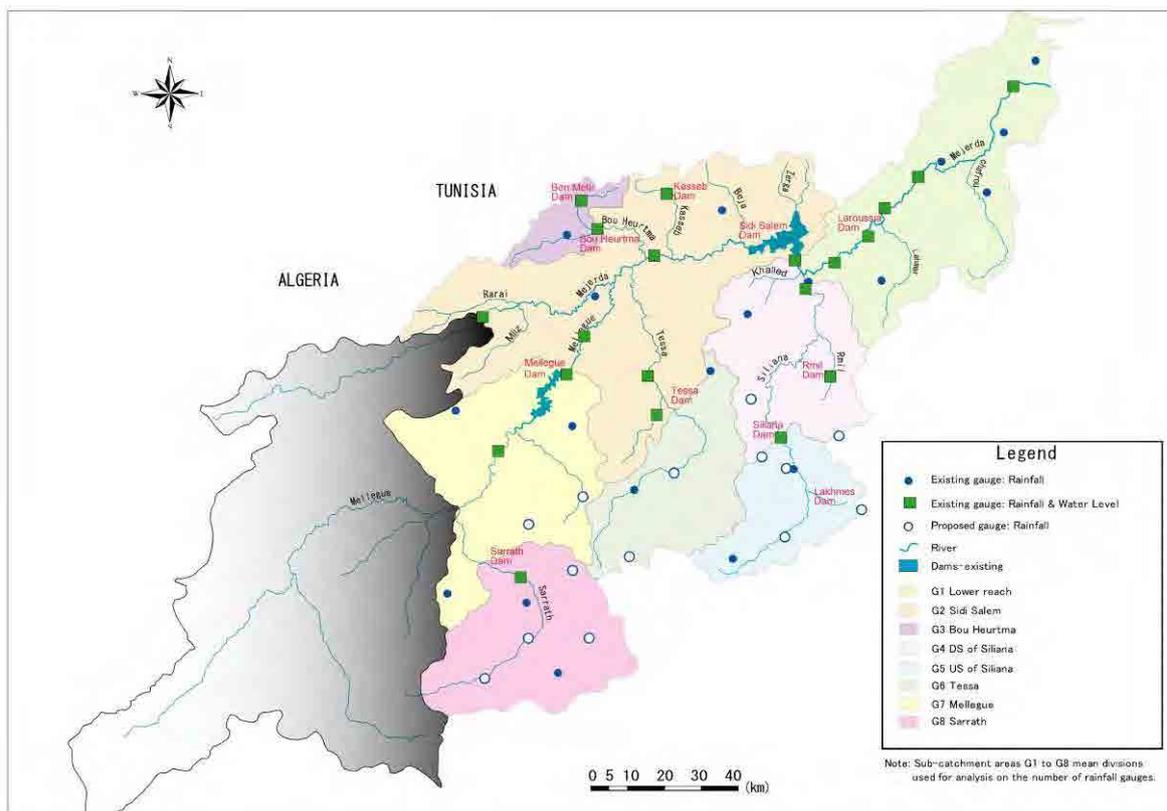


Figure 3-11 Système d’observation pluviométrique proposé dans le Plan Directeur (disposition actuelle + proposition de stations additionnelles)

Nous présentons au tableau ci-dessous les conditions de disposition des stations limnimétriques sur chacun des affluents de l'oued. Disposées en 37 points, elles couvrent de manière presque exhaustive les points de confluence et les emplacements des barrages. Dans l'Étude du Plan Directeur, l'ajout de stations d'observation du niveau d'eau a été examiné et on a proposé d'en ajouter en 4 emplacements. De plus, suite à l'examen réalisé par la DGRE en avril 2007, l'ajout de 11 stations supplémentaires de mesures du niveau d'eau a été jugé souhaitable.

Tableau 3-6 Conditions de disposition des stations d'observation du niveau d'eau dans l'oued Mejerda, et stations additionnelles

Name of River	Section (from)	Section (to)	Number of Waterlevel Gauges	
			Mejerda	Tributaries
1)Mejerda River	River Mouth	Chafrou River	2+New1=3	
Tri. Chafrou River	Mejerda	Chafrou		1+New1=2
2)Mejerda River	Chafrou	Lahmar	4	
Tri. Lahmar River	Mejerda	Lahmar		1
3)Mejerda River	Lahmar	Siliana	3	
Tri. Siliana River	Mejerda	Siliana & Khmes		5 +New1= 6
Tri. Khaled River	Mejerda	Khaled		1 +New2= 3
4)Mejerda River	Siliana	Sidi Salem Dam	1	
Tri. Zerga River	Mejerda	Zerga		1+New1=2
Tri. Beja River	Mejerda	Beja		1+New1=2
5)Mejerda River	Sidi Salem Dam	Bou Heurtuma	1+New1=2	
Tri. Kasseb River	Mejerda	Kasseb		1
Tri. Bou Heurtma River	Mejerda	Bou Heurtma		2
6)Mejerda River	Bou Herutma	Mellgue		
Tri. Tessa River	Mejerda	Tessa		4+New1=5
7)Mejerda River	Mellegue	Algeria Border	2	
Tri. Rarai River	Mejerda	Rarai		1+New1=2
Tri. Mliz River	Mejerda	Mliz		1+New1=2
Tri. Mellegue	Mejerda	Mellegue & Sarrath		5+New4=9
Total (Ex.3737+New15=52)			Ex.13+New2=15	Ex.24+New13=37

Source : Table 7.2.2 & Figure 7.2.2 (Tables & Figures, Master Plan Report, 2009)

Note : 'New' means additional gauging stations

Nous présentons ci-dessous de manière synoptique les stations additionnelles indiquées au tableau ci-dessus.

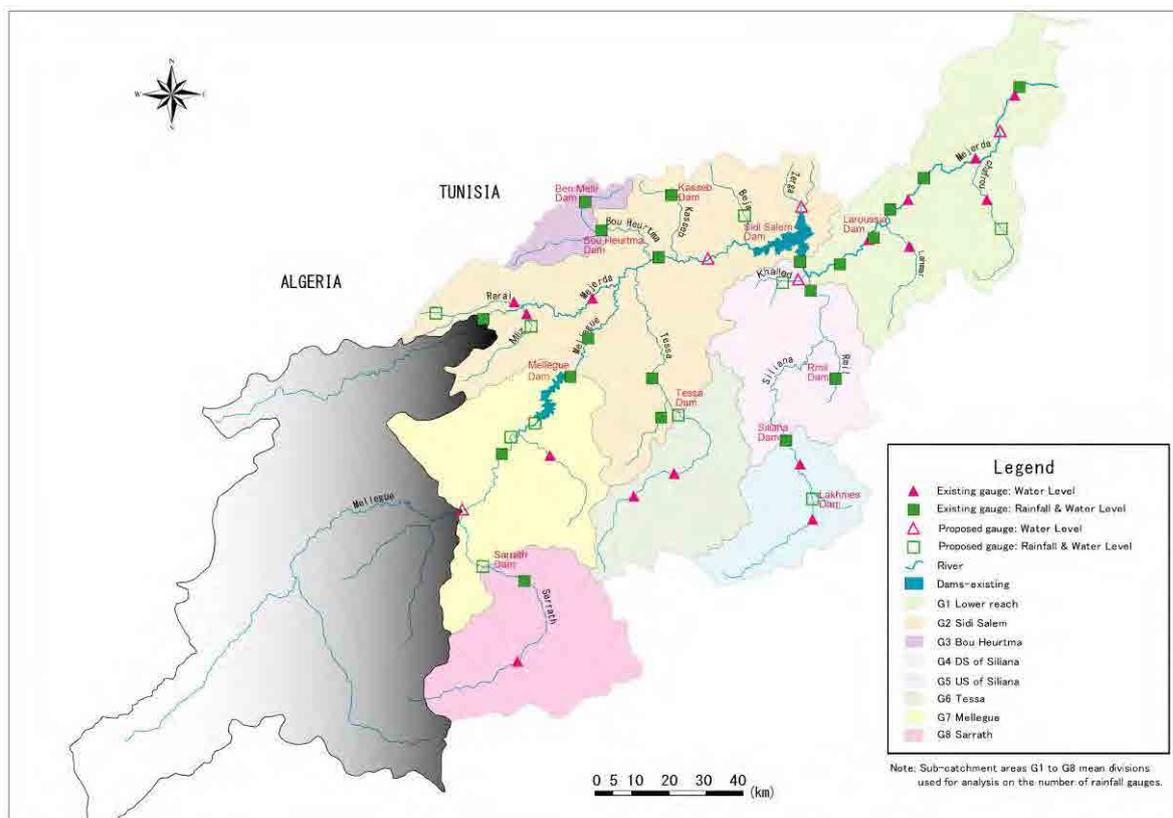
Tableau 3-7 Stations additionnelles de mesures du niveau d'eau dans l'oued Mejerda

No.	Proposed Location	Explanationfor Additional Installation	Proposed Study
1	Confluence Merjerda & Sarrath River	For monitoring waterlevel at confluence of two rivers	JICA M/P Study (2009)
2	Sidi Smail	For judging of flood risk at Sidi Smail Town	Ditto
3	Sarrath Dam Site	For reservoir operation	Ditto
4	Tessa Dam Site	For reservoir operation	Ditto
5	Meeting point of P5 road and Mellegue River	For reservoir operation	DGRE Study (2007) & JICA Preparatory Survey (2012)
6	Confluence of Zerga River & Bou Nab River	For monitoring waterlevel to the SS Dam	Ditto
7	P5 Bridge over Khaled River	For monotoring floods	Ditto
8	Lakhmes Dam	Planned Dam	Ditto
9	Chafraou Dam	Planned Dam	Ditto
10	Mliz Dam	Planned Dam	Ditto
11	Khaled Dam	Planned Dam	Ditto
12	Beja Dam	Planned Dam	Ditto
13	Eddir Dam	Planned Dam	Ditto
14	Retarding Basin	For monotoring waterleve to the retarding basin	Ditto
15	Mellegue 2 Dam	Planned Dam	Ditto

Source : 1) Supporting Report G (Master Plan Final Report. January, 2009)

2) Draft Final Report for Preparatory Survey (January, 2012)

Nous présentons à la figure ci-dessous la position des stations d'observation du niveau d'eau (stations additionnelles comprises)



**Figure 3-12 Système d’observation du niveau d’eau proposé dans le Plan Directeur et par la DGRE
(disposition actuelle + stations additionnelles proposées)**

(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 3-8 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

Selon la Direction des eaux de surface de la DGRE, le budget annuel de maintenance du SYCOHTRAC est de 70 000 TND ; elle est aussi liée par contrats depuis 15 ans à la société OTT de France pour l'achat d'équipements de mesures hydrologiques, le contrat actuel de 3 ans (2010 à 2012) s'élevant à 300 000 TND. Les équipements de mesures hydrologiques achetés de cette société et actuellement utilisés sont en grande partie fabriqués par la société OTT d'Allemagne. Quant à l'aide financière de l'AFD, elle s'est limitée à l'année 2007.

(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 3-9 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.	<p>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.</p> <p>b. L'incompatibilité des données semble provient du système de transmission des données ; on prévoit remplacer l'actuel système GSM par un système GPRS.</p> <p>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.</p> <p>d. Comme seule la société Tusiania possède ce système, le renouvellement du contrat se fera avec cette société.</p>
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.

Tableau 3-10 Composition de la Commission nationale de gestion des catastrophes

Organisation	Niveau national	Niveau régional
Bureau du Premier ministre	1	
Ministère de l'Intérieur	4	3
Ministère des Finances	1	1
Ministère de l'Économie nationale	1	1
Ministère du Développement régional et de la Planification	1	1
Ministère de l'Agriculture	1	1
Ministère de l'Équipement	1	1
Ministère des Domaines de l'État et des Affaires Foncières	1	1
Ministère des Transports	1	1
Ministère des Communications	1	1
Ministère de la Santé publique	1	1
Total	14	12

Source : Decree No. 93-942 (April, 1993)

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.

Selon l'Office national de la protection civile, en cas de calamités on dispose d'effectifs (personnel temporaire compris) s'élevant à environ 6 600 personnes au niveau central, et d'environ 2 300 personnes au niveau régional. L'Office de la protection civile du gouvernorat de Manouba, dans la zone cible, dispose d'effectifs s'élevant à environ 200 personnes et d'une équipe de secours.

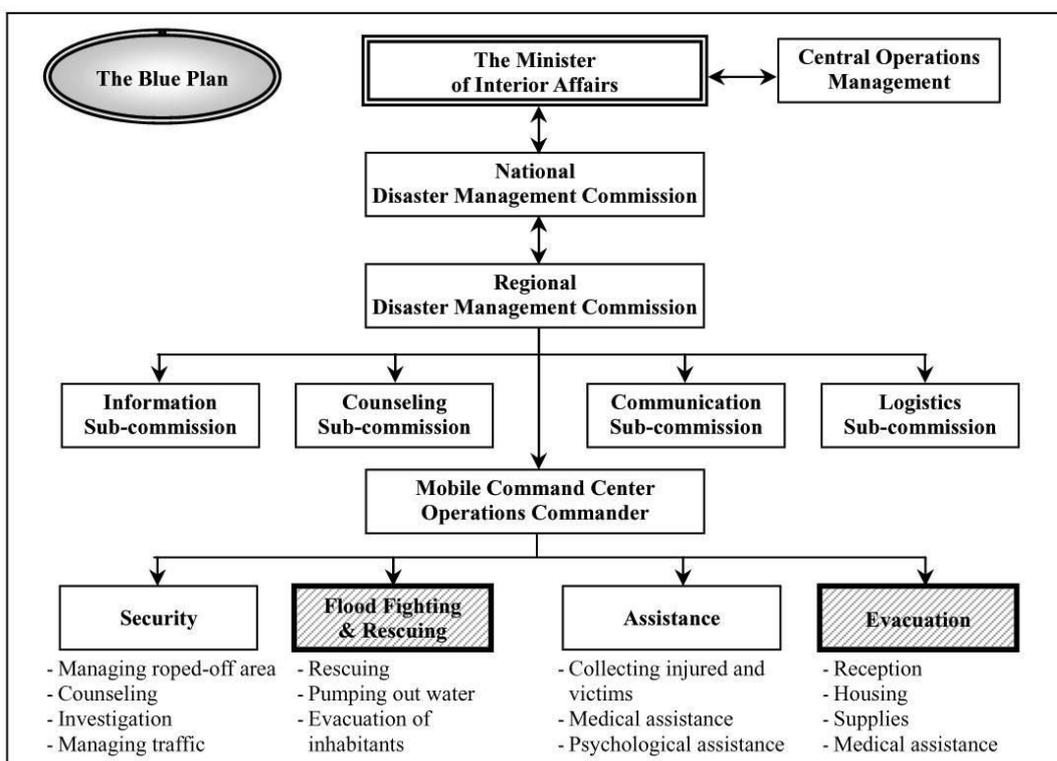
4) Les bénévoles et la Croix rouge internationale

En cas de calamités, des bénévoles apportent leur aide aux opérations de contrôle des inondations. Selon le décret n° 2428-1999 (1^{er} 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. Lors de notre enquête verbale auprès de l'Office national de la protection civile, nous avons constaté que même s'il y a des bénévoles enregistrés, dans la plupart des préfectures ces bénévoles sont sans expérience. Lorsque surviennent des inondations, la Tunisie bénéficie notamment de l'aide de la fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge, et de pays voisins (Arabie Saoudite et Qatar).

(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 3-13 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. Ce Plan bleu fait l'objet de révisions avant la saison des pluies, selon les conditions topographiques, les conditions hydrologiques et les modifications artificielles. Il comprend les éléments ci-dessous. Contrairement au cas du Japon, ce plan ne comprend pas d'activités de prévention des inondations en tant que moyen de lutte contre les incendies.

- Structure organisationnelle
- Rôle et responsabilités de chaque organisation
- Schéma de coordination, liaisons et comptes-rendus
- Ordres de secours à émettre par les personnes ou organisations
- Plan d'exercices d'évacuation et de secours
- Planification budgétaire des opérations de secours
- Cartes (points dangereux du réseau routier pendant les inondations, carte des zones inondées, position des centres d'évacuation)

Parmi les cartes mentionnées ci-dessus, nous présentons ci-dessous la Carte des zones submergées indiquées dans le Plan bleu de Manouba (août 2011) pour les délégations El Battan, Jedaida et Tebourba dans le gouvernorat de Manouba.

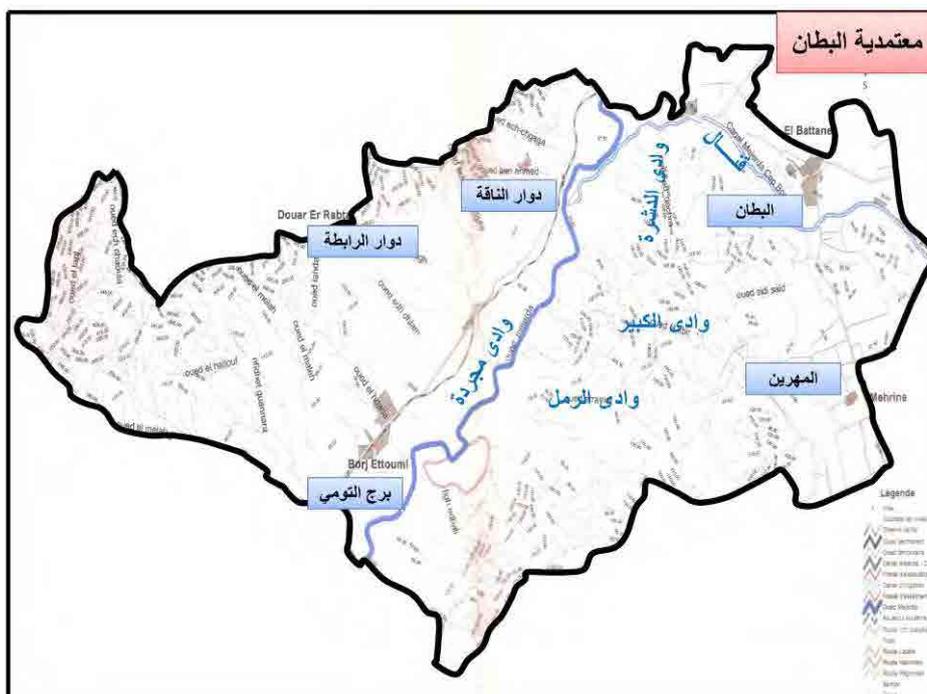


Figure 3-14 Zones submergées par les inondations (Plan bleu 2011 de Manouba, Délégation El Battan)

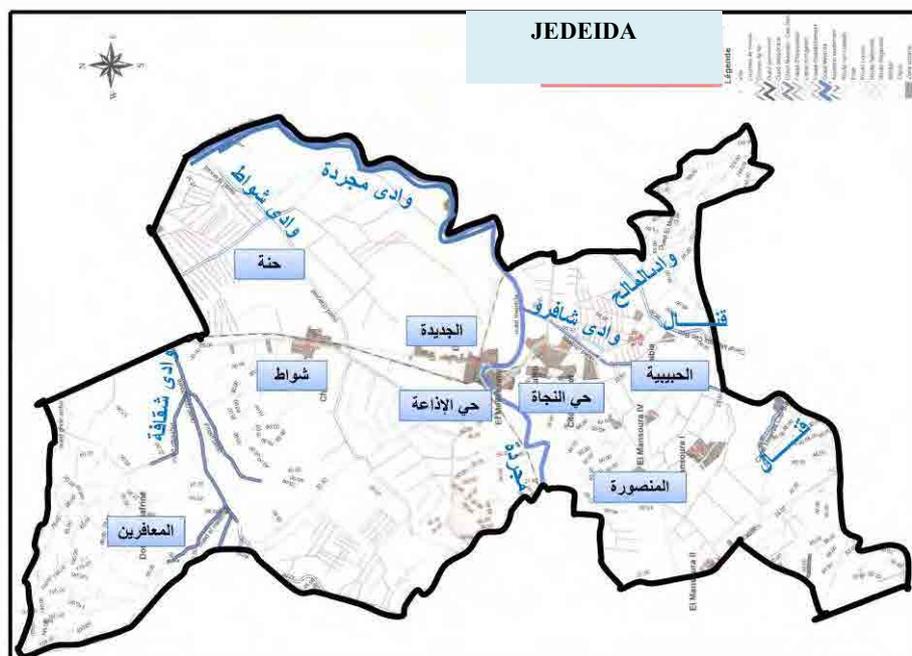


Figure 3-15 Zones submergées par les inondations (Plan bleu 2011 de Manouba, Délégation Jeddida)

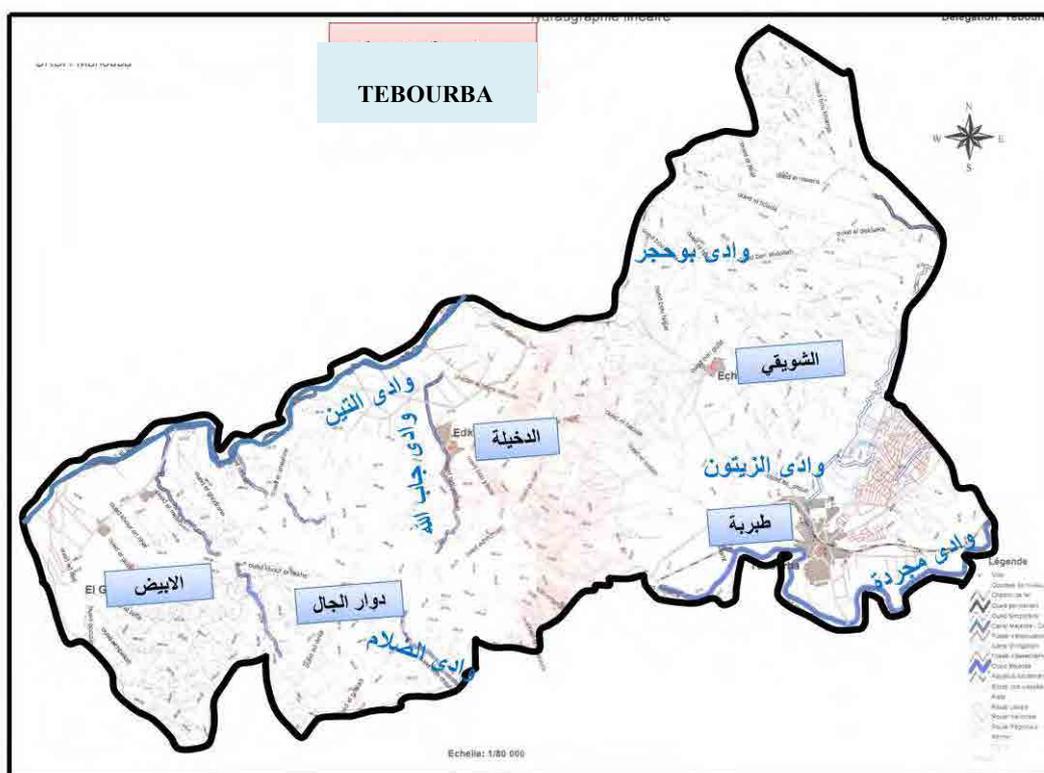


Figure 3-16 Zones submergées par les inondations (Plan bleu 2011 de Manouba, Délégation Tebourba)

(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. Nous résumons ci-dessous les critères d'alerte des principales stations d'observation du niveau d'eau de l'oued Mejerda, au Ministère de l'Agriculture.

Tableau 3-11 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	-

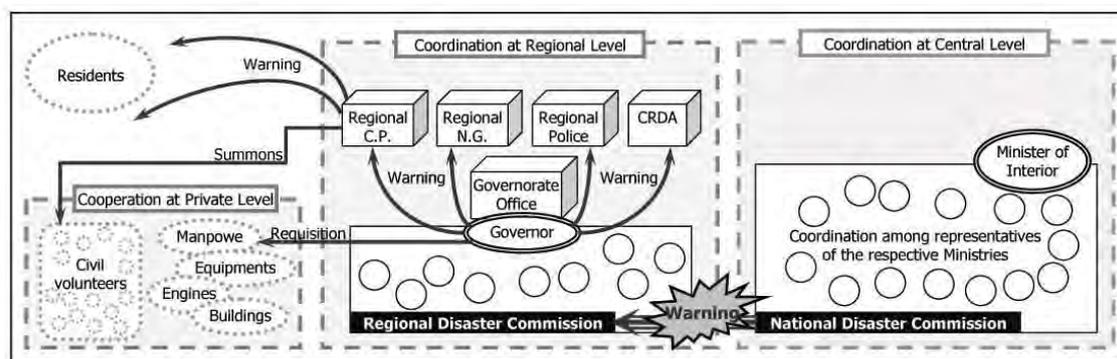
Note : Alert and overflow levels do not correspond to the ground elevation network system.

Source : DGRE

À l'étape finale, les alertes sont transmises aux habitants des régions par les Offices de la protection civile. Les alertes, conformément au système de liaisons de la structure organisationnelle établie par l'ORSEC, sont transmises par téléphone, télécopieur, téléphone portable et émetteur-récepteur.

Les alertes lancées par le ministre de l'intérieur sont transmises en première étape au gouverneur (président de la commission régionale de gestion des catastrophes), qui les transmet en deuxième étape aux organisations concernées du niveau régional, à savoir : l'office de la protection civile, les garnisons et les

CRDA. En troisième étape, l'Office régional de la protection civile alerte les habitants en patrouillant dans le bassin de l'oued.



Source) Ministry of Agriculture, National Protection Civil Office

Figure 3-17 Schéma de lancement des alertes en cas d'inondations (pays → gouvernorat → délégation → habitants)

(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. Dans le cas du gouvernorat de Manouba, l'alerte est lancée environ deux heures à l'avance pour la délégation Jedaida, où les dommages causés par l'eau sont considérables.

Les centres d'évacuation sont disposés par gouvernorat et par délégation ; dans le gouvernorat de Manouba, situé en amont de la zone D2, les centres sont disposés comme suit dans les délégations, de l'amont vers l'aval : El Battan, Tebourba, Jedaida et Oued Ellil. (Voir la figure ci-dessous.) Dans le gouvernorat d'Ariana, situé en aval de l'oued Mejerda, les centres sont disposés dans les délégations Sidi Thabet et Kalaat Andalous.



Source: Manouba Blue Plan, August, 2011

Figure 3-18 Position des délégations dans le gouvernorat de Manouba pour l'évacuation en cas d'inondation

Nous avons classé ci-dessous les centres d'évacuation des délégations concernées de l'oued Mejerda, dans les gouvernorats d'Ariana et de Manouba. Le gouvernorat d'Ariana comprend deux délégations, où se trouvent 12 centres d'évacuation, pour une capacité totale de 1 275 personnes. Le gouvernorat de Manouba comprend 4 délégations, où se trouvent 19 centres, pour une capacité totale de 6 400 personnes. La capacité moyenne des centres d'évacuation est d'environ 100 personnes dans le gouvernorat d'Ariana, et d'environ 340 personnes dans le gouvernorat de Manouba.

Tableau 3-12 Nombre de centres d'évacuation et capacité d'évacuation en cas d'inondation de l'oued Mejerda

Governorate	Related Delegations for Evacuation	Number of Evacuation Center	Total Capacity of Evacuation Center	Mean Capacity per Center(Person/Center)
Ariana	2 (Kalaat Andalous, Sidi Thabet)	12	1,275	106
Manouba	4 (Oued Ellil, Tebourba, Jedaida, El Battan)	19	6,427	338

Source) Disaster Management Plan (Blue Plan) (Ariana & Manouba Governorate, August, 2011)

Les centres d'évacuation sont aménagés dans des mosquées, des écoles, des centres culturels, des centres sportifs, etc. Ces centres d'évacuation, dotés de fonctions d'hébergement, sont parfaitement équipés en installations électriques, en toilettes, etc. On y distribue aux réfugiés de l'eau, du pain, du lait, des

couvertures et autres articles d'usage courant, ainsi que de la nourriture pour le bétail. Dans le bassin de l'oued Mejerda, il y a deux bases nationales de stockage, ainsi que des centres de stockage pour chacun des gouvernorats.

Dans le cas de l'oued Mejerda les évacuations durent en moyenne de 1 à 2 semaines à l'occasion des inondations, mais elles peuvent durer jusqu'à 1 mois à l'occasion des grandes inondations comme celle de 2003. La prolongation de la période d'évacuation a des conséquences graves, des points de vue physique et mental, sur les personnes faibles telles que les vieillards et les enfants. Un paiement « ex-gratia » est parfois offert dans le secteur agricole, en guise de compensation suite à une inondation.

(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 3-13 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.



Aval du point de jonction des oueds Mejerda et Chafrou

Amont du Pont ferroviaire de Jedaida

Figure 3-19 Luxuriance des tamaris (septembre 2012)

En septembre 2012, la mission de la JICA a pris connaissance des mesures ci-dessous prises par la CRDA du gouvernorat de Manouba contre les tamaris.

- 1) Lorsque la coupe est bien effectuée jusqu'aux racines, son effet dure 5 ans.
- 2) Malgré un budget limité, la CRDA du gouvernorat de Manouba effectue des coupes sur une distance de 1,5 km par année depuis 2009. Le budget dont dispose annuellement la CRDA pour le déracinement est de 120 000 TND. (Cela correspond à environ 6 millions de yens, soit 4 000 yens le mètre.)
- 3) Comme la CRDA ne possède pas de machinerie de construction, elle confie les travaux de déracinement à un entrepreneur. La CRDA juge que ces travaux doivent être préférablement effectués une fois tous les 3 ans.

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.



Figure 3-20 Le point de confluence du canal de restitution du bassin de retardement d'El-Mabtouh avec l'oued Mejerda, et la vanne

Le bassin de retardement est divisé en 3 zones, dont l'ordre de remplissage et de vidange est déterminé. Selon le DGBGTH, la situation actuelle de la gestion du bassin de retardement et de fonctionnement des installations existantes sont comme suit.

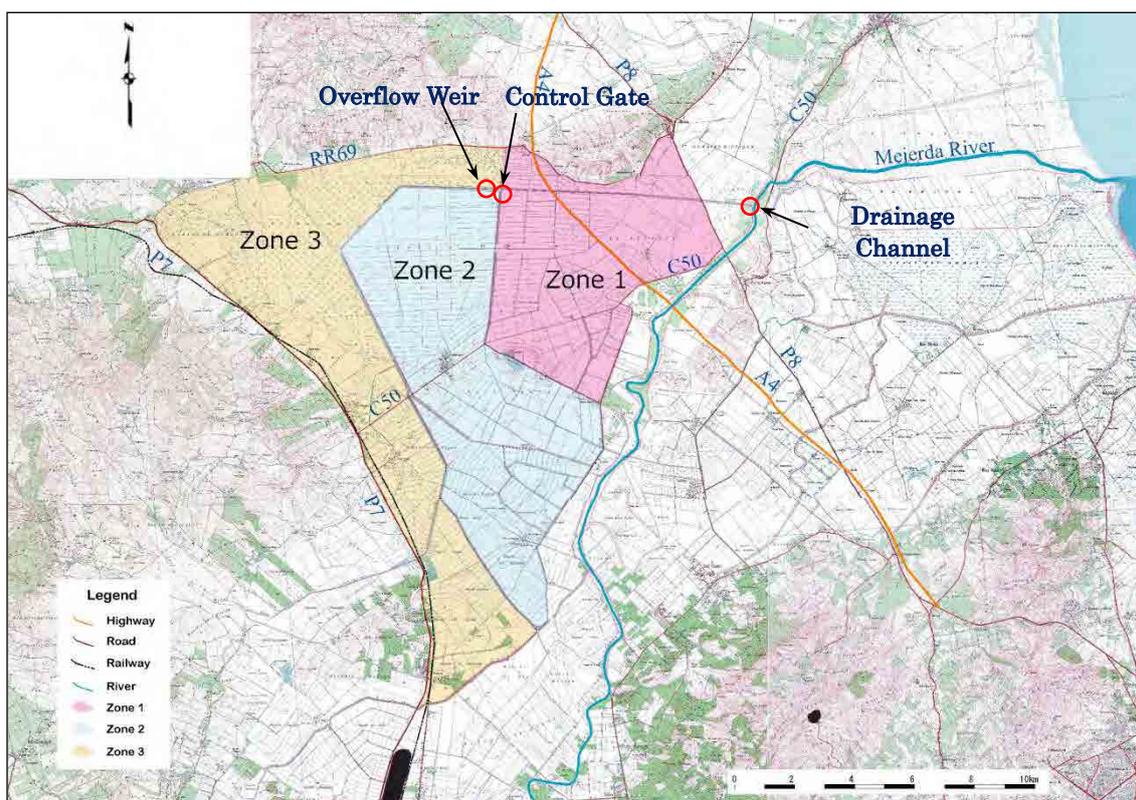


Figure 3-21 Division zonale du canal de restitution du bassin de retardement d'El-Mabtouh

- 1) La zone 3 se trouve du côté extérieur (côté ouest) de la digue du canal d'entrée, la zone 2 du côté intérieur (côté est), et la zone 1 encore plus à l'est.

- 2) À l'occasion des crues, c'est d'abord la zone 3 qui sert de zone de retardement. Afin d'orienter prioritairement le débordement vers la zone 3 qui se trouve sur la rive gauche du canal d'entrée, la digue est construite, non pas sur la rive gauche du canal d'entrée, mais uniquement sur sa rive droite. Lorsque le volume d'entrée d'eau est plus important, la structure est conçue de manière à orienter le débordement vers la zone 2 via le barrage-déversoir aménagé pour couper la digue sur la rive droite du canal d'entrée.
- 3) En cas d'inondation encore plus importante, l'eau est introduite dans la zone 1 via la canalisation de raccord qui, sous la route, relie les zones 2 et 1. Le débit de la zone 2 à la zone 1 est contrôlé par une vanne à l'extrémité de la canalisation de raccord.
- 4) En supposant les cas où les vagues de pointe d'inondation envahissent le bassin de retardement à plusieurs reprises, un seuil de débordement équipé d'une vanne est mis en place au côté aval de la digue ci-dessus pour permettre le déversement de réserve de la zone 3 vers la zone 2 pour faire face à la vague ultérieure même si le niveau de retenue d'eau est inférieur à celui de retenue de projet (NGT+9,5m).
- 5) Au cas où la montée spectaculaire du niveau d'eau de la zone 3 serait incontrôlable, déverser l'eau en démolissant manuellement le déversoir en mince paroi en terre mise en place sur la route en remblai entre la zone 3 et la zone 1.
- 6) La zone 3 étant réservée exclusivement à la fonction de retardement, la réglementation y interdit la culture, tandis que les zones 2 et 1 sont utilisées en alternance annuelle pour la culture des céréales.
- 7) Après l'inondation, la décharge des eaux s'effectue prioritairement par la zone 1, puis, une fois la zone 1 vide, par la zone 2. La zone 3 ayant été conçue d'emblée comme bassin de retardement, les eaux n'en sont déchargées qu'en dernier. Les vanne de régulation sont mises en place dans les zone 2 et 3 pour cette fin.

Les tuyaux d'évacuation d'eau des zones 2 et 1 en passant sous la digue sont connectés au canal de drainage qui relie le canal de déversement et la vanne de régulation du débit jusqu'au côté aval. Un volet rabattable est installé sur le canal. Mais lorsque le diamètre du tuyau est important, un dalot est installé.

Les photos ci-dessous montrent le canal d'entrée et le barrage à réservoir latéral de diversion aménagé de manière à couper la rive droite du canal d'entrée du bassin de retardement ; il n'y a de digue que sur la rive droite, et non sur la rive gauche (du côté de la zone 3), ainsi que le seuil de débordement équipé d'une vanne, le déversoir en mince paroi et la vanne de régulation du débit du canal de drainage (zone 3), le canal intérieur (zone 2) et le tuyau d'évacuation.

L'ensemble du bassin de retardement se trouvant sur un terrain qui appartient à l'Etat et aux particuliers. Comme nous l'avons vu, seules les zones 2 et 1 sont utilisées pour la culture bisannuelle des céréales, tandis que la zone 3 est réservée au retardement. Par ailleurs, comme la culture est autorisée dans la partie appartenant à l'Etat des zones 2 et 1 à condition de permettre l'entrée d'eau en cas d'inondation, aucune compensation n'est nécessaire lorsque les terres de culture y sont submergées.

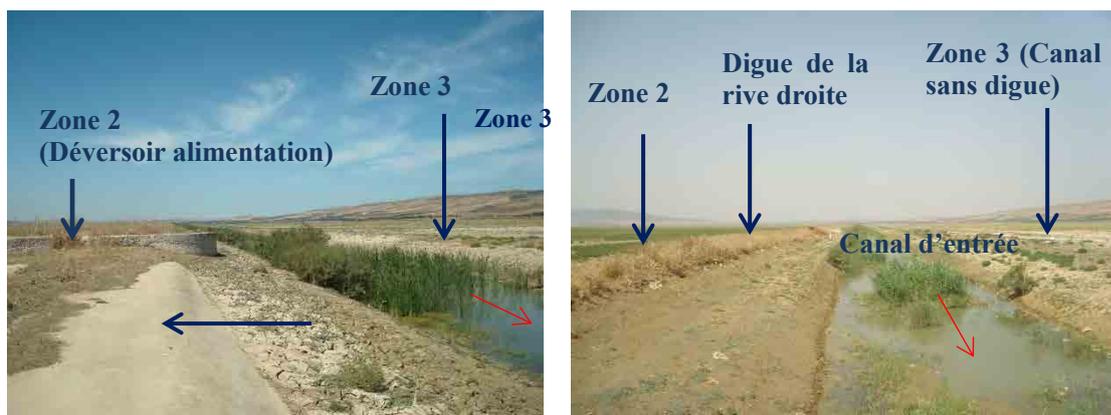


Figure 3-22 Le barrage déversoir (de la zone 3 à la zone 2) et la digue de la rive droite du canal d'entrée



Figure 3-23 Déversoir équipé de vanne reliant la zone 2 et la zone 1



Figure 3-24 Déversoir en mince paroi reliant la zone 3 et la zone 2



Figure 3-25 Vanne de régulation de débit



Figure 3-26 Culture pratiquée en zone 2



Figure 3-27 Volet rabattable de la sortie de tuyau



Figure 3-28 Tuyau d'évacuation en dalot

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.

En rapport avec ladite étude de faisabilité, le Ministère de l'Équipement a réalisé en 2005 une étude intitulée « Étude de Protection Contre les Inondations du Grand Tunis ». Cette étude des mesures de lutte contre les inondations dans la ville de Tunis ne comprenait pas la zone en aval de l'oued Mejerda.

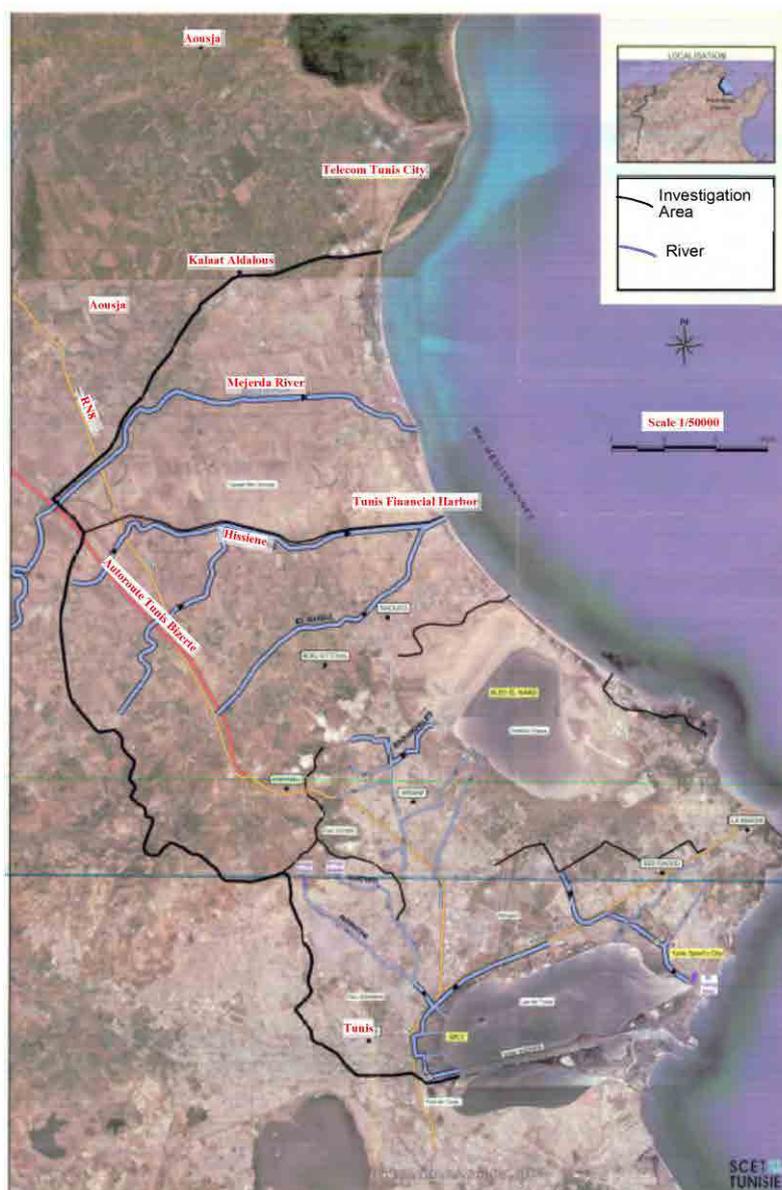


Figure 3-20 Région ciblée par l'étude de protection contre les inondations des zones Nord et Est du Grand Tunis

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
1) Aménagement d'un canal d'écoulement et d'un réservoir de régulation, et réparation du canal existant dans la zone du bassin de l'oued Enkhilet qui coule à Ariana (nord de Tunis). 2) Travaux de canal d'écoulement, construction de digue, déplacement de structure transversale, construction de pont, etc., pour la lutte contre les inondations des oueds Mellegue et Zerga, dans la plaine de Kairouan au				

centre de la Tunisie.				
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
1) Au cours des dernières années, de grandes inondations sont survenues l'une après l'autre dans le grand Tunis. Mentionnons notamment les pluies abondantes de septembre 2003 (d'une ampleur qui ne survient qu'une fois par siècle, dit-on), qui ont paralysé la capitale Tunis et entraîné d'énormes dommages (4 morts et des dommages s'élevant à 45 milliards de yens). Aménagement de canaux d'écoulement dans la partie Ouest de la région de Tunis, là où les installations existantes d'évacuation des eaux ne suffisent pas face aux grandes inondations des dernières années (qui seraient dues aux effets du changement climatique). 2) Aménagement d'installations, fourniture de matériaux et équipements.				
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)	
Réalisation d'une étude de développement sur la lutte contre les inondations dans l'ensemble du bassin de l'oued Mejerda (étude sur laquelle se base la présente Étude), et élaboration d'un Plan directeur.				

3) Banque mondiale

Elle a soutenu la restauration et la reconstruction de la ville de Sfax suite aux inondations de 1982. Sfax, ville portuaire située à 270 km au sud-est de Tunis, possédait une population de 340 000 habitants (2005). Chef-lieu du gouvernorat de Sfax, elle est la deuxième plus grande ville tunisienne. Les inondations de 1982 y ont causé 70 morts, ont détruit 700 habitations et en ont endommagées 8 000. 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. De nombreux barrages ont été, sont et seront construits dans le nord et le centre de la Tunisie, y compris dans le bassin de l'oued Mejerda, afin de contenir les eaux. Outre les organisations internationales, des pays tels que le Japon, l'Allemagne, le Koweït, la Libye, la Russie, l'Arabie saoudite et la France offrent de l'aide bilatérale. Nous avons présenté en détails la nature concrète de cette aide dans les références.

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 notamment les trois éléments suivants sur les secteurs à prioriser impérativement et sur les défis à relever.

- 1) Aide à la hausse du niveau de l'agriculture
- 2) Aide au développement et à la gestion des ressources en eau
- 3) Aide aux initiatives environnementales

En ce qui a trait au point 2) ci-dessus (Aide au développement et à la gestion des ressources en eau), outre le développement des ressources en eau, des attentes sont exprimées quant aux travaux de gestion de la demande en eau et aux travaux généraux de gestion des ressources en eau mettant pleinement à profit les moyens technologiques des entreprises japonaises et leur expérience sur le terrain.

De plus, le gouvernement du Japon organise de manière répétée des TICAD (conférences sur le développement africain). Les TICAD jusqu'ici organisées sont la TICAD I en 1993, la TICAD II en 1998, la TICAD III en 2003 et la TICAD IV en 2008. Les TICAD sont organisées en collaboration avec l'OSSA (Bureau du Conseiller spécial pour l'Afrique) des Nations unies et le PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement). Les TICAD, qui ont pour but de promouvoir les discussions entre les chefs d'État des pays d'Afrique et les hauts fonctionnaires des pays partenaires du développement, ont défini des directives générales et des politiques pour le développement des pays d'Afrique.

La TICAD IV s'est tenue en 2008 à Yokohama. On y a examiné les mesures à prendre par la communauté internationale sur de nombreuses questions clés, telles que la promotion de la croissance économique (ceci comprenant l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement), le maintien de l'ordre public, le renforcement de la paix, et la prise en compte de l'environnement et du changement climatique. Cet examen a donné lieu à l'adoption de la Déclaration de Yokohama.

Cette déclaration, qui porte tout particulièrement sur les problèmes environnementaux et de changement climatique, met aussi l'emphase sur les éléments essentiels pour répondre aux besoins développementaux des pays (assurances, production agricole, réduction des risques de calamité, paix, ordre public et importance de l'eau) et tient compte de l'importance de promouvoir l'utilisation durable des ressources en eau. Le plan d'action qui accompagne cette déclaration comprend l'aide à l'élaboration de programmes de prévention des désastres naturels et de plans d'interventions d'urgence, sur la base de l'évaluation des risques dans les régions sujettes aux désastres naturels tels que sécheresses et inondations.

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^{ème}.

1) Tunisia Financial Harbour

Il s'agit du projet d'une société de développement privée, dont la réalisation est prévue sur la rive entre la ville de Tunis et l'embouchure de la rivière Mejerda. Nous le résumons ci-dessous. Le projet consiste en la construction d'un centre financier, d'un centre d'affaires, d'une université, etc., sur un terrain de 483 ha.

Tableau 3-8 Résumé du projet Tunis Bay Financial Harbour

Maître de l'ouvrage	Tunis Bay Project Company
Source de financement	Gulf Finance House
Consultant chargé de réaliser l'étude de projet	HOK Planning
Superficie du terrain	483 ha
Contenu	Centre financier international, centre d'affaires polyvalent. Marina, plage, terrain de golf. Installations commerciales, hôpital, centre technologique, université, zone résidentielle, immeubles en copropriété. Aménagement des infrastructures (adduction d'eau, énergie, communications, transports) nécessaires aux éléments ci-dessus.
Calendrier d'exécution	Phase 1 : terrain de golf, centre financier
	Phase 2 : marina, marché, hôtels, World Center Tower
	Phase 3 : hôtels, résidences
	Phase 4 : université, centre technologique, zone résidentielle

Source : Tunis Bay Financial Harbor, Design Phase 1&2, Preliminary Design, Version C, STUDY, Janvier, 2011 (La période des travaux et le budget ne sont pas explicités.)

2) Tunis City Telecom

Il s'agit de travaux de développement planifiés pour la rive à environ 4 km au nord de l'embouchure de l'oued Mejerda. Tout comme pour le Tunis Bay Financial Harbour, on prévoit l'aménagement d'infrastructures urbaines.

3.5 Nécessité et positionnement des travaux

3.5.1 Nécessité des travaux

La République tunisienne a une pluviométrie de seulement 500 mm par année en moyenne sur l'ensemble de son territoire national, dont la moitié a un climat semi-aride. Le nord du pays, qui comprend l'oued Mejerda, a une saison des pluies qui dure de septembre à mars ; à intervalles de quelques années y tombent des pluies abondantes qui, en entraînant une crue extrêmement rapide des oueds, inondent les régions environnantes. Les pluies abondantes sont survenues de manière fréquente au cours des dernières années (en 2000, 2003, 2004, 2005, 2009 et 2012), entraînant des inondations majeures dans la région en aval de l'oued Mejerda.

La grande inondation de janvier 2003, tout particulièrement, a eu pour conséquence 10 décès et 27 000 réfugiés ; les terres ayant été inondées pendant plus de 1 mois, cela a aussi causé d'immenses dommages sociaux et économiques, notamment aux récoltes, aux habitations et au réseau routier. Plus récemment, en février 2012, les pluies abondantes tombées dans le nord-ouest du pays ont inondé plusieurs régions en bordure de l'oued Mejerda ; il y a eu 6 morts et de nombreux dommages.

Dans son Quatrième rapport, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) prévoit une diminution du volume pluviométrique dans le futur pour la région de l'Afrique du Nord, qui comprend la République tunisienne ; par contre, la hausse des températures moyennes entraînera une augmentation du volume de vapeur d'eau dans l'atmosphère, et le GIEC indique la possibilité de pluies abondantes plus fréquentes. Compte-tenu du fait que les inondations sont fréquentes en Tunisie depuis l'an 2000, il est indispensable de tenir compte des effets de ce changement climatique lorsque l'on examine les mesures de lutte contre les inondations dans ce pays.

L'oued Mejerda, qui s'étend sur 312 km, est le seul oued dont les eaux coulent à l'année longue en Tunisie. La population du bassin représente 13,4% de la population tunisienne totale, et sa densité (84,0 personnes par km²) dépasse la moyenne nationale (61,1 personnes par km²). Avec pour toile de fond cette pluviométrie relativement abondante et des terres fertiles, l'agriculture de ce bassin constitue l'axe central de l'économie tunisienne. Les politiques actuelles en matière de contrôle des inondations se limitant toutefois à la retenue des eaux au moyen de barrages, il est urgent que l'on procède au renforcement de la capacité d'écoulement des oueds, ou, autrement dit, à l'exécution de travaux de réfection des oueds.

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

Dans le nord de la Tunisie, où coule l'oued Mejerda, la saison des pluies dure de septembre à mars. Comme des inondations surviennent pendant cette période, les plaines qui se trouvent en aval se trouvent submergées, et, par conséquent, n'ont guère été exploitées jusqu'ici.

En 1981, le barrage de Sidi Salem a été construit afin de contrer les inondations en aval, et pendant les 22 années qui ont suivi sa construction il n'y a pas eu d'inondation en aval du barrage. Entretemps l'agriculture s'est développée au point de devenir l'axe de développement de la région, laquelle jouit d'une pluviométrie relativement abondante et de terres fertiles.

Par contre, comme nous l'avons vu, la grande inondation de 2003 a causé des dommages considérables aux récoltes, aux habitations, au réseau routier, etc. Des inondations similaires se sont produites par la suite, causant des dommages sociaux et économiques, et entravant par conséquent la réalisation d'un développement durable en Tunisie.

Afin d'améliorer cette situation, 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.

Le 23 octobre 2011, suite à la Révolution de jasmin (janvier 2011), l'Ennahda est devenu le premier parti aux élections de l'Assemblée constituante, et il a ensuite exprimé son intention de maintenir la même orientation pour les politiques mentionnées ci-dessus. Ce maintien de l'orientation concernant les Travaux a été confirmée, lors de l'étude de la JICA (de juillet à septembre 2012), auprès du Ministère de l'Investissement et de la Coopération internationale.

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

Selon les politiques d'aide à la Tunisie établies par le Ministère des Affaires étrangères du Japon, l'aide à la gestion des ressources en eau figure parmi les thèmes prioritaires.

Par ailleurs, lors de la TICAD IV organisée conjointement par le gouvernement du Japon et diverses

organisations, les connaissances et politiques de la communauté internationale en matière de prise en compte de l'environnement et du changement climatique ont été examinées, puis la Déclaration de Yokohama a été adoptée. Dans cette déclaration, qui concerne tout particulièrement les problèmes environnementaux et de changement climatique, les pays participants ont mis l'accent sur la réduction des risques de sinistres comme élément indispensable pour répondre aux besoins développementaux des pays. Le plan d'action qui accompagne cette déclaration comprend l'aide à l'élaboration de programmes de prévention des désastres naturels et de plans d'interventions d'urgence, sur la base de l'évaluation des risques dans les régions sujettes aux désastres naturels tels que les inondations.

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.

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. L'étude, en tenant compte a priori desdits travaux et du développement futur de cette région, a pour objet la ville de Tunis et l'aval de l'oued Mejerda à partir de l'autoroute du tronçon Tunis- Bizerté.

On peut conclure que les présents Travaux joueront un rôle important puisqu'il protégera Mejerda, l'axe de l'économie tunisienne, des dégâts des inondations.

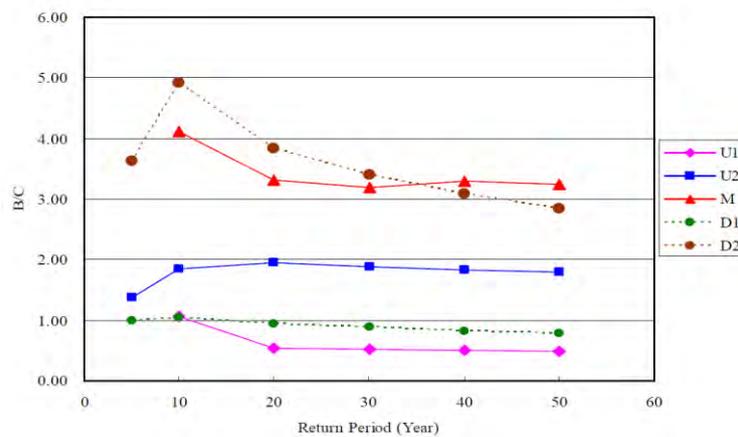
Chapitre 4 Plan d'amélioration de l'oued

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. Par ailleurs, il est à noter que l'effet qui vaut le coût pourra être escompté, même si l'oued serait aménagé en visant la période de retour de 50ans.

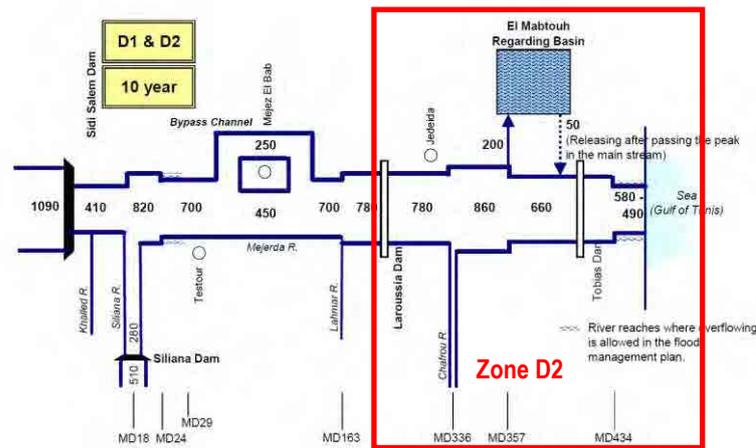


Source: Etude du plan directeur

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

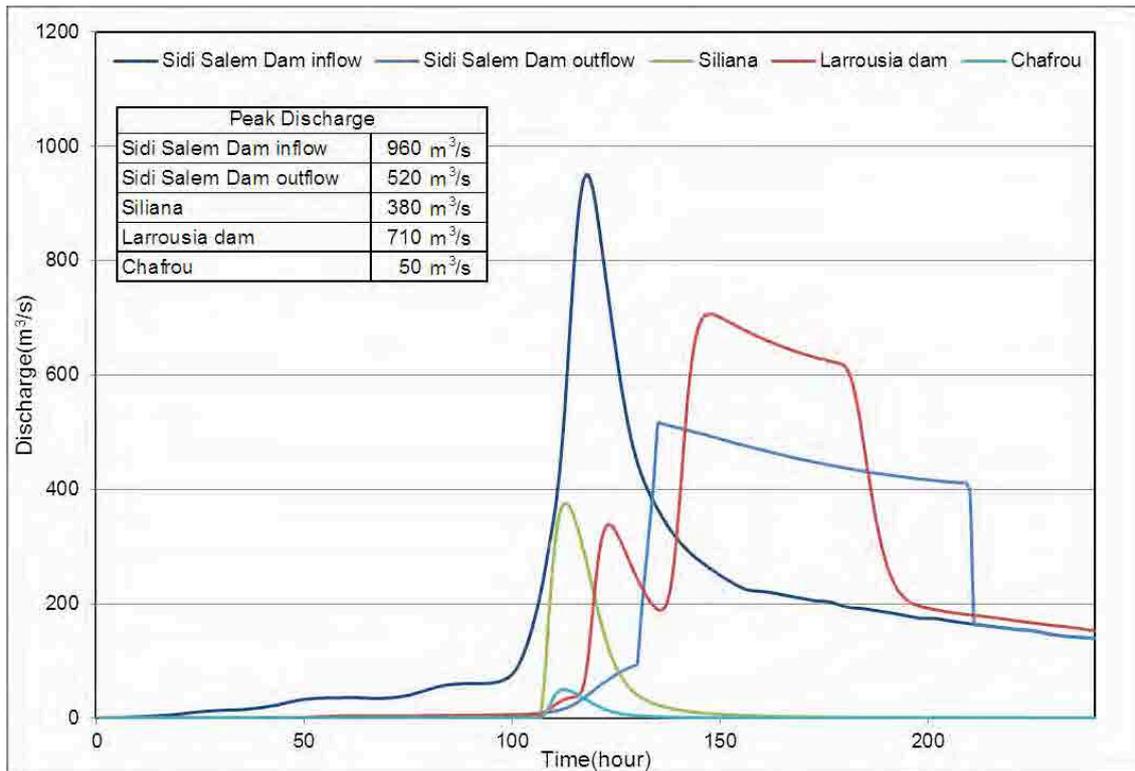
4.2 Débit de crues de base

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).

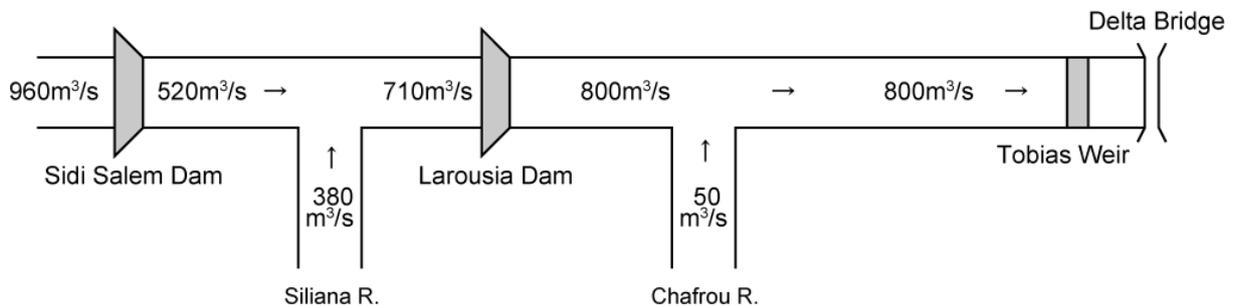
Le débit de dérivation du barrage Sidi Salem est calculé avec les conditions suivantes.

- ♦ Niveau d'eau lors de commencement de réglage d'inondation.
- ♦ La vanne est ouverte à 0,9m/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 115,0m.



Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-3 Hydrogramme des principaux points



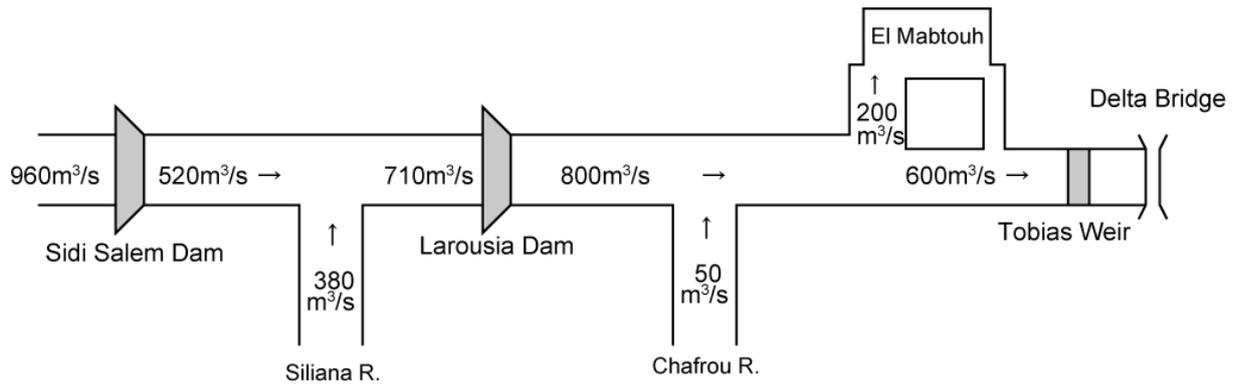
Source: Mission d'étude JICA

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 200m³/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

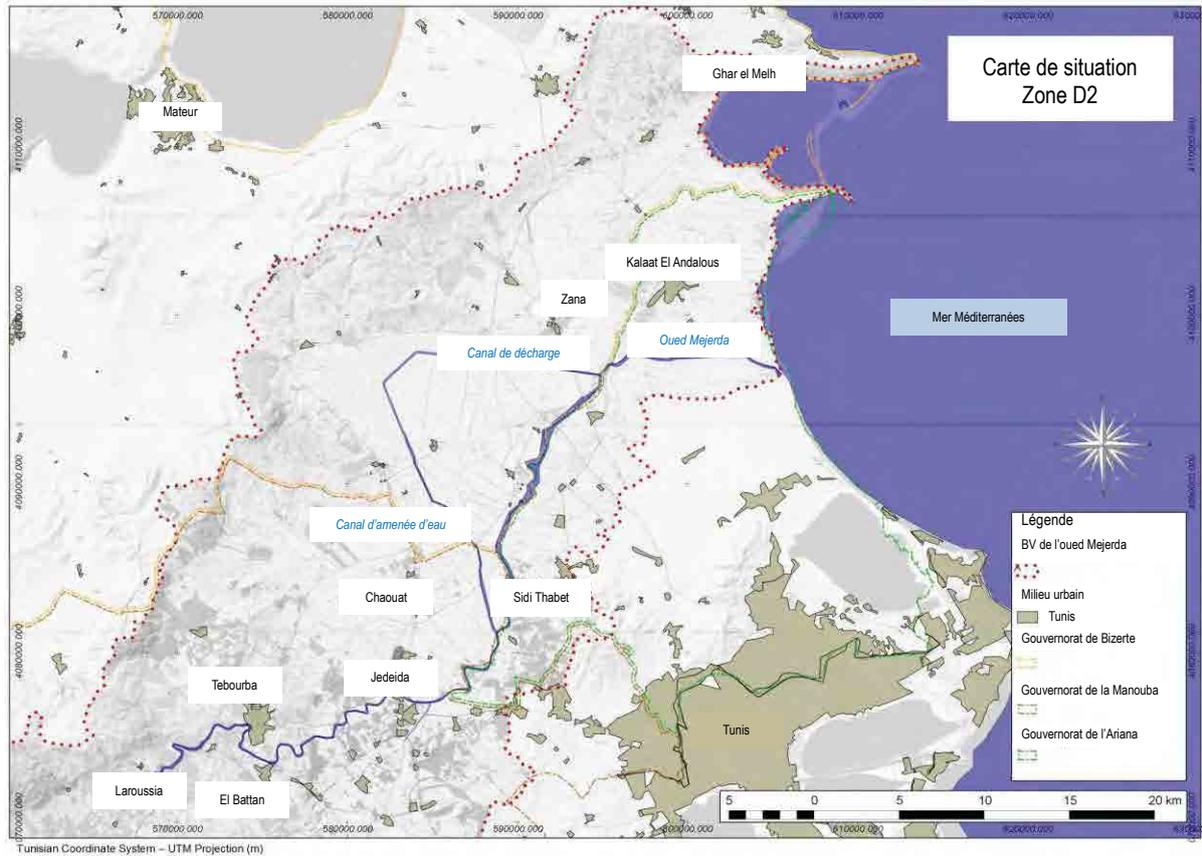
4.4 Nature du chenal de l'oued

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



Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-6 Section faisant l'objet de l'examen de la présente étude (Zone D2)

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 ³ /s)
5	Coefficient de rugosité	0,04
6	Niveau d'eau de base	0,77m
7	Ouvrage	11 ponts

(1) Section objet de l'examen

La section objet de l'examen concernant la capacité d'écoulement couvre un tronçon entre l'aval extrême de l'oued Medjerda et le barrage de Laroussia (0,0 à 64 974km).

(2) Chenal objet de l'examen

Le chenal de l'état actuel fait l'objet de l'examen. Les plans de section transversale qui sont établis en 2007 au moment de l'élaboration du plan directeur sont utilisés.

(3) Débits objet de l'examen

L'examen se base sur la probabilité de 1/10 qui est la probabilité de conception. Il adopte 20% à 120% de débit calculé sur cette base.

(4) Coefficient de rugosité

Pour les plans représentatifs de sections transversales montrés à la page suivante, les plans sont divisés en la partie lit de l'oued et la zone couverte de tamarix. Le coefficient de rugosité est déterminé sur la base du coefficient combiné des coefficients calculés respectivement pour la partie lit de l'oued et la zone couverte de tamarix. La rugosité de chacun des plans représentatifs de section transversale est indiquée ci-dessous. Par ailleurs, le coefficient est fixé à $n=0,030$ et à $n=0,060$ respectivement pour la partie lit de l'oued et la zone couverte de tamarix.

- Point 49 809km : $n=0,040$ • Point 35 521km : $n=0,040$
- Point 22 521km : $n=0,039$ • Point 7 633km : $n=0,037$

Etant observé que le tamarix est poussé sur toute la section et du fait qu'il n'y a pas de grande différence sur la rugosité entre tous les plans représentatifs de section transversale, $n=0,040$ est adopté comme coefficient pour l'ensemble de sections.

Etant donné que les points inondés ont été reproduits de manière adéquate dans le calcul de simulation de l'état de crues survenues en 2003 mentionné plus bas, ledit coefficient de rugosité fixé peut être considéré pertinent.

(5) Niveau de l'eau de base

Le niveau de l'eau de base est fixé à 0,77m qui est le niveau de projet de l'aval extrême de l'oued Medjerda, déterminé par le plan directeur.

La Figure 4-7 montre le profit longitudinal exploité dans le plan directeur.

(6) Ouvrages

En ce qui concerne les ouvrages qui risquent de diminuer la superficie de la section mouillée dans le calcul de la capacité d'écoulement, leur influence sera prise en considération. Le tableau ci-dessous montre différents ouvrages prises en considération.

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

(7) Détermination de l'aire de la section mouillée depuis le pont Delta à l'embouchure

Du fait que l'aire de la section mouillée est particulièrement étroite depuis le pont Delta à l'embouchure, une aire de la section mouillée a été déterminée en tenant compte des crues. L'étendue faisant l'objet de la zone de crues est fixé à 300m à partir des bords de l'oued de tous les deux côtés en considérant la disposition du terrain actuel.

Le résultat du calcul de la capacité actuelle de débit est montré dans les Figureures 4-10. Pour l'amont du barrage d'El Battan, il est possible d'avoir le débit de la période de retour de 10ans. Par contre, la capacité de débit est insuffisante pour faire face au débit de crues de projet dans la plupart des sections en aval du barrage d'El Battan. Parmi les sections qui manquent la capacité de débit, il est constaté qu'il y a quelques sections à la capacité de débit de près de 100m³/s. Le niveau de sécurité de la maîtrise des crues de l'oued Medjerda se représente actuellement par la probabilité 1/2 approximative, jugée par la capacité actuelle de débit de l'oued.

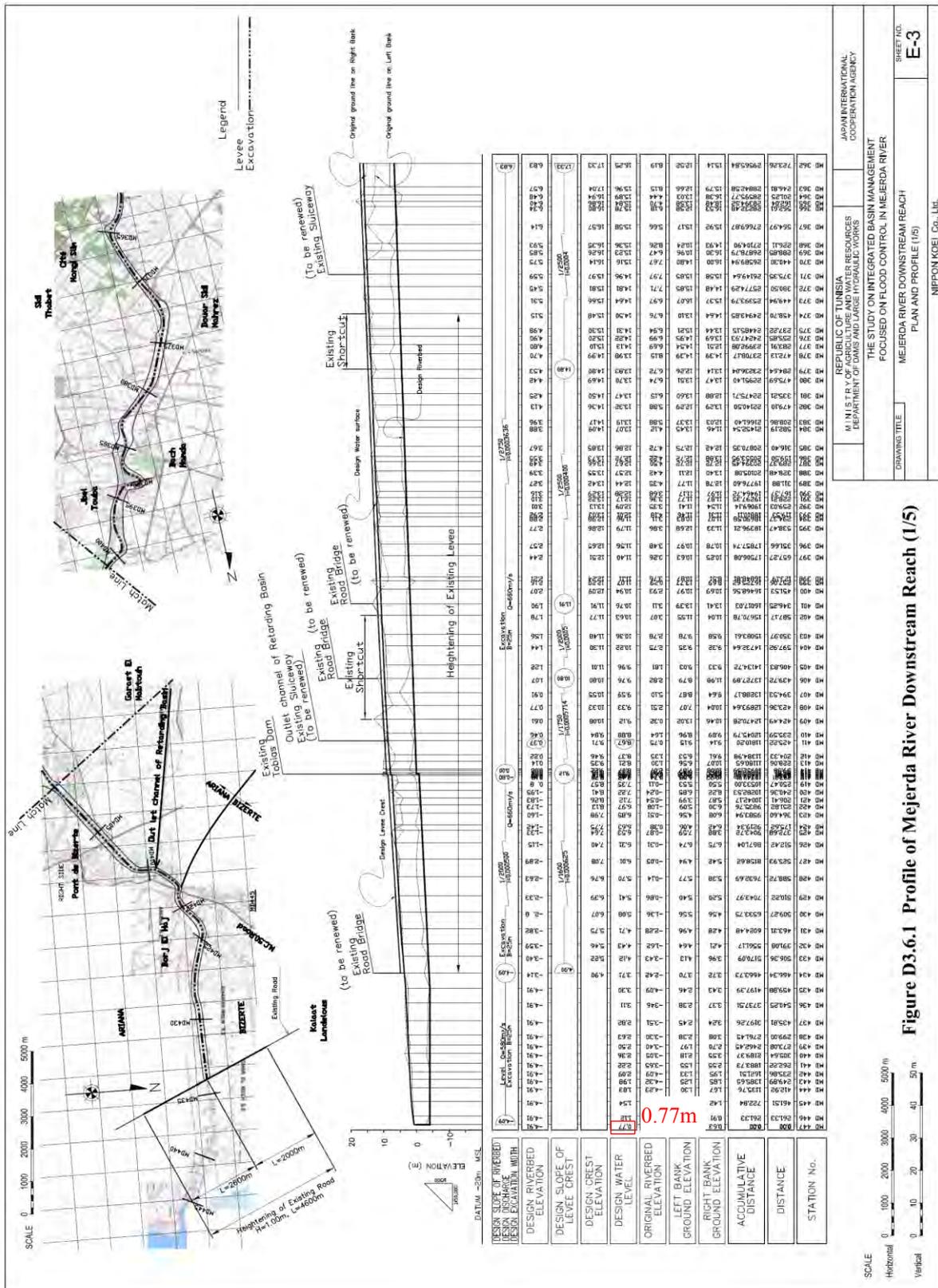


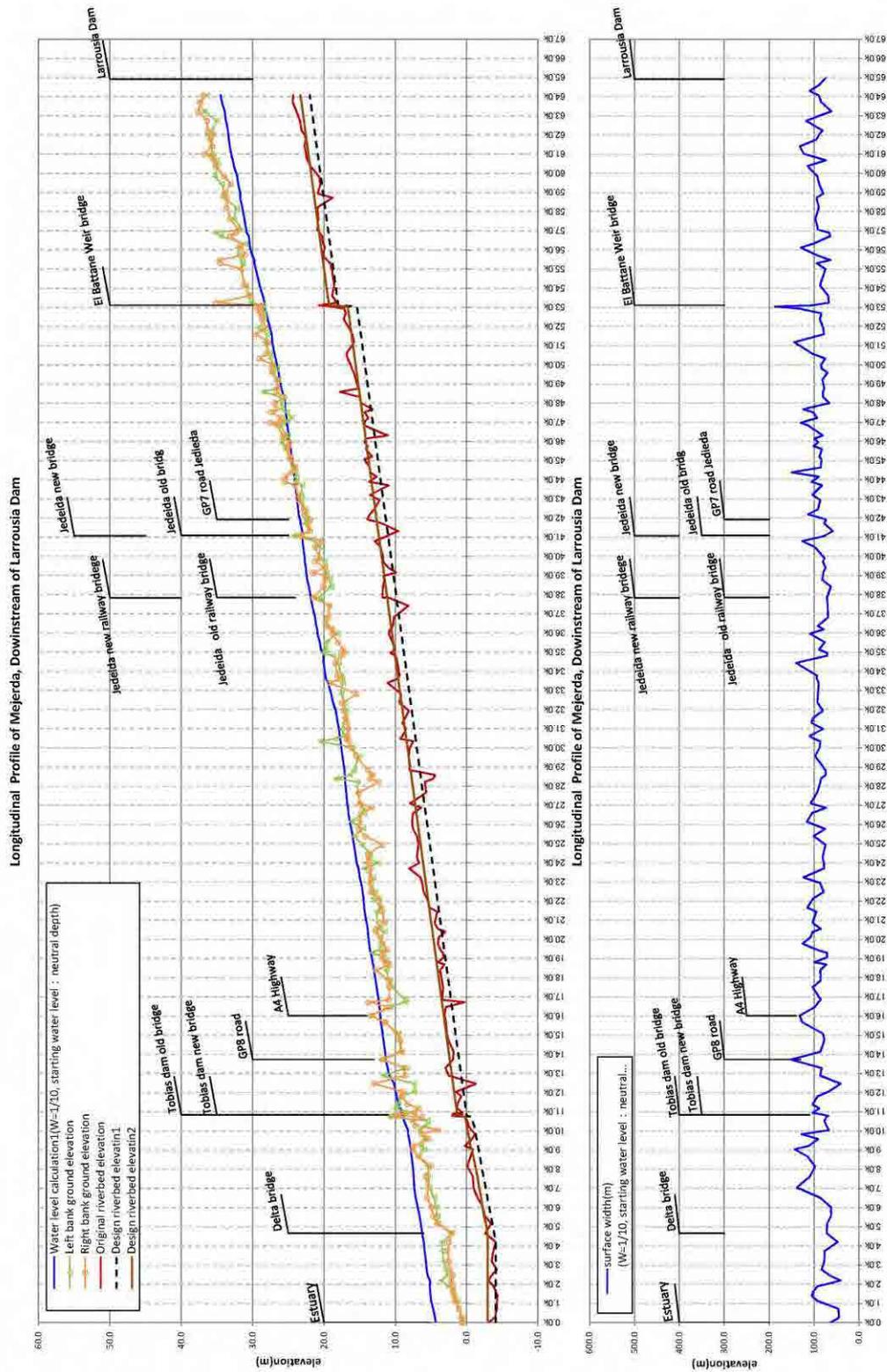
Figure 4-7 Profil longitudinal exploité dans le plan directeur

Source: Etude du plan directeur



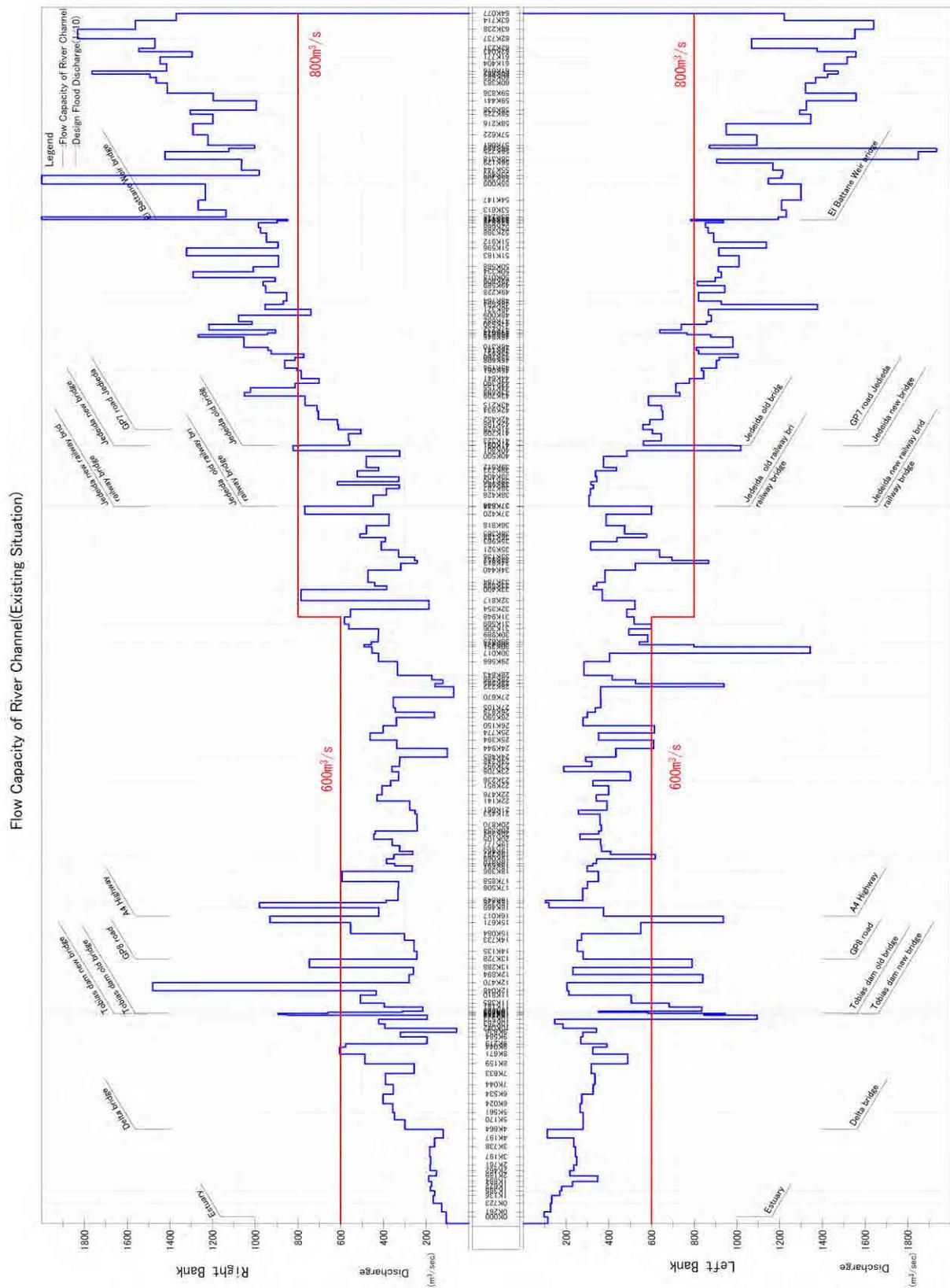
Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-8 Sections transversales représentatives



Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-9 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 4-10 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.

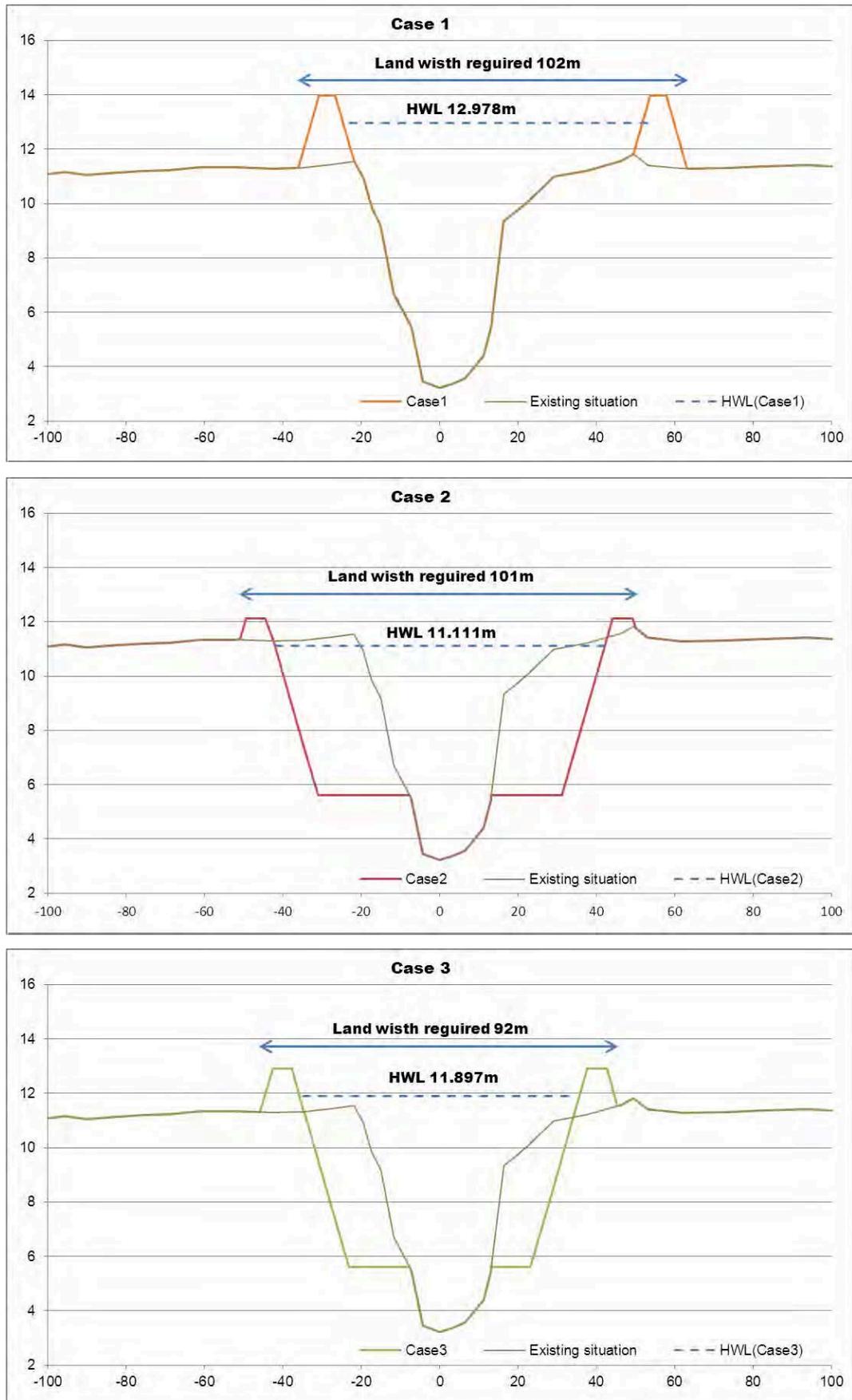
- **Cas N°3 : Excavation + endiguement**

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.

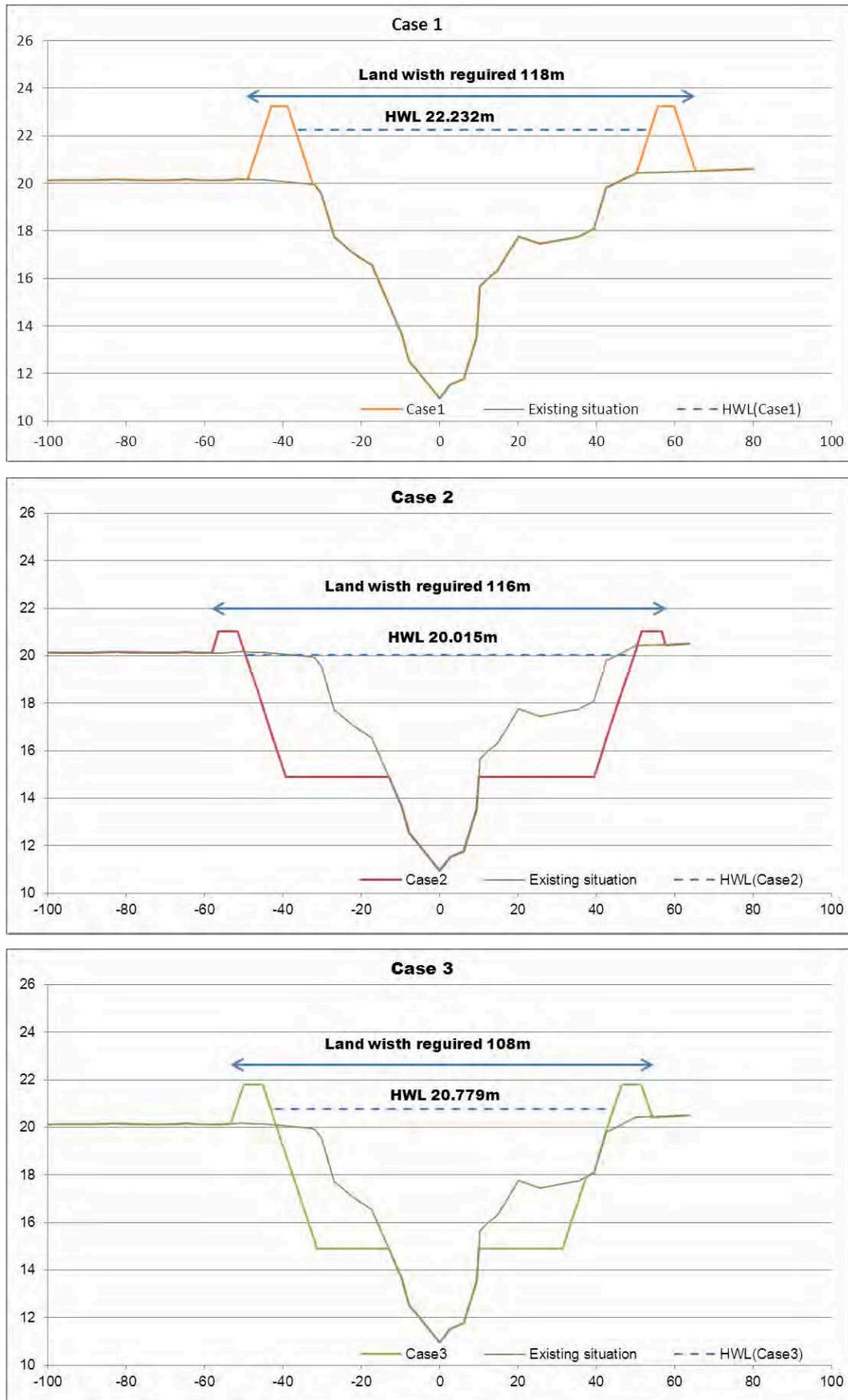
Rubrique	Cas N°1 Endiguement	Cas N°2 Excavation	Cas N°3 Excavation + endiguement
Etendue de terrain	grande étendue	grande étendue	petite étendue
Effets sur les ouvrages historiques	L'enlèvement ou le déménagement du vieux pont de Jedeida est nécessaire.	Aucune influence	L'enlèvement ou le déménagement 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. La section transversale de type de chacun des cas des coupes représentatives ainsi que le profil longitudinal de niveau d'eau sont montrés ci-dessous :

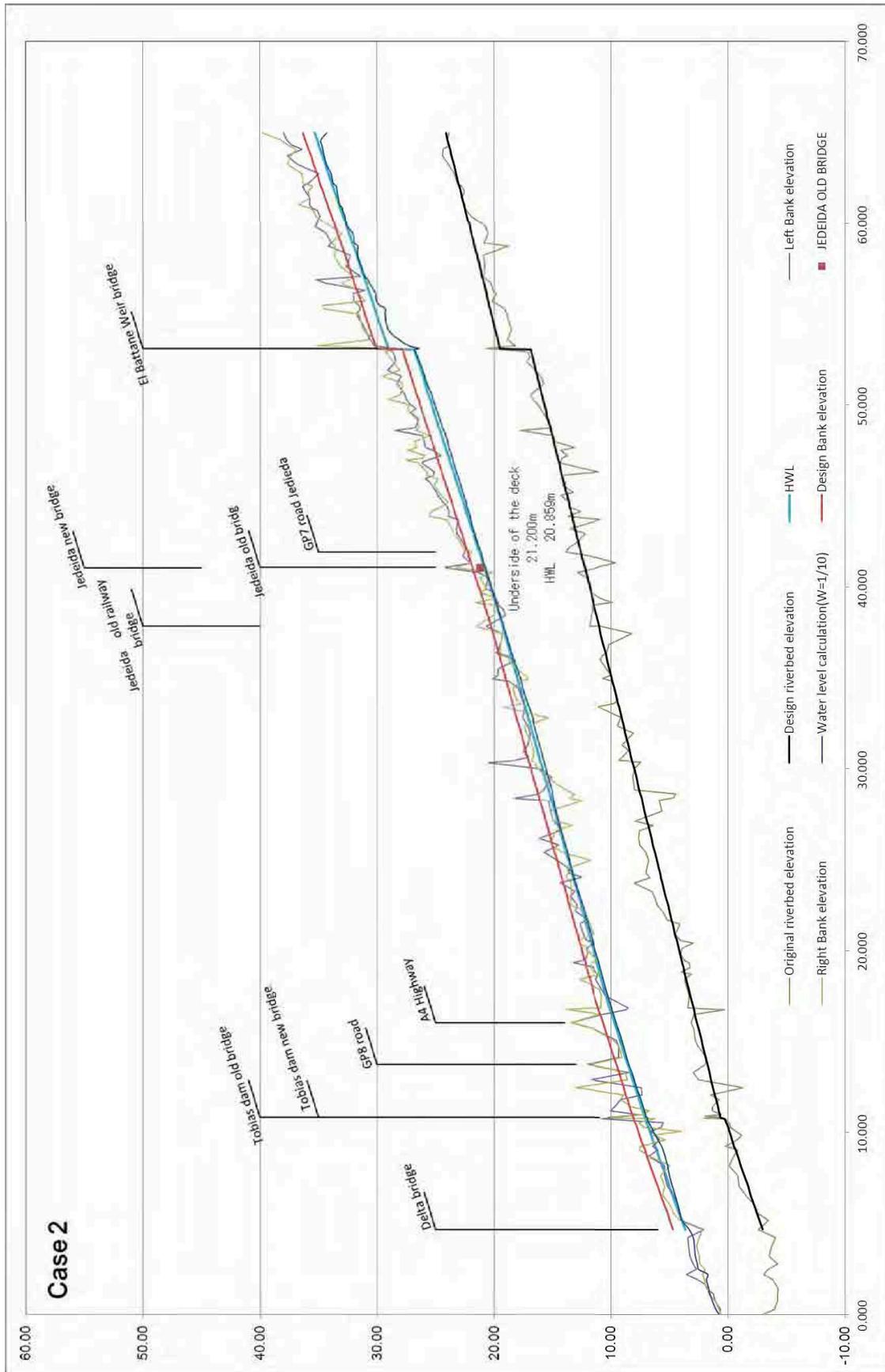


Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-11 Sections transversales de projet comparées au Point de 20 105km

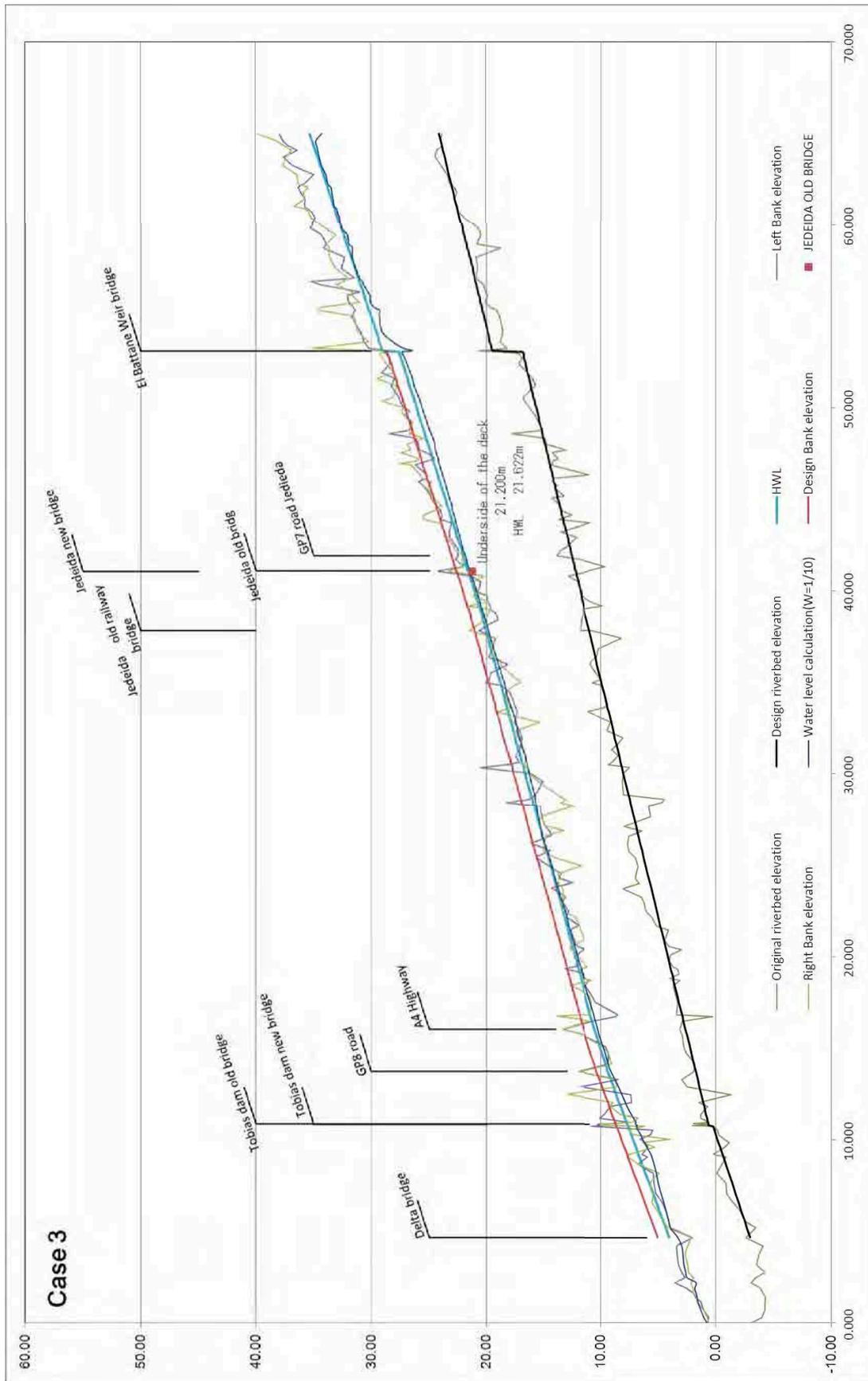


Source: Mission d'étude JICA
Figure 4-12 Sections transversales de projet comparées au Point de 39 404km



Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-14 Profil longitudinal du Cas N° 2 (Excavation)



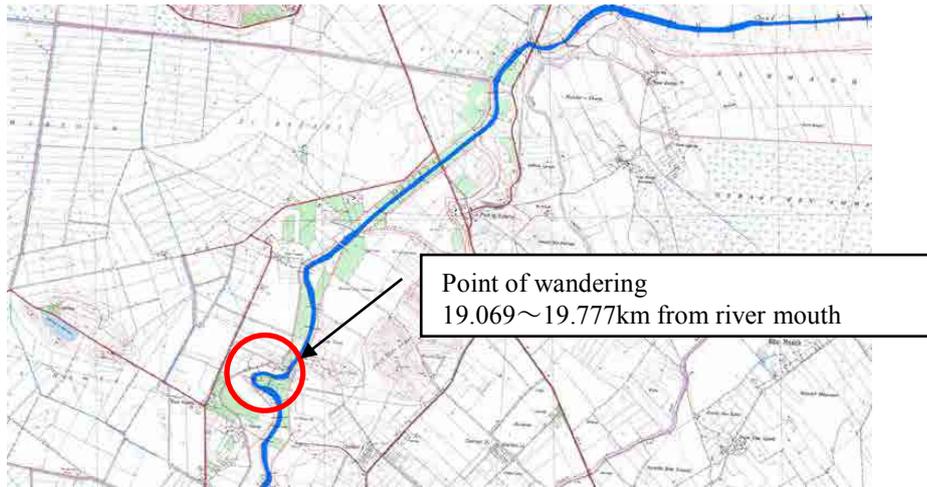
Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-15 Profil longitudinal du Cas N° 3 (Excavation + Endiguement)

4.5.2 Recouplement de méandre

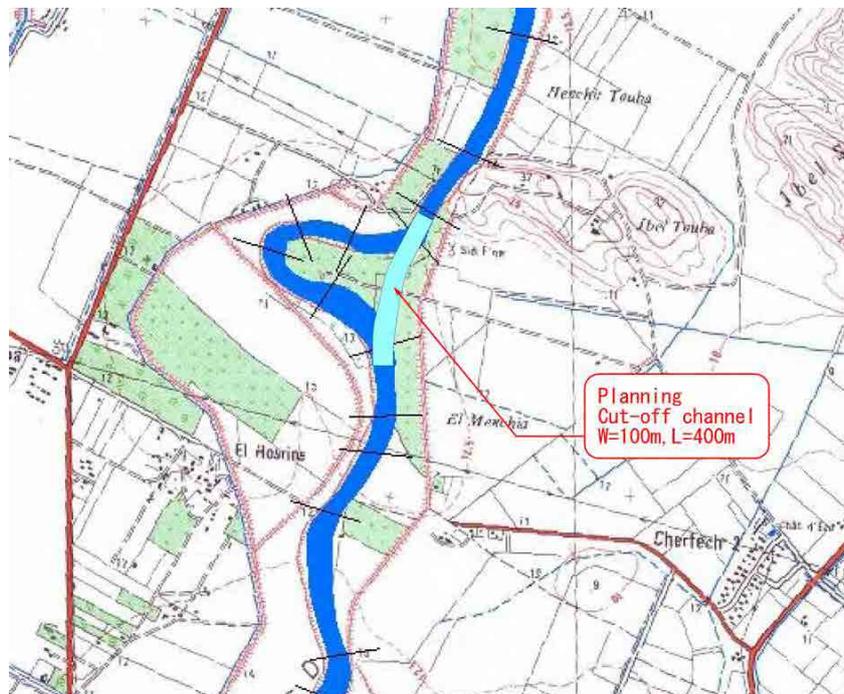
En ce qui concerne le méandre indiqué ci-dessous, la partie japonaise a proposé à la partie tunisienne les travaux de recouplement, méthode ordinaire de l'amélioration permettant d'assurer la stabilité de lit de l'oued et l'abaissement de niveau d'eau au lit en amont.

En réponse à cette proposition, la partie tunisienne a préféré l'amélioration de l'oued qui n'a pas recours au recouplement 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 recouplement. De ce fait, le recouplement dudit méandre ne sera pas visé par la présente étude.



Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-16 Plan de la boucle de l'oued



Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-17 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

(1) Section objet de l'examen

La section objet de l'examen concernant la capacité d'écoulement couvre un tronçon entre le point de confluence avec l'oued Medjerda et le point de 4 944km.

(2) Chenal de l'oued objet de l'examen

L'examen se fera en visant le chenal actuel de l'oued, en utilisant la section transversale du lit de cours d'eau de 2011.

(3) Débit objet de l'examen

L'examen se base sur $50\text{m}^3/\text{s}$, débit pour la période de retour de 10ans qui est de l'échelle de planification ainsi que $1\text{m}^3/\text{s}$, débit de l'affluent pour le débit de crues de projet de l'oued.

(4) Coefficient de rugosité

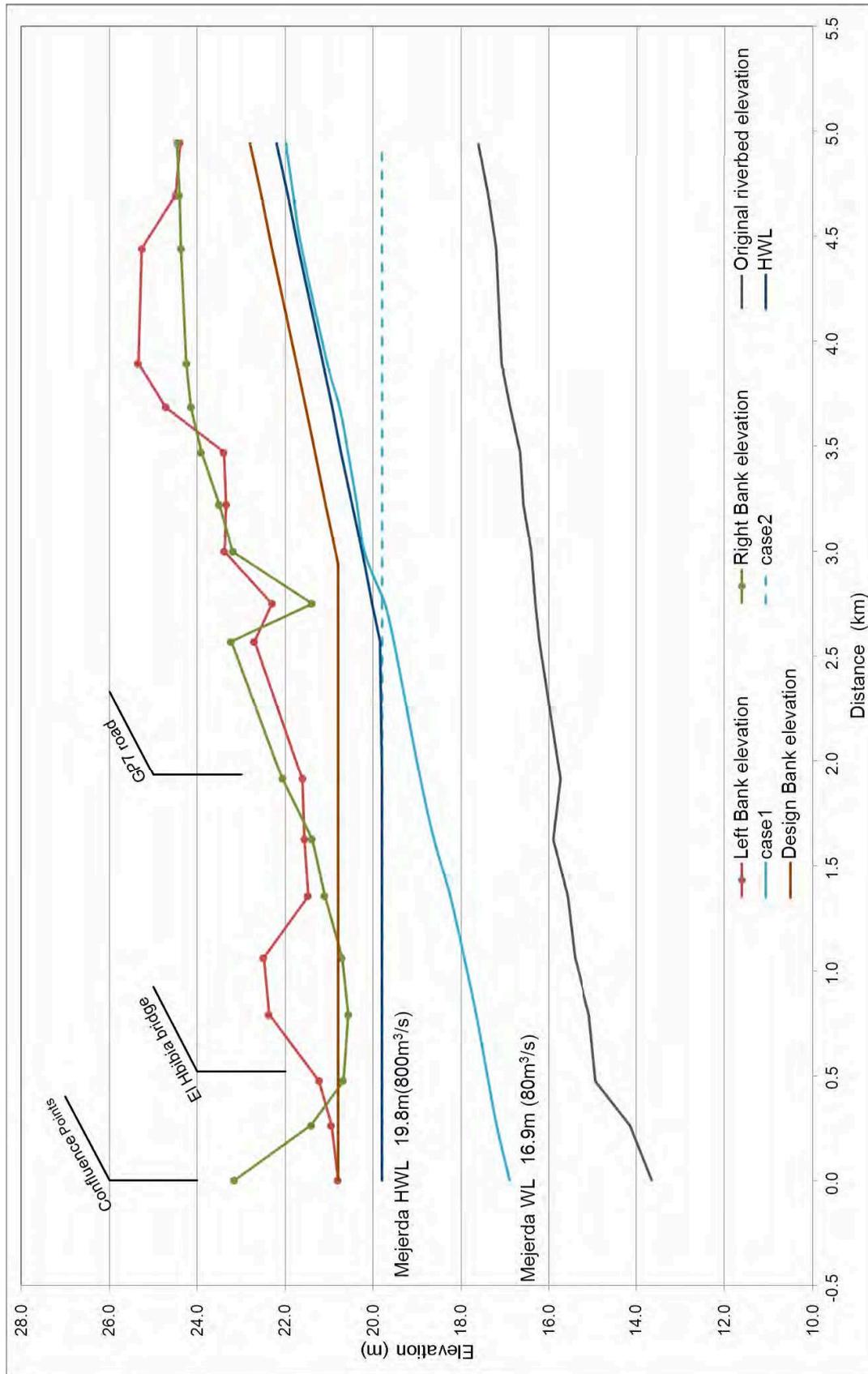
Le même coefficient que celui pour l'oued Medjerda est adopté.

(5) Niveau de l'eau de base

L'examen se fait en tenant compte du niveau de l'eau de l'oued à débit de crues des affluents de 16,6m ainsi que du niveau de crues de projet de l'oued qui est de 19,8m.

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 4-18 Calcul de l'écoulement graduellement varié de l'oued Chafrou et Conception des digues de protection contre les remous

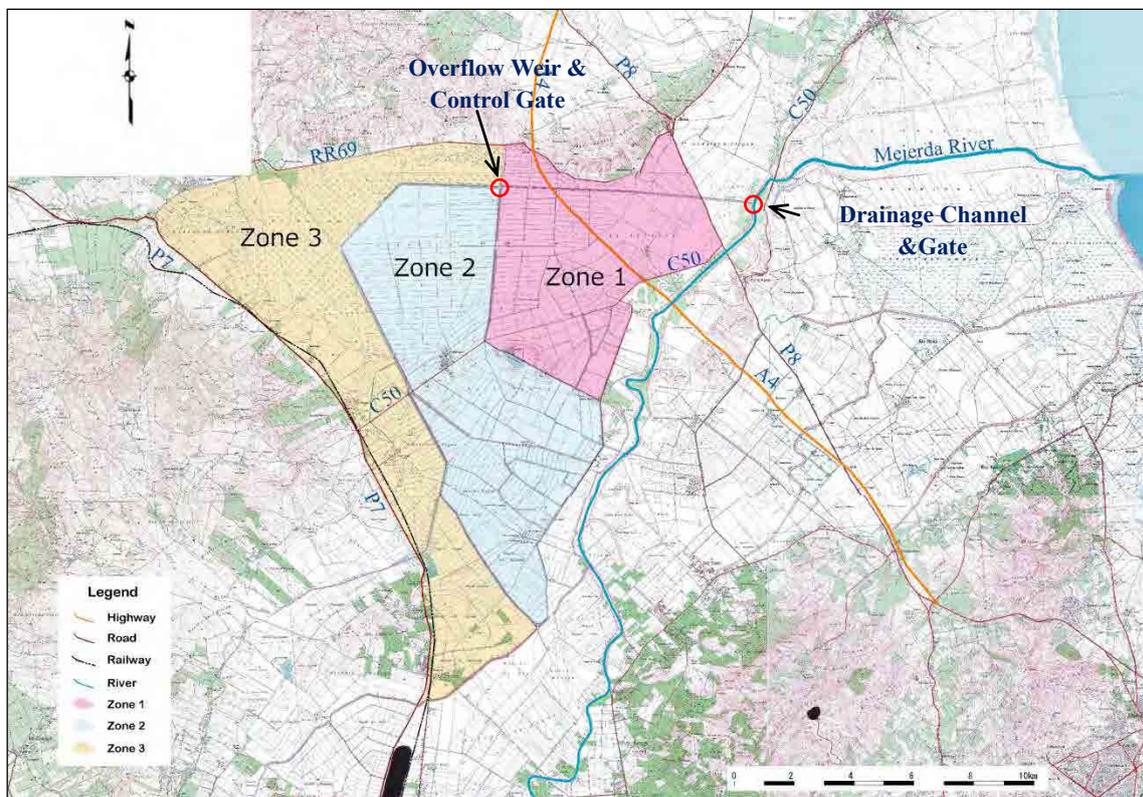
4.6 Plan de bassin de retardement d'El Mabtouh

Le garaet El Mabtouh 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.

Une partie du garaet El Mabtouh est utilisée comme le bassin de retardement pour les eaux naturellement inondées de l'oued Medjerda et il existe quelques ouvrages de régulation hydrologique. Toutefois, ces ouvrages sont endommagés et quelques-uns sont complètement laissés abandonnés.

Le garaet El Mabtouh 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 4-19 Zones existantes réparties de la plaine d'El Mabtouh

En ce qui concerne les zones réparties de bassin de retardement et les règles opérationnelles du garaet El Mabtouh, la partie tunisienne a exigé qu'elles ne soient pas changées puisqu'elles étaient du moyen de gestion qui date longtemps. En outre, la partie tunisienne a signalé qu'elle ne pourrait pas accepter l'endiguement pouvant diviser les zones actuelles.

Le plan de bassin de retardement d'El Mabtouh 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 200m³/s suivant le plan directeur. Le débit d'écoulement de l'oued Medjerda sera réduit de 800m³/s à 600m³/s au point de dérivation de l'oued Medjerda. L'ouvrage de dérivation sera le déversoir latéral.

Pour faire écouler l'eau dérivée sera réhabilité le canal existant allant jusqu'au bassin de retardement. Par contre, un nouveau canal de dérivation sera installé pour relier le canal existant au point de dérivation.

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, résultat du calcul fait suivant la formule ci-dessous :

$$Q/Q_0 = \cos(155 - 38 \times \log_{10}(1/I))$$

Q_0 : Débit d'eau déversée à la verticale (m³/s)

$$Q_0 = 0,35 \times h_1 \sqrt{2gh_1} \times B$$

h_1 : Profondeur de l'eau déversée (m) B : Largeur de l'eau déversée

Q : Débit d'eau déversée à la latérale (m³/s)

I : Pente du lit de l'oued

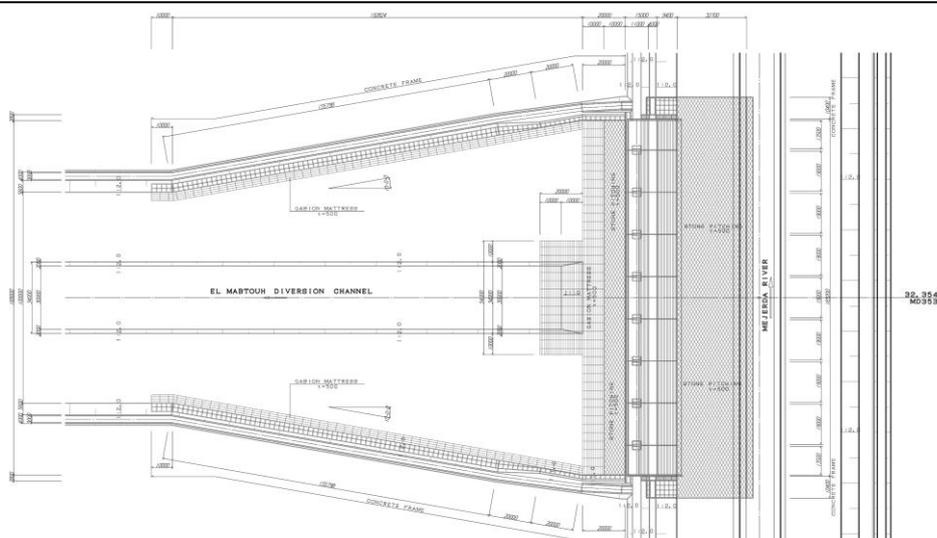
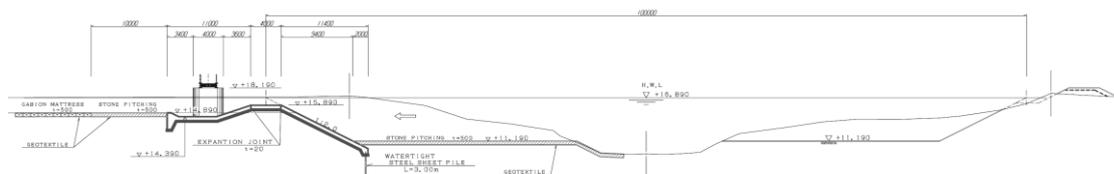


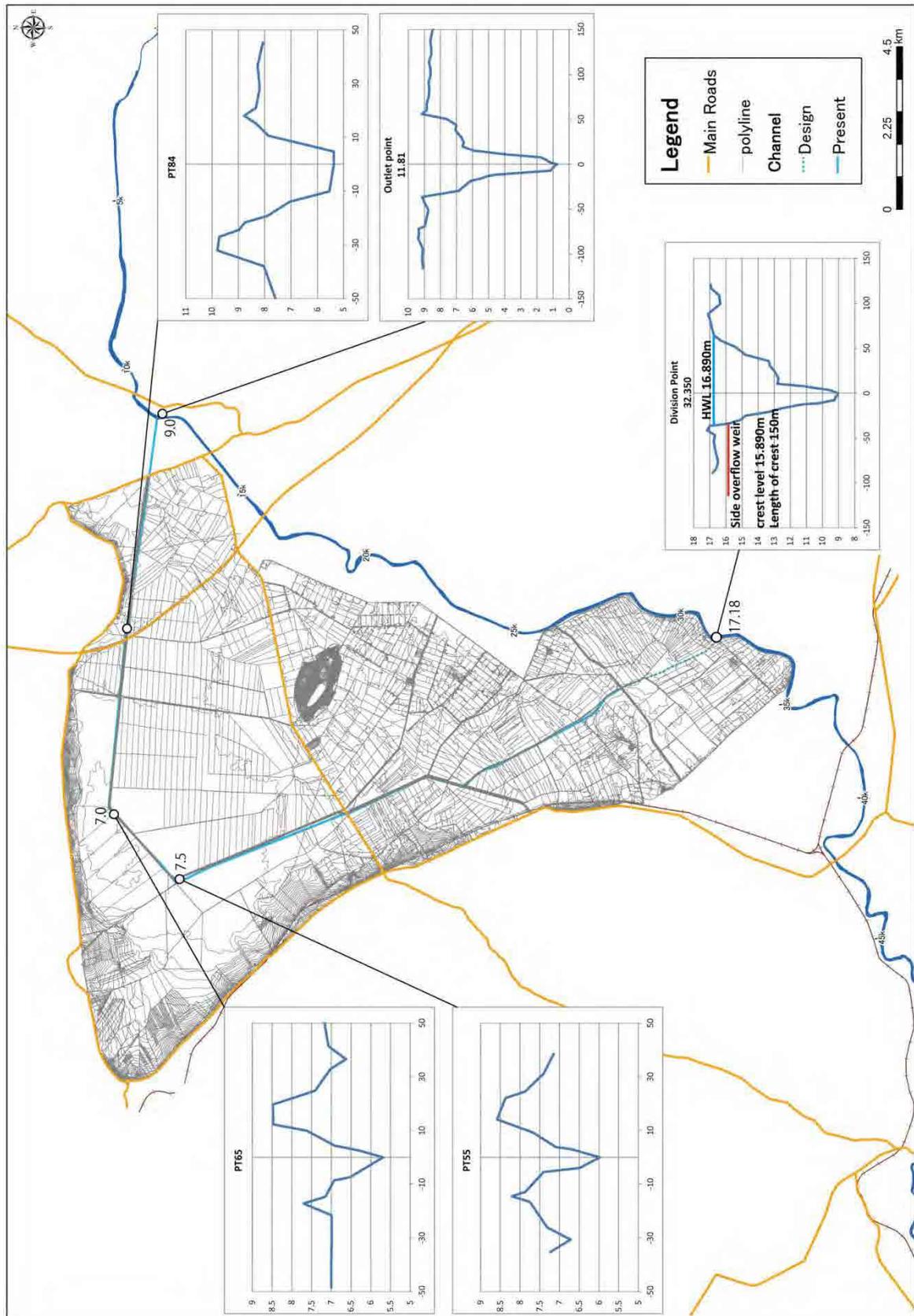
Figure 4-20 Vue en plan du déversoir

Source: Mission d'étude JICA



Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-21 Section transversale au point de déversement



Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-22 Plan d'ensemble du bassin de retardement d'El Mabtouh

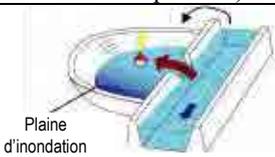
4.7 Analyse de crues

4.7.1 Modèle d'analyse de crues

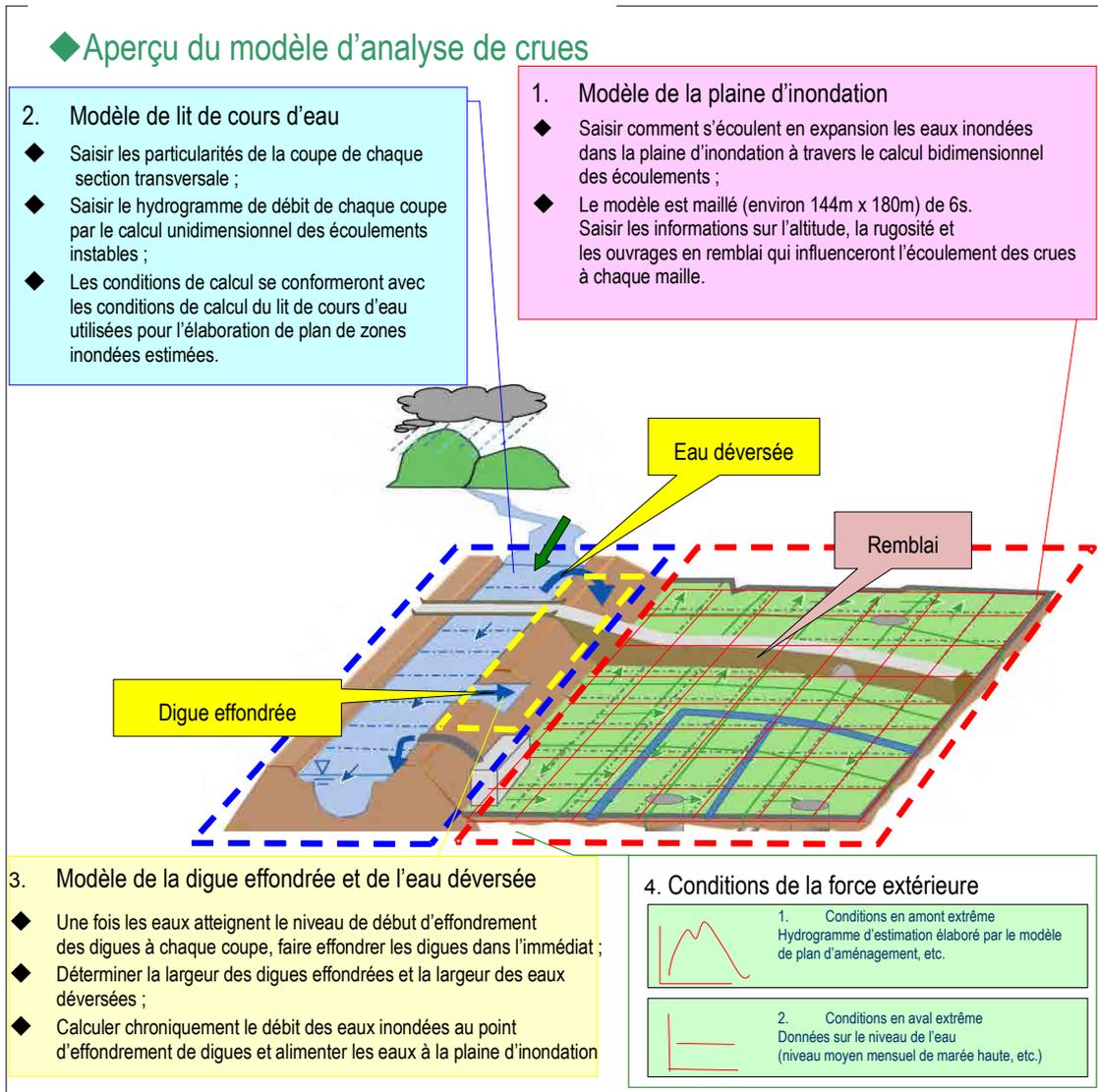
En général, il y a trois (3) types de méthodes utilisées pour l'analyse de crues comme indiquées ci-dessous.

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.

Tableau 4-5 Méthode d'analyse de crues

Nom de la méthode d'analyse de crues	Modèle unidimensionnel des écoulements graduellement variés	Modèle d'étang (pond)	Modèle bidimensionnel horizontal des écoulements instables
Concept de la détermination des zones inondées	Les zones inondées sont déterminées par le calcul du niveau de l'eau intérieure du lit par rapport à débit maximum de crues, en considérant la plaine d'inondation comme faisant partie du lit de l'oued.	La plaine d'inondation est traitée comme zone propre fermée, en considérant qu'elle est séparée du lit de l'oued. Cette zone propre est appelée "étang (pond)" et tout le niveau d'eau inondée de l'intérieur de l'étang est identique. Les zones inondées sont déterminées sur la base de la relation entre la quantité d'eau inondée écoulée du lit de l'oued vers la plaine d'inondation et les particularités topographiques de la plaine d'inondation (niveau d'eau/volume/superficie).	La plaine d'inondation est traitée séparément du lit de l'oued. Les zones inondées sont déterminées par l'analyse des mouvements de l'eau inondée écoulée du lit de l'oued vers la plaine d'inondation à travers la dynamique des fluides en deux dimensions.
Dessin		 <p>Plaine d'inondation</p>	
Caractéristiques de la méthode	Cette méthode est applicable aux eaux inondées qui s'écoulent vers l'aval dans la plaine d'inondation, le long du cours d'eau. Toutefois, compte tenu des caractéristiques de la méthode, les zones objet de l'analyse de crues sont traitées comme zone sans digue.	Cette méthode est applicable aux eaux inondées fermées et empêchées de s'écouler par les montagnes, hauteurs et remblais. Les eaux inondées dans les zones fermées n'ont pas de gradient à la surface ni vitesse superficielle et elles sont du niveau identique. Toutefois, s'il existe un remblai en continu, etc. dans la plaine d'inondation, il est nécessaire d'en tenir compte pour considérer la zone de l'arrière-pays à part afin d'avoir un modèle prévoyant plusieurs étangs.	En principe, cette méthode peut être appliquée aux eaux inondées de n'importe quel type. Elle permet de faire la simulation non seulement sur les zones inondées au maximum et la profondeur des eaux inondées, mais aussi la vitesse superficielle et leur évolution dans le temps. Par ailleurs, il est considéré que la précision de calcul est généralement plus élevée que celle d'autres méthodes. De ce fait, elle est utilisée très souvent dans l'élaboration de plans de zones inondées estimées. Toutefois, compte tenu des caractéristiques de la méthode, la précision de l'analyse de crues se limite aux dimensions du maillage du modèle d'analyse.

Par ailleurs, l'aperçu du modèle bidimensionnel horizontal des écoulements instables est montré à la page suivante :



Source: Mission d'étude JICA

Figure.4-23 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

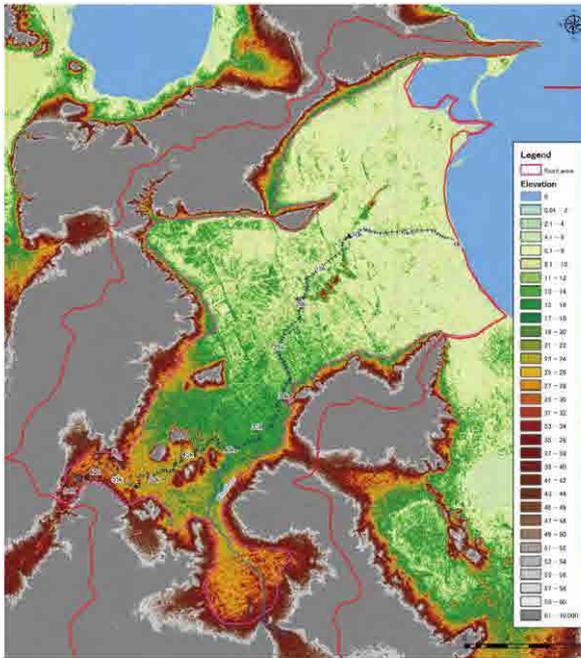
depuis les points extrêmes le long de l'oued extraits du profil transversal de l'oued Medjerda, en se fondant sur les données du modèle numérique de terrain (ASTER GDEM : Global Digital Elevation Model, maillage à près de 30m).

Les schémas conceptuels de l'ajustement des données topographiques sont montrés ci-dessous.

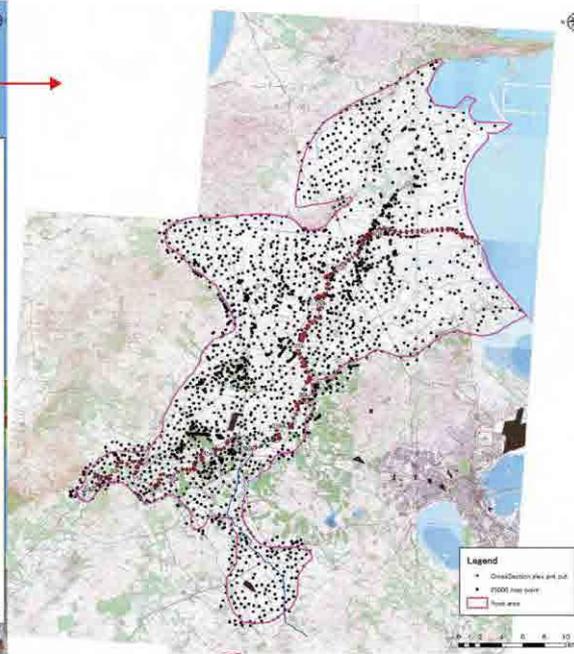
Tableau 4-6 Données topographiques

	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

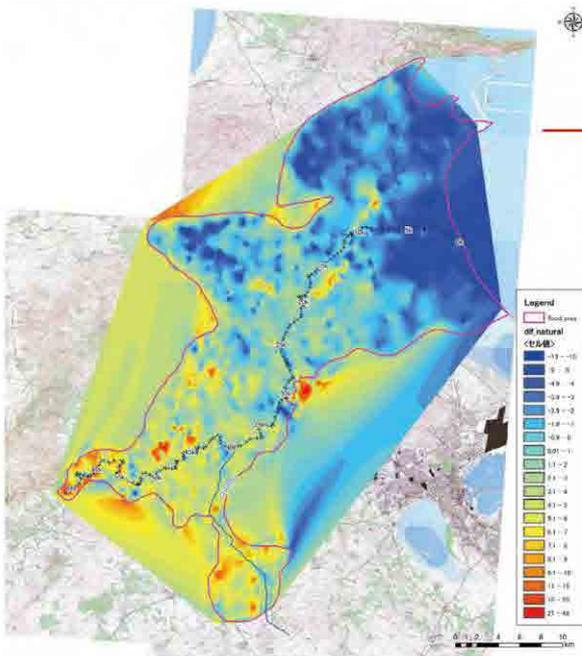
a. ASTER Ground level (Before adjustment)



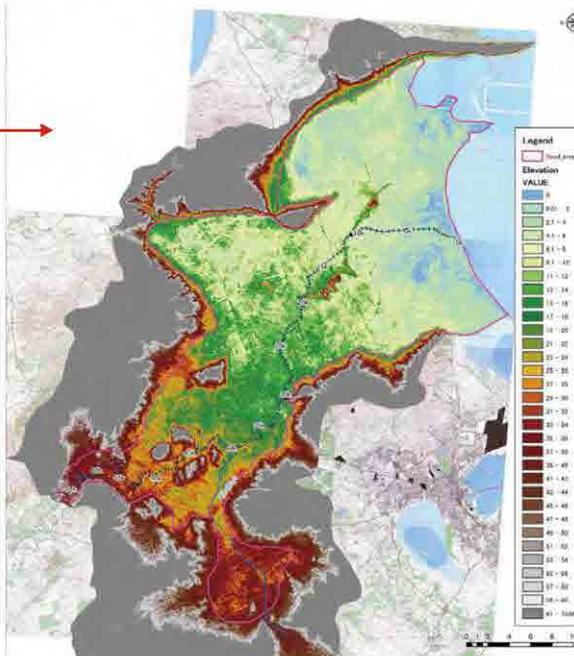
b. Topographical map elevation points (2544Points)



c. The adjustment contour of a ground level is executed from a. and b.



d. ASTER Ground level (After adjustment)

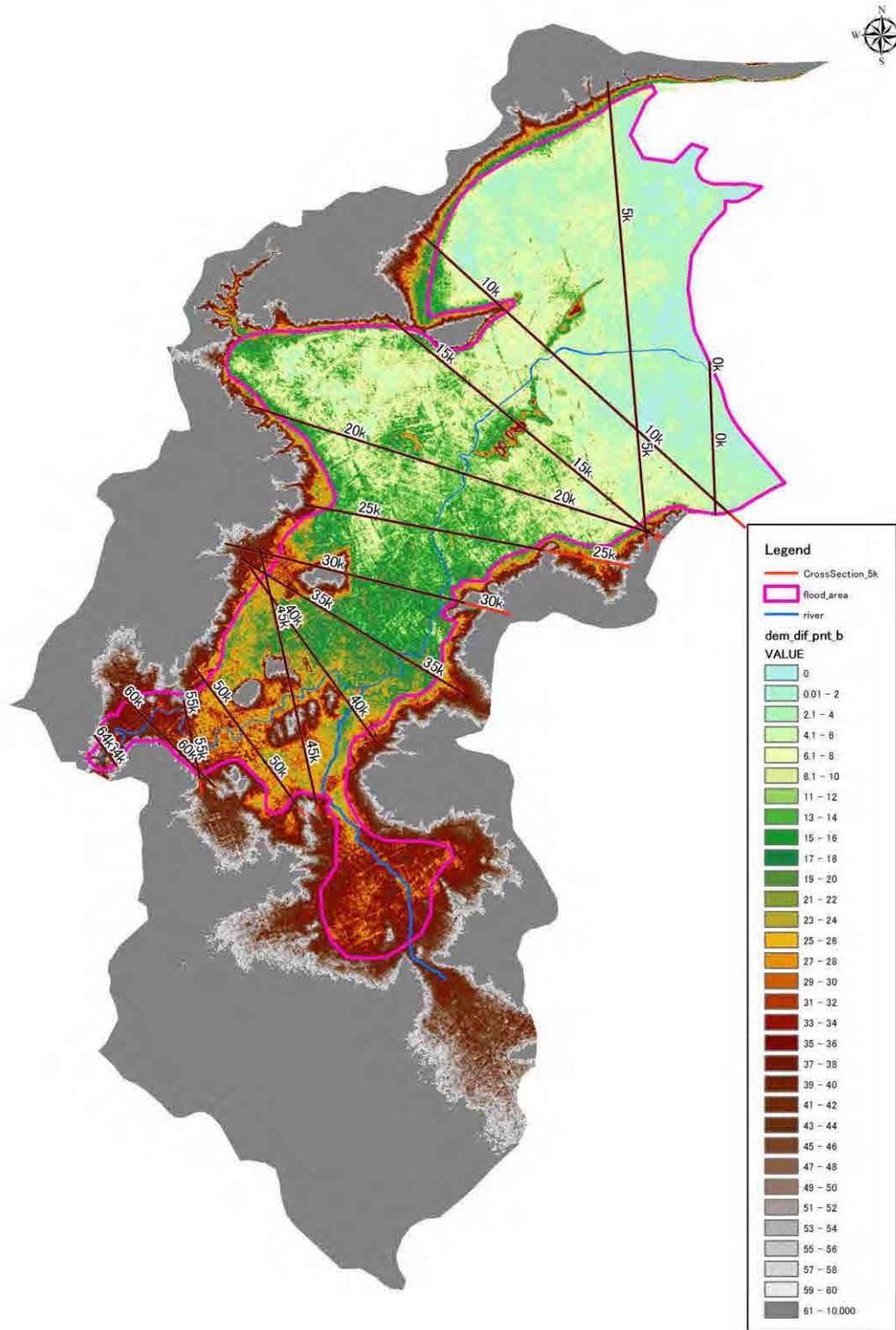


Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-24 Ajustement des données topographiques

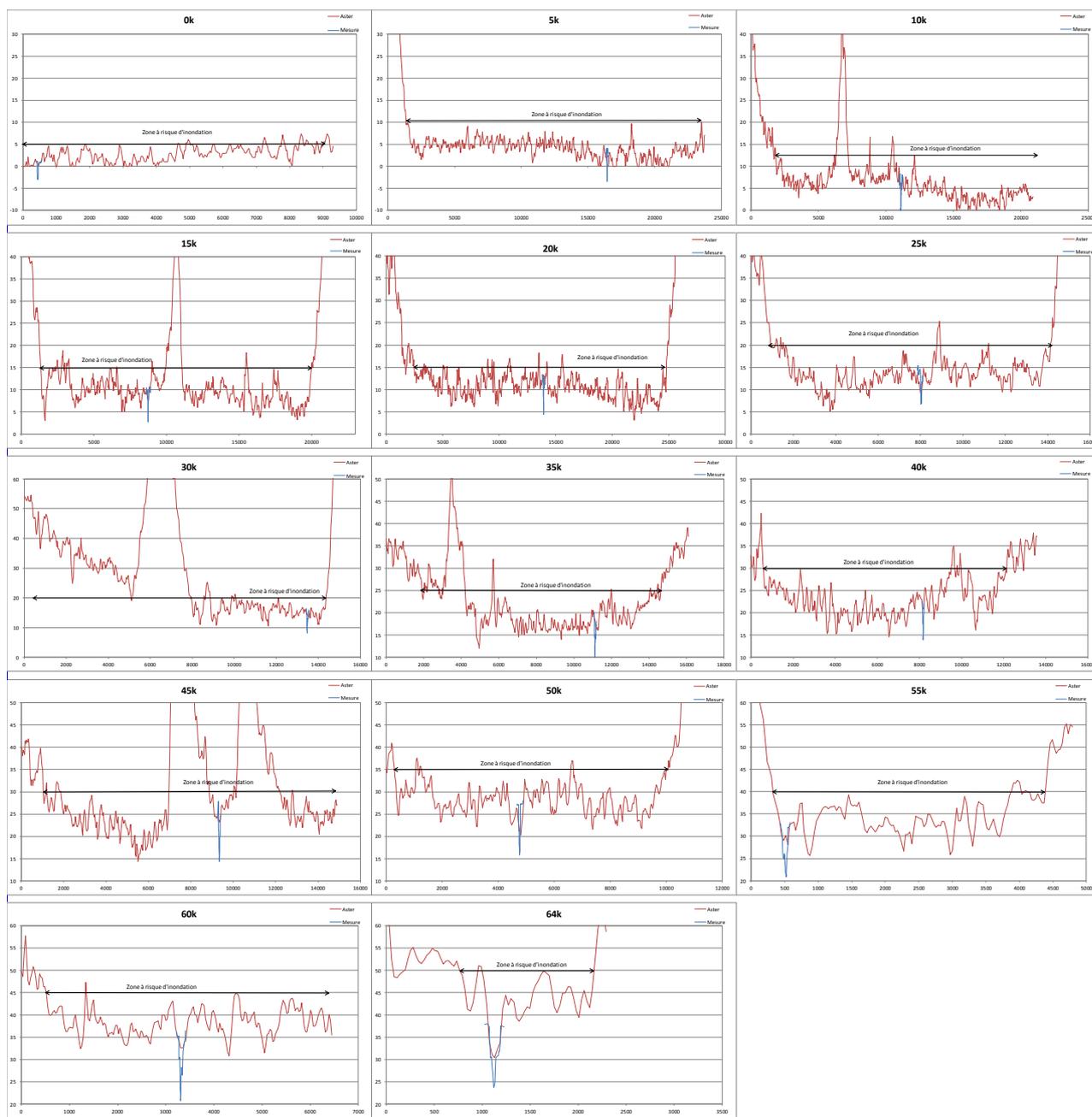
2) Détermination de zones d'inondation estimées

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 4-25 Points objet de l'élaboration des profils transversaux de la plaine d'inondation



Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-26 Profils transversaux de la plaine d'inondation

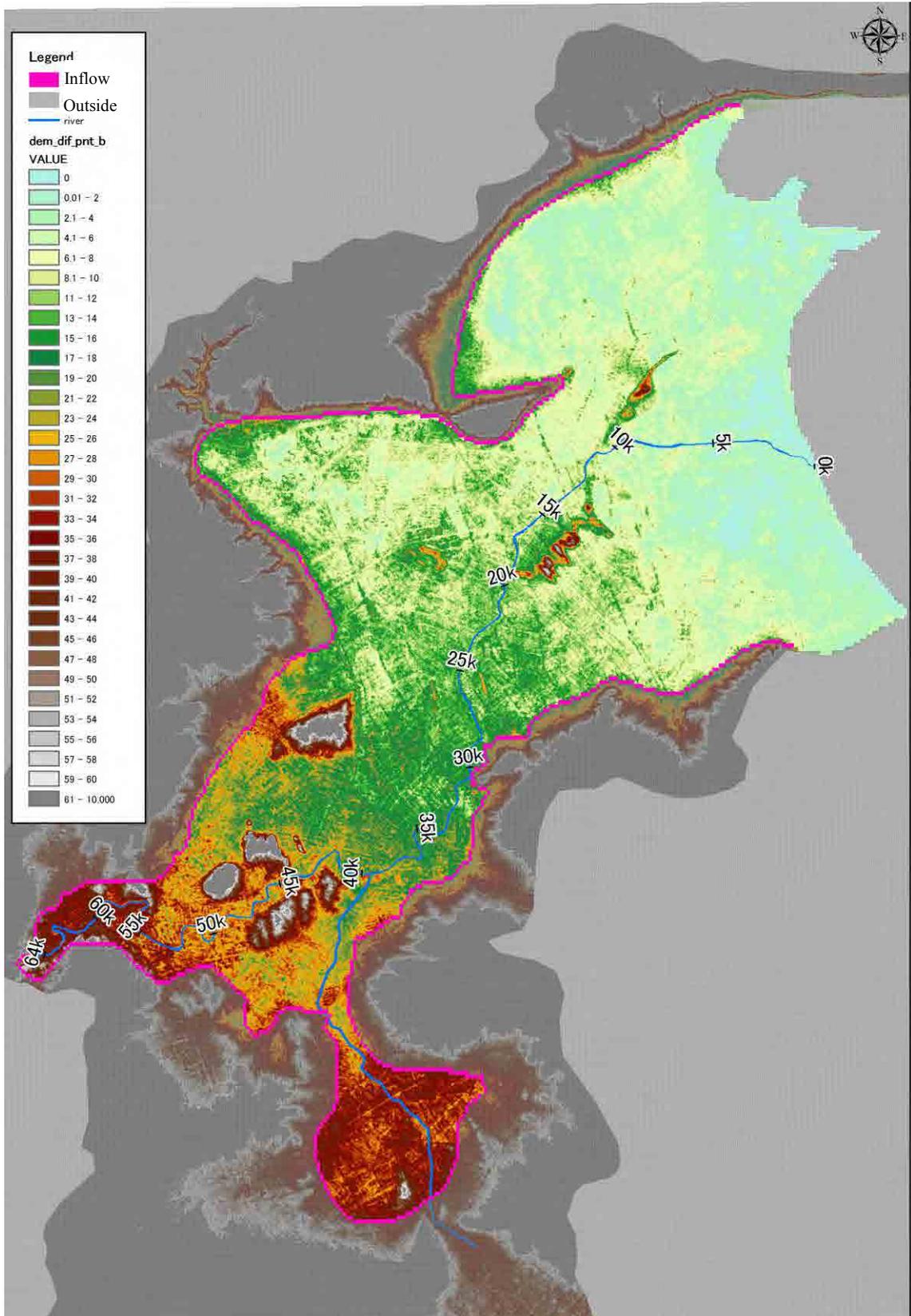
3) Elaboration de plan des hauteurs de sol en maillage

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 4-7 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 : $325 \times 425 = 138\ 125$ Plaine d'inondation : 27 858	
4	Système de coordonnées	Système géodésique : Clarke1880 (Clarke IGN) de la France Méthode de projection : TUM (UTM) Zone 32	



Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-27 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.

Coefficient de rugosité de fond

$$n_0^2 = \frac{n_1^2 \cdot A_1 + n_2^2 \cdot A_2 + n_3^2 \cdot A_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

En déterminant ici, A1 : Terrain d'agriculture (rizière, champ) Superficie, n1=0,060

 A2 : Superficie de voies, n2=0,047

 A3 : Superficie d'autres terrains, n3=0,050

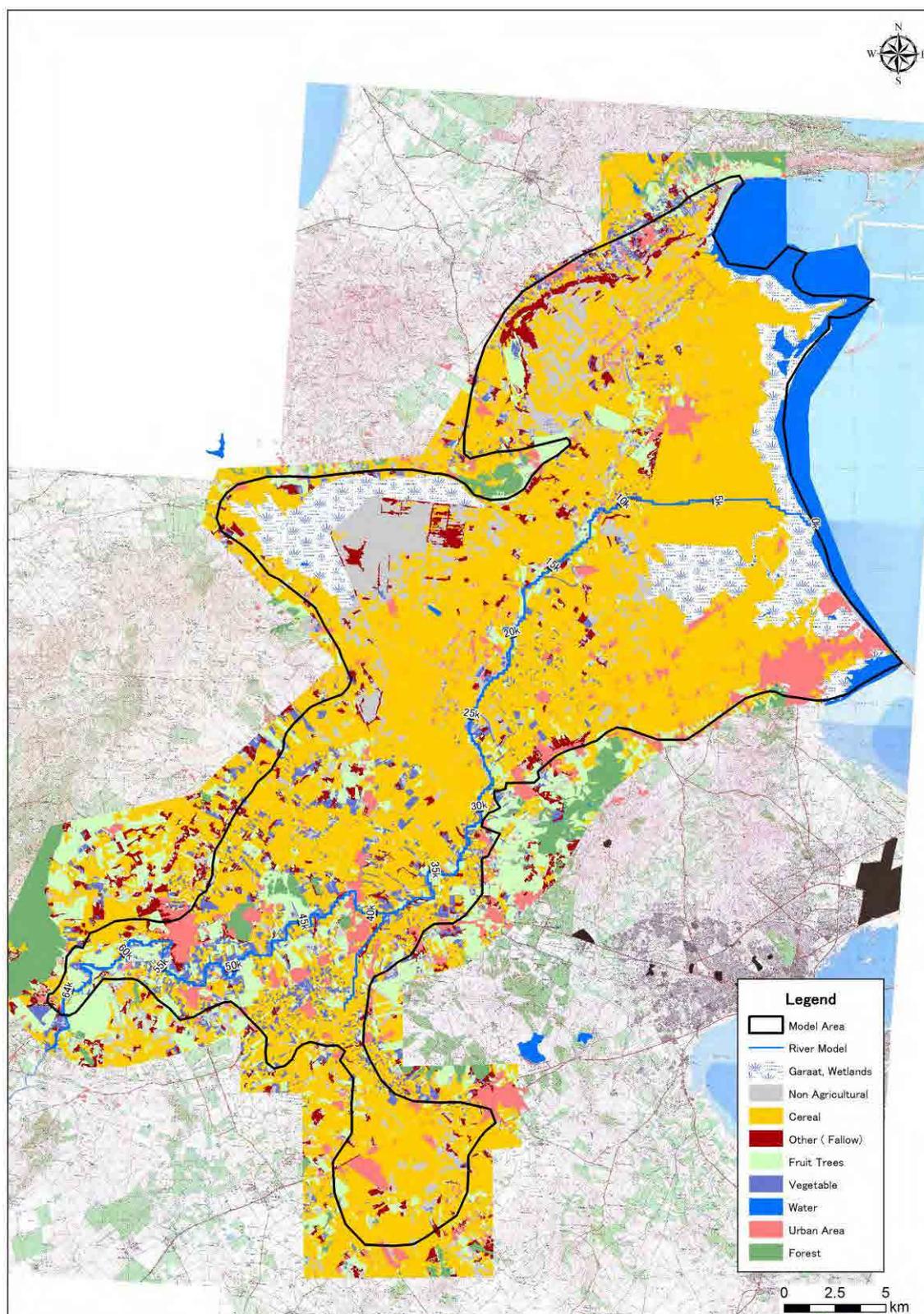
Coefficient de rugosité, calculé en considérant la densité de construction

$$n^2 = n_0^2 + 0.020 \times \frac{\theta}{100 - \theta} \times h^{4/3}$$

θ: Taux d'occupation du sol des bâtiments

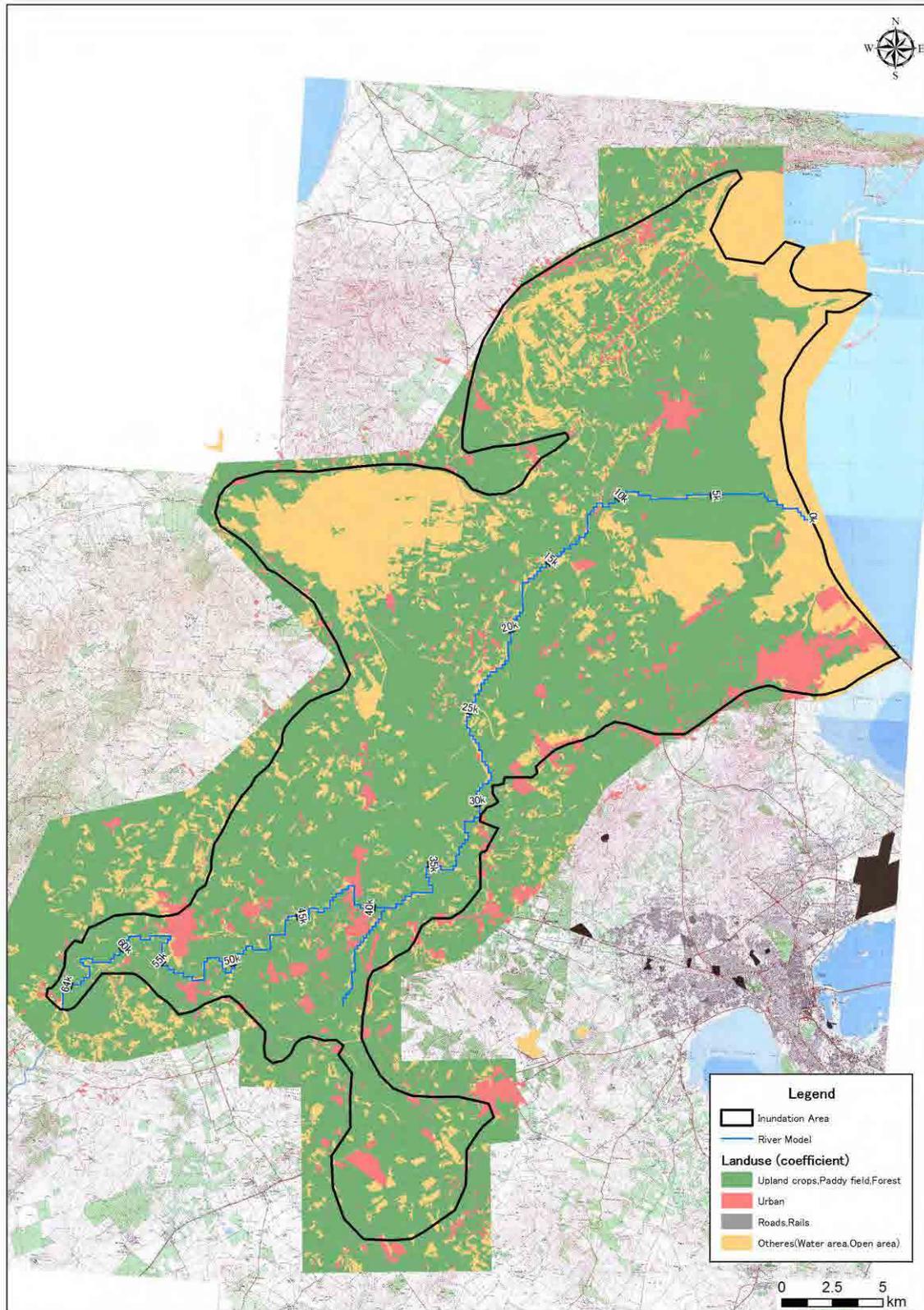
h : Profondeur de l'eau en maillage

Pour fixer le coefficient de rugosité, le plan de l'utilisation du sol indiqué ci-dessous est divisé en quatre (4) zones de classification. 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.



Source: Mission d'étude JICA

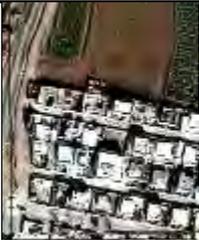
Figure 4-28 Plan d'utilisation du sol



Source: Mission d'étude JICA

Figure 4-29 Plan de classification du sol utilisé (détermination du coefficient de rugosité)

Tableau 4-8 Exemples déterminant le taux d'occupation du sol des bâtiments

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

Source: Mission d'étude JICA