

Figure 9.1 Tracé en plan de la variante d'aménagement de l'Oued Enkhilet (2/9)

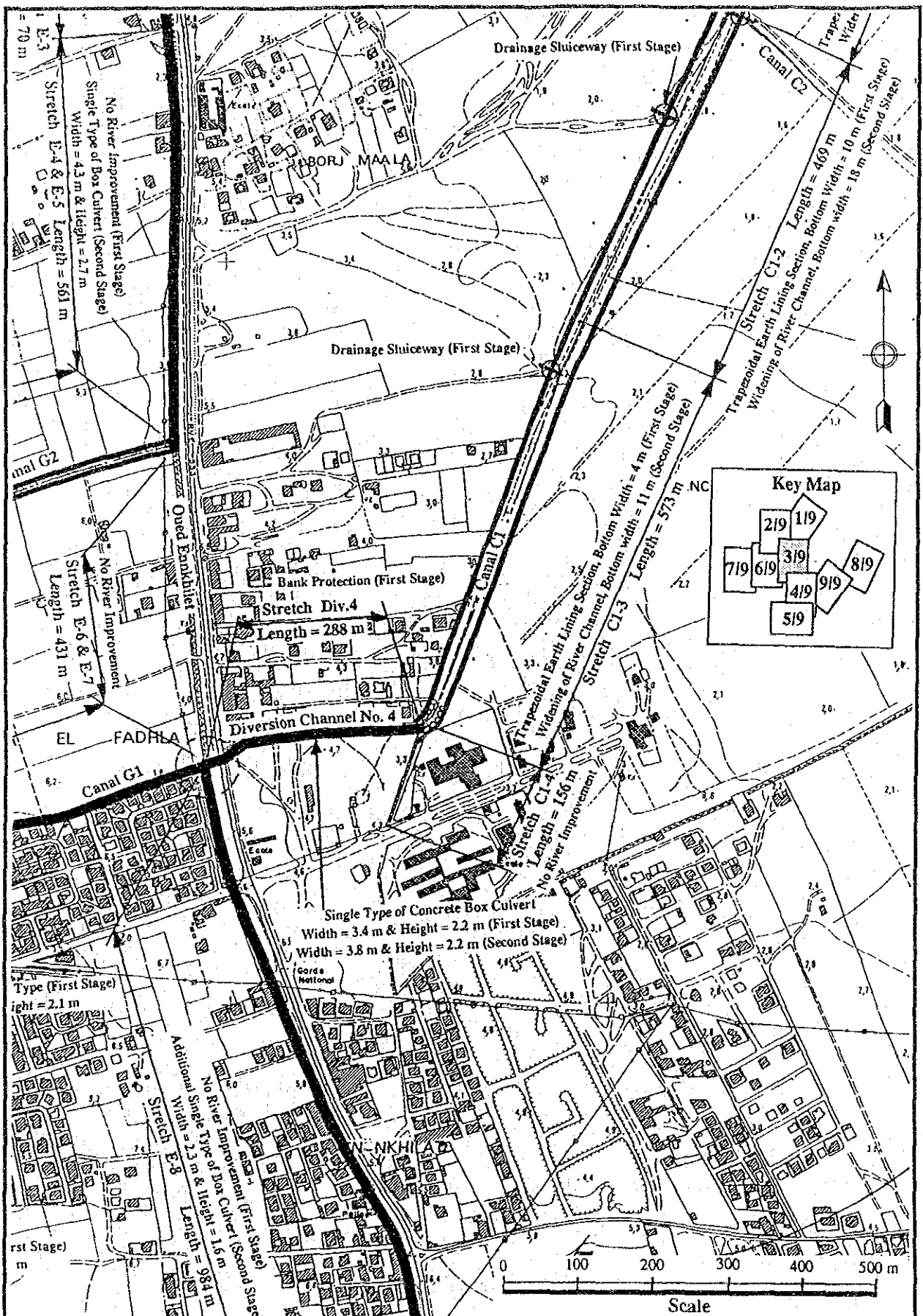


Figure 9.1 Tracé en plan de la variante d'aménagement de l'Oued Ennkhiilet (3/9)

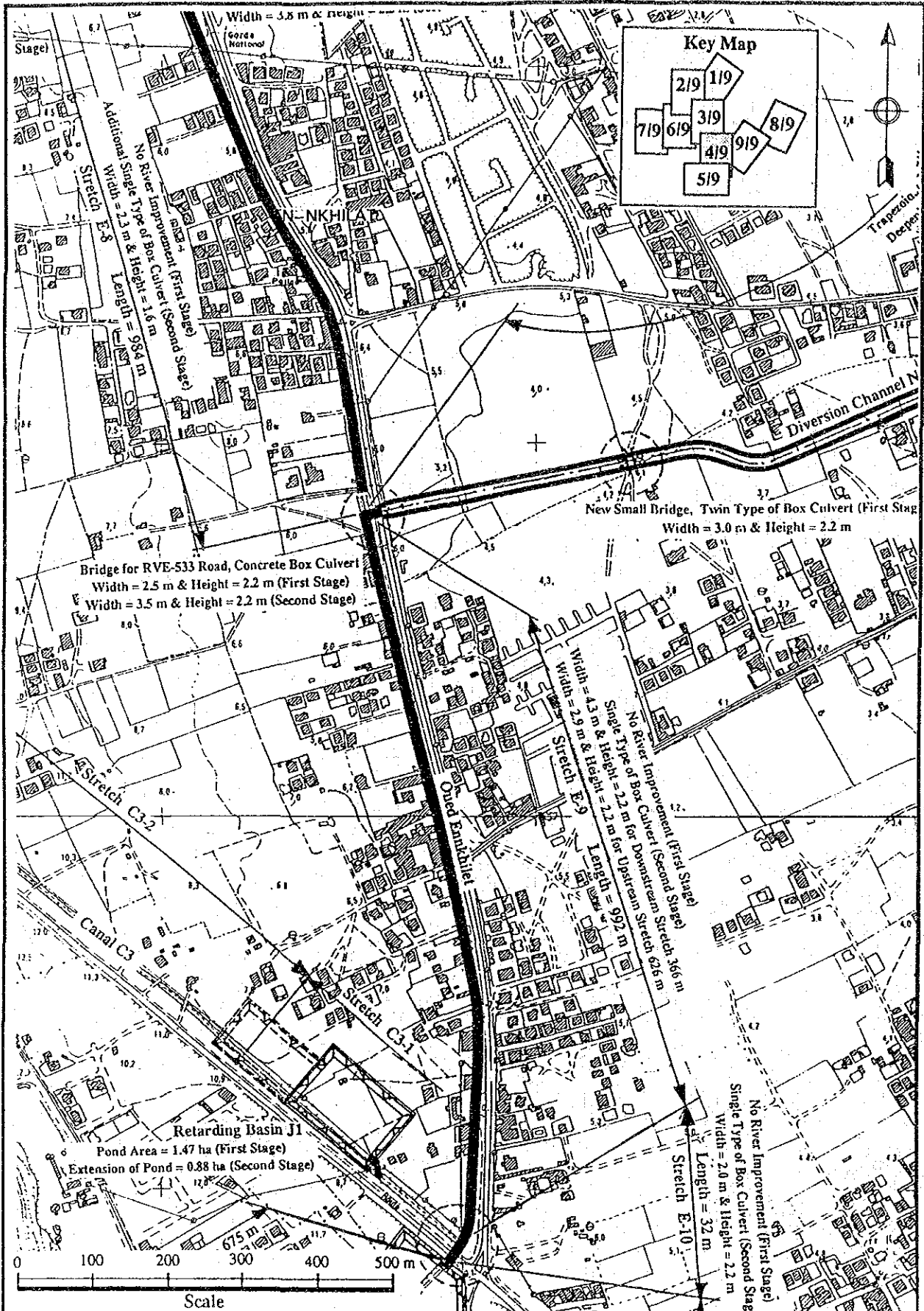


Figure 9.1 Tracé en plan de la variante d'aménagement de l'Oued Ennkhilet (4/9)

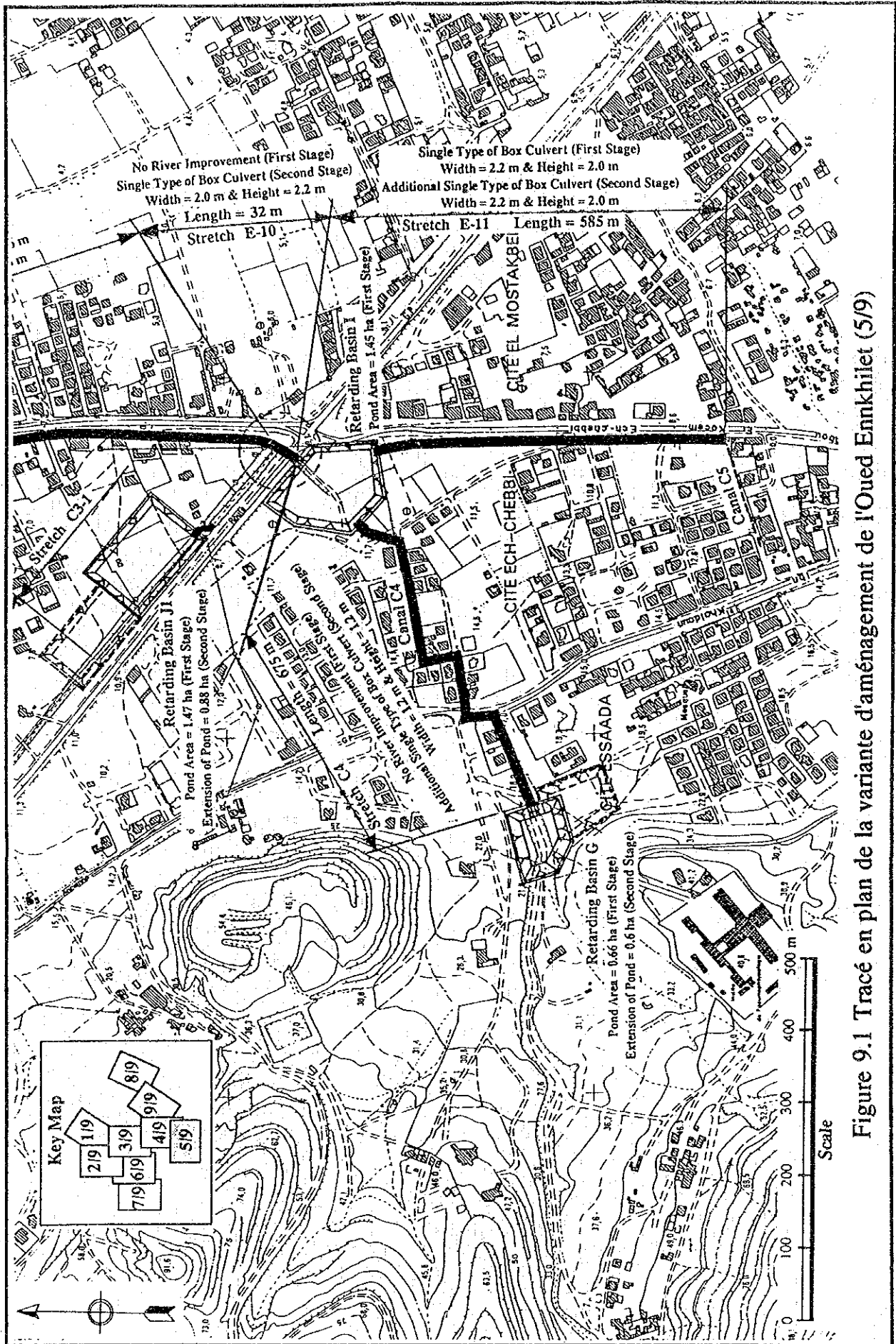


Figure 9.1 Tracé en plan de la variante d'aménagement de l'Oued Ennkhiilet (5/9)

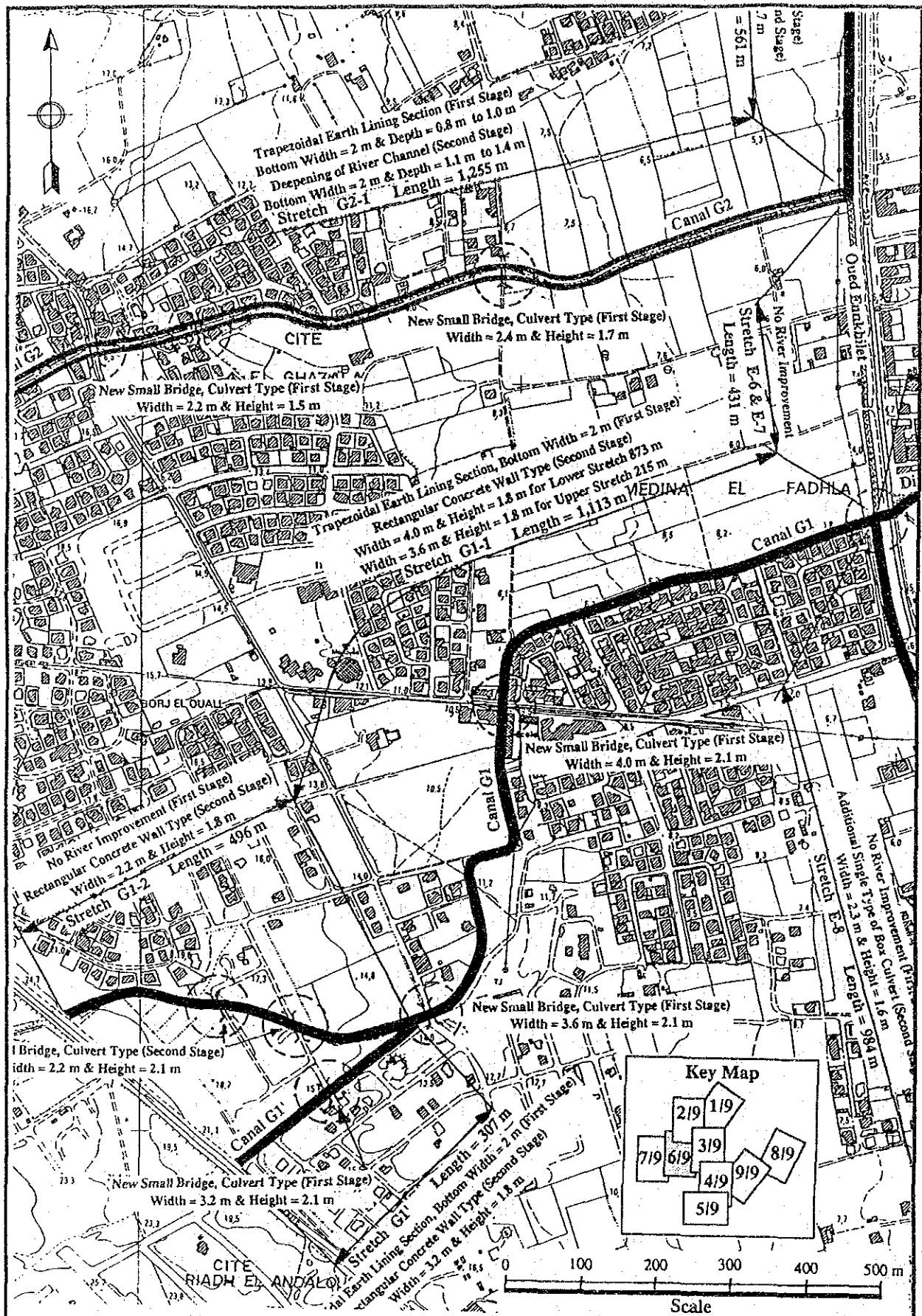


Figure 9.1 Tracé en plan de la variante d'aménagement de l'Oued Ennkhiilet (6/9)

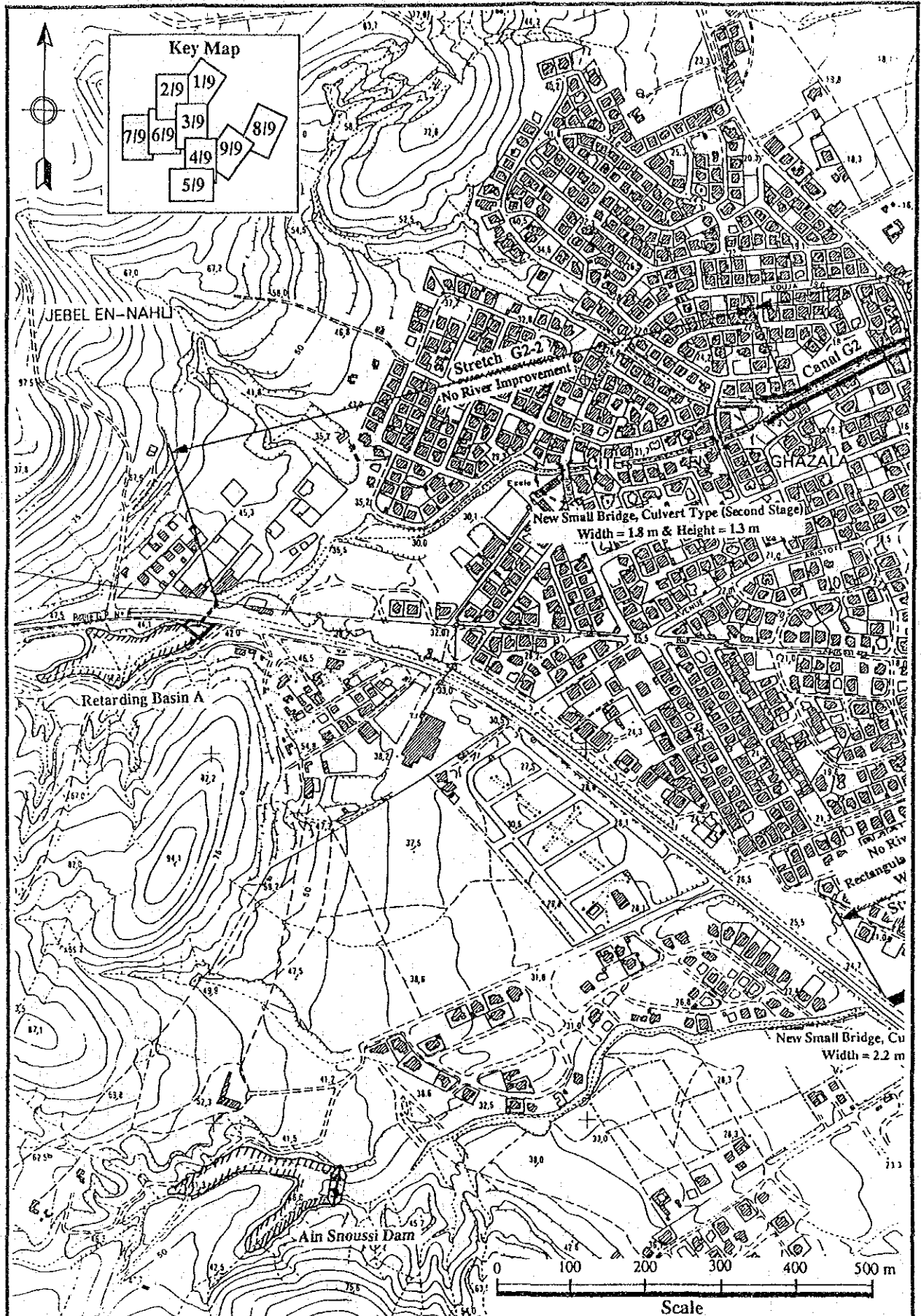


Figure 9.1 Tracé en plan de la variante d'aménagement de l'Oued Enkhilet (7/9)

The Study on Flood Protection Program for Greater Tunis and Sousse in the Republic of Tunisia

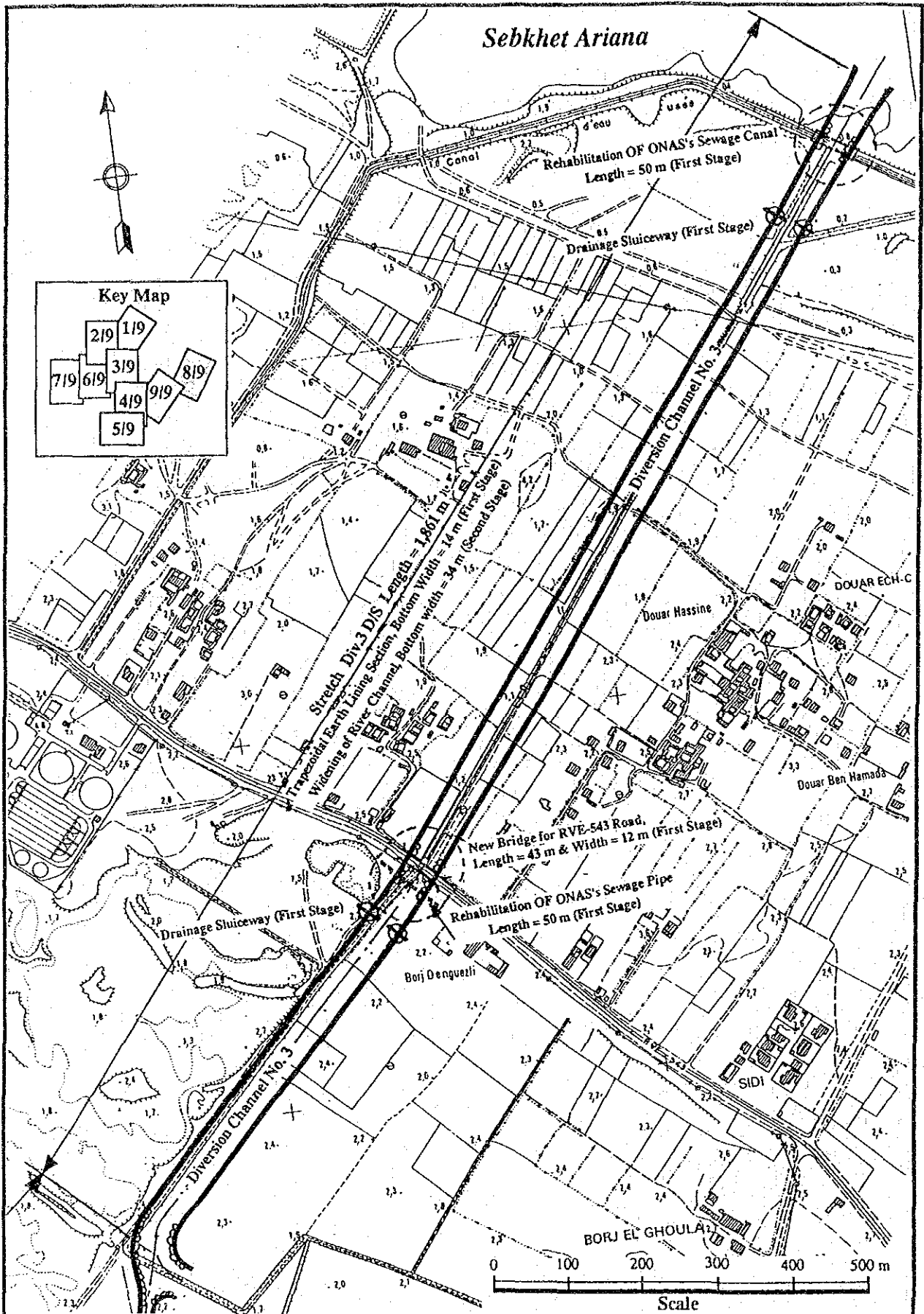


Figure 9.1 Tracé en plan de la variante d'aménagement de l'Oued Enkhilet (8/9)

The Study on Flood Protection Program for
Greater Tunis and Sousse in the Republic of Tunisia

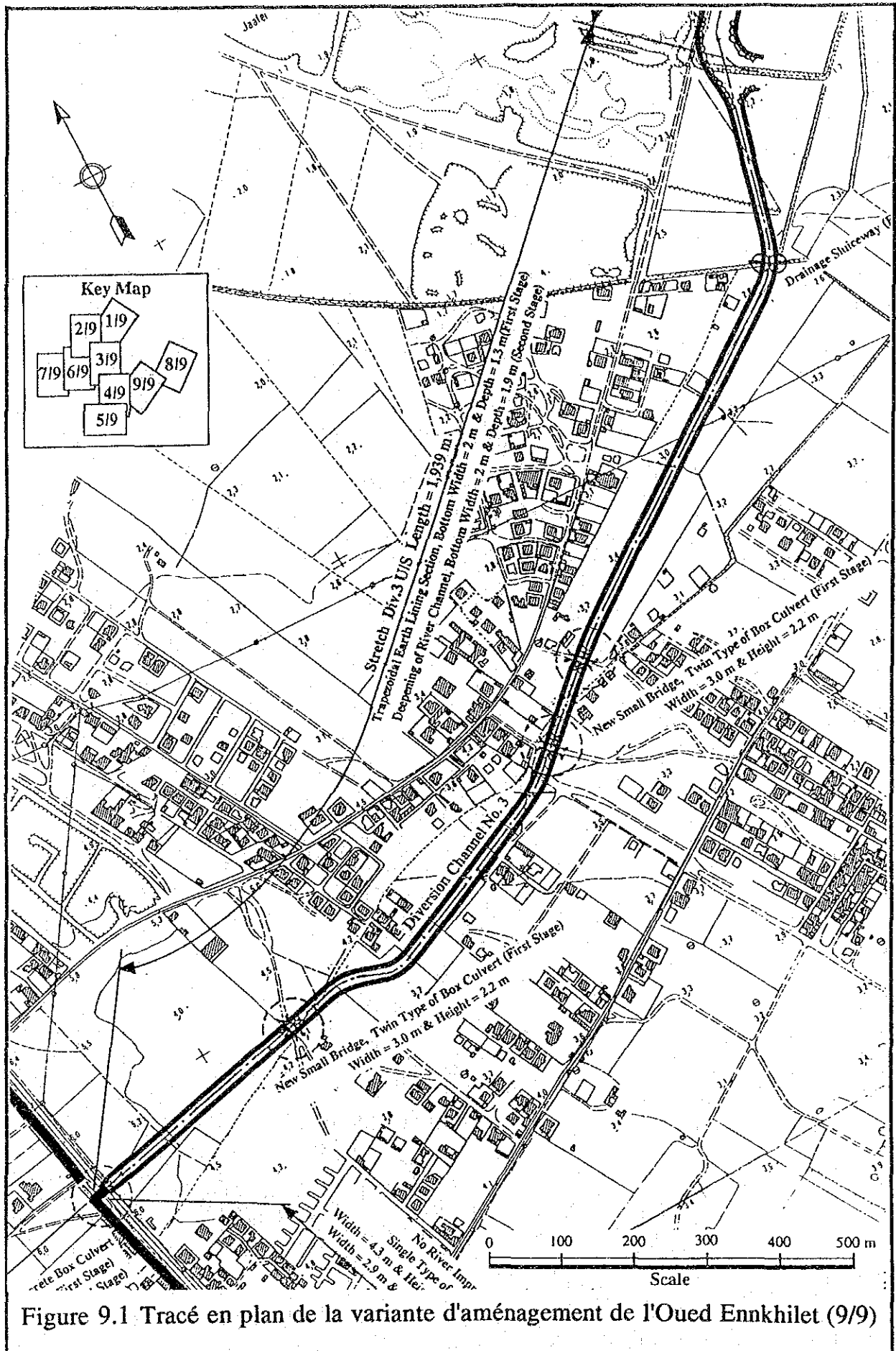


Figure 9.1 Tracé en plan de la variante d'aménagement de l'Oued Enkhilet (9/9)

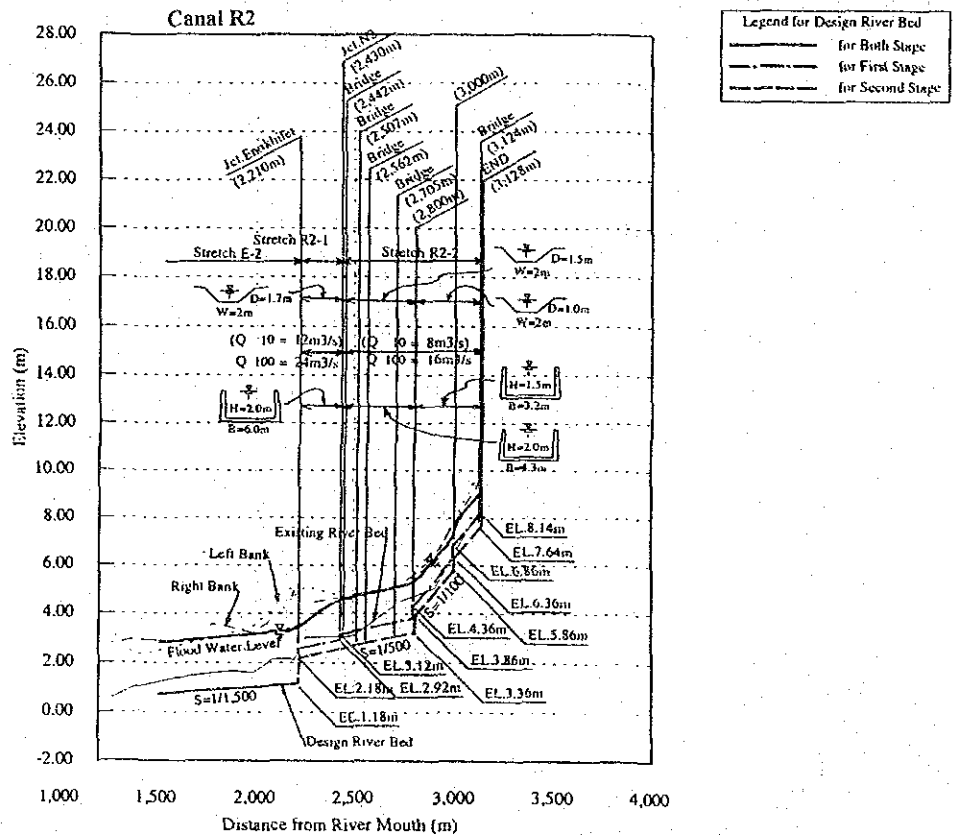
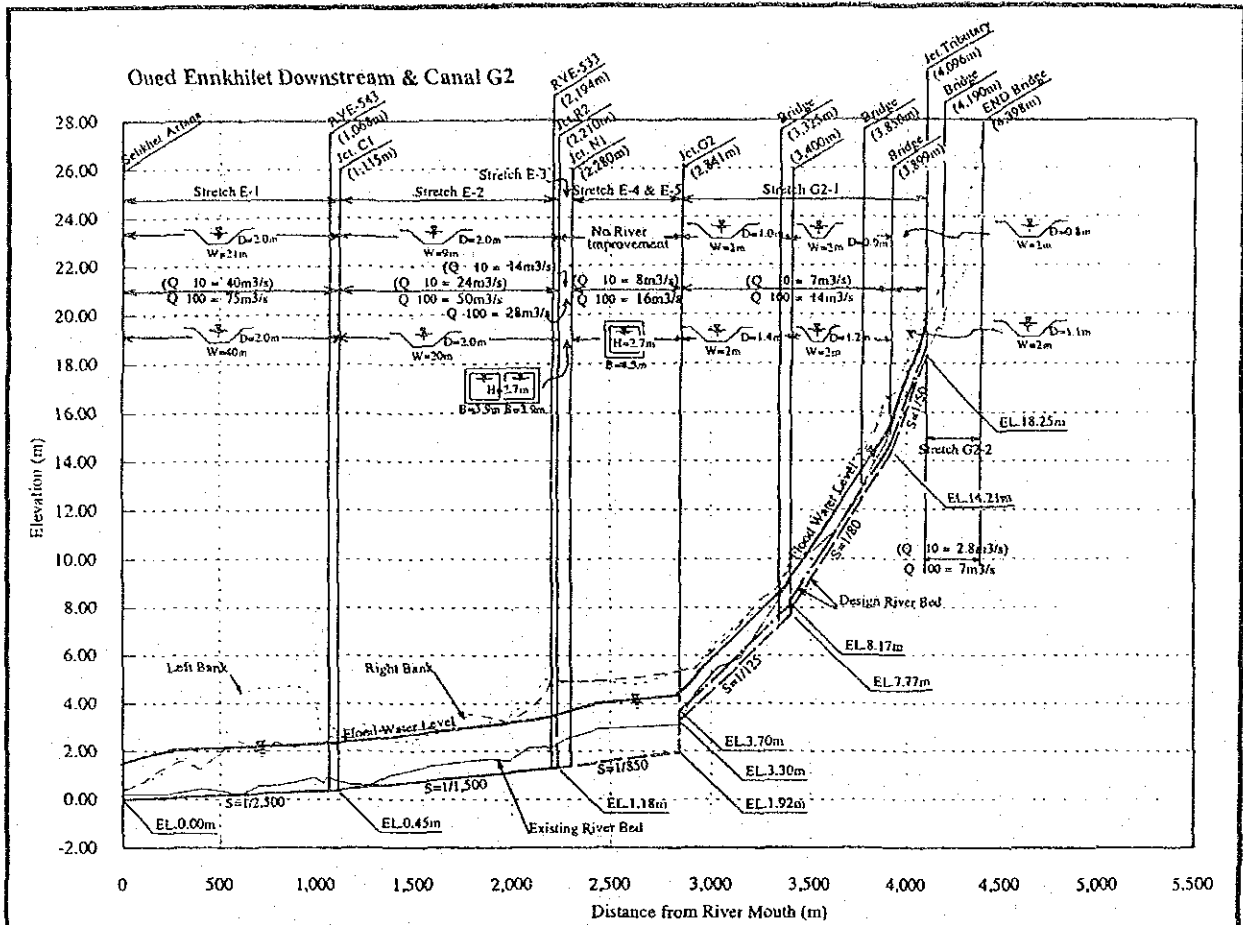


Figure 9.2 Profil en long de l'Oued Ennkhilet (1/3)

The Study on Flood Protection Program for Greater Tunis and Sousse in the Republic of Tunisia

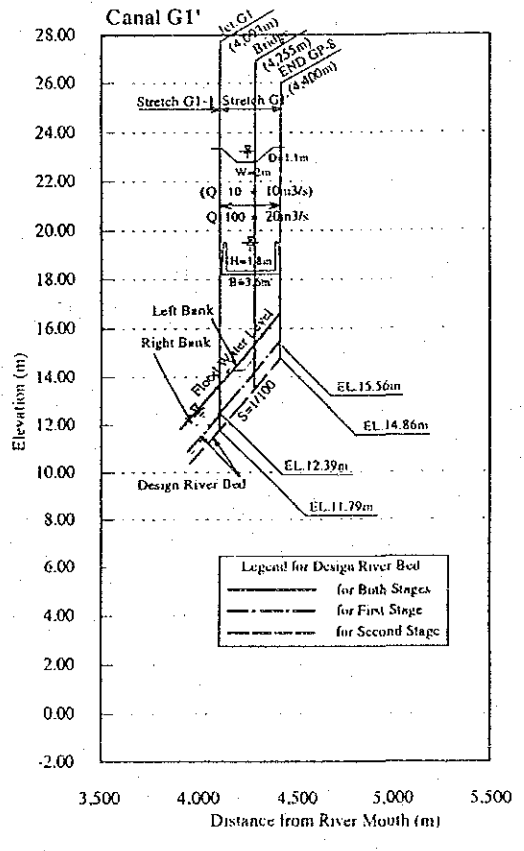
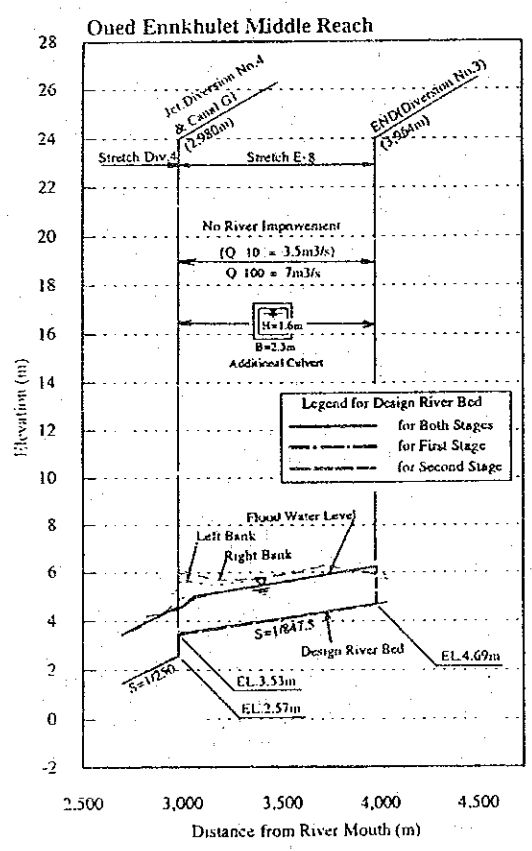
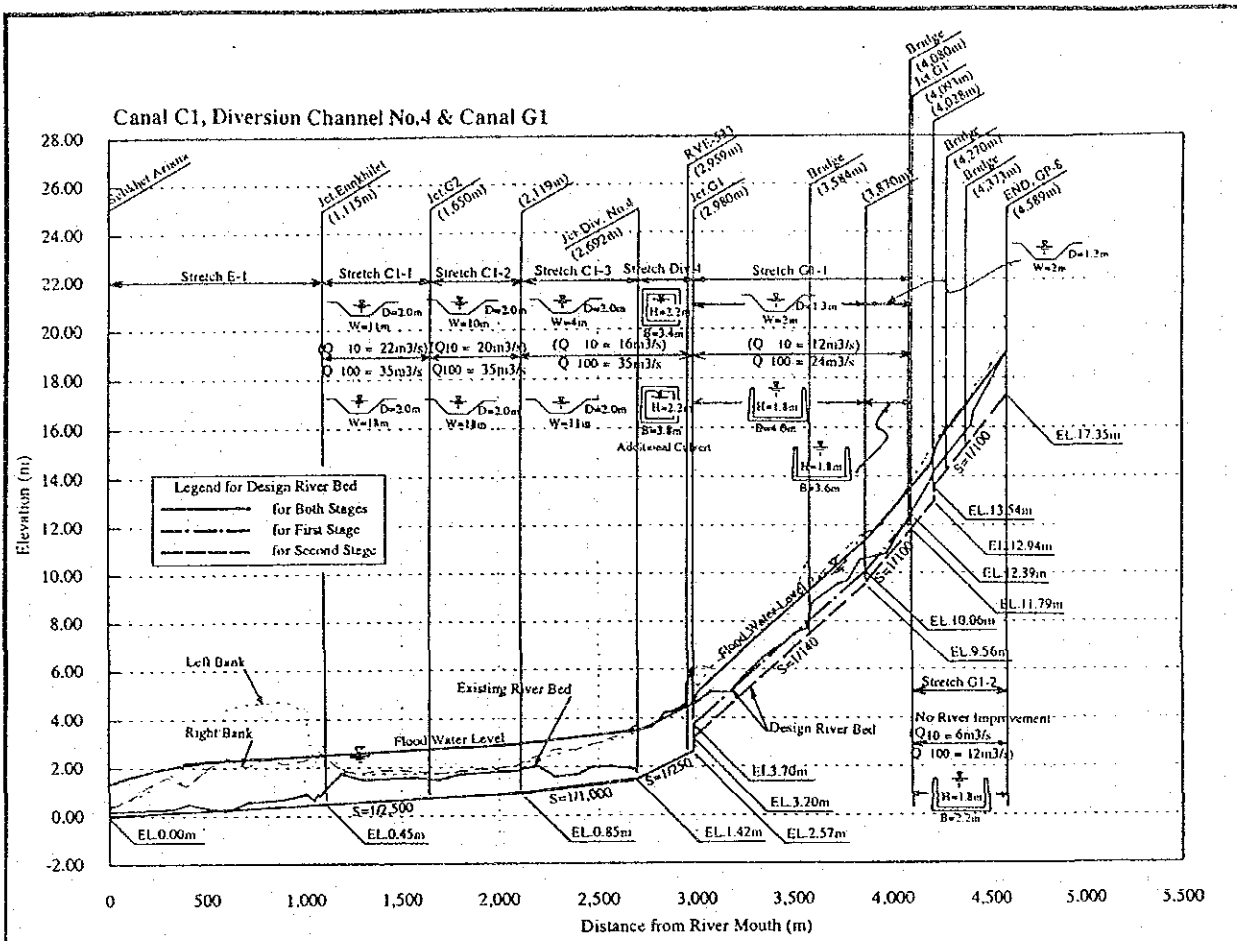
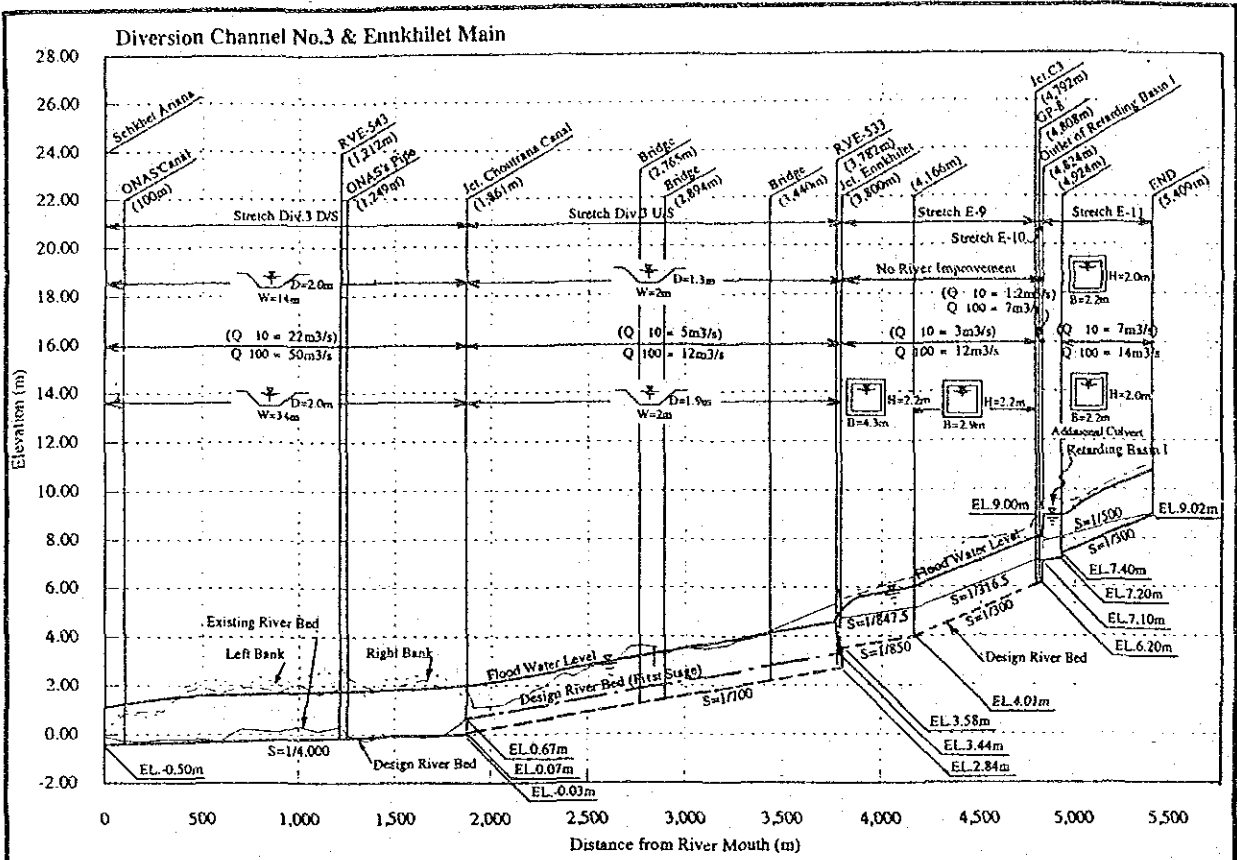


Figure 9.2 Profil en long de l'Oued Ennkhiulet (2/3)



Legend for Design River Bed

- for Both Stages
- - - for First Stage
- for Second Stage

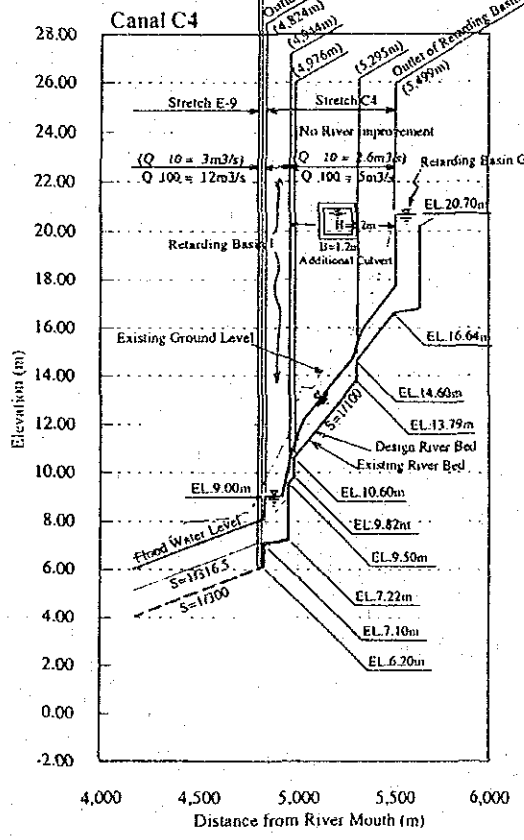
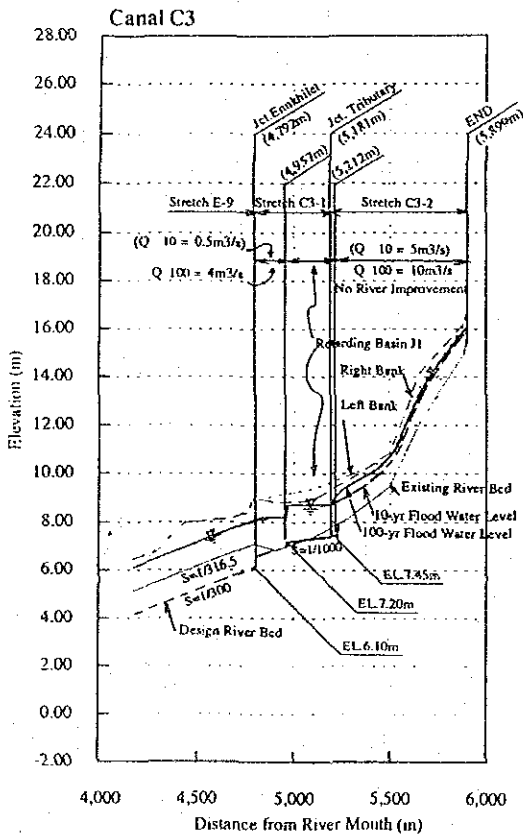


Figure 9.2 Profil en long de l'Oued Ennkhilet (3/3)

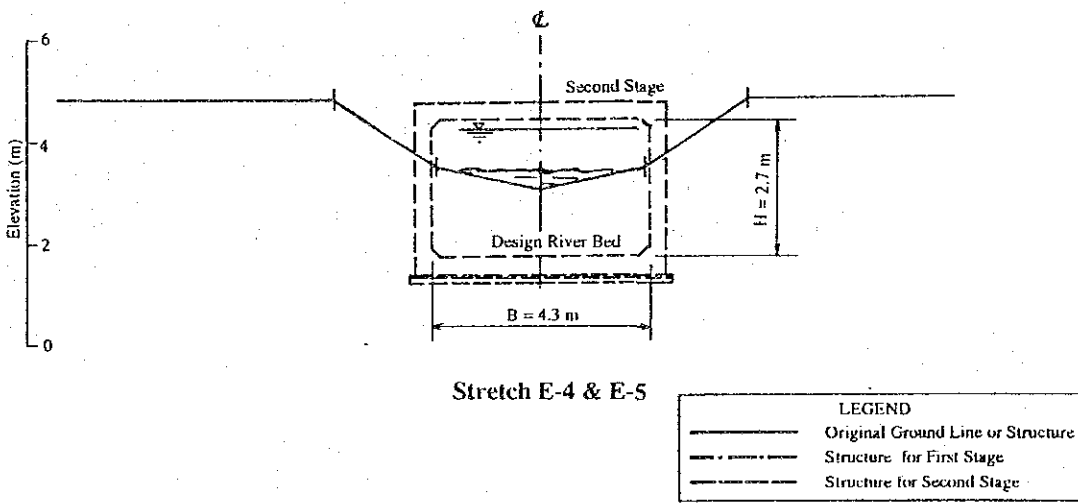
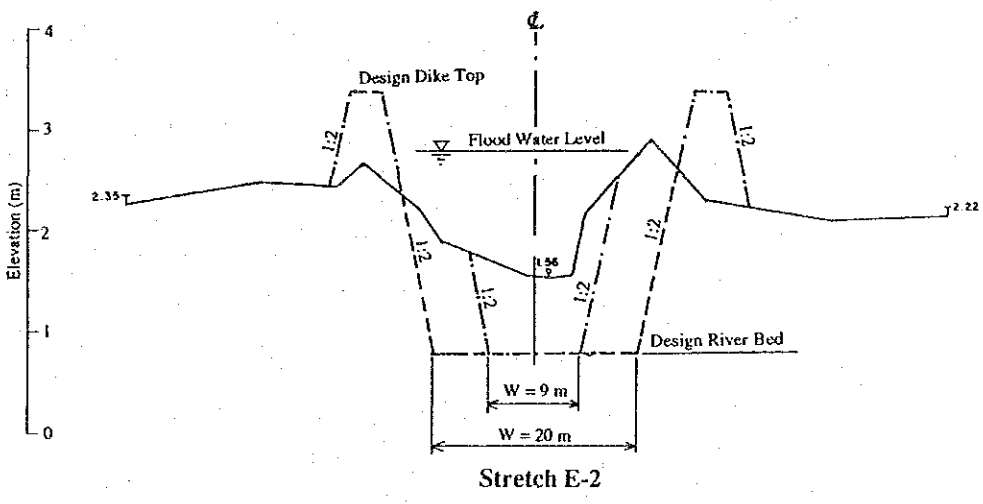
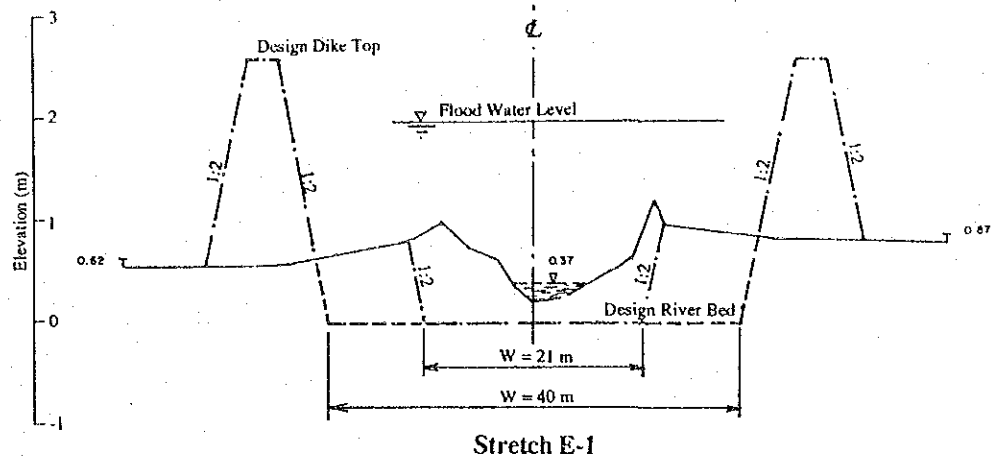


Figure 9.3 Profil en travers types des travaux d'aménagement (1/4)

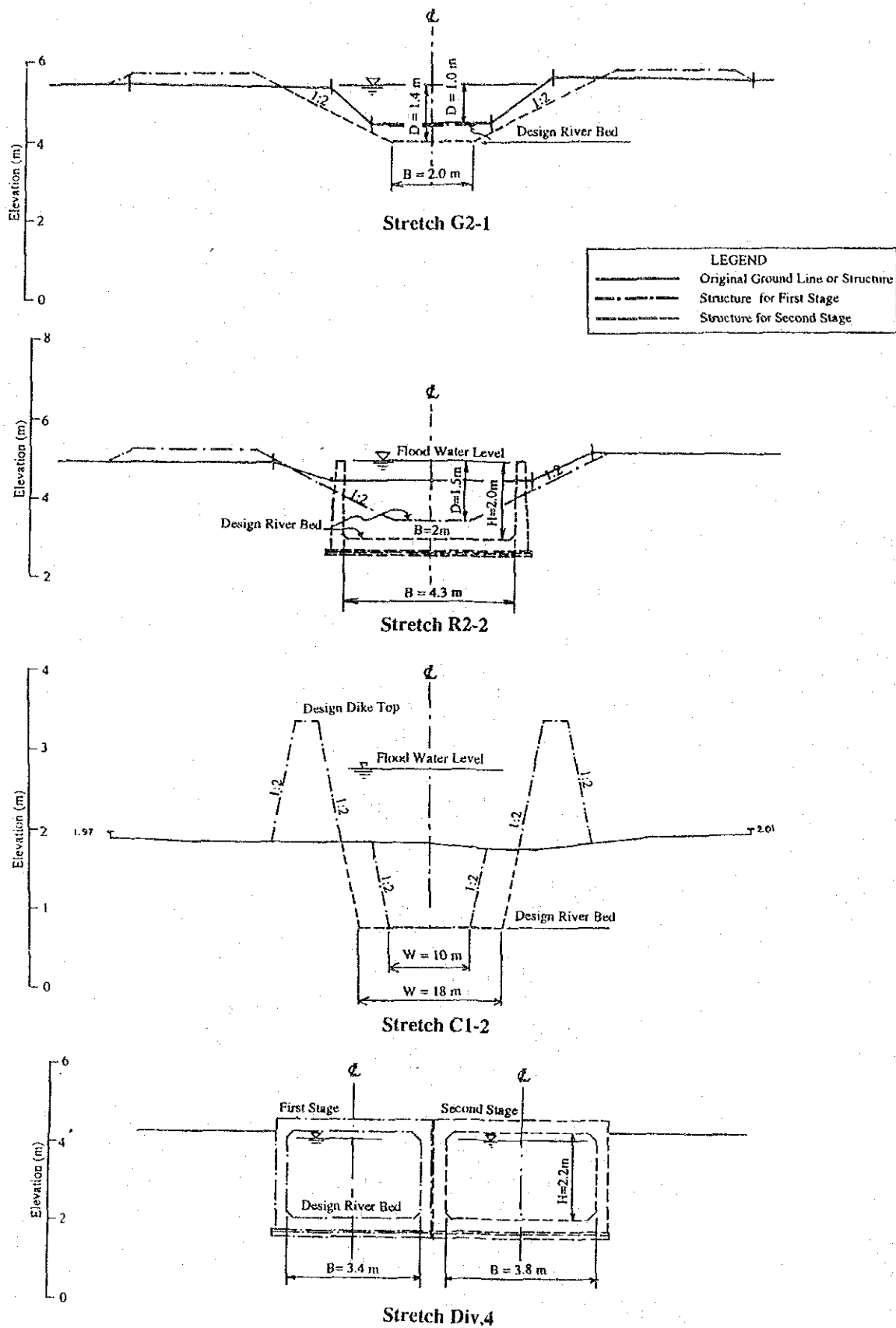


Figure 9.3 Profil en travers types des travaux d'aménagement (2/4)

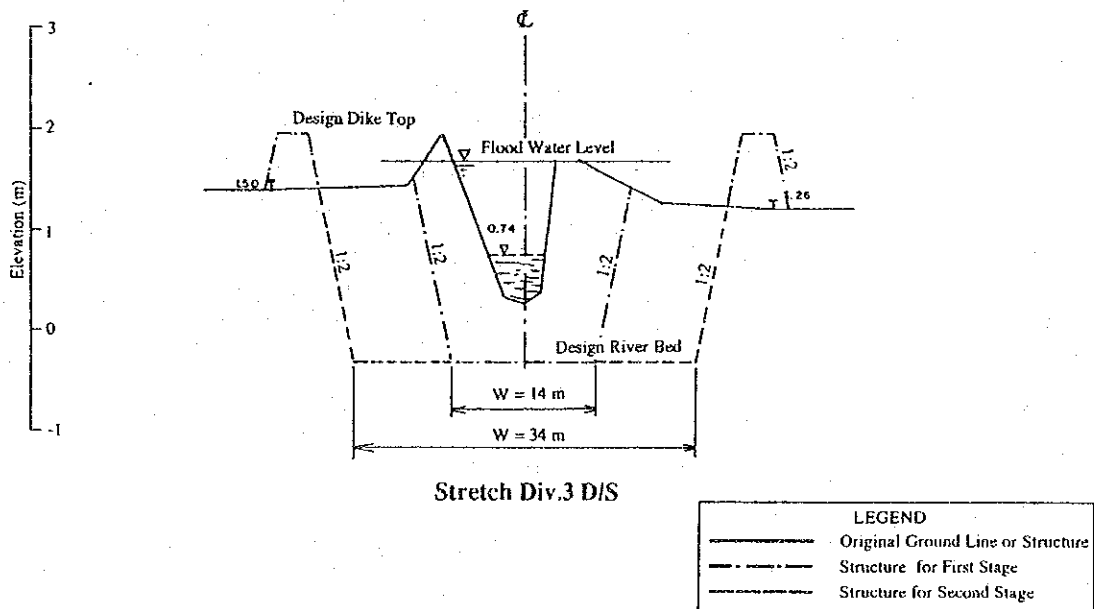
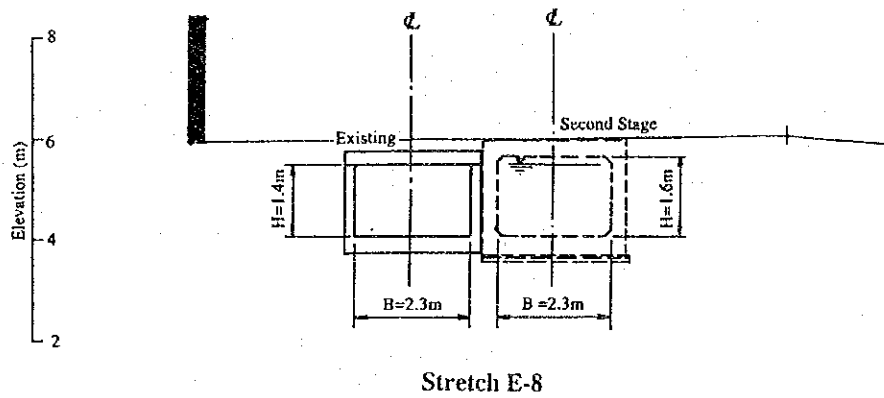
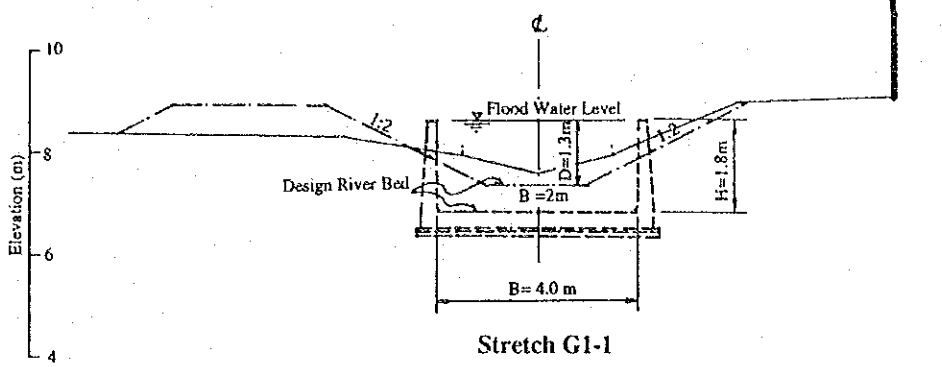


Figure 9.3 Profil en travers types des travaux d'aménagement (3/4)

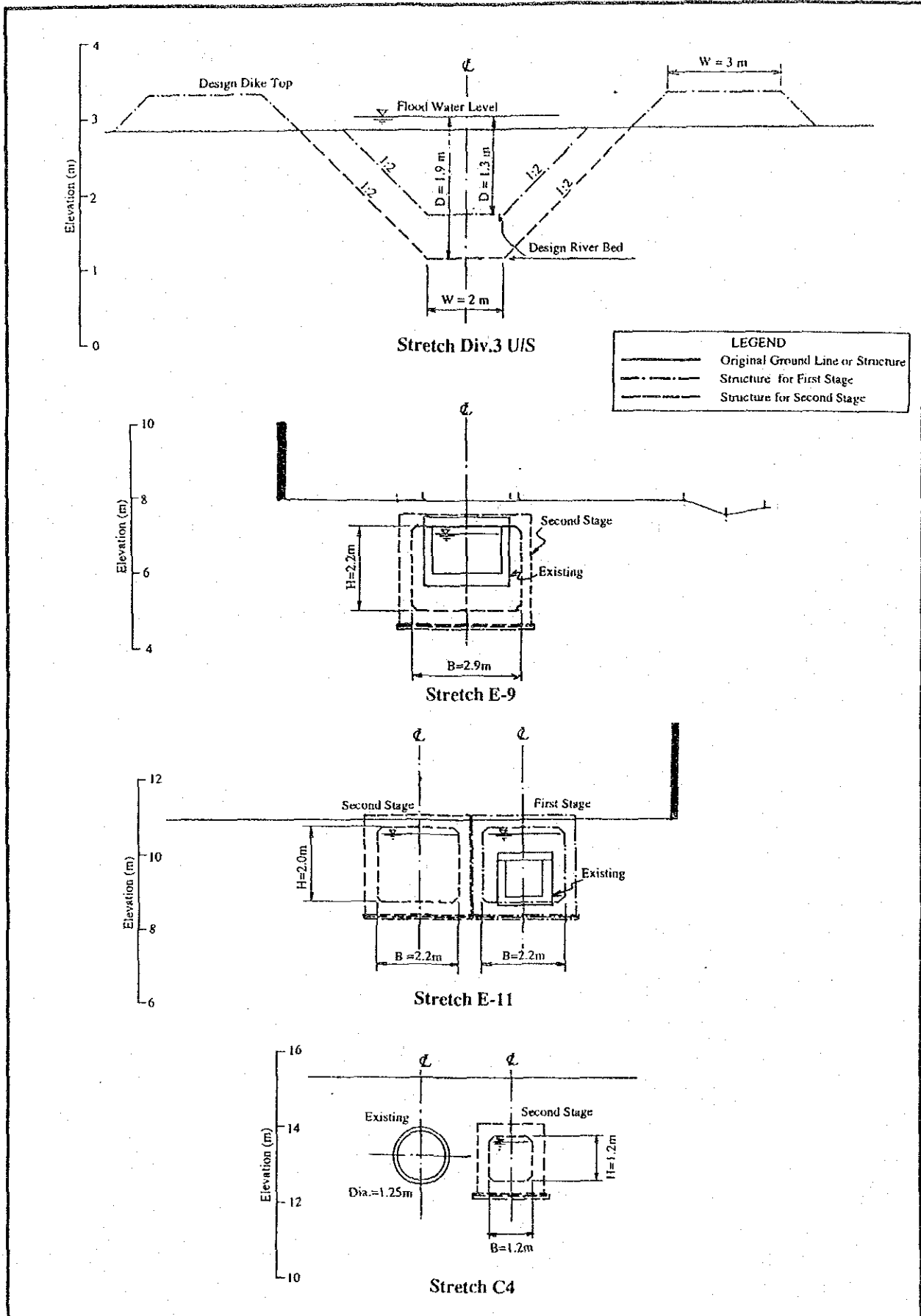


Figure 9.3 Profil en travers types des travaux d'aménagement (4/4)

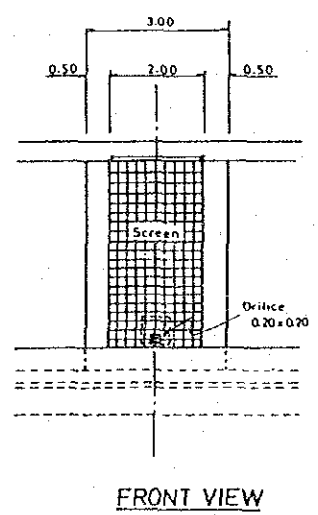
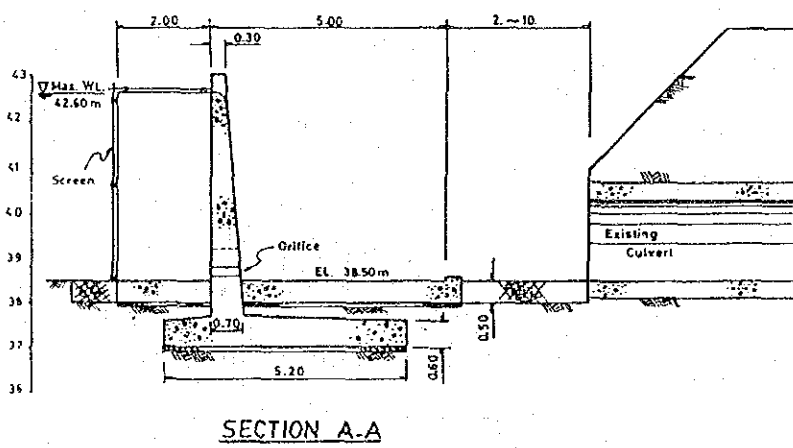
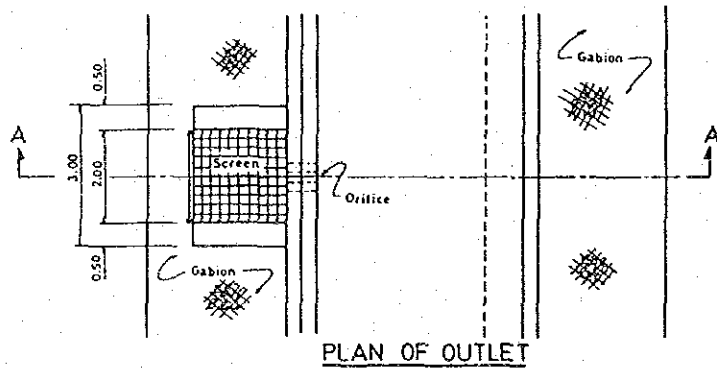
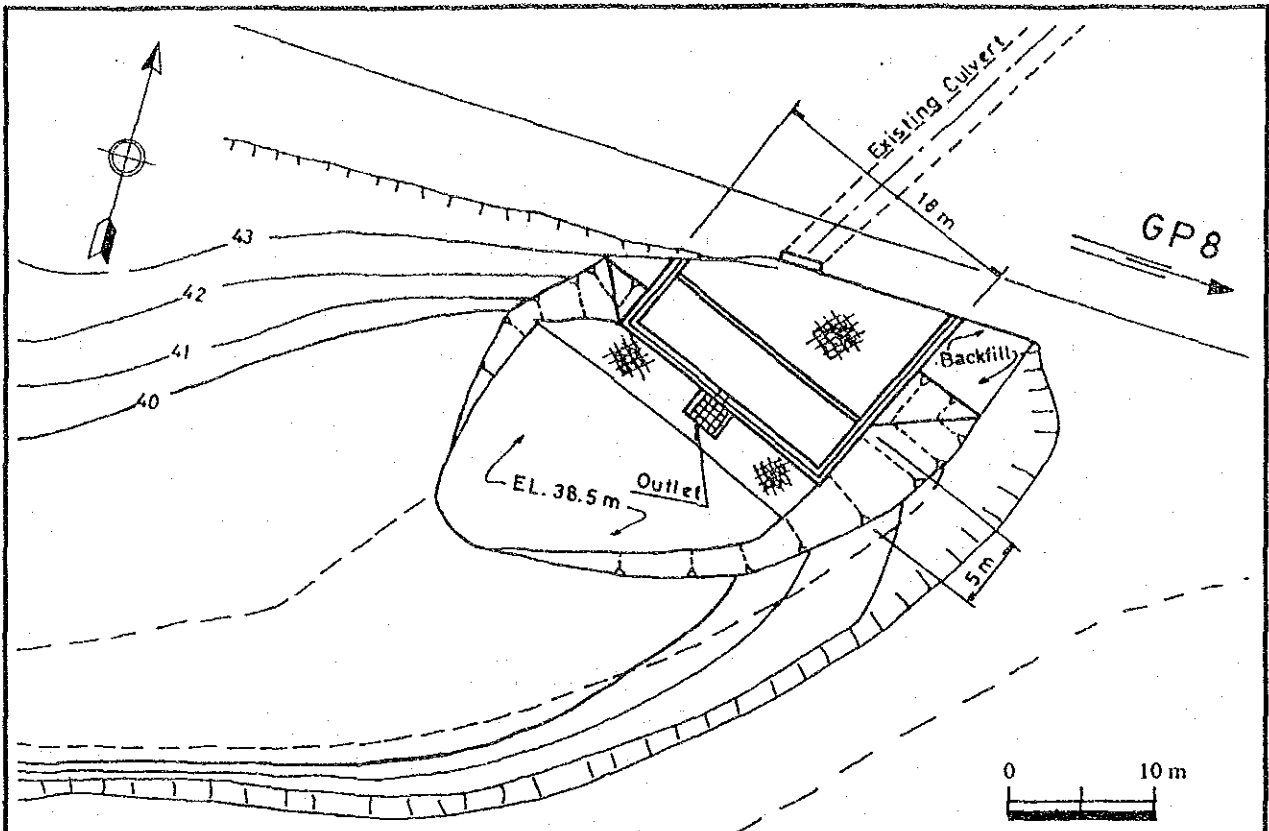
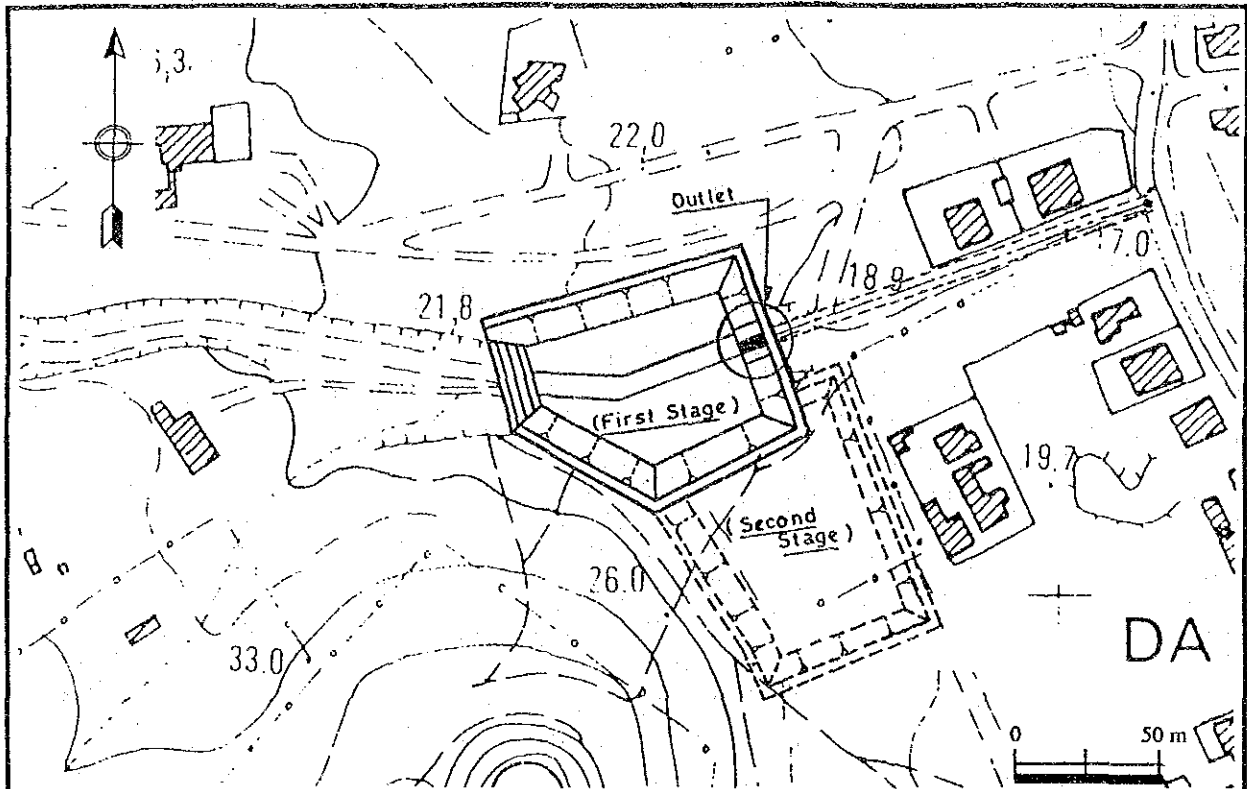
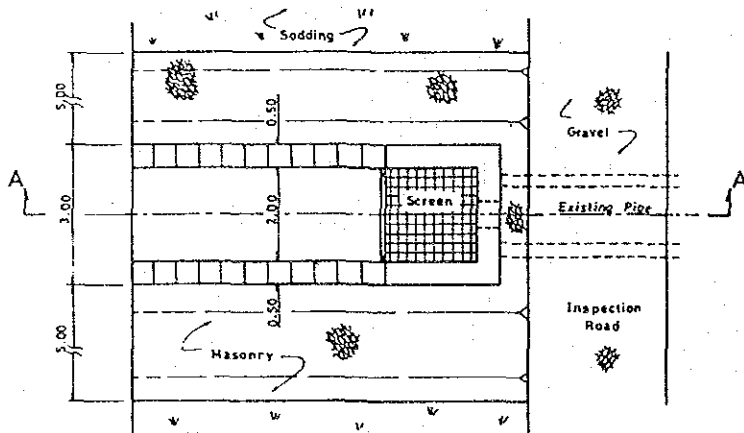


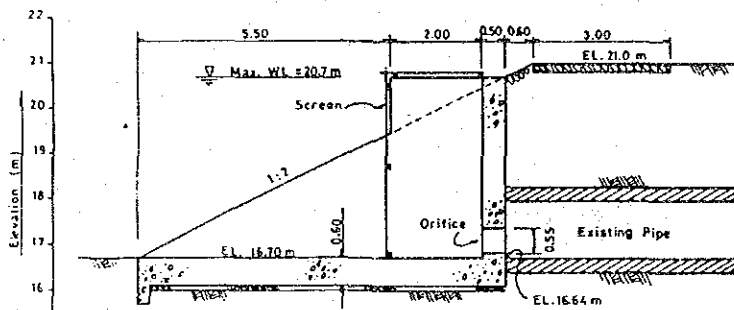
Figure 9.4 Plan du bassin d'écrêtement - A



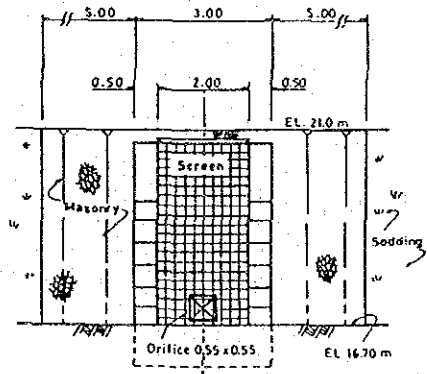
PLAN



PLAN OF OUTLET



SECTION A-A



FRONT VIEW

Figure 9.5 Plan du bassin d'écrêtement - G

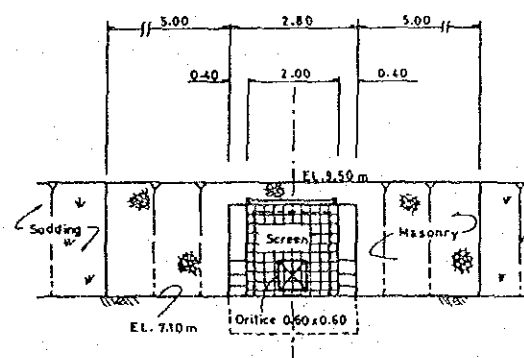
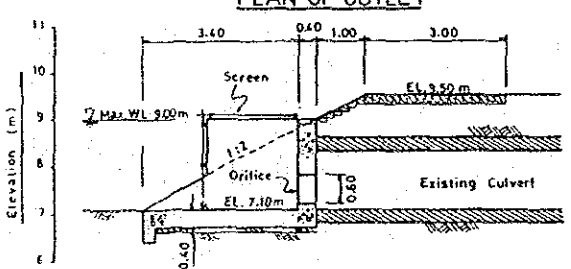
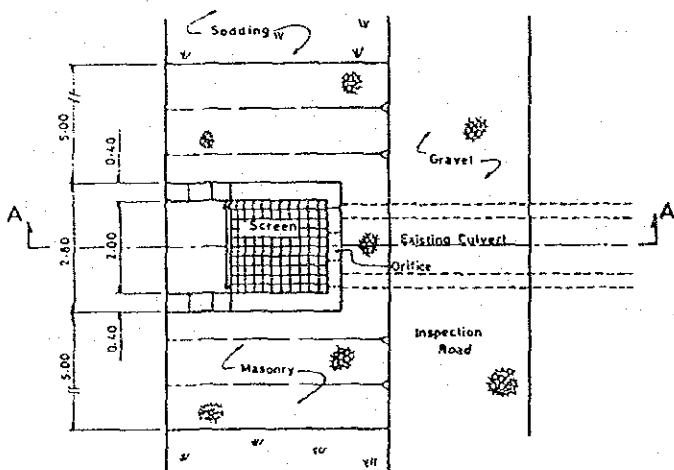
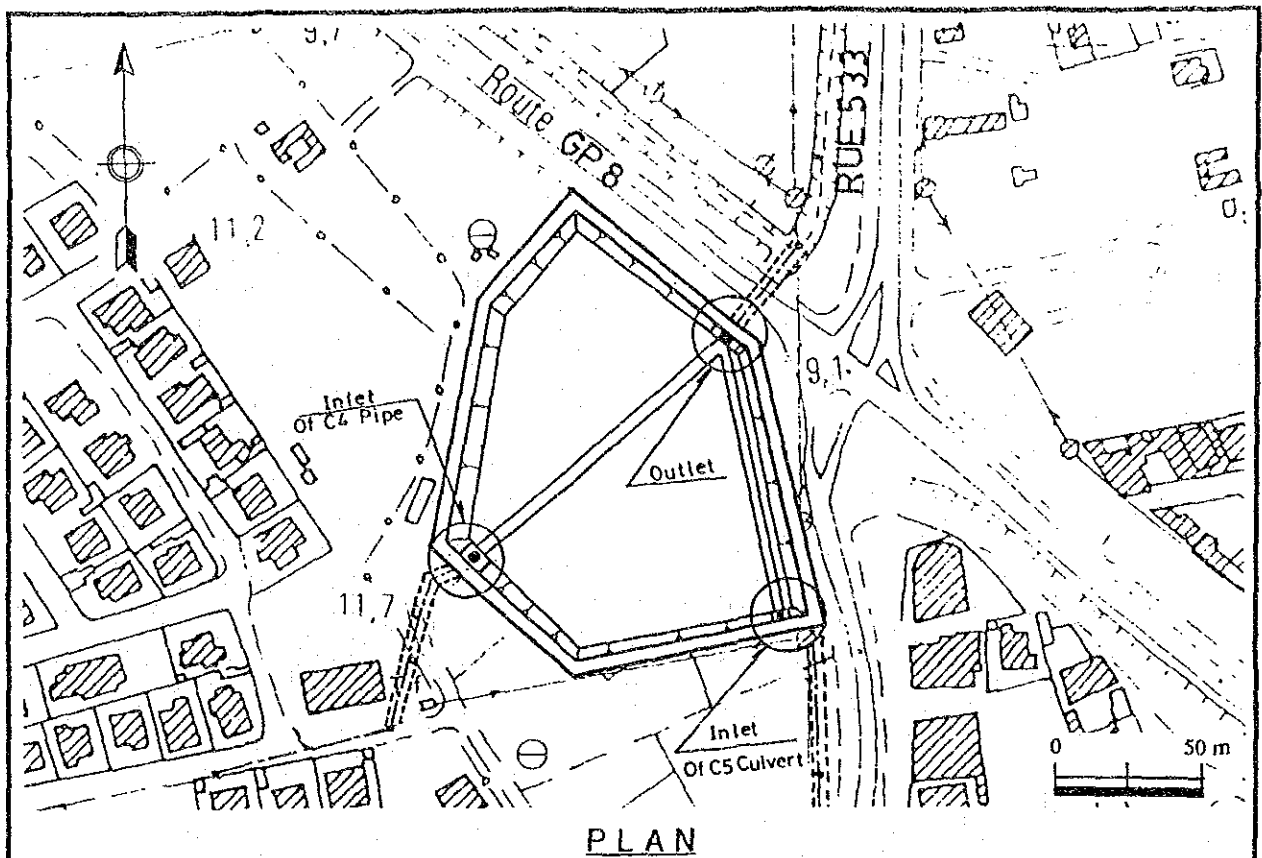
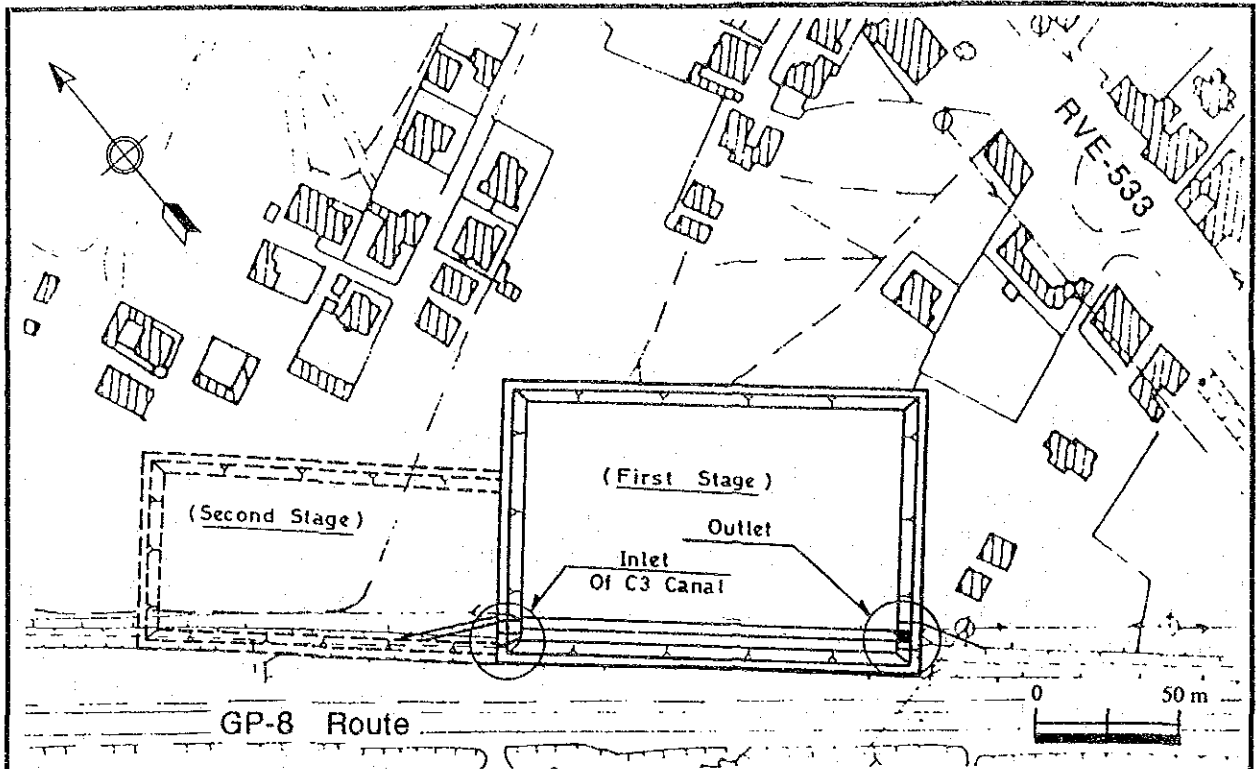
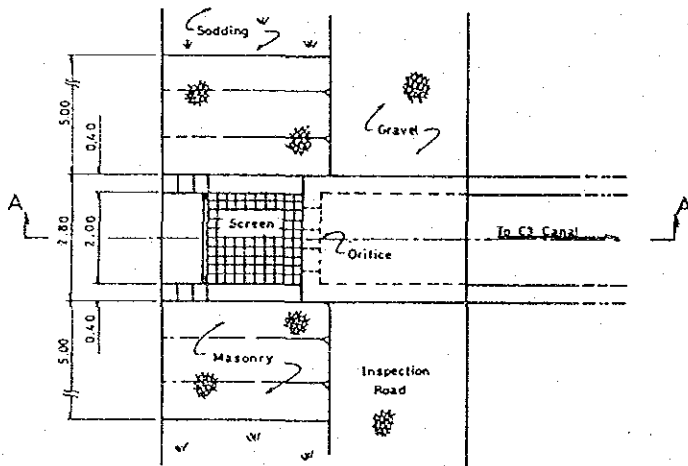


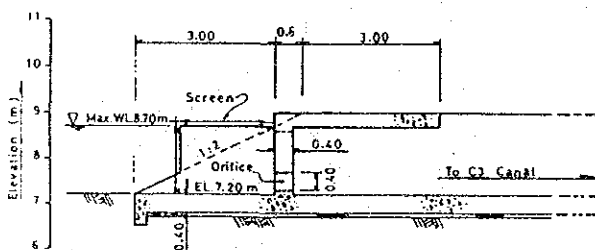
Figure 9.6 Plan du bassin d'écroulement - I



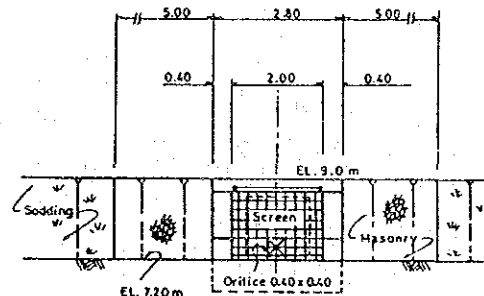
PLAN



PLAN OF OUTLET



SECTION A-A



FRONT VIEW

Figure 9.7 Plan du bassin d'écèlement - J1

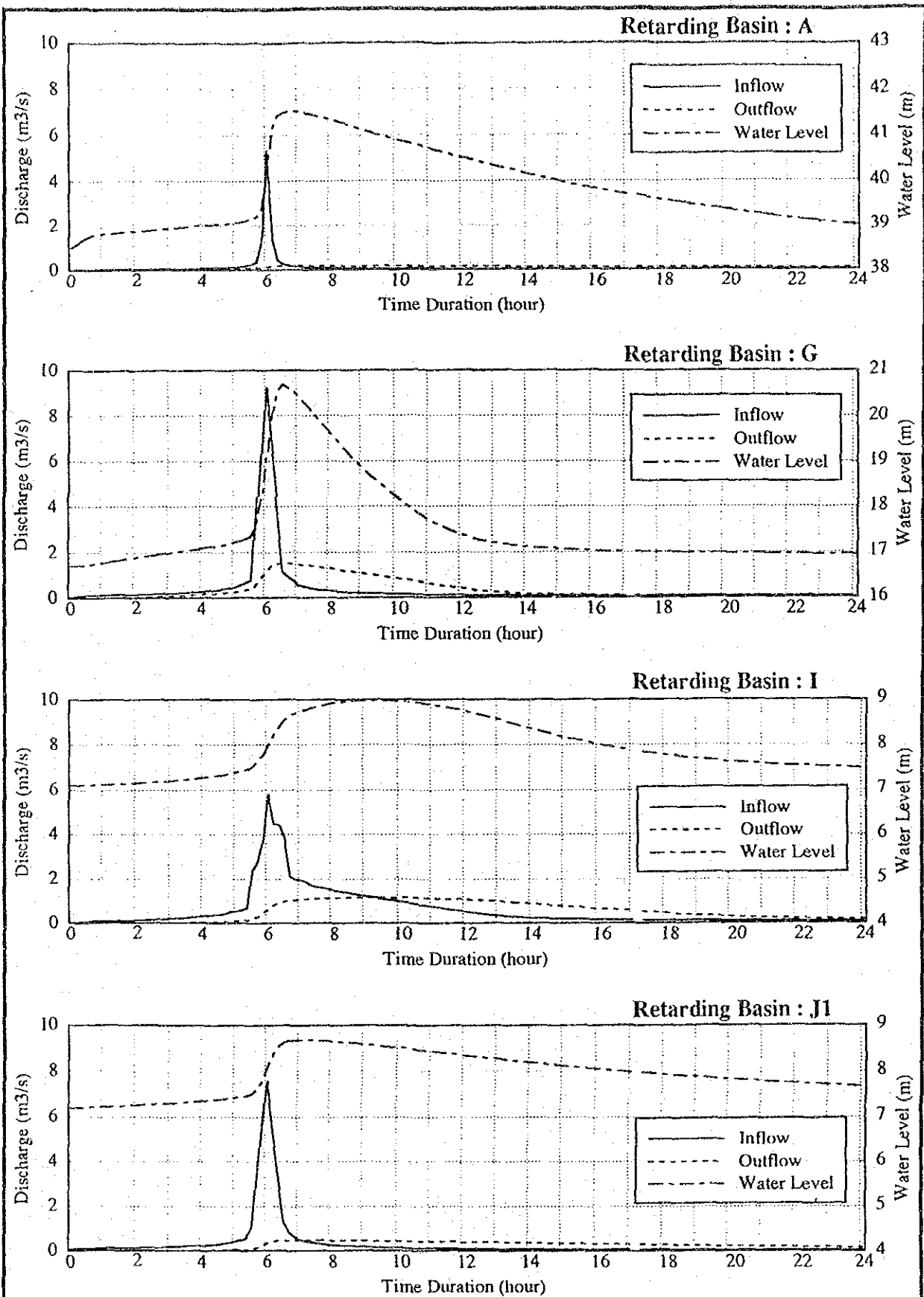


Figure 9.8 Calcul hydraulique des bassins d'écroulement (1ère étape)

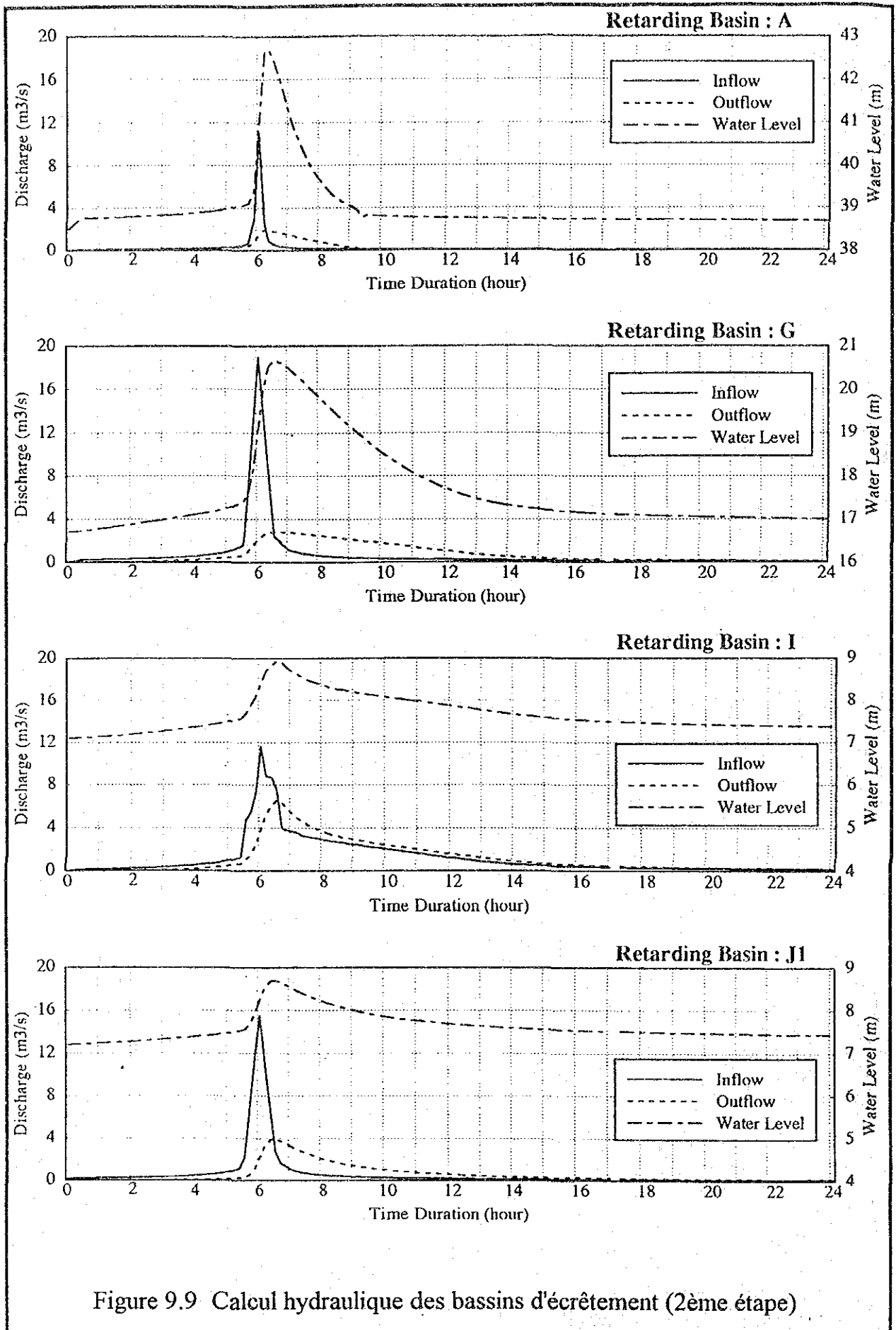
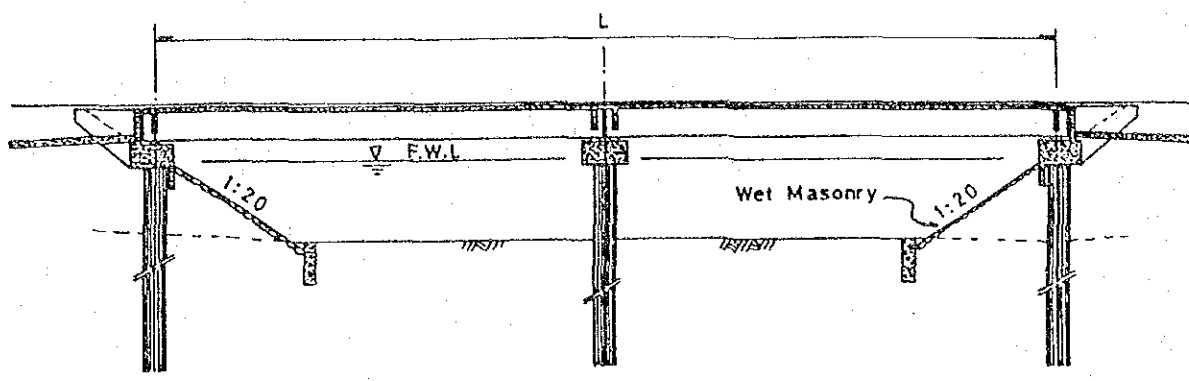
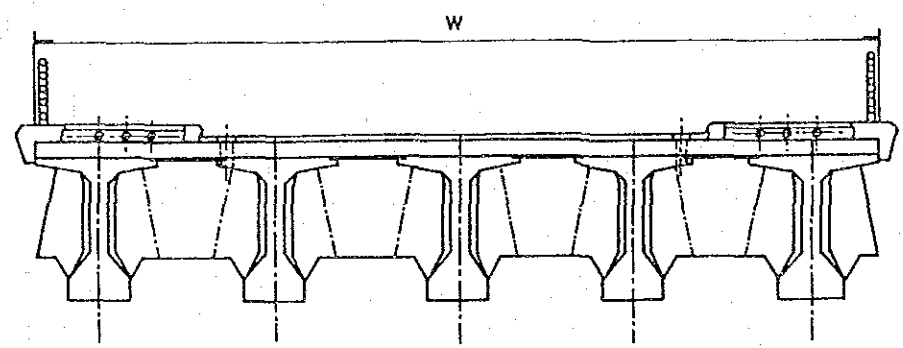


Figure 9.9 Calcul hydraulique des bassins d'écrêtement (2ème étape)



PROFILE



CROSS SECTION

Location	Dimension		
	L (m)	W (m)	Nos. of Span
1. Oued Enkhilet (Main) at RVE-543 Road	50	12	2
2. Oued Enkhilet (Main) at RVE-533 Road	30	12	2
3. Diversion Channel No.3 at RVE-543 Road	43	12	2

Figure 9.10 Dimension du nouveau pont à Oued Enkhilet

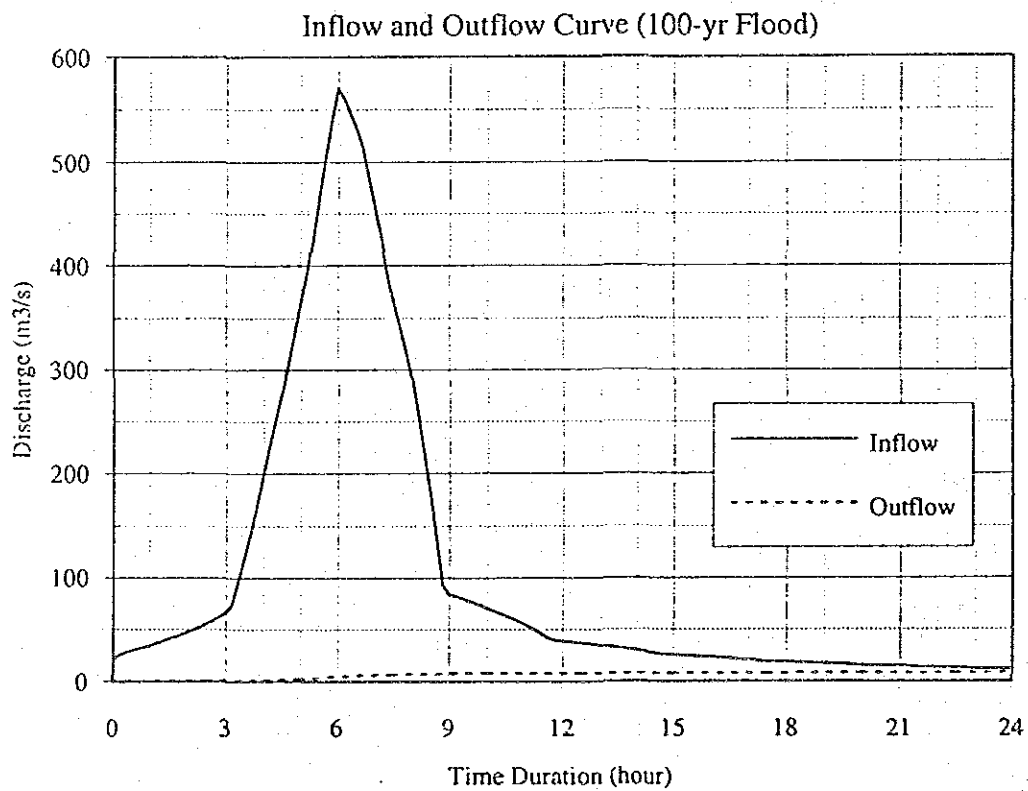
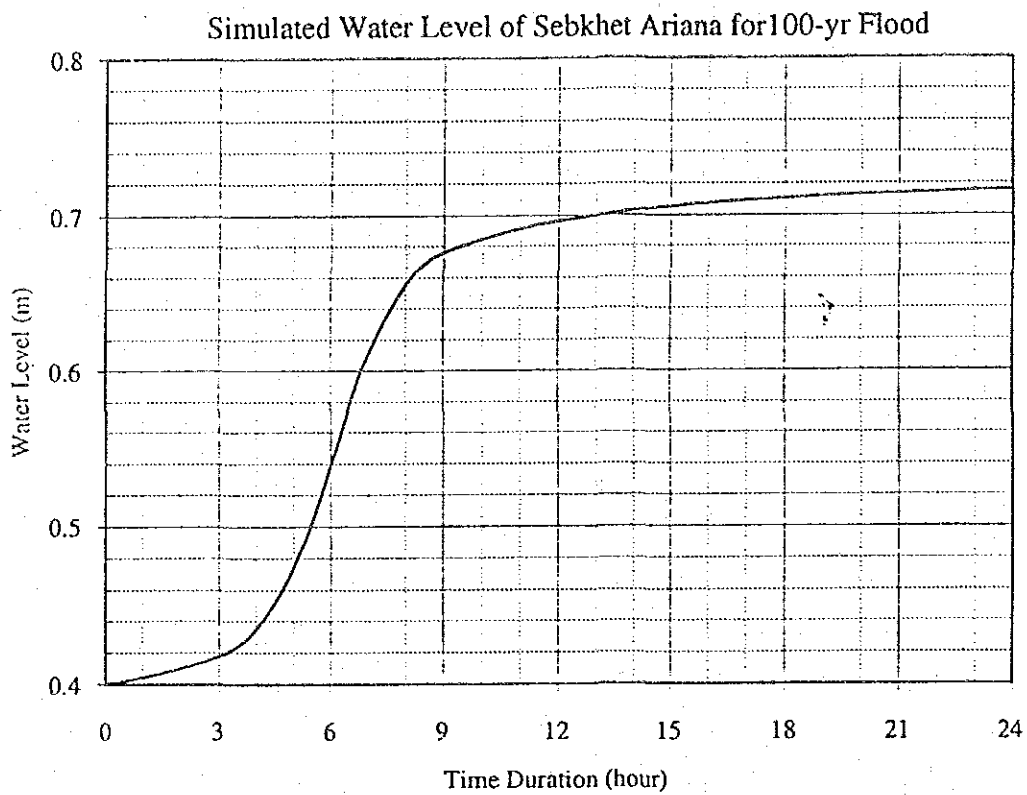


Figure 9.11 Resultats des Calculs des Crues dans Sebket Ariana

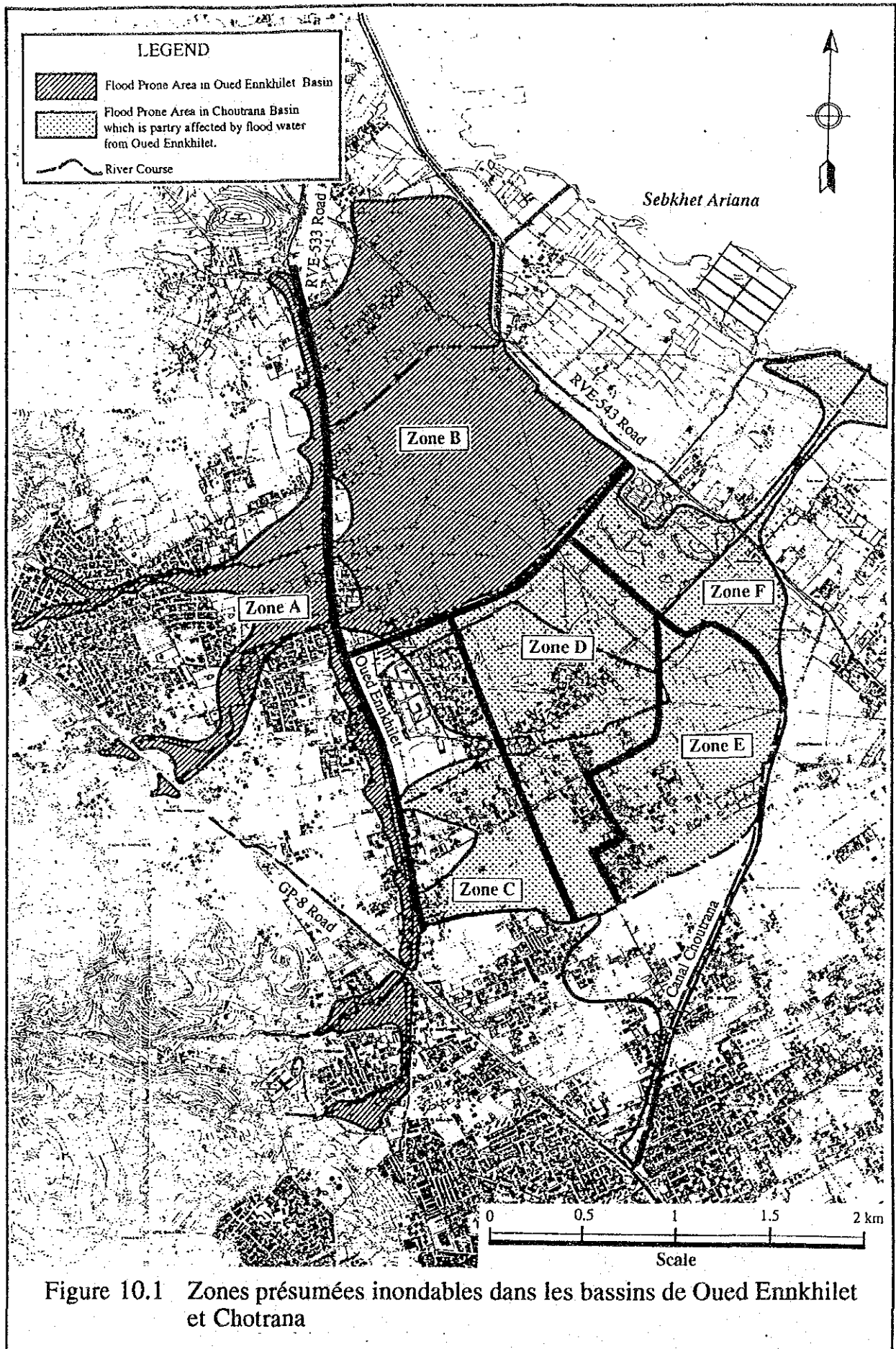


Figure 10.1 Zones présumées inondables dans les bassins de Oued Enkhilet et Chotrana

The Study on Flood Protection Program for Greater Tunis and Sousse in the Republic of Tunisia

Figure 12.1 Planning de la réalisation, première étape


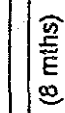
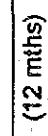
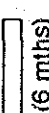
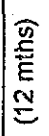


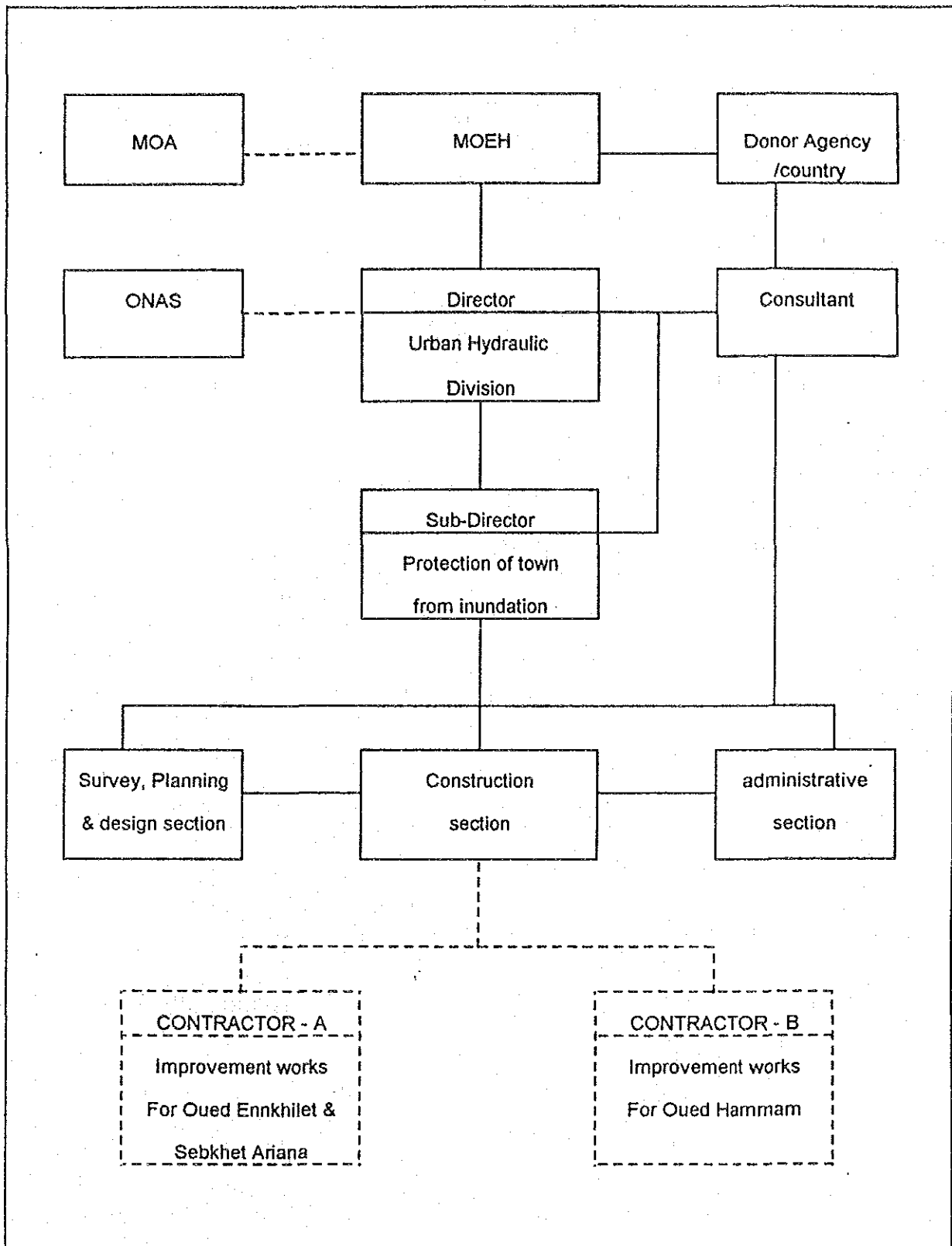
Descriptions	1st Year	2nd Year	3rd Year	4th Year	5th Year	Remarks
	1994	1995	1996	1997	1998	
I. Preconstruction Activities						
(1) Feasibility Study						
(2) Financial Arrangement						w/Selection of consultant
(3) Detailed Design w/add. Survey						w/ tender documents &
(4) Tender and Contract						P/Q for tenderer
(5) Land Acquisition						
II. Construction						
(1) Oued Enkhile/Sebkhet Ariana						
(2) Oued Hammam						

Figure 12.2 Organisation de la réalisation



AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE (JICA)

**MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'HABITAT
REPUBLIQUE TUNISIENNE**

**L'ETUDE
SUR LE
PROGRAMME DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
POUR
LE GRAND TUNIS ET LE GRAND SOUSSE**

PARTIE II

**ETUDE DE FAISABILITE
DE
OUED HAMMAM**

L'ETUDE
SUR
LE PROGRAMME DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
POUR
LE GRAND TUNIS ET LE GRAND SOUSSE

PARTIE II ETUDE DE FAISABILITE

II-2 Oued Hammam

TABLE DES MATIÈRES

	page
1. Cadre Socio-économique	H-1-1
1.1 Introduction	H-1-1
1.2 La population	H-1-1
1.3 L'infrastructure	H-1-2
1.4 Les activités économiques.....	H-1-2
1.4.1 Le tourisme	H-1-2
1.4.2 L'Industrie.....	H-1-2
1.4.3 L'Agriculture	H-1-3
2. Topographie et Géologie.....	H-2-1
2.1 Généralités	H-2-1
2.2 Topographie et géologie.....	H-2-1
2.3 Travaux de reconnaissance.....	H-2-1
2.4 Interprétation des résultats des essais.....	H-2-2
3. Hydrologie.....	H-3-1
3.1 Analyse des ruissellements.....	H-3-1
3.1.1 Méthodologie.....	H-3-1
3.1.2 Modèle de simulation des ruissellements.....	H-3-2
3.1.3 Analyse des pluies	H-3-3
3.1.4 Analyse des ruissellements	H-3-3
3.2 Investigation des matériaux des lits des cours d'eau.....	H-3-4
3.2.1 Généralités.....	H-3-4
3.2.2 Matériaux des lits des cours d'eau	H-3-4
4. Plan d'aménagement.....	H-4-1
4.1 Introduction.....	H-4-1
4.2 Généralités	H-4-1
4.3 Hammam Sousse.....	H-4-1
4.3.1 Urbanisation.....	H-4-1
4.3.2 Occupation actuelle du sol	H-4-2
4.3.3 Occupation future du sol	H-4-3

4.4	Akouda.....	H-4-4
4.4.1	Urbanisation.....	H-4-4
4.4.2	Occupation actuelle du sol.....	H-4-4
4.4.3	Occupation future du sol.....	H-4-5
4.5	Kalaa Kebira.....	H-4-6
4.5.1	Urbanisation.....	H-4-6
4.5.2	Occupation actuelle du sol.....	H-4-7
4.5.3	Occupation future du sol.....	H-4-8
4.6	Kalaa Sghira.....	H-4-9
4.6.1	Urbanisation.....	H-4-9
4.6.2	Occupation actuelle du sol.....	H-4-9
4.6.3	Occupation future du sol.....	H-4-10
4.7	Conclusion.....	H-4-11
5.	Drainage urbain.....	H-5-1
5.1	Généralités.....	H-5-1
5.2	Réseau de Drainage Urbain.....	H-5-1
5.3	Conditions Actuelles sur Site.....	H-5-3
5.4	Dimensionnement Préliminaire du Réseau de Drainage Urbain.....	H-5-3
6	Evaluation de l'impact environnemental.....	H-6-1
6.1	Contexte.....	H-6-1
6.2	Les conditions existantes.....	H-6-1
6.2.1	Environnement physique.....	H-6-1
6.2.2	Environnement vital et humain.....	H-6-2
6.3	Impacts sans le projet.....	H-6-4
6.4	Impacts avec projet.....	H-6-5
6.4.1	Mesures structurelles proposées.....	H-6-5
6.4.2	Impacts négatifs.....	H-6-5
6.4.3	Impacts positifs.....	H-6-6
6.5	Mitigation Environnementale et Mesures de Surveillance.....	H-6-6
7.	Oueds et inondations.....	H-7-1
7.1	Généralités.....	H-7-1
7.2	Bassin de Oued Hammam.....	H-7-1
7.3	Distribution des Débits des Crues.....	H-7-2
7.4	Capacité de Transit.....	H-7-3
7.5	Crues et Inondations.....	H-7-4
7.6	Ouvrages Existants sur les Oueds.....	H-7-5
8.	Etude comparative des variantes.....	H-8-1
8.1	Généralités.....	H-8-1
8.2	Critère de dimensionnement des ouvrages de protection contre les inondations.....	H-8-1
8.3	Formulation des variantes.....	H-8-2
8.4	Sélection des variantes.....	H-8-4

9.	Variante sélectionnée pour le contrôle des crues	H-9-1
9.1	Généralités	H-9-1
9.2	Dimensionnement préliminaire	H-9-1
9.3	Principales Caractéristiques de la Variante Sélectionnée.....	H-9-2
9.3.1	Tronçon H-1.....	H-9-2
9.3.2	Tronçon H-2.....	H-9-3
9.3.3	Tronçon H-3.....	H-9-3
9.3.4	Tronçon H-4.....	H-9-4
9.3.5	Tronçon K-1.....	H-9-5
9.3.6	Tronçon K-4.....	H-9-5
9.3.7	Tronçon K-5.....	H-9-6
10.	Estimation des dégâts potentiels des crues.....	H-10-1
10.1	Introduction.....	H-10-1
10.1.1	Contexte général	H-10-1
10.1.2	Population affectée.....	H-10-1
10.1.3	Impact sur le transport.....	H-10-2
10.2	Méthodologie	H-10-3
10.2.1	Introduction.....	H-10-3
10.2.2	Dégâts et pertes dans les zones résidentielles.....	H-10-3
10.2.3	Pertes pour l'industrie et les entreprises commerciales.....	H-10-7
10.2.4	Pertes pour l'Agriculture.....	H-10-8
10.2.5	Pertes pour le transport.....	H-10-7
10.2.6	Autres facteurs	H-10-9
10.2.7	Résumé des coefficients utilisés pour l'estimation des dégâts.....	H-10-10
10.3	Evaluation des dégâts d'inondations.....	H-10-11
10.3.1	Introduction.....	H-10-11
10.3.2	Estimation des Dégâts - Zone A.....	H-10-11
10.3.3	Estimation des Dégâts - Zone B à G.....	H-10-17
10.4	Résumé des dégâts des inondations à Oued Hammam	H-10-19
10.4.1	Dégâts potentiels de la crue centennale	H-10-19
10.4.2	Dégâts potentiels de la crue annuelle et de la crue décennale	H-10-20
11.	Estimation des coûts.....	H-11-1
11.1	Coût du projet	H-11-1
11.2	Conditions de l'estimation du coût.....	H-11-1
11.3	Estimation du coût	H-11-2
11.4	Planning de financement	H-11-2
11.5	Coût de maintenance.....	H-11-3
12.	Planning des travaux	H-12-1
12.1	Réalisation	H-12-1
12.1.1	Planning de la réalisation.....	H-12-1
12.1.2	Source de Financement.....	H-12-1
12.1.3	Mode de construction.....	H-12-1
12.1.4	Organisation de la Réalisation	H-12-1
12.2	Construction	H-12-2
12.2.1	Politique de base pour la construction.....	H-12-2
12.2.2	Méthode de Construction du schéma de Oued Hammam	H-12-2

12.3	Planning de la construction	H-12-4
12.3.1	Planning.....	H-12-4
12.3.2	Délais des travaux.....	H-12-5
13.	Evaluation économique.....	H-13-1
13.1	Estimation du bénéfice annuel moyen	H-13-1
13.2	Coût économique du projet	H-13-1
13.3	Evaluation Economique	H-13-2

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1	Résultats des tests de laboratoire à Oued Hammam	H-T-1
Tableau 3.1	Hypothèses de la formule rationnelle.....	H-T-2
Tableau 3.2	Coefficient de ruissellement dans les bassins de Oued Hammam	H-T-3
Tableau 3.3	Calcul des ruissellements de base dans le bassin de Oued Hammam	H-T-4
Tableau 4.1	Proportions de l'occupation actuelle du sol dans la zone d'étude à la région de Sousse.....	H-T-5
Tableau 4.2	Proportions de l'occupation future du sol dans la zone d'étude à la région de Sousse.....	H-T-5
Tableau 6.1	Matrice de l'évaluation de l'impact environnemental de Oued Hammam	H-T-6
Tableau 7.1	Zones inondables et durées à Oued Hammam.....	H-T-7
Tableau 10.1	Estimation du trafic routier sur la GP-1 et la déviation de la GP-1-Recensement 1992.....	H-T-9
Tableau 10.2	Estimation du trafic routier sur la GP-1 et la déviation de la GP-1-Recensement 1993	H-T-9
Tableau 10.3	Résultats du recensement du trafic routier sur la MC-48 et la RVE-835-Recensement 1992	H-T-10
Tableau 10.4	Estimation des trafics actuels et futurs sur la déviation de la GP-1, 1993 et 2020.....	H-T-11
Tableau 10.5	Estimation des trafics actuels et futurs sur la GP-1, 1993 et 2020.....	H-T-11
Tableau 10.6	Estimation des trafics actuels et futurs sur la MC-48, 1993 et 2020.....	H-T-12
Tableau 10.7	Estimation des trafics actuels et futurs sur la RVE-835, 1993 et 2020.....	H-T-12
Tableau 10.8	Données sur la population et l'emploi dans les délégations sélectionnées dans la région de Sousse	H-T-13
Tableau 10.9	Différence des coûts opérationnels des véhicules dans les cas avec ou sans inondations (DT par 1.000 véhicules/km)	H-T-13
Tableau 10.10	Emploi dans le secteur industriel à Hammam Sousse.....	H-T-13
Tableau 10.11	Zone A Estimation des Manques à gagner par catégorie de passagers, dans les conditions actuelles et futures d'occupation du sol.....	H-T-14
Tableau 10.12	Augmentation du coût opérationnel des véhicules par jour, RVE-835, 1993 et 2020	H-T-14
Tableau 10.13	Augmentation du coût opérationnel des véhicules par jour, RVE-985.....	H-T-14
Tableau 10.14	Emplacement des industries à Akouda et Kalaa Kebira	H-T-15
Tableau 10.15	Augmentation du coût opérationnel des véhicules sur les chaussées endommagées de la MC-48; 1993 et 2020.....	H-T-15
Tableau 10.16	Augmentation du coût opérationnel des véhicules sur la MC-48; conditions actuelle et futures d'occupation du sol	H-T-15
Tableau 11.1	Résumé du coût du projet, Hammam 1ère étape.....	H-T-16
Tableau 11.2	Résumé du coût du projet, Hammam 2ème étape.....	H-T-17
Tableau 11.3	Planning annuel de financement, Hammam 1ère étape.....	H-T-18
Tableau 13.1	Coût Bénéfice pour le projet de protection contre les inondations de Oued Hammam	H-T-19

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1	Emplacement des spots d'investigation à Sousse	H-F-1
Figure 2.2	Carnet de forage des échantillons de matériaux pour corps de digues ..	H-F-2
Figure 3.1	Modélisation de l'Oued Hammam.....	H-F-4
Figure 3.2	Hydrogramme des ruissellements dans le bassin de Oued Hammam ...	H-F-5
Figure 3.3	Plan de situation des spots d'échantillonnage à Sousse	H-F-9
Figure 3.4	Résultat du tests de granulométrie dans le bassin de Oued Hammam...	H-F-10
Figure 4.1	Plan d'aménagement actuel dans la région de Sousse	H-F-11
Figure 4.2	Plan d'aménagement futur dans la région de Sousse	H-F-12
Figure 4.3	Emplacement des villes et du réseau routier dans la région de Sousse.....	H-F-13
Figure 4.4	Plan d'aménagement de Hammam Sousse.....	H-F-14
Figure 4.5	Plan d'aménagement de Akouda	H-F-15
Figure 7.1	Subdivision du bassin de Oued Hammam en sous bassins	H-F-16
Figure 7.2	Distribution des débits dans le bassin de Oued Hammam	H-F-17
Figure 7.3	Capacité de transit existante de Oued Hammam	H-F-18
Figure 7.4	Niveau d'eau pendant les crues, dans Oued Hammam avec les ouvrages actuels.....	H-F-19
Figure 7.5	Zones inondées par les crues de 1969	H-F-20
Figure 7.6	Zones présumées inondables dans les bassins de l'Oued Hammam ...	H-F-21
Figure 7.7	Ouvrages existants et proposés à Oued Hammam par le MEH.....	H-F-22
Figure 8.1	Sections types des travaux d'aménagement.....	H-F-23
Figure 8.2	Numérotation des différents tronçons de l'Oued Hammam.....	H-F-25
Figure 8.3	Schémas des variantes proposées à Oued Hammam.....	H-F-26
Figure 8.4	Emplacement des aménagements de la première étape.....	H-F-27
Figure 8.5	Emplacement des aménagements de la seconde étape.....	H-F-28
Figure 9.1	Tracé en plan de la variante d'aménagement de l'Oued Hammam.....	H-F-29
Figure 9.2	Profil en long de l'Oued Hammam.....	H-F-34
Figure 9.3	Profil en travers types des travaux d'aménagement.....	H-F-35
Figure 9.4	Plan et profils en travers types du pont sur la route touristique.....	H-F-37
Figure 9.5	Dimension du nouveau pont à Oued Hammam.....	H-F-38
Figure 10.1	Zones présumées inondables dans les bassins de Oued Hammam	H-F-39
Figure 12.1	Planning de la réalisation.....	H-F-40
Figure 12.2	Organisation de la réalisation	H-F-41
Figure 12.3	Planning des travaux, première étape.....	H-F-42

CHAPITRE 1 CADRE SOCIO-ECONOMIQUE

1.1 Introduction

Une analyse des données socio-économiques du Gouvernorat de Sousse (voir l'Etude du Plan Directeur - Première Partie, Chapitre 1), met en lumière les tendances importantes suivantes :

*Les secteurs les plus importants dans l'économie régionale sont le tourisme et l'Industrie

*Le secteur de l'agriculture, qui représentait 35,6% de l'emploi total en 1966, a diminué, et compte à présent 16,7% seulement. On suppose que cette tendance continuera à l'avenir. Par contraire, on verra une croissance du poids du secteur des Services dans l'emploi..

*Le développement de la Région a été marqué par une urbanisation rapide, tendance dont on prévoit la continuation à l'avenir. En particulier, on s'attend un aggrandissement des villes " satellites" de Kalaa Kebira, et Kalaa Seghira, allant de pair avec les hauts niveaux de densité et de saturation attendus dans Hammam Sousse et dans la ville de Sousse.

*Le secteur de tourisme continuera de jouer un rôle clé dans le développement économique du Gouvernorat.

1.2 Population

La population du Gouvernorat est estimée à un niveau supérieur à 400.000. L'Oued Hammam traverse les zones à haut densité dans le Gouvernorat de Sousse, comprenant Hammam Sousse, Akouda, Kalaa Kebira, et Kalaa Seghira. Ces villes représentaient en 1992, 25% (soit 102.000), de la population totale du Gouvernorat. Toutes ces communes accusent des taux forts d'urbanisation, à savoir, 81,6% pour Akouda, 87,17% pour Kalaa Kebira, et 100% pour Hammam Sousse.

Selon le Plan Directeur Urbain de la Région de Sousse-Monastir, ces villes sont prévues comme étant des centres importants pour l'expansion urbaine à l'avenir. En 2020, leurs population atteindra 250.000 personnes, (85.000 pour Hammam Sousse, 38.000 pour Akouda, 90.000 pour Kalaa Kebira et 37.000 pour Kalaa Seghira).

La forte croissance des habitations spontanées a posé des problèmes en particulier, dans l'Oued Laia et la région de Kalaa Kebira.

1.3 L'Infrastructure

L'Oued Hammam est traversé par 4 routes importantes, à savoir, le GP1, la déviation du GP1, la RVE 835 (la Route Touristique), et la MC 48, entre Hammam Sousse et Akouda. La mise en marche récente de l'Autoroute a engendré une déviation importante de la circulation. Selon les estimations du trafic actuel, on compte 6.000 mouvements par jour sur la déviation du GP1, 9.300 véhicules par jour sur le GP1, 12.225 v.p.j. sur la MC 48, et 13.300 v.p.j. sur la RVE 845.

La station d'épuration de l'ONAS (Sousse Nord SE5) se situe dans la zone affectée par les crues de l'Oued Hammam. Selon les caractéristiques de dimensionnement, le débit moyen journalier est estimé à 8.700 m³ par jour, et la charge polluante en DBO⁵ à 2.700 kg par jour. Suite à l'expansion en cours, la capacité de la station augmentera à 17.430 m³ et 4.750 kg respectivement. Actuellement, la station sert un nombre d'équivalent d'habitants de 66.500 habitants et de 19.200 de capacité d'hôtels.

1.4 Les Activités Economiques

L'Oued Hammam se situe dans les zones touristiques, industrielles et agricoles.

1.4.1 Le Tourisme

Le Gouvernorat de Sousse se trouve parmi les premières zones touristiques comptant à environ 25% des hôtels-lits du Pays. L'Oued Hammam se situe entre les zones touristiques d'El Kantaoui et la ville de Sousse. El Kantaoui tient plusieurs hôtels d'une capacité actuelle de 9.000 lits, et prévue de 20.000. La région de Hergla est prévue comme un nouveau centre touristique. Le total actuel des hotels-lits à Sousse est estimé à 23.000.

1.4.2 L'Industrie

Le développement industriel se concentre dans la Zone industrielle de Sidi Abdelhamid, au sud de la ville de Sousse. Pour ce qui concerne l'oued Hammam, le centre industriel se trouve à Akouda; selon les données de l'Agence de la Promotion Industrielle, 85 entreprises s'y localisent, en employant 4.100 personnes. Il existe 48 entreprises ayant un effectif de 1.400 personnes à Kalaa Kebira, et 40 entreprises et

1.150 personnes à Hammam Sousse. Suivant les données du recensement de 1984, le poids de l'industrie dans le total des emplois arrivait à 33% pour Sousse, 32% pour Kalaa Seghira, 29% pour Akouda, et 27% pour Kalaa Kebira. Les sous-secteurs les plus importants sont le Textile et Cuir, et les industries agro-alimentaires. Il existe 9 huileries d'olives le long de l'oued Hammam, qui créent des problèmes de la pollution.

1.4.3 L'Agriculture

L'arboriculture est une activité très répandue dans le Gouvernorat de Sousse, dont la part dans la valeur de la production de l'agriculture monte à 34%. La culture des olives est très commune, comptant 3.4 million des pieds et couvrant une superficie de 57.000 ha. 20 % de la production se concentre à Kalaa Kebira. Pourtant, il s'avère que la plupart des arbres sont vieux, dont la productivité est généralement faible. Les arbres fruitières couvrent une superficie de 1.535 ha., dont 9.504 ha sont des grenadiers, 459 ha. des pêchers, et 402 ha. des amandiers.

La production des cultures maraîchères s'est accrue ces dernières années. En 1989, ces cultures représentaient 17% de la production agricole en termes de la valeur. Il existe 4.500 ha. des terrains irrigués dans le Gouvernorat.

On note dans ce secteur, l'existence de la culture illégale dans les terrains appartenant au Domaine Public Hydraulique dans le Oued Hamnam.

Le secteur d'élevage est important dans le Gouvernorat, représentant 40% de la valeur dans le secteur agricole.

Le développement de l'agriculture à l'avenir se voit contraindre par plusieurs facteurs, y compris la fragmentation de la propriété, une pénurie de l'eau, l'utilisation d'une technologie inefficace et une mauvaise utilisation du sol.

CHAPITRE 2 TOPOGRAPHIE ET GEOLOGIE

2.1 Généralités

L'étude du Plan Directeur pour quatre oueds dans le Grand Sousse a été réalisée durant la période allant de fin février à fin août 1993 (phase 1 et 2). Cette étude a été réalisée sur site à Tunis et aussi à Tokyo au Japon. Le cas de l'Oued Hammam a été recommandé pour faire l'objet de l'étude de faisabilité constituant la phase 3 des travaux et qui a lieu sur site pendant la période allant de fin septembre 1993 au début février 1994.

Pour oued Hammam, il est prévu de construire uniquement des endiguements de part et d'autre du cours d'eau. L'investigation géotechnique a donc été consacrée à l'étude de la qualité des sols pour remblai. L'emplacement des sites choisis pour cette investigation est montré sur la fig 2.1.

2.2 Topographie et géologie

La topographie de la zone étudiée consiste en une plaine alluviale plate qui s'est développée entre les collines doucement ondulées du quaternaire. Les reliefs relativement élevés sont situés vers l'aval et du côté de la rive droite. La géologie de la zone d'étude consiste en un dépôt alluvial formé par une alternance de couches de sable et d'argile de 10 à 15 m d'épaisseur et en un dépôt fluvial en dessous et sur les reliefs des deux côtés. Dans les collines situées près de l'exutoire, des affleurements de roches tendres de marne ont été trouvés.

2.3 Travaux de reconnaissance

La reconnaissance de la zone d'études a permis de choisir quatre (4) sites d'échantillonnages de SL1 à SL4 pour les sols du corps des digues. SL3 est situé dans le relief fluvial et les autres sont situés dans le dépôt alluvial du cours d'eau. L'emplacement de ces sites est montré sur la figure 2.1. Les investigations géotechniques ont été confiées à une entreprise locale "Géotechnique Tunisie" et les travaux de terrains ont été exécutés par cette entreprise pendant les mois d'octobre et de novembre 1993 sous la supervision d'un expert de l'Equipe de l'Etude.

Dans les quatre (4) sites des échantillons remaniés ont été prélevés de la surface du sol et jusqu'à 3 m de profondeur. Ils ont été testés dans le laboratoire de l'entreprise et ont fait l'objet des essais suivants:

- teneur en eau naturelle
- poids spécifique
- granulométrie
- limite de liquidité et de plasticité
- compacité
- perméabilité

Les stratifications au niveau des sites de prélèvement des échantillons sont montrées sur les figures 2.2 et 2.3. SL1 consiste en une couche de sable moyen avec de petits graviers jusqu'à 1 m de profondeur et en une argile sablonneuse en dessous.

SL2 est formé d'une couche de sable moyen jusqu'à 1,25 m et d'une couche de sable argileux en dessous. SL3 consiste en une couche supérieure de 0,5 m de profondeur et une couche de sable fin en dessous. SL4 est formée d'une couche de sable moyen avec de petits graviers jusqu'à 0,8 m de profondeur et d'une couche de sable argileux en dessous.

Les résultats des tests de laboratoire sont montrés sur le tableau 2.1. Les matériaux des sols de couches inférieures de SL1 et SL2 sont classés CL, ceux de SL4 et de la couche supérieure de SL2 sont classés SM et SL3 en SP. La teneur en eau de SL3 est de 2 %, ce qui est 6 % inférieure à la teneur en eau optimale. Celles des autres varient de 20 % à 24 %, ce qui représente 7 à 13 % plus que leur teneur en eau respectives.

A part les travaux d'investigation, les résultats des essais géotechniques suivants ont été collectés de l'ONAS et du MEH et qui ont concerné l'étude des fondations de ponts projetés :

- Un enregistrement de forage avec le test préssiomètre et le test de pénétration Hollandais pratiqué dans le lot de la station de traitement des eaux usées adjacent à la route touristique près de l'exutoire.
- Un enregistrement de forage avec et sans le test de pénétration standard et le test de pénétration Hollandais dans la zone d'intersection de l'Oued Hammam et la route touristique.
- Un enregistrement de forage avec le test préssiomètre et le test de pénétration Hollandais à l'endroit du pont de la nouvelle route GPI sur Oued Hammam.

2.4 Interprétation des résultats des essais

1) Matériaux pour remblai

Les sols de la couche de dépôt alluvial sont recommandés pour le corps des digues parce qu'ils sont convenables comme remblai. Toutefois, leur teneur en eau devra être

diminuée de 3 à 8 %. Cette diminution peut être atteinte en rabattant le niveau de la nappe par le creusement de drains sous forme de tranchées ou aussi par aération. Les matériaux dans le dépôt fluvial sont classés SP et sont constitués d'une granulométrie très fine et sont donc très affouillables. Dans le cas où ce sable est utilisé comme remblai pour digues, un revêtement en argile ou autres est nécessaire. Une pente de $1(v)/2(h)$ est recommandée pour les deux talus des digues.

2) Fondations des ponts

Conjointement à la construction des digues, de nouveaux ponts sont nécessaires au niveau de la route touristique, de l'ancienne route GP1 et/ou du site proche d'Akouda. Les résultats des investigations précédentes à la station d'épuration des eaux usées et à l'endroit du pont de la nouvelle route GP1 ont révélé que le dépôt alluvial formé d'une alternance de couches de sable et d'argile se développe jusqu'à 10 à 15 m de profondeur. Leur résistance au cône de pénétration varie de 3 à 40 kg/cm² et leur module d'élasticité mesuré par le préssiomètre varie de 10 à 60 kg/cm². Ces valeurs correspondent à des valeurs de N de 5 à 10, qui sont jugées insuffisantes pour assurer une portance pour des fondations d'un pont. En dessous du dépôt alluvial, se développe une couche formée par un dépôt fluvial dont le module d'élasticité n'est pas inférieur à 130 kg/cm², ce qui correspond à une valeur de N d'environ 30. Par conséquent, des fondations sur pieux atteignant le dépôt fluvial sont recommandées. La profondeur des pieux recommandée est de 15 m à partir du niveau actuel du terrain naturel quoique cette valeur semble importante par rapport à celle du pont sur l'ancienne route GP1 où la largeur de la plaine alluviale devient faible.

CHAPITRE 3 HYDROLOGIE

3.1 Analyse des ruissellements

3.1.1 Méthodologie

En général, c'est la même méthode pour l'étude du Plan Directeur qui est choisie pour l'étude de faisabilité sur le bassin de Oued Hammam. La méthode rationnelle est utilisée pour la détermination du débit de ruissellement de base vue l'échelle du bassin et la disponibilité de données hydrologiques. Les hypothèses pour l'application de la formule rationnelle sont décrites ci dessous.

(1) Coefficient de ruissellement

La détermination du coefficient de ruissellement dans le bassin de Oued Hammam est réalisée en tenant en compte le plan d'aménagement futur de l'occupation du sol. Les coefficients de ruissellement suivants sont déterminés pour divers modes d'occupation du sol en considérant l'étude du Plan Directeur, les normes suivies au Japon et aux USA, les cartes topographiques disponibles et les plans d'aménagement actuel et futur.

type d'occupation du sol	Condition d'occupation du sol (actuelle)	Condition future d'occupation du sol
Centre urbain, commercial zone résidentielle	0,6	0,8
zone industrielle	0,6	0,6
terre agricole, espaces ouverts	0,2	0,2
Plans d'eau	1,0	1,0

(2) Temps de concentration

Le temps de concentration est défini comme étant la somme du temps d'entrée et du temps d'écoulement. Le temps que mettent les écoulements de surface (en fait, écoulements de surface et/ou dans des cours d'eau non définis) dans la partie la plus haute du bassin pour atteindre les branches du réseau constitue le temps d'entrée et est calculé d'après la formule de Kirpich. Le temps d'écoulement est calculé d'après la vitesse moyenne de l'eau dans les canaux qui est évaluée en tenant compte des conditions des canaux, des pentes des lits, de la capacité de transit, etc.

(3) Intensité de pluie

L'intensité moyenne de la pluie pour un temps de concentration donné est obtenue d'après les courbes IDF (Intensité-Durée-Fréquence) qui ont été établies par "l'institut National de la météo" et qui sont basées sur les enregistrements de pluie sur 10 ans (de 1981 à 1990) à la station de Monastir. Les conditions de base pour l'application de la formule rationnelle sont résumées dans le tableau 3.1. D'autre part, la méthode de l'hydrogramme unitaire avec le débit de pointe estimé d'après la formule rationnelle, est utilisée pour développer les hydrogrammes des ruissellements pour les ouvrages de stockage futurs. Elle est aussi utilisée pour l'évaluation des effets des aménagements de protection ainsi que des dégâts d'inondation. Dans cette méthode, un coefficient de ruissellement est défini comme étant le rapport entre les ruissellements et la pluie sur une période de temps donnée et les mêmes valeurs ci dessus mentionnées sont adoptées pour les coefficients de ruissellement.

3.1.2 Modèle de simulation des ruissellements

(1) Bassin versant

Le bassin versant de Oued Hammam a une surface de 222,30 km² et est divisé en 23 sous bassins (bassin N° 1 à 23) afin d'examiner en détail les ruissellements des les canaux secondaires et tertiaires.

(2) Occupation du sol

Les conditions actuelles et futures d'occupation du sol selon les informations les plus récentes sont revues pour chaque sous bassin. Chaque surface est alors classifiée selon ses caractéristiques hydrologiques parmi 4 zones. Le coefficient de ruissellement pondéré pour la formule rationnelle sous les conditions actuelles et futures d'occupation du sol est calculé pour les bassins et les sous bassins de chaque cours d'eau.

Les surfaces drainées et leurs coefficients de ruissellement pondérés pour chaque sous bassin sont montrés sur le tableau 3.2.

(3) Modélisation du réseau

Le but de la modélisation du réseau est l'analyse des ruissellements en tenant compte du réseau actuel et des variantes d'aménagement. Les points de calcul sont aussi déterminés dans les points d'intérêt dans le réseau. Le réseau et les points de calcul pour le bassin de oued Enkhilet et Sebkhet Ariana sont montrés sur la figure 3.1.

3.1.3 Analyse des pluies

(1) périodes de retour

Les hypothèses suivantes ont été adoptées pour la pluie de projet

- Période de retour des ruissellements de base: 100 ans.
- Période de retour pour la première phase de développement: 10 ans.
- Evaluation des dégâts des inondations: 1,05; 2; 5; 10; 25; 50 et 100 ans.

(2) Hyétogramme de la pluie de projet

La pluie de projet est utilisée pour obtenir les hydrogrammes des ruissellements par la méthode de l'hydrogramme unitaire avec le débit de pointe de la formule rationnelle.

La méthode des blocs alternés est appliquée pour l'hyétogramme de la pluie de projet qui est développée comme la distribution centrale de la densité à partir des courbes IDF pour un intervalle de temps égal au temps de la concentration.

(3) Durée de la pluie de projet

La durée adoptée pour la pluie de projet est 48 heures. Ce choix est fait en considérant le temps de concentration le plus long dans le bassin de Oued Hammam.

3.1.4 Analyse des ruissellements

(1) Débit de base des ruissellements

Le débit de base des ruissellements des crues pour les périodes de retour de 1,05; 2; 5; 10; 25; 50 et 100 ans et sous les conditions actuelles et futures d'occupation du sol, est calculé pour le cas sans aucun aménagement pour le contrôle des crues. Les résultats des calculs des débits de base au niveau de chaque point de calcul sont montrés sur les tableaux 3.3 et 3.4 respectivement. La distribution des débits de base est alors déterminée sur la base de ces résultats de calcul.

(2) Les aménagements existants

Il n'ya pas d'ouvrages pour le contrôle des crues tels que bassins d'écrêtement ou barrage dans le bassin de l'Oued Hammam et par conséquent, le débit des ruissellements de base est le même que dans le cas avec ouvrages de contrôle de crues existants.

L'hydrogramme des ruissellements produits par chaque sous bassin au niveau des points de calcul sous les conditions existantes des aménagements sont aussi calculés par la méthode de l'hydrogramme unitaire avec le débit de pointe de la méthode rationnelle. La figure 3.2 montre le même exemple de résultats de l'hydrogramme synthétique calculé en un point de calcul donné. Ces hydrogrammes sont utilisés pour le dimensionnement des ouvrages de stockage et l'évaluation des aménagements pour la protection contre les inondations.

3.2 Investigation des matériaux des lits des cours d'eau

3.2.1 Généralités

L'investigation sur les matériaux des lits des cours d'eau dans le bassin de l'Oued Hammam a été entreprise dans le but de clarifier les caractéristiques des matériaux des lits d'oued dans le bassin. Des échantillons de ces matériaux ont été prélevés en 6 endroits du bassin de l'Oued Hammam ainsi que le montre la figure 3.3.

3.2.2 Matériaux des lits des cours d'eau

Le poids spécifique de chaque échantillon est d'environ 2,66 et la dimension des grains d50 (dimension des graines dont le pourcentage dépasse 50%) varie entre 0,027 mm à 0,21 mm. Les résultats de cette investigation sur les matériaux sont résumés ci dessous et les résultats du test de granulométrie sont montrés sur la figure 3.4 pour chaque échantillon.

<u>Echantillon</u>	<u>Poids spécifique (g/cm³)</u>	<u>d 50 (mm)</u>
S1 (+ 2,0 km)	2,66	0,0350
S2 (+ 7,5 km)	2,61	0,1200
S3 (+ 5,8 km)	2,66	0,1000
S4 (+ 8,3 km)	2,63	0,2100
S5 (+ 13 km)	2,68	0,0270
S6 (+ 14,5 km)	2,67	0,0360

CHAPITRE 4 PLAN D'AMENAGEMENT

4.1 Introduction

Ce chapitre du rapport de l'étude de faisabilité se concentre sur le plan d'aménagement actuel dans la zone d'étude où se situent quatre villes de la région de Sousse. Ces villes sont Hammam Sousse, Akouda, Kalaa Kébira et Kalaa Sghira dans la gouvernorat de Sousse. La situation géographique près du chef lieu du gouvernorat a encouragé le développement urbain de ces villes. Dans l'occupation actuelle du sol dans ces régions, plusieurs problèmes sont observés tels que la prédominance de l'habitat spontané et l'extension de l'urbanisation dans les zones agricoles et les zones inondables. Beaucoup d'habitants ont subi des dégâts d'inondations en construisant leurs maison sous forme d'habitat illégal (habitat spontané) dans des zones inondables ou dans des zones agricoles. La délimitation de la zone d'étude a été déterminé suivant le contour naturel des bassins versants. La présentation de ce plan d'aménagement proposé a été adaptée au concept régional considérant le changement rapide de l'urbanisation dans la conurbation de Sousse ainsi qu'il est montré sur les figures 4.1 et 4.2. En plus, les tableaux 4.1 et 4.2 montrent les proportions d'occupation du sol des zones urbanisées. Le présent chapitre a pour but d'étudier les plans d'aménagement actuel et futur avec comme année cible l'an 2000 pour le court terme et l'an 2020 pour le long terme.

4.2 Généralités

Les villes de Hammam Sousse, Akouda, Kalaa Kébira et Kalaa Sghira sont situées à environ 10 km au nord et au nord ouest du chef lieu du gouvernorat de Sousse ainsi qu'il est montré sur la figure 4.3. Même si ces villes ont des conditions naturelles différentes, la caractéristique de ces régions est essentiellement d'avoir maintenue l'activité agricole. Ces villes se sont développées sur la plaine de Sehloul entre la mer Méditerranée et les collines de Kalaa Kébira, composée de pentes douces et de terrains ondulés. Toutes ces régions se trouvent dans le bassin versant de Oued Hammam. Aussi, la GP-1 à l'est et l'autoroute à l'ouest permettent- elles la liaison entre les principaux zones urbains comme illustré sur la figure 4.3.

4.3 Hammam Sousse

4.3.1 Urbanisation

Hammam Sousse a vécu une transformation d'un village agricole vers une agglomération urbaine. La ville s'est développée sous la forme d'une extension spatiale

compréhensive de 1973 à 1988. Durant cette période la zone urbanisée a doublée de surface de 98 ha à 211 ha. Le développement urbain a été dirigé vers le sud et dans la continuité de la plaine de Sehloul. Aussi le développement s'est produit le long de la GP-1 ainsi qu'il est montré sur la figure 4.4. Le développement le plus spectaculaire existe à Bir Moussa et la zone de la route touristique (RVE-845) à l'est de la GP-1 tel que le montre la figure 4.4.

4.3.2 Occupation actuelle du sol

Zone résidentielle

La zone résidentielle couvre une surface de 250 ha y compris les habitations, les aménagements publics et les centres d'activités. Cette zone s'est développée le long des deux côtés de la GP-1 à partir de l'ancienne zone centrale vers le sud est dans la zone de Sehloul. Les zones résidentielles sont divisées en trois classes. La zone résidentielle de haut standing est située à l'est de la GP-1 (front de mer) tandis que les habitations modestes occupent l'ouest de la GP-1. L'autre zone de classe moyenne est située entre ces zones dans la plaine de Sehloul et la Médina. En plus, des zones d'habitat anarchique ont été créées par l'exode de l'ancienne zone centrale à la suite du développement industriel dans les zones urbaines riveraines et des zones agricoles exposées aux risques d'inondation.

Zone Agricole

La zone agricole couvre une surface de 620 ha parmi lesquels 170 ha sont exploités par des cultures irriguées. Le secteur agricole produit essentiellement des olives et des légumes. Dans les années récentes, il y a eu une tendance vers la baisse de l'agriculture en faveur du tourisme et de l'industrie à Hammam Sousse. La perte de terrains agricoles par l'installation de l'habitat anarchique est un phénomène observé dans la zone de Ghrabi à l'ouest de la déviation de la GP-1, El Bhaier, El H'mada et El Kébira.

Aménagements Publics

L'infrastructure routière s'est développée avec le boom touristique tel que la GP-1, déviation de la GP-1 et la RVE-845 (route touristique). Toutefois, les aménagements socioculturels ne correspondent pas à l'image de la ville.

Zones Inondables

Hammam Sousse fait partie du bassin versant de l'Oued Hammam. L'oued traverse le nord de la partie urbanisée dans la ville. A cause de la situation géographique de la ville, plusieurs zones sont exposées aux inondations causées par les crues de l'oued. Les

zones urbanisées dans les zones basses exposées aux inondations sont situées à l'est de la GP-1 et le long de l'oued Hammam.

4.3.3 Occupation future du sol

1) Le centre de l'ancienne ville avec sa haute densité a été détérioré à cause de l'insuffisance des aménagements publics. En plus de ça, le prix élevé des terrains dans le centre de l'ancienne ville a engendré une augmentation du nombre d'habitations spontanées dans les zones voisines. Dans ce cadre, un plan de redéveloppement de l'ancienne ville est proposé en parallèle avec l'extension urbaine.

2) Les zones d'habitat anarchique qui se sont développées dans les zones N°144, Oued El Ksila, El Ghrabi et El Bhaier ont été construites sur des terrains agricoles. De plus, ces zones sont exposées aux inondations et ont une infrastructure routière modeste. Le contrôle strict des logements spontanées est nécessaire pour la protection des zones agricoles et des terrains réservés pour les aménagements publics. En plus, un programme de logement public est proposé comme mesure pour l'élimination de l'habitat spontané.

3) La ville de Hammam Sousse manque d'espaces publics suffisants à cause essentiellement des prix élevés des terrains et le manque d'espaces dans le centre ville. De plus, la transformation des aménagements publics en zones résidentielles est observée. Avec l'extension urbaine, les aménagements institutionnels et socioculturels qui n'ont pas pu se procurer l'espace nécessaire dans le centre ville, sont situées loin des zones résidentielles. Dans cette perspective, il est nécessaire d'assurer une distribution spatiale équilibrée en concordance avec le développement.

4) La zone industrielle existante n'occupe que 30 % de la ville parce que les unités industrielles préfèrent s'implanter le long des axes routiers principaux, tels que la GP-1. Dans ce sens, l'allocation pour les futures zones industrielles devra se faire dans des zones facilement accessibles par les routes principales.

5) La réhabilitation des ouvrages de protection contre les inondations est impérative. L'aménagement doit inclure des réseaux de drainage et d'assainissement et des bassins d'écrêtement. Les bassins d'écrêtement peuvent en plus, être utilisés comme parcs ou terrains de sport pendant la saison sèche.

6) Le schéma de développement de la zone du centre est de Hammam Sousse doit être réalisé dans le contexte régional sous le contrôle du chef lieu du gouvernorat de Sousse.

4.4 Akouda

4.4.1 Urbanisation

L'urbanisation à Akouda a eu lieu dans toutes les directions autour de l'ancienne ville. Le développement a consolidé l'accroissement linéaire le long de la RVE-815 pendant 1980-1988. Cependant, l'accroissement le plus spectaculaire a eu lieu à l'est et au nord de la MC-48 comme le montre la figure 4.5. Le développement additionnel de l'habitat est du type groupé en continuité avec les constructions existantes et l'occupation de la zone de Oued Larouk. Plusieurs groupes de zones résidentielles ont été développées le long de la déviation de la GP-1. L'extension de la zone urbaine est perceptible du côté ouest, tandis que la croissance est limitée à quelques spots dans le sud. L'espace consommé pendant cette période a été le plus important, et l'urbanisation a doublé de 93 ha à 202 ha en 1980-1988.

4.4.2 Occupation actuelle du sol

Zone résidentielle

La zone résidentielle couvre une surface de 180 ha. Cette zone s'est développée d'un centre d'ancienne ville, et est devenue à l'origine de formation d'un édifice urbain. Les zones résidentielles à Akouda sont de quatre types. L'ancienne ville présente un type d'habitat traditionnel tandis que la zone d'extension résidentielle dans le sud est composée de zones résidentielles isolées. De plus, un habitat de type mixte qui consiste en des logements groupés, isolés et autres, existe sur les deux rives de la RVE-815 au nord et sous la MC-48 au sud. Comme dans les villes qui l'entourent, le problème de l'habitat spontané est observé dans cette ville. Les groupements d'habitat spontané se situent essentiellement sur des zones agricoles ou des zones inondables telles que Oued El Larouk, Oued El Halem, Oued Djenen et Oued Errommane.

Zone agricole

La zone agricole couvre une surface de 4.460 ha, parmi lesquels 1020 ha sont irrigués. Les principales cultures sont les olives et les grenades. Néanmoins, cette ville montre aussi, une baisse dans le secteur agricole à cause des faibles revenus du secteur agricole et de l'industrialisation.

Aménagements Publics

Dans cette ville, une insuffisance des aménagements public est observée, à savoir, aménagement sociaux, sportifs, culturels, zones vertes, administratifs et institutionnels.

Zone industrielle

Une nouvelle zone industrielle a été créée sur les terrains agricoles sous formes anarchiques. De plus, les aménagements des services industriels n'ont pas suivi l'extension de la zone industrielle.

Infrastructure routière

Akouda est relié aux routes principales qui comprennent la déviation de la GP-1 à l'est et l'autoroute au sud ouest. Deux routes, la MC-48 et la RVE-815, existent au sud et au nord respectivement. Aussi la RVE-815 rejoint-elle la GP-1 tel que le montre la figure 4.3.

Zones inondables

La raison majeure de l'inondation de cette ville est le débordement des eaux le long de Oued Kebir dans la zone urbanisée sud. De plus, les ruissellements du bassin versant du nord de la ville s'écoulent superficiellement à travers les routes. L'eau est acheminée par la MC-48 et cause des inondations jusqu'à la déviation de la GP-1. Aussi la ville a-t-elle un lit d'oued qui n'est pas bien défini dans les zones urbaines et un manque d'ouvrages pour l'évacuation des eaux pluviales.

4.4.3 Occupation future du sol

1) Le centre de l'ancienne ville s'est détérioré à cause de l'absence des aménagements sociaux. Dans cette zone, l'habitat est de type social pour des habitants à faibles revenus. En plus, le prix élevé des terrains dans le centre de l'ancienne ville a engendré une augmentation du nombre d'habitations spontanées dans les zones voisines. Dans ce cadre, un plan de redéveloppement de l'ancienne ville est proposé en parallèle avec l'extension urbaine.

2) L'extension de l'habitat anarchique s'est fait dans les zones agricoles et parfois sous des câbles électriques à haute tension. Afin d'éviter ce danger, l'installation d'un réseau de câbles électriques souterrains doit être réalisée. Aussi, les logements spontanés doivent être éliminés de la zone agricole en offrant un programme d'habitat public et un contrôle administratif afin d'assurer la protection de l'agriculture.

3) Même si l'industrialisation a créé de nombreux emplois dans la ville, l'infrastructure de transport ne correspond pas à l'échelle de cette industrie. En plus, un manque des aménagements de service industriel dans la zone industrielle est observé. Ceci a engendré l'implantation de quelques usines dans des zones résidentielles ou agricoles. Dans ce cadre, le plan d'aménagement futur doit tenir compte de l'infrastructure

nécessaire et des aménagement des services industriels dans le but de la protection de l'agriculture. En plus, la zone industrielle doit être installée sur une route principale afin d'éviter les congestions du trafic.

4) Un manque quantitatif et qualitatif des aménagements publics est observé, particulièrement dans le centre de l'ancienne ville. Ceci résulte essentiellement des prix élevés des terrains et du manque d'espaces. A cet égard, une installation bien équilibrée des aménagements sociocollectifs doit être faite dans cette ville en concordance avec son aspect socio-économique ainsi qu'une distribution spatiale physique pour le bénéfice de tous les résidents.

5) A la suite des fortes pluies, l'inondation des routes principales bloque le trafic. Un programme de l'aménagement d'une infrastructure contre les inondations, telle que réseaux de drainage et d'assainissement et bassins d'écrêtement, doit être mis en oeuvre. En plus, la pollution de l'eau dans les oueds doit être évitée, ainsi que les rejets des ordures dans les lits d'oueds, ce qui engendre une surélévation du niveau d'eau et gêne les écoulements vers l'aval.

6) L'infrastructure routière à Akouda et dans les agglomérations voisines telles que Sousse, Hammam Sousse, Kalaa Kébira et Kalaa Sghira doit être améliorée. Cette réhabilitation concerne les routes MC-48, RVE-815 GP-1, déviation de la GP-1 et la RVE-819 tel que montré sur la figure 4.3.

4.5 Kalaa Kébira

4.5.1 Urbanisation

Kalaa Kébira s'est transformée d'un village agricole en une ville urbaine. La ville est principalement vouée à l'agriculture et la zone urbaine s'est étendue depuis les dernières années. L'urbanisation de la ville a eu lieu sur la base de deux plans d'aménagement successifs. Le premier plan a été fait par un urbaniste italien pour améliorer et restructurer l'ancienne cité pendant 1965-1975. Pendant ce plan, la ville a été caractérisée par une vie rurale avec des édifices urbains traditionnels où les routes sont généralement étroites. De plus, l'existence de deux oueds (Oued Kébir et Oued Sghir) qui entourent la ville a influencé le choix de l'extension urbaine. Afin de résoudre ces contraintes, le plan s'est concentré sur deux points. L'un est de ne pas désorganiser l'ancien édifice urbain par tout développement et le second est de ne pas bloquer les lits des oueds pour assurer la sécurité et éviter les problèmes de santé. Ce plan comprend une subdivision en deux zones majeures, socioculturelle et résidentielle. Le deuxième

plan d'aménagement a été élaboré par le groupe de l'Equipe de l'Etude du Centre, et a été approuvé par décret en 1976 et son application a été projeté durant la période 1975-1985. Néanmoins, ce plan d'aménagement n'a pas été respecté à cause du manque du contrôle. Le développement de la ville prévu par ce plan d'aménagement de l'Equipe de l'Etude du Centre durant cette décade est représenté comme suit :

- La forme de la subdivision en zones à différentes vocations constitue des contraintes et des restrictions pour les résidents.
- La distribution spatiale non équitable des aménagements.
- Le schéma de distribution des zones sur la surface totale projetée tel que zones résidentielles et routes (409, 5 ha), zones industrielles (50,5 ha) et zones d'aménagements (40 ha).

4.5.2 Occupation actuelle du sol

Zone résidentielle

La zone résidentielle comprend des habitations et des aménagements publics et d'activités avec une surface de 571 ha. L'ancienne cité est composée de logements traditionnels groupés. Pour l'extension de l'urbanisation, les types de logements sont caractérisés par une régulation de zoning tels que isolés, paires, continus et groupés. En même temps, Kalaa Kébira témoigne du pourcentage d'habitat spontané le plus élevé dans le Sahel.

Zone agricole

L'activité principale dans cette ville est reliée à l'agriculture vue la richesse de ses champs. Le produit agricole majeur est l'olive à Kalaa Kébira. Cependant, l'extension urbaine a eu lieu sur plusieurs propriétés agricole et d'une façon anarchique.

Zone publique

Cette zone comprend les aménagements éducationnels, sportifs et de services sur une surface de 27,8 ha. Des parcelles de terrains pour ces aménagements publics ont été réservées conformément à la régularisation de zoning. La zone verte couvre une surface totale de 113 ha, dont 11 ha sont réservés aux oueds et aux zones protégées. Cette zone comprend aussi 14 ha alloués au parc municipal.

Zone industrielle

La zone industrielle couvre une surface de 9 ha située sur la route Ghdir El Ajla. Les activités dans cette zone ne sont pas développées et concernent des industries légères. En parallèle, il existe une zone d'activité industrielle avec une surface de 3,2 ha.

Zones inondables

Les zones inondables sont situées le long de l'aval des oueds. Puisque des groupements d'habitats spontanés ainsi que certaines routes dans cette zone obturent l'écoulement naturel des oueds, ceci est devenu une des origines des inondations dans cette ville. De plus, deux oueds, Oued Kbir et Oued Sghir entourent complètement la ville, pour se déverser dans la plage de Hammam Sousse. Ceci cause des risques sérieux d'inondations par les débordements des oueds et de pollution par les eaux stagnantes.

4.5.3 Occupation future du sol

1) Parmi la surface totale de 500 ha couverte par le plan d'aménagement, 442 ha (88,4 %) sont déjà occupés et seulement 58 ha (11,6 %) sont disponibles. A part les constructions illégales, certaines constructions sont situées sur des terrains qui ne sont pas urbanisables selon le plan d'aménagement. Ces constructions s'éparpillent dans la zone et compte plus de 500 logements sur une surface de 60 ha. De plus, une saturation des espaces dans les zones est, Zaarna, Zaarna Ouest, Oued M'hamed et Jeradaa est observée. A la suite de ces phénomènes l'occupation du sol a été désorganisée et les vocations initiales des zones ont été changées par les constructions dans des zones non prévues pour l'urbanisation et par l'habitat spontané. Dans ce cadre, le plan d'aménagement futur proposé projette l'intégration des plans de développement de quatre zones: zone résidentielle de Ghdir El Ajla, la zone d'El Mansoura, la zone derrière la station et la zone industrielle de la l'AFI. En plus, l'aménagement de l'extension dans la partie est de la voie ferrée est incluse.

2) La plupart des habitants vivent dans des maisons spacieuses. Ce type de constructions nécessite un grand espace récupéré au détriment des zones agricoles. Par conséquent, il est recommandé d'optimiser l'occupation du sol en consommant moins d'espace pour les constructions ce qui mène à un développement qualitatif harmonieux.

3) L'évolution de la ville a été quantitative plutôt que qualitative. Les aménagements publics existants à Kalaa Kébira sont insuffisants et leurs distributions n'est pas équilibrés. L'occupation future du sol doit être faite de telle façon à contribuer au développement de la ville sur la base des aspects suivants : fournir plus d'aménagements publics et d'espaces verts et développer les constructions sur les deux côtés des routes principales, assurant un aménagement urbain à cette ville.

4) Les activités de cette ville sont essentiellement agricole vue la richesse de ses champs. Pour ceci, les zones agricoles doivent être protégées de l'urbanisation surtout

que plusieurs propriétés agricoles ont été envahies par l'habitat anarchique. En plus, un programme de logement public doit être lancé pour arrêter le problème de l'habitat spontané.

5) A la suite des fortes pluies, l'inondation des routes principales bloque le trafic. Un programme de l'aménagement d'une infrastructure contre les inondations, telle que réseaux de drainage et d'assainissement et bassins d'écroulement, doit être mis en oeuvre. En plus, la pollution de l'eau dans les oueds doit être évitée, ainsi que les rejets des ordures dans les lits d'oueds, ce qui engendre une surélévation du niveau d'eau et gêne les écoulements vers l'aval.

6) Le secteur industriel est un facteur important pour encourager l'emploi. Puisque la zone est essentiellement agricole, il est préférable de développer une industrie alimentaire qui pourrait créer des opportunités d'emplois pour les résidents. De plus, la zone industrielle sera située sur une route principale.

7) Le système de route doit être organisé d'une façon hiérarchique. Le trafic à l'intérieur de la ville doit être amélioré par l'élargissement des routes suivantes: Rue 1er juin, Rue Ali Belhouane, Rue Hédi Chaker et Rue Ben Aïcha.

4.6 Kalaa Sghira

4.6.1 Urbanisation

Depuis l'indépendance du pays, l'urbanisation de Kalaa Sghira a eu lieu vers le nord et l'est dans la direction de Sousse, Hammam Sousse, Akouda et Enneguer. Kalaa Sghira est devenue centre d'une délégation en 1982. A la suite de cet événement, la population s'est déplacée vers les zones entourant la ville. Après la création du secteur industriel, l'extension urbaine s'est caractérisée par un habitat anarchique à cause du manque de contrôle. En plus, l'infrastructure reste insuffisante comparée à cette extension, et la ville reste de taille plutôt moyenne.

4.6.2 Occupation actuelle du sol

Zone Résidentiel

La zone résidentielle couvre une surface de 220 ha avec les aménagements relevant. La plupart de l'évolution urbaine est suivie d'un développement résidentiel. Cependant, la plupart de l'extension urbaine le long de la RVE-819 a eu lieu sans division préalable. Les logements existants sont du type traditionnels groupés dans l'ancien centre ville et

du type isolé aux alentours. En même temps, des habitations spontanées sont apparus à El Harik et le long de Oued Aoun.

Zone Agricole

Le secteur agricole demeure une activité importante dans cette ville. Les champs agricoles comprennent une surface de 3.500 ha d'oliviers et 7.000 ha réservés aux cultures principales et aux cultures pour alimentation du bétail.

Aménagements publics

La ville de Kalaa Sghira a actuellement un certain nombre d'administrations et d'aménagements culturels et sociocollectifs. Néanmoins, il sont encore insuffisants pour le développement de la ville.

Zones inondables

Les zones inondables se situent principalement dans le sud et au centre de la ville. La digue de trois mètres de hauteur qui supporte la voie ferrée et entoure la ville du côté sud forme une contrainte pour les ruissellements. Si cette digue joue un rôle efficace pour la protection de la ville, elle cause l'inondation des constructions dans les zones basses situées à l'amont ainsi. Au niveau de cette ville, l'oued n'a pas de lit marqué et des débordements ont lieu après les fortes pluie dans les zones urbaines surtout que la zone ne possède pas d'ouvrages pour l'évacuation des eaux pluviales.

4.6.3 Occupation future du sol

1) La révision de l'ancien plan d'aménagement de Kalaa Sghira est nécessaire parce que la situation se trouve modifiée dans certaines zones. Des constructions ont lieu dans des zones non destinées à l'urbanisation. Aussi, la nouvelle autoroute est-elle reliée à la déviation de la GP-1 au niveau de la traversée de la zone résidentielle supérieure de Kalaa Sghir de ouest en est. Le nouveau plan d'aménagement doit intégrer la nouvelle zone industrielle et la modification des espaces ouverts et des zones vertes d'Ejforf par une réglementation de zoning à l'intérieur de la zone résidentielle.

2) Le plan d'aménagement futur de Kalaa Sghira doit assurer la protection des champs agricoles riches. A cet égard, l'extension urbaine va atteindre les champs de grenadiers et des périmètres irrigués de Sabaghin et Echeragui. De plus, l'urbanisation doit avoir lieu avec une distribution équilibrée des aménagements publics et des routes organisées hiérarchiquement afin de promouvoir l'édifice urbain.

3) A la suite des fortes pluies, l'inondation des routes principales bloque le trafic. Un programme pour l'aménagement d'une infrastructure contre les inondations, telle que réseaux de drainage et d'assainissement et bassins d'écrêtement, doit être mis en oeuvre. Les bassins d'écrêtement peuvent être utilisés comme parcs ou terrains de sport, pendant la saison sèche.

4) Le plan d'aménagement futur sera établi comme suit afin de subvenir aux besoins de la ville:

- La zone industrielle sera implantée sur une zone de 25 ha au nord est.
- La zone résidentielle sera créée avec des écoles et les aménagements publics sur une surface de 48 ha.
- La zone agricole dite "Saint le Roi" au nord sera transformée en zone résidentielle couvrant une surface de 55 ha.
- La zone agricole de "Ras El Oued" à l'ouest sera classifiée zone résidentielle et couvrira 50 ha.

4.7 Conclusion

Le plan d'aménagement est très important parce qu'il fournit une vision future de la région concernant les aspects socio-économique aussi bien que le développement physique. Même si les villes ont des conditions naturelles différentes, leur caractéristique est d'avoir maintenu des activités agricoles. Néanmoins, la situation géographique proche de la ville de Sousse a encouragé le développement urbain dans ces villes. L'extension urbaine est accompagnée d'un développement résidentiel à partir des centres des anciennes villes. Cependant, la disparité entre ces anciennes villes et les zones urbaines nouvelles constitue un problème pour le développement de ces villes et engendre les phénomènes d'habitat spontané dans les alentours. Dans ce sens, la réhabilitation de ces anciennes villes est nécessaire en parallèle avec les problèmes de l'habitat anarchique.

La plupart de cette extension rapide a mené à un développement désordonné dans les zones agricoles et dans les zones inondables sous forme d'habitat anarchique. Aussi, une grande distribution de terrains a-t-elle eu lieu sans divisions préalables tel est le cas le long de la RVE-819 dans la ville de Kalaa Sghira. Dans cette perspective, une reclassification du plan d'aménagement est nécessaire, vu qu'il n'est plus approprié pour la situation actuelle. En ce qui concerne l'habitat spontané, un programme de logements publics doit être lancé.

En plus, les régions exposées aux risques d'inondations, existent dans tout la bassin de Oued Hammam. De plus il est observé que les aménagements publics et les infrastructures existants dans la région sont insuffisant et leur distribution n'est pas équilibré. A cet égard, le développement futur doit être fait avec une distribution spatiale bien équilibrée des aménagements publics et de l'infrastructure, afin d'assurer une autosuffisance pour ces villes au sein de cette région.

CHAPITRE 5 DRAINAGE URBAIN

5.1 Généralités

Les systèmes de drainage urbain consistent en un réseau de drainage des eaux pluviales et des réseaux d'eaux usées. Le but principal de l'étude est de vérifier si les rejets des eaux usées domestiques et industrielles constituent en fait des débits permanents dans le cours de Oued Hammam avant les crues. Si cet écoulement est minime, il sera ultérieurement négligé pour le calcul du débit de projet.

En examinant les données et les informations sur les réseaux d'assainissement et de drainage dans la zone d'étude, et à la suite de reconnaissance de site et des interviews, il s'est avéré que l'inondation de la zone basse le long du cours de l'oued est le problème critique depuis longtemps. Ce problème résulte du réseau modeste de drainage des eaux pluviales. D'autre part, les eaux usées domestiques sont partiellement traitées dans des stations d'épuration situées sur la rive gauche près de la route touristique. Les eaux traitées sont déversées ensuite directement dans la mer.

5.2 Réseau de drainage urbain

Données collectées

En plus des données et des informations collectées par la mission du champ de travail sur le réseau de drainage urbain, l'équipe de l'étude de la JICA continue à collecter des données et des informations supplémentaires de diverses sources. Il s'est avéré que les études et les travaux de construction du réseau de drainage dans la zone du Grand Soussé sont essentiellement réalisés en plusieurs étapes par l'Office National de l'Assainissement (ONAS). Le bassin de Oued Hammam est situé dans la zone nord de tout le système. Il existe beaucoup de données et d'informations concernant le drainage des eaux pluviales et des eaux usées, qui ont été publiées dans le passé. Cependant, les données collectées durant les phases 1 et 3 sur site sont plutôt anciennes. Les membres de l'équipe d'étude de la JICA ont visité plusieurs fois les bureaux de l'ONAS à Soussé et ont visité un bureau d'étude local familiarisé avec les projets actuels et futurs de l'ONAS. L'équipe d'étude de la JICA a pu obtenir des informations générales et non pas détaillées.

Afin de saisir la relation entre alimentation en eau et réseau de drainage urbain, des données concernant l'alimentation en eau ont été aussi collectées de la Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux (SONEDE). L'alimentation en eau des zones

urbaines et rurales de la zone d'étude a été toujours assurée par la SONEDE. Une réalisation par étapes des réseaux d'alimentation en eau a été entreprise jusqu'à présent, et maintenant la SONEDE est entrain de réaliser le VIII^{ème} plan qui s'étend sur cinq années, de 1992 à 1996. Les données qui montrent le programme de réhabilitation et d'extension à l'échelle nationale prévu dans ce VIII^{ème} plan, ont été obtenues. Cependant, le programme par région n'était pas disponible.

Examen des données collectées:

Les données et les informations collectées à la suite d'interviews avec le personnel concerné de l'ONAS, de la SONEDE et du MEH, ainsi que quelques bureaux d'études locaux, ont été aussi examinées. Les réseaux d'eau pluviale et d'assainissement dans la zone urbaine du Grand Sousse ont été toujours réalisés, contrôlés et réhabilités à la fois par le MEH et l'ONAS. La révision du Plan Directeur est faite tous les cinq ans par l'ONAS, et maintenant elle est dans sa quatrième étape. Les réseaux de drainage des eaux pluviales et d'évacuation des eaux usées sont projetés et entretenus par l'ONAS. L'Equipe d'Etude de la JICA a été informée que la révision du Plan Directeur et l'étude de faisabilité sur les projets prioritaires sont maintenant en cours de mise au point et le rapport final sera bientôt prêt. L'Equipe d'Etude de la JICA a demandé de l'ONAS les dernières données et informations obtenues au cours de cette dernière étude, cependant elles n'ont pas été fournies jusqu'à présent.

Pour l'alimentation en eau pour les zones du Grand Tunis et Sousse, les détails sur les ouvrages existants, la capacité d'alimentation, la population desservie, etc. ne sont pas disponibles. Les données obtenues de la SONEDE montrent uniquement les caractéristiques de l'alimentation en eau à l'échelle nationale.

Reconnaissance du site et conclusions:

Une reconnaissance du site a été faite afin de saisir la situation actuelle des réseaux de drainage et d'assainissement réalisés par l'ONAS, les principales conclusions sont:

(1) Dans la zone du Grand Sousse, il existe actuellement deux stations d'épuration. La station du Sousse Sud (WWTP Sud) décharge les eaux traitées dans Oued Hallouf à travers un dalot. La station de Sousse Nord (WWTP Nord) située à la rive droite près de la route touristique, est surchargée et les eaux non traitées sont déversées dans la mer Méditerranée au niveau de l'exutoire de Oued Hammam. En plus, dans plusieurs zones, on a observé les déversements des eaux usées dans les oueds qui émettent des odeurs désagréables dans les zones voisines. Ces eaux usées n'ont pas pu être quantifiées, mais elles ne peuvent pas être significatives du point de vue inondations.