

système existant. Ce réseau est divisé en quatre parties. Oued Hammam est inclus dans la partie nord.

On a remarqué que dans la zone urbanisée du bassin de Oued Hammam quelques routes urbaines ont été inondées durant des pluies d'orages à cause de l'insuffisance des systèmes de drainage. Pour réduire le risque d'inondation de ces routes urbaines au maximum, il est recommandé que ces systèmes de drainage urbain soient projetés et réalisés par l'ONAS en collaboration avec le MEH. A cause de l'insuffisance des données et informations, le plan préliminaire du système de drainage urbain dans la zone d'étude n'a pas été inclus dans l'étude de faisabilité.

## **6) Environnement**

### **(1) Objectifs**

L'évaluation environnementale est considérée comme partie intégrante de l'étude du plan directeur et de l'étude de faisabilité des projets prioritaires. L'évaluation environnementale a déterminée les problèmes actuels de l'environnement de la zone d'étude puisque ceux-ci sont reliés aux problèmes d'inondations et déterminent les impacts positifs et négatifs des ouvrages proposés pour le contrôle des crues. Une mitigation environnementale et des mesures d'observations sont alors recommandées sous forme de mesures non structurelles, qui, si exécutées en parallèle avec les mesures structurelles mèneront à un meilleur contrôle des crues avec un minimum d'impacts environnementaux négatifs.

### **(2) Méthodologie**

Durant les phases 1 et 2 de l'étude, un Examen Initial de l'Environnement (IEE) a été réalisé pour chacun des bassins du Grand Tunis et Grand Sousse. Ceci a entraîné une collecte de données sous forme de rapports, brochures, dessins, cartes et interviews sur site. Les lois et les réglementations institutionnelles existantes ont été déterminées. Une vaste investigation sur site a été réalisée dans le but de:

- (a) Déterminer les causes et l'ampleur des problèmes d'inondations dans la zone de l'étude et leur relation avec l'aspect environnemental.
- (b) Examiner et évaluer les aspects environnementaux dans la zone d'étude du point de vue leur importance et leur condition actuelle.
- (c) Procéder à des prélèvements d'échantillons d'eau dans les endroits sélectionnés dans les oueds pour appuyer les observations sur sites et les autres données disponibles sur la qualité de l'eau.

- (d) Obtenir des informations des sites où il existe ou il est projeté de construire des ouvrages de contrôle des crues afin de déterminer et d'évaluer les impacts.

L'IEE réalisé dans le cadre de l'étude du Plan Directeur a commencé par déterminer les conditions environnementales existantes dans chaque bassin. Ensuite, une évaluation de base a été faite. Cette étape a inclus une identification des éléments environnementaux importants, une évaluation de leurs conditions existantes ainsi que de leur condition future prédite sans le projet. Finalement, une évaluation des perturbations et des avantages environnementaux futurs a été faite pour chaque variante du projet dans chaque bassin. Tous les résultats du IEE sont résumés dans une matrice de compatibilité et de décision qui indique les impacts environnementaux pour les cas avec et sans le projet dans chaque bassin. Un des critères de choix utilisé pour la sélection des projets prioritaires est le projet avec le minimum d'impacts négatifs.

L'évaluation de l'impact environnemental (EIA) dans la phase 3 pour les projets prioritaires sélectionnés a été refaite d'une façon plus détaillée pour les bassins d'oued concernés. Les impacts des projets ont été déterminés pour les cas sans et avec projet pour chaque mesure structurelle proposée pour le contrôle des crues dans les bassins versants. Une mitigation environnementale et des mesures d'observations sont alors recommandées en parallèle avec les mesures structurelles afin d'assurer un meilleur contrôle des crues avec un minimum d'impacts environnementaux négatifs.

### (3) Résultats

Les conditions environnementales existantes varient d'un bassin versant à un autre. Toutefois, des problèmes généraux apparaissent dans presque tous les bassins bien que leur degré soient variable. Ils comprennent:

- (a) Existence de groupement de constructions spontanées.
- (b) Eutrophisation des lits d'oued avec la poussée de végétation dense
- (c) Rejet de déchets, d'eau usée industrielle et domestique sans traitement directement dans les cours d'eau et les Sebkhetts.
- (d) Constructions illégales et obturation des dalots ce qui gêne l'écoulement normal dans les cours d'eau et aggrave le problème des inondations.
- (e) Conversion des terres agricoles en terrains urbanisés en l'absence de politiques et de plans d'aménagement clairs.
- (f) L'absence ou l'insuffisance des réseaux de drainage et d'assainissement.

L'IEE a montré que sans les mesures structurelles proposées pour la protection contre les inondations, les dégâts des crues continueront à causer des perturbations économiques considérables et des épreuves sociales difficiles à la majorité de la population et particulièrement aux groupements d'habitats spontanés installés sur les bassins versants. L'eutrophisation des oueds va continuer et va entraver progressivement l'écoulement normal des eaux ce qui va agrandir l'étendue des surfaces inondées. Les zones agricoles vont continuer à subir des dégâts sur leurs cultures. Les problèmes d'érosion du sol et particulièrement des lits des cours d'eau vont persister. Les dégâts sur les routes et les retards du trafic peuvent causer des coûts de réparation très importants. Les risques de propagation de maladies engendrées par les eaux après les crues, seront importants puisque les déchets, les eaux usées industrielles et les eaux domestiques sont rejetées dans plusieurs des cours d'eau de la zone d'étude.

Les mesures structurelles de protection contre les inondations considérées pour chaque bassin dans le Plan Directeur comprend une combinaison de: travaux d'aménagement de cours d'eau, nouveaux bassins d'écrêtement, réhabilitation de bassins ou de barrages existants, nouveaux canaux ou tunnel de déviation et de nouveau barrage de contrôle de crues. L'IEE a conclu que les mesures structurelles proposées dans les différentes variantes pour chaque bassin assureront des impacts environnementaux positifs. La construction de nouveaux ouvrages pour le contrôle des crues ou l'amélioration et la réhabilitation des anciens ouvrages n'engendreront pas des impacts négatifs tel que des mouvements de population. Cependant, pour le cas de la plaine de Soukra-Chostrana à l'Ariana dans la zone du Grand Tunis, la prolifération rapide de l'habitat spontané dans les zones basses est elle même la cause des inondations. Des causes d'inondations dont l'origine est l'Homme telles que l'habitat spontané dans les zones basses, la construction illégale d'ouvrages non appropriés et le rejet des eaux usées industrielles et domestiques et des ordures dans les cours d'eau, doivent être arrêtées par des mesures non structurelles appropriées tel que la définition et le renforcement des lois et des réglementations nécessaires.

Pendant la phase 1, les données concernant l'écosystème et les populations d'oiseaux hivernaux de Sebkheth Ariana, Sebkheth Sijoumi et du lac de Tunis n'étaient pas disponibles. Ce point est jugé important puisque certaines des variantes établies dans le Plan Directeur proposent la récupération de parties de terrains des Sebkheths. Cet aspect a donc été étudié plus en détail dans la phase de l'étude de faisabilité.

L'IEE a ainsi établi que les variantes proposées pour chaque bassin versant sont jugées acceptable d'un point de vue environnemental. L'IEA des projets prioritaires a été faite par la présentation d'informations plus détaillées des conditions environnementales existantes dans chaque bassin pour appuyer les informations déjà présentées dans l'étude du Plan

Directeur. Pour la zone de Oued Enkhilet et Sebkhet Ariana, ces informations concernaient ce qui suit:

- (a) Environnement physique: géographie et emplacement du site, pente, écoulements souterrains et difficultés de drainage.
- (b) Environnement écologique: faune et flore terrestre à Sebkhet Ariana et aux autres zones humides voisines.
- (c) Environnement humain et vital: urbanisation, agriculture et problèmes créés par la construction et/ou le manque d'aménagements sociaux et de services municipaux.

Pour Oued Hammam dans la zone de Sousse, ces informations ont concerné:

- (a) Environnement physique: géophysique générale, problèmes d'érosion et eutrophisation.
- (b) Environnement humain et vital: croissance urbaine rapide et effet de l'exode rural, réseau d'assainissement et structures de traitement insuffisantes et absence d'un réseau de drainage, problèmes de pollution industrielle et de rejet d'ordures, et gain de terrains sur le compte des lits d'oueds.

L'évaluation des dégâts des inondations dans le bassin de Oued Enkhilet montre que, sans projet, et sous les conditions actuelles et futures d'occupation du sol, les dégâts considérables aux habitations et aux propriétés résidentielles ainsi que le manque à gagner résultants des retards de trafic, constituent la majeure partie des dégâts des inondations (90 %). Dans cette évaluation des dégâts, la plaine de Soukra-Chotrana n'est pas incluse. Les problèmes d'inondations sont considérables dans cette zone et surtout dans sa vaste plaine agricole sans le projet. D'autres problèmes de risques d'apparition de maladies à la suite des crues sont aussi posés dans cette zone et dans la partie nord de l'Ariana près de Sebkhet Ariana où le drainage et l'assainissement sont absents.

La variante présentée auparavant dans le Plan Directeur qui consiste à récupérer des terres à Sebkhet Ariana pour le développement est écartée. Les nombreuses données collectées sur l'écosystème de Sebkhet Ariana, de sa faune et flore et particulièrement sur les populations d'oiseaux hivernaux, ont montré que ces oiseaux hivernaux sont d'une importance locale et nationale considérable. Par conséquent, la Sebkhet Ariana sera préservée dans son état naturel. D'autres impacts très positifs des mesures structurelles sont perceptibles. Les bassins d'écrêtement à usages multiples proposés dans les espaces libres des zones urbaines vont assurer un stockage temporaire pendant les crues, tandis que dans les circonstances normales, ils peuvent être utilisés comme terrains de jeux. Les canaux de déviation et les travaux d'aménagement des cours d'eau vont contribuer à réduire l'eutrophisation dans les lits d'oueds et à améliorer l'esthétique du paysage riverain. Pour l'amélioration de celui-ci, différentes méthodes peuvent être utilisées. Elles consistent à

améliorer les revêtements des cours d'eau, le dégagement des emprises des oueds, la création de passages piétons et de zones de repos, la conservation de la végétation naturelle et son amélioration en fonction du développement commercial et résidentiel voisin. Des méthodes de construction appropriées seront adoptées pour contrôler les problèmes temporaires d'érosion et d'envasement. On ne perçoit pas d'autres impacts négatifs pour les mesures structurelles proposées.

Donc, pour la zone de Oued Enkhilet et Sebkheth Ariana, les mesures structurelles du projet sont jugées bénéfiques de point de vue environnement. Toutefois, une mitigation environnementale et des mesures de surveillance sont recommandées avec les mesures structurelles du projet. Ceux-ci concernent l'occupation rationnelle du sol, la prévention contre la pollution de l'eau, la surveillance de la flore et de la faune de Sebkheth Ariana, des activités d'aménagement du bassin versant, la surveillance des risques de pollution des eaux souterraines, plans d'alerte et d'évacuation en cas des crues et une éducation environnementale et un programme de sensibilisation publique.

Les tronçons intermédiaires de Oued Hammam au niveau de la confluence avec Oued Kébir n'ont pas une capacité de transit suffisante et des inondations ont lieu fréquemment. La surface des zones inondables est importante et augmente d'année en année. Sans les mesures structurelles de protection, les risques des dégâts d'inondations sont très importants. Des perturbations économiques et des pertes considérables peuvent avoir lieu. En plus des pertes directes sur les propriétés et les routes, des pertes indirectes causées par les retards du trafic seront lourdes. Les risques de propagation de maladies causées par les eaux stagnantes après les crues, seront aussi élevés.

Les mesures structurelles proposées pour la protection du bassin de Oued Hammam contre les inondations consistent seulement en des travaux d'aménagement du cours d'eau. L'amélioration de l'esthétique du paysage riverain sera un bénéfice très positif en plus de la réduction de l'eutrophisation dans l'oued et de l'érosion. Toutefois, une mitigation environnementale et des mesures de surveillance sont recommandées en plus des mesures structurelles proposées. Celles-ci concernent une occupation rationnelle du sol, la prévention contre la pollution de l'eau, l'aménagement du bassin versant, des plans d'alerte et d'évacuation en cas des crues et une éducation environnementale et un programme de sensibilisation publique.

## 7) Oueds et inondations

### (1) Oued Enkhilet

L'oued Enkhilet est situé à l'ouest du bassin de Sebkhiet Ariana, comme le montre la Fig. 13. L'urbanisation le long du GP-8 et de la RVE-533 évolue rapidement. L'Oued Enkhilet collecte les eaux des crues provenant des montagnes de Rous Hraieg, passe par la RVE-533 et déverse finalement dans la Sebkhiet de l'Ariana. Il traverse une distance de 8 km du sud au nord. Les affluents gauches ont des talus escarpés qui varient de 1/50 à 1/150 avec une largeur du fond de l'oued entre 2 et 3 m. D'autre part, les talus du cours principal de l'oued sont faibles et leurs inclinaisons varient entre 1/800 et 1/1500. Les cours amonts sont aménagés par un dalot en béton et des canaux à ciel ouvert dont la largeur du fond est d'environ 10 m.

Les débits de pointe de chaque rivière qui déversent dans la Sebkhiet de l'Ariana sont supposés augmenter jusqu'à environ 1.8 fois pour l'Oued Enkhilet, 1.7 fois pour le bassin de Chotrana et 1.5 fois pour le bassin de la Marsa, à cause d'une urbanisation rapide qui se produira dans le futur.

Pour élaborer le futur Plan d'aménagement de l'Oued, il est nécessaire de faire une estimation de la capacité actuelle de l'oued. Cette capacité est estimée en appliquant les estimations des flux de ruissellement selon les tronçons comme le montre la Fig. 14. Les résultats sont illustrés sur les Figs. 15 et 16. Il est évident que la capacité du débit du cours principal de l'Oued Enkhilet n'est pas assez forte pour transiter les eaux de crues même pour une crue de période de retour de 1.05 ans. Ceci montre qu'il faut entreprendre avec urgence des aménagements de l'Oued Enkhilet vu le développement rapide de l'habitat dans la zone ouest de l'oued.

La détermination des zones inondables a été basée sur l'analyse hydraulique, les conditions topographiques et la reconnaissance du terrain. La Fig. 17 montre la zone qui est supposée être inondable pour une crue centennale sous les conditions futures de l'occupation du sol. Comme le montre la figure, la zone inondable est divisée en deux parties. La première est la zone inondable située dans le bassin de l'Oued Enkhilet, et la deuxième est la zone inondable qui est située dans le bassin de Chotrana. Cette zone est partiellement affectée par les eaux de crues qui proviennent du cours principal de l'Oued Enkhilet et déversent dans la RVE-533. Le MEH a commencé des travaux d'aménagement dans le cours amont de l'oued afin de résoudre les problèmes d'inondations dans le bassin de l'Oued Enkhilet. L'emplacement et les sections types sont montrés sur la Fig. 18. La première et seconde phase ont été déjà exécutées durant les années 1990 et 1992, quant à la troisième phase, elle

est actuellement en cours. Des conduites en béton et un dalot rectangulaire ont été adoptés dans les parties aménagées. En plus de ces travaux d'aménagement le département de la conservation des eaux et du sol au sein du MA a construit récemment le barrage de Aïn Snoussi dans un affluent afin de contrôler les crues.

Le MEH a élaboré un plan d'aménagement pour l'Oued Enkhilet en Mars 1991. Ce plan qui a subi quelques petites modifications et actuellement en cours d'exécution. Un canal rectangulaire en béton sera adopté dans presque tous les cours à l'exception de l'extrémité du cours aval. L'emplacement et les sections types sont montrés sur la Fig. 18. L'ONAS aussi a étudié l'aménagement de l'Oued Enkhilet avec une crue décennale.

Comme a été déjà montré, les trois départements gouvernementales : le MEH, le MA et l'ONAS ont élaboré chacune un plan pour le contrôle des inondations de l'Oued Enkhilet, et l'ont exécuté indépendamment. Sa démarcation n'est pas bien définie et plus de coordination est souhaitable.

## (2) Oued Hammam

Le bassin de l'Oued Hammam est situé au nord-ouest dans la région ouest du Grand Sousse. La superficie de son bassin versant est de 222 km<sup>2</sup>. Cet oued est limité au nord-ouest par les collines Chabet El Mandra et au sud ouest par les collines indistinctes entre l'Oued Hamdoun, comme le montre la Fig. 19.

L'Oued Laya qui est un principale affluent de l'Oued Hammam prend sa source de la zone de Henchir Chinchou et traverse une distance de 30 km du sud-ouest au nord-est. L'Oued Hammam regroupe les eaux de crues provenant des affluents sur la rive gauche et déversent finalement dans la mer Méditerranée. les talus du cours principal de l'Oued sont approximativement 1/400 dans le cours amont, 1/550 dans le cours moyen et 1/750 dans le cours aval. Il existe quelques vallées profonde dont la hauteur est entre 10 et 20 m, situées à l'amont de Kalaa Sghira. Presque tous les tronçons sont dans des conditions naturelles à l'exception de ceux situés à l'aval de la GP-1, où des digues ont été construites.

Les débits des ruissellements ont été étudiés, sur la base de la subdivision en sous bassins, par un modèle de calcul hydraulique (comme le montre la Fig. 20) en tenant compte des conditions actuelles et futures de l'occupation du sol. Les débits de pointe des Oueds M'darrej, Sghir et Kebir sont supposés se multiplier par 1,4 fois dans le futur à cause de l'urbanisation rapide. D'autres part, les apports du bassin de l'Oued Laya n'augmenteront pas d'une façon considérable vu qu'il n'y aura pas de changements importants dans l'occupation du sol.

Afin de formuler le projet futur de l'aménagement des oueds, il est nécessaire d'estimer la capacité de transit du cours actuel de l'Oued Hammam est estimée par le calcul en régime uniforme et non uniforme. Les résultats sont illustrés dans les Figs. 21 et 22. Il est clair que l'extrémité aval de l'Oued Hammam aménagée par des digues, a une capacité de transit suffisante pour la crue centrale et sous les conditions futures d'occupation du sol. L'Oued Laya aussi a une capacité suffisante pour transiter les ruissellements de la crue décennale. D'autres part, les autres tronçons ont une capacité de débit qui correspond à une crue de période de retour de 1 à 5 ans. Ceci nécessite des travaux d'aménagements urgents pour ces tronçons.

Plusieurs enquêtes ont été faites sur le site afin d'identifier les zones inondables dans le bassin de l'Oued Hammam, essentiellement à la suite des crues de 1969. Les résultats de ces enquêtes ont été vérifiés sur les cartes topographiques. Finalement les limites des zones inondées par les crues de 1969 ont été tracées sur la Fig. 23. La zone inondée à la suite des crues de 1969, est estimée à 3,5 km<sup>2</sup>.

Les zones inondables pour chaque période de retour sont estimées sur la base des informations concernant les crues de 1969, de l'analyse hydraulique et les conditions topographiques. La Fig. 24 montre les zones supposées être inondables pour des périodes de retour de 2,10 et 100 ans et sous les conditions futures de l'occupation du sol. La figure montre qu'une grande zone inondable s'étend dans la partie aval. Les surfaces inondables sont étendues et augmentent d'année en année. Il est recommandé d'entreprendre des travaux de protection contre les inondations le plutôt possible.

Des travaux d'aménagement de l'oued sous forme d'endiguement des berges ont été réalisés par le Ministère du tourisme sous le contrôle du MEH de l'exutoire jusqu'à la GP-1, à l'exception du site de la route touristique. La longueur totale est d'environ 1.860 m. Le fond de l'oued a été revêtu par des enrochements excessivement grands pour couvrir les eaux polluées stagnantes dans le lit de l'oued entre l'exutoire et la route touristique. Cette longueur est d'environ 350 m avec une largeur au fond de 56 m. La partie amont de ces sections a été gardée à son état naturel et dans lequel les inondations peuvent facilement avoir lieu.

Le MEH a préparé en 1990 une étude pour la protection contre les inondations de l'Oued Hammam. Des ouvrages dimensionnés sur la base de la crue centrale sont recommandés. L'emplacement et les sections types sont montrés sur la Fig. 25. Trois petits barrages, à savoir le barrage Laya, M'darrej et Guemgame, sont étudiés par le MEH dans le but de protection contre les inondations. Ces barrages ont été révisés durant l'élaboration du Plan



Directeur et ont été exclus de l'étude ultérieure, parce qu'ils ont été jugés être non économiques.

## 8) Etude Comparative des Variantes

### (1) Oued Enkhilet

La capacité de transit de ces tronçons existants n'est pas suffisantes pour la crue décennale. Toutefois, les travaux d'aménagement de l'oued au niveau de cette partie ne sont pas faciles et particulièrement le long de la RVE-533. Afin d'éviter les travaux de réhabilitation du dalot existant, il est non seulement nécessaire de construire un nouveau canal de déviation mais aussi plusieurs bassins d'écrêtement. L'étude comparative est réalisée sur la base des ouvrages sur les oueds dimensionnés pour la crue décennale. Ensuite, la crue centennale est prise en considération pour la variante sélectionnée à la suite de l'étude comparative.

Les sites du canal de déviation et du bassin d'écrêtement sont choisis sur la carte topographique et d'après la reconnaissance du site à l'échelle 1/500. 15 sites (A à N2) ont été choisis comme sites possibles pour les bassins d'écrêtement et 4 tracés pour les canaux de déviation (N°2 à N°5) comme le montre la Fig. 13. Une étude topographique a été réalisée pour 7 bassins d'écrêtement (A à G) afin de préparer leur volume de stockage.

Un criblage a été effectué pour tous les bassins d'écrêtement afin de choisir le plus efficace, comme le montre la Tableau 1.

Etant donné ceci, les variantes pour la protection contre les inondations de l'Oued Enkhilet ont été établies sur la base des trois (3) schémas de principe suivants en utilisant 4 canaux de déviation et 7 bassins d'écrêtement (le barrage de Ain Snoussi est inclus) :

- |  |                  |
|--|------------------|
| (i) Aménagement du cours d'eau :   | une alternative. |
| (ii) Aménagement du cours d'eau + canaux de déviation :                            | 7 alternatives.  |
| (iii) Aménagement du cours d'eau + canaux de déviation<br>+ bassins d'écrêtement : | 9 alternatives.  |

Ces variantes sont illustrées sur les Figs. 26 à 28. La distribution du débit est calculée pour chaque alternative et le coût de construction respectif est estimé. Ces coûts sont résumés dans le Tableau 2.

Il apparaît que la variante avec les bassins d'écrêtement A, G, I & JI et les canaux de déviation N°3 & 4 et la variantes la plus économique. En appliquant cette variante, il n'est

pas nécessaire de réhabiliter la plupart des ouvrages existants sur l'oued, et ce plan présente moins de problème sociaux que les autres. Cette variante est considérée comme la plus raisonnable. Les aménagements sont montrés sur les Figs. 29 et 30.

## (2) L'Oued Hammam

Dans le Plan Directeur, une étude comparative a abouti au choix d'amélioration des cours d'eau et c parce que le bassin d'écrêtement de l'Oued Hammam s'étend largement et le temps de concentration de la crue est assez long. 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 seule examinée dans l'étude comparative de faisabilité. Quelques affluents qui ne nécessitent que des interventions ponctuelles sont écartés de l'étude 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 importants. 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 (Fig. 31). Alors les variations suivantes de contrôle des crues sont formulées comme suit. Les diagrammes schématiques de ces variantes sont illustrés sur la Fig. 32.

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 (TRIE) 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. La réhabilitation des tronçons situés à l'amont de Oued Kebir (tronçons K-4 & K-5) n'est pas, à elle seule, très économique. Toutefois, il est nécessaire d'aménager ces tronçons parce qu'il y a beaucoup de ponts à protéger.

L'emplacement des travaux d'aménagement de la rivière pendant la première et la seconde phase est montré sur les Figs. 33 & 34. Le reste des tronçons (H3, K2 et K3) qui ne seront pas aménagés dans cette variante, forment un bassin d'écrêtement naturel, et ne causent donc pas de problèmes sociaux.

## 9) La variante Sélectionnée pour le Contrôle des Crues

### (1) L'Oued Enkhilet

A la suite de l'étude comparative du chapitre précédent, les canaux N°3 et N°4 et les bassins d'écrêtement A, G, I et J1 sont recommandés comme mesures de protection contre les inondations dans le bassin de l'Oued Enkhilet. En fonction des ouvrages choisis, une étude préliminaire pour leurs dimensionnements est réalisée.

Les hypothèses de base suivantes ont été adoptées pour la préparation de cette étude.

- 1) La crue de projet à prendre en compte est la crue centennale pour tous les oueds et les canaux secondaires.
- 2) La crue décennale est adoptée pour les canaux tertiaire et les canaux de drainage.
- 3) Phases de développement :
  - i) Une première étape de réalisation est considérée sur la base d'une protection contre la crue décennale.
  - ii) La largeur des oueds et des cours d'eau devra être maintenue pour le débit de la crue centennale.
  - iii) La détermination des projets prioritaires est faite de telle façon à éviter tout effet inverse dans les tronçons situés vers l'aval.

Pour le dimensionnement des différents ouvrages et des bassins d'écrêtement, les mêmes hypothèses de base mentionnées dans le chapitre précédent sont appliquées ici. En plus, les critères et les conditions suivants sont introduits.

- 1) Les ouvrages de passage tels que ponts et réseaux d'assainissement de l'ONAS sont dimensionnés pour une crue centennale même pour la première phase de travaux.
- 2) L'acquisition de terrains est faite sur la base d'une crue décennale même pour la première phase de travaux.
- 3) Si la solution prévue consiste en des endiguements l'emprise à conserver sera celle correspondant à la crue centennale.

- 4) Le dalot existant est conservé autant que possible. Dans le cas où le débit de projet est supérieur au double de la capacité du dalot actuel, un nouveau dalot est adopté, avec la démolition du petit dalot insuffisant. D'autre part des dalots additionnels sont à introduire en parallèle avec le dalot existant, dans le cas où le débit de projet est inférieur au double de la capacité du dalot existant.

En appliquant ces hypothèses ainsi qu'il est décrit ci-dessus, et partant de la distribution des débits de ruissellement, un premier dimensionnement ainsi que le calcul du volume des travaux sont faits pour chaque canal. Les Figs. 29, 30, 35 et 36 montrent un plan général et les profils en long et en travers des aménagements prévus par les variantes sélectionnées respectivement le tracé en plan et les détails des ouvrages pour les bassins d'écrêtement A, G, I et J1 sont montrés sur les Figs. 37 à 40 et Tableau 3.

Le niveau d'eau dans Sebkhet Ariana est simulé pour la crue centrale. La simulation est effectuée par le modèle de calcul des crues à la fois sous les conditions actuelles des ouvrages et les conditions futures d'occupation du sol. Il en résulte que le niveau d'eau maximum pendant les crues sera autour de 0,72 m NGT avec les ouvrages de rejet existants. Ce niveau est inférieur au niveau admissible de l'eau dans Sebkhet Ariana (0,8 m NGT) déterminé d'après les cartes topographiques au 1/5000, les résultats des levés sur Oued Enkhilet et la reconnaissance sur site. Aussi, apparaît-il qu'une période de 200 ans est nécessaire jusqu'à ce que le volume de stockage au delà de la côte du niveau d'eau initial, 0,4 m NGT sera remplie par les dépôts de sédiments. En conçoit alors qu'il n'y aura pas de dégâts dans les zones entourants Sebkhet Ariana sous les conditions mentionnées ci-dessus. Toutefois, une maintenance périodique est nécessaire pour le canal de rejet de la Sebkhet Ariana dans la mer pendant la saison pluvieuse.

## (2) Oued Hammam

A la suite de l'étude comparatif du chapitre précédent, des travaux d'aménagement de l'Oued Hammam entre la route touristique et la déviation de la route GP-1 et de l'Oued Kebir au niveau de son tronçon aval et de ses tronçons les plus à l'amont, se recommandés dans le cadre du programme de protection contre les inondations dans le bassin de Oued Hammam. En fonction donc des conditions d'occupation du sol et des conditions topographiques, une étude préliminaire pour leur dimensionnement est réalisée.

En appliquant ces hypothèses ainsi qu'il est décrit ci-dessus, et partant de la distribution des débits de ruissellement, un premier dimensionnement ainsi que le calcul du volume des travaux sont faits pour chaque canal. Les Figs. 33, 34, 41 et 42 montrent un plan général et les profils en long et en travers des aménagements prévus par les variantes sélectionnées respectivement. Les caractéristiques principales sont résumées dans le Tableau 4.

## 10) Estimation des Dégâts des Crues Potentielles

### (1) Oued Ennkhilet et Sebkhet Ariana

Le Chapitre 10 du Rapport ( Deuxième Partie ), se propose d'estimer les dégâts occasionnés par les crues dans les zones inondables de l'oued Ennkhilet. L'estimation est effectuée d'une part, pour les zones dont les inondations sont entièrement dues aux crues de l'oued Ennkhilet, et d'autre part, pour les zones dont les crues sont dues à d'autres origines.

La superficie exposée aux risques d'inondation dans la première catégorie (Zones A et B), est estimée à 359 ha, alors que celle dans la deuxième catégorie (Zones C, D, E, et F), on compte quelques 388 ha.

Les dégâts imputables aux inondations ont été évalués en fonction des catégories d'occupation du sol, à savoir, résidentiels, industriels, commerciaux et agricoles; l'impact des inondations sur les routes et le transport a été aussi évalué.

Les zones résidentielles, qui se situent au voisinage de l'Oued, comprennent des habitations spontanées. En effet, le développement des zones publiques est anarchique et caractérisé par une fragmentation de la propriété. Un drainage peu efficace, a engendré des inondations fréquentes, et une pollution accrue des zones agricoles. A l'avenir, on s'attend que les zones inondables de l'Ariana Chotrana continueraient à connaître la phénomène d'une forte urbanisation détrimment des terrains agricoles.

Pour ce qui concerne les activités économiques, plusieurs entreprises commerciales et industrielles sont localisées sur la partie de la route RVE-533 sensible aux crues. Dans le secteur agricole, on prévoit aussi des dégâts sur les récoltes dans les terrains susceptibles aux inondations.

Dans le domaine de transport, l'impact principal des inondations se fera sentir sur le trafic du RVE-533. On s'attend qu'il aura également un impact indirect sur la GP-8. Les routes secondaires dans la Zone de Borj Louzir et Chotrana seront aussi affectés.

Le facteur majeur non quantifiable ici est l'impact sur la santé. Selon les autorités locales de la santé, les inondations et les eaux stagnantes n'ont pas causé d'apparitions de maladies parmi les populations résidentielles. Pourtant, ils sont conscient de problèmes potentiels à l'avenir, dus à un drainage inefficace.

Les divers facteurs utilisés pour l'estimation des dégâts se résument dans le Tableau 5. Les estimations des dommages dans les différents secteurs sont basées sur une évaluation des conditions actuelles et futures concernant l'occupation du sol comme présentées dans les Tableaux 6 et 7.

Les dégâts attribuables aux crues centennales dans les zones directement affectés ( Zones A et B ) sont estimés à 5.493.000 DT sous les conditions actuelles de l'occupation du sol, et à 32.069.000 DT sous les conditions futures. L'impact principal se fera sentir dans les pertes dans les zones résidentielles , en particulier concernant les dégâts pour les bâtiments, qui sont estimées à 2.439.000 DT , ( 61 % des dégâts totaux) sous les conditions actuelles, et 23.104.000 DT ( à savoir 72% du total), sous les conditions d'occupation future du sol. Cette augmentation des dégâts reflète l'urbanisation rapide prévue à l'avenir. Dans le secteur du Transport, les pertes sont estimés à 1.732.700 DT sous les conditions actuelles, et 4.836.600 DT à l'avenir.

Pour ce qui concerne les autres zones, partiellement inondées par les crues de l'oued Enkhilet, il est supposé que les zones C et D seront plus affectées (vu leur proximité à l'Oued ), que les zones E et F. Il est proposé d'imputer dans l'évaluation de l'Oued Enkhilet, un valeur égale à 10% des dégâts potentiels estimés pour ces zones. La plupart de ces endommagements auront lieu dans le secteur résidentiel en tant que dégâts structurels pour les bâtiments, qui représentent 62% des dégâts sous les conditions actuelles, et 68 % dans l'avenir. Les dégâts pour les routes représentent 21% et 16% respectivement.

L'estimation des dégâts dans les zones sensibles aux crues centennales de l'Oued Enkhilet est résumé comme suit :

<u>Zones</u>	(DT)	
	<u>Occupation du Sol</u>	
	<u>Actuelle</u>	<u>Future</u>
Directement Inondées	5.493.000	32.069.000
Autres	773.000	1.707.000
<u>Total</u>	<u>6.266.000</u>	<u>33.776.000</u>

Pour ce qui concerne les crues décennales et annuelles, les dégâts potentiels sont chiffrés ainsi:

<u>Zones</u>	(1.000 DT )			
	<u>Occupation du Sol</u>			
	<u>Actuelle</u>		<u>Future</u>	
	<u>1 An</u>	<u>10 Ans</u>	<u>1 An</u>	<u>10 Ans</u>
Directement Inondées	921	2.499	4.998	14.712
Autres	133	331	346	885
<u>Total</u>	<u>1.054</u>	<u>2.830</u>	<u>5.344</u>	<u>15.597</u>

## (2) Oued Hammam

Le Chapitre 10 ( Deuxième Partie), se propose d'estimer les dommages occasionnés par les crues dans les zones inondables de l'Oued Hammam. Les superficies affectées par les crues se situent dans les Communes de Hammam Sousse, Akouda, et Kalaa Kebira. L'évaluation des dégâts est effectuée pour différents tronçons de l'oued. Les retombées des crues se fera sentir au delà des zones inondables, sur l'ensemble de la population dans la voisinage de l'Oued. Selon les prévisions, la population des trois Communes affectées dépassera 200.000 par l'an 2020.

L'une des conséquences importantes des inondations sera le retard sur le trafic local et transitaire. sur les routes GP-1, la déviation du GP-1, RVE -845 ( la route touristique), et la MC-48.

La méthodologie pour l'estimation des dégâts se base sur les effets ressentis dans les zones résidentielles, industrielles et commerciales, et agricoles. L'évaluation des dégâts a été faite pour une période de retour de 100 ans dans les conditions actuelles de l'occupation du sol et conditions future d'occupation des sols.

Pour ce qui concerne le secteur résidentiel, les principales catégories de dégâts que l'on peut attribuer aux inondations seront des dégâts physiques causés pour les bâtiments et les foyers et des pertes potentielles sur les revenus causés pour les résidents à la suite des perturbations.

Les pertes pour l'industrie et les entreprises commerciales sont mesurées en termes de manques à gagner pour les ouvriers, et des dégâts physiques sur les équipements des compagnies. Les pertes pour l'Agriculture sont estimées en termes des dégâts sur les récoltes, notamment des olives et des légumes.

Pour ce qui concerne les pertes pour le transport, il s'agit des dégâts pour les routes, le retard sur le trafic, et l'augmentation du coût opérationnel des véhicules due à l'emprunt des déviations et à la circulation sur les routes endommagées. Il est proposé qu'un pont soit construit sur la Route RVE 845 ( Route Touristique), à un coût de 2.1 millions DT.

En plus de ces dégâts, certains sont difficiles à quantifier. Notons, en particulier l'impact sur la santé, les malaises aux habitants locaux, et la publicité défavorable pour le tourisme. Un autre risque potentiel est la perturbation qui pourrait avoir lieu à la station d'épuration de l'ONAS situé près de l'oued.

Les divers facteurs utilisés pour l'estimation des dégâts se résument dans le Tableau 8. Compte tenu de la diversité des facteurs socio-économiques, le long de l'oued Hammam, il a été considéré plus convenable de faire l'évaluation des dégâts par tronçons. Pour chaque zone, l'évaluation des dégâts a été faite pour les conditions actuelles et futures d'occupation du sol pour une période de retour de 100 ans, 10 ans, et 1 an.

Les Tableaux 9 et 10 montrent les caractéristiques actuelles et futures de l'occupation du sol des zones affectées.

Les dégâts potentiels possibles de l'oued Hammam pour sa crue centennale sont estimés à 6.805.000 DT sous les conditions actuelles d'occupation du sol, et à 15.306.400 DT sous les conditions futures. Dans une période de retour de 10 ans, les dégâts sont chiffrés à 2.636.000 DT et 6.244.000 DT respectivement, et une période de retour d'un an, à 431.000 DT et 952.000 DT respectivement.

Les détails par Zone sont résumés pour une crue centennale dans le Tableau 11, et pour des crues décennale et annuelle dans le Tableau 12. Il s'avère à partir de ce Tableau que à peu près 80% des dégâts aura lieu dans la Zone A pour une période de retour de 100 ans. Sous les conditions actuelles de l'occupation du sol et dans le cas d'une crue centennale, 48% des pertes aura lieu dans le secteur du Transport, et 26% à partir des dégâts pour les bâtiments résidentiels. Dans les conditions futures, les dégâts pour les bâtiments représentent 37 %, alors que les pertes dans le secteur de Transport arrivent à 31% du total.

## **11) Estimation des Coûts et Plan de Construction**

### **(1) Oued Enkhilet**

#### Coût du projet

Les plans de lutte contre les inondations dans le bassin de l'Oued Enkhilet ont été déjà formulés par le gouvernement tunisien sur la base des crues décennales. Quelques sections de la rivière ont été améliorées conformément à ces plans. Par suite des discussions et consultations entre les cadres intéressés, il a été décidé d'adopter le même plan de lutte contre les crues décennales dans cette étude d'aménagement de la première phase, en vue de sa coïncidence avec le plan actuel. Par ailleurs, les crues centennales qui sont souvent adoptées dans les plans de base de lutte contre les inondations dans les pays étrangers, ont été prises en compte dans le plan d'aménagement de la deuxième phase. Les coûts



financiers du Projet ont été calculés pour toutes les deux phases d'aménagement sur la base des prix applicables en janvier 1994.

#### Coût financier du projet d'aménagement de Oued Enkhilet

Désignation	(Unité: 1.000 DT)	
	1ère étape	2ème étape
1. Coût direct de construction	6.502	7.467
2. Acquisition de terrains et coût de compensation	3.738	0
3. Dépenses administratives	325	373
4. Services d'ingénierie	975	1.120
5. Imprévus	1.712	-
6. Provisions techniques	1.841	-
Total	15.094	8.960*

\* : Le coût des divers et imprévus n'est pas estimé étant donné que le planning de construction de la deuxième étape n'est pas encore établi.

#### Le programme et le plan de construction

La première étape de construction du schéma d'aménagement de Oued Enkhilet est proposée sur une durée de quatre ans et demi de 1994 à 1998, et la deuxième étape est supposée se terminer ultérieurement.

Les travaux de constructions seront exécutés par un ou plusieurs entrepreneurs sélectionnés selon un appel d'offres International, et seront financés par un financement local et un financement étranger. La Direction de l'Hydraulique Urbaine au sein du MEH dirigera l'exécution de ce projet.

Les mesures nécessaires seront prises dans l'exécution des travaux de construction afin d'éviter les effets défavorables vis à vis des touristes, d'assurer un environnement urbain et d'éliminer le congestion de la circulation vu que le site est situé dans une zone urbaine.

Les travaux de construction de la première phase sont supposés être finis dans une période de travail de 30 mois. Ces travaux concerneront l'aménagement des cours principaux de l'Oued Enkhilet et la construction de canaux de déviation et de bassins d'écrêtement. Ces travaux commenceront au milieu de l'année 1996 après avoir pris tous les mesures nécessaires pour entreprendre les activités de pré-construction.

Dans une première phase, l'aménagement des cours principaux de l'Oued Enkhilet (2,7 km) et la construction du canal de déviation N°3 (3,8 km) seront entrepris en parallèle de l'aval à l'amont. Les travaux concernant les cours principaux, les bassins d'écrêtement et le canal de déviation N°4 seront exécutés étape par étape en changeant les équipes et les équipements. Les travaux de déménagement des ouvrages de passage et des équipements

publics, qui seront entrepris par les agences concernées, seront inclus dans le budget du projet.

## (2) Oued Hammam

### Coût du projet

Le coût financier du projet de l'Oued Hammam a été estimé selon le coût des prix de l'année 1994, comme suit :

#### Coût financier du projet d'aménagement de Oued Hammam

Désignation	(Unité: 1.000 DT)	
	1ère étape	2ème étape
1. Coût direct de construction	6.323	656
2. Acquisition de terrains et coût de compensation	362	0
3. Dépenses administratives	316	33
4. Services d'ingénierie	948	98
5. Imprévus	1.228	-
6. Provisions techniques	1.235	-
Total	10.413	787*

\* : Le coût des divers et imprévus n'est pas estimé étant donné que le planning de construction de la deuxième étape n'est pas encore établi

### Le programme et le plan de construction

On propose que la première phase du plan de l'Oued Hammam sera réalisée dans une période de 4 ans et demi en commençant de 1994. Cette période inclura les travaux de pré-construction. Les travaux de construction nécessiteront une période de 30 mois en commençant en l'année 1996. La seconde phase commencera ultérieurement, et durera 2 ans et demi.

Les travaux de construction seront exécutés par un ou plusieurs entrepreneurs sélectionnés selon un appel d'offres International, et seront financés par un financement local et un financement étranger. La Direction de l'Hydraulique Urbaine au sein du MEH dirigera l'exécution de ce projet.

Comme le site du projet est situé dans une zone touristique, les mesures nécessaires seront prises dans l'exécution des travaux de construction afin d'éviter tout effet contraire et d'éliminer le congestion de la circulation.

Les travaux des cours principaux (4,5 km) qui sont inclus dans la première phase seront exécutés de l'aval à l'amont tout en divisant l'étendue en plusieurs sections. Dans le cours

bas, des équipements adaptés aux terrains marécageux sont nécessaires pour les travaux d'excavations du canal.

Les ponts qui traversent les routes principales tel que la route touristique, la GP-1 et le MC-48, seront l'itinéraire critique de ce projet. Les mesures nécessaires seront prises pour éviter la congestion de la circulation pendant la construction du pont.

## 12) Evaluation Economique

### (1) Oued Ennkhilet

Le planning de réalisation de la deuxième phase d'aménagement sur la base des crues centennales ne pouvant être déterminé à présent, l'évaluation économique a été effectuée seulement pour la première phase d'aménagement sur la base des crues décennales. Le bénéfice moyen annuel sera définie par la réduction des dégâts causés par les inondations avant et après la réalisation du projet. D'après les dégâts estimés pour chaque crue probable, le bénéfice moyen annuel pour une crue décennale est estimé à 1.447.000 DT sous les conditions présentes de l'occupation du sol et de 7.721.000 DT sous les conditions futures de l'occupation du sol.

Les coûts économiques du projet sont des chiffres de référence qui reflètent la vraie valeur économique des biens et services impliqués. Les articles de transportation tel que les taxes imposées sur les matériaux de construction sont exclus des éléments du coût financier. On suppose que 10 % du coût financier de la construction est considérée comme articles de transportation. Donc, le coût économique du projet de l'Oued Ennkhilet pour une crue décennale est estimée à 12.475.000 DT.

L'évaluation économique du Projet a été effectuée sur la base du taux interne de rentabilité économique (EIRR) et selon les hypothèses indiquées ci-après :

- i) La durée utile du Projet est de 50 ans
- ii) La période de réalisation du Projet est de cinq (5) ans, y compris les travaux préparatoires avant la construction tels que arrangement financier, élaboration de l'avant-projet détaillé, appel d'offres et la passation du contrat.
- iii) Les bénéfices s'accroîtront linéairement immédiatement après l'achèvement de la première phase d'aménagement jusqu'à l'an 2020 et deviendront constants à partir de l'an 2021.
- iv) Les frais d'exploitation et d'entretien nécessaires sont équivalents à 2% du coût de construction direct.

Le EIRR du plan de lutte contre les inondations de l'Oued Enkhilet, calculé d'après les hypothèses sus-mentionnées, s'élève à 24,6% (Voir Tableau 13). En plus de cela, une analyse de sensibilité a abouti aux résultats suivants :

	<u>EIRR</u>
Cas 1 Augmentation des coûts de 20%	21,4%
Cas 2 Réduction des coûts de 20%	29,1%
Cas 3 Augmentation des bénéfices de 20%	28,4%
Cas 4 Réduction des bénéfices de 20%	20,6%
Cas 5 Augmentation des coûts de 20% et réduction des bénéfices de 20% en même temps	18,0%

Comme l'indiquent les résultats de l'évaluation, le plan de lutte contre les inondations de l'Oued Enkhilet est considéré comme étant économiquement viable. Le EIRR obtenu dans l'Etude de faisabilité est plus élevé que celui du Plan directeur pour les raisons suivantes :

- i) Le coût de construction est réduit grâce à l'adoption du plan de dérivation de l'eau de la rivière vers un autre bassin.
- ii) Il est évident que les crues de l'Oued Enkhilet causent des dommages non seulement dans cet oued mais aussi dans le bassin fluvial voisin. La réduction de ces dommages pourrait être considérée comme un des bénéfices du Projet.

## (2) Oued Hammam

L'évaluation économique a été faite sur la base des mêmes hypothèses que celles indiquées en haut. Les bénéfices moyens annuels pour le cas des crues décennales ont été estimés à 1.015.000 DT dans les conditions actuelles d'utilisation des terres et à 2.328.000 DT dans les conditions futures. Le coût économique du Projet de lutte contre les crues décennales dans l'Oued Hammam a été estimé à 8.368.000 DT. Le EIRR du plan a été calculé à 17,4% (Voir Tableau 14) et une analyse de sensibilité a donné les résultats ci-dessous :

Cas 1 Augmentation des coûts de 20%	14,8%
Cas 2 Réduction des coûts de 20%	21,4%
Cas 3 Augmentation des bénéfices de 20%	20,9%
Cas 4 Réduction des bénéfices de 20%	14,0%
Cas 5 Augmentation des coûts de 20% et réduction des bénéfices de 20% en même temps	11,9%

Selon les résultats de l'évaluation, le plan de lutte contre les inondations de l'Oued Hammam est considéré comme étant économiquement viable.

## 6. 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 J1. 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 %.

2) 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.

# ***TABLEAUX***

Tableau - 1 Criblage des Bassins d'Ecurement Possibles, Pour l'Etude de Variante

Number of Retarding Basin	Type	Catchment Area (km <sup>2</sup> )	Construction Cost of Retarding Basin (DT 1,000) (A)	Decreased River Improvement Cost by Retarding Basin (DT 1,000) (B)	Retarding Basin Cost less Decreased River Impro. Cost (DT 1,000) (C)-(A)-(B)	Costs Ratio (D)=(A)/(B)	Selected Retarding Basin	Remarks
Ain Snoussi	Dam	1.09	58.0	174.1	-116.1	0.33	Existing	Existing retarding basin constructed by the Ministry of Agriculture.
A	Dam	0.92	42.9	118.1	-75.2	0.36	○	It shows a high economic advantage.
B	Dam	1.11	741.8	82.6	659.2	8.98		It shows a low economic advantage.
C	Dam	0.21	123.2	8.7	114.5	14.16		It shows a low economic advantage.
D	Dam	1.02	251.5	33.3	218.2	7.55		It shows a low economic advantage.
E	Dam	0.2	114.0	18.0	96.0	6.33		It shows a low economic advantage.
F	Dam	0.25	84.2	22.3	61.9	3.78		It shows a low economic advantage.
G	Pond	1.62	467.9	1,486.9	-1,019.0	0.31	○	It shows a high economic advantage. Further study in combination with Retarding Basin I is required.
H	Pond	0.36	1,119.6	152.2	967.4	7.36		It shows a low economic advantage.
I	Pond	2.46	1,752.0	1,476.4	275.6	1.19	○	It shows a relatively high economic advantage. Further study in combination with Retarding Basins G, J1 and diversion plan is required.
J1	Pond	1.05	580.3	930.5	-350.2	0.62	○	It shows a high economic advantage. Further study in combination with Retarding Basin I and diversion plan is required.
J2	Pond	0.34	-	-	-	-		It is a prospective retarding basin site, however this site is discarded for alternative study because housing development at the site was commenced during the Study.
K	Pond	0.71	2,014.5	632.3	1,382.2	3.19		It shows a low economic advantage.
L	Pond	3.09	1,053.8	533.6	520.2	1.97	○	It shows a relatively high economic advantage. Further study in combination with Retarding Basin M, Ain Snoussi Dam and diversion plan is required.
M	Pond	1.93	460.4	197.4	263.0	2.33	○	It shows a relatively high economic advantage. Further study in combination with Retarding Basins A, L and diversion plan is required.
N1	Pond	1.92	1,170.8	119.4	1,051.4	9.81		It shows a low economic advantage.
N2	Pond	0.57	712.3	48.2	664.1	14.78		It shows a low economic advantage.

Tableau - 2 Résumé de l'Etude Comparative des Variantes

Alternative Plan	Direct Construction Cost + Land Acquisition Cost (1,000 DT)			Remarks	Ranking
	River Improvement	Diversion	Retarding Basin Total		
<b>River Improvement Plan</b>					
1. Alt. Div. 0	9,659	0	0	9,659	Only River Impr. (1) 9
<b>Diversion + River Improvement Plan</b>					
2. Alt. Div. 3	7,615	671	0	8,286	Div.3 + River Impr. (4) 5
3. Alt. Div. 4	8,356	586	0	8,942	Div. 4 + River Impr. (6) 7
4. Alt. Div. 5	8,450	597	0	9,047	Div. 5 + River Impr. (7) 8
5. Alt. Div. 2 & 3	7,486	885	0	8,371	Div. 2 & 3 + River Impr. (5) 6
6. Alt. Div. 3 & 4	6,689	1,168	0	7,857	Div. 3 & 4 + River Impr. (2) 3
7. Alt. Div. 3 & 5	6,663	1,210	0	7,873	Div. 3 & 5 + River Impr. (3) 4
8. Alt. Div. 3, 4 & 5	6,203	1,558	0	7,761	Div. 3, 4 & 5 + River Impr. (1) 2
<b>Retarding Basin + Diversion + River Improvement Plan</b>					
9. Alt. U-1 + D-5	4,216	515	1,914	6,644	R.B-A,G,I&J1 + Div.3&4 + River Impr. 1
<b>- Upstream Basin</b>					
9.1 Alt. U-1	403	44	1,848	2,294	R.B-G,I&J1 + Div.3 + River Impr. (1)
9.2 Alt. U-2	403	509	1,421	2,333	R.B-G,I&J1 + Div.2&3 + River Impr. (2)
9.3 Alt. U-3	1,581	446	355	2,382	R.B-G + Div.3 + River Impr. (3)
<b>- Downstream Basin</b>					
9.4 Alt. D-1	3,451	0	1,169	4,621	R.B-A,L&M + River Impr. (2)
9.5 Alt. D-2	4,108	0	917	5,025	R.B-A&L + River Impr. (6)
9.6 Alt. D-3	3,552	421	917	4,890	R.B-A&L + Div.5 + River Impr. (5)
9.7 Alt. D-4	3,655	471	503	4,629	R.B-A&M + Div.4 + River Impr. (3)
9.8 Alt. D-5	3,813	471	66	4,350	R.B-A + Div.4 + River Impr. (1)
9.9 Alt. D-6	3,814	851	66	4,730	R.B-A + Div.4&5 + River Impr. (4)

Note: "River Impr." = River Improvement, "Div." = Diversion, "R.B." = Retarding Basin



Tableau - 3 Les Principales Caractéristiques des Variantes de l'Oued Ennkhilet (1/13)

Oued Ennkhilet Main

Stretch E-1 ( from Sebkhet Ariana to junction with Canal C1)

First Stage

- |     |                         |  |
|-----|-------------------------|--|
| (1) | River improvement       | Design discharge : 40 m <sup>3</sup> /s<br>Type : trapezoidal earth-lining<br>Bottom width : 21 m<br>Length : 1,115 m<br>Excavation : 25,700 m <sup>3</sup><br>Embankment : 22,200 m <sup>3</sup><br>Bank protection : 60 m on both bank |
| (2) | Bridge for RVE-543 Road | Width : 12 m<br>Length : 50 m  |
| (3) | Drainage Sluiceway      | 1 no   |

Second Stage

- |     |                   |   |
|-----|-------------------|---|
| (1) | River improvement | Design discharge : 75 m <sup>3</sup> /s<br>Type : trapezoidal earth-lining<br>Bottom width : 40 m<br>Length : 1,115 m<br>Excavation : 21,200 m <sup>3</sup> |
|-----|-------------------|---|

Stretch E-2 ( from junction with Canal C1 to junction with Canal R2)

First Stage

- |     |                         |   |
|-----|-------------------------|---|
| (1) | River improvement       | Design discharge : 24 m <sup>3</sup> /s<br>Type : trapezoidal earth-lining<br>Bottom width : 9 m<br>Length : 1,095 m<br>Excavation : 14,200 m <sup>3</sup><br>Embankment : 12,500 m <sup>3</sup><br>Bank protection : 70 m on both bank |
| (2) | Bridge for RVE-533 Road | Width : 12 m<br>Length : 30 m   |
| (3) | Drainage Sluiceway      | 4 nos   |

Second Stage

- |     |                   |   |
|-----|-------------------|---|
| (1) | River improvement | Design discharge : 50 m <sup>3</sup> /s<br>Type : trapezoidal earth-lining<br>Bottom width : 20 m<br>Length : 1,095 m<br>Excavation : 18,100 m <sup>3</sup> |
|-----|-------------------|---|

to be continued

Tableau - 3 Les Principales Caractéristiques des Variantes de l'Oued Ennkhilet (2/13)

Stretch E-3 ( from junction with Canal R2 to junction with Canal N1)

<u>First Stage</u>	No river improvement
<u>Second Stage</u> (1) River improvement	Design discharge : 28 m <sup>3</sup> /s Length : 70 m Twin type of concrete box culvert width : 3.9 m & height : 2.7 m Excavation : 2,200 m <sup>3</sup> Concrete : 570 m <sup>3</sup>

Stretch E-4 and E-5 ( from junction with Canal N1 to junction with Canal G2)

<u>First Stage</u>	No river improvement
<u>Second Stage</u> (1) River improvement	Design discharge : 16 m <sup>3</sup> /s Length : 561 m Single type of concrete box culvert Width : 4.3 m & height : 2.7 m Excavation : 9,600 m <sup>3</sup> Concrete: 2,700 m <sup>3</sup>

Stretch E-6 ( from junction with Canal G2 to Diversion No.4)

<u>First Stage</u>	No river improvement
<u>Second Stage</u>	No river improvement

Stretch E-7 ( from Diversion No.4 to Jct. with Canal G1)

<u>First Stage</u>	Included in Diversion No.4
<u>Second Stage</u>	Included in Diversion No.4

Stretch E-8 ( from junction with Canal G1 to Diversion No.3)

<u>First Stage</u>	No river improvement
<u>Second Stage</u> (1) River improvement (To construct additional concrete box culvert)	Design discharge : 7 m <sup>3</sup> /s Existing culvert : 3.5 m <sup>3</sup> /s Additional culvert : 3.5 m <sup>3</sup> /s Length : 984 m Single type of concrete box culvert Width : 2.3 m & height : 1.6 m Excavation : 12,800 m <sup>3</sup> Concrete : 2,800 m <sup>3</sup>

Tableau - 3 Les Principales Caractéristiques des Variantes de l'Oued Ennkhilet (3/13)

Stretch E-9 ( from Diversion No.3 to junction with Canal C3)

<u>First Stage</u>	No river improvement
<u>Second Stage</u>	
Downstream half (1) River improvement	Design discharge : 12 m <sup>3</sup> /s Length : 366 m Single type of concrete box culvert Width : 4.3 m & height : 2.2 m Excavation : 8,500 m <sup>3</sup> Concrete : 1,650 m <sup>3</sup>
Upstream half (1) River improvement	Design discharge : 12 m <sup>3</sup> /s Length : 626 m Single type of concrete box culvert Width : 2.9 m & height : 2.2 m Excavation : 11,600 m <sup>3</sup> Concrete : 2,250 m <sup>3</sup>

Stretch E-10 ( from junction with Canal C3 to Retarding basin I under GP-8 Road)

<u>First Stage</u>	No river improvement
<u>Second Stage</u>	
(1) River improvement	Design discharge : 7 m <sup>3</sup> /s Length : 32 m Single type of concrete box culvert Width : 2.0 m & height : 2.2 m Excavation : 600 m <sup>3</sup> Concrete : 125 m <sup>3</sup>

Stretch E-11 ( from Retarding basin I to Jct. with Canal C5)

<u>First Stage</u>	
(1) River improvement	Design discharge : 7 m <sup>3</sup> /s Length : 485 m Single type of concrete box culvert Width : 2.2 m & height : 2.0 m Excavation : 7,300 m <sup>3</sup> Concrete : 1,470 m <sup>3</sup>
<u>Second Stage</u>	
(1) River improvement (To construct additional concrete box culvert)	Design discharge : 14 m <sup>3</sup> /s First stage : 7 m <sup>3</sup> /s Additional culvert : 7 m <sup>3</sup> /s Length : 485 m Single type of concrete box culvert Width : 2.2 m & height : 2.0 m Excavation : 5,800 m <sup>3</sup> Concrete : 1,470 m <sup>3</sup>

to be continued

Tableau - 3 Les Principales Caractéristiques des Variantes de l'Oued Enkhilet (4/13)

Canal C1

Stretch C1-1 ( from junction with Oued Enkhilet to junction with Canal C2)

First Stage

(1)	River improvement	Design discharge : 22 m <sup>3</sup> /s Type : trapezoidal earth-lining Bottom width : 11 m Length : 535 m Excavation : 8,600 m <sup>3</sup> Embankment : 8,700 m <sup>3</sup> Bank protection : 30 m on both bank
-----	-------------------	--

(2)	Drainage Sluiceway	2 nos
-----	--------------------	-------

Second Stage

(1)	River improvement	Design discharge : 35 m <sup>3</sup> /s Type : trapezoidal earth-lining Bottom width : 18 m Length : 535 m Excavation : 4,500 m <sup>3</sup>
-----	-------------------	--

Stretch C1-2 ( from junction with Canal C2 to Diversion Route No.5)

First Stage

(1)	River improvement	Design discharge : 20 m <sup>3</sup> /s Type : trapezoidal earth-lining Bottom width : 10 m Length : 469 m Excavation : 6,300 m <sup>3</sup> Embankment : 8,500 m <sup>3</sup>
-----	-------------------	---

(2)	Drainage Sluiceway	2 nos
-----	--------------------	-------

Second Stage

(1)	River improvement	Design discharge : 35 m <sup>3</sup> /s Type : trapezoidal earth-lining Bottom width : 18 m Length : 469 m Excavation : 4,100 m <sup>3</sup>
-----	-------------------	--

Stretch C1-3 ( from Diversion Route No.5 to junction with Diversion No.4)

First Stage

(1)	River improvement	Design discharge : 16 m <sup>3</sup> /s Type : trapezoidal earth-lining Bottom width : 4 m Length : 573 m Excavation : 6,600 m <sup>3</sup> Embankment : 5,700 m <sup>3</sup> Bank protection : 30 m on both bank
-----	-------------------	---

to be continued

Tableau - 3 Les Principales Caractéristiques des Variantes de l'Oued Ennkhilet (5/13)

(2) Drainage Sluiceway 1 no

Second Stage

(1) River improvement  
 Design discharge : 35 m<sup>3</sup>/s  
 Type : trapezoidal earth-lining  
 Bottom width : 11 m  
 Length : 573 m  
 Excavation : 6,400 m<sup>3</sup>

Stretch C1-4 ( from junction with Diversion No.4 to Upstream)

First Stage No river improvement

Second Stage No river improvement

Canal R2

Stretch R2-1 ( from junction with Oued Ennkhilet to junction with Canal N2)

First Stage

(1) River improvement  
 Design discharge : 12 m<sup>3</sup>/s  
 Type : trapezoidal earth-lining  
 Bottom width : 2 m  
 Length : 220 m  
 Excavation : 600 m<sup>3</sup>  
 Bank protection : 30 m on both bank

Second Stage

(1) River improvement  
 Design discharge : 24 m<sup>3</sup>/s  
 Type : rectangular concrete wall  
 Bottom width : 6 m & height : 2.0 m  
 Length : 220 m  
 Excavation : 2,500 m<sup>3</sup>  
 Concrete : 660 m<sup>3</sup>

Stretch R2-2 Downstream (Downstream half between Jct. with Canal N2 and U/S end)

First Stage

(1) River improvement  
 Design discharge : 8 m<sup>3</sup>/s  
 Type : trapezoidal earth-lining  
 Bottom width : 2 m  
 Length : 370 m  
 Excavation : 1,000 m<sup>3</sup>  
 Bank protection : 80 m on both bank

(2) Small bridge  
 Type : Concrete box culvert  
 Width : 4.3 m & height : 2.3 m  
 Length : 8 m  
 4 sites

to be continued

Tableau - 3 Les Principales Caractéristiques des Variantes de l'Oued Enkhilet (6/13)

<u>Second Stage</u>		
(1)	River improvement	Design discharge : 16 m <sup>3</sup> /s Type : rectangular concrete wall Bottom width : 4.3 m & height : 2.0 m Length : 338 m Excavation : 3,200 m <sup>3</sup> Concrete : 870 m <sup>3</sup>
Stretch R2-2 Upstream (Upstream half between junction. with Canal N2 and U/S end)		
<u>First Stage</u>		
(1)	River improvement	Design discharge : 8 m <sup>3</sup> /s Type : trapezoidal earth-lining Bottom width : 2 m Length : 328 m Excavation : 1,000 m <sup>3</sup> Bank protection : 10 m on both bank
(2)	Small bridge to quarry	Type : Concrete box culvert Width : 3.2 m & height : 1.8 m Length : 12 m 1 site
<u>Second Stage</u>		
(1)	River improvement	Design discharge : 16 m <sup>3</sup> /s Type : rectangular concrete wall Bottom width : 3.2 m & height : 1.5 m Length : 316 m Excavation : 2,100 m <sup>3</sup> Concrete : 600 m <sup>3</sup>
<u>Canal G2</u>		
Stretch G2-1 Downstream (D/S between junction with Enkhilet and junction with tributary)		
<u>First Stage</u>		
(1)	River improvement	Design discharge : 7 m <sup>3</sup> /s Type : trapezoidal earth-lining Bottom width : 2 m & depth : 1.0m Length : 559 m Excavation : 1,600 m <sup>3</sup> Bank protection : 20 m on both bank
(2)	Small bridge	Twin type of Concrete box culvert Width : 2.4 m & height : 1.7 m Length : 8 m 1 site

to be continued

Tableau - 3 Les Principales Caractéristiques des Variantes de l'Oued Ennkhilet (7/13)

<u>Second Stage</u>		
(1)	River improvement	Design discharge : 14 m <sup>3</sup> /s Type : trapezoidal earth-lining Bottom width : 2 m & depth : 1.4 m Length : 559 m Excavation : 850 m <sup>3</sup>
Stretch G2-1 Midstream (M/S between junction with Ennkhilet and junction with tributary)		
<u>First Stage</u>		
(1)	River improvement	Design discharge : 7 m <sup>3</sup> /s Type : trapezoidal earth-lining Bottom width : 2 m & depth : 0.9m Length : 499 m Excavation : 1,100 m <sup>3</sup> Bank protection : 40 m on both bank
(2)	Small bridge	Twin type of concrete box culvert Width : 2.2 m & height : 1.5 m Length : 8 m 2 sites
<u>Second Stage</u>		
(1)	River improvement	Design discharge : 14 m <sup>3</sup> /s Type : trapezoidal earth-lining Bottom width : 2 m & depth : 1.2 m Length : 499 m Excavation : 400 m <sup>3</sup>
Stretch G2-1 Upstream (U/S between junction with Ennkhilet and junction with tributary)		
<u>First Stage</u>		
(1)	River improvement	Design discharge : 7 m <sup>3</sup> /s Type : trapezoidal earth-lining Bottom width : 2 m & depth : 0.8m Length : 197 m Excavation : 330 m <sup>3</sup>
<u>Second Stage</u>		
(1)	River improvement	Design discharge : 14 m <sup>3</sup> /s Type : trapezoidal earth-lining Bottom width : 2 m & depth : 1.1 m Length : 197 m Excavation : 350 m <sup>3</sup>
Stretch G2-2 (from junction with tributary to upstream)		
<u>First Stage</u>		No river improvement
<u>Second Stage</u>		
(1)	Small bridge	Twin type of Concrete box culvert Width : 1.8 m & height : 1.3 m Length : 8 m

to be continued

Tableau - 3 Les Principales Caractéristiques des Variantes de l'Oued Ennkhilet (8/13)

Canal G1

Stretch G1-1 Downstream (D/S half between junction Ennkhilet and junction with Canal G1')

First Stage

- |     |                   |  |
|-----|-------------------|--|
| (1) | River improvement | Design discharge : 12 m <sup>3</sup> /s<br>Type : trapezoidal earth-lining<br>Bottom width : 2 m<br>Length : 890 m<br>Excavation : 1,800 m <sup>3</sup><br>Bank protection : 30 m on both bank |
| (2) | Bridge            | Type : Concrete box culvert<br>Width : 4.0 m & height : 2.1 m<br>Length : 17 m<br>1 site   |

Second Stage

- |     |                   |  |
|-----|-------------------|--|
| (1) | River improvement | Design discharge : 24 m <sup>3</sup> /s<br>Type : rectangular concrete wall<br>Bottom width : 4.0 m & height : 1.8 m<br>Length : 873 m<br>Excavation : 7,300 m <sup>3</sup><br>Concrete : 2,000 m <sup>3</sup> |
|-----|-------------------|--|

Stretch G1-1 Upstream (U/S half between junction Ennkhilet and junction with Canal G1')

First Stage

- |     |                   |  |
|-----|-------------------|--|
| (1) | River improvement | Design discharge : 12 m <sup>3</sup> /s<br>Type : trapezoidal earth-lining<br>Bottom width : 2 m<br>Length : 223 m<br>Excavation : 340 m <sup>3</sup><br>Bank protection : 20 m on both bank |
| (2) | Bridge            | Type : Concrete box culvert<br>Width : 3.6 m & height : 2.1 m<br>Length : 8 m<br>1 site  |

Second Stage

- |     |                   |  |
|-----|-------------------|--|
| (1) | River improvement | Design discharge : 24 m <sup>3</sup> /s<br>Type : rectangular concrete wall<br>Bottom width : 3.6 m & height : 1.8 m<br>Length : 215 m<br>Excavation : 1,800 m <sup>3</sup><br>Concrete : 470 m <sup>3</sup> |
|-----|-------------------|--|

to be continued



Tableau - 3 Les Principales Caractéristiques des Variantes de l'Oued Ennkhilet (9/13)

Stretch G1-2 (from junction with Canal G1' to GP-8)

<u>First Stage</u>	No river improvement
<u>Second Stage</u>	
(1) River improvement	Design discharge : 12 m <sup>3</sup> /s Type : rectangular concrete wall Bottom width : 2.2 m & height : 1.8 m Length : 480 m Excavation : 4,900 m <sup>3</sup> Concrete : 840 m <sup>3</sup>
(2) Bridge	Type : Concrete box culvert Width : 2.2 m & height : 2.1 m Length : 8 m 2 site

Canal G1' (from junction with Canal G1 to GP-8)

<u>First Stage</u>	
(1) River improvement	Design discharge : 10 m <sup>3</sup> /s Type : trapezoidal earth-lining Bottom width : 2 m Length : 299 m Excavation : 1,400 m <sup>3</sup> Bank protection : 20 m on both bank
(2) Bridge	Type : Concrete box culvert Width : 3.2 m & height : 2.1 m Length : 8 m 1 site
<u>Second Stage</u>	
(1) River improvement	Design discharge : 20 m <sup>3</sup> /s Type : rectangular concrete wall Bottom width : 3.2 m & height : 1.8 m Length : 299 m Excavation : 2,400 m <sup>3</sup> Concrete : 610 m <sup>3</sup>

Canal C4 ( from Retarding Basin I to Retarding Basin G)

<u>First Stage</u>	No river improvement
<u>Second Stage</u>	
(1) River improvement (To construct additional concrete box culvert)	Design discharge : 5 m <sup>3</sup> /s Existing culvert : 2.6 m <sup>3</sup> /s Additional culvert : 2.4 m <sup>3</sup> /s Length : 555 m Single type of concrete box culvert Width : 1.2 m & height : 1.2 m Excavation : 4,600 m <sup>3</sup> Concrete : 1,050 m <sup>3</sup>

to be continued

Tableau - 3 Les Principales Caractéristiques des Variantes de l'Oued Ennkhilet (10/13)

Flood Diversion No.3

Stretch Div.3 D/S ( from Sebkheth Ariana to junction with tributary)

First Stage

- |     |                                     |   |
|-----|-------------------------------------|---|
| (1) | River improvement                   | Design discharge : 22 m <sup>3</sup> /s<br>Type : trapezoidal earth-lining<br>Bottom width : 14 m<br>Length : 1,861 m<br>Excavation : 43,000 m <sup>3</sup><br>Embankment : 15,500 m <sup>3</sup><br>Bank protection : 100 m on both bank |
| (2) | Bridge for RVE-543 Road             | Width : 12 m<br>Length : 43 m   |
| (3) | Rehabilitation of ONAS Sewage Canal | Length : 50 m   |
| (4) | Rehabilitation of ONAS Sewage Pipe  | Length : 50 m   |
| (5) | Drainage Sluiceway                  | 4 nos   |

Second Stage

- |     |                   |   |
|-----|-------------------|---|
| (1) | River improvement | Design discharge : 50 m <sup>3</sup> /s<br>Type : trapezoidal earth-lining<br>Bottom width : 34 m<br>Length : 1,861 m<br>Excavation : 53,000 m <sup>3</sup> |
|-----|-------------------|---|

Stretch Div.3 U/S ( from junction with tributary to junction with Oued Ennkhilet)

First Stage

- |     |                         |   |
|-----|-------------------------|---|
| (1) | River improvement       | Design discharge : 5 m <sup>3</sup> /s<br>Type : trapezoidal earth-lining<br>Bottom width : 2 m & depth : 1.3 m<br>Length : 1,939 m<br>Excavation : 8,600 m <sup>3</sup><br>Embankment : 10,200 m <sup>3</sup><br>Bank protection : 70 m on both bank |
| (2) | Small bridge            | Twin type of concrete box culvert<br>Width : 3.0 m & height : 2.2 m<br>Length : 8 m<br>3 sites  |
| (3) | Bridge for RVE-533 Road | Type : Concrete box culvert<br>Width : 2.5 m & height : 2.2 m<br>Length : 25 m  |
| (4) | Drainage Sluiceway      | 2 nos   |

to be continued

Tableau - 3 Les Principales Caractéristiques des Variantes de l'Oued Ennkhilet (11/13)

Second Stage

- |     |   |   |
|-----|---|---|
| (1) | River improvement                               | Design discharge : 12 m <sup>3</sup> /s<br>Type : trapezoidal earth-lining<br>Bottom width : 2 m & depth : 1.9 m<br>Length : 1,939 m<br>Excavation : 8,400 m <sup>3</sup> |
| (2) | Bridge for RVE-533 Road<br>(Additional culvert) | Type : Concrete box culvert<br>Width : 3.5 m & height : 2.2 m<br>Length : 25 m  |

Flood Diversion No.4 (from junction with Canal C1 to junction with Oued Ennkhilet)

First Stage

- |     |                   |   |
|-----|-------------------|---|
| (1) | River improvement | Design discharge : 16 m <sup>3</sup> /s<br>Length : 288 m (incl. under RVE-533)<br>Single type of concrete box culvert<br>width : 3.4 m & height : 2.2m<br>Excavation : 5,800 m <sup>3</sup><br>Concrete : 1,130 m <sup>3</sup> |
|-----|-------------------|---|

Second Stage

- |     |  |  |
|-----|--|--|
| (1) | River improvement<br>(To construct additional<br>concrete box culvert) | Design discharge : 35 m <sup>3</sup> /s<br>First stage : 16 m <sup>3</sup> /s<br>Additional culvert : 19 m <sup>3</sup> /s<br>Length : 288 m (incl. under RVE-533)<br>Single type of concrete box culvert<br>width : 3.8 m & height : 2.2m<br>Excavation : 4,900 m <sup>3</sup><br>Concrete : 1,200 m <sup>3</sup> |
|-----|--|--|

Retarding Basin - A

First Stage

- |     |                  |   |
|-----|------------------|---|
| (1) | Type             | Concrete wall dam   |
| (2) | Dimension        | Dam crest elevation : EL.43.0 m<br>Maximum storage volume : 7,800 m <sup>3</sup><br>Dam height : 4.5 m<br>Dam crest length : 40 m<br>Orifice size : 0.2 m x 0.2 m |
| (3) | Work Volume      | Excavation volume : 1,100 m <sup>3</sup><br>Concrete volume : 260 m <sup>3</sup><br>Screen weight : 1.2 ton   |
| (4) | Hydraulic Design | Peak discharge of inflow (10-yr) : 5.4 m <sup>3</sup> /s<br>Peak discharge of outflow (10-yr) : 0.2 m <sup>3</sup> /s<br>Maximum water level : EL.41.5 m          |

Second Stage

- |     |                  |   |
|-----|------------------|---|
| (1) | Extension Work   | Extension of Orifice  |
| (2) | Dimension        | Orifice size : 0.6 m x 0.6 m  |
| (3) | Hydraulic Design | Peak discharge of inflow (100-yr) : 10.9 m <sup>3</sup> /s<br>Peak discharge of outflow (100-yr) : 1.9 m <sup>3</sup> /s<br>Maximum water level : EL.42.6 m |

to be continued

Tableau - 3 Les Principales Caractéristiques des Variantes de l'Oued Ennkhilet (12/13)

Retarding Basin - G

First Stage

(1) Type	Pond type
(2) Dimension	Pond area : 0.66 ha Maximum storage volume : 17,400 m <sup>3</sup> Pond bed elevation : EL.16.7 m Average pond height : 5.3 m Orifice size : 0.55 m x 0.55 m
(3) Work Volume	Excavation volume : 25,600 m <sup>3</sup> Concrete volume : 40 m <sup>3</sup> Screen weight : 1.4 ton
(4) Hydraulic Design	Peak discharge of inflow (10-yr) : 9.3 m <sup>3</sup> /s Peak discharge of outflow (10-yr) : 1.5 m <sup>3</sup> /s Maximum water level : EL.20.7 m

Second Stage

(1) Extension Work	Extension of pond and construction of new outlet structure with same dimension as in the first stage
(2) Dimension	Pond area : 1.26 ha Maximum storage volume : 37,500 m <sup>3</sup> Pond bed elevation : EL.16.7 m Average pond height : 5.2 m Orifice size : 0.55 m x 0.55 m
(3) Work Volume	Excavation volume : 27,600 m <sup>3</sup> Concrete volume : 40 m <sup>3</sup> Screen weight : 1.4 ton
(4) Hydraulic Design	Peak discharge of inflow (100-yr) : 18.9 m <sup>3</sup> /s Peak discharge of outflow (100-yr) : 2.8 m <sup>3</sup> /s Maximum water level : EL.20.7 m

Retarding Basin - I

First Stage

(1) Type	Pond type
(2) Dimension	Pond area : 1.45 ha Maximum storage volume : 22,500 m <sup>3</sup> Pond bed elevation : EL.7.1 m Average pond height : 3.3 m Orifice size : 0.6 m x 0.6 m
(3) Work Volume	Excavation volume : 42,700 m <sup>3</sup> Concrete volume : 30 m <sup>3</sup> Screen weight : 0.8 ton
(4) Hydraulic Design	Peak discharge of inflow (10-yr) : 5.8 m <sup>3</sup> /s Peak discharge of outflow (10-yr) : 1.2 m <sup>3</sup> /s Maximum water level : EL.9.0 m

Second Stage

(1) Extension Work	Extension of orifice
(2) Dimension	Orifice size : 1.7 m x 1.7 m
(3) Hydraulic Design	Peak discharge of inflow (100-yr) : 11.6 m <sup>3</sup> /s Peak discharge of outflow (100-yr) : 6.6 m <sup>3</sup> /s Maximum water level : EL.9.0 m

to be continued

Tableau - 3 Les Principales Caractéristiques des Variantes de l'Oued Enkhilet (13/13)

Retarding Basin - J1

First Stage

(1) Type	Pond type
(2) Dimension	Pond area : 1.47 ha Maximum storage volume : 19,600 m <sup>3</sup> Pond bed elevation : EL.7.2 m Average pond height : 2.8 m Orifice size : 0.4 m x 0.4 m
(3) Work Volume	Excavation volume : 24,100 m <sup>3</sup> Concrete volume : 80 m <sup>3</sup> Screen weight : 0.7 ton
(4) Hydraulic Design	Peak discharge of inflow (10-yr) : 7.6 m <sup>3</sup> /s Peak discharge of outflow (10-yr) : 0.5 m <sup>3</sup> /s Maximum water level : EL.8.7 m

Second Stage

(1) Extension Work	Extension of Pond & orifice
(2) Dimension	Pond area : 2.35 ha Maximum storage volume : 32,100 m <sup>3</sup> Pond bed elevation : EL.7.2 m Average pond height : 2.8 m Orifice size : 1.4 m x 1.4 m
(3) Work Volume	Excavation volume : 15,200 m <sup>3</sup>
(4) Hydraulic Design	Peak discharge of inflow (100-yr) : 15.5 m <sup>3</sup> /s Peak discharge of outflow (100-yr) : 3.9 m <sup>3</sup> /s Maximum water level : EL.8.7 m

Tableau - 4 Les Principales Caractéristiques des Variantes de l'Oued Hammam (1/3)

Stretch H-1 (Oued Hammam from river mouth to GP-1 Road)

First Stage

- |     |                           |   |
|-----|---------------------------|---|
| (1) | River improvement         | Design discharge : 200 m <sup>3</sup> /s<br>Bottom width : 36 m<br>Length : 572 m<br>Excavation : 15,100 m <sup>3</sup><br>Bank protection : 300 m on both bank |
| (2) | Bridge for Touristic Road | Width : 26 m<br>Length : 84 m   |

Stretch H-2 (Oued Hammam from GP-1 Road to Bypass Road of GP-1 Road)

First Stage

- |     |                      |  |
|-----|----------------------|--|
| (1) | River improvement    | Design discharge : 90 m <sup>3</sup> /s<br>Bottom width : 33 m<br>Length : 560 m<br>Excavation : 37,800 m <sup>3</sup><br>Embankment of dike : 2,500 m <sup>3</sup><br>Bank protection : 60 m on both bank |
| (2) | Bridge for GP-1 Road | Width : 12 m<br>Length : 48 m  |
| (3) | Drainage Sluiceway   | 2 nos  |

Second Stage

- |     |                   |   |
|-----|-------------------|---|
| (1) | River improvement | Design discharge : 200 m <sup>3</sup> /s<br>Length : 560 m<br>Embankment of dike : 4,600 m <sup>3</sup> |
|-----|-------------------|---|

Stretch H-3 (Oued Hammam from Bypass Road of GP-1 to Junction with Oued Kebir)

First Stage

- |     |                    |  |
|-----|--------------------|--|
| (1) | River improvement  | Design discharge : 90 m <sup>3</sup> /s<br>Bottom width : 33 m<br>Length : 565 m<br>Excavation : 18,700 m <sup>3</sup><br>Embankment of dike : 2,600 m <sup>3</sup><br>Bank protection : 50 m on both bank |
| (2) | Drainage Sluiceway | 2 nos  |

Second Stage

- |     |                   |   |
|-----|-------------------|---|
| (1) | River improvement | Design discharge : 200 m <sup>3</sup> /s<br>Length : 565 m<br>Embankment of dike : 3,800 m <sup>3</sup> |
|-----|-------------------|---|

Tableau - 4 Les Principales Caractéristiques des Variantes de l'Oued Hammam (2/3)

Stretch H-4 (Oued Laia from Junction with Oued Kebir to Upstream)

First Stage

- |     |                    |  |
|-----|--------------------|--|
| (1) | River improvement  | Design discharge : 65 m <sup>3</sup> /s<br>Bottom width : 8 m<br>Length : 250 m<br>Excavation : 1,900 m <sup>3</sup><br>Embankment of dike : 2,600 m <sup>3</sup><br>Bank protection : 30 m on both bank |
| (2) | Drainage Sluiceway | 2 nos  |

Second Stage

- |     |                   |  |
|-----|-------------------|--|
| (1) | River improvement | Design discharge : 140 m <sup>3</sup> /s<br>Bottom width : 20 m<br>Length : 250 m<br>Excavation : 2,700 m <sup>3</sup> |
|-----|-------------------|--|

Stretch K-1 (Oued Kebir from Junction with Oued Hammam to MC-48 Road)

First Stage

- |     |                       |   |
|-----|-----------------------|---|
| (1) | River improvement     | Design discharge : 60 m <sup>3</sup> /s<br>Bottom width : 7 m<br>Length : 884 m<br>Excavation : 23,300 m <sup>3</sup><br>Embankment of dike : 8,100 m <sup>3</sup><br>Bank protection : 60 m on both bank |
| (2) | Bridge for MC-48 Road | Width : 15 m<br>Length : 30 m   |
| (3) | Drainage Sluiceway    | 2 nos   |

Second Stage

- |     |                   |   |
|-----|-------------------|---|
| (1) | River improvement | Design discharge : 130 m <sup>3</sup> /s<br>Bottom width : 18 m<br>Length : 884 m<br>Excavation : 22,300 m <sup>3</sup> |
|-----|-------------------|---|

Stretch K-4 (Oued Kebir from Railway to Junction with Oued Seghir)

First Stage

- |     |                       |   |
|-----|-----------------------|---|
| (1) | River improvement     | Design discharge : 45 m <sup>3</sup> /s<br>Bottom width : 6.5 m<br>Length : 84 m<br>Excavation : 1,600 m <sup>3</sup><br>Embankment of dike : 700 m <sup>3</sup><br>Bank protection : 60 m on both bank |
| (2) | Bridge for MC-48 Road | Width : 12 m<br>Length : 27 m   |

to be continued

Tableau - 4 Les Principales Caractéristiques des Variantes de l'Oued Hammam (3/3)

Second Stage

- |     |                   |   |
|-----|-------------------|---|
| (1) | River improvement | Design discharge : 100 m <sup>3</sup> /s<br>Bottom width : 17 m<br>Length : 84 m<br>Excavation : 600 m <sup>3</sup> |
|-----|-------------------|---|

Stretch K-5 (Oued Kebir from Junction with Oued Seghir to Upstream)

First Stage

- |     |                        |   |
|-----|------------------------|---|
| (1) | River improvement      | Design discharge : 35 m <sup>3</sup> /s<br>Bottom width : 4.5 m<br>Length : 1,532 m<br>Excavation : 14,900 m <sup>3</sup><br>Embankment of dike : 10,300 m <sup>3</sup><br>Bank protection : 130 m on both bank |
| (2) | Culvert for Small Road | Twin type, width : 4 m & height : 2.6 m<br>Length : 8 m<br>2 site   |
| (3) | Drainage Sluiceway     | 2 nos   |

Second Stage

- |     |  |  |
|-----|--|--|
| (1) | River improvement                                  | Design discharge : 75 m <sup>3</sup> /s<br>Bottom width : 12 m<br>Length : 1,532 m<br>Excavation : 21,300 m <sup>3</sup><br>Bank protection : 100 m on both bank |
| (2) | Culvert for Small Road<br>to add existing culverts | Single type, width : 4 m & height : 2.6 m<br>Length : 8 m<br>Number : 10 nos (5 site on both banks)  |



Tableau - 5 Résumés des Coefficients Utilisés pour l'Estimation des Dégâts des Inondations

Category	Coefficient	
	Present (1993)	Future (2020)
1. Residential Areas		
(i) Damage to Buildings		
*Popular/Spontaneous Housing	15/m <sup>2</sup>	15/m <sup>2</sup>
*Medium Standard	25/m <sup>2</sup>	25/m <sup>2</sup>
*High Standard	35/m <sup>2</sup>	35/m <sup>2</sup>
(ii) Damage to Household Articles (per household)	350	350
(iii) Loss of Income to Households (DT per day)		
*Skilled	16	67
*Unskilled	5	22
2. Industrial Sector		
(i) Damage to Buildings	15/m <sup>2</sup>	15/m <sup>2</sup>
(ii) Loss of Income to Workers		(as per households)
3. Agricultural Sector (per hectare)		
(i) Value of Olive Crops	1,600	1,600
(ii) Value of Vegetable Crops	1,800	1,800
(ii) Average loss per ha	1,750	1,750
4. Transport		
(i) Rehabilitation of Roads (per km)		
*Primary	120,000	120,000
*Secondary	80,000	80,000
*Agricultural Roads	25,000	25,000
(ii) Traffic Delays/Value of Time (DT per hour)		
*Skilled Labour	0.5	2.1
* Unskilled Labour	0.16	0.7
*Tourists	1.0	4.0
(iii) Additional Vehicle Operating Costs (DT per 1,000 km)		
*Private Cars/taxis	28.79	28.79
*Buses	51.60	51.60
*Light/Medium trucks	86.11	86.11
*Heavy trucks	236.73	236.73

Tableau - 6

Oued Ennkhilet - Estimation de l'Occupation du Sol dans les Zones Inondables Sous les Conditions Actuelles d'Occupation du Sol.

	Zones					
	A	B	C	D	E	F
Residential	44.0	41.0	32.0	46.0	25.0	0.0
Agricultural	65.0	66.0	0.0	16.0	75.0	32.0
Commercial	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Recreational	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Wetlands	0.0	7.0	0.0	15.0	0.0	42.0
Open Space	6.0	124.0	32.0	51.0	0.0	18.0
Infrastructure(schools)	0.0	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0
<u>Total:</u>	<u>117.0</u>	<u>242.0</u>	<u>68.0</u>	<u>128.0</u>	<u>100.0</u>	<u>92.0</u>

Tableau - 7

Oued Ennkhilet - Estimation de l'Occupation du Sol Dans les Zones Inondables Sous les Conditions Futures d'Occupation du Sol.

	Zones					
	A	B	C	D	E	F
Residential	112.0	127.0	64.0	57.0	53.0	0.0
Agricultural	0.0	32.0	0.0	0.0	0.0	14.0
Commercial	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Recreational	0.5	1.2	0.0	0.0	7.0	0.0
Wetlands	0.0	40.0	0.0	38.0	40.0	28.0
Open Space	1.0	40.0	0.0	24.0	0.0	50.0
Infrastructure(schools)	0.5	1.8	4.0	9.0	0.0	0.0
<u>Total:</u>	<u>117.0</u>	<u>242.0</u>	<u>68.0</u>	<u>128.0</u>	<u>100.0</u>	<u>92.0</u>

Tableau - 8 Résumé des Coefficients Utilisés pour l'Estimation des Dégats des Inondations

Category	Coefficient	
	Present (1993)	Future (2020)
1. Residential Areas		
(i) Damage to Buildings		
*Popular/Spontaneous Housing	15/m <sup>2</sup>	15/m <sup>2</sup>
*Medium Standard	25/m <sup>2</sup>	25/m <sup>2</sup>
(ii) Damage to Household Articles (per household)	350	350
(iii) Loss of Income to Households (TD per day)		
*Skilled	16	67
*Unskilled	5	22
2. Industrial Sector		
(i) Damage to Buildings	15/m <sup>2</sup>	15/m <sup>2</sup>
(ii) Loss of Income to workers		( as per households)
3. Agricultural Sector (per hectare)		
(i) Value of Olive Crops	1,600	1,600
(ii) Value of vegetable crops	1,200	1,200
4. Transport		
(i) Rehabilitation of Roads (per km)		
*Primary	120,000	120,000
*Secondary	80,000	80,000
*Agricultural Roads	25,000	25,000
(ii) Traffic Delays/Value of Time (DT per hour)		
*Skilled Labour	0.5	2.1
* Unskilled Labour	0.16	0.7
*Tourists	1.0	4.0
(iii) Additional Vehicle Operating Costs (DT per 1,000km)		
*Private Cars/taxis	28.79	28.79
*Buses	51.60	51.60
*Light/Medium trucks	86.11	86.11
*Heavy trucks	236.73	236.73

Tableau - 9 Oued Hammam - Caractéristiques de l'Occupation Actuelle du Sol

	<u>Zones (ha)</u>						
	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>	<u>G</u>
Agricultural	107	23	25	13	5	12	5
Urban	30	10	3	0	1	1	1
Open	16	6	10	6	5	3	6
<u>TOTAL:</u>	<u>153</u>	<u>39</u>	<u>38</u>	<u>19</u>	<u>11</u>	<u>16</u>	<u>12</u>

Tableau - 10 Oued Hammam - Caractéristiques de l'Occupation Future du Sol

	<u>Zones (ha)</u>						
	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>	<u>G</u>
Agriculture	74	20	25	15	7	13	5
Urban	70	16	6	0	3	1	2
Open	16	6	10	6	5	3	6
<u>TOTAL:</u>	<u>160</u>	<u>42</u>	<u>41</u>	<u>21</u>	<u>15</u>	<u>17</u>	<u>13</u>

Tableau - 11 Oued Hammam - Evaluation des Dégâts Dans les Zones Inondables (Crue Centennale)

<u>Zone</u>	<u>Present Land Use Conditions</u>	<u>Future Land Use Conditions</u>
	(DT1,000)	
A	5,405.0	12,530.0
B	845.7	1,296.4
C	264.6	745.5
D	30.0	34.5
E	111.0	409.0
F	69.5	73.0
G	79.0	218.0
<u>TOTAL:</u>	<u>6,804.8</u>	<u>15,306.4</u>

Tableau - 12 Oued Hammam - Evaluation des Dégâts Dans les Zones Inondables (Période de Retour 1 et 10 ans)

<u>Area</u>	<u>Present Land Use Condition</u>		<u>Future Land Use Condition</u>	
	<u>1-yr</u>	<u>10-yr</u>	<u>1-yr</u>	<u>10-yr</u>
A	261	2,030	498	4,993
B	75	459	84	771
C	57	66	250	261
D	0	5	0	7
E	10	20	40	72
F	5	10	5	13
G	23	46	75	127
<u>Total:</u>	<u>431</u>	<u>2,636</u>	<u>952</u>	<u>6,244</u>

Tableau - 13 Flux des Coûts et Bénéfices Pour le Projet de l'Oued Ennkhiilet

EIRR = 24.6%		(Unit : 1,000 DT)				
No.	Year	Cost			Benefit	Net Benefit
		Construction	O&M	Total		
1	1994	19	0	19	0	-19
2	1995	4,666	0	4,666	0	-4,666
3	1996	1,673	23	1,696	663	-1,033
4	1997	3,732	82	3,814	1,327	-2,487
5	1998	2,385	117	2,502	1,990	-512
6	1999		117	117	2,653	2,536
7	2000		117	117	2,894	2,777
8	2001		117	117	3,136	3,019
9	2002		117	117	3,377	3,260
10	2003		117	117	3,618	3,501
11	2004		117	117	3,860	3,743
12	2005		117	117	4,101	3,984
13	2006		117	117	4,342	4,225
14	2007		117	117	4,584	4,467
15	2008		117	117	4,825	4,708
16	2009		117	117	5,066	4,949
17	2010		117	117	5,307	5,190
18	2011		117	117	5,549	5,432
19	2012		117	117	5,790	5,673
20	2013		117	117	6,031	5,914
21	2014		117	117	6,273	6,156
22	2015		117	117	6,514	6,397
23	2016		117	117	6,755	6,638
24	2017		117	117	6,997	6,880
25	2018		117	117	7,238	7,121
26	2019		117	117	7,479	7,362
27	2020		117	117	7,720	7,603
28	2021		117	117	7,720	7,603
29	2022		117	117	7,720	7,603
30	2023		117	117	7,720	7,603
31	2024		117	117	7,720	7,603
32	2025		117	117	7,720	7,603
33	2026		117	117	7,720	7,603
34	2027		117	117	7,720	7,603
35	2028		117	117	7,720	7,603
.	.		.	.	.	.
.	.		.	.	.	.
.	.		.	.	.	.
50	2043		117	117	7,720	7,603

Tableau - 14 Flux des Coûts et Bénéfices Pour le Projet de l'Oued Hammam

EIRR = 17.4%		(Unit : 1,000 DT)				
No.	Year	Cost			Benefit	Net Benefit
		Construction	O&M	Total		
1	1994	18	0	18	0	-18
2	1995	774	0	774	0	-774
3	1996	1,627	23	1,650	317	-1,333
4	1997	3,629	80	3,709	634	-3,075
5	1998	2,320	114	2,434	951	-1,483
6	1999		114	114	1,268	1,154
7	2000		114	114	1,318	1,204
8	2001		114	114	1,369	1,255
9	2002		114	114	1,419	1,305
10	2003		114	114	1,470	1,356
11	2004		114	114	1,520	1,406
12	2005		114	114	1,571	1,457
13	2006		114	114	1,621	1,507
14	2007		114	114	1,672	1,558
15	2008		114	114	1,722	1,608
16	2009		114	114	1,773	1,659
17	2010		114	114	1,823	1,709
18	2011		114	114	1,874	1,760
19	2012		114	114	1,924	1,810
20	2013		114	114	1,975	1,861
21	2014		114	114	2,025	1,911
22	2015		114	114	2,076	1,962
23	2016		114	114	2,126	2,012
24	2017		114	114	2,177	2,063
25	2018		114	114	2,227	2,113
26	2019		114	114	2,278	2,164
27	2020		114	114	2,328	2,214
28	2021		114	114	2,328	2,214
29	2022		114	114	2,328	2,214
30	2023		114	114	2,328	2,214
31	2024		114	114	2,328	2,214
32	2025		114	114	2,328	2,214
33	2026		114	114	2,328	2,214
34	2027		114	114	2,328	2,214
35	2028		114	114	2,328	2,214
.	.		.	.	.	.
.	.		.	.	.	.
.	.		.	.	.	.
50	2043		114	114	2,328	2,214

## ***FIGURES***





Phase I: Basic Investigation

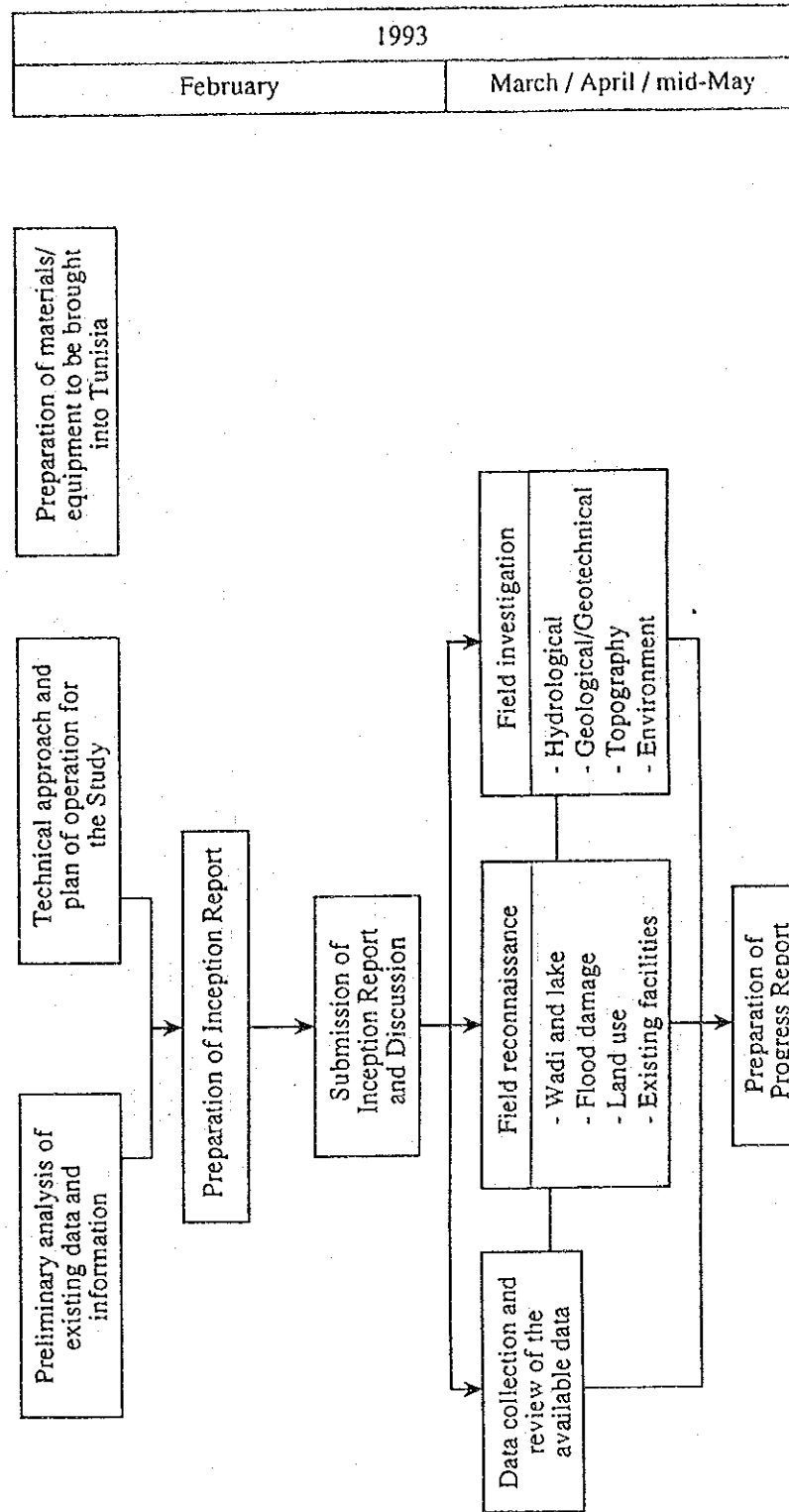


Figure - 1 Organigramme du Déroulement de l'Etude (1/3)

Phase 2: Formulation of Master Plan for Flood Protection

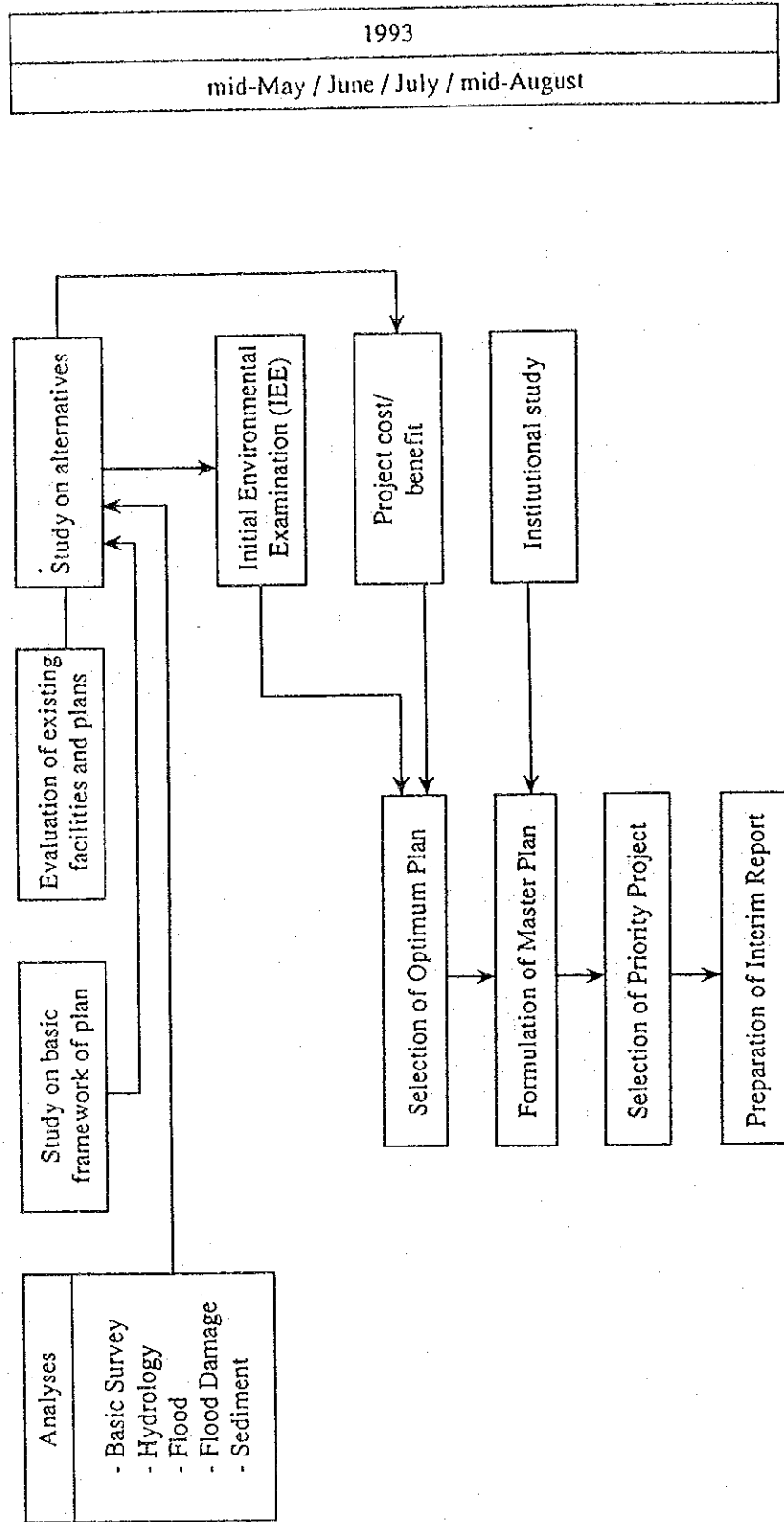


Figure - 1 Organigramme du Déroulement de l'Etude (2/3)

1993	1994
mid-September / October / November / December	Jan / Feb / Mar

Phase 3: Feasibility Study on Priority Projects

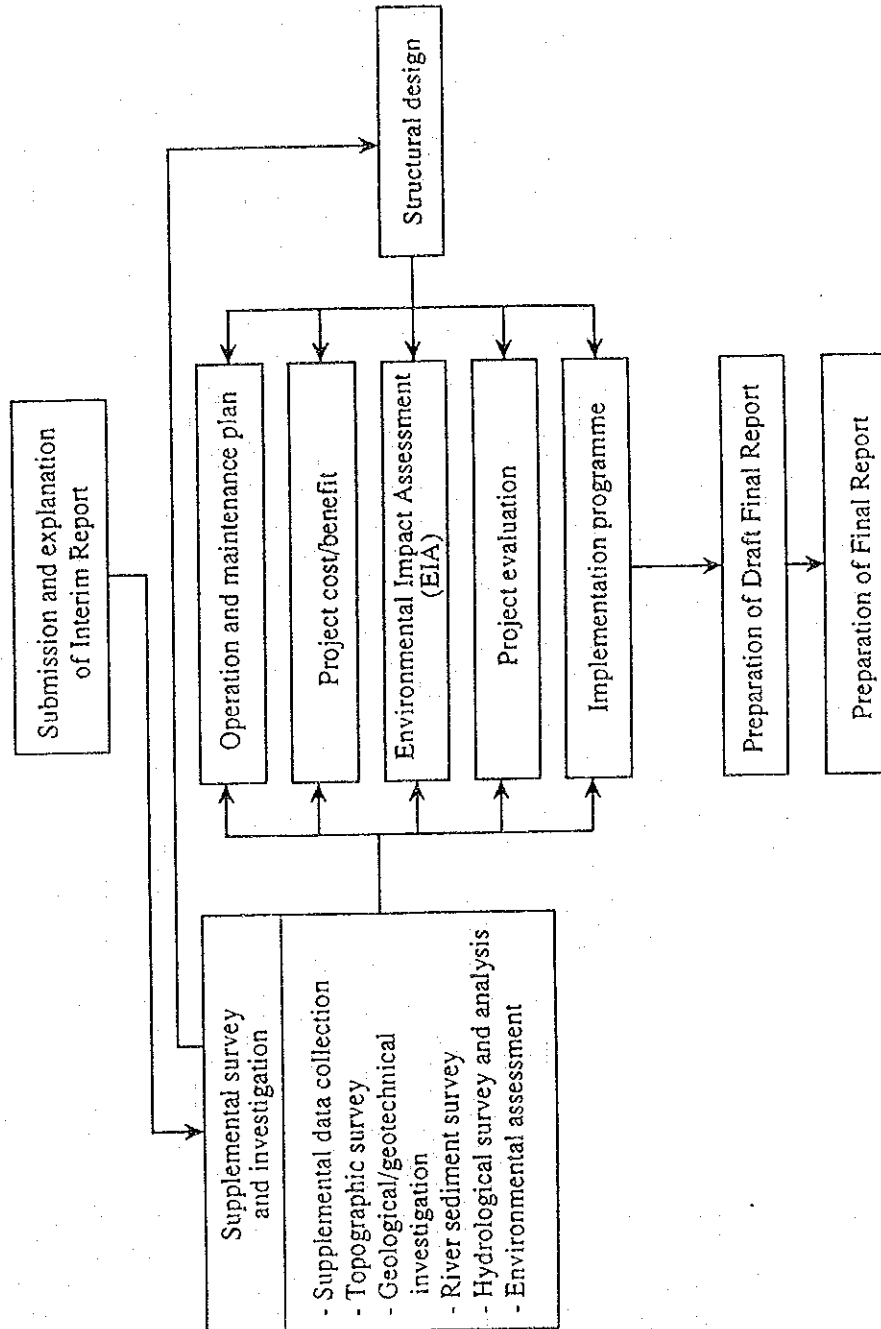


Figure - 1 Organigramme du Déroulement de l'Etude (3/3)

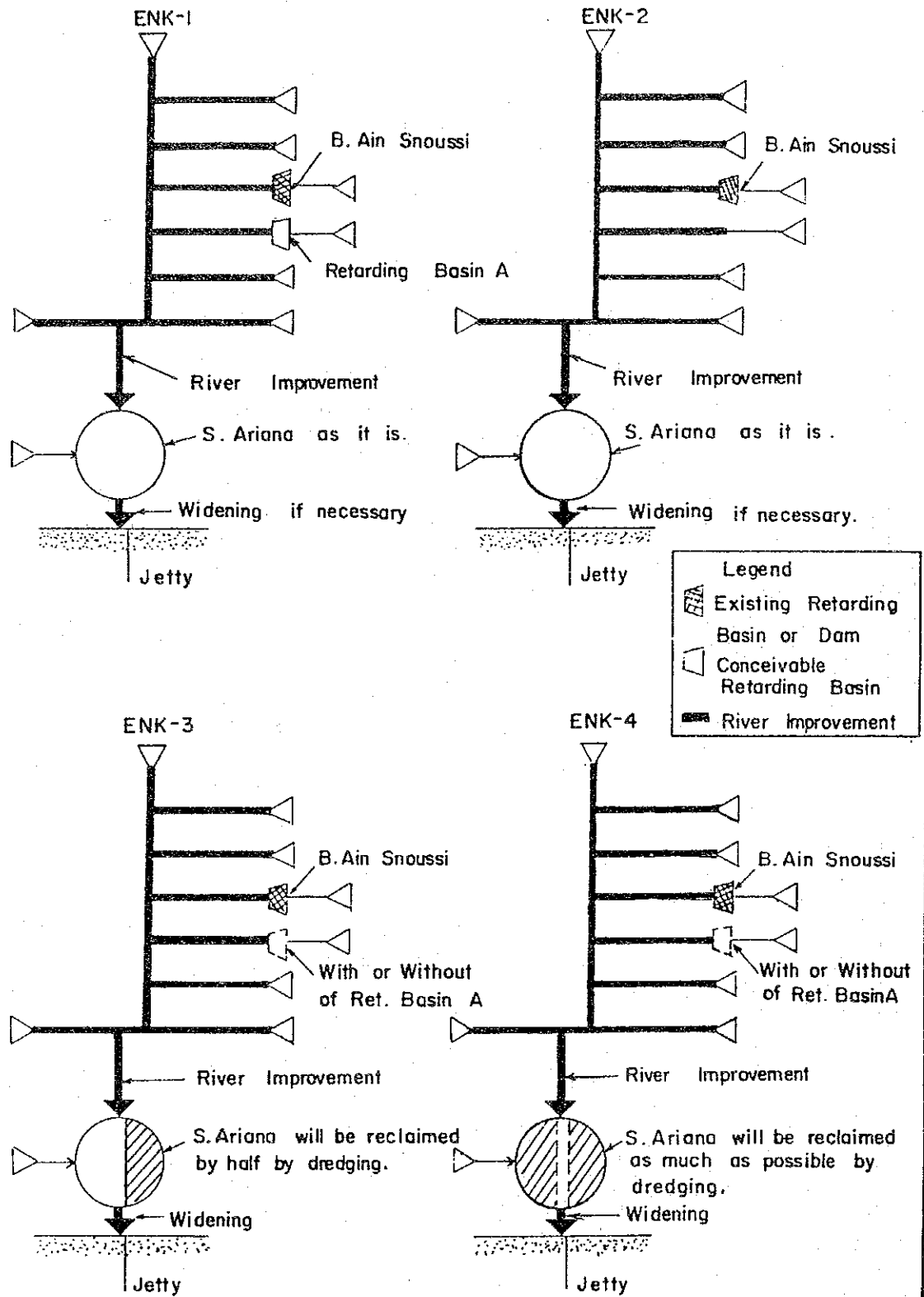


Figure - 2 Les variantes d'aménagement des Oued Ennkhiilet et Sebkheth Ariana

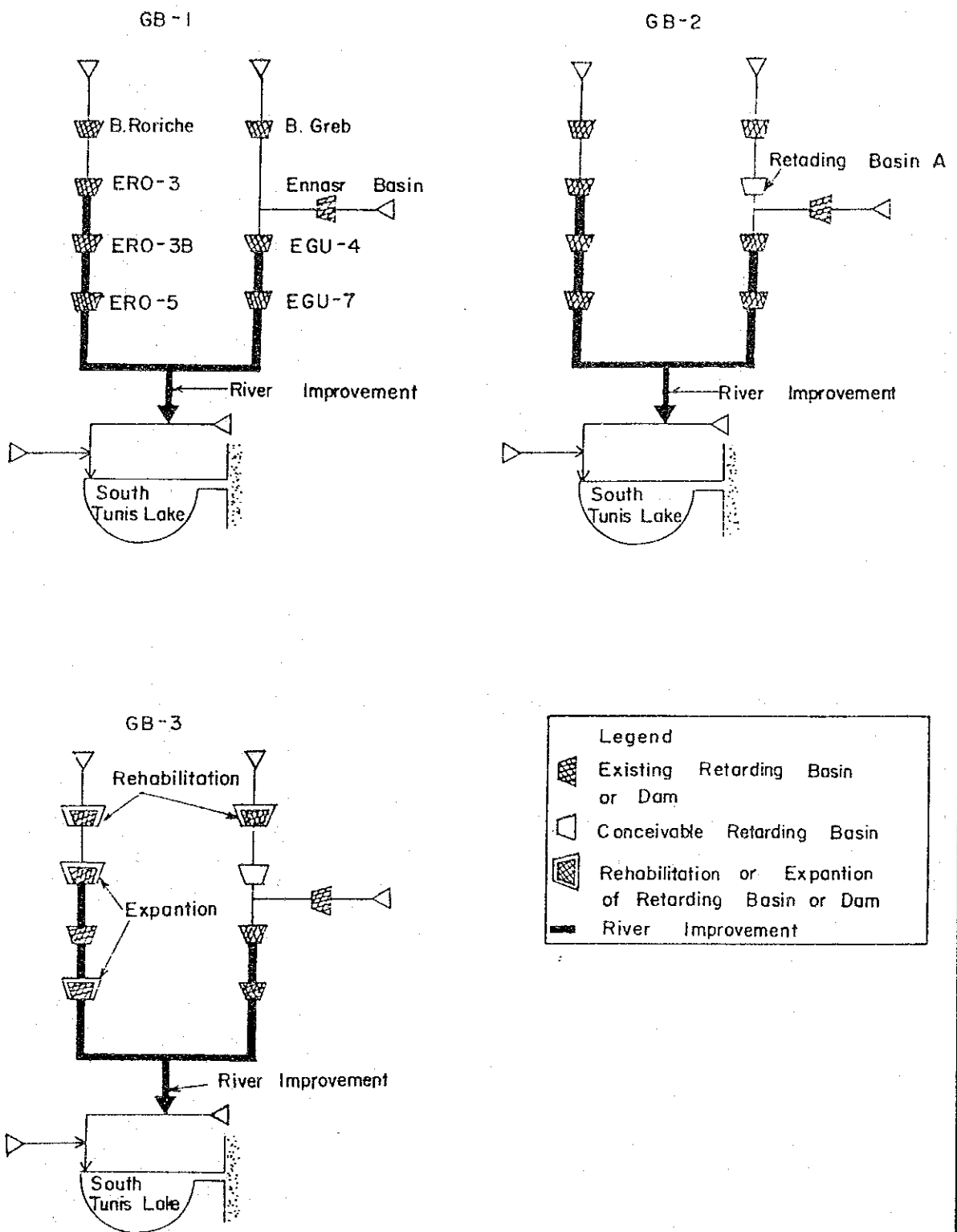
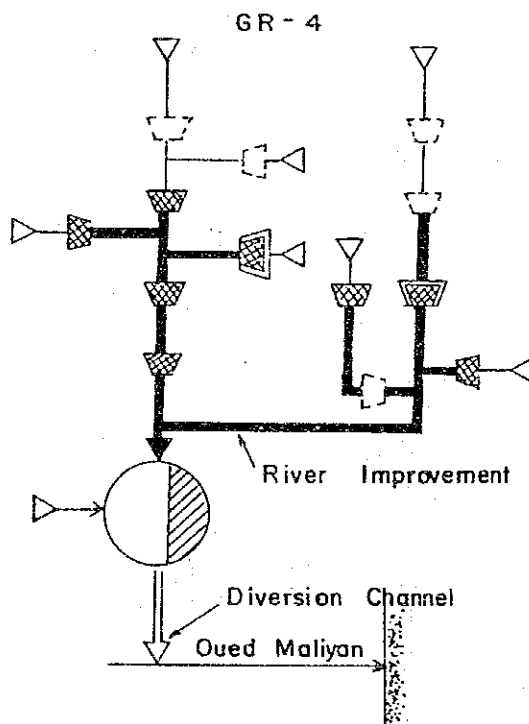
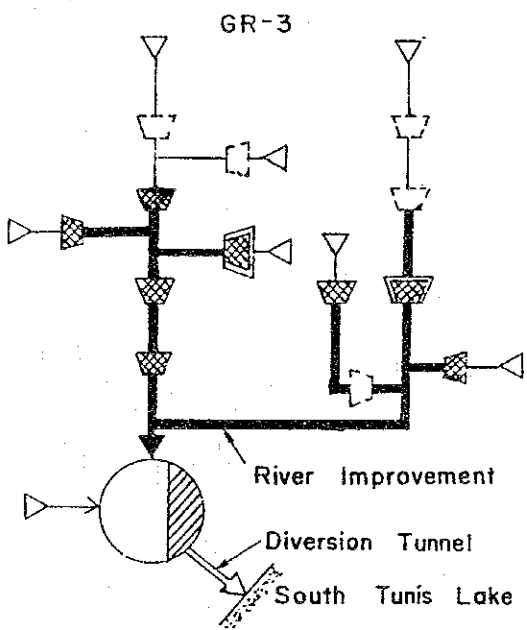
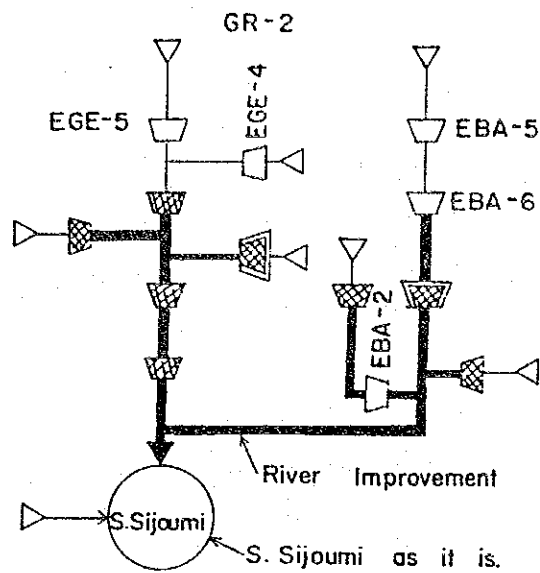
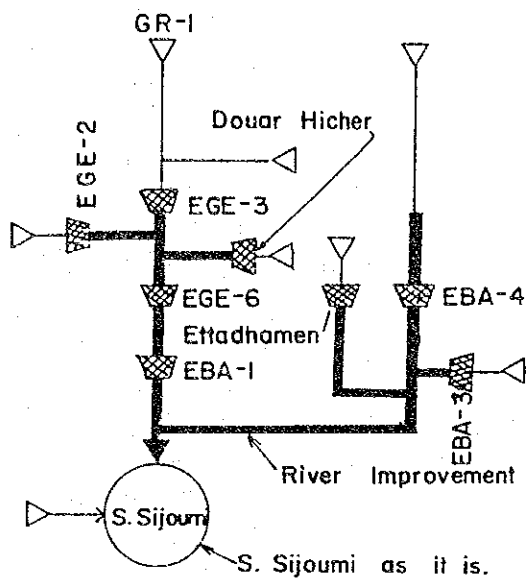


Figure - 3 Les variantes d'aménagement de Oued Greb



GR-3-1 S. Sijoumi reduced 15%  
with GR-1 or GR-2

GR-3-2 S. Sijoumi reduced 30%  
with GR-1 or GR-2

GR-4-1 S. Sijoumi reduced 15%  
with GR-1 or GR-2

GR-4-2 S. Sijoumi reduced 30%  
with GR-1 or GR-2

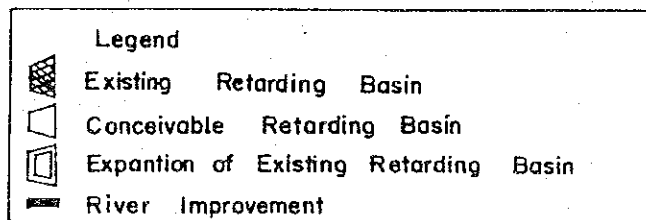


Figure - 4 Les variantes d'aménagement des Oued Gariana et Sebket Sijoumi

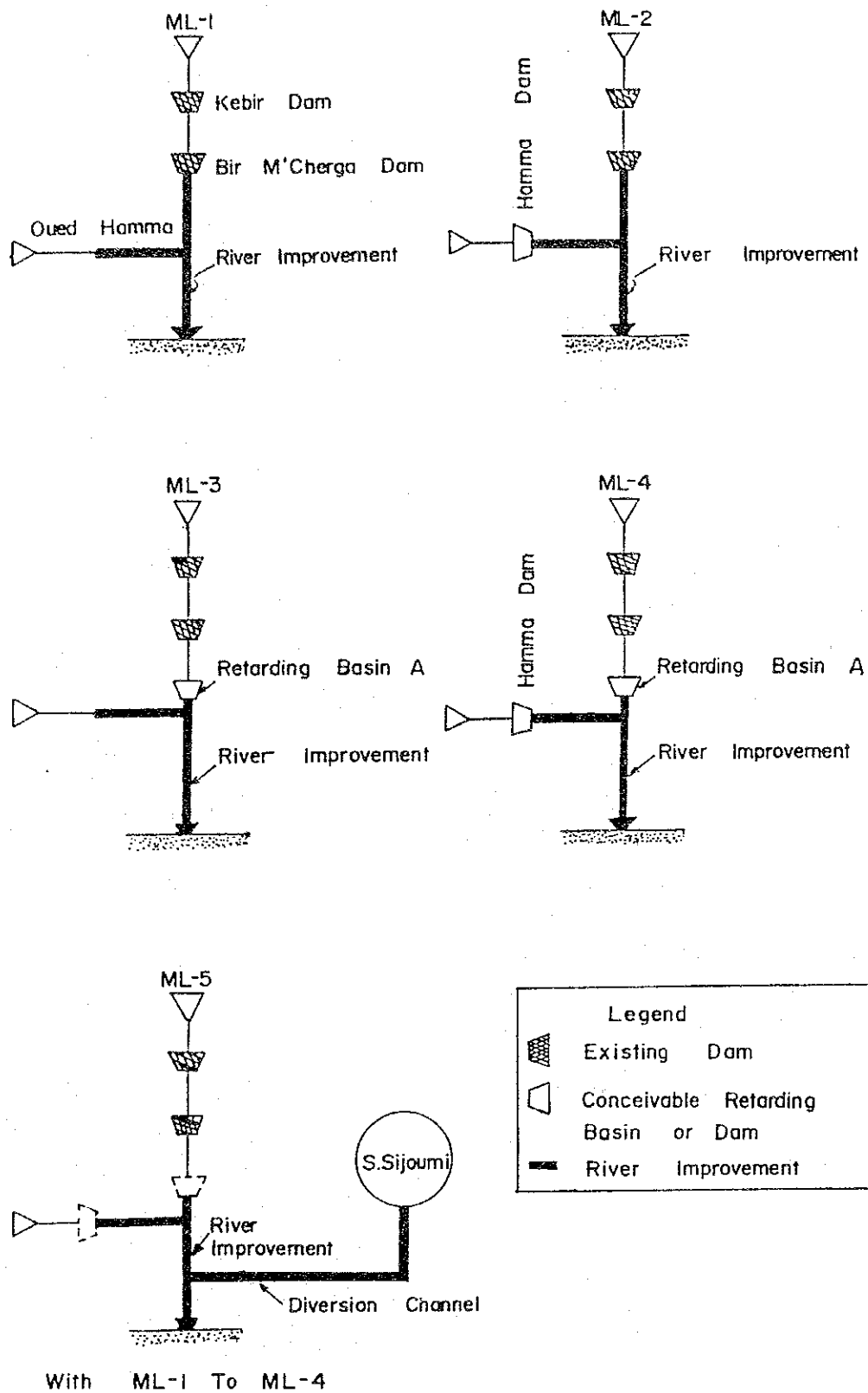


Figure - 5 Les variantes d'aménagement de Oued Maliyan

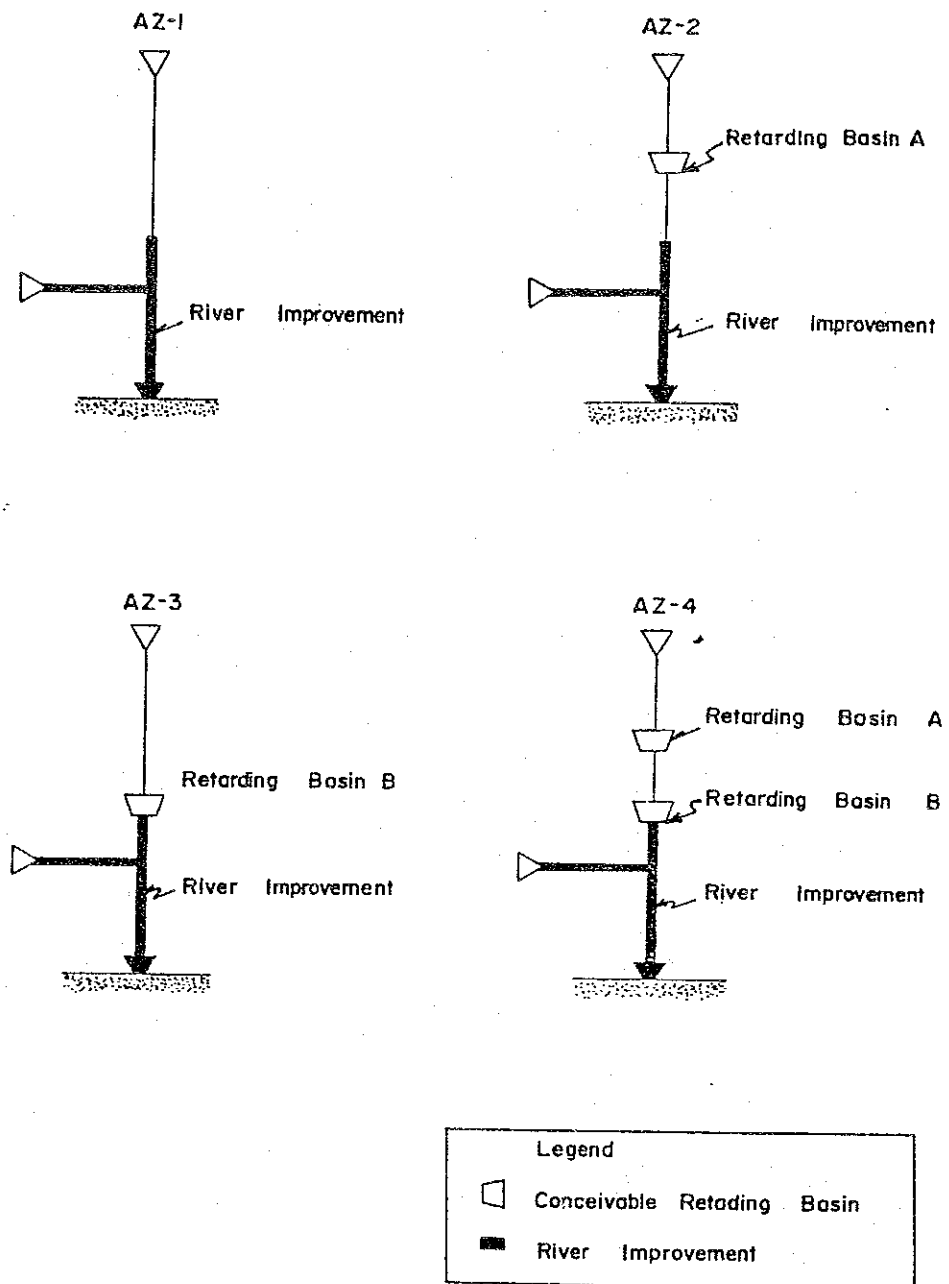


Figure - 6 Les variantes d'aménagement de Oued Ain Zerga



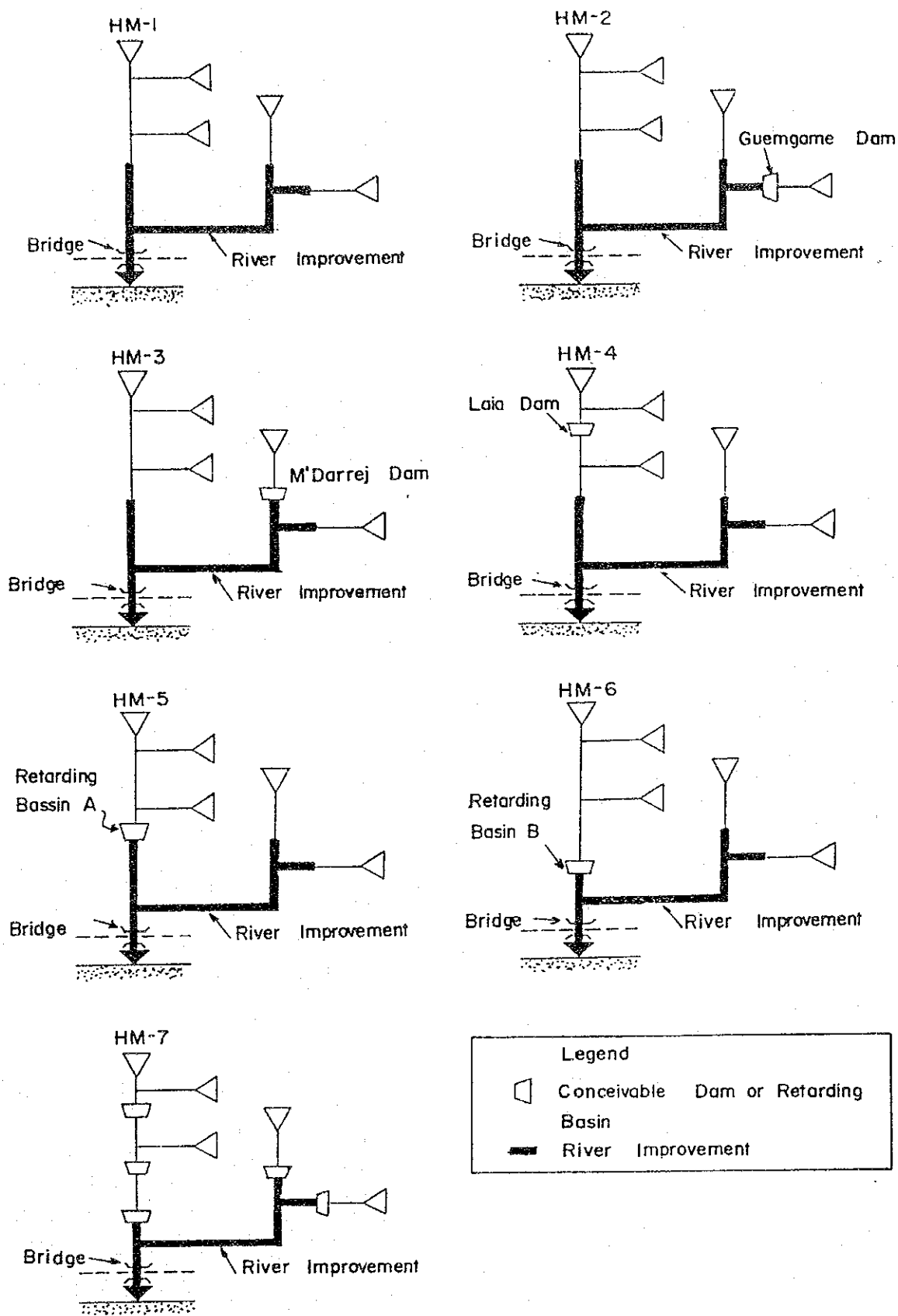


Figure - 7 Les variantes d'aménagement de Oued Hammam

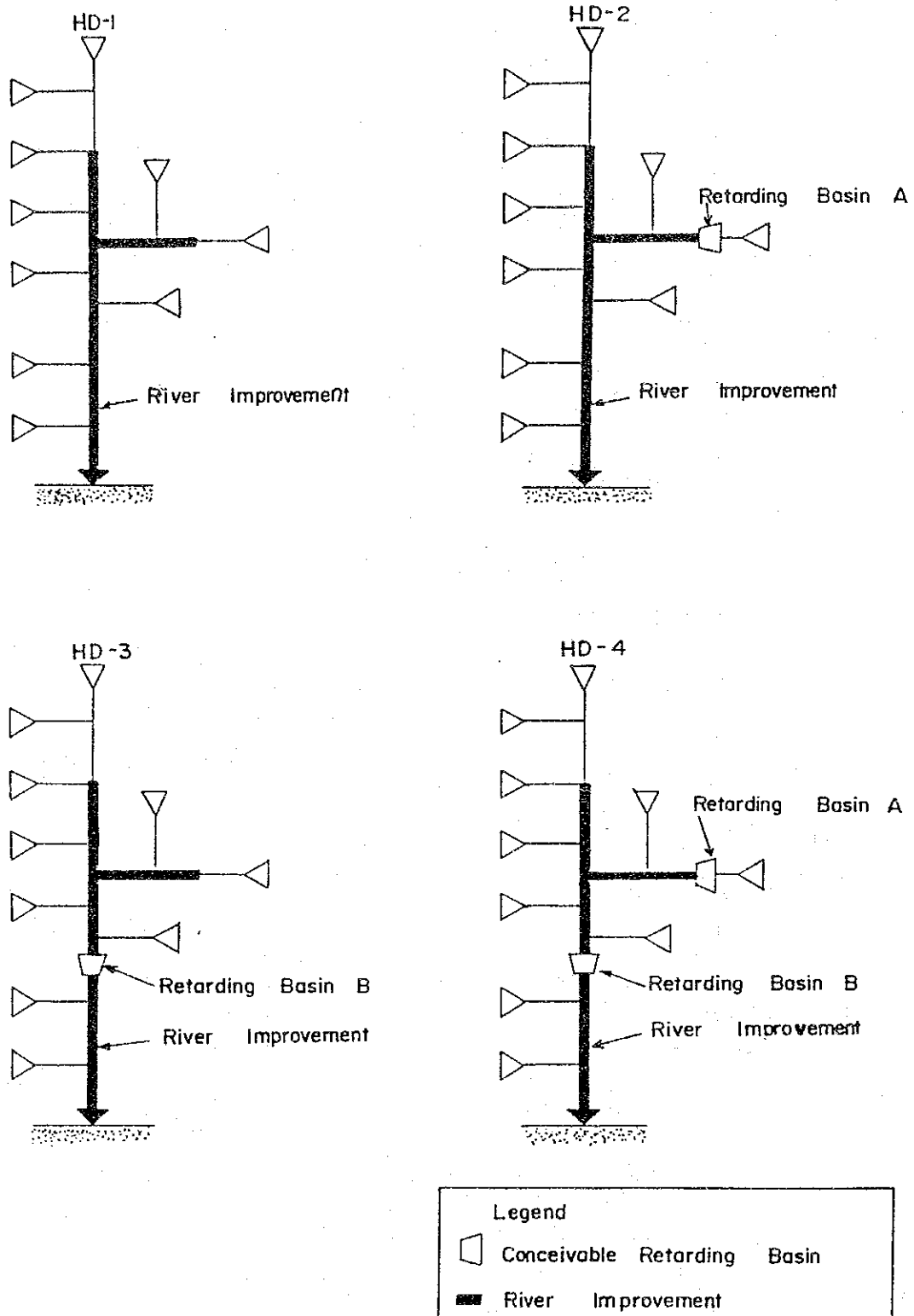


Figure - 8 Les variantes d'aménagement de Oued Hamdoun



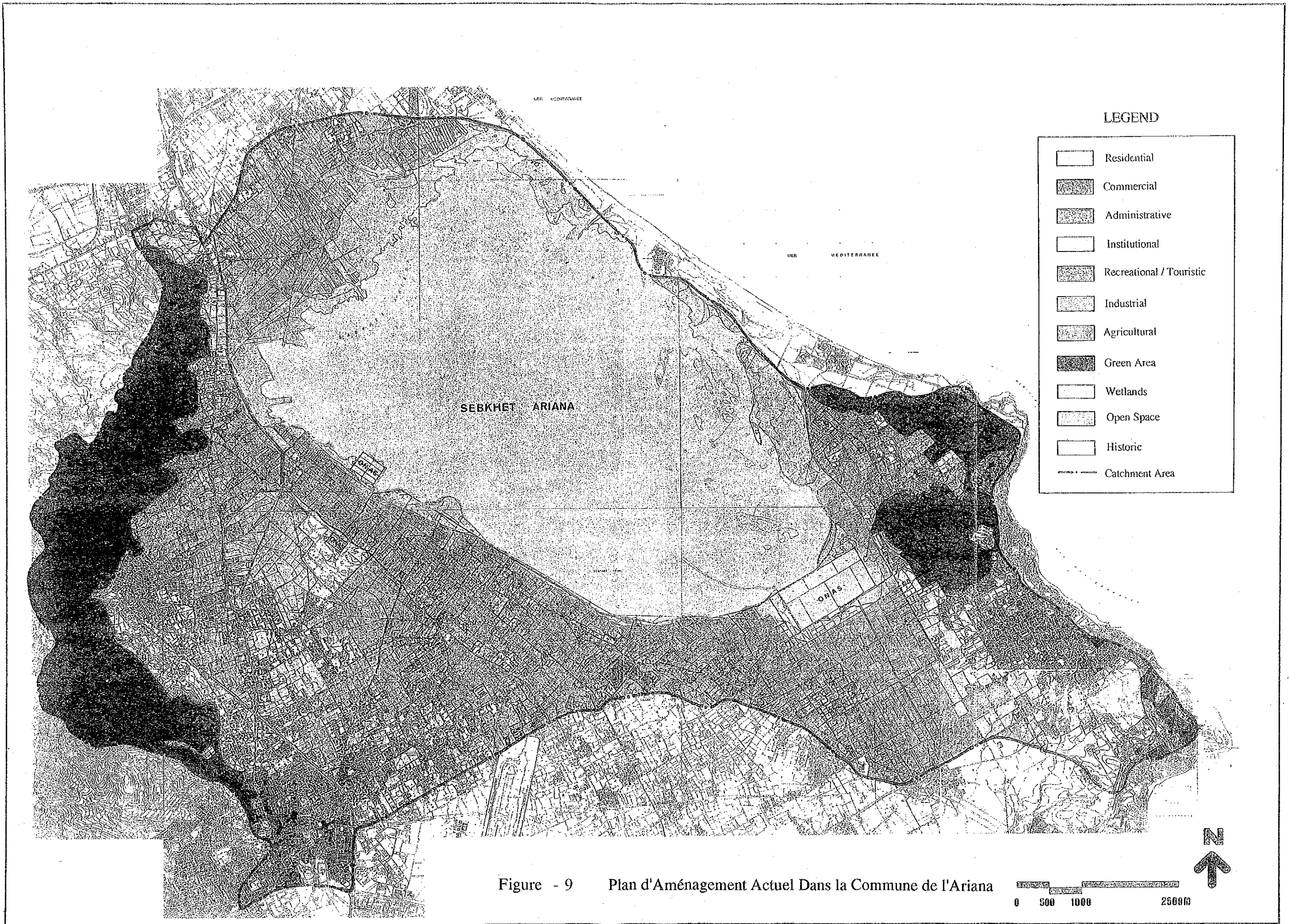
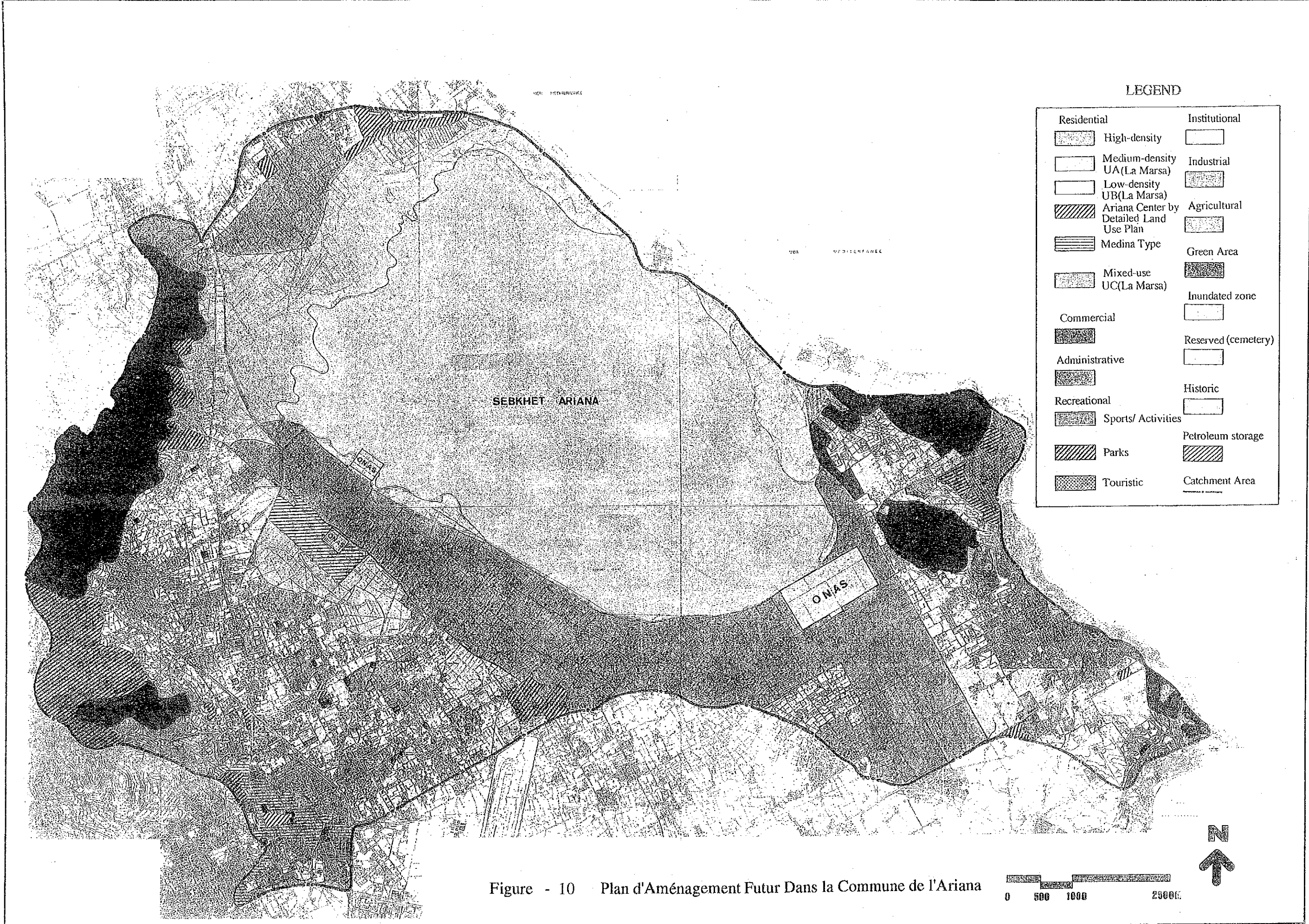


Figure - 9 Plan d'Aménagement Actuel Dans la Commune de l'Ariana

0 500 1000 2500M



LEGEND

Residential High-density	Institutional
Residential Medium-density UA (La Marsa)	Industrial
Residential Low-density UB (La Marsa)	Agricultural
Ariana Center by Detailed Land Use Plan	Green Area
Medina Type	Inundated zone
Mixed-use UC (La Marsa)	Reserved (cemetery)
Commercial	Historic
Administrative	Petroleum storage
Recreational Sports/Activities	Catchment Area
Parks	
Touristic	

Figure - 10 Plan d'Aménagement Futur Dans la Commune de l'Ariana

0 500 1000 2500m

