

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE (JICA)

MINISTRE 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

RAPPORT FINAL

Volume II RAPPORT PRINCIPAL

Mars 1994

Nippon Koei Co., Ltd., Tokyo

S	S	S
J	R	
94 - 027		

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

RAPPORT FINAL

Volume II RAPPORT PRINCIPAL

JICA LIBRARY



1114876141

26611

Mars 1994

Nippon Koei Co., Ltd., Tokyo

LISTE DES VOLUMES

Volume I RESUME

Volume II RAPPORT PRINCIPAL
PARTIE I ETUDE DU PLAN D'EXECUTION
PARTIE II ETUDE DE LA VIABILITE
- OUED ENNKHILET
- OUED HAMMAM

国際協力事業団

26611

AVANT-PROPOS

En réponse à la demande du Gouvernement de la République de Tunisie, le Gouvernement du Japon a décidé d'entreprendre l'étude du schéma directeur et l'étude de factibilité du Projet de lutte contre les crues dans le Grand Tunis et Sousse. L'exécution de ces études a été confiée à l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA).

La JICA a envoyé à Tunisie, à deux reprises pendant la période de février 1993 à février 1994, une mission d'étude dirigée par Monsieur Hideki Sato de Nipon Koei Co., Ltd.

La Mission a tenu des discussions avec les responsables intéressés du Gouvernement de la République de Tunisie et a effectué les enquêtes sur les lieux. Après le retour de la Mission au Japon, des études plus détaillées se sont poursuivies et le présent rapport a été élaboré.

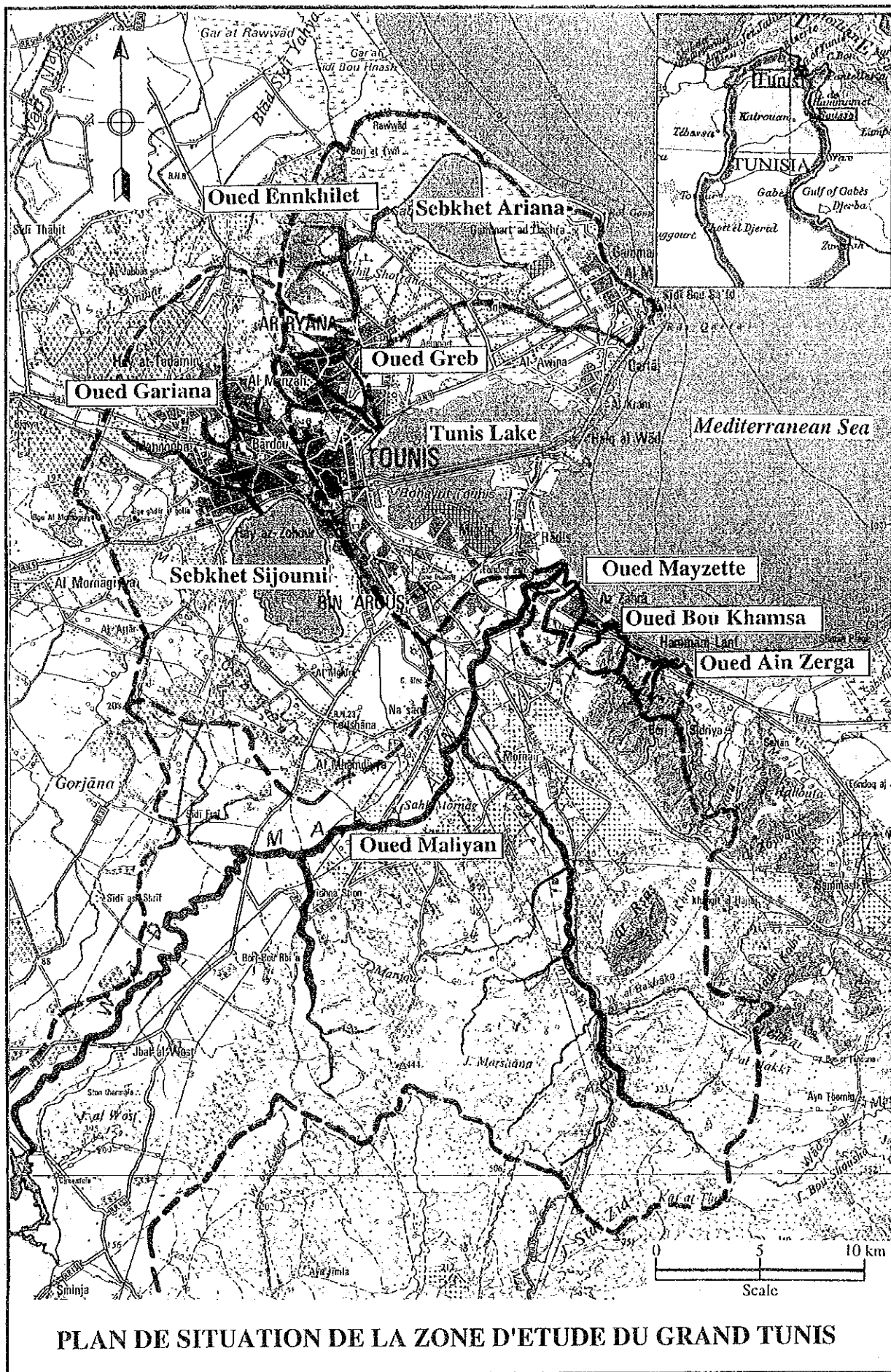
Il est souhaité que ce rapport puisse aider à la réalisation du Projet et contribuer au renforcement des relations amicales entre nos deux pays.

Je voudrais exprimer mes sincères remerciements aux responsables intéressés du Gouvernement de la République de Tunisie pour la franche collaboration qu'ils ont réservée à la Mission.

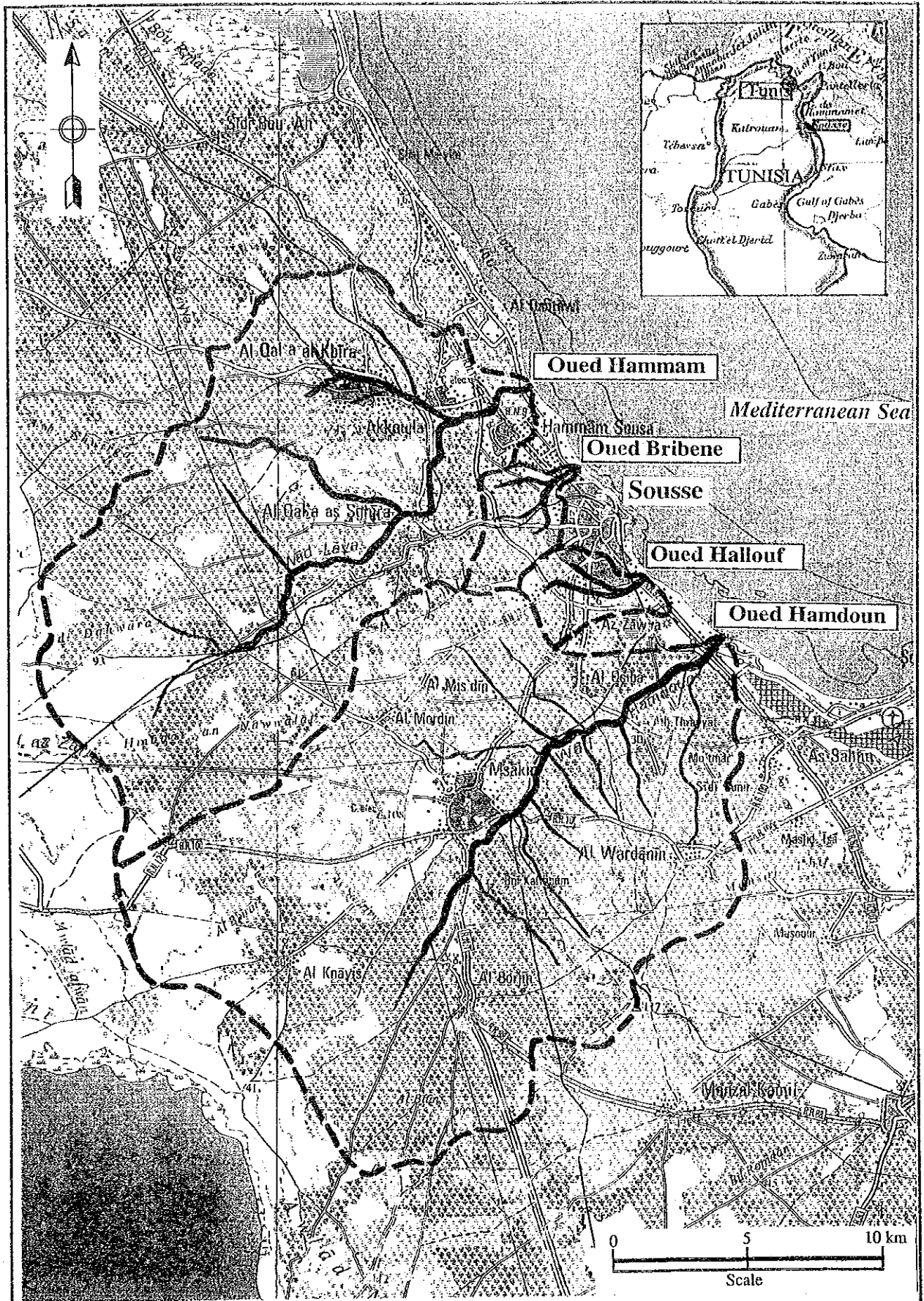
15 mars 1994

Kensuke Yanagiya

Président de l'Agence Japonaise
de Coopération Internationale

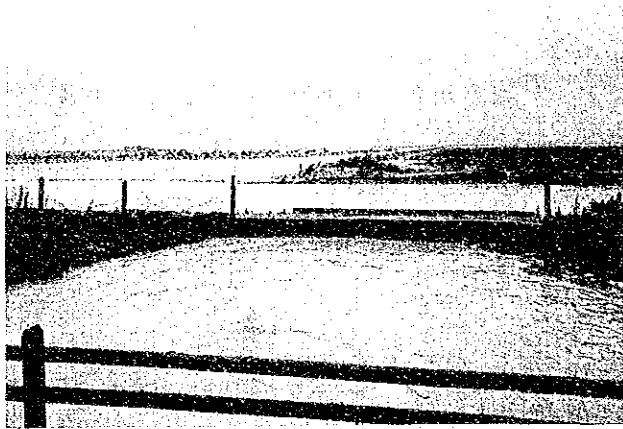


The Study on Flood Protection Program for Greater Tunis and Sousse in the Republic of Tunisia

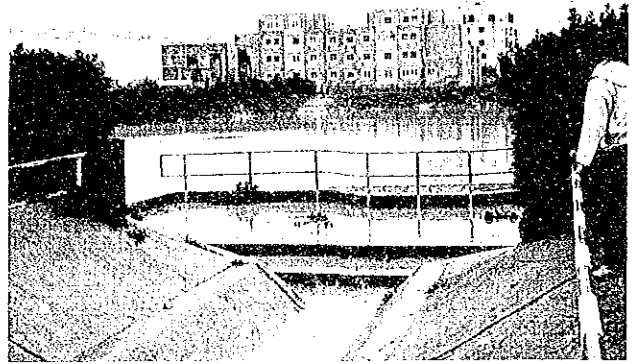


PLAN DE SITUATION DE LA ZONE D'ETUDE DU GRAND SOUSSE

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

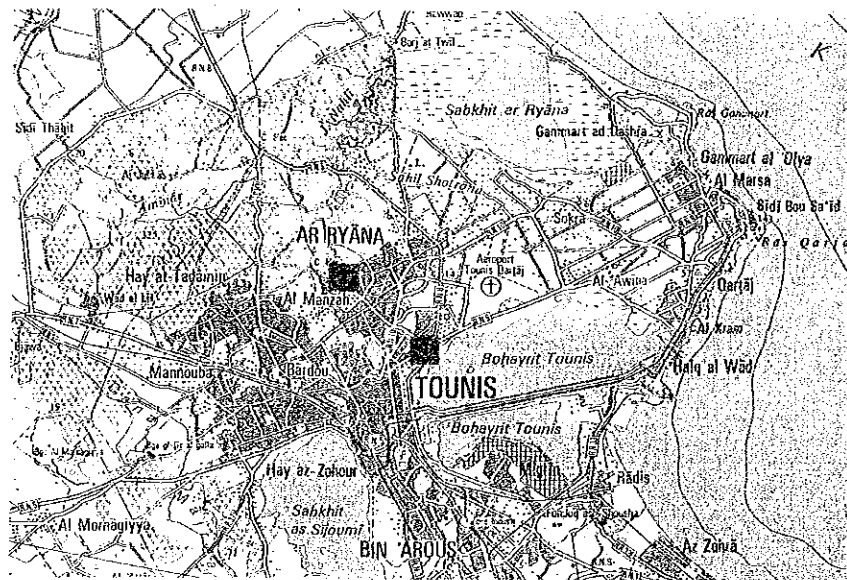


① Qued Greb, Vue de l'Aval à Partir de Route L.N.S.

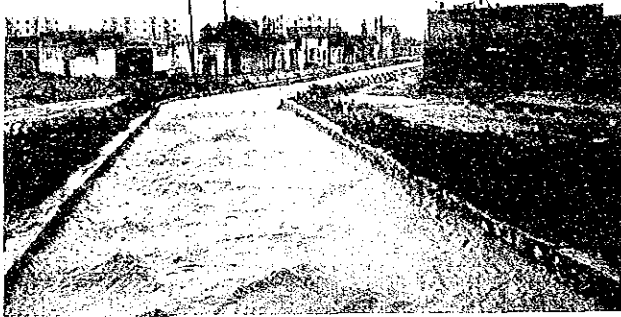


② Exutoire du bassin d'écrêtement "ERO-3B"

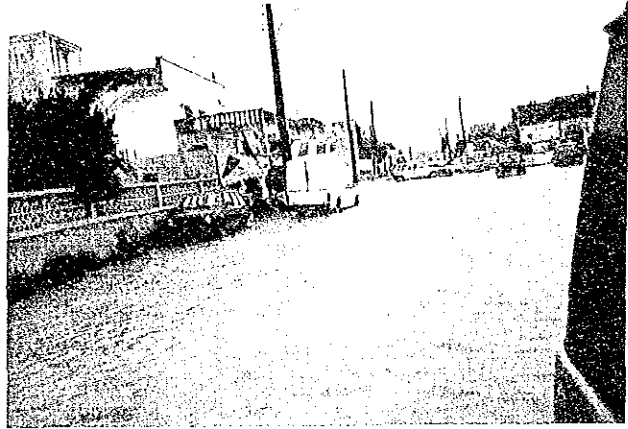
Ces photos montrent la situation dans la partie centrale de Tunis à la suite des pluies déhivernées qui se sont abattues sur la région le 5 et 6 mai 1993 et qui ont atteint une hauteur de 97,5 mm. Cet événement pluvieux a été enregistré par le pluviographe récemment installé à l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis dans la période entre le 5 mai à 22h00 et le 6 mai à 17h00.



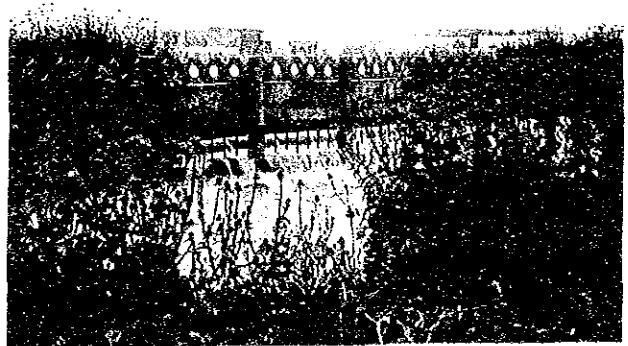
Plan de situation



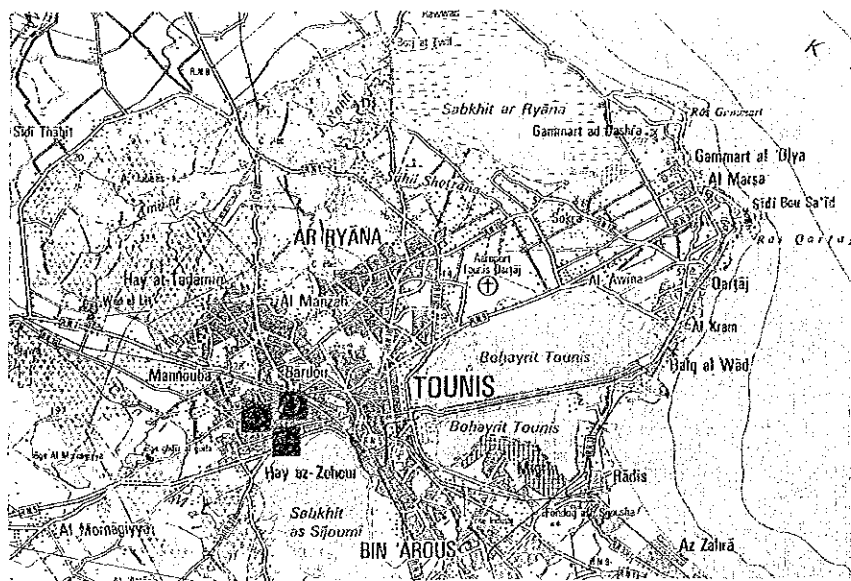
③ Qued Gariana. Vue de l'Amont à partir de la route



④ Route inondée près du "EBA-1"



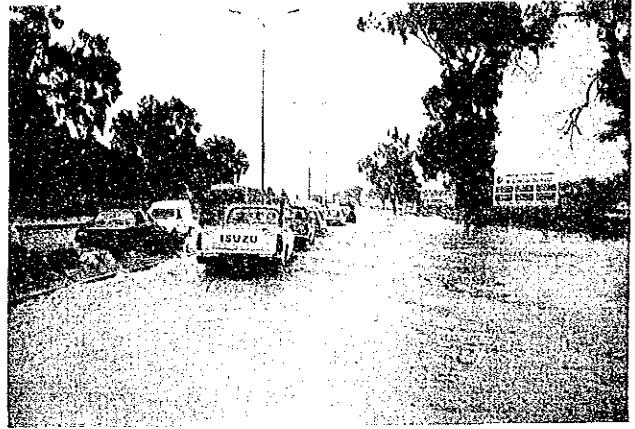
⑤ Débordement des eaux du bassin d'écrêtement "EBA-1"



Plan de Situation



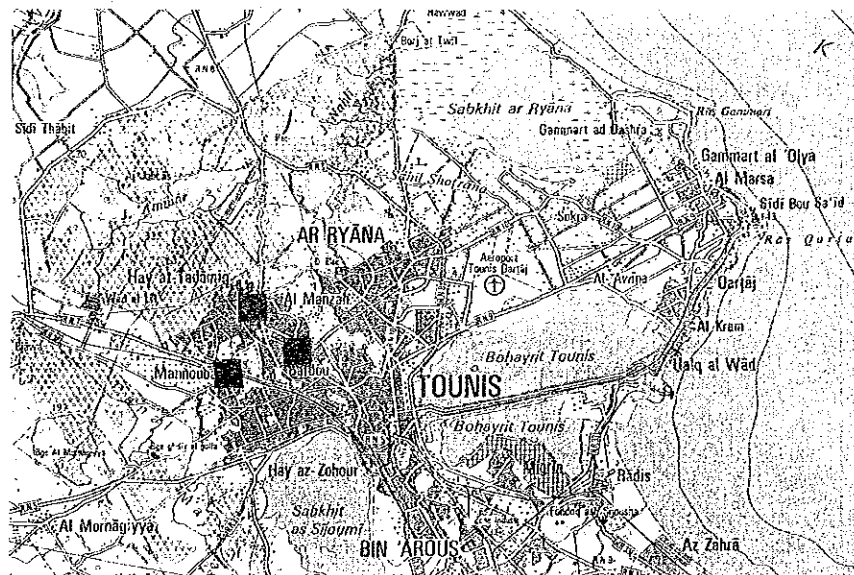
⑥ Débordement à l'exutoire du bassin d'écoulement "EBA-3"



⑦ Route Inondée près d'Ettafhamen



⑧ Ruissellements submergeant la route, au sud de "EBA-4"



Plan de Situation

RESUME

1. Généralités

Ce rapport final de "L'ETUDE SUR LE PROGRAMME DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DU GRAND TUNIS ET DU GRAND SOUSSE" résume les résultats de l'étude faite par l'Equipe de l'Etude de la JICA pendant les phases 1, 2 et 3, à la fois sur site en Tunisie fin février - mi-mai 1993 et fin septembre 1993 - début février 1994) et à Tokyo (mi-mai - mi-août 1993 et mi-février - mars 1994). Les principaux objectifs de l'étude sont la formulation d'un Plan Directeur et la réalisation d'une étude de faisabilité sur les projets prioritaires sélectionnés pour la protection contre les inondations à la fois dans le Grand Tunis et le Grand Sousse. Les projets prioritaires proposés dans ce rapport ont été sélectionnés des points de vue technique et économique, après avoir expliqué et discuté avec le Ministère de l'Equipement et de l'Habitat (ci-dessous référé "MEH")

1) Planning global de travail

L'étude a été réalisée en trois (3) phases suivantes:

Phase 1: Investigation de base (mi-février - mi-mai 1993).

Phase 2: Formulation du Plan Directeur pour la protection contre les inondations (mi-mai - mi-août).

Phase 3: Etude de Faisabilité sur les projets prioritaires (mi-septembre 1993 - mars 1994).

L'organigramme de l'étude est présenté sur la figure 1 du rapport Résumé. Les travaux réalisés pendant les phases 1, 2 et 3 sont résumés ci-dessous.

Phase 1

- Collecte de données et revue des données disponibles
- Reconnaissance sur site
- Investigation sur site
- Préparation du rapport d'avancement

Phase 2

- Analyse des données collectées
- Etude de l'ossature de base du plan
- Evaluation des plans et des ouvrages existants
- Etude de variantes
- Examen Initial de l'Environnement (IEE)
- Estimation des coûts et des bénéfices
- Sélection du plan optimal
- Formulation du Plan Directeur
- Etude institutionnelle
- Sélection des projets prioritaires
- Préparation du Rapport Intermédiaire

Phase 3

- Explication du rapport intermédiaire
- Investigation supplémentaire sur terrain
- Calcul de faisabilité
- Etude sur le fonctionnement et la maintenance
- Estimation des coûts et des bénéfices
- Evaluation des impacts environnementaux
- Evaluation du projet
- Préparation d'un programme de construction
- Préparation des versions provisoires et définitives du rapport final

2) Soumission des rapports

a) Rapport de commencement

L'Equipe de l'Etude de la JICA a soumis le rapport de commencement au MEH le 26 février 1993 (version anglaise et version française, 20 copies de chacune).

Une réunion a été tenue le même jour pour expliquer le contenu du rapport, et aussi pour discuter comment procéder aux travaux conformément au plan de travail fixé. L'Equipe de l'Etude de la JICA et le MEH ont globalement été d'accord sur le contenu du rapport.

Les procès verbaux de la réunion, après leur revue par les deux parties, ont été signés le 1er mars 1993 par Mr Kharrat Mahmoud, Directeur de l'Hydraulique Urbaine du MEH, et Mr H. Sato., le chef de l'Equipe de l'Etude de la JICA. Les membres du comité consultatif, président Mr R. Ikushima et son membre Mr M. Nakayazu et le coordinateur de la JICA, Mr T. Murakami, ont témoigné des signatures. La copie des procès verbaux de la réunion est présentée dans l'ANNEXE 2.

b) Rapport d'avancement

Le rapport d'avancement qui résume les travaux réalisés pendant la phase 1 jusqu'au 27 avril 1993 a été préparé et soumis au MEH le 3 mai 1993 (version anglaise : vingt (20) copies). Au cours de la réunion tenu le 3 mai 1993, l'Equipe de l'Etude de la JICA a expliqué le contenu de ce rapport et a aussi discuté avec le MEH comment terminer le travail restant tel que les levés topographiques d'oueds, l'installation des pluviographes et des limnigraphes et la collecte de données et d'informations additionnels. La copie des procès verbaux de la réunion est présentée dans l'ANNEXE-2.

c) Rapport intermédiaire

Le rapport intermédiaire qui résume les travaux faits pendant les phase 1 et 2 jusqu'au 19 août 1993 a été préparé et soumis au MEH le 29 septembre 1993 (version anglaise : dix (10) copies, version française : trente (30) copies). Les résultats de l'étude décrits dans le rapport intermédiaire ont été expliqués en détail par l'Equipe de l'Etude de la JICA sur site pendant la période entre fin septembre et début octobre 1993 au MEH. L'Equipe de l'Etude de la JICA et le MEH ont montré des opinions différents concernant le projet prioritaire dans la zone du Grand Tunis. La première a recommandé le cas de "Oued Maliyan" et le second a proposé le cas de "Oued Ennkilet et Sebket Ariana". La JICA Tokyo a décidé d'accepter la proposition du MEH en considération des situations.

d) Version provisoire du rapport final

La version provisoire du rapport final a été préparé sur site vers début février 1994, et remis au MEH le 5 février 1994. La totalité du contenu du rapport a été expliqué au MEH par l'Equipe de l'Etude de La JICA avant la remise du rapport. Le MEH a compris les résultats de l'étude et a montré sa satisfaction à ce propos. En examinant le rapport, le MEH a présenté ses commentaires sur certains points, et ces commentaires ont été attentivement revus et examinés par l'Equipe de l'Etude de la JICA. La mise du

rapport a été faite en se basant sur les études faites jusqu'à lors et sur les commentaires du MEH.

2. Avancement global du travail dans les phases 1 et 2

1) collecte de données

La mission du Champs de Travail (S/W) qui a visité le site en octobre 1992 a collecté différentes données et informations des autorités gouvernementales concernées avec l'aide du MEH et toute ces données et informations ont été transférées à l'Equipe de l'Etude de la JICA. Au début de la phase 1, l'Equipe de l'Etude de la JICA a effectué une revue rapide de ces données et informations et a trouvé que de plus amples données et informations sont nécessaires pour la formulation du Plan Directeur. La collecte des données et informations additionnelles a été essentiellement faite par les membres de l'Equipe de l'Etude de la JICA en collaboration avec les membres de la contrepartie du MEH pendant la période de février à avril 1993. Les organismes gouvernementaux visités sont le Ministère de l'Agriculture (MA), l'Office National de l'Assainissement (ONAS), la Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux (SONEDE), le Gouvernorat de Tunis, l'Institut National des Statistiques, et autres. En plus, l'Equipe de l'Etude de la JICA a aussi visité des bureaux d'études locaux qui ont participé dans des projets de développement à Tunis et à Sousse qui ont des relations étroites avec l'étude. La liste des données et des informations est présentée dans l'ANNEXE 3.

2) Révision des données collectées

Les données et informations collectées consistent en des rapports, des brochures, des annuaires statistiques, des plans, des photos aériennes et des cartes topographiques. L'Equipe de l'Etude de la JICA les a examiné attentivement et a saisi le niveau des études faites par le gouvernement Tunisien jusqu'à lors. Il a été conclu que certaines données et informations se sont révélées dépassées pour plusieurs raisons. Sur la base de ceci, un planning des visites sur terrain a été établi par chaque membre de l'Equipe de l'Etude de la JICA.

3) reconnaissance des sites

Une première reconnaissance des sites a été faite immédiatement après l'arrivée des premiers membres de l'Equipe de l'Etude de la JICA le 23 février 1993. Elle avait pour but de comprendre la situation actuelle dans la zone du projet à la fois dans le Grand

Tunis et dans le Grand Sousse avant l'explication du rapport de commencement. L'Equipe de l'Etude de la JICA a confirmé qu'il n'y a pas de problèmes majeurs pour entreprendre les travaux conformément au champ de travail déterminé.

Au début du mois de mars 1993, la majorité des membres de L'Equipe de l'Etude de la JICA sont arrivés sur site et ont commencé une reconnaissance détaillée du terrain dans chaque secteur avec le personnel de la contre partie du MEH. Cependant, l'Equipe de l'Etude de la JICA a parfois fait seule des reconnaissance sur site lorsque le personnel de la contre partie du MEH n'était pas disponible. Les difficultés majeures rencontrées par L'Equipe de l'Etude de la JICA pendant l'étape initiale de la reconnaissance sur site étaient un manque d'informations suffisantes sur la topographie des terrains. L'Equipe de l'Etude de la JICA a été obligé de procéder à la reconnaissance sur site avec un nombre limité de cartes topographiques collectées par la Mission du Champs de Travail (S/W). L'Equipe de l'Etude de la JICA a presque terminé la reconnaissance sur site vers la fin du mois d'avril 1993.

4) Investigation sur site

En revoyant les données et les informations collectées, et aussi les résultats de la reconnaissance sur site, un plan pour les investigations sur site a été préparé en collaboration avec le MEH. L'Equipe de l'Etude de la JICA a discuté en avance avec le personnel de la contre partie du MEH la méthodologie de l'investigation et les analyses qui seront appliquées pour l'Etude. L'investigation sur site a concerné les quatre (4) thèmes suivants:

- Investigation hydrologique.
- Investigation géologique et géotechnique.
- Levé topographique.
- Expertise environnementale.

(i) L'investigation hydrologique consiste en i) l'analyse des données collectées, ii) l'installation d'équipements de mesure tel que limnigraphe, limnimètre, pluviographe et vérification des stations existantes, et iii) le transfert de technologie sur les mesures et les analyses des données hydrologiques au personnel de la contre partie du MEH. Des données hydrologiques et de météo tel que température, humidité, heures d'ensoleillement, pluies mensuelles, etc., ont été collectées de l'Institut National de la Météo et du MA. Des enregistrements de pluies journalières sont disponibles dans 57 stations dans la zone d'étude du Grand Tunis et ses zones environnantes, et 15 stations dans la zone de Sousse, ce qui couvre la période des huit (8) dernières années. D'autre

part, les enregistrements de mesure de niveau d'eau dans les oueds concernés sont plutôt limités. Parmi sept (7) oueds dans la zone de Tunis et quatre (4) oueds dans la zone de Sousse, les mesures de niveau d'eau sont faites seulement pour Oued Maliyan et Oued Hammam.

La reconnaissance sur site a été faite pour déterminer l'emplacement de cinq (5) nouveaux limnigraphes et six (6) nouveaux pluviographes à installer. L'Equipe de l'Etude de la JICA a contacté le MEH et le MA pour discuter des emplacements convenables de ces stations en fonction des stations existantes dans la zone d'étude. Il a été décidé d'installer des limnigraphes à Sebket Ariana (1 station), Sebket Sijoumi (1 station), bassin de l'Oued Maliyan (2 stations), et bassin de l'Oued Hamdoun (1 station). Les pluviographes sont au bassin de Oued Enkhilet (1 station), bassin de l'Oued Gariana (1 station), bassin de Oued Maliyan (1 station), bassin de l'Oued Hammam (1 station) et bassin de Oued Hamdoun (1 station). Le MEH est responsable des travaux d'installation de ces stations. L'installation des pluviographes a été complété vers le début du mois de mai. L'installation des limnigraphes a aussi été terminée vers la fin du mois d'août 1993.

(ii) Pour juger des conditions géologiques des lits des oueds et des sites de barrages où sont projetées des mesures de contrôle de crues, des investigations géologiques telles que le carottage, tests de perméabilité, tests de la force de compression et tests sur les matériaux pour remblai ont été planifiés. A partir de la reconnaissance sur site et de la revue des données et des informations existantes, l'emplacement des forages et des échantillons de matériaux pour remblai ont été déterminés par l'Equipe de l'Etude de la JICA. Les travaux d'investigation sur site ont été sous-traités à un entrepreneur local par l'Equipe de l'Etude de la JICA. L'entrepreneur a commencé les travaux sur terrain le 15 avril 1993 et a complété tous les travaux y compris les analyses et la préparation de rapports vers le 8 mai 1993. Des données et des informations géologiques existantes ont été aussi revues et analysées.

(iii) Les levés topographiques réalisés sont des profils en long et en travers pour sept (7) oueds dans la zone du Grand Tunis et quatre (4) oueds dans la Grand Sousse. A la suite de l'examen des cartes topographiques existantes et de la reconnaissance sur site, un plan de levés topographique a été préparé par l'Equipe de l'Etude de la JICA en consultation avec le MEH. Selon ce plan de levés, le MEH a sous-traité les travaux aux quatre (4) compagnies topographiques locales suivantes:

<u>Nom de l'entrepreneur</u>	<u>Nom de l'Oued et distance des levés</u>
- Boudabbous Abderrazak	Oued Maliyan (61 km)
- Salem Abid	Oued Ennkhilet (16 km)/ Oued Greb (13 km)
- Hédi Chabbouh	Oued Gariana (23 km)/ Oued Mayzette (5,6 km)/ Oued Bou Khamsa (3,9 km)/ Oued Ain Zerga (2,4 km)
- Hassen Brahem	Oued Hammam (14,5 km)/ Oued Blibène (5,2 km)/ Oued Hallouf (4,5 km)/ Oued Hamdoun (17,5 km)

Toutes les compagnies topographiques ont commencé les travaux de terrain à partir de début avril 1993 à par et tous les travaux ont été complétés vers début mai 1993. L'Equipe de l'Etude de la JICA a examiné attentivement les résultats des levés tels que les profils en long et en travers des oueds, et les a acceptés pour les étapes suivantes de l'étude de la phase 2.

(iv) Un examen environnemental pour les environnements socio-économique et naturel dans la zone d'étude a été réalisé afin de saisir l'impact du projet à construire. La reconnaissance sur site a été réalisée afin de:

- déterminer les causes et l'ampleur des problèmes d'inondation dans la zone d'étude et de voir comment il sont reliés à l'aspect environnemental,
- examiner et évaluer les aspects environnementaux de la zone d'étude en terme de leur importance et leur condition actuelle,
- prélever des échantillons d'eau dans des endroits sélectionnés des oueds pour appuyer les observations et les autres données disponibles sur la qualité de l'eau, et
- obtenir des informations sur les sites où existent déjà ou il est projeté par la présente étude de construire des mesures structurelles de contrôle des crues afin de déterminer et d'évaluer les impacts.

Vu la qualité de l'eau de surface, l'Equipe de l'Etude de la JICA a décidé de faire des tests sur la qualité de l'eau en plusieurs points dans les oueds des zones du Grand Tunis et Grand Sousse. L'Equipe de l'Etude de la JICA a demandé à l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax (ENIS) de faire des prélèvements et des tests sur des échantillons d'eau. Le prélèvement a été fait dans la zone du Grand Sousse (9 points) le 21 avril

1993 et dans la zone du Grand Tunis (10 points) le 24 avril 1993, respectivement. L'analyse de l'eau prélevée a été complétée vers début mai 1993.

5) Conclusion

(1) Problèmes de contrôle de crues et de drainage urbain

A la suite de la reconnaissance sur site, de l'examen et de l'analyse des données et des informations collectées et des interviews avec le personnel concerné d'organismes gouvernementaux et de bureaux d'études locaux, il s'est avéré qu'il existe des problèmes dus au contrôle des crues et au drainage urbain. Ces problèmes sont:

a) Les organismes gouvernementaux responsables de la protection contre les inondations et du drainage urbain sont le MEH, l'ONAS et le MA. Cependant, le champs d'action de chaque organisme n'est pas clairement défini. Par exemple, l'aménagement de Oued Enkhilet a été planifié par le MEH et l'ONAS à la fois. Des cas similaires sont observés surtout dans les oueds dans les zones urbaines.

b) Il a été observé que des ouvrages de protection contre les inondations, tels que digues ou bassins d'écrêtement, ont été construits sporadiquement dans la zone d'étude et ces ouvrages semblent ne pas bien fonctionner. Un bon exemple est celui des digues nouvellement construites à l'extrémité aval de Oued Blibène juste entre l'autoroute et l'exutoire. Les deux digues à l'amont de l'autoroute, sont restées tels qu'ils sont sans être raccordées à ces nouvelles digues.

c) Les hypothèses et les normes de dimensionnement appliquées pour la protection contre les inondations et pour le drainage urbain dans les études passées ne sont pas consistants.

d) Des enregistrements relatifs aux dégâts des inondations sont rares. Plusieurs données obtenues auprès du Ministère de l'Intérieur et du MA montrent seulement des descriptions générales des crues qui ont eu lieu dans le passé mais ne précisent pas les durées, les dégâts et autres.

e) Il y a beaucoup de stations de mesures dans la zone d'étude et ces données sont maintenues et stockées dans le MA et dans l'Institut National de la Météo. La gestion des données n'est pas bien faite et il est difficile d'obtenir à temps les données nécessaires de ces organismes.

f) Il a été observé que presque tous les oueds de la zone de l'étude ne sont pas bien contrôlés et maintenus. La population locale rejette les déchets dans les oueds et les eaux usées industrielles et domestiques non traitées s'écoulent dans ces oueds, d'où le dégagement de mauvaises odeurs. Dans quelques oueds, il existe des arbres oliviers plantés dans les lits des cours d'eau.

g) Il existe trois (3) lacs dans le Grand Tunis: Sebkhet Ariana, Sebkhet Sijoumi et le Lac de Tunis. Il se trouve que Sebkhet Ariana est sous le contrôle de MEH, Sebkhet Sijoumi du MA et le Lac de Tunis d'un organisme semi-étatique. Ces lacs sont étroitement liés aux problèmes d'inondations et de drainage urbain des oueds s'y déversant, cependant la philosophie de tels organismes n'est pas encore claire.

(2) Variantes concevables pour la protection contre les inondations.

Il est concevable que les variantes de protection contre les inondations à appliquer pour chaque oued de la zone d'étude seront i) aménagements d'oueds, ii) bassins d'écrêtement, iii) barrages et iv) canaux de déviation ou leurs combinaisons. Des informations détaillées sur les ouvrages existants et projetés de protection contre les inondations et sur le système de drainage des eaux pluviales sous le contrôle du MA et de l'ONAS sont essentiel pour la formulation de telles variantes d'aménagement. Cependant, les informations collectées jusque là ne sont pas suffisantes pour l'étude. L'Equipe de l'Etude a donc été obligé de formuler ces variantes de protection contre les inondations en faisant des hypothèses basées sur l'expérience passée dans des projets similaires. Le concept général de ces variantes est expliqué dans le chapitre 8 de la partie I "ETUDE DU PLAN DIRECTEUR". Le nombre de variantes établies pour chaque bassin est résumé ci-dessous:

<u>Nom du bassin</u>	<u>Nombre de variantes</u>
<u>Zone du Grand Tunis</u>	
- Oued Enkhilet et Sebkhet Ariana	4
- Oued Greb	3
- Oued Gariana et Sebkhet Sijoumi	4
- Oued Maliyan	5
- Oued Mayzette	1*
- Oued Bou Khamza	1*
- Oued Aïn Zerga	4

Zone du Grand Sousse

- Oued Hammam	7
- Oued Blibène	1*
- Oued Hallouf	1*
- Oued Hamdoun	4

Note: les cas avec (*) indiquent qu'une seule variante est concevable et seulement l'aménagement du cours d'eau est étudié.

(3) Variantes d'aménagement sélectionnées pour chaque bassin

Les variantes d'aménagement proposées ci-dessus ont été examinées attentivement d'un point de vue technique et économique en se basant sur les résultats de l'étude obtenus par la revue et l'analyse des données et des informations collectées. Ci-après, est présentée une brève description des variantes sélectionnées par l'Equipe de l'Etude de la JICA pour chaque bassin;

Nom du bassin

Description de la variante sélectionnée

Zone du Grand Tunis

- Oued Enkhilet et Sebkhet Ariana	ENK1-: Aménagement du cours d'eau avec le barrage Aïn Snoussi et le bassin d'écrêtement A
- Oued Greb	GB-3: Aménagement du cours d'eau avec les bassins d'écrêtement existants et d'autres additionnels, et la réhabilitation et l'expansion des barrages et des bassins d'écrêtement existants
- Oued Gariana et Sebkhet Sijoumi	GR-2: Aménagement du cours d'eau avec les bassins d'écrêtement existants et d'autres additionnels, y compris la réhabilitation des bassins d'écrêtement existants
- Oued Maliyan	ML-2: Aménagement du cours d'eau avec le barrage existant et le barrage Hamma
- Oued Mayzette	Aménagement du cours d'eau seulement
- Oued Bou Khamsa	Aménagement du cours d'eau seulement
- Oued Aïn Zerga	AZ-2: Aménagement du cours d'eau et bassin d'écrêtement A

Zone du Grand Sousse

- Oued Hammam HMI: Aménagement du cours d'eau seulement
- Oued Blibène Aménagement du cours d'eau seulement
- Oued Hallouf Aménagement du cours d'eau seulement
- Oued Hamdoun HD-1: Aménagement du cours d'eau seulement

(4) Projets prioritaires sélectionnés

A la suite de l'étude comparative entre les différentes variantes, les projets prioritaires sélectionnés par l'Equipe de l'Etude de la JICA sont les suivants:

zone du Grand Tunis

- Première priorité: Aménagement de l'Oued Maliyan (aménagement de l'Oued Maliyan et de l'Oued Hamma y compris le barrage sur ce dernier)
- Deuxième priorité: Aménagement de l'oued Enkhilet (Aménagement des tronçons de l'aval de l'oued)

Zone du Grand Sousse

- Première priorité: Oued Hammam (Aménagement du cours d'eau)
- Deuxième priorité: Oued Hallouf (Aménagement du cours d'eau)

Comme il a été déjà décrit ci-dessus, le cas de "Oued Enkhilet et Sebket Ariana" a été finalement sélectionné pour l'étude de faisabilité ultérieure dans la zone du Grand Tunis à la suite des discussions entre les cadres de la JICA Tokyo, l'Equipe de l'Etude de la JICA e le MEH. En ce qui concerne le Grand Sousse, l'Oued Hammam a été sélectionné pour l'étude de faisabilité tel que recommandé par l'Equipe de l'Etude de la JICA.

3. Avancement général du travail dans la phase 3

1) Collecte et révision des données

En examinant les données collectées pendant la phase 1, l'Equipe de l'Etude de la JICA a continué la collecte de données et d'informations additionnelles en liaison avec l'étude

ultérieure en collaboration avec les membres de la contrepartie du MEH. Les principales données collectées sont relatives à l'environnement, à la planification urbaine et à l'estimation des coûts de construction. Les données collectées ont été examinées attentivement avant d'être utilisées pour l'étude de faisabilité.

2) Reconnaissance des sites

L'Equipe de l'Etude de la JICA a effectué la reconnaissance des sites des oueds proposés pour l'étude de faisabilité ultérieure, à savoir l'Oued Ennkhilet et Sebkheth Ariana dans la zone du Grand Tunis et l'Oued Hammam dans la zone du Grand Sousse, ensemble avec les membres du comité consultatifs, immédiatement après leur arrivée à Tunis au début octobre 1993. En parallèle avec le travail de bureau pour la formulation des variantes de protection contre les inondations pour chaque oued, la reconnaissance des sites par les membres de l'Equipe de l'Etude de la JICA a continué afin de confirmer la situation réelle sur le terrain. Le MEH a encore fourni à l'Equipe de l'Etude de la JICA des cartes topographiques à l'échelle 1/5.000, qui ont été établis récemment par l'OTC. Ces cartes topographiques ont été parfaitement utilisés cette fois-ci.

3) Investigation sur site

Les investigations sur site ont été programmées essentiellement pour Oued Ennkhilet et Oued Hammam. Ces investigations ont porté sur les trois éléments suivants:

- Investigation géotechnique,
- Levés topographiques, et
- Expertise environnementale

(i) Pendant la phase 1, les informations géotechniques de base ont été obtenus à travers les investigations sur site et l'examen des données relatives. Les investigations géotechniques additionnelles à faire pendant cette phase ont été vérifiées par l'expert de l'Equipe de l'Etude de la JICA et les types d'investigations et leur site ont été déterminés en fonction des différentes mesures de protection contre les inondations telles que bassins d'écrêtement, canal de déviation et digues. Les travaux sur terrain et les tests de laboratoire sur les échantillons ont été réalisés par une entreprise locale pendant les mois d'octobre et de novembre 1993. Les résultats obtenus à la suite de ces investigations ont été examinés et préparés pour les études ultérieures des mesures de protection pour chaque oued.

(ii) Des levés topographiques ont été programmés pour l'Oued Enkhilet/Sebkhet Ariana, et l'Oued Hammam pour détailler encore les levés obtenus au cours de la phase précédente. Des tracés en plan pour les sites des structures telles que ponts et bassins d'écrêtement et des profils en travers sur Sebkhet Ariana ont été nouvellement réalisés. Les travaux ont été sous-traités par le MEH à des topographes locaux, et les travaux de terrain ont été supervisés par le topographe expert de l'Equipe de l'Etude de la JICA pendant la période fin octobre jusqu'à décembre 1993. Les profils en long et en travers des oueds et le tracé en plan ont été terminés dans les délais prévus, toutefois, les profils en travers sur la Sebkhet Ariana ont été retardés à cause de l'accès difficile au site.

(iii) Une expertise de l'environnement pour les oueds et la Sebkhet a été réalisé d'une manière poussée par l'expert de l'Equipe de l'Etude de la JICA de point de vue effets positifs et négatifs de la réalisation du projet. Puisque la protection de Sebkhet Ariana est jugée importante, l'écosystème de la Sebkhet a été revu attentivement et examiné en se référant aux informations et aux données collectées cette fois.

4) Etude comparative des variantes proposées pour la protection contre les inondations

Oued Enkhilet

Pour la formulation des variantes des mesures de protection contre les inondations, les trois concepts suivants ont été contemplés:

(i) Les eaux des crues s'écoulent à travers les canaux existants sans s'attendre à aucune diminution du débit de pointe par des bassins d'écrêtement. Les canaux existants, et surtout les dalots en béton existants sont réhabilités à cause de leur capacité insuffisante.

(ii) Les eaux des crues s'écoulent à travers les canaux existants et aussi, à travers un nouveau canal de déviation. Dans ce cas, aucun bassin d'écrêtement n'est projeté et aussi, la réhabilitation des dalots existants est minimisée.

(iii) Des bassins d'écrêtement ainsi que des canaux de déviation sont projetés à la fois. Les dalots existants seront alors conservés.

A partir de l'analyse des ruissellements faite cette fois-ci, il s'est avéré que la capacité du dalots existant est de 3m³/s seulement, ce qui ne permet pas de faire transiter les eaux des crues même si le débit de pointe est retardé par l'effet des bassins d'écrêtement élargis au maximum. L'étude comparative des variantes a été réalisée sur la base de la

crue décennale ainsi que le dalot existant sur Oued Enkhilet a été dimensionné par le MEH. Par la suite, la crue centennale a été prise en considération pour l'étude de faisabilité sur la meilleure variante choisie par l'étude comparative.

Suivant ce concept de base, la sélection des sites des bassins d'écrêtement et des canaux de déviation a été étudiée en utilisant les cartes topographiques et aussi par la reconnaissance sur site. Seize sites pour bassins d'écrêtement et cinq tracés pour des canaux de déviation ont été alors choisis (Ref.: figures 2 & 3). Deux types de bassins d'écrêtement sont projetés; l'un est le type barrage à implanter aux jonctions entre les zones de relief et la plaine et l'autre est le type bassin à implanter dans la zone de la plaine plate où dominant des activités agricoles. Parmi les cinq canaux de déviation, un seul (le N° 3) est un canal de déviation "trans-bassin" par lequel les eaux des crues seront détournées vers le bassin voisin de Chotrana. Dans ce cas, la partie amont de ce canal sera nouvellement créée, mais la partie de l'aval sera le canal existant de l'ONAS. L'une des variantes proposées, dans laquelle le canal de déviation N° 1 est connecté avec le bassin d'écrêtement J2, a été écartée de l'étude à cause de la difficulté d'implanter ce bassin vu le développement urbain récent dans cette zone. Quinze bassins d'écrêtement ont été finalement considérés dans l'étude comparative ultérieure. Le nombre de combinaisons de ces bassins d'écrêtement et des canaux de déviation est important. L'avantage économique de chaque bassin a donc été examiné d'abord, en comparant le coût de construction y compris le coût de l'acquisition du terrain pour le bassin d'écrêtement et la différence entre les coûts de l'aménagement des tronçons du cours d'eau situés à l'aval avec ou sans le dit bassin d'écrêtement (Ref.: tableau 1). En conséquence, neuf sites de bassins d'écrêtement ont été écartés vue l'absence de tout avantage économique. Les bassins d'écrêtement désignés par: I, L, et M semblent ne pas être attractifs d'un point de vue économique, mais il a été jugé que dans l'étude ultérieure, ils peuvent être avantageux en les combinant avec d'autres bassins d'écrêtement et/ou canaux de déviation.

L'étude comparative des variantes a été faite sur sept sites de bassins d'écrêtement (y compris le barrage de Aïn Snoussi) et cinq canaux de déviation (Ref.: figure 4). Parmi ces variantes, le cas "Alt.Div.3", étant le plus conseillé dans le cas de projets indépendants, et le cas, "Alt.Div.3, 4 & 5" qui est une combinaison de trois canaux de déviation, sont les meilleurs. A partir de cette étude comparative, il résulte que le développement du canal de déviation N° 3 est indispensable pour le programme de protection contre les inondations de l'Oued Enkhilet.

Sebkhet Ariana

L'étude sur le drainage des zones entourant Sebkhet Ariana n'a pas été incluse dans l'étude de faisabilité de cette période. Cependant, le débit provenant des petits oueds qui déversent dans la Sebkhet Ariana ont été pris en considération dans l'étude de simulation de la Sebkhet. Des profils en travers ont été réalisés dans la Sebkhet Ariana par des topographes locaux afin de vérifier son volume de stockage. Il a été conclu que ce volume de stockage est presque le même que celui estimé pendant la phase de l'élaboration du Plan Directeur. Le niveau d'eau pendant les périodes de crues a été estimé à 70 cm. L'exutoire de Sebkhet Ariana vers la mer est souvent obturé par les dunes de sable. Le moyen le plus simple et le plus pratique pour maintenir une communication continue entre la Sebkhet et la mer, est de procéder à des travaux de dragage. Cela prendra du temps pour réalisée d'autres mesures tel que jetée ou autre système de dégagement du sable, puisqu'actuellement, il n'existe pas de données suffisantes pour réaliser l'étude en détail.

Oued Hammam

Il est clair que la construction du bassin d'écrêtement n'est pas très efficace pour le contrôle des crues dans les tronçons de l'aval du bassin de l'Oued Hammam. Donc, l'amélioration du cours d'eau est la seul examinée dans l'étude comparative de faisabilité.

En se basant sur les dommages des crues des 10 ans et 100 ans, les dommages des crues le long de quelques tronçons ne sont très important. Pour formuler la variante de contrôle des crues, le cours d'eau constitué de l'Oued Hammam, Laya et Kebir est divisé en 9 tronçons de H1 à K5. Alors les variations suivantes de contrôle des crues sont formulées comme suit. .

Variante 1 : C'est une variante d'aménagement pour tous les tronçons de H1 à K5. Cette variante comprend la construction du propre lit de l'oued pour les tronçons K2 & K3 et la zone marécageuse de H3.

Variante 2 : C'est une variante d'aménagement des tronçons de H1, H2, H3 sauf la zone marécageuse H4, K1, K4 & K5. Elle consiste à la construction du propre lit de l'oued des tronçons K2 & K3 et la zone marécageuse de H3 n'est pas incluse.

Variante 3 : C'est une variante d'aménagement des tronçons H1, H2 & H3 à l'exception la zone marécageuse H4, K1, K4 & K5. Dans le tronçon H4 le travail d'aménagement sera exécuté uniquement pour le court tronçon près de la confluence avec l'Oued Kebir.

Ces variantes pour le contrôle des crues sont comparées par le taux de rentabilité interne économique (EIRR) comme étant l'un des indexes économiques pour une entreprise publique. L'espace et le profit sont préparés en se basant sur le planning de construction, et le TRIE est estimé pour chaque variante. La variante 3 a été choisie comme étant la plus recommandable.

4. Engagements du MEH

Le MEH a agi comme organisme de contrepartie de l'Equipe de l'Etude de la JICA et aussi comme un corps de coordination avec les autres organismes gouvernementaux ou autres concernés et ceci afin d'assurer un bon déroulement de l'Etude. En réponse à la demande de l'Equipe de l'Etude de la JICA, le personnel de la contrepartie tunisienne ont fait de leur mieux de temps en temps pour obtenir les données et les informations nécessaires de diverses sources, et ont aussi participé aux reconnaissances et investigations sur site faites par l'Equipe de l'Etude de la JICA pendant la période du début février à mi-mai 1993, et de fin septembre 1993 à janvier 1994.

Le MEH a fournis sur sa charge à l'Equipe de l'Etude de la JICA ce qui suit:

- a) les données et les informations disponibles ayant relation avec l'Etude (Réf.: ANNEXE-3).
- b) cartes topographiques à l'échelle 1/200.000, 1/50.000, 1/25.000 et 1/5.000 qui couvrent presque la totalité de la zone d'étude.
- c) photos aériennes à l'échelle 1/80.000 qui couvrent la totalité de la zone d'étude.
- d) le personnel de la contrepartie qui consiste en cinq (5) ingénieurs à plein temps et huit (8) ingénieurs à temps partiel.
- e) des bureaux avec les équipements et les meubles nécessaires à Tunis.
- f) des cartes d'identification.

5. Conclusions et recommandations

1) L'étude comparative entre les variantes proposées pour la protection contre les inondations causées par l'Oued Enkhilet et l'Oued Hammam a permis, sur des critères techniques et économiques, de sélectionner les variantes suivantes:

Oued Enkhilet

Le cas de la combinaison du canal de déviation N°3 et N°4 et les bassins d'écrêtement A, G et JI. Le coût financier du projet et le taux de rentabilité interne économique (EIRR) sont:

- Le coût financier du projet pour la première et la deuxième étape sont estimés comme suit:

Première étape	: 15.094.000 DT
Deuxième étape	: 8.960.000 DT
<u>Total</u>	: <u>24.054.000 DT</u>

Le EIRR pour les travaux de réalisation de la première étape est estimé à 24,6 %.

Oued Hammam

Le cas de "travaux d'aménagement du cours d'eau uniquement entre la route touristique et la route déviation de la GP-1 sur Oued Hammam, dans les tronçons aval de Oued Kebir et le tronçon à l'extrémité amont de Oued Kebir.

- Le coût financier du projet pour la première et la deuxième étape sont estimés comme suit:

Première étape	: 10.413.000 DT
Deuxième étape	: 787.000 DT
<u>Total</u>	: <u>11.200.000 DT</u>

Le EIRR pour les travaux de réalisation de la première étape est estimé à 17,4 %.

D'après l'étude, Il s'est avéré que les projets de protection contre les inondations proposés sont techniquement valable et économiquement faisable. Il est donc très recommandé au MEH de prendre immédiatement les actions nécessaires pour les étapes suivantes tels que trouver les moyens de financement, acquérir les terrains pour les bassins d'écrêtement et les emprises des cours d'eau, et autres. Il est recommandé que la première étape soit réalisée dans un futur proche vu l'urgence de ces mesures de protection contre les inondations de ces oueds.

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 I

ETUDE DU PLAN DIRECTEUR

LE PROGRAMME DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DU GRAND TUNIS ET GRAND SOUSSE
DE LA REPUBLIQUE TUNISIENNE

Partie I ETUDE DU PLAN DIRECTEUR

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
CHAPITRE 1 CONDITIONS SOCIO-ECONOMIQUES DE LA ZONE D'ETUDE.....	1-1
1.1 Introduction.....	1-1
1.2 Evaluation des Tendances Economiques.....	1-1
1.3 Tendances et Previsions de la Population.....	1-3
1.3.1 Introduction.....	1-3
1.3.2 Tendances Passées	1-3
1.3.3 Les Prévisions de la Population	1-4
1.4 Caracteristiques Socio-économiques du District de Tunis	1-5
1.5 Caractéristiques Socio-économiques du Gouvernorat de Sousse.....	1-7
1.6 Evaluation des Dégâts d'Inondation.....	1-8
1.6.1 Introduction.....	1-8
1.6.2 Estimations Existantes des Dégâts d'Inondation.....	1-8
1.6.3 Méthodologie de l'Evaluation	1-10
CHAPITRE 2 GEOLOGIE ET TOPOGRAPHIE	2-1
2.1 Généralités	2-1
2.2 Géologie et Topographie	2-1
2.2.1 Grand Tunis	2-1

2.2.2	Grand Soussse	2-3
2.3	Résultats des Investigations	2-4
2.3.1	Investigation sur le terrain	2-4
2.3.2	Résultats des essais de laboratoire	2-5
2.4	Conditions Géologiques et Géotechniques des Sites de Barrages Existants et Proposés	2-6
2.4.1	Grand Tunis	2-6
2.4.2	Grand Soussse	2-9
2.5	Erosion et Sédimentation	2-10
CHAPITRE 3 METEOROLOGIE ET HYDROLOGIE.....		3-1
3.1	Investigation Hydrologique	3-1
3.1.1	Données Collectées	3-1
3.1.2	Dépouillement des Données Recueillies	3-2
3.1.3	Pluie de Projet.....	3-4
3.1.4	Calcul des Débits de Ruissellement.....	3-4
3.1.5	Etablissement des Stations de Jaugeage	3-7
3.2	Etudes Hydrologiques dans le Grand Tunis	3-7
3.2.1	Climat	3-8
3.2.2	Analyse des Bassins Versants.....	3-8
3.2.3	Analyses Pluviométriques	3-9
3.2.4	Caractéristiques des Ruissellements	3-9
3.2.5	Analyses des Débit des Crues.....	3-10
3.3	Etudes Hydrologiques dans le Grand Soussse	3-11
3.3.1	Climat	3-12
3.3.2	Analyse des Bassins Versants.....	3-12
3.3.3	Analyses Pluviométriques	3-13
3.3.4	Caractéristiques des Ruissellements	3-13
3.3.5	Analyses des Débits des Crues	3-14
CHAPITRE 4 DEVELOPPEMENT URBAIN.....		4-1
4.1	Introduction.....	4-1

4.2	Grand Tunis	4-1
4.2.1	L'occupation Actuelle du Sol.....	4-1
4.2.2	L'occupation Future du Sol.....	4-6
4.2.3	Recommandation sur le Développement Urbain.....	4-6
4.3	Grand Sousse	4-9
4.3.1	L'occupation Actuelle du Sol.....	4-10
4.3.2	L'occupation Future du Sol.....	4-12
4.3.3	Recommandation sur le Développement Urbain.....	4-12
CHAPITRE 5 ASSAINISSEMENT URBAIN.....		5-1
5.1	Généralités	5-1
5.2	Examen du Système d'Assainissement Urbain Actuel	5-1
5.2.1	Les Données Disponibles	5-1
5.2.2	Examen des Données Recueillies	5-2
5.2.3	Résultats de la Reconnaissance sur les Lieux.....	5-3
5.3	La Situation Actuelle du Grand Tunis et du Grand Sousse.....	5-5
5.3.1	Grand Tunis	5-5
5.3.2	Grand Sousse	5-5
5.4	Dimensionnement Préliminaire du Système d'Assainissement Urbain.....	5-6
CHAPITRE 6 ENVIRONNEMENT.....		6-1
6.1	Institutions, Lois et Règlementations	6-1
6.1.1	Structure Institutionnelle	6-1
6.1.2	Cadre Législatif et Réglementaire	6-1
6.1.3	Décrets, Lois et Directives.....	6-2
6.2	Etat Actuel	6-4
6.3	Examen Initial de l'Environnement (EIE).....	6-4
6.3.1	Evaluation de Base de l'Environnement	6-4
6.3.2	Compatibilité Environnementale et Matrice de Décision.....	6-6
6.3.3	Impact sur l'Environnement.....	6-6

6.4	Evaluation de l'Environnement des Projets Prioritaires Selectionnés	6-10
6.4.1	Grand Tunis	6-10
6.4.2	Grand Sousse	6-10
CHAPITRE 7 OUEDS ET INONDATIONS.....		7-1
7.1	Généralités	7-1
7.2	Oueds de la Zone du Grand Tunis	7-1
7.2.1	Oued Enkhilet et Sebket Ariana	7-1
7.2.2	Oued Greb.....	7-4
7.2.3	Oued Gariana et Sebket Sijoumi.....	7-6
7.2.4	Oued Maliyan	7-8
7.2.5	Oued Mayzette.....	7-10
7.2.6	Oued Bou Khamsa	7-12
7.2.7	Oued Aïn Zerga	7-13
7.3	Oueds de la Zone du Grand Sousse	7-14
7.3.1	Oued Hammam.....	7-14
7.3.2	Oued Blibène	7-15
7.3.3	Oued Hallouf	7-17
7.3.4	Oued Hamdoun.....	7-18
CHAPITRE 8 PLAN DE LA PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS		8-1
8.1	Conditions	8-1
8.2	Dimensionnements Préliminaires pour la Protection Contre les Inondations	8-1
8.3	Coût de la Construction	8-3
8.4	Etude des Variantes	8-4
8.4.1	Oued Enkhilet et Sebket Ariana	8-4
8.4.2	Oued Greb	8-8
8.4.3	Oued Gariana et Sebket Sijoumi	8-11
8.4.4	Oued Maliyan	8-15
8.4.5	Oued Mayzette	8-18

8.4.6	Oued Bou Khamsa.....	8-19
8.4.7	Oued Aïn Zerga.....	8-21
8.4.8	Oued Hammam.....	8-23
8.4.9	Oued Blibène.....	8-25
8.4.10	Oued Hallouf.....	8-27
8.4.11	Oued Hamdoun.....	8-28
CHAPTER 9 FORMULATION DU PLAN DIRECTEUR.....		9-1
9.1	Généralités.....	9-1
9.2	L'approche de Base.....	9-1
9.2.1	Les Bassins d'Oueds objet de l'Etude.....	9-1
9.2.2	Conditions de Base du Projet.....	9-1
9.2.3	Conditions Hydrologiques/Réseaux d'oueds.....	9-2
9.2.4	Plans d'Urbanisme et Plans de Développement Socio-économique.....	9-2
9.2.5	Distribution des Débits de Base.....	9-3
9.2.6	L'Evaluation Initiale d'Environnement.....	9-3
9.2.7	Les Dégâts d'Inondations.....	9-3
9.2.8	Les Variantes de Protection.....	9-4
9.2.9	Sélection de la Meilleure Variante.....	9-4
9.2.10	Sélection des Projets Prioritaires.....	9-5
9.3	Les Dégâts d'Inondations.....	9-5
9.3.1	Méthodologie.....	9-5
9.3.2	Evaluation des Dégâts pour les Différents Oueds.....	9-8
9.4	Analyse Economique des Variantes Choisies.....	9-14
9.4.1	Estimation du bénéfice Moyen Annuel.....	9-14
9.4.2	Coût du Projet économique.....	9-14
9.4.3	Evaluation économique.....	9-14
9.5	Sélection des Projets Prioritaires.....	9-15
9.6	Récommandations.....	9-16

LISTE DES TABLEAUX

	<u>Page</u>
Tableau 1.1	Evolution du Produit Domestique Brut par Secteur, 1987 à 1991 T-1
Tableau 1.2	Evolution du PDB par secteur, VIII plan, 1992-1996..... T-1
Tableau 1.3	Comparaisons des Principaux Paramètres du VII et du VIII Plan T-2
Tableau 1.4	Estimation de la Population Actuelle et Future Dans le District de Tunis T-2
Tableau 1.5	Gouvernorat de Sousse - Estimation de la Population Par Délégation T-2
Tableau 1.6	Données Socio-Economiques de Base Pour le Grand Tunis, 1989 T-3
Tableau 1.7	Paramètres Socio-Economique de Base Pour le Grand Sousse T-5
Tableau 1.8	Structure de l'Emploi dans le Gouvernorat de Sousse..... T-6
Tableau 1.9	Gouvernorat de Sousse - Activités principales par délégation T-6
Tableau 2.1	Résumé des Tests de Laboratoire sur les Sols..... T-7
Tableau 3.1	Liste des Pluviographes Existants T-8
Tableau 3.2	Pluies Journalières Maximales par Année..... T-9
Tableau 3.3	Courbe Intensité-Durée-Fréquence T-11
Tableau 3.4	Hypothèses de la Formule Rationnelle..... T-13
Tableau 3.5	Hypothèses du Modèle de Stockage..... T-14
Tableau 3.6	Description des Nouveaux Pluviographes..... T-15
Tableau 3.7	Description des Nouveaux Limnigraphes T-17
Tableau 3.8	Température Mensuelle Moyenne de l'air T-18
Tableau 3.9	Humidité Relative Mensuelle Moyenne..... T-21
Tableau 3.10	Durée Mensuelle de l'Ensoleillement T-22
Tableau 3.11	Evapotranspiration..... T-23
Tableau 3.12	Bassins Versants T-24
Tableau 3.13	Coefficient de Ruissellement..... T-25
Tableau 3.14	Pluie Mensuelle T-30
Tableau 3.15	Pluie Mensuelle à Tunis T-31
Tableau 3.16	Débits Enregistrés dans l'oued Meliyan T-36
Tableau 3.17	Calcul des Débits de Base à Tunis T-37
Tableau 3.18	Calcul des Débits de Ruissellement à Tunis T-43
Tableau 3.19	Analyse Statistique (pluie journalière) T-48
Tableau 3.20	Résultats du Modèle de Simulation..... T-49
Tableau 3.21	Calcul des Débits de Base dans le Bassin de Meliyan T-50
Tableau 3.22	Calcul des Débits de Ruissellement dans le Bassin de Meliyan T-51
Tableau 3.23	Pluie Mensuelle à Sousse T-52

Tableau 3.24	Enregistrements de Niveau d'eau dans le Bassin de l'oued Hammam	T-54
Tableau 3.25	Calcul des débits de Base à Sousse	T-55
Tableau 3.26	Calcul des Débits de Ruissellement à Sousse	T-59
Tableau 4.1	Nature de l'Occupation de Terrains Actuelle dans le Grand Tunis	T-61
Tableau 4.2	Agglomérations urbaines dans le Grand Tunis	T-62
Tableau 4.3	Etendue des Localités Inondables dans le Grand Tunis	T-63
Tableau 4.4	Allocation des Terrains pour l'Urbanisation dans le Grand Tunis	T-67
Tableau 4.5	Projets de Développement Concevables pour Sebket Ariana	T-68
Tableau 4.6	Nature de l'Occupation de Terrains Actuelle dans le Grand Sousse	T-69
Tableau 4.7	Etendue des Localités Inondables dans le Grand Sousse	T-70
Tableau 4.8	Distribution des groupements d'Habitats Spontannés dans le Grand Sousse	T-73
Tableau 4.9	Nature de l'Occupation de Terrains Future dans le Grand Sousse	T-74
Tableau 6.1	Résumé des Conditions Environnementales Existantes dans le Grand Tunis	T-75
Tableau 6.2	Résumé des Conditions Environnementales Existantes à Sousse	T-78
Tableau 6.3	Résultat des Analyses de la Qualité de l'eau au Grand Tunis	T-80
Tableau 6.4	Résultat des Analyses de la Qualité de l'eau au à Sousse.....	T-81
Tableau 6.5	Evaluation Environnementale pour le Grand Tunis	T-82
Tableau 6.6	Evaluation Environnementale pour Sousse.....	T-83
Tableau 6.7	Examen Initial de l'Environnement dans le Grand Tunis.....	T-84
Tableau 6.8	Examen Initial de l'Environnement à Sousse	T-86
Tableau 7.1	Inondations et durées.....	T-87
Tableau 8.1	Prix Unitaires Pour Les Travaux de Construction.....	T-90
Tableau 8.2	Coût de la Construction de l'Oued Enkhilet	T-91
Tableau 8.3	Coût de la Construction de l'Oued Greb.....	T-92
Tableau 8.4	Coût de la Construction de l'Oued Gariana	T-93
Tableau 8.5	Coût de la Construction de l'Oued Maliyan	T-94
Tableau 8.6	Coût de la Construction de l'Oued Mayzette.....	T-95
Tableau 8.7	Coût de la Construction de l'Oued Bou Khamsa.....	T-96
Tableau 8.8	Coût de la Construction de l'Oued Aïn Zerga	T-97
Tableau 8.9	Coût de la Construction de l'Oued Hammam.....	T-98
Tableau 8.10	Coût de la Construction de l'Oued Blibène	T-99
Tableau 8.11	Coût de la Construction de l'Oued Hallouf	T-100

Tableau 8.12	Coût de la Construction de l'Oued Hamdoun.....	T-101
Tableau 9.1	Distribution des Coût /Bénéfices Pour l'Oued Enkhilet	T-102
Tableau 9.2	Distribution des Coût /Bénéfices Pour l'Oued Greb.....	T-102
Tableau 9.3	Distribution des Coût /Bénéfices Pour l'Oued Gariana	T-103
Tableau 9.4	Distribution des Coût /Bénéfices Pour l'Oued Maliyan	T-103
Tableau 9.5	Distribution des Coût /Bénéfices Pour l'Oued Mayzette.....	T-104
Tableau 9.6	Distribution des Coût /Bénéfices Pour l'Oued Bou Khamsa.....	T-104
Tableau 9.7	Distribution des Coût /Bénéfices Pour l'Oued Aïn Zerga	T-105
Tableau 9.8	Distribution des Coût /Bénéfices Pour l'Oued Hammam	T-105
Tableau 9.9	Distribution des Coût /Bénéfices Pour l'Oued Blibène	T-106
Tableau 9.10	Distribution des Coût /Bénéfices Pour l'Oued Hallouf	T-106
Tableau 9.11	Distribution des Coût /Bénéfices Pour l'Oued Hamdoun	T-107

LISTE DES FIGURES

		<u>Page</u>
Figure 2.1	Carte de la Localisation des Investigations Géotechniques dans Tunis et Ses Environs	F-1
Figure 2.2	Carte de la Localisation des Investigations Géotechniques dans Sousse et ses Environs.....	F-2
Figure 2.3	Carnet des Carottages (1)-(3)	F-3
Figure 2.4	Carnet des Trous d'échantillonnage.....	F-6
Figure 3.1	Emplacement des Stations Climatologiques	F-7
Figure 3.2	Enregistrements Disponibles des Pluies Journalières	F-8
Figure 3.3	Emplacement des Pluviographes	F-11
Figure 3.4	Courbes Intensité-Durée-Fréquence.....	F-13
Figure 3.5	Localisation des Limnigraphes.....	F-15
Figure 3.6	Température Mensuelle Moyenne de l'air	F-17
Figure 3.7	Humidité Relative Mensuelle Moyenne.....	F-18
Figure 3.8	Durée Mensuelle de l'Ensoleillement	F-18
Figure 3.9	Evapotranspiration Mensuelle et Pluie.....	F-19
Figure 3.10	Hauteur de la Pluie Mensuelle.....	F-20
Figure 3.11	Pluie Annuelle à Tunis	F-21
Figure 3.12	Pluie Mensuelle à Tunis	F-23
Figure 3.13	Réseau hydrographique à Tunis	F-25
Figure 3.14	Débit Spécifique à Tunis	F-28
Figure 3.15	Pluie de projet à Tunis	F-31
Figure 3.16	Hyétogramme observé à Tunis.....	F-32
Figure 3.17	Résultats du Modèle de Simulation.....	F-34
Figure 3.18	Débit Spécifique dans le Bassin de Meliyan	F-35
Figure 3.19	Pluie Annuelle à Sousse	F-36
Figure 3.20	Pluie Mensuelle à Sousse	F-37
Figure 3.21	Réseau Hydrographique à Sousse	F-38
Figure 3.22	Débit Spécifique à Sousse	F-40
Figure 3.23	Pluie de projet à Sousse.....	F-42
Figure 4.1	Grand Tunis - Structure Administrative.....	F-43
Figure 4.2	Evaluation du développement urbain (1954 - 1990)	F-44
Figure 4.3	Zones d'Habitats Spontanés dans le Grand Tunis	F-45
Figure 4.4	Occupation Actuelle de Terrains dans le Grand Tunis.....	F-46
Figure 4.5	Emplacement des Zones Inondables dans le Grand Tunis	F-47
Figure 4.6	Plan de Développement Urbain Proposé pour le Grand Tunis	F-48
Figure 4.7	Grand Sousse - Structure Administrative.....	F-49

Figure 4.8	Occupation Actuelle de Terrains dans le Grand Sousse.....	F-50
Figure 4.9	Emplacement des Zones Inondables dans le Grand Sousse	F-51
Figure 4.10	Occupation Future de Terrains dans le Grand Sousse.....	F-52
Figure 6.1	Sites d'Echantillonnage de la Qualité de l'eau dans le Grand Tunis	F-53
Figure 6.2	Sites d'Echantillonnage de la Qualité de l'eau à Sousse	F-54
Figure 7.1	Emplacement de l'Oued Enkhilet et Sebkhet Ariana.....	F-55
Figure 7.2	Présentation du Réseau Hydrographique de l'Oued Enkhilet et de Sebkhet Ariana	F-56
Figure 7.3	Aménagements Existants et Proposés pour l'Oued Enkhilet.....	F-57
Figure 7.4	Distribution des Débits de Crues de l'Oued Enkhilet avec les Aménagements Existants	F-58
Figure 7.5	Niveau des eaux des Crues de l'Oued Enkhilet avec les Aménagements Existants	F-59
Figure 7.6	Capacité de Transit Actuelle de l'Oued Enkhilet.....	F-61
Figure 7.7	Zones Inondables par l'Oued Enkhilet.....	F-63
Figure 7.8	Emplacement de l'Oued Greb	F-64
Figure 7.9	Présentation du Réseau Hydrographique de l'Oued Greb	F-65
Figure 7.10	Bassins d'Ecrêtement Existants et Proposés pour l'Oued Greb	F-66
Figure 7.11	Distribution des Débits de Crues de l'Oued Greb avec les Aménagements Existants	F-67
Figure 7.12	Niveau des Eaux des Crues de l'Oued Greb avec les Aménagements Existants	F-68
Figure 7.13	Capacité de Transit Actuelle de l'Oued Greb	F-70
Figure 7.14	Zones Inondables par l'Oued Greb	F-71
Figure 7.15	Emplacement de l'Oued Gariana et Sebkhet Sijoumi.....	F-72
Figure 7.16	Présentation du Réseau Hydrographique de l'Oued Gariana et de Sebkhet Sijoumi	F-73
Figure 7.17	Bassins d'Ecrêtement Existants et Proposés pour l'Oued Gariana	F-74
Figure 7.18	Distribution des Débits de Crues de l'Oued Gariana avec les Aménagements Existants	F-75
Figure 7.19	Niveau des Eaux des Crues de l'Oued Gariana avec les Aménagements Existants	F-76
Figure 7.20	Capacité de Transit Actuelle de l'Oued Gariana	F-79
Figure 7.21	Zones Inondables par l'Oued Gariana	F-81
Figure 7.22	Emplacement de l'Oued Meliyan	F-82
Figure 7.23	Présentation du Réseau Hydrographique de l'Oued Meliyan	F-83
Figure 7.24	Ouvrages Existants et Proposés pour l'Oued Meliyan.....	F-84

Figure 7.25	Distribution des Débits de Crues de l'Oued Meliyan avec les Aménagements Existants	F-85
Figure 7.26	Niveau des Eaux des Crues de l'Oued Meliyan avec les Aménagements Existants	F-86
Figure 7.27	Capacité de Transit Actuelle de l'Oued Meliyan.....	F-88
Figure 7.28	Zones Inondables par l'Oued Meliyan.....	F-89
Figure 7.29	Emplacement de l'Oued Mayzette	F-90
Figure 7.30	Présentation du Réseau Hydrographique de l'Oued Mayzette	F-91
Figure 7.31	Route-Canal Proposée pour l'Oued Mayzette	F-92
Figure 7.32	Distribution des Débits de Crues de l'Oued Mayzette avec les Aménagements Existants	F-93
Figure 7.33	Niveau des Eaux des Crues de l'Oued Mayzette avec les Aménagements Existants	F-94
Figure 7.34	Capacité de Transit Actuelle de l'Oued Mayzette	F-95
Figure 7.35	Zones Inondables par l'Oued Mayzette	F-96
Figure 7.36	Emplacement de l'Oued Bou Khamsa	F-97
Figure 7.37	Présentation du Réseau Hydrographique de l'Oued Bou Khamsa	F-98
Figure 7.38	Aménagements Existants et Proposés Pour l'Oued Bou Khamsa	F-99
Figure 7.39	Distribution des Débits de Crues de l'Oued Bou Khamsa avec les Aménagements Existants	F-100
Figure 7.40	Niveau des Eaux des crues de l'Oued Bou Khamsa avec les Aménagements Existants	F-101
Figure 7.41	Capacité de Transit actuelle de l'Oued Bou Khamsa	F-102
Figure 7.42	Zones Inondables par l'Oued Bou Khamsa	F-103
Figure 7.43	Emplacement de l'Oued Aïn Zerga	F-104
Figure 7.44	Présentation du Réseau Hydrographique de l'Oued Aïn Zerga.....	F-105
Figure 7.45	Aménagements Existants et Proposés pour l'Oued Aïn Zerga.....	F-106
Figure 7.46	Distribution des Débits de Crues de l'Oued Aïn Zerga avec les Aménagements Existants	F-107
Figure 7.47	Niveau des Eaux des Crues de l'Oued Aïn Zerga avec les Aménagements Existants	F-108
Figure 7.48	Capacité de Transit Actuelle de l'Oued Aïn Zerga.....	F-109
Figure 7.49	Zones Inondables par l'Oued Aïn Zerga.....	F-110
Figure 7.50	Emplacement de l'Oued Hammam	F-111
Figure 7.51	Présentation du Réseau Hydrographique de l'Oued Hammam	F-112
Figure 7.52	Aménagements Existants et proposés pour l'Oued Hammam.....	F-113
Figure 7.53	Distribution des Débits de Crues de l'Oued Hammam avec les Aménagements Existants	F-114
Figure 7.54	Niveau des Eaux des Crues de l'Oued Hammam avec les	

	Aménagements Existants	F-115
Figure 7.55	Capacité de Transit Actuelle de l'Oued Hammam	F-117
Figure 7.56	Zones Inondables par l'Oued Hammam	F-118
Figure 7.57	Emplacement de l'Oued Blibene	F-119
Figure 7.58	Présentation du Réseau Hydrographique de l'Oued Blibene.....	F-120
Figure 7.59	Aménagements Existants et Proposés pour l'Oued Blibene.....	F-121
Figure 7.60	Distribution des Débits de Crues de l'Oued Blibene avec les Aménagements Existants	F-122
Figure 7.61	Niveau des Eaux des Crues de l'Oued Blibene avec les Aménagements Existants	F-123
Figure 7.62	Capacité de Transit Actuelle de l'Oued Blibene.....	F-125
Figure 7.63	Zones Inondables par l'Oued Blibene.....	F-126
Figure 7.64	Emplacement de l'Oued Hallouf	F-127
Figure 7.65	Présentation du Réseau Hydrographique de l'Oued Hallouf	F-128
Figure 7.66	Bassins d'Ecrêtement Existants et Proposés pour l'Oued Hallouf.....	F-129
Figure 7.67	Distribution des Débits de Crues de l'Oued Hallouf avec les Aménagements Existants	F-130
Figure 7.68	Niveau des Eaux des Crues de l'Oued Hallouf avec les Aménagements Existants	F-131
Figure 7.69	Capacité de Transit Actuelle de l'Oued Hallouf.....	F-133
Figure 7.70	Zones Inondables par l'Oued Hallouf.....	F-134
Figure 7.71	Emplacement de l'Oued Hamdoun	F-135
Figure 7.72	Présentation du Réseau Hydrographique de l'Oued Hamdoun	F-136
Figure 7.73	Distribution des Débits de Crues de l'Oued Hamdoun avec les Aménagements Existants	F-137
Figure 7.74	Niveau des Eaux des Crues de l'Oued Hamdoun avec les Aménagements Existants	F-138
Figure 7.75	Capacité de Transit Actuelle de l'Oued Hamdoun	F-140
Figure 7.76	Zones Inondables par l'Oued Hamdoun	F-141
Figure 8.1	Profil en Travers Type pour l'Aménagement des Cours d'Eau	F-142
Figure 8.2	Variantes d'Aménagement pour l'Oued Enkhilet et Sebkhiet Ariana .	F-144
Figure 8.3	Simulation du Niveau d'Eau dans Sebkhiet Ariana pour la Crue Centennale sous les Conditions Actuelles.....	F-145
Figure 8.4	Distribution des Débits pour les Variantes de l'Oued Enkhilet	F-146
Figure 8.5	Plan de l'Aménagement de l'Oued Enkhilet	F-147
Figure 8.6	Profil en Long de l'Oued Enkhilet.....	F-148
Figure 8.7	Variantes d'Aménagement pour l'Oued Greb	F-150
Figure 8.8	Distribution des Débits pour les Variantes de l'Oued Greb.....	F-151

Figure 8.9	Plan de l'Aménagement de l'Oued Greb.....	F-152
Figure 8.10	Profil en Long de l'Oued Greb	F-153
Figure 8.11	Variantes d'Aménagement pour l'Oued Gariana et Sebkhet Sijoumi ...	F-154
Figure 8.12	Etude du Coefficient de Ruissellement de Bassin de Sebkhet Sijoumi.....	F-155
Figure 8.13	Simulation à Long Terme du Niveau d'Eau Dans Sebkhet Sijoumi.....	F-156
Figure 8.14	Simulation du Niveau d'Eau dans Sebkhet Sijoumi pour la Crue Centennale sous les Conditions Actuelles	F-157
Figure 8.15	Distribution des Débits pour les Variantes de l'Oued Gariana.....	F-158
Figure 8.16	Plan de l'Aménagement de l'Oued Gariana	F-159
Figure 8.17	Profil en Long de l'Oued Gariana.....	F-160
Figure 8.18	Variantes d'Aménagement pour l'Oued Maliyan	F-162
Figure 8.19	Distribution des Débits pour les Variantes de l'Oued Maliyan	F-163
Figure 8.20	Plan de l'Aménagement de l'Oued Maliyan	F-164
Figure 8.21	Profil en Long de l'Oued Maliyan	F-165
Figure 8.22	Distribution des Débits de l'Oued Mayzette.....	F-166
Figure 8.23	Plan de l'Aménagement de l'Oued Mayzette.....	F-167
Figure 8.24	Profil en Long de l'Oued Mayzette.....	F-168
Figure 8.25	Distribution des Débits de l'Oued Bou Khamsa.....	F-169
Figure 8.26	Plan de l'Aménagement de l'Oued Bou Khamsa	F-170
Figure 8.27	Profil en Long de l'Oued Bou Khamsa.....	F-171
Figure 8.28	Variantes d'Aménagement pour l'Oued Aïn Zerga	F-172
Figure 8.29	Distribution des Débits pour les Variantes de l'Oued Aïn Zerga	F-173
Figure 8.30	Plan de l'Aménagement de l'Oued Aïn Zerga	F-174
Figure 8.31	Profil en Long de l'Oued Aïn Zerga	F-175
Figure 8.32	Variantes d'Aménagement pour l'Oued Hammam	F-176
Figure 8.33	Distribution des Débits pour les Variantes de l'Oued Hammam.....	F-177
Figure 8.34	Plan de l'Aménagement de l'Oued Hammam	F-178
Figure 8.35	Profil en Long de l'Oued Hammam.....	F-179
Figure 8.36	Distribution des Débits de l'Oued Blibene	F-180
Figure 8.37	Plan de l'Aménagement de l'Oued Blibene	F-181
Figure 8.38	Profil en Long de l'Oued Blibene	F-182
Figure 8.39	Distribution des Débits pour les Variantes de l'Oued Hallouf	F-183
Figure 8.40	Plan de l'Aménagement de l'Oued Hallouf	F-184
Figure 8.41	Profil en Long de l'Oued Hallouf	F-185
Figure 8.42	Variantes d'Aménagement pour l'Oued Hamdoun	F-186
Figure 8.43	Distribution des Débits pour les Variantes de l'Oued Hamdoun.....	F-187
Figure 8.44	Plan de l'Aménagement de l'Oued Hamdoun.....	F-188
Figure 8.45	Profil en Long de l'Oued Hamdoun.....	F-189

Figure 9.1 Carte des Ecoulements pour la Formulation du Plan DirecteurF-190

CHAPITRE 1 CONDITIONS SOCIO-ECONOMIQUES DE LA ZONE DE L'ETUDE

1.1 Introduction

Le cadre socio-économique de cette Etude est expliqué dans ce Chapitre. Le but de cette section est de présenter:

- * une évaluation du cadre socio-économique aux niveaux national et régional ainsi qu'au niveau de la Zone de L'Etude
- * les aspects démographiques
- * un *compte rendu des dégâts des inondations passées dans la Zone de l'Etude*
- * une approche méthodologique pour l'évaluation des inondations dans le contexte socio-économique actuel.

1.2 Evaluation des Tendances Economiques

(1) Tendances Passées

Une évaluation de l'évolution récente de l'économie Tunisienne a été préparée, basée sur les informations émises par l'Institut National des Statistiques et du Ministère des Plans, comprenant le Huitième Plan National de Développement (1992-1996), l'Annuaire Statistique 1992, ainsi que le Budget National 1993. Une synthèse de l'évolution de l'économie est présentée dans le Tableau 1.1.

Le taux moyen de croissance de l'économie entre les années 1987 et 1991 est estimé à 3,7% pa en dépit de la mauvaise année 1988. Le rythme économique a repris considérablement en 1990-1991 grâce notamment à la croissance dans le secteur agricole qui a connu une progression de 27%, et aux industries d'exportation qui ont aussi connu une croissance notable.

Néanmoins, la dépendance de l'économie sur le tourisme international est évidente dans les statistiques en vu des mauvaises conséquences de la Guerre du Golfe, qui a amené à une chute considérable sur les revenus et sur la balance des paiements.

Des estimations sur le PIB du Grand Tunis et de Sousse ne sont pas disponibles. Il est peu probable que des estimations, même provisoires pour ces deux villes soient disponibles dans un avenir proche du Commissariat Général du Développement Régional.

En 1990/1991 les dépenses par foyer per capita pour la Tunisie ont été estimées à 716DT. Pour Tunis, le centre économique et commercial du pays, le taux était 1.007DT tandis que pour Sousse, il est estimé à 806DT. Ces chiffres, par contre, sont bien en dessous du PNB per capita, estimé par la Banque Mondiale à 1.440US\$.

(2) Prévisions

Les perspectives pour le développement de l'économie nationale pendant le Huitième Plan ont été examinées. Par rapport au Septième Plan, on s'attend à une croissance rapide, avec un taux de 6% pa en moyenne par rapport à 4,2% pa pendant le Septième Plan du à un investissement plus important. Pendant le huitième Plan l'évolution du revenu per capita doit connaître une croissance deux fois plus forte par rapport au septième Plan, 4,1% pa contre 2,1% pa.

Le Tableau 1.2 présente une synthèse statistique de l'évolution de l'économie.

Les prévisions pour la croissance économique dans l'avenir proche du Huitième Plan sont optimistes par rapport aux objectifs du Septième Plan (voir Tableau 1.3).

La croissance en 1992 a déjà excédé les objectifs du Huitième Plan, avec croissance en PIB de 6,5%, par rapport à la prévision d'un 3,8%. Ceci se doit à plusieurs facteurs, y compris une meilleure production agricole, un tourisme fortement accru (14,2%), une augmentation dans le prix du pétrole, etc.

Le taux moyen de croissance pendant le Huitième Plan (1992/1996) est prévu à 6,0%, le secteur industriel jouant un rôle majeur avec un taux annuel de croissance prévu à 8,67%, suivi par le secteur touristique dont le taux est prévu à 6,7%. Ces taux doivent se manifester notamment dans les économies locales de Tunis et Sousse, étant les centres industriels et touristiques du pays. La création de l'emploi à Tunis pendant cette période est estimée à 21.000 emplois, et à l'Ariana à 40.000.

En ce qui concerne l'évolution à long terme de l'économie, nous supposons que ces taux qui sont relativement élevés, ne pourront pas être maintenus, et donc, pour les besoins de prévisions de cette Etude, nous proposons les taux annuels de 6,0% jusqu'à l'an 2000, de 5,5% de 2001 à 2010, et de 5.0% après l'an 2010.

1.3 Tendances et Prévisions de Population

1.3.1 Introduction

Une analyse est présentée ci-après sur les tendances passées et les prévisions aux niveaux national et régional. Des statistiques plus précises ont été récemment préparées en ce qui concerne les prévisions de la population pour certains districts. Ces données ont été prises en compte dans l'estimation des avantages futurs des projets étudiés (voir sections 9.2 et 9.3).

1.3.2 Tendances Passées

(1) District de Tunis

Cette analyse de tendances de population est basée sur le dernier recensement complet, celui de l'an 1984, ainsi que sur le "mini-recensement" de 1989 (Rapport sur la Population et l'Emploi Nationaux 1989).

Généralement, deux tendances sont à noter au niveau national, dans l'analyse de la croissance démographique passée:

- (a) Une tendance décroissante dans le taux de croissance, qui est passé d'une moyenne annuelle de 2,7% pendant les années soixante dix, à 2,3% pendant les années Quatre vingt. Entre 1986 et 1991 un taux moyen annuel de 1,95% est estimé, et il est prévu à un niveau entre 1,7% et 1,8% pour le huitième Plan. Au delà de l'an 2000, le taux est prévu entre 0,8% et 1,2%. Selon ces hypothèses, la population actuelle de la Tunisie de 8,2 millions d'habitants sera comprise entre 9,6 et 9,8 millions en 2001, et entre 11,7 et 13,1 millions en l'an 2026.
- (b) La part urbanisée de la population nationale témoigne une augmentation nette, passant de 40% du total national en 1966 à 60% en 1989.

Par contre, en ce qui concerne la ville de Tunis, une tendance de décentralisation se manifeste à travers le mouvement de population du centre vers les banlieues provoqué par la condition saturée du centre (d'où sa densité de population élevée). Par exemple entre 1984 et 1989, le transfert de population du Gouvernorat de Tunis vers les banlieues de l'Ariana et Ben Arous a été estimé à 53.400 et 32.200 respectivement.

(2) Gouvernorat de Sousse

Selon les estimations actuelles, la population du Gouvernorat s'élève à 403.000 habitants. Le taux annuel moyen de croissance de 1984 à 1991 est estimé à 3,24%. La population urbaine moyenne est estimée à 75,5% de l'ensemble.

Les populations estimées par délégation, indiquent que les villages menacés par les inondations ont des taux d'urbanisation très élevés, allant de 77% pour M'Saken à 100% pour Hammam Sousse, avec une population totale pour les deux localités d'environ 150.000 habitants.

1.3.3 Les Prévisions de la Population

(1) Prévisions Nationales

Quant aux prévisions de la population à long terme, le Ministère des Plans a adopté deux hypothèses:

- I La croissance démographique est régie par une fertilité qui tend vers la baisse (passant d'un niveau actuel de 3,45 à 2,61 en l'an 2001, à 2,05 en 2026); et
- II Le taux de fertilité va décroître plus rapidement encore pour atteindre le niveau de 2,05 dans l'an 2001.

Ces hypothèses impliquent des taux de croissance démographique de 1,8% et 1,7% respectivement (selon l'hypothèse) pendant le VIII Plan. Sur la période encore plus lointaine (2000-2025), les taux de croissance sont encore plus bas, 1,2% et 0,8%. Le Ministère des Plans propose ces deux hypothèses qui amènent à des prévisions de la population en 2026 de 11,7 et 13,1 millions respectivement.

(2) District de Tunis

Des prévisions ont été préparées par le District de Tunis jusqu'à l'an 1996 pour ses trois Gouvernorats, servant de base pour l'élaboration du VIII Plan (voir Tableau 1.4). Sur ce Tableau, il est bien évident que le taux de croissance de population pour le District de Tunis est bien inférieur aux taux des deux autres Gouvernorats, 1,8% pour Tunis par rapport à 4,5% pour l'Ariana et 4,0% pour Ben Arous. Ceci se doit au fait des taux de croissance négatifs pour certains districts du centre, par rapport aux taux de croissance

rapides pour les banlieues. On s'attend à la chute dans la proportion de la population de Tunis, passant de 52% en 1984 à 46% en 1996, la proportion de l'Ariana passant au contraire de 26% à 32%.

Des taux de croissance inférieurs sont prévus au delà de 1996 (1,52% en moyenne), et la population du District de Tunis en 2011 est prévue à 2,3 millions d'habitants.

(3) Gouvernorat de Sousse

La prévision la plus récente pour la population du Gouvernorat de Sousse s'élève à 418.000 personnes. Le taux de croissance annuel est estimé à 3,2%, et le taux d'urbanisation à 75,5%.

Les estimations des populations des délégations en 1992 sont présentées dans le Tableau 1.5.

Les prévisions du Huitième plan pour la région du Centre-Est sont résuméesci-après:

l'année 1991	:	1.724.000
l'année 1996	:	1.889.000
l'année 2100	:	2.367.000

Ces valeurs correspondent à des taux annuels de croissance de 1,84% (1991-1996) et 1,52% (1996-2011).

Selon les prévisions officielles, les taux de croissance futurs pour Sousse, varient de 2,8% pa à 3,45%. Par contre, l'ONAS a prévu un taux à long terme inférieur de 2,33% pa, et celui-ci a été adopté pour les prévisions de cette Etude.

1.4 Caractéristiques Socio-économiques du District de Tunis

Des données sur les indicateurs socio-économiques ont été recueillies aux niveaux régional et local du District de Tunis ainsi qu'au niveau des Gouvernorats de l'Ariana, de Tunis et de Ben Arous. En plus, une analyse a été faite sur les Plans Directeur de Développement Régionaux et des Plans Directeur d'Urbanisme pour grand nombre des Communes dans la Région.

Pour la plupart des indicateurs, les renseignements datent de l'année 1989. Leur importance relative est reflétée par le Tableau 1.6.

Ci-après, suivent les principales conclusions à tirer de ces statistiques:

- * Le District de Tunis représente la concentration de populations la plus élevée du pays, avec à peu près 20% de la population nationale concentrés dans les trois Gouvernorats. A cause du taux de croissance démographique supérieur du District, son pourcentage de la population nationale doit monter dans l'avenir.
- * Le Gouvernorat de Tunis semble avoir atteint un niveau de saturation; néanmoins, une tendance d'urbanisation progressive est attendue dans les deux autres Gouvernorats, produisant des secteurs d'habitation planifiée ainsi que spontanée (non-planifiée).
- * Les trois Gouvernorats constituent des centres industriels importants. En particulier, Ben Arous comprend des zones industrielles à Radès, Mégrine, Ben Arous et Bir Kassa, avec 685 entreprises et 600 hectares de zones industrielles. En plus, les deux Districts de Tunis et de l'Ariana ont témoigné un développement industriel important, avec le tiers de la population d'Ariana employé dans l'industrie.
- * Le secteur tertiaire (services) est le plus important. La ville est un centre important pour le tourisme et pour les congrès. Elle comporte plus d'une centaine d'hôtels ayant 13.000 lits, ce qui représente 12% de l'infrastructure totale touristique du pays. Ce secteur emploie 10.000 personnes dans ce district. En moyenne, sur les dernières années, les touristes ont passé 1,1 millions de nuitées chaque année à Tunis Centre, et 0,5 millions dans la zone touristique du Nord Tunis.
- * A l'Ariana, la construction a été très rapide passant de 70.200 constructions en 1984 à 94.900 en 1989, ce qui représente un taux de croissance annuel de 6,2%. Une grande partie de cette activité comprend des logements spontanés et illégaux. Il a été estimé qu'à l'Ariana, le tiers de la population est logé sous abri illégal et occupant à peu près la moitié de l'espace. Ces conditions sont mauvaises pour la bonne évacuation des eaux des crues dans la mesure où ces constructions empêchent le flux naturel des eaux usées et pluviales. Ce phénomène est manifesté dans le nombre important de mares d'eau stagnante dans la région.
- * Si un pourcentage élevé des logements peut profiter des services publics, le phénomène de la construction de logements spontanés a produit premièrement le résultat actuel d'une infrastructure urbaine mal-planifiée et chaotique en ce qui concerne les services publics, ainsi que, deuxièmement, des problèmes sévères d'évacuation des eaux et de stagnation des eaux pluviales et usées. En particulier, à l'Ariana les zones occupées

par l'habitat spontané représentent à peu près la même surface que l'habitat légal, (1.900 ha). A Tunis, l'habitat spontané comprend une surface estimée à environ 1.000 ha, tandis que à Ben Arous il est estimé à 3.500 ha environs (voir Ch 4).

* Les taux d'alphabétisation par rapport aux indices nationaux pour ces trois Gouvernorats sont plus élevés.

1.5 Caractéristiques Socio-économiques du Gouvernerat de Sousse

Les renseignements socio-économiques de base pour le Gouvernorat de Sousse sont présentés dans le Tableau 1.7.

La structure économique de la région, d'après le profil d'emploi par secteur (voir Tableau 1.8), reflète une dominance de l'industrie, avec 28% des emplois, suivie par le tourisme (21,3%). Sousse comprend une zone industrielle importante à Sidi Abdel Hamid située le long de l'Oued Hamdoun. Il y a environ 460 usines dans le Gouvernorat dont 114 industries polluantes. L'industrie textile représente la part majeure de l'activité industrielle.

En raison de la tendance d'urbanisation et de la croissance du secteur tertiaire, l'agriculture a connu une baisse, passant de 35,6% de l'emploi en 1966 à 16,7%. L'arboriculture est une activité importante ayant une surface de 45.000 ha dont les 64% sont pris par des plantations d'oliviers, ayant quelques 1.675 millions d'arbres.

Sans aucun doute, le tourisme est le secteur qui présente les meilleures perspectives de croissance. Ce Gouvernorat compte presque 25% de la capacité réceptive du pays, avec sa zone balnéaire en bord de mer.

Les activités majeures des différentes délégations comprises dans les bassins de réception des oueds sont indiquées dans le Tableau 1.9.

Les taux de chômage varient d'une délégation à une autre. Parmi les délégations situées dans les bassins des oueds étudiés, celle qui manifeste le taux inférieur est Kalaa Seghira avec 4,3% (statistiques de 1984), suivie de Hammam Sousse (9,9%), de Kalaa Kebira et Sousse Riadh (11,5%), de Sousse Jawhara (13,2%), Akouda (13,7%), Sousse Médina (15%), et M'Saken (19,2%).

1.6 Evaluation des Dégâts d'Inondation

1.6.1 Introduction

La Tunisie a souffert des inondations majeures en 1969, 1973, 1982, 1986 and 1989 ("Evaluation des Inondations Majeures en Tunisie sur les 20 Dernières Années" KALLEL/BENZERTI, Janvier 1990). Cette étude indique que, dans l'ensemble, les parties méridionales du pays ont été les plus affectées.

La destruction provoquée peut être considérable, le cas de l'inondation de 1969 étant un exemple, avec 300.000 personnes atteintes dans toute la Tunisie, dont 500 morts, et 70.000 maisons détruites; le coût total sur l'économie nationale est estimé en valeur équivalente au 12% du PNB. En plus, il y a l'incidence des inondations soudaines et brutales qui, bien qu'étant de courte durée, provoquent des dégâts non négligeables. La nature des dommages enregistrés comprend des dégâts et des destruction de structures (fondations, murs et toits), l'isolement de communautés provoqué par la destruction de routes, par l'encombrement du trafic routier, etc..

Plusieurs mesures ont été adoptées pendant les dernières années afin d'éviter ou de réduire les dégâts ces mesures ont eu des succès, notamment en réduisant les dégâts en matière de logement, infrastructure, agriculture et autres. Une certaine amélioration de la situation a été notée sur l'Oued Maliyan, grâce aux barrages d'El Kébir et Bir M'Cherga. Néanmoins l'Oued El Hamma, tributaire du Maliyan, n'est toujours pas protégé des débordements, et l'on s'attend à un envasement total du barrage d'El Kébir vers l'année 2005.

1.6.2 Estimations Existantes des Dégâts d'Inondations

(1) Introduction

Il n'y a pas eu d'estimations officielles des dégâts causés par les inondations. Les évaluations existantes, d'ailleurs, contiennent des estimations de l'amplitude des crues et des descriptions générales des inondations plutôt que des estimations détaillées des dommages subis. Seulement dans les cas des désastres majeurs dans le Sud du pays, y a-t'il des estimations de dommage. Il y a très peu de statistiques disponibles sur l'ampleur, la durée et la profondeur des inondations dans les régions de Tunis et de Sousse.

2) District de Tunis

Introduction

Les inondations de 1969 et de 1973 ont été les dernières de grande ampleur à Tunis. Il n'existe pas d'évaluations détaillées de ces inondations. Les dégâts et les malaises provoqués par les crues de 1982 et 1989 étaient comparativement limités grâce à la construction des barrages sur l'Oued Maliyan et des bassins d'encrètement sur l'Oued Gariana.

L'Inondation de 1982

Le Ministère de l'Agriculture a préparé une étude superficielle sur les débordements le long de l'Oued Maliyan en 1982. Cependant, cette étude ne contient aucune estimation de l'ampleur, de la durée, ou des dégâts provoqués par l'inondation; il y a seulement une indication des surfaces affectées et de la direction des flux des débordements.

L'Inondation de 1987

Suite aux pluies délugiennes de mars 1987, on a noté la présence de mares d'eau stagnante pendant un mois à El Boustene, Borj Louzir et à Choutrana; un article du journal "La Presse" a présenté plusieurs estimations monétaires, à savoir:

250.000 DT pour l'évacuation d'eau stagnante

23.000 DT pour travaux de réhabilitation

14.000 DT pour travaux d'amélioration des canaux d'évacuation d'eau entre la Sebkha et la mer

50.000 DT pour les soins médicaux des malades atteints des maladies provenant des mauvaises conditions hygiéniques.

L'Inondation d'Avril 1989

Suite aux pluies diluviennes de du 11 avril 1989 qui ont duré trois heures (de 15H à 18H) et qui ont provoqué un arrêt complet de la circulation urbaine ainsi que des dégâts humains et matériels, une étude a été entreprise. Une commission a été constituée par les organismes suivants: District de Tunis, la Protection Civile, le Ministère de l'Agriculture, et la Défense Nationale. Cette étude ("Programme de Protection du District de Tunis contre les Inondations") a identifié quelques routes où l'incidence d'inondation était la plus marquée.

Selon cette étude, le District de Tunis est particulièrement menacé par les inondations dans la région du piémont de Jebel Nahli, Kerch El Ghaba dans le nord, Jebel Ammar dans l'ouest, et Ain Krime et Jebel Boukornine dans le sud. La zone de Kerch El Ghaba est considérée de haute priorité.

Il n'existe pas de statistiques disponibles sur l'ampleur des dégâts subis, mais apparemment l'effet à court terme des retards sur la circulation routière a été considérable. D'après ce rapport, des routes principales ainsi que d'autres de moindre importance étaient atteintes par les inondations, notamment des sections du Grand Parcours I qui a un volume moyen de trafic d'environ 20.000 véhicules par jour.

Evaluation de l'Inondation de 1988

Une étude effectuée par le District de Tunis en 1988 sur la Plaine Soukra Choutrana indique que dans certaines zones, il y avait des mares d'eau stagnante de 20 à 50 cm en profondeur, condition nocive à la culture. Apparemment il y a eu des dégâts aux fondations des logements spontanés dans la zone, ainsi que des menaces à la santé publique. Cependant, il n'existe pas d'estimations précises de dommages.

(3) Sousse

Dans la région de Sousse comprise dans la zone de la présente Etude, les communes suivantes sont particulièrement susceptibles aux inondations destructives: Sousse, Hammam Sousse, Akouda, Kalâa Kébira, Sousse Riadh et M'Saken. Selon une estimation de cette étude, plus de 22% du Gouvernorat de Sousse sont exposés aux inondations (532 km²).

Cependant, il faut voir ces évaluations en tenant compte des travaux considérables qui ont été achevés après ces études (barrages, amélioration des systèmes d'assainissement, nettoyage des canaux, etc).

1.6.3 Méthodologie de l'Evaluation

(1) Introduction

Comme déjà cité, aucune évaluation détaillée des dégâts provoqués par les crues passées dans les régions de Tunis et de Sousse n'a été entreprise; il y a donc une absence complète de banques de données (database) en la matière pouvant servir de base pour la

préparation de prévisions. Il est à noter qu'à la suite des crues des années récentes, des mesures de plusieurs types (à savoir la construction des bassins et barrages de retenue, l'aménagement des oueds, les travaux de dragage, etc) ont depuis été effectuées afin de limiter les dégâts de crues futures.

A fin de faire face à cette lacune de données sur les dégâts d'inondation, d'autres méthodes d'analyse ont été prises en compte pour cette Etude.

(2) Les Valeurs Immobilières

En circonstances normales, l'exposition aux dangers des inondations devrait affecter d'une façon très nette le niveau des valeurs des terrains et des immeubles. Par contre, dans la Zone de l'Etude, le facteur de susceptibilité à l'inondation est totalement absent en ce qui concerne la définition des valeurs immobilières, le secteur immobilier étant caractérisé plutôt par une demande excessive d'une part, et une spéculation très active, d'autre part. Les fourchettes des valeurs dans les zones susceptibles ainsi qu'en dehors de ces zones, sont très larges. Des différences de prix très importantes existent même entre terrains contigus.

Il y a d'autres facteurs qui jouent un rôle à la détermination des prix, l'accès routier et la disponibilité des infrastructures, en l'occurrence. Il se trouve souvent que la présence de l'habitat anarchique soit la source même des problèmes d'inondation. Néanmoins, il s'avère impossible d'évaluer l'effet des inondations sur les valeurs immobilières. Il est à noter que dans l'état actuel des choses, les occupants des logements illégaux considèrent la situation actuelle comme temporaire, en attendant des mesures de l'Etat d'améliorer les différentes infrastructures y compris les réseaux d'évacuation des eaux usées et pluviales.

(3) Evaluation Selon Disposition à Payer (Contingent Valuation)

La méthode d'évaluation indirecte (selon une estimation du niveau de compensation acceptable pour l'inconfort dû à l'inondation) ne se prête pas au cas actuel vu la fréquence basse d'inondation et le niveau relativement bas des dommages subis pendant ces dernières années. D'ailleurs, il y a des difficultés à l'interprétation objective et impartiale des estimations de compensation citées par les différents répondants de sondage. Ici, encore, le facteur d'excès de la demande du logement par rapport à l'offre déforme les perceptions du public et les prix pratiqués dans le marché immobilier. Il s'avère, donc, très difficile d'évaluer les améliorations apportées par d'évaluer les aménagements.

(4) Prix "Hedonic"

Une autre méthode d'analyse des valeurs potentielles des bénéfices des projets est la méthode "Hedonic" pour évaluer les différences de valeurs entre les zones susceptibles et les zones homogènes mais non-susceptibles. L'écart de valeurs observé entre les deux classes de terrains peut représenter grosso modo la valeur de la prime à payer pour éviter totalement la susceptibilité d'inondation et tous les dégâts en découlant. Cependant, une étude des valeurs municipales des terrains a révélé que ces valeurs ne reflètent ni les vraies valeurs de marché des terrains, ni les conditions d'environnement, et qu'elles subissent plutôt la pression des facteurs non-économiques.

(5) La Méthode Proposée

Vu l'absence d'une banque de données sur l'évaluation objective de dégâts, la présente Etude propose l'adoption de certaines suppositions réalistes. La méthode adoptée demande l'analyse des aspects suivants des zones susceptibles à l'inondation:

- i) l'effet sur la population locale
- ii) les dégâts potentiels aux immeubles, à l'industrie et aux infrastructures
- iii) les inconvénients provoqués en ce qui concerne le transport y compris les retards, les coûts d'opération supplémentaires des véhicules, et dommages aux routes
- iv) les dégâts sur l'agriculture

Une méthodologie détaillée est présentée dans la section 9.3.

CHAPITRE 2 GEOLOGIE ET TOPOGRAPHIE

2.1 Général

Chaque bassin versant de la zone de l'étude a été identifié suite à une consultation des cartes géologiques existantes et ce, dans le but de mettre en relief l'aspect géologique et topographique des sites pour la sélection des endroits de forage des fondations des barrages et des points de prélèvement des matériaux de remblai. Selon les visites de reconnaissance, trois points (3) de forage ont été sélectionnés et forés au site du barrage Guemgame qui est un affluent de l'Oued Hammam. Le site du barrage a été auparavant envisagé par le Ministère de l'Agriculture. Pour les essais de laboratoire, les échantillons ont été prélevés à huit (8) endroits différents y compris le site du barrage Guemgame.

Les emplacements des points de forage et de prélèvement des échantillons sont présentés dans les Figures 2.1 et 2.2.

2.2 Géologie et Topographie

2.2.1 Grand Tunis

(1) Géologie Générale

La partie nord-ouest de la zone de l'étude au Grand Tunis est caractérisée par des coteaux modérément accidentés qui s'élèvent à une altitude maximale de 300 m au-dessus du niveau de la mer. Dans la partie sud et sud-est, se trouve une chaîne de montagnes dont l'altitude varie entre 400 et 800 m. Sebkhet Ariana se situe au côté et au pied des collines du nord-ouest et le lac de Tunis se trouve au côté sud-est. Ces deux plans d'eau sont en contact avec la mer. La Sebkhet Sijoumi se trouve au côté sud et ne possède pas de pertuis à la mer. A l'exception de la zone de falaises entre Carthage et Gammart, l'altitude des plaines situées le long de la baie de Tunis et dans les Zones riveraines des plans d'eau précités ne dépasse pas quelques mètres. Dans la zone centrale le long de l'oued Maliyan, le terrain est caractérisé du nord-est au sud-ouest par des plateaux vallonnés situés à 10 km en aval du barrage Bir M'cherga où les ondulations du terrain s'accroissent pour former des collines à fortes pentes qui s'étendent sur 10 km en aval du barrage.

La géologie des collines de la partie nord-ouest est composée de marne, de grès de l'argile avec des sols altérés et des dépôts éboulis qui datent de l'époque Crétacée-

Néocène. Les montagnes de la partie sud et sud-est consistent en de couches de marne, de grès, d'argile et de calcaire avec des sols altérés et des dépôts éboulis qui datent de l'époque Triassique-Néocène. La plaine côtière est composée de dépôts alluvionnaires argileux et de sable avec des cordons dunaires qui se sont formés le long de la côte. La plaine centrale consiste en des dépôts alluvionnaires argileux, de limon et de sable le long de l'Oued Maliyan et de ses affluents ainsi que de dépôts fluviaux argileux, de limon et de sable sur leurs rives. Les collines du sud-ouest consistent en des dépôts de marne crétacé, de calcaire et de grès.

(2) Aspect Géologique par Bassin Fluvial

- Oued Enkhilet, Oued Greb et Oued Gariana

Les Oueds Enkhilet, Greb et Gariana prennent naissance dans les collines situées au nord de la zone urbaine de Tunis. La géologie des parties supérieures de ces trois oueds est assez similaire et consiste en des dépôts éboulis d'argile, de limon et de sable provenant du marne, de grès et de l'argile. Les parties inférieures des oueds sont composées de dépôts alluvionnaires côtiers.

- Oued Maliyan

Les affleurements géologiques le long de l'Oued Maliyan sont composés de trois tronçons. Les premiers 10 km qui forment le tronçon supérieur de l'aire de l'étude consistent en des couches de marne crétacé, de limon, de calcaire et de grès. Les 20 km consécutives consistent en des dépôts fluviaux d'argile, de limon et de sable. Des dépôts alluvionnaires se sont formés à proximité du cours de l'Oued sur une largeur d'un (1) km environ. Les derniers 10 km qui forment le tronçon inférieur consistent en des dépôts alluvionnaires. Une colline isolée se trouve située le long de la rive droite (côté nord) à 1 km de cours de l'Oued. Cette colline date de l'époque Néocène avec des couches alternées de grès et d'argile.

L'Oued Hamma, un des grands affluents de l'Oued Maliyan, s'étend sur une distance de 10 km en amont de l'embouchure de l'Oued. La stratigraphie le long du tronçon inférieur de l'Oued Hammam consiste en des dépôts fluviaux similaires à ceux rencontrés à l'Oued Maliyan. Le tronçon supérieur s'étend sur 10 km en amont de point de confluence dans une zone montagneuse. L'Oued coule aussi à travers la plaine fluviale où les dépôts fluviaux contiennent des graviers et du gros sable. Sur les deux versants de la montagne, la géologie est caractérisée par de la marne et du calcaire qui datent de l'époque Triassique-Néocène.

- Oued Mayzette et Oued Bou Khamsa

Les affleurements géologiques des deux Oueds consistent en des dépôts alluvionnaires côtiers.

- Oued Aïn Zerga

L'Oued Aïn Zerga coule le long de la zone montagneuse sur des dépôts éboulis composés de sable et de gravier avec de l'argile rouge. La géologie sur les deux versants de la montagne est caractérisée par des dépôts de marne, de calcaire et de grès identiques à ceux rencontrés dans la partie supérieure de l'Oued Hammam.

2.2.2 Grand Sousse

(1) Géologie Générale

L'aire de l'étude au Grand Sousse se trouve située sur des coteaux vallonnées qui s'élèvent jusqu'à 80 m au-dessus du niveau de la mer où l'écoulement des oueds découpe les zones en dépression.

La géologie de la région consiste en grande partie en des dépôts fluviaux quaternaires d'argile et de sable, parmi lesquels sont distribués sporadiquement des dépôts de grès et de marne de l'époque Pliocène. Le long des cours des Oueds Hammam et Hamdoun et de leurs affluents se trouvent des dépôts alluvionnaires d'argile et de sable fin.

(2) Aspect Géologique par bassin fluvial

- Oued Hammam

La formation géologique du bassin de l'Oued Hammam consiste en des dépôts fluviaux quaternaires d'argile, de sable fin, de marne tertiaire et de grès qui sont distribués sur la rive gauche à proximité de l'embouchure de l'Oued et à l'ouest et au sud de Kalaa Kebira.

- Oued Blibene

L'Oued Blibene parcourt les collines escarpées situées au nord de la zone urbanisée de Sousse où la géologie consiste en des dépôts quaternaires fluviaux d'argile et de sable

avec des graviers de forme semi-angulaire et de grès qui se trouvent au sommet des collines. Ces dépôts sont jugés de provenir des sols résiduaux du grès de l'époque Néconène.

- Oued Hallouf

L'Oued Hallouf parcourt les zones basses situées au bord sud de la zone urbaine où la géologie consiste en des dépôts alluvionnaires de sable fin dans la partie inférieure de l'Oued et de l'argile dans la partie supérieure.

- Oued Hamdoun

La stratigraphie de l'Oued Hamdoun consiste en grande partie en des dépôts quaternaires fluviaux d'argile et de sable fin. Des dépôts alluvionnaires de sable fin se trouvent aussi le long du tronçon central. Ces dépôts s'étalent sur une étendue plus large que celle rencontrée à l'Oued Hammam.

2.3 Résultats des Investigations

2.3.1 Investigation sur le terrain

(1) Forage et essais de pénétration standard et de perméabilité

Parmi les bassins d'écrêtement éventuels, le barrage Guemgame, envisagé par le Ministère de l'Agriculture, a été choisi en raison de ses conditions topographiques et de l'utilisation du sol. Trois forages (3) y ont été exécutés. Deux ont été creusés jusqu'à une profondeur de 15 m dans le lit et sur la rive gauche de l'Oued et un troisième a été foré sur la rive droite jusqu'à une profondeur de 20 m. A chaque forage, ont été exécutés des essais de pénétration standard à des intervalles de 1 m ainsi que des essais de perméabilité à des intervalles de 5 m.

La stratification est composée de couches alternées de sable limoneux brun-jaunâtre et de l'argile brun-rougeâtre. L'épaisseur de la couche de sable varie entre 1 et 3 m et celle de l'argile varie entre 2.2 et 2 m. La strate s'est développée presque horizontalement aux affleurements.

Les valeurs de martelage (N) varient entre 21 à plus que 50 avec la majorité en dessus de 30. En conséquence la portance du terrain est jugée suffisante pour un barrage du type homogène qui s'élève de 30 à 40 m de hauteur.

Les valeurs de perméabilité sur place varient entre 1×10^{-5} à 2×10^{-5} cm/sec avec la majorité en dessous de 10^{-5} cm/sec et par conséquent l'imperméabilité de la fondation du bassin d'écrêtement est jugée suffisante vu la courte durée de retenue qui ne dépasse pas quelques jours.

(2) Prélèvement

Les prélèvements des échantillons d'essai pour les matériaux de remblai au Grand Tunis ont été effectués aux trois (3) endroits suivants:

- La rive gauche de bassin d'écrêtement B sur l'Oued Ain Zerga (T-1)
- La rive droite au croisement de l'Oued Maliyan et de la GP-1 (T-2)
- La rive gauche du bassin d'écrêtement A sur l'Oued Maliyan (T-3)

Les prélèvements au grand Sousse ont été effectués aux cinq (5) endroits suivants:

- La rive droite en amont du site du barrage Guemgame (S-1)
- La rive gauche en amont du site du barrage M'Darrej (S-2)
- La rive gauche en amont du barrage Laïa (S-3)
- La rive gauche du bassin d'écrêtement A sur l'Oued Hamdoun (S-4)
- La rive gauche du bassin d'écrêtement B sur l'Oued Hamdoun (S-5)

A l'exception de la terre végétale à chaque point de prélèvement. Les échantillons d'essai ont été prélevés à une profondeur de 3 m au-dessous du terrain naturel. Les relevés des trous de prélèvement sont présentés dans la Figure 2.3.

2.3.2 Résultats des essais de laboratoire

Le récapitulatif des essais de laboratoire sur les matériaux de remblai est présenté dans le Tableau 2.1. Selon les résultats, les matériaux rencontrés aux environs des sites de remblai proposés, à l'exception du site du barrage M'Darrej, sont classés comme Cl (argile de plasticité moyenne) par rapport à la méthode Unified Soil Classification de l'ASTM. Ces matériaux sont jugés être convenables pour le barrage et pour le remblai des digues, bien que les coefficients de perméabilité des matériaux rencontrés dans la région du Grand Sousse sont jugés être élevés par rapport aux valeurs de granulométrie et les limites d'Atterberg mesurées. Ceci ressort des erreurs commises durant les essais.