

Chapitre 6 Ponts

Dans la Zone D2 existent à présent un nombre de ponts empruntés par les routes ou les voies ferrées qui traversent le courant principal de l'oued Mejerda. À la suite d'une réflexion sur le contenu de l'amélioration des lits de cours d'eau concernés, il s'avère que certains cours d'eau n'ont pas de capacité de décharge suffisante par rapport au courant principal de l'oued Mejerda, pour lesquels certaines améliorations nécessaires (remplacement par nouveau pont, élévation de niveau de la culée) doivent être prévues dans le Projet.

L'étude a alors procédé, comme le cas du plan directeur, à la planification de l'amélioration des ponts existants et de la construction de nouveaux ponts, qui constituent l'ensemble d'un plan d'amélioration des cours d'eau. Il en résulte que 11 ponts considérés dans le plan directeur sont à revoir pour qu'ils s'adaptent à la cote de plus hautes eaux changée et à la voie d'adduction d'eau modifiée. Dans le présent alinéa sera considéré un plan d'aménagement des ponts devant être élaboré pour l'amélioration des lits de cours d'eau comme suit :

1. La maîtrise de l'état actuel des ponts existants et de leurs performances affectées par l'amélioration des lits de cours d'eau;
2. La considération des orientations pour l'amélioration des ponts existants et la sélection des sites destinés à la construction des nouveaux ponts;
3. La planification de l'aménagement des ponts existants;
4. La planification de la construction des nouveaux ponts;

Les ponts concernés par l'étude sont diversifiés suivant les différentes fonctions empruntées par les usagers telles que la route, l'autoroute, le chemin de fer ou autre équivalent, et que les normes, les standards ou les critères de calcul et de conception sont également diversifiés. Il convient donc de les mettre en ordre dans la perspective de leur application dans le Projet.

6.1 La maîtrise de l'état actuel des ponts existants et de leurs performances affectées par l'amélioration des lits de cours d'eau

6.1.1 L'état actuel des ponts existants

Avant de commencer la considération des orientations pour l'amélioration des ponts, il a été effectué une collecte des documents essentiels sur les ponts existants. Dans ces documents sont inclus les spécifications techniques des ponts, en plus desquelles l'ensemble des descriptions consacrées aux organismes chargés de la gestion des ouvrages structurels, au contenu de l'étude des documents techniques existants et à l'état actuel des dégâts ont été constatées sur le terrain.

(1) Ponts installés dans la Zone D2

1) Ponts installés dans la Zone D2

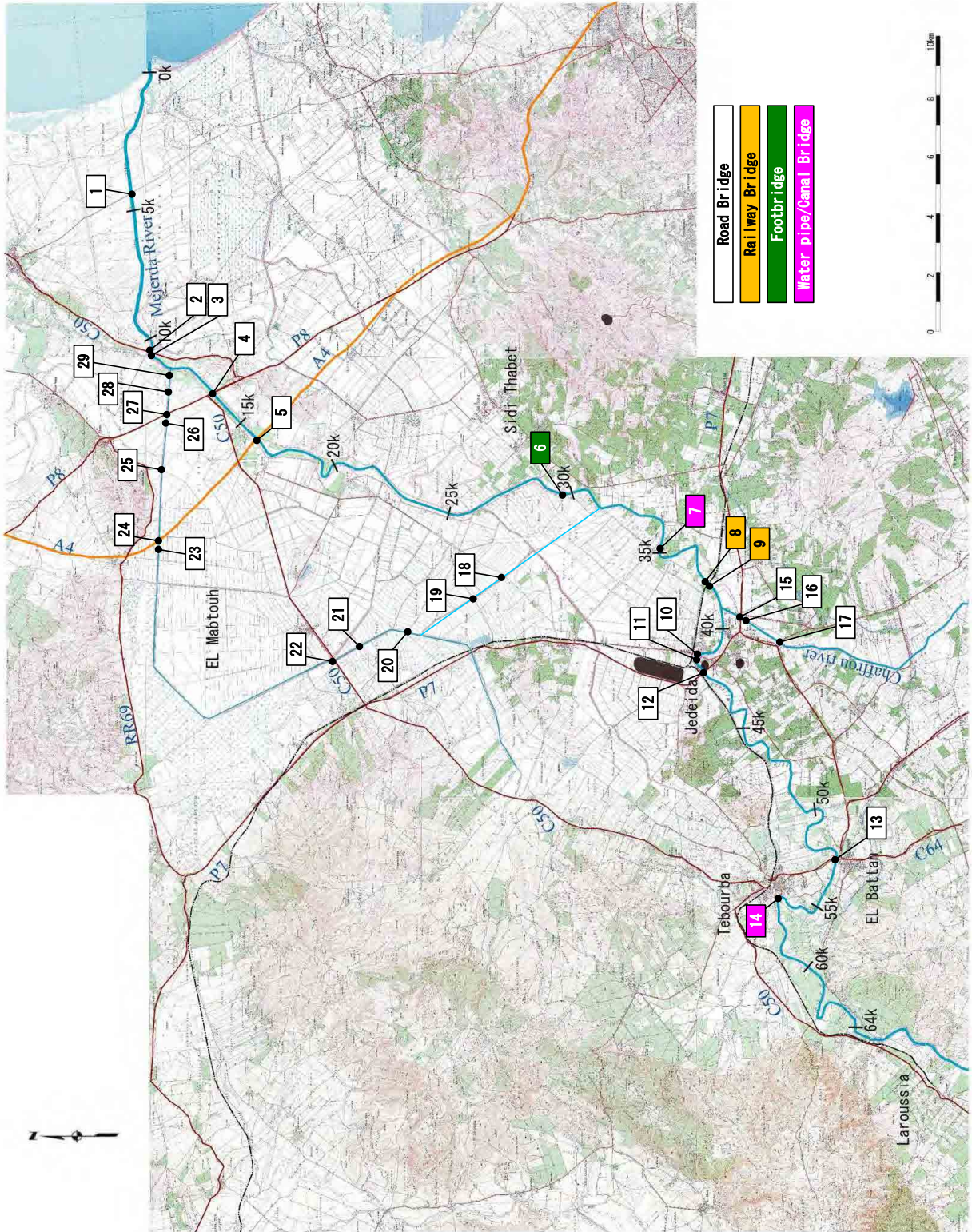
Comme le montre le tableau de la page suivante, il existe actuellement 29 ponts dans la Zone D2. Les photos des ponts prises dans l'étude sur le terrain ainsi que les spécifications de chacun de ces ponts sont résumés à l'alinéa 4.1, Documentation.

Tableau 6.1-1 Ponts existants

N°	Nom de pont	Cours d'eau		Route	Longueur de pont	Largeur de pont	Remarque
		Nom	Distance				
1	K.LANDAOUS BRIDGE	Mejerda	4,664	Rue Sadok Belhadi	19,600	8,750	
2	TOBIAS BRIDGE	Mejerda	10,828	MC50	87,400	10,500	
3	TOBIAS OLD BRIDGE	Mejerda	10,836	MC50	81,400	5,100	Discordance entre la position des colonnes et le nouveau pont ;
4	GP8 BRIDGE OVER OUED MEJERDA	Mejerda	13,728	GP8	145,200	9,040	
5	A4 MOTORWAY BRIDGE	Mejerda	16,017	MOTORWAY A4	126,500	14,500	
6	FOOTBRIDGE	Mejerda		Sidewalk	60,000	1,200	Pont suspendu en bois ;
7	WATER PIPE BRIDGE	Mejerda	34,440	Water supply	-	5,540	
8	JEDEIDA RAILWAY OLD BRIDGE	Mejerda	37,848	RAILWAY	60,500	4,160	Discordance entre la position des colonnes et le nouveau pont;
9	JEDEIDA RAILWAY BRIDGE	Mejerda	37,834	RAILWAY	63,000	10,000	Trace sur la poutre de l'élévation du barrage due aux crues;
10	JEDEIDA BRIDGE	Mejerda	41,071	RVE507	87,200	12,000	
11	JEDEIDA OLD BRIDGE	Mejerda	41,091	RVE507	64,500	5,600	Pont historique sur le chenal étroit.
12	JEDEIDA BRIDGE ON GP7	Mejerda	41,926	GP7	73,600	11,300	
13	EL BATTAN BRIDGE	Mejerda	53,111	MC64	94,070	8,500	Pont historique;
14	TEBOURBA IRRIGATION CANALS BRIDGE	Mejerda	56,899	IRRIGATION CANALS	125,000	5,540	
15	GP7 BRIDGE ON CHAFROU	Chafrou		GP7	38,200	11,000	La culée atteint la berge située dans le chenal inondé (lit majeur).
16	GP7 OLD BRIDGE ON CHAFROU	Chafrou		GP7	-	-	Discordance entre la position des colonnes et le nouveau pont ;
17	EL H'BIBIA BRIDGE	Chafrou		Local Road	16,900	8,140	
18	Bridge on the local road	Mabtouh		Local Road	20,700	5,700	
19	FARM BRIDGE ON Conduite CHANNEL	Mabtouh		Farm Road	-	-	Pont pour petite voie rurale agricole;
20	FARM BRIDGE ON Conduite CHANNEL	Mabtouh		Farm Road	-	-	Pont pour petite voie rurale agricole;
21	FARM BRIDGE	Mabtouh		Farm Road	-	-	Pont pour petite voie rurale agricole;
22	MC50 EL MABTOUH BRIDGE	Mabtouh		MC50	20,460	14,610	
23	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	-	-	Pont pour petite voie rurale agricole;
24	A4 BRIDGE OVER Mabtouh	Mabtouh		MOTORWAY A4	52,600	14,000	

25	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	-	-	Pont pour petite voie rurale agricole;
26	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	-	-	Pont pour petite voie rurale agricole;
27	GP8 BRIDGE AND ROAD OVER Mabtouh	Mabtouh		GP8	36,500	9,900	
28	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	-	-	Pont pour petite voie rurale agricole;
29	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	-	-	Pont pour petite voie rurale agricole;

Source: Équipe d'étude de la JICA



2) Organismes chargés de la gestion des ponts

Les organismes chargés de la gestion des ponts situés dans la Zone D2 sont indiqués au tableau suivant par type d'ouvrage :

Tableau 6.1-2 Organismes chargés de la gestion des ponts et autres ouvrages structuraux

Ouvrages structuraux	Organisme
Ponts routiers (routes nationales, régionales, locales)	Direction du génie civil, MEHAT*
Autoroute Tunis-Bizerte	Tunisie Autoroutes
Ponts ferroviaires	Direction des études et de l'équipement, SNCFT**
Ponts agricoles (petits et peu sophistiqués)	MA***
Ponts historiques	Ministère de la Culture

*MEHAT: Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire; **SNCFT: Société

Nationale des Chemins de Fer Tunisiens ; ***MA : Ministère de l'Agriculture.

Source : Etude préparatoire

Tableau 6.1-3 Liste des ponts et des organismes compétents

	N°	Désignation	Organisme
Route Autoroute	1	PONT K.LANDAOUS	MEHAT
	2	TOBIAS BRIDGE	MEHAT
	3	TOBIAS OLD BRIDGE	MEHAT
	4	GP8 BRIDGE OVER OUED MEJERDA	MEHAT
	5	A4 MOTORWAY BRIDGE	Tunisie Autoroutes
	10	JEDEIDA BRIDGE	MEHAT
	11	JEDEIDA OLD BRIDGE	MEHAT
	12	JEDEIDA BRIDGE ON GP7	MEHAT
	13	EL BATTAN BRIDGE	MEHAT
	15	GP7 BRIDGE ON CHAFROU	MEHAT
	17	EL H'BIBIA BRIDGE	MEHAT
	22	MC50 EL MABTOUH BRIDGE	MEHAT
	24	A4 BRIDGE OVER Mabtouh	Tunisie Autoroutes
27	GP8 BRIDGE AND ROAD OVER Mabtouh	MEHAT	
Chemin de fer	8	JEDEIDA RAILWAY OLD BRIDGE	SNCFT
	9	JEDEIDA RAILWAY BRIDGE	SNCFT
Petits chemins agricoles	16,18,19, 20,21,28, 29	FARM BRIDGE	MA
Canal d'irrigation	7	WATER PIPE BRIDGE	MA
	14	TEBOURBA IRRIGATION CANALS BRIDGE	MA
Pont piéton	6	FOOTBRIDGE	Non officiel

Source : Étude préparatoire

(2) Enquête sur les ponts existants

1) Documents sur les ponts existants

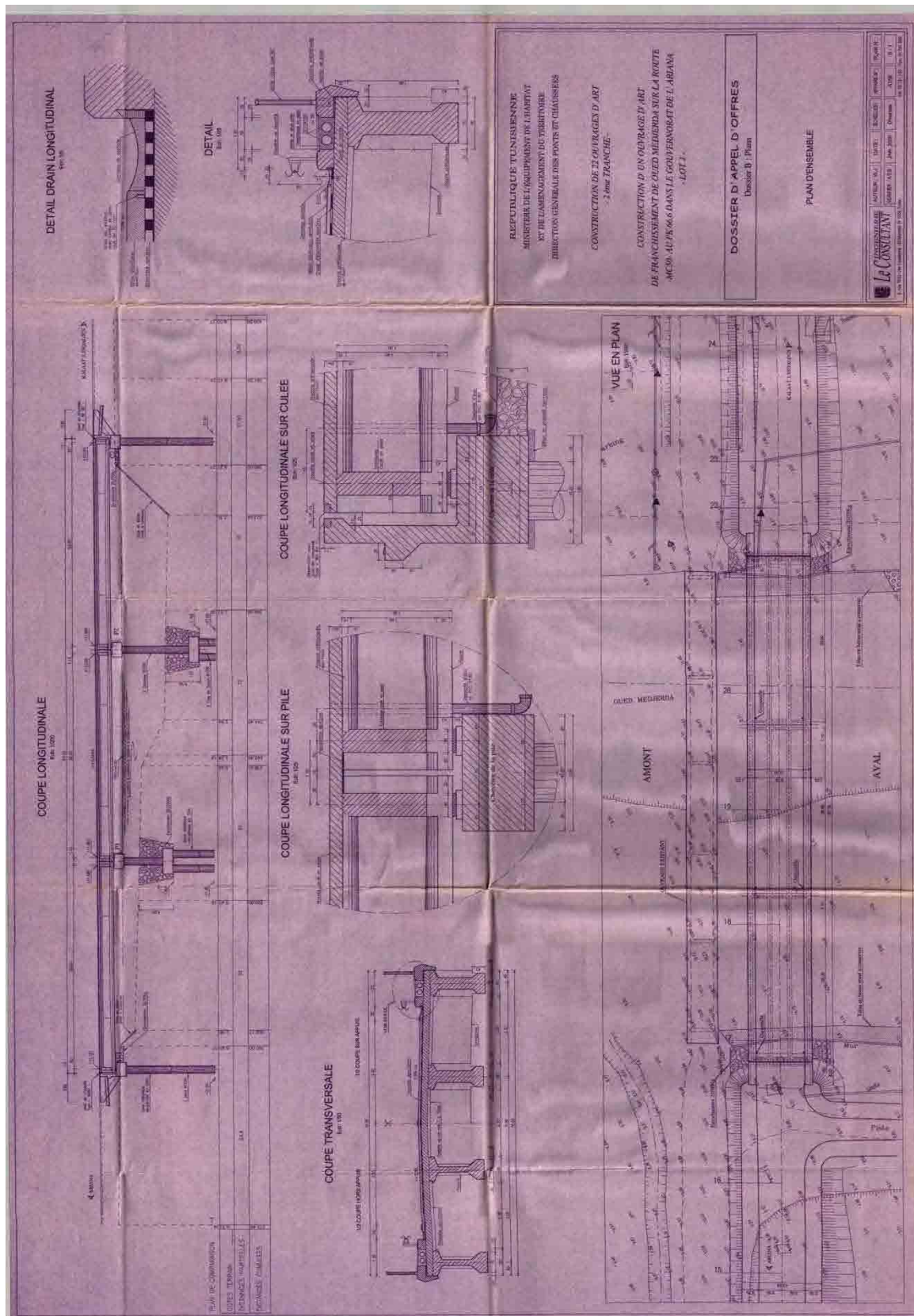
Dans l'étude sur le site a été effectuée une enquête sur l'existence des plans ou dessins conceptuels ayant trait aux ponts existants. Au cours de l'enquête, un certain nombre de documents de calcul ont été confirmés pour seulement les 3 ponts indiqués ci-dessous.

Les plans représentatifs sont montrés à partir de la page suivante, alors que tous les plans et dessins seront attachés à la Documentation 4.2.

Tableau 6.1-4 Les ponts dont les plans conceptuels sont confirmés

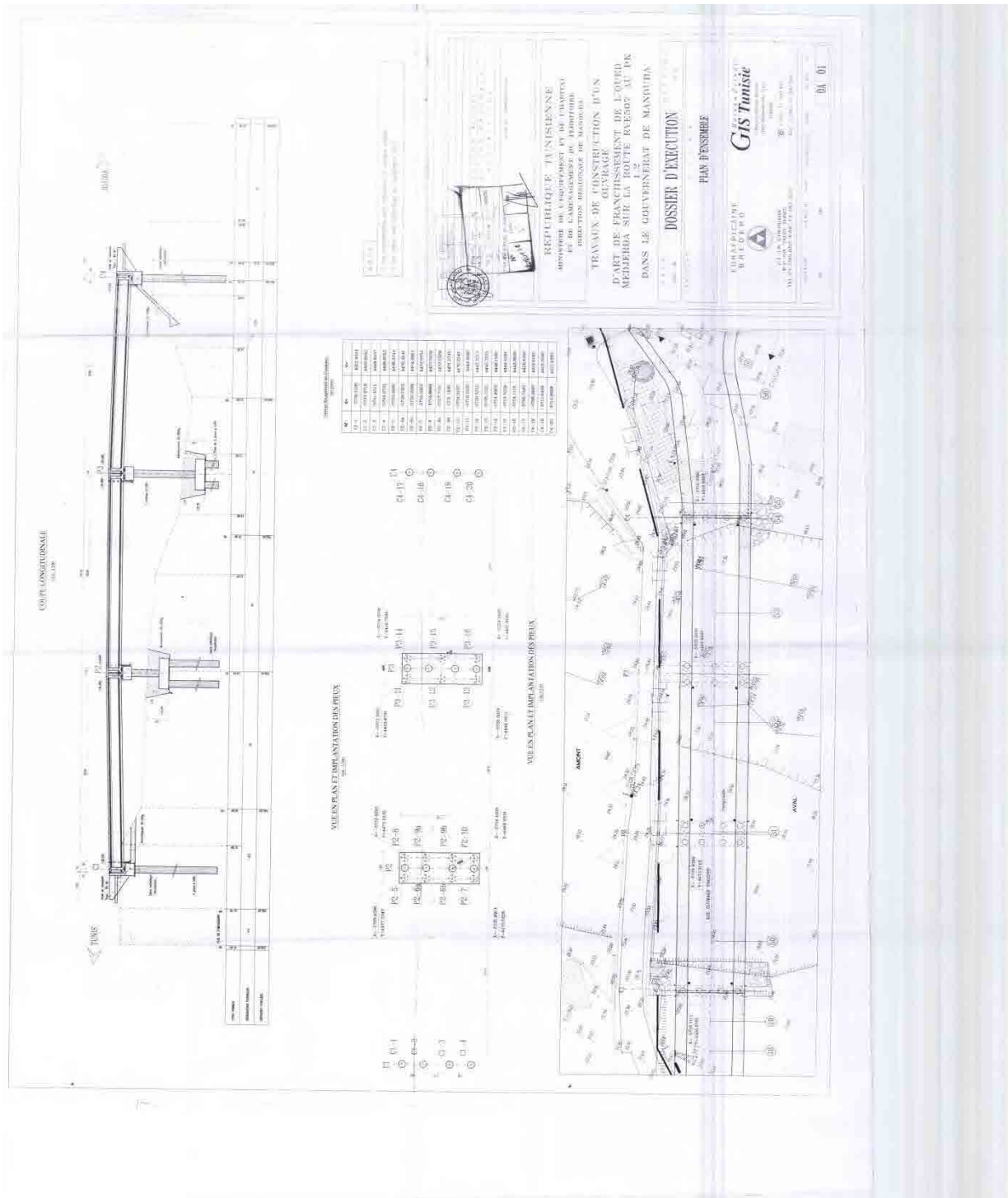
N°	Désignation	Plan existant
2	TOBIAS BRIDGE	13 plans incluant plans de structure
10	JEDEIDA BRIDGE	Plan d'ensemble
9	JEDEIDA RAILWAY BRIDGE	Plan d'ensemble et autres, 7 plans en tout

Source : Équipe d'étude de la JICA



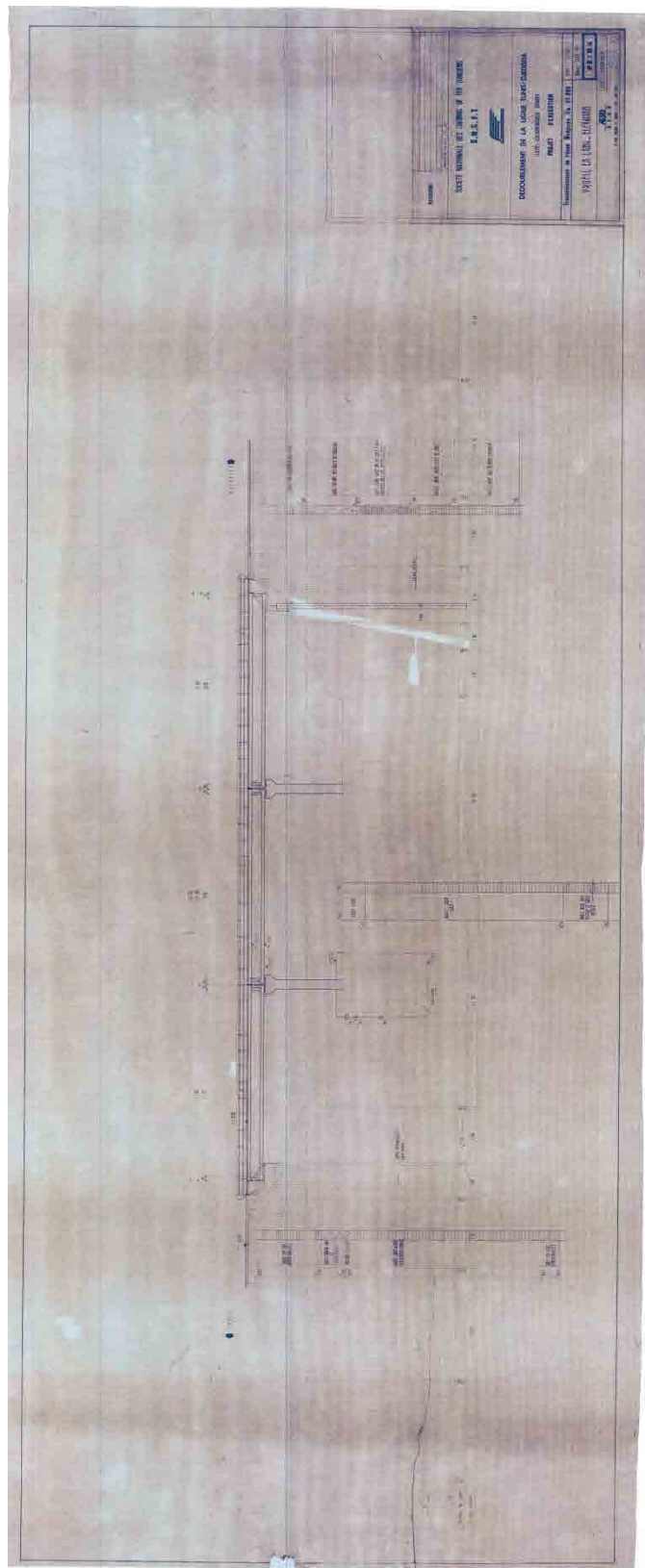
Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.1-2 Plan existant du pont de TOBIAS



Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.1-3 Plan existant du pont de JEDEIDA



Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.1-4 Plan existant du pont ferroviaire de JEDEIDA

2) Ponts historiques

En Tunisie, il y a un système accordant au gouvernement le pouvoir de désigner un pont d'une valeur historique construction classée en tant que biens culturels matériels importants. Selon ce système, il s'avère que, parmi les 29 ponts susmentionnés, il y a 2 ponts classés : le pont de Jedeida et le pont d'El Battan.

Ce système de classement a pour but de réglementer toute exécution de travaux sur la construction concernée et dans ses environs afin de s'adresser au grand public pour la protection et la reconnaissance de sa valeur historique et culturelle. Les critères de classement sont fixés par la loi tunisienne sur le patrimoine culturel (Loi 34-94 du 24 février 1944). Quant à l'exécution de travaux sur la construction concernée ou dans ses environs, il convient de se référer au Chapitre II « De la Protection » de la même loi.

- Article 9 : Les travaux entrepris dans les limites du périmètre d'un site culturel sont soumis à l'autorisation préalable du ministre chargé du patrimoine;
- Article 10 :Le délai de réponse aux demandes d'autorisation ne doit pas dépasser deux mois.....;
- Article 12 : Tous les travaux visés dans le présent chapitre sont soumis au contrôle scientifique et technique des services compétents du ministère chargé du patrimoine.

Tableau 6.1-5 Les ponts désignés constructions classées en tant que biens culturels matériel importants

N°	Désignation	Classé le	État actuel
11	Ancien pont de Jedeida JEDEIDA OLD BRIDGE	15 janvier 2001	
13	Pont d'El Battan EL BATTAN BRIDGE	15 janvier 2001	

Source: Équipe d'étude de la JICA



Source: Étude préparatoire

Figure 6.1-5 Photo de la plaque d'indication de la désignation de constructions classées en tant que biens culturels matériels importants

3) L'étude sur le terrain

Au cours de l'étude sur le site, pour saisir l'état actuel des dégâts et des dimensions structurales des ponts existants, il a été effectué la mesure et la confirmation de l'état actuel de ces ouvrages. Une enquête par interview a été également effectuée auprès des organismes concernés pour savoir s'il y a des projets d'amélioration qu'ils ont l'intention de réaliser dans le futur.

Tableau 6.1-6 État actuel de chaque pont

N°	Nom de pont	Cours d'eau		Condition
		Nom	Distance	
1	PONT DE K.LANDAOUS	Mejerda	4,664	6.2
2	PONT DE TOBIAS	Mejerda	10,828	Nouvellement construit en 2011 ;
3	ANCIEN PONT DE TOBIAS	Mejerda	10,836	6.3
4	PONT GP8 SUR OUED MEJERDA	Mejerda	13,728	Pas bon ; Béton détérioré; corrosion de barres d'armature; barres d'armature exposées; ségrégation de béton;
5	PONT AUTOROUTIER A4	Mejerda	16,017	Bon ;
6	PASSERELLE FOOTBRIDGE	Mejerda		
7	PONT À CONDUITE D'EAU WATER PIPE BRIDGE	Mejerda	34,440	6.4
8	ANCIEN PONT FERROVIAIRE DE JEDEIDA RAILWAY OLD BRIDGE	Mejerda	37,848	Corrosion légère généralisée sur les plaques d'acier; colonne de pierre massive entourée par dépôt sédimentaire et végétation;
9	PONT FERROVIAIRE DE JEDEIDA RAILWAY BRIDGE	Mejerda	37,834	Pieux de béton massif avec quelques marques d'impacts suggérant des barres d'armatures exposées;
10	PONT DE JEDEIDA BRIDGE	Mejerda	41,071	Nouvellement construit en 2011 ;
11	ANCIEN PONT DE JEDEIDA OLD BRIDGE	Mejerda	41,091	Quelques endroits sérieusement endommagés entre les pieux principaux; pieux de pierre massive partiellement bouchés de débris et de dépôts sédimentaires;
12	PONT DE JEDEIDA SUR GP7	Mejerda	41,926	6.5
13	PONT D'EL BATTAN BRIDGE	Mejerda	53,111	Vannes étroites provoque le bouchage de débris; Culée de pierre massive bouchée de débris et de dépôts sédimentaires;
14	PONT DE CANAL D'IRRIGATION DE TEBOURBA IRRIGATION CANAL S BRIDGE	Mejerda	56,899	Pas bon ;
15	PONT GP7 SUR OUED CHAFROU	Chafrou		Bon ;
16	ANCIEN PONT GP7 SUR OUED CHAFROU	Chafrou		Pas bon ;
17	PONT D'EL H'BIBIA BRIDGE	Chafrou		Pas bon ;
18	PONT SUR ROUTES LOCALES Bridge on the local road	Mabtouh		Bon ;
19	PONT AGRICOLE SUR CANAL DE CONDUITE FARM BRIDGE ON Conduite CHANNEL	Mabtouh		
20	PONT AGRICOLE SUR CANAL DE CONDUITE FARM BRIDGE ON Conduite CHANNEL	Mabtouh		
21	PONT AGRICOLE FARM BRIDGE	Mabtouh		
22	PONT D' EL MABTOUH MC50 BRIDGE	Mabtouh		Bon ;
23	PONT AGRICOLE SUR OUED MABTOUH FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		
24	PONT A4 SUR MABTOUH BRIDGE OVER Mabtouh	Mabtouh		Bon ;
25	PONT AGRICOLE SUR OUED MABTOUH FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		
26	PONT AGRICOLE SUR OUED MABTOUH FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		
27	PONT GP8 ET ROUTE SUR MABTOUH BRIDGE AND ROAD OVER Mabtouh	Mabtouh		Pas bon ;
28	PONT AGRICOLE SUR OUED MABTOUH FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		

29	PONT AGRICOLE SUR OUED MABTOUH FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		
----	---	---------	--	--

Source : Équipe d'étude de la JICA

6.1.2 Les capacités de décharge actuelles autour des ponts

Il s'agit de vérifier si les ponts existants peuvent conserver leur hauteur et longueur par rapport aux formes transversales des cours d'eau améliorés ainsi qu'à la cote de plus hautes eaux de projet. Le résultat de la vérification est montré ci-dessous.

La vérification s'est basée sur les deux rubriques d'évaluation suivantes, en plus desquelles, s'il s'agit d'un endroit présentant une capacité de décharge préoccupante, certaines autres rubriques d'évaluation ont été ajoutées dans la colonne d'évaluation avec des raisons et des commentaires :

- La cote sous poutre peut se conformer à la cote de plus hautes eaux;
- La longueur du pont peut se conformer à la largeur de plus hautes eaux;

Tableau 6.1-7 Résultat de la vérification des capacités de décharge des ponts existants

No.	Nom du pont	Canal		Calcul du niveau d'eau (W=I/10)	Plus Haut niveau d'eau (m)	Hauteur sous la poutre (m)	Longueur du pont(m)	Largeur du cours d'eau au plus haut niveau	Evaluation
		Nom	Distance						
1	PONT K LANDAOUS	Medjerda	4.664	3.312	3.670	1.330	19.600	100	Hauteur sous la poutre insuffisante
2	PONT TOBIAS	Medjerda	10.828	6.951	7.092	9.680	87.400	82	OK
3	ANCIEN PONT TOBIAS	Medjerda	10.836	6.951	7.096		81.400	82	Positionnement inadéquat des colonnes par rapport au nouveau pont
4	PONT GP8 SUR L'OUED MEDJERDA	Medjerda	13.728	8.466	8.542	10.110	145.200	82	OK
5	PONT DE L'AUTOROUTE A4	Medjerda	16.017	9.556	9.686	11.980	126.500	82	OK
6	PASSERELLE	Medjerda		17.242	17.508			82	OK *1
7	PONT DE CONDUITE D'EAU	Medjerda	34.440	17.562	17.793			100	OK *1
8	ANCIEN PONT FERROVIAIRE DE JEDEIDA	Medjerda	37.848	19.178	19.275		60.500	100	Positionnement inadéquat des colonnes par rapport au nouveau pont
9	PONT FERROVIAIRE JEDEIDA	Medjerda	37.834	19.184	19.269	19.200	63.000	100	Hauteur sous la poutre insuffisante
10	PONT JEDEIDA	Medjerda	41.071	20.719	20.849	21.400	87.200		Largeur actuelle OK *2
11	ANCIEN PONT JEDEIDA	Medjerda	41.091	20.728	20.859		64.500		Largeur actuelle OK *2
12	PONT JEDEIDA SUR GP7	Medjerda	41.926	21.144	21.276	25.130	73.600	100	Longueur du pont insuffisante
13	PONT EL BATTAN	Medjerda	53.111	26.436		28.050	94.070		Largeur actuelle OK *2
14	PONT DES CONDUITES D'IRRIGATION DE TEBOURBA	Medjerda	56.899	30.773			125.000		Largeur actuelle OK *1
15	PONT GP7 SUR CHAFUROU	Chafourou					38.200	61	Longueur du pont insuffisante
16	ANCIEN PONT GP7 SUR CHAFUROU	Chafourou					38.200	56	Longueur du pont insuffisante
17	PONT EL HBIBIA	Chafourou					16.900	62	Longueur du pont insuffisante
18	Pont sur la route locale	Conduite					20.700		NG *3
19	PONT AGRICOLE SUR LE CANAL DE CONDUITE	Conduite					20.700		NG *3
20	PONT AGRICOLE SUR LE CANAL DE CONDUITE	Conduite					20.700		NG *3
21	PONT AGRICOLE	Conduite					20.700		NG *3
22	MCS0 PONT EL MABTOUH	Conduite					20.460		NG *3
23	PONT AGRICOLE SUR Oued Mabtouh	Mabtouh					20.700		OK
24	PONT A4 SUR Mabtouh	Mabtouh					52.600		OK
25	PONT AGRICOLE SUR Oued Mabtouh	Mabtouh					20.700		OK
26	PONT AGRICOLE SUR Oued Mabtouh	Mabtouh					20.700		OK
27	PONT ET ROUTE GP8 SUR Mabtouh	Mabtouh					36.500		OK
28	PONT AGRICOLE SUR Oued Mabtouh	Mabtouh					20.700		OK
29	PONT AGRICOLE SUR Oued Mabtouh	Mabtouh					20.700		OK

*1 : Aucun problème survenu lors des inondations dans le passé

*2 : Endroit irréparable vu qu'il s'agit d'un pont historique et de ses entourages

*3 : Une grande hausse de débit vu qu'il s'agit d'un pont sur le canal de conduite de l'Oued Mabtouh

Source : Équipe d'étude de la JICA

6.1.3 Les problèmes relevant de la situation actuelle

Suivant la description citée plus haut, les points problématiques présentés par les ponts existants peuvent être résumés comme suit, avec les marques de la nécessité d'amélioration, s'il y a lieu. Parmi 29 ponts existants, 12 ponts nécessitent une amélioration, 3 seront enlevés et 3 ponts seront nouvellement construits. Quant au pont de Kalâat Landalous, bien qu'il nécessite une modification due à l'amélioration du cours d'eau, le Projet ne le concernera pas parce qu'il sera pris en charge par un autre secteur, soit celui de la construction routière.

Tableau 6.1-8 Points problématiques des ponts existants

N°	Nom de pont	Cours d'eau		Chapitre 6 Capacité d'écoulement	Conditions	Pont historique
		Nom	Distance			
1	K.LANDAOUS BRIDGE	Mejerda	4,664	Pas bon		
2	TOBIAS BRIDGE	Mejerda	10,828			
3	TOBIAS OLD BRIDGE	Mejerda	10,836	Pas bon		
4	GP8 BRIDGE OVER OUED MEJERDA	Mejerda	13,728		Pas bon	
5	A4 MOTORWAY BRIDGE	Mejerda	16,017			
6	FOOTBRIDGE	Mejerda				
7	WATER PIPE BRIDGE	Mejerda	34,440			
8	JEDEIDA RAILWAY OLD BRIDGE	Mejerda	37,848	Pas bon	Pas bon	○
9	JEDEIDA RAILWAY BRIDGE	Mejerda	37,834	Pas bon		
10	JEDEIDA BRIDGE	Mejerda	41,071			
11	JEDEIDA OLD BRIDGE	Mejerda	41,091		Pas bon	
12	JEDEIDA BRIDGE ON GP7	Mejerda	41,926	Pas bon		
13	EL BATTAN BRIDGE	Mejerda	53,111			○
14	TEBOURBA IRRIGATION CANALS BRIDGE	Mejerda	56,899		Pas bon	
15	GP7 BRIDGE ON CHAFROU	Chafrou		Pas bon		
16	GP7 OLD BRIDGE ON CHAFROU	Chafrou		Pas bon	Pas bon	
17	EL H'BIBIA BRIDGE	Chafrou		Pas bon	Pas bon	
18	Bridge on the local road	Mabtouh		Pas bon		
19	FARM BRIDGE ON Conduite CHANNEL	Mabtouh		Pas bon		
20	FARM BRIDGE ON Conduite CHANNEL	Mabtouh		Pas bon		
21	FARM BRIDGE	Mabtouh		Pas bon		
22	MC50 EL MABTOUH BRIDGE	Mabtouh		Pas bon		
23	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh				
24	A4 BRIDGE OVER Mabtouh	Mabtouh				
25	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh				
26	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh				
27	GP8 BRIDGE AND ROAD OVER Mabtouh	Mabtouh		Inférieur à la digue existante ;	Pas bon	
28	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh				
29	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh				
30	FARM BRIDGE(NEW)	Mabtouh				
31	FARM BRIDGE(NEW)	Mabtouh				
32	FARM BRIDGE(NEW)	Mabtouh				

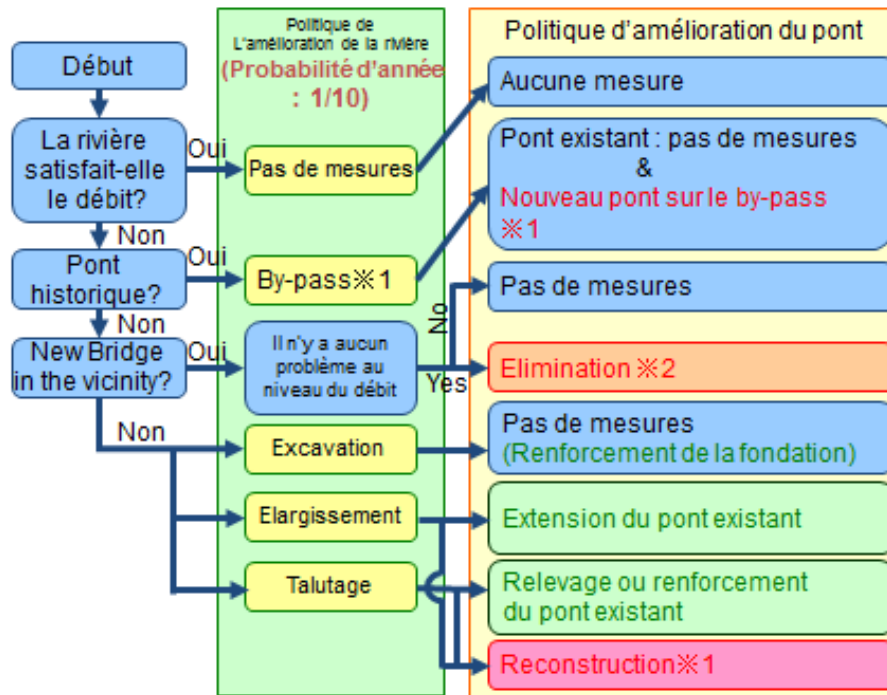
* Hors de l'étendue du Projet

Source : Équipe d'étude de la JICA

6.2 Identification des orientations pour l'amélioration

6.2.1 Schéma d'identification des orientations pour l'amélioration

Pour les problèmes relevant de la situation actuelle décrits au précédent alinéa, il convient de procéder à l'identification des orientations pour l'amélioration des ponts suivant le schéma d'identification indiqué ci-dessous.



Confirmation

※1: Le plan doit garantir l'augmentation future du débit conceptuel.

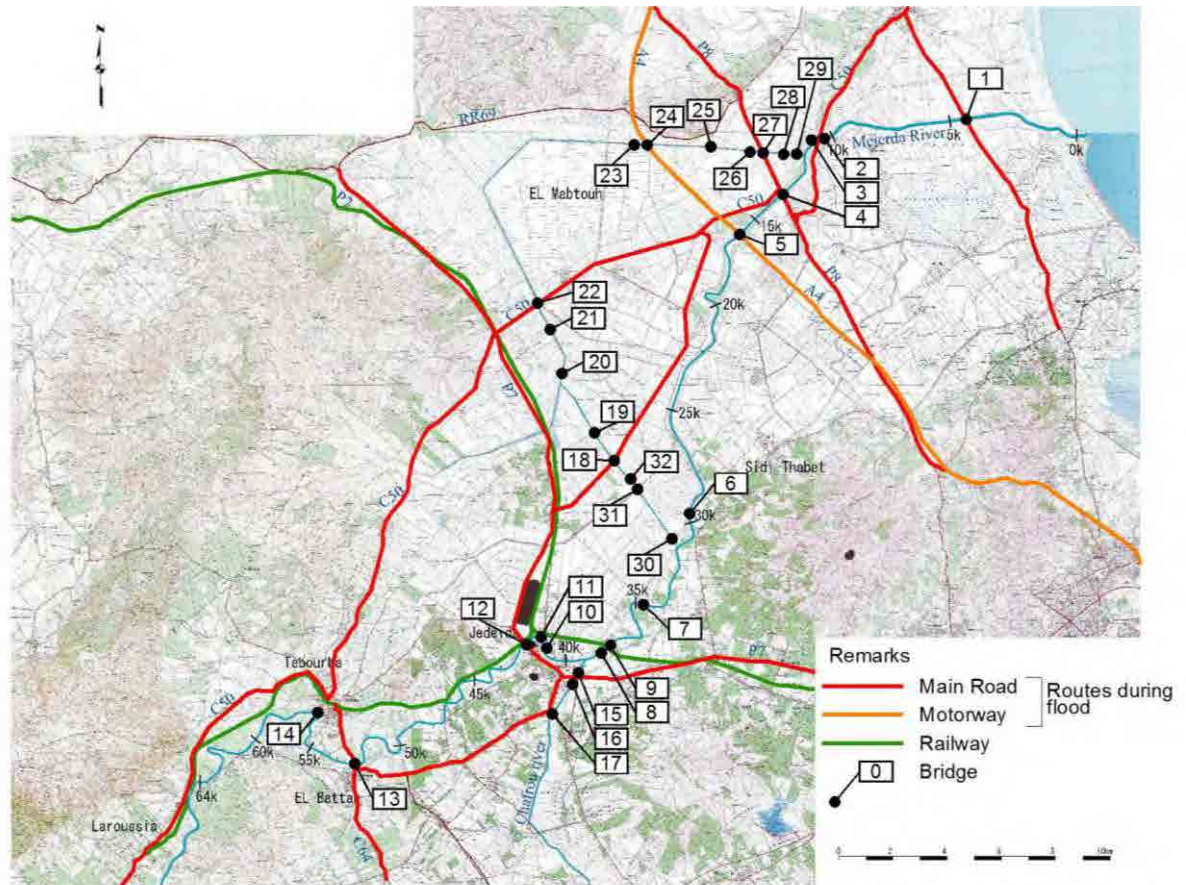
※2: Il est nécessaire de confirmer au Ministère de la Culture. L'enlèvement de l'ancien pont doit être confirmé par la SNCFT.

Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.2-1 Schéma d'identification des orientation pour l'amélioration des ponts

Pour les endroits où le remplacement du pont existant par un nouveau pont ou la mise en place d'un nouveau pont s'effectue, il convient de déterminer correctement la taille du pont à installer nouvellement, en fonction de la variation des performances exigées par l'emplacement de la construction. Des discussions tenues avec le Ministère de l'Agriculture et le Ministère de l'Équipement résultent certaines orientations qui consistent, d'une part, à maintenir la circulabilité des routes principales en cas de crues pour assurer le transport humain et matériel et, d'autre part, à permettre de ne pas maintenir la circulabilité des ponts agricoles en cas de crues à condition que certaines dispositions soient prises en compte pour ne pas isoler les zones concernées. Quant aux chemins de fer, d'après la concertation avec la SNCFT, il est décidé de maintenir leur circulabilité même en cas de crues.

Conformément à ces orientations, il a été d'abord identifié les routes qui doivent maintenir la circulabilité en cas de crues (crue décennale présumée). Dans la sélection des routes principales telles que les autoroutes, les routes nationales ou autres, en plus des chemins de fer et du bassin de retardement d'El Mabtough, il s'est agi de ne laisser isoler aucune des zones déployées sur une large étendue des sites concernés. Le résultat de la sélection des routes est indiqué ci-dessous.



Source: Équipe d'étude de la JICA Survey Team

Figure 6.2-2 Les routes qui maintiennent la circulabilité en cas de crues

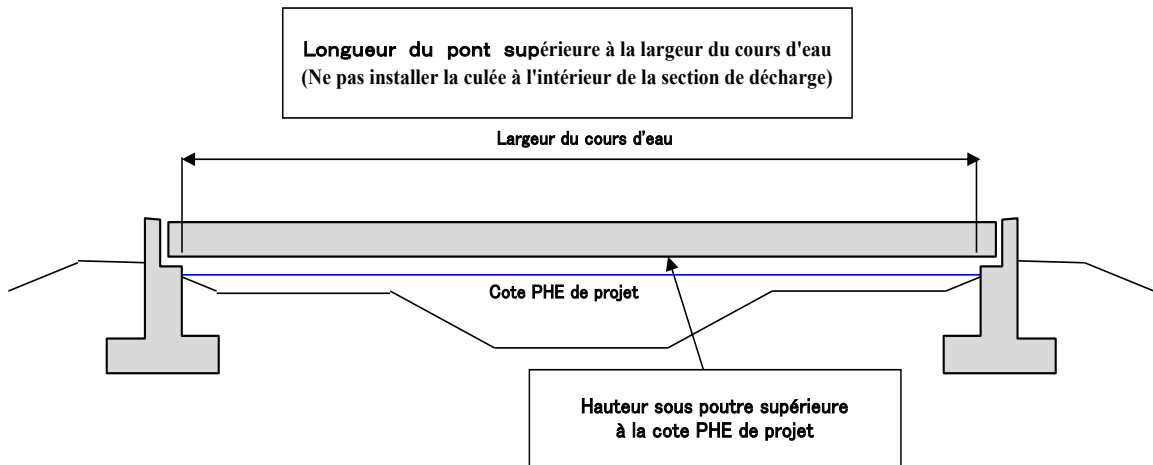
Les ponts situés sur les routes identifiées dans les endroits où le remplacement du pont existant par un nouveau pont ou la mise en place d'un nouveau pont s'effectue doivent avoir les performances classées à la catégorie A et les autres à la catégorie B.

Tableau 6.2-1 Catégories des ponts nouvellement installés

	Catégorie A	Catégorie B
Aperçu des catégories	Circulable en cas de crues pour le transport humain et matériel ;	Non circulable en cas de crues, donc nécessaire d'emprunter d'autres ponts ; Que la longueur du pont soit la moins

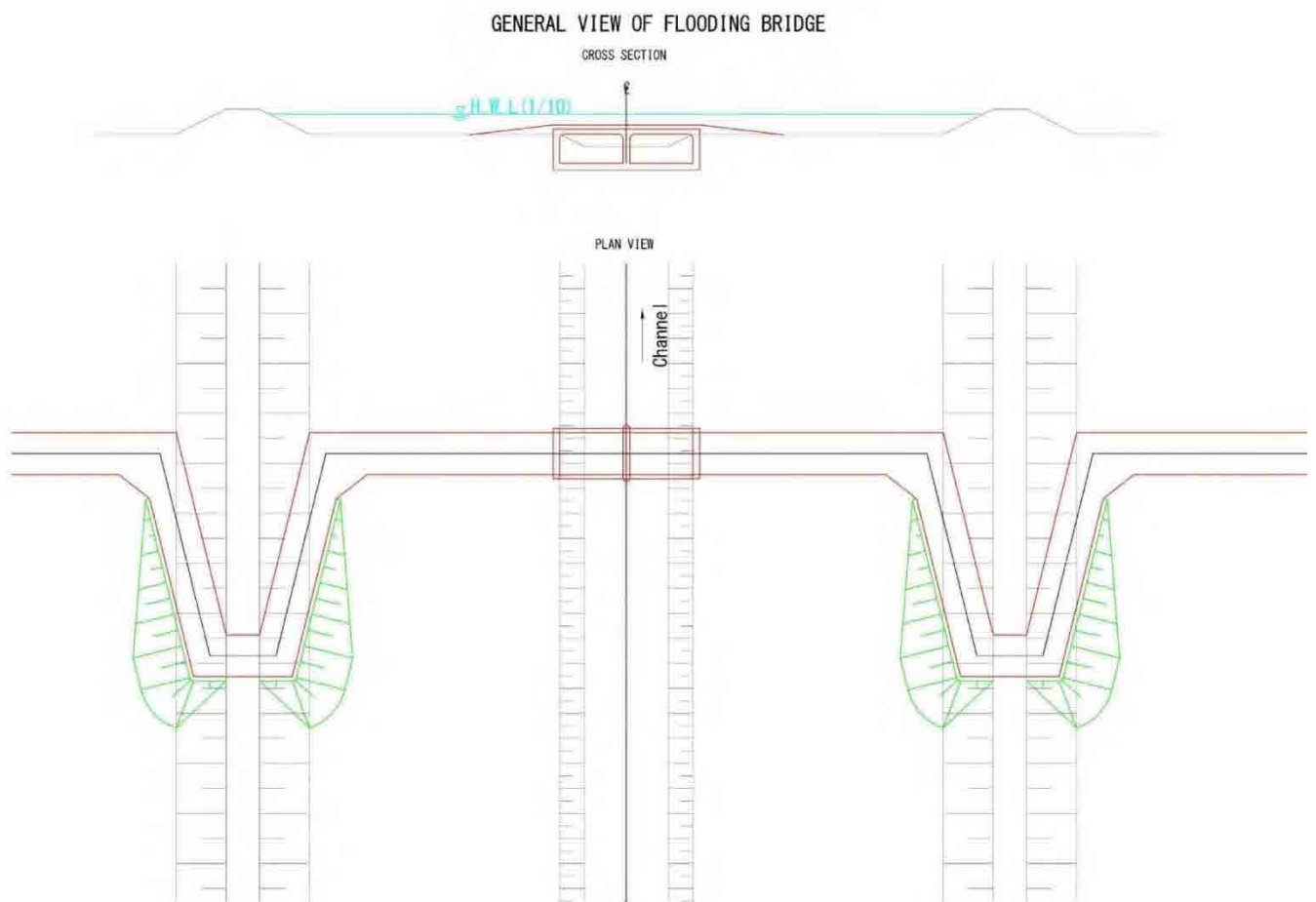
		importante nécessaire en vue de la réduction de coûts ;
Circulabilité	En temps normal : circulaire ;	En temps normal : circulaire ;
	En cas de crues : circulaire ;	En cas de crues : non circulaire ;
Performances exigées	Capable de maintenir les fonctions de pont en cas de crues ;	Capable de maintenir les fonctions de pont en temps normal pour les cours d'eau d'été ;
Plan de pont	Cote sous poutre supérieure à la cote de plus hautes eaux de projet ; Longueur du pont supérieure à la largeur du cours d'eau ;	Pont servant à traverser uniquement des cours d'eau d'été et submergé en cas de crues ;

Source : Équipe d'étude de la JICA



Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.2-3 Aperçu du pont classé à la catégorie A



Sauf en cas de routes qui doivent maintenir la circulabilité en cas de crues, on prévoit un pont submersible en cas de crues conçu pour traverser uniquement un cours d'eau d'étiage où l'eau s'écoule permanemment de manière à ce que la taille du pont soit la moins importante nécessaire, pourvu qu'une route en pente permettant de traverser la digue soit prévue de manière à ne pas la rompre.

Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.2-4 Aperçu du pont classé à la catégorie B

6.2.2 Le résultat de l'identification des orientations pour l'aménagement des ponts

Le résultat de l'identification faite suivant le schéma d'identification précité est montré ci-dessous.

Tableau 6.2-2 Résultat de l'identification des orientations pour l'amélioration des ponts

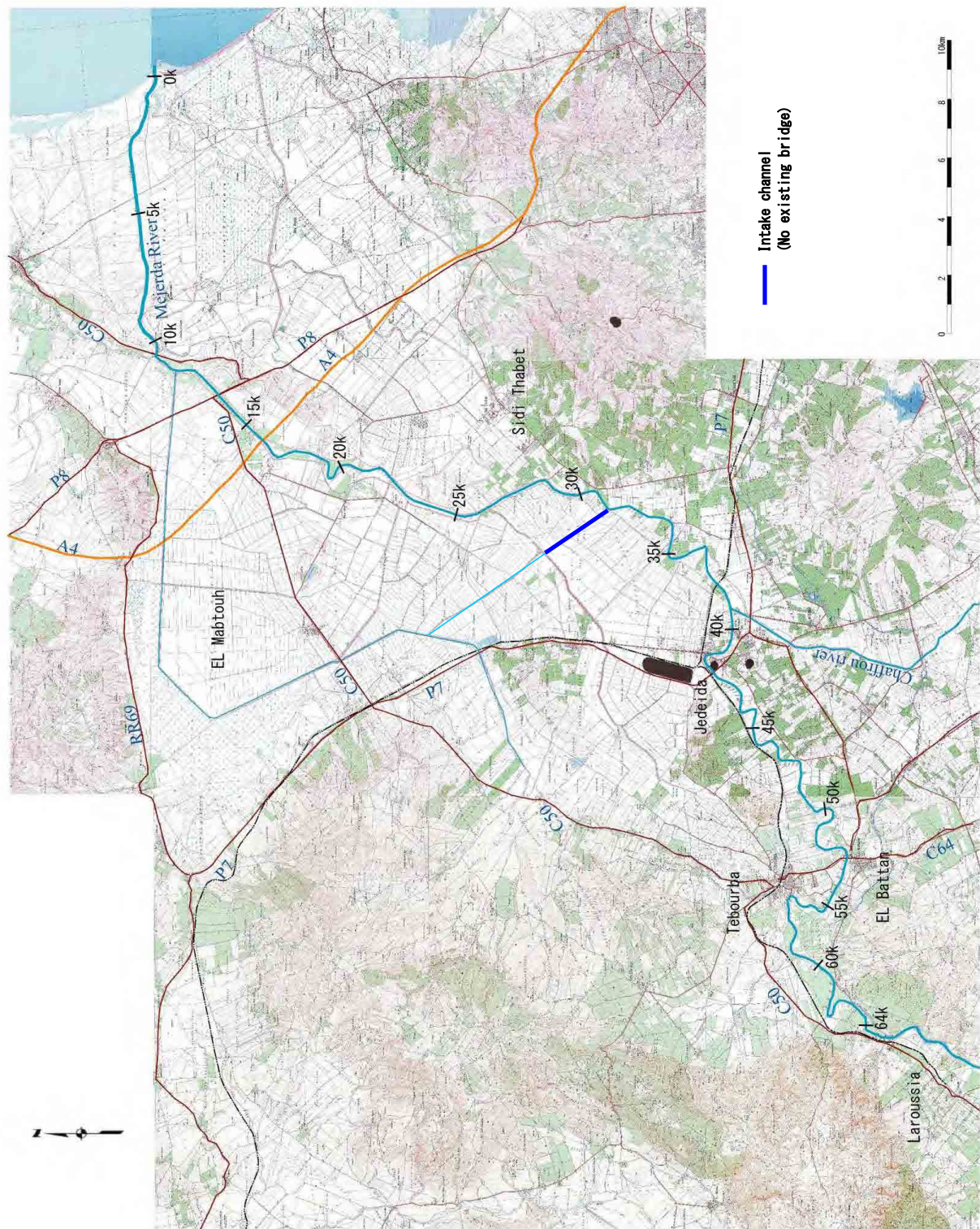
No.	Bridge Name	Channel		Historical Bridge	flow	Condition	Policy of bridge improvement
		Name	Distance				
1	K. LANDAOUS BRIDGE	Medjerda	4.664		NG		Reconstruction(Outside the scope of the project)
2	TOBIAS BRIDGE	Medjerda	10.828		OK		No measures
3	TOBIAS OLD BRIDGE	Medjerda	10.836		併設新橋と橋脚位置不一致		Removal
4	GP8 BRIDGE OVER OUED MEJERDA	Medjerda	13.728		OK	Not Good	Reconstruction
5	A4 MOTORWAY BRIDGE	Medjerda	16.017		OK		No measures
6	FOOTBRIDGE	Medjerda			OK		No measures
7	WATER PIPE BRIDGE	Medjerda	34.440		OK		No measures
8	JEDEIDA RAILWAY OLD BRIDGE	Medjerda	37.848		併設新橋と橋脚位置不一致	Not Good	Removal
9	JEDEIDA RAILWAY BRIDGE	Medjerda	37.834		NG		Extension of the existing bridge
10	JEDEIDA BRIDGE	Medjerda	41.071		河道改修なし		No measures
11	JEDEIDA OLD BRIDGE	Medjerda	41.091	○	河道改修なし	Not Good	No measures
12	JEDEIDA BRIDGE ON GP7	Medjerda	41.926		NG		Extension of the existing bridge
13	EL BATTAN BRIDGE	Medjerda	53.111	○	河道改修なし		No measures
14	TEBOURBA IRRIGATION CANALS BRIDGE	Medjerda	56.899		河道改修なし	Not Good	No measures
15	GP7 BRIDGE ON CHAFUROU	Chafourou			NG		Reconstruction
16	GP7 OLD BRIDGE ON CHAFUROU	Chafourou			併設新橋と橋脚位置不一致	Not Good	Removal
17	EL H' BIBIA BRIDGE	Chafourou			NG	Not Good	Reconstruction as "Flooding Bridge"
18	Bridge on the local road	Driving			NG		Reconstruction
19	FARM BRIDGE ON Driving CHANNEL	Driving			NG		Reconstruction as "Flooding Bridge"
20	FARM BRIDGE ON Driving CHANNEL	Driving			NG		Reconstruction as "Flooding Bridge"
21	FARM BRIDGE	Driving			NG		Reconstruction as "Flooding Bridge"
22	MO50 EL MABTOUH BRIDGE	Driving			NG		Reconstruction
23	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh			河道改修なし		No measures
24	A4 BRIDGE OVER Mabtouh	Mabtouh			河道改修なし		No measures
25	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh			河道改修なし		No measures
26	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh			河道改修なし		No measures
27	GP8 BRIDGE AND ROAD OVER Mabtouh	Mabtouh			既存堤防高未滿	Not Good	Reconstruction
28	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh			河道改修なし		No measures
29	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh			河道改修なし		No measures

Source : Équipe d'étude de la JICA

6.2.3 Plan d'installation des nouveaux ponts

L'aménagement des cours d'eau prévu dans le Projet concerne également le bassin de retardement d'El Mabtouh, en plus de l'amélioration des oueds Mejerda et Chafrou. Il existe dans le tronçon entre l'oued Mejerda et le bassin de retardement d'El Mabtouh des canaux d'adduction d'eau agricoles traversés par des ponts aux points de croisement avec des routes, sauf les endroits indiqués à la figure suivante où aucun canal ni pont n'est installé.

Il est toutefois prévue que, s'il y aura dans ce tronçon des points de croisement entre les routes existantes et un canal à aménager dans le Projet jusqu'au bassin de retardement, de nouveaux ponts y seront installés.



Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.2-5 Les endroits ayant besoins de nouveaux ponts

6.2.4 Liste des ponts à aménager (amélioration / nouvelle installation)

Il en résulte que, parmi 29 ponts, 15 ponts sont à améliorer et 3 ponts à installer nouvellement. Quant au pont de Kalâat Landalous situé le plus en aval, bien qu'il faille le reconstruire à cause de l'amélioration du lit de cours d'eau, la reconstruction de celui-ci n'est pas incluse dans le Projet pour la raison qu'elle sera éventuellement prise en charge par le secteur de la construction routière.

Tableau 6.2-3 Liste des ponts à aménager

No.	Bridge Name	Channel		Route	Policy of bridge improvement	Classification
		Name	Distance			
1	K. LANDAOUS BRIDGE	Medjerda	4.664	Rue Sadok Belhadi	Reconstruction *	
2	TOBIAS BRIDGE	Medjerda	10.828	MC50	No measures	
3	TOBIAS OLD BRIDGE	Medjerda	10.836	MC50	Removal	
4	GP8 BRIDGE OVER OUED MEJERDA	Medjerda	13.728	GP8	Reconstruction	A
5	A4 MOTORWAY BRIDGE	Medjerda	16.017	MOTORWAY A4	No measures	
6	FOOTBRIDGE	Medjerda		Sidewalk	No measures	
7	WATER PIPE BRIDGE	Medjerda	34.440	Water supply	No measures	
8	JEDEIDA RAILWAY OLD BRIDGE	Medjerda	37.848	RAILWAY	Removal	
9	JEDEIDA RAILWAY BRIDGE	Medjerda	37.834	RAILWAY	Extension of the existing bridge	
10	JEDEIDA BRIDGE	Medjerda	41.071	RVE507	No measures	
11	JEDEIDA OLD BRIDGE	Medjerda	41.091	RVE507	No measures	
12	JEDEIDA BRIDGE ON GP7	Medjerda	41.926	GP7	Extension of the existing bridge	
13	EL BATTAN BRIDGE	Medjerda	53.111	MC64	No measures	
14	TEBOURBA IRRIGATION CANALS BRIDGE	Medjerda	56.899	IRRIGATION CANALS	No measures	
15	GP7 BRIDGE ON CHAFUROU	Chafouou		GP7	Reconstruction	A
16	GP7 OLD BRIDGE ON CHAFUROU	Chafouou		GP7	Removal	
17	EL H' BIBIA BRIDGE	Chafouou		Local Road	Reconstruction	B
18	Bridge on the local road	Driving		Local Road	Reconstruction	A
19	FARM BRIDGE ON Driving CHANNEL	Driving		Farm Road	Reconstruction	B
20	FARM BRIDGE ON Driving CHANNEL	Driving		Farm Road	Reconstruction	B
21	FARM BRIDGE	Driving		Farm Road	Reconstruction	B
22	MC50 EL MABTOUH BRIDGE	Driving		MC50	Reconstruction	A
23	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	No measures	
24	A4 BRIDGE OVER Mabtouh	Mabtouh		MOTORWAY A4	No measures	
25	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	No measures	
26	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	No measures	
27	GP8 BRIDGE AND ROAD OVER Mabtouh	Mabtouh		GP8	Reconstruction	A
28	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	No measures	
29	FARM BRIDGE ON Oued Mabtouh	Mabtouh		Farm Road	No measures	
30	FARM BRIDGE (NEW)	Driving		Farm Road	New construction	B
31	FARM BRIDGE (NEW)	Driving		Farm Road	New construction	B
32	FARM BRIDGE (NEW)	Driving		Farm Road	New construction	B

* Outside the scope of the project

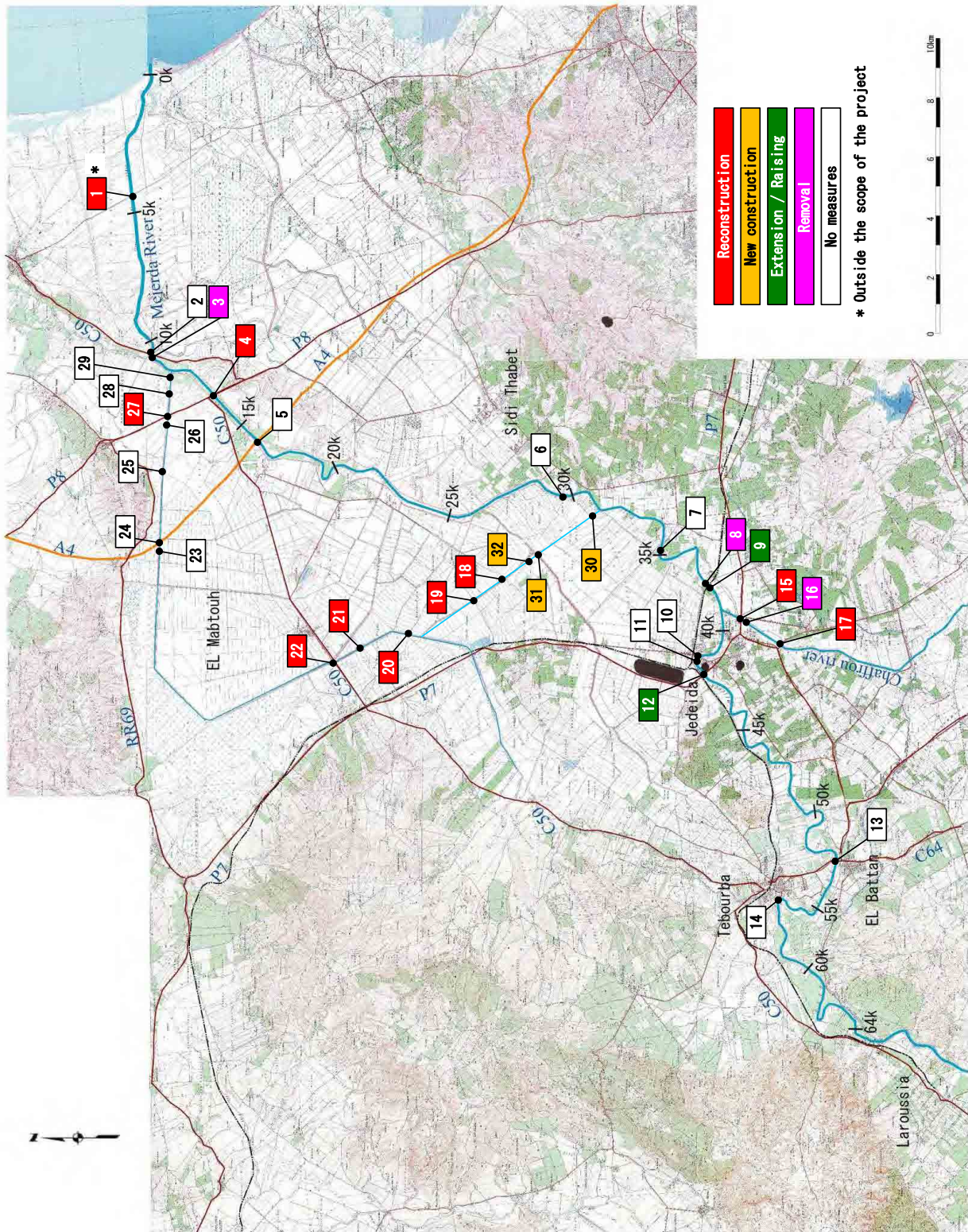
Source : Équipe d'étude de la JICA

Tableau6.2-4 Liste de nombres de pont

Policy of bridge improvement	Medjerda	Chafurou	Mabtouh	TOTAL
Reconstruction	1	1	3	5
Reconstruction as "Flooding Bridge"		1	3	4
Extension of the existing bridge	2			2
Removal	2	1		3
No measures	8		6	14
Reconstruction *1	1			1
Existing bridge	14	3	12	29
New construction as "Flooding Bridge"			3	3
TOTAL	14	3	15	32

*1 Outside the scope of the project(K.LANDAOUS BRIDGE)

Source : Equipe d'étude de la JICA



Source : Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.2-6 Plan de situation des ponts à aménager et à construire

6.3 Plan d'amélioration des ponts existants

6.3.1No.1 Pont de Kalâat Landalous

(1) Aperçu

- Il se situe sur un axe principal reliant Ariana et Kalâat Landalous. C'est un pont submersible sur une route à deux voies de trafic moyen ou moins dense.
- Construction en dalots de béton mis en série ;
- Photo de l'état actuel



Figure6.3-1 L'état actuel du pont de K.Landalous (8.2012)

(2) Évaluation hydrologique

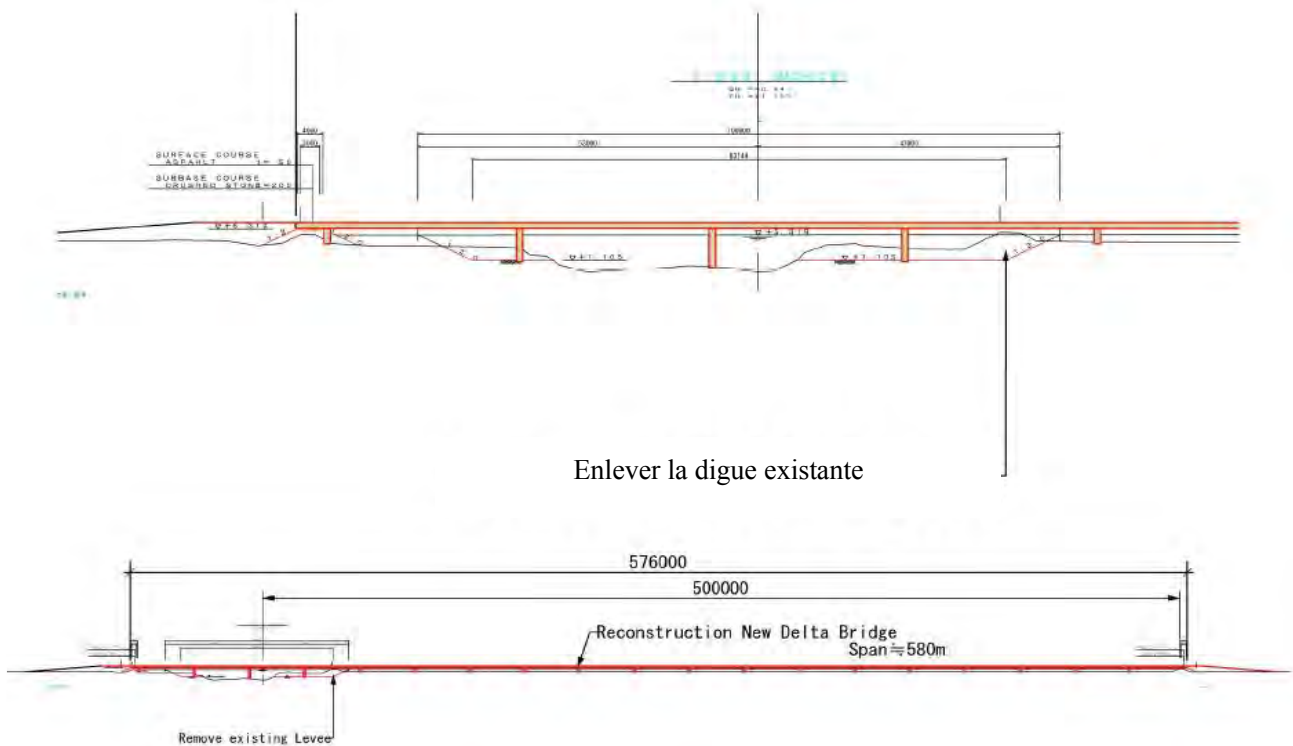
Du fait que la cote sous poutre de ce pont correspond à une cote inférieure à la cote de plus hautes eaux de projet, la section de décharge est entravée et, en cas de crues, les ouvrages sont submergés au point que le trafic sera rompu durant plusieurs semaines.

La cote de plus hautes eaux de projet est de 3,670m. Il faut y ajouter 1,0m pour avoir 4,670m dont il convient de s'assurer en tant que cote sous poutre.

(3) Plan d'amélioration du pont existant

Le trafic est dense sur l'axe principal reliant Ariana et Kalâat Landalous et plusieurs projets de développement de la côte littorale sont en train de se planifier pour les zones adjacentes.

Le Ministère de l'Équipement envisage de prendre en charge les travaux de remplacement de ce pont par un nouveau pont, qui seront donc exclus du présent Projet. Pour l'exécution de ces travaux, il convient de concevoir un pont d'environ 580m de long avec la cote sous poutre de 4,670m.



Source : Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.3-2 Spécifications de remplacement du pont K.LANDALOUS par un nouveau pont

6.3.2No.3 Ancien pont de Tobias

(1) Aperçu

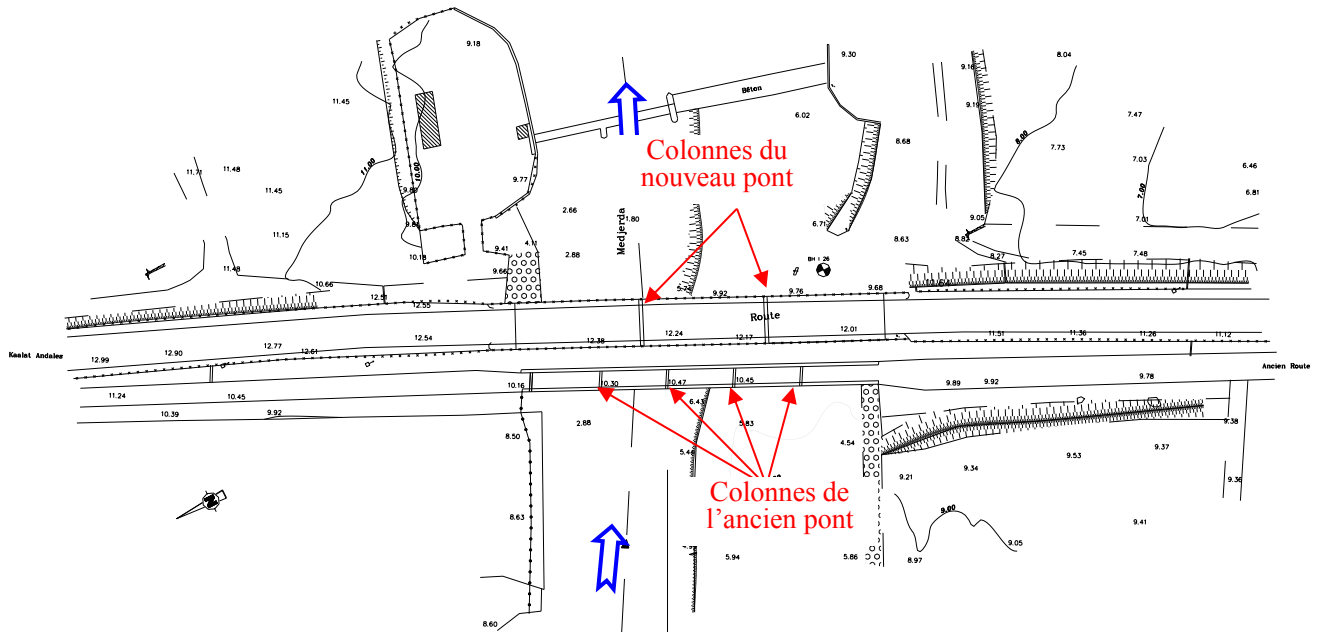
- C'est un pont emprunté par la route MC50 pour traverser l'oued Mejerda. En aval de ce pont, il existe un nouveau pont.
- C'est un ouvrage construit avant 1948. On y remarque une détérioration généralisée.
- Pont Gerber en béton armé à 5 travées
- Photo de l'état actuel



Figure 6.3-3 État actuel de l'ancien pont de Tobias (8.2012)

(2) Évaluation hydrologique

Bien que construit parallèlement au nouveau pont, comme le montre la figure suivante, les positions des colonnes de ce pont ne s'accordent pas à l'axe du courant, qui est en conséquence entravé par l'existence de ces colonnes. Ceci entrave aussi la décharge des crues et affecte finalement les structures du pont à cause éventuellement de l'érosion localisée.



Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.3-4 Les positions des colonnes du pont

(3) Plan d'amélioration du pont existant

Posant un problème à la décharge du cours d'eau, le pont doit être enlevé d'autant plus qu'il existe en aval un nouveau pont avec trottoir, ce qui ne provoque aucun problème de circulation des piétons et des véhicules.

6.3.3No.4 Pont GP8 sur l'oued Mejerda

(1) Aperçu

- Pont emprunté par la route GP8 pour traverser l'oued Mejerda.
- Ouvrage construit au moins avant 1973.
- Pont en simple béton armé à 9 travées.
- Photo de l'état actuel



Figure 6.3-5 État actuel du Pont GP8 sur l'oued Mejerda (8.2012)

- Comparé avec les autres ponts, il se caractérise par 2 piliers de 60cm×60cm par colonne dont le diamètre n'est pas important ;
- Endommagés en plusieurs endroits, le pont se trouve dans un état préoccupant. Comme le montrent les photos suivantes, il s'agit principalement de l'écaillage et l'exposition de barres d'armature des colonnes et de la poutre principale, la défaillance des dispositifs d'expansion, la fissuration des poutres principales, etc.



1) écaillage et exposition de barres d'armature des colonnes et des poutres principales

2) Fissuration des poutres principales (Fissures dues à la flexion au milieu de la travée)

Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.3-6 Dommages réels

(2) Évaluation hydrologique

Le pont pourrait assurer une section de recharge nécessaire sans changer sa longueur ni toucher la cote sous poutre, si le dessablement était effectué dans son emplacement pour maintenir la section d'exploitation.

(3) Plan d'amélioration du pont existant

L'élément principal de la structure du pont est endommagé en de nombreux endroits au point que l'intégrité structurale et la résistance à la charge ne sont pas suffisantes pour à la fois la superstructure et l'infrastructure. En cas de mise en valeur de la structure telle qu'elle existe actuellement, il faut prévoir un renfort de grande envergure au niveau de l'infrastructure. D'autant plus que la période de renouvellement de la superstructure paraît s'approcher, l'amélioration de la structure actuelle n'est pas très avantageuse.

Il convient donc de le remplacer par un nouveau pont.

6.3.4No.8 Ancien pont ferroviaire de Jedeida

(1) Aperçu

- Le pont emprunté par le chemin de fer entre Tunis et Bizerte pour traverser l'oued Mejerda, en aval duquel un nouveau pont est installé.
- Il n'est plus utilisé puisque les voies ferrées sont déjà enlevées.
- Il est possible de le démolir (ce dépendant du résultat de la concertation avec le SNCFT)
- Pont en treillis à deux travées avec simple poutre d'acier inférieure

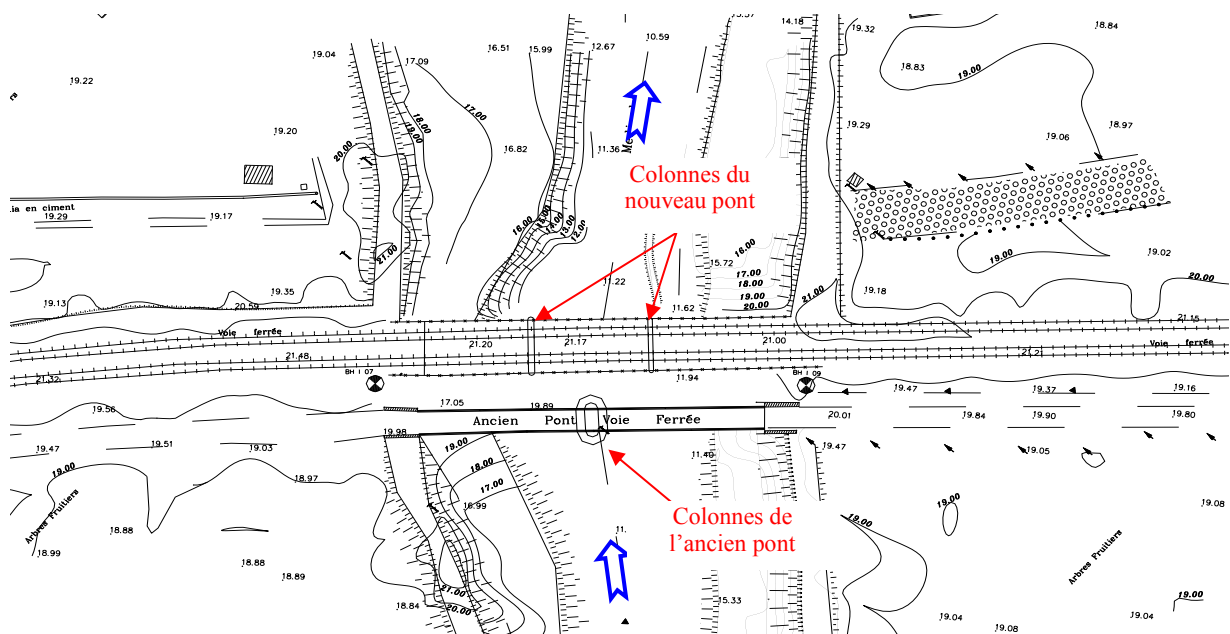
- Photo de l'état actuel



Figure 6.3-7 État actuel del'ancien pont ferroviaire de Jedeida (8.2012)

(2) Évaluation hydrologique

Bien que construit parallèlement au nouveau pont, comme le montre la figure suivante, les positions des colonnes de ce pont ne s'accordent pas à l'axe du courant qui est donc entravé par l'existence de ces colonnes. Ceci entrave aussi la décharge des crues et affecte finalement les structures du pont à cause éventuellement de l'érosion localisée.



Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.3-8 Emplacement des colonnes du pont

(3) Plan d'aménagement du pont existant

Ce pont pose un problème à la décharge du cours d'eau. Le réseau ferroviaire entre Tunis et Bizerte emprunte le nouveau pont situé en aval de ce pont. La démolition de celui-ci ne pose pas de problème à l'exploitation du chemin de fer. Il convient donc de le démolir.

Toutefois, le pont est équipé d'une conduite d'alimentation en eau potable. À la démolition du pont, celle-ci devra être réinstallée sur le nouveau pont (l'accord de la SNCFT déjà obtenu pour la réinstallation de la conduite AEP).

6.3.5No.9 Pont ferroviaire de Jedeida

(1) Aperçu

- Le pont emprunté par le chemin de fer entre Tunis et Bizerte pour traverser l'oued Mejerda, en amont duquel un ancien pont est installé.
- Pont à trois travées avec 2 poutres principales en T pré-coulées
- Construction datée de 1981/1982
- Ligne à deux voies dont la voie paire repose sur une structure séparée et la voie impaire sur une structure monobloc.
- On observe sur les côtes des poutres des cicatrices des cures, bétons détérioré ou barres d'armature exposées, suggérant des chocs de débris emportés par le torrent.
- Photo de l'état actuel



Figure 6.3-9 État actuel du pont ferroviaire de Jedeida (8.2012)

(2) Évaluation hydrologique

Vu la cote de plus hautes eaux de projet est de 19,269m, il faut ajouter 1,0m de franc-bord à la cote sous poutre actuelle de 19,200m pour s'assurer d'une cote sous poutre de projet de 20,369m. Pour s'assurer d'une section de décharge effective, il faut s'assurer également d'une largeur obligatoire de 100m du cours d'eau.

(3) Plan d'amélioration du pont existant

Construit il y a 30, le pont conserve son intégrité structurale sans trace de dégâts sérieux et sa structure est encore dans un état exploitable. Toutefois, il est prévu d'avoir recours à l'élévation du niveau de la culée par un vérin de levage ainsi qu'à l'ajout de travées pour s'assurer de la cote sous poutre et de la largeur du cours d'eau. D'après la concertation tenue avec la SNCFT, il s'avère nécessaire de considérer dans l'étude détaillée les conditions suivantes, sur lesquelles elle insiste bien qu'elle permette le raccordement transitoire des voies pendant l'exécution des travaux :

- la sûreté de la structure après le levage par vérin doit être suffisamment considérée ;
 - La déclivité transversale des voies provisoires doit être inférieure à 9‰ ;
 - Il faut assurer au moins une voie même dans un état provisoire.
- * Le contenu déterminé par le présent examen est montré à la Documentation 4.3.

6.3.6No.12 Pont de Jedeida sur GP7

(1) Aperçu

- Pont emprunté par la route GP7 pour traverser l'oued Mejerda.
- Construit en 1945, rénové en 2009
- Pont à cinq travées avec poutre pré-coulée
-
- Photo de l'état actuel



Figure 6.3-10 État actuel du pont de Jedeida sur GP7 (8.2012)

(2) Évaluation hydrologique

Étant de 25,130m, la cote sous poutre actuelle est satisfaisante pour la cote de plus hautes eaux de projet de 21,276m, mais elle ne l'est pas pour la largeur obligatoire du cours d'eau (100m) qui assure une section de décharge.

(3) Plan d'amélioration du pont existant

Construit il y a 70 ans et restauré en 2009, le pont est dans un état sans aucun dégât sérieux. Toutefois, il convient de prévoir d'ajouter des travées pour s'assurer d'une largeur du cours d'eau suffisante.

6.3.7No.15 Pont GP7 sur l'oued Chafrou

(1) Aperçu

- Pont emprunté par la route GP7 pour traverser l'oued Chafrou, en amont duquel est installé l'ancien pont.
- Pont en dalle creuse pré-coulée à trois travées
- Photo de l'état actuel



Figure 6.3-11 État actuel du pont GP7 sur l'oued Chafrou (8.2012)

(2) Évaluation hydrologique

Vu la cote de plus hautes eaux de projet est de 19,800m, il faut ajouter 1,0m de franc-bord à la cote sous poutre actuelle d'environ 18,9m pour s'assurer d'une cote sous poutre de projet de 20,800m. Pour s'assurer d'une section de décharge effective, il faut s'assurer également d'une largeur obligatoire de 61m du cours d'eau.

(3) Plan d'amélioration du pont existant

Bien que dans un bon état ne présentant aucun dégât sérieux, le pont doit être remplacé par un nouveau pont pour la raison qu'il est difficile de mettre en valeur sa structure telle qu'elle est actuellement à cause du manque considérable à la fois de cote sous poutre et de largeur du cours d'eau.

6.3.8No.16 Ancien pont GP7 sur l'oued Chafrou

(1) Aperçu

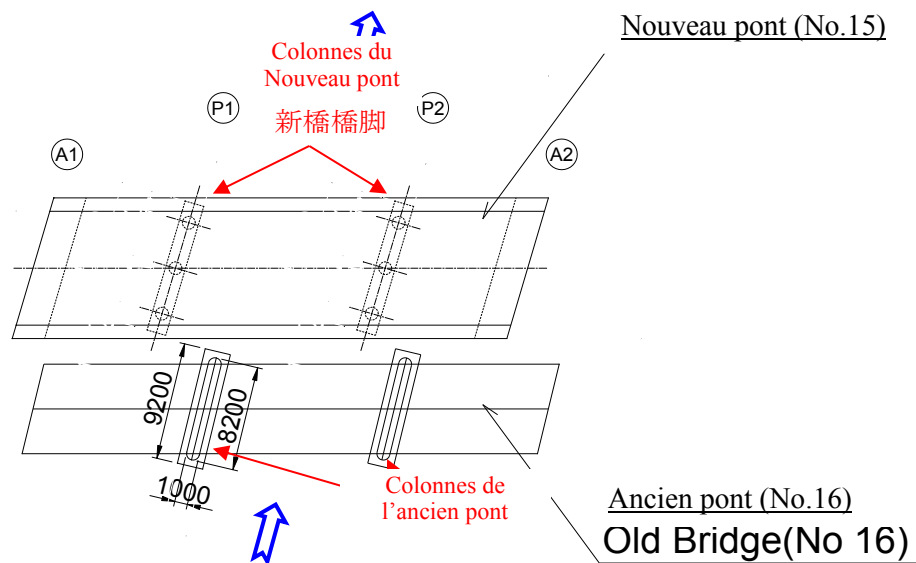
- Pont emprunté par la route GP7 pour traverser l'oued Chafrou, en aval duquel est installé un nouveau pont.
- Pont en béton à trois travées
- Photo de l'état actuel



Figure 6.3-12 État actuel de l'ancien pont GP7 sur l'oued Chafrou (8.2012)

(2) Évaluation hydrologique

Bien que construit parallèlement au nouveau pont, comme le montre la figure suivante, les positions des colonnes de ce pont ne s'accordent pas à l'axe du courant qui est donc entravé par l'existence de ces colonnes. Ceci entrave aussi la décharge des crues et affecte finalement les structures du pont à cause éventuellement de l'érosion localisée.



Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.3-13 Emplacement des colonnes du pont

(3) Plan d'amélioration du pont existant

Posant un problème à la décharge du cours d'eau, le pont doit être enlevé d'autant plus qu'il existe en aval un nouveau pont avec trottoir, ce qui ne provoque aucun problème de circulation aux piétons ni aux véhicules.

6.3.9No.17 Pont d'El H'bibia

(1) Aperçu

- Pont de modeste trafic traversant l'oued Chafrou.
- Pont en béton à quatre travées
- Photo de l'état actuel



Figure 6.3-14 État actuel du pont d'El H'bibia (8.2012)

(2) Évaluation hydrologique

Vu la cote de plus hautes eaux de projet est de 19,800m, il faut ajouter 1,0m de franc-bord à la cote sous poutre actuelle d'environ 19,5m pour s'assurer d'une cote sous poutre de projet de 20,800m. Pour s'assurer d'une section de décharge effective, il faut s'assurer également d'une largeur obligatoire de 62m du cours d'eau.

Comme le montre la photo suivante, la montée des eaux a été constatée à l'occasion des inondations de janvier 2003.



Source: Étude préparatoire

Figure 6.3-15 Photo du pont d'El H'bibia prise le 13 janvier 2003

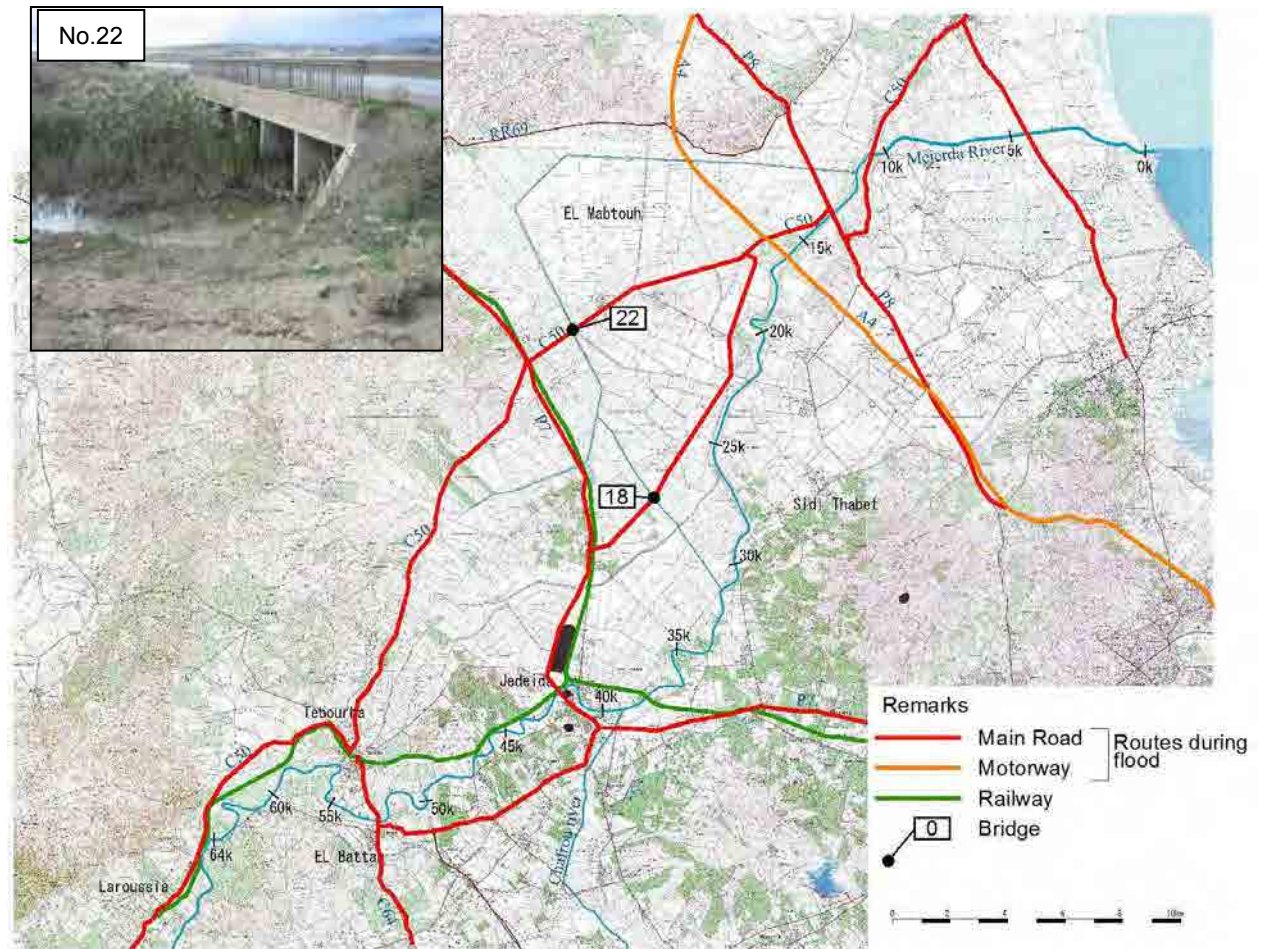
(3) Plan d'amélioration du pont existant

Il convient de le remplacer par un nouveau pont pour la raison qu'il est difficile de mettre en valeur sa structure actuelle à cause du manque considérable de largeur du cours d'eau.

6.3.10 No.18 Pont sur la route locale, No.22 Pont MC50 El Mabtouh

(1) Aperçu

- Ponts situés sur le canal d'adduction d'eau allant de l'oued Mejerda au bassin de retardement d'El Mabtouh.
- No.18 : Pont en béton, No.22 : Pont en dalot
- Photo de l'état actuel



Source: JICA Survey Team

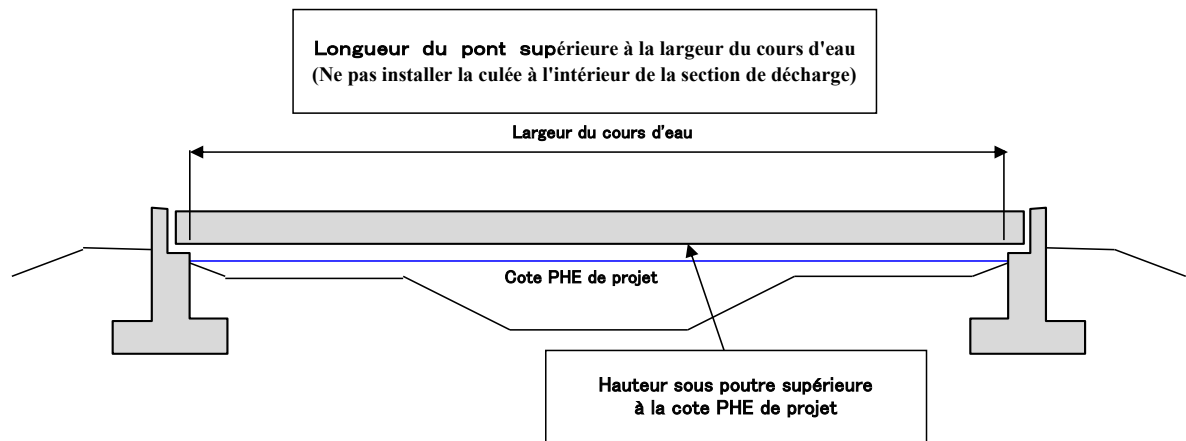
Figure 6.3-16 Localisation des ponts No.18 et 22

(2) Évaluation hydrologique

Le canal situé dans le tronçon entre l'oued Mejerda et le bassin de retardement d'El Mabtouh est trop étroit pour assurer une section de décharge satisfaisante pour les débits prévus dans le présent Projet. Il convient donc d'élargir la largeur du cours d'eau.

(3) Plan d'amélioration des ponts existants

Vu que la section de décharge est largement insuffisante, il est envisagé de remplacer les ponts No.18 et 21 par de nouveaux ponts classés à la catégorie A, capables d'assurer la circulation en cas de crues.



Source: Équipe d'étude de la JICA

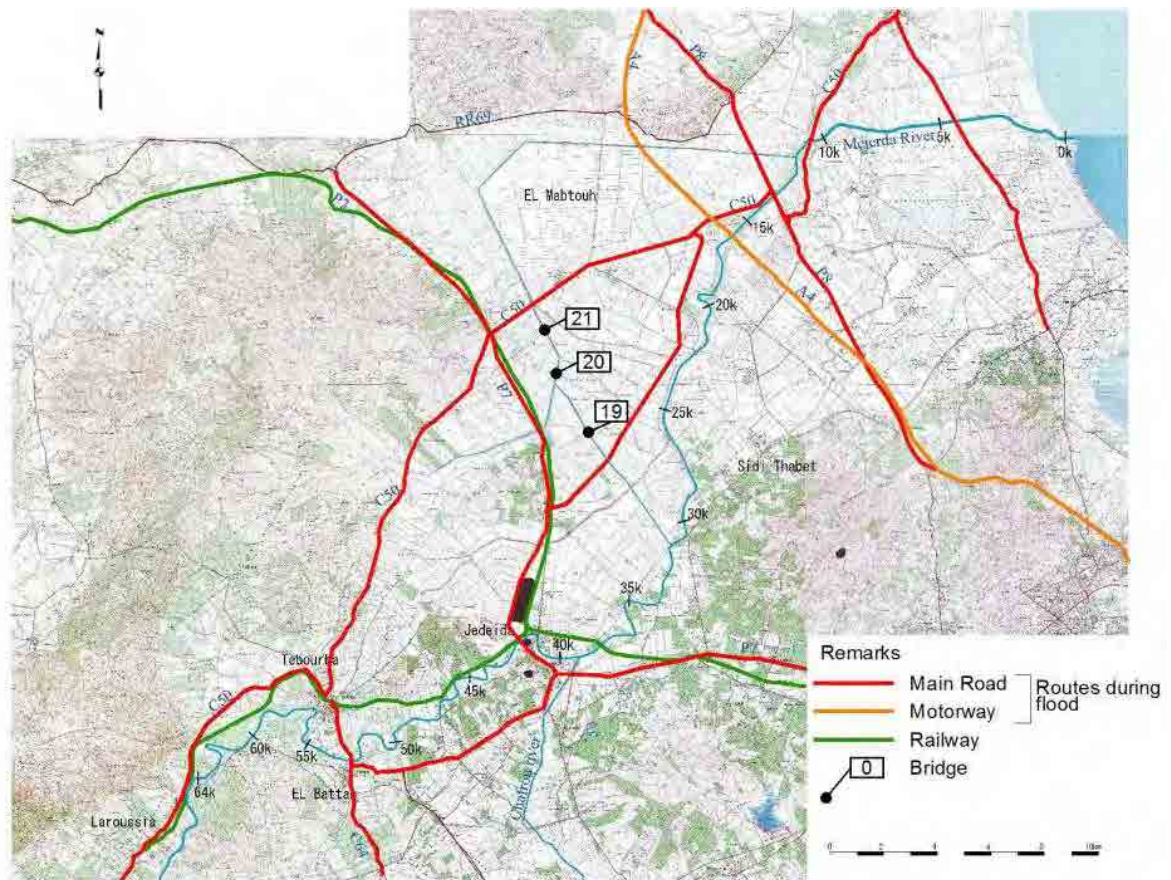
Figure 6.3-17 Aperçu d'un pont classé à la catégorie A

6.3.11 No.19 à 21 Ponts agricoles

(1) Aperçu

- Ponts situés dans le tronçon entre l'oued Mejerda et le bassin de retardement d'El Mabtouh.
- Pont en béton
- Photo de l'état actuel





Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.3-18 Localisation des ponts No.19 à 21

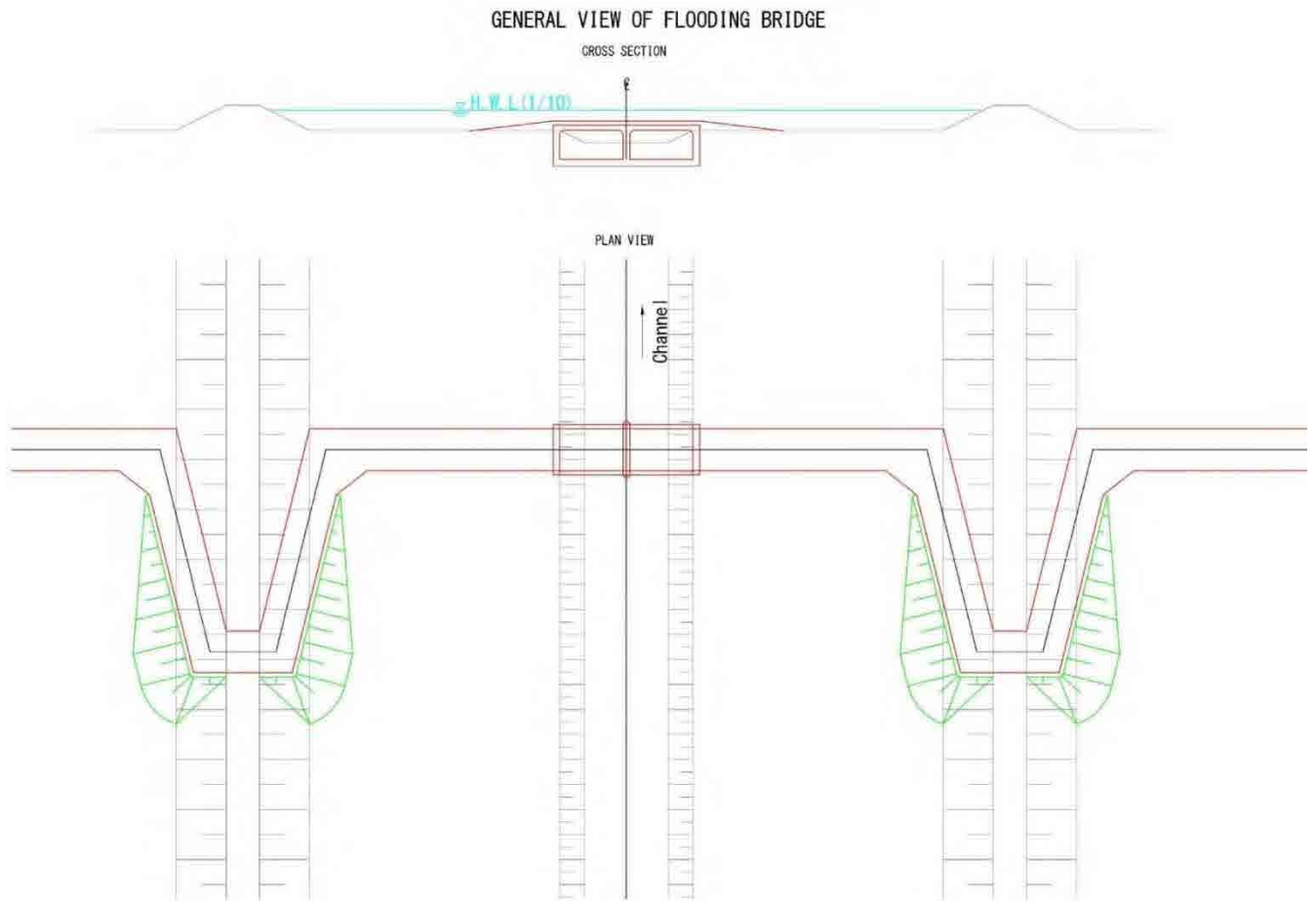
(2) Évaluation hydrologique

Le canal situé dans le tronçon entre l'oued Mejerda et le bassin de retardement d'El Mabtough est trop étroit pour assurer une section de décharge satisfaisante pour les débits prévus dans le Projet.

(3) Plan d'amélioration des ponts existants

La section de décharge est remarquablement insuffisante. Il convient donc de les remplacer par de nouveaux ponts. Il est toutefois à noter qu'il s'agit des ponts de nature à servir principalement à l'usage agricole, mais pas des routes principales. Il convient donc que les ponts soient classés à la catégorie B.

Il convient de prévoir une structure permettant aux ouvrages de traverser des cours d'eau d'étiage où s'écoule l'eau tout le temps, qui sont d'ailleurs submersibles en cas de crues. Il est toutefois prévu d'installer une route en pente pour traverser la digue, pourvu que celle-ci ne soit pas rompue par la route.



Source : Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.3-19 Aperçu des ponts classés à la catégorie B

6.3.12 No.27 Pont GP8 et route sur l'oued Mabtouh

(1) Aperçu

- Pont emprunté par la route GP8 pour traverser le canal de décharge.
- Endommagement vérifié qui représente un problème sur la sécurité du pont. Comme problèmes relevés, on peut donner l'exemple de l'abrasion de la dalle, l'apparition des armatures et fissure sur le sabot
- Photo de l'état actuel



Figure 6.3-20 État actuel du pont GP8 et route sur l'oued Mabtouh (8.2012)

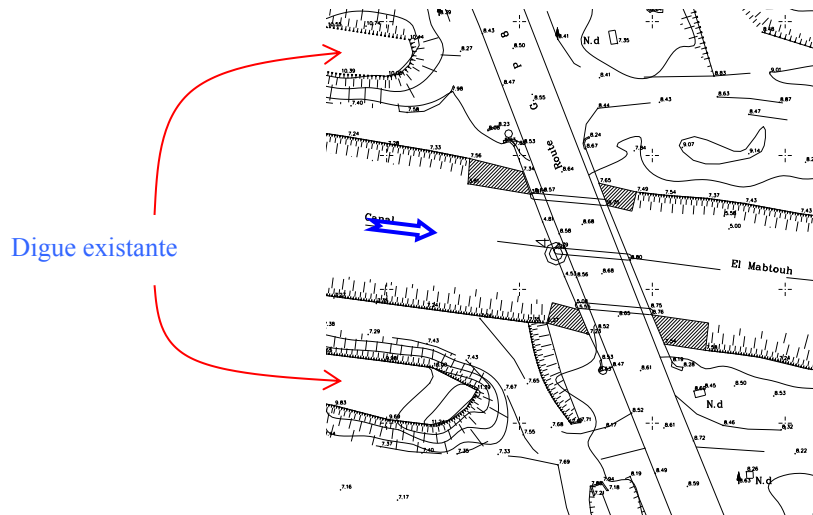
(2) Évaluation hydrologique

Il est essentiel qu'un canal de décharge laisse s'écouler autant de débit d'eau de décharge que la section existante le permet. Or, ce canal n'a qu'une largeur peu importante dans cet endroit où il est pourvu de trois colonnes de pont, ce qui entrave l'aire transversale du cours d'eau d'environ 10%.

De plus, la digue est rompue dans cet endroit, ce qui montre qu'il y a eu des inondations autrefois, selon les résultats de l'interview auprès du Ministère de l'Agriculture.

(3) Plan d'amélioration du pont existant

La section actuelle du cours d'eau est satisfaisante pour assurer la capacité de décharge, mais la structure actuelle entrave largement l'aire transversale du cours d'eau et rompt la digue existante. Et d'autant plus que son intégrité structurale est préoccupante et vu les crues survenues dans le passé, ce pont devra être remplacé par un autre nouveau.



Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.3-21 Digue existante

6.4 Plan d'installation d'un nouveau pont

Ce paragraphe décrit sur le résultat de la considération des types et des spécifications des structures des ponts à installer nouvellement, en plus des ponts existants à remplacer par d'autres nouveaux et des nouveaux éléments intégrés dans les ponts améliorés.

Il est à noter que les types et les spécifications susmentionnés sont déterminés sur la base des réalisations des ponts en Tunisie ayant été étudiées, ainsi que des expériences dans le domaine de la construction de ponts au Japon.

6.4.1 L'étude des réalisations de ponts

(1) Les ponts qui traversent l'oued Mejerda

Une étude effectuée sur les réalisations de ponts en Tunisie rapporte que les différents types de structures telles que la poutre en béton armée en T, la poutre pré-coulée en I, la poutre d'acier, etc., sont appliqués à la superstructure de pont en fonction de la taille de pont. Quant à la traversée de l'oued Mejerda, une structure avec poutre pré-coulée en I est fréquemment appliquée. Les spécifications ainsi que le rapport entre la hauteur de la poutre et la travée des ponts ordinaires ayant été étudiés sont montrés ci-dessous.

Tableau 6.4-1 Réalisations de superstructures (poutre pré-coulée en I)

No.	Cours d'eau	Travée max. (m)	Hauteur de la poutre (m)	Hauteur de la poutre / Travée
1	Mejerda	28,0	1,8	1/15,6
2	Mejerda	28,0	1,8	1/15,6
3	Mejerda	37,0	2,0	1/18,5

Source : Équipe d'étude de la JICA

Dans la plupart des cas, l'infrastructure est réalisée avec deux types de colonnes, l'un avec trois piliers en acier et béton et l'autre en forme de mur, et la fondation se réalise par forage en circulation inverse, en plus de la fondation de pieux d'acier.

(2) Dalot

Ce type de structure est fréquemment utilisé en Tunisie et appliqué particulièrement dans la Zone D2 aux structures de petite taille construites dans les environs du bassin de retardement d'El Mabtough.

6.4.2 Superstructure

(1) Ponts classés à la catégorie A

1) Type de structure

Pour les endroits dédiés aux ponts classés à la catégorie A, le pont sera d'environ 150m de long avec une hauteur de l'infrastructure d'environ 10m de manière à s'assurer de la longueur de pont supérieure à la largeur du cours d'eau et de la cote de projet assurant un franc-bord en plus de la cote de plus hautes eaux de projet.

Il est préférable de réduire au maximum le nombre de colonnes entravant l'aire transversale du cours d'eau. Toutefois, il ne serait pas très avantageux d'appliquer une structure assurant une longueur importante de la travée, comme par exemple la poutre à caisse pré-coulée ou la poutre d'acier, pour la raison, d'une part, que le débit normal n'est pas important et, d'autre part, qu'il n'est pas nécessaire de prévoir une installation provisoire de grande taille pour l'exécution des travaux d'infrastructure.

Il en découle qu'il convient d'appliquer à la superstructure une structure à poutre pré-coulée en I ayant été fréquemment réalisée pour les ponts qui traversent l'oued Mejerda.

2) Spécifications structurales

Les figures suivantes montrent les sections des nouveaux ponts appartenant à la catégorie A approuvées par le Ministère de l'Agriculture selon les conditions suivantes :

- Conçue avec deux voies, la route actuelle sera classée à la catégorie 1 avec une chaussée de 2@3,5m de large. Les routes tunisiennes sont classées dans les trois catégories suivantes :

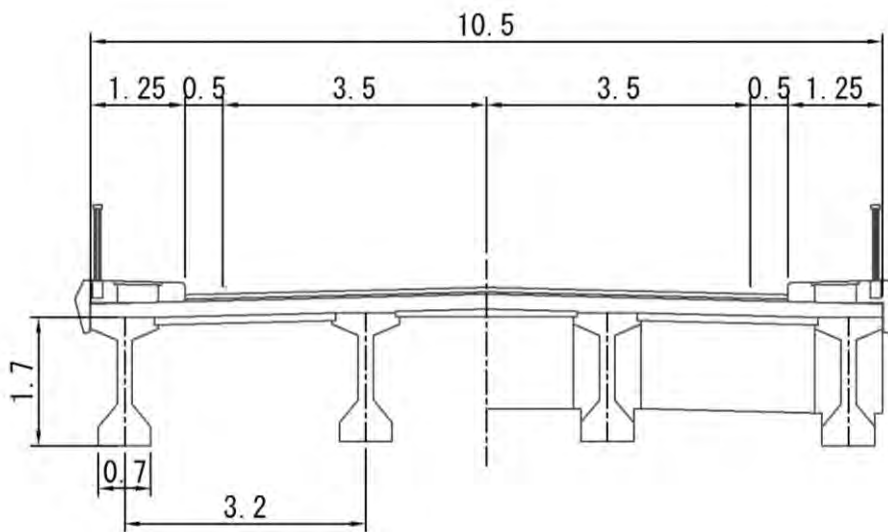
Catégorie 1	Largeur de la chaussée	2@3,5m (deux voies)
Catégorie 2	Largeur de la chaussée	1@5,0m (une voie)
Catégorie 3	Largeur de la chaussée	1@3,0m (une voie)

- Vu que la longueur maximum de la travée résultant des réalisations de ponts est de 28 à 37m, il convient de fixer la longueur de base de la travée à 30m et de la faire varier entre 25,0m, 30,0m et 35,0m selon les cas.

- Vu que le rapport entre la hauteur de la poutre et la travée résultant des réalisations de ponts à poutre pré-coulée en I en Tunisie varie entre 1/15 et 1/18, le Projet la fixe à 1/15 pour déterminer la hauteur de la poutre à partir de ce rapport.

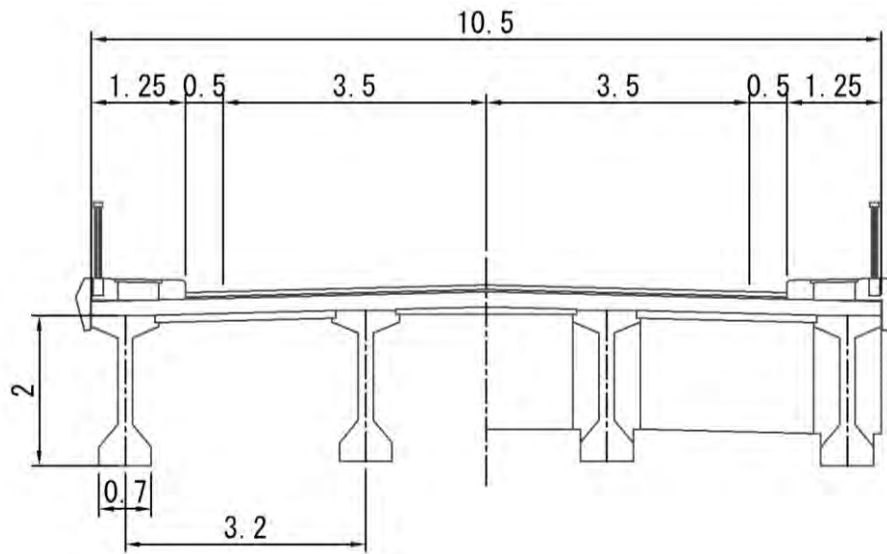
Longueur de la travée	25,0m	hauteur de la poutre 1,7m
Longueur de la travée	30,0m	hauteur de la poutre 2,0m
Longueur de la travée	35,0m	hauteur de la poutre 2,4m

- Il convient de déterminer le nombre de poutres principales par référence aux intervalles entre les poutres. Il en résulte qu'une structure à quatre poutres principales à 3,2m d'intervalles devra s'appliquer à une route à deux voies (10,5m de largeur totale).



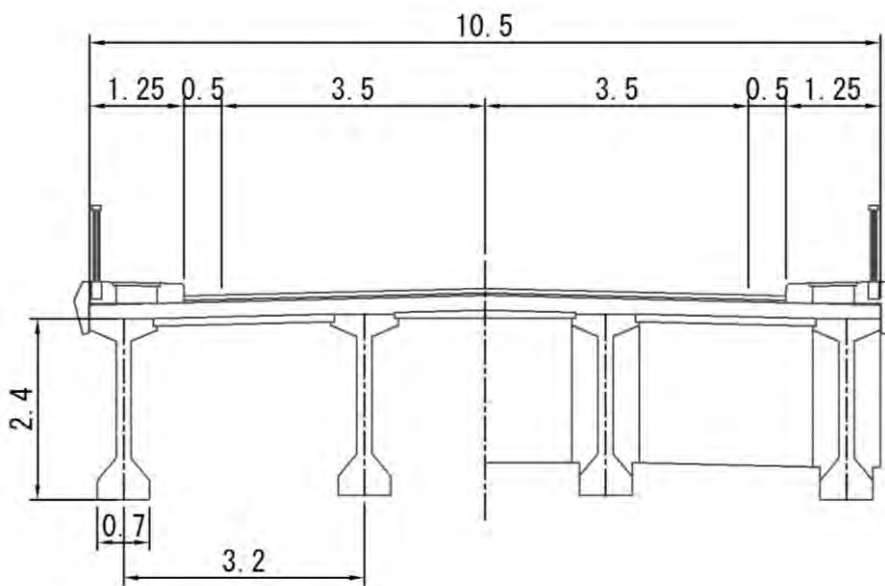
Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.4-1 Section d'un pont (longueur de la travée=25,0m)



Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.4-2 Section d'un pont (longueur de la travée =30,0m)



Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.4-3 Section d'un pont (Longueur de la travée =35,0m)

(2) Ponts classés à la catégorie B

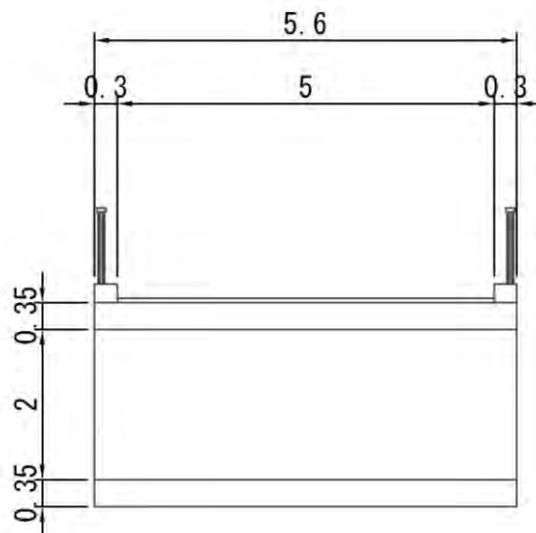
1) Type de structure

Dans les endroits dédiés aux ponts classés à la catégorie B, le pont sera conçu pour servir à traverser un cours d'eau d'étéage. La longueur de pont est d'environ 30m, alors que la hauteur de l'infrastructure atteint environ 2m. Cela signifie qu'un pont à poutre n'est pas rentable économiquement. Il en découle que la structure sera d'un type à dalot.

2) Spécifications structurales

Une section du pont classé à la catégorie B est indiquée ci-dessous avec les conditions déterminées :

- Vu une largeur effective de 4,4m sur la largeur totale de 5,6m résultant de la mesure des largeurs des routes agricoles, il convient de déterminer la catégorie 1 et de s'assurer de 5,0m de largeur effective.



Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.4-4 Section d'un pont

6.4.3 Infrastructure

(1) Type de culée

Le type de culée varie en fonction de la hauteur de la structure, des conditions du sol de support et du facteur économique. Le tableau suivant indique les différents types de culées censés être pertinents par rapport à chaque hauteur de la structure.

Basée sur une hauteur entre 5,0m et 12,0m, la présente étude propose une culée en T inversé pour la raison que le sol de support n'est pas dans un état très approprié.

Tableau 6.4-2 Types de culée et hauteurs standard

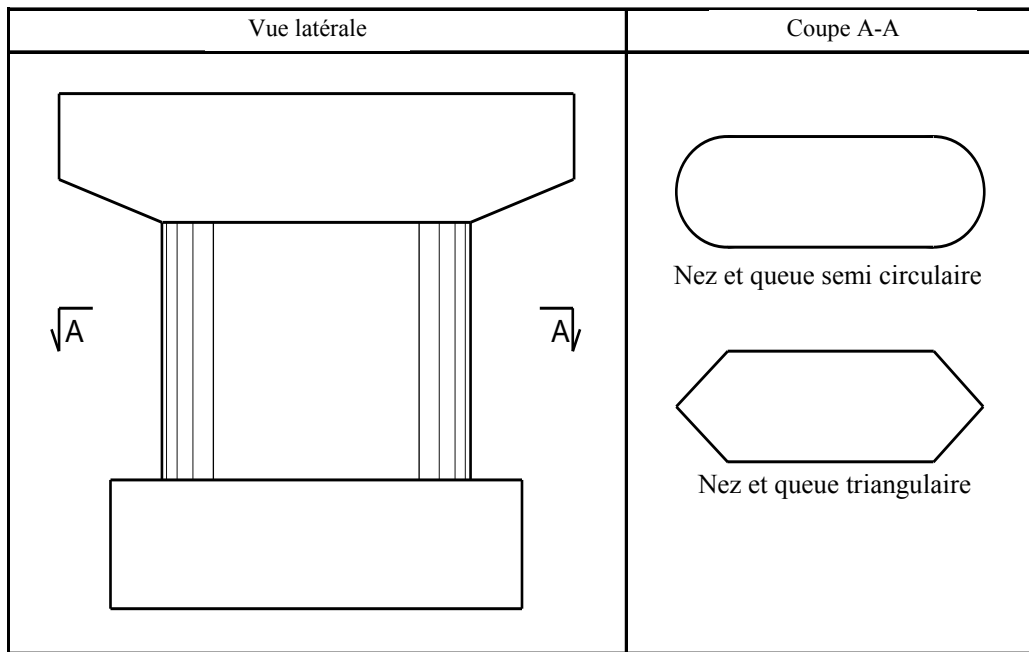
Type de culée	Hauteur			Remarque
	10	20	30	
Gravitaire				
Semi gravitaire				
Cantilever				
Contrefort				
Cadre rigid				

Source : Équipe d'étude de la JICA

(2) Type de colonne

D'après les interviews effectuées sur la conception parasismique en Tunisie, il s'avère que l'effet sismique est négligeable ou peu considéré dans le calcul et la conception. Par conséquent, il est possible de réduire la taille structurale de la colonne dans la présente étude.

Il est entendu que le type de colonne doit être tenu en compte de manière non seulement à satisfaire aux besoins de la structure, mais aussi à réduire au maximum des matériaux utilisés pour faire en sorte que la structure soit avantageuse économiquement. Dans ce sens, il convient d'opter pour un type de colonne fréquemment construit dans le pays. Il est toutefois à noter que la colonne à envisager dans le Projet devra appartenir au type suivant et ce pour ne pas entraver l'écoulement d'eau.



Source: Équipe d'étude de la JICA

Figure 6.4-5 Colonne en forme de mur

6.4.4 Structure de la fondation

(1) Caractéristiques géologiques

Jusqu'à une profondeur plus importante que 45m (strates de roche non confirmées), la terre consiste principalement en des sols argileux parfois consolidés (argile sableuse, argile limoneuse). Les différents sols ayant été étudiés montrent qu'ils forment une couche géologique étroite et homogène couvrant l'ensemble des zones d'étude. Il est donc presque impossible de rencontrer une couche rocheuse localisée. Les couches de support des endroits dédiés aux ponts principaux sont résumées au tableau suivant.

Tableau 6.4-3 Couches portantes

Endroit	Forage	Géologie	Valeur N	Localisation des couches portantes (m)		
				Profondeur de la face supérieure	Profondeur de la face inférieure	Épaisseur
Pont Jedeida	BHI25	Sable, Socle	Sable plus de 50 ; Socle plus de 60 ;	13	30 (Fond d'orifice)	Supérieure à 17
Pont ferroviaire	BHI07 (Rive gauche) BHI09 (Rive droite)	Couche alternative de sable et d'argile Argile limoneuse-argile sableuse	Supérieur à 30 Supérieur à 20	28 25	33(Fond d'orifice) 30(Fond d'orifice)	supérieur à 5 supérieur à 5
Pont autoroutier	BHI22 (Rive gauche)	Argile sableuse	Supérieur à 20 (Supérieur à 50)	29 38	45(Fond d'orifice) 45(Fond d'orifice)	supérieur à 16 supérieur à 7)
	BHI23 (Rive gauche)	Argile limoneuse	Supérieur à 20 (Supérieur à 50)	31 41	45(Fond d'orifice) 45(Fond d'orifice)	supérieur à 14 supérieur à 4)
	BHI24 (Rive droite)	Argile sableuse	Supérieur à 20 (Supérieur à 50)	34 41	45(Fond d'orifice) 45(Fond d'orifice) 45(Fond d'orifice)	supérieur à 11 supérieur à 4)
Pont GP8	BHI14 (Rive gauche)	Argile limoneuse	Supérieur à 20 (Supérieur à 50)	29 38	45(Fond d'orifice) 45(Fond d'orifice)	supérieur à 16 supérieur à 7)
	BHI15 (Rive gauche)	Argile sableuse	Supérieur à 20 (Supérieur à 50)	35 41	45(Fond d'orifice) 45(Fond d'orifice)	supérieur à 10 supérieur à 4)
	BHI16 (Rive droite)	Argile sableuse	Supérieur à 20 (Supérieur à 50)	28 38	45(Fond d'orifice) 45(Fond d'orifice) 45(Fond d'orifice)	supérieur à 17 supérieur à 7)
Pont de Tobias	BHI26 (Rive droite)	Argile limoneuse/Argile sableuse	Supérieur à 30	42	50 (Fond d'orifice)	supérieur à 18
Pont de Kalâat Landalous	BHI21 (Rive droite)	Argile sableuse	Inférieur à 10 (40-45m)	Sans couche de support jusqu'à 45m (fond d'orifice)		
Bassin de retardement d'El Mabtouh	BHII06	Argile limoneuse	Supérieur à 20(26-27m) Supérieur à 30(29-30m)	Sans couche de support jusqu'à 30 m (fond d'orifice)		

(Source : Données compilées du sondage géologique effectué dans l'étude préparatoire)

(2) Type de fondation

Vu que la couche censée appartenir à un sol de support paraît se trouver dans une profondeur importante, il convient d'opter pour un type de fondation à pieux. La fondation à pieux assure une structure capable de supporter la charge en valorisant la force portante de l'extrémité et le frottement circonférentiel. Puisque la couche de support de la Zone D2 a une profondeur importante, d'autant plus que l'interview des entrepreneurs rapporte qu'ils appliquent normalement des pieux de frottement en béton, il convient d'appliquer une fondation à pieux de frottement en béton dans la présente étude.

(3) Spécifications structurales

Du fait qu'il n'y a pas de sols de support ni de couches solides dans les zones de l'oued Mejerda, une fondation à pieux de frottement dont le diamètre n'est pas important peut être efficace (pour la raison que la surface totale des pieux devient importante par rapport à la charge reçue). Par conséquent, le diamètre d'un pieu est uniforme indépendamment de la travée de la superstructure en appliquant 1m de diamètre ayant fréquemment appliqué dans les réalisations de ponts sur l'oued Mejerda.

6.4.5 Plan d'installation de nouveaux ponts

Les plans d'installation de nouveaux ponts élaborés sur la base des conditions susmentionnées sont montrés à la collection des dessins de conception.

6.5 Critères de calcul et de conception

6.5.1 Pont routier

Conformément à la concertation tenue le 20 octobre 2010 entre MEHAT (Direction du Génie Civil, Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire) et l'équipe d'étude de la JICA, il convient d'appliquer les normes, les critères et les standard suivants à la construction, aux plans et dessins et à la conception des ouvrages concernés.

(1) Plans et dessins (profils en long, profils en travers, plans de calcul, dessins de conception)

- Suggestions et recommandations techniques concernant le concept global et géométrique
Ouvrages des routes principales (sauf autoroute et grande route à deux voies);
Guides techniques, août 1994 SETRA (Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes), code : B9413 ;
- ICTAAL :Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison interurbaine
Notification du 12 décembre 2000 du SETRA (Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes) ;
Code publié en décembre 2000 : B0103.

(2) Conception d'ouvrages structuraux (structure de route)

- Réalisation des remblais et des couches de forme (abrégé par GTR) – guide technique -
SETRA (Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes), LCPC (Laboratoire central des ponts et chaussées) ;
Publié en septembre 1992 Code : D9233 ;
- Réalisation des remblais et des couches de forme (abrégé par GTR) – guide technique -
SETRA (Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes) publié en mars 2007
Code : 0720 ;

(3) Plan de calcul des ouvrages structuraux (Structure en béton)

Tableau 6.5-1 Normes et règlements concernant le calcul des ouvrages en béton

Rubrique	Normes et règlements	Version
Charge active	CCTG (Cahiers des clauses techniques générales) Fascicule 61, Titre II ; « Conception et calcul des ouvrages structuraux, Charges actives des ponts routiers » La charge active exceptionnelle varie selon les types de ponts ;	Juin 1977
Fondation	CCTG (Cahiers des clauses techniques générales) Fascicule 62, Titre V ; « Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil »	Décembre 1993
Superstructure – béton armé	CCTG (Cahiers des clauses techniques générales) Fascicule 62, Titre I Section 1 ; « Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages de construction en béton armé suivant la méthode des états limites, dit BAEL91, modifié en 99 » ; • Fissures admissibles variant selon l'environnement (3 environnements classés : bon, ordinaire, mauvais) ; • Environnement ordinaire en principe ;	Avril 1999
Béton précontraint	CCTG (Cahiers des clauses techniques générales) Fascicule 62, Titre I Section 1 ; Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages de construction en béton armé suivant la méthode des états limites, dit BAEL91, modifié en 99 ; • Classement de pré-stress varie selon chaque pont ; (3 classes : 1,2,3) • Classe 2 en principe ;	Avril 1999
Règles sur le concept parasismique	«Ponts courants en zone sismique - Guide de conception»	Janvier 2000

Source : Étude préparatoire

(4) Calcul et conception des ouvrages structuraux (acier ou autres matériaux)

Au cas où les règles susmentionnées ne seraient pas suffisantes, il convient de se référer à l'Eurocode.

- Eurocode 0: Bases de calcul des structures (EN 1990)
- Eurocode 1: Actions sur les structures (EN 1991)
- Eurocode 2: Calcul des structures en béton (EN 1992)
- Eurocode 3: Calcul des structures en acier (EN 1993)
- Eurocode 4: Calcul des structures mixtes acier-béton (EN 1994)
- Eurocode 5: Conception et calcul des structures en bois (EN 1995)
- Eurocode 6: Calcul des ouvrages en maçonnerie(EN 1996)
- Eurocode 7: Calcul géotechnique (EN 1997)
- Eurocode 8: Calcul des structures pour leur résistance aux séismes (EN 1998)
- Eurocode 9: Calcul des structures en aluminium (EN 1999)

(5) Les conditions exigées des structures par rapport à un cours d'eau

Les conditions conceptuelles exigées des structures à installer sur un cours d'eau devront être déterminées suivant les recommandations décrites dans la guide technique du « SETRA, publication 2007, no. Code : DT4263, Cours d'eau et ponts,». Les dispositions principales à prendre sont décrites comme suit :

Tableau 6.5-2 Règles concernant la conception hydrologique des ponts (Guide technique du SETRA)

Crues	Probabilité	Objectifs hydrauliques	Objectifs matériels	Disposition à prendre pour la conception
Hautes Eaux	2ans (probabilité décennale de 99%) ;	Aucun effet remarquable sur le lit de cours d'eau ;	—	Forme et/ou emplacement pour réduire au maximum l'effet sur le lit de cours d'eau ;
Fortes crues	50ans (probabilité décennale de 18%) ;	—	Aucune structure ne doit être endommagée.	Débit durable (à confirmer l'état de la limite d'exploitation) - dispositions préventives contre l'érosion ;
Rares crues	100ans (probabilité décennale de 10%) ;	Aucun effet remarquable dans les environs ;	—	Aménager le cercle intérieur de l'arc* - drainage pour imprévus – protection du remblai de la route ;
Crues exceptionnelles	200 à 500ans.	—	Aucune structure n'est gênée sérieusement ;	Débit final (à confirmer l'état de la limite final)

*Prévoir un franc-bord de manière à laisser couler des corps flottants ; ceci sera décrit dans la description mentionnée ci-dessous ;

La présente guide servira à l'évaluation des risques d'érosion et à la considération des ouvrages à protéger ainsi que des travaux de fondation.

Source : « Cours d'eau et ponts », SETRA 2007, no. Code : DT4263

1) La longueur minimum de la travée (Risques des obstacles flottants)

La guide du SETRA ne stipule aucun article concernant la longueur de la travée à respecter des ouvrages structuraux construits sur un cours d'eau. Cependant, les critères en la matière (Nouvelle référence du « Code des structures de gestion hydraulique », Association des cours d'eau du Japon, novembre 1999) stipule à la page 303 :

$$L = 20 + 0,005 \times Q$$

L : Longueur de la travée (m), Q : débit (m3/s)

Le débit prévu dans le Projet est de 800m³/s entre le barrage de Laroussia et le canal de décharge du bassin de retardement d'El Mabtough et de 600m³/s entre ce canal de décharge et le pont de Kalâat Landalous. Par conséquent, la longueur de la travée devra être supérieure à 24,0m (20+0.005×800=24.0 m).

2) Espace au-dessous des ouvrage (une hauteur de franc-bord prévue par rapport au niveau d'eau en prévision de tout corps flottant)

La guide du SETRA susmentionné décrit comme suit :

« La hauteur de fixation du cercle intérieur est déterminée suivant les crues de référence (crues centennales en règle générale) tout en tenant compte du développement des rives par le gonflement des sols dû à la sédimentation des corps solides au fond du canal et par le mouvement du cours d'eau (vitesse d'écoulement, boucle formée par le cours d'eau), ou de l'espace minimum permettant de laisser couler des corps flottants. En se référant au Processus de Sejourmet, le document de modèle du SETRA dit Ohvm63 décrit qu'un espace de 0,60m à 1,50m de haut est nécessaire pour une ouverture de 2m à 8m. »

À ce propos, les normes japonaises (« Critères d'installation des structures des cours d'eau », Association des cours d'eau du Japon, novembre 1999) stipulent à la page 115 les rapports sous mentionnés variant en fonction des débits considérés.

Tableau 6.5-3 Procédé de détermination des hauteurs de franc-bord (normes japonaises)

Débit (m³/s)	< 200	200<... <500	500<... <2000	2000<... <5000	5000<... <10000	>10000
Hauteur de franc-bord (espace) (m)	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	2

Source : « Critères d'installation des structures des cours d'eau », Association des cours d'eau du Japon, novembre 1999

Les normes japonaises ont le même contenu de celles françaises en règle générale.

La hauteur de franc-bord dépend des corps flottants éventuellement emportés par les crues. La taille des corps flottants est différente suivant les pays. En France et au Japon, il y a de grands et gros arbres dans les forêts, alors qu'en Tunisie, pays méditerranéen, il n'y a que de forêts claires qui sont composées plutôt de petits arbres. On peut estimer donc pour ce dernier une hauteur de franc-bord moins importante que les autres. Par contre, les interviews effectuées auprès des entrepreneurs locaux rapportent qu'ils appliquent habituellement à l'oued Mejerda une hauteur de franc-bord d'environ 1,0m, qui sera donc respectée dans le Projet.

6.5.2 Pont ferroviaire

Conformément à la concertation tenue le 22 octobre 2010 entre le CNCFT et l'équipe d'étude de la JICA, il convient d'appliquer les normes françaises (25t de poids axial) mises en vigueur en 1960. Ces normes sont plus rigoureuses que les critères de l'UIC (Union Internationale des Chemins de fer, 22,5t de poids axial).

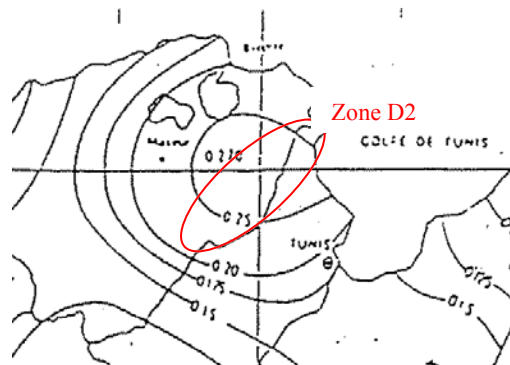
6.5.3 Règles parasismiques

Le « Projet des règles parasismiques Tunisiennes » définit une accélération sismique de $0,25g = 2,45 \text{ m/s}^2$ sur le socle de support des ponts de la Zone D2.

Cependant, dans l'interview sur le terrain effectuée pour préciser si l'action sismique est considérée dans le calcul et la conception du pont de référence ou du pont le plus récemment construit, il s'est avéré que les ponts traversant l'oued Mejerda considèrent 0,3 à 0,5% de la charge morte et qu'aucun effet de l'action sismique n'est considéré dans un pont ferroviaire. Aucun critère en la matière ne paraît être considéré précisément.

Par conséquent, il convient que l'action sismique conceptuelle sera de 0 à 0,5% de la charge morte par pont. Il reste à se réunir lors de l'étude détaillée pour la déterminer par référence aux points suivants :

- 1) Pont routier Catégorie A 0,5% de la charge morte;
- 2) Pont routier Catégorie B 0% de la charge morte (non considérée) ;
- 3) Pont ferroviaire 0% de la charge morte (non considérée) ;



Source: Étude préparatoire

Figure 6.5-1 Proposition pour les règles sismiques tunisiennes

Chapitre 7 Plan d'exécution et Estimation du coût du projet

7.1 Description des travaux et description d'indemnisation

7.1.1 Contenu des travaux

Le contenu des principaux travaux à effectuer dans le cadre du présent projet est comme suit :

Tableau 7-1 Contenu des travaux du projet d'amélioration de l'oued Medjerda

Contenu des travaux d'amélioration de l'oued	Détail des principaux travaux
1. Travaux préparatoires	<ul style="list-style-type: none"> • Parc de stockage des matériels et matériaux • Installation des habitations des ouvriers, bureau de gestion
2. Travaux d'installation provisoire	<ul style="list-style-type: none"> • Voies pour travaux, voies traversant les cours d'eau, ponts temporaires • Travaux de batardeaux, travaux d'évacuation, grands sacs de sable
3. Travaux de terrassement des cours d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Abattage et déracinement des arbres, enlèvement des ouvrages existants, décapage du sol • Excavation et endiguement
4. Ouvrages pour les cours d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Travaux de maçonnerie, travaux de riprap, gabion • Travaux de consolidation du sol, dalle de plancher et protection du sol • Revêtement des murs latéraux, bétonnage de crêtes • Travaux de déversoirs, dalle de plancher et protection des sols • Revêtement des murs latéraux, bétonnage de crêtes • Travaux d'ouvrages définis, travaux de clapets
4.1 Protection des berges	
4.2 Travaux de consolidation du sol	
4.3 Déversoir et installation de restitution	
4.4 Canal à vanne, écluse	
5. Travaux de ponts	<ul style="list-style-type: none"> • Réhabilitation de ponts • Construction de nouveaux ponts • Enlèvement de ponts existants

1) Abattage et déracinement des arbres

Préalablement à l'excavation de terres, les arbres poussés sur le lit majeur, tels que tamarix, seront abattus et déracinés. La même mesure sera prise pour le canal d'El Mabtouh puisque le roseau y pousse abondamment.

2) Décapage du sol

Le sol d'épaisseur de 30 à 50 cm sera décapé et le sol décapé sera transporté séparément du sol ordinaire pour être jeté et/ou stocké. Le sol décapé comportant les substances organiques sera utilisé pour le sol autre que le sol pour construction.

3) Travaux d'excavation

Après le décapage du sol, l'excavation se fera en traitant la terre et le sable comme sol ordinaire et ils seront utilisés pour le remblayage (endiguement) en tant que sol de construction. L'excédent du sol sera transporté au dépôt de sols.

4) Travaux d'endiguement

Le remblayage pour les digues et/ou les environs des ouvrages sera effectué à l'aide du sol généré par les travaux.

5) Travaux de bétonnage

Le béton pour la construction de déversoirs, etc. s'approvisionnera à une usine de béton prêt à l'emploi se trouvant à proximité, du point de vue du volume utilisé, de la gestion et de la qualité, ainsi que du coût.

6) Travaux de protection des murs et sols (Travaux de grillage de protection en béton, travaux de gabion)

Le mur et/ou le sol ayant le risque d'être érodé par l'écoulement d'eau sera protégé en construisant le grillage de protection en béton et/ou le gabion.

7) Travaux de transport du sol

La terre et le sable décapés et le sol ordinaire seront transportés et stockés séparément. Le sol ordinaire sera utilisé pour l'endiguement. La distance de transport sera inférieure à près de 3km en moyenne. Les voies pour les travaux de largeur de 4m seront installées le long de cours d'eau.

8) Transport et traitement des matériaux et terre générés des travaux de construction (dépôt de sols, dépôt provisoire)

Le sol décapé généré par l'excavation du sol du lit majeur sera transporté au dépôt de sols. Le sol ordinaire sera utilisé pour remblayer les digues. La terre de surplus sera transportée au dépôt de sols. A l'issue des concertations avec l'organisme d'exécution, un (1) dépôt de sols sera installé dans un périmètre de 4km de chacune des divisions des travaux. La distance de transport sera de près de 3km (dimensions de dépôt de sols: 200m x 300m x 1m).

9) Réhabilitation de ponts

Pour les endroits où se trouvent les ponts existants nécessitant la réhabilitation pour leur structure actuelle qui manque la capacité de débit, la réhabilitation sera réalisée à travers la méthode optimale parmi le remplacement de pont, l'élévation et l'extension des digues.

10) Construction de nouveaux ponts

Aux endroits où la construction des canaux est prévue, mais aucun pont n'existe à l'heure actuelle, les nouveaux ponts seront construits.

11) Enlèvement de ponts

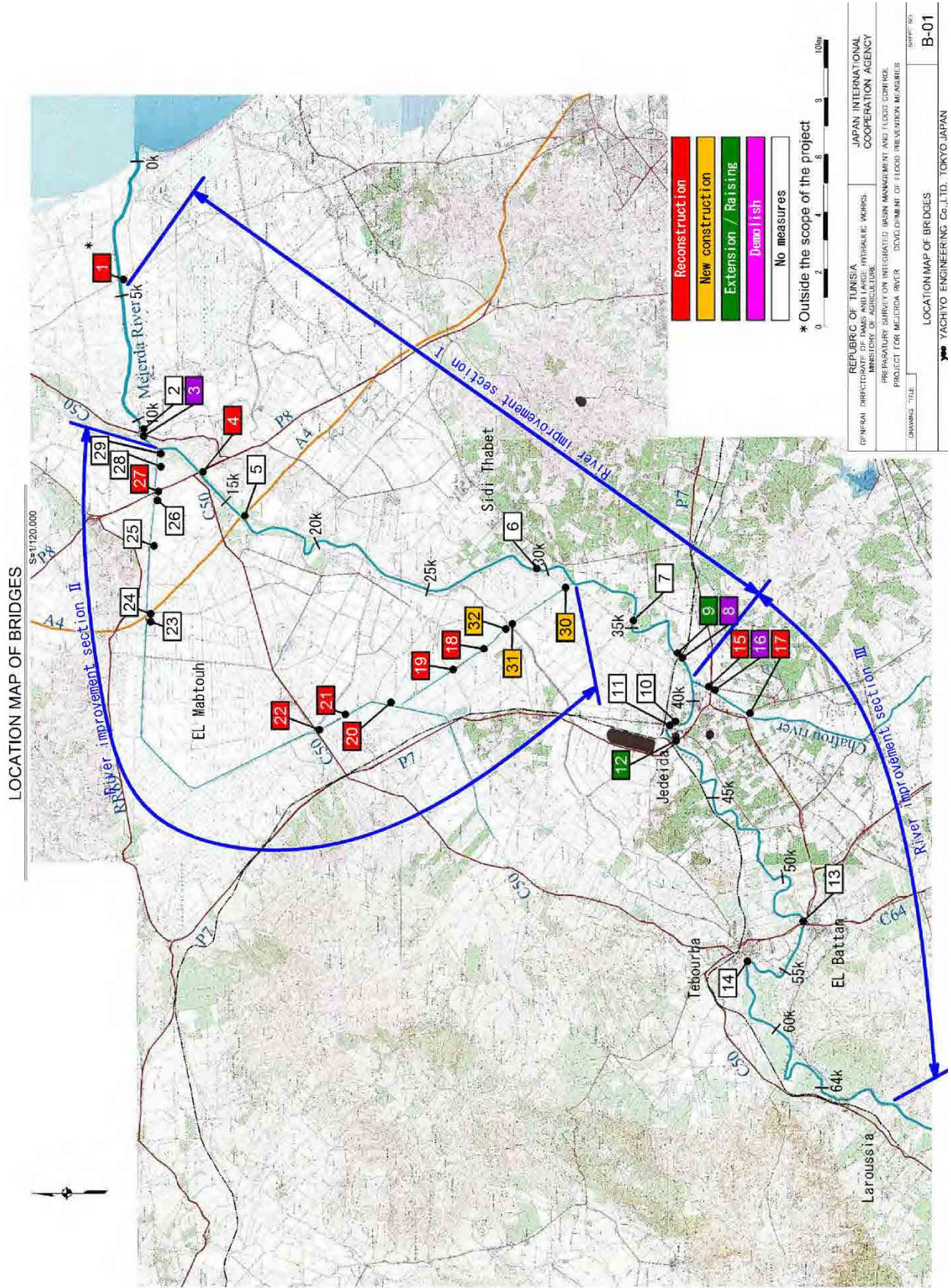
Parmi les endroits où le problème se pose pour l'écoulement d'eau dans le chenal, les ponts existants pouvant être enlevés seront dégagés.

7.1.2 Plan de divisions des travaux

Dans le cadre du présent projet, les travaux d'ensemble considérés comme une grande division sont répartie en trois (3) divisions des travaux, et ces dernières sont divisées en les petites divisions des travaux.

Tableau 7-2 Répartition des divisions des travaux

JOB DIVISION No.	STATION No. (Point No.)	NOTE	DISTANCE		FLOW DISCHARGE (m ³ /sec)	TYPICAL CROSS SECTION	
			SUPPLEMENTARY (km)	SECTION (km)			
I	I -1	MD447-α RIVER-MOUTH	0.00		600	MD428	
		MD434 K.LANDAOUS BRIDGE	4.66	4.66			
		MD416 TOBIAS DAM	10.78	6.12			
		MD411 OUTLET WORKS	11.81	1.03			
					600	MD380	
		I -2	MD353 DIVERTING WEIR	32.35		800	MD344
		I -3	MD338 JEDEIDA OLD(NEW) RAILAWAY BRIDGE	37.85	5.50		
		MD336 CHAFFROU RIVER CONFLUENCE	38.79	0.94			
II (EL MABTOUH BASIN)	II -1	-- (POINT⑩) OUTLET WORKS	0		200		
		85(POINT⑧) EXPRESSWAY CROSS POINT	6.16	6.16			
		78(POINT⑦) CONTOROL GATE WORKS	7.77	1.61			
		54(POINT⑥) OVERFLOW WEIR	13.63	5.86			
		36(POINT⑤) ROAD CROSS POINT (C50)	18.38	4.75			
		22(POINT④) CONFLUENCE PIONT	22.10	3.72			
		I(POINT②)	27.27	5.17			
		-- (POINT①) DIVERTING WEIR	31.00	3.73			
III	III -1	MD336 CHAFFROU RIVER CONFLUENCE	38.79		800	MD296	
		MD328 JEDEIDA ROAD BRIDGE	41.07	2.28			
			12.04				
	III -2	MD285 EL BATTANE WEIR BRIDGE	53.11				
		MD252 LARROUSIA DAM	64.97	11.86			



Source: Mission d'étude JICA

Figure 7-1 Carte de la répartition de divisions des travaux

7.1.3 Quantité des travaux

(1) Type des principaux travaux

Les types des principaux travaux à chacune des divisions des travaux sont indiqués ci-dessous :

Tableau 7-3 Types des principaux travaux par division

(1) Division I Amélioration de l'oued Medjerda (en aval)	
① Travaux d'excavation du chenal (élargissement)	<ul style="list-style-type: none"> • enlèvement/reconstruction • extension/élévation • enlèvement • enlèvement/reconstruction • enlèvement
② Travaux d'endiguement (protection de berges)	
③ Travaux de ponts	
④ Travaux d'écluses	
(2) Division II Amélioration de bassins de retardement	
① Travaux de chenal d'entrée	<ul style="list-style-type: none"> • excavation • endiguement • enlèvement/reconstruction • nouvelle construction • enlèvement/reconstruction • nouvelle construction
② Travaux de ponts traversant les canaux	
③ Travaux de déversoirs	
④ Travaux d'installations régulatrices de débit (travaux de vannes)	
⑤ Réhabilitation du canal de restitution (aménagement des digues)	
⑥ Travaux d'écluses de restitution (travaux de vannes)	
⑦ Travaux d'élévation des voies intérieures	
⑧ Travaux de ponts	
(3) Division III Amélioration de l'oued Medjerda (en amont)	
① Travaux d'excavation du chenal (élargissement)	<ul style="list-style-type: none"> • extension/élévation
② Travaux d'endiguement (protection de berges)	
③ Travaux de ponts	

(4) Quantité des travaux

La quantité relative aux travaux de l'oued ainsi que la quantité des travaux de ponts sont indiquées ci-après :

Tableau 7-4 Quantité des travaux par type des travaux de l'oued

Classification	Works	Unit	River Improvement				Gate Work
			I	II	III	Total	
Design Discharge		m ³ /s	600	200	800	-	
Section or Area			Kalaat Andalou Bridge to Inflow Weir	El Mabtouh Retarding Basin	Inflow Weir to Larousia Dam		
River Improvement			L=27.7 Km	L=23.2 Km	L=32.7 Km	L=83.6 Km	
	Excavation	1000m ³	5,661	1,719	2,048	9,428	
	Embankment	1000m ³	508	940	73	1,522	
	Removal	1000m ³	5,152	804	1,975	7,931	
River Facilities							
El Mabtouh	Inflow Weir	Unit	-	1	-	1	-
	Discharge Control	Unit	-	1	-	1	1
	Outflow Gate	Unit	-	1	-	1	1
	Overflow Weir	Unit	-	2	-	2	1
	Sluiceway	Unit	-	28	-	28	28
Mejerda River	Sluiceway	Unit	4	0	5	9	9
Bridges			9	15	8	32	
	Reconstruction	Bridge	2	6	2	10	
	Construction	Bridge	0	3	0	3	
	Raising	Bridge	1	0	1	2	
	Demolish	Bridge	2	0	1	3	
	No Measures	Bridge	4	6	4	14	

Source : Mission d'étude JICA

7.1.4 Objets pour l'indemnisation

(1) Acquisition de terrain

Avant de commencer les travaux d'amélioration de l'oued Medjerda, il est nécessaire d'acquérir le terrain pour l'élargissement de chenal de rivière pour les divisions I et II. L'acquisition de terrain sera nécessaire pour la construction du canal de dérivation et d'élargissement du bassin de retardement d'El Mabtouh (division II). Le coût nécessaire à l'acquisition de terrain est calculé sur la base du résultat de la conception effectuée dans le cadre de la présente étude. La division II est divisée en terrains appartenant à l'État et aux particuliers (voir le point (c) de (2)4) du résultat de l'étude sociale et environnementale du point 8.2.2 du chapitre 8 ainsi que la Figure 8-8), il n'est pas nécessaire de prévoir un budget pour l'acquisition de terrains appartenant à l'État. Le Tableau suivant montre la superficie de terrain nécessaire à exproprier. Un terrain sera également nécessaire pour l'élargissement de voie d'accès au pont qui sera surélevé en plus d'élargissement de chenal de rivière. Cependant, la zone à cet effet est très réduite par rapport à celle affectée pour l'élargissement de chenal de rivière. Le coût pour l'acquisition de terrain faisant partie des points exclus du financement, devra être pris en charge par la partie tunisienne.

Tableau 7-5 Répartition de superficies des terrains à acquérir

Divisions de travaux	Élargissement de chenal de rivière (m ²)	Élargissement de voie d'accès au pont
Division I	619 000	3 630
Division II	1 254 800	1 910
Division III	443 800	1 110
Sous-total	2 318 200	6 650
Total	2 324 850 m ²	

Source: Mission d'étude JICA

(2) Indemnisation des bâtiments

Avant de commencer les travaux d'amélioration de l'oued Medjerda, deux (2) maison devra être déménagée pour l'élargissement de chenal de rivière. Etant donné que les frais d'indemnité pour les bâtiments ne sont pas de la rubrique conforme au prêt, ils seront à la charge de la partie tunisienne.

Tableau 7-6 Terrains pour l'indemnisation pour les habitants réinstallés

Division des travaux Repère de distance de l'oued	Superficie de maison faisant l'objet de l'indemnisation (m ²)
Division I 24,7 km (rive droite)	150
Division III 46,5km (rive gauche)	500

Source: Mission d'étude JICA

7.2 Plan d'exécution

7.2.1 Méthode d'exécution de principaux travaux

(1) Abattage et déracinement (lit majeur)

Les tamarix ainsi que les roseaux seront abattus par la force humaine et/ou mécanique. Les tamarix et les roseaux abattus seront chargés sur les camions benne manuellement et/ou par les pelles mécaniques (avec grappin), puis transportés au dépôt provisoire (distance transportée à moins de 1km). Un dépôt provisoire de tamarix et roseaux sera installé à tous les 1 000m. Au dépôt provisoire, les tamarix et les roseaux seront découpés à l'aide de la machine de découpe de branches et écrasés pour être réutilisés comme matériaux de base destinés à la couverture végétale. Ils seront pulvérisés sur les berges par la machine.

Le déracinement se fera à l'aide de bulldozers équipés de dents et les racines enlevées seront ramassées. Elles seront chargées sur les camions benne à l'utilisation de pelles mécaniques (avec grappin), puis transportées au dépôt provisoire. Les racines écrasées par la machine de découpe seront utilisées comme matériaux de base de la couverture végétale. Ils seront pulvérisés mécaniquement sur les surfaces des talus.

(2) Décapage du sol et excavation (lit majeur et pente)

Le décapage du sol se fera de haut en bas de la pente de façon efficace, en manipulant le bulldozer (épaisseur de 30 à 50cm). Ensuite, le sol d'épaisseur de 30 à 50cm du lit majeur sera décapé et le sol décapé sera déposé provisoirement à tous les 100m environ sur le lit majeur. Ce sol sera transporté au dépôt de sols à l'aide de chargeuses à pneu et bulldozers. La distance transportée sera de 3km ou moins. Après le décapage du sol, l'excavation s'effectuera par le bulldozer, de la même procédure que le décapage. Le sol excavé sera déposé provisoirement sur le lit majeur pareillement que le sol décapé. L'aire pour le dépôt de sols provisoire sera prévue à près de 100m d'intervalle. Par ailleurs, le sol excavé de dessous du sol de surface sera transporté pour l'endiguement en utilisant les chargeuses à pneu et les bulldozers. Après l'excavation, l'aménagement des pentes par compactage et l'aménagement du lit majeur seront effectuées par le bulldozer (en considérant l'évacuation des eaux, la pente est prévue pour que le côté chenal soit plus bas par rapport au côté digue).

(3) Endiguement

Les travaux d'endiguement se dérouleront sur l'étendue fixée de 50m de long. D'abord, le sol de surface sera décapé par le bulldozer, puis le sol décapé sera transporté au dépôt de sols. Après le décapage du sol, le sol excavé du lit majeur sera transporté. Le sol d'épaisseur de près de 35cm sera nivelé, puis compacté pour avoir le sol épais de 30cm à la finition. Après le compactage par le bulldozer, le sol sera de nouveau compacté par le compacteur à pneu.

Après le remblayage à hauteur requise, les talus et les crêtes des digues seront compactées et taillées par la pelle mécanique.

(4) Travaux de grillage de protection en béton et de protection de lit pour les travaux de digues de protection

Le sol de talus des digues sera excavé jusqu'au niveau requis par le bulldozer (la pelle mécanique) et le grillage de protection en béton sera posé, le matériau drainant et les pierres concassées de base seront posés. Puis, l'intérieur des grillages sera rempli des pierres naturelles (taille de 30 à 50cm) transportées à l'aide de la pelle mécanique.

Dans le parc des travaux, les cailloux roulés seront mis dans les gabions par la pelle mécanique. Les gabions seront suspendus par la grue pour être posés dans le chenal excavé jusqu'à la coupe requise par la pelle mécanique.

(5) Elargissement des canaux et excavation du lit mineur du bassin de retardement d'El Mabtouh

En ce qui concerne les travaux à l'intérieur des canaux, après l'évacuation des eaux internes des canaux par la pompe immergée, l'intérieur des canaux sera séché autant que possible avant le démarrage des travaux.

Les roseaux de l'intérieur des canaux seront abattus et déracinés, puis ramassés dans l'aire de dépôt provisoire. Ils seront transportés jusqu'à l'aire de traitement.

L'excavation pour l'élargissement se fera par la pelle mécanique et la terre excavée sera chargée sur le bulldozer pour être transportée aux endroits à endiguer de l'oued. La terre et le sable contenant l'eau qui ne sont pas appropriés pour l'endiguement seront déposés temporairement pour le séchage.

(6) Endiguement du bassin de retardement d'El Mabtouh

Avant l'endiguement, le sol de surface des endroits à endiguer sera décapé et le remblai sera préparé. L'endiguement se fera en utilisant la terre excavée des sites de proximité. Le sol épais de près de 35cm sera nivelé par le bulldozer, puis le sol sera compacté pour avoir 30cm d'épaisseur à la finition. Ensuite, le sol sera compacté par le compacteur à pneu.

La longueur d'exécution sera d'environ 50m à chaque tronçon. Pour les travaux de finition, les talus et les crêtes des digues seront aménagés par la pelle mécanique.

(7) Bassin de retardement d'El Mabtouh, installation régulatrice de débit, digue déversant, etc.

Il est de principe d'effectuer les travaux d'ouvrages pendant la saison sèche. Le niveau de l'eau de la surface de sol à excaver sera ramené à la baisse pour l'exécution des travaux, cela sera assuré par le batardeau et l'évacuation des eaux par pompe immergée.

En principe, l'excavation de sol se fait par la pelle mécanique. Et l'excavation de fondations et le nivellement de base seront effectués à la fois par la pelle mécanique et par la force humaine. La fouille s'effectuera à ciel ouvert sur les talus. Le fond de fondations sera nivelé et compacté. Les parties fouillées seront remplies des cailloux roulés ainsi que les pierres concassées, puis compactées et coulées de béton de propreté.

Le béton sera coulé à l'aide des tuyaux des camions toupie, grues et camions-pompe à béton. Pour le béton frais, le béton prêt à l'emploi acheté auprès d'une usine de fabrication à proximité sera utilisé.

(8) Construction de nouveaux ponts, remplacement de ponts

Les ponts classés à la catégorie A sont situés sur les routes principales. Etant donné qu'il y a des ponts existants, les ponts existants seront détruits après que le trafic actuel aurait été dévié par l'installation des ponts temporaires. Après la destruction, les pieux de fondation des ponts seront exécutés aux endroits prescrits et puis, les culées et les gros-œuvres des ponts seront construits. Ensuite les poutres seront installées. Les poutres fabriquées dans le parc de proximité seront transportées par le camion-remorque et installées par la grue.

Pour les ponts classés à la catégorie B, les dalots seront fabriqués en béton coulé sur le chantier. Par ailleurs, pour les endroits où il y a des ponts existants, la circulation actuelle sera déviée et les ouvrages existantes seront enlevées préalablement auxdits travaux.

(9) Elévation et extension des ponts

Après que le trafic actuel aura été dévié par l'installation des ponts temporaires, les travaux seront effectués pour soutenir temporairement les poutres principales, pour les portées objet de l'élévation et l'extension. Puis, les ponts seront surélevés à la hauteur requise par le cric. Pour l'extension, les poutres fabriqués pour les portées de plus au parc de proximité seront transportées par le camion-remorque et posées par la grue, après que la substructure supplémentaire aura été construite.

7.2.2 Plan d'exécution

(1) Plan d'exécution (travaux d'ouvrages définitifs)

1) Travaux préparatoires

Les travaux préparatoires sont une phase préparatoire clé pour les travaux d'ouvrages définitifs. Le résultat desdits travaux donnera une grande influence sur l'efficacité, la qualité, l'économicité ainsi que le délai des travaux des ouvrages définitifs. Ainsi les travaux préparatoires occupent une place très importante pour assurer la bonne gestion d'exécution des travaux.

2) Arpentage préparatoire pour les travaux (arpentage au démarrage des travaux)

Préalablement aux travaux, l'arpentage préparatoire pour les travaux sera assuré pour vérifier la conformité du plan de conception. Au cas où il s'avérerait qu'à l'issue de l'arpentage il y aurait des différences entre l'état actuel et le plan de conception, les causes des différences seraient immédiatement étudiées et les mesures appropriées seraient prises.

a. Pose de repères de niveau

Les pieux de repère de distance seront utilisés comme repère de nivellement temporaire ou le repère de nivellement sera installé temporairement sur ce qui ne se déplace pas, tel que des fondations

des ouvrages. Dans le cas contraire, les pieux de nivellement temporaires seront installés. Il faudra les installer en dehors de l'aire de travaux en sélectionnant le sol résistant où il n'y a aucun risque de perte par le trafic général, avec la protection adéquate.

Les repères de nivellement temporaires seront fixés après la détermination de nivellement faite par rapport aux repères existants et ils feront l'objet de la vérification de distance à partir d'autres repères de nivellement existants (plus de 2 repères). Les repères temporaires ne pourront être utilisés qu'après la confirmation de leur précision.

b. Pose de coordonnées temporaires

Les pieux à coordonnées seront posés à un endroit nécessaire, accompagnés de repères de distance. Ils seront installés en dehors de l'aire des travaux comme le repère de nivellement temporaire. Ces coordonnées temporaires seront utilisées pour décider la position des ouvrages de l'oued, etc. en se référant aux plans de conception.

Préalablement à l'exécution des travaux des piquets de repères de limitation ainsi que de repères de nivellement, il faudra vérifier les piquets de repère de limitation et de repère de nivellement. Lorsqu'un certain temps a été passé depuis l'acquisition de terrain pour le site des travaux avant le démarrage des travaux, il faudra vérifier si les piquets de repère de limitation se trouvent à la bonne position ou non dans un souci d'avoir les piquets endommagés et oubliés, et/ou d'avoir des différences produites à cause de l'abattage des arbres, etc.

En outre, au cas où il serait nécessaire de déménager les piquets existants de repère de distance et/ou de nivellement à cause des travaux, il faudrait prendre les mesures nécessaires suivant les concertations préalables avec l'organisme d'exécution.

3) Piquetage

Le piquetage se servira au repère pour l'exécution des travaux des ouvrages et il devra être conservé pendant les travaux. En outre, il faudra l'examiner à tout moment, le vérifier en cas de doute et le corriger.

En principe le piquetage est posé à 10m d'intervalle pour la section à ligne droite et à près de 5m d'intervalle pour les endroits complexes tels que la section à la courbe. Pourtant il est souhaitable que le piquetage soit fait à l'intervalle diminué si nécessaire.

4) Traitement des eaux évacuées de travaux de terrassement

Le traitement des eaux évacuées dans les travaux de terrassement concerne le traitement des eaux de source, eaux retenues, eaux souterraines et eaux de pluies se trouvant dans l'aire de travaux tel que les points de fouilles, les points d'extension de digues, ainsi que dans les voies de transport. Pour les travaux mécaniques dans le cadre des travaux génie-civil, la question d'évacuation des eaux est en très étroite relation avec l'efficacité des travaux ainsi que la qualité des travaux. Ainsi il faudra prêter une attention minutieuse aux eaux évacuées dans la zone des travaux.

Les eaux superficielles telles que la flaque d'eau seront évacuées vers l'extérieur des digues en installant les canaux d'évacuation sans soutènement. Généralement, l'évacuation des eaux nécessite peu souvent une installation de grande taille. Il est nécessaire d'assurer l'évacuation suivant les circonstances en fonction de la méthode des travaux favorable pour l'évacuation d'eau, du procédé des travaux, de l'avancement sur le planning d'exécution et des conditions climatiques.

5) Lois et règlements connexes et formalités auprès des organismes concernés

Au cas où il serait nécessaire d'obtenir une autorisation pour les travaux avant leur démarrage, il faudrait prendre la disposition dans les meilleurs délais pour les formalités à effectuer auprès des organismes concernées, tout en tenant compte du nombre des jours requis pour les concertations préalables.

(2) Plan d'exécution (travaux d'installations provisoires)

1) Voies pour les travaux

Pour assurer les voies pour les travaux, les routes principales ordinaires seront utilisées et à la fois les nouvelles voies pour les travaux seront construites. Les voies pour les travaux dont la largeur est de 4,0m seront installées au côté externe des digues le long de l'oued. Etant donné que les camions benne circuleront sur les voies, leur couche de base devra être suffisamment résistante. Pour ce faire, les pierres concassées y seront posées pour une couche épaisse de 20 à 30cm.

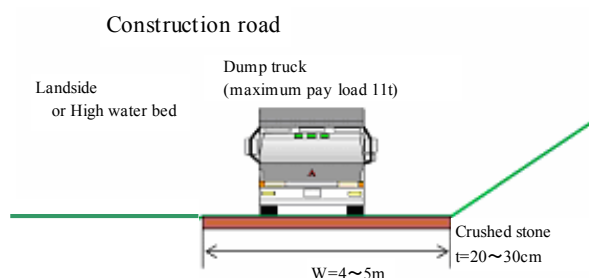
Par ailleurs, au cas où des voies en pente descendant de la crête seraient construites sur le côté intérieur de digue, les voies seront installées à la direction en aval après le remblayage fait en dehors du profil transversal standard des digues. En outre, une aire d'attente sera prévue pour la voie unique si nécessaire, en considérant le trafic pour la période de l'exécution des travaux.

Dans le cas où une nouvelle voie provisoire serait construite en remblayant le lit majeur dans le sens transversal, la voie serait construite à un niveau plus bas que possible pour ne pas entraver l'écoulement d'eau lors de hautes eaux. S'il est nécessaire de construire la voie de niveau élevé, il faudra la faire déplacer pendant la période de crues, etc.

Lorsque les voies pour les travaux traversent les canaux et/ou l'oued, des ponts provisoires seront nécessaires. Dans ce cas, il faudra déterminer la hauteur, la direction et la structure des ponts tout en examinant la situation de l'oued, la taille des travaux ainsi que le délai des travaux.

Afin d'assurer la traficabilité, les plaques métalliques seront posées si nécessaire sur les voies pour les travaux ainsi que l'aire de travaux.

Au cas où les voies de déviation seraient installées en dehors des chantiers, il faudrait prêter une attention à ne pas entraver les travaux d'ouvrages définitifs et à ne pas faire perdre la fonction des voies. Les installations de sécurité ainsi que les panneaux d'indication devront être installés, si nécessaire, suivant le résultat des concertations avec l'organisme d'exécution.



Source: Mission d'étude JICA

Figure 7-2 Voies pour les travaux

2) Installations provisoires

Les installations provisoires sont divisées en celles liées directement aux travaux et celle liées aux travaux de façon indirecte.

a. Installations provisoires directement liées aux travaux

1) Ferrailage et coffrage

Les installations provisoires liées au béton sont l'atelier de ferrailage et l'atelier de coffrage. Ces ateliers devront être les ateliers couverts en permanence afin d'éviter la pluie et l'ensoleillement.

2) Matériel lourd et machine

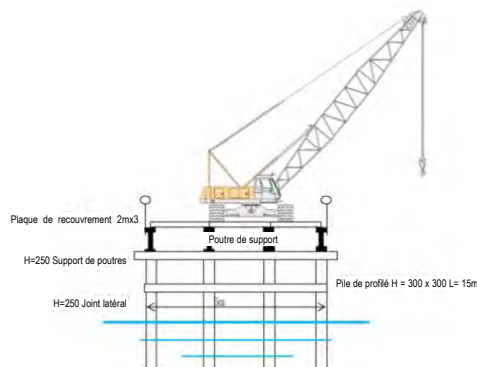
Un atelier de réparation est nécessaire pour l'entretien, le contrôle et la réparation des matériels lourds et machines. Ledit atelier aura besoin également d'une couverture pour s'échapper à la pluie et à l'ensoleillement. Etant donné que le lubrifiant et le carburant y sont utilisés, il faudra donner une attention particulière pour leur lieu de stockage.

3) Ponts provisoires

Les ponts provisoires seront construits dans le cadre des travaux de ponts pour faire dévier le trafic actuel.

4) Ponts temporaires

Dans le cadre des travaux de ponts, les ponts temporaires seront construits pour la pose des fondations des piles de ponts et des poutres en béton préfabriquées.



Source: Mission d'étude JICA

Figure 7-3 Pont temporaire

5) Travaux d'élévation

Le support métallique ayant les pieux provisoires, tels que les pieux de profilé en H sera posé au-dessous de chaque poutre. La superstructure existante sera élevée à l'aide de crics installés sur le support métallique. Par ailleurs, la même méthode sera appliquée pour soutenir temporairement les ouvrages au moment des travaux d'extension de ponts.

6) Batardeau par des palplanches en acier

Lorsque les pieux seront enfoncés dans le sol et que les gros-œuvres des ouvrages inférieurs seront construites à des endroits où s'écoule l'eau, le batardeau sera construit par les palplanches en acier.

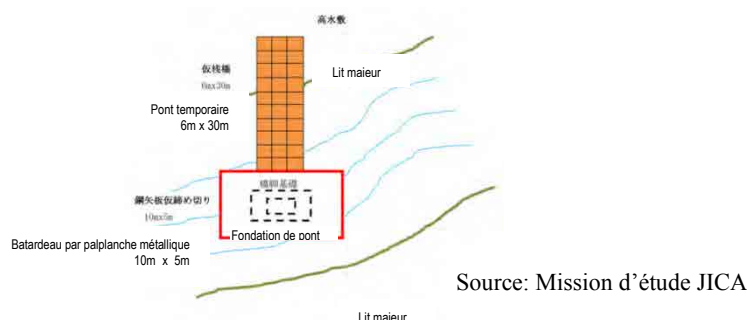


Figure 7-4 Batardeau par palplanches en acier

7) Voies traversant le cours d'eau

Afin d'assurer la circulation transversale sur l'oued pendant les travaux, les voies traversant le cours d'eau pour les travaux seront construites en utilisant les tuyaux en tôle ondulée, les grands sacs de sable, la terre générée au chantier.

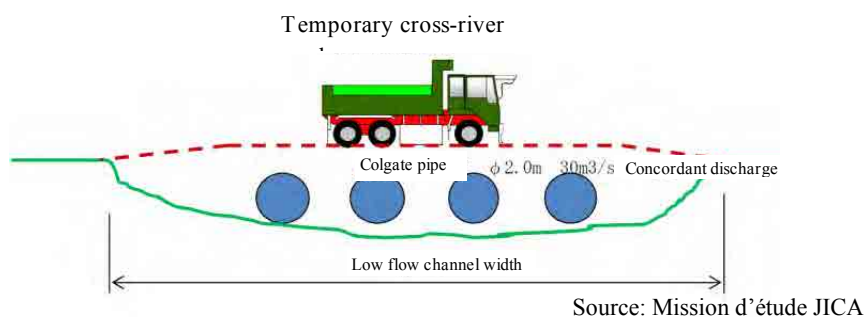


Figure 7-5 Voies pour les travaux traversant le cours d'eau

8) Travaux de batardeau pour les déversoirs et les installations de restitution

Le batardeau sera réalisé à l'aide des grands sacs de sable pour exécuter la fondation pendant la saison sèche.

9) Travaux d'évacuation des eaux

L'eau telle que l'eau de source apparue après l'achèvement du batardeau sera pompée pour l'évacuer.

10) Dépôt de sols

Le dépôt de sols d'environ 200m sur 300m de hauteur d'1m sera installé le long des digues à tous les 4km.

b. Installations provisoires liés aux travaux de façon indirecte

1) Bureau, laboratoire, magasin et garage

Le bureau, le laboratoire, le magasin, le garage, le dépôt de carburant et lubrifiant ainsi que la salle de transformation électrique seront aménagés en fonction du contenu et du délai des travaux. Pour les installer, il faudra respecter les lois et les règlements concernés. Lors de l'utilisation des objets dangereux en particulier, il faudra prêter une attention pour prévenir le vol. Ces installations ne sont pas à construire sur le terrain entre les digues.

2) Hébergement, etc.

L'hébergement sera aménagé en fonction du nombre des ouvriers. Pour l'installer, il faudra respecter les lois et les règlements concernés et donner une attention aux pollutions pour l'environnement. Cette installation n'est pas à construire sur le terrain entre les digues.

3) Electricité pour les travaux

Dans le chantier, l'équipement mécanique, l'éclairage pour les travaux, l'alimentation en eau et l'évacuation d'eau, l'épuisement d'eau, les lampes au bureau ainsi que l'équipement d'alimentation électrique seront nécessaire.

(3) Excavation et transport

1) Excavation

- L'excavation se fera à l'utilisation du bulldozer en commençant par la tête de pentes vers le pied de pentes.
- Après l'excavation de la surface de talus, le lit majeur sera excavé.
- La terre excavée sera ramassée dans le lit majeur.

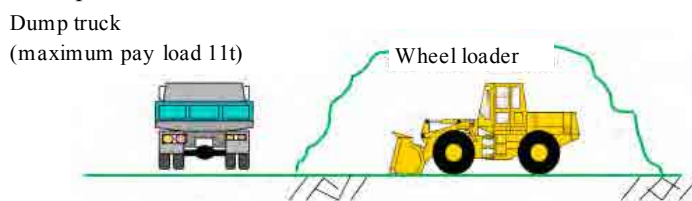


Source: Mission d'étude JICA

Figure 7-6 Procédé de l'excavation

2) Chargement et transport

La terre et le sable ramassés au lit majeur seront chargés dans le camion benne à l'aide de la chargeuse à pneu. La terre et le sable seront transportés pour l'endiguement et/ou au dépôt de sols selon le planning de transport de terre.



Source: Mission d'étude JICA

Figure 7-7 Procédé de chargement et de transport

(4) Remblayage

La terre et le sable transportés par les camions benne depuis le lit majeur seront déchargés au site prévu pour l'endiguement, puis nivelés et compactés par le bulldozer. Ensuite, ils seront compactés par le compacteur à pneu. L'épaisseur de nivellement sera de près de 35cm et l'épaisseur de la finition après le compactage sera de 30cm. Une (1) tronçon des travaux d'endiguement et de remblayage est de 50m à 100m de long. Après le remblayage, le talus des digues sera aménagé et compacté par la pelle mécanique (voir la Figure suivante).

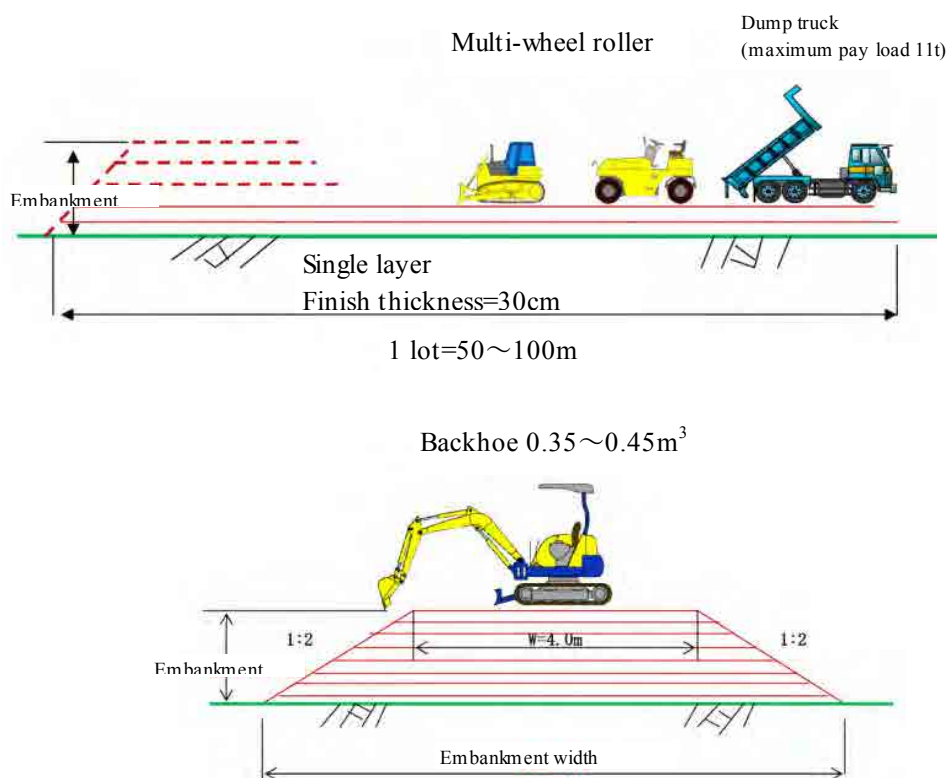


Figure 7-8 Procédé de remblayage Source: Mission d'étude JICA

(5) Travaux d'ouvrages (installation de restitution, digue déversant, etc.)

1) Excavation de fondations des ouvrages

Lorsque l'excavation se fera à niveau moins élevé que le niveau de cours d'eau, le batardeau sera réalisé en utilisant de grands sacs de sable. Au cas où l'eau de source serait apparue, elle sera évacuée par la pompe. Une fois l'excavation achevée, le terrain sera nivelé et compacté au niveau requis. Ensuite, les cailloux roulés et les pierres concassées seront mis, nivelé puis compactés pour avoir l'épaisseur prescrite.

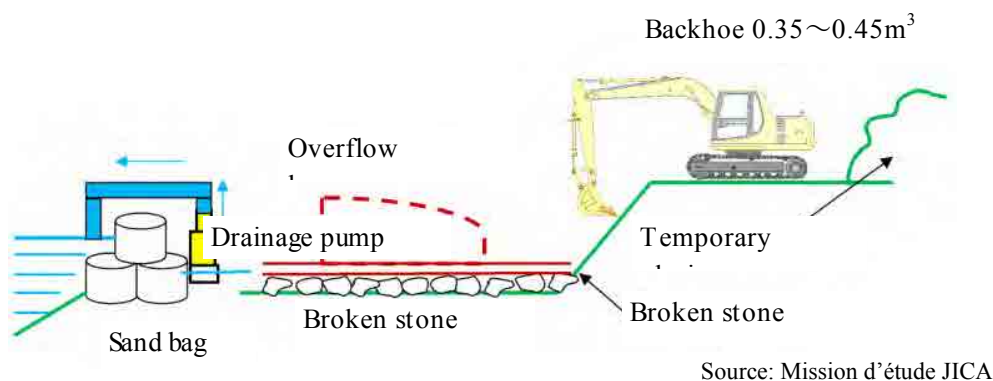


Figure 7-9 Procédé de l'excavation de fondations des ouvrages

2) Coulage de béton pour les ouvrages

En ce qui concerne le coulage de béton, il se fera à l'aide d'un tuyau de camion toupie pour les sites à proximité et il sera réalisé par la grue pour un endroit très éloigné ainsi que pour un endroit de niveau élevé. Lorsque le béton en grand volume devra être coulé à un endroit isolé et éloigné, le coulage se fera à l'aide d'un camion-pompe à béton.

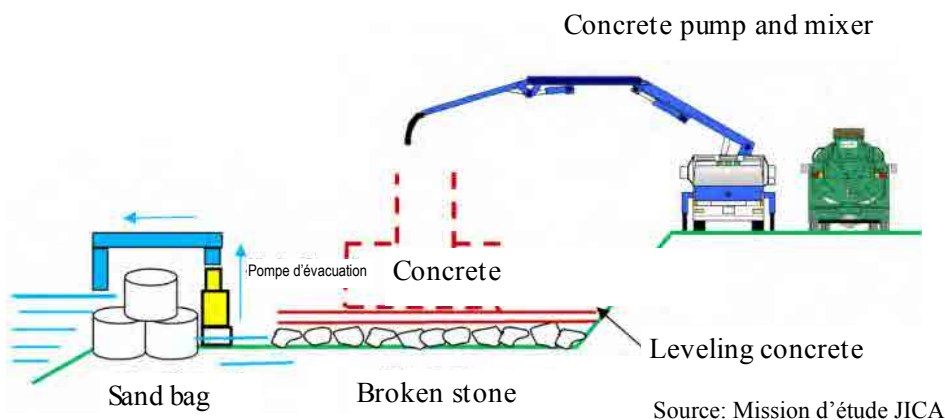


Figure 7-10 Procédé de coulage de béton pour les ouvrages

(6) Travaux de ponts

1) Enfouissement de pieux

Pour enfoncer les pieux, l'excavation se fera à la profondeur requise par les tarières tout en protégeant le mur de forage avec le solvant contenant la bentonite. Ensuite, les fers à béton assemblés au préalable seront posés par la grue. Le béton sera coulé par l'extrémité de pieu à l'aide de tubes de bétonnage. Par ailleurs, la bentonite se fera circuler et s'utilisera à plusieurs reprises.

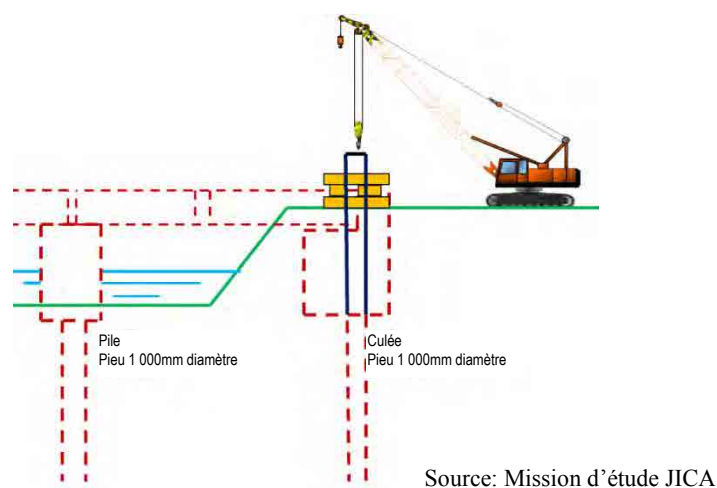


Figure 7-11 Procédé de forage et coulage de béton pour les pieux

2) Pose de poutres en béton préfabriquées (poutres en béton préfabriquées posées par la grue)

Après la pose des poutres aux positions prescrites par la grue, les traverses seront construites en béton coulé sur place, puis toutes les poutres principales seront unifiées.

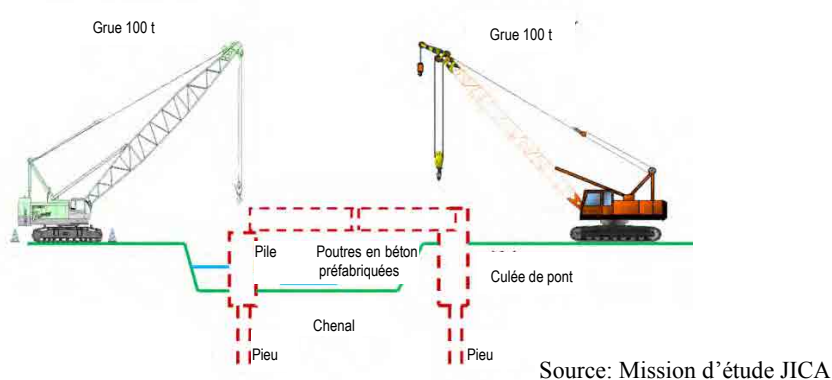


Figure 7-12 Procédé de pose des poutres en béton préfabriquées

3) Elévation de ponts

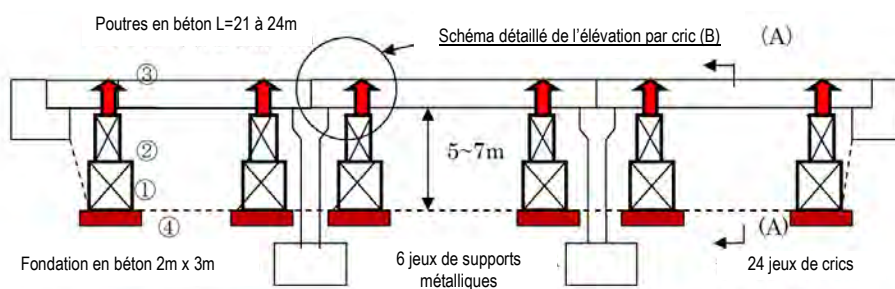
Avant d'élever le pont, les travaux de renforcement du pont existant devront être achevés. Selon la situation de sol, il faudra poser les supports métalliques sur les pieux temporaires ou la fondation en béton.

Après la pose des supports métalliques, les crics seront installés sur les supports métalliques pour soutenir chacun des poutres principales. Le matériel nécessaire à l'utilisation des crics sera placé. La Figure ci-dessous montre un des exemples de l'implantation pour le pont à 3 portées.

« Implantation de l'équipement d'élevage par cric et nombre de supports régulateurs »

Pour le pont à 3 portées, il faut 6 jeux des supports métalliques. 12 poutres nécessitent 24 jeux de crics. Il faut préparer 3 unités de pompage qui seront raccordées aux crics.

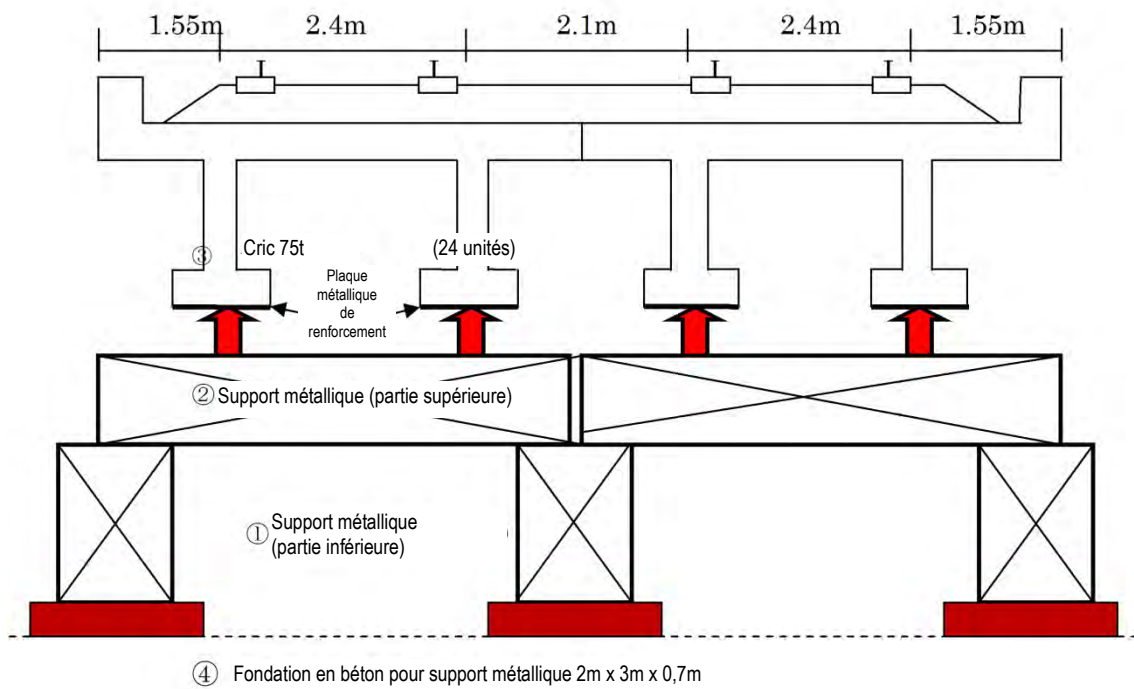
①	Support métallique (inférieur) 1 unité	1,0 tonne	Total 18 unités	18 tonnes
②	Support métallique (supérieur) 1 unité	2,5 tonnes	Total 18 unités	30 tonnes
③	Cric	75 tonnes	Total 24 unités	
④	Fondation en béton pour supports métalliques		Total 18 unités	76m ³



Source: Mission d'étude JICA

Figure 7-13 Exemple de l'implantation de l'équipement de crics et supports régulateurs pour l'élevage de ponts

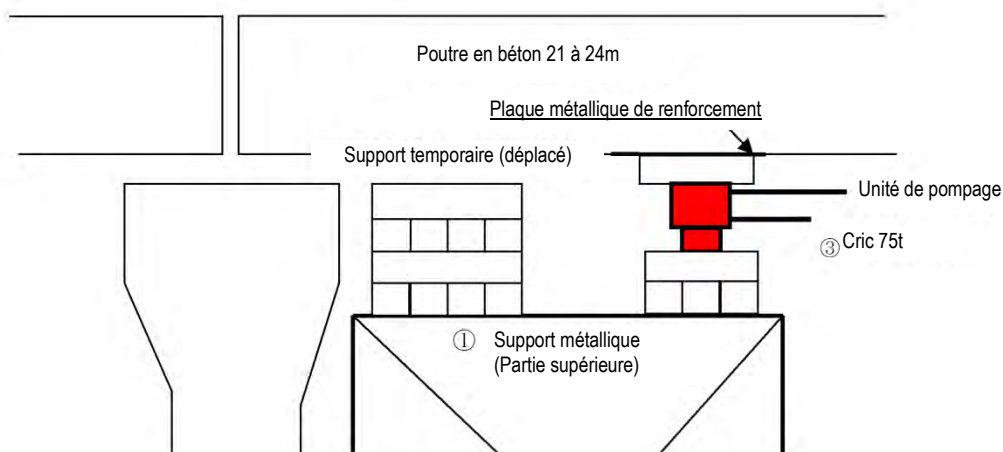
Schéma transversal de l'implantation des supports métalliques (A)-(A)



Source: Mission d'étude JICA

Figure 7-14 Exemple de l'implantation des crics pour l'élévation de ponts (schéma transversal)

Schéma détaillé de l'élévation par cric (B)



Source: Mission d'étude JICA

Figure 7-15 Exemple de l'implantation des crics pour l'élévation de ponts (schéma détaillé)

(7) Site d'emprunt, dépôt de boues et dépôt des arbres abattus

1) Site d'emprunt

Le matériau pour les digues de protection (diamètre 30 à 50cm), la pierre concassée pour le béton (5 à 25cm) ainsi que le gravier pour les voies pour les travaux (0 à 30cm) seront nécessaires dans le cadre des travaux du projet. Il n'est pas nécessaire d'exploiter un nouveau site, mais ils seront approvisionnés aux carrières existantes. Tebourba et Sebala, banlieue de Tunis pourront être énumérés en tant que carrière. Pour les chantiers situés en amont, les matériaux seront approvisionnés à Tebourba (environ 5 à 10km) et pour ceux en aval, ils seront transportés depuis Sebala (12 à 14km).

Etant donné que la terre excavée de cours d'eau et celle des bassins de retardement sera utilisées comme le remblai pour l'endiguement, il n'est pas nécessaire d'exploiter un nouveau site d'emprunt.

2) Dépôt de sols

Les éventuels sites de dépôt de sols identifiés lors de l'étude sur le site sont les 3 sites suivants. Le volume recevable par ces 3 sites étant de 13 825 mille m³, le traitement des sols d'excavation de 7 931 mille m³ est possible.

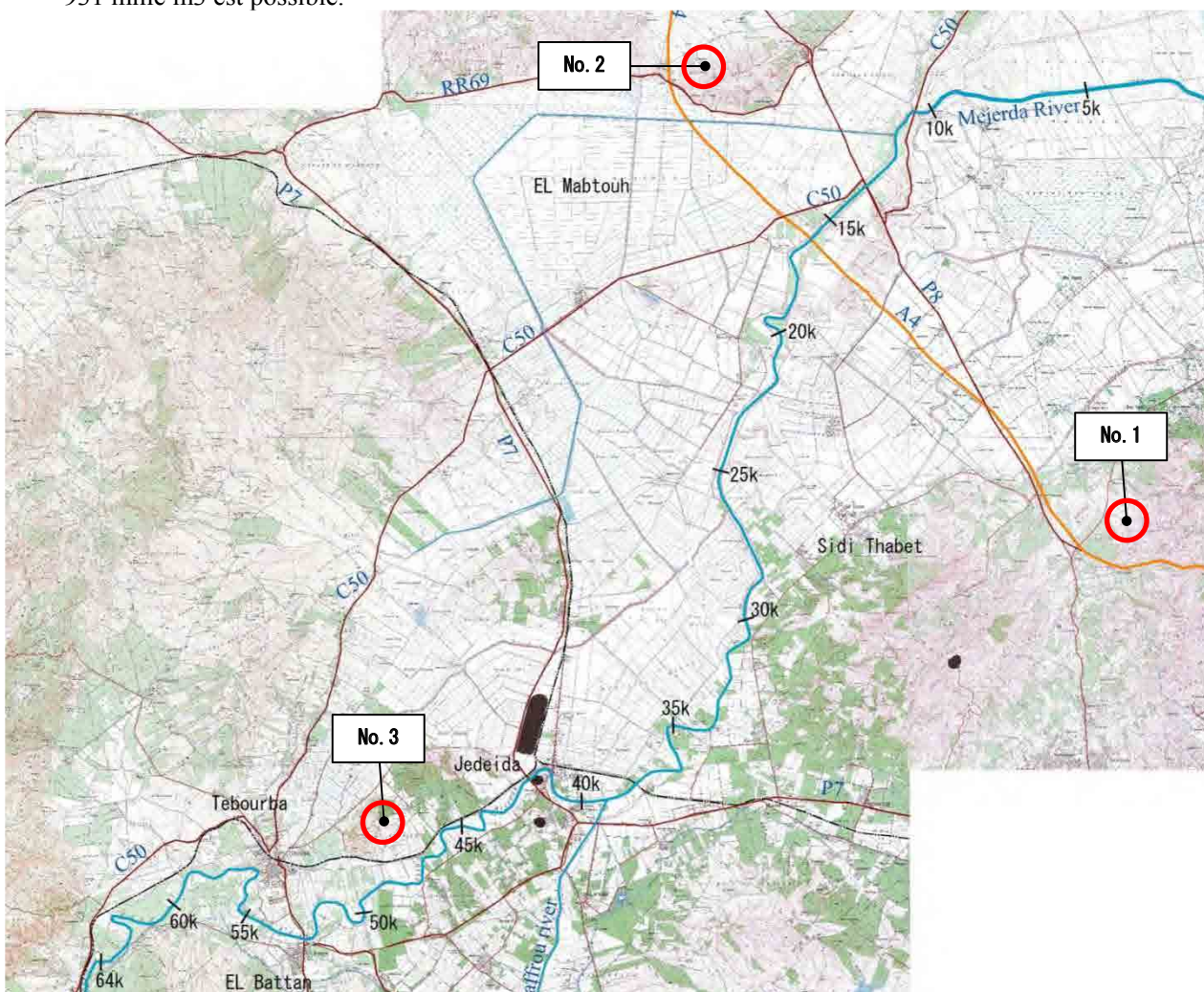


Figure 7-16 Sites candidats de dépôt des sols

Tableau 7-7 Site candidat No.1 de dépôt des sols



Lieu	Nari préfecture d'Aliana	Utilisation actuelle	Ancienne carrière
Volume	6 950 000m ³ *calculé par la superficie mesurée sur la carte x 20m de remblai (valeur interviewée)		
Vue générale			
Situation actuelle			

Tableau 7-8 Site candidat No.2 de dépôt des sols




Lieu	Côté de l'autoroute, préfecture de Bizerté	Utilisation actuelle	Ancien emprunt pour l'autoroute
Volume	675 000m ³ *calculé par la superficie mesurée sur la carte x 5m de remblai (valeur interviewée)		
Vue générale			



Tableau 7-9 Site candidat No.3 de dépôt des sols

Lieu	Charoufi, Aiyali de préfecture de Manouba	Utilisation actuelle	Carrière/emprunt
Volume	6 200 000m ³ *calculé par la superficie mesurée sur la carte x 20m de remblai (valeur interviewée)		
Vue générale			
Situation actuelle			

3) Dépôt des arbres abattus

Les branches et les racines seront découpées au dépôt et réutilisées comme matériau de base pour la végétation de talus des berges. Ils seront pulvérisés sur le talus par le pulvérisateur

Le planning d'exécution des travaux établi sur la base des plans d'exécution susmentionnés est indiqué ci-dessous. Le délai des travaux est prévu pour 4 ans.

7.3 Calcul du coût du projet

7.3.1 Système de calcul du coût du projet

Le coût du projet de l'amélioration de l'oued Medjerda est estimé sur la base des composants ci-dessous indiqués.

- (A) Frais de travaux directs
- (B) Frais de services de conseil (CS : consulting service) (basés sur le prix unitaire)
- (C) Frais d'indemnité pour l'acquisition de terrain (basés sur le prix unitaire)
- (D) Frais d'administration et de gestion (% du coût total du projet)
- (E) Coût pour l'augmentation des prix (devises étrangères : % / monnaie locale : %)
- (F) Dépenses imprévues (%)
- (G) Taxes (%)

(A) Frais de travaux directs (coût direct, coût de base pour la construction)

Etant donné qu'il n'y a pas de norme de calcul réglementée par l'état en Tunisie, le coût de construction est calculé sur la base des quantités correspondantes aux travaux énumérés à « 6.1.3 » et des prix unitaires indiqués à « 6.1.4 ». Par ailleurs, les prix unitaires de construction de chaque type des travaux sont déterminés en se référant aux prix offerts pour les projets antérieurement réalisés par le Ministère de l'Agriculture (MA) ainsi qu'aux derniers prix de marché de la construction locale en Tunisie.

A l'issue des interviews effectuées auprès du MA et des entrepreneurs locaux, la plupart de matériels, matériaux et main d'œuvre nécessaires au projet pourront être approvisionnés à l'intérieur du pays.

(B) Frais de services de conseil

Le contenu des services de conseil est comme ci-dessous. Les frais des services sont calculés en multipliant le coût unitaire pour un ingénieur par le mois-homme (M/M) nécessaire:

1) Conception détaillée et préparation des appels d'offres relatives à l'amélioration de l'oued et aux mesures non structurelles

Les services de conseil consisteront en l'étude complémentaire telle que l'arpentage nécessaire à la conception détaillée, la conception détaillée, l'élaboration des plans, la détermination des quantités pour l'amélioration de l'oued et pour les ponts, ouvrages de cours d'eau et ouvrages connexes de l'amélioration basées sur l'arpentage, etc. et le calcul du coût du projet.

Pour les mesures non structurelles, le consultant procédera à une conception détaillée sur le système d'alerte aux inondations et le système de gestion de digues ainsi qu'à un plan d'évacuation/prévention des inondations, renforcement de l'organisation et développement des capacités

Sur la base des résultats de la conception détaillée, le consultant assurera la préparation de dossiers d'appel d'offres et assistera dans l'organisation d'appels d'offres.

2) Supervision des travaux des Divisions I, II et III

Les services consisteront dans la supervision des travaux des 3 divisions, à savoir : la gestion des processus de construction, le contrôle de qualité, le contrôle des travaux exécutés, la gestion de l'environnement, la gestion de la sécurité/l'hygiène et la réaction aux réclamations faites par les entrepreneurs.

3) Mise en œuvre de mesures non structurelles

Sur la base de la conception détaillée, le consultant prêtera ses services de conseil relatifs au système d'alerte aux inondations, au système de gestion de digues et au plan d'évacuation/prévention des inondations, renforcement de l'organisation et développement des capacités.

(C) Frais d'indemnité

1) Frais d'acquisition pour le terrain

Il est nécessaire d'acquérir un terrain pour l'amélioration de l'oued Medjerda. Les frais pour l'acquisition de terrain sont calculés sur la base du résultat de la conception effectuée dans le cadre de la présente étude. Pour ce qui est de la division II, l'acquisition de terrain n'est pas requise puisque le terrain appartient à l'état.

2) Frais d'indemnité pour le bâtiment

Les frais nécessaires au déménagement du bâtiment pour l'amélioration de l'oued Medjerda sont pris en compte.

(D) Frais d'administration et de gestion

Les frais d'administration et de gestion du client du présent projet sont à % du coût total du projet.

(E) Coût pour l'augmentation des prix (annuelle)

Le coût pour l'augmentation des prix est calculé au taux annuel de % (conforme au taux désigné par la JICA) et % respectivement pour les dépenses en devises étrangères et celles en monnaie locale.

(F) Dépenses imprévues

Les dépenses imprévues sont calculées au taux fixe de % par rapport aux dépenses en devises étrangères et à celles en monnaie locale calculées en considérant l'augmentation des prix.

(G) Frais de douanes, impôts et taxes

La taxe de la valeur ajoutée (TVA) est fixée à %. Les droits douane sont exonérés.
Remettre les factures des matériaux achetés au MA qui remboursera avant 45 jour.

- | | |
|----|--|
| a. | Taux de change : US\$1=1,61TD = ¥ 79,0
TD1=¥49,0 (en date du 6 novembre 2012) |
| b. | Répartition de monnaies : Part en monnaie locale
Part en devises étrangères |
| c. | Intérêts : Construction : % / Consultant : % |
| d. | Taux de commission d'engagement : % |

(H) Remise du projet et responsabilité pour vices cachés

La remise du projet devra être faite au moment de son achèvement. Selon « Standard Bidding Documents Under Japanese ODA Loans, Procurement of Works, JICA, October 2012 », la période de la garantie de bonne exécution doit s'étendre suffisamment au-delà de la date d'achèvement des travaux pour couvrir la période de garantie. ». Cela signifie que la garantie s'appliquera également pendant la période de responsabilité pour vices cachés

7.3.2 Prix unitaire pour le calcul du coût du projet

Les listes de prix unitaires pour le calcul du coût du projet pour l'amélioration de l'oued Medjerda sont indiquées ci-dessous. Les prix unitaires ont été calculés sur la base des prix unitaires utilisés lors des appels d'offres des projets réalisés par le Ministère de l'Agriculture ou les prix unitaires pratiqués ces derniers temps sur les marchés de construction en Tunisie. En ce qui concerne la répartition des monnaies (monnaie étrangère et monnaie locale), les prix unitaires par type de travaux (FC/monnaie étrangère et LC/monnaie locale) sont établis pour les travaux prévus dans ce projet en se référant au rapport des types de travaux ci-dessous, qui a été adopté lors de l'étude SAPROF (Special Assistance for Project Formation, ou Assistance spéciale pour formation de projet) effectuée par la JBIC et la JICA :

Tableau 7-13 Répartition des monnaies (monnaie étrangère/monnaie locale) par principaux types de travaux (JBIC, SAPROF)

Description	Monnaie étrangère (%)	Monnaie locale (%)
1. Transmission Pipeline		
1)Transportation of PC and fitting	70	30
2)Earthworks	70	30
3)Pipe installation and test	60	40
4)Civil works including building works	60	40
5)Installation of hydro-mechanical equipment & fitting	70	30
6)Other minor works	50	50
7)Supply of hydro-technical and fitting	90	10
8)Supply of PC pipes & fitting	55	45
9)Supply of Vehicle	95	5
2. Pump Station		
1)Transportation of PC and fitting	70	30
2)Earthworks	70	30
3)PC Pipe installation	60	40
4)Civil works including building works	60	40
5)Other minor works	50	50
6)Supply and Installation of pumping equipment	85	15
7)Supply of PC pipes & fitting	55	45

Source : Répartition des monnaies (étrangère et locale) appliqué en 1995 et 2003 pour les études SAPROF des projets financés par la JBIC et la JICA (Ministère de l'Agriculture)

Tableau 7-14 Liste de prix unitaires pour le calcul de coûts des travaux (1)

Tableau 7-15 Liste de prix unitaires pour le calcul de coûts des travaux (2)

Tableau 7-16 Liste de prix unitaires pour le calcul de coûts des travaux (3)

Les services de conseil (M/M : mois-homme) sont établis comme ci-dessous :

1) Expert A	:	yens	(TND)
2) Expert B	:	yens	(TND)
3) Personnel de renfort	:	yens	(TND)

7.3.3 Liste des quantités des travaux

Les quantités des travaux sont récapitulées par division comme indiquées ci-dessous :

Tableau 7-17 Liste de quantités des travaux pour le calcul de coûts des travaux (Division I (1))

Tableau 7-18 Liste de quantités des travaux pour le calcul de coûts des travaux (Division I (2))

Tableau 7-19 Liste de quantités des travaux pour le calcul de coûts des travaux (Division I (3))

Tableau 7-20 Liste de quantités des travaux pour le calcul de coûts des travaux (Division II

(1))

Tableau 7-21 Liste de quantités des travaux pour le calcul de coûts des travaux (Division II (2))

Tableau 7-22 Liste de quantités des travaux pour le calcul de coûts des travaux (Division II (3))

Tableau 7-23 Liste de quantités des travaux pour le calcul de coûts des travaux (Division II (4))

Tableau 7-24 Liste de quantités des travaux pour le calcul de coûts des travaux (Division II (5))

Tableau 7-25 Liste de quantités des travaux pour le calcul de coûts des travaux (Division II (6))

Tableau 7-26 Liste de quantités des travaux pour le calcul de coûts des travaux (Division III (1))

Tableau 7-27 Liste de quantités des travaux pour le calcul de coûts des travaux (Division III (2))

Tableau 7-28 Liste de quantités des travaux pour le calcul de coûts des travaux (Division III (3))

Tableau 7-29 Liste de quantités des travaux pour le calcul de coûts des travaux (Division IV)

7.3.4 Calcul du coût du Projet

Le coût total du projet pour la réalisation du présent projet est comme indiqué dans le Tableau ci-dessous. Le coût total s'élève à 13,34 milliards de yens (272 millions de TND). Le détail du coût du projet par principales divisions est indiqué à la suite du coût total..

Tableau 7-30 Coût total du Projet

Tableau 7-31 Coût du projet par divisions (Section d'amélioration de rivière I)

Tableau 7-32 Coût du projet par divisions (Section d'amélioration de rivière II)

Tableau 7-33 Coût du projet par divisions (Section d'amélioration de rivière III)

Tableau 7-34 Coût du projet par divisions (travaux des vannes)

Tableau 7-35 Coût d'acquisition de terrain

Tableau 7-36 Frais de services de conseil

7.4 Utilisation de la technique du Japon

7.4.1 Ponts

Pour l'aménagement de ponts, la technique du Japon pourront être appliquée à 2 procédés de construction ci-dessous :

- 1) Travaux pour les ouvrages utilisés à la fois comme pont routier et pont ferroviaire ;
- 2) Travaux d'installations provisoires permettant de réduire le délai des travaux.

(1) Technique d'exécution des travaux pour les ouvrages utilisés comme le pont routier et le pont ferroviaire

1) Aperçu de la méthode de construction

La technique en question est une technique permettant la construction d'un ouvrage au-dessous de la route et la voie ferroviaire en service sans que la circulation de ces deux derniers ne soit entravée. Un membre, ce qu'on appelle "élément", sera pénétré à la direction transversale au-dessous de la route et la voie ferrée en service pour supporter la berge et lui-même, il fera partie de l'ouvrage définitif.

Pour la construction des ouvrages (culée, pile de ponts et galerie) dessous de la route et de la voie ferrée, nécessaires à l'élévation et à l'extension des ponts, l'application de cette technique permettra de réduire le délai de travaux puisqu'il ne sera pas nécessaire de remplacer temporairement la route et la voie ferrée pour maintenir la circulation et de plus qu'il ne sera pas requis de prévoir le terrain destiné à ces travaux de remplacement. De ce fait, il sera possible de continuer à utiliser les routes et lignes existantes pour assurer une bonne circulation, ce qui permettra d'escompter l'impact positif.

L'aperçu et les étapes d'exécution sont montrés ci-dessous :



Figure 7-17 Aperçu technique

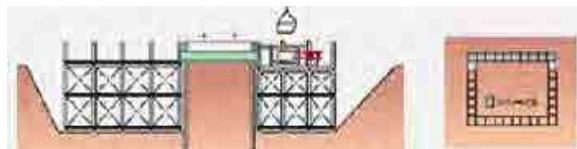
(1) Travaux de forage horizontal

- Effectuer le forage horizontal pour faire introduire des torons d'acier pour béton précontraint qui seront utilisés pour la traction d'un élément de base.



(2) Insertion des torons d'acier pour béton précontraint

- Insérer les torons d'acier pour béton précontraint



(3) Forage par traction d'un élément de la partie supérieure

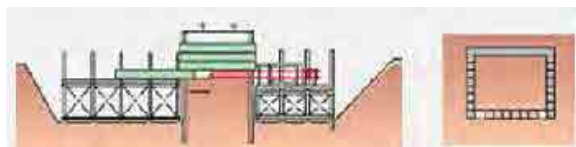
- Creuser davantage par traction d'un élément. Tracter l'élément arrière à l'aide des torons d'acier pour béton précontraint tractée en même temps que l'élément devant.

(4) Remplissage de joints par coulis

- Une fois le forage terminé par traction de l'élément de la partie supérieure, pénétrer le coulis à la partie des joints pour les unir.

(5) Remplissage de vides par béton

- Les vides de l'élément de la partie supérieure seront remplis du béton pour être transformés en une dalle supérieure.



(6) Forage par traction d'un élément du mur latéral

- Par le même procédé que la partie supérieure, avancer le creusement par traction d'un élément pour les murs latéraux droite et gauche respectivement.

(7) Remplissage de joints par coulis

(8) Remplissage de vides par béton



(9) Forage par traction d'un élément de la partie inférieure

(10) Remplissage de joints par coulis

(11) Remplissage de vides par béton



(12) Creusement à l'intérieur du dalot en béton

(13) Finition de l'intérieur



Côté début de creusement



Côté fin de creusement

Figure 7-18 Avancement de forage par traction de l'élément de la partie supérieure (3)



Figure 7-19 Creusement terminé

2) Effets

Les effets escomptés par l'application de la présente technique sont comme suit :

- Etant donné qu'il n'est pas nécessaire de remplacer la route et la voie ferrée en service, le délai de travaux pourra être réduit.
- Il n'est pas nécessaire de prévoir un terrain pour les travaux de remplacement.
- Du fait que les route et ligne actuellement en service pourront être utilisées de manière continue, la bonne circulation pourra être assurée.
- Les éléments étant pénétrés par la méthode de traction, il est possible d'exécuter les travaux avec la haute précision et de minimiser l'effet pour l'environnement périphérique tel que la route, la voie ferrée.
- Les éléments seront consolidés par assemblage aux joints et les vides internes seront remplis du béton. Cette structure pourra être utilisée directement comme l'ouvrage définitif. De ce fait, le délai de travaux sera réduit. Cette méthode permet non seulement la structure de coupe rectangulaire, mais aussi la structure de coupe rectangulaire ayant plusieurs portées, celle de coupe bague et les structures en diverses formes.
- Contrairement à d'autres méthodes d'exécution permettant les travaux dessous de la route et de la voie ferrée, la méthode en question ne nécessite pas les travaux de protection tels que les travaux à la méthode utilisant les tubes. La méthode permettra de réduire le mort-terrain, ce qui élèvera la surface de plate-forme des ouvrages et diminuera la distance jusqu'à la surface.

3) Applicabilité pour le projet

Au cas où la technique en question serait appliquée aux travaux du projet, le coût des travaux d'élévation de ponts de la voie ferrée serait à 50% de plus par rapport au coût des travaux effectués par la méthode traditionnelle comme indiqué ci-dessous. Toutefois, ladite technique sera utile au cas où il serait impossible de remplacer le trafic actuel à cause des conditions modifiées par la partie gestionnaire et/ou d'un problème survenu pour l'acquisition de terrains en phase de l'exécution des travaux.

Tableau 7-37 Comparaison entre la méthode traditionnelle et la méthode proposée

(2) Travaux d'installations provisoires permettant de réduire le délai des travaux

1) Aperçu de la méthode de construction

La technique en question permettra de monter d'avance la superstructure à l'aide de l'équipement tirant lors de la construction des ponts provisoires et ponts temporaires. Cette technique permettra de réduire le temps des travaux, d'améliorer l'ouvrabilité et d'atténuer l'impact à l'environnement naturel puisqu'elle ne nécessite pas l'équipement provisoire pour la construction de la substructure tel que le pieu dans la construction des ponts provisoires et ponts temporaires nécessaires à l'élévation et à l'extension des ponts.

Le schéma ainsi que les étapes d'exécution sont montrés ci-dessous :

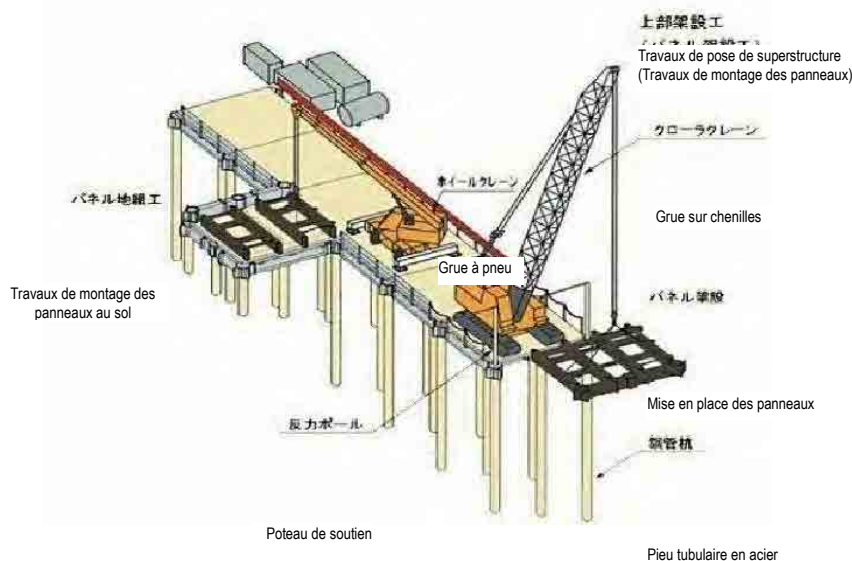
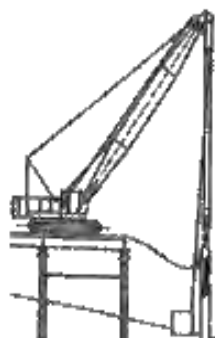


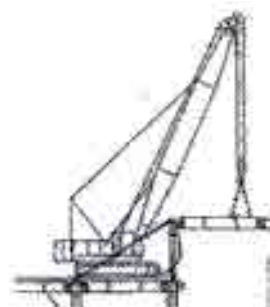
Figure 7-20 Aperçu technique

- Les membres de la superstructure pour chaque portée utile (panneau), unité de construction, seront assemblés au sol sur place.
- A l'aide des poteaux de soutien et de l'équipement tirant servant à maintenir un panneau supporté d'un seul côté, le panneau sera transporté par ordre par grue, depuis les ponts provisoires et les ponts temporaires pour être posé.
- Après la pose d'un panneau, un pieu tubulaire en acier sera inséré par l'extrémité du guide et le béton y sera coulé.
- Les étapes de a) à c) seront effectuées en répétition.

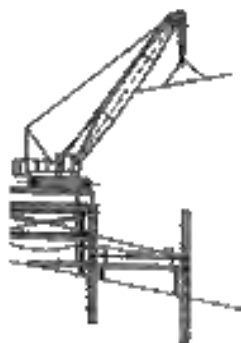
La Figure suivante montre le schéma comparatif de la méthode traditionnelle et de la méthode proposée.



Pose du pieu porteur



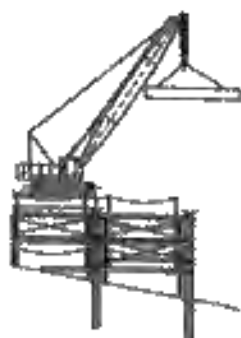
Levage du panneau pour la superstructure



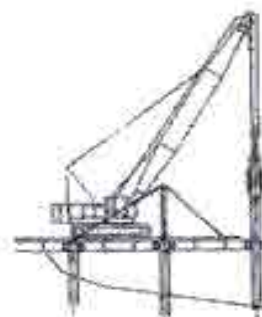
Pose de matériel de renforcement
Construction de l'échafaudage



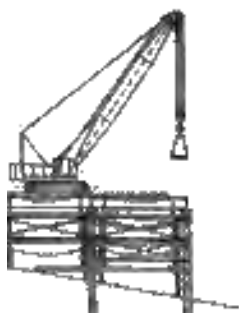
Panneau raccordé à la pile existante et au câble de tirant



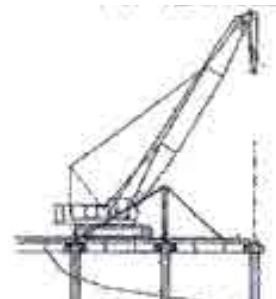
Montage de poutre principale



Mise en place de la palée



Pose de plaques de recouvrement



Injection de matériau de remplissage / Finition de têtes de poteau

Figure 7-21 Comparaison avec la méthode traditionnelle (gauche : méthode traditionnelle / droite : méthode proposée)

2) Effets

Les effets apportés par l'application de la technique en question seront comme suit :

- Les travaux à des endroits en hauteur depuis le terrain naturel pour la construction de l'échafaudage ne seront pas nécessaires, grâce à la méthode permettant de construire la superstructure préalablement. D'où, le délai de travaux sera diminué, l'économie et la sécurité seront améliorées.
- Les plaques nouvellement installées jouant un rôle de guide se forment en panneau et assemblées à cheville. Cela permettra les travaux parallèles à la superstructure et à la substructure. De ce fait, l'ouvrabilité sera améliorée.
- Etant donné que la superstructure assemblée au sol plat sera construite précédemment, puis elle se servira d'un guide pour la mise en œuvre des pieux, l'installation d'un guide dans le sol n'est pas requise. Il sera possible de minimiser la fouille du terrain naturel, donc les impacts à l'environnement naturel seront restreints.
- Le pieu tubulaire en acier permettra, grâce à sa haute performance de coupe, de réduire la substructure par rapport au pieu profilé en H, ce qui diminuera la résistance au débit d'eau. Ainsi la méthode est meilleure en matière de sécurité.
- Le niveau de sécurité sera élevé, du fait que les travaux manuels à effectuer sur les endroits établis tels que les travaux à des endroits en hauteur, les travaux à des pentes et les travaux sur l'eau sont réduits.

3) Applicabilité pour le projet

Le coût des travaux par la méthode utilisant la technique en question est à 10% de plus par rapport au coût des travaux par la méthode traditionnelle pour le coût de construction des points provisoires comme indiqué ci-dessous. Cependant, le délai des travaux pour l'installation de 5 ponts provisoires nécessaire à l'amélioration de l'oued pourra être réduit à près de 1/3.

L'applicabilité de la méthode proposée ci-dessus est faible au moment actuel en raison de l'augmentation des coûts de construction, mais il serait efficace au moment où le délai de construction serait limité lors de la mise en œuvre du projet.

Tableau 7-38 Comparaison entre la méthode traditionnelle et la méthode proposée

1) Quantité

Item	No.4	No.12	No.18	No.22	No.27
Material	852	480	84	150	270
Erection	852	480	84	150	270
Removal	852	480	84	150	270

2) Coût et délai de construction

7.4.2 Opération de contrôle des crues aux barrages

(1) Objectifs de l'application de la technique du Japon

La gestion de barrages (Dam Management) est un des problèmes pour lesquels la technique du Japon pourra être appliquée. La gestion de barrages est constituée de l'exploitation de barrages (Dam Operation), la gestion des installations de barrages (Facility Management) et la gestion de réservoirs (Reservoir Management). L'exploitation de barrages se constitue de l'opération contre les inondations (Flood Operation) et de l'opération d'approvisionnement en eau (Water Supply Operation). Etant donné qu'il y a souvent des problèmes pour l'opération de restitution lors d'inondations pour l'oued Medjerda, la technique du Japon sera appliquée au projet en matière d'opération contre les inondations.

L'oued Medjerda compte 5 barrages au total en 2010, à savoir le barrage de Sidi Salem à l'oued Medjerda, les 4 barrages à ses affluents, soit Mellègue, Siliana, Bou Heurtma et Sarrat. Leur capacité de contrôle de crues est de 518 millions de m³. Parmi ces barrages, le barrage de Sidi Salem, situé le plus en aval, a la capacité de contrôle de 285 millions de m³ et occupe 55% de la capacité de contrôle de l'ensemble de ces barrages. Le bassin versant du barrage de Sidi Salem s'étend sur une superficie de 18 150km², qui occupe 78% de l'ensemble des bassins versants. Il se peut juger ainsi que la régulation des crues de l'oued Medjerda est assurée par le barrage de Sidi Salem.

Le projet vise à minimiser les dégâts des inondations aux bassins versants en aval du barrage de Sidi Salem en assurant le contrôle optimal et efficace au barrage face aux inondations de différents types survenus à l'oued Medjerda ayant le bassin versant d'une superficie de 23 400km².

(2) Applicabilité de l'opération de contrôle des crues pour le barrage de Sidi Salem

En l'état actuel, les informations sur les crues sont recueillies au moyen du téléphone et du télécopieur au niveau du barrage de Sidi Salem. Sur la base de ces informations, la manipulation de vannes est déterminée, puis l'eau est restituée. Une série de ces procédés sont résumées dans le schéma conceptuel.

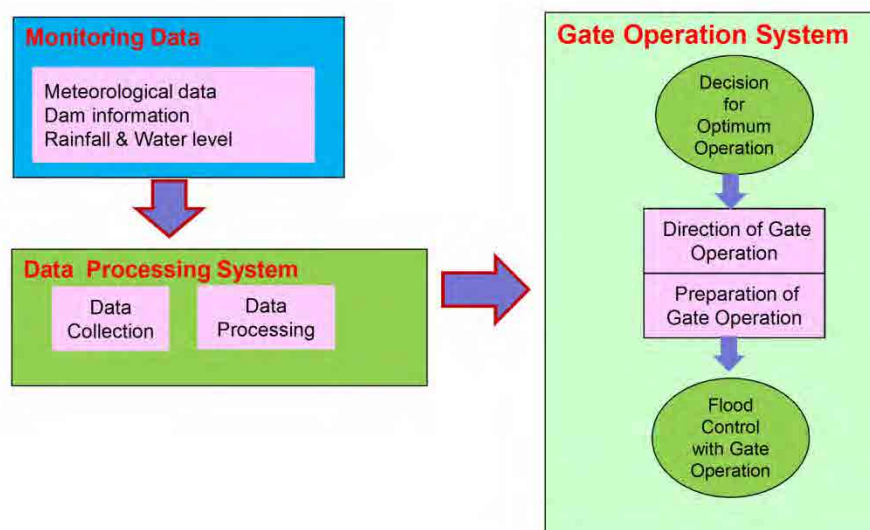


Figure 7-22 Schéma conceptuel de contrôle des crues en vigueur du barrage de Sidi Salem (opération de vannes)

Le problème se pose actuellement sur le temps requis pour la collecte des informations hydrologiques (pluviométries, niveau d'eau de l'oued et données du barrage) et le traitement des données collectées. Ainsi il est nécessaire de résoudre ce problème d'urgence.

La Direction Générale des Ressources en Eaux envisage l'amélioration du système de télémétrie (Sycohrac) tout en tenant compte du système de gestion de barrages ayant été élaboré lors de l'introduction du système de communication par GPRS. Au cas où le problème serait résolu par l'introduction de la télémétrie et du système de traitement des données, la vitesse de traitement serait améliorée. Il est donc jugé que suffisamment de temps pourra être assuré aussi pour l'opération de barrages. De ce fait, le projet envisage à exploiter, pour le moment, le système de gestion de barrages basé sur le traitement et l'analyse des informations de la télémétrie (voir la Figureure ci-dessous, flèches en bleu).

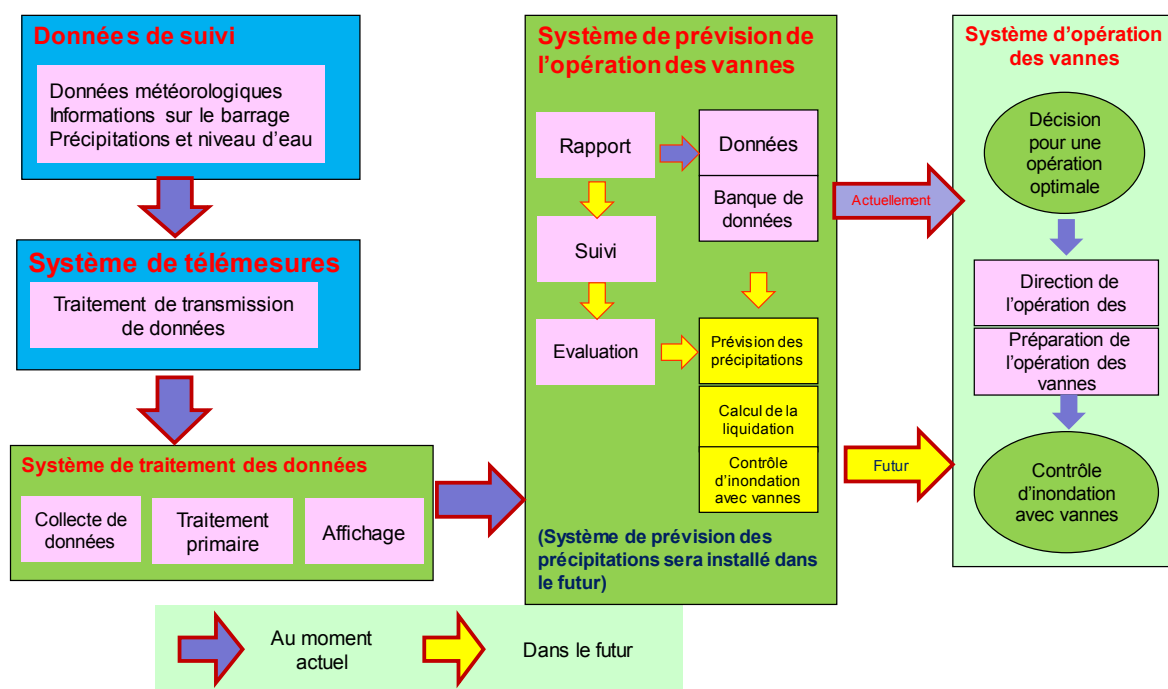


Figure 7-23 Système de contrôle des crues du barrage de Sidi Salem (Améliorations actuellement proposées et Système futur)

Comme montre la Figure, 5 systèmes sont requis pour assurer efficacement le contrôle des crues du barrage : données observées, collecte des données observées, traitement des données, calcul de prévision et opération de vannes. Pour le système au futur, il est prévu d'élargir le système pour couvrir la simulation de l'opération de vannes y compris la prévision des précipitations (voir les flèches en jaune de la Figure). Lors de la restitution d'eau du barrage, il est important de l'alerter aux bassins en aval. Pour ce faire, il sera nécessaire d'introduire un dispositif d'alarme par sirène ou par voix.

(3) Caractéristiques de la technologie de gestion du barrage au Japon

Au Japon, le barrage est géré pour faire face aux pluies qui durent longtemps pendant la saison des pluies (tsuyu) et aux pluies de la grande quantité qui tombent en temps court pendant la saison de typhons. Le Japon a donc un mode d'opération de barrages établi en se fondant sur de telles expériences. De plus, dans le passé, l'opération d'évacuation du barrage a provoqué une montée des eaux causant la souffrance humaine en aval. En réponse à cela, *le plan et les principes de conception du système d'alerte du barrage* ont été établis pour prévenir la souffrance humaine et des machines et équipements à cet effet ont été développés.

En ce qui concerne l'opération des écluses au moment d'une inondation, on a développé au Japon un système permettant d'effectuer le calcul de prévision uniformisé qui couvre les précipitations, les eaux restituées, l'opération de barrage (calcul des eaux écoulées, eaux restituées et niveau de l'eau de

barrage) et le calcul de niveau de l'eau en aval. Ce système est exploité avec le système d'alerte d'évacuation du barrage d'une manière intégrée.

Pour le guide pratique et les directives sur la gestion du barrage, l'opération des écluses et l'installation de traitement, les *pratiques de gestion des barrages*, les *lignes directrices de conception de l'installation de contrôle et de traitement pour la gestion des barrages*, etc. ont été éTableaulies, et la procédure et la méthode ont été ainsi mise en place pour gérer des barrages (ou faire des opérations d'écluses) rapidement et correctement.

Il est attendu que l'application de la technologie japonaise établie susmentionnée apporte l'effet pour ne pas produire les dégâts par la restitution des eaux de barrages. Par ailleurs, il est à rappeler que la gestion opérationnelle actuelle du barrage unique pourra être transformée en la gestion intégrée des barrages de l'oued Medjerda dans l'avenir.

(4) Coût approximatif

Comme le niveau de gestion des barrages et celui de maîtrise du système sont différents entre la Tunisie et le Japon, il est considéré que la spécification du système au Japon n'est pas totalement applicable en Tunisie. Nous présentons ci-dessous, à titre d'exemple, le coût d'introduction d'un logiciel du système de gestion de barrage (y compris le contrôle à distance depuis un endroit autre que le bureau de gestion de barrage) qui est exploité dans un barrage de petite taille au Japon (hauteur : 55m, bassin-versant : moins de 10km², pluviomètre : 1 endroit, jauge de hauteur d'eau : 1 endroit).

Tableau 7-39 Coût pour le logiciel du système de gestion de barrage dans un barrage de petite taille au Japon

Nom de logiciel	Coût (1 000*JPN)	Coût (1 000*TND)
1) Système d'opération des écluses de barrage		
2) Système de télésurveillance		
Total		

Note : PC Personal Computer / Ordinateur personnel

UPS Uninterruptable Power Supply / Système d'alimentation sans coupure

Source : Mission d'étude de la JICA (Sur la base du coût pour le système de contrôle de barrage appliqué aux barrages de petite taille au Japon, le bassin-versant est inférieur à 10km².)

Étant donné que l'étendue du bassin-versant et du réservoir du barrage de Sidi Salem est plus grande que celle susmentionnée, un système de télémètre devra être ajouté. De plus, il est nécessaire de modifier la langue. Mais concernant le système d'informations hydrologiques, l'analyse hydrologique, le calcul de prévision, le calcul d'opération des écluses, etc., les frais y relatifs ne reflèteraient pas nécessairement la taille de barrage. En résumé, le coût approximatif est estimé de à TND, soit 20 à 30% de plus par rapport au coût susmentionné.

Avant de mettre en application le système de gestion du barrage contre les inondations, il faut bien examiner la pertinence de développement et d'introduction de système en comparant un système de SYCOHTORAC que la Direction Générale des Ressources en Eaux prévoit d'améliorer.