

Rapport Complémentaire E
CONCEPTION DES OUVRAGES
ET
ESTIMATION DES COÛTS

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

Rapport Final

**Rapport Complémentaire E:
Conception des ouvrages et estimation des coûts**

Table des matières

	<u>Page</u>
Chapitre E1 CONDITIONS FONDAMENTALES DE LA CONCEPTION DES INSTALLATIONS.....	E1-1
E1.1 Principe de Conception	E1-1
E1.2 Plan de Division de l'amélioration de la Rivière en zones	E1-1
E1.3 Concept de Décharge des inondations pour l'amélioration de la Rivière	E1-2
E1.4 Données de l'enquête utilisées dans la conception des installations.....	E1-3
E1.5 Normes de Conception et Critères	E1-4
Chapitre E2 CONCEPTION STRUCTURELLE	E2-1
E2.1 Structures de Contrôle des Inondations.....	E2-1
E2.1.1 Travaux d'amélioration du Cours d'Eau.....	E2-1
E2.1.2 Canal de dérivation	E2-1
E2.1.3 Bassin de retardement	E2-3
E2.1.4 Mur de parapet et Mur de soutènement	E2-6
E2.1.5 Structure de batardeaux amovibles.....	E2-6
E2.2 Structures de Stabilisation du Canal	E2-7
E2.2.1 Revêtement pour la protection de la pente	E2-7
E2.2.2 Seuil noyé.....	E2-7
E2.3 Structures de Drainage	E2-8
E2.4 Dignes sur les principaux affluents	E2-8
E2.5 Ponts	E2-9
E2.6 Mesures de Traitement d'arbres denses de "Tamarix" dans les lits des Rivières	E2-9
E2.6.1 Défrichage et défonçage de "Tamarix".....	E2-9

E2.6.2	Recyclage du “Tamarix”	E2-11
E2.7	Caractéristiques Saillantes de Structures Proposées	E2-12

Chapitre E-3 CALCUL DES QUANTITES DE TRAVAUX ET ESTIMATION DE COÛTS..... E3-1

E3.1	Conditions Essentielles pour le Calcul des Quantités	E3-1
E3.2	Quantités de travaux.....	E3-2
E3.3	Prix Unitaire.....	E3-3
E3.4	Coût direct des travaux de Construction	E3-4
E3.5	Coût d’acquisition de terrains	E3-5

Chapitre 4 TRAVAUX DE MAINTENANCE DU COURS D’EAU E4-1

Liste des tableaux

	<u>Page</u>	
Tableau E3.4.1	Volume et Coût Direct de la Construction pour la Zone D2..... ET-1	
Tableau E3.4.2	Volume et Coût Direct de la Construction de la Zone D1	ET-2
Tableau E3.4.3	Volume et Coût Direct de la Construction de la Zone U2	ET-3
Tableau E3.4.4	Volume et Coût Direct de la Construction pour la Zone U1.....	ET-4
Tableau E3.4.5	Volume et Coût Direct de la Construction de la Zone M.....	ET-5

Liste des Figures

	<u>Page</u>	
Figure E 1.2.1	Plan général, Zone de projet de la partie en aval du barrage de Sidi Salem	EF-1
Figure E 1.2.2	Plan général, Zone de projet de la partie en aval du barrage de Sidi Salem.....	EF-2
Figure E 2.1.1	Canal en dérivation de Mejez El Bab (Zone D1), Plan	EF-3
Figure E 2.1.2	Canal en dérivation de Mejez El Bab (Zone D1), Sections typiques du canal en déviation	EF-4
Figure E 2.1.3	Canal en dérivation de Mejez El Bab (Zone D1), Stucture d’entrée du canal en déviation	EF-5
Figure E 2.1.4	Canal en dérivation de Mejez El Bab (Zone D1), Plan de la structure de sortie	EF-6
Figure E 2.1.5	Canal en dérivation de Mejez El Bab (Zone D1), Conception typique du seuil	EF-7
Figure E 2.1.6	Canal en dérivation de Bou Salem (Zone U2), Plan et profil	EF-8
Figure E 2.1.7	Canal en dérivation de Bou Salem (Zone U2), Section typique du canal en déviation	EF-9
Figure E 2.1.8	Canal en dérivation de Bou Salem (Zone U2), Structure d’entrée – Plan	EF-10

Figure E 2.1.9	Canal en dérivation de Bou Salem (Zone U2), Structure de sortie – Plan	EF-11
Figure E 2.1.10	Bassin de retardement d’El Mabtouh (Zone D2), Disposition générale	EF-12
Figure E 2.1.11	Bassin de retardement d’El Mabtouh (Zone D2), Structure d’entrée du bassin de retardement – Digue de déversoir avec arrêt de bois flottants, Sections typiques pour les travaux de terre	EF-13
Figure E 2.1.12	Bassin de retardement d’El Mabtouh (Zone D2), Structure d’entrée du bassin de retardement – Digue de déversoir avec arrêt de bois flottants, Plan	EF-14
Figure E 2.1.13	Bassin de retardement d’El Mabtouh (Zone D2), Structure d’entrée du bassin de retardement – Digue de déversoir avec arrêt de bois flottants, Profil	EF-15
Figure E 2.1.14	Bassin de retardement d’El Mabtouh (Zone D2), Structure d’entrée du bassin de retardement – Digue de déversoir avec arrêt de bois flottants, Sections croisées (1/2)	EF-16
Figure E 2.1.15	Bassin de retardement d’El Mabtouh (Zone D2), Structure d’entrée du bassin de retardement – Digue de déversoir avec arrêt de bois flottants, Sections croisées (2/2)	EF-17
Figure E 2.2.1	Ouvrages de protection de pentes (Zone D1), Revêtement pour la ville de Jedeida – Plan	EF-18
Figure E 2.2.2	Ouvrages de protection de pentes (Zone U2), Revêtement pour la ville de Bou Salem – Plan	EF-19

Liste des données contenues dans ”Data Book” (la banque de données)

	<u>Page</u>
Data E1	Schémas des installations sur les oueds..... DE1-1
Data E2	Prix unitaires pour l’estimation des coûts..... DE2-1

CHAPITRE E1 CONDITIONS FONDAMENTALES DE LA CONCEPTION DES INSTALLATIONS

E1.1 Principe de Conception

Le principe de conception des installations pour les travaux de régulation de la Rivière Mejerda comprend les deux idées suivantes:

- (1) Du point de vue technique, la régulation du cours de la Rivière comprend les digues en remblais, l'excavation du cours d'eau/dragage et la construction de bassins de stockage afin d'utiliser la capacité du débit du cours d'eau à son maximum ce qui doit être prioritaire par rapport aux mesures structurelles.
- (2) il n'est pas prévu de transfert de ménages/bâtiments de manière à minimiser l'impact sur l'environnement social. Et par conséquent, il est certain qu'un minimum de gens seront affectés par la mise en œuvre des travaux d'amélioration de la Rivière, puisque le transfert d'un grand nombre de ménages/bâtiments rend le projet de mise en œuvre difficile. Si des espaces suffisants pour la construction des digues en remblais et l'élargissement du cours d'eau n'est pas obtenu, les murs de parapet en maçonnerie/béton ou les murs de soutènement sont utilisés au lieu des travaux de terrassement telle que digues en remblais et l'élargissement du cours d'eau. Si, en outre, il n'est toujours pas suffisant même par l'utilisation de digues en remblais, des murs en maçonnerie/béton et l'excavation/dragage du cours d'eau pour augmenter la capacité du débit jusqu'à la décharge des inondations prévue, alors les deux mesures suivantes sont appliquées pour rattraper le manque de capacité du cours d'eau:

- (1) Canal de Dérivation

Le rôle d'un canal de dérivation consiste à détourner l'excès d'eau des inondations au-delà de la capacité du cours d'eau. Le débit en excès est détourné à travers le canal de dérivation pour rejoindre le même cours d'eau au niveau de la partie en aval d'une capacité de débit suffisante. Cette structure n'exerce pas d'effet de retardement.

- (2) Bassin de retardement

un bassin de retardement est efficace pour atténuer la charge des crues afin de véhiculer la décharge des inondations le long du cours d'eau sans risques. Une partie de la décharge des inondations est détournée vers le bassin de retardement dans lequel l'excès de décharge est stockée jusqu'à ce que le niveau d'eau du canal à l'aval diminue à un certain niveau. Ainsi, l'eau stockée sera évacuée en toute sécurité. Cette structure sert à diminuer la décharge des inondations dans la zone aval.

E1.2 Plan de Division de l'amélioration de la Rivière en zones

Pour l'étude du niveau de protection des inondations au bassin de la Rivière Mejerda en Tunisie, les tronçons de la Rivière objet de l'amélioration sont divisés en cinq zones comme suit:

Les Principales Caractéristiques des Cinq Zones

Zone	Les tronçons de la Rivière		N°. de la section	Longueur du Canal (m)	Niveau de Protection des crues (Période retour)
D2	aval Barrage Sidi Salem	Embouchure de la Rivière au Barrage Laroussia	MD447 à MD252	64 980	10 year
D1		Barrage Laroussia vers barrage Sidi Salem	MD252 à MD1	83 560	10 year
U2	Amont Barrage Sidi Salem	Partie du reservoir de l'amont du Barrage Sidi Salem à la confluence de la Rivière Mellegue	MU1 à MU164	63 890	20 year
U1		Confluence avec Rivière Mellegue vers la ville Ghardimaou	MU164 à MU360	94 420	10 year
M	Rivière Mellègue (affluent)		MG1 à MG160	45 043	10 year

Note: * voir Section E1.4

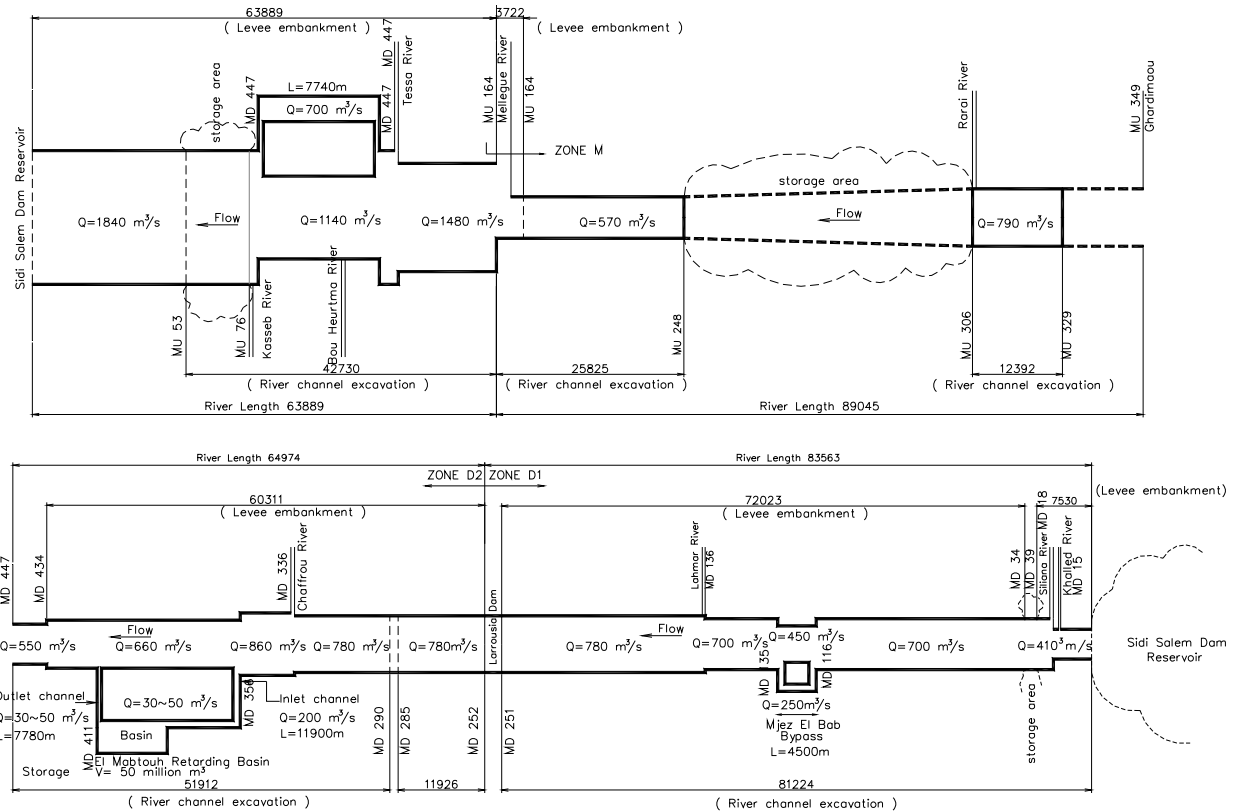
Source: l'Equipe d'Etude

L'année cible pour la formulation du Plan Directeur est fixée à l'an 2030. En tenant compte des étendues énormes de la Rivière Mejerda avec plus de 300 km de long, des travaux de construction par étape en vue d'achever le projet d'amélioration jusqu'à l'an 2030 sont essentiels. Les cinq zones ont été considérées comme des éléments réparties sur les étapes de construction. Par conséquent, la quantité des travaux d'amélioration de la Rivière et les coûts y associés sont dressés individuellement par zone. La répartition par Zone est illustrée aux **tableaux E1.2.1 et E1.2.2**.

E1.3 Concept de Décharge des inondations pour l'amélioration de la Rivière

L'amélioration de la Rivière en tant que mesure structurelle de contrôle des inondations adoptées dans l'Etude comprend, (1) l'amélioration du cours d'eau consistant en excavation/élargissement et digues en remblais, et (2) la construction de nouveaux canaux de dérivation et d'un nouveau bassin de retardement. La distribution de la décharge des inondations pour d'amélioration de la Rivière est illustrée dans le diagramme ci-dessous tout en délimitant la zone. La décharge nominale pour l'amélioration de la Rivière est basée sur les résultats d'analyses hydrologiques, discutées au rapport complémentaire A.

Le raccourci du cours de la Rivière, en tant que mesure d'amélioration de la Rivière, n'est pas appliqué dans le Plan. Directeur proposé. Normalement, un prompt changement du gradient longitudinal du lit de la Rivière provoque souvent un impact contraire grave sur les autres bras adjacents, tel que l'accélération de l'érosion longitudinale et latérale. Cependant, il pourrait être avantageux et d'un effet considérable en suivant des tronçons avec méandres afin de diminuer le niveau d'eau en amont et stabiliser le régime du cours d'eau. A l'étape de l'étude de faisabilité ultérieure, un examen ultérieur sera poursuivi sur la base d'une analyse hydraulique détaillée et des conditions d'utilisation du terrain avoisinant.



Source: l'Equipe d'Etude

Distribution de décharges des inondations pour les travaux d'amélioration de la Rivière

E1.4 Données de l'enquête utilisées dans la conception des installations

Suite aux résultats de cette étude, qui ont été utilisés dans la conception des installations. Des séries de cartes topographiques avec des échelles de 1:25000 et de 1:50000 et des photos aériennes élaborées par le MARH ont été aussi pris en compte. Des quantités d'excavations, tels que les digues en remblais, l'excavation du cours d'eau, le défrichage et les fouilles, ont été calculés sur la base des sections transversales prévues. La reconnaissance du terrain a été conduite aussi bien pour compléter les résultats de l'étude, détails compris, que pour les confirmer.

Liste des données des enquêtes Utilisées pour la conception des installations

Rivière Mejerda	Amont	Profil et section transversale	L=158.306 km	360 sections
	Aval	Profil et section transversale	L=148.537 km	447 sections
Rivière Chaffrou		Etude de section transversale	L=2.0 km	8 sections
Rivière Lahmer		Etude de section transversale	L=2.0 km	8 sections
Rivière Kallied		Etude de section transversale	L=2.0 km	8 sections
Rivière Siliana		Etude de section transversale	L=2.0 km	8 sections
Rivière Kesseb		Profil et section transversale	L=20.375 km	86 sections
Rivière Bou Heurtma		Profil et section transversale	L=17.334 km	79 sections
Rivière Tessa		Profil et section transversale	L=20.285 km	87 sections
Rivière Mellegue		Profil et section transversale	L=45.044 km	160 sections
Bassin de retardement El Mabtough	Canal d'entrée Et de sortie	Profil et section transversale	L=29.793 km	9 sections
	Réservoir	Section transversale		7 sections

Canal de dérivation de Mejez El Bab	Profil, Section transversale	L=4.512 km	14 sections
Canal de dérivation de Bou Salem	Profil	L=7.736 km	
Ponts à reconstruire	Section transversale		6 sections

Source: l'Equipe d'Etude

E1.5 Normes de Conception et Critères

(1) Généralités

L'Institut National des Normes et de la Propriété Industrielle (INNORPI) a produit les normes générales Tunisiennes et d'autres normes y afférentes telles que ISO, norme Française, etc. Toutefois, des directives techniques pour les travaux d'amélioration des rivières n'ont pas été établis en Tunisie. Des normes de conception et des critères pour les structures des rivières ont été généralement élaborées par projet.

Dans cette étude, selon notre estimation, les normes et les critères Japonais pourraient être pris comme références en raison de l'inspection visuelle des situations sur site et des structures existantes à travers la reconnaissance du terrain, dès lors, ils servent à décider des dimensions des structures de la Rivière. Les normes, telle qu'elles sont appliquées au Japon, offrent le minimum requis sous les conditions normales de la capacité, de charge du sous sol et des conditions hydrauliques, etc.

(2) Dignes en remblais et géométrie du canal.

La largeur de la crête et les franc-bords des digues en remblais et du cours d'eau cités à partir des normes sont illustrées ci-dessous.

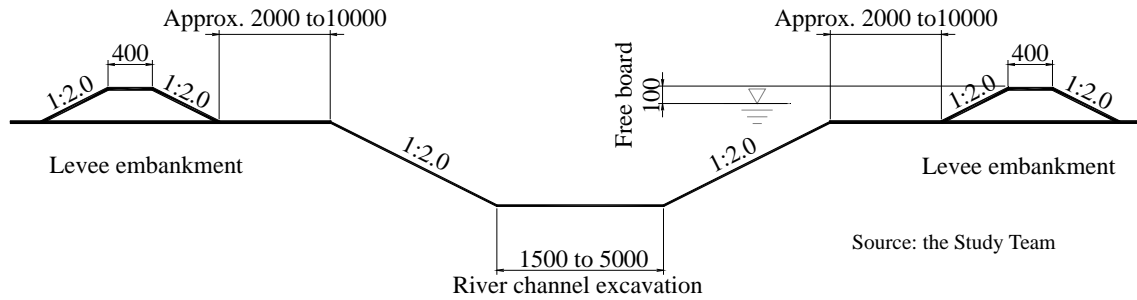
Critères de conception pour les digues en remblais et le cours d'eau

N°. de Categories.	1	2	3	4	5	6
débit nominal Q (m ³ /s)	Q < 200	200 ≤ Q < 500	500 ≤ Q < 2000	2000 ≤ Q < 5000	5000 ≤ Q < 10000	10000 ≤ Q
franc-bord (m)	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	2.0
largeur de crête de la digue (m)	3.0		4.0	5.0	6.0	7.0

Source: JICA Equipe de l'Etude

La pente du côté de la digue en remblais devra être égale à/ou plus modérée que 1:2.0. Le débit nominal du cours d'eau basé sur l'analyse hydrologique varie entre 570 m³/s et 1860 m³/s dans la zone de l'étude. Suivant le tableau ci-dessus, une section standard des digues en remblais est fixée sur la Rivière Mejerda comme suit:

- (a) largeur de la crête : 4.0 m de large
- (b) Franc-bord : 1.0m de hauteur
- (c) Pente latérale : 1:2.0



Dimension de l'Excavation du cours d'eau et du remblais de Levée

Des sections types de l'amélioration du cours d'eau sont illustrées dans la **Formulaire Nos. 21 to 27 de la Donnée E1 de la Banque de Données**. A l'étape de la conception détaillée du projet proposé, l'analyse de stabilité devra être conduite pour vérifier l'adaptation des dimensions.

Quant à l'excavation de la Rivière Mejerda, la pente latérale est déterminée sur la base des éléments suivants:

- (a) la pente de conception doit être plus modérée que la pente de la présente rive aux fins de la stabilité contre le glissement..
- (b) La pente assez modérée pour les travaux de maintenance du cours d'eau.

CHAPTER E2 CONCEPTION STRUCTURELLE

E2.1 Structures de Contrôle des Inondations

E2.1.1 Travaux d'amélioration du Cours d'Eau

Les Travaux 'amélioration du Cours d'Eau de la rivière Mejerda sont prévus avec la combinaison des trois mesures suivantes:

- (a) Excavation du Cours d'Eau/dragage et élargissement,
- (b) Dignes en remblais, et
- (c) Réservation d'une zone de stockage.

Au cours de l'analyse des inondations, considérant l'utilisation des sols, les conditions topographique et hydraulique, la combinaison de ces mesures à travers le cours global de la Mejerda est étudiée jusqu'à ce que le cas optimal soit trouvé. Le profil longitudinal le long du lit de la rivière le plus bas basé sur l'analyse hydraulique est illustré dans les diagrammes des **Formulaires Nos. E-3 to E-20 de la Donnée E1 de la Banque de données**. En outre, les sections transversales sont illustrées dans les **Formulaires Nos. E-21 to E-27 de la Donnée E1 de la Banque de données**.

Les tronçons de la rivière de MD29 à MD24, MU 53 à MU 79 et MU207 à MU304 sont réservés pour le stockage des décharges des inondations de manière à réduire la pointe des crues et le volume de décharge des inondations dans leurs cours d'eau en aval.

La capacité courante de débit contre la décharge prévue des inondations est illustrée comme suit:

Capacité courante du débit les Inondations prévues par les étendues de la Rivière

Tronçons de la Rivière	Capacité de débit (m ³ /s)	
	Capacité actuelle du débit	Débit nominal des crues
La Rivière Mejerda		
Ghardimaou – confluence avec O. Rarai.	250	250
Confluence avec O. Rarai. – Jendouba	400	790
Jendouba – Confluence avec O.Mellegue.		520
Confluence avec O.Mellegue – Confluence avec O. Tessa.	250	1480
Confluence avec O.Tessa – Bou Salem	400	1840 (1140)
Bou Salem – amont du Réservoir Sidi Salem	300~350	1840
Barrage Sidi Salem – Slouguia	250~500	410~700
Slouguia – Mejez El Bab	600	700 (500)
Mejez El Bab – Barrage Laroussia	250	760

Source: l'Equipe de l'Etude

E2.1.2 Canal de dérivation

En considérant la capacité de débit insuffisante et la difficulté d'élargissement à, El Battane, à Mejez El Bab, Bou Salem et Jendouba, qui sont érigés sur la Rivière Mejerda, sont examinés en fonction de la nécessité d'un canal de dérivation. L'étude Hydraulique a été réalisée, les résultats sont superposés sur la topographie et l'utilisation des sols. La conclusion finale a été obtenue selon que les canaux de dérivation dans les villes de Mejez El Bab et de Bou Salem sont indispensables pour faire face à la décharge des inondations prévue.

Dans le cas de la ville de Mejez El Bab , la section du vieux pont historique (Pont

Andalous) est un obstacle critique. Toutefois, le pont devra être conservé car il n'est pas à détruire selon la demande du côté tunisien.

La ville de Bou Salem a évolué sur les deux rives de la Mejerda. L'espace disponible pour les travaux d'amélioration de la Rivière entre les deux rives est si limité. Presque toute la ville de Bou Salem est située dans une zone prédisposée aux inondations le long de la rivière Mejerda. Le canal de dérivation est une mesure efficace pour diminuer le risque d'inondation du point de vue topographique.

Les seuils noyés sont érigés pour stabiliser le lit du canal et l'alignement du canal de dérivation. L'entrée et la sortie du canal de dérivation sont renforcées par les seuils noyés et le revêtement de manière à assurer la dérivation de la décharge des inondations. Les ponts sont aussi érigés sur les routes existantes, qui traversent le canal de dérivation. Une transition longue de 500m est aussi érigée à partir d'une jonction du canal de dérivation juste à l'aval de la Rivière Mejerda pour atténuer le débit de turbulence. La conception structurelle du canal de dérivation à Mejez El Bab et à Bou Salem est illustrée aux **Tableaux E2.1.1 à E2.1.5** et aux **Tableaux E2.1.6 à E2.1.9** respectivement. Ils sont illustrés au **Formulaire No.36 à 46 à la Donnée E1 de la Banque de données** et les **formulaires No.47 à 58** respectivement. Les caractéristiques saillantes sont illustrées au Tableau suivant :

Caractéristiques Saillantes du canal de dérivation

canal de dérivation à Mejez El Bab		Quantité	Unité
(1) canal de dérivation			
Longueur		4,512	m
Largeur du Fond du Canal		15.00	m
Débit	La Rivière Medgerda	Q = 450	m ³ /s
	Canal de dérivation	Q = 250	m ³ /s
	pente du talus	1:2.0	
(2) Structure d'entrée		1	ensemble
(3) Structure de sortie		1	ensemble
(4) Seuils noyés		3	sites
(5) Ponts			
30m x 2 spans = 60m	Type à deux voies	4	Locations
(6) entrée du canal de drainage		1	Set
(7) Protection de la pente perrés	1 site	1,200	m
Canal de dérivation à Bou Salem			
(1) canal de dérivation			
Longueur		7,736	m
largeur du fond du canal		25.00	m
Débit	Rivière Mejerda	Q = 1,140	m ³ /s
	Canal de dérivation	Q = 500	m ³ /s
	pente du talus	1:2.0	
(2) Structure d'entrée		1	ensemble
(3) Structure de sortie		1	ensemble
(4) Seuils noyés		8	sites
(5) Ponts			
30m x 2 spans = 60m	tType à deux voies	5	Sites
(6) entrée du canal de drainage		1	Ensemble
(7) Protection de pente perrés	3 Sites, longueur totale	1,500	m

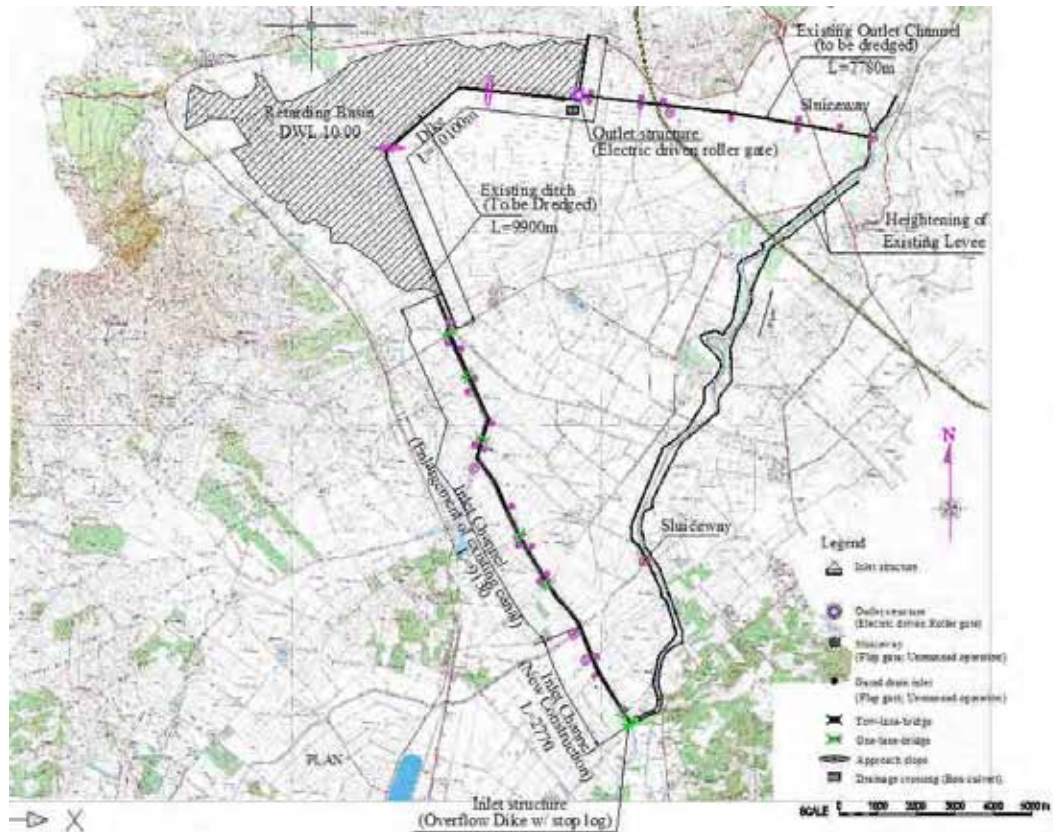
Source: l'Equipe de l'Etude

E2.1.3 Bassin de retardement

(1) Concept de base et Dispositions Générales

Deux sites de choix pour le bassin de retardement à l'amont de la ville de Jendouba et à la plaine d'El Mabtouh dans la zone inférieure du bassin de la Rivière Mejerda, ont été examinés initialement dans le cadre de l'étude du Plan Directeur. Le bassin de retardement est efficace pour atténuer la décharge maximale des inondations dans le lit de la rivière. Puisque la viabilité du bassin de retardement qui dépend largement du milieu topographique, la topographie naturelle est importante pour remplir les conditions réelles de l'élévation basse des sols, capacité de stockage suffisante, et accès à partir du lit de la rivière, etc. Autrement, la performance technico-économique devient minime. Bien que la construction du bassin de retardement à l'amont de la ville de Jendouba était intéressante en raison de sa position favorable pour protéger la zone urbaine, la topographie exige une digue de fermeture bien élevée (15m à 20m de haut) pour assurer une capacité de stockage suffisante, qui pourrait nécessiter un contrôle de qualité intensif et des travaux d'entretien similaires à un grand barrage. Il ne semble pas pratique ainsi pour un bassin de stockage. En outre, la défaillance due au manque d'entretien provoquerait un dégât énorme aux régions résidentielles en aval.

D'autre part, dans la plaine d'El Mabtouh, les circonstances sont très avantageuses pour la création d'un bassin de retardement. En effet, il existe un ancien système de régulation abandonné. Les structures peuvent être remplacées par les moyens de rénovation et l'amélioration des structures existantes. L'acquisition de terrain peut être réduite. Le canal d'entrée sera rénové et la digue avoisinante sera améliorée. Le canal de sortie sera utilisable après le dragage et l'élargissement. Au lieu de cela, la structure d'entrée sera complètement construite. Les ponts existants par dessus le canal d'entrée doivent être reconstruits et les vannes existantes de drainage le long des canaux d'entrée et de sortie doivent être reconstruites également. Une disposition générale du Bassin de retardement d'El Mabtouh est illustrée dans le tableau ci-dessous.:

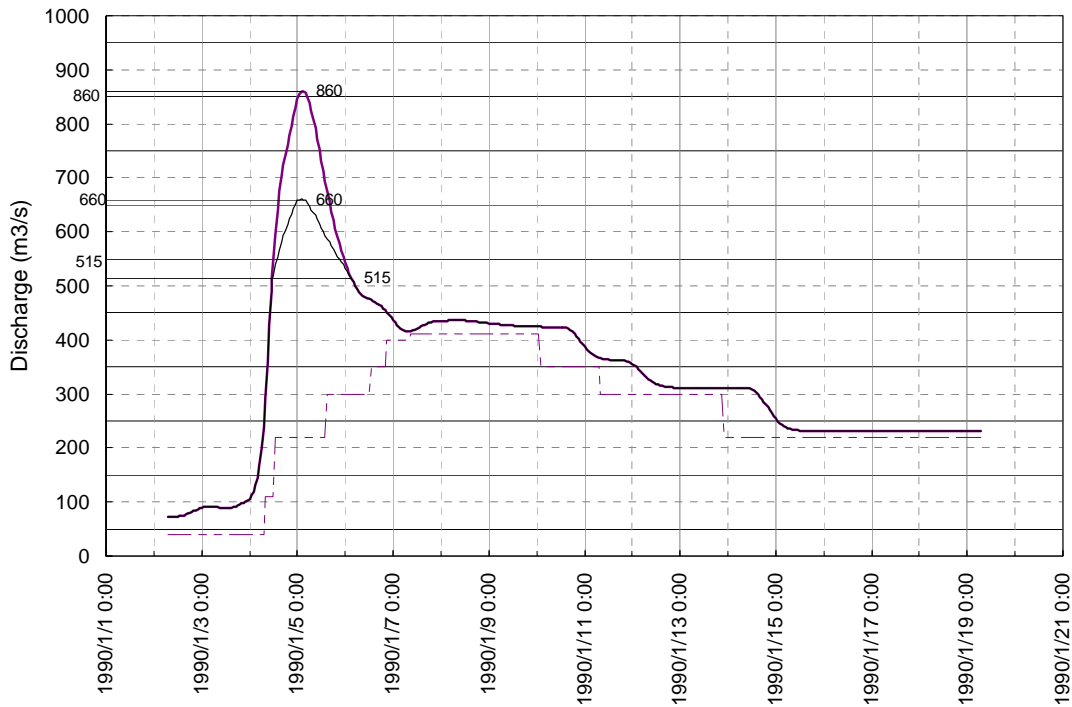


Source: l'Equipe de l'Etude

Vue Générale du Bassin de retardement d'El Mabtough

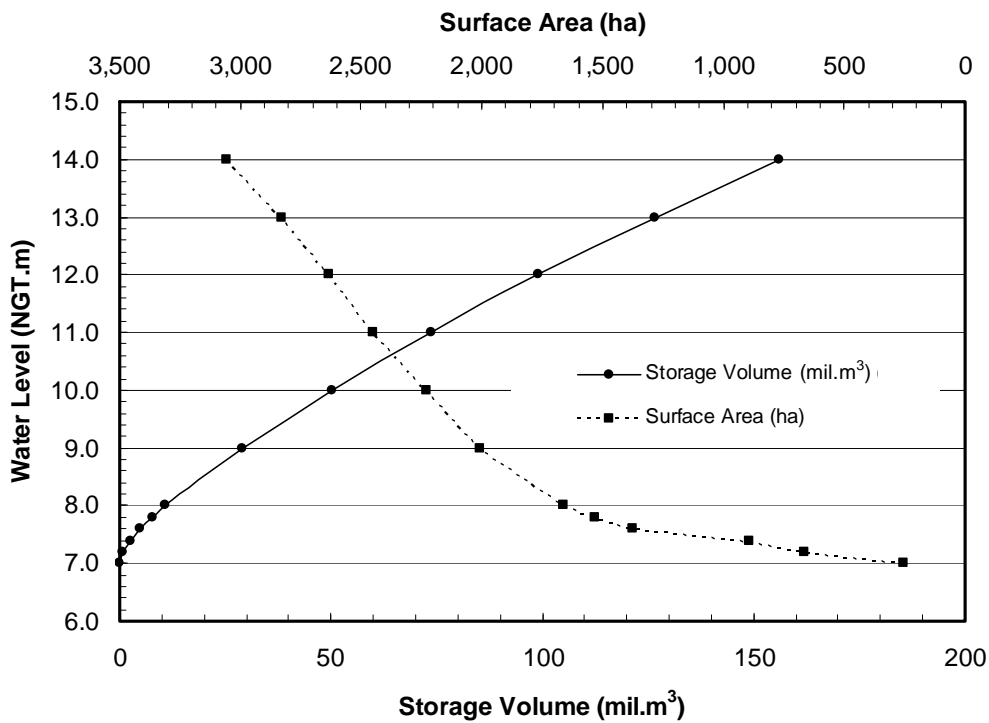
(2) Conditions Hydrauliques

Une décharge maximale de 200 m³/s est prévue pour être déviée vers le Bassin de retardement d'une décharge maximale de 860 m³/s au côté amont de la structure d'entrée de la rivière Mejerda. Ainsi, 660 m³/s couleront vers l'aval après la diversion. La structure d'entrée est conçue comme une digue de débordement automatique aux bords en béton armé. La digue de débordement est équipée de batardeaux aux bords en béton pour le cas d'une coupure d'urgence. La décharge de la Rivière pour déclencher la diversion est fixée à 515 m³/s, ce qui correspond à la capacité du débit de la rivière à la crête de l'élévation de la digue. L'élévation de la crête est de 1.2 m inférieure au niveau nominal de l'eau dans la Mejerda. L'hydrographe des inondations prévues au niveau de la structure d'entrée est illustré au diagramme ci-dessous. Un volume global de 14 million de m³ est détourné vers le bassin de retardement. La capacité du bassin de retardement est d'environ 50 millions de m³ y compris un volume de sédiments et les eaux de ruissellement à partir de son propre bassin versant. Un volume de stockage de sédiments de 10 millions de m³ est considéré dans la conception, qui n'implique presque aucun dragage de maintenance durant la vie de la structure. Les apports à partir de son propre bassin versant sont estimés à 10 million m³ environ. Une courbe de stockage surface-élévation est illustrée ci-dessous. La disposition et le concept de l'installation est illustré au **tableau E2.1.10 au Tableau E2.1.15 et le plans Nos. E-28 to E-35 de la Donnée E1 de la Banque de données.**



Source: l'Equipe de l'Etude

Concept de l'Hydrographe des inondations de la Structure d'Entrée du Bassin de retardement d'El Mabtouh



Source: Préparé par l'Equipe de l'Etude basé sur les résultats de l'enquête topographique à l'étude

Elévation – Surface – Courbe de Stockage du Bassin de retardement d'El Mabtouh

(3) Caractéristiques Saillantes

Les caractéristiques saillantes du Bassin de retardement d'El Mabtouh sont projetées comme suit:

Les caractéristiques saillantes du Bassin de retardement d'El Mabtouh

(1) Canal d'entrée				
Construction de canal en terre,			9,130	m
Amélioration du Canal Existant			2,770	m
Nouvelle construction				
(2) Canal de sortie			7,780	m
Dragage du canal existant				
(3) Bassin de stockage			10,100	m
digue avoisinante			50	mil. m ³
Concept de capacité de stockage				
(4) Structure d'entrée				
Vanne, vanne à clapet	Concept de débit		Q=50	m ³ /s max
	Dimension		3.00x3.00x3	nos.
(5) Structure d'entrée				
Digue de débordement avec	Concept de débit		Q=200	m ³ /s
élément d'arrêt	Longueur à la crête de la		80	m
	digue de débordement			
(6) Ponts				
Régulation du pont existant				
25m x 2 spans = 50m	Type à une voie		6	sites
	Type à deux voies		1	site
(7) Vanne				
Vanne à clapets			5	sites
(8) Arrivée de drainage				
Vanne à clapets			23	sites

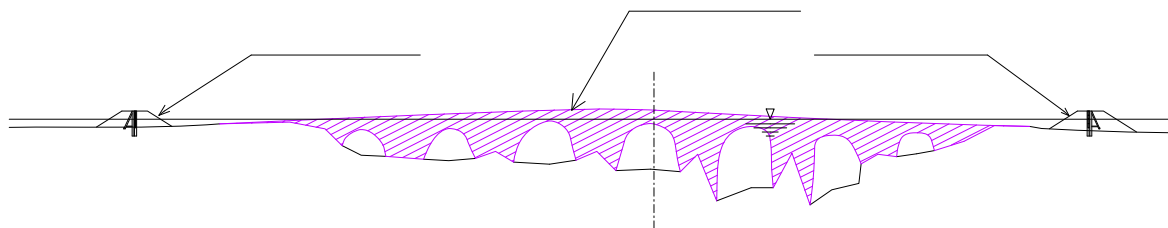
Source: l'Equipe de l'Etude

E2.1.4 Mur de parapet et Mur de soutènement

La digue est essentiellement construite avec des remblais. Lorsque le terrain nécessaire est limité dans les zones résidentielles pour la construction de la digue, un mur de parapet en béton armé/maçonnerie est une solution alternative pour éviter le déplacement des gens. Un canal est aussi formé par un mur de soutènement en béton armé pour maximiser la zone d'écoulement en une section étroite. Des plans avec les **formulaires No. E-59 à E-64 de la Donnée E1 de la Banque de données** illustrent la conception des structures à réaliser dans la ville de Djedaida et la ville d'El Battane .

E2.1.5 Structure de batardeaux amovibles

Bien qu'il ne s'agisse pas de mesure préférable, il pourrait s'agir de solutions simples de fermeture pour éviter les inondations où le pont est submergé sous le niveau d'eau nominal. Les deux rives du pont historique de Medjez El Bab et l'ancien seuil d'El Battane, sont dans la même situation comme illustrés dans la figure ci-dessous. Par conséquent, les batardeaux seront placées à l'approche des routes des ponts entre les parties discontinues de la digue. Cette structure est faite en postes détachées de lots de bûches d'arrêt et en acier mobile et en feuilles de bûches d'arrêt en acier. L'opération actuelle devrait être liée à un system d'alerte, parce que le batardeau doit être installée à temps sinon l'eau évacuée inonde les zones résidentielles. Le plan du **formulaire No.E-69 de la Donnée E1 de la Banque de données** illustre la conception type de cette structure.



Source: l'équipe de l'étude

Section type de la Structure de batardeau au Site du pont historique

E2.2 Structures de Stabilisation du Canal

E2.2.1 Revêtement pour la protection de la pente

Les travaux de protection nominale de la rive de la rivière ont été entrepris sur la rivière Mejerda. L'érosion avait progressé sur les tronçons en méandres (voir le Plan et le Profil de la rivière Mejerda à la **Banque de données**). Les critères suivants pour la protection des talus adjacents aux structures devront être appliqués :

- (1) La zone à construction dense au risque de dégâts dus à l'érosion,
- (2) Les bâtiments publics tels qu'une route nationale une voie ferrée et des structures de camionnage en tant qu'artère vitale proche à la rive délabrée par l'érosion, et
- (3) Les côtés en amont et en aval des structures, (si nécessaire).

En ce qui concerne les zones des terres agricoles, la nécessité de revêtement sera recommandée à la période d'entretien sur la base des conditions actuelles de l'érosion.

Suivent trois types de revêtement pour la protection de la rive proposés avec des particularités de conception.

- (1) Structure en béton armé / Perré maçonné

Il s'agit d'une structure solide à appliquer dans des zones d'habitations denses, tels que les villes de Bou Salem et Jedeida.

- (2) Gabion / perré

Cette méthode sera appliquée à la transition entre une structure solide et du remblai.

- (3) Couche en fagot / haie en fagot

Cette méthode est appliquée pour la protection des biens publics et privés qui sont proches de la rive sous l'effet de l'érosion. Cette question est discutée à la **Section E2.5**.

Les plans sur les **formulaires No.E-65 à E-68 à la Donnée E1 de la Banque de données** illustrent le concept type de revêtement en béton armé pour la ville de Bou Salem. Une conception type de Couche en fagot / haie en fagot est illustrée par les plans sur les **Formulaires No.E-70 et E-71 à la Donnée E1 de la Banque de données**.

E2.2.2 Seuil noyé

Les seuils noyés sont une mesure de stabilisation du lit de la rivière dans le régime du canal de la rivière. Le schéma d'amélioration de la rivière proposé exclut un canal raccourci de sorte que le profil actuel du lit de la rivière actuel de la pente n'est pas dramatiquement changé avant et après les travaux d'amélioration. Le lit actuel est prévu

de s'élever à cause de la sédimentation. Ainsi, on estime que les seuils noyés ne sont pas nécessaires sur la Rivière Mejerda excepté certains cas particuliers dans les canaux de dérivation au niveau des structures d'entrée et de sortie et à l'entrée du bassin de retardement d'El Mabtough.

E2.3 Structures de Drainage

La construction de la digue interrompt le présent système permanent de drainage lié à la Rivière. Il est bien entendu obligatoire que des vannes soient installées aux points d'intersection de la digue et des canaux de drainage de la Rivière Mejerda. La plupart des structures sont situées dans des zones lointaines. Devant cette situation, la structure devra être généralement du type de fonctionnement automatique. La vanne doit réagir en fonction du niveau de fluctuation de l'eau à l'intérieur et à l'extérieur du canal. Ainsi, une vanne à clapet est adaptée. Le nombre, le type et la taille de l'écluse sont évalués et illustrés au tableau ci-après. Actuellement sans cartes topographiques détaillées, il est difficile de déterminer l'emplacement correct de ces structures. Il s'agit ici d'une évaluation préliminaire basée sur les photos aériennes disponibles. La conception typique de l'écluse est illustrée sur les **Feuilles des Plans de Drainage No.E-79 to E-88 de la Donnée E1 de la Banque de données.**

Principales caractéristiques des structures de drainage

Zone D2	Type	Dimensions	Q	Unité
Canal de la Rivière Mejerda				
Ecluse	Vanne à clapet	2.00x2.00x2 barils à 2.50x2.50x3 barils	9	Nos.
	Vanne à clapet	2.00x2.00x1 baril à 1.50x1.50x1 baril	21	Nos.
	Vanne à clapet	1.00x1.00x1baril	17	Nos.
Bassin de retardement d'El Mabtough				
Structure de	Vanne Rotative	3.00x3.00x3 barils	1	No.
vanne d'écluse	Vanne à clapet	2.50x2.50x3 barils	5	Nos.
drainage	Vanne à clapet	1.00x1.00x1 baril	23	Nos.
			Total	76
Zone D1				
Ecluse	Vanne à clapet	2.00x2.00x2 barils à 2.50x2.50x3 barils	11	Nos.
	Vanne à clapet	2.00x2.00x1 baril à 1.50x1.50x1 baril	27	Nos.
	Vanne à clapet	1.00x1.00x1baril	34	Nos.
			Total	72
Zone U2				
Ecluse	Vanne à clapet	2.00x2.00x2 barils à 2.50x2.50x3 barils	6	Nos.
	Vanne à clapet	2.00x2.00x1 baril à 1.50x1.50x1 baril	16	Nos.
	Vanne à clapet	1.00x1.00x1baril	20	Nos.
			Total	42
Zone U1				
Ecluse	Vanne à clapet	1.00x1.00x1baril	3	Nos.
Zone M				
3) Ecluse	Vanne à clapet	1.00x1.00x1baril	3	Nos.

E2.4 Dignes sur les principaux affluents

Comme traitement des principaux affluents reliés au cours principal de la Mejerda, ils

doivent être ouverts en cas de difficultés rencontrées lors du fonctionnement et de l'entretien des structures des vannes à leurs bouts inférieurs. En d'autres termes, la construction d'une structure équipée de grandes vannes au confluent de la Rivière Mejerda n'est pas pratique. La Construction d'une digue sur les affluents avec une extension le long du cours principal afin de bloquer le retour d'eau de la Mejerda est plutôt raisonnable au lieu des structures fermées.. La digue, qui sert à empêcher l'invasion d'eau refoulé du cours principal de la Mejerda, doit être placée sur six affluents à savoir : les rivières Chaffrou, Lahrmer, Kassab, Bou Heurtma , Tessa et Mellègue.

E2.5 Ponts

Sur la base de l'analyse hydraulique avec les sections transversales les plus récentes, il devient clair que les quatre ponts de route, un aqueduc avec un passage pour piétons et deux ponts de voies ferrées seront affectés. Les élévations de ces superstructures sont plus basses que le niveau d'eau nominal. Le pont de la voie ferrée de Sidi Ismail (Zone U2) paraît que la superstructure peut être relevée en le soulevant par le coulage de béton armé sur le tablier. Les autres six ponts devraient être remplacés par de nouveaux ponts. En Tunisie, les ponts de route sont sous la tutelle du Ministère de l'Equipement et les ponts des voies ferrées sont sous la tutelle de la SNCFT du Ministère de transport respectivement.

Une décharge des inondations avec une période de retour de 100 ans sera considérée dans la conception des ponts dans cette étude. Les ponts existants objet de la reconstruction sont illustrés au tableau ci-après. Les sections transversales de ces structures sont illustrées sur le **formulaire des plans ci-joints No.72 to E-78 de la Donnée E1 de la Banque de données.**

Liste des ponts affectés par l'amélioration proposée de la Rivière

Nom de la Zone	Catégorie	lieu		Longueur (m)
		Reconstruction	Heightening	
Zone D2	Pont de Route	MD436		140
	Pont de Route	MD406		160
	Pont de Route	MD401		140
	Pont de voie ferrée		MD338	75
Zone D1	Aqueduc avec un passage pour piéton	MD134		110
Zone U2	Pont de voie ferrée	MU40		110
	Pont de Route	MU153		100

Source: L'équipe de l'Etude

E2.6 Mesures de Traitement d'arbres denses de "Tamarix" dans les lits des Rivières

E2.6.1 Défrichage et défonçage de "Tamarix"

La buisson dense prédominant dans le lit majeur des rivières consiste essentiellement en arbres appelés "Tamarix" qui peut être aperçue presque tout le long de la rivière Mejerda. En particulier, ils rétrécissent la zone du débit et font obstacle au débit normal du canal de la Rivière. Il s'agit ici d'un problème sérieux pour faire face à la prévention des inondations. Au contraire, on constate qu'il contribue en quelque sorte à la prévention de l'érosion de la rive de la Rivière.

Suite aux inondations dévastatrices de Janvier à Février de 2003, chaque CRDA reconnut l'importance du dégagement de Tamarix. En effet, les CRDAs ont alloué un budget pour dégager les Tamarix du canal de la Rivière et une fois qu'ils ont été dégagés en abattant et en brûlant les troncs par la suite. Toutefois,, un problème que les souches et les racines restantes découpées repoussent rapidement de 3 à 4 m de haut dans l'espace de 2 à 3 ans seulement selon une interview du CRDA de Manouba.

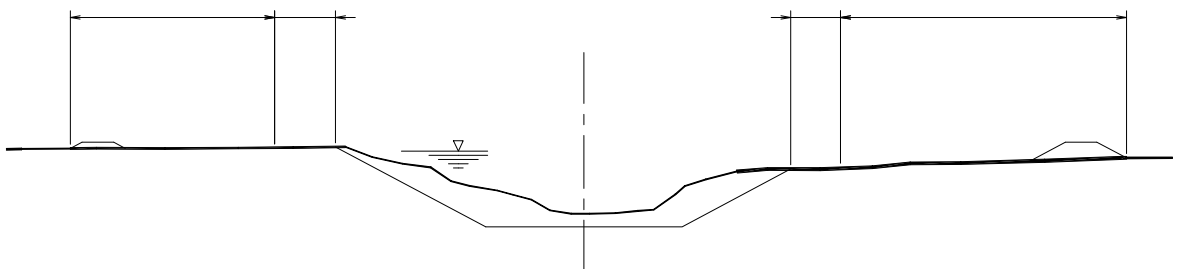


État actuel à l'aval de Jedieda

Le budget prévu était trop peu pour dégager toute l'étendue de la rivière en question.

Tamarix peut s'étendre à la fois par les racines ou les tiges submergées et par ses graines. Si les racines ne sont pas éradiquées, elles peuvent se rétablir à leur condition antérieure rapidement. La photo montre le lit majeur largement couvert par le Tamarix, qui avait été dégagé après l'avoir abattu seulement deux ans auparavant. Ils semblent avoir déjà recouvert complètement le lit majeur.

Ainsi, on peut conclure que le Tamarix doit être éradiqué en éliminant la racine. Cependant, les racines doivent être maintenues dans un rayon de 5.0 m du bord de la section du canal aux fins de la protection contre l'érosion de la rive tel qu'illustré dans la figure suivante:



Source: L'équipe de l'Etude

Zone de Tamarix à laisser pour la protection de la rive (Tentative)

Selon les informations de la CRDA, Tamarix commença à pousser le lit majeur après la construction du Barrage Sidi Salem. Cette information prouve que le Tamarix peut pousser rapidement à la surface envasée par des alluvions.

E2.6.2 Recyclage du "Tamarix"

Selon les informations obtenues par l'Equipe d'Etude, Tamarix n'est pas tellement attirant pour usage pratique en comparaison avec d'autres arbres de la région tels que l'"Eucalyptus", etc. Tamarix n'est pas commode pour la production de charbon ou des fagots de cheminée à cause de l'odeur dégagée en brûlant. Il peut être utilisé comme matière première pour la production de contreplaqué mais la demande est très



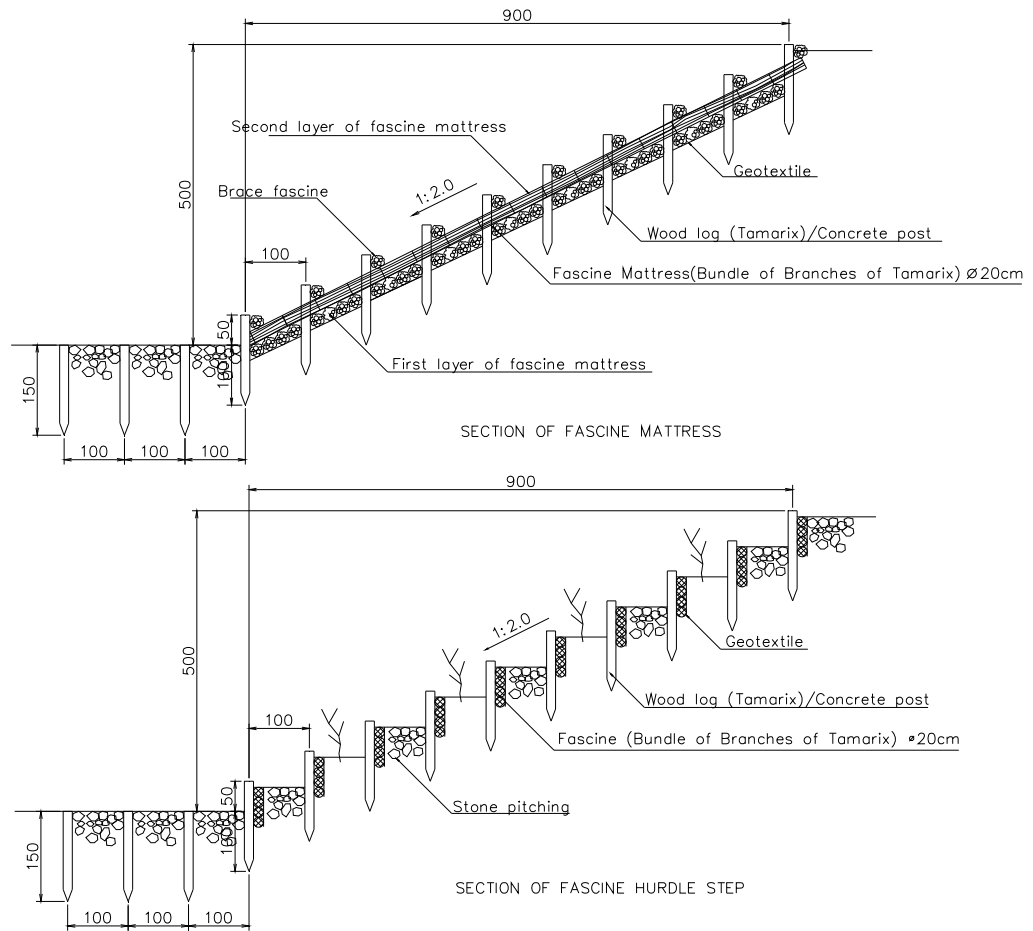
Branches de Tamarix

limitée et aucune usine n'existe dans la région du projet. Le coût d'élimination n'est pas négligeable et son incinération semble néfaste à l'environnement.

Sur un autre plan, il y a une sorte de méthode de construction pour la protection des pentes utilisant des matériaux en bois, qui est largement adoptée traditionnellement pour la protection des rives au Japon. Cette méthode de construction en utilisant le Tamarix semble bien convenir à la Rivière Mejerda. Il existe des demandes de plusieurs places concernant la protection des rives selon une interview sur les lieux. Si la méthode est appliquée efficacement avec des portions découpées du Tamarix, le coût de protection des pentes dans la période de l'entretien sera réduit. Les habitants, qui veulent protéger leur terre de l'érosion, seront en position d'entreprendre la protection avec le Tamarix, s'ils apprennent la technique de la faire. Il n'y a pas besoin d'engins lourds.

Ainsi donc, les travaux de maintenance du canal de la Rivière peuvent être possibles dans une certaine mesure, par l'approche participative de la population locale, si un certain mécanisme est mis en action entre les CRDAs et les villes/villages concernés. Cette méthode servira à contribuer au budget limité du gouvernement local. La photo ci-dessus montre les branches du Tamarix qui peuvent être utilisables pour matelas fascine.

Cependant, en tous les cas, aussitôt que l'efficacité et l'applicabilité de cette méthode seront confirmées à travers un projet Pilote, cette méthode ne peut pas être directement introduite à la construction.. Un genre de concept original de travaux de protection traditionnelle Japonaise des pentes à partir de bûches de bois et de branches est illustré au schéma ci-dessous. les Plans sont également joints aux **Formulaires No.E-70 et E-71 de la Donnée E1 de la Banque de données.**



Source: l'Equipe d'Etude

Section Transversale Typique de Protection de talus (Type Traditionnel au Japon)

E2.7 Caractéristiques Saillantes de Structures Proposées

En se basant sur les travaux des mesures structurelles précitées, des plans de conception ont été élaborés. Les Caractéristiques Saillantes de structures principales proposées dans le Plan Directeur sont résumées pour chaque zone au tableau ci-après :

Caractéristiques saillantes de structures proposées

Zone D2

I. Mejerda River

1) longueur du lit de la Rivière				
MD447 to MD252	0.00m to 64974.36 m	64,974	M	
2) Etendue des limites de construction des digues (rive gauche et rive droite)				
MD434 to MD252	4667.73m to 64974.36 m	60,307	M	
(rehaussement des digues existantes)	4667.73m to 24943.85 m	(20,280)	M	
Longueur actuelle de construction (rive gauche)		29,365	M	
(rive droite)		26,478	M	
	Total	55,843	M	
3) excavation de canal à basses eaux				
MD447 to MD356, B=25 m	0.00 m to 31306.69 m	31,307	M	
MD356 to MD329, B=35 m	31306.69 m to 40801.18 m	9,494	M	
MD329 to MD290, B=20 m	40801.18 m to 51912.36 m	11,111	M	

	MD290 to MD285, Pas d'excavation	51912.36 m to 53110.71 m		
	MD285 to MD252, B=25 m	53110.71m to 64974.36 m	11,864	M
	Longueur totale de l'excavation du canal de la Rivière		63,776	M
4)	Vanne de l'écluse			
	2.00x2.00x2 barils to 2.50x2.50x3 barils		9	Nos.
	2.00x2.00x1 baril to 1.50x1.50x1 baril		21	Nos.
	1.00x1.00x1baril		17	Nos.
5)	Protection de talus			
	Revetement en béton armé	Ville de Jedeida (rive gauche)	1,000	M
		Ville de Jedeida (rive droite)	1,000	M
		Ville de El Battane (rive gauche)	100	M
		Ville de El Battane (rive gauche)	100	M
	perré		10,000	m ³
	renfort fascine		72,000	m ²
6)	Reconstruction de ponts existants			
	MD 434	Pont à chaussée, L=140 m	1	Site
	MD 406	Pont à voie ferrée, L=160 m	1	Site
	MD 401	Pont à chaussée, L=140 m	1	Site
7)	Elévation de Pont à voie ferrée existant			
	MD 338	L=90 m	1	Site
8)	Elévation de la chaussée existante			
	longueur de l'élévation	Pavé en Bitume	4,600	M

II. Bassin de retardement d'El Mabtough

1)	canal d'entrée			
	Construction de canal en terre,			
		réfection du canal existant	9,130	M
		Nouvelle construction	2,770	M
2)	Canal de sortie			
	Dragage du canal existant		7,780	M
3)	Réservoir			
	digue de contour		10,100	M
	Conception de capacité de Stockage		50,000,000	m ³ /s
4)	Structure de Sortie			
	Ecluse, vanne rotative	Conception de la décharge dimension	Q=50 m ³ /s max 3.00x3.00x3nos	
5)	Structure d'entrée			
	Digue de débordement avec batardeau	Cinception de la décharge longueur de crête de la digue de débordement	Q=200 m ³ /s 80	M
6)	Ponts			
	renovation de ponts existants			
	25m x 2 spans = 50m	Type à une voie	6	Sites
		type à deux voies	1	Sites
7)	Vanne d'écluse			
	vanne à clapet		5	Sites
8)	arrivée de drainage			
	vanne à clapet		23	Sites

III. Rivière Chaffrou

1) Longueur de digue (rive gauche et rive droite)			
CH0 à CH8	0.00 m to 2,000 m	2,000	M

Zone D1

I. Rivière Mejerda

1) longueur du canal de la Rivière			
MD252 to MD1	64974.36 m to 148537.42	83,563.06	M
2) étendue de la limite de construction de digue (rive gauche et rive droite)			
MD251 to MD29	67312.99 m to 139335.82	72,022.83	M
MD24 to MD0	141007.44 m to 148537.42	7,529.98	M
	Total	79,552.81	M
	Longueur de construction (rive gauche)	36,671	M
	(rive droite)	33,909	M
	Total	70,580	M
3) Excavation de canal à Basses Eaux			
MD251 to MD135, B=25 m	67312.99 m to 105317.25	38,004	
MD251 to MD1, B=20 m	105317.25 m to 148537.42	43,220	M
	Total	81,224	
4) Vanne d'écluse			
2.00x2.00x2 barils to 2.50x2.50x3 barils		11	Nos.
2.00x2.00x1 baril to 1.50x1.50x1 baril		27	Nos.
1.00x1.00x1baril		34	Nos.
5) Protection de talus			
	revêtement en béton	1,000	M
	perré	10,000	m ³
	Chappe Fascine	81,000	m ²
6) rénovation du pont existant			
MD 134	Pont de route, L=140 m	1	LS
7) Batardeau au pont historique à Mejez El Bab		2	Sets

II. Canal de dérivation à Mejez El Bab

1) Canal de dérivation			
Longueur		4512	M
largeur du fond du canal		15.00	M
Décharge	Rivière Mejerda	Q = 450	m ³ /s
	Canal de dérivation	Q = 250	m ³ /s
	Pente de talus	1:2.0	
2) Structure d'entrée		1	Ensemble
3) Structure de sortie		1	Ensemble
4) Seuils noyés		3	Sites
5) Pont			
30m x 2 portées = 60m	type à deux voies	4	Sites
6) Arrivée du drainage		1	Ensemble
7) Protection de pente			
perré	1 site	1,200	M

III. Rivière Lahmar

1) Longueur de la digue (rives gauche et droite)			
LA0 to LA8	0.00 m to 2,000 m	2,000	M

Zone U2

I. Rivière Mejerda

1) Longueur du canal de la Rivière			
MU1 to MU164	0.00 m to 63889.42 m	63,889	M
2) Etendue de la limite de construction de la digue ((rives gauche et droite)			
MU1 to MU53	0.00 m to 21159.41 m	21,159	
MU79 to MU172	30077.29 m to 63889.42 m	33,812	M
	Total	54,972	
	Longueur de construction (rive gauche)	34,833	M
	(rive droite)	32,666	M
	Total	67,499	M
3) Excavation de canal à Basses Eaux			
MU53 to MU129, B=50 m	21159.41 m to 50385.72 m	29,226	
MU129 to MU164, B=40 m	50385.72 m to 63889.42 m	13,504	
	Total	42,730	
4) Vanne d'écluse			
2.00x2.00x2 barils to 2.50x2.50x3 barils		6	Nos.
2.00x2.00x1 baril to 1.50x1.50x1 baril		16	Nos.
1.00x1.00x1baril		20	Nos.
5) Protection de talus			
	Revêtement en béton armé	1,000	M
	perré	10,000	m ³
	Revêtement par fagots	99,000	m ²
6) Réfection de l' aqueduc existant avec passage pour piéton			
MD 134 pour être amélioré à un pont de route, L=110 m		1	

II. Canal de dérivation à Bou Salem

1) Canal de dérivation			
Longueur		7,736	M
Largeur du Fond du Canal		25.00	M
décharge	Rivière Mejerda	Q = 1140	m ³ /s
	Canal de dérivation	Q = 700	m ³ /s
	Pente du talus	1:2.0	
2) structure d'entrée		1	ensemble
3) structure de sortie		1	ensemble
4) Seuils noyés		8	Sites
5) Pont			
30m x 2 spans = 60m	type à deux voie	5	Sites
6) Entrée de drainage		1	ensemble
7) Protection de talus			
perré	3 sites, longueur totale	1,500	M

III. Rivière Bou Heurtma

1) Longueur de digues (Rives gauche et droite)			
BH0 to BH32	0.00 m to 6,742.34 m	6,742.34	M

IV. Rivière Tessa

1) Longueur de digues (Rives gauche et droite)			
TS0 to TS24	0.00 m to 4,348.24 m	4,348.24	M

V. Rivière Kasseb

1) Longueur de digues (Rives gauche et droite)			
KS0 to KS11	0.00 m to 3,056.98m	3,056.98	M

Zone U1

I. Rivière Mejerda

1) Longueur de la Rivière			
MU164 to MU360	63889.42 m to 158306.49m	94,417.07	M
2) Limite de construction de la digue en remblai (Rives gauche et droite)			
MU164 to MU172	63889.42 m to 67610.96m	3,721.54	M
Longueur de construction (Rive gauche)		2,264	M
(Rive gauche)		2,860	M
	Total	5,124.00	M
3) excavation du canal à basses eaux			
MU164 to MU208, B=10 m	63889.42 m to 79550.78 m	15,661	M
MU208 to MU248, B=15 m	79550.78 m to 99714.35 m	20,164	M
MU208 to MU248, No excavation		0	M
MU305 to MU329, B=10 m	128913.2 m to 141842.33 m	12,929	M
	Total	48,754	M
4) Vanne d'écluse			
1.00x1.00x1baril		3	Nos.
5) Protection de talus			
perré		5,000	m ³
Revêtement en fagots		45,000	m ²

Zone M

I. Rivière Mellegue

1) Longueur de la Rivière pour étude			
MG1 to MU114	63889.42 m to 158306.49m	158,306.00	M
2) Limite de construction de la digue en remblai (Rives gauche et droite)			
MG1 to MG35	0.00 m to 8895.23m	8,895.23	M
Longueur de construction (Rive gauche)			
(Rives droites)			
2) excavation du canal à basse eau			
MG1 to MG52	0.00 m to 12871.42 m	12,871	M
3) Vanne d'écluse			
1.00x1.00x1baril		3	Nos.

Source: L'équipe de l'Etude

CHAPITRE E3 CALCUL DES QUANTITES DE TRAVAUX ET ESTIMATION DE COÛTS

E3.1 Conditions Essentielles pour le Calcul des Quantités

Les quantités des travaux d'amélioration de la rivière sont calculées en fonction des plans de conception préliminaire. Les quantités des travaux de terrassement pour l'amélioration du canal sont calculées sur la base des sections transversales de la rivière à partir des données de l'étude sur terrain. Les estimations suivantes, en complément des informations incomplètes, sont aussi appliquées dans ce calcul.

Le défrichage et le défonçage de la végétation à la surface di lit majeur du canal.

Le site de construction est réparti en trois types de travaux comme suit::

Code No.

- A1. Défrichage et défonçage (buisson dense)
- A2. Défrichage et défonçage (buisson léger)
- A3. Décapage

“A3. le décapage” consiste en l'enlèvement de la terre sur laquelle poussent l'herbe ordinaire sans arbres ni buissons.

Puisque les trois rubriques précitées ne sont pas montrées séparément sur la conception de la section transversale, l'estimation se rapportant à l'inspection du site, il est présumé que la quantité totale (A1, A2 et A3 ensemble) mesurée en CAD est distribuée en proportion de A1:A2:A3=3:2:5.

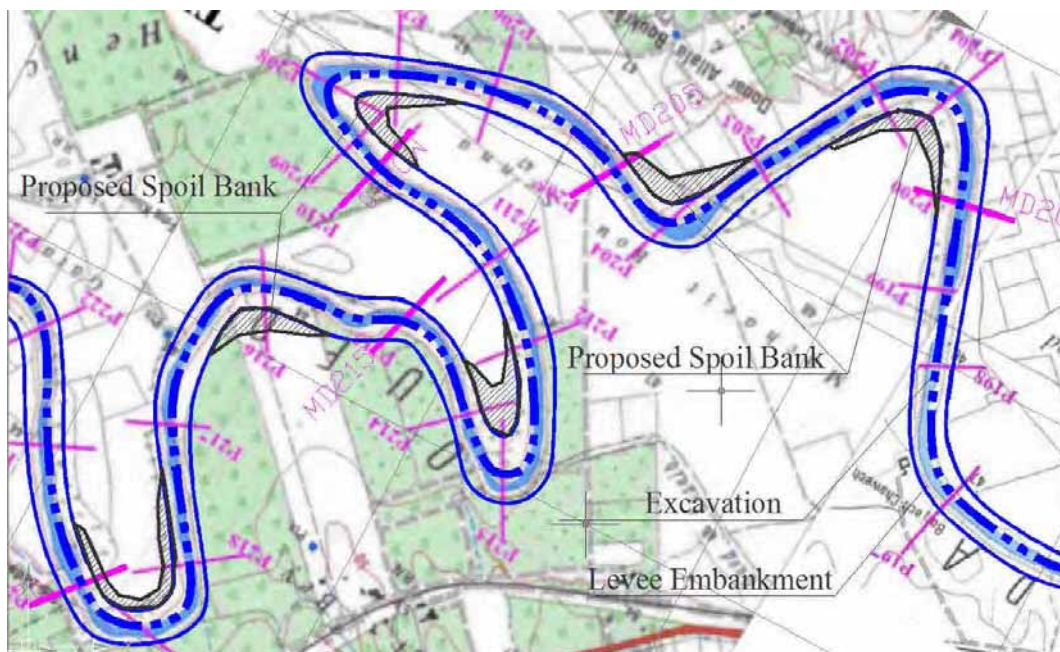
En outre, deux rubriques pour la disposition des matériaux excavés sont présentées comme suit :

Code No.

- A14. Disposition du matériau excavé, sans transport
- A15. Disposition du matériau excavé, avec une distance moyenne de transport de 2.0 km

Ainsi qu'il est mentionné ci-dessous, une distance moyenne de transport pour la mise en dépôt des matériaux est estimée à 2.0 km. Cependant, certains des sites d'excavation sont très proches à la rive en remblai/dépôts de stockage, où le transport du matériau n'est pas indispensable. Donc, une proportion de A14: A15 avec 2:8 est appliquée.

Les Coûts des travaux de terrassement sont dominés par le coût du transport. L'excavation du canal représente un travail de terrassement majeur des travaux d'amélioration de la rivière. En particulier le volume d'excavation contient un grand surplus par rapport au volume de remblais. Bien que la plupart des travaux de remblai sont accomplis avec le matériau excavé sans utiliser de matériau emprunté, une grande quantité de matériaux excavés doit être disposée d'une manière appropriée.



Source: l'Equipe d'Etude

Plan de Situation de Sites Potentiels de Dépôt de Matériaux Excavés

Dans cette situation, le coût du projet sera affecté par le prix de disposition des matériaux en excès. Son coût unitaire est affecté par la distance du transport. Le site de la rive de dépôts est le facteur clé pour réduire le coût de construction des travaux de terrassement. Les zones hachurées sur la figure ci-dessus sont des sites potentiels de dépôts. Généralement, les élévations des terres à l'intérieur des méandres sont plus basses que les rives opposées. Les terres basses, notamment, les champs de blé ont été une fois utilisées comme zone de dépôt et le sol est remblayé avec des matériaux de déblais jusqu'à une élévation adéquate. Par la suite, le sol redevient champs de blé. Dans l'estimation des coûts de la présente Etude, une distance à parcourir jusqu'à la zone de dépôt des déblais est estimée à 2.0 km en moyenne.

E3.2 Quantités de travaux

Les quantités de travaux des structures principales sont illustrées ci-dessous:

Sommaire des quantités de travaux

Travaux d'amélioration du canal de la rivière à la Zone D2

(1) longueur du canal de rivière		64,974m
(2) Dignes en remblai	rive gauche	29,365m
	rive droite	26,478m
	Total	55,843m
(3) excavation du canal à basses eaux		63,776m

Travaux d'amélioration du canal de la rivière à la Zone D1

(1) longueur du canal de rivière		83,563m
(2) Dignes en remblai	rive gauche	36,671m
	rive droite	33,909m
	Total	70,580m
(3) excavation du canal à basses eaux		81,224m

Travaux d'amélioration du canal de la rivière à la Zone U2

(1) longueur du canal de rivière		63,889m
(2) Dignes en remblai	rive gauche	34,833m

	rive droite	32,666m
	Total	67,499m
(3)	excavation du canal à basses eaux	42,730m
Travaux d'amélioration du canal de la rivière à Zone U1		
(1)	longueur du canal de rivière	94,417m
(2)	Digues en remblai	
	rive gauche	2,264m
	ive droite	2,860m
	Total	5,124m
(3)	excavation du canal à basses eaux	48,754m
Travaux d'amélioration du canal de la rivière à M		
(1)	longueur du canal de rivière	158,306m
(2)	Digues en remblai	
	rive gauche	4,195m
	ive droite	3,210m
	Total	7,405m
(3)	excavation du canal à basses eaux	12,871m

Source: l'Equipe de l'Etude

E3.3 Prix Unitaire

Les prix Unitaires appliqués en définitive pour l'estimation de coût est illustré comme suit:

Sommaire des Prix Unitaires pour l'Estimation de coût

No.	Rubrique de travaux	Description	Unité	Prix Unitaire (DTN)
<u>TRAVAUX DE TERRASSEMENT</u>				
A1	Déblaiement et déracinement (Buisson dense)	Distance moyenne de transport 1.00 km	m ²	2.267
A2	Déblaiement et déracinement (Buisson léger)	Distance moyenne de transport 1.00 km	m ²	1.491
A3	Défrichage	Distance moyenne de transport 1.00 km	m ²	0.267
A4	Excavation du cours de la rivière, Sol ordinaire	Distance moyenne de transport 0.50 km	m ³	2.300
A5	Excavation du cours de la rivière, sol dur	Distance moyenne de transport 0.50 km	m ³	3.840
A6	Excavation du cours de la rivière, sol rocheux	Distance moyenne de transport 0.50 km	m ³	8.180
A7	Excavation pour canal de dérivation, sol ordinaire	Distance moyenne de transport 1.00 km	m ³	2.414
A8	Excavation pour structures		m ³	3.580
A9	Endiguement	Distance moyenne de transport 2.00 km	m ³	3.759
A10	Endiguement	Directement du site d'excavation	m ³	2.039
A11	Remblayage des structures w/o (avec/s transport)		m ³	4.160
A12	Empierrement avec du gravier pour routes d'inspection		m ³	27.310
A13	Distance de transport en sens unique 1.00 km		m ³	0.477
A14	Enlèvement des matériaux d'excavation	Directement du site d'excavation	m ³	0.250
A15	Enlèvement des matériaux d'excavation	Distance moyenne de transport 2.00 km	m ³	1.220
<u>TRAVAUX DE BETON</u>				
B1	Béton souple (32/10)	Y compris moule 0.1 m ²	m ³	82.000
B2	Béton Type A (63/17), béton simple	Y compris moule 0.5 m ²	m ³	114.000
B3	Béton Type B (32/26), Béton armé	Y compris moule 2.5 m ²	m ³	173.545
B4	Béton Type C (16/26), Béton armé	Y compris moule 4.0 m ²	m ³	215.846
B5	Moyen de renforcement – Barres de fer rond		kg	1.791
B6	Moyen de renforcement – barres déformées		kg	1.791
B7	Pierre de maçonnerie Type A, avec 1:3 mortier		m ³	75.386
<u>TRAVAUX D'ENROCHEMENT</u>				
C1	Dallage en gabion		m ³	94.225
C2	Etalage de pierres (finition brute)		m ³	26.822
C3	Etalage de pierre (finition soignée)		m ³	42.862
C4	Dalle Fascine		m ²	17.907
C5	Remplissage en caillasse		m ³	16.360
C6	Sable fin et filtre de gravier		m ³	16.360
C7	Démolition et enlèvement des produits de maçonnerie et de béton existants		m ³	155.720
C8	Béton asphalte			250.000

No.	Rubrique de travaux	Description	Unité	Prix
				Unitaire (DTN)
<u>AUTRES TRAVAUX MAJEURS</u>				
D1	Poutres en béton précontraint L=30m		Unit	26,300.000
D2	Poutres en béton précontraint L=25m		Unit	20,300.000
D3	Poutres en béton précontraint L=20m		Unit	12,700.000
D4	Dalle en béton coulé sur place avec revêtement en tuyaux d'acier		Unit	6,900.000
D5	Panneaux de tôle (découpe permanente)		m ²	46.610
D6	Relèvement et enlèvement des voies ferrées existantes.		m	400.000
<u>TRAVAUX MÉTALLIQUES</u>				
E1	Porte coulissante (Palan Manuel), Dimension Max W = 1.50m, H = 1.50m		kg	4.680
E2	Porte coulissante/Porte enroulée (Palan électrique), supérieur à W = 2.00m, H = 2.00m		kg	6.240
E3	Autres travaux métalliques		kg	3.230
<u>TRAVAUX DIVERS</u>				
F1	Restauration des structures existantes affectées, etc.		%	3.000
F2	Travaux divers tel que la traverse de drainage, les routes d'inspection, accessoires de ponts, travaux de gazonnage, etc.		%	7.000

Source: l'Equipe d'Etude

Le coût unitaire pour ce projet a été calculé sur la base des prix d'appel d'offres de projets antérieurs réalisés par le MARH. Le prix unitaire devrait être actualisé aux prix du mois de juillet 2008, et le taux d'actualisation appliqué à l'estimation du prix unitaire est établi comme suit (source : INS). Les indices majeurs ont été sélectionnés afin de simplifier l'estimation du coût dans le cadre du plan directeur. Les rubriques et l'estimation du coût sont présentées dans le tableau ci-dessous. Les données de base sont aussi jointes à la Banque de données.

Actualisation des prix unitaires

Date pour le Calcul du prix unitaire à partir des documents consultés concernant des projets antérieurs	Date des Prix à actualiser	Nos du projet de Référence	Taux de révision des prix
Juin 2003	Jusqu'à Juin 2008	3	20.544 %
Juin 2006		1	14.830 %
Novembre 2006		1	7.083 %

Source: Bureau national de la statistique en Tunisie

Dans le but d'une vérification par recoupement, les prix unitaires de certains travaux qui peuvent affecter le coût du projet, telles que la compensation et le défrichage, le remblai, l'excavation, l'élimination des déchets, le béton, le gabion, le revêtement en pierres et en fagots, sont estimés par la préparation d'un exposé détaillé basé sur les prix du marché en Tunisie. Les détails sont joints dans la **Donnée E2 de la Banque de données**.

E3.4 Coût direct des travaux de Construction

Le récapitulatif de coûts directs de construction estimé sur la base des quantités de travaux et les prix unitaires sont présentés dans le tableau ci-après:

Résumé du coût direct des travaux de Construction

Rubrique de travail	Zone (Unité: 1,000 DTN)				
	Zone D2	Zone	Zone U2	Zone	Zone M
Travaux de Terrassement	43,244	49,203	54,093	15,427	2,352
Travaux de béton	9,937	641	7,038	52	52
Travaux d'enrochement	4,656	5,524	7,160	1,182	28
Autres travaux majeurs	4,273	1,466	3,553	7	7
Travaux Métalliques	229	128	90	2	2
Divers	6,234	5,996	7,193	1,667	244
Total	68,572	65,958	79,127	18,337	2,685
Total de toutes les zones = 234,679					

Source: l'Equipe d'Etude

Les quantités de travaux et les coûts directs de construction pour chaque zone sont illustrés dans les **tableaux E3.4.1 à E3.4.5** ci-joints.

En utilisant le décompte des coûts d'excavation, de remblai, de perrés et de béton, une estimation approximative du ratio de devises et de la monnaie locale a été faite. Les proportions suivantes de la part en devise et de la part en monnaie locale sont appliquées dans la présente étude.

Ratio de la devise et de la Monnaie Locale

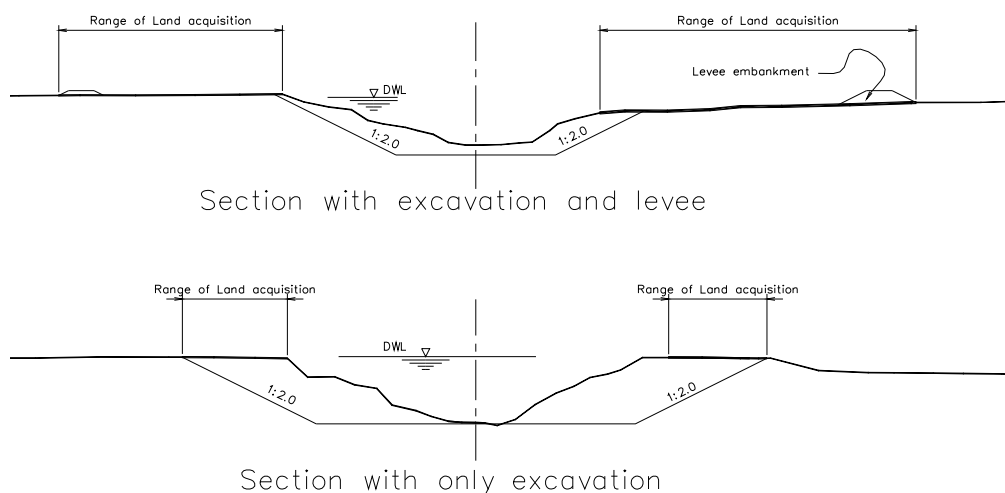
Zone	Proportion	
	Devise	Monnaie Locale
D2	0.40	0.60
D1	0.45	0.55
U2	0.45	0.55
U1	0.50	0.50
M	0.50	0.50

Source: l'Equipe d'Etude

E3.5 Coût d'acquisition de terrains

Le bassin de la Medjerda s'étend sur des terres agricoles fertiles. Les terres sont très productives. La plupart des terres agricoles sont développées presque jusqu'au bord de la rivière, et qui sont alimentées par des systèmes d'irrigation publiques ou privés.

Suivant l'interview avec la CRDA de Jendouba, 95% des terres le long de la Rivière Medjerda sont des propriétés privées. L'estimation des zones où des terres sont nécessaires à l'acquisition et, ensuite, le coût y associé, a été arrêtée à partir du principe que toutes les terres sont à 100 % des propriétés privées. Les coûts unitaires appliqués proviennent de l'interview sur place ou d'information fournie par la CRDA. La région où les terres sont indispensables à l'acquisition figure ci-dessous. Le montant total de la l'acquisition des terres est illustré dans le tableau suivant:



Source: l'Equipe d'Etude

Gamme de la zone soumise à l'acquisition des terres

Le prix d'acquisition de la terre est estimé comme suit sur la base d'interviews avec les CRDAs:

Jendouba	18 000 TND/ha - Zone U2 et Zone M
Beja	22 000 TND/ha - Zone U1 et D1
Mannouba	35 000 TND/ha - Zone D2
Ariana	35 000 TND/ha - Zone D2
Bizerte	35 000 TND/ha - Zone D2

Coût d'Acquisition des Terres

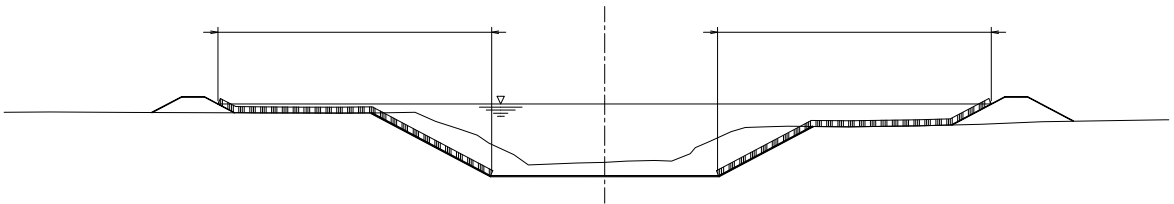
Rubrique	Zones soumises à l'acquisition des terres (ha)				
	Zone D2	Zone D1	Zone U2	Zone U1	Zone M
Amélioration de la rivière Medjerda					
Le bassin de retardement d'El Mabtouh	263.2	260.5	579.0	118.3	
Amélioration de la rivière Chaffrou	1.5				
Amélioration de la rivière Lahmar		9.3			
Amélioration de la rivière Siliana					
Amélioration de la rivière Khaled					
Amélioration de la rivière Kasseb			18.2		
Amélioration de la rivière Bou Heurtma			35.8		
Amélioration de la rivière Tessa			25.4		
Amélioration de la rivière Mellegue					36.7
Canal de dérivation de Bou Salem			48.5		
Canal de dérivation de Mejez El Bab		32.8			
Superficie Totale (ha)	264.7	302.6	706.9	118.3	36.7
Prix Unitaire (TND/ha)	35,000	22,000	18,000	18,000	18,000
Coût Total d'Acquisition	9,264,500	6,657,200	12,724,200	2,129,400	660,600

Source: l'Equipe d'Etude

CHAPTER E4 TRAVAUX DE MAINTENANCE DU COURS D'EAU

Afin d'entreprendre l'entretien de la Medjerda, le défonçage des racines du Tamarix dans toute l'étendue du canal de la rivière entre les digues excepté autour des tronçons sur les bords de la rivière, sera bien crucial. Une manière de défonçage devra être appliquée convenablement. En général, là où les racines du Tamarix ont été enlevées, la croissance de nouveaux jeunes Tamarix tout de suite après est relativement retenue. Dans le but de garder une condition idéale du canal de la rivière, les activités d'entretien régulier par le nettoyage du canal de la rivière sont très importantes. Lorsque le Tamarix pousse de 3.0 m à 4.0 m en hauteur avec des troncs de 2 à 3 cm ou plus en diamètre, la tondeuse d'herbe portable ne sera plus utilisable et le coût de dégagement du Tamarix devient considérablement élevé.

Une Combinaison des méthodes d'entretien suivantes est recommandée de manière à maintenir le canal de la rivière en bonne condition dans les limites d'un budget raisonnable. Le champ nécessaire à nettoyer dans la section de la rivière est présenté dans le schéma ci-dessus.



Zones requises pour le défrichage et le défonçage de Tamarix

(1) Travaux Annuels d'Entretien

Les Végétations du Canal seront dégagées en employant une tondeuse d'herbe portable. C'est un travail manuel. Pas besoin de matériel lourd. La végétation découpée est simplement abandonnée sur place. La zone où ce travail est entrepris sera choisie en fonction du taux de croissance de la végétation. Certaines terres pourraient être encore maintenues dans l'état où elles se trouvent, c'est à dire nue, ce qui ne les rend pas apte à un entretien proche. Ainsi, la zone à dégager dans l'espace d'un an est estimée à 50 % de toutes les régions. Le coût unitaire de ces travaux est estimé à 0.07 TND/m².

(2) Travaux d'entretien périodique quinquennal.

Ces travaux nécessitent du matériel lourd pour extraire les racines. Même si l'entretien annuel est entrepris, le Tamarix pourrait être abandonné pour croître dans certaines régions. Si le Tamarix continue à pousser, l'entretien du canal de la rivière devient plus difficile année par année et les délais d'entretien pourraient s'oublier éventuellement. Le bulldozer avec un râteau ou un rippère avec un excavateur devra être utilisé dans ce travail. Tant que l'entretien annuel est maintenu régulièrement, les zones cibles de ce travail est limitée et il est estimé que 20 % de la zone d'entretien annuel est probablement

suffisante pour ce travail. Le coût unitaire de ce travail est estimé 0.267 TND/m².

Le coût d'entretien global pour le défonçage / défrichage du canal de la rivière est estimé dans le tableau suivant :

Zone	superficie Totale (m ²)	Entretien annuel			Entretien Périodique ⁽¹⁾		
		Target area (m ²) ⁽²⁾	Taux/Unité (TND/m ²)	Montant (TND x1,000)	Zone cible (m ²) ⁽³⁾	Taux/Unité (TND/m ²)	Montant (TND 1,000) ⁽⁴⁾
U1	294063	147032	0.070	10.3	29,406	0.267	7.9
U2	6827696	3413848	0.070	239.0	682,770	0.267	182.3
M	36300	18150	0.070	1.3	3,630	0.267	1.0
D1	4230650	2115325	0.070	148.1	423,065	0.267	113.0
D2	3871191	1935596	0.070	135.5	387,119	0.267	103.4
	Total	7629951		534.1			407.4

Note: (1), Assumé une fois tous les 5 ans

Source: l'Equipe d'Etude

(2), Assumé à 50% de la superficie totale

(3), Assumé à 20% de la superficie cible pour l'entretien annuel

(4), Coût progressif de l'entretien annuel

Tableaux

Tableau E3.4.1 Volume et Coût Direct de la Construction pour la Zone D2

No.	Objet	Description	Unité	Quantité	Total	
					Prix Unitaire (TND)	Montant (TND)
<u>Travaux de terrassement</u>						
A1	Défrichage et déterrem (Buisson dense)	Avec distance moyenne de transport de 1.00 km		1,152,387	2.267	2,612,462
A2	Défrichage et déterrem (Buisson léger)	Avec distance moyenne de transport de 1.00 km	m ²	768,258	1.491	1,145,473
A3	Décapage	Avec distance moyenne de transport de 1.00 km	m ²	1,950,546	0.267	520,796
A4	Fouille du canal de la rivière, sol ordinaire	Avec distance moyenne de transport de 0.50 km	m ³	9,216,281	2.300	21,197,446
A5	Fouille du canal de la rivière, durci	Avec distance moyenne de transport de 0.50 km	m ³	659,047	3.840	2,530,741
A6	Fouille du canal de la rivière, roches	Avec distance moyenne de transport de 0.50 km	m ³	164,762	8.180	1,347,752
A7	Fouille du canal by-pass, sol ordinaire	Avec distance moyenne de transport de of 1.00	m ³		2.414	
A8	Fouilles pour les structures		m ³	98,308	3.580	351,943
A9	Digues	Avec distance moyenne de transport de 2.00 km	m ³	160,740	3.759	604,222
A10	Digues	Directement du site de fouille	m ³	1,574,660	2.039	3,210,732
A11	Remblai des structures sans transport		m ³	76,450	4.160	318,032
A12	Revêtement des routes d'inspection en gravier		m ³		27.310	
A13	Distance de transport dans un seul sens par distance de 1.00 km		m ³	10,000	0.477	4,770
A14	enlèvement des déblais	Directement du site de fouille	m ³	1,577,286	0.250	394,322
A15	enlèvement des déblais	Avec distance moyenne de transport de 2.00 km	m ³	7,381,002	1.220	9,004,822
					Sous total	43,243,512
<u>Travaux en béton</u>						
B1	Béton maigre (32/10)	0.1 m2 de la forme incluse	m ³	1,250	82.000	102,483
B2	Béton Type A (63/17), béton simple	0.5 m2 de la forme incluse	m ³	2,580	114.000	294,171
B3	Béton Type B (32/26), Béton armé	2.5 m2 de la forme incluse	m ³	24,115	173.545	4,184,994
B4	Béton Type C (16/26), Béton armé	4.0 m2 de la forme incluse	m ³	1,688	215.846	364,380
B5	Armé - ronds lisses		kg		1.791	
B6	Armé - Armatures à haute adhérence		kg	2,131,758	1.791	3,817,978
B7	Mçonnerie Type A, avec 1:3 mortier		m ³	15,554	75.386	1,172,562
					Sous total	9,936,570
<u>Travaux en maçonnerie</u>						
C1	Matelas en gabions		m ³	9,494	94.225	894,525
C2	Perré en maçonnerie (Finition incomplète)		m ³	36,528	26.822	979,744
C3	Perré en maçonnerie(Finition propre)		m ³	10,000	42.862	428,620
C4	Fascine		m ²	72,000	17.907	1,289,304
C5	Remblai en cailloux		m ³	8,064	16.360	131,927
C6	Filtre en gravier et sable nivelé (graded sand)		m ³	21,833	16.360	357,185
C7	Démolition et transport de la maçonnerie et béton existants		m ³	2,008	155.720	312,686
C8	Béton bituminuex		m ³	1,050	250.000	262,500
					Sous total	4,656,491
<u>Autres travaux majeurs</u>						
D1	Poutre en béton précontraint L=30m		Unit	40	26,300.000	1,052,000
D2	Poutre en béton précontraint L=25m		Unit	60	20,300.000	1,218,000
D3	Poutre en béton précontraint L=20m		Unit	20	12,700.000	254,000
D4	Palplanche en béton fabriqués sur place avec tubage en acier		Unit	140	6,900.000	966,000
D5	Palplanche métallique (cutoff permanent)		m ²	6,500	46.610	302,965
D6	Surélévation et enlèvement des chemins de fer existants		m	1,200	400.000	480,000
					Sous total	4,272,965
<u>Travaux métalliques</u>						
E1	Vannes à glissières (Levage et exploitation manuelles), Dim Max l = 1.50m, H = 1.50m		kg	34,529	4.680	161,596
E2	Vanne à glissières/Vanne tambour (Levage électrique), plusque l = 2.00m, H = 2.00m		kg	10,800	6.240	67,392
E3	Autres travaux en métal		kg		3.230	
					Sous total	228,988
<u>Tavaux divers</u>						
F1	Restoration des structures existantes endommagees, etc		%	3.000	62,338,525.309	1,870,156
F2	Autres travaux comme le drainage de passage, l'inspection des routes, accessoires des ponts, dégagem		%	7.000	62,338,525.309	4,363,697
					Sous total	6,233,853
Total du Coût Direct de Construction de la Zone D2						68,572,378

Tableau E3.4.2 Volume et Coût Direct de la Construction de la Zone D1

No.	Objet	Description	Unité	Quantité	Total	
					Prix Unitaire (TND)	Montant (TND)
<u>Travaux de terrassement</u>						
A1	Défrichage et déterremement (Buisson dense)	Avec distance moyenne de transport de 1.00 kr	m ²	1,259,835	2.267	2,856,046
A2	Défrichage et déterremement (Buisson léger)	Avec distance moyenne de transport de 1.00 kr	m ²	855,490	1.491	1,275,536
A3	Décapage	Avec distance moyenne de transport de 1.00 kr	m ²	2,115,325	0.267	564,792
A4	Fouille du canal de la rivière, sol commun	Avec distance moyenne de transport de 0.50 kr	m ³	8,489,729	2.300	19,526,376
A5	Fouille du canal de la rivière, durci	Avec distance moyenne de transport de 0.50 kr	m ³	754,643	3.840	2,897,827
A6	Fouille du canal de la rivière, roches	Avec distance moyenne de transport de 0.50 kr	m ³	188,661	8.180	1,543,244
A7	Fouille du canal by-pass, sol ordinaire	Avec distance moyenne de transport de 0.50 kr	m ³	2,647,844	2.414	6,391,895
A8	Fouilles pour les structures		m ³	40,200	3.580	143,916
A9	Digues	Avec distance moyenne de transport de 2.00 kr	m ³	25,800	3.759	96,982
A10	Digues	Directement du site de fouille	m ³	822,600	2.039	1,677,281
A11	Remblai des structures sans transport		m ³	14,950	4.160	62,192
A12	Revêtement des routes d'inspection en gravier		m ³	97,500	27.310	2,662,725
A13	Distance de transport dans un seul sens par distance de 1.00 km		m ³		0.477	
A14	enlèvement des déblais	Directement du site de fouille	m ³	4,400,080	0.250	1,100,020
A15	enlèvement des déblais	Avec distance moyenne de transport de 2.00 kr	m ³	6,888,346	1.220	8,403,782
					Sous total	49,202,616
<u>Travaux de béton</u>						
B1	Béton maigre (32/10)	0.1 m2 de la forme incluse	m ³		82.000	
B2	Béton Type A (63/17), Béton simple	0.5 m2 de la forme incluse	m ³	1,408	114.000	160,494
B3	Béton Type B (32/26), Béton armé	2.5 m2 de la forme incluse	m ³	11,519	173.545	1,998,978
B4	Béton Type C (16/26), Béton armé	4.0 m2 de la forme incluse	m ³	855	215.846	184,548
B5	Armé - ronds lisses		kg		1.791	
B6	Armé - Armatures à haute adhérence		kg	724,240	1.791	1,297,114
B7	Mâçonnerie Type A, avec 1:3 mortier		m ³		75.386	
					Sous total	3,641,134
<u>Travaux en maçonnerie</u>						
C1	Matelas en gabions		m ³	11,226	94.225	1,057,770
C2	Perré en maçonnerie (Finition incomplète)		m ³	63,738	26.822	1,709,567
C3	Perré en maçonnerie(Finition propre)		m ³	10,000	42.862	428,620
C4	Fascine		m ²	81,000	17.907	1,450,467
C5	Remblai en cailloux		m ³		16.360	
C6	Filtre en gravier et sable nivelé (graded sand)		m ³	6,075	16.360	99,387
C7	Démolition et transport de la maçonnerie et béton existants		m ³	5,000	155.720	778,600
C8	Béton bitumineux		m ³		250.000	
					Sous total	5,524,411
<u>Autres travaux majeurs</u>						
D1	Poutre en béton précontraint L=30m		Unit	24	26,300.000	631,200
D2	Poutre en béton précontraint L=25m		Unit	24	20,300.000	487,200
D3	Poutre en béton précontraint L=20m		Unit		12,700.000	
D4	Palplanche en béton fabriqués sur place avec tubage en acier		Unit	30	6,900.000	207,000
D5	Palplanche métallique (cutoff permanent)		m ²	3,010	46.610	140,296
D6	Surélévation et enlèvement des chemins de fer existants		m		400.000	
					Sous total	1,465,696
<u>Travaux métalliques</u>						
E1	Vanne à glissières (Levage et exploitation manuelles), Dim Max l = 1.50m, H = 1.50m		kg	24,710	4.680	115,643
E2	Vanne à glissières/Vanne tambour (Levage électrique), plus que l = 2.00m, H = 2.00m		kg	2,000	6.240	12,480
E3	Autres travaux en métal		kg		3.230	
					Sous total	128,123
<u>Travaux divers</u>						
F1	Restauration des structures existantes endommagées, etc.		%	3.000	59,961,979.641	1,798,859
F2	Autres travaux comme le drainage de passage, l'inspection des routes, accessoires des ponts, dégagement		%	7.000	59,961,979.641	4,197,339
					Sous total	5,996,198
Total du Coût Direct de la Construction de la Zone D1						65,958,178

Tableau E3.4.3 Volume et Coût Direct de la Construction de la Zone U2

No.	Objet	Description	Unité	Quantité	Total	
					Prix Unitaire (TND)	Montant (TND)
Travaux de terrassement						
A1	Défrichage et déterremement (Buisson dense)	Avec distance moyenne de transport de 1.00 km	m ²	1,847,132	2.267	4,187,449
A2	Défrichage et déterremement (Buisson léger)	Avec distance moyenne de transport de 1.00 km	m ²	1,230,755	1.491	1,835,056
A3	Décapage	Avec distance moyenne de transport de 1.00 km	m ²	3,562,887	0.267	951,291
A4	Fouille du canal de la rivière, sol ordinaire	Avec distance moyenne de transport de 0.50 km	m ³	8,628,281	2.300	19,845,045
A5	Fouille du canal de la rivière, durci	Avec distance moyenne de transport de 0.50 km	m ³	766,216	3.840	2,942,269
A6	Fouille du canal de la rivière, roches	Avec distance moyenne de transport de 0.50 km	m ³	191,554	8.180	1,566,912
A7	Fouille du canal by-pass, sol ordinaire	Avec distance moyenne de transport de of 1.00 km	m ³	3,205,040	2.414	7,736,967
A8	Fouilles pour les structures		m ³	57,400	3.580	205,492
A9	Digues	Avec distance moyenne de transport de 2.00 km	m ³	556,288	3.759	2,091,085
A10	Digues	Directement du site de fouille	m ³	2,838,939	2.039	5,788,597
A11	Remblai des structures sans transport		m ³	17,220	4.160	71,635
A12	Revêtement des routes d'inspection en gravier		m ³		27.310	
A13	Distance de transport dans un seul sens par distance de 1.00 km		m ³	1,000,000	0.477	477,000
A14	enlèvement des déblais	Directement du site de fouille	m ³	4,313,835	0.250	1,078,459
A15	enlèvement des déblais	Avec distance moyenne de transport de 2.00 km	m ³	4,356,937	1.220	5,315,463
					Sous total	54,092,719
Travaux de béton						
B1	Béton maigre	0.1 m2 de la forme incluse	m ³	422	82.000	34,612
B2	Béton Type A (63/17), Plain concrete	0.5 m2 de la forme incluse	m ³	4,422	114.000	504,097
B3	Béton Type B (32/26), Béton armé	2.5 m2 de la forme incluse	m ³	18,554	173.545	3,219,954
B4	Béton Type C (16/26), Béton armé	4.0 m2 de la forme incluse	m ³	544	215.846	117,420
B5	Armé - ronds lisses		kg		1.791	
B6	Armé - Armatures à haute adhérence		kg	1,441,880	1.791	2,582,407
B7	Maçonnerie Type A, avec 1:3 mortier		m ³	7,686	75.386	579,417
					Sous total	7,037,907
Travaux de maçonnerie						
C1	Matelas en gabions		m ³	18,445	94.225	1,737,980
C2	Perré en maçonnerie (Finition incomplète)		m ³	86,705	26.822	2,325,602
C3	Perré en maçonnerie(Finition propre)		m ³	16,451	42.862	705,131
C4	Fascine		m ²	99,000	17.907	1,772,793
C5	Remblai en cailloux		m ³		16.360	
C6	Filtre en gravier et sable nivelé (graded sand)		m ³	28,311	16.360	463,161
C7	Démolition et transport de la maçonnerie et béton existants		m ³	1,000	155.720	155,720
C8	Béton bitumineux		m ³		250.000	
					Sous total	7,160,387
Autres travaux majeurs						
D1	Poutre en béton précontraint L=30m		Unit	56	26,300.000	1,472,800
D2	Poutre en béton précontraint L=25m		Unit	8	20,300.000	162,400
D3	Poutre en béton précontraint L=20m		Unit	8	12,700.000	101,600
D4	Palplanche en béton fabriqués sur place avec tubage en acier		Unit	72	6,900.000	496,800
D5	Palplanche métallique (cutoff permanent)		m ²	2,560	46.610	119,322
D6	Surélévation et enlèvement des chemins de fer existants		m	3,000	400.000	1,200,000
					Sous total	3,552,922
Travaux métalliques						
E1	Vanne à glissières (Levage et exploitation manuelles), Dim Max l = 1.50m, H = 1.50m		kg	19,200	4.680	89,856
E2	Vanne à glissières/Vanne tambour (Levage électrique), plusque l = 2.00m, H = 2.00m		kg		6.240	
E3	Autres travaux en métal		kg		3.230	
					Sous total	89,856
Travaux Divers						
F1	Restoration des structures existantes endommagées, etc		%	3.000	71,933,790.416	2,158,014
F2	Autres travaux comme le drainage de passage, l'inspection des routes, accessoires des ponts, dégagement		%	7.000	71,933,790.416	5,035,365
					Sous total	7,193,379
Total du Coût Direct de la Construction de la ZoneU2						79,127,169

Table E3.4.4 Volume et Coût Direct de la Construction pour la Zone U1

No.	Objet	Description	Unité	Quantité	Total	
					Prix Unitaire (TND)	Montant (TND)
Travaux de terrassement						
A1	Défrichage et déterremement (Buisson dense)	Avec distance moyenne de transport de 1.00 km	m ²	29,406	2.267	66,664
A2	Défrichage et déterremement (Buisson léger)	Avec distance moyenne de transport de 1.00 km	m ²	58,813	1.491	87,690
A3	Décapage	Avec distance moyenne de transport de 1.00 km	m ²	205,844	0.267	54,960
A4	Fouille du canal de la rivière, sol commun	Avec distance moyenne de transport de 0.50 km	m ³	3,810,168	2.300	8,763,386
A5	Fouille du canal de la rivière, durci	Avec distance moyenne de transport de 0.50 km	m ³	338,682	3.840	1,300,537
A6	Fouille du canal de la rivière, roches	Avec distance moyenne de transport de 0.50 km	m ³	84,670	8.180	692,604
A7	Fouille du canal by-pass, sol ordinaire	Avec distance moyenne de transport de of 1.00 km	m ³		2.414	
A8	Fouilles pour les structures		m ³	900	3.580	3,222
A9	Digues	Avec distance moyenne de transport de 2.00 km	m ³	8,780	3.759	33,004
A10	Digues	Directement du site de fouille	m ³	79,020	2.039	161,122
A11	Remblai des structures sans transport		m ³	300	4.160	1,248
A12	Revêtement des routes d'inspection en gravier		m ³		27.310	
A13	Distance de transport dans un seul sens par distance de 1.00 km		m ³		0.477	
A14	enlèvement des déblais	Directement du site de fouille	m ³	831,500	0.250	207,875
A15	enlèvement des déblais	Avec distance moyenne de transport de 2.00 km	m ³	3,323,600	1.220	4,054,792
					Sous total	15,427,104
Travaux de béton						
B1	Béton Maigre (32/10)	0.1 m2 de la forme incluse	m ³		82.000	
B2	Béton Type A (63/17), Plain concrete	0.5 m2 de la forme incluse	m ³		114.000	
B3	Béton Type B (32/26), Béton armé	2.5 m2 de la forme incluse	m ³	164	173.545	28,513
B4	Béton Type C (16/26), Béton armé	4.0 m2 de la forme incluse	m ³		215.846	
B5	Armé - ronds lisses		kg		1.791	
B6	Armé - Armatures à haute adhérence		kg	13,144	1.791	23,540
B7	Mâçonnerie Type A, avec 1:3 mortier		m ³		75.386	
					Sous total	52,053
Travaux de maçonnerie						
C1	Matelas en gabions		m ³	162	94.225	15,264
C2	Perré en maçonnerie (Finition incomplète)		m ³	5,469	26.822	146,700
C3	Perré en maçonnerie(Finition propre)		m ³	5,000	42.862	214,310
C4	Fascine		m ²	45,000	17.907	805,815
C5	Remblai en cailloux		m ³		16.360	
C6	Filtre en gravier et sable nivelé (graded sand)		m ³		16.360	
C7	Démolition et transport de la maçonnerie et béton existants		m ³		155.720	
C8	Béton bitumineux		m ³		250.000	
					Sous total	1,182,089
Autres travaux majeurs						
D1	Poutre en béton précontraint L=30m		Unit		26,300.000	
D2	Poutre en béton précontraint L=25m		Unit		20,300.000	
D3	Poutre en béton précontraint L=20m		Unit		12,700.000	
D4	Palplanche en béton fabriqués sur place avec tubage en acier		Unit		6,900.000	
D5	Palplanche métallique (cutoff permanent)		m ²	150	46.610	6,992
D6	Surélévation et enlèvement des chemins de fer existants		m		400.000	
					Sous total	6,992
Travaux métalliques						
E1	Vanne à glissières (Levage et exploitation manuelles), Dim Max l = 1.50m, H = 1.50m		kg	390	4.680	1,825
E2	Vanne à glissières/Vanne tambour (Levage électrique), plusque l = 2.00m, H = 2.00m		kg		6.240	
E3	Autres travaux en métal		kg		3.230	
					Sous total	1,825
Travaux Divers						
F1	Restoration des structures existantes endommagées, etc		%	3.000	16,670,063.083	500,102
F2	Autres travaux comme le drainage de passage, l'inspection des routes, accessoires des ponts, dégagement		%	7.000	16,670,063.083	1,166,904
					Sous total	1,667,006
Total du Coût Direct de la Construction de la ZoneU1						18,337,069

Tableau E3.4.5 Volume et Coût Direct de la Construction de la Zone M

No.	Objet	Description	Unité	Quantité	Total	
					Prix Unitaire (TND)	Montant (TND)
Travaux de terrassement						
A1	Défrichage et déterremement (Buisson dense)	Avec distance moyenne de transport de 1.00 km	m ²	11,000	2.267	24,937
A2	Défrichage et déterremement (Buisson léger)	Avec distance moyenne de transport de 1.00 km	m ²	7,300	1.491	10,884
A3	Décapage	Avec distance moyenne de transport de 1.00 km	m ²	18,000	0.267	4,806
A4	Fouille du canal de la rivière, sol commun	Avec distance moyenne de transport de 0.50 km	m ³	575,550	2.300	1,323,765
A5	Fouille du canal de la rivière, durci	Avec distance moyenne de transport de 0.50 km	m ³	51,160	3.840	196,454
A6	Fouille du canal de la rivière, roches	Avec distance moyenne de transport de 0.50 km	m ³	12,790	8.180	104,622
A7	Fouille du canal by-pass, sol ordinaire	Avec distance moyenne de transport de 0.50 km	m ³		2.414	
A8	Fouilles pour les structures		m ³	15,100	3.580	54,058
A9	Digues	Avec distance moyenne de transport de 2.00 km	m ³	127,800	3.759	480,400
A10	Digues	Directement du site de fouille	m ³		2.039	
A11	Remblai des structures sans transport		m ³	300	4.160	1,248
A12	Revêtement des routes d'inspection en gravier		m ³		27.310	
A13	Distance de transport dans un seul sens par distance de 1.00 km		m ³	102,340	0.477	48,816
A14	Enlèvement des déblais	Directement du site de fouille	m ³	409,960	0.250	102,490
A15	Enlèvement des déblais	Avec distance moyenne de transport de 2.00 km	m ³		1.220	
					Sous total	2,352,481
Travaux de béton						
B1	Béton Maigre (32/10)	0.1 m2 de la forme incluse	m ³		82.000	
B2	Béton Type A (63/17), Plain concrete	0.5 m2 de la forme incluse	m ³		114.000	
B3	Béton Type B (32/26), Béton armé	2.5 m2 de la forme incluse	m ³	164	173.545	28,513
B4	Béton Type C (16/26), Béton armé	4.0 m2 de la forme incluse	m ³		215.846	
B5	Armé - ronds lisses		kg		1.791	
B6	Armé - Armatures à haute adhérence		kg	13,144	1.791	23,540
B7	Mâçonnerie Type A, avec 1:3 mortier		m ³		75.386	
					Sous total	52,053
Travaux de maçonnerie						
C1	Matelas en gabions		m ³	162	94.225	15,264
C2	Perré en maçonnerie (Finition incomplète)		m ³	469	26.822	12,590
C3	Perré en maçonnerie (Finition propre)		m ³		42.862	
C4	Fascine		m ²		17.907	
C5	Remblai en cailloux		m ³		16.360	
C6	Filtre en gravier et sable nivelé (graded sand)		m ³		16.360	
C7	Démolition et transport de la maçonnerie et béton existants		m ³		155.720	
C8	Béton bitumineux		m ³		250.000	
					Sous total	27,854
Autres travaux majeurs						
D1	Poutre en béton précontraint L=30m		Unit		26,300.000	
D2	Poutre en béton précontraint L=25m		Unit		20,300.000	
D3	Poutre en béton précontraint L=20m		Unit		12,700.000	
D4	Palplanche en béton fabriqués sur place avec tubage en acier		Unit		6,900.000	
D5	Palplanche métallique (cutoff permanent)		m ²	150	46.610	6,992
D6	Surélévation et enlèvement des chemins de fer existants		m		400.000	
					Sous total	6,992
Travaux métalliques						
E1	Vanne à glissières (Levage et exploitation manuelles), Dim Max l = 1.50m, H = 1.50m		kg	390	4.680	1,825
E2	Vanne à glissières/Vanne tambour (Levage électrique), plus que l = 2.00m, H = 2.00m		kg		6.240	
E3	Autres travaux en métal		kg		3.230	
					Sous total	1,825
Travaux Divers						
F1	Réparation des structures existantes endommagées, etc.		%	3.000	2,441,204.904	73,236
F2	Autres travaux comme le drainage de passage, l'inspection des routes, accessoires des ponts, dégagement		%	7.000	2,441,204.904	170,884
					Sous total	244,120
Total du Coût Direct de la Construction de la Zone M						2,685,325

Figures

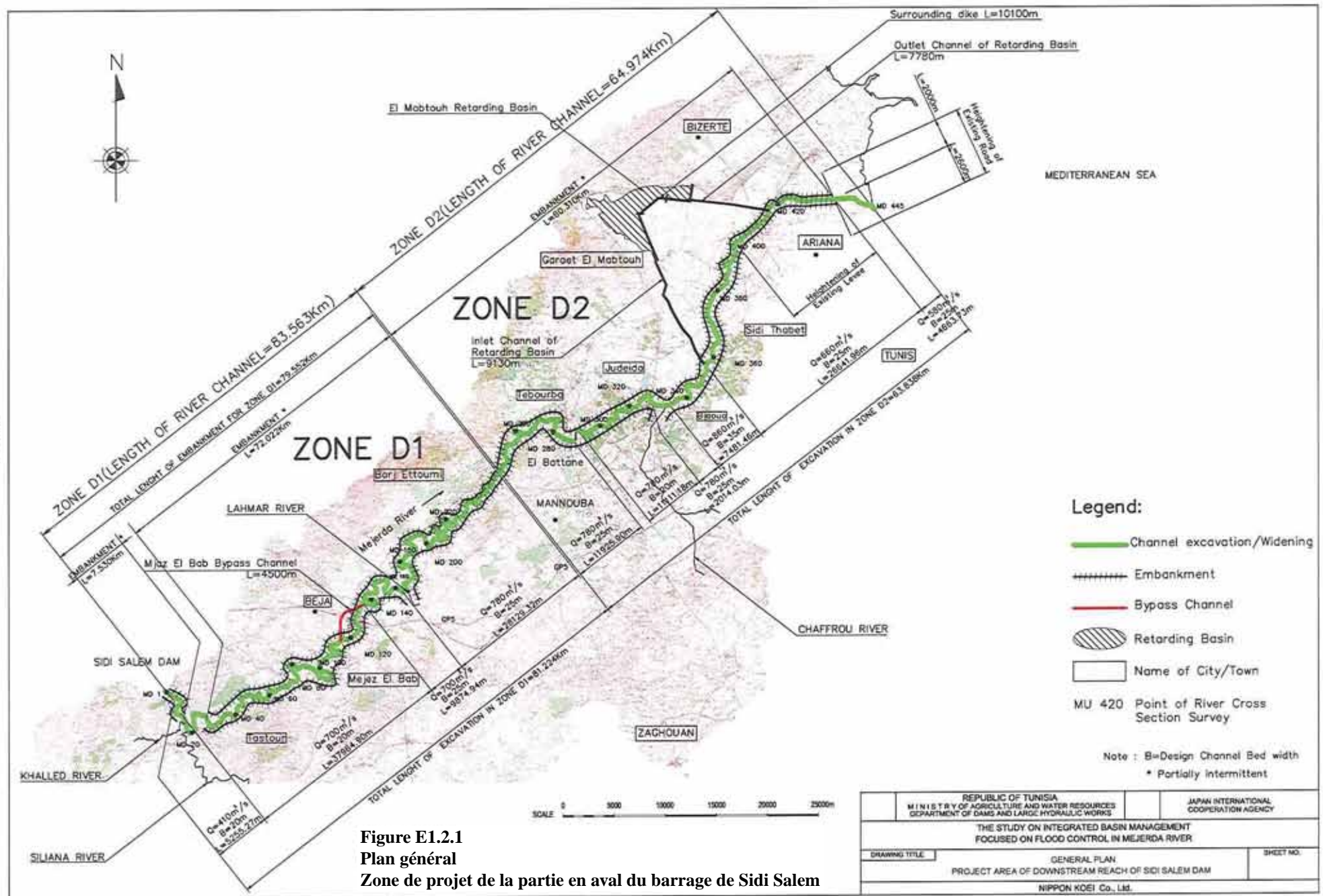


Figure E1.2.1
 Plan général
 Zone de projet de la partie en aval du barrage de Sidi Salem

REPUBLIC OF TUNISIA MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER RESOURCES DEPARTMENT OF DAMS AND LARGE HYDRAULIC WORKS		JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
THE STUDY ON INTEGRATED BASIN MANAGEMENT FOCUSED ON FLOOD CONTROL IN MEJERDA RIVER		
DRAWING TITLE	GENERAL PLAN PROJECT AREA OF DOWNSTREAM REACH OF SIDI SALEM DAM	SHEET NO.
NIPPON KOEI Co., Ltd.		

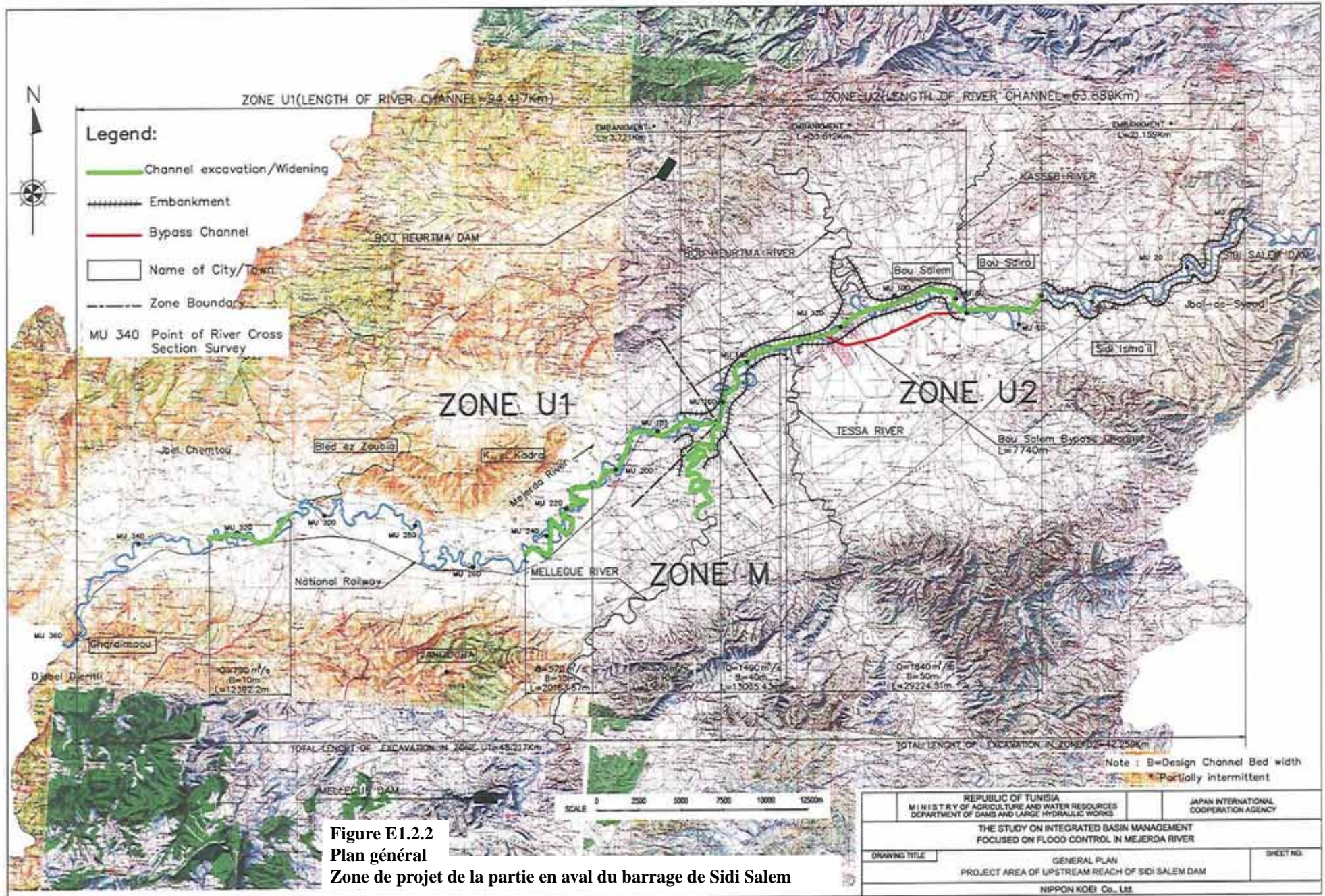


Figure E1.2.2
Plan général
Zone de projet de la partie en aval du barrage de Sidi Salem

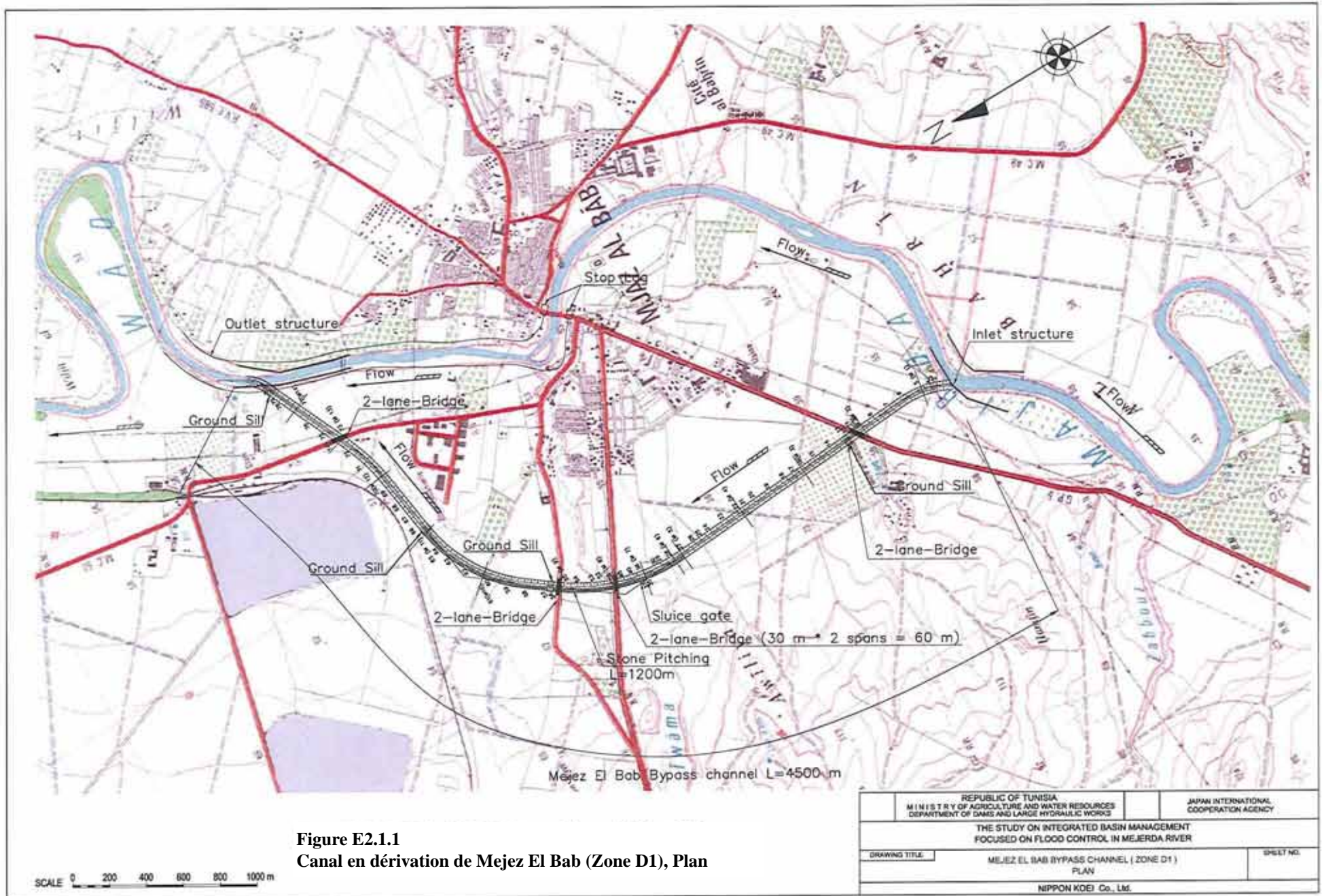


Figure E2.1.1
Canal en dérivation de Mejez El Bab (Zone D1), Plan

REPUBLIC OF TUNISIA MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER RESOURCES DEPARTMENT OF DAMS AND LARGE HYDRAULIC WORKS		JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
THE STUDY ON INTEGRATED BASIN MANAGEMENT FOCUSED ON FLOOD CONTROL IN MEJERDA RIVER		
DRAWING TITLE:	MEJEZ EL BAB BYPASS CHANNEL (ZONE D1) PLAN	SHEET NO.
NIPPON KOEI Co., Ltd.		

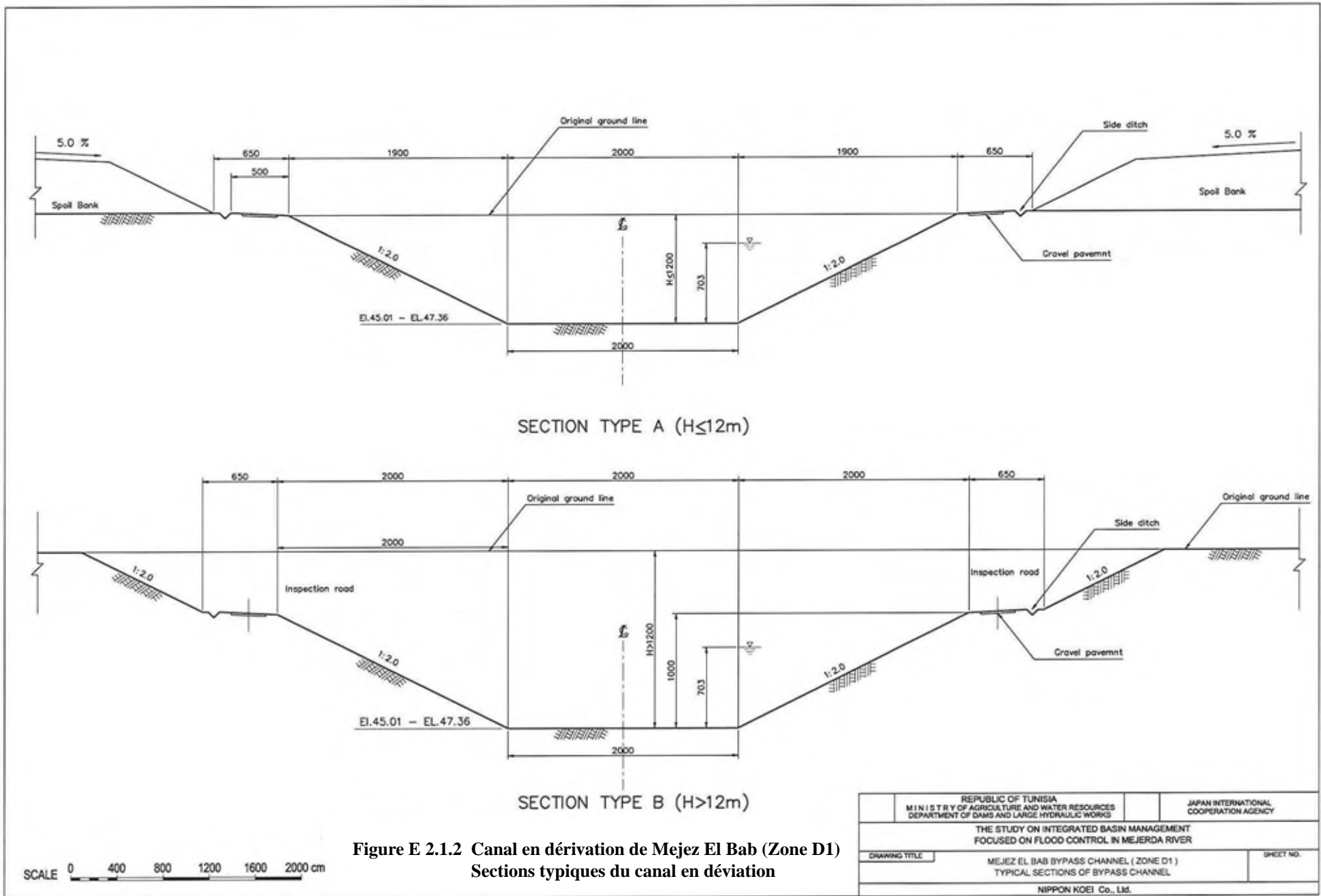


Figure E 2.1.2 Canal en dérivation de Mejez El Bab (Zone D1)
Sections typiques du canal en dérivation

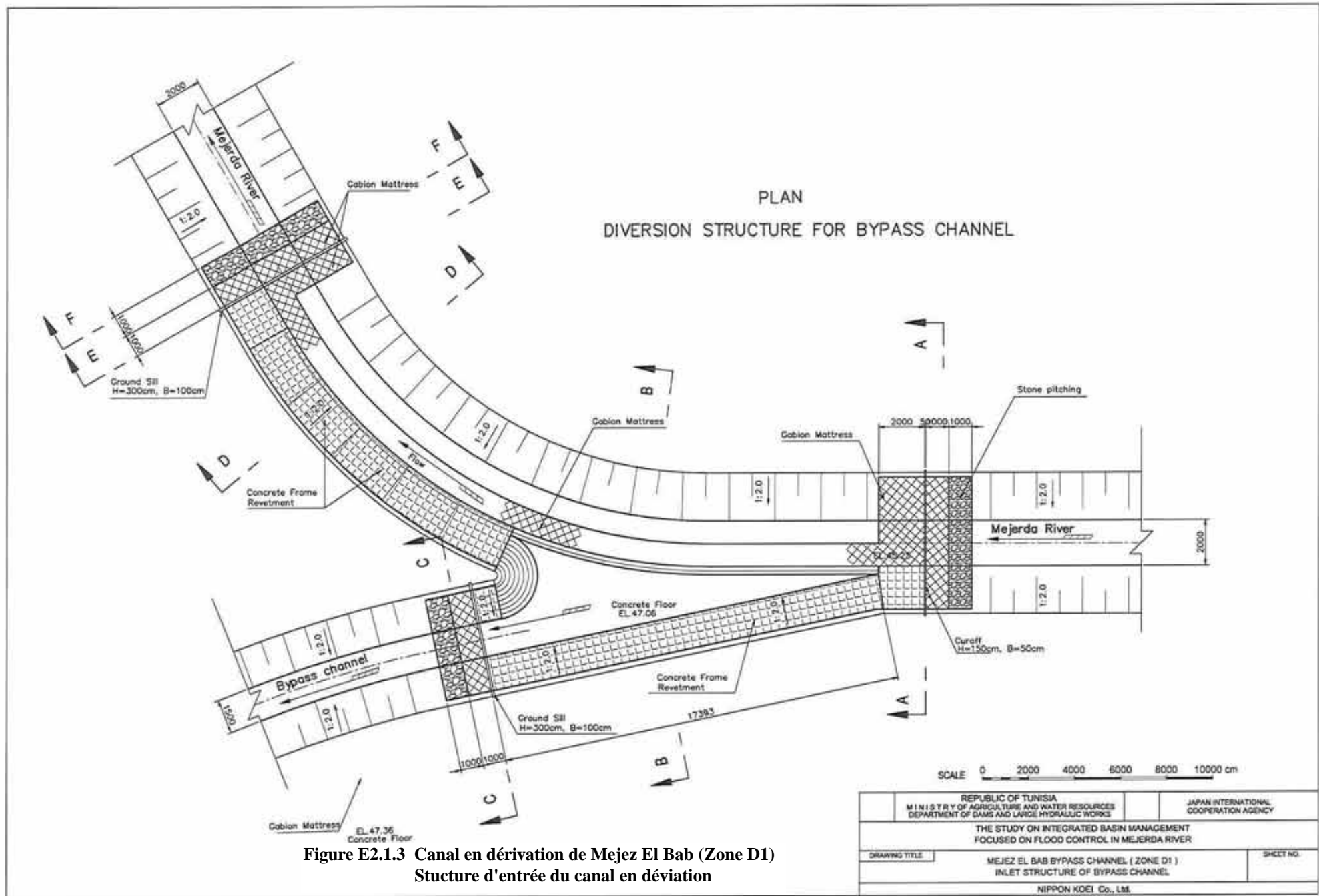


Figure E2.1.3 Canal en dérivation de Mejez El Bab (Zone D1)
Structure d'entrée du canal en dérivation

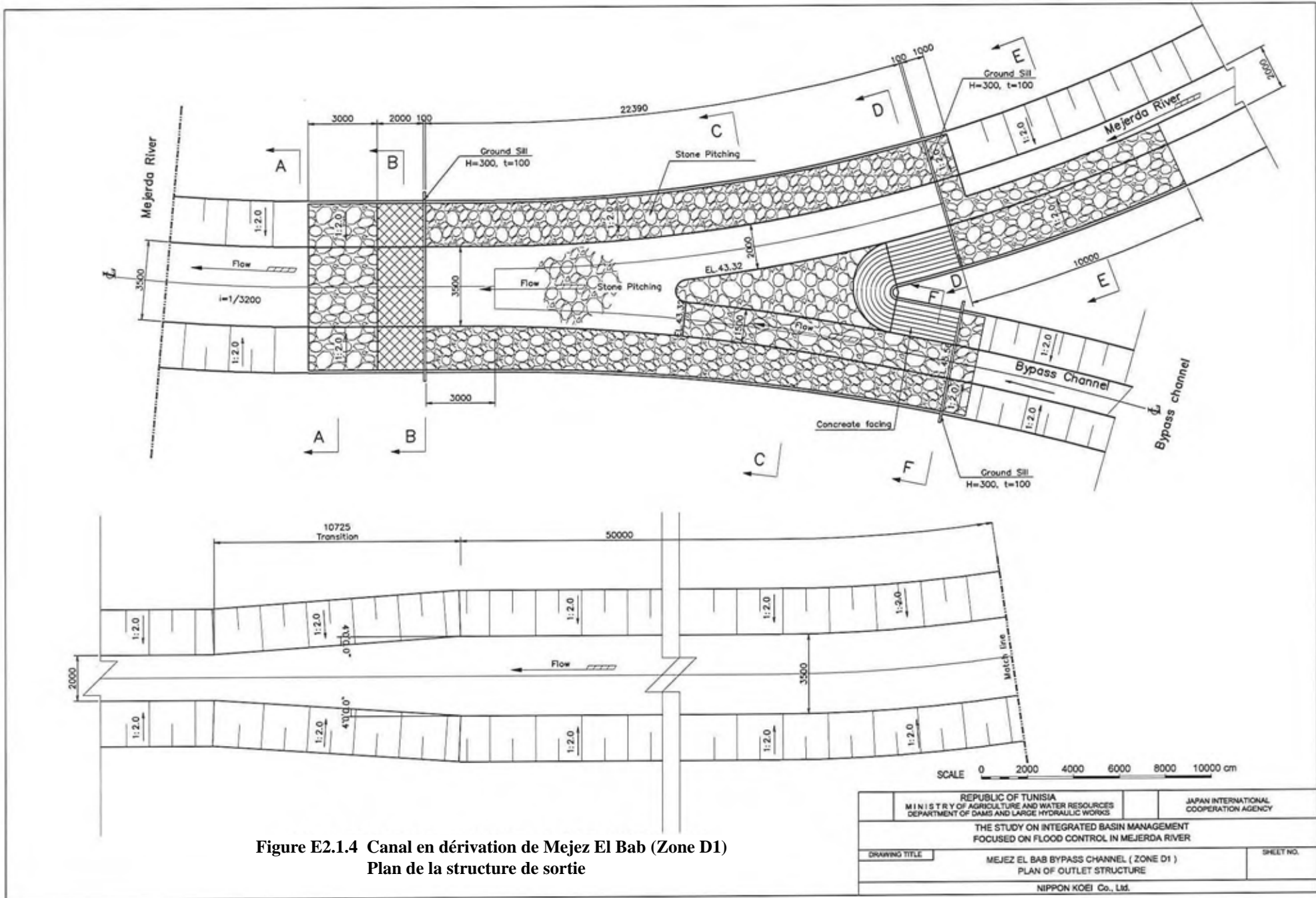


Figure E2.1.4 Canal en dérivation de Mejez El Bab (Zone D1)
Plan de la structure de sortie

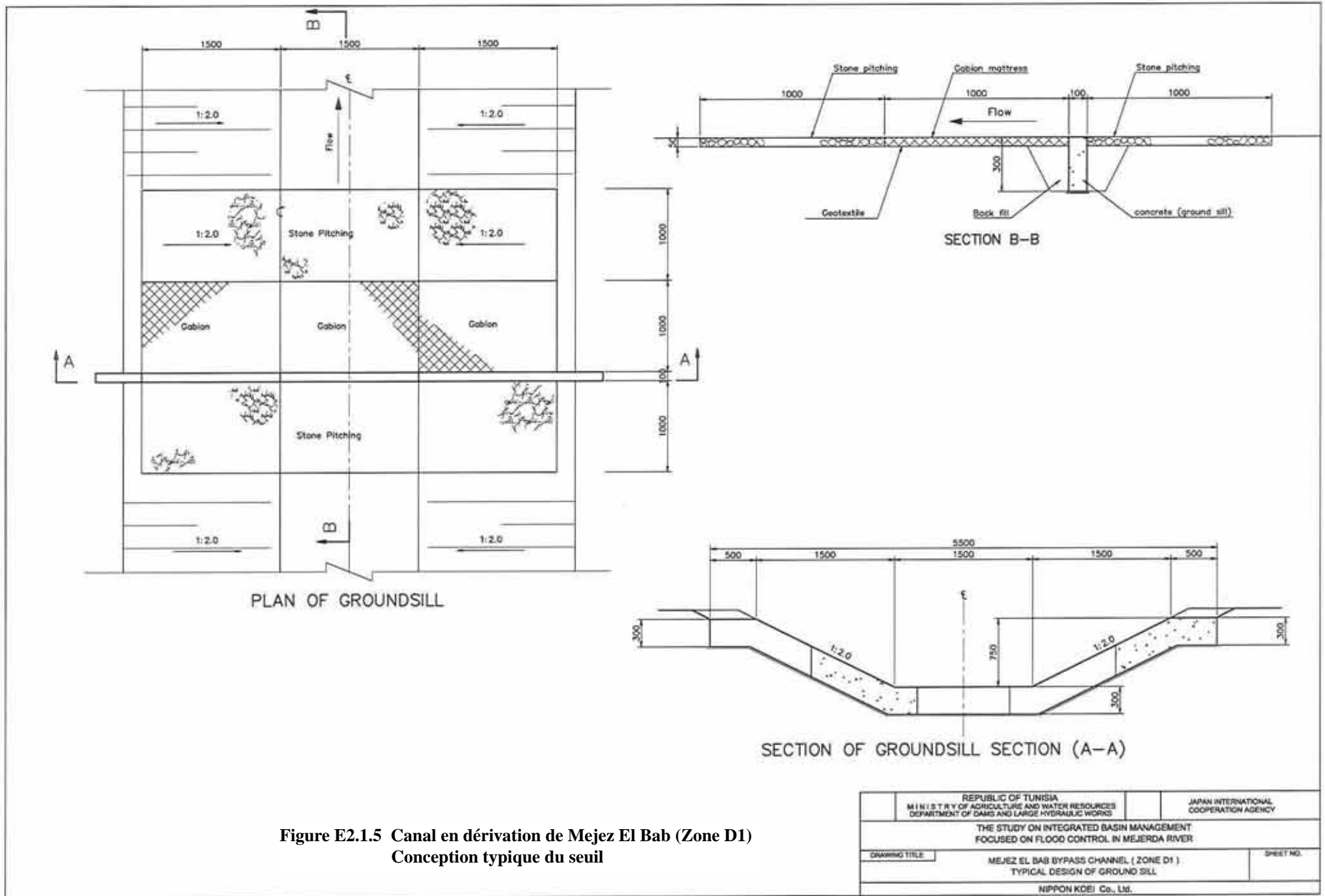
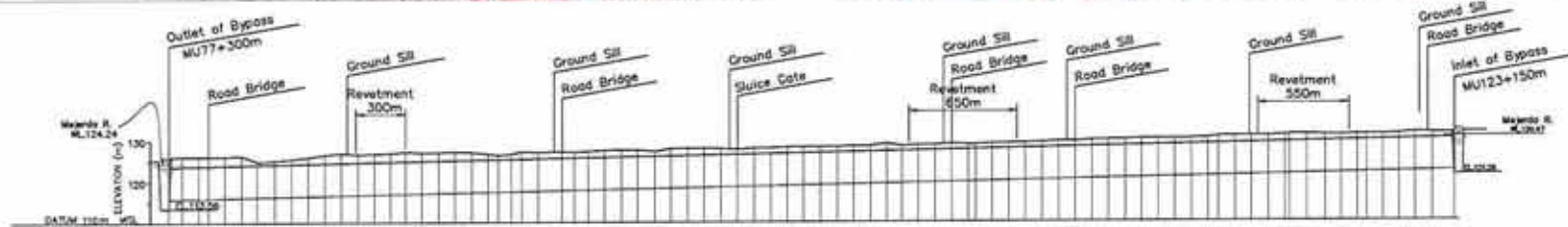


Figure E2.1.5 Canal en dérivation de Mejez El Bab (Zone D1)
Conception typique du seuil



DESIGN RIVERBED SLOPE	1/200 0.005000
DESIGN RIVERBED ELEVATION	115.78
DESIGN WATER LEVEL	123.22
ORIGINAL GROUND ELEVATION	115.99
ACCUMULATIVE DISTANCE	0.00
DISTANCE	0.00
STATION No.	95

95	0.00	115.99	123.22	115.78	0.00	0.00	115.78
94	10.00	116.04	123.22	115.83	10.00	60.54	116.04
93	20.00	116.09	123.22	115.88	20.00	120.54	116.09
92	30.00	116.14	123.22	115.93	30.00	180.54	116.14
91	40.00	116.19	123.22	115.98	40.00	240.54	116.19
90	50.00	116.24	123.22	116.03	50.00	300.54	116.24
89	60.00	116.29	123.22	116.08	60.00	360.54	116.29
88	70.00	116.34	123.22	116.13	70.00	420.54	116.34
87	80.00	116.39	123.22	116.18	80.00	480.54	116.39
86	90.00	116.44	123.22	116.23	90.00	540.54	116.44
85	100.00	116.49	123.22	116.28	100.00	600.54	116.49
84	110.00	116.54	123.22	116.33	110.00	660.54	116.54
83	120.00	116.59	123.22	116.38	120.00	720.54	116.59
82	130.00	116.64	123.22	116.43	130.00	780.54	116.64
81	140.00	116.69	123.22	116.48	140.00	840.54	116.69
80	150.00	116.74	123.22	116.53	150.00	900.54	116.74
79	160.00	116.79	123.22	116.58	160.00	960.54	116.79
78	170.00	116.84	123.22	116.63	170.00	1020.54	116.84
77	180.00	116.89	123.22	116.68	180.00	1080.54	116.89
76	190.00	116.94	123.22	116.73	190.00	1140.54	116.94
75	200.00	116.99	123.22	116.78	200.00	1200.54	116.99
74	210.00	117.04	123.22	116.83	210.00	1260.54	117.04
73	220.00	117.09	123.22	116.88	220.00	1320.54	117.09
72	230.00	117.14	123.22	116.93	230.00	1380.54	117.14
71	240.00	117.19	123.22	116.98	240.00	1440.54	117.19
70	250.00	117.24	123.22	117.03	250.00	1500.54	117.24
69	260.00	117.29	123.22	117.08	260.00	1560.54	117.29
68	270.00	117.34	123.22	117.13	270.00	1620.54	117.34
67	280.00	117.39	123.22	117.18	280.00	1680.54	117.39
66	290.00	117.44	123.22	117.23	290.00	1740.54	117.44
65	300.00	117.49	123.22	117.28	300.00	1800.54	117.49
64	310.00	117.54	123.22	117.33	310.00	1860.54	117.54
63	320.00	117.59	123.22	117.38	320.00	1920.54	117.59
62	330.00	117.64	123.22	117.43	330.00	1980.54	117.64
61	340.00	117.69	123.22	117.48	340.00	2040.54	117.69
60	350.00	117.74	123.22	117.53	350.00	2100.54	117.74
59	360.00	117.79	123.22	117.58	360.00	2160.54	117.79
58	370.00	117.84	123.22	117.63	370.00	2220.54	117.84
57	380.00	117.89	123.22	117.68	380.00	2280.54	117.89
56	390.00	117.94	123.22	117.73	390.00	2340.54	117.94
55	400.00	117.99	123.22	117.78	400.00	2400.54	117.99
54	410.00	118.04	123.22	117.83	410.00	2460.54	118.04
53	420.00	118.09	123.22	117.88	420.00	2520.54	118.09
52	430.00	118.14	123.22	117.93	430.00	2580.54	118.14
51	440.00	118.19	123.22	117.98	440.00	2640.54	118.19
50	450.00	118.24	123.22	118.03	450.00	2700.54	118.24
49	460.00	118.29	123.22	118.08	460.00	2760.54	118.29
48	470.00	118.34	123.22	118.13	470.00	2820.54	118.34
47	480.00	118.39	123.22	118.18	480.00	2880.54	118.39
46	490.00	118.44	123.22	118.23	490.00	2940.54	118.44
45	500.00	118.49	123.22	118.28	500.00	3000.54	118.49
44	510.00	118.54	123.22	118.33	510.00	3060.54	118.54
43	520.00	118.59	123.22	118.38	520.00	3120.54	118.59
42	530.00	118.64	123.22	118.43	530.00	3180.54	118.64
41	540.00	118.69	123.22	118.48	540.00	3240.54	118.69
40	550.00	118.74	123.22	118.53	550.00	3300.54	118.74
39	560.00	118.79	123.22	118.58	560.00	3360.54	118.79
38	570.00	118.84	123.22	118.63	570.00	3420.54	118.84
37	580.00	118.89	123.22	118.68	580.00	3480.54	118.89
36	590.00	118.94	123.22	118.73	590.00	3540.54	118.94
35	600.00	118.99	123.22	118.78	600.00	3600.54	118.99
34	610.00	119.04	123.22	118.83	610.00	3660.54	119.04
33	620.00	119.09	123.22	118.88	620.00	3720.54	119.09
32	630.00	119.14	123.22	118.93	630.00	3780.54	119.14
31	640.00	119.19	123.22	118.98	640.00	3840.54	119.19
30	650.00	119.24	123.22	119.03	650.00	3900.54	119.24
29	660.00	119.29	123.22	119.08	660.00	3960.54	119.29
28	670.00	119.34	123.22	119.13	670.00	4020.54	119.34
27	680.00	119.39	123.22	119.18	680.00	4080.54	119.39
26	690.00	119.44	123.22	119.23	690.00	4140.54	119.44
25	700.00	119.49	123.22	119.28	700.00	4200.54	119.49
24	710.00	119.54	123.22	119.33	710.00	4260.54	119.54
23	720.00	119.59	123.22	119.38	720.00	4320.54	119.59
22	730.00	119.64	123.22	119.43	730.00	4380.54	119.64
21	740.00	119.69	123.22	119.48	740.00	4440.54	119.69
20	750.00	119.74	123.22	119.53	750.00	4500.54	119.74
19	760.00	119.79	123.22	119.58	760.00	4560.54	119.79
18	770.00	119.84	123.22	119.63	770.00	4620.54	119.84
17	780.00	119.89	123.22	119.68	780.00	4680.54	119.89
16	790.00	119.94	123.22	119.73	790.00	4740.54	119.94
15	800.00	119.99	123.22	119.78	800.00	4800.54	119.99
14	810.00	120.04	123.22	119.83	810.00	4860.54	120.04
13	820.00	120.09	123.22	119.88	820.00	4920.54	120.09
12	830.00	120.14	123.22	119.93	830.00	4980.54	120.14
11	840.00	120.19	123.22	119.98	840.00	5040.54	120.19
10	850.00	120.24	123.22	120.03	850.00	5100.54	120.24
9	860.00	120.29	123.22	120.08	860.00	5160.54	120.29
8	870.00	120.34	123.22	120.13	870.00	5220.54	120.34
7	880.00	120.39	123.22	120.18	880.00	5280.54	120.39
6	890.00	120.44	123.22	120.23	890.00	5340.54	120.44
5	900.00	120.49	123.22	120.28	900.00	5400.54	120.49
4	910.00	120.54	123.22	120.33	910.00	5460.54	120.54
3	920.00	120.59	123.22	120.38	920.00	5520.54	120.59
2	930.00	120.64	123.22	120.43	930.00	5580.54	120.64
1	940.00	120.69	123.22	120.48	940.00	5640.54	120.69
0	950.00	120.74	123.22	120.53	950.00	5700.54	120.74

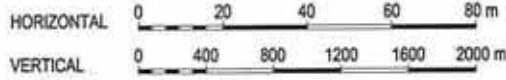


Figure E2.1.6 Canal en dérivation de Bou Salem (Zone U2)
Plan et profil

REPUBLIC OF TUNISIA MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER RESOURCES DEPARTMENT OF DAMS AND LARGE HYDRAULIC WORKS		JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
THE STUDY ON INTEGRATED BASIN MANAGEMENT FOCUSED ON FLOOD CONTROL IN MEJERDA RIVER		
DRAWING TITLE	BOUSALEM BYPASS CHANNEL (ZONE U2) PLAN AND PROFILE	SHEET NO.
NIPPON KOEI Co., Ltd.		

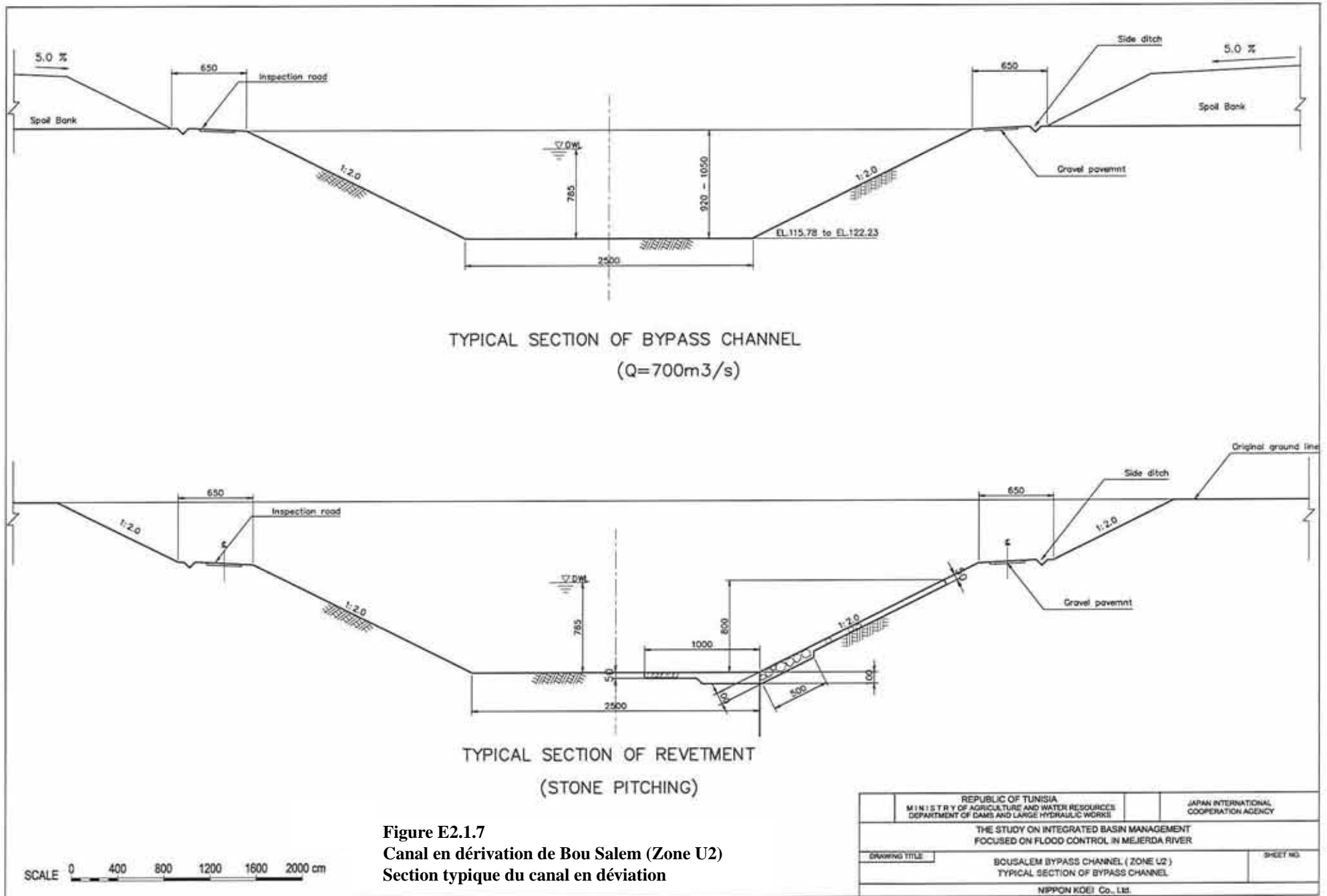
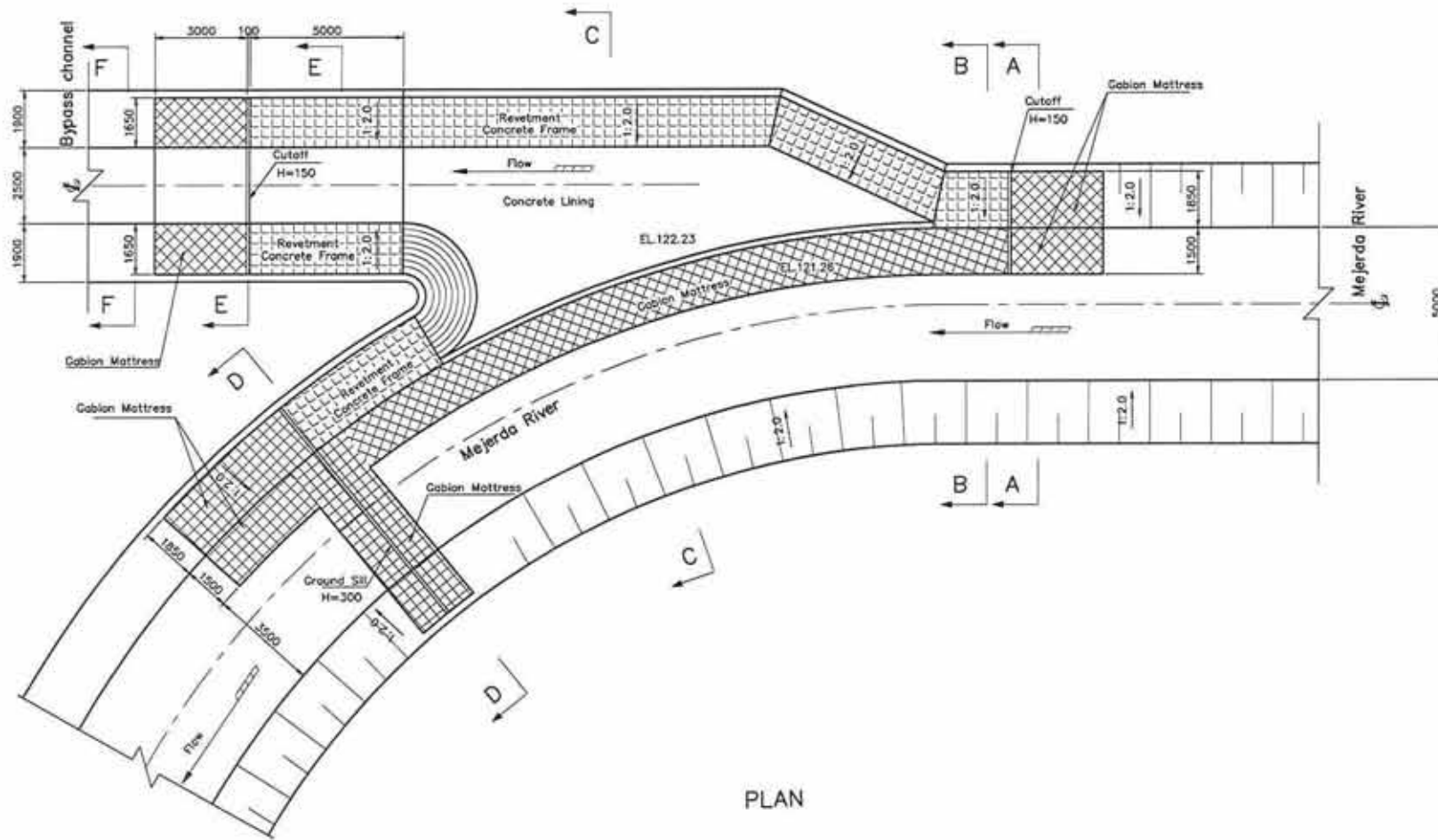


Figure E2.1.7
Canal en dérivation de Bou Salem (Zone U2)
Section typique du canal en dérivation



PLAN

SCALE 0 2000 4000 6000 8000 10000 cm

Figure E2.1.8 Canal en dérivation de Bou Salem (Zone U2)
Structure d'entree - Plan

REPUBLIC OF TUNISIA MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER RESOURCES DEPARTMENT OF DAMS AND LARGE HYDRAULIC WORKS		JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
THE STUDY ON INTEGRATED BASIN MANAGEMENT FOCUSED ON FLOOD CONTROL IN MEJERDA RIVER		
DRAWING TITLE	BOUSALEM BYPASS CHANNEL (ZONE U2) INLET STRUCTURE PLAN	SHEET NO.
NIPPON KOEI Co., Ltd.		

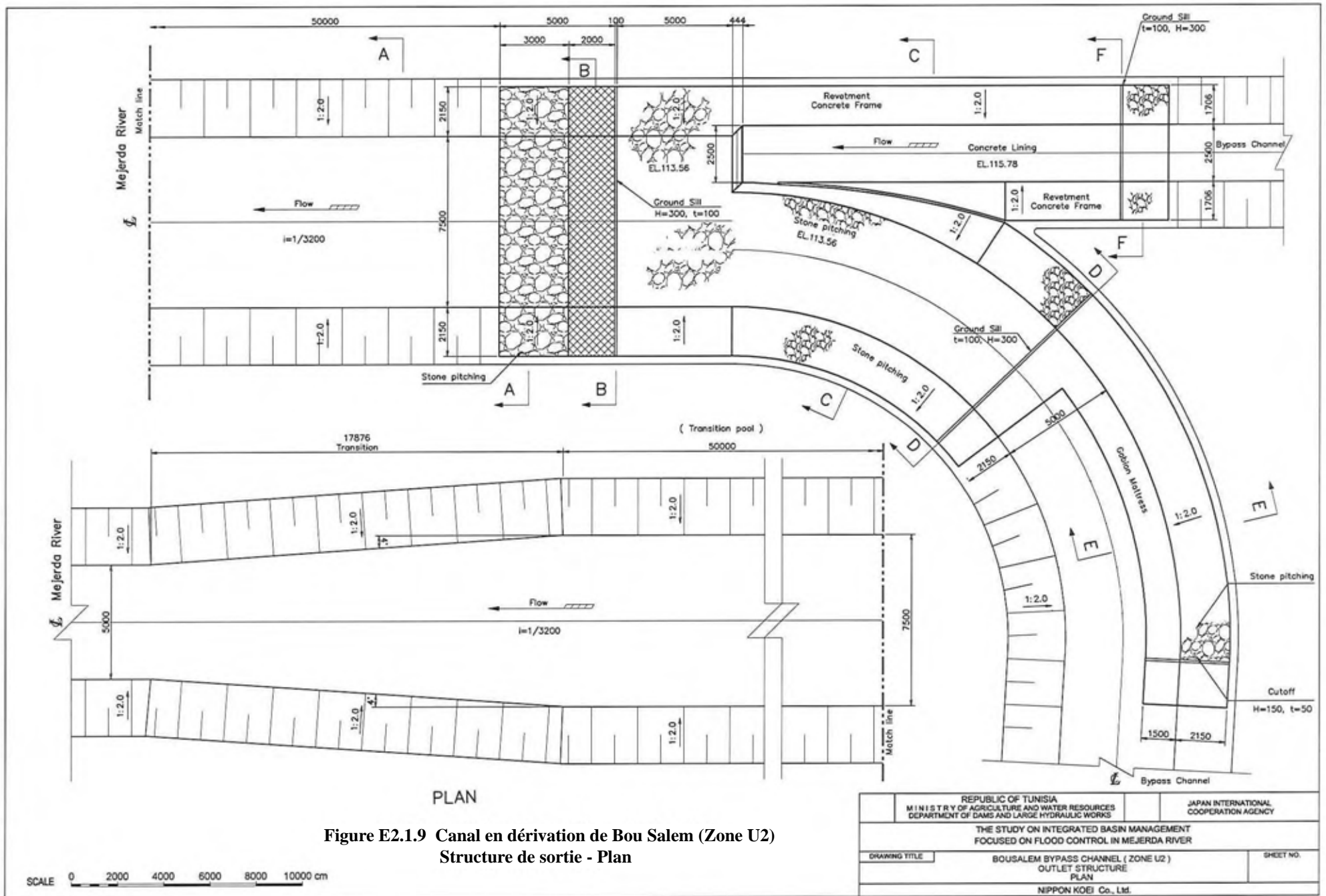
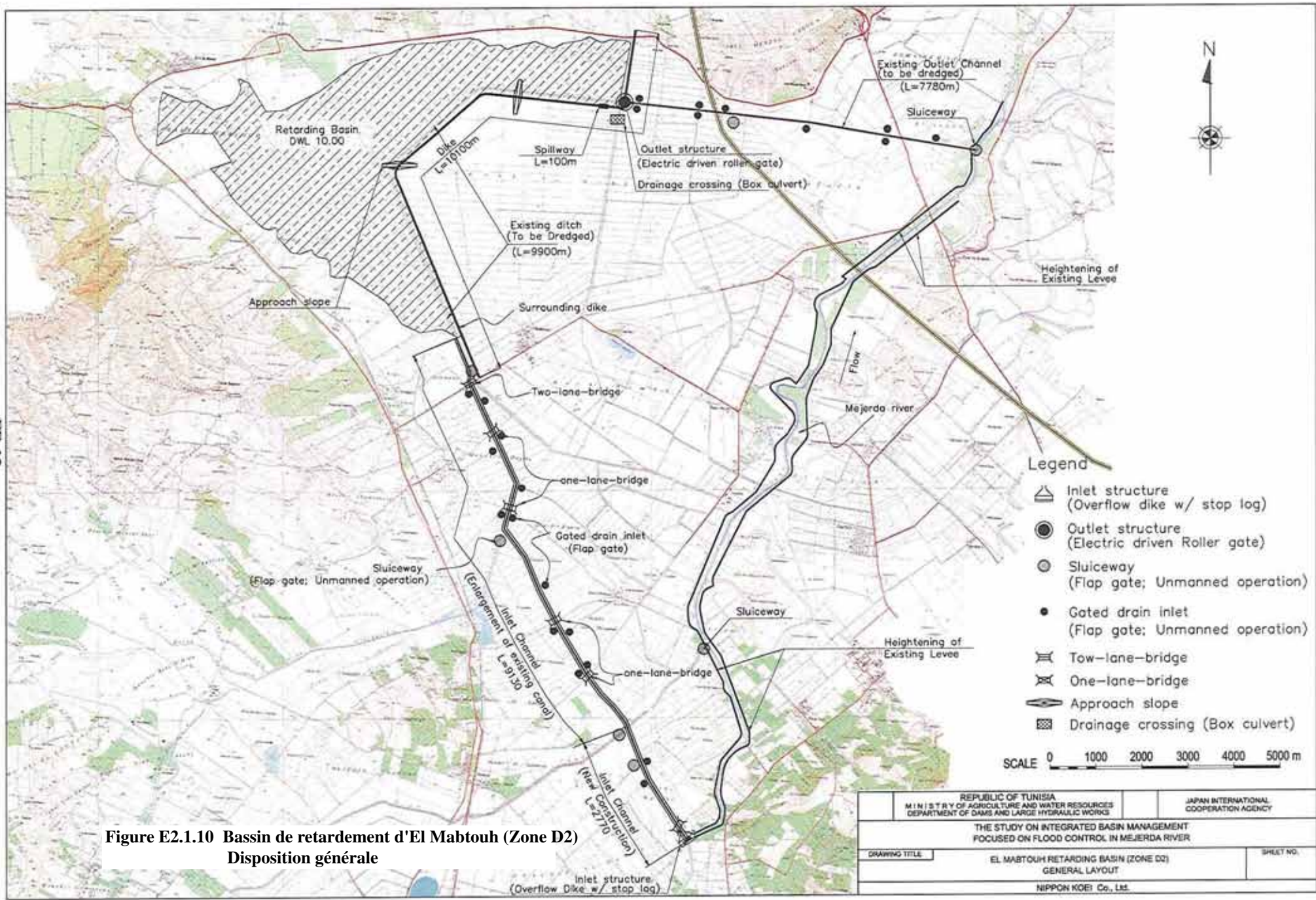


Figure E2.1.9 Canal en dérivation de Bou Salem (Zone U2)
 Structure de sortie - Plan



**Figure E2.1.10 Bassin de retardement d'El Mabtouh (Zone D2)
Disposition générale**

REPUBLIC OF TUNISIA MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER RESOURCES DEPARTMENT OF DAMS AND LARGE HYDRAULIC WORKS		JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
THE STUDY ON INTEGRATED BASIN MANAGEMENT FOCUSED ON FLOOD CONTROL IN MEJERDA RIVER		
DRAWING TITLE	EL MABTOUH RETARDING BASIN (ZONE D2) GENERAL LAYOUT	SHEET NO.
NIPPON KOGI Co., Ltd.		

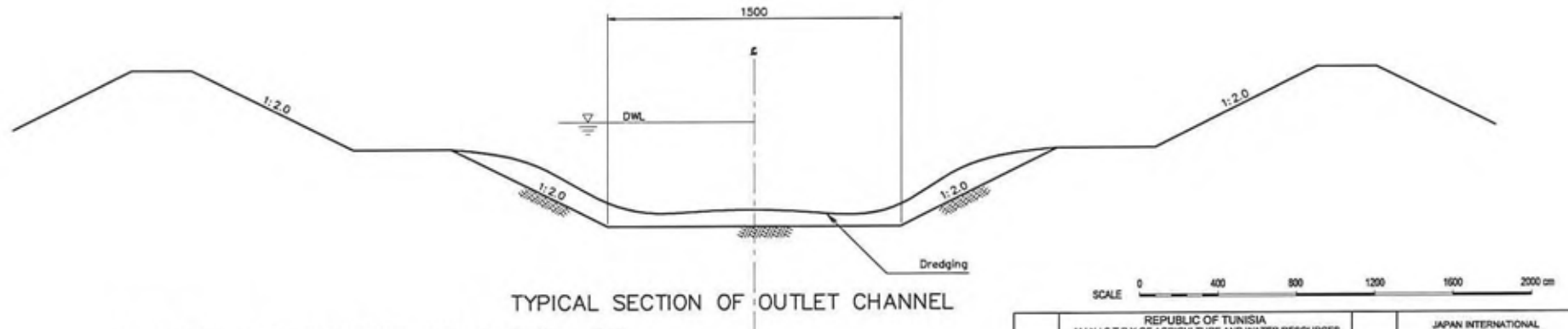
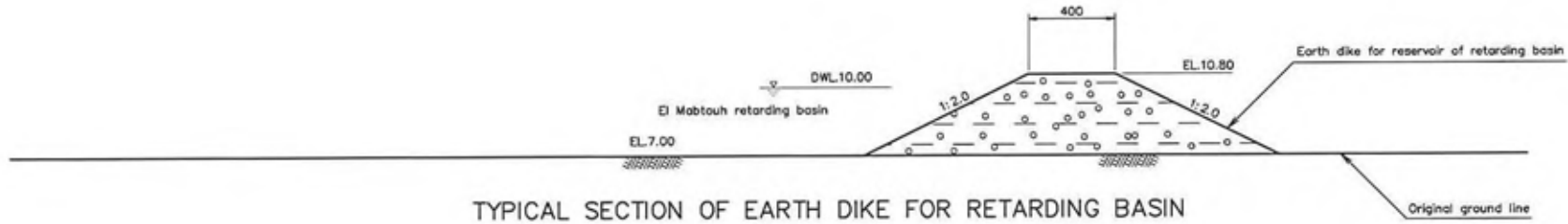
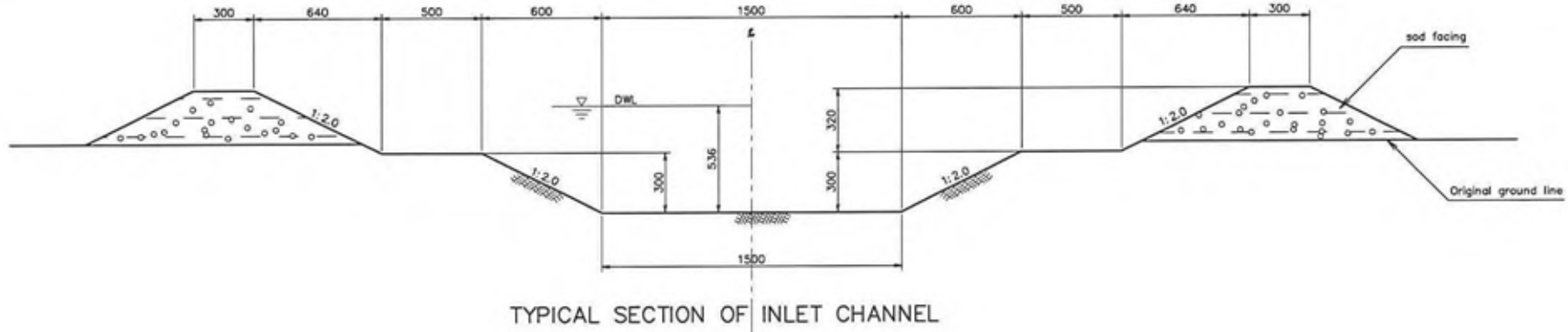


Figure E2.1.11 Bassin de retardement d'El Mabtough (Zone D2)
Structure d'entrée du bassin de retardement - Digue de déversoir
avec arrêt de bois flottants, Sections typiques pour les travaux de terre

REPUBLIC OF TUNISIA		JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER RESOURCES		
DEPARTMENT OF DAMS AND LARGE HYDRAULIC WORKS		
THE STUDY ON INTEGRATED BASIN MANAGEMENT FOCUSED ON FLOOD CONTROL IN MEJERDA RIVER		
DRAWING TITLE	EL MABTOUH RETARDING BASIN (ZONE D2)	SHEET NO.
	INTEL STRUCTURE OF RETARDING BASIN-OVERFLOW DIKE WITH STOP LOG	
	TYPICAL SECTIONS FOR EARTH WORKS	
NIPPON KOEI Co., Ltd.		

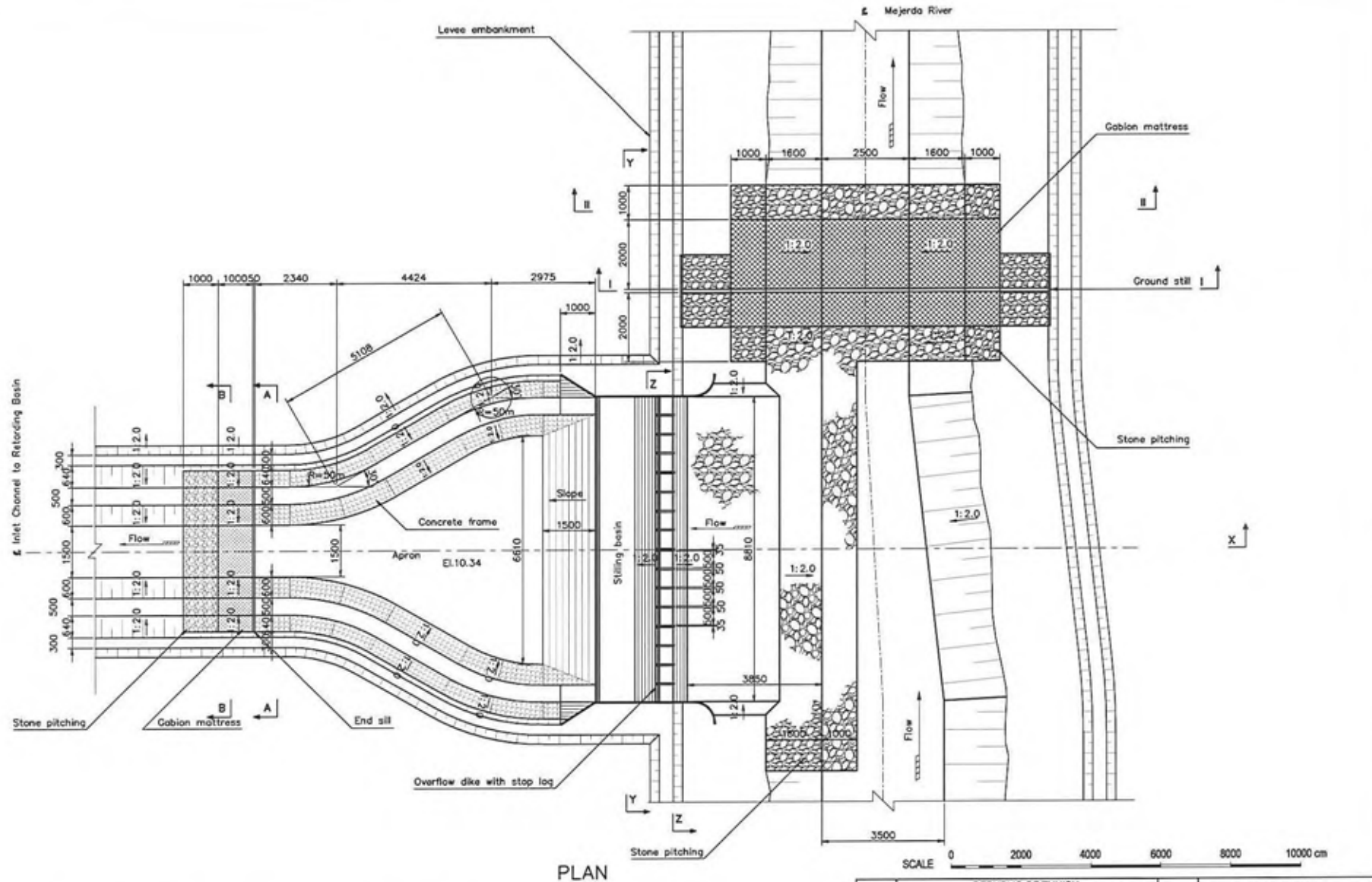


Figure E2.1.12 Bassin de retardement d'El Mabtouh (Zone D2)
Structure d'entrée du bassin de retardement - Digue de déversoir
avec arrêt de bois flottants, Plan

REPUBLIC OF TUNISIA		JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER RESOURCES DEPARTMENT OF DAMS AND LARGE HYDRAULIC WORKS		
THE STUDY ON INTEGRATED BASIN MANAGEMENT FOCUSED ON FLOOD CONTROL IN MEJERDA RIVER		
DRAWING TITLE EL MABTOUH RETARDING BASIN (ZONE D2) INLET STRUCTURE OF RETARDING BASIN - OVERFLOW DIKE WITH STOP LOG PLAN		SHEET NO.
NIPPON KOEI Co., Ltd.		

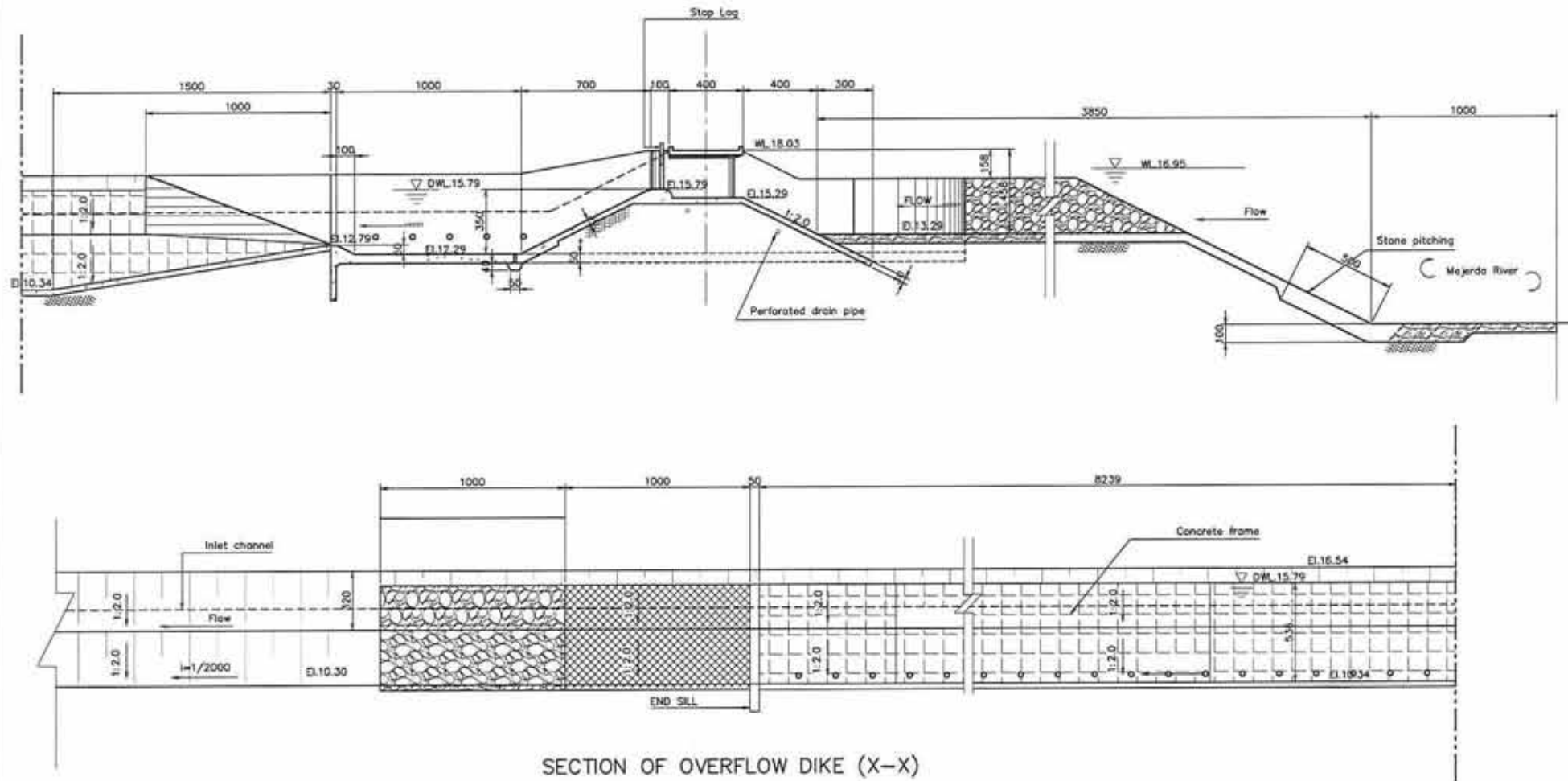


Figure E2.1.13 Bassin de retardement d'El Mabtouh (Zone D2)
Structure d'entrée du bassin de retardement - Digue de déversoir
avec arrêt de bois flottants, Profil

REPUBLIC OF TUNISIA MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER RESOURCES DEPARTMENT OF DAMS AND LARGE HYDRAULIC WORKS		JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
THE STUDY ON INTEGRATED BASIN MANAGEMENT FOCUSED ON FLOOD CONTROL IN MEJERDA RIVER		
DRAWING TITLE	EL MABTOUH RETARDING BASIN (ZONE D2) INLET STRUCTURE OF RETARDING BASIN - OVERFLOW DIKE WITH STOP LOG PROFILE	SHEET NO.
NIPPON KOEI Co., Ltd.		

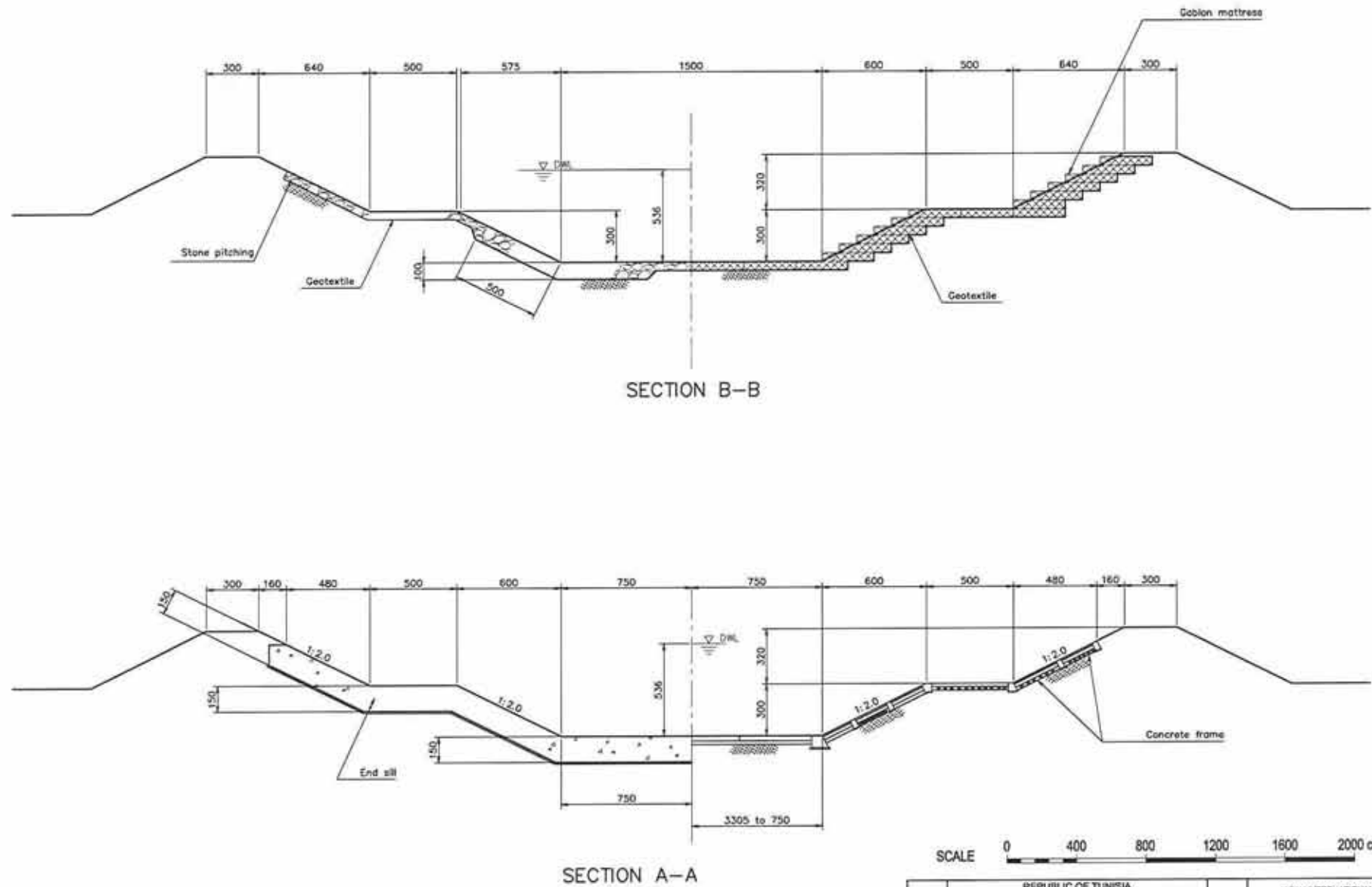


Figure E2.1.14 Bassin de retardement d'El Mabtouh (Zone D2)
Structure d'entrée du bassin de retardement - Digue de déversoir
avec arrêt de bois flottants, Sections croisées (1/2)

REPUBLIC OF TUNISIA MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER RESOURCES DEPARTMENT OF DAMS AND LARGE HYDRAULIC WORKS		JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
THE STUDY ON INTEGRATED BASIN MANAGEMENT FOCUSED ON FLOOD CONTROL IN MEJERDA RIVER		
DRAWING TITLE	EL MABTOUH RETARDING BASIN (ZONE D2) INLET STRUCTURE OF RETARDING BASIN - OVERFLOW DIKE WITH STOP LOG CROSS SECTIONS (1/2)	SHEET NO.
NIPPON KOEI Co., Ltd.		

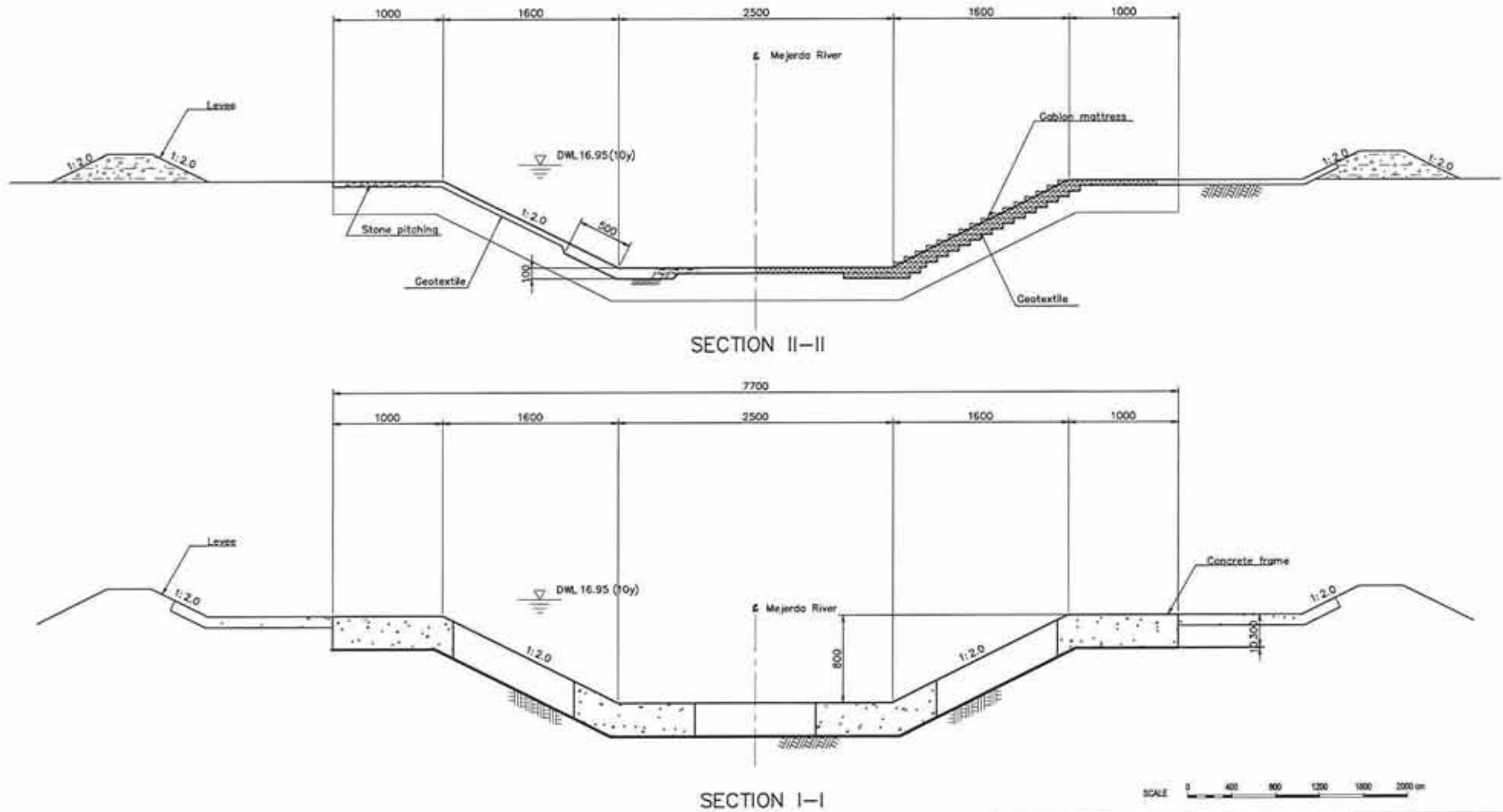


Figure E2.1.15 Bassin de retardement d'El Mabtouh (Zone D2)
 Structure d'entrée du bassin de retardement - Digue de déversoir
 avec arrêt de bois flottants, Sections croisées (2/2)

REPUBLIC OF TUNISIA		JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER RESOURCES		DEPARTMENT OF DAMS AND LARGE HYDRAULIC WORKS	
THE STUDY ON INTEGRATED BASIN MANAGEMENT FOCUSED ON FLOOD CONTROL IN MEJERDA RIVER			
DRAWING TITLE		SHEET NO.	
EL MABTOUH RETARDING BASIN (ZONE D2)			
INLET STRUCTURE OF RETARDING BASIN - OVERFLOW DIKE WITH STOP LOG			
CROSS SECTIONS (2/2)			
NIPPON KOEI Co., Ltd.			

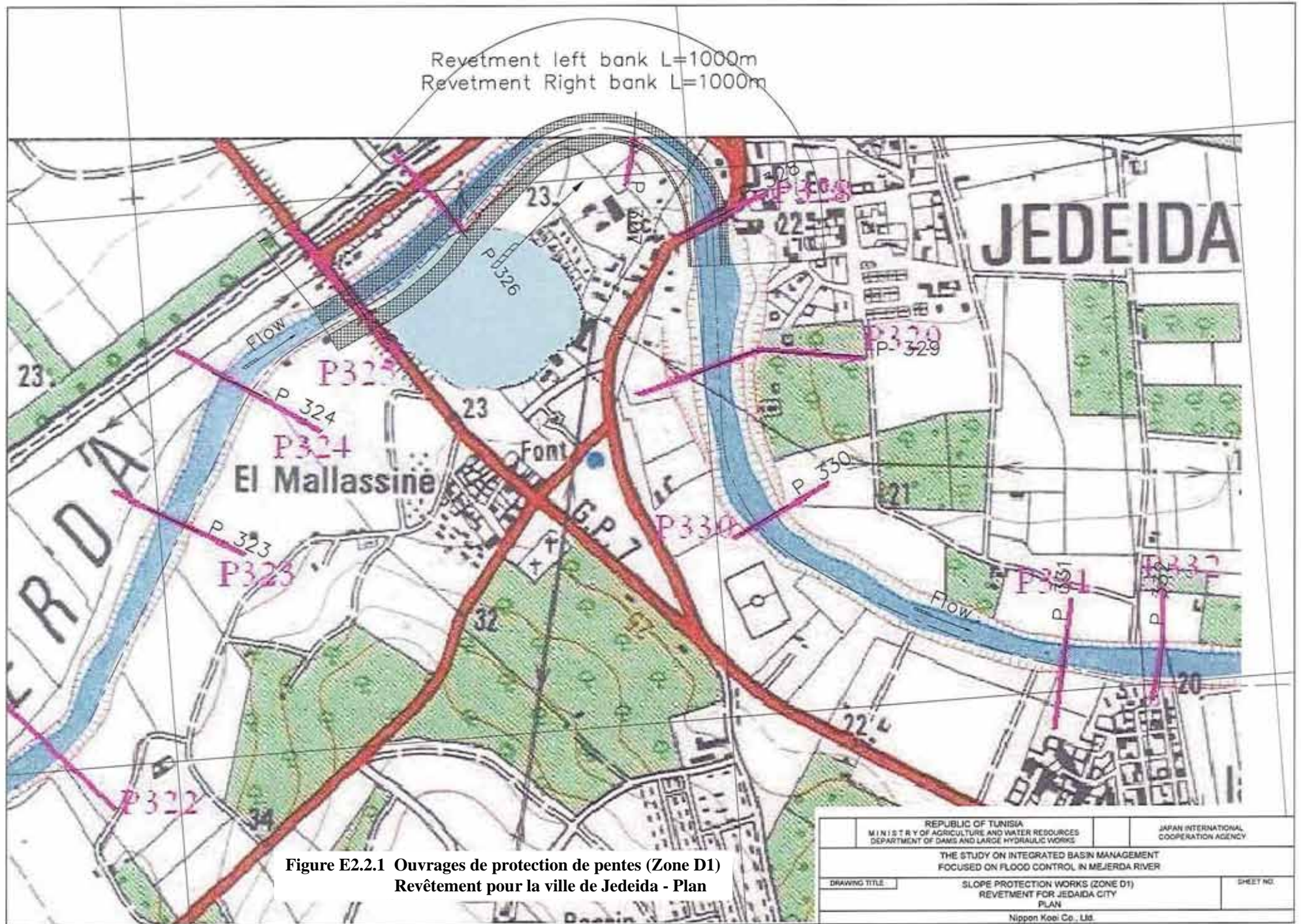


Figure E2.2.1 Ouvrages de protection de pentes (Zone D1)
Revêtement pour la ville de Jeddida - Plan

Rapport Complémentaire F
PRÉSERVATION DU BASSIN

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

Rapport Final

Rapport Complémentaire F : Préservation du bassin

Table de Matières

	<u>Page</u>
Chapitre F1 INTRODUCTION	F1-1
Chapitre F2 APPORTS SOLIDES	F2-1
Chapitre F3 CORRELATION ENTRE LES APPORTS SOLIDES ET LES CONDITIONS DU BASSIN	F3-1
F3.1 Les apports solides et la pente superficielle dans le terrain	F3-1
F3.2 Les apports solides et de l'utilisation des terres	F3-2
F3.3 Impact de la rupture/l'érosion des rives sur les apports solides	F3-3
Chapitre F4 MESURES DE CONTROLE DE L'EROSION POUR PRESERVER LE BASSIN	F4-1

Liste des Tableaux

	<u>Page</u>
Tableau F2.1 Calcul du taux de Denudation.....	FT-1

Liste des Figures

	<u>Page</u>
Figure F2.1 Emplacement des sous bassins hydrographiques dans le bassin de la Medjerda	FF-1

CHAPITRE F1 INTRODUCTION

En Tunisie, l'érosion de la surface des sols qui résulte de la destruction des terres et qui est attribué aux activités agricoles et de pâturage a engendré non seulement une baisse de la productivité agricole à long terme mais aussi l'envasement des réservoirs parallèlement avec la dégradation progressive des ressources naturelles. Par conséquent, il est urgent de préparer une nouvelle stratégie nationale pour les secteurs liés à la gestion des ressources naturelles, telles que "l'utilisation efficace des ressources en eau", "des forêts et des pâturages" et "l'eau et la conservation des sols", pendant la période de 2002 à 2011 attribué pour le dixième et onzième plans nationaux de développement.

Dans une telle situation, on constate ce qui suit dans le bassin de la Mejerda.

(1) Dans le nord-ouest de la région, où les gouvernorats de Beja et de Jendouba sont situés, plus la déforestation résultant de la mise en valeur des terres pour l'expansion de l'agriculture et le pâturage et l'exploitation forestière désordonnée par la carbonisation et le commerce illicite a conduit à l'accélération de l'érosion de la surface des sols et la destruction du couvert végétal.

(2) Dans la région du sud des gouvernorats de Kef et de Siliana, les terres des exploitations agricoles mécanisée à grande échelle et les terres cultivées par les paysans mécanisée à une échelle plus petite coexistent et la plupart des paysans ont cultivé les céréales sur des petites parcelles à forte pente et un sol argileux. Les terres en pente cultivées sont contraintes d'être vulnérables aux pluies et à l'érosion et éventuellement sujettes à l'érosion par ravinement.

Cette érosion de la surface du sol a engendré la sédimentation dans les oueds et les réservoirs, chose qui a causé une diminution de la capacité de débit des oueds et la capacité d'alimentation en eau des réservoirs, comme le montrent les exemples indiqués ci-dessous:

(a) La diminution de la capacité de débit des oueds

Sur le pont de la route nationale dans la ville de Bou Salem qui traverse le cours principal de la Medjerda en amont du barrage de Sidi Salem, la section transversale d'écoulement était de 699 m² en 2000 donc a été découverte avec une diminution d'environ 16% de cette section qui était de l'ordre de 837 m² en 1969 et cela est dû à la sédimentation qui était considérable. A la ville de Medjez El Bab en aval du barrage de Sidi Salem, la capacité d'écoulement actuelle de l'oued Medjerda a été radicalement réduite à 200 m³/s, et qui a été estimée à 1000 m³/s avant la construction du barrage en 1981. De plus, la capacité d'écoulement du cours de la Medjerda au pont de Bizerte a diminué de 45%, comparé aux années 80..

(b) La sédimentation des réservoirs

La sédimentation a progressé dans les réservoirs qui existent dans le bassin de l'oued Medjerda avec un taux terriblement élevé, comme le démontre le tableau ci-dessous:

Nom du réservoir	le bassin versant (km ²)	Le volume de la retenue initial a la côte RN: A (mil. m ³)	Taux de Sédimentation: B (mil. m ³ /year)	A/B (an)
Sidi Salem	18,191	762	4.5	169
Mellegue	10,309	182	2.8	65
Siliana	1,040	70	1.1	64

En ce qui concerne le cas du barrage de Sidi Salem, on craint que le volume initial de la retenue soit envasé jusqu'à 60% dans 100 ans après sa construction, et les volumes de la retenue de deux autres barrages d'une façon complète dans 60 à 65 ans. .

En tenant compte de ces problèmes liés à la sédimentation, quelques mesures de contrôle de sédimentation sont indispensables pour préserver le bassin mais aussi pour assurer une utilisation durable des oueds et des réservoirs afin de préserver convenablement leurs capacités dans le bassin de l'oued Medjerda. .

CHAPITRE F2 APPORTS SOLIDES

Afin d'appréhender quantitativement la progression de l'érosion dans le bassin de l'oued Mejerda, les apports solides dans plusieurs sous-bassins sont examinés sur la base des données d'envasement des réservoirs de sept (7) barrages réportés dans "Le Transport Solide des Oueds en Tunisie, Avril 2001". Ces barrages sont de Sidi Salem, Mellegue, Bou Heurtma, Ben Metir, Kasseb, Lakhmes, et Siliana, qui ont des données sur les volumes de sédiments régulièrement mesurés dans les réservoirs. Leurs emplacements sont indiqués sur la **figure F2.1**.

Les apports solides dans un sous bassin à un barrage sont calculés en additionnant les sédiments piégés dans le réservoir et les sédiments rejetés du barrage.

- (1) Volume annuel Net de sédiments piégés dans les retenues

$$Md = (1 - v/100) \times Md' \text{ (M m}^3/\text{an)} \quad (\text{Eq. - F2.1})$$

Où, Md = quantité annuelle nette de sédiments piégés dans le réservoir (M m³/an)

v = porosité de sédiments dans le réservoir (35%)

Md' = volume de quantité annuelle de sédiments mesuré du réservoir (M m³/an)

- (2) les sédiments libérés du barrage

Les sédiments rejetés provenant d'un barrage sont estimés fondés sur la base du volume d'eau libéré du barrage pendant les opérations de dévasement et aussi pendant les crues à l'aide de l'équation suivante:

$$Ms = Ma \times (Wm - Ww) / (Ws - Ww) \quad (\text{Eq. - F2.2})$$

Où, Ms = volume annuel des sédiments rejetés provenant d'un barrage (M m³/an)

Ma = quantité annuelle d'eau évacuée du barrage (M m³/an)

Wm = unité de poids de l'eau libérée du barrage (t/ m³)

Ww = poids unitaire de l'eau (1 t/m³)

Ws = Unité de poids des matériaux solides (2,65 t/ m³)

Toutefois, Wm est généralement presque égal à 1 t/ m³ selon les données enregistrées des volumes évacués deà chaque barrage, comme montré ci-après, et donc cette étude applique: $Ms = 0$, car il est considéré que les sédiments libérés du barrage sont négligeables comparativement à Md , en se basant sur l'équation ci-dessus (Eq. - F2.2).

Nom de barrage	Barrage de Nibutani (Japon)	Barrage de Miwa (Japon)	Barrage de Wonogiri (Indonésie)
SS (mg/litre, Max)	5 930*	16 900*	1 542
Wm (t/m ³)	1,00	1,01	1,00

Note: * SS maximale Durant les dernières crues graves

Les apports solides dans un sous bassin à un barrage est converti à un taux de l'érosion selon l'équation suivante:

$$\text{Taux d'érosion (mm / an)} = M / A_s \times 10^3 \quad (\text{Eq - F2.3})$$

Où, M = Apport solide annuel (de sédiments) dans le sous-bassin ($M \text{ m}^3/\text{an}$)

$$= M_d + M_s - M_i$$

M_i = volume annuel des sédiments rejetés de(s) barrage(s) situé(s) en amont de l'autre barrage ($M \text{ m}^3/\text{an}$)

A_s = bassin versant du barrage (km^2)

Bien qu'il existe plusieurs barrages situés en amont des barrages de Sidi Salem, Bou Heurtma et Siliana, comme indiqué ci-dessous, M_i est égal à 0 du moment où les sédiments rejetés d'un barrage est négligeable comme indiqué ci-dessus.

Barrage	en amont des barrages
Sidi Salem	Mellegue, Bou Heurtma, Kasseb
Bou Heurtma	Ben Metir
Siliana	Lakhmes

Les résultats de calcul des taux de l'érosion dans les sous-bassins aux 7 barrages sont établis comme indiqué au **tableau 5.5.1** et résumées ci-après:

	Barrage	Bassin versant (km^2)	Taux d'érosion (mm/yr)
1	Sidi Salem	18 191	0,2
2	Mellegue	10 309	0,2
3	Bou Heurtma	390	0,2
5	Ben Metir	103	0,8
6	Kasseb	101	1,0
7	Lekhmes	127	0,2
8	Siliana	1 040	0,4

CHAPITRE F3 CORRELATION ENTRE LES APPORTS SOLIDES ET LES CONDITIONS DU BASSIN

La corrélation entre les apports solides et les conditions du bassin est examinée en sélectionnant trois conditions du bassin, telles que la répartition de la pente superficielle dans le terrain, l'utilisation du sol et l'érosion des rives fluviale, parce que les données sur ces conditions sont déjà disponibles dans la présente étude.

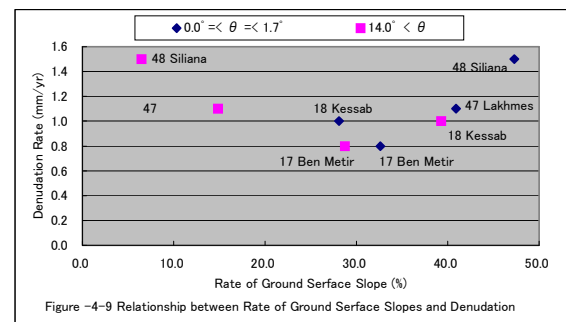
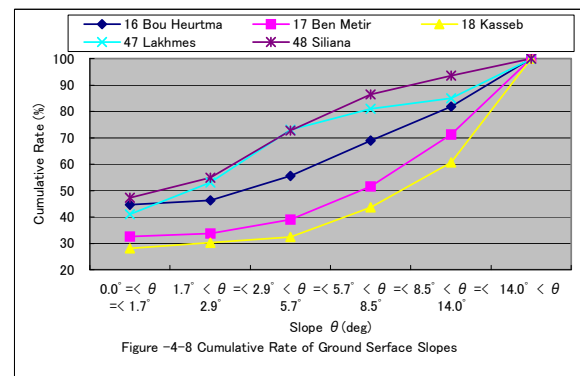
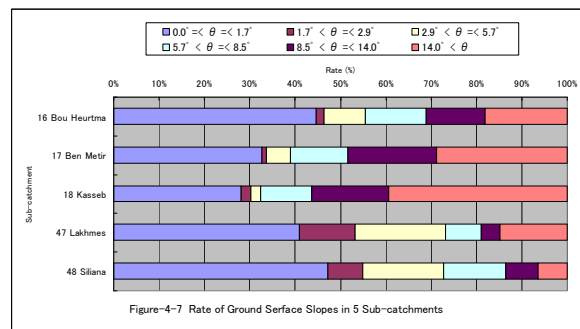
Il est à noter que les bassins des barrages de Sidi Salem et de Mellegue sont exclus de cette analyse afin de clarifier la relation des apports solides avec la pente superficielle dans le terrain et également avec l'usage du sol, puisque l'on estime que d'énormes bassins versants ne seraient qu'inappropriés pour bien définir les conditions du bassin.

F3.1 Les apports solides et la pente superficielle dans le terrain

La répartition de la pente superficielle dans le terrain dans les sous-bassins de 5 barrages sur la base des données SIG (Système d'Information Géographique) est, comme indiqué dans la figure la plus haute et celle au milieu de cette page. De ces deux figures, les résultats suivants sont rendus :

- (a) La tendance dans la répartition de la pente superficielle dans le terrain des bassins de trois barrages, à savoir les barrages de Bou Heurtma, Ben Metir et Kasseb situés dans le nord de l'Oued Mejerda, est différente de celle dans les bassins de deux barrages de Lakhmes et de Siliana dans le sud de l'Oued Mejerda. En d'autres termes, les bassins, dans le nord révèlent une tendance particulière, soit le pourcentage de la pente superficielle du sol est plus élevé, tandis que celui de la pente douce est plus élevé dans le sud de bassins.

- (b) La figure présente la relation entre le taux de l'érosion et le pourcentage des terrains ayant des pentes inférieurs à $1,7^\circ$ et plus de $14,0^\circ$. Il existe une tendance présentée dans la figure comme suit : plus le pourcentage de terrains avec des pentes de moins de $1,7^\circ$ y est, plus le taux de l'érosion est petit, et au contraire, plus élevé est le

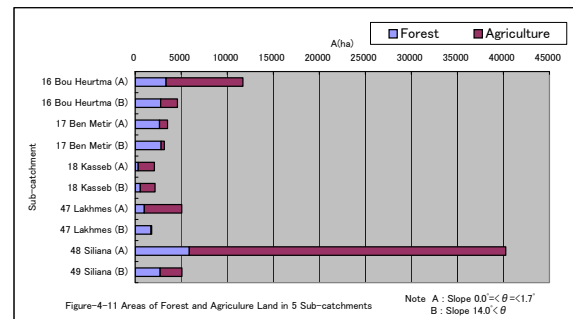
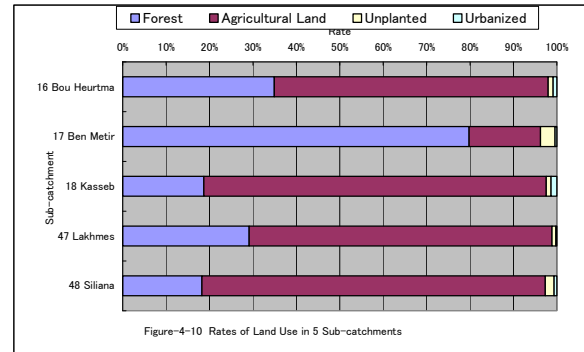


pourcentage de terres avec des pentes supérieures à $14,0^\circ$, plus le taux de l'érosion est élevé, ce qui signifie que le taux de l'érosion dans le bassin ayant un plus fort pourcentage de pente superficielle tend à devenir plus élevé.

F3.2 Les apports solides et l'utilisation des terres

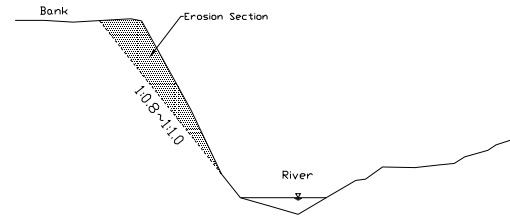
La partie supérieure de la figure montre la répartition des ratios de l'utilisation des terres, qui sont classées en quatre catégories : les terres forestières, les terres agricoles, les terres nues et les zones urbanisées. Comme il est illustré dans la figure, quatre vingt quinze pour cent du bassin versant est occupé à chaque barrage par la forêt et les terres agricoles. Les zones de forêts et de terres agricoles avec des pentes de moins de $1,7^\circ$ et plus de $14,0^\circ$ sont indiquées dans figure suivante, qui manifeste ce qui suit :

- En comparant les bassins des barrages de Ben Metir et Kasseb dans le nord de la Mejerda, le bassin de Kasseb a plus de terres agricoles dans les " $14,0^\circ < \theta$ " que ceux du barrage Ben Metir et un plus haut taux d'érosion 1.0 (en mm / an) que celui de 0,8 (en mm / an) du barrage Ben Metir. En outre, en comparant les taux de l'érosion de 0,2 (en mm / an) et 0,4 (m / a) dans les bassins des barrages Lakhmes et Siliana respectivement, le bassin avec un pourcentage plus élevé de terres agricoles dans les " $14,0^\circ < \theta$ " possède un taux d'érosion plus élevé. Les résultats donnent à penser que certaines mesures pour lutter contre l'érosion sont à prendre dans le cas où les terres à pente raide sont utilisées comme terres agricoles.
- Bien que la plupart du bassin du barrage de Ben Metir est occupé par des terres forestières, le bassin a un taux d'érosion élevé de 0,8 (en mm / an), comparé à 0,2 (en mm / an) du bassin du barrage Bou Heurtma où plutôt des zones larges sont utilisées comme terres agricoles. Cela donne à penser que certaines mesures pour lutter contre l'érosion doivent être prises même dans le cas des terres forestières si la faible couche de végétation étendue sur et à proximité de ces terres forestières est majoritairement pauvre.
- En cas des bassins des barrages Lakhmes et Siliana, les deux sont occupés par des terres agricoles avec une pente " $\theta < 1,7^\circ$ ". Toutefois, le bassin de Siliana, dans lequel la terre est largement cultivée dans la zone avec la pente " $\theta < 1,7^\circ$ ", est affecté d'un taux d'érosion élevé de 0,4 mm/an, plus élevé que celui du bassin de Lakhmes, soit de 0,2 mm/an. Il est alors considéré que certaines mesures doivent être prises pour lutter contre l'érosion également dans le cas des terres agricoles dans les zones n'ayant que de pente modérée.



F3.3 Impact de la rupture/l'érosion des rives sur les apports solides

La rupture et l'érosion des rives, en particulier, durant les crues, affectent également les apports solides à certain degré. Dans le domaine de reconnaissance du bassin de l'oued Majerda, il a été constaté par l'inspection oculaire que dans la plupart des tronçons du cours principal de l'Oued



Majerda et de ses affluents, les matériaux des berges sont du sol limoneux et argileux, et d'où l'estimation du volume de sédiments en raison de la rupture / l'érosion des berges est faite par l'application de 1:08 à 1:1.0 comme pente stable de la digue. En d'autres termes, la quantité de sédiments produite dans l'Oued est calculé dans l'hypothèse où les parties au-dessus de la pente perdrait la stabilité et / ou serait érodés, comme l'illustre la figure à droite.

Dans l'hypothèse ci-dessus, la quantité totale du volume des sédiments produits dans l'Oued est calculé à 0,314 Mm³ (= 0,19 Mm³ du cours principal + 0,124 Mm³ des 7 affluents majeurs) et le volume de sédiments est comparé aux sédiments dans la retenue du Barrage de Sidi Salem, tel que répertorié ci-dessous:

Date de mesure des apports solides au Barrage de Sidi Salem	Juin 1987	Août 1989	Mars 1991	Oct. 1998
Volume de sédiments dans le réservoir de Sidi Salem (Mm ³)	30,6	47,0	52,0	87,5
Période de sédimentation au réservoir de Sidi Salem: A (année)	6,0	8,0	10,0	17,0
Le volume annuel de sédiments à Sidi Salem réservoir: B (Mm ³ /année)	5,1	5,9	5,2	5,1
Le volume annuel de sédiments des rives (Mm ³ /année) (C)*	0,052	0,039	0,031	0,018
Taux (= C/B×100) (%)	1,0	0,7	0,6	0,4

Note: C = 0.314 (Mm³)/A (année)

Le ratio (= C / B) dans le tableau ci-dessus montre le pourcentage de sédiment du à la rupture / à l'érosion des rives et des sédiments piégés dans le réservoir de Sidi Salem, dans l'hypothèse où le volume total des sédiments de 0,314 Mm³ à partir des rives est Produite pour chaque période (années).

Comme le montre le tableau, les ratios sont aussi petits que moins de 1%, ce qui signifie que l'impact des sédiments en raison de la rupture et l'érosion des berges sur la sédimentation dans le réservoir de Sidi Salem serait plutôt modeste. Par conséquent, les mesures sont considérées comme étant plus importantes pour minimiser les apports solides dues à la pluie et l'érosion dans le bassin.

CHAPITRE F4 MESURES DE CONTROLE DE L'EROSION POUR PRESERVER LE BASSIN

Les impacts de l'érosion du sol de surface identifiés au bassin de l'oued Medjerda sont caractérisés par les points suivants, comme stipulés dans le chapitre F3 :

- (a) Plus le pourcentage de terres à pentes raides comprises dans ce bassin est grand, Plus le taux de sédiments engendré à travers le bassin est grand, et
- (b) il y a une nécessité de prendre des mesures de contrôle de l'érosion dans les terres suivantes ::
 - Les terres forestières là ou les végétations sont très minces et se trouvant à coté des terres pauvres, et
 - Les terres agricoles avec des pentes raides et même des pentes modérées.

En considération des points (a) et (b) cités ci-dessus, la classification de l'occupation des terres suivantes sont sélectionnées comme étant des terres qui devraient faire l'objet dans de contrôle contre l'érosion, particulièrement de point de vue susceptibilité à l'érosion causée par les pluies,

Catégorie de terre	Classification d'occupation de terre
(a) Forêt	1) Deboisée/terre inutilisée 2) Terre de pâturage
(b) Terre cultivée	1) Terres cultivées en céréales 2) Terres en jachère 3) Oliveraie 4) Terres arboricoles

De plus, les mesures applicables à l'occupation des terres sélectionnées dans le cadre du contrôle de l'érosion sont examinées, sur la base que ces mesures doivent être entreprises sous la mise en œuvre d'un plan/système de gestion approprié des ressources forestières et celles des terres agricoles dans le but d'éliminer les problèmes reliés à la sédimentation, comme la récupération désordonnée des terres et l'exploitation forestière illégale. .

Les mesures sont identifiées comme énumérées ci-dessous et donnent une grande importance à:

- 1) Les mesures ayant une durabilité élevée contre les actions érosives. .
- 2) Les mesures qui sont de vue technique et économique convenables aux terres bien étendues, et
- 3) La mise en œuvre des travaux relatifs à ces mesures seraient facilement réalisables..

Catégorie de terre	Classification d'occupation des terres	Mesures applicables
Forêt	Terres inutilisées	Reboisement
	Terres de pâturage	Identification d'un programme de gestion appropriée de pâturage dans les forêts sous la coordination étroite parmi les administrations concernées, la population et autres parties prenantes y compris les ONG
Terre cultivée		Adoption de la méthode de rotation des cultures sous un système de zonage horizontale et construction de seuils ou murs en pierres le long des lignes de contour afin de modérer la pente raide des terres
	Terres cultivées en céréales et jachère	Introduction de couvert végétal pour améliorer les terres pauvres en végétation
	Oliveraies et terres arboricoles	

Tableaux

Tableau F2.1 Calcul du taux de Denudation

1	Nom du Barrage	Sidi Salem					
	Capacité au niveau normal d'eau (Mm ³)	814.0	Date des Mesures	Jun-87	Aug-89	Mar-91	Oct-98
	Surface du Bassin Versant en (km ²)	18191	Periode de temps t(année)	6.0	8.0	10.0	17.0
	Date de mise en Service	1981	Volume des Sédiments (Mm ³)	30.6	47.0	52.0	87.5
	Source de Données	① ②	Volume Annuel des Sédiments Md'(Mm ³ /yr)	5.1	5.9	5.2	5.1
			Volume Annuel Net des sédiments Md(Mm ³ /an)	3.3	3.8	3.4	3.3
			Taux de Dénudation (mm/an)	0.2	0.2	0.2	0.2
2	Nom du Barrage	Mellegue					
	Capacité au niveau normal d'eau (Mm ³)	270.0	Date des Mesures	Jun-75	May-80	Dec-91	Jun-00
	Surface du Bassin Versant en (km ²)	10309	Periode de temps t(année)	21.0	26.0	37.5	46.0
	Date de mise en Service	1954	Volume des Sédiments (Mm ³)	54.5	90.0	142.0	179.0
	Source de Données	① ②	Volume Annuel des Sédiments Md'(Mm ³ /yr)	2.6	3.5	3.8	3.9
			Volume Annuel Net des sédiments Md(Mm ³ /an)	1.7	2.3	2.5	2.5
			Taux de Dénudation (mm/an)	0.2	0.2	0.2	0.2
3	Nom du Barrage	Bou Heurtma					
	Capacité au niveau normal d'eau (Mm ³)	117.5	Date des Mesures	Mar-93			
	Surface du Bassin Versant en (km ²)	390	Periode de temps t(année)	16.0			
	Date de mise en Service	1976	Volume des Sédiments (Mm ³)	2.0			
	Source de Données	① ②	Volume Annuel des Sédiments Md'(Mm ³ /yr)	0.1			
			Volume Annuel Net des sédiments Md(Mm ³ /an)	0.1			
Taux de Dénudation (mm/an)			0.2				
4	Nom du Barrage	Ben Metir					
	Capacité au niveau normal d'eau (Mm ³)	62.0	Date des Mesures	1986			
	Surface du Bassin Versant en (km ²)	103	Periode de temps t(année)	32.0			
	Date de mise en Service	1954	Volume des Sédiments (Mm ³)	4.0			
	Data Source	① ②	Volume Annuel des Sédiments Md'(Mm ³ /yr)	0.1			
			Volume Annuel Net des sédiments Md(Mm ³ /an)	0.1			
Taux de Dénudation (mm/an)			0.8				
5	Nom du Barrage	Kasseb					
	Capacité au niveau normal d'eau (Mm ³)	82.0	Date des Mesures	1986			
	Surface du Bassin Versant en (km ²)	101	Periode de temps t(année)	18.0			
	Date de mise en Service	1968	Volume des Sédiments (Mm ³)	2.8			
	Source de Données	① ②	Volume Annuel des Sédiments Md'(Mm ³ /yr)	0.2			
			Volume Annuel Net des sédiments Md(Mm ³ /an)	0.1			
Taux de Dénudation (mm/an)			1.0				
6	Nom du Barrage	Lakhmes					
	Capacité au niveau normal d'eau (Mm ³)	8	Date des Mesures	1975	1991	Jun-00	
	Surface du Bassin Versant en (km ²)	127	Periode de temps t(année)	9.0	25.0	34.0	
	Date de mise en Service	Apr-66	Volume des Sédiments (Mm ³)	2.0	1.2	1.0	
	Source de Données	① ②	Volume Annuel Net des sédiments Md(Mm ³ /an)	0.2	0.0	0.0	
			Annual Net Sdiment Volume Md(Mm ³ /yr)	0.1	0.0	0.0	
Taux de Dénudation (mm/an)			1.1	0.2	0.2		
7	Nom du Barrage	Siliana					
	Capacité au niveau normal d'eau (Mm ³)	70.0	Date des Mesures	May-94			
	Surface du Bassin Versant en (km ²)	1,040	Periode de temps t(année)	7.0			
	Date de mise en Service	Dec-87	Volume des Sédiments (Mm ³)	4.1			
	Source de Données	① ②	Volume Annuel des Sédiments Md'(Mm ³ /yr)	0.6			
			Volume Annuel Net des sédiments Md(Mm ³ /an)	0.4			
Taux de Dénudation (mm/an)			0.4				

Source des Données

① Le Transport Solide des Oueds en Tunisie, Apr 2001 (The Strong Transportation of the Wadis in Tunisia, Apr 2001)

② Données mensuelles des Barrages

■ : Les données originales sont discutables.

Figures

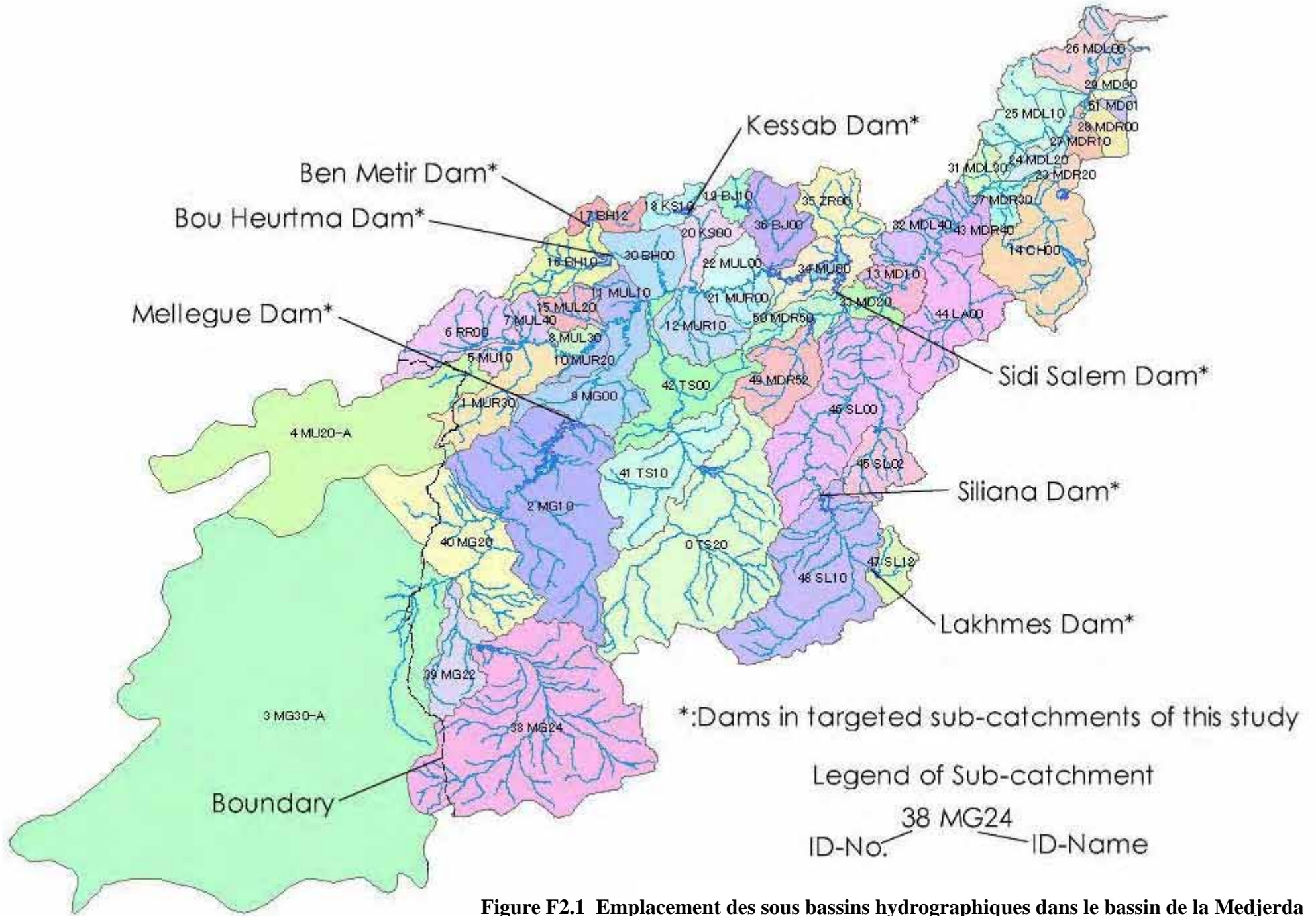


Figure F2.1 Emplacement des sous bassins hydrographiques dans le bassin de la Medjerda

Rapport Complémentaire G
SPAI ET EVACUATION /
LUTTE CONTRE LES INONDATIONS

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

Rapport Final

**Rapport Complémentaire G :
SPAI et Evacuation / Lutte contre les Inondations**

Table des matières

	<u>Page</u>
Chapitre G1 INTRODUCTION.....	G1-1
Chapitre G2 SYSTEME DE PREVISION ET D'ALERTE AUX INONDATIONS	G2-1
G2.1 Identification et étude des problèmes / questions sur les SPAI existants	G2-1
G2.1.1 Vue d'ensemble des SPAI dans le bassin de l'oued Medjerda	G2-1
G2.1.2 Système d'observation	G2-1
G2.1.3 Système de transmission des données	G2-2
G2.1.4 Système d'analyse	G2-3
G2.1.5 Système de diffusion de l'alerte	G2-4
G2.2 Les plans de substitution du SPAI	G2-5
G2.2.1 Rappel sur les conditions de base pour le système de prévision et d'alerte aux inondations	G2-5
G2.2.2 Institutions responsables du SPAI	G2-7
G2.2.3 Plan recommandé pour le système d'observation	G2-7
G2.2.4 Plan recommandé pour le système de transmission des données	G2-12
G2.2.5 Plan recommandé pour le système d'analyse	G2-13
G2.2.6 Plan recommandé pour le système de diffusion de l'alerte	G2-16
G2.2.7 L'estimation des coûts.....	G2-16
Chapitre G3 SYSTEME D'EVACUATION / DE LUTTE CONTRE LES INONDATIONS	G3-1
G3.1 Identification et étude des problèmes / questions au sujet de l'évacuation et la	

lutte contre les inondations	G3-1
G3.1.1 Dispositions institutionnelles	G3-1
G3.1.2 Statut des plans régionaux de gestion des calamités existants	G3-3
G3.1.3 Questions sur l'actuel système d'évacuation et de lutte contre les inondations.....	G3-5
G3.2 Plans de substitution du système d'évacuation et de lutte contre les inondations	G3-6
G3.2.1 Recommandations de développement et d'amélioration du plan d'évacuation et de lutte contre les inondations	G3-6
G3.2.2 Préparation de la carte d'évacuation	G3-8

List des tableaux

	<u>Page</u>
Tableau G2.1.1 Liste des stations télémétriques de jaugeage dans le bassin de l'oued Mejerda.....	GT-1
Tableau G2.2.1 Liste des stations utilisées pour l'analyse du nombre de stations pluviométriques	GT-2
Tableau G2.2.2 Erreur des Estimations des Précipitations Journalières	GT-3
Tableau G2.2.3 Estimation du coût d'amélioration du SPAI dans le bassin de l'oued Mejerda	GT-4

Liste des Figures

	<u>Page</u>
Figure G2.1.1 Le SPAI dans le bassin de l'oued Mejerda	GF-1
Figure G2.1.2 Temps de propagation du bassin de l'oued Mejerda	GF-2
Figure G2.2.1 Installation additionnelles de stations de jaugeage télémétrique	GF-3
Figure G2.2.2 Relation entre le nombre de stations sélectionnées et le coefficient de corrélation.....	GF-4
Figure G2.2.3 Corrélation entre valeur vraies (Ro) et valeurs estimées (Rs) de la moyenne des précipitations du bassin.....	GF-5
Figure G3.2.1 Carte d'évacuation de la Délégation de Jedeida	GF-6

CHAPTER G1 INTRODUCTION

Il est fondamentalement attendu que le contrôle des inondations soit assuré, dans le bassin de l'oued Mejerda, par la totalité des mesures structurelles. Toutefois, les inondations étant un phénomène naturel, il est donc probable que des inondations exceptionnelles, dépassant les niveaux nominaux planifiés, aient lieu. Un système de prévision et d'alerte aux inondations (SPIA) et un système d'évacuation et de lutte contre les inondations sont considérés comme mesures non structurelles effectives pour atténuer les pertes en vies humaines et des biens dans les zones vulnérables aux inondations, en particulier aux inondations exceptionnelles.

Dans cette étude, des plans alternatifs du système de prévision et d'alerte aux inondations (SPIA) et du système d'évacuation et de lutte contre les inondations ont été élaborés sur la base des principes suivants, en considérant les éléments importants du plan directeur de gestion intégrée du bassin basé sur la lutte contre les inondations dans l'oued Mejerda:

- 1) Comme mesures immédiates pour réduire le risque et atténuer les dommages causés par les inondations avant même l'achèvement des mesures structurelles;
- 2) Comme mesures pour minimiser les risques et atténuer les dommages dus aux inondations exceptionnelles dont les niveaux nominaux dépassent ceux planifiés des mesures structurelles et
- 3) Comme mesures pour contribuer à l'exploitation coordonnée des barrages en fournissant des informations hydrologiques en temps voulu et avec la précision requise.

Ce rapport complémentaire G traite du système de prévision et d'alerte aux inondations et du système évacuation / lutte contre les inondations, avec le consistance suivante:

Chapitre G2: Système de prévision et d'alerte aux inondations

Des problèmes/questions sur les SPAI ont été identifiés et étudiés sur la base des informations recueillies auprès des institutions concernées et des entretiens établis celles ci. Sur la base des problèmes/questions identifiés, des plans de substitution pour y remédier ont été élaborés pour chaque sous-système composant le SPAI.

Chapitre G3: Système d'évacuation et de lutte contre les inondations

Des problèmes / questions sur l'actuel système d'évacuation et de lutte contre les inondations ont été identifiés sur la base des informations recueillies auprès des institutions concernées et des entretiens tenus celles ci. Sur la base de ces problèmes / questions, des plans de substitution pour y remédier ont été formulés.

CHAPITRE G2 SYSTEME DE PREVISION ET D'ALERTE AUX INONDATIONS

G2.1 Identification et étude des problèmes / questions sur les SPAI existants

G2.1.1 Vue d'ensemble des SPAI dans le bassin de l'oued Mejerda

(1) Contexte

Comme pour le système de prévision et d'alerte aux inondations du bassin de l'oued Mejerda (le SPAI), un système de téléométrie a été installé avec l'assistance technique et financière de l'AFD (l'Agence Française de Développement) dans le cadre du projet PISEAU (Projet d'Investissement dans le Secteur de l'EAU), du fait des dégâts importants subis par ce bassin lors des inondations majeures de 2002/2003.

(2) Installation de l'actuel système de téléométrie

L'installation de l'actuel système de téléométrie, qui couvre l'ensemble du territoire tunisien, a été achevée suite à l'installation de 75 stations de jaugeage en août 2007 et de 55 stations de jaugeage en Janvier 2008, les opérations expérimentales ont été entreprises immédiatement après. Sur un total des 130 stations, 57 stations ont été installées dans le bassin de l'oued Mejerda

(3) La coordination et la communication des SPAI

Le diagramme de coordination et de communication du SPAI est illustré par la **Figure G2.1.1**. Les principaux organismes concernés par la prévision des inondations sont la DGRE, la DGBGTH, l'IRESA et les CRDA, ces organismes sont sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et des Ressources en Eau (MARH). Aussi, les principaux organismes concernés par le système d'alerte aux inondations sont les gouvernorats, la protection civile, la sûreté nationale, la garde nationale, la police et leurs bureaux régionaux au niveau des gouvernorats, ces organismes sont sous la tutelle du Ministère de l'Intérieur.

Comme plusieurs autres Ministères sont concernés par les missions du SPAI, leurs départements respectifs interviennent dans le cadre des Commissions nationale et régionales des calamités composées par des représentants de ces Ministères.

G2.1.2 Système d'observation

(1) Institutions Responsables

La DGRE est responsable, en association avec les CRDA, de l'observation et de la gestion des données sur les précipitations et des niveaux d'eau au niveau des stations de jaugeage respectives.

(2) Stations de jaugeage

Comme le montre le **tableau G2.1.1**, 57 stations de jaugeage sont localisées dans le bassin de l'oued Mejerda, dont 19 stations pluviométriques, 18 stations de jaugeage du

niveau d'eau et 20 stations de jaugeage des précipitations et du niveau d'eau. Sur les 57 stations, 8 sont situées dans les sites de barrages.

(3) Fréquence des observations

L'observation pour l'enregistrement des données est effectuée toutes les 15 minutes en condition normale ou en cas d'inondation. Aussi, le contrôle dans le centre d'appels de la DGRE peut afficher en temps réel les données du niveau d'eau par seconde.

(4) Problèmes identifiés

A propos du système d'observation, les problèmes suivants ont été identifiés:

- i) Aucun manuel d'utilisation du système de télémétrie n'a été établi.
- ii) Le piézomètre à jauge, qui est utilisé dans la plupart des stations de jaugeage du niveau d'eau, est susceptible d'être altéré par le déblaiement hydraulique durant les inondations et la sédimentation qui s'en suit. Pour la fiabilité des données d'observation des données, un radar de type 1 est recommandé à condition que son coût ne soit pas supérieur à celui d'un piézomètre à jauge.
- iii) La zone d'observation est actuellement limitée au territoire tunisien. À l'avenir, il est préférable d'obtenir des données pluviométriques mesurées par satellite tel que GEOSS (Global Earth Observation System of Systems) de la zone en amont en Algérie.

G2.1.3 Système de transmission des données

(1) Flux de données

Les données relevées par les stations de jaugeage respectives sont automatiquement transmises via le réseau GSM au Centre d'Appel de la DGRE tel qu'illustré dans la **figure G2.1.1**. Ces données sont stockées dans la base de données gérée par l'IRESA, institution de recherche du MARH responsable, sur instruction de la DGRE, de la gestion des données et de la gestion de la sécurité du système de télémétrie.

(2) fréquence de transmission

La transmission des données est effectuée une fois par jour à 06.00 h en condition normale et à tout moment sur demande en période d'inondation. Les données relevées toutes les 15 minutes sont stockées dans des mémoires périphériques des stations de jaugeage durant 24 heures, jusqu'à leur transmission au Centre d'Appel, à 06.00 h.



**Mém. Périphérique
station de jaugeage**

(3) Les problèmes identifiés

Comme pour le système de transmission de données, les problèmes suivants ont été identifiés:

- i) Parfois, en raison du mauvais fonctionnement du système de télécommunication GSM, les données observées ne sont pas correctement transmises au Centre d'Appel.
- ii) La vitesse d'accès à AGRINET est trop lente pour pouvoir obtenir, en temps opportun,

des données utiles à l'analyse.

G2.1.4 Système d'analyse

(1) Hydrogramme de prévision

En période d'inondation, la prévision hydrologique est réalisée par la DGRE et la DGBGTH conjointement. Elles établissent les hydrogrammes des débits entrant dans chaque barrage en se basant sur les débits des stations en amont et en utilisant MS Excel. Actuellement, il n'existe pas de système d'analyse des écoulements élaboré à partir de données pluviométriques.

(2) Fixation des côtes d'alerte

Dans le système de télémétrie, les côtes d'alerte et de débordement sont fixées comme indiqué dans le tableau ci-dessous. Une fois le niveau d'eau atteint la côte d'alerte, un message d'alerte est transmis automatiquement par SMS (Short Message Service) aux téléphones mobiles des personnels concernées présélectionnées, qui dépendent en majorité de la DGRE ou de la DGBGTH, afin d'engager des actions de lutte contre les inondations.

Les côtes d'alerte et de débordement au niveau des stations de jaugeage du niveau d'eau

CRDA	No.	Nom de la Station	Oued	Côte d'alerte		Niveau de débordement	
				Niveau d'eau (cm)	Débit (m ³ /s)	Niveau d'eau (cm)	Débit (m ³ /s)
Ariana	2	AR-PT BIZERTE-MEJ-	Mejerda	600	140	750	266
	4	AR-TOBIAS MEJ-	Mejerda	590	---	694	---
Beja	6	BJ-EL HERRI-MEJ-	Mejerda	300	38	590	199
	8	BJ-GP5 LHR-	Lahmar	450	50	---	3
	9	BJ-JBL LAOUEJ-SI-	Siliana	200	17	---	---
	10	BJ-MJZ GP5-MEJ-	Mejerda	670	149	730	200
	11	BJ-MJZ MORADI-MJ	Mejerda	800	---	860	---
	12	BJ-PT BEJA-BEJ-	Beja	---	---	---	---
	14	BJ-SLOUGHIA-MEJ-	Mejerda	450	109	750	274
	17	BJ-KALED AVL-KH	Khalled	350	---	---	---
Jendouba	18	BJ-MKHACHBIA-AVAL	Mekhashiba	178	---	---	---
	20	JD-BOUSALEM-MEJ-	Mejerda	900	351	1,077	684
	22	JD-GARDIMAOU-MEJ-	Mejerda	400	153	650	1,560
	24	JD-JENDOUBA-MEJ-	Mejerda	900	227	1,050	400
	26	JD-PLAINE RAGHAI-	Raghai	1,800	10	2,300	242
	27	JD-PT GP17 MLG-	Mellegue	500	---	820	---
	28	JD-PT GP6 MLZ-	Mliz	500	---	850	---
El Kef	29	JD-S/ABID TSA-	Tessa	300	---	450	---
	31	KF-HAIDRA SRT-	Sarrat	200	---	599	---
	32	KF-K13 MLG-	Mellegue	350	---	---	---
	36	KF-PT ROUTE RMEL-	Rmel	450	---	---	---
	37	KF-PT RTE SARRAT-	Sarrat	400	---	700	---
	39	KF-S/MEDIEN TSA-	Tessa	505	---	---	---
	40	KF-SERS VILLE-TSA-	Tessa	100	---	---	---
Manouba	44	MN-BJ TOUMI-MEJ-	Mejerda	400	---	500	---
	45	MN-CHAFROU-	Chafrou	---	---	---	---
	46	MN-JEDEIDA-MEJ-	Mejerda	750	---	820	---
	48	MN-LAROUSIA AVAL-	Mejerda	190	---	---	---
Siliana	51	SL-M12 OSAFA-SIL-	Siliana	300	---	400	---
	52	SL-PT ROUTE-SIL-	Siliana	519	101	800	385

Source: DGRE

Toutefois, les côtes d'alerte et de débordement ont été fournies au stade d'essai-erreur, et ces côtes ne correspondent pas à l'élévation du terrain.

(3) Durée de propagation

Les durées de propagation de l'oued Mejerda et de ses affluents sont fournies sur la base des inondations passées comme le montre la **figure G2.1.2**. Elles couvrent 23 stations de jaugeage les plus importantes, y compris celles situées en amont et en aval du barrage Sidi Salem. Les durées de propagation entre certaines stations principales sont indiquées dans le tableau ci-dessous:

Durée de propagation entre les stations principales

Stations	Distance (km)	Temps Minimum (h)	Temps Maximum (h)
De Ghardimaou A Bou Salem	112	17	22
De Bou Salem A Barrage Sidi Salem	55	14	16
De Barrage Sidi Salem A Jedeida	108	26	33

Source: DGRE

(4) Le calcul des lâchures des Barrages

En cas d'inondation, l'apport en volume et l'hydrogramme sont établis par la DGBGTH dans chaque site de barrage. Chaque bureau de barrage calcule les lâchures de barrage séparément en fonction des informations fournies par la DGBGTH.

(5) Les problèmes identifiés

A propos du système d'analyse, les aspects suivants ont été identifiées:

- i) Système fiable d'analyse des ruissellements pas encore développé.
- ii) Mise en place des côtes d'alerte et de débordement dans des stations de jaugeage respectives encore au stade d'essai-erreur.
- iii) Modèle d'analyse des inondations pas encore élaboré.
- iv) Exploitation des barrages pas encore coordonnée.

G2.1.5 Système de diffusion de l'alerte

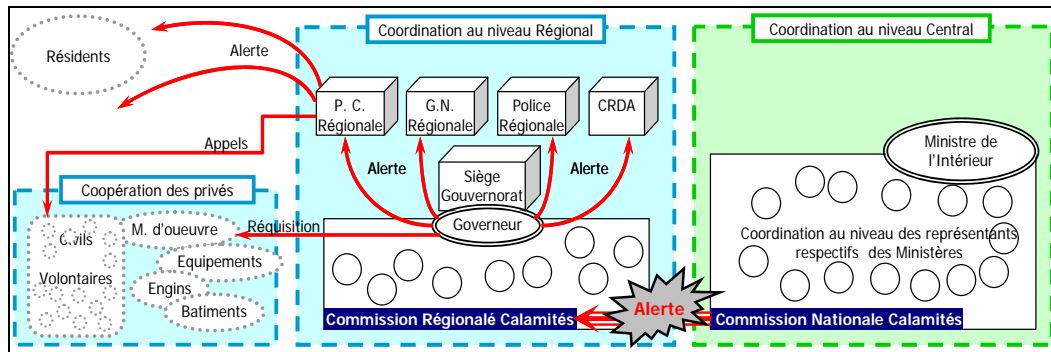
(1) Etapes de Diffusion

La diffusion de l'alerte aux inondations se fait en trois étapes depuis les instances centrales jusqu'à la destination finale, à savoir : les résidents vivant à proximité des cours d'eau.

Comme première étape, la Commission nationale des calamités présidée par le Ministre de l'Intérieur émet au Gouverneur, Président de la Commission régionale des calamités, l'avis d'alerte aux inondations, tel qu'illustré par la figure ci-dessous.

Dans un deuxième temps, le gouverneur transmet l'alerte aux organismes concernés au niveau régional, à savoir la Protection Civile, la Garde Nationale, la Police et les CRDA.

Dans la troisième étape, la Protection Civile Régionale annonce l'alerte aux riverains par des patrouilles dans les zones aux alentours des oueds ou par des visites à domicile des résidents pour les conseiller de l'évacuation.



Source: Interviews avec MARH

Système de diffusion de l'alerte

(2) Les problèmes identifiés

En ce qui concerne le système de diffusion de l'alerte, les problèmes suivants ont été identifiés:

- i) L'alerte aux inondations n'atteint pas certains résidents, ou leur parvient après coup du fait que le temps de prévision de l'inondation n'est pas suffisant.
- ii) L'alerte relative aux lâchures de barrages n'est pas transmise aux résidents en aval.

G2.2 Les plans de substitution du SPAI

G2.2.1 Rappel sur les conditions de base pour le système de prévision et d'alerte aux inondations

(1) La composition de base du SPAI

Le SPAI du bassin de l'oued Mejerda est composé de quatre sous-systèmes, à savoir a) l'observation, b) la transmission de données, c) l'analyse, et d) les systèmes de diffusion d'alerte.

Les plans de développement et de perfectionnement recommandés pour chaque sous-système sont examinés dans les sous-sections G2.2.3 à G2.2.6.

(2) Objectifs du SPAI

Les objectifs du SPAI du bassin de l'oued Mejerda sont les suivants:

- i) Fournir des informations hydrologiques en vue de mener une gestion intégrée des structures de l'oued y compris l'exploitation coordonnée des barrages, ce qui contribuerait à l'atténuation des zones d'inondations, et
- ii) Fournir des informations hydrologiques pour aider à la prise de décisions quant aux actions requises pour le système d'évacuation / de lutte contre les inondations.

(3) Les zones à couvrir par le SPAI

Les zones ciblées par le SPAI sont définies comme étant les villes qui ont été gravement endommagées par le passé par les inondations majeures, comme les villes de Jendouba, Bou Salem, Sidi Smail, Slouguia, MEDJEZ El Bab, El Herri, Tebourba, El Battan, Jedeida, El Henna, et El Mabtouh.

(4) Temps possible et requis de réalisation

Il y a 4 types de temps de réalisation en relation avec le SPAI, définis comme suit,.

Temps de réalisation

Le temps de réalisation est défini comme étant la différence entre le moment où le phénomène d'inondation est reconnu possible dans la zone et le moment où le phénomène d'inondation touche cette zone.

Les temps de réalisation requis

Le temps de réalisation requis est défini comme étant le temps nécessaire pour achever les activités après que le phénomène d'inondations soit reconnu.

Sur la base des entretiens entrepris avec les institutions en charge des opérations de lutte, le temps requis pour les activités a été préalablement établi dans cette étude comme suit:

Temps de réalisation par activité de lutte

Activités d'intervention	Institutions Responsables	Temps nécessaire pour l'accomplissement des activités	
Analyse Hydraulique et prise de décision pour la diffusion de l'alerte aux inondations	DGRE/DGBGTH/ Commission Nationale	1.5 heure	3.0 heures
Annonce de l'alerte aux résidents	Protection Civile	0.5 heure	
Evacuation avec le minimum requis de biens	Protection Civile	1.0 heure	
Evacuation des animaux de la ferme	Protection Civile	1.5 heure	1.5 heure

Source: Interview avec DGRE, DGBGTH et Protection Civile Manouba

Temps de Réalisation Possible

Ce délai est défini comme le temps disponible pour entreprendre les activités depuis la reconnaissance du phénomène d'inondation en amont et la survenance des inondations en zone cible en vertu de la situation en cours. Le temps de Réalisation Possible varie dans le bassin hydrographique en fonction de l'hydrologie locale et des conditions structurelles. Le tableau suivant illustre les Temps minimum et maximum de Réalisation Possibles sur la base des temps de propagation des inondations passées. Les stations de jaugeage ont été installées, comme établi ci-dessous, pour reconnaître un phénomène d'inondation, à savoir : un niveau d'eau ou un débit sortant de réservoir, pour chaque zone cible.

Temps de Réalisation Possible par zones cibles (exemple)

Zone cible	Station de jaugeage pour reconnaître un événement d'inondation	Temps de réalisation possible selon les conditions courantes	
		Minimum	Maximum
Jendouba	Ghardimaou	10 heures	13 heures
Bou Salem	Barrage Bou Heurtma	7 heures	9 heures
Sidi Smail	Ghardimaou	au moins 17 heures	au moins 22 heures
Slouguia	Barrage Sidi Salem	4 heures	6 heures
Medjez El Bab	Barrage Sidi Salem	8 heures	11 heures
El Herri	Barrage Sidi Salem	14 heures	18 heures
Tebourba	Barrage Sidi Salem	au moins 14 heures	au moins 18 heures
El Battan	Barrage Sidi Salem	23 heures	29 heures
Jedeida	Barrage Sidi Salem	26 heures	33 heures
El Henna	Barrage Sidi Salem	au moins 26 heures	au moins 33 heures
El Mabtouh	Barrage Sidi Salem	au moins 26 heures	au moins 33 heures

Source: Temps de propagation fournis par DGRE

Note: "au moins" signifie que le temps de réalisation possible a été fixé par référence à la partie supérieure du flux des stations de jaugeage du fait que ces temps de propagation n'ont pas été fournis exactement.

Temps de Réalisation Ciblé

Le Temps de Réalisation Ciblé est défini comme étant le temps nécessaire pour protéger les objets (les vies humaines dans cette étude). Sur la base du Temps de Réalisation exigé par les bénéficiaires de l'alerte aux inondations, le Temps de Réalisation Ciblé à pourvoir par le SPAI est estimé à 3h00'. Pour garantir ce Temps de Réalisation Ciblé, il est nécessaire d'acquérir les informations hydrométéorologiques en amont du bassin.

G2.2.2 Institutions responsables du SPAI

Les principales institutions concernées par la prévision des inondations sont la DGRE, la DGBGTH, l'IRESA et les CRDA, qui sont sous la tutelle du MARH. Le Ministre de l'Intérieur est responsable de l'émission de l'alerte aux inondations sur la base des informations hydrologiques fournies par le MARH. L'alerte aux inondations est enfin diffusée aux résidents par les services de la Protection Civile.

G2.2.3 Plan recommandé pour le système d'observation

(1) Installation de jauges télémétriques des précipitations supplémentaires

Le nombre de stations pluviométriques semble être insuffisant, en particulier dans la partie sud du bassin de l'oued Mejerda, compte tenu de l'étendue de son bassin versant. Dans cette étude, le nombre approprié de stations est statistiquement analysé en utilisant les données moyennes des précipitations du bassin estimées par la méthode du coefficient représentatif. Cette analyse s'est concentrée uniquement sur les inondations de grande ampleur du fait des dégâts occasionnés par les inondations passées. La procédure est la suivante:

i) La division en sous-bassins.

Cette analyse a été faite pour chaque sous-bassin du fait de la grande étendue de la zone du bassin versant et des différentes caractéristiques des précipitations de

chaque sous-bassin. L'ensemble du bassin a été divisé en huit sous-bassins en tenant compte de la division utile pour l'analyse des écoulements d'eaux dans cette étude. Les sous-bassins sont présentés dans la **figure G2.2.1**.

ii) Sélection des données des inondations en question.

Dans cette analyse, les données des précipitations qui ont provoqué les inondations passées seront choisies comme représentant des tempêtes pluvieuses possibles au regard des caractéristiques saisonnières.

En général, les types de précipitations sont classés selon leur origine en: (a) pluie orographique, (b) pluie convective, et (c) pluie frontale ou cyclonique.

Selon les participants à la réunion du Comité de Pilotage, dont le rapport d'activité faisait l'objet, et les entretiens complémentaires entrepris avec la DGBGTH, les origines des précipitations qui ont causé les inondations majeures dans le bassin de l'oued Mejerda sont de deux types (reprises dans le tableau suivant):

Origine et Caractéristique des précipitations du Bassin de l'oued Mejerda

	Type-1	Type-2
Origine des précipitations	Pluie Convective	Pluie Cyclonique (Perturbation provenant du nord qui apporte les pluies cycloniques)
Saison principale	Septembre et Octobre	Décembre, Janvier et février
Etendue de la zone pluvieuse	Pluie torrentielle localisée	Large étendue
Caractéristique Régionale	Partie Sud du bassin de la Mejerda	Toute la zone du bassin de la Mejerda
Durée des précipitations	Pluies très répétitives	Pluies continues

Source: Minutes de la réunion du Comité de Pilotage sur le rapport d'activité (1) 6 Mars 2007 à Tunis

Considérant les origines des précipitations, les données sur les inondations en question devraient couvrir la saison des pluies du début jusqu'à sa fin afin d'y inclure toutes ces origines. Dans cette analyse, quatre inondations ont été sélectionnées parmi les dernières inondations majeures, à savoir, 22-27 Mai 2000, 8-13 Janvier 2003, 22-27 Janvier 2003, et 8-13 décembre 2004.

Sur les 175 stations existantes, équipées de jauges pluviométriques manuelles du bassin de l'oued Mejerda, 142 stations ont été sélectionnées, grâce à la disponibilité des données pluviométriques journalières, pour les besoins de la fiabilité des analyses des données des précipitations quotidiennes au cours de ces quatre inondations. Les 142 stations sont énumérées dans le **tableau G2.2.1**.

iii) La valeur vraie des précipitations moyennes du bassin

La valeur vraie (une valeur vraie virtuelle) de la moyenne des précipitations du bassin est nécessaire pour les besoins des stations pluviométriques représentatives. En juger par le nombre de stations de jaugeage et de leur distribution obtenus par les informations des stations de jaugeage, la valeur vraie a été estimée par "la méthode de la moyenne arithmétique".

iv) Sélection des stations pluviométriques représentatives

Grâce à la procédure suivante, le nombre minimal de stations pluviométriques représentatives a été sélectionné pour pouvoir estimer la moyenne des précipitations d'un sous-bassin avec une erreur d'observation acceptable de moins de 10%. Afin d'évaluer les erreurs d'observation aux fins de la distribution temporelle des précipitations et du volume total des précipitations lors d'une inondation, les indices suivants ont été appliqués à chacune des précipitations continues:

$$\begin{aligned} \text{- Erreur Standard} & : E1 = \sqrt{\frac{\sum \left(\frac{R_o - R_s}{\max R_o} \right)^2}{N}} \\ \text{- Erreur totalité Précipitations} & : E2 = \frac{\sum R_o - \sum R_s}{\sum R_s} \end{aligned}$$

Où, R_o : moyenne précipitation du bassin (mm/jour)
 $\max R_o$: Valeur vraie maximale de la moyenne des précipitations du bassin (mm/jour)
 R_s : Valeur estimée de la moyenne des précipitations du bassin (mm/jour)
 N : Nombre d'échantillon de précipitation
 $\sum R_o$: Volume total de la valeur vraie d'une précipitation continue (mm)
 $\sum R_s$: Volume total de la valeur estimée d'une précipitation continue (mm)

Les sites potentiels pour les stations de jaugeages représentatives ont été sélectionnés sur la base des données pluviométriques établies ci-dessus ii), par les procédures suivantes:

- a) Une combinaison d'un groupe aléatoire de stations de jaugeage choisies parmi celles déjà existantes dans chaque sous-bassin a été effectuée, et la moyenne des précipitations du sous-bassin de ces stations a été estimée en utilisant "la méthode du coefficient représentatif" par la formule suivante:

$$R_s = \sum (A_i \times R_i) + B$$

Où, R_s : Valeur estimée des précipitations du bassin (mm/jour)

R_i : Précipitation de pointe dans chaque station du groupe (mm/jour)

Les paramètres, A_i et B , sont des valeurs constantes spécifiques du bassin, qui varient en fonction de la combinaison de groupes de stations. Les valeurs constantes sont déterminées par l'analyse de régression multiple de la «valeur vraie des précipitations moyenne du bassin » et la précipitation de pointe de chaque station du groupe.

En outre, les aspects suivants ont été pris en considération lors du choix des sites potentiels pour les stations représentatives:

- 1) Les caractéristiques de la variation de la distribution spatiale et temporelle des inondations en question sélectionnées au paragraphe précédent ii) ne correspondent pas toujours aux pluies torrentielles à

venir.

- 2) Pour les données des précipitations journalières, l'éventualité et la complexité de la distribution spatiale et temporelle des fortes précipitations actuelles sont partagées à un certain niveau.
 - 3) Compte tenu de ce qui précède 1) et 2), des stations représentatives devraient, en principe, être réparties de façon égale dans chaque sous-bassin.
 - 4) Il est nécessaire de répartir les stations pluviométriques téléométriques en considérant la facilité et la garantie du fonctionnement et de la maintenance après leur installation.
 - 5) Il y a au total 39 stations équipées de jauges pluviométriques téléométriques dans le bassin de l'oued Mejerda, et il est préférable que ces stations soient choisies.
- b) Une estimation de l'exactitude de la moyenne des précipitations de bassin établie par "la méthode du coefficient représentatif" est généralement améliorée quand le nombre de stations accroît. Dans cette analyse, cette estimation de la précision est représentée par l'indice r: coefficient de corrélation entre les valeurs vraies des précipitations moyennes du bassin (R_0) et la valeur estimative des valeurs des précipitations moyennes du bassin (R). La relation entre le nombre de stations et la précision estimée est présentée dans la **figure G2.2.2**.
- c) Comme le montre la **figure G2.2.2**, malgré l'augmentation du nombre de stations, il existe un point qui réduit remarquablement l'amélioration de l'estimation de précision (coefficient de corrélation: r), qui est considéré comme un point d'inflexion. Cela signifie que l'amélioration de l'estimation de précision ne peut être prévue, même si une autre station est ajoutée à la combinaison du groupe qui provoque le point d'inflexion. Ainsi, la combinaison du groupe qui cause ce point d'inflexion pourrait être choisie comme site potentiel de stations représentatives sous la condition que le coefficient de corrélation: r soit supérieur ou égal à 0,9.

v) Vérification de la représentativité

Il a été vérifié que les stations sélectionnées en tant que stations représentatives appropriées pour les stations de jaugeage téléométriques des précipitations en confirmant que l'erreur acceptable est inférieur à 10% pour l'erreur standard et l'erreur sur le volume total des précipitations, qui ont été calculées par l'estimation de la moyenne des précipitations du bassin des stations sélectionnées en iv) ci-dessus. Les valeurs des deux erreurs sont indiquées dans le **tableau G2.2.2**. Aussi, **figure G2.2.3** représente la corrélation entre les valeurs vraies des précipitations moyennes du bassin (R_0) et la valeur estimative de la moyenne des précipitations du bassin (R).

iv) Résultat de l'analyse

Le résultat de l'analyse indique qu'au total 37 stations de jaugeage sont exigées pour l'ensemble du bassin du coté du territoire tunisien y compris les 23 stations existantes et les 14 stations proposées comme le montre le tableau ci-dessous: Les localisations exactes sont présentées dans la **figure 2.2.1**.

Nombre requis et No ID stations de jaugeage de précipitations téléométrique

Sous -bassin (Groupe)	Stations requises									
	Nombre	Station ID No. * ¹ (Existante) * ⁴					Station ID No. * ¹ (Proposé)			
G1: Cours inférieur	5	50692	51552	52905	56670	57122	-----	-----	-----	-----
G2: Sidi Salem	5	51403	51672	52864	57018	57643	-----	-----	-----	-----
G3: Bou Heurtma	1	51403	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
G4: DS of Siliana	6	55080	56757	57558	57646	-----	50568	50591	-----	-----
G5: US of Siliana	6	54102	56757	-----	-----	-----	53446	54671	56764	56906
G6: Tessa	4	53778	58272	-----	-----	-----	50421	55888	-----	-----
G7: Mellegue	6	53525	53605	55483	55502	-----	56595	57328	-----	-----
G8: Sarrath	6	55991	57678	-----	-----	-----	50522	53046	53311	53508
Total	37 * ²	23 stations * ²					14 stations* ³			

Source: Equipe JICA de l'Etude

- Note
- *¹: Les numéros d'identification des stations ID indique seulement le (Nom du bassin) 4ème chiffre et (numéro d'identification pour les stations) 5e à 8e chiffres
 - *²: Les stations ID n ° 51403 et 56757 sont intégrées dans deux groupes, mais elles sont comptées comme une seule station dans le calcul du nombre total.
 - *³: La station ID n ° 53311 représente le site du projet de barrage Sarrath, il sera également revu à la clause suivante (2) comme une station à être équipée à la fois de jauges de précipitations et de niveau d'eau.
 - *⁴: "Existantes" signifie qu'il existe déjà des jauges de précipitation téléométriques.

v) Traitement des stations de téléométrie existantes non sélectionnées

Considérant la prévision d'inondations majeures, les 37 stations pluviométriques ont presque le même niveau de fonctionnalité que les 144 jauges manuelles existantes. Certaines des jauges téléométriques existantes n'ont pas été intégrées dans les 37 stations. Toutefois, les jauges téléométriques non sélectionnées sont recommandées pour être utilisées d'une façon continue du fait qu'elles pourraient être nécessaires dans la prévision des inondations de petite et moyenne échelle et aider à la décision au sujet du contrôle de l'usage de l'eau pendant la saison sèche.

En outre, le nombre de jauges pluviométriques requis pour la prévision des inondations de petite et moyenne échelle sera examiné lors de la prochaine étape du projet.

(2) Installation de jauges du niveau d'eau téléométriques supplémentaires

En prévision de l'exploitation de réservoirs, les jauges de niveau d'eau jouent un rôle important, en particulier en amont du barrage Sidi Salem. Aussi, des jauges de niveau d'eau, au niveau et en amont des zones cibles où la prévision des niveaux d'eau est requise par le SPAI, doivent indiquer les niveaux d'eau critiques pour décider du déclenchement de l'évacuation et de la lutte contre les inondations.

Considérant ces deux aspects, l'installation de jauges téléométriques du niveau d'eau supplémentaires est recommandée comme indiqué ci-dessous. Leurs localisations sont

présentées dans la **figure G2.2.1**.

Installations supplémentaires de stations télémétriques de jaugeage du niveau d'eau

No.	Location	Raison de l'installation supplémentaire
1	Près de la frontière de l'oued Mellegue	Pour l'exploitation des réservoirs
2	Sidi Smail	Pour juger du risque d'inondation à la ville Sidi Smail
3	Barrage Sarrath *	Pour l'exploitation des réservoirs
4	Barrage Tessa *	Pour l'exploitation des réservoirs

Source: Equipe JICA de l'Etude

Note: * Stations aux sites de barrages équipées de jauges pluviométriques et de niveau d'eau considérant leur disponibilité et gestion pour l'exploitation du barrage aussi.

- (3) Incorporation des données des débits sortants des réservoirs dans le système de télémétrie existant

Pour l'exploitation coordonnée des barrages, des informations sur les débits sortant des réservoirs sont essentielles pour l'exploitation du barrage qui se trouve sur le côté en aval. Les informations sur les débits sortants pourraient être intégrées dans le SPAI selon les deux options suivantes.

- i) Les débits de sortants pris des registres d'exploitation doivent être saisis manuellement dans le système de télémétrie par le personnel du bureau de contrôle du barrage.
- ii) Les débits sortants sont calculés en fonction des ouvertures des vannes et les changements des niveaux d'eau des réservoirs. Ils peuvent être saisis automatiquement dans le système de télémétrie.

Tous les débits sortants des réservoirs des barrages qui pourraient être sélectionnés pour optimiser l'exploitation des réservoirs devraient être intégrés dans le système de télémétrie.

G2.2.4 Plan recommandé pour le système de transmission des données

- (1) Résolution des défaillances des télécommunications GSM

Le système a parfois échoué à transmettre les données observées au Centre d'Appel à la DGRE en raison de problèmes de télécommunication GSM. Dans le cadre du test de fonctionnement en cours, le fournisseur GSM, à savoir Tunisiana, tente de régler ce problème par l'installation de nouvelles antennes ou le déplacement des antennes existantes. Ces problèmes sont en voie de résolution étape par étape.

Toutefois, des problèmes inextricables de télécommunications devraient être couverts par des moyens manuels et conventionnels de transmission tels que le téléphone, la télécopie, la radio, etc.

Il est techniquement possible d'utiliser un autre fournisseur, Tunisie Telecom, en parallèle, mais cela reste déconseillé en raison de l'étendue restreinte de son service et du coût élevé maintenance (le double).

(2) Amélioration du réseau AGRINET

Actuellement, le système de télémétrie n'a pas rempli ses fonctions en raison du fonctionnement limité du réseau AGRINET. Le système de télémétrie pourrait être utilisé efficacement grâce aux améliorations suivantes:

i) Extension du réseau

Une exploitation coordonnée du système des barrages pourrait être fondée sur le principe que tous les bureaux de contrôle des barrages sont en mesure d'accéder à AGRINET afin d'obtenir des informations hydrologiques en temps voulu. Tous les bureaux de contrôle des barrages qui seront retenus pour optimiser l'exploitation des réservoirs devraient être ajoutés au réseau.

ii) Accroissement de la vitesse d'accès

La vitesse d'accès au réseau est trop lente pour pouvoir être utilisée dans l'analyse en cas d'inondation. Au moins 2,0 Gbit/s sont nécessaires pour l'analyse en temps opportun.

G2.2.5 Plan recommandé pour le système d'analyse

Même si le système de collecte d'information des données hydrologiques est amélioré, le SPAI ne saurait fonctionner sans un système d'analyse approprié. Ainsi, il est recommandé d'établir le système suivant de sorte que les décisions relatives à l'hydrologie soient faites en temps opportun et avec la précision requise.

(1) Système / Modèle de prévision des inondations

Il est recommandé que le système / modèle de prévision des inondations pour chaque zone du bassin soit mis au point suivant les étapes de développement ci-après indiquées:

i) En amont du barrage Sidi Salem

Développement à court terme

Pour le moment, la prévision des inondations doit être faite en utilisant la "méthode de corrélation des niveaux caractéristiques de l'eau de l'oued" fondée sur le niveau d'eau en amont des stations de jaugeage du fait que le développement des modèles d'analyse des écoulements des inondations exige un temps considérable durant le processus d'essai-erreur qui est essentiel pour le modèle de développement. Le développement du modèle d'analyse des écoulements des inondations doit être soigneusement considéré du fait que les méthodes basées sur les données pluviométriques comportent des facteurs incertains, qui peuvent nuire à l'exactitude des prévisions.

Développement à moyen terme (développement comme année cible 2030)

A la date butoir du Plan Directeur, à savoir 2030, les modèles d'analyse des écoulements des inondations basés sur les données télémétriques des précipitations sur le territoire tunisien seront développés.

Dans la présente étude, un modèle d'analyse des écoulements des inondations a été élaboré pour la partie du territoire tunisien du bassin de l'oued Mejerda. Bien que le modèle est assez simple, en application des recommandations faites à cet effet, il pourrait être utilisé efficacement à des fins de prévision des inondations à travers l'amélioration de la division du bassin et ainsi de suite.

Développement à long terme

Comme concept à long terme, un modèle d'analyse des écoulements des inondations basé sur les données pluviométriques en fonction des données censées être obtenues par des mesures satellitaires, y compris celles de la partie du territoire algérien du bassin de la Mejerda, devrait être développé. Dans ce cas un temps de réalisation supplémentaire ainsi qu'un examen de l'applicabilité de la prévision des précipitations seraient nécessaires.

Actuellement, le GEOSS (Global Earth Observation System of Systems) est en cours d'élaboration en vertu de la collaboration et la coordination entre les institutions de recherche concernées de part le monde. Ce système devrait contribuer, à l'avenir, à l'acquisition des données pluviométriques dans toutes les zones démunies de stations pluviométriques.

Dans ce même cadre, des systèmes d'analyse des inondations utilisant les données pluviométriques mesurées par satellites tels que GFA (Global Flood Alert System) et IFAS (Système d'analyse intégrée des cours d'eau) ont également été élaborés et sont en phase d'expérimentation.

L'application détaillée du système de mesure par satellite et des systèmes d'analyse utilisant ces données doit être examinée en considérant l'intervalle de temps d'observation, sa résolution et sa précision.

ii) En aval du barrage Sidi Salem

La prévision des inondations dans les régions en aval doit être réalisée par "la méthode de corrélation des niveaux caractéristiques de l'eau de l'oued", fondée sur les débits sortant des réservoirs du barrage Sidi Salem et du barrage de Siliana, et les niveaux d'eau de oued, en considérant l'écoulement des crues en aval des zones des sous-bassins versants.

Etant donné que c'est l'évacuation des populations qui prime, comme discuté dans la **section G2.2.1**, cette méthode pourrait fournir le temps de réalisation nécessaire pour que les débits sortant du barrage Sidi Salem atteignent Slouguia dans un laps de temps très court.

En outre, à moyen et long terme, il sera nécessaire aussi de développer un modèle d'analyse des écoulements des inondations.

(2) Etablissement des côtes d'alerte dans le système de télémétrie

i) But de l'établissement des côtes d'alerte

L'objectif de l'établissement de côtes d'alerte dans les principales stations de jaugeage du niveau d'eau est de fixer les niveaux d'eau critiques pour le déclenchement de chaque étape liée à chacune des actions requises, telles que l'exploitation des réservoirs, les activités d'évacuation et de lutte contre les inondations.

Dans le système actuel, les niveaux d'alerte et de débordement d'eau sont déterminés en fonction de l'expérience. Toutefois, compte tenu de l'objectif qui précède, il est nécessaire de fixer point par point les niveaux d'eau avant d'arriver au niveau de débordement.

ii) Classification et établissement des critères

La classification des niveaux d'eau et l'établissement des critères pour les côtes d'alerte avec leurs indications sont fournis ci-dessous:

Côtes d'alerte du niveau d'eau et Base de Fixation

Etape	Niveau d'eau	Critères d'établissement
1ere	Niveau d'eau suggéré	• Niveau d'eau de base à partir duquel les unités de lutte contre les inondations commencent à préparer la mobilisation
2ème	Alerte niveau d'eau	• Niveau d'eau possible pour causer l'inondation • Niveau d'eau de base à partir duquel l'annonce d'évacuation est émise et les unités contre les inondations sont mobilisées
3ème rd	Niveau d'eau de débordement	• Niveau d'eau possible au delà duquel le débordement des inondations peut avoir lieu • Niveau d'eau déterminé sur la base du niveau nominal des hautes eaux en considération des conditions du terrain

Source: Ministère du Territoire, Infrastructure et Transport, Japon

(3) Système d'exploitation coordonnée des barrages

i) Données hydrologiques télémétriques à partager pour coordonner l'exploitation des barrages

Les données hydrologiques télémétriques qui suivent sont à partager, entre les bureaux respectifs de contrôle des barrages afin de maîtriser la coordination complète des barrages.

- Débit / niveau d'eau de chaque station hydrométrique.
- Etat d'exploitation d'autres barrages à coordonner (y compris les données des débits entrants et sortants).

A cet égard, il est également recommandé que tous les bureaux de contrôle des barrages puissent accéder à AGRINET comme indiqué dans le paragraphe (2) dans la **sous-section G2.2.4**.

ii) Temps de réalisation nécessaire pour l'exploitation des barrages.

Il serait nécessaire d'acquérir des informations hydrologiques au moins 24 heures à l'avance pour optimiser l'analyse de l'exploitation des réservoirs.

iii) Règles fondamentales d'exploitation

L'exploitation coordonnée des barrages dans un but de fonctionnement optimisé du réservoir devrait être supervisée et entreprise par le bureau central de contrôle, qui aurait toutes les informations nécessaires recueillies à partir du système de télémétrie.

G2.2.6 Plan recommandé pour le système de diffusion de l'alerte

L'alerte aux inondations est émise par le Ministre de l'Intérieur. Une fois que la Commission régionale instituée, la communication au niveau régional se fait par tous les moyens disponibles tels que téléphone, télécopie, téléphone mobile, la radio, etc. en ligne avec la structure organisationnelle fixée par le plan régional de gestion des calamités.

La diffusion aux résidents est examinée dans la **section G2.3** compte tenu du fait que son objectif premier est l'évacuation.

G2.2.7 L'estimation du coût

Le coût total est estimé à 153.500 euros compte tenu du coût de l'équipement, présenté dans le **Tableau G2.2.3**. Cette estimation des coûts est limitée dans cette étude au coût de l'installation additionnelle de jauges télémétriques et de l'intégration des données des lâchures de barrage communiquées dans le système de télémétrie existant.

CHAPTITRE G3 SYSTEME D'EVACUATION / DE LUTTE CONTRE LES INONDATIONS

G3.1 Identification et étude des problèmes / questions au sujet de l'évacuation et la lutte contre les inondations

G3.1.1 Dispositions institutionnelles

(1) Les textes juridiques

Les dispositions institutionnelles relatives à la gestion des calamités sont basées principalement sur les textes juridiques suivants:

- a) La loi no.39-1991 du 8 juin 1991 relative à la lutte contre les calamités, à leur prévention et à l'organisation des secours

La loi comporte 16 articles, 1) la définition des calamités, 2) les plans national et régionaux de gestion des calamités, 3) les commissions nationale et régionales des calamités, 4) la coordination entre le Ministre de l'Intérieur et les Gouverneurs respectifs, 5) des inventaires complets des ressources humaines et des équipements disponibles pour les activités de gestion des calamités, 6) l'ordre de mettre en application les plans national et régionaux de gestion des calamités, 7 à 15) la réquisition des équipements et des ressources humaines en période de calamités, et 16) l'abrogation des dispositions antérieures.

- b) Le décret n° 93-942 du 26 avril 1993, fixant les modalités d'élaboration et d'application du plan national et des plans régionaux relatifs à la lutte contre les calamités, à leur prévention et l'organisation des secours et le décret n° 2004 -2723 du 21 Décembre 21 2004, portant modification du décret n° 93-942.

Ces décrets comportent 16 articles, 1) les moyens d'appliquer les plans national et régionaux de lutte contre les calamités et la composition des commissions, 2) les aspects à considérer dans l'élaboration des plans, 3) l'élaboration et l'approbation des plans, 4) le positionnement des plans régionaux avec le plan national, 5) l'approbation des plan régionaux et la soumission à la Commission nationale des calamités, 6) les types de calamités, 7) la programmation séquentielle des opérations, 8) le déclenchement de la mise en œuvre, 9) la tenue de réunions avec les autorités, 10) l'ordre du déclenchement des plans, 11) fin des opérations, 12) les membres de la Commission nationale des calamités, 13) la réunion de la Commission nationale en cas de catastrophe, 14) membres de la Commission régionale des catastrophes, 15) la réunion de la Commission régionale en cas de calamité, et 16) l'exécution du décret.

(2) Commissions de gestion des calamités

Conformément à la loi n°91-39 relative à la lutte contre les calamités, à leur prévention et à l'organisation des secours, la Commission nationale et les commissions régionales pour

la gestion des calamités sont sous l'autorité respectivement du Ministre de l'Intérieur et du Gouverneur.

La protection civile assure les fonctions de secrétariat permanent de ces commissions et assure la coordination entre les différentes parties intervenantes.

1) La commission nationale des calamités

Selon les décrets n° 93-942 et n° 2004-2723 précités, la Commission nationale en cas de calamité est l'organe suprême du pays compétent pour la gestion des catastrophes et elle est présidée par le Ministre de l'Intérieur.

La Commission se compose du président et de 18 représentants désignés parmi les ministères concernés, ces représentants sont choisis selon le cas en fonction du type de calamité.

2) Les commissions régionales des calamités

Selon les décrets n° 93-942-1993 et n° 2004-2723 précités, la commission régionale est l'organe suprême de chaque gouvernorat pour la gestion des calamités et elle est présidée par le Gouverneur.

La Commission se compose du président et de 17 représentants désignés parmi les bureaux régionaux des ministères concernés, ces représentants sont choisis selon le cas en fonction du type de calamité.

(3) Institutions responsables

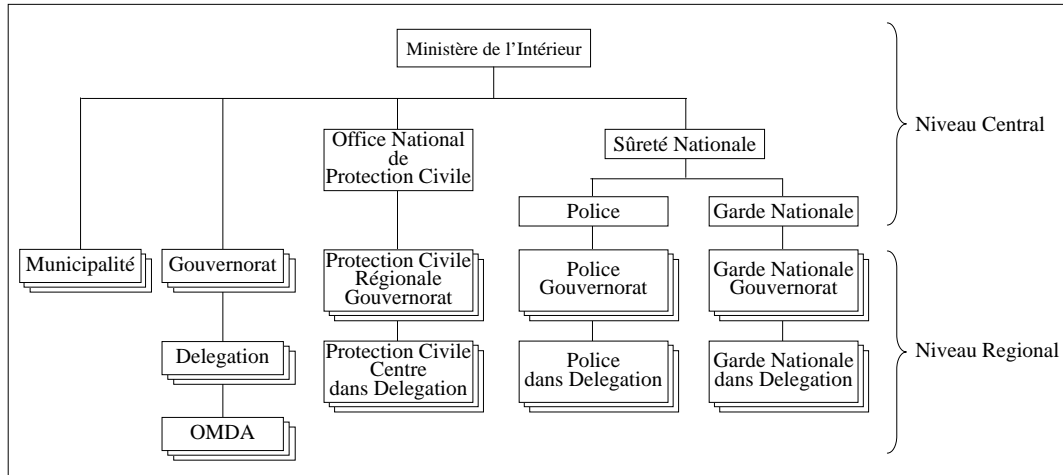
1) La protection civile

Au niveau régional Le bureau régional de la protection civile est responsable de l'évacuation et de la lutte contre les inondations, en coopération avec la Garde nationale, la Police et l'Armée comme le montre les photos ci-dessous:



Source: CRDA Manouba

Ces organismes, sauf les militaires relèvent du Ministère de l'Intérieur comme le montre la figure ci-dessous, et l'armée relève du Ministère de la Défense nationale.



Source: Interviews avec MARH

Organismes concernés par la lutte contre les inondations

2) Les civils volontaires

Outre la protection civile, des volontaires civils participent à la lutte contre les inondations. Selon le décret n° 99-2428 du premier novembre 1999 sur les modalités et les procédures d'emploi des civils volontaires dans la gestion des calamités, tout citoyen qui passe avec succès un examen de civil volontaire peut s'inscrire dans la liste d'aptitude au travail volontaire au service de la protection civile. Ces citoyens sont convoqués par l'office de la protection civile en cas de calamité.

(4) Plan régionaux de gestion des calamités

Sur la base de la loi n° 91-39 et le décret n° .93-942, le plan est élaboré par la Commission régionale des calamités, en coopération avec les instances régionales de la protection civile. Chaque plan régional est examiné par la Commission nationale des calamités avant d'être approuvé par le Gouverneur.

Les plans d'évacuation et de lutte contre les inondations spécifiques aux gouvernorats sont définis à l'échelon régional au sein du plan de gestion des calamités, à savoir le plan ORSEC.

G3.1.2 Statut des plans régionaux de gestion des calamités existants

(1) Généralités

Les plans élaborés dans les différents gouvernorats sont fondés sur des lignes directrices de manière à normaliser la structure de mise en œuvre et les procédures qui seront utilisées en cas de calamité, alors que les éléments spécifiques aux gouvernorats sont mis au point en fonction des caractéristiques de la région.

(2) Composition du plan

Le plan est composé d'une partie principale contenant des termes communs appliqués à tous les types de calamité et quatre annexes, spécifiques à chacun des types de calamité

suivante:

- Le plan rouge: les événements engendrant un grand nombre de blessés et de victimes
- Le Plan Bleu: inondations, noyades et pollutions marines
- Le plan vert : feux de forêts et des plantations
- Le plan jaune: évènements technologiques ou accidents chimiques

(3) Mise à jour du plan

Le Plan Bleu, relatif aux événements d'inondations est mis à jour avant chaque saison des pluies, en réponse aux catastrophes naturelles et / ou les modifications artificielles dans l'environnement du site qui sont identifiés dans le cadre d'investigations régulières effectuées par les de la protection civile de la région sur le terrain.

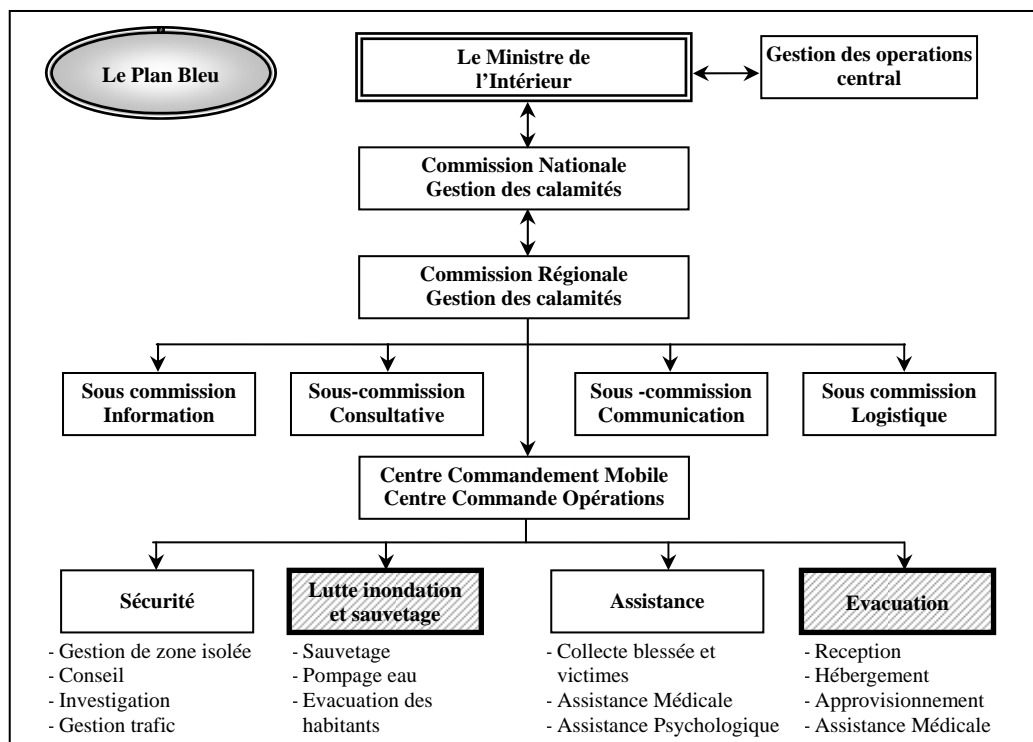
(4) Contenu du plan

Grâce à la coopération du service régional de la protection civile du gouvernorat de la Manouba, le plan ORSEC du gouvernorat de la Manouba et ses informations annexes ont été fournis à l'équipe d'étude de la JICA. Le plan contient principalement les éléments suivants:

- Les références juridiques
- Structure organisationnelle
- Rôles et responsabilités de chaque organisation
- Schéma de coordination, de communication et du système de reporting
- Réquisition de l'ordre de service du sauvetage des particuliers et / ou collectif
- Plans des techniques de sauvetage et programme des outils d'évacuation
- Plan financier des activités de sauvetage
- Différents types de cartes

(5) Organisation structurelle du Plan Bleu

La composante évacuation physique du plan est exécutée par quatre unités opérationnelles en vertu de l'instruction du Centre de Commandement Mobile.



Source: The guide des Gouverneurs sur la préparation de la gestion régionale des calamités et l'organisation des secours

Structure de mise en œuvre du Plan Bleu

G3.1.3 Questions sur l'actuel système d'évacuation et de lutte contre les inondations

(1) Non publication des plans de gestion des calamités et des cartes d'évacuation

Les plans de gestion des calamités et les cartes d'évacuation réalisés sont tenus par un nombre limité d'institutions. Même les membres des commissions nationale et régionale des calamités ne peuvent en disposer; que dire alors du public dont la majorité ne sait même pas leur existence. Selon les résultats de l'enquête sur les inondations et leurs dommages, près de 80% des répondants reconnaissent la nécessité de disposer des plans d'évacuation pour assurer leurs biens.

(2) Critères imprécis pour le déclenchement de l'évacuation et de la lutte contre les inondations.

Dans le système actuel, les critères de mobilisation des unités opérationnelles de lutte contre les inondations ou du timing de l'alerte / et sa diffusion aux résidents ne sont pas précisément établis.

(3) Une communication incomplète entre les institutions concernées et les résidents

Selon les résultats de l'enquête sur les inondations et leurs dommages, lors des inondations passées 67% des agriculteurs ont décidé par leur propre jugement d'évacuer ou non et ce du fait qu'ils n'avaient pas reçu d'alerte à l'inondation ou l'ordre d'évacuation en dépit de la diffusion par les médias et l'appel fait par la Protection Civile.

Dans plusieurs cas, de telles réactions pourraient indiquer que les résidents ne pouvaient pas juger des actions à entreprendre en raison de l'information incompréhensible et de la

diffusion incomplète.

(4) Usage inapproprié des cartes d'évacuation

Chaque commission régionale a préparé un plan d'évacuation comme information interne, mais certaines informations nécessaires ne sont pas indiquées sur la carte.

G3.2 Plans de substitution du système d'évacuation et de lutte contre les inondations

G3.2.1 Recommandations de développement et d'amélioration du plan d'évacuation et de lutte contre les inondations

(1) Planification de base

En tenant compte de la situation actuelle, le système d'évacuation et de lutte contre les inondations devrait être réexaminé sur la base des deux points de vue suivants:

- i) Afin de décider du moment approprié pour le déclenchement de l'évacuation / la lutte contre les inondations, il est important de clarifier avec précision les critères de commencement.
- ii) Etant donné que la compréhension et la coopération du public et de leurs communautés sont indispensables pour les activités d'évacuation, la sensibilisation du public sur l'atténuation des catastrophes est essentielle.

Ce chapitre décrit les améliorations et les développements à porter sur le système actuel d'évacuation et de lutte contre les inondations.

(2) Formulation d'un système de partage de l'information

Le partage de l'information et la reconnaissance des personnes concernées y compris les gouvernements et le public sont essentiels pour l'évacuation.

Afin de faire prendre conscience des personnes de l'atténuation des effets des calamités, le public devrait être informé à l'avance et en cas d'une inondation au moins des éléments suivants:

- Mode et voie diffusion Alerte / annonce
- Les zones les plus proches ou disponibles d'évacuation dans leur région
- L'adresse du contact clefs, qui sera en mesure de fournir une assistance aux résidents qui souhaitent avoir des informations

Les informations ci-dessus pourraient être indiquées sur un plan d'évacuation, et la carte l'évacuation sera distribuée aux maisons dans les zones inondables ou affichée dans des endroits importants tels que les bureaux de l'administration et les lieux publics.

En outre, à long terme, la mise en place de système de partage de l'information en utilisant le SIG pourrait contribuer à la communication entre les administrations centrales et locales ainsi que la divulgation de l'information auprès du public par des sites web.

(3) Clarification sur les critères de déclenchement des activités requises

Aux fins du bon de commencement des activités requises pour l'évacuation et / ou la lutte contre les inondations, le gouverneur procède par étape à l'émission de l'annonce d'évacuation et à l'alerte à la lutte contre les inondations comme suit:

i) Etapes de l'annonce d'évacuation

L'annonce se fait en trois étapes, à savoir : 1ère) préparation d'évacuation, 2ème) suggestion de l'évacuation, et 3ème) l'ordre d'évacuation, en se basant sur les niveaux d'eau dans les principales stations de jaugeage et l'état des structures de lutte contre les inondations.

ii) Etapes de l'alerte à la lutte contre les inondations

Les alertes à la lutte contre les inondations se fait en quatre étapes, à savoir: 1ère) veille, 2ème) la préparation, 3ème) la mobilisation, et 4ème) la vigilance continue en se fondant sur les niveaux d'eau, y compris les niveaux de débordement de l'eau, au niveau des principales stations de jaugeage.

Le niveau de l'eau critique des stations de jaugeage respectives pour chaque étape doit être déterminé en se fondant sur les niveaux de débordement fournis par la DGRE.

(4) Le développement des procédures d'évacuation

Il est nécessaire de développer des procédures d'évacuation facilement compréhensibles pour les équipes de sauvetage et le public selon les aspects suivants:

Méthode de dissémination garantie :

- Par l'intermédiaire des médias dans le cadre d'un accord avec les organisations médias
- Par toute méthode disponible tel qu'un véhicule équipé d'un haut-parleur, etc. et par les efforts de la Protection Civile en coopération avec les institutions concernées
- Plus de réseaux de communication de Imada, qui est une unité minimale de la communauté locale d'une Délégation.

Annonces Compréhensibles:

- Emetteur du conseil / ordre d'évacuation
- Raisons du conseil / ordre d'évacuation
- Zone cible du conseil / ordre d'évacuation
- Les espaces et itinéraire adaptés à l'évacuation

Système de confirmation systématique de l'évacuation:

- Utilisation de la capacité de leadership de l'Omda, chef de l'Imada, qui est le plus familier avec les résidents vivant dans son Imada
- Vérification des personnes évacuées avec l'aide de listes de noms au niveau des postes de contrôle installés à l'intérieur ou sur la voie à l'évacuation des espaces.

Ces activités dépendent de l'auto initiative des résidents et de la coopération des communautés. Des plans détaillés d'évacuation doivent être formulés pour chaque Gouvernorat en tenant compte de la participation du public et, éventuellement, des activités communautaires.

3.2.2 Préparation de la carte d'évacuation

(1) Généralités

Une carte d'évacuation couvrant la zone de peuplement de Jedeida, comme zone modèle, a été établie dans cette étude avec la coopération de la Protection Civile de Manouba. Les cartes d'évacuation pour les autres zones ciblées devraient être établies de la même manière pour chaque gouvernorat.

(2) Approches techniques

Les approches techniques de base utilisées pour cet exercice sont les suivantes:

1) Estimation de l'étendue maximale de l'inondation

Dans cet exercice, le résultat de l'analyse des inondations pour le cas d'une crue de durée de retour de 20 ans, ce qui correspond à la crue de Janvier 2003, a été utilisé. L'analyse a été menée sous la condition "sans structures proposées" en vue de son utilisation, lors d'une inondation, avant la mise en œuvre des mesures structurelles.

2) Sélection des zones et des voies d'évacuation

Les zones éligibles ont été sélectionnées sur la base de : a) l'espace public situé hors de zones inondables probables, b) la capacité et les équipements de la zone, c) la distance aux zones inondables probables, et d) l'accessibilité.

3) Clarification des informations supplémentaires

Les informations supplémentaires énumérées et tracées sur la carte ont été choisies, elles portent sur : a) les voies de communication pour l'annonce de l'évacuation, b) les infrastructures médicales, et c) les bureaux des administrations locales concernées par l'évacuation / la lutte contre les inondations.

4) Finalisation de la carte d'évacuation

Le projet de plan d'évacuation a été finalisé sur la base de cartes topographiques avec une échelle de 1 / 25000 puisque les cartes aux échelles souhaitées, 1 / 10000 à 1 / 15000, n'étaient pas disponibles pour cet exercice.

La **Figure G3.2.1** présente la carte d'évacuation établie dans la présente étude.

Tableaux

Table G2.1.1 Liste des stations télémétriques de jaugeage dans le bassin de l'oued Mejerda

CRDA	No.	Nom de la Station	N°ID Station	N°ID Barrage	Coordonnées		Type	Nom de l'oued
					X_UTM	Y_UTM		
Ariana	1	AR-KLT ANDALUS-	1485352022		601350	4104063	SP\$	---
	2	AR-PT BIZERTE-MEJ-	1485900188		593922	4094878	SH\$	Mejerda
	3	AR-S/THABET-	1485667322		592603	4084391	SP\$	---
	4	AR-TOBIAS MEJ-	1485900187		595185	4097334	SHP\$	Mejerda
Beja	5	BJ-BEJA-	1485082302		515424	4062936	SP\$	---
	6	BJ-EL HERRI-MEJ-	1485900141		559662	4064020	SHP\$	Mejerda
	7	BJ-GOUBELAT-	1485290202		559123	4043858	SP\$	---
	8	BJ-GP5 LHR-	1485802270		565269	4053786	SH\$	Lahmar
	9	BJ-JBL LAOUEJ-SI-	1485501635		538469	4042093	SHP\$	Siliana
	10	BJ-MJZ GP5-MEJ-	1485900139		554456	4055112	SHP\$	Mejerda
	11	BJ-MJZ MORADI-MJ	1485900140		554206	4055584	SH\$	Mejerda
	12	BJ-PT BEJA-BEJ-	1485602240		519966	4065646	SH\$	Beja
	13	BJ-S/SALEM-BGE-	1485900129	54B0101	535406	4049475	SHP\$	---
	14	BJ-SLOUGHIA-MEJ-	1485900130		546374	4048968	SHP\$	Mejerda
	15	BJ-TEBOUSSOUK-	1485755802		522330	4034599	SP\$	---
	16	BJ-TESTOUR-	1485764602		539225	4043544	SP\$	---
	17	BJ-KALED AVL-KH	1485801890		535783	4044618	SH\$	Khalled
	18	BJ-MKHACHBIA-AVAL	1485793050		535881	4064405	SH\$	Mekhashiba
Jendouba	19	JD-BNIMTIR-BGE-	1485400178	53B3502	477075	4065978	SHP\$	---
	20	JD-BOUSALEM-MEJ-	1485400180		496974	4050563	SHP\$	Mejerda
	21	JD-DAR FATMA	no data		473204	4056375	SP\$	---
	22	JD-GARDIMAOU-MEJ-	1485400110		449459	4033725	SHP\$	Mejerda
	23	JD-JENDOUBA-	1485698801		480808	4039439	SP\$	---
	24	JD-JENDOUBA-MEJ-	1485400160		479198	4039531	SH\$	Mejerda
	25	JD-KASSEB-BGE-	1485305029	53B0101	500427	4067868	SHP\$	---
	26	JD-PLAINE RAGHAI-	1485001160		458855	4037351	SH\$	Raghai
	27	JD-PT GP17 MLG-	1485101211		477725	4028582	SHP\$	Mellegue
	28	JD-PT GP6 MLZ-	1485301480		461196	4035275	SH\$	Mliz
	29	JD-S/ABID TSA-	1485504670		no data	no data	SH\$	Tessa
	30	JD-BOUHERTMA-BGE	1485400179	53B3501	481295	4058259	SHP\$	---
El Kef	31	KF-HAIDRA SRT-	1485106125		458425	3940535	SH\$	Sarrat
	32	KF-K13 MLG-	1485101210		454661	3996946	SHP\$	Mellegue
	33	KF-KEF-	1485361903		474462	4003817	SP\$	---
	34	KF-KLT SENAN-	1485352503		440356	3957908	SP\$	---
	35	KF-MELLEQUE-BGE-	1485101209	51B1201	473215	4018524	SHP\$	---
	36	KF-PT ROUTE RMEL-	1485104380		467416	3996599	SH\$	Rmel
	37	KF-PT RTE SARRAT-	1485100506		460796	3962234	SHP\$	Sarrat
	38	KF-S/AHMED SLH-	1485599103		462050	3955249	SP\$	---
	39	KF-S/MEDIEN TSA-	1485201355		495326	4017598	SHP\$	Tessa
	40	KF-SERS VILLE-TSA-	1485201330		503341	3991048	SH\$	Tessa
	41	KF-SKT S/YOUSF-	1485550003		441929	4009730	SP\$	---
	42	KF-SOUANI-BGE-	1485204109	no data	497556	4006790	SHP\$	---
	43	KF-ZOUARINE GARE-	1485827203		491395	3986360	SP\$	---
Manouba	44	MN-BJ TOUMI-MEJ-	1485900147		564901	4066252	SH\$	Mejerda
	45	MN-CHAFROU-	1485802580		585708	4066434	SH\$	Chafrou
	46	MN-JEDEIDA-MEJ-	1485900170		583249	4077940	SH\$	Mejerda
	47	MN-TEBOURBA-	1485753924		575594	4076335	SP\$	---
	48	MN-LAROUSIA AVAL-	1485900150		568915	4072662	SHP\$	Mejerda
	49	MN-MORNAGUIA	1484454924		588122	4067968	SP\$	---
Siliana	50	SL-KRIB-	1485377604		512352	4019062	SP\$	---
	51	SL-M12 OSAFA-SIL-	1485504870		538776	3979309	SH\$	Siliana
	52	SL-PT ROUTE-SIL-	1485501610		534960	3992704	SH\$	Siliana
	53	SL-SILIANA-	1485676304		535244	3992016	SP\$	---
	54	SL-SILIANA-BGE-	1485501609	55B1601	531479	4001000	SHP\$	---
	55	SL-MAKTHAR-	1485410304		518439	3967398	SP\$	---
	56	SL-RMIL-BGE	1485505089	55B5001	545066	4017607	SHP\$	---
Kasserine	57	KS-TALLA	1485767809		470375	3935599	SP\$	---

Note: Type montrent que P=Précipitation, H=Niveau d'eau, et HP=Précipitation et niveau d'eau

Source: DGRE

Tableau G2.2.1 Liste des stations utilisées pour l'analyse du nombre de stations pluviométriques

No.	Nom de la Station	ID No.	Sous-bassin No.				No.	Nom de la Station	ID No.	Sous-bassin No.			
1	AIN BEYA OUED RHEZALA	50078	3				72	KOUDIAT INRAT	53754	2			
2	AIN DEBBA	50138	3				73	KRIB FERME COSSEM	53778				6
3	AIN JEMMALA	50177		4			74	KSAR BOU KHRIS	53797			4	
4	AIN GUESIL	50244		4			75	KSAR BOU KLEIA	53803	2			
5	AIN HAMRAYA	50260	3				76	KSAR HDID	53810	2			
6	AIN KERMA 1	50276				7	77	KSOUR ECOLE	53839				6
7	AIN MERJA	50350	2				78	KSAR TYR LES ALLOBROGES	53875	1			
8	AIN S'KOUM	50421				6	79	LABAR ECOLE SERS	53922				6
9	AIN SALLEM	50422	2	3			80	LORBEUS CTV	53964				6
10	AIN TABIA	50467				6	81	MAKTHAR P.F	54102			5	
11	AIN TOUNGA SE	50511		4			82	MEJEZ EL BAB PF	54292	1			
12	AIN ZARGA RETENUE	50522					83	MEJEZ EL BAB PV	54297	2			
13	AIN ZARGA RUINE ROMAINE	50523				6	84	MEHRINE CRA	54345	1			
14	AIN ZANA	50535	2	3			85	MONTARNAUD 1	54524	1			
15	AIN ZEBDA	50543	2				86	MUNCHAR ECOLE	54611	2			
16	AIN ZELIGUA	50553				6	87	NEBEUR DELEGATION	54639				7
17	AKHOUAT GARE	50591		4			88	NMAIRIA	54671			5	
18	AMDOUN CTV	50630		3			89	OUED EL LEBEN	54900	2			
19	AROUSSIA BARRAGE	50692	1				90	OUED MLIZ INRAT	54981	2			
20	BADROUNA BOUSALEM	50738	2				91	OUED MELLEGUE K 13	54990				7
21	BALTA CTV	50752	2				92	OUED RMLL	55053			4	
22	BARRAGE KASSEB	50764	2				93	OUED TINE	55080			4	
23	BARRAGE LAKHMES	50767				5	94	OUED ZARGA 12 MAI	55086	2			
24	BARRAGE SIDI SALEM	50772		4			95	OUED ZARGA RHAYET	55087	2			
25	BATANE ECOLE	50791	1				96	OUED ZARGA EX FME RURAL	55089		3		
26	BATANE OMVVM	50792	1				97	OUED ZARGA FME DENGUEZLI	55091	2			
27	BEAUCE TUNISIENNE	50799	2				98	OUED ZARGA CTV	55095	2			
28	BORJ EL AMRI	51009	1				99	EL OUATIA HIR EL BEHI	55135	1	2		
29	BORJ EL AIFA	51103	2				100	PORTO FARINA GHAR EL MELEH	55193	1			
30	BORDJ HAMDOUNA	51133	2				101	RAGHAY SUPERIEUR	55288	2			
31	BJ TOUMI STE BARAK	51190	1				102	REBAIEB	55335	1			
32	BEN METIR 2 SM	51268		3			103	SADINE RESERVE	55483				7
33	BOU HEURTMA BGE	51403	2	3			104	SAKIET SIDI YOUSSEF SM	55502				7
34	CHAOUACH	51552	1				105	SERS AGRICOLE	55887				6
35	CHAOUAT	51559	1				106	SERS DELEGATION	55888				6
36	CHEMTOU RAOUDET SM	51608	2				107	SIDI AHMED SALAH CRA	55991				8
37	CHEMTOU FERME	51609	2				108	SIDI BOU ROUIS SM	56250				6
38	CHERFECH CRGR	51616	1				109	SIDI BOUROUIS DELEG	56257				6
39	CITE DU MELLEGUE SM	51672	2			7	110	SIDI SAHBI ABIDA	56595				7
40	DAOUESS FERME UCP	51786	2				111	SIDI THABET DOMAINE HARAS	56670	1			
41	JANTOURA	51856		3			112	SIDI THABET OMVVM	56673	1			
42	JEBEL KBOUCH	51934	2				113	SILIANA BARRAGE	56757			4	5
43	DJEDEIDA CTV	51967	1				114	SILIANA II SM	56763				5
44	DJERISSA DELEGATION	52041					115	SILIANA AGRICOLE	56764				5
45	DEHMANI MUNICIPALITE	52510				6	116	SILIANA LAOUJ	56765			4	
46	EL ALIA SERS UCP	52521				6	117	SKHIRA BOU SALEM	56804	2			
47	EL GUANTRA	52545				5	118	SLOUGUIA	56832	1			
48	FATH TESSA	52603				6	119	SODGA	56906				5
49	FEJ KHEMAKHEM	52619	1				120	SK EL ARBA(JENDOUBA)SE	56988	2			
50	FERNANA	52659		3			121	SK EL ARBA(JENDOUBA)SM	56990	2			
51	FEIJA EL SM	52665	2				122	BOU SALEM DRE	57018	2			
52	GAAFOUR DELEG	52783		4			123	SK EL KHEMIS B.S.CFPA	57022	2			
53	GARDIMAOU DRE	52864	2				124	SOUK ESSEBT	57030	2			
54	GHAR EL MELH NOUVEAU SM	52872	1				125	MORNAGUIA EX SI CYPRIEN	57122	1			
55	GHANIMA TESTOUR	52874		4			126	TAJEROUINE AIN ZOUAGHA	57328				7
56	GOUBELLAT	52905	1				127	TAJEROUINE Fme D'ETAT	57332				7
57	HAIKRA RE	53046					128	TAJEROUINE AGRICOLE	57338				7
58	HAMMAM BAYADHA SUD	53057	2				129	TEBOURBA	57539	1			
59	EL HERY	53096	1				130	TEBOURSOUK SM	57558			4	
60	HAOUEM	53097	2				131	TESSA SIDI MEDIEN	57643	2			
61	HIR MAZDOUR	53311				7	8	132	TESTOUR SM	57646		4	
62	HAOUD	53430				7		133	TALA SM	57678			8
63	JAMA DRE	53446		4	5			134	THIBAR SM	57690	2		
64	KALAA KHASBA DELEGATION	53508					8	135	TOUNGAR CRA	57731	1		
65	KALAA ANDALOUS	53520	1					136	TOUIREF CTV	57742			7
66	KALAA ESSENAM DELEGATION	53525				7		137	TOUKEBER	57752	1		
67	KHARROUBA	53554		4				138	UTIQUE OMVVM	57966	1		
68	KEF EN NESOUR	53603	2					139	ZAAFRANE UCP	58059	2		
69	KEF.B.I.R.H	53605				7		140	ZEBIDA UCP ENNAJAT	58090			7
70	KEF HELIOPOLIS	53612				7		141	ZAOUEM SM	58158	2		
71	KEF CMA	53619				7		142	ZOUARINE GARE	58272			6

Source: DGRE

Note: Les numéros d'identification des stations ID indique seulement le (Nom du bassin) 4ème chiffre et (numéro d'identification pour les stations) 5e à 8e chiffre

Table G2.2.2 Erreur des Estimations des Précipitations Journalières

Sous-bassin No.	Période de l'inondation en question	Nombre d'échantillon	Erreur Standard	Total Erreur Volume
1	22-27 Mai 2000	24	0.35%	9.15%
	8-13 Jan 2003	24	0.68%	2.30%
	22-27 Jan 2003	24	2.09%	8.55%
	8-13 Dec 2004	24	0.32%	2.17%
	Moyenne		0.86%	5.54%
2	22-27 Mai 2000	24	1.22%	3.25%
	8-13 Jan 2003	24	1.59%	0.66%
	22-27 Jan 2003	24	3.61%	4.11%
	8-13 Dec 2004	24	0.62%	9.94%
	Moyenne		1.76%	4.49%
3	22-27 Mai 2000	24	1.73%	7.33%
	8-13 Jan 2003	24	3.19%	4.90%
	Jan 22-27, 2003	24	2.17%	6.26%
	8-13 Dec 2004	24	0.43%	4.02%
	Moyenne		1.88%	5.63%
4	22-27 Mai 2000	24	1.53%	4.78%
	8-13 Jan 2003	24	0.50%	2.56%
	22-27 Jan 2003	24	0.88%	0.38%
	8-13 Dec 2004	24	0.46%	2.37%
	Moyenne		0.84%	2.52%
5	22-27 Mai 2000	24	0.34%	8.52%
	8-13 Jan 2003	24	0.24%	0.65%
	22-27 Jan 2003	24	0.20%	3.01%
	8-13 Dec 2004	24	0.18%	7.93%
	Moyenne		0.24%	5.03%
6	22-27 Mai 2000	24	2.50%	6.87%
	8-13 Jan 2003	24	2.00%	6.71%
	22-27 Jan 2003	24	1.27%	0.92%
	8-13 Dec 2004	24	0.91%	0.34%
	Moyenne		1.67%	3.71%
7	22-27 Mai 2000	24	0.24%	0.67%
	8-13 Jan 2003	24	1.43%	2.67%
	22-27 Jan 2003	24	1.05%	4.68%
	8-13 Dec 2004	24	1.42%	0.28%
	Moyenne		1.04%	2.07%
8	22-27 Mai 2000	24	0.36%	1.90%
	8-13 Jan 2003	24	0.74%	1.21%
	22-27 Jan 2003	24	1.30%	5.71%
	8-13 Dec 2004	24	1.09%	1.09%
	Moyenne		0.87%	2.48%

Table G2.2.3 Estimation du coût d'amélioration du SPAI dans le bassin de l'oued Mejerda

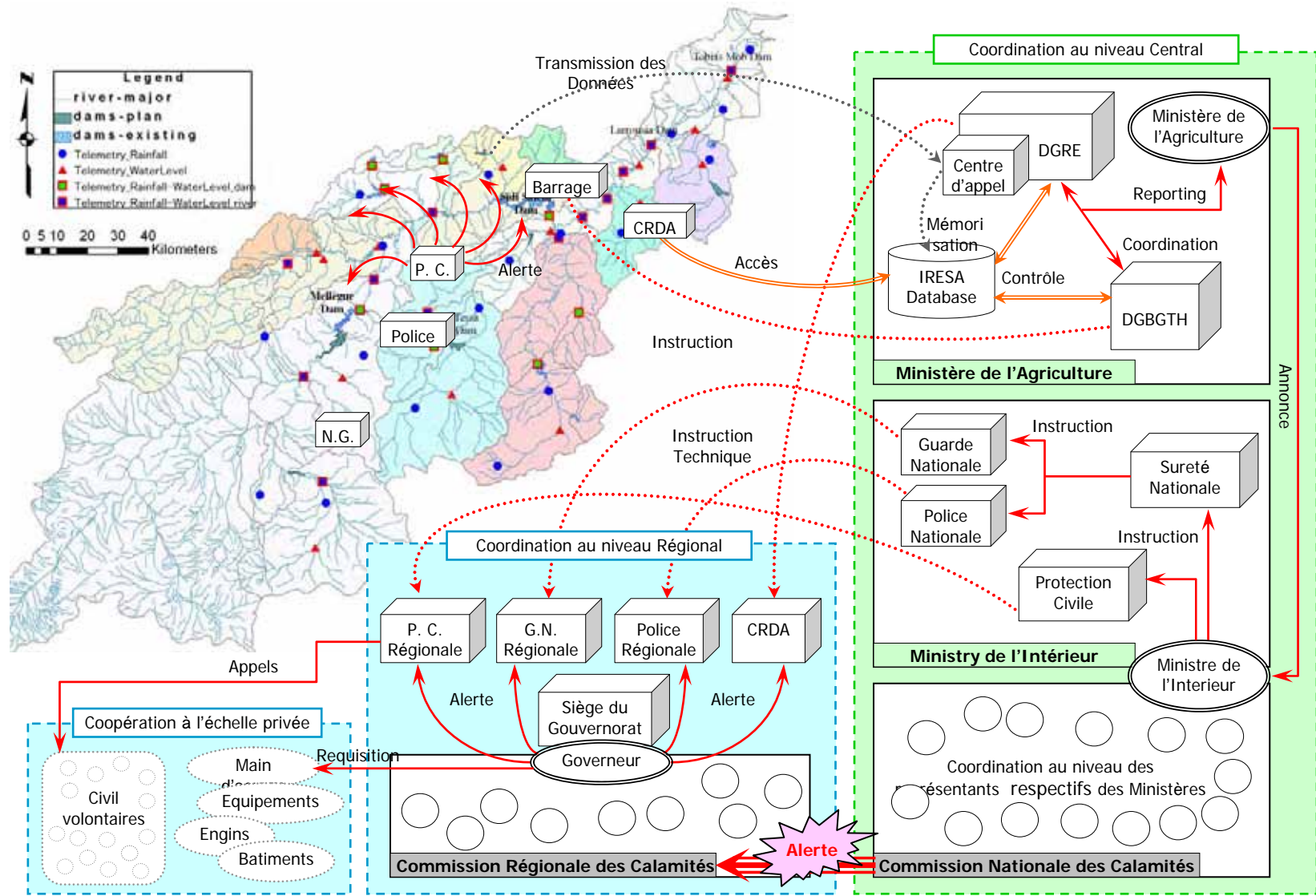
No.	Article	Prix Unitaire	Quantité	Montant (EUR) * ¹
I	Installation de station télémétrique de jaugeage des précipitations			
	Station pluviométrique	5000 EUR/station	13 stations	65000
II	Installation de station télémétrique de jaugeage du niveau d'eau			
	Station de jaugeage du niveau d'eau	6500 EUR/station	2 stations	13000
III	Installation de station télémétrique de jaugeage des précipitations et du niveau d'eau			
	Station de jaugeage des précipitations et du niveau d'eau	7000 EUR/station	2 stations	14000
IV * ²	Incorporation des lachûres des barrages dans le système de télémétrie			
	Barrages à incorporer	6500 EUR/station	7 barrages	45500
	1. Barrage Sidi Salem	1000 EUR/valve	3 vannes	3000
	2. Barrage Mellegue	1000 EUR/valve	3 vannes	3000
	3. Barrage Bou Heurtma	1000 EUR/valve	1 vannes * ³	1000
	4. Barrage Siliana	1000 EUR/valve	2 vannes*3	2000
	5. Barrage Mellegue 2 (planifié)	1000 EUR/valve	5 vannes*3	5000
	6. Barrage Sarrath (planifié)	1000 EUR/valve	1 vanne *3	1000
7. Barrage Tessa (planifié)	1000 EUR/valve	1 vanne *3	1000	
	Total			153500

Source: C2MS (la compagnie qui a installé le système de télémétrie actuel)

- Notes:
1. Les coûts précités n'incluent pas les coûts de maintenance et de communication, qui sont estimés à peu près à EUR1250 /station/an.
 2. L'article No.IV représente le cas d'un calcul automatique basé sur la hauteur des ouvertures des vannes et les variations du niveau de l'eau des réservoirs.
 3. Dans le cas d'un évacuateur sans vanne, le nombre d'évacuateurs est compté en calculant l'article No.IV.
 4. Le barrage Mellegue 2 à deux options d'évacuateur: i) évacuateur non contrôlé et sans vanne, et ii) évacuateur principal avec 5 vannes. Dans cette estimation, l'option ii) est considérée.

Figures

L'Étude Relative à la Gestion Intégrée du Bassin Axée sur la Régulation des Inondations dans le Bassin de la Mejerda



Source: Interviews avec MARH

Figure G2.1.1
Le SPAI dans le bassin de l'oued Mejerda

Rivière Mejerda en amont du barrage Sidi Salem

	Ghardi-maou		
Jendouba	72	Jendouba	
	10		
	13		
Bou Salem	112	40	Bou Salem
	17	6	
	22	9	
Barrage Sidi Salem	167	95	55
	30	20	14
	38	25	16

Affluents en amont du barrage Sidi Salem

	Barrage Mellegue			
K13	45	Sidi Medien	Barrage Bou Heurtma	
	4			
	5			
Bou Salem	71	32	31	
	10	7	7	
	12	9	9	
Barrage Sidi Salem	98	87	85	
	23	20	21	
	28	25	25	

Rivière Mejerda en aval du barrage Sidi Salem

	Barrage Sidi Salem			
Slougua	22	Slougua		
	4			
	6			
Mejez El Bab Pont GP5	38	19	Mejez El Bab Pont GP5	
	8	4		
	11	6		
Mejez El Bab Pont Andalous	39	20	1	Mejez El Bab Pont Andalous
	9	4	0:30	
	11	6	0:30	
El Herri	62	43	24	23
	14	5	7	7
	18	12	7	7
Borj Toumi	74	55	36	35
	17	12	8	3
	22	16	11	10
Barrage Laroussia	83	66	47	46
	18	14	10	5
	25	20	14	7
El Battane	97	78	59	58
	23	17	13	7
	29	23	17	10
Jedeida	106	89	70	69
	26	15	15	10
	33	26	20	14
Pt de Bizerte GP8	132	116	97	96
	31	26	22	16
	44	34	28	21
Barrage Tobias	135	119	100	99
	32	27	23	17
	42	35	29	22

Affluents en aval du barrage Sidi Salem

	Khalled	Barrage Siliana	Siliana Laouj	Siliana Pt GP5
Slougua	12	80	28	9
	3	18	7	2
	4	22	8	3

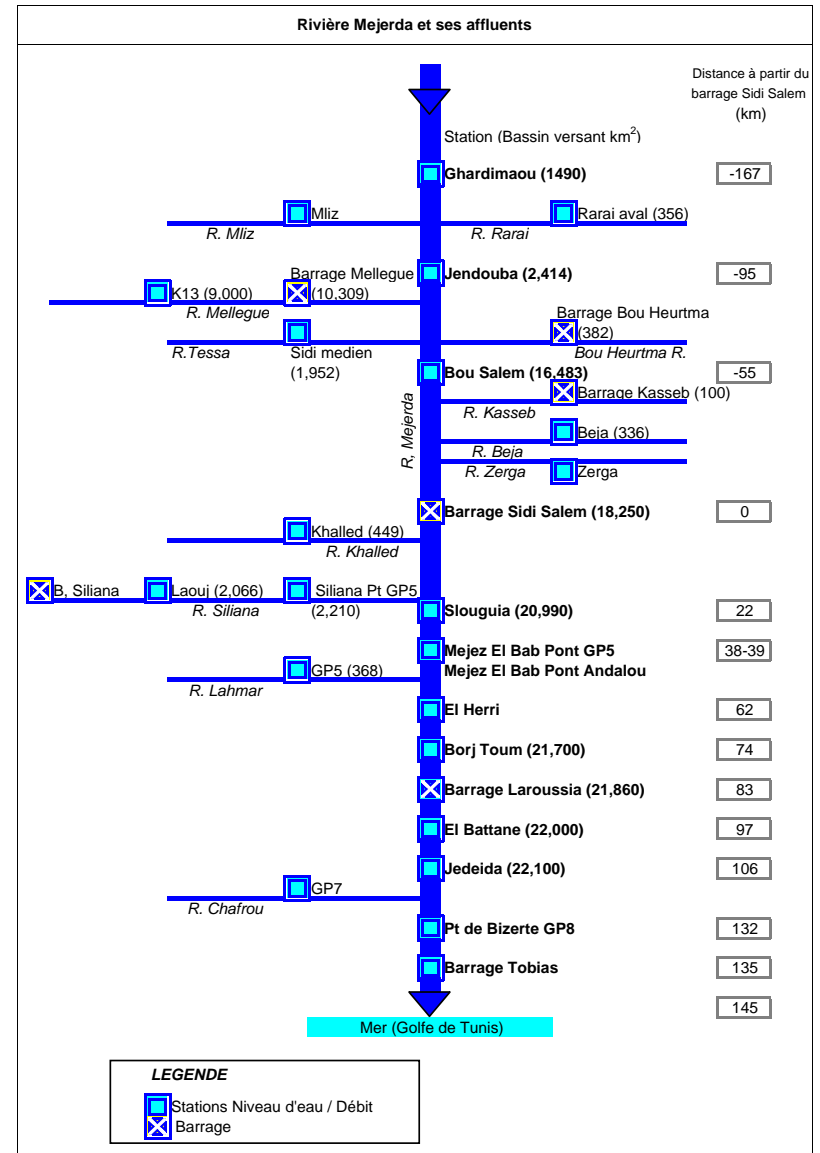
Affluents en aval du barrage Sidi Salem

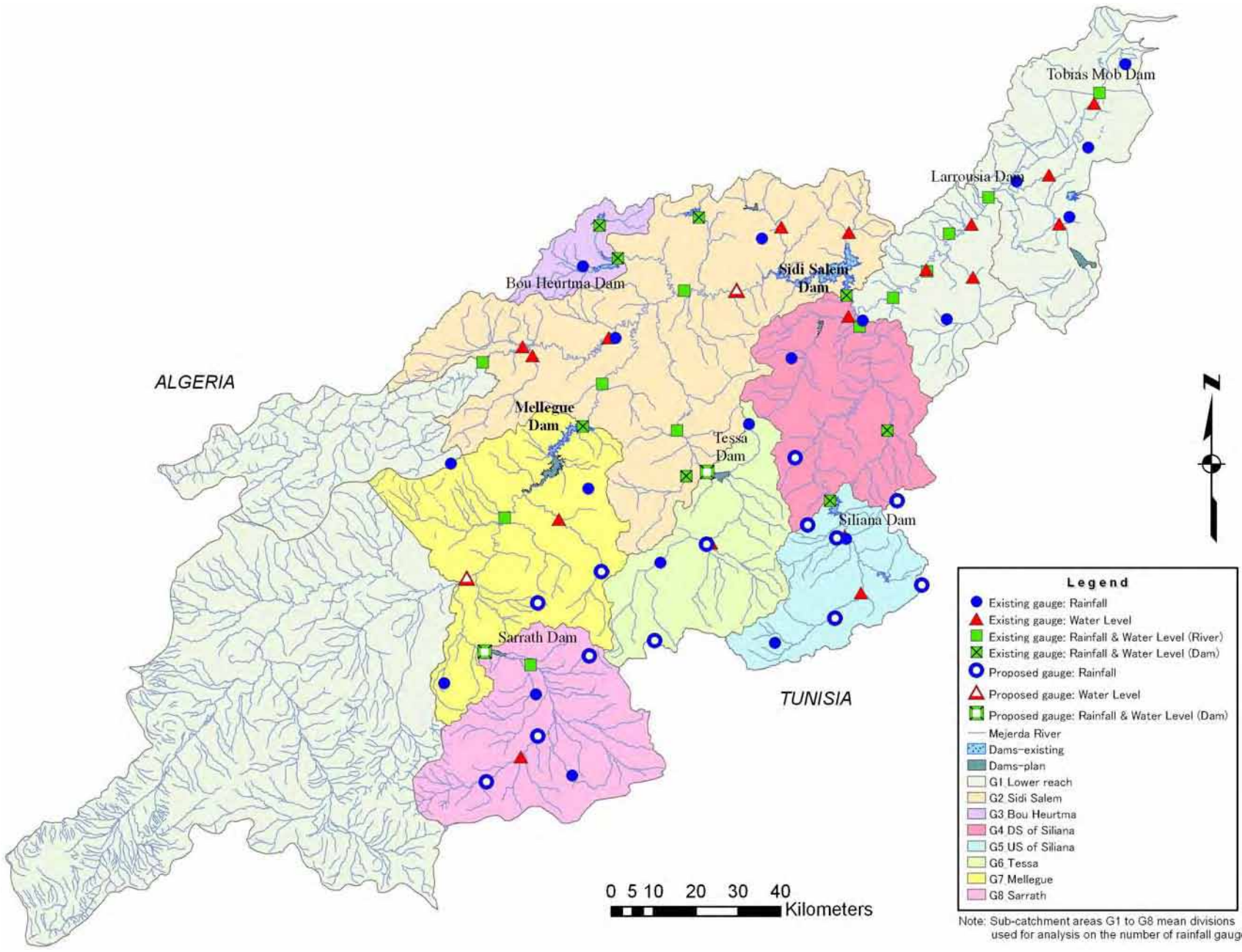
	Lahmar GP5
El Herri	30
	8

LEGENDE

	Barrage Sidi Salem	
Slougua	18 km	Distance entre Slougua et barrage Sidi Salem (km)
	4 h	Temps minimum de propagation (h)
	6 h	Temps maximum de propagation (h)

Rivière Mejerda et ses affluents





Legend

- Existing gauge: Rainfall
- ▲ Existing gauge: Water Level
- Existing gauge: Rainfall & Water Level (River)
- ⊗ Existing gauge: Rainfall & Water Level (Dam)
- Proposed gauge: Rainfall
- △ Proposed gauge: Water Level
- Proposed gauge: Rainfall & Water Level (Dam)
- Mejerda River
- ▨ Dams-existing
- ▩ Dams-plan
- G1 Lower reach
- G2 Sidi Salem
- G3 Bou Heurtma
- G4 DS of Siliana
- G5 US of Siliana
- G6 Tessa
- G7 Mellegue
- G8 Sarrath

Note: Sub-catchment areas G1 to G8 mean divisions used for analysis on the number of rainfall gauges.

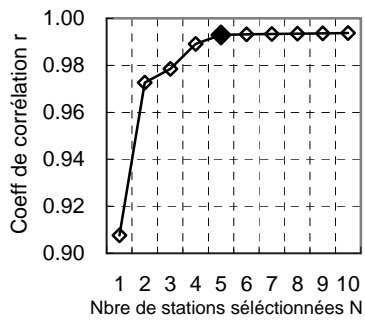
Source: Equipe de l'Etude, et DGRE

L'Etude Relative à la Gestion Intégrée du Bassin Axée sur la Régulation des Inondations dans le Bassin de la Mejerda

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE

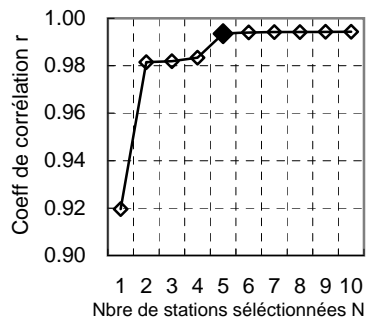
Figure G2.2.1
Installation additionnelles de stations de jaugeage téléométrique

Sous-bassin 1: Cours en aval



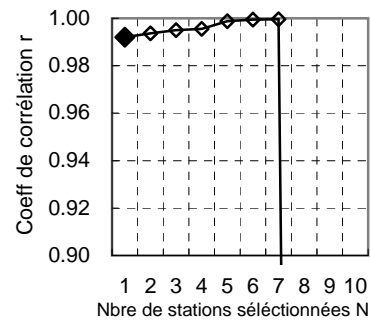
Nombre de stations requis: 5

Sous-bassin 2: Barrage Sidi Salem



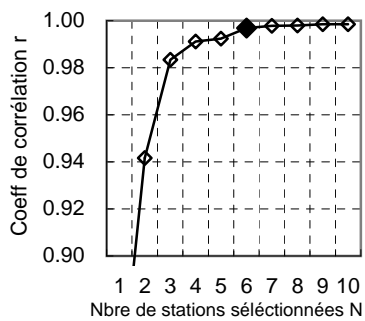
Nombre de stations requis: 5

Sous-bassin 3: Barrage Bou Heurtma



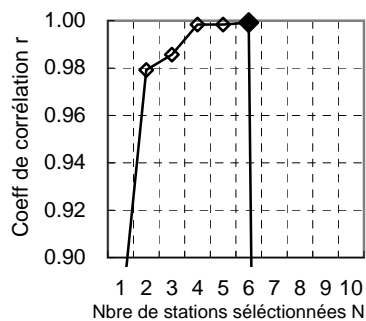
Nombre de stations requis: 1

Sous-bassin 4: Aval Barrage Siliana



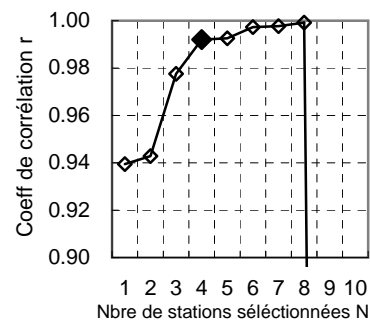
Nombre de stations requis: 6

Sous-bassin 5: Amont Barrage Siliana



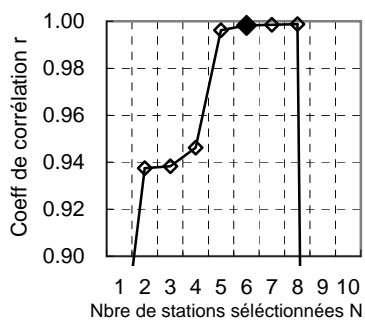
Nombre de stations requis: 6

Sous-bassin 6: Barrage Tessa



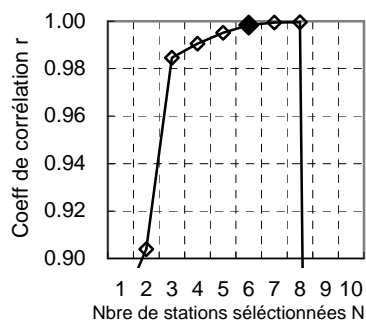
Nombre de stations requis: 4

Sous-bassin 7: Barrage Mellegue



Nombre de stations requis: 6

Sous-bassin 8: Barrage Sarrath



Nombre de stations requis: 6

Source: Equipe de l'Etude

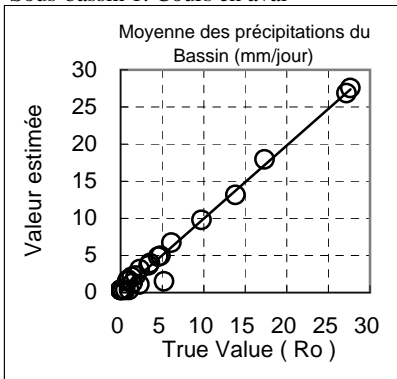
L'Etude Relative à la Gestion Intégrée du Bassin Axée sur la Régulation des Inondations dans le Bassin de la Mejerda

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE

Figure G2.2.2

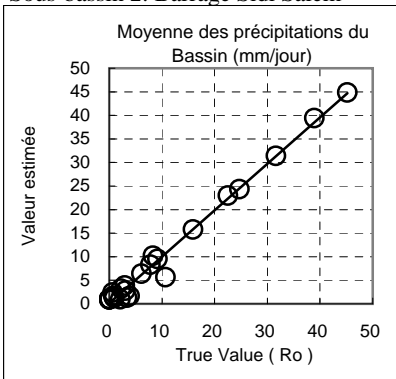
Relation entre le nombre de stations sélectionnées et le coefficient de corrélation

Sous-bassin 1: Cours en aval



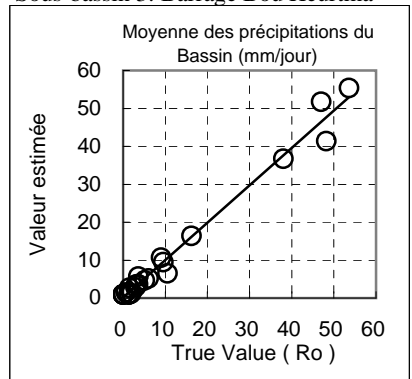
Coefficient de Corrélation = 0.993

Sous-bassin 2: Barrage Sidi Salem



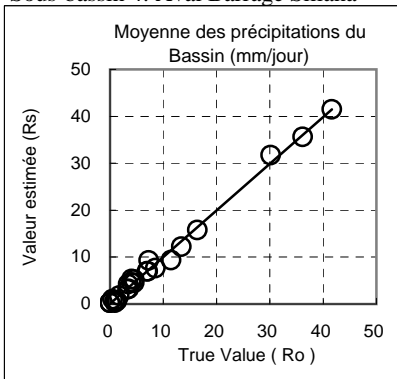
Coefficient de Corrélation = 0.994

Sous-bassin 3: Barrage Bou Heurtma



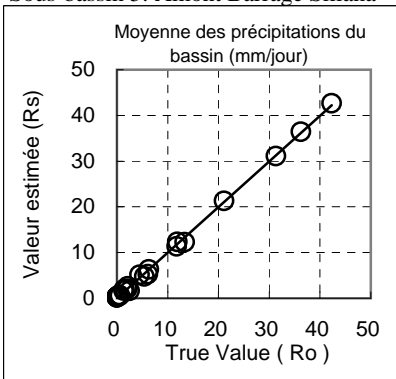
Coefficient de Corrélation = 0.992

Sous-bassin 4: Aval Barrage Siliana



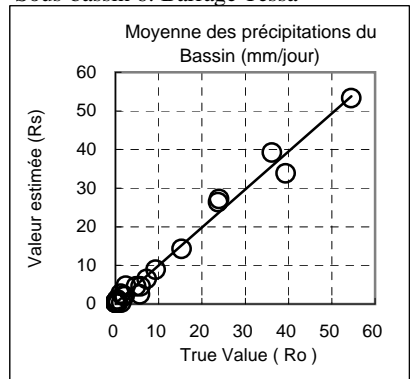
Coefficient de Corrélation = 0.997

Sous-bassin 5: Amont Barrage Siliana



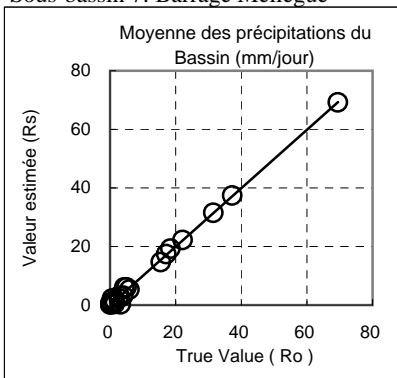
Coefficient de Corrélation = 0.999

Sous-bassin 6: Barrage Tessa



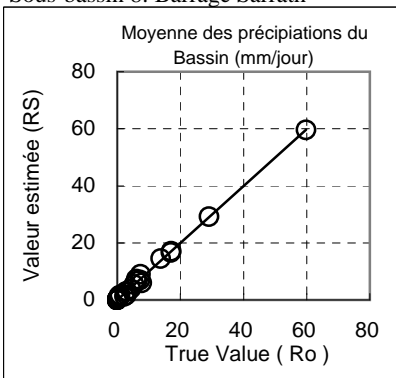
Coefficient de Corrélation = 0.992

Sous-bassin 7: Barrage Mellegue



Coefficient de Corrélation = 0.998

Sous-bassin 8: Barrage Sarrath



Coefficient de Corrélation = 0.998

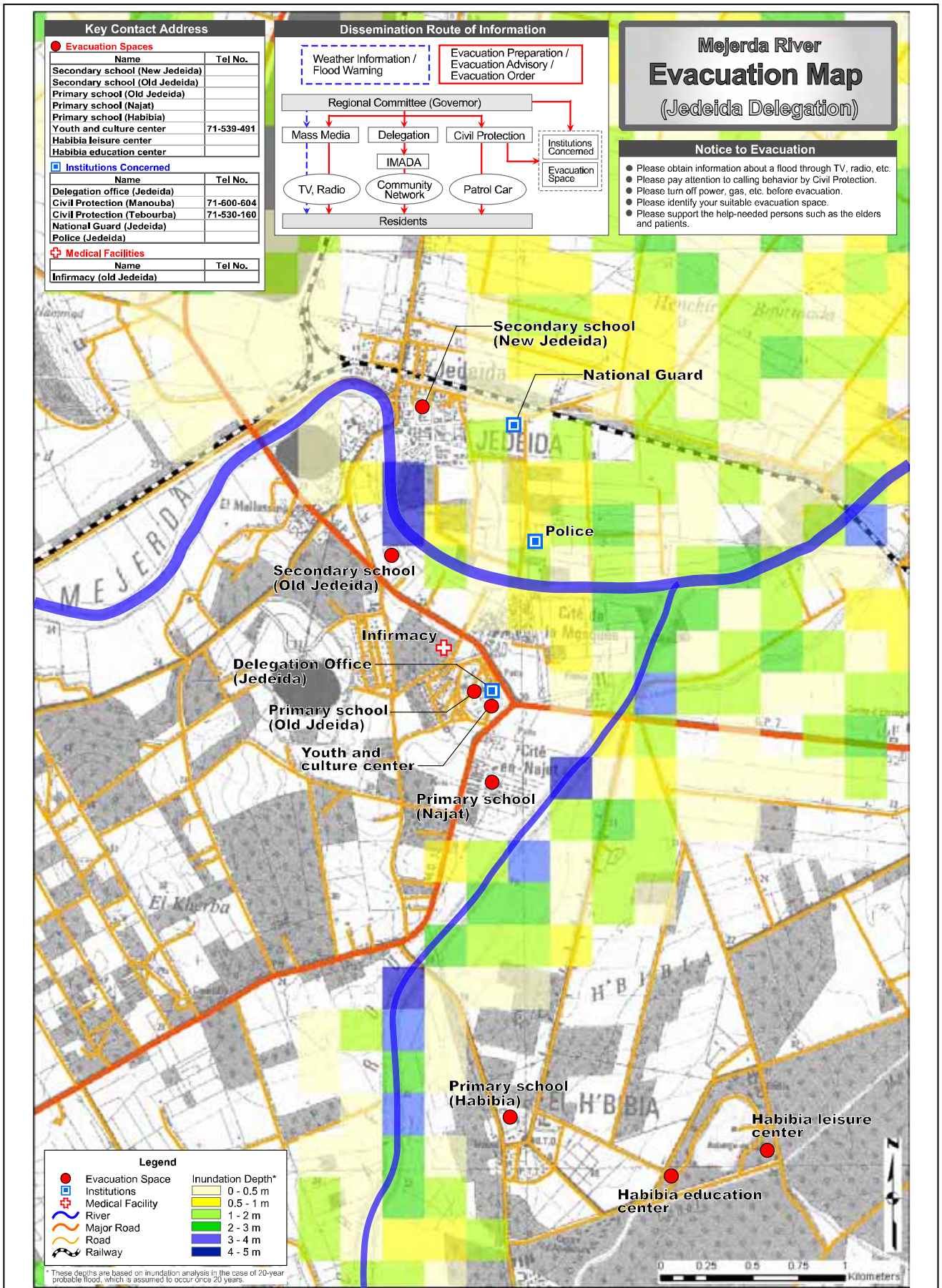
Source: Equipe de l'Etude

L'Etude Relative à la Gestion Intégrée du Bassin Axée sur la Régulation des Inondations dans le Bassin de la Mejerda

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE

Figure G2.2.3

Corrélation entre valeur vraies (Ro) et valeurs estimées (Rs) de la moyenne des précipitations du bassin



Source: Equipe de l'Etude, et interview avec Protection Civile Manouba

L'Etude Relative à la Gestion Intégrée du Bassin Axée sur la Régulation des Inondations dans le Bassin de la Mejerda

Figure G3.2.1
Carte d'évacuation de la Délégation de Jedeida