CC F Rousseau
025-2

REPUBLIQUE TUNISIENNE

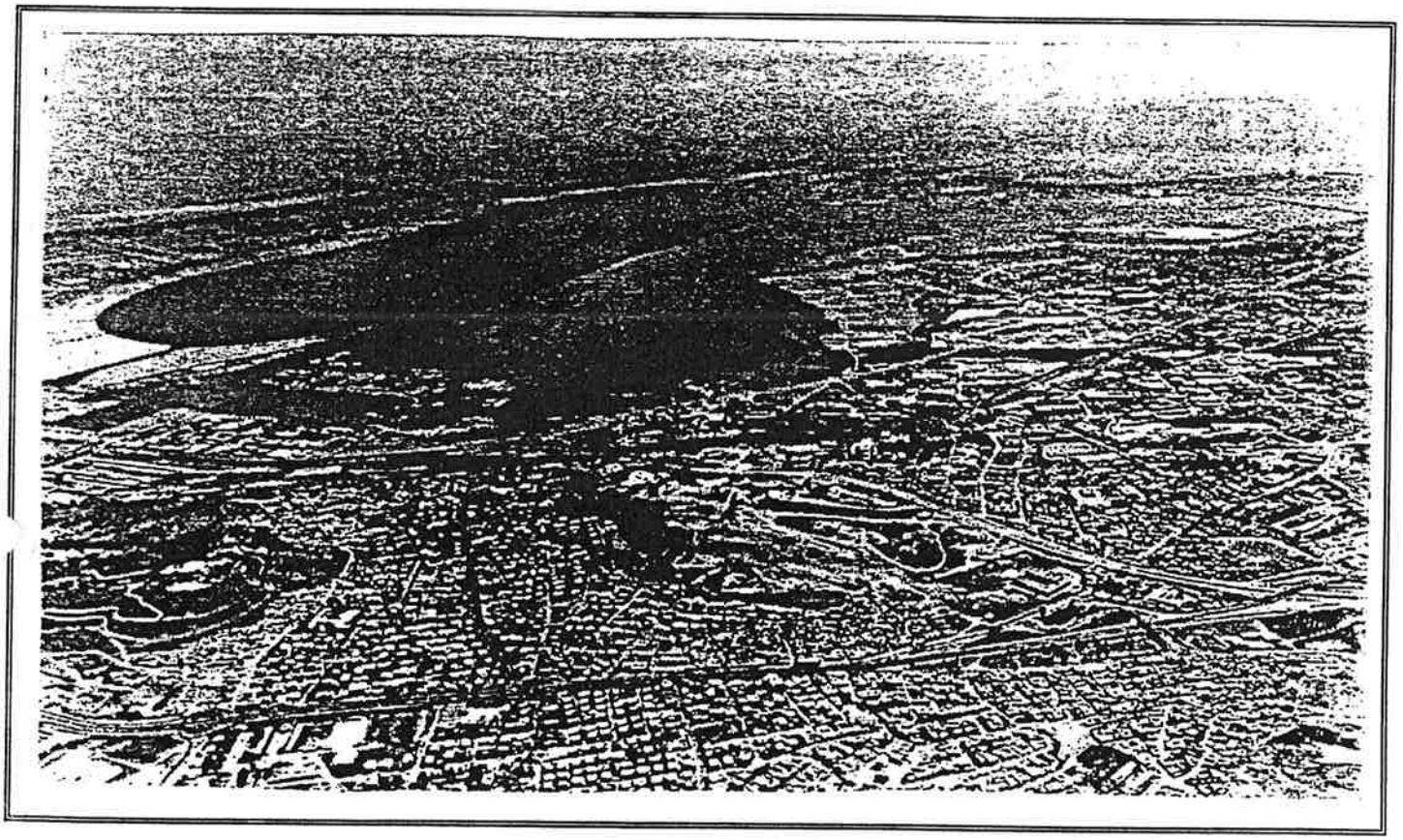
MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'HABITAT

DIRECTION GENERALE
DES SERVICES AERIENS
ET MARITIMES

SOCIETE D'ETUDES ET
DE PROMOTION DE
TUNIS SUD

ETUDE D'IMPACT DE L'AMENAGEMENT DU LAC SUD ET DU PORT DE TUNIS

RAPPORT DEFINITIF



Groupement d'Etude :

- **FRISA-Tunisie S.A**
- **FRISA-Engineering S.A**

Février 1995

POS 025- 02

REPUBLIQUE TUNISIENNE

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'HABITAT

DIRECTION GENERALE
DES SERVICES AERIENS
ET MARITIMES

SOCIETE D'ETUDES ET
DE PROMOTION DE
TUNIS SUD

ETUDE D'IMPACT DE L'AMENAGEMENT DU LAC SUD ET DU PORT DE TUNIS

RAPPORT DEFINITIF

Groupement d'Etude :

- **FRISA-Tunisie**
  31, avenue de Paris
  1000 Tunis
- **FRISA-Engineering S.A**
  Ch. des Croisettes 26-28
  CH-1066 Epallinges/Lausanne - SUISSE

Février 1995

ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

LAC SUD ET PORT DE TUNIS

RAPPORT DEFINITIF

SOMMAIRE

TROISIEME PARTIE : ETUDE ENVIRONNEMENTALE P 71

1. HYDRODYNAMIQUE ET HYDRAULIQUE P 72

1.1. ETAT INITIAL P 72

1.1.1. Périmètre d'influence P 72
1.1.2. Echanges internes et externes P 72
1.1.3. Rappels d'ordre climatique P 74
1.1.4. Vitesse d'écoulement et de renouvellement des eaux P 75

1.2. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS : PHASE DE REALISATION P 80

1.2.1. Généralités P 80
1.2.2. Risque de détérioration des conditions hydrobiologiques P 82
1.2.3. Evaluation de l'impact en phase de réalisation P 82

1.3. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS : ETAT FINAL P 83

1.3.1. Amélioration de l'hydrodynamique générale P 83
1.3.2. Evolution vers une marinisation du système lagunaire P 83
1.3.3. Image hydraulique de l'état final P 84
1.3.4. Evaluation de l'impact global P 84
1.3.5. Impacts négatifs P 84

1.4. MESURES COMPLEMENTAIRES ET D'ACCOMPAGNEMENT P 86

1.4.1. Etude hydraulique et de faisabilité économique : Dérivation du Canal de Ceinture Nord. P 86
1.4.2. Proposition d'amélioration de la qualité biochimique des eaux du bassin principal du Port de Tunis. P 86
1.4.3. Proposition d'évitement du dragage des sédiments du Port de Tunis P 87
1.4.4. Complément d'études hydrauliques. P 88
1.4.5. Mesures d'entretien des vannes à clapets P 92
1.4.6. Proposition de convention sur les modalités de pêche dans le système assaini. P 93
1.4.7. Proposition de suivis analytiques P 93

1.5. BIBLIOGRAPHIE P 94

3.2. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS EN PHASE DE REALISATION ET ETAT FINAL P 149

3.2.1. Risque lié à la mise en mouvement, au transport et l'utilisation des sédiments P 149
3.2.2. Amélioration des conditions écotoxicologiques à long terme P 149
3.2.3. Nécessité de connaissance analytiques suivies P 149

3.3. MESURES COMPLEMENTAIRES ET D'ACCOMPAGNEMENT P 149

3.3.1. Suivis analytiques P 149
3.3.2. Analyses complémentaires de micropolluants P 150
3.3.3. Essais pilotes P 151
3.3.4. Plan de gestion des sédiments P 151

3.4. BIBLIOGRAPHIE P 152

4. MILIEUX NATURELS TERRESTRES ET AQUATIQUES P 153

4.1. ETAT INITIAL P 153

4.1.1. Périmètre d'influence P 153
4.1.2. Méthodologie P 153
4.1.3. Milieux floristiques terrestres P 154
4.1.4. Milieux floristiques aquatiques P 163
4.1.5. Ichtyofaune et réserves halieutiques P 165
4.1.6. Avifaune P 168

4.2. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS : PHASE DE REALISATION P 171

4.2.1. Impact lié à une perte brute de surface P 171
4.2.2. Impact dû à un dragage uniforme à -2,21 NGT P 171
4.2.3. Aménagement des rives en perrés P 172
4.2.4. Risques inhérents aux travaux de dragage P 172

4.3. IDENTIFICATION EVALUATION DES IMPACTS : ETAT FINAL P 172

4.3.1. Assainissement du lac P 172
4.3.2. Les mesures compensatoires P 173

5. SITES ET PAYSAGES P 176

5.1. ETAT INITIAL P 176

5.1.1. Périmètre d'influence P 176
5.1.2. Définition P 176
5.1.3. Méthodologie P 176
5.1.4. Description des unités de paysage P 177

5.2. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS : PHASE DE REALISATION ET ETAT FINAL P 180

5.2.1. Banalisation de la forme du lac P 180
5.2.2. Artificialisation du plan d'eau et des rives P 180
5.2.3. Nouvelle affectation et restitution au public de l'espace portuaire P 180
5.2.4. Impact général des mesures de restauration et d'assainissement P 181
5.2.5. Futur pont de Madagascar P 182

5.3. MESURES COMPLEMENTAIRES P 182

5.3.1. Création d'îles P 182

6. PHYSIQUE DE L'ENVIRONNEMENT P 183

6.1. ETAT INITIAL P 183

6.1.1. Généralités P 183
6.1.2. Pollution de l'air P 184
6.1.3. Nuisances sonores P 184
6.1.4. Pollution olfactive P 185

6.2. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS : PHASE DE REALISATION P 186-

6.3. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS : ETAT FINAL P 186

6.4. MESURES COMPLEMENTAIRES ET D'ACCOMPAGNEMENT P 187

6.4.1. Pollution de l'air P 187
6.4.2. Nuisances sonores P 188
6.4.3. Pollution olfactive P 188

7. URBANISME ET AMENAGEMENT DU TERRITOIRE P 189

7.1. ETAT INITIAL P 189

7.1.1. Périmètre d'influence et zone d'étude P 189
7.1.2. Urbanisme et aménagement du territoire P 189

7.2. EVALUATION DES ORIENTATIONS D'URBANISME ET D'AMENAGEMENT : PHASE DE REALISATION P 190

7.3. EVALUATION DES ORIENTATIONS D'URBANISME ET D'AMENAGEMENT : ETAT FINAL P 192

7.3.1. Commentaire sur la méthodologie utilisée pour le Groupement Dirasset-Studi P 192
7.3.2. Impact du plan d'aménagement de détail du Port de Tunis P 192
7.3.3. Commentaire sur le plan d'aménagement de détail de la zone des berges du Lac Sud. P 194

7.4. LES ZONES D'ACTIVITES ECONOMIQUES P 195

7.5. LES ESPACES VERTS P 195

7.6. LE RESEAU VIAIRE P 197

7.7. L'INSERTION DU PROJET P 197

7.8. BIBLIOGRAPHIE P 199

8. ENVIRONNEMENT HUMAIN ET SOCIO-ECONOMIQUE P 200

8.1. ETAT INITIAL P 200

8.1.1. Généralités P 200
8.1.2. Limites du champ d'investigation P 200
8.1.3. Images humaines et socio-économiques actuelles P 200
8.1.4. La pêche P 201
8.1.5. Les salines P 202
8.1.6. Le secteur du Port de Tunis P 202
8.1.7. L'activité industrielle P 204

8.2. IMPACTS PREVISIBLES AU POTENTIELS EN PHASE FINALE P 204

8.2.1. Champ d'investigation et limites de l'évacuation P 204
8.2.2. Impacts prévisibles ou potentiels P 204
8.2.3. La pêche P 205
8.2.4. Le secteur du Port de Tunis P 206
8.2.5. Les quartiers sud P 207
8.2.6. Maîtrise foncière P 209
8.2.7. Espaces verts et "Front de mer" P 209

8.3. LE SOCIO-ECONOMIQUE P 210

9. RISQUE MAJEUR P 211

9.1. LIMITES ET DEFINITIONS P 211

9.1.1. Limites P 211
9.1.2. Définitions P 211

9.2. IDENTIFICATION DU RISQUE P 211

9.3. EVALUATION DU RISQUE POUR L'ENVIRONNEMENT P 212

9.3.1. Intensité P 212
9.3.2. Récurrence P 212

9.4. SITUATION SOMMAIRE DES CAPACITES ACTUELLES D'INTERVENTION P 213

9.4.1. Port de Radès et Canal de Navigation P 213
9.4.2. Lac Sud P 213

9.5. MESURES COMPLEMENTAIRES ET D'ACCOMPAGNEMENT P 213

9.5.1. Constatations P 213
9.5.2. Proposition de mesures P 214

10. ESTIMATION DU PROJET P 216

11. LES MESURES D'ATTENUATION P 218

12. SYNTHESE ET MATRICE GENERALE DES INTERACTIONS P 219

12.1. Objectifs P 219
12.2. Evolution probable de la matrice dans le rapport final P 219
12.4. Synthèse globale de la compatibilité du projet dans l'environnement P 220

ANNEXES :

ANNEXE I : Décret du 13 mars 1991
ANNEXE II : Interprétation des teneurs en métaux lourds des sédiments
ANNEXE III : Résultats d'analyse : Eaux et sédiments
ANNEXE IV : Document de réflexion et de préparation à la lutte antipollution GLAP - CLAP

ANNEXE V : Projet de terme de référence d'une étude complémentaire sur la mobilité des métaux lourds dans les sédiments

ANNEXE VI : " Heavy metals in soils" edited by BJ. Alloway

ANNEXE VII : " Norme eau de baignade " 8 décembre 1975 (CEE)

ANNEXE VIII : Note n°4 : La protection des sols et l'ordonnance sur les polluants du sol

SOMMAIRE

0. SYNTHESE ET CONCLUSIONS DU RAPPORT D'IMPACT P II

0.1. RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DU PROJET P II

0.1.1. Caractéristiques générales P II
0.1.2. Le projet hydraulique P III
0.1.3. Le projet urbanistique et d'aménagement du territoire P IV

0.2. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS P V

0.2.1. Evaluation des impacts selon les phases d'avancement du projet P V
0.2.2. Tableaux synoptiques des impacts et mesures de protection de l'environnement. P XI

0.3. SYNTHESE GENERALE P XV

0.3.1. Volet hydraulique P XVI
0.3.2. Volet socio-économique, urbanistique et aménagement du territoire P XVI

AVANT PROPOS P 1

INTRODUCTION P 2

PREMIERE PARTIE : CADRE GENERAL P 3

1. CADRE INSTITUTIONNEL P 4

1.1. MAITRE D'OUVRAGE DELEGUE : SEPTS P 4
1.2. AUTORITE COMPETENTE : ANPE P 4
1.3. GROUPEMENT D'ETUDE : FRISA P 5
1.4. SCHEMA D'ORGANISATION DE L'ETUDE, PROCEDURE D'ELABORATION ET D'APPROBATION P 6

2. CADRE LEGAL P 7

2.1. DECRET DU 13 MARS 1991 P 7
2.2. PORTEE ET LIMITES DE L'ETUDE D'IMPACT P 8

3. CADRE THEORIQUE P 8

3.1. APPROCHE SYSTEMIQUE P 8
3.2. PRATIQUE MULTIDISCIPLINAIRE P 9
3.3. AIDE A LA DECISION P 9

4. CADRE METHODOLOGIQUE P 10

4.1. ENQUETE PRELIMINAIRE P 10
4.2. PERIMETRE D'INFLUENCE ET ZONE D'ETUDE P 11
4.3. ETAT ACTUEL ET ETAT FINAL P 11
4.4. MESURES INTEGREES, MESURES COMPLEMENTAIRES ET MESURES D'ACCOMPAGNEMENT P 12
4.5. PREPARATION A LA PHASE DE CONCERTATION SEPTS-ANPE MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'HABITAT P 13
4.6. BIBLIOGRAPHIE P 13

5. CADRE GEOGRAPHIQUE P 14

5.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE P 14
5.2. MORPHOLOGIE P 18
5.3. GENESE HYDROGEOLOGIQUE DU SYSTEME LAGUNAIRE P 18
5.4. CLIMAT P 21

DEUXIEME PARTIE : PROJET P 23

1. HISTORIQUE P 24

2. DESCRIPTION DU PROJET P 26

2.1. GENERALITES P 26

2.1.1. Justification du projet P 26
2.1.2. La description du projet P 26
2.1.3. Liste des études SEPTS - DGSAM P 37

2.2. VOLET HYDRAULIQUE P 38

2.2.1. Reconversion du Port de Tunis en port de plaisance P 38
2.2.2. Restauration du plan d'eau du Lac Sud de Tunis (objectifs, finalité, directives) P 41
2.2.3. Restauration du plan d'eau du Lac Sud de Tunis (actions de génie hydraulique) P 42

2.3. VOLET URBANISME ET AMENAGEMENT DU TERRITOIRE P 65

2.3.1. Présentation du cadre méthodologique P 65
2.3.2. Description du projet en phase finale P 66

2. ASSAINISSEMENT P 95

2.1. GENERALITES P 95

2.1.1. Contexte général P 95

2.1.2. Contexte de l'étude P 96

2.1.3. Méthodologie P 96

2.1.4. Présentation des études P 97

2.2. ASSAINISSEMENT DES BERGES DU LAC SUD P 99

2.2.1. Réseau primaire d'eaux usées P 99

2.2.2. Réseau primaire d'eaux pluviales P 100

2.3. ASSAINISSEMENT DANS LA ZONE DU LAC SUD DE TUNIS P 101

2.3.1. Etat initial P 101

2.3.2. Etat final P 105

2.4. LE PORT DE TUNIS P 116

2.4.1. Evaluation des apports P 116

2.4.2. Aspects qualitatifs P 119

2.4.3. Impacts des rejets d'eaux unitaires et pluviales sur le milieu récepteur P 120

2.4.4. Mesures complémentaires P 120

3. EAUX ET SEDIMENTS : ETUDE ECOTOXICOLOGIQUE P 121

3.1. ETAT INITIAL P 121

3.1.1. Périmètre d'influence P 121

3.1.2. Généralités P 121

3.1.3. Mesures in situ P 121

3.1.4. Contamination bactériologique des eaux P 130

3.1.5. Contamination des eaux par les macropolluants minéraux P 131

3.1.6. Résultats de la contamination des eaux par les micropolluants minéraux (métaux lourds) P 130

3.1.7. Description sommaire des processus d'eutrophisation du système lagunaire. P 135

3.1.8. Résultats de la contamination des sédiments par les micropolluants minéraux (métaux lourds) P 136

LISTE DES FIGURES

Figure 5.1.A	: Situation géographique générale.	P 15
Figure 5.1.B	: Situation géographique régionale.	P 16
Photo n° 1	: Port de Tunis.	P 17
Figure 5.3.A.	: Genèse hydrogéologique du système lagunaire.	P 20
Figure 5.4.A	: Rose des vents à Tunis.	P 22
Figure 2.1.A	: Projet d'aménagement du Lac-Sud	P 35
Figure 2.1.B	: Aménagement du Port de Tunis	P 36
Figure 2.2.A	: Port de Tunis.	P 40
Figure 2.2.B	: Rectification des berges : Scénario n°2 retenu. Lac 680 ha, terre-plein 920 ha.	P 42
Figure 2.2.C	: Coupe des berges aménagées.	P 44
Figure 2.2.D	: Méthode de dragage, transport et mise en dépôt des sédiments.	P 45
Figure 2.2.E	: Schéma d'entrée du Canal de Radès.	P 47
Figure 2.2.F	: Maîtrise des échanges par vannes à clapet. Détail des installations hydrauliques.	P 50
Figure 2.2.G	: Champ des vitesses à l'intérieur du Lac Sud à marée haute (Toutes opérations hydrauliques réalisées). Vent faible, marée faible : conditions défavorables.	P 52
Figure 2.2.H	: Champ des vitesses à l'intérieur du Lac Sud à marée basse (Toutes opérations hydrauliques réalisées). Vent faible, marée faible : conditions défavorables.	P 53
Figure 2.2.I	: Champ des vitesses à l'intérieur du Lac Sud à marée haute (Toutes opérations hydrauliques réalisées). Vent moyen, marée moyenne : conditions moyennes.	P 54
Figure 2.2.J	: Champ des vitesses à l'intérieur du Lac Sud à marée basse (Toutes opérations hydrauliques réalisées) Vent moyen, marée moyenne : conditions moyennes.	P 55
Figure 2.2.K	: Localisation des sections pour calcul des champs de vitesse.	P 56
Figure 2.2.L	: Débits échangés par le Lac Sud.	P 61
Figure 2.2.M	: Représentation graphique des débits déversés dans le.Port de Tunis (m^3/s).	P 64
Figure 1.1.A	: Champ de vitesse à l'intérieur du Lac Sud (Marée haute, vent calme).	P 77
Figure 1.1.B	: Champ de vitesse à l'intérieur du Lac Sud (Marée haute - Vent du secteur est de 5 m/s)	P 78

Figure 1.1.C	: Champ de vitesse à l'intérieur du Lac Sud (Marée haute - vent de secteur nord-ouest de 7m:s).	P 79
Figure 2.3.A	: Rejets industriels dans le Lac Sud.	P 107
Figure 2.3.B	: Variante 1 : Rejets total des eaux pluviales dans le Port de Tunis.	P 114
Figure 2.3.C	: Variante 2 : Rejets partiels des eaux pluviales dans le Port de Tunis et rejet vers Radès.	P 115
Figure 2.4.A	: Réseaux unitaires déversés dans le port (bassins du centre ville).	P 118
Figure 3.1.A	: Lieux de prélèvement des échantillons.	P 125
Figure 4.A	: Système végétal montrant les composants impliqués dans le dynamisme des métaux lourds.	P 142
Figure 4.B	: Progression du métal dans les parties aériennes des plantes en fonction des concentrations en nutriment ou de la solution du sol.	P 143
Figure 4.1.A	: Périmètre d'influence des milieux floristique terrestres.	P 155
Figure 4.1.B	: Périmètre d'influence de l'avifaune.	P 156
Figure 4.1.C	: localisation des stations et distribution des types végétaux.	P 158
Photo n° 2	: Prolifération des ulves au large de la pêcherie n°7.	P 166
Figure 4.3.A	: Schéma de la distribution des algues en fonction de la valeur écologique du milieu.	P 175
Photo n°3	: Les salines de Mégrine	P 203

LISTE DES TABLEAUX

Affectation des terrains		P VIII
Répartition des coûts du projet		P IX
Identification des impacts (1)		P XII
Identification des impacts (2)		P XIII
Identification des impacts (3)		P XIV
Identification des impacts (4)		P XV
Tableau 1.4	: Schéma d'organisation de l'étude procédure d'élaboration et d'approbation conforme au décret du 13 Mars 1991.	P 6
Tableau 2.2.A	: Bilan des volumes échangés et temps de séjour moyens. Canaux de Radès et de Tunis.	P 48
Tableau 2.2.B	: Profils des vitesses moyennes dans le lac (cm/s).	P 58
Tableau 2.2.C	: Profils des vitesses maximales dans le lac (cm/s).	P 59
Tableau 2.2.D	: Débits échangés par le Lac Sud (cm^3/s).	P 60
Tableau 2.2.E	: Débits échangés et temps de séjour.	P 62
Tableau 2.2.F	: Débits déversés dans le Port de Tunis.	P 63
Tableau 2.3.A	: Bilan sommaire des surfaces à aménager	P 70
Tableau 1.1.A	: Calcul des débits et volumes échangés du Canal de Navigation vers le Lac Sud.	P 74
Tableau 2.3.A	: Analyse des eaux et des sédiments dans le Canal Sidi R'zig (Etude préliminaire pour l'élimination des rejets industriels dans le Lac Sud).	P 103
Tableau 2.3.B	: Evaluation des apports.	P 114
Tableau 2.3.C	: Variante 1 : Caractéristiques techniques.	P 113
Tableau 2.3.D	: Variante 2 : Caractéristiques techniques.	P 113
Tableau 3.1.A	: Mesures in situ par des paramètres physico-chimiques.	P 126
Tableau 3.1.B	: Contamination bactériologique des eaux.	P 127
Tableau 3.1.C	: Contamination des eaux de surface par les macropolluants minéraux : valeurs de références.	P 128
Tableau 3.1.D	: Contamination de l'eau de surface par des métaux lourds	P 129
Tableau 3.1.E	: Valeurs d'appréciation pour la réutilisation des matériaux terreux en Suisse	P 140
Tableau 3.1.F	: Contamination des sédiments par les métaux lourds	P 145

Affectation des terrains P 216
Les coûts du projet P 217
Identification des impacts (1) P 223
Identification des impacts (2) P 224
Identification des impacts (3) P 225
Identification des impacts (4) P 226

SYNTHESE ET CONCLUSIONS

DU

RAPPORT D'IMPACT

0. SYNTHESE ET CONCLUSIONS DU RAPPORT D'IMPACT

0.1. RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DU PROJET

0.1.1. Caractéristiques générales

a/ Un projet cohérent

La cohérence du programme général réside dans la mise en relief de l'étroite imbrication des problématiques de réaménagement hydraulique du lac et du port, l'urbanisation des rives et des terre-pleins d'une part et l'aménagement du territoire de Tunis-Sud d'autre part.

b/ Un programme de grande envergure

Qui comprend :

- Des travaux de génie hydraulique étalés sur trois à quatre ans,
- la transformation de la vocation du Port de Commerce actuel en Port de Plaisance,
- l'aménagement urbain du secteur du port y compris la presqu'île de Madagascar,
- l'aménagement des berges du lac en une "animation urbaine continue de la Petite Sicile à Radès".
- Et avec à terme l'émergence d'un ensemble harmonieux et intégré de 150.000 habitants. L'ensemble constitue un programme de grande envergure au seuil du troisième millénaire pour Tunis et sa région.

c/ Objet de l'étude d'impact

L'Etude d'Impact se fixe comme objet l'évaluation environnementale du projet dans son volet hydraulique et son volet urbanistique.

Le projet d'urbanisme et d'aménagement du territoire et leurs conséquences socio-économiques considérées à l'horizon d'une vingtaine d'années ne pourront donner lieu qu'à une évaluation conjoncturale tant la réalité urbaine de l'époque est difficile à saisir dans le contexte d'une ville en pleine évolution et mutation, telle que Tunis. Cette évaluation se précisera avec la réalisation du futur Plan Directeur d'Urbanisme du Grand Tunis (PDU) qui doit survenir en 1995-97. Le PDU intégrera ce vaste programme dans la réflexion générale de la capitale et donc dans son développement futur qui coincidera avec la mise en place des structures de réalisation du projet et le début des travaux d'assainissement du lac et du port.

On notera ainsi dans l'étude d'impact une différence de traitement et d'analyse des problématiques hydraulique et urbanistique au niveau de l'échelle.

- L'étude hydraulique est une étude de détail qui autorise une évaluation précise d'impacts prévisibles.
- L'étude urbanistique propose des opérations d'urbanisme où la notion d'impact telle que celle retenue pour l'étude hydraulique, s'avère inadaptée.

En conséquence, l'analyse environnementale du projet urbanistique en restera à un niveau plus général où les impacts sont de nature potentielle.

0.1.2. Le projet hydraulique

Il se compose :

- de la restauration du plan d'eau du Lac Sud de Tunis,
- de l'amélioration de la qualité des eaux du Port de Tunis.

a/ **Objectifs**

Les objectifs à atteindre sont les suivants :

- Amélioration générale de la qualité des eaux du port et du lac,
- amélioration générale des conditions hydrodynamiques du système Canal-lac-port,
- maîtrise des apports des eaux du bassin versant particulièrement au niveau du port
- limitation du développement des algues dans le lac
- élimination des odeurs nauséabondes du lac et du port.

b/ **Actions de génie hydraulique**

Les actions principales sont les suivantes :

- Dragage, transport et entreposage des sédiments du fond des Bassins du Port et du Lac,
- approfondissement homogène du fond du lac
- amélioration des échanges avec le Golfe de Tunis
- amélioration des échanges au sein du système port-lac-canaux,
- amélioration des conditions de circulation dans le système intégré lac, Port et Canal de Navigation,
- amélioration du temps de séjour des eaux dans le port et le lac,
- élimination des zones de stagnation hydrodynamique par l'intermédiaire de la rectification des Berges du Lac.
- garantie d'un lessivage des nutriments par forte circulation des eaux dans le port et le lac.

0.1.3. Le projet urbanistique et d'aménagement du territoire

a/ Objectifs

- Restructuration urbaine de la zone au Sud de Tunis,
- création d'un nouveau centre urbain sur les 1000 hectares gagnés sur le lac, capable d'absorber le tiers de l'extension sud de Tunis, pour 30 ans,
- création d'un pôle commercial et résidentiel de standing autour du Port de Tunis (en cours de désaffectation) et sur la presqu'île de Madagascar permettant l'extension de l'hypercentre de Tunis et le réaménagement des quartiers avoisinants (Petite Sicile et entrée sud de la ville).

b/ Principales actions d'urbanisme et d'aménagement

- Urbanisation du centre principal aux abords du lac en centre urbain polyfonctionnel,
- création d'une ceinture verte comprenant des installations à vocation socio-culturelle, sportive, hôtelière et médicale autour du centre urbain,
- réalisation de zones résidentielles, à forte et moyenne densité, entre le Port de Tunis et Radès,
- création de zones d'activités économiques aux abords de Mégrine et du Port de Tunis et à proximité du Port de Radès,
- amélioration des liaisons fonctionnelles entre le nord et le sud de la capitale et à l'intérieur du développement projeté.

0.2. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS

0.2.1 Evaluation des impacts selon les phases d'avancement du projet

a/ Phase de réalisation

- **Généralités**

Comme on peut le voir, cette phase est peu génératrice d'impact comparée à l'état final. Un certain nombre d'impacts sont des impacts potentiels liés à une connaissance insuffisante du milieu, ou un manque en matière de suivi et d'analyses sur des périodes plus ou moins longues.

Les impacts principaux sont liés au volet hydraulique du projet.

Les impacts liés aux travaux de construction des projets urbanistiques restent localisés aux périmètres immédiats des chantiers. Seul le trafic poids lourds généré par ces travaux de grande ampleur est susceptible de créer des nuisances (bruit, poussières, pollution de l'air) hors périmètre. Les routes empruntées, principalement, la Z4 et la MC33 sont déjà passablement touchées par ces nuisances en l'état actuel.

- **Impact défavorable**

- les incertitudes qui subsistent, sur la réactivation potentielle de l'activité écotoxicologique des sédiments chargés de métaux lourds en condition aérobie, constituent un impact potentiel à considérer au niveau du dragage, du transport et du dépôt des sédiments et à terme sur la végétation et l'activité qui seront crées sur les terre-pleins et les berges restaurés.

- **Impacts positifs**

- Les impacts positifs sont ceux qui sont intrinsèquement liés au projet d'assainissement général, soit; le début de l'amélioration des conditions hydrodynamiques et hydrobiologiques ainsi qu'une orientation vers une marinisation du système lagunaire, avec tous les effets secondaires positifs entrainés en cascade par ces dispositions.
- Le début de la mutation de l'image du sud de la ville.
- Fermeture de la Cotusal (sel commercialisé risquant à terme d'être polluée par les métaux lourds).

b/ Phase finale

- **Généralités**

Le projet est porteur d'impacts en phase finale, répartis dans de nombreux domaines.

Outre, l'importante diminution de l'emprise du plan d'eau et les incertitudes persistantes sur la nocivité des sédiments qui resteront des impacts en phase finale, des impacts non négligeables subsistent dans le domaine de l'environnement naturel.

Il faut rappeler que cette évaluation ne tient pas compte des mesures complémentaires de réduction de l'impact, qui seront vues plus loin.

Les principaux impacts sont les suivants :

- **Impacts défavorables**

– **Volet hydraulique, milieux naturels, paysage et autres**

– Malgré les mesures d'aménagement hydraulique, la qualité des eaux du port pourrait ne pas atteindre les objectifs fixés par le projet. Cet élément serait examiné dans l'étude de la transformation du Port de Commerce en Port de Plaisance, étude déjà engagée.
– Le dragage uniforme du lac à 2 mètres de profondeur condamne définitivement les échassiers présents sur le lac, dont le flamant rose.
– Les formations végétales les plus intéressantes du pourtour du lac vont disparaître avec l'arrêt des eaux de ruissellement et sous l'effet de l'urbanisation des berges.

- **Impacts favorables**

– **Volet hydraulique, milieux naturels, paysages, et autres**

– Amélioration hydrodynamique du système hydrologique
– Amélioration biochimique de la qualité des eaux du système hydrologique
– Eradication des mauvaises odeurs
– Amélioration qualitative (long terme) du stock piscicole
– Pérennisation de l'activité de la pêche
– Elimination totale des rejets d'eaux résiduaires industrielles dans le port et le lac.

- **Volet socio-économique, urbanistique et aménagement du territoire**

- Disparition des friches industrielles et portuaires en plein centre ville
- Réactivation socio-économique des bassins du Port
- Réactivation socio-économique du quartier du Port
- Ouverture de la zone portuaire au public
- Ouverture d'espaces verts, de loisirs et de sport dans le nouveau quartier du port et le long des berges.
- Interconnexion des gares SNT, TGM et Métro léger et développement de ce dernier le long des berges.
- Réinsertion satisfaisante des commerces et urbanisation de l'ilôt Hammarskjoeld-Bourguiba
- Rééquilibrage socio-économique entre le nord et le sud de l'agglomération aux plans tertiaires, grands équipements, pôles d'excellence, infrastructures.
- Complémentarité avec le reste de la ville
- Offre foncière largement accrue
- Offre en logements largement accrue
- Restauration de l'image socio-économique urbaine du Sud de la Capitale.
- Rééquilibrage des tissus urbains nord et sud de l'Agglomération de Tunis.
- Réconcilier la ville avec le lac
- Fermeture de la Cotusal
- Suppression des flux du trafic lourd du centre ville.

REPARTITION DES COUTS DU PROJET

L'ensemble du projet couvre 1120 hectares non compris les plans d'eau (Lac Sud 700 hectares et le Port de Tunis 120 hectares dont 70 ha sont vendables).

La répartition des terrains urbanisables est la suivante :

VOCATION DES SURFACES	SURFACE	
	En hectares	%
A- Les berges du Lac Sud		
• Habitat	350	33
• Commerces, bureaux, grands équipements	60	6
• Parcs paysages et zones naturelles	400	38
• Activités industrielles non polluantes	150	14
• Emprises des grandes infrastructures	90	9
Sous Total 1	1050	100
B- Le Port de Tunis		
• Habitat	40	33
• Commerces et grands équipements	26	22
• Emprise des grandes infrastructures et surfaces vertes.	54	45
Sous Total 2	120	100

Les estimations du Projet Lac Sud sont ventilées entre les rubriques "Restauration" et "Aménagement" et aussi entre les entités "Port de Tunis" et "Lac Sud".

Les investissements nécessaires au bon achèvement de l'ensemble du projets ont été établis par les différents bureaux d'études qui sont intervenus SIRUS, STUDI et COMETE et sont présentés dans le tableau suivant :

En Millions de Dinars

ENTITE / RUBRIQUE	LAC SUD	PORT DE TUNIS	Total
1. Maîtrise Foncière	2,00	4,59	6,59
2. Dragage, remblai			
Protection des berges et autres ouvrages de protection.	62,56	26,08	88,64
3. Travaux d'aménagement Infrastrutures primaires et secondaires.			
Terrains verts équipés	11,24		11,24
Terrains équipés	13,76		13,76
Terrains réservés aux activités économiques			
Terrains à urbaniser	65,27	25,02	90,29
TOTAL	154,83	55,69	210,59

Ces investissements ont été calculé base 1992. Ils englobent tous les coûts de la restauration du Lac Sud et du Port de Tunis ainsi que l'Aménagement des terre-pleins dégagés et ne prennent pas en considération les travaux d'infrastructure de desserte (déviation MC 33, raccordements routiers, les voies de liaisons), l'extension du métro ainsi que l'assainissement industriel.

Objectif du Projet

L'ensemble du projet à une orientation largement axé sur l'amélioration de l'environnement d'un espace sensible car en relation étroite avec le centre de la capitale et formant un frein à l'épanouissement de cet Hypercentre et de la Banlieue sud.

La restauration du Lac Sud et le dragage du Port de Tunis viennent compléter l'opération d'assainissement du Lac de Tunis dans son ensemble. Cette opération à déjà débuté avec la décision d'arrêter les rejets hydriques (eaux industrielles et eaux usées domestiques) dans le Lac et le Port de Tunis.

L'opération se doit de se poursuivre par la restauration des plans d'eau. Cette restauration consiste notamment à :

- Supprimer les mauvaises odeurs :
  Opération de dragage pour dégager la vase et atteindre la bonne profondeur.
- Réctifier les contours du Lac Sud, élargir la passe d'entrée et assurer l'alimentation forcée du Port.
- Protéger les plans d'eau
- Bonifier les berges et assurer leur bonne gestion.

Le projet retenu est conforme dans son ensemble à ces objectifs. L'approche admise au niveau des études privilégie l'amélioration et la protection de l'environnement. Pas moins de 100 Millions de Dinars sont réservés à la restauration des plans d'eau et à l'aménagement de pas moins de 400 hectares d'espaces verts.

Parallèlement à ces actions purement écologiques et dont l'incidence positive dépasse de loin les besoins des futurs riverains. L'hypercentre de Tunis et la Banlieue Sud en seront les bénéficiaires.

Parallèlement à ces actions à caractères purement écologiques (restauration des plans d'eau et allocation d'espaces verts) le projet dégagera :

- 385 hectares réservés à l'habitation et aux activités de service
- 150 hectares réservés aux activités économiques non polluantes

De part sa conception de projet intégré, le développement du Lac Sud essayera de résoudre en grande partie les problèmes inhérents à la capitale en général et à la Banlieue Sud en particulier.

LES ACTIONS D'ATTENUATION

L'étude d'impact qui a examiné l'ensemble des études réalisées par la SEPTS et a considéré l'impact du projet sur l'environnement a relevé trois risques qui pourront avoir des répercutions négatives sur l'environnement. Il s'agit de :

1. La pollution des sédiments par les métaux lourds
2. Le déversement des eaux usées et pluviales dans le Port de Tunis.
3. L'action des digues de protection du Chenal d'alimentation du Lac Sud dit Chenal de Radés.

LES MESURES PRISES EN ACCORD AVEC ANPE :

L'ANPE a examiné l'étude d'impact et l'a approuvé dans son ensemble. Elle recommande à la SEPTS les solutions suivantes pour remédier aux trois risques :

1. **La pollution des sédiments par les métaux lourds :**

La SEPTS s'engage à demander à l'Entreprise qui sera chargée du dragage d'effectuer des analyses complémentaires approfondies et de cerner les emplacements des sédiments pollués. L'Entreprise proposera un plan de gestion approprié de ces sédiments et ceci en étroite concertation avec l'ANPE.

2. **Le déversement des eaux usées et pluviales dans le Port de Tunis :**

La SEPTS a engagé une étude pour évaluer l'interaction des ces eaux sur le développement du Port de Tunis en un lieu de plaisance. Les mesures adéquates selon prises sur la base des résultats de cette étude.

3. **L'action des digues du Chenal de Radés sur le littoral :**

La SEPTS abandonne cette solution au profit de l'utilisation après recalibrage du Chenal existant. La protection contre les eaux de la tâche chaude issues des rejets des eaux de refroidissement de la centrale de Radés sera traitée par la STEG.

0.2.2. Tableaux synoptiques des impacts et mesures de protection de l'environnement

a/ Remarques

En phase de réalisation, les impacts sont sensés être provisoires. Les mesures qui pourraient être prises pour abaisser le niveau des nuisances sont principalement liées à la conduite des chantiers.

Des entreprises responsables doivent être sensibilisées à une prise en compte de la dimension environnementale et à l'atténuation des nuisances pour le voisinage dans le périmètre immédiat des places de chantier.

La phase de réalisation ne donne pas lieu a des recommandations sous forme de mesures complémentaires.

Les mesures figurant dans les tableaux sont développées et détaillées dans le rapport.

L'impact résiduel correspond à l'impact incompressible en phase finale après intégration des mesures complémentaires.

La légende des tableaux, ci-après, est la suivante :

Légende	
Très importante	- -
Importante	-
Favorable	+
Très favorable	+ +

b/ Tableaux synoptiques exhaustifs d'identification, d'évaluation des impacts et de proposition de mesures

IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS (1)

Domaines	Etat initial	Impact du projet et mesure intégrée	Evaluation de l'impact : phase finale	Mesures complémentaires	Impact résiduel
Hydraulique	Hydrodynamisme bloquée	Nouveau concept hydraulique	+ +		+ +
	Etat biochimique sinistré	Nouveau concept hydraulique	+ +		+ +
	Stagnation des eaux du port	Risque de stagnation des eaux du port	-	Etude en cours (1)	+ +
		Risque de dépôts d'alluvions au niveau de la future digue de Radès et de dérangement des plages avoisinantes.	-	Solution abandonnée (2)	++
		Risque de mauvais entretien des vannes à clapet	-	Contrat d'entretien avec une entreprise spécialisée (3)	+ +
	Déclin de l'activité de la pêche	Perennisation de l'activité grâce au concept hydraulique	+ +		+ +
Assainissement	pollution du port par le canal de ceinture Nord	Risque de pollution malgré les travaux de restauration hydraulique	-	En cours d'étude (1)	+ +
Eaux et sédiments	Pollution des sédiments par les métaux lourds	Risque de remobilisation des métaux lourds en aérobie			+
	Sédiments en place pollués	Dépôt des sédiments et réutilisation	-	Plan de gestion des sédiments (5)	+ +
	Fort eutrophisation du système	Marinisation du système	+ +		+ +
Milieux naturels	Milieux naturels fragiles	Création d'une zone verte protégée	+ +		+ +

IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS (2)

Domaines	Etat initial	Impact du projet et mesure intégrée	Evaluation de l'impact : phase finale	Mesures complémentaires	Impact résiduel
Milieux naturels	Milieux naturel riches au pied des collines de Mégrine	Disparition des formations végétales	-		-
	Qualité du stock piscicole en diminution	Marinisation du milieu	+ +		+ +
	Quantité du stock piscicole en diminution	Marinisation du milieu	+ +		+ +
	Sédiments nourriciers pour l'avifaune	Dragage uniforme -2m Disparition des échassiers	- -	Zone verte protégée avec maintien d'un platier non dragué	+
	Salines	Disparition des salines	+		+
Paysage	Paysage de friches industrielles et portuaires	Restauration des bassins et des abords du port	+ +		+ +
	Image du sud de l'agglomération très dégradée	Amélioration de cette image	+ +		+ +
Physique de l'environnement	Air : pollution industrielle	Délocalisation industrie polluante	+ +		+ +
	Odeurs nauséabondes	Marinisation du système	+ +		+ +

IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS (3)

Domaines	Etat initial	Impact du projet et mesure intégrée	Evaluation de l'impact : phase finale	Mesures complémentaires	Impact résiduel
Socio-économie Urbanisme Aménagement du territoire	Zone économique sinistrée	Réactivation socio-économique du quartier du port	+ +		+ +
	Zone économique désaffectée	Réactivation socio-économique des bassins pour la plaisance	+ +		+ +
	Zone innaccessible au public	Ouverture de la zone portuaire au public	+ +		+ +
	Rives actuelles infréquentables et polluées	Ouverture d'espace verts au public	+ +		+ +
	Réseau mal structuré dans le secteur	Interconnexion des gares SNT, TGM et Métro	+ +		+ +
	Commerçants et habitants résidents sur place	Réinsertion des commerçant et des habitants	+ +		+ +
	Déséquilibre actuel dans ce domaine	Rééquilibrage socio-économique entre le nord et le sud	+		+
	Déséquilibre actuel dans ce domaine	Complémentarité des fonctions avec le reste de la ville	+		+
	Déficit actuel dans ce domaine	Offre foncière largement accrue	+		+
	Déficit actuel dans ce domaine	Offre en logement largement accrue	+ +		+ +
	Image dégradée	Restauration de l'image socio-économique et urbaine du sud	+ +		+ +
	Déséquilibre dans ce domaine	Rééquilibrage des tissus urbains nord et sud	+ +		+ +

IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS (4)

Domaines	Etat initial	Impact du projet et mesure intégrée	Evaluation de l'impact : phase finale	Mesures complémentaires	Impact résiduel
Socio-économie	Pression sur les zones du Mornag et du Cap Bon	Le conflit agriculture-urbanisation	+		+ +
Urbanisme	Petite Sicile liée historiquement au quartier du port	Problème d'intégration et de structuration de la "Petite Sicile"	+	Etude sur le transfert de la gare internationale à prévoir au niveau du PDU	+ +
	Réseau routier actuel saturé	Liaisons fonctionnelles raccordement Z4 et MC 33 route rapide de déviation	+		+

(1) Voir troisième partie- paragraphe 1 4 2 : Etude de la transformation du Port de commerce en Port de plaisance
(2) Voir troisième partie- paragraphe 1 1 4 : Solution abandonnée au profit de l'utilisation du canal existant
(3) Voir troisième partie- paragraphe 1 1 5 : mesures d'entretien des vannes à clapets à réaliser après la phase des travaux
(4) voir troisième partie- paragraphe 3 3 1 : suivis analytique à réaliser avant, pendant et après la phase des travaux
(5) voir troisième partie- paragraphe 3 3 4 : plan de gestion des sédiments à réaliser pendant la phase des travaux

0.3. SYNTHESE GENERALE

Le bilan environnemental du projet est fondé sur l'analyse de l'impact résiduel.

0.3.1. Volet hydraulique

L'expérience du Lac Nord permet de se forger une idée assez précise des incidences sur l'environnement des mesures de restauration envisagées pour le Lac Sud.

L'impact prévisible de ces mesures va apporter une amélioration très nette de la situation et constitue un préalable à l'entreprise urbanistique des berges.

Bien sûr, il reste des problèmes, mais ce sont des questions techniques qui devraient pouvoir trouver une réponse satisfaisante par des études complémentaires à réaliser avant le démarrage des travaux.

Il faut souligner l'importance que revêtirait la création d'une réserve naturelle gérée, pour les raisons suivantes :

- Elle compense des impacts précis générés par le projet, comme la réduction de la superficie du plan d'eau et en conséquence abaisse globalement l'impact négatif général du projet
- Elle constitue une réalisation portée à l'actif du Maître d'Ouvrage qui pour les générations à venir risque d'avoir autant de raisonnance que le projet lui-même
- Le principe d'associer de grands projets d'équipement à une démarche parallèle de protection de l'environnement est totalement novatrice en Tunisie.
- Enfin, elle constitue un "acte gratuit" au bénéfice de "la collectivité".

0.3.2. Volet socio-économique - urbanistique et aménagement du territoire

Les impacts de ce projet de grande envergure, finalisé à l'horizon de deux décennies, dans un contexte d'évolution extrêmement rapide de Tunis, sont difficiles à cerner. Les impacts sont de nature potentielle à la différence des précédents.

L'Etude d'Impact relève des faits extrêmement positifs dans la volonté d'un meilleur rééquilibrage entre le Nord et le Sud de la Capitale, du comblement d'un déficit général en équipement (Logement, activités, loisirs, espaces verts ...) et de restauration d'une image de marque de l'hypercentre de la Capitale et de sa partie sud.

Mais de par son ampleur (1000 hectares, 150.000 habitants, 450 hectares de surfaces vertes, des mini-zones d'activité économiques), ce projet d'aménagement se doit de s'intégrer dans le Plan Directeur d'Urbanisme du Grand Tunis qui doit être réalisé prochainement. Son intégration harmonieuse aura des incidences favorables sur l'évolution de certaines zones sensibles comme le dernier terre-plein de l'Avenue Habib Bourguiba et la Petite Sicile -

Le Plan Directeur d'Urbanisme aura aussi à considérer dans un sens plus large le rééquilibrage de la demande supplémentaire en logement dans la partie Sud de Tunis particulière pour la population la plus défavorisée qui ne pourra plus accéder aux berges du Lac Sud restauré bien que sur les berges du lac, le projet accorde une importance aux logements sociaux.

Le Lac Sud restauré vient compléter le Lac Nord, qui se caractérise par sa grande superficie et sa faible profondeur. Le Lac Sud, bien que fortement réduit et jouissant d'une bonne profondeur uniforme et de la proximité du Port de Tunis réaménagé, aura beaucoup plus une vocation sportive accès sur les activités nautiques et deviendra très vite un lieu privilégié de détente pour la population de la capitale.

L'Etude d'Aménagement perçoit tout cet ensemble d'avantage et mesure les efforts à entreprendre pour assurer la réussite du projet, étant certain qu'une ville nouvelle de cette dimension qui doit se réaliser sur plus de vingt ans ne se conceptualise pas en quelques années, la pertinence d'un tel projet ce sont également sa **capacité d'écoute, d'ouverture et sa flexibilité dans le temps.**

En un mot le projet d'assainissement du Port de Tunis et du Lac Sud et l'Aménagement du port aura un impact largement positif sur la capitale et sa banlieue sud tout en parachevant l'oeuvre grandiose de l'Assainissement du Lac de Tunis et de la réconciliation de la capitale avec son lac.

AVANT PROPOS

Depuis une dizaine d'années, à l'instar des pays les plus sensibilisés, la Tunisie intègre dans ses institutions, dans ses modes de production, dans ses pratiques sociales et dans sa culture, une nouvelle forme de modernité : la protection de l'environnement.
Le rappel des étapes suivantes en fournit la démonstration :

1978 Création de l'ONAS
1988 Création de l'ANPE
1991 Décret du 13 mars sur l'étude d'impact
Création du Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire.

Dès lors, la protection de l'environnement n'est plus comprise comme un carcan supplémentaire qui viendrait contrarier les efforts de développement, mais comme un instrument de promotion économique et sociale qui se traduit au quotidien dans une culture de la qualité affectant tous les compartiments d'une société moderne.

Cette prise de conscience a projeté la Tunisie dans le concert des nations modernes, soucieuses de leur cadre et qualité de vie et plus globalement de leur environnement.

Pays méditerranéen, pays du Maghreb, pays touristique ouvert sur le monde, la Tunisie a une place à prendre et une image de marque à défendre qui, elle le sait, passent assurément par la protection de son environnement.

INTRODUCTION

L'assainissement du Lac Nord après bien des années d'effort, touche à sa fin. Tous les Tunisois peuvent mesurer, aujourd'hui la réussite de l'opération.

L'image actuelle des eaux miroitantes du Lac Nord donne chaque jour d'avantage et à contrario la mesure de l'étendue de la pollution chronique et persistante du Lac Sud.

Cette situation intolérable est apparue de plus en plus anachronique aux yeux d'une Administration engagée résolument dans la protection de l'environnement.

La date du 16 février 1990, décisions du Conseil Ministériel Restreint tenu ce même jour, a marqué la volonté politique de l'Etat de changer la situation au Lac Sud.

Le 26 juin 1990, la Société d'Etude et de Promotion de Tunis-Sud "SEPTS" est crée par le Ministère de l'Equipement et de l'Habitat. Elle a pour mission d'entreprendre les études nécessaires à la définition des actions à mener pour "assainir le Lac Sud et le Port de Tunis, améliorer leurs abords et tirer partie de la qualité des terre-pleins ainsi crées et d'engager un programme de développement urbain et touristique".

Entre temps, la promulgation du décret du 13 mars 1991, contraint le Maître d'ouvrage, la SEPTS, à réaliser une étude d'impact.

Au mois de Novembre 1993 et suite à un appel d'offre national, l'étude d'impact est attribuée au Groupement de bureaux d'Etudes FRISA-Tunisie-FRISA Engineering S.A (Suisse).

Après la remise par FRISA à la SEPTS de la méthodologie de l'étude, fin 93, et du rapport provisoire en Juin 94, le rapport définitif de l'étude d'impact :

- dresse un bilan global de l'état actuel de l'environnement,
- identifie et évalue les impacts attribués au projet dans son volet hydraulique et urbanistique,
- propose des mesures complémentaires visant à réaliser une intégration optimale du projet général dans son environnement.

PREMIERE PARTIE

CADRE GENERAL

1. CADRE INSTITUTIONNEL

1.1. MAITRE D'OUVRAGE DELEGUE : SEPTS

Parmi les décisions prises par le Conseil Ministériel Restreint (CMR du 16 février 1990) il est fait état de "la constitution d'une société d'étude aux fins de coordonner les différentes études relatives à l'aménagement du Lac Sud et de procéder aux préparatifs en vue de lancer les travaux nécessaires".

C'est ainsi que la Société d'Etudes et de Promotion de Tunis-Sud (SEPTS) en possession de la maîtrise d'ouvrage déléguée par le Ministère de l'Equipement et le l'Habitat est créée en date du 26 juin 1990. Elle est chargée de la réalisation des deux premières décisions; à savoir :

- L'assainissement du Lac Sud de Tunis
- La reconversion du port de commerce de Tunis en port de plaisance.

L'objectif principal pour cette société sera de redonner à Tunis son image de capitale en optimisant au maximum les infrastructures de base existantes et en valorisant les patrimoines structurants actuels par une action dynamisante.

Pour atteindre ces objectifs, il est apparu opportun de prendre en compte à la fois l'aspect prospectif et l'aspect opérationnel du développement urbain de Tunis.

Pour ce faire et afin de déterminer une programmation à la fois viable pour le sud de la ville de Tunis et rentable pour le projet, des études d'urbanisme ont été entreprises. Plus tard, elles ont été complétées par des études techniques d'aménagement du Lac Sud de Tunis, puis par une étude de factibilité économique et commerciale et enfin par une étude préliminaire d'aménagement du Port de Tunis.

Autant de documents qui constituent, aujourd'hui, le corps technique du dossier soumis à une évaluation environnementale dans le cadre de l'étude d'impact présentée ci-après.

1.2. AUTORITE COMPETENTE : ANPE

De plus en plus soucieux de la sauvegarde du patrimoine national dans le domaine de l'environnement, l'Etat tunisien a instauré le 02 août 1988 le décret n°88-91 qui stipule la création de l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE). Depuis octobre 1991 l'ANPE relève du Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire.

L'ANPE étend ses compétentes dans les domaines suivants :

- Participation à l'évolution de la politique générale du gouvernement en matière de lutte contre la pollution et de protection de l'environnement.
- Proposition aux autorités compétentes des mesures tendant à assurer la préservation de l'environnement et à renforcer les mécanismes qui y conduisent.
- Proposition des mesures de prévention des risques et des catastrophes naturelles ou industrielles.
- Lutte contre toutes les sources de pollution et de nuisance et contre toutes les formes de dégradation de l'environnement
- Instruction des dossiers d'agrément des investissements dans tout projet oeuvrant à concourir à la lutte contre la pollution et la protection de l'environnement.
- Assurance du contrôle et du suivi des rejets polluants et des installations de traitement des dits rejets.
- Supervision en collaboration avec les Ministères et organismes intéressés de l'évolution des recherches de nature scientifique, technique ou économique intéressant l'environnement.

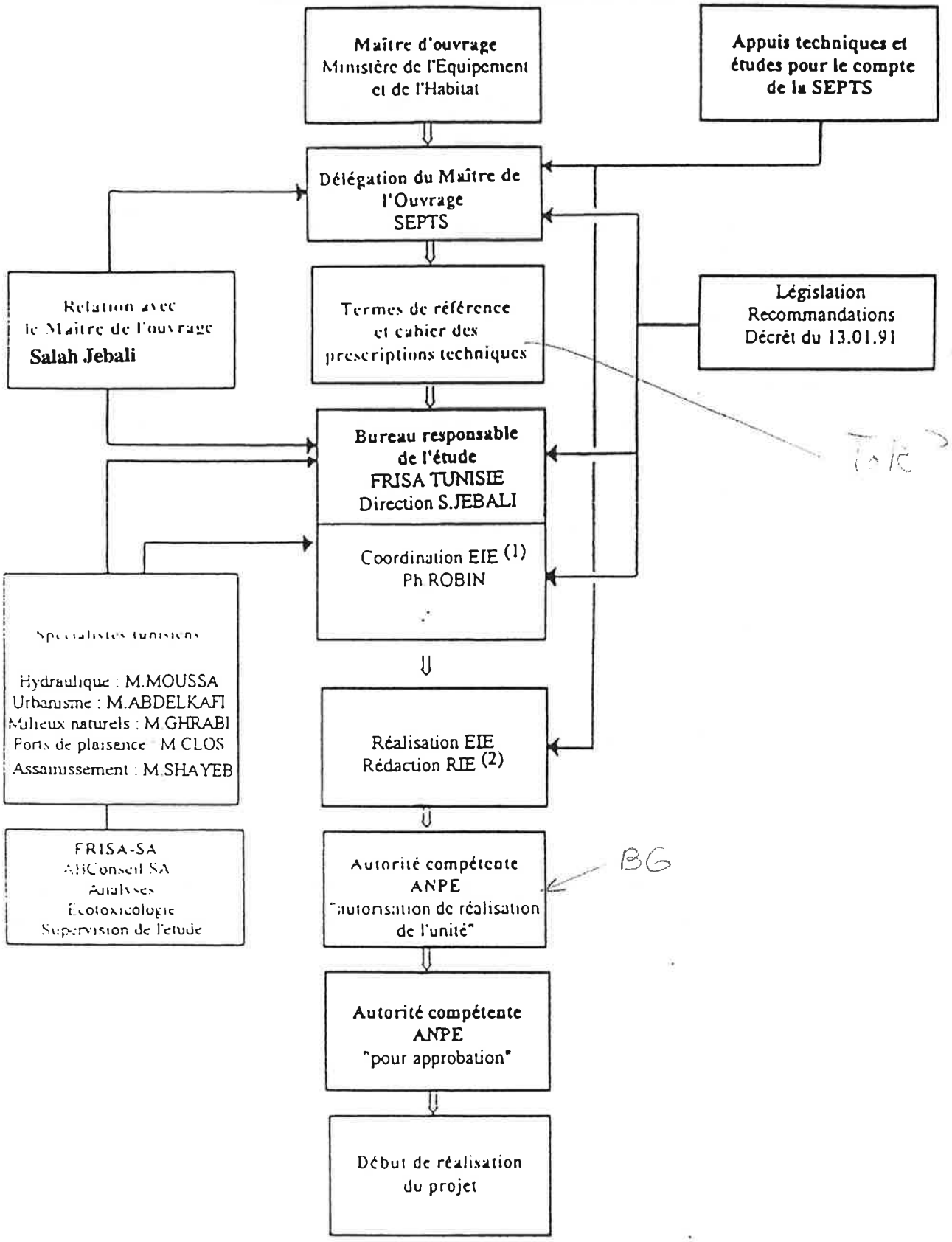
1.3. GROUPEMENT D'ETUDE : FRISA

L'étude d'impact a été confiée au groupement de bureaux d'études composé par la société suisse FRISA-Engineering S.A et la société tunisienne FRISA-Tunisie S.A.
La société FRISA-Engineering S.A a été fondée en 1970 et regroupe en son sein 16 bureaux d'études indépendants totalisant plus de 1200 cadres.

La société FRISA-Tunisie a été créee en mai 1993 par une équipe tunisienne qualifiée et les bureaux d'Engineering PINGAT S.A (France) et A.B Conseil (Suisse) tous deux membres de FRISA-engineering S.A et spécialisés dans les domaines de l'environnement, l'hygiène, la qualité et l'agronomie.

L'étude a été menée aussi avec le concours d'experts tunisiens hautement qualifiés.

Tableau 1.4 : Schéma d'organisation de l'étude procédure d'élaboration et d'approbation conforme au décret du 13 mars 1991



(1) Etude d'impact sur l'environnement

(2) Rapport d'impact sur l'environnement

2. CADRE LEGAL

2.1. DECRET DU 13 MARS 1991

L'étude d'impact présentée ci-après, s'inscrit en conformité avec le décret du 13 mars 1991 et principalement avec son article 4 qui stipule :

Art. 4. - Sont obligatoirement soumis à l'étude d'impact les projets d'unités énumérés à l'annexe 1 du présent décret.

Le projet "aménagement du Lac Sud et du Port de Tunis" est triplement concerné par les alinéas 18-20 et 21 de l'annexe 1.

L'article 9 du même décret fixe en outre le contenu de l'étude d'impact :

Art. 9. - Le contenu de l'étude d'impact doit refléter l'incidence prévisible de l'unité sur l'environnement et doit comprendre au minimum les éléments suivants :

1. La description détaillée du projet d'unité.
2. Une analyse de l'état initial et de son environnement naturel, socio-économique et humain portant, notamment, sur les éléments et les ressources naturelles susceptibles d'être affectées par le projet d'unité.
3. Une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, du projet d'unité sur l'environnement et en particulier sur les sites et paysages, les ressources et milieux naturels, les équilibres biologiques, le cadre de vie du citoyen, sur l'hygiène et la salubrité publique et sur la commodité du voisinage, sur les conséquences du bruit, vibrations, odeurs, émissions lumineuses et autres.
4. Les raisons et les justifications techniques du choix du projet ainsi que les procédés à adopter par le maitre de l'ouvrage ou le pétitionnaire compte tenu des préoccupations de protection de l'environnement.
5. Les mesures envisagées par le maitre de l'ouvrage ou le pétitionnaire pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes.

   Le détail des analyses requises au terme du présent article est arrêté dans un cahier des charges élaboré par l'agence nationale de protection de l'environnement.

   Les frais de la réalisation de l'étude sont à la charge du maitre de l'ouvrage ou du pétitionnaire.

Dans le cours de l'étude, la dénommination des têtes de chapitres, pour tenir compte des spécifications du projet pourra légèrement différer des termes de l'article 9.

En tout état de cause, l'esprit en sera respecté.

2.2. PORTEE ET LIMITE DE L'ETUDE D'IMPACT

Après avoir analysé l'état initial pris comme base de référence, l'EIE évalue l'intégration du projet dans l'environnement avant de proposer des mesures visant à optimaliser cette intégration. Les mesures complémentaires sont débattues par le Maître de l'ouvrage et l'ANPE.

Lorsqu'après la phase de concertation inhérente à toute étude d'impact, et l'acceptation par le Maître d'ouvrage des mesures complémentaires nécessaires, ce dernier s'engage à réaliser jusqu'à leur terme les mesures contenues dans le rapport.

Dans ce sens, l'EIE se comporte comme un document contractuel qui lie le Maître d'ouvrage à l'Autorité compétente (ANPE) qui a délivré "l'autorisation de réalisation de l'unité".

Etant entendu que l'EIE est bien d'avantage qu'un simple document "alibi", visant une conformité à une loi exigente et contraignante.

Mais doit absolument être suivie d'effet sinon elle perd l'essentiel de sa raison d'être et de sa substance.

3. CADRE THEORIQUE

3.1. APPROCHE SYSTEMIQUE

Afin d'éviter le morcellement de l'approche méthodologique d'un projet complexe tel que celui du Lac Sud, influant sur de nombreux domaines de l'environnement, il sera procédé au choix d'une approche systémique comme mode d'appréhension de la problèmatique environnementale et mode de traitement des mesures visant à réaliser sa parfaite intégration dans l'environnement.

Elle devrait éviter les écueils d'un traitement séparé ou partiel des interfaces et interactions entre des domaines de l'environnement sans lien apparent mais forts, tels que hydraulique, assainissement, milieux naturels, urbanisme, etc.

Elle organisera le fil conducteur qui donne une cohérence au projet, du premier coup de drague dans le lac à la remise clefs en main du premier appartement avec vue sur le port de plaisance et première promenade d'une famille tunisienne sur les berges et terre-pleins rénovés.

L'analyse systémique devrait particulièrement bien s'adapter au traitement de la problématique du système hydrologique lagunaire multiple du Lac Sud et du Port de Tunis, reliés entre eux par des canaux et en communication avec le Golfe de Tunis.

Elle devrait, par son mode d'approche global, donner une vue d'ensemble claire et synthétique. Dans le fait de privilégier les interactions entre domaines, elle devrait contribuer à aider considérablement les décideurs à une prise de décision. En dernier lieu, elle vise une transparence dans l'évaluation objective des impacts du projet dans l'environnement. Enfin, elle s'inscrit parfaitement dans l'esprit de l'étude d'impact fondé sur la multidisciplinarité.

3.2. PRATIQUE MULTIDISCIPLINAIRE

Un projet s'inscrit dans un cadre géographique et naturel, mais également socio-économique, politique et social. En définitive tout projet en tant qu'oeuvre humaine, s'inscrit dans un environnement multidimentionnel.

La compréhension de cette inscription relève de compétences scientifiques diverses spécialisées dans des domaines particulier, mais ou chaque spécialiste va parler de la même chose; du projet et de son impact dans l'environnement.

L'étude d'impact offre le cadre d'une confrontation d'idée et d'un large débat multidisciplinaire associant ces compétences multiples. On pourrait même aller jusqu'à dire, qu'aucun exercice n'est plus multidisciplinaire que l'étude d'impact qui confronte sur le même terrain des personnalités qui hors de ce cadre n'ont pas d'intérêt commun. En cela l'étude d'impact innove en proposant une forme nouvelle de concensus.

3.3. AIDE A LA DECISION

Un projet est définitivement "ficelé" lorsque le Maître d'ouvrage a soumis légalement à l'autorité compétente les résultats de l'évaluation environnementale constituée par l'EIE et qu'il a accepté les mesures complémentaires. Ainsi, le projet devient parfaitement intégré dans l'environnement.

4. CADRE METHODOLOGIQUE

4.1. ENQUETE PRELIMINAIRE

Vu la complexité du projet, sa dimension, son implantation géographique et son incidence sur l'environnement, il est nécessaire de procéder au départ à une enquête préliminaire qui au moyen d'une évaluation et d'une analyse simplifiée, permettra d'examiner dans son entier la problématique du projet en vue de séparer les problèmes importants des problèmes secondaires et d'évaluer en conséquence l'importance de l'impact qu'aurait le projet sur l'environnement. L'enquête portera sur tous les aspects du projet (les domaines de l'environnement concernés, les hypothèses, les contraintes...). Elle permet de s'assurer dès le départ que rien d'essentiel ne sera oublié et qu'il ne sera accordé trop d'intérêt aux éléments secondaires. Pour cela, on recourra avant tout à la méthode dite "des matrices" qui permet d'appréhender la problématique dans sa globalité et de faire ressortir les relations de cause à effet entre une action et un impact. Cette approche sera confortée par des réunions périodiques de l'équipe d'experts. Ainsi, il sera dressé un **tableau d'identification des impacts qui tout en répertoriant les impacts les triera en trois groupes :**

- Les problèmes insignifiants
- Les problèmes résolus évaluables directement
- Les problèmes qu'il conviendrait de traiter plus à fond.

Cette dernière catégorie fera l'objet de l'enquête proprement dite et donc de l'essentiel du contenu du rapport de l'E.I.E. Pour chacun des problèmes essentiels, il sera défini la méthodologie et les données qui seront utilisées, de même que le cadre géographique et temporel dans lequel s'inscriront les différents travaux de l'étude. Aussi l'enquête signalera tous les problèmes importants même ceux dont il serait difficile au stade du rapport d'apporter une évaluation et une réponse précise, car même après approbation de l'E.I.E et acceptation du projet, l'Autorité compétente pourra ordonner le contrôler continu ou un contrôle à posteriori pour évaluer et agir le cas échéant.

Le tableau d'identification des impacts permet de :

- Déterminer la sensibilité du site et du projet du point de vue de l'environnement et du point de vue du paysage.
- Identifier les impacts directs ou indirects (immissions), ainsi que leur origine (émissions) et ce, pour chacune des activités liées au projet.
- Pour les impacts indirects, on déterminera au départ les impacts imputables aux différentes catégories liées au projet, puis on définira les activités dues à ces impacts.

4.2. PERIMETRE D'INFLUENCE ET ZONE D'ETUDE

Toute étude à besoin de définir son champ d'investigation - Les limites de ce champ constituent la zone d'étude -

L'étude d'impact qui a pour objet l'environnement, s'attache à traiter une matière (l'environnement) déjà définie (cadre théorique) comme environnement interdisciplinaire; chacune des disciplines interférents sur les autres. D'où cette théorie des systèmes si pertinente en tant que mode d'approche de la problématique environnementale, qui sera utilisée tout au long de ce travail.

4.3. ETAT ACTUEL ET ETAT INITIAL

L'état actuel de l'environnement (sans projet) est celui connu à ce jour. L'état initial est celui qui correspond à l'environnement juste avant le début des travaux au projet. Entre les deux états peut s'écouler un laps de temps relativement important, de l'ordre de quelques années. Pour des projets d'une grande envergure, comme celui-ci, ce laps de temps entre "l'actuel et l'initial" est en général assez grand pour que des modifications se produisent et il est extrêmement difficile de prévoir avec une précision satisfaisante l'évolution dans le temps de l'état actuel, jusqu'à la veille des travaux. C'est pourquoi, dans le cadre de ce rapport, les deux états sont considérés identiques.

L'état initial sera analysé dans ses dimensions naturelle, humaine et socio-économique. Il s'agit de réaliser un bilan sous la forme d'un cliché instantané de l'état de l'environnement à la veille de la mise en oeuvre du projet.

Cet état correspond à un état de référence, base à partir de laquelle, plus tard, les impacts du projet pourront être identifiés et évalués.

Chaque domaine qui compose "l'environnement " possède un champ d'investigation qui lui est propre. C'est ainsi que le lac peut influencer les paysages de la Goulette à la colline de Sidi Bel Hassen. Le lac non assaini peut influencer les migrations d'oiseaux de la Scandinavie à l'Afrique noire. A l'inverse, le périmètre d'influence d'une zone de rejets chimiques dans le lac peut se circonscrire sur quelques ares.

Un périmètre, ou le projet est susceptible d'exercer une influence en phase de réalisation ou dans son état final est donc déterminé par anticipation. Cette anticipation tient compte des caractéristiques du projet, en rapport au domaine de l'environnement considéré.

Au plan méthodologique dans le présent document, pour chaque domaine de l'environnement étudié, le périmètre d'influence sera spécifié lors de l'analyse de l'état initial. Celui-ci déterminant du même coup la zone d'étude.

4.4. MESURES INTEGREES, MESURES COMPLEMENTAIRES ET MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

Il est fondamental de bien faire la nuance entre :

- **Mesures intégrées**

Les mesures de protection de l'environnement intégrées au projet qui sont, dans le cas présent, pour l'essentiel des mesures de génie hydraulique visant à l'amélioration des conditions hydrodynamique du système lagunaire ainsi que des mesures urbanistiques visant à anticiper la meilleure intégration possible de l'amélioration urbain du port, des berges et des terre-pleins.

Ces mesures font partie intégrante du projet, leur coût est déjà planifié et intégré dans le coût général de l'ouvrage.

Sans ces mesures intégrées au projet, les objectifs de la SEPTS et de l'Administration ne pourraient être atteints.

- **Mesures complémentaires**

Les mesures complémentaires dont la nécessité est mise en évidence par l'étude d'impact visent à réduire encore d'avantage, dans chaque domaine, les impacts du projet malgré les effets attendus des mesures intégrées.

Ces mesures qui ont un coût sont à l'adresse du Maître d'ouvrage qui en prendra connaissance - Un débat ouvert aura alors lieu entre le Maître de l'ouvrage (SEPTS) et l'ANPE pour évaluer la pertinence, la justification et le rapport coût - avantage de ces mesures complémentaires.

Certaines de ces mesures peuvent être recommandées au plan environnemental et rejetées au plans économique et financier si leur coût paraît irréaliste. Les raisons de ces rejets éventuels seront expliqués.

Si en toute connaissance de cause, les mesures complémentaires acceptées par le Maître d'ouvrage seront intégrées au projet et porteront la mention de leur acceptation par le Maître de l'ouvrage.

Il va de soi que cette acceptation qui finalise l'intégration générale du projet dans l'environnement est tout à l'honneur du Maître d'ouvrage qui marque ainsi sa sensibilité environnementale.

Cette volonté affichée du Maître d'ouvrage constituant par la suite devant l'autorité compétente le gage de l'acceptation globale du projet.

Enfin, ces mesures complémentaires une fois acceptées et faisant partie du projet doivent donner lieu à une réalisation complète en phase de travaux ou en phase finale.

- **Mesures d'accompagnement**

Des mesures de protection de l'environnement intéressantes peuvent être révélées dans le cours de l'étude environnementale - L'EIE sert alors de cadre à leur révélation, en direction cette fois de l'Autorité compétente qui doit les assimiler à des suggestions - Ceci étant, ces suggestions méritent un grand intérêt dans la mesure où elles sont justifiées par une étude environnementale approfondie.

4.5. PREPARATION A LA PHASE DE CONCERTATION : SEPTS-ANPE-MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'HABITAT

Tout le document est bâti dans le sens d'une aide à la prise de décision par le Maître d'ouvrage, et l'Equipe environnementale se tient à sa disposition - La phase de concertation où les décisions importantes sont prises finalise ce processus d'aide à la décision, matérialisé par une série de réunions ouvertes sur les mesures complémentaires à retenir ou non.

4.6. BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie prendra place en fin de chaque chapitre et sera traitée spécifiquement pour chaque domaine de l'environnement.

5. CADRE GEOGRAPHIQUE

5.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Lac Sud de Tunis est une lagune d'eau salée qui se trouve directement à l'est de la ville de Tunis (Figures 5.1.A et 5.1.B) et à quelques centaines de mètre du coeur historique; Médina et avenue Habib Bourguiba.

Le Lac Sud, compte tenu de cette extrême proximité est une des composantes essentielles, tout comme le Lac Nord, du paysage urbain du Grand Tunis.

Aujourd'hui, les 1500 ha du Lac Sud (1120 ha d'eau libre, 200 ha de salines et 180 ha d'une zone vaste et peu profonde, dans la partie sud-est) constituent une étendue liquide entourée sans discontinuité de zones urbanisées ou industrielles. Cette ceinture bâtie et industrielle fait du Lac Sud, aujourd'hui, un "lac intra-urbain" (voir Fig. 5.1.B).

Il est limité par le centre ville de Tunis à l'Ouest (petite Sicile et docks industriels du port et du quartier de Madagascar, colline de Sidi Bel Hassen au sud-ouest, la ville de Mégrine directement au sud des salines, la ville de Radès au sud-est, la grande centrale de la STEG à l'est à proximité de l'exutoire du Lac Sud dans le Golfe de Tunis, le port de Radès et celui de la Goulette au nord-est et enfin, par le Canal de navigation au nord.

Ce canal le sépare de son frère géologique, le Lac Nord par une digue qui porte la voie de chemin fer et la route à grande circulation, Tunis centre - La Goulette (Photos n°1).

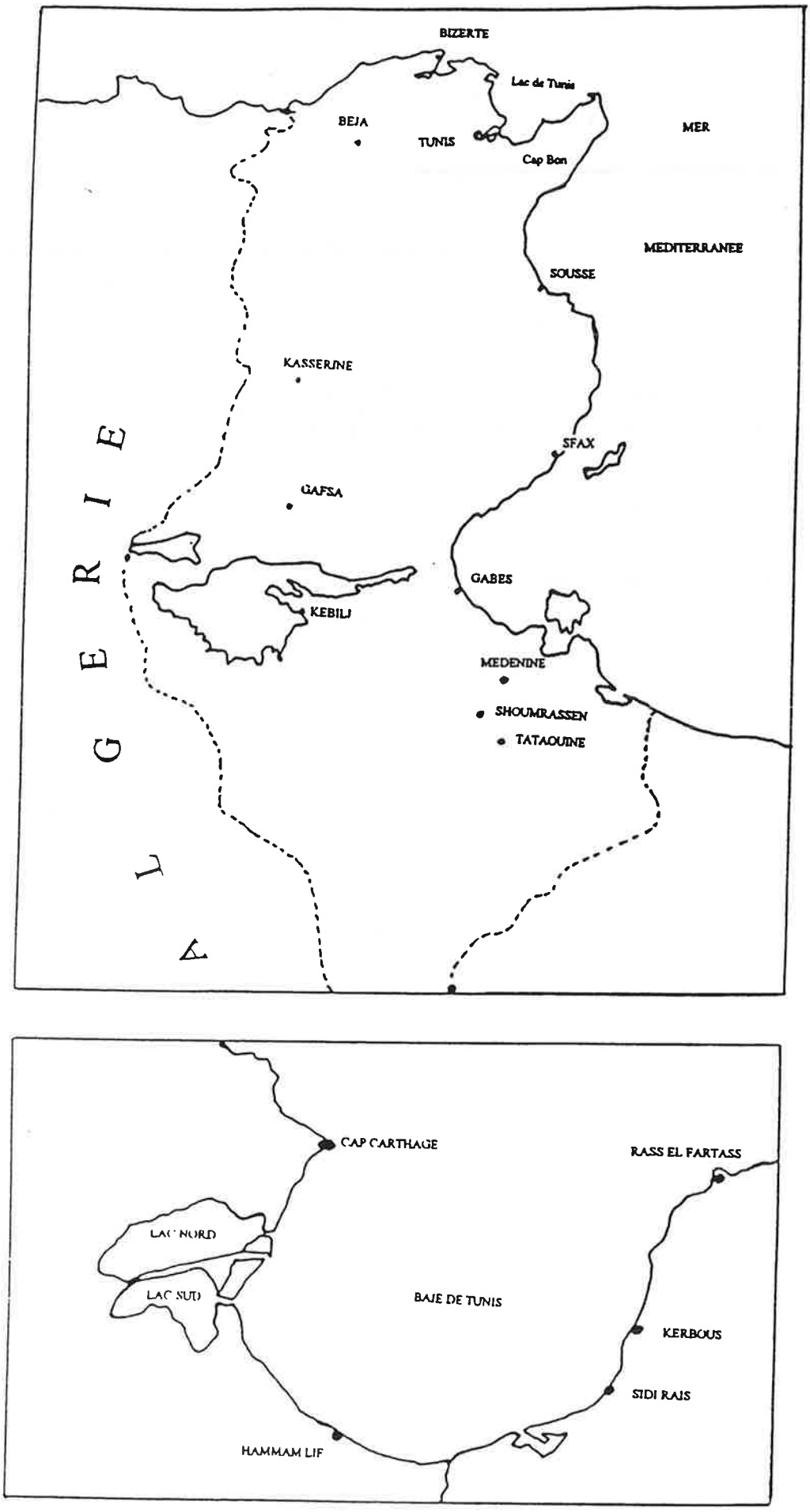


Fig. 5.1.A : Situation géographique générale

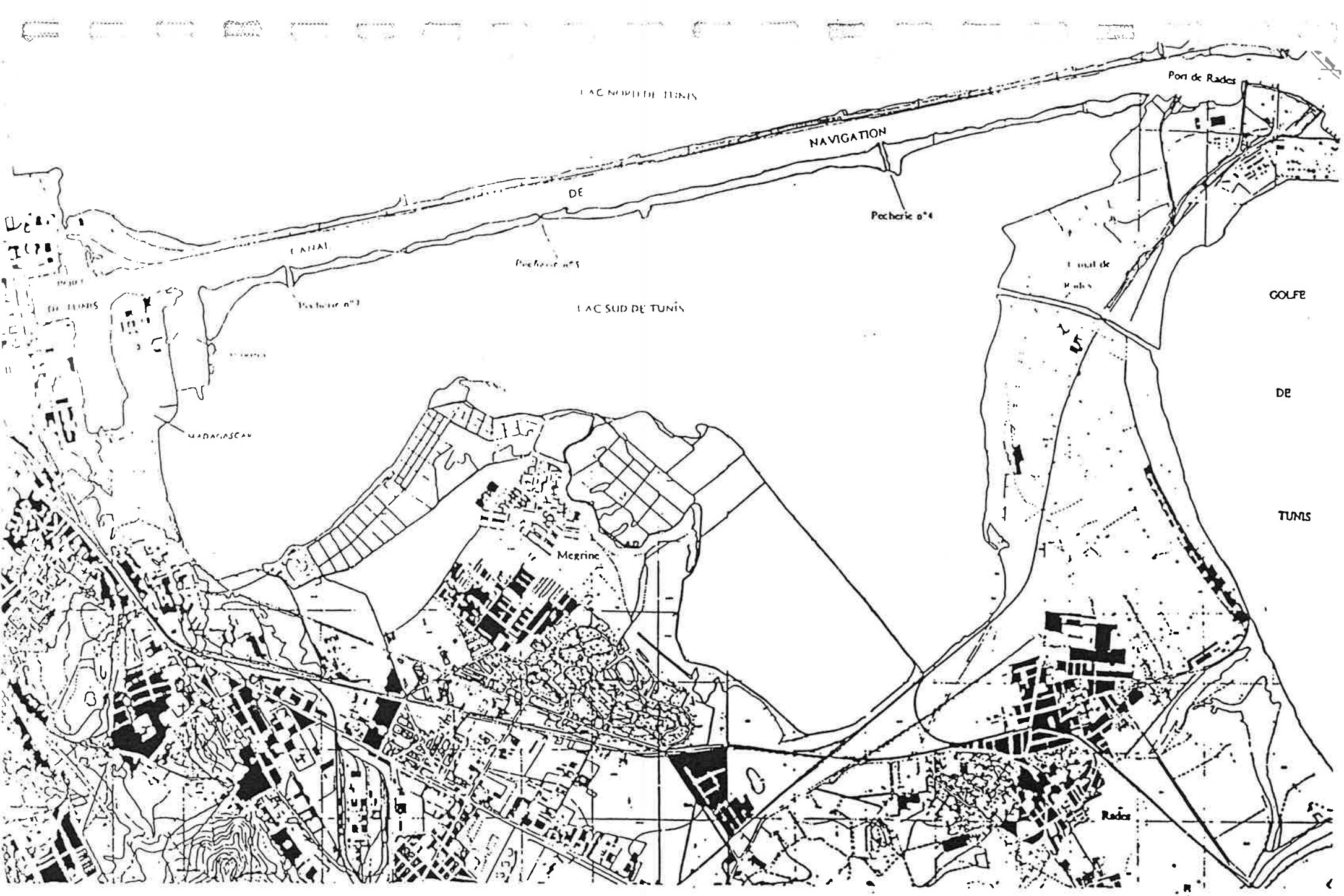


Fig. 5.1.B : Situation géographique régionale (Echelle : 1/34000)

Photo n°1 : Port de Tunis

5.2. MORPHOLOGIE

La bordure nord du lac est nette et quasi rectiligne, délimitée artificiellement par la digue et le Canal de Navigation. Il n'en va pas de même de sa rive sud, sinueuse et confuse, plus particulièrement dans le secteur des salines ou la limite plein-lac - marais salants se perd dans le cloisonnement des bassins géométriques d'évaporation et celui du grand bassin peu profond du sud-est.

Les berges du lac, basses, marécageuses et peu déclives, de micro-topographie irrégulière sont ponctuées, ça et là, de tas de toutes sortes, déblais de construction, décharges sauvages d'ordures ménagères, amas d'algues, débris industriels et carcasses de vieux bateaux dans le port.

Comme toutes les lagunes de la côte tunisienne, celle-ci est peu profonde, de 0,40 à 1,20m. Le fond du lac est aussi très irrégulier, caractérisé par une forte rugosité et comblé en grande partie par des sédiments noirs vaseux, extrêmement instables, nauséabonds et très riches en matières nutritives.

Le Lac Sud communique avec la mer par le Canal de Radès par lequel essaient de s'engouffrer avec peine les marées et par le Canal de Navigation communiquant en trois points avec le plein-lac, par des passes équipées pour la pêche; pêcheries n°4, 5 et 7.

A l'extrémité du Canal de Navigation vers l'ouest et vers Tunis, s'ouvre le Port de Tunis. Port commercial en déclin, composé d'un premier bassin jouxtant la presqu'île de Madagascar et de trois autres bassins, plus internes, constituant le port à proprement parler (voir Fig. 2.2.A, page 42).

5.3. GENESE HYDROGEOLOGIQUE DU SYSTEME LAGUNAIRE

L'histoire de la formation du système lagunaire (Lac Nord, Lac Sud et Sebkha de Sedjoumi actuels) est assez bien connue depuis l'époque punique et relatée par des écrits historiques (Fig. 5.3.A : Genèse Hydrogéologique du système lagunaire).

Une dizaine de siècles avant J.C, l'actuel golfe de Tunis dans sa partie septentrionale, au nord du Cap Gammarth, est largement plus concave. Le courant nord-sud orienté par les vents dominants longeant la côte ouest du Golfe de Tunis, charrie vers le sud les sédiments du delta en formation de l'Ouest Medjerda. La partie septentrionale du golfe de Tunis se comble et crée à l'arrière toutes les zones marécageuses et lagunaires de Gara et Ben Ammar, Garaet Sidi Bou Haneche et Sebkhet El Ariana.

La côte septentrionale, une fois régularisée par le long cordon sablonneux, voit ses alluvions commencer à s'intéresser à la partie méridionale du golfe. Parallèlement, les sédiments apportés par l'Oued Méliane tendent à isoler la Sebkha de Sedjoumi du pré-système lagunaire en voie de fermement. La jonction d'une série d'îlots entre Carthage et Radès par les alluvions du Médjerda avance vers le sud sous la forme d'un cordon littoral et achève la fermeture d'une partie du golfe méridional, en laissant à l'arrière, au droit des villages actuels du Kram et de la Goulette, une lagune unique constituée des Lacs Nord et Sud actuels.Dans le même temps, les apports sédimentaires ont ramené la profondeur du lac de quelques mètres à moins d'un mètre.

A la fin du 19ème siècle, à partir de 1893, le Canal de Navigation est creusé pour relier le Port de la Goulette au futur Port de Tunis. Les déblais du canal sont utilisés pour constituer deux digues qui partagent la lagune en deux parties (Lac Nord et Lac Sud). La digue Nord Est est actuellement utilisée comme axe routier et ferroviaire reliant la ville de Tunis à la Goulette et au Kram. Ainsi, le système lagunaire unique subit son premier cloisonnement pour donner naissance aux deux lacs actuels, Nord et Sud.

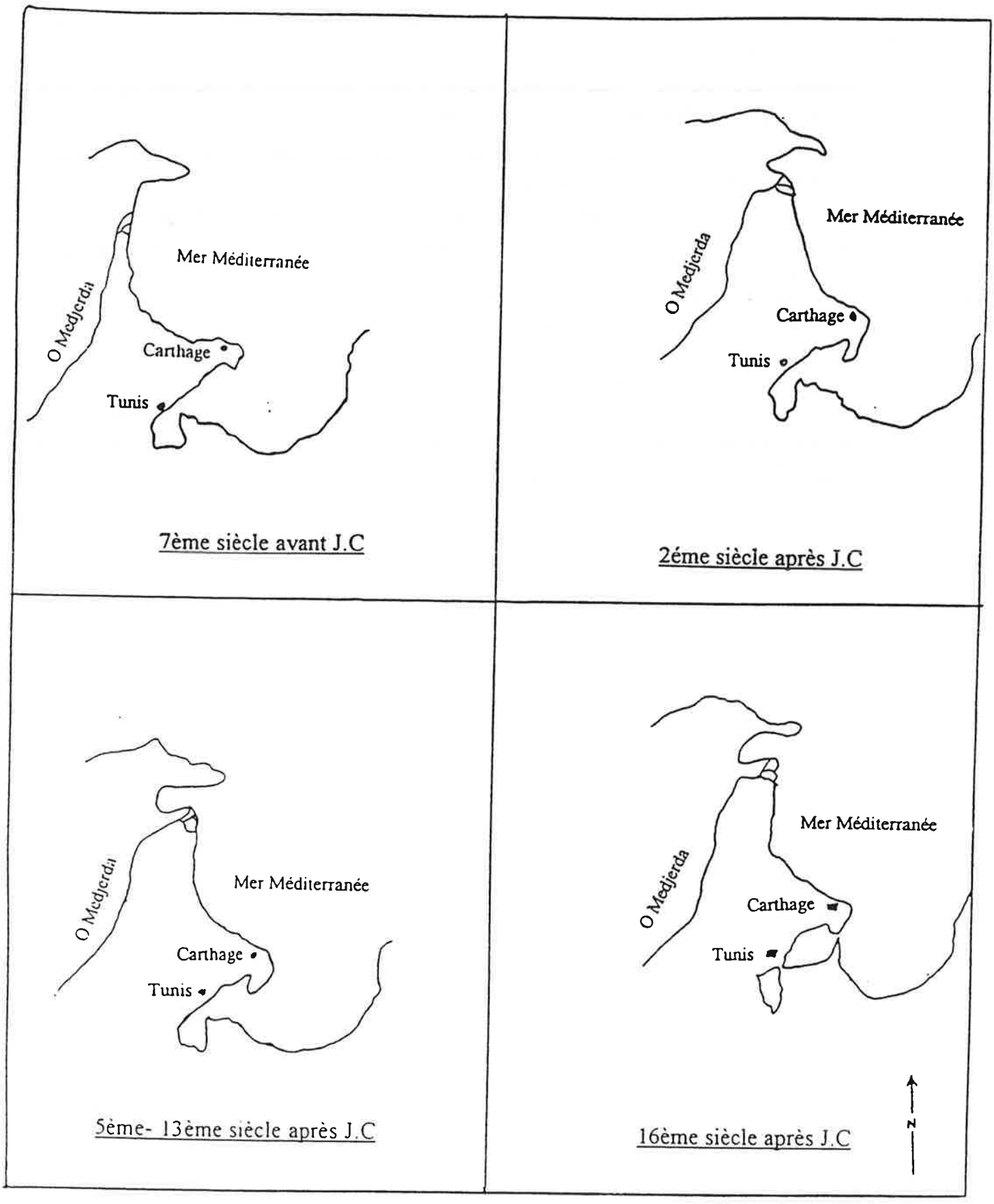


Fig. 5.3.A : Genèse hydrogéologique du système lagunaire Echelle 0 12km

5.4. CLIMAT

Dans le cadre de l'étude d'impact, le but de ce chapitre n'a pas d'autre prétention que de fournir les fondements climatiques, essentiellement vents et marées, utilisés plus tard comme bases à l'étude du chapitre consacré à l'hydrodynamique lacustre.

5.4.1. Les vents

La Tunisie, pointe avancée entre la Méditerranée occidentale et orientale se trouve souvent dans l'axe de champs de pression contradictoires, et de ce fait, est particulièrement ventée. Le pays, principalement côtier, manque de continentalité pour sentir les effets du vents s'atténuer et reste soumis en moyenne à des vents soutenus.

Les vents dominants dans la région du Lac Sud de Tunis sont du secteur nord-ouest et soufflent surtout pendant la saison fraîche. Pendant la saison chaude, des vents du secteur sud-est sont observés qui soufflent l'après-midi (voir la rose des vents pour la région de Tunis : Fig. 5.4.A)

Les pointes de vitesse de vent se produisent au début des après-midi, pendant la nuit et les heures matinales. La vitesse du vent est en moyenne de 5 à 7 m/s et exceptionnellement peut atteindre 25 à 30 m/s. Des jours sans vent sont enregistrés qui ont une incidence biologique critique pour le système lacustre, surtout en été.

5.4.2. Les marées

D'après les instructions nautiques, pour la station de la Goulette, la marée est semi-diurne, caractérisée par une période de 12 heures environ et son amplitude (moitié de l'amplitude physique de crête à creux) est de 0,12 m en morte eau et 0,27 m en vive eau.

Le niveau de la mer est variable : en période de haute mer, en hiver, il atteint +0,40 m NGT (Nivellement général de la Tunisie). En période de basse mer, en été, le niveau descend au dessous de -0,20 m NGT.

L'amplitude maximum saisonnière approche les 60 centimètres. Ces amplitudes journalières et saisonnières ont beau paraître faible comparées à l'océan ou au fond de l'Adriatique, elles n'en génèrent pas moins l'essentiel des mouvements hydrodynamiques, comme cela sera analysé dans la suite du texte.

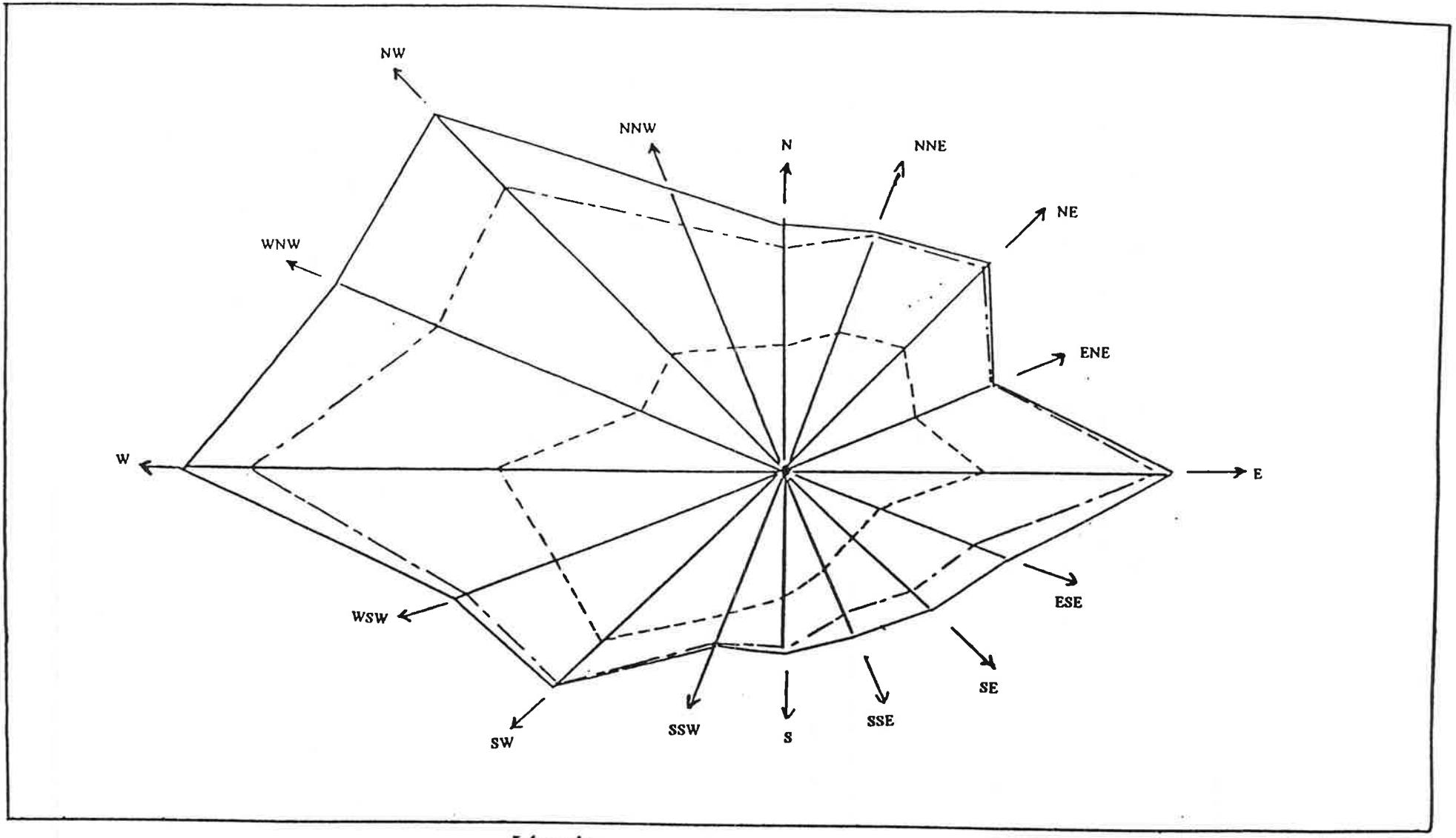


Fig. 5.4.A : Rose des vents à Tunis

Légende :

Nombre total des observations : 21 915 (dont 3120 Calmes)
Heures d'observation : 06-12-18h TU.
Echelle : pour 200 observations
Période d'observation : 1951 à 1970

≤ à 4 m/s
≤ à 8 m/s
≤ à 17 m/s
NB : Le chiffre se trouvant à l'extrémité des branches indique le nombre de cas de vents > à 17 m/s.

DEUXIEME PARTIE

PROJET

1. HISTORIQUE

Suite aux investigations effectuées par l'Administration en vue de l'assainissement du Grand-Tunis, la restauration du Lac Sud a été envisagée. Il est apparu que dans son état actuel, le Lac Sud constituait une nuisance telle qu'elle interdisait toute programmation d'urbanisation dans ce secteur du Grand-Tunis.

En outre, l'Administration avait sous ses yeux la référence réussie d'une expérience similaire menée au Lac Nord de Tunis par un groupe privé.

Le Ministère de l'Equipement et de l'Habitat a entrepris en 1989 une étude technique sur la restauration et l'aménagement du Lac Sud et ses berges.

Parallèlement à cette étude technique, le Ministère a lancé une réflexion sur les moyens à mettre en oeuvre en vue de valoriser ce patrimoine naturel permettant ainsi sa réconciliation avec la ville basse de Tunis et les communes avoisinantes (Mégrine et Radès).

Les principaux résultats de cette réflexion ont fait l'objet de discussions lors de réunions interdépartementales sous l'égide du Ministère de l'Equipement et de l'Habitat.

Les principaux objectifs retenus furent :

- Restitution à cette partie sud du Grand Tunis d'un rôle impulsif, tant au point de vue économique que social.
- Obtention d'une meilleure répartition des fonctions urbaines dans l'agglomération de Tunis.
- Amélioration du cadre et de la qualité de vie des citoyens des communes avoisinantes.

Au vu de l'importance des orientations dégagées par ce diagnostic et afin de maîtriser la pression urbanistique du Grand-Tunis tout en valorisant ses ressources existantes, il est apparu nécessaire de :

- Renforcer l'axe de développement urbain ouest-est en dynamisant l'élément structurant que constitue le Port de Tunis,
- Désenclaver l'hypercentre de Tunis vers le Lac Sud à travers le Port de Tunis.
- Réconcilier les communes de Mégrine et de Radès avec le Lac Sud, quand dans la situation présente, elles lui tournent le dos.

Afin d'atteindre les différents objectifs consignés dans le schéma National d'Aménagement du Territoire, dans les programmes de protection de l'environnement, dans les différentes études faites par le District de Tunis et enfin dans les résultats de l'étude de réflexion menée par le Ministre de l'Equipement, des décisions ont été prises et à cet effet le Conseil Ministériel Restreint (CMR) du 16 Février 1990 a décidé :

- L'assainissement du Lac Sud de Tunis.
- L'exploitation du Port marchand de Tunis comme port de plaisance dans le cadre du projet d'aménagement.
- La constitution d'une société d'étude aux fins de coordonner les différentes études relatives à l'aménagement du Lac Sud et de procéder aux préparatifs en vue de lancer les travaux nécessaires.

Compte tenu de l'importance spatiale du projet et d'un certain nombre de contraintes, il a été défini un périmètre d'intervention incluant les aires pouvant être affectées par des aménagements ou des transformations liés au projet. Ce périmètre comprend :

- Le Port de Tunis et sa zone portuaire, délimités par les avenues Habib Bourguiba et avenue de la République.
- La zone comprise entre les berges actuelles et la Z4.
- La zone située au nord de Mégrine et limitrophe du quartier de "Chaker".
- La zone comprise entre les berges actuelles et la MC 33.
- Le Port de Radès.
- Le Canal de Navigation reliant Tunis à la Goulette.

L'assainissement du Lac Sud de Tunis et la reconversion du port de commerce en port de plaisance, sont deux éléments forts d'urbanisation qui offrent l'occasion d'une réconciliation optimale entre les composantes des tissus urbains des communes de Tunis, Mégrine et Radès et par là, une meilleure répartition des fonctions urbaines.

2. DESCRIPTION DU PROJET

2.1. GENERALITES

2.1.1. Justification du projet

Le Ministère de l'Equipement et de l'Habitat, par l'intermédiaire de la Société de Promotion de Tunis Sud (SEPTS), a définit un programme d'intervention qui se fixe trois objectifs :

a/ La restauration du plan d'eau du Lac Sud de Tunis

Il s'agit principalement d'un objectif de protection générale de l'environnement puisqu'il consiste à assainir le plan d'eau, lui rendre la vie et lui redonner des caractéristiques compatibles avec les activités humaines.

b/ La reconversion du Port de Tunis en Port de Plaisance

L'intégration du port de Tunis en tant qu'élément essentiel dans la promotion du plan d'eau et de ses abords, complète les actions environnementales et ouvre le plan d'eau sur le coeur de la ville de Tunis.

c/ Le développement urbanistique des berges

Il s'agit de réconcilier le plan d'eau avec la ville de Tunis et de recréer une animation continue entre la ville et les banlieues sud à travers le port, le plan d'eau et ses berges.

2.1.2. La description du projet

*** Présentation du projet**

A- LE SITE

L'ensemble du projet de restauration du Lac Sud et des Plans d'eau du Port de Commerce de Tunis ainsi que l'Aménagement des berges du Lac Sud et des terres-pleins du port couvrent une superficie de 1870 hectares environ.

L'ensemble du site est délimité au :

Nord : par le Canal de Navigation
Est : par le Golfe de Tunis
Sud : par les Agglomérations de Radès, de Mégrine et la Z4.
Ouest : par l'avenue Habib Bourguiba, la petite Sicile. Le viaduc et la gare du TGM.

B- DESCRIPTION DU PROJET

B.1. LES PLANS D'EAU

B.1.1 LE LAC SUD RESTAURE

Les principales caractéristiques du Lac Sud restauré sont :

Superficie : 700 hectares
Longueur : 7 kilomètres
Largeur : 1000 m
Profondeur : 2,21 m NGT

L'alimentation du lac se fera par le biais d'un nouveau canal qui s'éloigne de 450 mètres de l'ancien et donc s'éloigne de la zone chaude de la STEG. Ce canal pénètre en mer sur une longueur de 840 mètres en vue d'atteindre la profondeur - 3,41 mètres assurant ainsi un bon renouvellement des eaux du lac. La largeur de ce canal est de 70 mètres.

L'évacuation des eaux du lac se fera dans le Chenal de Navigation via un court canal qui débouche à l'arrière de la presqu'île de Madagascar et ayant une largeur de 50 mètres.

B.1.2. LES BASSINS DU PORT

Les deux bassins principaux du Port de Tunis, le Bassin Central et l'ancien bassin des Minéraliers sont conservés, leurs quais sont rehaussés et renforcés. L'ancien bassin nautique est supprimé. Ces deux grands bassins ainsi que le quai Est le long de la presqu'île de Madagascar seront recouvertes en Port de Plaisance (une étude spécifique est en cours).

B.2. L'AMENAGEMENT DES BERGES DU LAC SUD ET DES TERRES-PLEINS AUTOUR DU PORT DE TUNIS.

La conception du projet a obéi à un ensemble de contraintes spécifiques aux conditions du site et de l'image ciblée par le projet.

⇒ L'articulation du projet aux trames et tracés routiers existants au sein du projet et les points de jonction avec la trame routière des berges sud.

⇒ La configuration générale du site du projet qui se présente sous la forme de deux poches (Est et Ouest) ayant deux consistances différentes.

⇒ La disposition des zones d'activités en chapelet le long des voies périphériques et d'accès au site.

⇒ L'existence d'un axe virtuel médian reliant des points de repérage importants.

Il en ressort quatre grands points :

⇒ Les tracés routiers à l'intérieur de la zone du projet sont conçus à partir de deux données originales communes : l'image prospective du futur pôle urbain et les points de jonction aux axes viaires régionaux.

⇒ Les contraintes dues aux diverses nuisances caractérisants la zone Ouest sont traduites spatialement par une implantation réduite des masses bâties et par l'aménagement de grands espaces verts.

⇒ La réhabilitation de l'image urbaine de la zone sud de Tunis en général et des berges en particulier est liée à la redistribution des zones d'activités industrielles et à l'éradication des unités polluantes au voisinage du projet, la présence de plusieurs noyaux industriels dans la périphérie du site affectant profondément l'image des berges.

⇒ L'implantation d'activités récréatives, de parcs paysagers ou d'aménagements thématiques sur la ligne des berges crée des opportunités pour le reprofilage de celle-ci et permet l création de plages et de criques mieux adaptées aux activités des sports lacustres.

B.2.1. LES BERGES DU LAC SUD :

Elles couvrent 1050 hectares. Cette superficie est allouée aux utilisations suivantes :

• Habitat	350 hectares	- 100.000 habitants
• Commerces, bureaux grands équipements	60 hectares	
• Parcs équipés et zones naturelles	400 hectares	
• Activités industrielles non polluantes	150 hectares	
• Emprises des grandes infrastructures	90 hectares	

Le projet d'aménagement des berges s'articule autour d'un ensemble de structure urbaine qui converge vers l'élément bâti central polyfonctionnel adossé à un parc paysager et s'ouvrant en amphithéâtre vers Tunis. Le profil général des unités bâties est conçu dans le souci d'ouvrir des séquences visuelles sur le paysage, sans pour autant transformer les masses en écran de rupture pour les agglomérations avoisinantes. L'épannelage croissant des hauteurs, les séquences et les percées participent au mouvement général, des quartiers résidentiels où la valeur et la qualité urbaine est caractérisée par la prédominance de la verdure par rapport aux structures élancées du centre.

Les séries de boules pénétrantes vertes cadencent et articulent le site en continuité des zones périphériques au site et précisent les affectations urbaines prévues.

La dimension identitaire de l'aménagement spatial s'exprime à travers un ensemble de thèmes qui synthétisent la conception du futur pôle urbain. Parmi ces thèmes qui spécifient et caractérisent le futur pôle, l'intensité perceptuelle paysagère de l'ensemble urbain que représente un point référentiel. La variété des séquences paysagères en tant qu'élément structurant de par sa présence sur toute l'étendue du site confère à celui-ci une image nouvelle où l'aménagement en parcs du cadre visuel ne signifie pas nécessairement l'adoption de faibles densités urbaines, mais la création d'opportunités pour l'implantation de structures bâties élancées pouvant tirer profit des capacités paysagères, potentielles et existantes.

Les différentes phases de réalisation donnent matière à la clientèle cible de juger et d'évaluer la qualité urbaine des Berges du Lac Sud. L'approche du phasage de réalisation aura une importance capitale dans la promotion du produit offert par le futur pôle et la réhabilitation de toute la zone sud.

Les critères à arrêter pour la définition des tranches prioritaires doivent répondre à un souci double :

⇒ Offrir une image séduisante d'un pôle moderne doté d'une infrastructure polyvalente de services et d'un cadre urbain et environnemental spécifique.

⇒ Maîtriser tout au long de la croissance du pôle urbain les poussées et les pressions émanent de la dynamique induite par l'émergence d'une entité urbaine importante au voisinage de zones à caractère problématique (zones polluées d'activités industrielles et dépôts, habitat dégradé sur les périphériques des agglomérations, zones de transport désaffectées, terrains à situation foncière délicate). Des noyaux doivent par conséquent être réalisés afin de parer à la prolifération d'une urbanisation incontrôlée ou d'une implantation massive de nouvelles unités de production profitant de la nouvelle offre en terrain dans cette zone à tradition industrielle.

La structure viaire prévoit la desserte du site des berges par une série de grandes boucles reliées entre elles pour former un maillage multi-directionnel et hierarchisé, qui renvoient les flux de traffic véhiculaire et canalise le traffic lourd du port sur les grandes voies collectrices périphériques aux zones et se connectant aux accès principaux desservant l'ensemble des berges.

Ces affectations urbaines concernant les unités résidentielles, les équipements les zones vertes et les zones d'activités sont spécifiques selon les critères spatiaux fonctionnels et économique du site.

Les unités résidentielles collectrices sont concentrées dans la partie Est du site en des concentrations en hauteur, à proximité du centre du futur pôle et des zones d'activités, en opposition à des unités résidentielles individuelles ou semi-collectives situées sur les sous-zones en contrebas de Mégrine et sur toute la bande littorale des berges.

Les équipements couvrant les besoins relatifs aux quartiers (commerces, équipements scolaires et sportifs intégrés aux parcs urbains, santé, administration) sont présent dans chaque ilôt, alors que les équipements culturels et symboliques, sportifs et civiques de rayonnement régional ou national sont implantés dans les zones les plus prestigieuses et les mieux accessibles du site (parcs, berges, ilôts artificiels) à proximité du grand forum face au centre polyfonctionnel.

Les zones vertes sont avant tout intégrées comme éléments constituants et essentiels de l'activité urbaine comme espaces verts à vocation sociale.

Les zones d'activités sont situées à l'Ouest et à l'Est de la zone en coordination fonctionnelle des affectations déjà existantes.

B.2.2. LES TERRES PLEINS AUTOUR DU PORT

Ils couvrent 120 hectares dont 70 sont vendables. Cette superficie est alloué aux utilisations suivantes.

Habitat	40 hectares - 25.000 habitants
Commerces et grands équipements	26 hectares
Emprise des grands infrastructure et surfaces vertes	54 hectares

Il a été intégré la gare de petite vitesse reconvertie en future gare maghrébine de voyageurs. De ce fait, une large voie pénétrante reliant la place Moncef Bey et longeant les futurs bâtiments de la gare aboutit à l'extrême sud du mail boisé prévu dans la zone résidentielle du port. Cette voie permettra de développer les accès au projet dans sa partie sud.

Des espaces boisés et des parkings sont implantés le long de l'avenue de la République. Ils constituent un environnement qui met en valeur le projet en même temps qu'ils protègent les zones résidentielles des nuisances de bruit.

La communication des eaux des différents bassins avec le Lac Sud se fera par l'extrémité sud du bassin qui acceuillera les grands voiliers, situés à l'Est de la presqu'île de Madagascar. La bande de terrain situés entre le canal existant et le Lac Sud sera aménagé en parc naturel.

Des équipements socio-éducatifs tels que polycliniques, lycées, université sont prévus dans la partie sud du projet intégrés aux espaces verts.

L'image du développement proposé sera une image moderne qui tranchera par l'épannelage de ses bâtiments à réaliser sur la presqu'île de Madagascar avec la partie existante.

Les constructions projetées entre la ville et le port auront un gabarit moyen similaire à celui du centre ville existant.

La structure générale d'affectation s'organise ainsi :

* Sur l'ancien quai des voiliers, sont implantés les équipements à caractère nautique et en retrait dans la partie Est, l'hôtel Casino.
* Autour du Port de Plaisance : la marina ou l'essentiel de l'animation s'organisera au rez-de-chaussée autour des quais.
* A l'ouest du grand bassin : le quartier résidentiel du port.
* Sur l'île de Madagascar : un autre quartier résidentiel et des bureaux longé à l'Ouest par la voie de circulation rapide qui se prolonge par un viaduc pour le franchissement du canal. Ce qui entraine la réalisation à l'Est de la presqu'île de Madagascar, d'un nouveau bassin pour le mouillage des grands voiliers.

L'ensemble de ce projet est prévu pour recevoir à terme une population voisine de 125.000 habitants (100.000 sur les berges du lac et 25.000 sur les terres-pleins du port ainsi que des équipements socio-culturels et sportifs capables de satisfaire les besoins de cette population et aussi celle de l'hypercentre de la capitale et de la Banlieue Sud; les parcs équipés serviront comme poumons et lieux de détente pour l'ensemble des zones cités.

Les deux zones industrielles propres, celle liée au Port de Radès et celle proche de Mégrine ainsi que les activités générés par les commerces et les services donneront du travail à une large partie de la population qui s'y installera et réduira en conséquence le traffic de transit.

Le projet accorde une large place au transport avec le développement des réseaux de transport collectif et en particulier l'extension du métro leger et la jonction des differents types de transport (TGM, Métro-leger et bus).

*** Appréciations**

a/ Définition

Tout au long de ce rapport, le terme assainissement sera exclusivement réservé aux opérations conduites par l'ONAS qui visent à supprimer les rejets polluants dans le système hydrologique. Même si les opérations d'amélioration hydraulique conduisent, elles aussi, à une forme d'assainissement de l'état actuel, pour éviter toute confusion, nous leur préférerons le terme d'opération de restauration.

b/ Un programme cohérent

La cohérence du programme général apparait dans la mise en relief de l'étroite imbrication des problématiques de restauration du lac et du port, urbanisation des rives et des terre-pleins et celle de la zone de Tunis-Sud. Le programme peut dès lors être approché selon trois niveaux qui trouvent une traduction dans l'espace et un enchaînement dans le temps : les travaux de restauration, l'urbanisation et l'aménagement du territoire.

L'action de l'Etat renforce également cette cohérence dans la volonté affichée de traiter à la source le problème de la dépollution du lac en la mettant en corrélation avec le Plan Directeur d'Assainissement du Grand-Tunis. Dès lors, l'assainissement du lac et du port est considérée comme un préalable à toute opération d'urbanisation et d'aménagement du territoire dans le sud de l'agglomération.

Cohérence, enfin, dans l'ordre de déploiement de l'ensemble du programme dans l'espace et le temps qui se traduit à la fois par un élargissement progressif des périmètres influencés par les différentes phases du projet et des échéances de planification de plus en plus étalées dans le temps, jusqu'à une finalisation du projet estimée à l'horizon 2015.

c/ Un programme de grande envergure

Vu l'état de dégradation du système hydrobiologique actuel et compte tenu des immenses efforts annexes à consentir au plan hydraulique et assainissement (adaptation des réseaux, augmentation de capacité de la STEP de Sud Méliane), la revitalisation du système hydrobiologique constitue en soi un projet très ambitieux.

L'opération de restauration du lac et du port est assez bien circonscrite dans l'espace et l'on peut imaginer une échéance pour les travaux de dépollution, estimée à trois ou quatre ans après leur lancement.

Le dernier terme du programme d'intervention "développement urbanistique des berges" qui comprend la réconciliation du plan d'eau avec la ville de Tunis et surtout "la création d'une animation continue entre la ville et les banlieux sud", élargit considérablement les horizons du projet.

cette animation continue est pressentie comme une trame urbanisée qui courrait de la "Petite Sicile" rénovée à Radès en passant par Ben Arous et Mégrine. Dès lors, ce qui entrevu, au travers de cette proposition, prend la forme d'un vaste programme d'aménagement du territoire qui concerne tout le sud de l'agglomération. Programme assez vaste pour modifier les équilibres, les centralités traditionnelles et à terme, boulverserait le visage et la structure du Grand-Tunis.

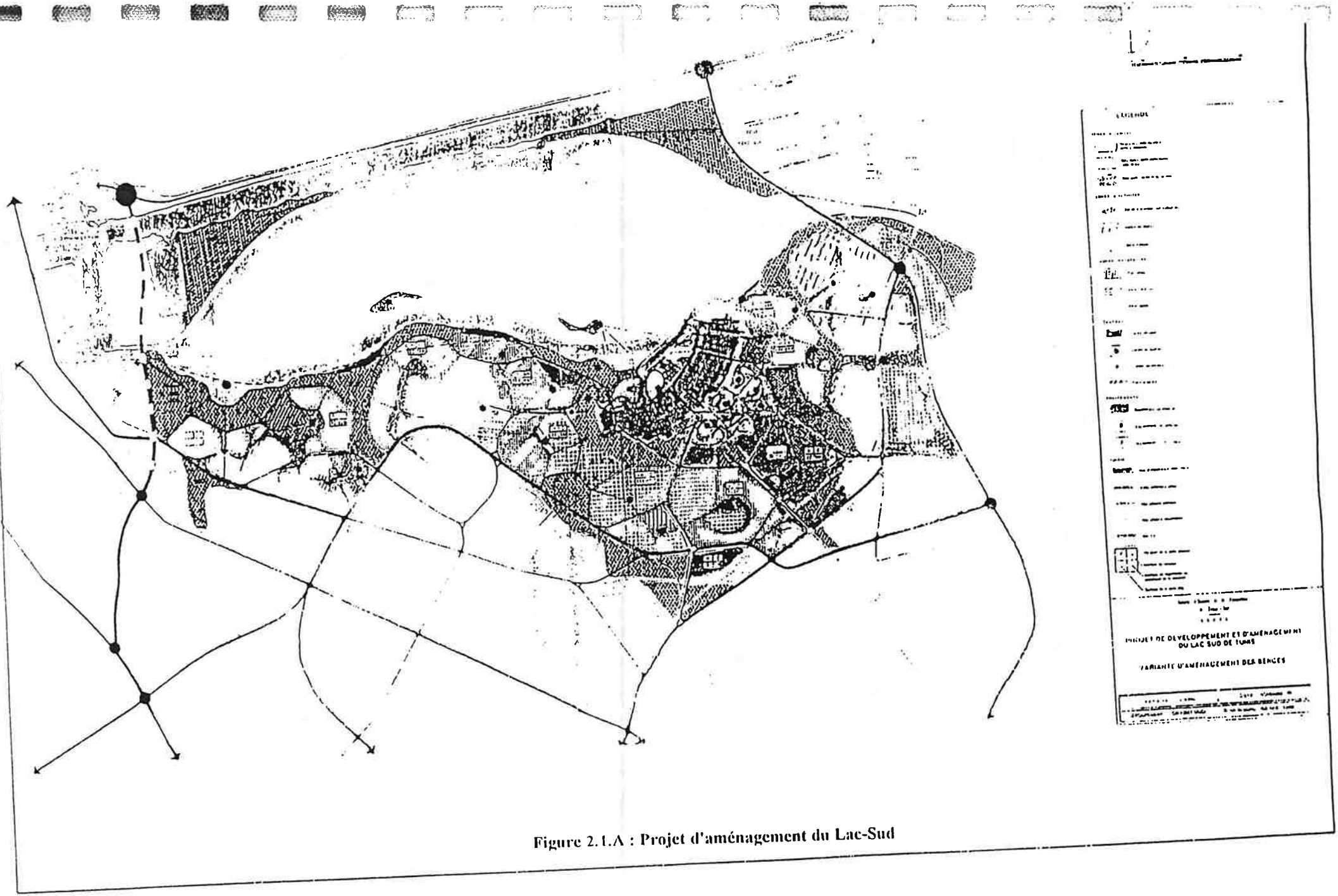
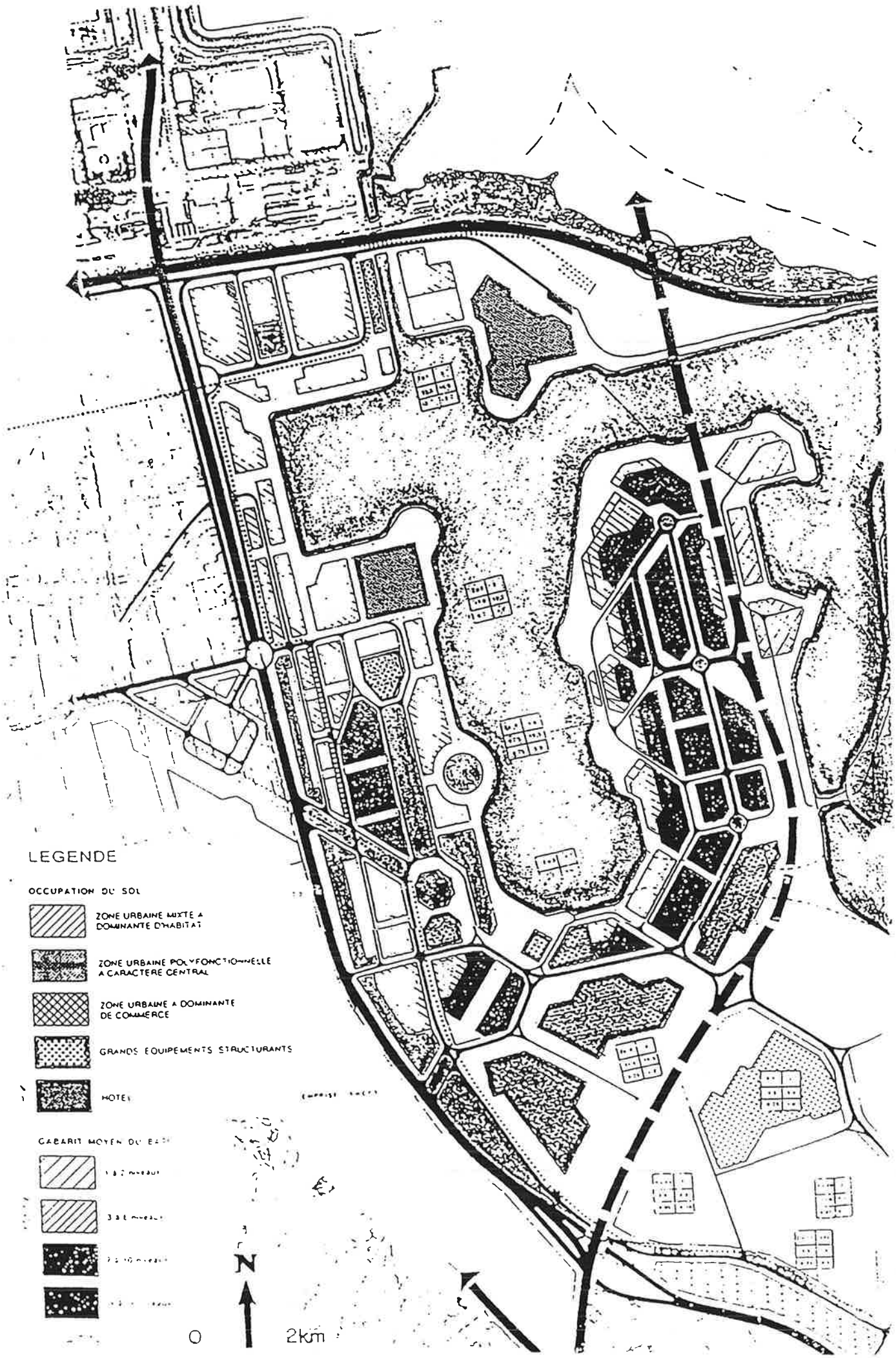


Figure 2.1.A : Projet d'aménagement du Lac-Sud

Figure 2.1.B : Aménagement du Port de Tunis



2.1.3. Listes des études SEPTS - DGSAM

a/ Hydraulique

- Rapport d'hydraulique phase 2 (Lac Sud de Tunis - Etude d'aménagement)
  Bureau d'études : SERAH - SOTINFOR; Mars 1991
- Note sur l'hydrodynamique d'une nouvelle variante d'aménagement du Lac Sud; Mai 1992
- Note de calcul de conduites entre le Lac Sud et le Port de Tunis; Juin 1992.

b/ Assainissement

- Etude préliminaire pour l'élimination des rejets industriels dans le Lac Sud - Cadastre.
  Bureau d'Etude d'Ingénierie et Conseil ou Organisation (EICO); Octobre 1993.
- Etude préliminaire pour l'élimination des rejets industriels pour le Lac Sud - phase 1- Analyse et commentaire des données de base.
  Bureau d'Etude d'Ingénierie et Conseil ou Organisation (EICO); Octobre 1993.
- Etude préliminaire pour l'élimination des rejets industriels dans le Lac Sud.
  Phase 2 - Etude des variantes; Octobre 1993.
- Etude préliminaire pour l'élimination des rejets industriels dans le Lac-Sud de Tunis
  Rapport de synthèse- Mars 1994-

c/ Milieux naturels terrestres et aquatiques

- Rapport écologique (Lac Sud de Tunis - Etude d'aménagement)
  Bureau d'études : SERAH - SOTINFOR; Mars 1991

d/ Aménagement du Lac Sud

- Etude d'Aménagement; Rapport de synthèse - Phase I : SERAH - SOTINFOR; Mai 1990
- Etude d'Aménagement; Rapport général : SERAH - SOTINFOR; Decembre 1991
- Note de synthèse : Etat d'avancement du projet; Juin 1991
- Gestion de l'Environnement Industriel - Restauration et Aménagement du Lac Sud et de ses berges; Novembre 1990
- Etude d'aménagement : Rapport scénario d'aménagement (phase II) : SERAH-SOTINFOR; Mars 1991
- Etude d'Aménagement : Rapport géotechnique (phase II) : SERAH-SOTINFOR; Mars 1991
- Etude d'Aménagement : Rapport rejets terrestres- phase 1 : SERAH-SOTINFOR; Decembre 1989
- Etude d'aménagement : Rapport écologique -phase 1 : SERAH-SOTINFOR; Avril 1990
- Etude d'aménagement : Rapport écologique -phase 2 : SERAH-SOTINFOR; Mars 1991

- Projet d'aménagement et de développement de Tunis-Sud -volume 3- Dossiers de plans : Groupement Dirasset-Studi- Avril 1993

e/ Aménagement du territoire et urbanisme

- Schéma de structure d'urbanisme de la zone Sud de Tunis et plan d'Aménagement de détail de la zone d'intervention du projet de Tunis-Sud.
  Groupement Dirasset - Studi; Juin 1992
- Projet d'aménagement et de développement de Tunis-Sud
  Volume 1 : Rapport général de présentation
  Groupement Dirasset - Studi; Avril 1993
- Projet d'aménagement et de développement de Tunis-Sud
  Volume 2 : Règlement d'urbanisme
  Tome 1 : Zone des berges du Lac Sud; Avril 1993
- Projet d'aménagement et de développement de Tunis-Sud
  Volume 2 : Règlement d'urbanisme
  Tome 2 : Zone du port de Tunis; Septembre 1992
- Projet d'aménagement et de développement de Tunis-Sud
  Volume 2 : Règlement d'urbanisme
  Tome 2 : Zone du port de Tunis; Aril 1993

f/ Le Port de Tunis

- Rapport d'aménagement du Port de Tunis : SERAH - SOTINFOR; Mars 1991
- Aménagement du site du port de Tunis : Rapport préliminaire - SIRUS; Octobre 1991

g/ Etudes économiques et financière

- Etude de faisabilité économique et commerciale : Etude de marché - rapport définitif SIDES Ingénierie - COMETE Engineering; Avril 1992
- Rentabilité financière : phase III : Rapport final - SIDES Ingénierie - COMETE Ingénierie; Avril 1993

2.2. VOLET HYDRAULIQUE

2.2.1. Reconversion du Port de Tunis en port de plaisance

a/ Présentation du port

Le Port de Tunis comprend trois bassins principaux (Fig. 2.2.A) :

- Le bassin principal, de forme presque carrée (300 x 400 m) d'une douzaine d'hectares.

- Le bassin minéralier, beaucoup plus vaste (environ 35 ha) et orienté nord-sud dans sa plus grande longueur.
- Le bassin des voiliers, au nord de l'ensemble, d'environ 8 hectares.

Ces trois bassins principaux confluent en un centre mal défini, une sorte de zone tampon étendue, relayée vers l'est par le chenal du Canal de Navigation.

Les quais encadrent le bassin principal, le bord ouest du bassin des voiliers et le coté ouest du bassin minéralier.

Ce port de commerce a vu son activité diminuer au cours des trente dernières années au point de ne recevoir que deux bateaux par semaine.

Le port a souffert, l'activité déclinant, d'un manque d'entretien depuis plusieurs décennies, durant lesquelles il n'a pas été fait aucun dragage des dépôts dus à la décantation des matières solides.

Ce port, situé à une douzaine de kilomètres de la mer et relié au golfe par le Canal de Navigation, souffre depuis toujours de graves difficultés de renouvellement de ses eaux.

Sa construction, dès la fin du 19ème siècle, sur des fonds constitués de très épaisses couches de vases (de 30 à 50 m) a rendu particulièrement complexe sa consolidation.

b/ Objectifs d'assainissement

Le but recherché par la conversion du Port de Tunis en port de plaisance est la promotion d'un plan d'eau assaini, merveilleusement situé à quelques centaines de mètres de l'avenue Habib Bourguiba. Son assainissement constituera un élément essentiel de promotion du port et de ses berges et réalisera son ouverture vers le coeur de la ville de Tunis.

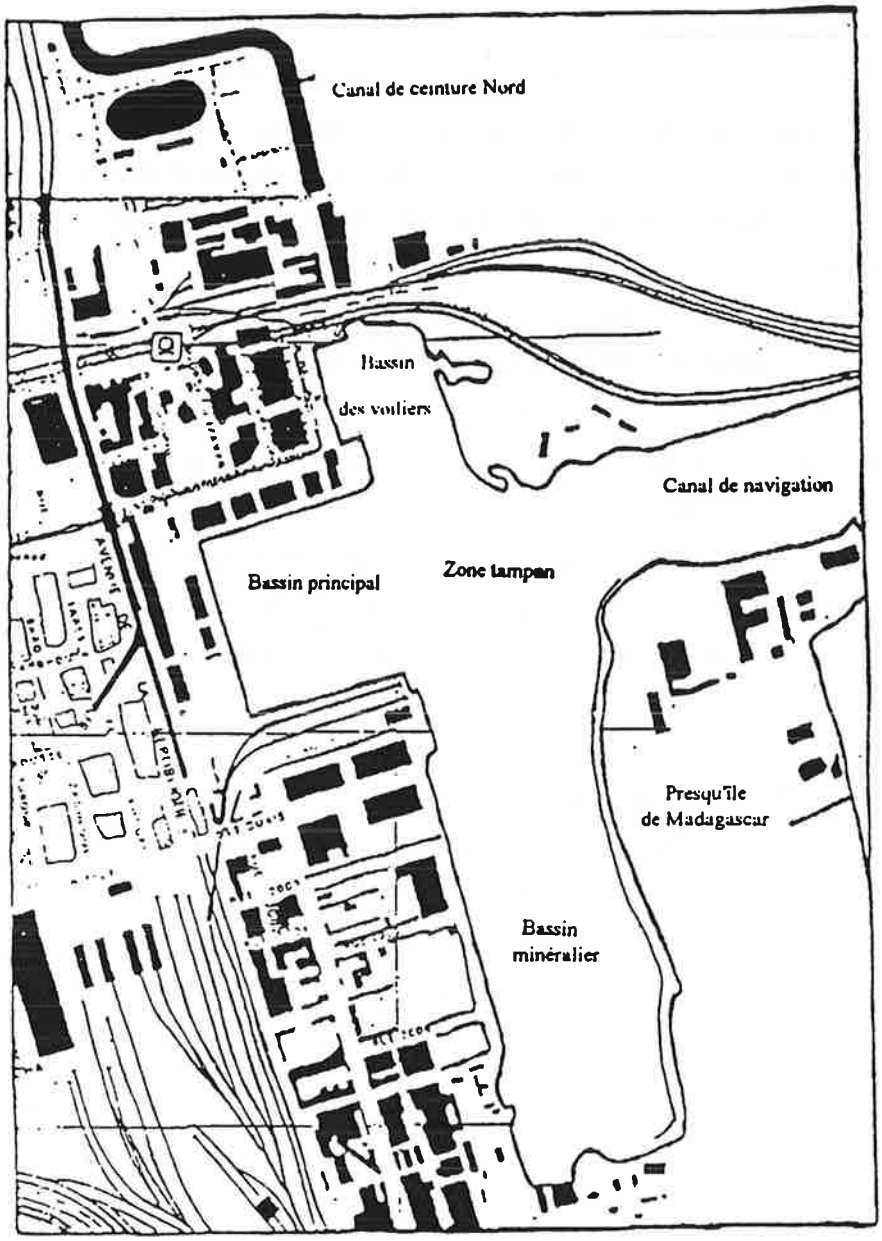


Fig. 2.2.A : Port de Tunis

Cet objectif passe obligatoirement par une amélioration de la qualité des eaux qui devraient rester toujours claires pour attirer les activités de plaisance, les commerces et les infrastructures culturelles sur les berges et ses terres-pleins.

c/ Directives d'aménagement hydrauliques

Ces objectifs se traduiront par :

* Le dragage et le nettoyage du fond des bassins.
* La garantie d'un lessivage correct des nutriments par un taux de renouvellement satisfaisant des eaux du port.
* L'élimination de tous rejets d'eaux usées domestiques et d'eaux pluviales.

(Notons en effet, qu'actuellement le Port de Tunis reçoit une grande partie des eaux pluviales de la ville de Tunis, soit directement, soit à travers le Canal de Ceinture du Lac Nord. Les bassins du port reçoivent aussi les eaux de l'enceinte du port).

Le détail des opérations techniques de dragage et le détail des opérations hydrauliques concernant le port sont totalement dépendantes de celles menées au lac et seront abordées au paragraphes ci-après.

2.2.2. Restauration du plan d'eau du Lac Sud de Tunis (objectifs, finalité, directives)

a/ Objectifs de restauration

La restauration du plan d'eau vise essentiellement deux objectifs :

* Un objectif hydrodynamique
* Un objectif écologique

Sans anticiper sur l'analyse de l'état initial, il faut savoir qu'aux plans hydrodynamique et écologique, le lac actuel par rapport à ce qu'il a été, peut quasiment être considéré comme un système hydrobiologique mort.

Cette restauration a pour but de régénérer la lagune qui se présente comme un des poumons du Grand-Tunis et lui redonner une nouvelle attractivité pour l'implantation des activités humaines et le développement urbain et touristique. Il s'agira donc d'un réaménagement général poussé , jusqu'à obtention d'un plan d'eau répondant aux conditions suivantes :

b/ Finalité

* les eaux devront toujours rester claires,
* élimination des odeurs nauséabondes qui trouvent leur source dans la pollution des sédiments de couleur noire et la pollution des eaux par les algues rouges, en été principalement,
* la qualité bactériologique des eaux devra être acceptable,
* la présence d'algues et le développement excessif des phanérogames devront être évités.

Le Lac Sud de la sorte, devrait tendre vers des conditions les proches possibles la marinisation.

c/ Directives d'aménagements hydrauliques

Sur la base des objectifs cités ci-dessus, les directives d'aménagement sont :

* l'augmentation des échanges avec la mer,
* l'amélioration des conditions de circulation de l'eau dans le lac,
* la maîtrise de l'apport des bassins versant extérieurs,

D'un point de vue pratique, ces directives se traduisent par :

* l'élimination des zones de stagnation hydrodynamique ou tourbillonnaire par l'intermédiaire de la rectification des berges,
* la garantie d'un lessivage des nutriments par une forte circulation dans le lac et un taux de renouvellement des eaux acceptables,
* un approfondissement homogène du fond du lac et l'élimination de la réserve intrinsèque constituée par les vases fraîches et les sédiments,
* l'élimination des rejets d'eaux usées industrielles et domestiques,
* le comblement des zones polluées par les substances chimiques,

2.2.3. Restauration du plan d'eau du Lac Sud de Tunis(actions de génie hydraulique)

a/ Rectification des berges du lac

Trois scénarios d'aménagement du plan d'eau ont été étudiés :

Scénario 1 : un plan d'eau de 475ha et terre-pleins de 1125 ha.

Scénario 2 : un plan d'eau de 680 ha et terre-pleins de 920 ha.

Scénario 3 : un plan d'eau de 1000 ha et terre-pleins de 600 ha

Le scénario 3 a été écarté car il présente un fort risque de stagnation des eaux dans la partie sud-est du lac, du fait des faibles vitesses calculées dans cette zone.

D'un point de vue hydrodynamique, les scénarios 1 et 2 sont tout à fait acceptables. Le scénario 1 est le plus interessant : les vitesses à l'intérieur du lac sont les plus fortes et le temps de séjour des eaux est le plus faible.

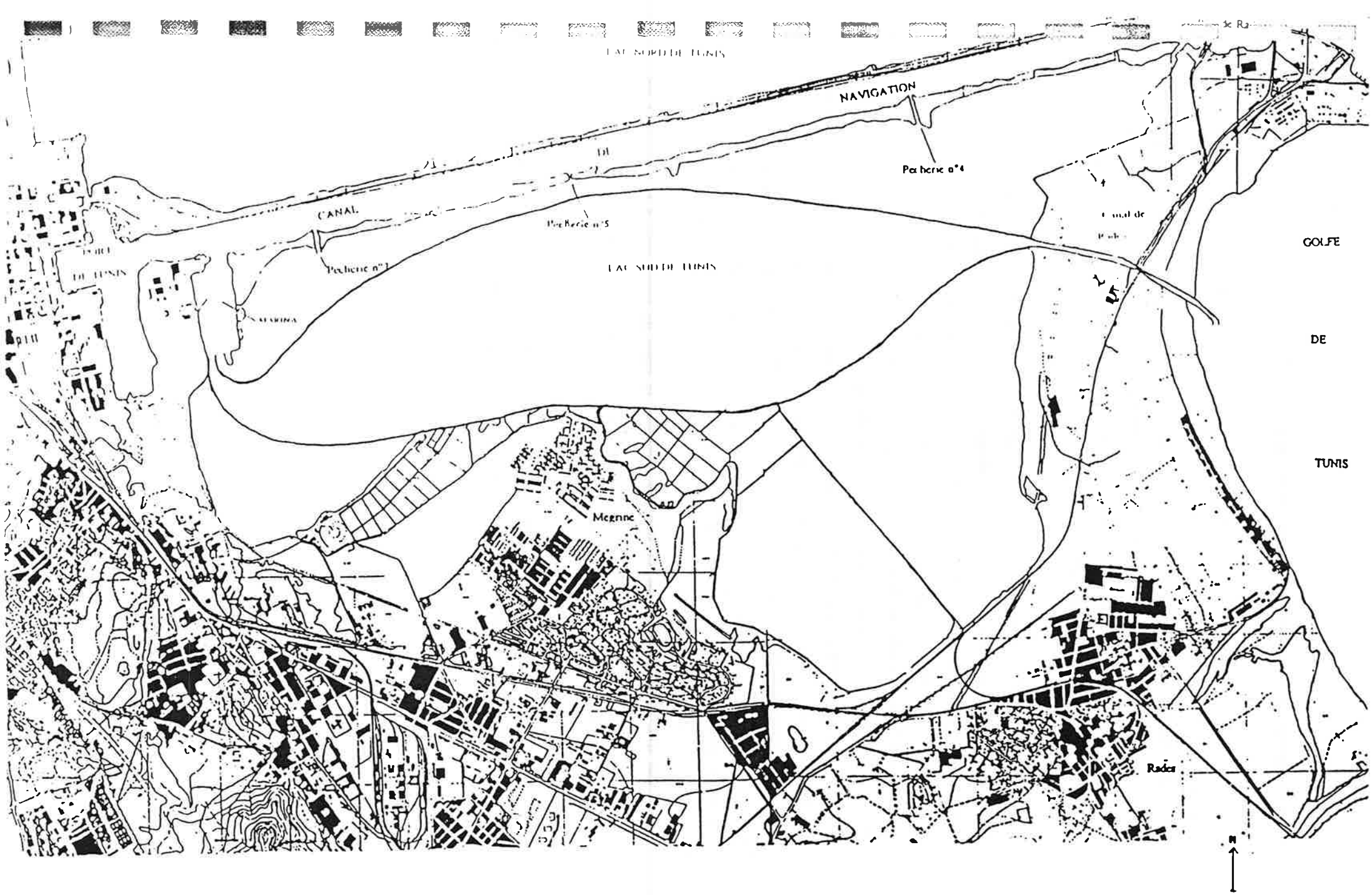


Figure 2.2.B : Rectification des berges : Scénario n°2 retenu. (Echelle : 1/34000)
Lac 680 ha, terre-pleins 920 ha

Le scénario 2 a été choisi parce qu'il est caractérisé par un bon compromis entre les surfaces des terre-pleins et du lac résiduel.

Le projet d'aménagement du Lac Sud de Tunis retenu, consiste donc à réduire la surface du plan d'eau de la lagune à 680 hectares environ. La largeur maximale du plan d'eau est de 1600 mètres environ et sa longueur totale est de 7 kilomètres. (voir figure 2.2.B : Rectification des berges scénario 2).

Les nouvelles berges du lac sont rectilignes, pour ne pas gêner la circulation à l'intérieur du lac et assurer une circulation homogène. Ces berges ont une forme divergente à partir du canal de Radès et convergente vers l'ouest, avec des angles très faibles.

Cette forme des berges permet donc d'avoir une circulation uniforme à l'intérieur du lac, sans zone de stagnation des eaux (voir figure 2.2.G et 2.2.H champs des vitesses à l'intérieur du lac sous un vent et une marée défavorables).

Ces berges seront couvertes par des perrés à pente 2,5/1 formés d'enrochements, permettant d'avoir des talus accores pour favoriser la circulation de l'eau, protéger les berges contre les vagues générées par le vent et limiter l'action du soleil sur le fond le long des berges. Ces enrochements, de 7 à 10 kg, seront placés en deux couches et formeront une carapace d'épaisseur 0,30 m environ. La base du perré doit atteindre le fond du lac pour éviter toute dégradation éventuelle du talus.

Pour que la bordure du lac ne soit pas inondée, la crête du perré sera à la côte + 1.30 m N.G.T. Le perré devra recouvrir le terre-plein sur une largeur de 2 mètres. Des escaliers seraient prévus, à intervalles à déterminer, pour permettre l'accès au lac des piétons.

L'étude de stabilité des talus vis-à-vis du glissement profond a été réalisée par le bureau SERAH pour les deux zones : (la zone Est est sableuse et la zone Ouest est vaseuse) en tenant compte des étapes d'exécution. La stabilité de ces berges trouve donc sa justification hydraulique.

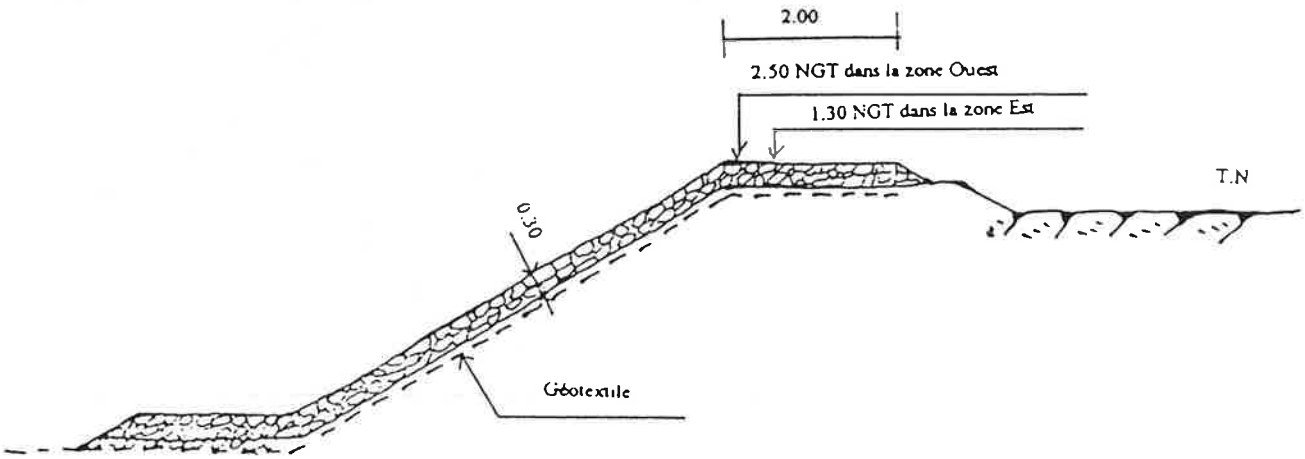


Fig. 2.2.C. : Coupe des berges aménagées

b/ Approfondissement du lac

L'approfondissement du lac permet d'enlever la couche de sédiments qui s'est accumulée par suite des différents rejets, au fond du lac et qui est très riche en nutriment. Ce stock de matières nutritives est en effet tout à fait suffisant pour maintenir l'eutrophisation du lac à un haut niveau par relargage à partir du fond, dans le cas où les dragages ne seraient pas pratiqués.

Ces dragages permettront aussi de supprimer la prolifération des algues de type Ulves ou Chaetomorphes.

Deux plans de dragage du Lac Sud ont été étudiés par SERAH (-1,91 et -2,42 m N.G.T.). Du point de vue de l'hydrodynamique du lac (vitesse à l'intérieur du lac et délai de renouvellement), les calculs n'ont pas montré de différence notable.

L'approfondissement uniforme du Lac Sud de Tunis à -2,21 m N.G.T. a été choisi. Le choix de cet approfondissement à -2,21 m N.G.T. a été dicté par :

- l'épaisseur approximative de la couche de sédiments à enlever,
- l'équilibre entre volume de dragage et volume de remblais pour la créattion de surfaces de terre-pleins autour du lac.

D'autre part, une profondeur d'eau d'environ 2 mètres constitue aussi un compromis acceptable entre deux facteurs hydrauliques contradictoires : l'effet du vent qui augmente quand la profondeur est faible (de ce point de vue on a intérêt à limiter la profondeur) et la perte de charge sous l'effet de la rugosité du fond qui diminue quand la profondeur augmente (de ce point de vue on a intérêt à augmenter la profondeur du lac).

La méthode de dragage, d'évacuation des vases et de mise en dépôt est résumée sur la figure 2.2.D :

- Elle devrait être la même que celle qui a déjà fait ses preuves au Lac Nord; soit, un dragage par des dragues suceuses à roue et refoulement dans des conduites flottantes jusqu'aux zones de dépôt en vue du remblayage hydraulique.

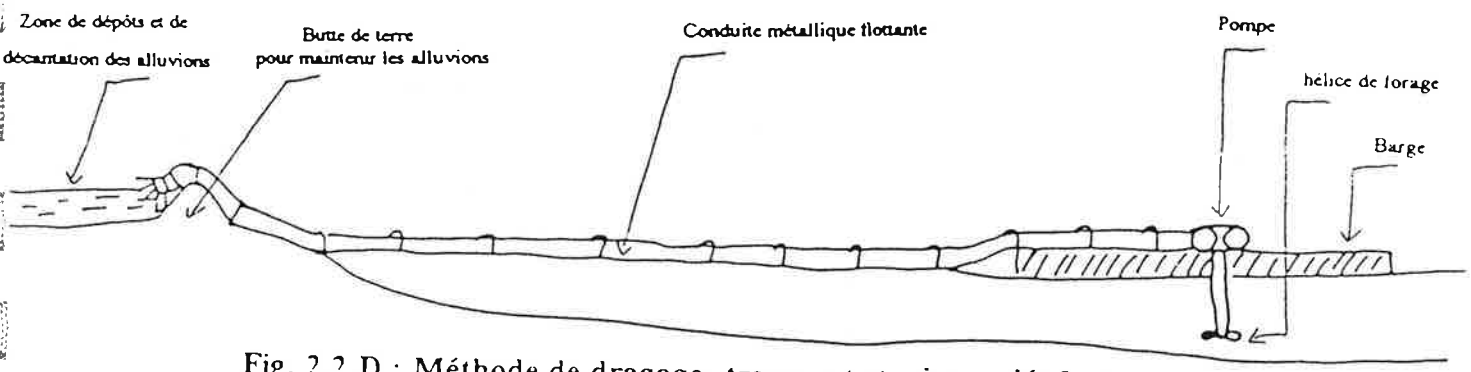


Fig. 2.2.D : Méthode de dragage, transport et mise en dépôt des sédiments

Il est prévu que les deux zones de dépôt se situent sur la berge nord du lac et sur la berge sud-ouest du lac située dans l'axe exact du couloir aérien de l'aéroport de Tunis-Carthage (voir Fig. 2.2.B).

c/ Aménagement des canaux de communication du système hydrologique

Le Lac Sud de Tunis communiquera avec le milieu extérieur par : (Fig. 2.2.B).

- **Le Canal d'amenée de Radès**

Il s'y effectuera la prise d'eau de mer, qui lie le lac au Golfe de Tunis. Il sera recalibré à la côte -3,41 mètres N.G.T. et à une largeur de 50 mètres. L'extrémité du canal, coté mer, sera déplacée à 450 mètres environ au sud du canal actuel pour s'éloigner du rejet des eaux chaudes de la centrale éclectique de Radès. La longueur de ce canal sera de 1800 mètres (Fig. 2.2.E : Schéma d'entrée du Canal de Radès).

L'entrée sera protégée par deux digues s'avançant en mer, sur une longueur de 840 mètres environ, pour atteindre la ligne bathymétrique -3,41 mètres N.G.T. Ces deux digues auront pour rôle de protéger l'entrée du canal contre la houle, l'évolution probable du rivage, le risque de recirculation des eaux chaudes de la centrale électrique de Radès et de réintroduction des matériaux transportés par les courants marins (risque d'ensablement).

Ces digues en mer ainsi que les berges du canal seront aussi protégées contre la houle et l'affouillement par des enrochements.

Ce canal aura une forme trapézoïdale, avec des talus de pente 2/1 en mer et 2,5/1 en terre, ce qui lui donnera une largeur au fond de 42,5 mètres.

- **Le Canal de Tunis**

Il assure l'évacuation des eaux du lac, et met en connexion le Lac Sud et le Canal de Navigation. Sa sortie sera située à l'est de Madagascar. Il sera calibré à la côte -3,41 mètres N.G.T. et aura une largeur de 50 mètres. La longueur de ce canal est d'environ 200 mètres.

Les berges de ce canal seront protégées de la même manière que celles du Canal de Radès.

- **Les deux conduites du port de Tunis**

Elles assurent l'alimentation du port et lient le Lac Sud au Port de Tunis. Elles seront identiques, parallèles et de diamètre 1,750 m. La longueur de ces conduites est de 500 mètres. Ces deux conduites assurent un renouvellement acceptable des eaux du Port de Tunis.

Il est bien évident que le passage entre la profondeur du Lac (-2,21 m N.G.T.) et le fond des deux canaux (-3,41 m N.G.T.) se fera progressivement pour éviter tout risque d'érosion du fond par le courant d'eau.

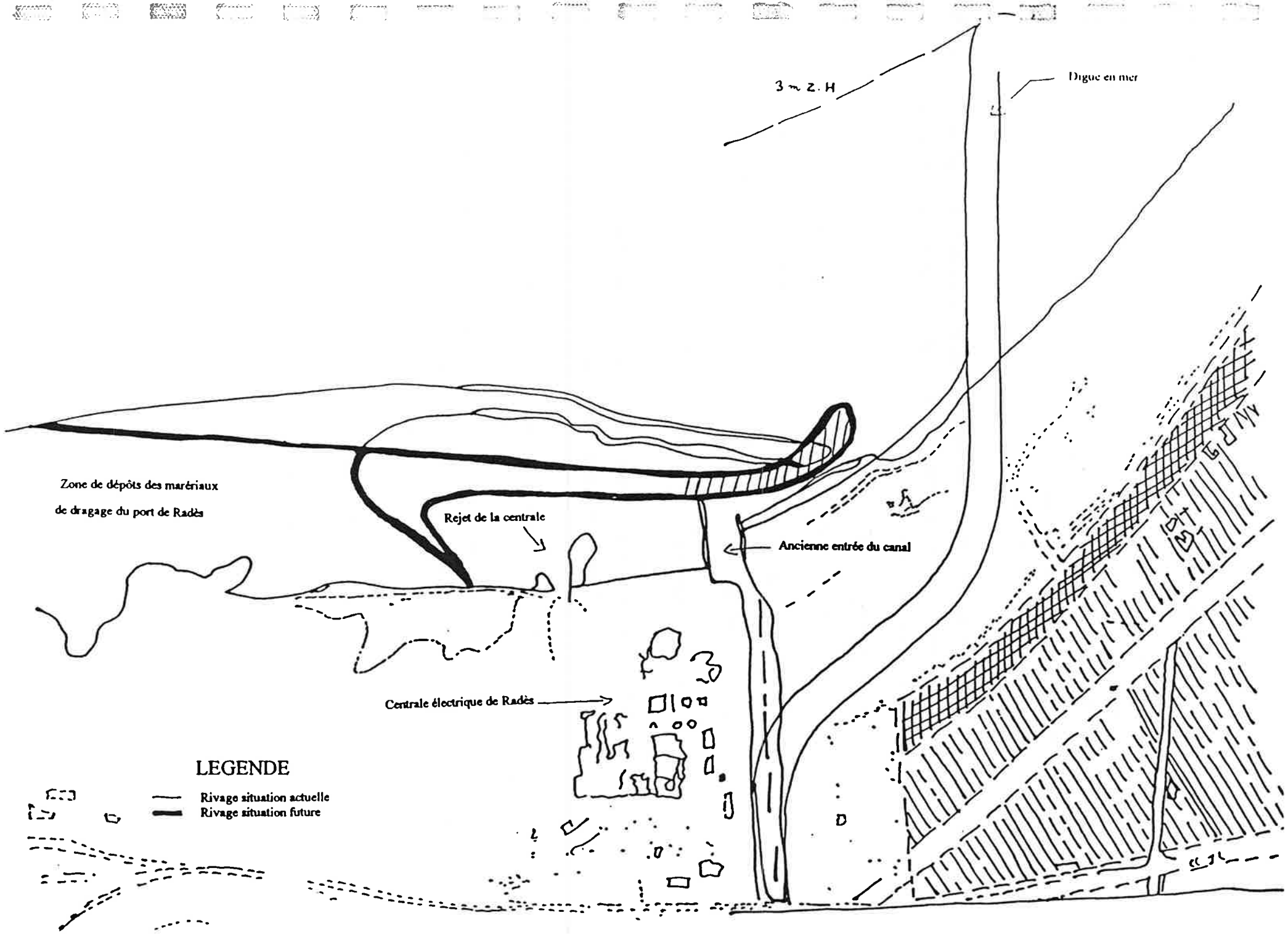


Fig. 2.2.E : Schéma d'entrée du Canal de Radès

Notons que trois différentes dimensions des deux canaux (canal de Radès et Canal de Tunis) ont été simulées par SERAH :

- Largeur 70 m et un fond à -2,41 m
- Largeur 50 m et un fond à -3,41 m
- Largeur 70 m et un fond à -3,41 m

Les principaux résultats de ces simulations (volumes journaliers échangés et temps de séjour moyen des eaux), par marée moyenne et vent calme, pour ces trois dimensions sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Dim. des Canaux (largeur x hauteur)	70 x 2,41	50 x 3,41	70 x 3,41
Volume journalier échangé (10^6 m^3)	1,63	2,11	2,49
Temps de séjour moyen (en jours)	8,7	6,7	5,7

Tab. 2.2.A : Bilan des volumes échangés et temps de séjour moyens Canaux de Radès et de Tunis

Ces résultats ont orienté le choix vers une profondeur des deux canaux de 3,41 m, compte tenu de l'amélioration du temps de séjour qu'elle apporte.

En ce qui concerne la largeur des canaux, la différence du temps de séjour moyen des eaux (de l'ordre de 1 jour) ne justifie pas l'augmentation de la largeur de 50 m à 70 m surtout par rapport au surcoût engendré. C'est ainsi qu'une largeur de 50 mètres a été retenue.

d/ Régulation hydraulique des communications

Le schéma général de circulation de la solution d'aménagement du plan d'eau choisie est le suivant :

- entrée unique des eaux du Golfe de Tunis, relativement propres, par le Canal d'amenée de Radès,
- sortie des eaux du lac, relativement polluées par le Canal de Tunis, à l'ouest du lac et à l'est de la presqu'île de Madagascar,
- alimentation des eaux du Port de Tunis par deux conduites (∅ 1,750 m) qui assurent le renouvellement des eaux du port,
- rectification du dessin des berges pour faciliter l'écoulement et approfondissement du lac,
- fermeture des communications avec le Canal de Navigation (pêcherie 4, 5 et 7),

- contrôle des flux d'échange au moyen de vannes à clapet fonctionnant à sens unique en fonction du courant de marée, de telle sorte que le flux général dans le système hydrologique se dirige exclusivement d'est en ouest.

Les avantages de ce schéma hydraulique sont nombreux :

- évacuation, à la longue, des nutriments en excès dans le lac avec probabilité de voir leur concentration se rapprocher des concentrations moyennes observées dans le golfe,
- assurance d'un renouvellement satisfaisant des eaux du Port de Tunis par les deux conduites,
- éviter un retour des eaux polluées du Canal de Navigation vers le lac par les vannes à clapet du Canal de Tunis,
- augmentation considérable du flux qui transite par le Canal de Navigation avec évacuation vers le golfe des eaux du port et de ce même canal.

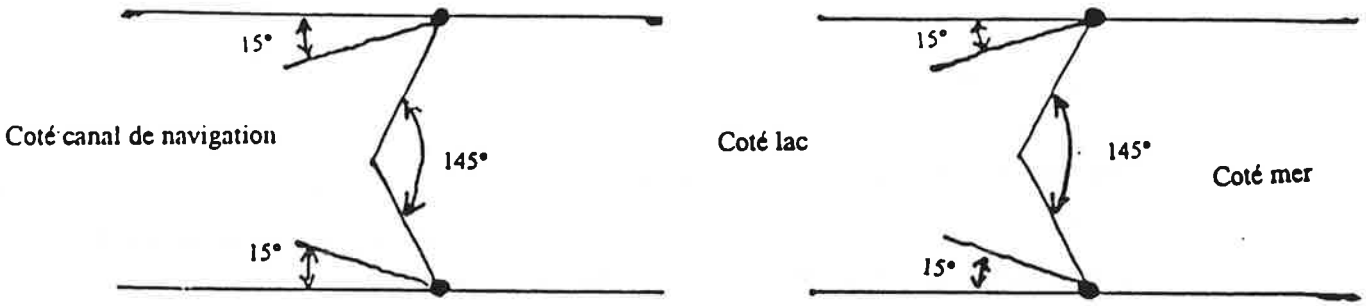
La maîtrise des échanges entre le lac et le milieu extérieur (la mer, le canal de navigation et le port de Tunis) sera donc assurée par des vannes à clapets (Fig. 2.2.F).

Les premières vannes seront implantées dans le Canal de Radès (à proximité du pont sur la route existante de Radès) et permettront seulement l'entrée de l'eau de mer vers le lac en marée montante. Ces vannes s'ouvriront donc automatiquement dès que le niveau de l'eau dans la mer dépassera le niveau de l'eau dans le lac.

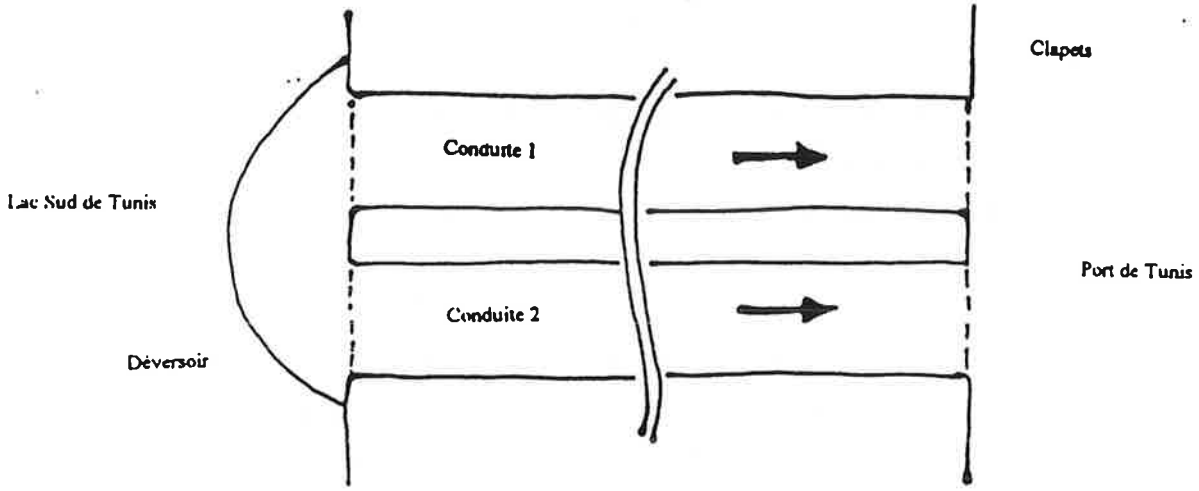
Des vannes seront également implantées dans le Canal de Tunis (au milieu du canal) et permettront seulement la sortie de l'eau du lac vers le Canal de Navigation à marée basse. Ces vannes s'ouvriront donc automatiquement dès que le niveau de l'eau dans le lac dépassera le niveau de l'eau dans le Canal de Navigation.

Les deux conduites reliant le lac au Port de Tunis seront aussi équipées de vannes (du coté du port) permettant seulement la sortie de l'eau du lac vers le port à marée basse. Ces vannes s'ouvriront aussi automatiquement dès que le niveau de l'eau dans le lac dépassera celui du port.

- Schéma des vannes à clapets



- Vue de dessus des deux conduites (Lac-Port)



- Coupe Transversale d'une conduite

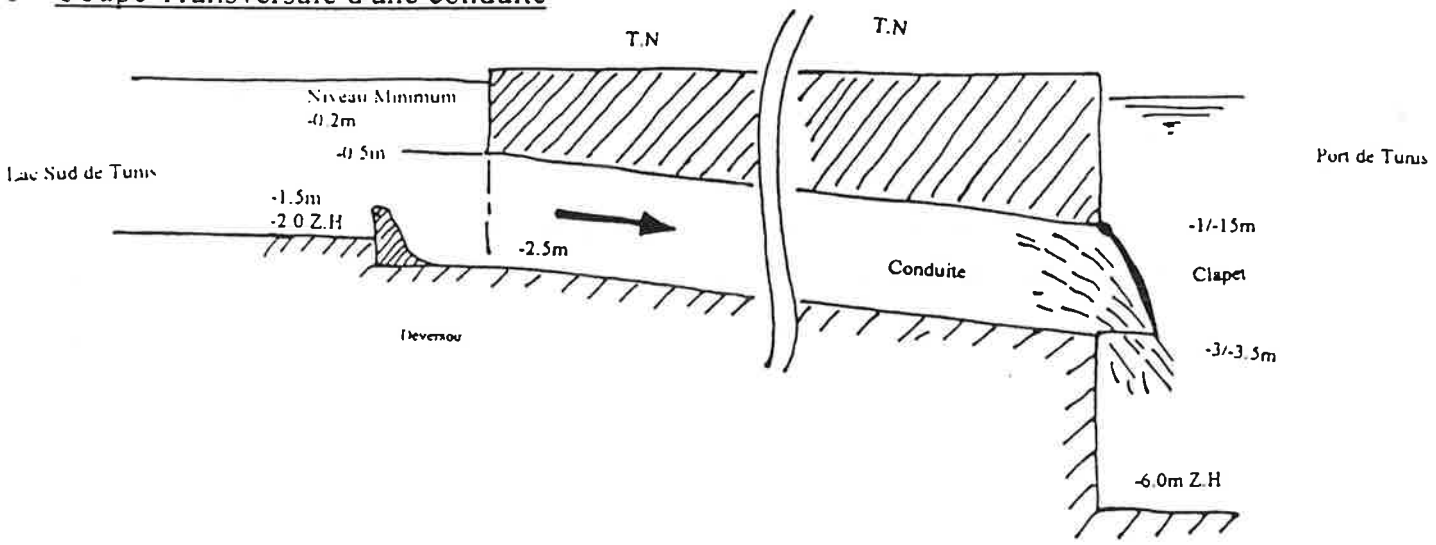


Fig. 2.2.F : Maîtrise des échanges par vannes à clapet
Détail des installations hydrauliques

Pour les canaux de Radès et Tunis, les vannes doivent être choisies de telle façon que la perte de charge induite soit minimale. Le système choisi consiste en des portes du type caisson, semi-flottantes, à axe de rotation vertical et d'un poids résiduel dans l'eau limité à quelques centaines de kilos. De telles portes sont relativement légères, les frottements mécaniques seront faibles et offriront ainsi une grande sensibilité aux effets des différences de niveaux. Ces vannes seront disposées en 8 compartiments équipés chacun d'une double porte. La longueur de chacune des portes est égale à 4,50 m et la hauteur de 4,20 m. La largeur totale des vannes (épaisseur des bajoyers compris) sera alors de 73,7 mètres.

Le raccordement entre le canal dont la largeur au fond est 42,5 m et les vannes à clapets dont la largeur est de 73,7 m, sera réalisé par un élargissement progressif du canal, tant à l'amont qu'à l'aval des vannes. Près de l'ouvrage le talus du canal se raccordera sur un rideau de palplanches métalliques.

Du coté de Radès, le radier des vannes à clapet sera établi directement sur le sol en place constitué de sables consolidés. Du coté de Tunis, le sol est compressible et de faible portance. Le radier des vannes à clapet nécessitera alors des rideaux de palplanches métalliques renforcés par des caissons au niveau des bajoyers.

Les vannes implantées à l'extrémité des deux conduites (lac-port) sont circulaires et à axe de rotation situé en haut des conduites. Elles doivent aussi être légères, sensibles et causant le minimum de pertes de charge.

La maîtrise des échanges par ces vannes permettra au niveau du système hydrologique :

- le remplissage du lac par l'eau de mer, à travers le Canal de Radès, quand la marée est haute, pendant environ 6 heures sur les 12 heures que représentent la période de la marée,
- la vidange du lac vers le Canal de Navigation et le Port de Tunis, à travers le Canal de Tunis et les deux conduites du port, à marée basse, pendant environ les 6 autres heures de la période de la marée,

Ainsi, mis à part les perturbations éventuelles générées par le vent, le Lac Sud de Tunis sera alimenté en eau durant 12 heures et se vidangera durant les 12 autres heures au cours de chaque jour.

e/ Calcul des vitesses à l'intérieur du Lac Sud

Les figures 2.2.G, 2.2.H, 2.2.I, 2.2.J montrent les champs des vitesses moyennes à l'intérieur du lac, sous conditions de vent et de marée défavorables et sous conditions de vent et de marée moyennes. Ces champs des vitesses sont considérés à marée haute (remplissage du lac) et à marée basse (vidange du lac) - (Tiré de l'étude SERAH - 1991).

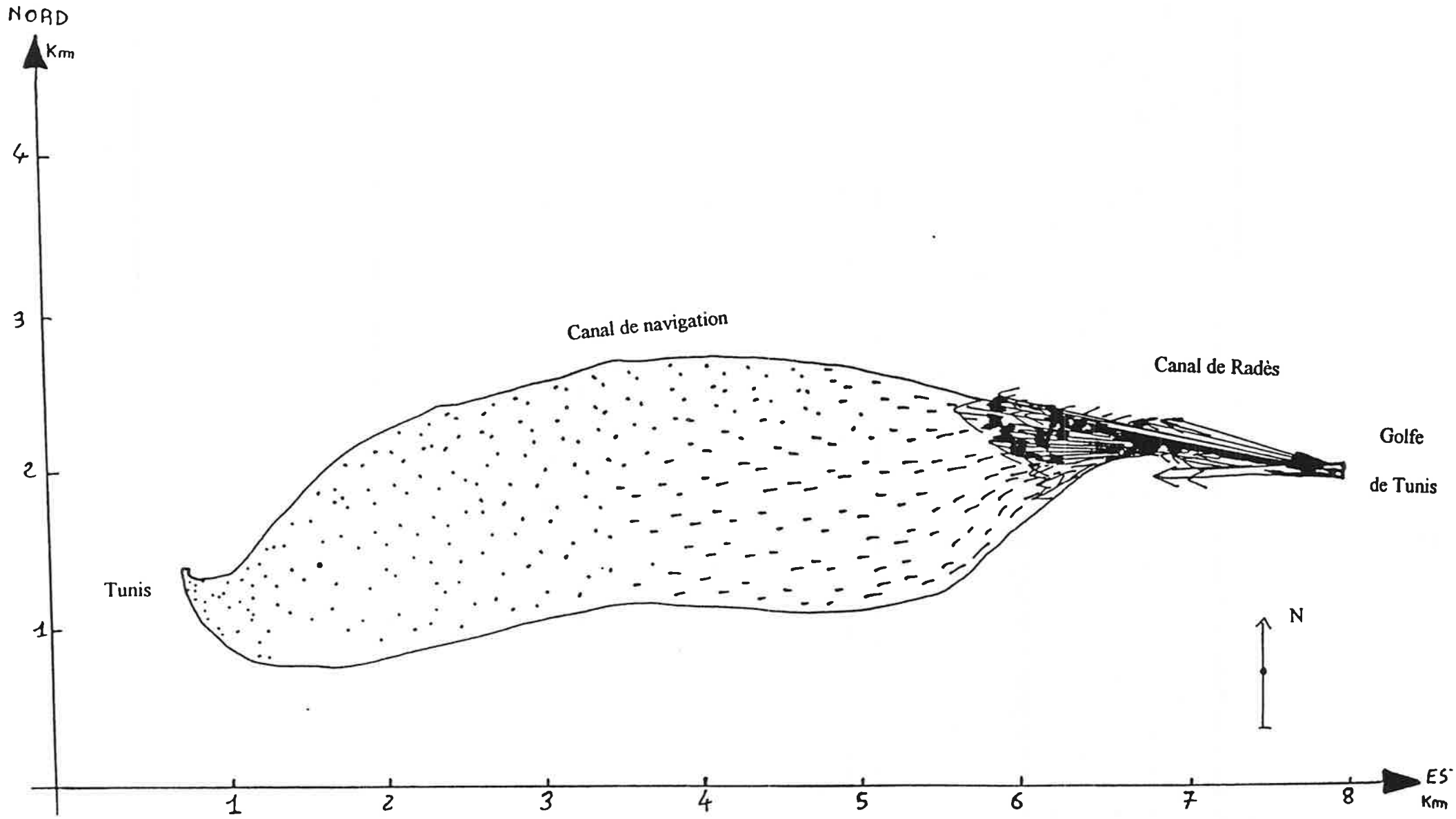


Fig. 2.2.G : Champ des vitesses à l'intérieur du Lac Sud à marée haute(toutes opérations hydrauliques réalisées)
Vent faible, marée faible : Conditions défavorables

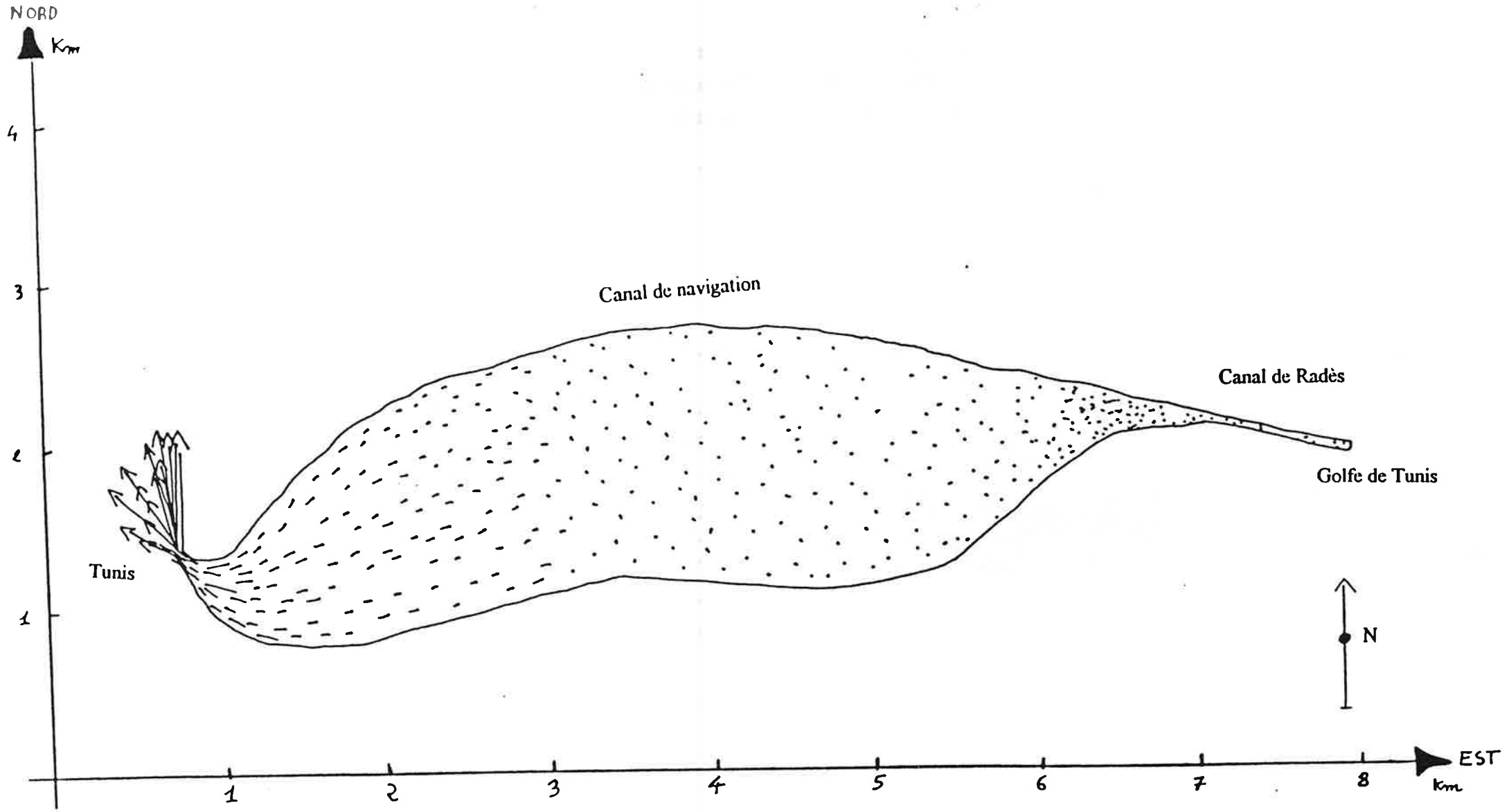


Fig. 2.2.H : Champ des vitesses à l'intérieur du Lac Sud à marée basse
(toutes opérations hydrauliques réalisées)
Vent faible, marée faible : Conditions défavorables

Echelle des vitesses : ——— 0,25 m/s

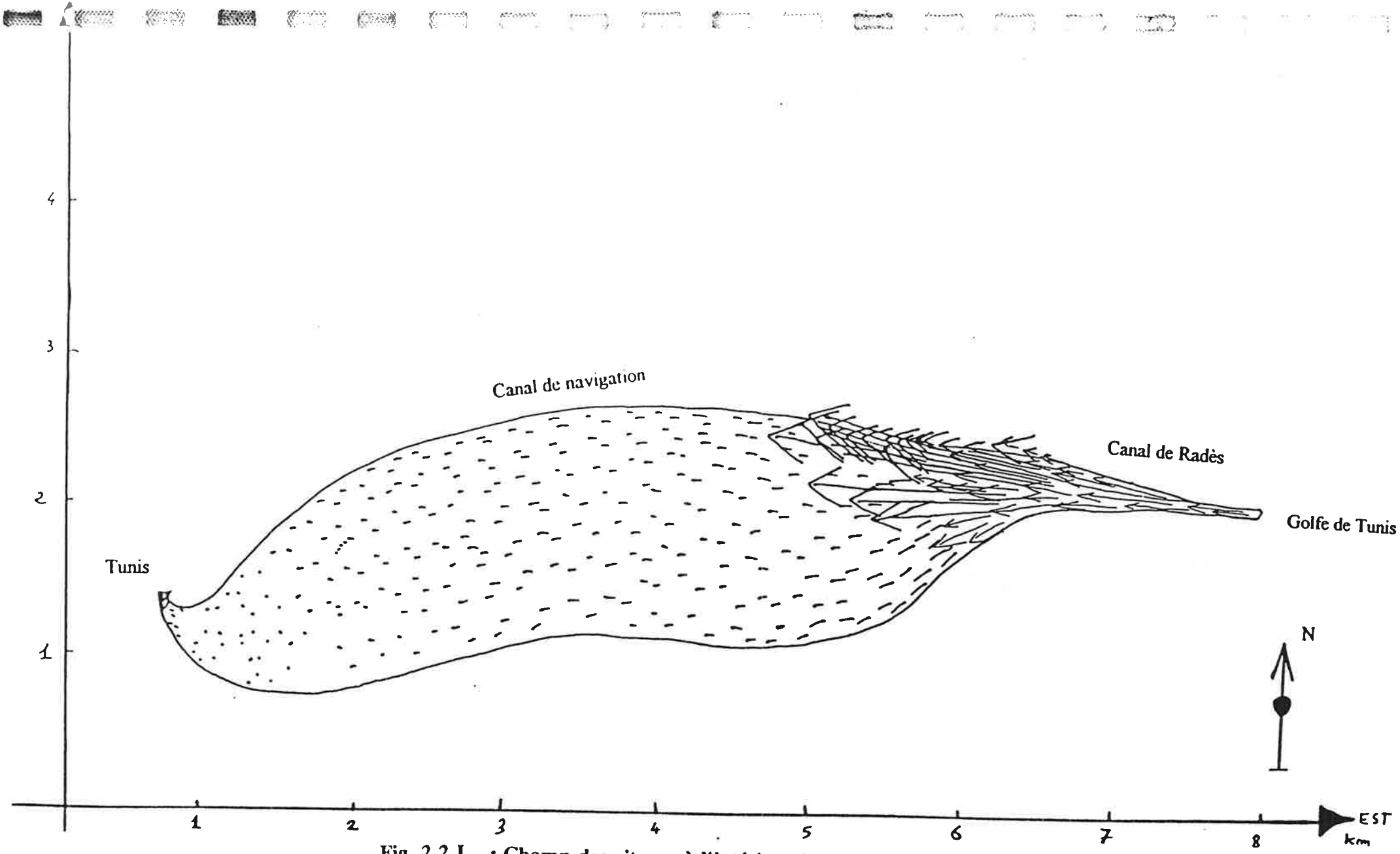


Fig. 2.2.I : Champ des vitesses à l'intérieur du Lac Sud à marée haute
(toutes opérations hydrauliques réalisées)
Vent moyen, marée moyenne : Conditions moyennes

Echelle des vitesses : 0,25 m/s

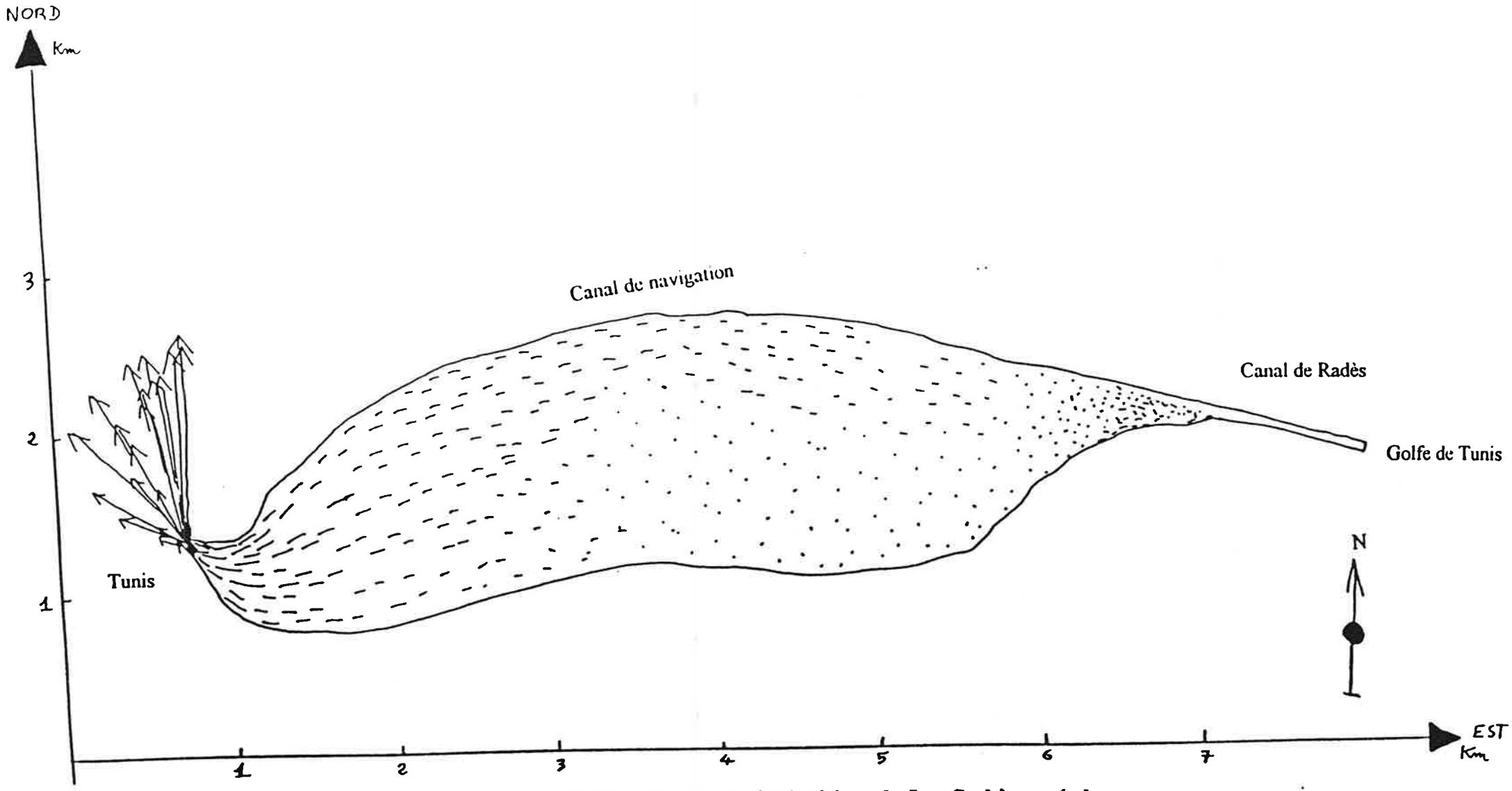


Fig. 2.2.J : Champ des vitesses à l'intérieur du Lac Sud à marée basse
(toutes opérations hydrauliques réalisées)
Vent moyen, marée moyenne : Conditions moyennes

Echelle des vitesses : 0,25 m/s

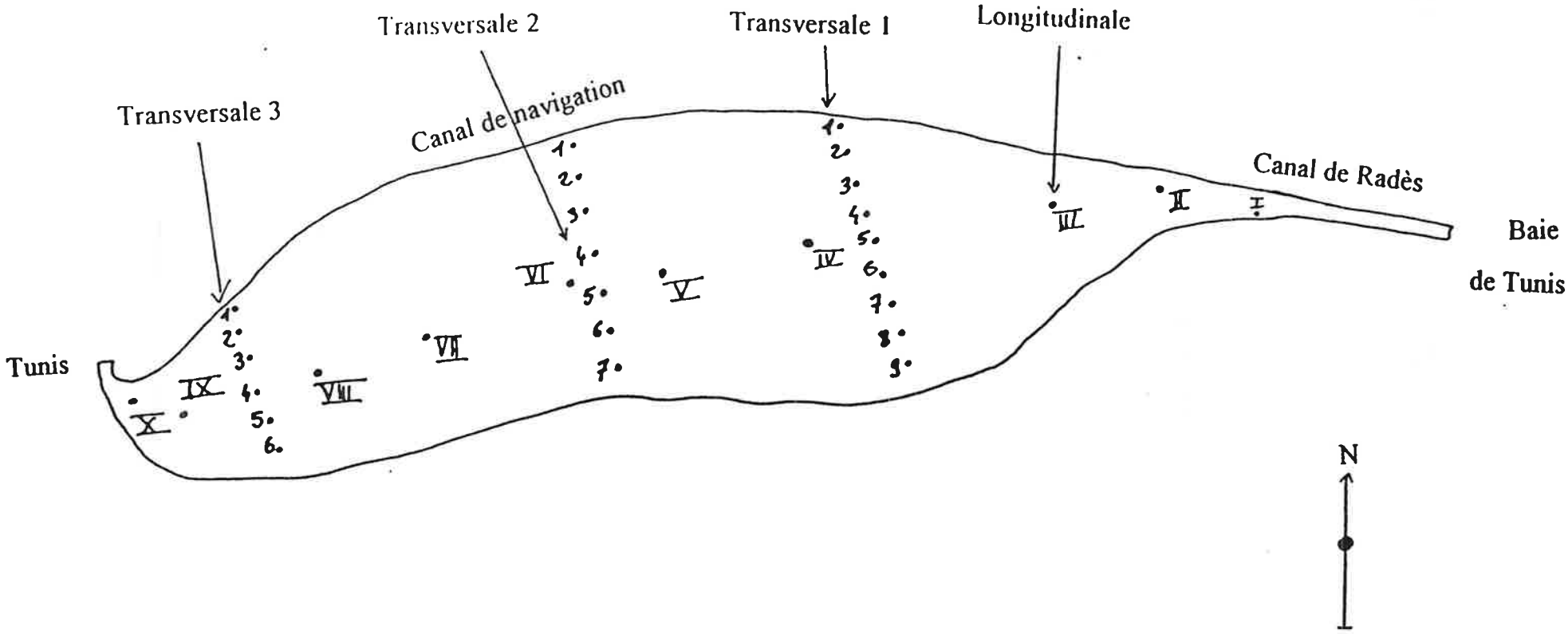


Fig. 2.2.K : Localisation des sections pour calcul des champs de vitesse

Les profils des vitesses moyennes lors du remplissage et de la vidange du lac, dans quatre sections matérialisées par une série de points (Fig. 2.2.K localisation des sections pour calcul des vitesses), sont reportés dans le tableau 2.2.B sous conditions moyennes et défavorables. Dans le tableau 2.2.C, les profils des vitesses instantanées maximales dans les quatre sections et dans les mêmes conditions, sont mises en évidence.

Ces tableaux montrent que les vitesses à l'intérieur du lac sont hydrauliquement acceptables et presque homogènes.

f/ Calcul des cadences de renouvellement des eaux du Lac Sud

Le renouvellement des eaux du lac est directement lié aux échanges avec la mer par le Canal de Radès. Ces échanges sont fonctions de la marée et du vent qui, par un basculement du plan d'eau, peut inverser le sens de l'écoulement au niveau des vannes à clapets.

Des simulations du fonctionnement hydrodynamique par modèle mathématique du futur plan d'eau, avec le système de régulation hydraulique exposé ci-dessus, ont été réalisées par le bureau SERAH en 1991.

Ces simulations ont permis d'évaluer la circulation interne ainsi que le volume des échanges avec la mer, en fonction de la marée et du vent.

Trois conditions ont été simulées :

- conditions favorables : Une marée d'amplitude 0,30 m et un vent du secteur est (sens Golfe ⇒ Tunis) de 8 m/s,
- conditions moyennes : Une marée d'amplitude 0,20 m et un vent calme,
- conditions défavorables : Une marée d'amplitude 0,16 m et un vent du secteur ouest (sens Tunis ⇒ Golfe) de 8 m/s.

Un vent de secteur est, par le basculement du plan d'eau qu'il génère, favorise en effet l'entrée des eaux de mer par le Canal de Radès et la sortie des eaux du coté de Tunis. Un vent de secteur ouest est défavorable à ces échanges.

a/ Section longitudinale

Point		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Cond Moy..	Remp	21,3	4,35	1,15	0,66	0,45	0,35	0,28	0,20	0,12	0,04
	Vidan	1,01	0,66	0,13	0,12	0,21	0,31	0,36	0,49	1,04	1,20
Cond Déf.	Remp	6,70	1,40	0,37	0,21	0,15	0,12	0,10	0,06	0,04	0,03
	Vidan	0,07	0,08	0,09	0,07	0,13	0,19	0,23	0,30	0,69	0,86

b/ Section transversale 1 (coté Radès) :

Point		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cond. Moyen	Rempl.	0,58	0,65	0,72	0,79	0,80	0,77	0,80	0,75	0,74
Cond. Défav	Rempl.	0,19	0,20	0,21	0,24	0,25	0,24	0,18	0,26	0,30

c/ Section transversale 2 (zone centrale) :

Point		1	2	3	4	5	6	7
Cond. Moyen	Rempl.	0,30	0,32	0,34	0,36	0,39	0,39	0,39
	Vidange	0,26	0,29	0,30	0,31	0,34	0,34	0,37
Cond. Défav	Rempl.	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12
	Vidange	0,15	0,16	0,19	0,20	0,21	0,22	0,24

d/ Section transversale 3 (coté Tunis) :

Point		1	2	3	4	5	6
Cond. Moyen.	Vidange	0,82	0,95	0,89	0,88	0,83	0,77
Cond. Défav.	Vidange	0,52	0,61	0,57	0,57	0,53	0,49

Tab. 2.2.B : Profils des vitesses moyennes dans le lac (cm/s)

a/ Section longitudinale

Point		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Cond Moy.	Remp	57,0	12,3	3,14	1,88	1,27	1,00	0,67	0,57	0,23	0,27
	Vidan	3,12	1,10	0,45	0,61	0,91	1,38	1,67	1,99	4,38	20,2
Cond Déf.	Remp	40,2	8,56	2,27	1,35	0,93	0,75	0,49	0,41	0,18	0,20
	Vidan	0,32	0,16	0,31	0,36	0,67	1,01	1,22	1,44	3,16	15,1

b/ Section transversale 1 (coté Radès) :

Point		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cond. Moyen	Rempl.	1,48	1,54	1,68	1,72	1,83	1,86	1,88	1,81	1,75
Cond. Défav.	Rempl.	1,06	1,13	1,20	1,26	1,35	1,35	1,45	1,50	1,65

c/ Section transversale 2 (zone centrale) :

Point		1	2	3	4	5	6	7
Cond. Moyen	Rempl.	0,84	0,93	0,94	1,00	1,04	1,10	1,17
	Vidange	1,18	1,30	1,30	1,38	1,37	1,43	1,33
Cond. Défav	Rempl.	0,60	0,64	0,68	0,75	0,78	0,85	0,91
	Vidange	0,87	0,94	0,96	1,01	0,99	1,04	0,99

d/ Section transversale 3 (coté Tunis) :

Point		1	2	3	4	5
Cond. Moyen.	Vidange	2,78	4,51	4,38	3,87	2,98
Cond. Défav.	Vidange	2,19	3,22	3,16	2,80	2,21

Tab. 2.2.C : Profils des vitesses maximales dans le lac (cm/s)

HEURE	CONDITIONS MOYENNES	CONDITIONS DEFAVORABLES
0,0	00,0	00,0
0,5	22,2	7,5
1,0	49,0	24,8
1,5	63,4	37,7
2,0	71,3	48,7
2,5	73,1	50,8
3,0	70,5	50,0
3,5	64,5	48,6
4,0	58,7	45,7
4,5	50,9	37,8
5,0	41,9	27,0
5,5	31,4	12,6
6,0	4,7	0,0
6,5	- 46,2	- 25,0
7,0	- 66,2	- 37,6
7,5	- 76,7	- 47,9
8,0	- 84,1	- 54,7
8,5	- 81,2	- 53,8
9,0	- 76,8	- 51,8
9,5	- 70,6	- 47,7
10,0	- 64,5	- 43,4
10,5	- 53,8	- 33,8
11,0	- 41,4	- 21,9
11,5	- 23,5	- 1,0
12,0	00,0	00,0

Remarque : Débit positif entrant par le canal de Radès
Débit négatif sortant par le canal de Tunis.

Tab. 2.2.D : Débits échangés par le Lac Sud (en m^3/s)

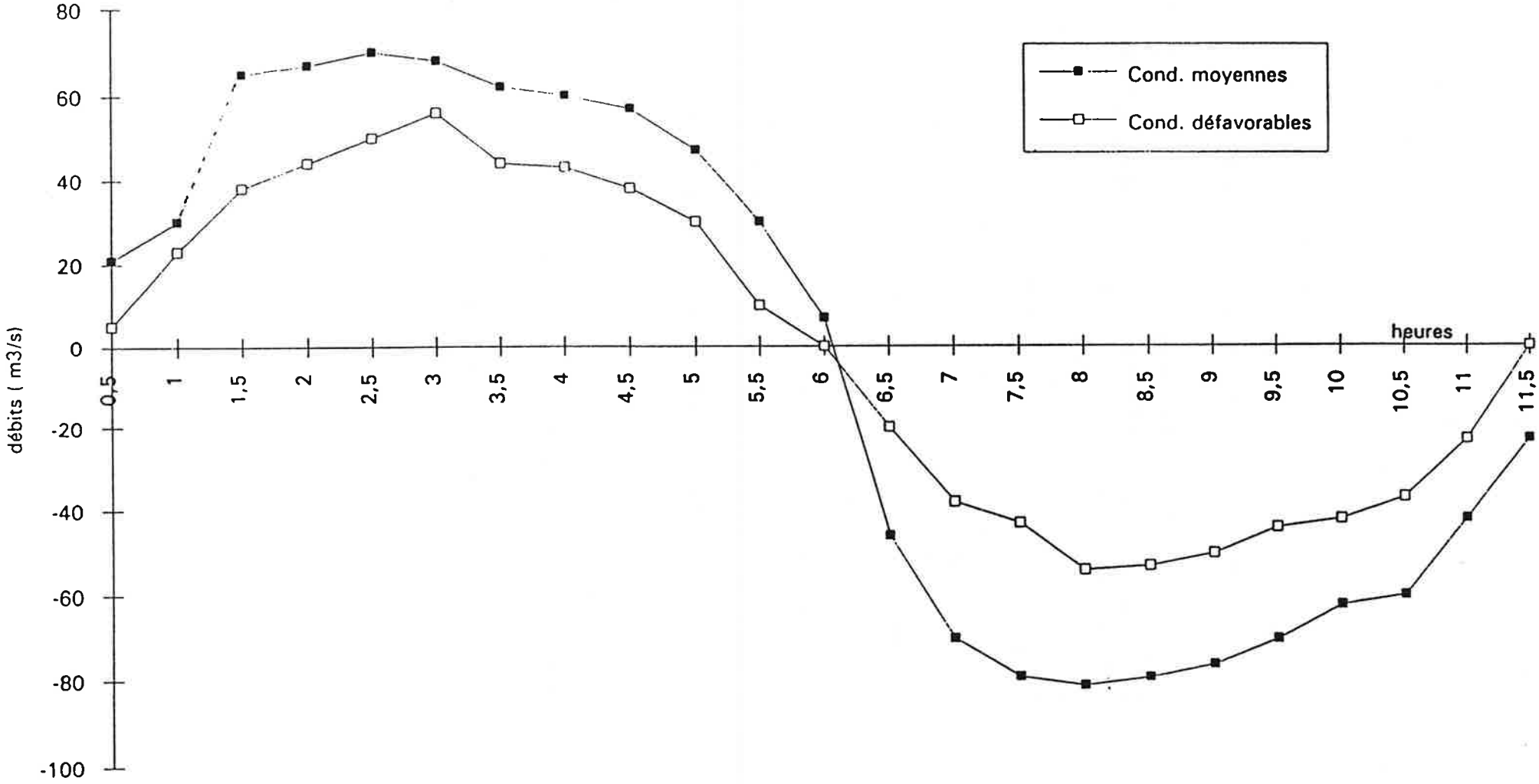


Fig. 2.2.L : Débits échangés par le Lac Sud

Les débits échangés par le Lac Sud à travers les canaux de Radès et Tunis en conditions moyennes et conditions défavorables, sont donnés dans le tableau 2.2.D et représentés sur la figure : 2.2.L. Ces débits permettent de calculer les volumes journaliers des échanges ainsi que le taux de renouvellement des eaux du lac.

Les volumes des échanges journaliers, à travers le canal de Radès, ainsi que les temps de séjour moyens des eaux dans le lac (ou temps de renouvellement), pour les trois conditions indiquées ci-dessus, sont présentés sur le tableau 2.2.E, ci-après :

	Conditions Favorables	**Conditions Moyennes**	**Conditions Défavorables**
Volume journalier échangé (10^6 m^3)	2,53	2,18	1,41
Débit Maximum dans les canaux (m^3/s)	105,7	84,1	54,7
Vitesse Maximale dans les canaux (m/s)	0,73	0,57	0,37
Temps de séjour moyen (en jours)	5,8	6,4	9,6

Tab : 2.2.E : Débits échangés et temps de séjour.

D'après les résultats de ces simulations, le taux de renouvellement des eaux du lac est de 9,6 jours dans des conditions défavorables (qui correspondent surtout à l'été) et de 6,4 jours dans des conditions moyennes. Ce temps de séjour est tout à fait acceptable pour garantir une bonne qualité des eaux dans le lac et un bon lessivage des nutriments éventuels. Il faut remarquer que le temps de séjour moyen des eaux dans le Lac Nord de Tunis actuellement (après les aménagements) est d'environ 21 jours.

La propagation de la marée dans le Canal de Navigation a été étudiée par le bureau SERAH. Cette étude a montré que la marée se propage avec un retard de phase de 20 minutes seulement et sans amortissement appréciable (à cause de la grande profondeur de ce canal : entre 8 et 10 mètres).

g/ Calcul des cadences de renouvellement des eaux du Port de Tunis

Les débits déversés dans le Port de Tunis, pour une marée moyenne (d'amplitude 0,20 m) et une marée faible (de 0,16 m d'amplitude), par une seule conduite, sont donnés dans le Tableau : 2.2.F et représentés sur la Figure : 2.2.M.

Les deux conduites (de diamètre 1,750 m chacune) reliant le Lac Sud au Port de Tunis permettent donc de déverser 5,36.10^4 m^3/j en marée faible et 7,43.10^{4}m^3/j en marée moyenne.

Ces volumes représentent environ 3 % du volume total sortant du Lac Sud par le Canal de Tunis.

En se basant sur un volume d'eau dans le Port de Tunis de 2,2 millions de m3, le taux de renouvellement des eaux du port sera alors de 30 jours en marée moyenne et 41 jours en marée faible. Ces temps de séjours sont tout à fait acceptables pour un port.

Heure	Marée faible	Marée moyenne
0,0	0,00	0,00
0,5	0,634	1,154
1,0	1,124	1,820
1,5	1,418	2,041
2,0	1,654	2,208
2,5	1,772	2,330
3,0	1,870	2,442
3,5	1,706	2,210
4,0	1,488	1,914
4,5	1,236	1,614
5,0	0,922	1,256
5,5	0,674	0,924
6,0	0,380	0,478

Tab. 2.2.F : Débits déversés dans le Port de Tunis (m^3/s)

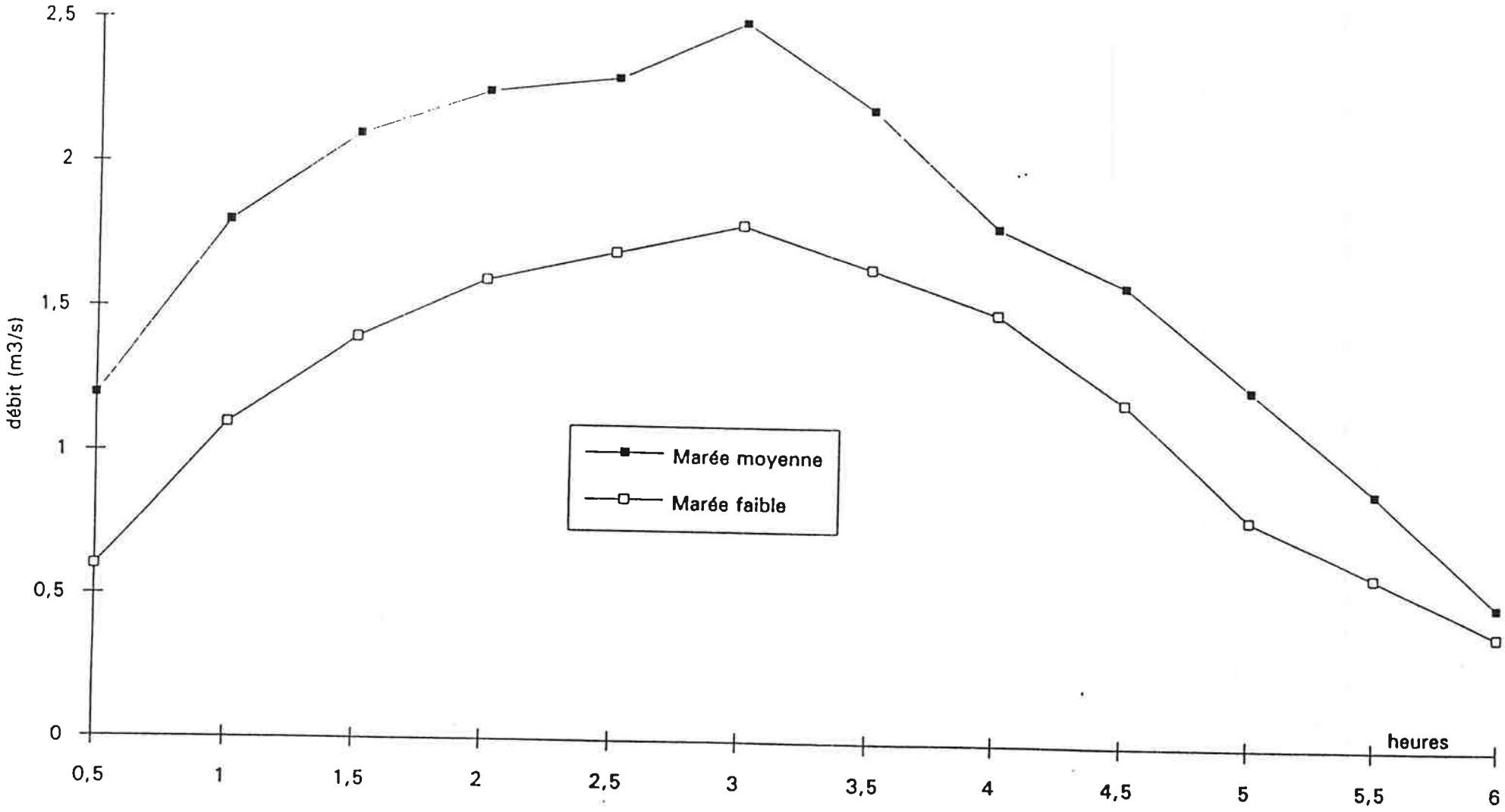


Fig. 2.2.M : Représentation graphique des débits déversés dans le Port de Tunis (m^3/s)

2.3. VOLET URBANISME ET AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

2.3.1. Présentation du cadre méthodologique

a/ Définitions générales

Selon Pierre Merlin et Françoise Choay, on entend par "planification urbaine, l'ensemble des études, des démarches, voire des procédures juridiques ou financières qui permettent aux collectivités publiques de connaître l'évolution des milieux urbains, de définir des hypothèses d'aménagement concernant à la fois l'ampleur, la nature et la localisation des développements urbains et des espaces à protéger, puis d'intervenir dans la mise en oeuvre des options retenues" (1).

On entend par "planification spatiale", l'action visant à fixer pour un territoire donné, les objectifs de développement et de localisation harmonieuse des hommes, de leurs activités, des équipements et des moyens de communications".

En bref, la planification urbaine est l'ensemble des études permettant la connaissance des milieux urbains et la définition des hypothèses d'aménagement tandis que la planification spatiale est l'action visant à fixer les objectifs de développement.

b/ Méthodologie proposée par les auteurs de l'étude

La compréhension du projet suppose que la méthodologie des planifications urbaines et spatiales proposée par le Groupement animé par Dirasset-Studi, auteur de l'étude de l'aménagement et de l'urbanisme, soit définie ce qui est le cas.

Le cadre méthodologique présente trois phases d'études :

Phase 1 : analyses

Phase 2 : programmation

Phase 3 : rédaction du plan d'aménagement de détail.

L'approche méthodologique est bien respectée entre la première et la seconde phase, le Groupement élabore le schéma de structure d'urbanisme.

Entre la deuxième et la troisième phase, le Groupement élabore trois variantes d'aménagement; celle qui a été retenue par le Maître de l'ouvrage a fait l'objet d'une étude de faisabilité économique et commerciale. Sur la base de cette variante et de cette étude est élaboré un plan d'aménagement.

---

(1) : Pierre Merlin - Françoise Choay :

Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement. Paris, PUF, 1988.

La méthodologie est présentée comme un processus itératif permettant des aller-retour entre les différentes phases de l'étude.

Au terme de cette démarche, le Maître de l'ouvrage est censé disposer de deux PAD - les berges du Lac et du Port de Tunis - de cohérence tant au niveau de leur contenu que dans leur intégration dans leur environnement.

c/ Objectifs du projet et documents produits

En matière de planification urbaine et spatiale, le projet d'aménagement et de développement de Tunis Sud, ambitionne ce qui est légitime vu sa dimension :

- La restructuration urbaine de la zone au Sud de Tunis considérée comme un site unique, difficilement contournable mais fragile.
- La création d'un nouveau centre urbain sur les 1000 hectares, gagnés sur le lac et capable d'absorber le tiers de l'extension sud de Tunis pour 30 ans.
- La création d'un pôle commercial et résidentiel de standing autour du Port de Tunis (en cours de désaffectation) et sur la presqu'île de Madagascar permettant l'extension de l'hypercentre de Tunis et le réaménagement des quartiers avoisinants (Petite Sicile et entrée sud de la ville).

2.3.2. Description du projet en phase finale

a/ Plan d'aménagement de détail de la zone du Port de Tunis

- **Délimitation du territoire**

Le projet d'aménagement et de développement de Tunis Sud comprend deux zones distinctes :

La zone des berges du lac	1 245 ha
la zone du port	117 ha
	---
	1 362 ha

La zone du port, située à l'extrémité de l'axe central porteur de l'hypercentre de Tunis, est un quadrilatère de 200 x 1000 m délimité :

- au nord par l'avenue Habib Bourguiba
- au sud, par les berges du lac (la poche ouest comprise entre Tunis et Mégrine)
- à l'est, par le canal de liaison avec le Lac Sud
- à l'ouest par l'avenue de la République.

La forme de l'actuel Port de Tunis est conservée dans sa majeure partie sauf à l'entrée du chenal et du quai des voiliers dont la rive est reprofilée.

- **Zoning du territoire à urbaniser**

Le territoire à urbaniser est découpé en six secteurs d'aménagement :

- **SECTEUR I : Le quai des voiliers**

L'ancien quai des voiliers remblayé et reprofilé est destiné au mouillage des petites embarcations de pêche et sports nautiques. Sur le terrain conquis seront plantés le club nautique et la halle aux poissons. A l'extrémité du chenal sur un mole créé à cet effet est implanté un élément fort : un hôtel casino.

- **SECTEUR II : La zone comprise entre les avenues Bourguiba et Hammarskjoeld**

Cette zone qui borde le dernier terre-plein de l'avenue Bourguiba est actuellement urbanisée dans le désordre ; elle est vouée à la restructuration pour permettre l'implantation des gares du TGM, de la SMLT et de la SNT facilitant le raccordement du réseau du métro léger.

- **SECTEUR III : La Marina**

L'actuel bassin principal du Port de Tunis (9 ha) est réutilisé en port de plaisance autour duquel sera édifié un ensemble résidentiel ponctué à son extrémité sud-est par un hôtel d'affaires faisant face à l'hôtel casino du quai des voiliers.

Le port de plaisance est destiné à accueillir de très gros bateaux de plaisance ou d'excursion et des voiliers dont les mâts passeront sous le tablier du viaduc franchissant le canal.

- **SECTEUR IV : Le quartier résidentiel**

Le grand rectangulaire de 800 x 250 m soit 20 ha est bordé au sud par un quartier résidentiel structuré autour d'un mail orienté nord-sud ponctué à ses extrémités par des équipements publics importants.

- **SECTEUR V : La liaison entre le quartier résidentiel et la presqu'île de Madagascar**

La liaison est assurée par un ensemble immobilier cohérent avec l'ensemble.

- **SECTEUR VI : La presqu'île de Madagascar**

La presqu'île de Madagascar est utilisée aux fins de l'habitat et des activités tertiaires; un ensemble immobilier affichant une image moderne qui tranchera avec la partie actuelle du centre ville et celle du quartier résidentiel du port fermera le paysage portuaire.

A la jonction du chenal reliant Tunis à la Goulette et du canal reliant le Lac Sud sera aménagé un quai qui permettra le mouillage des grands voiliers.

- **Tableau des surfaces - planchers à réaliser**

Logements : 5.600 logements x 175 m²	980.000 m²
Bureaux et services	220.000 m²
Hôtels	50.000 m²
Commerces	165.000 m²
Equipements exceptionnels	163.000 m²
Equipements liés à l'habitat	15.000 m²
Parking en étage	85.000 m²

TOTAL	1.678.000 m²
ARRONDI A	1.700.000 m²

- **Liaisons fonctionnelles**

Le projet d'aménagement du Port de Tunis se présentent comme le prolongement de l'hypercentre de Tunis, dont il convient d'évaluer les liaisons fonctionnelles.

Le port de Tunis est un cul de sac : situé à l'extrémité de l'avenue Bourguiba, il est, depuis la réalisation de la Z4 et du viaduc qui franchit cette avenue, coupé du reste de la ville; quant à la presqu'île de Madagascar, elle n'est accessible que par les berges sud du lac. En un mot, le territoire à urbaniser est actuellement enclavé.

Pour remédier à cette situation présente et pour assurer le futur développement urbain, le groupement propose que :

- Les berges nord et sud du lac seront reliées par une voie à grande capacité qui franchira le chenal sur un viaduc et qui se branchera sur la Z4 et le réseau autoroutier.

- Les liaisons entre le centre ville seront assurées par :
  - L'avenue Bourguiba équipée en son extrémité par un parking à étage,
  - l'avenue des Nations Unies dont le rôle de voie de raccordement entre le centre ville et le port est réaffirmé,
  - la rue d'Italie qui fait carrefour sous le viaduc de l'avenue de la République,
  - la création d'une voie nouvelle orientée nord-ouest sud-est partant de la rue d'Italie, traversant la Z4, pénétrant dans le secteur IV pour se raccorder au mail.

- Les liaisons routières avec le quartier urbain des berges du Lac Sud sont assurées par trois routes reliées à la Z4.
- L'emprise d'une ligne de métro léger en site propre a été réservée et sa concrétisation est très utile à la desserte du projet.

• **Les équipements**

La programmation distingue trois types d'équipements :

- Les équipements liés à l'habitat 15.000 m²
- les équipements exceptionnels 41.000 m²
- les équipements de base 15.000 m²

71.000 m²

Soit 71.000 m² de surface-plancher ce qui semble raisonnable en égard à l'ambition du projet. La programmation des équipements exceptionnels et celle des équipements liés à l'habitat semblent complémentaires :

Deux équipements liés à la Capitale ont été programmés :

- la gare internationale de voyageurs à l'emplacement de l'actuelle gare de marchandise
- les gares TGM - SMLT - SNT.

b/ Plan d'aménagement de détail de la zone des berges du Lac Sud de Tunis

• **Délimitation du territoire**

La zone des berges du Lac Sud de Tunis comprend deux territoires distincts :

- A l'ouest de Mégrine, un territoire délimité par le Port de Tunis, la Z4 et la rive du lac constitué de sols restaurés et conquis sur le lac n'est pas constructible en raison de la faible portance des sols d'une part et d'autre part en raison du corridor d'envol de l'aéroport de Tunis Carthage.

  Ce territoire qui constitue une poche non urbanisable est défini zone verte équipée.
- A l'est de Mégrine, le territoire délimité par la MC 33 et la zone industrielle de Radès constitué de sols récupérés sur les salines et conquis sur le lac sont constructibles.

• **Zoning du territoire à urbaniser**

Ce territoire à urbaniser comprend :

- **Le centre principal**

Une zone urbaine polyfonctionnelle à caractère central de forme semi-circulaire organisée en amphithéâtre et orientée vers Tunis.

Cette zone représente le centre principal des berges du Lac Sud. Censé assurer le repérage spatiale, ce centre principal "offrira de larges perspectives urbaines aménagées selon une trame radiale dont le point focal est un îlot émergeant du lac qui abritera une oeuvre culturelle ou un monument symbolique. Il représentera l'aboutissement d'un axe majeur structurant et matérialisera une continuité entre l'histoire et la modernité, le bâti et le naturel, le proche et le lointain.

- **La ceinture verte**

Le centre principal est enveloppé par une ceinture verte qui contient de grands éléments structurants :

- à l'est, des équipements à vocation socio-culturelle
- à l'ouest, des équipements de sport, de récréation, des hébergements hôteliers et un golf de 9 trous.
- au sud, un hôpital (CHU).

- **Les secteurs résidentiels**

- A l'est, un ensemble résidentiel à forte densité constitué d'immeubles en hauteur destiné à jouer le rôle d'écran devant la zone industrielle de Radès.
- A l'ouest et au sud, des ensembles résidentiels à faible densité composés d'immeubles à gabarit réduit permettant l'intégration aux zones urbaines limitrophes au projet.
- Au nord de Mégrine, un ensemble résidentiel destiné à assurer les extensions de la commune et à jouer le rôle de lien avec la poche entre Mégrine et le Port de Tunis. A son extrémité est prévue la création d'un complexe universitaire de 35 ha.

Les secteurs résidentiels sont structurés autour de centres secondaires et de centres de quartiers.

- **Les zones d'activités**

- Dans la poche ouest, entre Mégrine et le Port de Tunis est proposée l'implantation d'une technopole, zone d'activités non polluantes, articulée autour d'un centre de vie.
- A l'est du centre principal et de l'ensemble résidentiel à forte densité est implantée la zone industrielle de Radès, le long de la MC 33.

- **Bilan sommaire des surfaces à aménager**

ILOT		SURFACES BRUTES (ha)	SURFACES NETTES (2) ha)	%
U	Zone résidentielle mixte	382,83	319,54	
E	Grands équipements structurants	109,72	92,56	
H	Zone hôtelière	12,10	11,39	
CP	Centre principal	68,46	55,22	
CA	Zone commerciale et d'animation	13,36	10,64	
ZA	Zone d'activités non polluantes	237,23 (1)	193,76	
Ve/ Vs	Zone verte équipée/sponsorisée	261,49	228,77	
Vp	Zone verte publique protégée	159,88	147,72	
TOTAL		**1 245,07**	**1 057,6**	**100**

Tableau : 2-3-A : Bilan sommaire des surfaces à aménager

---

(1) Y compris les zones déjà occupées (zone AFI)

(2) Ces surfaces comprennent les emprises requises pour l'aménagement de la voirie d'accès (quaternaires), des espaces publics de quartiers, des parkings publics à l'intérieur des îlots.

TROISIEME PARTIE

ETUDE ENVIRONNEMENTALE

1. HYDRODYNAMIQUE ET HYDRAULIQUE

1.1. ETAT INITIAL

1.1.1. Périmètre d'influence

Il circonscrit le système hydrologique étudié, soit :

- le Lac Sud
- le Port et ses annexes
- le Canal de navigation
- le Canal de Radès
- les passes de communication entre le lac et les canaux
- les marais salants
- la grande pièce d'eau de 180 ha, au sud-est.

Bien que le texte s'y réfère souvent et malgré le lien hydrologique évident, il sera admis que le Golfe de Tunis se trouve hors périmètre ainsi que le Port de Radès. Le Lac Nord, se trouve également hors périmètre mais pourra néanmoins être cité à titre de comparaison.

1.1.2. Echanges internes et externes

Le système lagunaire s'est vu cloisonné au cours de son histoire. Naturellement d'abord, sous l'effet des courants et des cordons littoraux, artificiellement ensuite, dès la fin du 19ème siècle, par l'édification du Port et du Canal de navigation. Le cloisonnement du système lagunaire initial marque aussi une distance hydrologique de plus en plus grande prise avec la mer, une mer génétique et nourricière.

Le Lac Sud actuel est peu communiquant avec le milieu extérieur. Il entre en relation directe avec le Golfe de Tunis par le Canal de Radès et indirectement par le Canal de navigation, à travers trois passes prévues par les hydrauliciens du 19ème siècle et équipées aujourd'hui de pêcheries, qui ne vont pas s'en poser de problème.

Les quatre moyens permettant actuellement les échanges d'eau entre le Lac Sud et le milieu extérieur sont : (Fig. 5.1.B : Situation géographique régionale).

a/ Le Canal de Radès

Il est situé à l'est du lac et constitue la seule liaison directe du Lac Sud avec la mer. C'est un canal de 1700 mètres de long, de 60 mètres de large et d'une profondeur variant de 0,40 à 1 mètre (soit une section mouillée d'environ 35m²). La seule partie des berges revêtue de ce canal est celle située entre le pont et la mer, du côté de la centrale électrique de Radès.

Ce revêtement est réalisé par des enrochements. Actuellement, ce canal ne permet pratiquement aucun échange d'eau du fait de son envasement, de sa faible profondeur et de la présence de quelques singularités peu favorables à un bon écoulement des eaux dont, le pont de la route de Radès, le seuil en béton sous la conduite de la SONEDE à l'est de ce même pont, ainsi que les deux pêcheries installées entre le pont et le débouché du canal dans le Lac Sud souvent colmatées par les algues mises en mouvement par les marées.

b/ La pêcherie N° 4

C'est la première passe qui relie le Lac Sud au Canal de navigation. Elle est située à 1,5 km à l'ouest du Port de Radès. Sa section mouillée est d'environ 50m². Les pêcheries installées sur cette passe, perturbent considérablement l'écoulement d'eau.

c/ La pêcherie N° 5

Elle est située à 2,5 km à l'ouest de la pêcherie n°4 et relie le Lac Sud de Tunis au Canal de navigation. Sa section mouillée est d'environ 30 m². L'écoulement d'eau à travers cette passe est très limité par les pêcheries.

d/ La pêcherie N° 7

Elle est située à 1,5 km à l'est du Port de Tunis et relie aussi le Lac Sud de Tunis au Canal de navigation. Sa section mouillée est d'environ 30 m². Elle est également équipée de deux pêcheries qui perturbent le flux, pour les mêmes raisons.

Deux campagnes de mesures des débits à travers ces passes ont été réalisées par le bureau SERAH (le 15/11/89 et le 26/07/90). Les niveaux d'eau ainsi que les débits ont été mesurés simultanément et en continu dans toutes les passes (toutes les 15 minutes, de 11h à 17h, soit durant une demi-période de la marée).

Les valeurs des vitesses maximales, des débits et des volumes correspondants échangés de 11h à 17h et enregistrées pendant ces deux campagnes de mesure dans les 4 lieux de transferts hydrodynamiques évoqués, sont données dans le tableau ci-dessous.

DATE Lieux de transfert	MESURES DU 15/11/1989			MESURES DU 26/07/1990		
	Vitesse Maximale (m/s)	Débit Maximum (m^3/s)	Volume Echangé (10^3m^3)	Vitesse Maximale (m/s)	Débit Maximale (m^3/s)	Volume Echangé (10^3m^3)
Canal de Radès	0,15	5,25	+ 35,9 - 0,0	0,17	9,17	+ 85,9 - 49,4
Pêcherie N° 4	0,13	6,12	+ 69,4 - 10,0	0,14	7,14	+ 54,5 - 20,2
Pêcherie N° 5	0,52	15,53	+ 132,0 - 9,04	0,18	5,49	+ 40,4 - 0,0
Pêcherie N° 7	0,87	23,92	+ 242,3 - 43,0	0,48	20,06	+ 109,0 - 93,5

(Volume positif : rentrant; Volume négatif : sortant du Lac Sud)

Tab : 1.1.A : Calcul des débits et volumes échangés du Canal de Navigation vers le Lac Sud.

Le volume total des échanges du lac avec le milieu extérieur est de +417.000 m^3 pour la première journée et de +127.000 m^3 seulement pour la deuxième (ce volume correspond à une élévation moyenne du plan d'eau du lac de 1 cm environ).

Les principales différences entre ces deux journées de mesures sont liées à la marée (l'amplitude est plus grande en novembre qu'en juillet), au vent (du secteur est pour la première journée et calme pour la deuxième) et surtout aux travaux de dragage réalisés par l'Office National de Pêche dans le Canal de Radès dans l'intervalle des deux journées de mesures.

Il ressort de l'étude SERAH et de l'examen des valeurs des vitesses moyennes enregistrées que ces vitesses sont faibles. Les débits échangés par le Lac Sud de Tunis avec le milieu extérieur sont donc insignifiants et dans tous les cas insuffisants pour créer une circulation importante à l'intérieur du lac et pour assurer un renouvellement minimum et salutaire de ses eaux. La situation est encore plus critique l'été, précisément au moment où le lac en aurait le plus besoin.

Ces mesures ont montré aussi que les échanges, bien qu'ils soient faibles, sont très dépendants de la marée et du vent.

1.1.3. Rappels d'ordre climatique

Comme dans toutes les lagunes peu profondes et en communication avec la mer, l'hydrodynamique du système lagunaire est commandée par deux facteurs essentiels : marées et vents.

a/ Les marées

Les marées agissent directement sur les débits échangés entre le lac et le milieu extérieur. Ces courants de marée contrôlent aussi bien la circulation à l'intérieur du lac, que le temps de séjour moyen des eaux dans la lagune (ou taux de renouvellement).

Ces variations du niveau moyen de la mer se répercutent, évidemment, sur le niveau moyen dans le Lac Sud de Tunis principalement par le Canal de Navigation et ses passes, générant une bonne part des mouvements hydrodynamiques avec une amplitude journalière faible et une amplitude saisonnière plus forte.

b/ Les vents

Ils viennent compliquer le système en superposant leur effet aux mouvements plus amples et plus réguliers des marées. Les vents génèrent directement :

- les principaux courants,
- un faible basculement du plan d'eau assimilé à des seiches, dont l'amplitude est de quelques centimètres, mais qui peuvent initier des mouvements hydrodynamiques non négligeables. Les seiches peuvent être liées également à des différences de pression atmosphérique,
- une agitation du milieu, qui n'est pas sans effet bénéfique au plan biologique sur l'équilibre du milieu (ces effets seront analysés dans la suite du document). Cette agitation par les vagues permet une homogénéisation physique verticale des eaux dans le lac, une aération et une mise en suspension des sédiments du fond. Au droit des passes, le relèvement ou l'abaissement du plan d'eau par le vent influence considérablement les débits échangés avec le milieu extérieur et peut même inverser le courant de marée.

1.1.4. Vitesses d'écoulement et renouvellement des eaux

Deux critères permettent, en effet, de juger du fonctionnement hydrodynamique d'une lagune :

- Le taux de renouvellement des eaux de la lagune, qui est lié aux échanges avec le milieu extérieur.
- Les vitesses des courants et leur homogénéité dans le lac, qui sont liés aussi échanges avec le milieu extérieur mais surtout à la morphologie du lac et à l'emplacement des lieux d'échanges.

Des simulations numériques de l'hydrodynamique actuelle du Lac Sud de Tunis ont été réalisées par SERAH en 1990, à l'aide d'un modèle mathématique. Ce modèle permet, une fois calibré sur des mesures de terrain, de retrouver la variation temporelle des échanges avec le milieu extérieur et la répartition spatiale des vitesses à l'intérieur du lac en fonction des vecteurs de forçage extérieur (marée et vent).

Ces simulations ont montré que, excepté dans les zones très proches des pêcheries, les vitesses de l'eau sont très faibles dans l'ensemble du Lac Sud de Tunis. Sous vent calme, les vitesses sont presque nulles dans les zones sud-est et sud-ouest du lac (Fig. 1.1.4.A) et inférieures à 1 cm/s. La faible profondeur du lac, l'importante rugosité du fond et l'état des berges s'associent alors pour freiner la circulation de l'eau.

Le vent peut créer des tourbillons en plusieurs endroits du lac. Ces tourbillons, qui changent de sens de circulation suivant la direction du vent, sont surtout localisés dans les zones sud-est et sud-ouest de la lagune. C'est en effet à cause des variations de bathymétrie (profil de fond du lac en relation avec la profondeur de l'eau) que le vent génère ces cellules hydrodynamiques.

les figures 1.1.B et C, présentent les champs de vitesse à l'intérieur du lac, ainsi que la localisation de ces tourbillons pour deux vents : 5 m/s du secteur est et 7 m/s du secteur nord-ouest. Ces tourbillons confirment la présence de zones d'eaux mortes, sans échange avec le reste du lac.

Ainsi, sous l'effet uniquement de la marée, les débits échangés à travers les quatre lieux de transfert sont faibles et la variation du niveau de l'eau dans le lac est insignifiante également car la réponse hydrodynamique du lac montre une inertie très lente par rapport aux changements rapides du niveau de la mer. Une stagnation presque totale des eaux a donc été constatée dans la quasi-totalité du lac surtout par vent calme.

Les eaux du lac ne sont pratiquement plus renouvelées actuellement et de ce fait, parler de "temps de séjour" des eaux dans le lac n'a plus de sens, l'expression faisant fondamentalement appel à un renouvellement qui n'existe plus.

En conclusion, au cloisonnement physique du système lagunaire, s'associe aujourd'hui, une hydrodynamique quasiment figée pour le grand malheur hydrobiologique du Lac Sud.

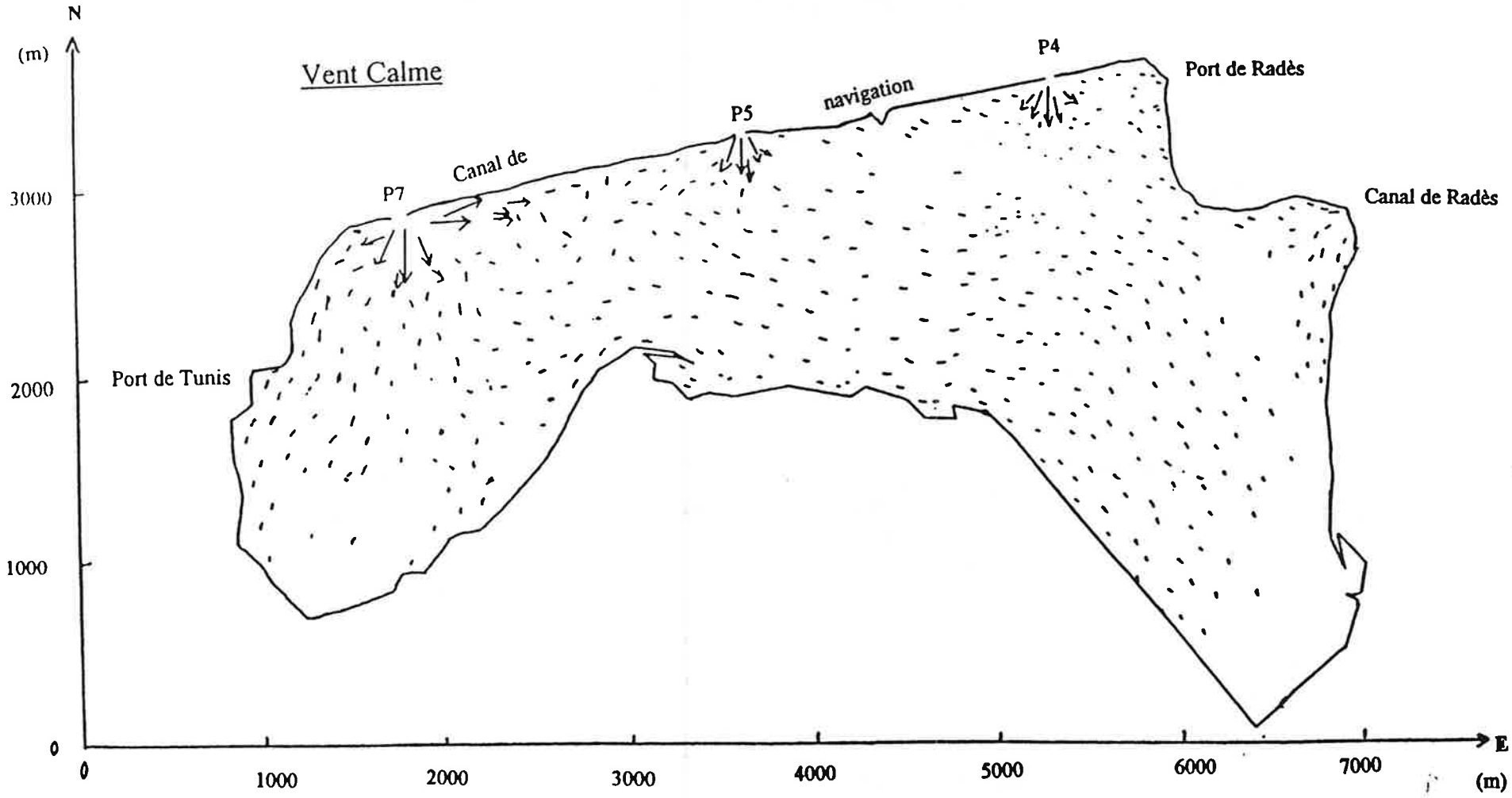


Fig. 1.1.A : Champ de vitesse à l'intérieur du Lac Sud
(Marée haute, vent calme)

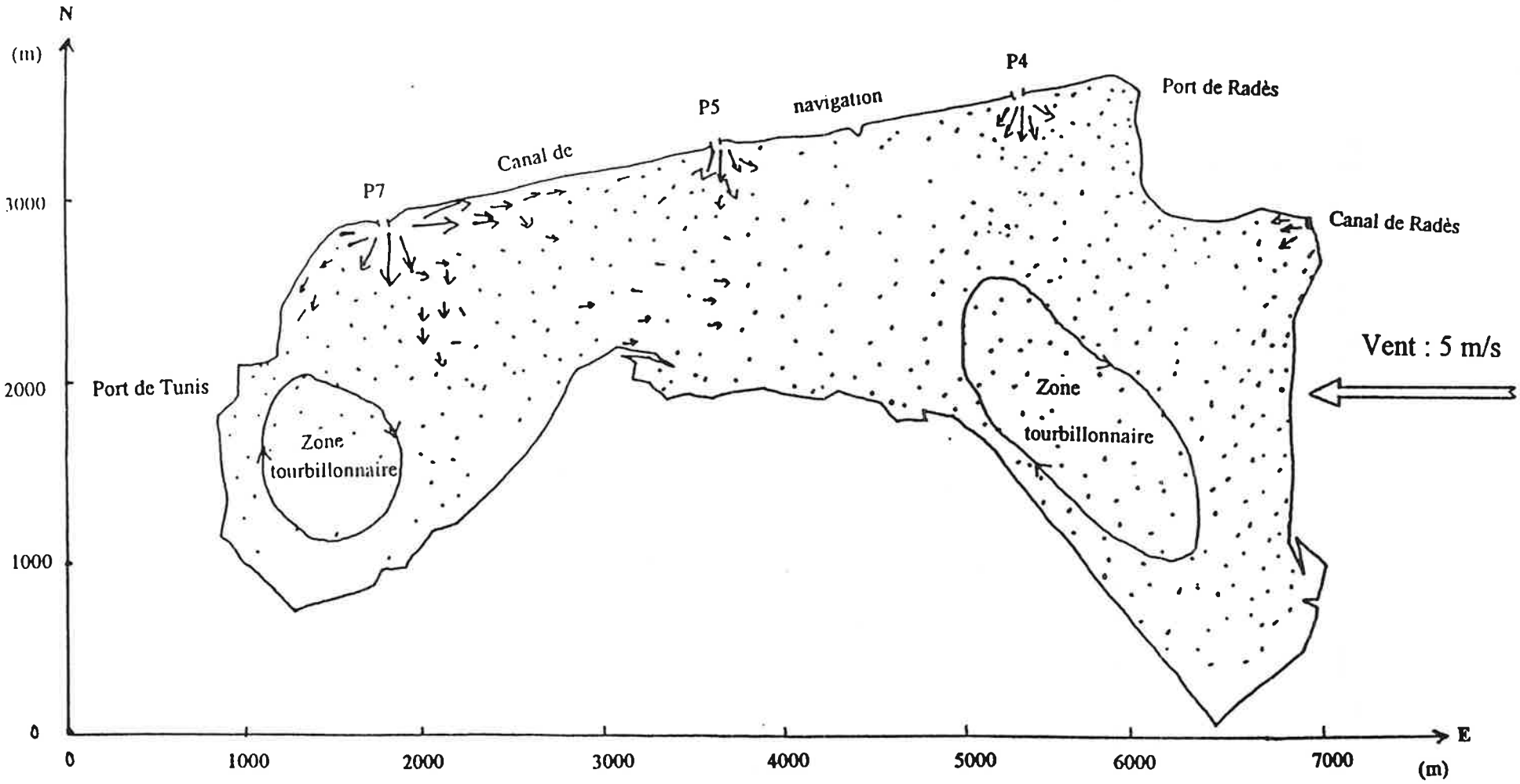


Fig. 1.1.B : Champ de vitesse à l'intérieur du Lac Sud
(Marée haute - Vent de secteur est de 5m/s)

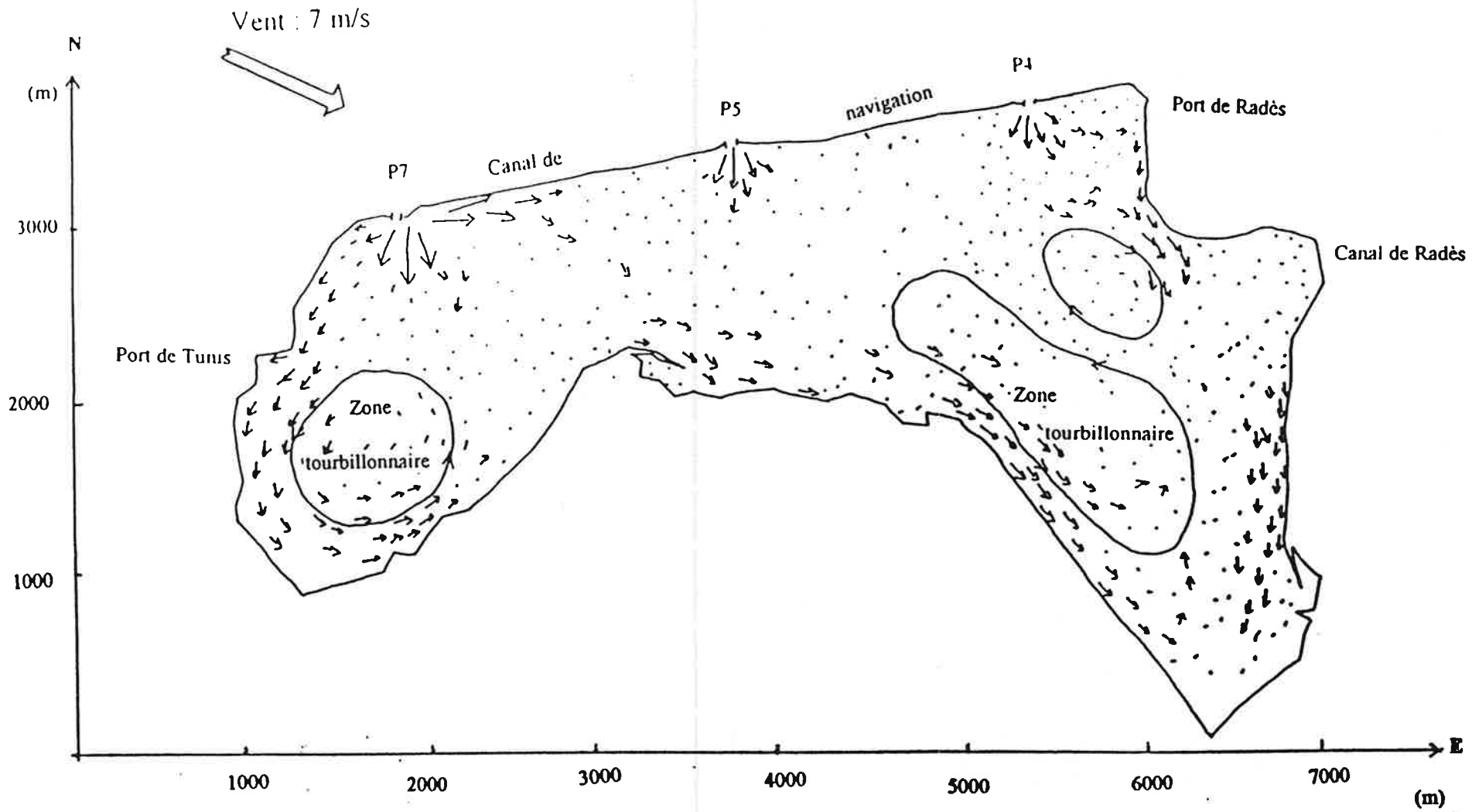


Fig. 1.1.C : Champ de vitesse à l'intérieur du Lac Sud
(Marée haute - Vent de secteur nord-ouest de 7m/s)

1.2. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS : PHASE DE REALISATION

1.2.1. Généralités

a/ Nature de l'impact

Les impacts en phase de réalisation sont sensés être provisoires et ne sont tolérables qu'à ce titre. En l'occurence, pour le projet qui nous interesse cette phase de travaux peut durer de deux à quatre ans. D'où la nécessité d'une extrême vigilance pour que ce qui se dit conserver un caractère provisoire ne se transforme pas en impact de très longue durée pour le système hydrobiologique et les riverains. De ce fait, la limitation des nuisances durant cette phase doit faire l'objet de mesures intégrées au projet suivies pendant le cours des travaux avec beaucoup d'attention.

a/ Approche globale et systématique du concept hydraulique

Le concept hydraulique proposé et analysé dans cette étude d'impact forme un tout cohérent et global qui possède sa logique hydraulique. Ce concept est surement perfectible au niveau du détail, comme toute réalisation ou production humaine. Il ne fait pas de doute que l'impact principal qui pourrait résulter de la phase de réalisation, serait une réalisation partielle des mesures d'aménagement hydraulique. Dès lors, avant tout démarrage, il faut avoir les garanties que les travaux soient bien menés à leur terme, sans hiatus, sans que des tranches de réalisation ne soient différées à des dates ultérieures et sans se satisfaire d'un "à peu près hydraulique".

L'approche systémique définie dans la première partie comme un axe d'orientation théorique (cf. chapitre 3.1) s'applique à l'appréhension d'une part, du système hydrologique complexe (port-lac-canaux-golfe) et d'autre part à l'analyse de la problématique environnementale en présence. D'où la nécessité de concevoir le concept hydraulique dans sa globalité et de mener à bien la phase de réalisation dans tous les compartiments du système hydraulique.

c/ Assainissement du bassin versant

De même que la restauration hydrodynamique et écologique du système port-lac-canaux est un préalable à toute opération d'urbanisme sur les rives et les terre-pleins, l'assainissement du bassin versant du Lac Sud constitue un préalable à toute opération d'aménagement hydraulique.

Les travaux hydrauliques projetées, à l'échelle du système hydrologique, revêtant une très grande ampleur qui va affecter la surface, la forme, la profondeur, le fond, les berges, le volume, les flux, la circulation interne, les modes de communication avec l'extérieur. Tous les compartiments du système seront, d'une façon ou d'une autre, touchés.

Cette action de grande ampleur peut être assimilée à un choc opératoire (même s'il est étalé dans le temps) devant affecter non un organisme en bonne santé, mais un organisme déjà très affaibli de par l'état avancé de dégradation du système actuel.

Il faut s'attendre à ce que les travaux hydrauliques, dans leur première phase, ne se traduisent pas par une amélioration immédiate de l'état sanitaire général, mais par une détérioration momentanée des conditions biologiques, avant que les premiers effets bénéfiques ne se fassent sentir (cf. L'inertie biologique observée au Lac Nord).

Biologiquement, le système ne pourrait pas supporter les effets conjugués d'une persistance de la pollution apportée par le bassin versant (eaux usées, eaux industrielles, eaux pluviales) et le choc généré par les aménagements hydrauliques.

Un désastre écologique (été particulièrement chaud, peu venté et sec, par exemple) engendré, paradoxalement, par des mesures d'assainissement, pourrait avoir en effet, un mauvais impact sur l'Environnement Tunisois.

C'est pour éviter une telle situation que l'ensemble du projet doit être sous-tendu par le respect de ces deux préalables :

- Réaliser l'assainissement du bassin versant avant d'entreprendre les travaux de génie hydraulique
- Réaliser la restauration hydrodynamique et biologique du système port-lac-canaux avant d'entreprendre toute opération urbanistique.

d/ Durée des travaux

Vu la tâche à accomplir, il faut être conscient que les travaux d'aménagement hydraulique risquent de durer trois ou quatre ans (cf. Lac Nord). Dans cette perspective, l'impact de la phase de réalisation hydraulique sur le milieu biologique sera durable. D'où, une fois de plus, la nécessité de réaliser d'abord l'assainissement du bassin versant du Lac Sud.

1.2.2. Risque de détérioration des conditions hydrobiologiques

Lors de l'élargissement des canaux de communication avec la mer et la mise en place des vannes à clapets pour la régulation, la fermeture éventuelle de ces canaux risque d'entraîner une stagnation encore accrue des eaux à l'intérieur du lac et du Port de Tunis. Cette stagnation, parallèlement à la mise en suspension de la vase du fond lors des travaux de dragage du lac et du port, peut amplifier, pendant toute la durée des travaux, la dégradation de la qualité des eaux, le dégagement de mauvaises odeurs et la mortalité de poissons.

1.2.3. Evaluation de l'impact en phase de réalisation

Pour combattre le risque de détérioration des conditions hydrobiologiques du système lagunaire durant la phase de travaux, l'ordre suivant d'enchaînement des phases de restauration doit être scrupuleusement respecté.

a/ Phase 0

L'assainissement du bassin versant du Lac Sud par l'ONAS est considéré comme étant réalisé.

b/ Phase 1

- Elargissement et approfondissement du Canal d'amenée de Radès.
- Aménagement, dans le Golfe de Tunis, de la nouvelle digue d'amenée du Canal de Radès (- 450 m au sud de la centrale).
- Modification de la passe (entre le Lac Sud et le bassin du Port de Tunis au droit de Madagascar), dit "Canal de Tunis".
- Création des conduites de régénération des eaux du port entre le lac et le bassin sud du port.

Ces différentes réalisations créeront les conditions optimales d'évacuation de la pollution par les vases mises en suspension par les travaux de dragage.

c/ Phase 2

Fermeture définitive des passes existantes entre le lac et le Canal de navigation (pêcheries 4,5 et 7).

d/ Phase 3

- Travaux de dragage des sédiments du lac et du port.
- Mise en place des vannes à clapets dans le Canal de Radès, le Canal de Tunis et les deux conduites de régénération lac-port.

Si par nécessité constructive, ces opérations doivent être réalisées à sec, il faut prévoir au niveau des ouvrages des dérivations qui restent opérationnelles durant toute la durée de la mise en oeuvre des vannes à clapets.

Cette nécessité d'un phasage des opérations de restauration qui permet d'assurer un renouvellement continu et minimum des eaux du lac et du port permettra d'éviter des nuisances potentielles qui pourraient s'avérer catastrophiques durant la phase de réalisation qui pourra s'étendre sur trois ou quatre ans.

Cet ordre d'enchaînement des phases de restauration doit être interprété comme une recommandation constructive majeure et devrait faire partie intégrante du projet final au titre de mesure intégrée. Le respect scrupuleux de ce phasage devrait abaisser considérablement le niveau d'impact en phase de construction.

Les impacts en phase de construction, il faut le rappeler, sont particulièrement irrecevables et doivent conserver à tous prix un caractère provisoire.

1.3. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS : ETAT FINAL

1.3.1. Amélioration de l'hydrodynamique générale

La bonne circulation d'eau neuve (temps de séjour des eaux dans le lac, plus ou moins une semaine et dans le port, plus ou moins un mois) aura une résonnance extrêmement favorable sur la qualité des eaux, celle des sédiments (à la longue) la faune, la flore. Impact très positif en tous points.

1.3.2. Evolution vers une marinisation du système lagunaire

Le lac va retrouver une noblesse que la pollution lui avait spolié. De l'oxygène dissous, de la clareté, des algues supérieures, des poissons marins seront à verser au compte de sa marinisation. Impact extrêmement positif.

1.3.3. Image hydraulique de l'état final

Compte tenu de l'état actuel du système hydrobiologique et de l'ampleur des travaux, l'état final attendu devrait se situer, en toute logique, aux antipodes de ce qu'il est loisible d'observer actuellement.

Cette différence qualitative entre état initial et état final devrait être encore plus marquée qu'au Lac Nord, l'état de dégradation étant en l'occurence plus accentué au Lac Sud.

Le projet hydraulique est bien plus ambitieux que de vouloir faire "du neuf avec de l'ancien". Dans la mesure où tous les compartiments hydrauliques actuels vont subir, sans exception, des transformations profondes, les aménagements devraient donner naissance à un système hydraulique lagunaire nouveau.

1.3.4. Evaluation de l'impact global

Malgré l'emprise de 750 ha qui constitue un impact fort, le retour à la vie, dans quelques années, du système hydrobiologique actuel par sa marinisation, doit être interprété au plan de sa restauration hydrodynamique et écologique comme des impacts fondamentalement et extrêmement positifs à verser au bénéfice des initiateurs du projet.

1.3.5. Impacts négatifs

Il faut remarquer que tous les impacts négatifs qui suivent sont liés à des travaux de restauration indispensables au réaménagement du système qui lui est globalement très positif. En fait, ces impacts retentissent sur d'autres domaines de l'environnement. Essentiellement sur les milieux naturels.

a/ <u>Une perte brute de surface</u>

Des 1500 ha actuels, le projet ramène le Lac Sud à environ 700 ha. La restauration du lac va lui coûter la moitié de sa surface. Il s'agit là d'un impact non négligeable. Cette perte de surface est le résultat de simulation mathématique. On peut se demander si la loi des chiffres et des modèles mathématiques justifiait une telle amputation.

b/ <u>Une forme artificielle</u>

Là encore, les simulations mathématiques aboutissent à une forme "optimale" justifiée au plan hydraulique. On peut regretter les particularités morphologique de l'état initial et regretter qu'en y gagnant en fluidité le lac y perd en originalité. Cette question sera abordée en détail au chapitre traitant des paysages (cf. chapitre 3.6).

c/ Risque lié à l'approfondissement du lac pour l'avifaune

Il faut être clair, si le lac est uniformément dragué à -2,21 N.G.T, il faut accepter l'idée de la disparition des flamants roses, puisque ceux-ci aiment poser leur pattes d'échassier sur des fonds immergés de 50 à 60 centimètres. Cette question sera abordée au chapitre concernant l'avifaune (cf. chapitre milieux naturels, point 4.2.2.).

d/ Artificialisation des rives par la création de berges artificielles

Pour des raisons hydrauliques (cf. Deuxième partie chapitre 2.2.3., figure 2.2.C.) et afin d'obtenir "une circulation uniforme à l'intérieur du lac, sans stagnation des eaux", il est prévu d'artificialiser les nouvelles rives rectilignes. Le lac original perd du même coup une de ses caractéristiques morphologiques qui est presque partout, une beine lacustre en pente douce. Cet aménagement soulève des questions qui, là encore se rapportent aux milieux naturels. La question sera vue au chapitre milieux naturels, point 4.2.3.

e/ Risque lié au transport et à l'entreposage des sédiments

S'il s'avérait que certains sédiments dragués se révèlent particulièrement pollués (métaux lourds), l'action de les prélever au fond du lac et de les entreposer sur des berges, outre le fait de transférer une pollution, n'aurait-elle pas des effets extrêmement nocifs en fonction de la destination de ces nouvelles loges ou aires gagnées sur le lac (terrains de sport, lieux de promenade, zones naturelles) ?

La question sera abordée au chapitre eaux et sédiments, point 3.2.1 qui a trait à l'écotoxicologie des eaux et des sédiments.

f/ Risque de sédimentation alluvionnaire marine par les courants et la digue en mer du Canal de Radès

Cette nouvelle digue déplacée d'environ 500 m vers le sud de la centrale de la STEG et longue de 840m en mer, ne risque-t-elle pas de venir contrarier les courants côtiers du Golfe de Tunis dans ce secteur, modifiant la direction des dépôts d'alluvions et perturbant les plages avoisinantes. Cette question sera abordée au chapitre traitant des mesures complémentaires.

g/ Risque pour l'écoulement hydraulique dans le secteur du plan d'eau des grandes voiliers

Selon l'importance, l'orientation ou le déploiement des infrastructures d'accueil des grands voiliers (ceux qui ne peuvent passer sous le pont de Madagascar), môles, estacades, pontons, points de fixation, l'écoulement dans le goulet compris entre la rive est de la presqu'île de Madagascar et la berge sud du Canal de Navigation pourrait être contrarié jusqu'à perturber tout le schéma hydraulique d'évacuation des eaux du lac.

Cette question sera abordée au chapitre traitant des mesures complémentaires.

h/ Risque potentiel lié à un mauvais entretien des vannes à clapet

Compte tenu du rôle qu'elles endossent dans la régulation hydraulique, leur mauvais entretien pourrait se révéler catastrophique pour l'hydrodynamique, d'autant plus qu'elles seront nombreuses au Lac Sud.

1.4. MESURES COMPLEMENTAIRES ET D'ACCOMPAGNEMENT

1.4.1. Etude hydraulique et de faisabilité économique : Dérivation du Canal de Ceinture Nord

Il a été fait de l'assainissement général du Lac Sud (eaux domestiques, industrielles, pluviales) un préalable à toute opération de restauration. Dans ce cadre et très rapidement va se poser la question cruciale de l'arrivée périodique et massive d'eaux de ruissellement collectées par le Canal de Ceinture du Lac Nord qui se déversent dans le Port de Tunis. En plus de la pollution amenée par les eaux de ruissellement, pollution de plus en plus importante suite au développement de l'urbanisation et des activités, le Canal de ceinture est en communication avec le réseau unitaire du centre ville. Ceci représente un risque d'amenée temporaire d'eau usées dans le Port de Tunis consécutive a un mauvais fonctionnement, toujours possible, de l'une ou l'autre conduite du réseau unitaire.

Cette situation persistante de pollution du port s'avère incompatible avec l'exercice de la plaisance (cf. manifestation des véliplanchistes durant les jeux olympiques, en baie de Barcelone, dans une situation similaire).

Le débouché du Canal de Ceinture Nord dans le Port de Tunis doit être déplacé vers l'Est, dans le Canal de Navigation, là, où sa section se ressert et où un flux plus tendu emporte et disperse les eaux sales vers le Port de Radès et le Golfe, sans risque de retour en arrière, dans les bassins du port de plaisance.

1.4.2. Proposition d'amélioration de la qualité biochimique des eaux du bassin principal du Port de Tunis

Il y a de forte chance pour que les premiers aménagements de plaisance se développent dans le bassin principal du port. Il est suffisamment grand pour recevoir des infrastructures conséquentes d'acceuil des bateaux de plaisance et surtout il présente une géométrie particulièrement adaptée à ce type d'aménagement de plaisance avec deux quais qui se font face.

Au plan hydraulique, il se trouve que ce bassin est situé légèrement à l'écart du flux engendré par les deux conduites situées au bout du bassin minéralier et qui orientent un lent écoulement vers la zone tampon et le Canal de Navigation.

Les deux angles du quai ouest du bassin principal risquent d'emprisonner des eaux sujettes à un très faible renouvellement. Il faut rappeler que le taux moyen de renouvellement des eaux du port est de 30 à 40 jours, mais compte tenu de la morphologie assez complexe du port, principalement, celle du bassin principal et du bassin des voiliers, certaines zones d'eau morte pourraient se développer. Le risque est d'autant plus fâcheux que le quai ouest du bassin pourrait bien être le quai le plus fréquenté par les promeneurs et, bien sur, les plaisanciers.

Pour remédier à cet état de chose qui pourrait avoir un impact déplorable pour le projet en général, la mesure suivante est proposée :

Outre, les moyens gravitaires qui vont permettre l'alimentation en eau fraîche du port par les deux conduites débouchant dans le fond du bassin minéralier, il pourrait apparaître opportun, sinon nécessaire de doubler ce système par des moyens de pompages.

De tels moyens permettraient de capter des eaux fraîches dans le lieux les plus propices pour leur qualité biochimique (le lac, par exemple ou le débouché directe des deux conduites dans le bassin minéralier) et de les injecter avec une certaine pression, par l'entremise d'une pompe, dans les angles du port les moins renouvelés et principalement les deux angles du quai ouest du bassin principal. Des bouches d'injection placées en ces deux lieux et à divers niveaux (-2m, -4m et -6m, sous la surface du niveau moyen) seraient particulièrement efficientes pour assurer un renouvellement et un brassage particulièrement salutaire.

1.4.3. Proposition d'évitement du dragage des sédiments du Port de Tunis

Cette proposition doit être prise comme une mesure d'accompagnement du projet. Le bassin principal du port avait été creusé initialement à un niveau de -10m NGT. Avec le temps, et une pollution croissante, les dépôts de toute sorte accumulés ont fait remonter les fonds à environ -5m NGT.

Cette profondeur héritée est encore suffisante pour l'exercice de la plaisance, seuls quelques très grands navires ont un tirant d'eau supérieur, de sorte que le dragage du port, qui va en augmenter le volume et retarder le renouvellement des eaux, ne s'avère pas être une condition indispensable à la transformation de sa vocation commerciale en port de plaisance.

Seule une reconnaissance biochimique des fonds, permettraient d'apprécier si leur composition n'implique pas l'exécution de travaux de dragage, non pour en augmenter la profondeur, mais bien pour neutraliser des pollutions éventuelles réactivées par un afflux d'eau neuve, fraîche et d'avantage oxygénée.

Des certitudes sur l'inocuité des sédiments, rapport à leur composition chimique, pourrait éviter un dragage de grande ampleur et particulièrement onéreux.

1.4.4. Compléments d'études hydrauliques

a/ Secteur des bassins du Port

L'Etude de la restauration du Lac Sud de Tunis effectuée par SERAH-SOTINFOR (Rapport général Décembre 1991) a retenu que les eaux pluviales qui se déversent actuellement dans le Lac Sud soient collectées et déviées vers le Golfe de Tunis et vers le **Port de Tunis**, ce qui correspond au schéma N°2 de l'Etude de l'ONAS : Etude d'Actualisation du Plan Directeur d'Assainissement du Grand Tunis.

En phase finale le Port de Tunis recevra les eaux du Canal Lac Nord et les arrivées des collecteurs Hached, Moncef Bey, Sidi El Béchir et El Ouerdia .. soit une bonne partie des bassins versants de la ville de Tunis.

L'Etude SERAH - SOTINFOR (Rapport rejet terrestres de Décembre 1989) note "les eaux pluviales transportent lors des premiers flots d'orage des matières en suspension et des matières organiques dissoutes, ces éléments promènent des espaces non revêtus pour lesquels un ravinement et un entraînement restent toujours possible. Des éléments de poussières, détritus, divers huiles et graisses peuvent être aussi entraînés à partir des superficies revêtues, surtout que les zones sud de Tunis sont caractérisées par les faibles revêtements de surface, l'abondance des dépôts de détritus et déchets divers, l'existence de rejets industriels dans les réseaux d'eaux pluviales ainsi que l'existence en quantité d'importantes zones d'entreposage de pondéreuse pouvant être entraînés par les eaux de ruissellement".

L'Etude de SIRUS "Aménagement du Site du Port de Tunis" a évalué le volume de l'orage décennal à environ 25% du volume du Port (2,2 Million de m^3) et a pris comme hypothèse le renouvellement des eaux du Port tous **les deux jours**.

L'Etude conclue que le renouvellement dans le bassin du Port reste néanmoins la pierre angulaire de toute amélioration de la qualité des eaux du plan d'eau.

Or l'Etude Hydraulique réalisée par monsieur Moussa a finalement adopté le renouvellement des eaux du Port de Tunis par les eaux du Lac Sud à travers deux conduites de diamètres 1,750 mètres chacune permettant ainsi d'assurer le renouvellement des eaux du Port en 30 jours au lieu des 2 jours considérés dans l'Etude SIRUS.

PREMIERE CONSTATATION :

Rythme de renouvellement des eaux du Port nettement plus lent d'où risque de pollution plus grand.

DEUXIEME CONSTATATION :

L'Aménagement du Port de Tunis en Port de Plaisance entraînera l'installation d'ouvrages dans les bassins (pontons, points d'encrage des pontons). Ces ouvrages que la présence de plusieurs centaines de bateaux seront ainsi des obstacles à l'acheminement de tous les détritus et déchets divers transportés par les eaux pluviales et déversés dans les bassins du Port.

EN CONCLUSION :

La cadence de renouvellement des eaux du Port en 30 jours, le rejet dans le Port d'une grande partie des eaux pluviales de Tunis, l'équipement des bassins pour la plaisance et la présence de plusieurs centaines d'embarcation sont à prendre en considération dans l'Etude de la Transformation du Port de Commerce en Port de Plaisance déjà engagé par la SEPTS.
L'Etude devra répondre si le déversement des eaux pluviales dans le Port est compatible avec la qualité requise des eaux du Port de Plaisance et si le système de renouvellement préconisé permet d'éviter la présence de zones d'eau stagnante dans les angles des bassins particulièrement au niveau de grand bassin central.

L'extrémité ouest du lac, au niveau du Canal de Tunis, revêt une importance hydraulique aussi prépondérante que le Canal d'amenée de Radès. Les eaux du lac s'évacuent par le canal de Tunis (cf. figures 2.2.H et 2.2.J) avant d'emprunter le chenal du Canal de Navigation.

Si ce plan d'eau des grands voiliers doit se construire, il faut garder une largeur minimale de 100 mètres dépourvue de toute infrastructure portuaire (digues, pontons, points d'ancrage des pontons) pour faciliter l'évacuation des eaux du lac. Puisque la largeur du canal de sortie des eaux du lac serait de 50 mètres, une largeur libre de 100 mètres serait suffisante pour faciliter la circulation et l'évacuation de ces eaux vers le Canal de Navigation.

Notons que ce plan d'eau a actuellement une largeur d'environ 200 mètres, et nous pensons que les infrastructures portuaires ne dépasseront jamais les 100 mètres.

Dans le cas où cette largeur libre devrait être limitée à moins que 100 mètres, pour une raison quelconque (extension importante du port des grands voiliers, réduction de la surface du plan d'eau pour des constructions supplémentaires sur les berges...), un test spécifique complémentaire sur le modèle hydraulique existant serait necessaire en vue de vérifier le bon fonctionnement hydraulique du secteur.

b/ Secteur de la digue du Canal de Radès

Le Lac Sud de Tunis communiquera avec le milieu extérieur par : (fig2.3)

* **Le Canal d'Amenée de Radès**

Il lie le Lac Sud au Golfe de Tunis et assurera la prise d'eau en mer. Il sera recalibré à la côte -3.41 mètres NGT et aura une largeur de 50 mètres. Coté mer, l'extrémité du canal sera déplacée vers le sud de 450 mètres environ à partir du canal actuel. L'entrée du canal sera protégée par deux digues s'avançant en mer, sur une longueur d'environ 840 mètres, pour assurer la ligne bathymétrique -3.41 mètres NGT. Longueur totale du canal d'amenée sera de 1800 mètres (fig2.2.E : Schéma d'entrée du Canal de Radès).

Etant donné que les vagues de tempêtes, dans la zone de Radès, proviennent pour l'essentiel du secteur Nord à Est, la digue Nord du canal sera légèrement plus longue que la digue Sud et sera arrondie vers le sud pour limiter la pénétration de ces vagues dans le canal. Ces digues en mer du canal ont été positionnées et dimensionnées en vue d'éviter principalement :

* **L'accès des sédiments**

Le courant dominant étant Nord-Sud, les sédiments risqueraient en effet d'ensabler le Canal de Radès, de limiter en conséquence le débit d'eau de mer rentrant dans le lac et donc d'augmenter le temps de séjour des eaux dans lac, altérant ainsi la restauration du Lac Sud.

* **L'accés des eaux chaudes**

L'accès des eaux chaudes de la centrale éléctrique de Radès au Lac Sud risquerait de provoquer la pollution du lac et de générer ainsi des crises écologiques.

La forme proposée des digues en mer du Canal de Radès et décrite plus haut (deux digues s'avançant en mer sur une longueur de 840 mètres environ (fig2.2.E), présente au moins quatre avantages essentiels vis à vis d'un tracé qui épouserait le tracé actuel du Canal de Radès. Ces avantages sont les suivants :

L'éloignement de la zone de rejet de la centrale électrique de Radès. Même après les extensions prévues par la STEG, l'écart thermique maximum sera en effet inférieur à 1° C à proximité de ce canal et ce même si le rejet de la centrale électrique sera guidé en mer perpendiculairement à la côte.

* La protection du Canal de Radès contre tout risque d'ensablement

* L'éloignement de la zone d'évolution future du rivage une fois le canal réalisé, telle que présenté sur la fig.2.2.E.

- Le tracé courbe du canal entre la mer et les vannes à clapet permettent une réduction progressive de la Houle, d'où un calage de la crête des digues de protection du canal qui sera en fonction de l'amortissement de l'onde de la houle.

  Ces digues en mer ainsi que les berges du canal seront aussi protégées contre la houle et l'affouillement par des enrochements.
  Ce canal aura une forme trapézoïdale, avec des talus de pente 2/1 en mer et 2.5/1 en terre, ce qui donnera une largeur au fond de 42.5 Mètres.
  Il est certain que comme tout ouvrage qui s'avance en mer, s'il protège la passe d'entrée le canal en mer aura des effets sur la côte voisine. La plage immédiate au Nord du Canal aura tendance à s'engraisser et la plage située au sud à savoir la plage naturelle de Radès aura tendance à se dégraisser.
  L'étude de la restauration du Lac Sud considère au niveau de l'équilibre dragage-remblais la possibilité d'utiliser le sable de dépôt issue du dragage du Port de Radès et qui se trouve au Nord du Canal.
  L'importance d'un tel ouvrage sur la qualité et la durée de la régénération des eaux du lac et la protection des plages limitrophes impose qu'une étude complémentaire soit entreprise en vue d'optimiser l'emplacement et la forme des ouvrages en mer en fonction du dragage éventuel d'une partie des remblais issus de la réalisation du Port de Commerce de Radès et de la position finale de la passe de sortie des eaux réchauffées de la centrale électrique de Radès.

Mesure prise en accord avec l'ANPE

Cette solution est abandonnée au profit du maintien du canal existant après son recalibrage. La STEG réalisera les travaux nécessaires (digues étanche ...) pour protéger le canal contre les eaux de la tâche chaude. L'ANPE veillera à la bonne mise en oeuvre de la solution retenue d'un commun accord entre la STEG et la SEPTS.

L'éloignement de la zone de rejet de la centrale électrique de Radès. Même après les extensions prévues par la STEG, l'écart thermique maximum sera en effet inférieur à 1°C à proximité de ce canal et ce même si le rejet de la centrale électrique sera guidé en mer perpendiculairement à la côte.

* La protection du Canal de Radès contre tout risque d'ensablement

* L'éloignement de la zone d'évolution future du rivage une fois le canal réalisé, telle que présenté sur la fig 2.2.E.

- Le tracé courbe du canal entre la mer et les vannes à clapet permettent une réduction progressive de la Houle, d'où un calage de la crête des digues de protection du canal qui sera en fonction de l'amortissement de l'onde de la houle.

Ces digues en mer ainsi que les berges du canal seront aussi protégées contre la houle et l'affouillement par des enrochements.
Ce canal aura une forme trapézoidale, avec des talus de pente 2/1 en mer et 2.5/1 en terre, ce qui donnera une largeur au fond de 42.5 mètres.
Il est certain que comme tout ouvrage qui s'avance en mer, s'il protège la passe d'entrée le canal en mer aura des effets sur la côte voisine. La plage immédiate au Nord du Canal aura tendance à s'engraisser et la plage située au sud à savoir la plage naturelle de Radès aura tendance à se dégraisser.
L'étude de la restauration du Lac Sud considère au niveau de l'équilibre dragage-remblais la possibilité d'utiliser le sable de dépôt issue du dragage du Port de Radès et qui se trouve au Nord du Canal.
L'importance d'un tel ouvrage sur la qualité et la durée de la régénération des eaux du lac et la protection des plages limitrophes impose qu'une étude complémentaire soit entreprise en vue d'optimiser l'emplacement et la forme des ouvrages en mer en fonction du dragage éventuel d'une partie des remblais issus de la réalisation du Port de Commerce de Radès et de la position finale de la passe de sortie des eaux réchauffées de la centrale éléctrique de Radès et préconiser les mesures d'accompagnement pour la protection des plages avoisinantes particulièrement au niveau de l'interruption du transit sédimentaire le long de la plage de Radès. L'étude devra notamment :

1. Minimiser l'impact négatif de cet interruption et évaluer l'intervalle de valeurs plausibles pour le transit littoral et le sens du transit.
2. Définir les moyens pour remédier à une érosion à terme de la côte sud de la passe d'entrée.
3. Préconiser les actions de suivi pour la mesure de l'évolution de la côte.

c/ Aménagement du plan d'eau des grands voiliers

L'extrémité Ouest du lac, au niveau du Canal de Tunis, revêt une importance hydraulique aussi prépondérante que le canal d'amenée de Radès. Les eaux du lac s'évacuent par le Canal de Tunis (cf: figures 2.2.H et 2.2.J) avant d'emprunter le chenal du Canal de Navigation.

Le projet d'urbanisme prévoit, le long de la rive de la presqu'île de Madagascar, un plan d'eau des grands voiliers où devrait s'ancrer (si le Pont de Madagascar est construit) les navires de plaisance les plus grands. Ce plan d'eau des grands voiliers par ses infrastructures, digues, pontons et points d'ancrage des pontons ne doit en aucun cas perturber ou contrarier le flux sortant du lac, sous peine de voir un des maillons principaux du système hydraulique, perdre ses fonctions et hypothéquer l'ensemble du système.

Si ce plan d'eau des grands voiliers doit se construire, il faut garder une largeur minimale de 100 mètres dépourvue de toute infrastructure portuaire (digues, pontons, points d'ancrage des pontons) pour faciliter l'évacuation des eaux du lac. Puisque la largeur du canal de sortie des eaux du lac serait de 50 mètres, une largeur libre de 100 mètres serait suffisante pour faciliter la circulation et l'évacuation de ces eaux vers le Canal de Navigation.

Notons que ce plan d'eau a actuellement une largeur d'environ 200 mètres, et nous pensons que les infrastructures portuaires ne dépasseront jamais les 100 mètres.

Dans le cas où cette largeur libre devrait être limitée à moins que 100 mètres, pour une raison quelconque (extension importante du port des grands voiliers, réduction de la surface du plan d'eau pour des constructions supplémentaires sur les berges...), un test spécifique complémentaire sur le modèle hydraulique existant serait necessaire en vue de vérifier le bon fonctionnement hydraulique du secteur.

1.4.5. Mesures d'entretien des vannes à clapets

Il est inutile de rappeler le rôle majeur que remplissent ces vannes pour le bon fonctionnement du système hydraulique. Au Lac Sud, elles seront beaucoup plus nombreuses qu'au Lac Nord. C'est pourquoi, un contrat d'entretien régulier doit être conclu avec une entreprise spécialisée afin d'entretenir les parties mécaniques mobiles et les débarrasser des corps solides qui pourraient gêner leur bon fonctionnement.

1.4.6. Proposition de convention sur les modalités de pêche dans le système assaini

Il s'agit d'une proposition d'accompagnement du projet. Après l'analyse de l'état initial, la preuve a été faite de l'effet désastreux des filets fixes et du blocage des pêcheries sur le fonctionnement hydrodynamique du lac. Dans les passes et le plein-lac, ces deux formes de pêches doivent être absolument proscrites.

L'Office National de la Pêche parait être le plus à même de faire respecter cette recommandation qui mériterait d'être juridiquement épaulée par décret et appuyée par une convention avec les pêcheurs.

Toute autre forme de pêche ne pose pas de problème (voir chapitre 8.1. consacré à la pêche).

1.4.7. Proposition de suivis analytiques

Il s'agit d'une proposition d'accompagement. La meilleure façon et la plus simple de mesurer les impacts positifs de l'amélioration générale du système hydrobiologique est l'oeil humain.

L'oeil le plus exercé, bien qu'empirique, pourrait être celui de pêcheurs professionnels raisonnables et conscients liés par une convention de pêche extrêmement précise à l'ONP.

L'autre solution est constituée par des suivis analytiques - Méthodes plus objective mais moins conviviale -

Il est absolument nécessaire, tout comme au Lac Nord, de mesurer et suivre dans le temps les paramètres les plus sensibles de l'amélioration du système, soit : les paramètres écotoxicologiques, bactériologiques et floristiques.

Un contrat de suivi analytique avec un laboratoire et l'université de Tunis doit être conclu. Les résultats pourraient être publiés dans la grande presse, afin de sensibiliser le public et donner lieu à des publications scientifiques.

1.5. BIBLIOGRAPHIE

1. Etude d'aménagement du Lac Sud de Tunis - Rapport d'assainissement.
   SERAH, Décembre 1989.
2. Etude d'aménagement du Lac Sud de Tunis - Note sur le modèle mathématique.
   SERAH, Juin 1990.
3. Etude d'aménagement du Lac Sud de Tunis - Rapport hydraulique.
   SERAH, Août 1990.
4. Etude d'aménagement du Lac Sud de Tunis - Rapport écologique.
   SERAH, Mars 1991.
5. Etude d'aménagement du Lac Sud de Tunis - Rapport de synthèse.
   SERAH, Mars 1991.
6. Etude d'aménagement du Lac Sud de Tunis - Avant projet détaillé - Rapport hydraulique.
   SERAH, Juillet 1991.
7. Aménagement du site du Port de Tunis - Rapport préliminaire.
   SIRUS, Octobre 1991.
8. Etude d'aménagement du Lac Sud de Tunis - Rapport général.
   SERAH, Décembre 1991.
9. Note sur l'hydrodynamique d'une nouvelle variante d'aménagement du Lac Sud de Tunis.
   SEPTS, Mai 1992.
10. Note de calcul de conduites entre le Lac Sud et le Port de Tunis.
    SEPTS, Juin 1992.
11. Turbulence et circulation générées par le vent dans les systèmes aquatiques peu profonds - Application au Lac de Tunis. Thèse de doctorat de l'I.N.P. Toulouse, Avril 1986 - Mahmoud MOUSSA.
12. Etude de l'hydrodynamique du Bassin de Thau par modélisation mathématique. I.M.F. Toulouse et BCEOM-France, 1987.
13. L'Hydrodynamique du Lac de Tunis après aménagement. Mémoire de D.E.F., Fac. Sciences de Tunis, 1988 - M. Rafik BEN CHARRADA.

2. ASSAINISSEMENT

2.1. GENERALITES

2.1.1. Contexte général

L'urbanisation grandissante qui fait croître le nombre d'habitants, donc arithmétiquement le besoin en eau, mais également l'élévation du niveau de vie associé à des habitudes de consommation moderne (douche, bains, piscine, lavage des autos, vaisselle et linge à la machine) font croître exponentiellement les besoins en eau potable et par conséquent les rejets domestiques.

L'urbanisation se traduit aussi physiquement par la couverture et l'imperméabilisation (toits, terrasses, bâtiments industriels, parkings, réseau routier) d'hectares et d'hectares de terrains autrefois dévolus à l'agriculture où l'infiltration des eaux météoriques s'opérait naturellement dans le sol et le sous-sol avant de rejoindre les nappes profondes.

Ces eaux collectées, issues de ces surfaces imperméables, rejoignent les réseaux d'eau pluviales lorsqu'ils sont séparatifs ou les réseaux unitaires d'eaux usées. Dans les quartiers où l'assainissement a été planifié, ces eaux rejoignent les STEP, ailleurs elles se déversent dans le Lac Sud et le Port de Tunis.

Non seulement les quantités de rejets augmentent considérablement mais leur qualité s'est également profondément modifiée. Les ménages rejettent des eaux de plus en plus chargées en polluants minéraux, phosphates et nitrates, principalement. L'industrie, quant à elle émet en masse dans l'environnement des polluants liquides de toutes natures, hydrocarbures, solvants, métaux lourds, pollutions organiques, pour ne citer que les principaux, autrement plus préoccupants que la pollution des ménages.

Les eaux pluviales, en milieu urbain, qui lessivent les toits, les trottoirs et les chaussées concentrent, outre les détritus solides plastique et papiers, toutes les pollutions de la ville dont celle liée à la circulation automobile; hydrocarbures (huile, essence) et métaux lourds (poussières de freins, usure des véhicules). Dans ces circonstances, on peut présumer, même en l'absence d'analyse que les premiers mètres cubes qui arrivent au Lac Sud après un gros orage, sont des eaux fortement polluées.

Si l'on se réfère à l'évolution constatée dans les pays très développés, rien ne laisse supposer dans les années à venir que ces tendances s'inversent dans le contexte de développement de la Tunisie actuelle, en proie à une industrialisation et une urbanisation intenses.

Si la Tunisie, à l'instar d'autres pays développés, rencontre autant de difficulté à traiter ses problèmes de pollution à la source qui font référence à des choix fondamentaux de type de société et de mode de développement, au moins a-t-elle pris à bras le corps les problèmes de son assainissement, donc du traitement de la pollution à la source.

2.1.2. Contexte de l'étude

Le rôle dévolu au Lac de Tunis et au port de commerce a été pendant longtemps de constituer l'exutoire des rejets en provenance des agglomérations environnantes. De part leur situation géographique, le lac et le port constituent un "exutoire naturel" des eaux en provenance de la quasi totalité des bassins versants de l'actuel Grand-Tunis.

On a donc assisté, au cours de ces dernières decennies à une utilisation abusive de ces milieux. en effet, ils ont constitué pratiquement un dépotoire de résidus en tous genres:

- Pour résorber les insuffisances des réseaux unitaires d'assainissement,
- Comme bassin tampon pour la réception des rejets domestiques et industriels avant qu'ils ne parviennent au golfe de Tunis,
- Comme réceptacle à pratiquement toute les eaux de ruissellement du Grand Tunis,
- Et enfin, comme dépotoire de déchets solides accumulés sur les berges.

La restauration du Lac Sud vise à l'assainissement général du plan d'eau pour lui redonner une qualité suffisamment attractive et enrayer toutes nuisances visuelle ou olfactive. Parmi les conditions à satisfaire, pour atteindre cet objectif, est la maîtrise des apports extérieurs au lac et notamment l'élimination des rejets d'eaux usées industrielles ou domestiques.

Rappelons enfin, que les mesures d'assainissement de l'ONAS constituent un préalable au démarrage des travaux d'aménagement hydraulique du projet.

2.1.3. Méthodologie

Le présent chapitre est consacré à l'étude des infrastructures d'assainissement dans la zone d'influence du projet. Il faut remarquer que l'assainissement ne constitue pas un domaine de l'environnement au même titre que la flore, les paysages, etc. Il s'agit en fait d'une contrainte d'aménagement qui permet la préservation environnementale des milieux naturels et humains.

Au sud de Tunis, cette contrainte prend la forme d'un très vaste projet à la charge de l'ONAS qui vient, parallèlement au projet analysé dans cette étude, apporter une contribution significative à l'amélioration du cadre et de la qualité de vie du sud de l'agglomération. En conséquence, le plan de ce chapitre differera de celui utilisé pour les domaines de l'environnement.

Outre la réorganisation de l'ensemble urbain de Tunis Sud et la valorisation du site de l'actuel port de commerce, l'objectif principal du projet est d'enrayer les séquelles d'une utilisation abusive du Lac et du Port de Tunis comme réceptacle d'eaux usées de différentes natures et d'eaux de ruissellement. Pour cela, l'aménagement du Lac Sud et du port pose la condition préalable de la maîtrise totale des rejets dans les bassins d'apport. On se préoccupera donc ici d'évaluer, après un diagnostic rapide de la situation actuelle, les mesures prises pour assurer cette maîtrise des rejets et de leur gestion, de façon à minimiser leurs impacts.

- Une première analyse de la situation nous porte à distinguer, deux ensembles principaux:
- Le Lac Sud lui-même, qui sert actuellement de milieu récepteur aux rejets industriels en provenance des banlieues Sud de Tunis, ainsi qu'à une partie des eaux pluviales de cette région.
- Le port qui est utilisé comme milieu récepteur d'eaux pluviales en provenance du réseau de la ville de Tunis. Il constitue également le débouché du Canal de Ceinture du Lac Nord.

En plus de l'assainissement des nouveaux ensembles urbains, qui verront le jour sur les berges, on étudiera les problèmes relatifs à :

- la collecte, le prétraitement, le transport, le traitement final et le rejet des eaux usées industrielles des zones de Djebel Jelloud, Ben Arous, Mégrine et Rades,
- la collecte, l'écrêtement et le rejet des eaux pluviales en provenance des bassins versants des zones de Djebel Jelloud, Kabaria, Ben Arous, Mégrine, Bir El Kassaa et Rades en partie,
- eaux pluviales déversées dans le port à partir du Canal de Ceinture du Lac Nord ou directement dans le bassin du port à partir du réseau du centre ville.

2.1.4. Présentation des études

Les études qui ont abordé le problème de l'infrastructure d'assainissement, dans la zone d'influence du projet, sont les suivantes:

a/ Etude d'actualisation du plan directeur d'assainissement du Grand Tunis - SERAH 1993

Ce plan réactualisé vient d'être rendu public dans le courant de l'année 93 (1ère version 1974, 1ère révision 78, 2ème révision 84, 3ème révision et document actuel). Même si les ambitions que le plan s'assigne s'inscrivent pour certaines d'entre elles dans une perspective de réalisation à l'horizon 2010, il constitue un élément d'orientation majeur, construit sur la base de données de l'état actuel et a le mérite, aujourd'hui, d'exister. Au delà des axes d'orientations, il dénote une volonté résolue de poursuivre les efforts d'assainissement déjà entrepris ainsi qu'une volonté politique claire de protection de l'environnement.

L'étude de réactualisation du plan directeur s'est articulée autour des grands axes qui conditionnent l'équipement du Grand Tunis en infrastructure d'assainissement. Parmi les axes développés, on note la mise en oeuvre d'un programme cohérent de réhabilitation des réseaux des zones industrielles et la programmation du raccordement des industries à ces réseaux, ainsi que le recalibrage du réseau de la ville ancienne et enfin l'équipement des zones littorales de Rades, Ezzahra et du Lac Sud en réseaux primaires d'évacuation des eaux pluviales. Toutes ces dispositions auront un impact direct sur la situation dans le Lac Sud et le port qui constituent actuellement le milieu récepteur des eaux de ruissellement de la majeure partie du grand Tunis, des eaux industrielles du plus grand pôle industriel national et des eaux du centre ville.

b/ Projet d'aménagement et de développement de Tunis Sud (PAD) - Groupement DIRASSET-STUDI 1992

Parmi les équipements d'infrastructure des nouvelles berges aménagées et de la zone du port, le PAD de Tunis Sud traite des besoins en infrastructure d'assainissement pour l'évacuation des eaux usées et pluviales produites par les nouvelles zones urbaines à créer.

c/ Etude d'aménagement du lac Sud de Tunis - SERAH/SOTINFOR 1991

Dans l'ensemble des conditions posées pour l'aménagement du Lac Sud, la maîtrise des apports d'eaux usées ou de ruissellement constitue un préalable à toute action d'amélioration de la qualité des eaux dans le lac. Dans la suite du texte, l'étude aborde donc la question de l'élimination des rejets terrestres.

d/ Etude d'aménagement du site du port - SIRUS 1991

Cette étude, consacrée à l'aménagement du site du port, a évalué les apports d'eau unitaires et pluviales dans le Port de Tunis, à l'état actuel et après la mise en place des nouvelles dispositions pour la gestion des ruissellements de Tunis Sud. Elle a également estimé l'impact de ces rejets sur le fonctionnement du port et la qualité de ses eaux.

e/ Etude préliminaire pour l'élimination des rejets industriels dans le Lac Sud - Eico 1993

L'un des problèmes les plus importants que les aménageurs ont eu à résoudre est la situation de l'assainissement dans les zones industrielles comprises dans le bassin versant du lac. En effet, sur les 549 lots qui composent ces zones, seuls 103 sont raccordés à la station d'épuration Sud Méliane. Le reste des industries rejettent directement leurs effluents dans le lac ou en pleine nature.

Devant cette situation et afin de contribuer à la définition d'une solution globale, réaliste et réfléchie, la SEPTS a pris en charge de réaliser une étude préliminaire pour l'élimination des rejets industriels dans le Lac Sud.

2.2. ASSAINISSEMENT DES BERGES DU LAC SUD

Le projet d'aménagement du Lac Sud comporte la création d'une nouvelle ville sur les berges rectifiées et viabilisées, autour d'un lac et d'un port de plaisance assainis. Serons pris en compte les moyens prévus pour drainer, collecter et épurer et/ou rejeter les eaux usées et de ruissellement générée par ces nouvelles zones urbaines ainsi créées.

Le projet d'aménagement et de développement de Tunis Sud (PAD) estime la consommation en eau potable des nouvelles zones des berges et du port à 1430 l/s en pointe, ce qui représente un rejet potentiel d'eau usée de plus de 4000 m^3/h.

L'imperméabilisation des nouvelles zones aura pour effet d'augmenter les pointes d'eau de ruissellement qui viendront s'ajouter aux eaux de ruissellement de l'actuel bassin versant du Lac Sud.

2.2.1. Réseau primaire d'eau usée

a/ Schéma d'évacuation des eaux usées

Le PAD de Tunis Sud distingue trois zones: les berges Est, les berges ouest et la zone du port. Selon la proximité des points de raccordement au réseau principal, on envisage l'évacuation des eaux usées de la zone est vers la station Sud Méliane. La zone ouest sera raccordée au réseau primaire de la zone du Port de Tunis qui lui même sera raccordé au réseau principal dont les eaux sont dirigées vers le complexe de transfert et d'épuration formé des stations d'épuration Charguia-Choutrana.

Etant donné la nature du terrain dans les nouvelles zones et la proximité de la nappe, on s'est orienté vers une solution mixte gravitaire/refoulement. En effet, pour limiter la taille et l'approfondissement du réseau gravitaire, on a prévu son fractionnement en plusieurs réseaux partiels composés de collecteurs de faibles tailles et de faibles longueurs, qui convergent vers plusieurs points de collecte et de refoulement.

Il est bien entendu que dans ces conditions, le système strictement séparatif est particulièrement recommandé.

a-1/ La zone des berges Est

Le débit total des rejets domestiques dans cette zone est estimé à 400 l/s en moyenne. Ce débit sera scindé en deux et dirigé vers deux stations de refoulement S1 et S2. Les réseaux correspondant sont constitués de conduites gravitaires ϕ500 mm posées avec des pentes de 3 à 5 ‰. Le refoulement des eaux jusqu'au regard brise-charge se fera au moyen d'une conduite de refoulement de ϕ400 à ϕ500 mm.

a-2/ La zone Ouest et le Port de Tunis

Une troisième station de refoulement est prévue pour prendre en charge les eaux usées des berges ouest et de la zone du Port de Tunis.

b/ Conformité avec le Plan Directeur d'Assainissement du Grand Tunis

La réactualisation du Plan Directeur d'Assainissement du grand Tunis envisage l'évacuation des eaux usées des nouvelles zones des berges du lac, indépendamment du réseau d'assainissement de Radès. Des réseaux doivent être mis en place pour le transfert des eaux de ces zones jusqu'à la station d'épuration Sud Méliane. En effet, on estime que les réseaux existants sont suffisants jusqu'à l'échéance du Plan Directeur mais ne peuvent supporter l'accroissement des débits consécutifs à la création des nouvelles zones.

- Pour la zone de Rades, le Plan Directeur d'Assainissement envisage deux schémas:
  - Un schéma conservatif qui consiste à utiliser le réseau existant en le réhabilitant et le renforçant ainsi que l'installation d'une nouvelle station de pompage au niveau de la station d'épuration de Rades, pour le transfert des eaux usées vers la station d'épuration Sud Méliane. Dans ce cas, le transfert des eaux usées des berges est se fera par une chaîne de transfert indépendante.
  - Une deuxième variante qui consiste à connecter la zone nord de Radès sur la station de refoulement S1 projetée dans le cadre de l'aménagement du Lac Sud pour décharger la chaîne de transfert existante.

Cette deuxième variante a été jugée contraignante du point de vue phasage de réalisation et moins avantageuse, d'où le maintien du schéma conservatif.

2.2.2. Réseau primaire d'eaux pluviales:

L'étude faite dans le cadre du PAD de Tunis Sud, envisage d'utiliser les voies actuelles d'écoulement des eaux de ruissellement comme la trame du réseau primaire d'évacuation des eaux pluviales des berges du lac. Il s'agit:

- du canal BKR
- du canal SONAPROV
- de l'oued Essala.

Etant donné leur taille ces canaux resteront à ciel ouvert et seront prolongés pour parvenir jusqu'au nouveau plan d'eau. un recalibrage sera nécessaire pour diminuer leur taille dans la partie aval, à la traversé des nouvelles zones urbaines et minimiser ainsi leur impact esthétique. L'aménagement de bassins d'écrêtement en amont sera nécessaire.

Cette solution suppose le maintien du rejet des eaux de ruissellement dans le lac, après la déconnexion des rejets d'eaux usées, ce qui est déconseillé par l'étude d'aménagement du Lac Sud, vu les risques de dégradation de la qualité des eaux du lac par les apports d'eaux de ruissellement. D'autre part, Le Plan Directeur d'assainissement du Grand Tunis envisage de supprimer les rejets dans le lac en les dirigeant vers Radès et/ou le port.

Un complément d'études est donc préconisé pour définir un schéma d'évacuation des eaux pluviales en fonction de la variante retenu en vue d'une gestion des ruissellements dans la région.

2.3. ASSAINISSEMENT DANS LA ZONE DU LAC SUD DE TUNIS

2.3.1. Etat initial

a/ Eaux usées domestiques

Contrairement au Lac Nord, qui a constitué le réceptacle des eaux usées domestiques pendant longtemps, les eaux domestiques ne sont pas déversées dans le Lac Sud. La pollution actuelle de ce lac est attribuée essentiellement aux déversements d'eaux usées industrielles, à travers le réseau de collecte et d'évacuation des eaux pluviales.

b/ Eaux usées industrielles

Le bassin versant du Lac Sud renferme le plus grand pôle industriel du pays. En effet, la partie sud du Lac de Tunis constitue l'exutoire des rejets des zones industrielles de:

- Bir el Kassaa I,
- Ben Arous,
- Mégrine,
- Rades,
- Djebel Jelloud.

Ces zones totalisent 549 lots affectés à des activités industrielles dont 446 rejettent leurs effluents bruts dans le Lac Sud par l'intermédiaire de trois rejets importants:

-1- Le canal Sidi R'zig (canal SOGITEX/SITER)

-2- Le canal Ben Arous (canal SONAPROV)

-3- Oued Essala.

Parmi les unités industrielles opérationnelles, seules 55 sont raccordées sur la station d'épuration Sud Méliane.

- **Situation de l'assainissement dans les zones industrielles:**

La plupart des zones industrielles dans la région ont été aménagées à l'époque où ce qui importait avant tout était la satisfaction d'une demande pressante en lieu d'implantation pour les usines. Leur réalisation a été faite en absence d'une réglementation stricte et cohérente qui concilie le développement d'activités aussi importantes et utiles et des considérations d'ordre environnemental.

On se retrouve actuellement avec une situation marquée par un environnement insalubre, dû à l'absence de réseaux de collecte des eaux usées et pluviales ou de réseaux en mauvais état, lorsqu'ils existent. L'eau usée brute est alors rejetée dans un milieu naturel

- soit dans le sol et par suite la nappe à travers des puits perdus ou des voies d'écoulement non étanches,
- soit dans le Lac à travers des canaux à ciel ouvert qui sillonnent la zone et dont la vocation initiale était la collecte d'eaux de ruissellement... en principe peu polluées.

Un diagnostic partiel du réseau de collecte des eaux usées, dans la zone du canal Sogitex, fait dans le cadre de l'Etude préliminaire pour l'élimination des rejets industriels dans le Lac Sud, a relevé l'existence de deux types de zones industrielles dans la région concernée:

- des zones aménagées par l'AFI, équipées dès le départ de réseaux de collecte des eaux usées industrielles et des eaux pluviales,
- des zones municipales qui n'ont pas bénéficié d'équipements collectifs et où chaque industrie a été amenée à trouver une solution provisoire pour l'évacuation de ses rejets.

Ce diagnostic a également signalé le mauvais état des réseaux d'eaux usées des zones AFI et le peu de régularité de leur entretien. On relève aussi l'existence de contre pentes, de pentes faibles ou nulles, de petits diamètres (< 250 mm) et le passage de collecteurs à travers des unités industrielles. L'étude a conclu à la nécessité de refaire entièrement le réseau de collecte dans ces zones et l'équipement des zones municipales par des collecteurs neufs.

- **Aspects qualitatifs et quantitatifs des rejets industriels**

On estime le rejet global d'eau usée industrielle, dans le Lac Sud, à 9380 m^3/j, soit un apport annuel de plus de 3,4 10^6 m^3. Les deux tiers de cet apport sont amenés par le canal Sogitex dans lequel on a mesuré un débit de 7200 m^3/j.

La charge organique totale transportée par les eaux usées industrielles rejetées dans le lac est estimée à 9584 kg DBO_5/j, soit un apport annuel de près 3500 tonnes.

Des analyses ont été pratiquées sur des échantillons pris dans le canal Sidi R'zig. Ces analyses montrent (voire tableau 2.3.A) que la qualité de l'eau usée transportée par le canal est relativement peu chargée. On suppose que la dilution des effluents et les dépôts dans les voies d'écoulement aux endroits de faibles vitesses, sont susceptibles d'expliquer la faible valeur de certains indicateurs de la pollution.

On a également analysé les boues déposées dans le canal où on a pu relever des teneurs importantes de certains éléments toxiques.

ANALYSES DE L'EAU		
Paramètres	**Unités**	**Valeurs mesurées**
DBO_5	mg/l	100 ÷ 400
DCO	mg/l	500 ÷ 1200
MES	mg/l	450 ÷ 820
Co	mg/l	0,140
Cr	mg/l	1,790
Mn	mg/l	0,255
Cu	mg/l	0,545
Ni	mg/l	0,220
Zn	mg/l	0,425
Cd	mg/l	0,140
Fe	mg/l	1,570
Pb	mg/l	0,050
S^{--}	mg/l	11,150
ANALYSE DES SEDIMENTS		
Co	mg/kg	38
Cr	mg/kg	993
Mn	mg/kg	279
Cu	mg/kg	488
Ni	mg/kg	343
Zn	mg/kg	1411
Fe	mg/kg	13480
Pb	mg/kg	515

Tableau 2.3.A : Analyse des eaux et des sédiments dans le canal Sidi R'zig
(Etude préliminaire pour l'élimination des rejets industriels dans le Lac Sud)

c/ Les eaux pluviales

Le Lac Sud de Tunis reçoit actuellement les eaux de ruissellement des zones de Djebel Jelloud, Kabaria, Ben Arous, Mégrine, Bir el Kassâa, Sidi R'zig et une partie de Radès. L'ensemble des bassins versants couvre environ 2000 ha, drainé par cinq collecteurs principaux, en plus de l'apport des berges après leur aménagement. On estime l'apport d'eau de ruissellement au Lac Sud à près de 1,6 10^6 m^3. Pour l'ensemble de l'année, cet apport est de l'ordre de 7,9 10^6 m^3, correspondant à la moitié du volume du lac.

- **Apports au Lac Sud en provenance des bassins extérieurs**

Selon le découpage adopté par le plan directeur d'assainissement du grand Tunis, le Lac Sud reçoit les eaux de ruissellement en provenance de deux bassins versants constitués par les zones : Bir el Kassaa et Djebel Jelloud - Ben Arous.

– Zone Bir el Kassaa

Cette zone s'étend entre Bir el Kassaa et Sidi R'zig. Elle couvre une superficie totale de 1948 ha dont 935 ha sont drainés par le canal Bir el Kassaa qui se jette dans le Lac Sud de Tunis, au niveau des salines de Radès.

Le diagnostic du réseau de drainage de cette zone fait apparaître l'existence d'inondations à Ben Arous et Bir el Kassaa résultant de la faible capacité de ce canal. Les inondations les plus importantes sont localisées au niveau du canal Sogitex et le long du cours aval, au niveau de Sidi R'zig.

– Zone Djebel Jelloud - Ben Arous

Cette zone couvre une superficie totale de 1434 ha répartis sur les cités de Djebel Jelloud, Ben Arous, Kabaria et Sidi Fathallah. Le réseau de drainage de cette zone est composé principalement de trois collecteurs:

- Canal Djebel Jelloud (Oued Essala) composé de trois branches qui se rejoignent au niveau de la voie ferrée pour rejoindre le Lac Sud. Il draine une superficie totale de 631 ha.
- Canal Ben Arous, qui draine une superficie totale de 633 ha.
- Canal Sofomeca, qui se termine actuellement dans une zone d'épandage en communication avec le Lac Sud.

L'analyse de l'état actuel du réseau pour des événements pluviométriques différents (bisannuel à décennal) fait apparaître l'existence d'un risque important d'inondations généralisées à toute la zone.

2.3.2. Etat final

a/ Les rejets industriels dans le Lac Sud

Après l'étude de la situation de l'assainissement industriel dans la région et en tenant compte de l'importance et de la qualité des rejets ainsi que de leur répartition spatiale, l'ingénieur conseil, chargé de l'étude préliminaire pour l'élimination des rejets industriels dans le Lac Sud, a défini cinq variantes possibles de collecte, transfert et traitement des rejets industriels. La différence principale entre ces variantes est le mode de collecte et de transport des eaux usées industrielles, soit séparément, soit en mélange avec les eaux domestiques. Cette dernière possibilité impose à tout les industriels de se conformer aux normes de raccordement sur le réseau public d'assainissement (réseau ONAS). Le rejet des eaux épurées, quelque soit la variante, sera effectué dans l'Oued Méliane.

Une évaluation comparative des avantages et des inconvénients des différentes variantes a été effectuée sur la base des critères techniques et économiques et sur les plans quantitatifs et qualitatifs. La solution retenue préconise la répartition des unités industrielles en deux classes :

1. Les unités raccordables sur la station d'épuration Sud Méliane
2. Les unités raccordables sur une station de traitement des rejets industriels à construire.

La station de traitement des effluents industriels projetée est destinée au traitement des effluents en provenance des industries textiles et des teintureries, qui y sont amenés par un réseau de collecte spécifique. Elle comportera également un étage spécifique au traitement des effluents chargés en métaux lourds, collectés par camion citerne. Les eaux usées traitées sont rejetées directement dans l'Oued Méliane.

- **Prétraitement des effluents industriels**

La classification des unités industrielles selon la qualité de leurs effluents et les prétraitements qu'ils nécessitent, fait ressortir la répartition suivante:

- 337 unités industrielles sont raccordables sur le réseau d'assainissement sans aucun prétraitement.
- 103 unités industrielles nécessitent un prétraitement simple préalable à leur raccordement au réseau d'assainissement.
- 30 unités générent des effluents dont la nature exige un traitement poussé.

On prévoit ainsi de brancher les 440 unités industrielles appartenant à la première et deuxième catégorie sur le réseau d'assainissement raccordé à la station d'épuration Sud Méliane.

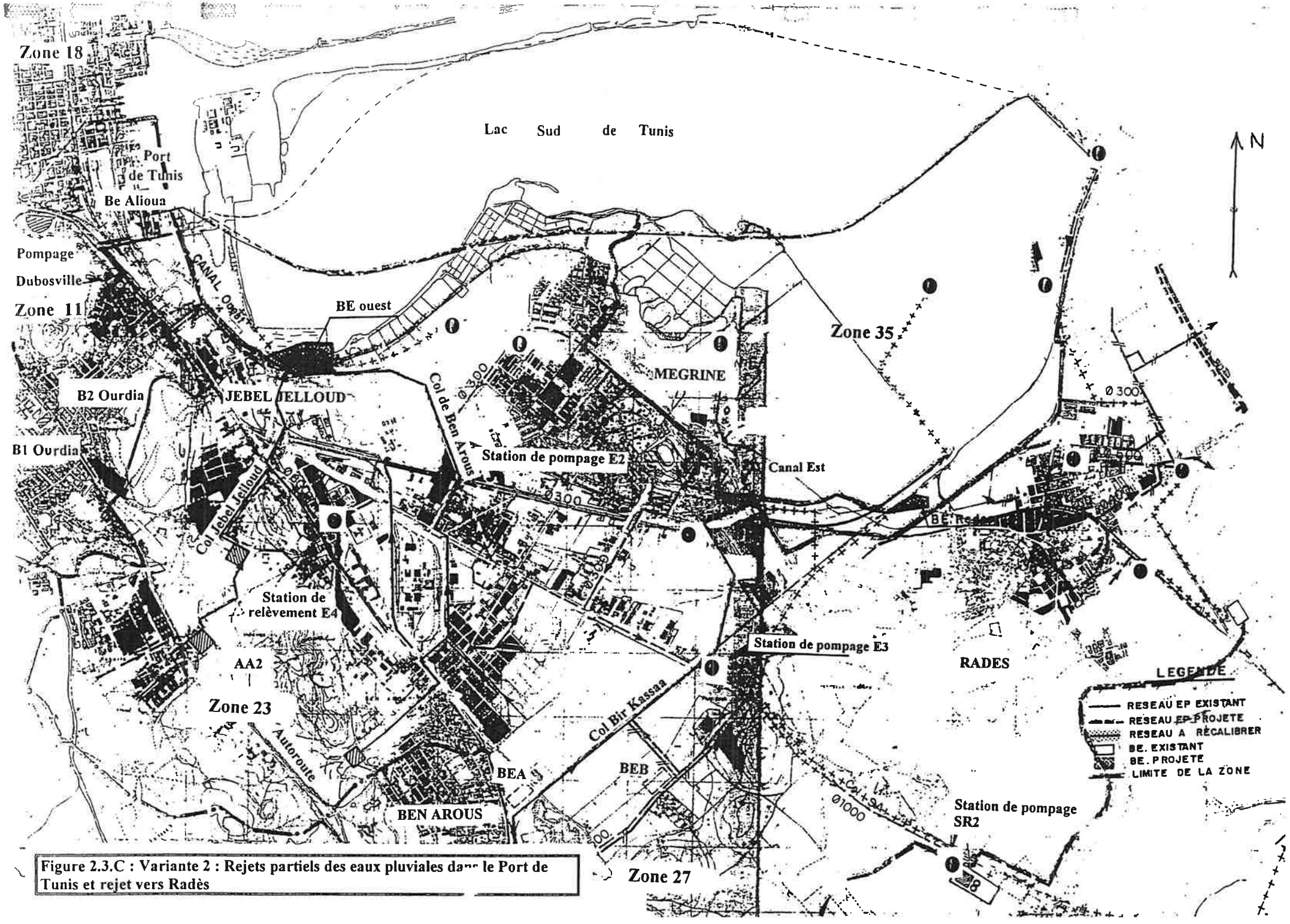


Figure 2.3.C : Variante 2 : Rejets partiels des eaux pluviales dans le Port de Tunis et rejet vers Radès

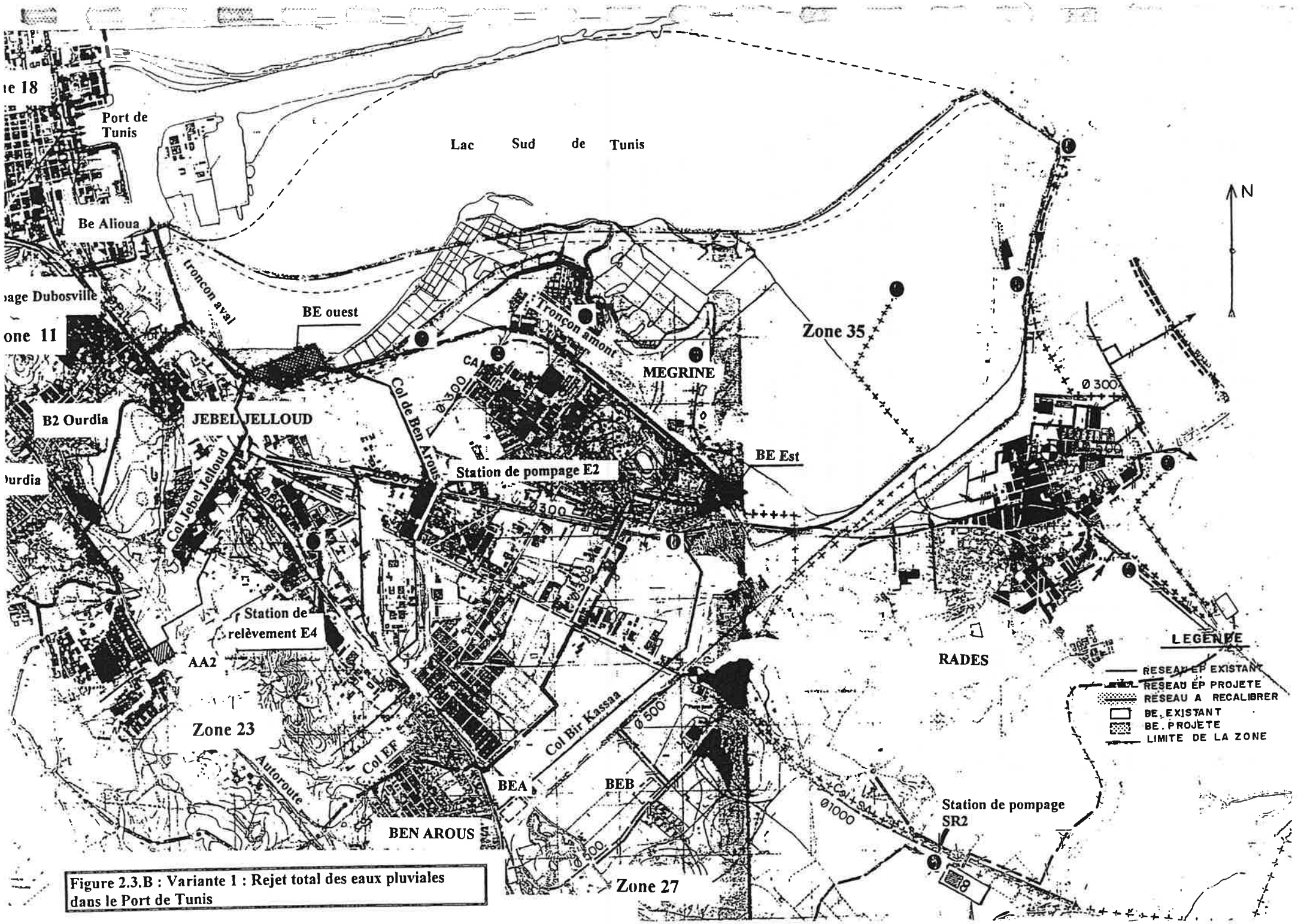


Figure 2.3.B : Variante 1 : Rejet total des eaux pluviales dans le Port de Tunis

Variante	Variante 1.1		Variante 1.2		Variante 1.3	
Désignation	*T. Amont*	*T. Aval*	*T. Amont*	*T. Aval*	*T. Amont*	*T. Aval*
$Q_{dimens.}$ [m³/s]	8	22	5	13	17,5	55
Longueur [m]	3290	1600	3290	1600	3290	1600
Pente [ ]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Type	T1	T2	T3	T3	T2	T2
Section	15 × 1,3	25 × 1,3	2 (4 × 1,5)	3 (4 × 1,8)	20 × 1,3	45 × 1,5
Ecrêtement	B E Est	B E Ouest	B E Est	B E Ouest	-	-
Volume [m³]	80000	150000	120000	250000	0	0
Superficie [ha]	5,5	10	8	17	0	0

T1 Canal trapézoïdal en maçonnerie, m = 1/1
T2 Canal trapézoïdal en béton, m = 1/1
T3 Dalot
BE Bassin d'écrêtement

Tableau 2.3.C : Variante 1 : caractéristiques techniques

(Source : Plan Directeur d'Assainissement du Grand Tunis)

– Variante -2- :Rejet vers le port de Tunis des eaux de Ben Arous et Djebel Jelloud avec écrêtement et rejet des eaux de Bir el Kassaa vers Radès

Cette variante comprend la déviation du canal Bir el Kassaa vers le bassin tampon de Radès qui sera dimensionné en conséquence et l'écrêtement et la canalisation des eaux du canal Ben Arous et du collecteur GP1 vers le port de Tunis.

Les caractéristiques des aménagements proposés dans le cadre de cette variante sont résumés dans le tableau 2.3.D. La configuration du réseau est présenté figure 2.3.C

Désignation	*T. Amont*	*T. Aval*
$Q_{dimens.}$ [m³/s]	8	17,5
Longueur [m]	1600	1300
Pente [ ]	0,1	0,1
Type	T3	T4
Section	2 (4 × 1,8)	20 × 1,3
Ecrêtement	B E Est	BE Rades (ER1)
Volume [m³]	250000	150000
Superficie [ha]	17	10

T3 Dalot
T4 Canal bétonné

Tableau 2.3.D : Variante 2 : caractéristiques techniques

(Source : Plan Directeur d'Assainissement du Grand Tunis)

- **Conclusion**

La deuxième variante, proposée pour la gestion des ruissellements dans la zone de Tunis Sud, parait plus avantageuse d'un point de vue environnemental. Elle permet en effet, d'éviter la concentration des rejets en un seul point, surtout qu'il est question que le Port de Tunis transformé en port de plaisance. D'autre part, des études plus poussées sont nécessaires pour arrêter définitivement le mode de gestion des ruissellements dans la zone concernée. Ces études doivent permettre d'établir un planning de réalisation de ces aménagements car on ne pourra parler d'assainissement du lac que lorsque ces rejets seront contrôlés.

• **Impact des rejets dans le lac**

D'après l'étude d'aménagement du Lac Sud de Tunis, les apports annuels des ruissellements sont nettement supérieurs au tonnage de nutriments dans le lac, si le renouvellement des eaux s'effectue correctement. L'admission des eaux de ruissellement dans le lac se traduirait par un état d'eutrophisation chronique. En effet, en plus de la variation brusque de salinité et de température causée par les eaux de ruissellement, celle-ci constituerait une charge organique (DBO_5) et de nutriments intolérable pour l'équilibre écologique de ce milieu aquatique.

Pour la restauration du Lac Sud on préconise donc la déviation de la plus grande partie, si ce n'est la totalité, des eaux de ruissellement. Cette déviation peut être effectuée vers deux points de rejet:

- le golfe de Tunis
- le port et le Canal de Navigation.

En phase transitoire, étant donné l'état actuel de l'assainissement dans les zones industrielles de Tunis Sud et l'ampleur de l'effort à consentir pour y remédier ainsi que le temps neccessaire pour y parvenir, la déviation des eaux vers le port de Tunis est jugée inacceptable. Tant que les rejets industriels ne seront pas entièrement déconnectés du réseau des eaux pluviales, la qualité de l'eau véhiculées par ce réseau est intolérable pour une décharge directe dans le Port de Tunis et dans le Canal de Navigation. On préconise donc (Plan Directeur d'Assainissement du Grand Tunis), de continuer de rejeter ces eaux dans le lac pendant la période transitoire des travaux de réaménagement des réseaux dans la région. Pendant ce temps, le lac continuera à jouer son rôle actuel de capacité tampon.

• **Aménagements projetés pour la gestion des ruissellement dans le secteur sud du lac**

L'objectif fixé est d'arriver à terme à éliminer les rejets d'eau de ruissellement dans le Lac Sud. Pour atteindre cet objectif, le plan directeur d'assainissement du grand Tunis envisage deux solutions de base:

– Variante -1- : Rejet total dans le Port de Tunis

On projette la création d'une capacité totale de stockage d'environ la moitié de la crue décennale. Pour cela, on prévoit deux bassins d'écrêtement reliés par un canal de ceinture qui se dirige vers le Port de Tunis. Deux autres sous-variantes sont également envisagées. La première consiste à remplacer le canal de ceinture par un dalot et la seconde à maintenir le canal de ceinture en éliminant l'écrêtement.

Les caractéristiques des aménagements proposés sont résumés dans le tableau 2.3.C La configuration du réseau est présentée dans la figure 2.3.B

– Zone de Bir el Kassaa

- l'amélioration du drainage du bassin d'écrêtement du marché de gros,
- le recalibrage du collecteur Sogitex,
- la création de deux bassins d'écrêtement de 11000 et 50000 m^3,
- le recalibrage du cours aval du canal Bir el Kassaa.

– Zone de Djebel Jelloud et Ben Arous:

Le réseau a fait l'objet d'études antérieures qui ont proposé le recalibrage de certains tronçons ou leur dédoublement, la création de deux bassins d'écrêtement et le remplacement des fossés de drainage de routes par des dalots ou des canaux bétonnés. Ces aménagements ont été partiellement réalisés. En partant de la situation actuelle du réseau et en tenant compte de aménagements proposés par ces études antérieures, le Plan Directeur d'Assainissement préconise un train de mesures destiné à améliorer la situation dans la région. ces mesures consistent essentiellement en :

- la création de deux bassins d'écrêtement de 30000 et 8000 m^3,
- le recalibrage du réseau et le raccordement du canal Sofomeca au collecteur de Ben Arous,
- le raccordement du collecteur 2303 sur le collecteur 2301, au niveau de la MC34.

• Evaluation des apports

Les apports des zones de Bir el Kassaa, Djebel Jelloud et Ben Arous, évalués pour des événements pluviométriques de périodes de retour allant de 2 à 50 ans, sont résumés dans le tableau 2.3.B, ci-après :

T [ans] Bilans des ruissellements	2	5	10	50
Q [m^3/s]				
Djebel Jelloud	9	13	15,5	21
Ben Arous/SOFOMECA	7,7	22	28	41
Total Ben Arous/Jebel Jelloud	15	35	39	56
GP1	1	1,5	2	5
Volume de crues [m^3]	135000	285000	350000	500000
Q [m^3/s]				
Bir el Kassaa	-	12,5	16,5	21
Volume de crues [m^3]	-	110000	150000	190000

Tableau 2.3.B : Evaluation des apports.

(Source : Etude d'Actualisation du Plan Directeur d'Assainissement du Grand Tunis)

D'autre part, on envisage l'extension de la station d'épuration Sud Méliane pour faire face à l'accroissement de la charge qui sera probablement progressif. On peut alors supposer que les équipements actuels pourraient faire face à cet accroissement, sachant que la station est à faible charge. Elle va donc évoluer vers un régime de fonctionnement à moyenne charge avec un rendement d'épuration convenable mais la production d'une boue non stabilisée. Il est à remarquer que se schéma reste valable dans le cas d'une évolution quantitative des charges. Mais dans le cas de Sud Méliane, on va observer une augmentation des charges associée à une modification de la nature des effluents suite au branchement des eaux usées industrielles, même prétraitées. Ceci peut entraîner des problèmes d'exploitation de la station d'épuration surtout si elle fonctionne à moyenne charge.

Il est donc conseillé, comme mesure d'accompagnement, de maintenir le procédé à faible charge avec une capacité suffisante d'aération et de clarification. En effet, ce procédé est caractérisé par une meilleure stabilité et permet de garantir un rendement épuratoire généralement suffisant. La station de Sud Méliane conserverait donc, une extension classique avec une augmentation suffisante de sa capacité pour garder le régime de fonctionnement à faible charge et des vitesses de passage dans les clarificateurs satisfaisantes.

b/ Eaux pluviales

L'aménagement des berges du Lac Sud et la création des nouveaux ensembles urbains vont constituer un obstacle majeur à l'évacuation des eaux de ruissellement en provenance des bassins versant extérieurs, drainés actuellement directement dans le lac.

La gestion des ruissellements dans la zone d'étude concerne trois volets:

- La gestion des ruissellements générés par les nouvelles zones urbaines créées sur les berges.
- La gestion des apports des bassins versants extérieurs.
- Les rejets d'eaux de ruissellement et d'eaux unitaires dans le Port de Tunis.

La gestion des ruissellements en provenance des berges est reliée au mode de gestion des apports des bassins extérieurs. Pour cela, elle sera traitée en même temps que les deux derniers points qui font l'objet de ce chapitre.

- **Les bassins versants**

Le Plan Directeur d'Assainissement du Grand Tunis projette le réaménagement des réseaux de collecte et d'évacuation des eaux pluviales dans la région de Tunis Sud. On peut donc considérer que l'état final correspondra à la réalisation de tous les aménagements prévus par ce plan. Pour le bassin d'apport du Lac Sud, les aménagements prévus sont:

• **Mesures d'accompagnement et conclusions**

La gestion des effluents industriels pose le problème de la gestion des unités individuelles de prétraitement, souvent nécessaires pour atteindre la conformité avec les normes de raccordement. En effet, les industriels ne sont pas toujours en mesure de mettre à la disposition de ces unités les moyens nécessaires pour une bonne exploitation. D'autre part, le contrôle de la qualité des effluents prétraités doit être continu ce qui complique la tâche de l'organisme chargé de ce contrôle, surtout dans le cas de zones industrielles aussi importantes que celle de Tunis Sud.

Pour ces raisons, il est avantageux de chercher des solutions collectives par le regroupement de rejets compatibles ou de même nature.

En effet, le regroupement permet de diminuer les coûts de prétraitement et de centraliser les moyens de gestion et de contrôle des stations et de la qualité des eaux prétraitées. Cependant, ce regroupement ne peut être avantageux que dans le cas où les industries ayant une même activité ou générant des effluents compatibles sont groupées afin de minimiser le coût du transfert des eaux usées. Ceci est en effet apparu au moment de la comparaison économique des variantes, envisagées pour les zones industrielles de Tunis Sud, où les variantes prévoyant la mise en place d'un réseau spécifique pour les effluents industriels se sont trouvées écartées. Les variantes qui sont apparues les plus intéressantes, économiquement, sont celle qui prévoient le transport de la majorité des effluents industriels prétraités en même temps que les eaux domestiques.

La variante retenue envisage principalement le regroupement des effluents en provenance des industries textiles et des effluents changés en métaux lourds avec la mise en place d'une station de traitement commune. Cette dernière est destinée notamment à recevoir les effluents de 15 unités industrielles qui y seront par camion citerne (les effluents changés en métaux lourds). Cette solution de transport par camions peut poser des problèmes d'organisation qu'il convient d'envisager dès les premières phases de l'étude d'exécution.

– **Autre mesure d'accompagnement**

La variante retenue envisage principalement le regroupement des effluents en provenance des industries textiles et des effluents chargés en métaux lourds avec la mise en place d'une station de traitement commune. Cette dernière est destinée notamment à recevoir les effluents de 15 unités industrielles qui seront amenés par camions citerne (les effluents chargés en métaux lourds). Cette solution de transport par camions peut poser des problèmes d'organisation qu'il convient d'envisager dès les premières phases de l'étude d'exécution.

– Réseau de collecte et de transport des effluents industriels

On distingue deux types de réseaux à poser ou à recalibrer pour la collecte et le transport des eaux usées industrielles :

- Le réseau secondaire de collecte
- Le réseau de collecte et de transport vers la nouvelle station de traitement des effluents industriels.

– Réseau secondaire

Compte tenu de l'état de l'assainissement dans les zones industrielles AFI, il est nécessaire de réhabiliter 19 km de réseau d'eaux usées et pluviales. Les zones municipales, dépourvues de système d'assainissement organisé, nécessiteront la pose de 11 km de conduites.

– Réseau de transfert à la station de traitement des effluents industriels

Un réseau spécifique en charge, est prévue pour la collecte et le transfert des effluents des unités, raccordées à la station de traitement des rejets industriels. Le raccordement de chaque unité sur ce réseau est réalisée au moyen d'une station de pompage installée dans l'enceinte même de l'usine. Les eaux chargées en métaux lourds seront collectées par camion citerne et transportées jusqu'à la nouvelle station.

- **La station d'épuration Sud Méliane**

La station d'épuration Sud Méliane a été mise en service en 1982. Sa capacité nominale de traitement est de 37500 m^3/j et 15000 kg DBO_5/j. Destinée à traiter un effluent mixte, urbain et industriel, cette station utilise un procédé biologique d'épuration à faible charge (chenal d'oxydation). Etant donné le mauvais état des réseaux dans les zones industrielles ou leur absence et la non conformité de certains rejets, cette station reçoit actuellement un effluent essentiellement domestique. Avec la réhabilitation des réseaux de collecte et la mise en place des systèmes de prétraitements des eaux industrielles, une charge supplémentaire doit être supportée par la station, après le raccordement de toutes les industries sur le réseau de collecte. L'étude préliminaire pour l'élimination des rejets industriels dans le Lac Sud estime, au vue de la charge actuelle de la station et de l'accroissement attendu de cette charge après la mise à jour des réseaux, que la station soit apte à absorber cet accroissement de la charge.

Cependant, L'évolution des rejets domestiques, combinée à l'augmentation des effluents industriels branchés, laisse supposer qu'un dépassement de la capacité de la station est prévisible à brève échéance. Lors de la réactualisation du Plan Directeur d'Assainissement du Grand Tunis, on a estimé que la station Sud Méliane devrait subir une extension pour atteindre la capacité de 45000 kg DBO_5/j en 2011 avec la réalisation de cette extension entièrement ou, au minimum en partie, dès 1996/1998. D'autre part, on estime que les équipements actuels d'aération et de clarification de la station pourraient faire face à l'accroissement de la charge jusqu'à 2001, moyennant l'introduction d'un traitement des boues dès la première tranche d'extension.

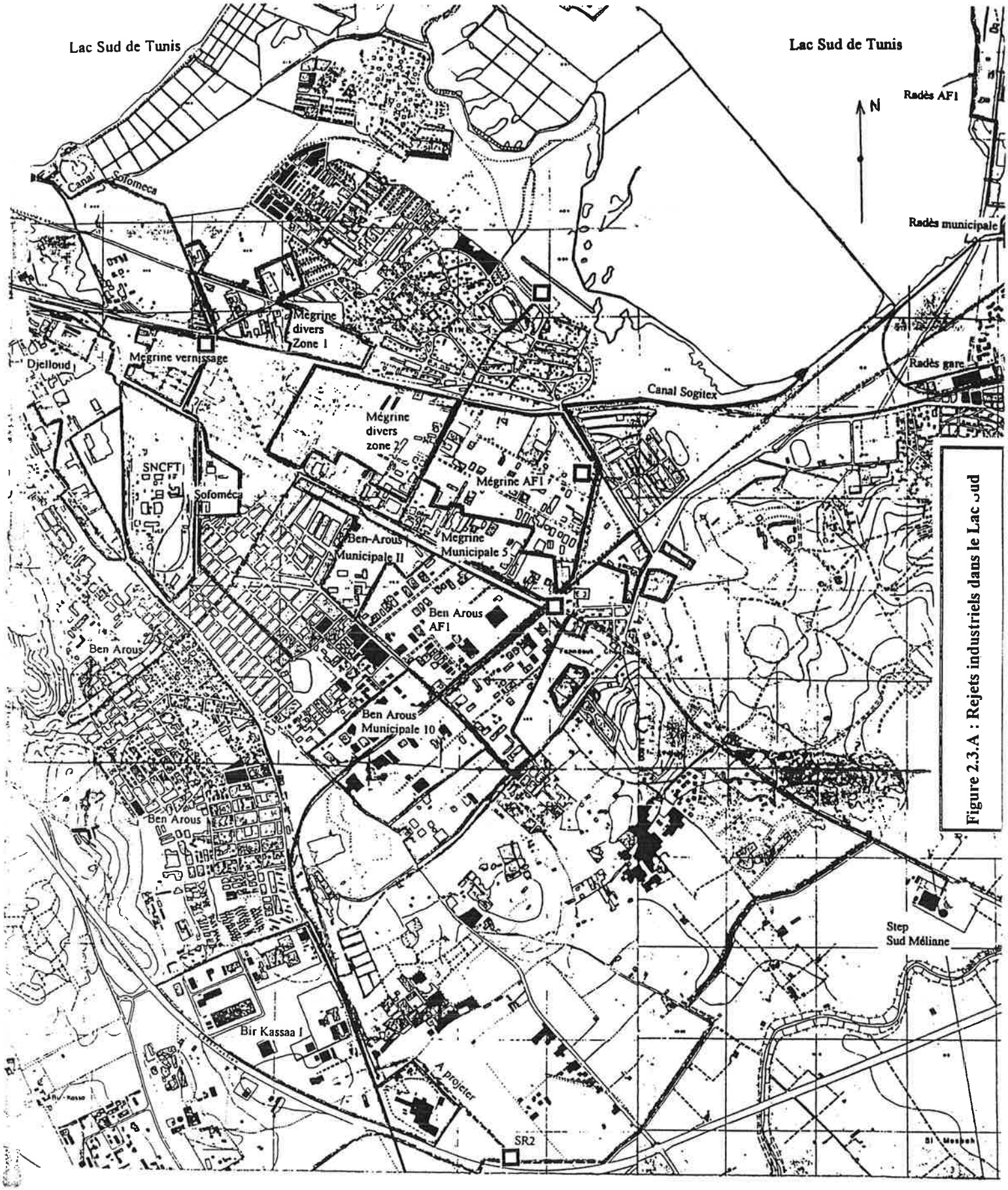


Figure 2.3.A : Rejets industriels dans le Lac Sud

Légendes :

Réseau EU existant
Réseau EU projeté
Conduite de refoulement

Une station de traitement des effluents industriels sera construite pour prendre en charge les effluents en provenance de 5 unités d'industrie textile, 3 unités à fort débit et forte pollution organique et 15 unités dont les effluents contiennent principalement des métaux lourds. Cette station se situe dans une ancienne carrière d'argile sur la MC34. Elle sera dimensionnée pour un débit total de 5000 m^3/j et une charge organique de 3000 kg DBO^5/j. Les eaux traitées aux stades secondaires pourront être utilisées pour l'irrigation d'espaces verts, projetés aux alentours. L'excédent sera rejeté à l'Oued Sud Méliane via le canal des eaux pluviales.

On prévoit aussi le prétraitement poussé in-situ pour 7 unités industrielles dont les effluents sont à dominante chimique (détergents, pesticides, ...).

2.4. LE PORT DE TUNIS

Le Port de Tunis constitue actuellement le réceptacle et le lieu d'évacuation des eaux unitaires du centre ville. Il est destiné à devenir le principal lieu de recyclage des eaux pluviales de Tunis, en provenance du centre ville et des banlieues nord et sud. Après la déviation des eaux pluviales en provenance de Tunis Sud dans le port, celui-ci drainera un ensemble de bassins versant de près de 10.000 ha au total.

Une étude d'aménagement du site du port réalisé par SIRUS en 1991 a évalué l'impact des rejets d'eaux unitaires et pluviales dans le bassin du port. Il est à noter que la réactualisation du Plan Directeur d'Assainissement du Grand Tunis a préconisé le maintien du port comme milieu récepteur des eaux pluviales. Il confirme même l'option d'utiliser ce port comme débouché du Canal de Ceinture du Lac Sud, ce qui serait en totale contradiction avec les objectifs du projet, à savoir transformer le Port de Commerce en Port de Plaisance et réaliser tout au tour des habitations (25.000 lits) et des activités de loisirs ouvertes au Grand Tunis.

2.4.1. Evaluation des apports

- **Etat actuel**

Les eaux pluviales et unitaires sont déversées dans le bassin du port soit directement à travers les ouvrages de déversement d'une partie du réseau du centre ville, soit par le Canal de Ceinture du Lac Nord.

– Rejet direct dans le port

Les réseaux de la Médina, El Ouardia - Dubosville, Sidi El Béchir et Cité Jardins (Oued Hitti), déversent directement dans le Port de Tunis à travers les ouvrages de déversement :

- dalot de l'avenue Farhat Hached
- dalot de la rue Flatters provenant du collecteur Moncef Bey.

Le port reçoit également les déversements de l'emissaire en provenance de la GP1 et Bab El Jazira.

Selon le découpage du Plan Directeur d'Assainissement, les zones qui contribuent aux déversements d'eau unitaire dans le bassin du port, correspondent aux bassins 10, 11 et 17 (voir configuration du réseau en Fig. 2.4.A). Selon ce Plan Directeur, les apports d'eau pluviale en provenance du bassin 11 sont relativement élevés soit 30.860 m^3 pour une pluie annuelle et 75.294 m^3 pour une pluie quinquennale. L'apport d'eaux usées et pluviales mélangées en provenance du bassin 10 et 11 est estimé à 10.744 m^3 pour une pluie quinquennale. Le débit par temps sec en provenance du bassin 17 est de 4 l/s. Ce bassin déverse également un volume de 9.782 m^3 d'eau de ruissellement lors d'un événement quinquennal.

L'étude d'aménagement du site du Port de Tunis (SIRUS) estime l'apport direct dans le bassin du port, lors d'un orage décennal, à 15 m^3/s.

– Canal de Ceinture du Lac Nord

Le Canal de Ceinture du Lac Nord a été construit en 1980 pour assurer deux fonctions liées à l'assainissement de cette partie du Lac de Tunis :

- le captage des eaux unitaires en provenance du centre ville. Il assure ainsi la collecte de presque la totalité de ces eaux pour les détourner du Lac Nord, en permettant leur refoulement dans le Canal de Navigation à travers le Port de Tunis,
- l'activation de la circulation d'eau dans le Lac Nord pendant les mois secs d'été pour diminuer ainsi les risques d'eutrophisation.

Le canal joue ainsi le rôle d'une capacité d'écrétement des débits pluviaux.

Le Canal de Ceinture est divisé en deux sections pouvant être isolées l'une par rapport à l'autre au moyen d'une prise centrale. La section 1 proche du Port de Tunis reçoit des déversements d'eaux usées et pluviales mélangées en provenance du centre ville. La section 2, située en amont, du coté de la prise nord, ne reçoit que des eaux pluviales.

L'ensemble, constitué par les sections 1 et 2 du canal, les prises nord, sud et centrale est exploité de façon à détourner vers le port les premiers flux d'eaux pluviales, admis dans la section 2, vers la section 1 et ensuite le Port de Tunis. Par la suite la section 2 et 1 sont isolées et les eaux pluviales collectée et écrêtées par la section 2 est déversée dans le Lac Nord. L'eau de la section 1 est refoulée vers le port à la station de paysage Tunis-Marine.

L'aire géographique désservie par le canal compte près de 7.120 ha dont le taux d'imperméabilisation est de 50% à 60%. Une simulation du fonctionnement du réseau (plan directeur d'assainissement du Grand Tunis) estime le déversement total d'eaux mélangées dans le Port de Tunis à 75.728 m^3. D'autre part l'étude de SIRUS suppose, qu'étant donné la capacité du canal et de sa station de refoulement de Tunis-Marine, on peut estimer le débit dans le canal à 80 m^3/s soit un débit écrêté de 10 m^3/s, sachant que la capacité d'écrétement est de 60.000 m^3 et ceci pour l'orage décennal.

• Etat final

On envisage, dans le cadre de l'aménagement et du développement des banlieues sud de Tunis et pour protéger le Lac Sud contre les risques liés aux rejets d'eaux pluviales ou mélangées, de dévier la totalité ou une partie des bassins versant du Lac Sud vers le Port de Tunis. Dans ce cas, l'étude SIRUS considère, qu'en plus des rejets du Canal de Ceinture du Lac Nord et des rejets directs dans le bassin du port, un volume de l'ordre de 391.000 m^3 d'eau, en provenance d'une superficie de près de 2446 ha, viendra également s'ajouter lors de la crue décennale. Ceci portera le débit total rejeté dans le port à environ 50 m^3/s et le volume total à 550.000 m^3 pour la crue décennale.

L'apport annuel est estimé à environ six millions de m^3, réparti sur une centaine de jours, et ceci pour une pluviométrie annuelle de l'ordre de 450 mm.

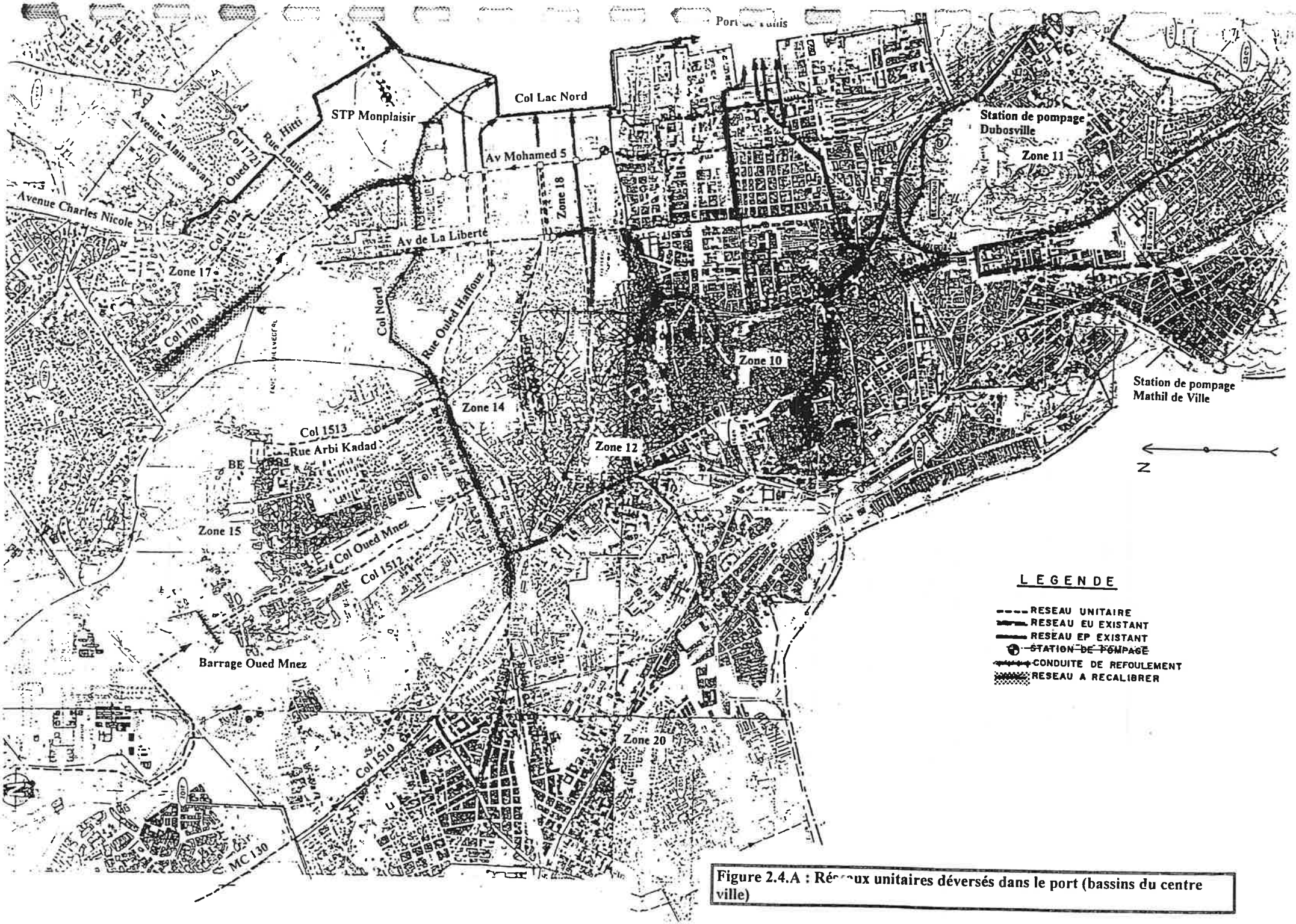


Figure 2.4.A : Réseaux unitaires déversés dans le port (bassins du centre ville)

2.4.2. Aspects qualitatifs

Sur la base de données bibliographiques, de mesures réalisées par la Société Promotrice du Lac Nord, de prélèvements réalisés lors du déversement du Canal de Ceinture du Lac Nord et tenant compte de la nature des réseaux et des caractéristiques des zones chaînées, l'étude d'aménagement du site du Port de Tunis recommande de retenir les concentrations suivantes.

- **Apport en provenance du Canal de ceinture du Lac Nord**

Les eaux transportées par le canal sont un mélange d'eau usée et pluviale. D'autre part, pendant le transit des eaux par le canal, elles subissent une décantation qui a pour résultat l'abattement des teneurs en $DB0^5$ et en MES. On peut donc supposer que les concentrations des indicateurs de pollution ont les ordres de grandeur suivants :

Azote	: 10 à 17 mg/l
Phosphore	: 5 à 10 mg/l
DBO5	: 200 à 300 mg/l
MES	: 100 à 200 mg/l

La simulation du réseau, réalisée par le Plan Directeur d'assainissement du Grand Tunis, a montré que les concentrations en DBO^5 sont voisine de 175 mg/l pour une pluie annuelle. D'autre part, la même étude a analysé la qualité de l'eau par temps sec et temps de pluie. On remarque que les valeurs de $DB0^5$ et MES sont plus élevées pendant les déversements d'eaux mélangées alors que la salinité est plus faible pendant ces déversements.

- **Arrivées directes dans le bassin du port**

Les eaux sont également un mélange d'eaux usées et pluviales mais la décantation dans le réseau est faible d'où des valeurs plus élevées en DBO5 et MES :

Azote	: 10 à 17 mg/l
Phosphore	: 5 à 10 mg/l
DBO5	: 400 à 500 mg/l
MES	: 400 à 800 mg/l

- **Apports des zones industrielles du sud**

On suppose que les eaux en provenance des banlieues sud sont essentiellement des eaux pluviales avec les caractéristiques suivantes :

Azote	: 16 à 33 mg/l
Phosphore	: 10 à 12,5 mg/l
DBO5	: 600 à 700 mg/l
MES	: 1500 à 5400 mg/l

2.4.3. Impacts des rejets d'eaux unitaires et pluviales sur le milieu récepteur

Les milieux récepteurs concernés ici sont le bassin du Port de Tunis, le Canal de Navigation et le Golfe de Tunis.

Des mesures de la qualité des eaux dans le Canal de Navigation et le Golfe de Tunis ont noté que dans le premier il existe un danger potentiel d'eutrophisation. Par contre, le Golfe de Tunis semble à l'abri d'un tel danger.

En ce qui concerne le port, si on compte sur le renouvellement des eaux du port en deux jours, on peut estimer que la dilution des matières nutritives et leur évacuation sont en principe assurée.

Les apports de matières en suspension sont susceptibles de provoquer des épaisseurs de dépôts de l'ordre de 3 à 4 mm/ an.

2.4.4. Mesures complémentaires

L'importance des apports et leur qualité pourraient constituer un obstacle à l'assainissement du Port de Tunis surtout qu'il est envisagé de le transformer en Port de Plaisance, centre d'une nouvelle activité urbaine et touristique.

En attendant, l'achèvement de l'étude de transformation du Port de Commerce en Port de Plaisance qui doit évaluer les risques potentiels du déversement des eaux pluviales de la partie Nord (canal de la ceinture nord) et de la zone sud de Tunis et pour ne pas aliéner l'avenir de la bonne utilisation des plans d'eau du port existant, l'EIE recommande de retenir la variante 2 du projet en cours d'étude préconisé par le plan directeur du Grand Tunis et réalisée par l'ONAS .

A savoir : "Rejet vers le port des eaux de Ben Arous, Jebel Jelloud avec écrêtement".
"Rejet des eaux de Bir El Kassaâ vers Radès".

3. EAUX ET SEDIMENTS : ETUDE ECOTOXICOLOGIQUE

3.1. ETAT INITIAL

3.1.1. Périmètre d'influence

Le périmètre d'influence est le même que celui définit au chapitre 1.1.1. pour l'hydrodynamique, soit : le système lagunaire port-lac et ses canaux.

Il lui sera rajouté l'extrémité des deux émissaires industriels principaux, soit : le canal Sogitex et le canal Sofomeca.

3.1.2. Généralités

La pollution chimique du système lagunaire par les nuisances directes qu'elle entraîne pour les populations riveraines, ainsi que par la très mauvaise impression qu'elle "colle" à l'image de la capitale, sont en grande partie à l'origine de la volonté politique d'assainissement prise par l'Etat tunisien.

Les échantillons prélevés dans le cadre de cette étude d'impact l'ont été en deux fois dans le courant du mois de février 1994.

Ces échantillons ont été prélevés en hiver dans des eaux froides et peu agitées, mais qui l'avaient été très fortement les trois jours précédents.

Ils est impossible d'extrapoler, principalement pour les macro-polluants minéraux, ce que pourrait être une situation estivale avec des eaux surchauffées par temps anticyclonique calme et durable. Ceci nous incitera à une certaine prudence dans les commentaires issues de ces analyses hivernales.

a/ <u>Objectifs de l'étude écotoxicologique</u>

- Le premier objectif est de dresser un bilan actuel de la situation de pollution du système lagunaire.
- Le deuxième objectif est la description sommaire des processus d'eutrophisation du système lagunaire.
- Le troisième objectif concerne la proposition de mesures complémentaires.

b/ Le bilan pollutif portera sur les eaux et les sédiments

- Mesures in situ
- Etude de la contamination bactériologiques de l'eau
- Etude des macro-polluants minéraux dans les eaux
- Etude des micro-polluants (métaux lourds) dans les eaux
- Etude des micro-polluants (métaux lourds) dans les sédiments.

c/ Lieux et modes de prélèvement des échantillons

- Date
  3 février 1994 et le 25 août 1994
- Marée
  Marée descendante, puis marée basse
- Vent
  Vent très faible de direction nord-ouest
  (vent particulièrement fort les trois jours précédents)
- Temps
  Calme et beau
- Couleur des eaux et transparence
  Eaux claires au débouché des pêcheries, verdâtre, brune et marron partout ailleurs et particulièrement opaques.
- Bateau
  Petite embarcation de 4m dotée d'un moteur et du matériel nécessaire aux prélèvement d'échantillons sédimentaires et aux mesures in situ (Un disque de Secchi, un oxynomètre, un salinomètre et un Ph mètre).
- Mode de prélèvement
  Ils ont été effectués dans des petits flacons de 20ml en plastique et numérotés.

Mesures in Situ	Analyses bactériologiques de l'eau	Analyses des macropolluants minéraux et des métaux lourds dans les eaux	Analyses des métaux lourds dans les sédiments
Station 9	Station 9	Station B	Station 1 16 31
Station 11	Station 11	Station 9	Station 2 17 32
Station 13	Station 13	Station 11	Station 3 18 33
Station 35	Station 35	Station 13	Station 4 19 34
Station 23	Station 23	Station 35	Station 5 20 35
		Station 23	Station 6 21
		Station C	Station 7 22
		Station 26	Station 8 23
		Station 19	Station 9 24
		Station A	Station 10 25
		Station 27	Station 11 26
		Station 34	Station 12 27
			Station 13 28
			Station 14 29
			Station 15 30

- Lieux de prélèvement (voir figure : 3.1.A : Lieux de prélèvements) 35 sites (maximum) ont été préalablement planifiés, ce qui est relativement peu et qui doit inciter à une certaine prudence dans le commentaire des résultats .
  Géographiquement, ces 35 sites couvrent à peu près la totalité des compartiments du système lagunaire; port, canaux, lacs, émissaires.
  Le choix des sites est déterminé par leur représentativité des phénomènes de contamination et d'hydrodynamisme.

d/ Méthodes d'analyse

Le détail précis des méthodes peut être fourni sur demande. Les laboratoires suisse et tunisiens qui ont établi ces résultats ont une très grande habitude de ce type d'analyses et ont utilisé les protocoles usuels des offices (ministères) fédéraux de la santé et de l'environnement. Il est certifié "Bonnes pratiques du laboratoire (BPL = GLP) et participe à des intercalibrations à un niveau international.

• **Mesures in situ**

Mesures effectuées à l'aide d'un disque de Secchi, d'un oxynomètre de Type WTW, un salinomètre et un Ph mètre.

• **Mesures bactériologiques dans l'eau**

* Germes totaux (méthode NF T 90-401) : incorporation en gélose plate count Agar

* Coliformes totaux (méthode NF T 90-413) : ensemencement sur milieu liquide : lactose

* Coliformes fecaux (méthode NF T 90-413) : confirmation sur milieu liquide : lactose

* Streptocoques totaux (méthode ISO 7899/1) : ensemencement sur milieu liquide Rothe concentré

* Streptocoques fécaux (méthode ISO 7899/1) : confirmation sur milieu liquide litsky

* Clostridium sulfito-réducteur (méthode ISO 7899/1) : incorporation en gélose solide tryptose sulfite néomycine

* Salmonelle (méthode ISO 7899/1) : ensemencement sur milieu liquide sélénite double

• **Macropolluants minéraux dans l'eau**

Dosage des nitrates, ammonium et du phosphore; dosage par colorimétrie sur échantillons filtrés 0.45 µm.

• **Micropolluants minéraux (métaux lourds) dans l'eau**

Dosage semi-quantitatif par ICMS sur échantillons filtrés 0.45 µm.

• **Micropolluants minéraux (métaux lourds) dans sédiments**

Extraction à l'acide nitrique et dosage par ICMS selon le protocole de l'ordonnance fédérale Suisse sur les sols (Osol) et le cahier de la FAC n°5 (Liebefeld-Bern 1989).

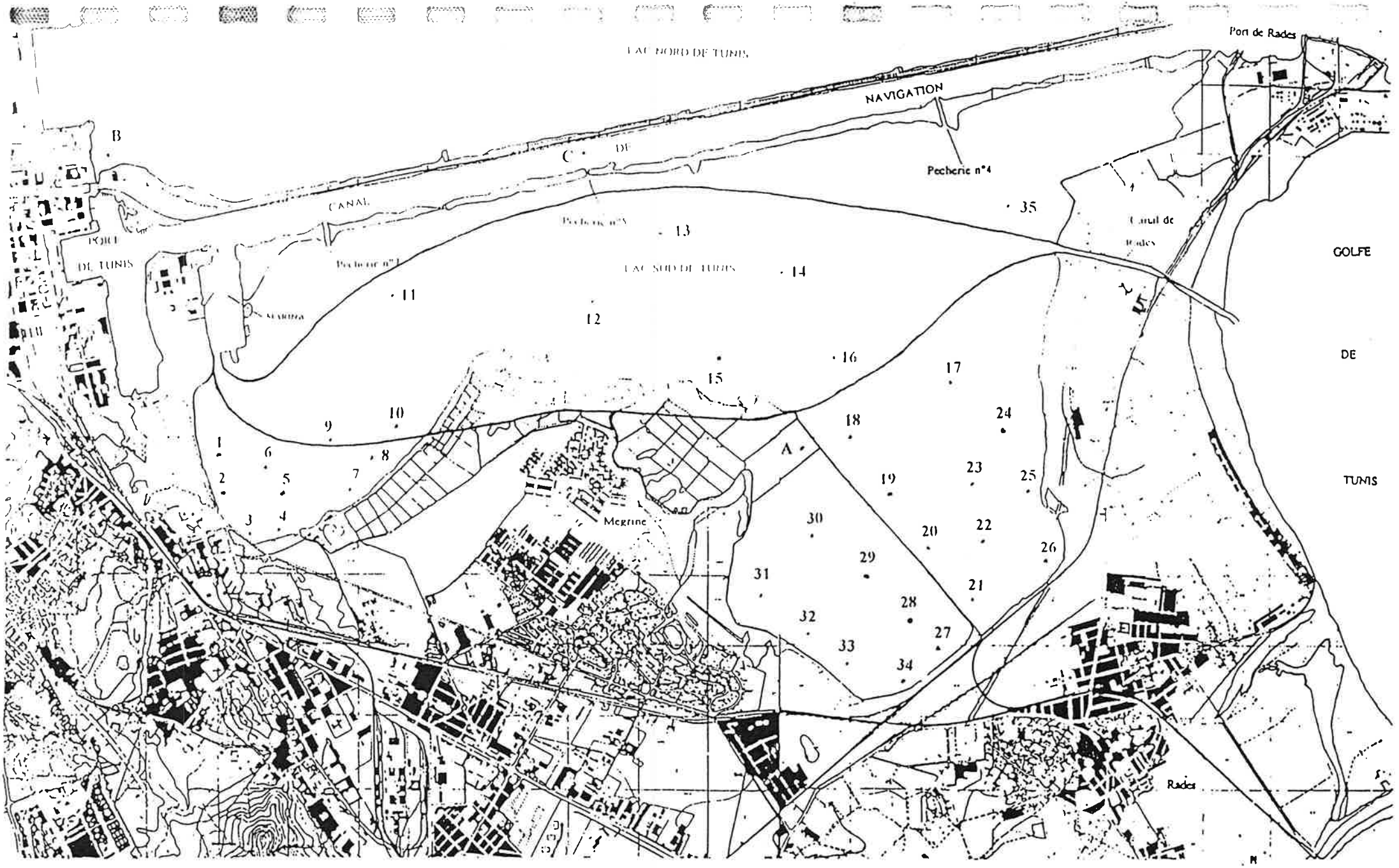


Figure 3.1.A : Lieux de prélèvement des échantillons

(Echelle : 1/34000)

TABLEAU 3.1.A : MESURES IN SITU PAR DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

	STATION 9	STATION 11	STATION 13	STATION 35	STATION 23	GOLFE DE TUNIS
HEURE	13h20	13h10	12h55	12h17	12h25	
PROFONDEUR (m)	0.7	0.8	1.0	0.8	0.9	15 à 30 m
TRANSPARENCE (m)	0.3	0.4	0.30	0.6	0.4	10 m
TEMPERATURE (°C)	30.7	30.3	30.5	30.3	31	26 C°
SALINITE (‰)	40.9	42	41	39	42.1	34-36 ‰
OXYGENE (%) DISSOUS (mg/l)	12 0.7	60 3.7	96 6	85 5.2	145 8.9	100 %
PH	7.82	8.2	8.34	8.32	8.71	8-8.2

Les stations correspondent aux numéros des échantillons portés sur la figure 3.1.A : Lieux de prélèvement des échantillons.
(25 août 1994)

TABLEAU 3.1.B : CONTAMINATION BACTERIOLOGIQUE DES EAUX

Normes Tunisiennes (Domaine public maritime)	Micro-organismes	9	11	13	35	23
	Germes totaux (germes/ml)	Incomptable (> 300.000)	Incomptable (> 300.000)	Incomptable (> 300.000)	Incomptable (> 300.000)	Incomptable (> 300.000)
	Coliformes totaux (germes /100ml)	> 2400	240	1100	210	28
2000 germes/100ml	Coliformes fécaux (germes/100 ml)	> 2400	240	1100	210	28
	Streptocoques totaux (germes/100ml)	> 23	23	23	23	23
1000 germes/100ml	Streptocoques fécaux (germes/100 ml)	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
	Aérobie sulfito-réducteur (germes/ml)	Incomptable	4	Incomptable	Absence	Absence
Absence	Salmonelles (germes/5000ml)	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence

TABLEAU 3.1.C : CONTAMINATION DES EAUX DE SURFACE PAR LES MACROPOLLUANTS MINERAUX : VALEURS DE REFERENCE

Valeurs mesurées	Normes Tunisiennes (domaine public maritime)	B	9	11	13	35	23	C	26	19	A	27
Nitrates (NO3)(mg/l)	90 mg/l	1.8	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.2	0.9	1.3	1.8	1.3
Azote (mg/l) ammoniacal (N-NH4)	30 mg/l	0.3	1.9	1.7	0.8	0.3	0.5	1.0	1.1	1.0	2.0	1.5
Phosphore Total (P)(mg/l)	0.1 mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1

TABLEAU 3.1.D : CONTAMINATION DE L'EAU DE SURFACE PAR LES METAUX LOURDS.

Métaux	Normes Tunisiennes (µg/l)	Normes sur les eaux potables en µg/l	Echantillons (µg/l)	EC (µg/l)	EC (µg/l)	EC (µg/l)	EC (µg/l)	EC (µg/l)	EC (µg/l)	EC (µg/l)	EC (µg/l)	EC (µg/l)	EC (µg/l)
	Domaine Public Maritime (1)	OMS (2)	B	9	11	13	35	23	C	26	19	A	27
Cd	5	3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Cr	500	50	9	8	8	8	8	7	9	9	7	14	34
Cu	1500	2000	68	20	23	23	24	24	22	32	27	66	64
Hg	1	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Ni	2000	20	20	14	14	17	14	17	13	49	22	42	45
Pb	500	10	3	< 1	< 1	2	1	1	2	3	1	4	4
As	100	10	45	36	38	46	49	46	36	76	61	**160**	**161**
Zn	10.000	-	95	20	4	24	14	5	35	50	46	2	9

Teneurs dépassant la norme tunisienne.

(1) : Normes Tunisiennes relative à l'eau de mer décret 85/56 du 02 Janvier 1985.

(2) : OMS : Guidelines for drinking water quality, 2nd edition, 1993.

3.1.3. Mesures in situ

La comparaison des résultats des mesures in-situ est faite par rapport aux conditions des eaux du golfe de Tunis., conditions vers lequelles doit tendre le lac restauré . Les mesures ont été faites en été, soit le 25 Août 1994.

3.1.3.1. La transparence des eaux : Tableau 3.1.A

La transparence joue un rôle aussi bien au niveau minimal que maximal. Pour les végétaux, ce rôle est lié à la **pénétration des rayons lumineux.**

Transparence minimale : exclusion des espèces benthiques.

Transparence maximale : inhibition de la photosynthèse.

Pour les peuplements faunistiques, le rôle essentiel, lié au niveau minimal (forte opacité des eaux), est joué par la charge des eaux en certains matériaux. Ceci ce traduit par une colonisation préférentielle du milieu par des peuplements suspensivores filtreurs qui sont paradoxalement, peu abondants dans le Lac Sud. Cette éviction est due à deux facteurs:

a- Un hydrodynamisme général très atténué entravant, dans une certaine mesure, le transit des particules alimentaires. Cette contrainte serait en particulier à l'origine de l'absence de récifs de Serpuliens.

b- La présence de sels de métaux lourds inhibant l'installation de ces récifs.

De telles conditions amorcent, en définitive, une anoxie du milieu.

3.1.3.2. Les températures des eaux : Tableau 3.1.A

En période estivale la température, qui est plus élevée que celle des eaux du golfe, joue un rôle limitant d'autant plus qu'en été s'amorce le dépérissement des peuplements d'ulves, ce **qui est un facteur important d'asphyxie du milieu.**

3.1.3.3. La salinité des eaux : Tableau 3.1.A

La sursalure en Eté des eaux du Lac Sud est due à la forte évaporation et au très faible taux de renouvellement.

La salinité du lac varie en général de 31-33 ‰ en Hiver à 40-42 ‰ en Eté. Cette variation n'est pas un facteur limitatif important. En effet, l'essentiel des peuplements vivants (poissons) dans le lac appartient au domaine Euryhalin.

3.1.3.4. L'oxygène dissous dans l'eau : Tableau 3.1.A

En période chaude, l'oxygène est un facteur limitant particulièrement dans les zones où les sédiments sont le siège d'une forte réduction, ce qui est le cas de la zone Ouest du lac où les vases sont noires et gluantes. Tout porte à croire qu'en l'absence de lumière le taux d'oxygène y est fortement abaissé.

Par contre dans la zone Est du lac, il existe une très forte sursaturation 145 %, ce taux est lié à des conditions d'activité photosynthètique maximale elles mêmes en rapport avec un fort éclairement. La zone Est du lac est le siège d'un important développement phytoplanctonique engendré par une très fort enrichissement en matières organiques du plan d'eau au niveau de cette zone Est qui se traduit par ailleurs par une forte activité des bactéries.

3.13.5. Le pH de l'eau : Tableau 3.1.A

La baie Ouest est caractérisée par une acidité à l'inverse de la baie Est évoluant vers la basicité (forte concentration d'algues nitrophiles à la surface).

La diminution du pH s'explique par le dégagement de sulfure d'hydrogène et d'acides gras suite aux décompositions de la matière organique contenue dans les macroalgues et les sédiments. Elle a pour effet l'acidification du milieu et la diminution du pH.

A l'inverse, avec la présence des ulves à la surface de l'eau, l'algue consomme le CO_2 gazeux (acide), d'où une augmentation de Ph. Elle consomme ensuite l'ion HC03-. Les ions OH-libérés alors des cellules, ainsi que le déplacement de l'équilibre des carbonates vers la gauche, vont provoquer une augmentation du pH.

3.1.4. Contamination bacteriologique des eaux : Tableau 3.1.B

Vu que les eaux du Lac Sud de Tunis communiquent avec les eaux du Golfe de Tunis, on pourrait appliquer dans l'étude de la qualité microbiologique des eaux du lac les

normes tunisiennes NT 09-11 "Qualité microbiologique des eaux de mer destinée à la baignade".

Les critères sont :

- Coliformes totaux inférieures à 500/100 ml
- Coliforme fécaux inférieures à 100/100 ml
- Streptocoques fécaux inférieures à 100/100 ml

OBSERVATIONS D'APRES LES RESULTATS DU TABLEAU 3.1.B

a- La recherche et le dénombrement des germes totaux et des anaérobies sulfito-Réducteur n'est pas utile dans une eau de surface destinée à la baignade. Elle est utile pour les eaux destinées à la consommation et plus précisément les eaux minérales.

b- La recherche des salmonelles n'est justifiée que si l'eau est destinée à l'acquaculture à la conchy-culture où à la consommation.

Pour les cinq échantillons prélevés dans le lac, nous pouvons dire que :

- Les secteurs où ont été prélevés les échantillons 9 et 13 sont non conformes à la baignade due à une contamination Fécale très élevée et à la présence d'un taux important en Anaérobie Sulfito-Réducteurs.
- Les secteurs où ont été prélevés les échantillons 11 et 35 sont non conformes à la baignade due à une contamination fécale faible.
- Le secteur où a été prélevé l'échantillon 23 est conforme à la baignade.
- L'absence de Salmonelles dans l'ensemble des échantillons indique qu'il n'y a pas de risques de SALMONELLOSE pour l'usage de ces eaux.

3.1.5. Contamination des eaux par les macropolluants minéraux

a/ Avertissement

Les éléments minéraux sont des éléments chimiques nécessaires à la croissance des organismes marins responsables du phénomène d'eutrophisation.

Les résultats des analyses de la contamination des eaux de surface par les macropolluants minéraux Phosphore et Azote, montrent que les teneurs en ces matières sont nettement inférieurs aux teneurs limites acceptables dans les eaux du domaine maritime.

La nette réduction des composés de Phosphore et d'Azote dans l'eau du Lac Sud est due à la nette élimination des effluents domestiques, principales sources exogènes de la pollution Azotée et Phosphorée.

b/ Niveaux de contamination

- **Les nitrates**

Les nitrates sont présents à des concentrations sensiblement constantes dans les échantillons du plein-lac ainsi que dans la lagune à proximité du canal Sogitex, environ 1,3 mg/l (cf : échantillon 27, en annexe et figure 3.1.A).

La concentration n'est que légèrement plus élevée dans les salines (1,8 mg/l échantillon A). **Les concentrations relevées sont toutefois très faibles en comparaison des valeurs de références des Agences de l'Eau françaises et de la CEE (1986) (1).**

Des concentrations supérieures sont observées dans le Canal de Navigation, entre la sortie du Canal de ceinture nord et la pêcherie n°7. Ces concentrations traduisent vraisemblablement l'impact du rejet des eaux usées du Canal de ceinture nord.

La conclusion s'impose : la pollution des eaux du Lac Sud par les nitrates est insignifiante et sans sujet à inquiétude pour l'avenir (voir tableau 3.1.C : Contamination des eaux par les macropolluants minéraux : valeurs de références).

- **L'ammonium**

La concentration en ammonium dans le Lac Sud présente un gradient de concentration d'ouest en est. Les concentrations les plus élevées sont observées dans la baie-ouest, au large du port (voir tableau 3.1.C. : Contamination des eaux par les macropolluants minéraux : valeurs de référence - échantillons 9 et 11) et chutent au débouché du Canal de Radès (éch. 35). Toutefois, **ce gradient est relativement peu marqué.**

---

(1) Critères d'appréciation globale de la qualité de l'eau des rivières.

Une explication peut être fournie à ce phénomène :

Ce gradient résulte de différence de facteurs naturels qui influencent la minéralisation de la matière organique :

- Exposition différenciée aux vents qui influence le brassage et la remise en solution des éléments minéraux à partir des sédiments.
- Exposition différenciée aux vents qui influence le gradient de température qui influence à son tour le gradient d'activité biologique.

Le phénomène biologique en jeu est le suivant :

L'ammonification (formation d'ammonium à partir de matière organique) est réalisable par un nombre relativement élevé de microorganismes. En revanche, la nitrification (transformation de l'ammonium en nitrites, puis en nitrates, n'est réalisable que par un nombre limité de groupes de micro-organismes. Conséquence : une accumulation temporaire d'ammonium est possible à certaines périodes de l'année).

Les eaux du Lac Sud présentent des signes de pollution par l'ammonium. Les concentrations relevées sont globalement moyennes, avec une tendance à une dégradation vers la baie-ouest et vers le Port de Tunis où les eaux doivent être considérées comme polluées (en comparaison avec les valeurs de références des Agences de l'Eau françaises et de la CEE, 1986).

- **Le phosphore**

Les eaux du Lac Sud ne présentent qu'une concentration faible en phosphore sur l'ensemble des échantillons analysés (inférieure au seuil de détection). Le phosphore est vraisemblablement incorporé au sein de la biomasse planctonique dont la productivité est située dans la moyenne annuelle au mois de janvier et février (Crouzet, 1971). La faible concentration observée pourrait être liée un rôle de facteur limitant du phosphore pour la croissance phytoplanctonique. Ce point là, mériterait d'être prospecté et vérifié.

c/ Conclusions

Le Lac Sud de Tunis présente des signes de faible pollution par les éléments minéraux jouant un rôle dans l'apparition de conditions d'eutrophie et de dystrophie du milieu. Bien que ces éléments minéraux puissent être d'origine naturelle, leur concentration est principalement liée aux rejets hydriques de l'agglomération de Tunis.

3.1.6. Résultats de la contamination des eaux par les micropolluants minéraux

a/ Niveaux de contamination

Les métaux lourds proviennent des eaux industrielles déversés dans le lac notamment par les canaux Sogitex et Djebel Jelloud. Une faible partie de ces métaux restent dissoute dans l'eau du lac, le gros se dépose avec les boues au fond du lac.

Les résultats des analyses d'échantillon prélevés dans différentes zones du plan d'eau tableau 3.1.D montrent que la teneur en métaux des eaux du Lac Sud est acceptable dans son ensemble et reste largement inférieure aux normes tolérées au niveau des eaux du domaine public maritime tunisien "Décret 85/86 du 02 Janvier 1985".

b/ Conclusions

La contamination des eaux du Lac Sud par les micropolluants minéraux existe le plus souvent à l'état de trace. Les teneurs les plus élevées sont observées à proximité immédiate du rejet du Canal Sogitex drainant les effluents de très nombreuses industries. Une origine industrielle est vraisemblable pour certains des micropolluants minéraux rencontrés, en particulier l'arsenic. Une petite anomalie a été noté au niveau de l'Arsenic dans la zone Est près des salines. Cette anomalie peut être considérée comme marginale vu le faible volume d'eau pollué en cet endroit par l'Arsenic comparé à l'ensemble de l'eau du lac.

En effet, les micropolluants minéraux peuvent être relargués à partir des sédiments contenant naturellement ces éléments ou à partir de sédiments contaminés par des activités industrielles anciennes ou actuelles.

3.1.7. Description sommaire des processus d'eutrophisation du système lagunaire

a/ Processus

L'eutrophisation est une évolution des milieux aquatiques caractérisée par un fort développement du phytoplancton (= algues). Le développement du phytoplancton résulte de l'utilisation des éléments minéraux résultant de la minéralisation de matières organiques. Cette surabondance d'algues est liée le plus souvent à des apports exogènes liés à des activités humaines. La prolifération d'algues produit des phénomènes d'accumulation et de putréfaction qui dégagent notamment des odeurs désagréables.

L'eutrophisation est un signe de déséquilibre du milieu et peut représenter le premier stade d'une évolution vers une destruction de la flore et de la faune des milieux marins (Aubert et Aubert [1]).

b/ Situation du Lac Sud

Dans le Lac Sud de Tunis, l'apport des éléments minéraux provient essentiellement des rejets d'eaux usées liées aux activités humaines de l'agglomération. Comme ce milieu est quasiment fermé, le renouvellement des eaux est lent, ce qui provoque une accumulation de matières organiques. La faible profondeur du Lac Sud favorise une production d'algues élevée. Dans le lac, les observations de Belkhir et Hadj-Ali-Salem en 1975/76 ont montré que la production planctonique présente un premier pic en mars, dont la montée coïncide avec le passage de la température de l'eau au-dessus de 14.5°C (principalement des Diatomées) et un deuxième pic en juillet, dont la montée coïncide avec le passage de la température au-dessus de 21°C (principalement des Dinoflagellés) (In Aubert et Aubert). Elle s'effondre en août pour remonter légèrement et atteindre un "pallier accidenté" de septembre à janvier.

L'eutrophisation suit un cycle annuel d'eutrophisation-dystrophisation remarquable avec en juillet/août une situation d'eaux anoxiques. L'anaérobie provoque des phénomènes de putréfaction qui peuvent mener à une mortalité massive des macroorganismes et au dégagement d'hydrogène sulfuré (H2S), dont se plaignent tellement les riverains. **Un développement spectaculaire d'algues conférant une couleur rouge aux eaux du Lac Sud est observé presque tous les ans.**

Les développements planctoniques résultent de la conjugaison complexe de différents facteurs et ils ne sont directement corrélés ni avec la température ni avec la concentration en nutriments (P-PO4, N-NO2, N-NO3).

3.1.8. Résultats de la contamination des sédiments par les micropolluants minéraux (métaux lourds)

1. ELEMENTS RECUEILLIS DES ETUDES REALISEES PAR LA SEPTS

Le rapport général établi par SERAH SOTINFOR en Décembre 1991 met en évidence certaines différences entre le Lac Sud et le Lac Nord.

"Ces particularités se traduisent principalement par le fait que le bassin Nord a toujours reçu une très forte quantité d'eaux usées urbaines tandis que le bassin Sud en a reçu beaucoup moins. Ce dernier est par contre le réceptacle d'une très forte pollution chimique."

(1) Opus cité

"Il est évident que le Lac Sud est un milieux particulièrement pollué et eutrophisé que ce soit par des substances organiques ou chimiques. Les substances chimiques, **lorsqu'elles ne produisent pas un effet toxique immédiat sont responsables d'effets différés pouvant se représenter sur l'homme au travers d'accumulation le long de chaînes trophiques.** Ainsi, la contamination de poissons provenant d'un tel milieu peut se révéler dangereuse à long terme. Les analyses chimiques sont souvent impuissantes pour identifier de tels phénomènes qui résultent d'accumulation successives dans chaque maillon de la chaîne".

"Les échanges avec la mer ne se produisent actuellement que par l'intermédiaire du Chenal de Navigation et sont limités aux zones situées aux alentours des bordigues."

"Les constatations faites en font un milieu à très fortes turbidités, à développement important de micro et macro algues et pouvant se révéler totalement insalubre, notamment dans la partie Ouest réceptacle **de nombreuses pollutions chimiques**".

"Cinquante pour cent des unités industrielles du Grand Tunis soit 564 sont en relation directe avec les problèmes de pollution et d'assainissement du Lac Sud".

"Pour tendre vers les conditions les plus proches possibles de la marinisation, il faut **maîtriser l'apport des bassins versants** extérieurs" en éliminant les rejets d'eaux usées industrielles et domestiques et en supprimant tous les rejets terrestres en phase finale.

"Les toxiques, **les métaux lourds**, l'amiante n'ont pas fait l'objet de recherche systématique. **Leur présence est néanmoins certaine** compte tenu des activités telles que teintureries, tanneries, ateliers de délavage de Jeans et de traitement de surface, usines de matériaux de construction".

Après avoir fait tous ces constats, l'Etude SERAH-SOTINFOR préconise de "**combler de manière préférentielle les zones polluées par des substances chimiques en particulier le côte Ouest du Lac**".

2. CAMPAGNE D'ANALYSE

Trois campagnes d'Analyse des sédiments ont été réalisées au niveau de l'EIE.

LA PREMIERE CAMPAGNE :

Cette campagne a été réalisée avec la collaboration de la Société Lake Group pour l'échantillonnage et FRISA S.A pour les analyses.

Elle a porté sur 11 points couvrant l'ensemble du Lac.

LA SECONDE ET LA TROISIEME CAMPAGNE

Elles ont été réalisées avec la collaboration de la Société Lake Groupe pour la prise d'échantillons et le Laboratoire Super Test-S.G.S pour les analyses et ont intéressé cinq métaux lourds Cu, Zn, Cd, Pb et Cr pour la seconde campagne et trois métaux lourds cd, Cr et Pb pour la troisième campagne.

Le plan d'eau actuel soit les 1100 hectares est divisé en cinq grandes zones :

La zone 1b : Le fond de l'Anse Est limitée par la digue et couvrant 120 hectares environ.

La zone 1a : La partie avant de l'anse Est limitée par les berges du Lac restauré et couvrant 360 hectares environ.

La zone 5a : L'anse Ouest limitée par les berges du Lac restauré et couvrant 90 hectares environ.

La zone A du Lac restauré : La moitié Est du Lac restauré et couvrant 350 hectares.

La zone B du Lac restauré : La moitié Ouest du Lac restauré et couvrant 350 hectares.

Les sondages qui ont été effectués à une profondeur moyenne de 0,5 à 1,0 mètres et dont les résultats des analyses ont été répartis selon ces cinq grandes zones citées ci-dessus..

IMPLANTATION DES PRELEVEMENTS DE SEDIMENTS

Anse Ouest : Zone 5 a (points 1 à 8)
Zone B du lac restauré (points 9 à 12)
Zone A du lac restauré (points 13 à 16)

Partie avant de l'Anse Est 1a (points 17 à 26)

Le fond de l'Anse Est 1b (points 28 à 34)

Zone 3 (point 35)

Les points A,B et C concernent uniquement la contamination de l'eau.

3. LES NORMES ET REGLEMENTATION UTILISEES

a- NORMES ET REGLEMENTATION TUNISIENNES

Contrairement à la présence de métaux lourds dans les eaux, Décret 85/86 du 02 Janvier 1985, **la Tunisie n'a pas développé de normes et une réglementation** quant à la présence des métaux lourds dans les sédiments.

b- REGLEMENTATION SUISSE

Faute d'un Arsenal légal Tunisien, l'EIE s'est référée à la réglementation Suisse, "l'Ordonnance du 09 Juin 1986 sur la pollution du sol par les substances dangereuses Osol", pour apprécier les teneurs en métaux lourds des sédiments du lac.

L'ordonnance Suisse du 09 Juin 1986 définit les conditions de réutilisation des sols en fonction de leur teneur en métaux lourds, répartit les matériaux en trois catégories selon leur degré de pollution et définit les utilisations possibles.

C- AUTRES REGLEMENTATIONS

certains pays ont développé des réglementations générales ou spécifiques à de grands projets. nous pouvons citer en particulier :

* La réglementation européenne relative à la valeur limite de la concentration en métaux lourds dans les sols.
* La réglementation hollandaise
* La réglementation allemande
* La réglementation spécifique américaine relative au "Project Sound" du Washington State Department

Il ressort de l'ensemble de ces réglementations que la pollution des sédiments par les métaux lourds necessite un examen et la définition d'une réglementation générale ou Ad-Hoc en fonction du problème.

Tableau 3.1.E : VALEURS D'APPRECIATION POUR LA REUTILISATION DES MATERIAUX TERREUX EN SUISSE

(Office fédéral Suisse de la protection de l'environnement, informations concernant la protection des sols et l'OSol, no 4,1993)

Teneurs en polluants du sol		Valeurs indicatives OSol (ppm) (09 Juin 1986)	Valeurs d'appréciation pour la réutilisation des matériaux terreux		
			Catégorie I (mg/kg) Matériaux non pollués	Catégorie II (mg/kg) Matériaux peu pollués	Catégorie III (mg/kg) Matériaux très pollués
Métaux lourds :					
Cd	Teneurs totales	0.8	< 0.8	0.8 - 2	> 2
	Teneurs solubles	0.03	< 0.03	0.03 - 0.5	> 0.5
Cr	Teneurs totales	75	< 75	75 - 200	> 200
	Teneurs solubles	-	< 0.04	0.04 - 0.06	> 0.06
Cu	Teneurs totales	50	< 50	50 - 100	> 100
	Teneurs solubles	0.7	< 0.7	0.08 - 1.4	> 1.4
Hg	Teneurs totales	0.8	< 0.8	0.8 - 1.2	> 1.2
	Teneurs solubles	-	-	-	> -
Ni	Teneurs totales	50	< 50	50 - 100	> 100
	Teneurs solubles	0.2	< 0.2	0.2 - 0.4	> 0.4
Pb	Teneurs totales	50	< 50	50 - 300	> 300
	Teneurs solubles	1	< 1	1.0 - 1.5	> 1.5
Zn	Teneurs totales	200	< 200	200 - 350	> 350
	Teneurs solubles	0.5	< 0.5	0.5 - 1	> 1
Co	Teneurs totales	25	-	-	-
Mo	Teneurs totales	5	-	-	-
F	Teneurs totales	400	-	-	-
	Teneurs solubles	25	-	-	-
TI	Teneurs totales	1	-	-	-

CATEGORIE I : LES MATERIAUX NON POLLUES

Ils sont réutilisables sur des sites dont la fertilité du sol doit être protégée préventivement à long terme. Il s'agit principalement des terres servant à la production de denrées alimentaires ou d'aliments pour le bétail (y compris les jardins potagers), des forêts, des places de jeu, des zones de protection des eaux et des zones d'habitation.

Les valeurs d'appréciation des métaux lourds pour cette catégorie correspond aux valeurs indicatives de l'OSOL.

CATEGORIE II : LES MATERIAUX PEU POLLUES

Ils ne peuvent être réutilisés que sur des sites moins sensibles aux atteintes à l'environnement et à la santé humaine. Il s'agit des espaces verts publics et des zones industrielles, des talus de bords de voies de communication et des terrains de sport.

Les valeurs d'appréciation pour la catégorie II sont à peu près le double de la catégorie I à l'exception du Pb dont la valeur est plus élevé du fait de sa faible mobilité dans le sol.

CATEGORIE III: LES MATERIAUX TRES POLLUES

Ils ne peuvent en aucun cas être réutilisés et doivent être éliminés avec si nécessaire un prétraitement.

Les teneurs en métaux lourds pour chacune des catégories sont données dans le tableau 3.1.E.

4. REMOBILISATION

l'élément majeur de la remobilisation des métaux lourds correspond au transfert de ces matériaux dans la chaîne alimentaire. Le transfert dans l'eau et en phase finale chez le poisson a été abordé dans l'étude écologique déjà effectuée par la SEPTS pour ce qui concerne le transfert des métaux lourds **du sol à la plante** et **de la plante** au sol, le schéma ci-après l'illustre :

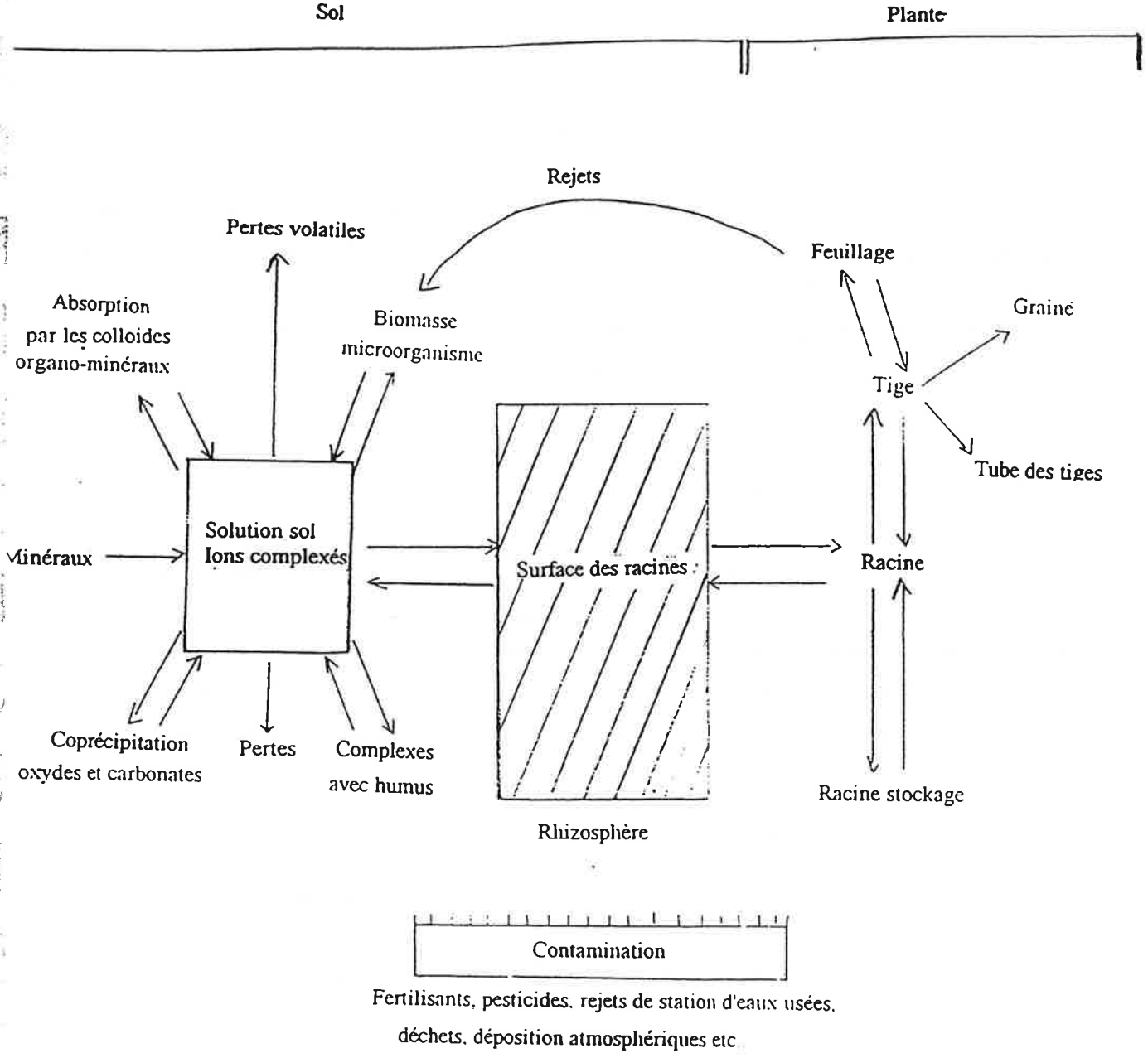


Figure 4.A :

Le sol : système végétal montrant les composants impliqués dans la dynamique des métaux lourds (adapté de Peterson et Alloway)

Aussi le transfert du sol à la plante se fait via la paroi des racines et le retour à la surface du sol se fait particulièrement par la retombée des feuilles.

Les facteurs qui affectent la quantité de métal lourd absorbée par la plante sont principalement :

- La concentration du métal
- Le mouvement du métal de la paroi de la racine vers l'intérieur de la plante.

Le transfert des métaux vers les parties aériennes de la plante est plus rapide par exemple pour le Zn et Cd que pour le Pb, Cr, et Cu.

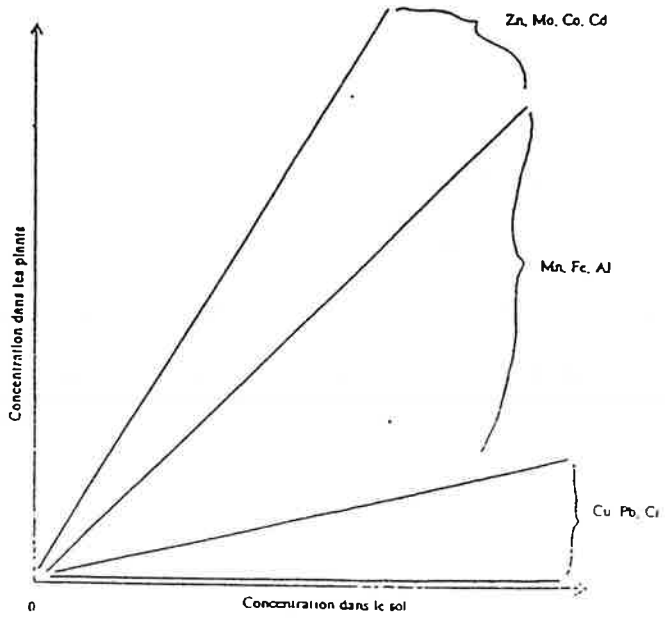


Figure 4.B :

Progression du métal dans les parties aériennes des plantes en fonction des concentrations en nutriment ou de la solution du sol (d'après Concaic et al, reproduit avec la permission des auteurs)

Les plantes et les végétaux emmagasinent en quantités plus importantes les métaux lourds dans leurs feuilles.

C'est ainsi que :

- Le Cd est accumulé en grande quantité dans les salades (laitues), les épinards, les celeries.
- Le Pb est accumulé dans les céleris, le gazon.
- Le Zn est accumulé dans les épinards.

Les végétaux qui accumulent des teneurs en métaux lourds supérieures à la normale peuvent engendrer des risques sur la santé du consommateur.

5. QUALITES DES PRODUITS DE DRAGAGE

Les matériaux disponibles ont été classés en trois catégories par l'Etude SERAH-SOTINFOR en fonction de leurs caractéristiques et de leur usage.

1ère CATEGORIE :

Il s'agit d'un sable grossier situé en zone Est du lac (à une profondeur de -3 à -20m). Il peut être considéré comme matériau de remblai acceptable, après évacuation de l'eau, pour tous les types de structures en génie civil.

Ce matériau se trouvent amassé dans la zone A du lac restauré et dans l'Anse Est.

2ème CATEGORIE :

Il s'agit d'une vase molle mélangée avec du sable et des éléments coquillés. Ce matériau possède des qualités très moyennes. Il peut être utilisé, moyennant drainage, et donc risque de lessivage pour des structures légères à court terme et des structures plus lourdes à moyen terme. Ce matériau forme la couche superficielle de la zone A du lac restauré et de l'Anse Est.

3EME CATEGORIE :

Cette catégorie est constituée essentiellement de vase molle organique. Elle ne doit pas être utilisée en remblais en raison de sa période de "maturation" extrêmement longue. Ces matériaux seront donc réservés pour les zones non édificandi (zones d'influence de l'Aéroport-prolongement des pistes d'envol).

Ce matériau forme l'essentiel du sol de la zone B du lac restauré et de l'Anse Ouest.

TABLEAU 3.1.F : CONTAMINATION DES SEDIMENTS PAR LES METAUX LOURDS

Référence Sédiment standard quality (1) (mg/kg)	Référence Matériaux terreux en Suisse (2) (mg/kg)	Metaux lourds	Zone 5a								Zone B				Zone A			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
51	> 2	Cd	16	14	35	17	13	13	26	12	6.66	8	6.28	8	5.16	8	9	9
260	> 200	Cr	99	318	1271	660	142	92	736	83	359	87	25.6	70	67.5	55	78	60
450	> 300	Pb	501	348	951	683	159	241	246	91	536	81	292	60	338	100	55	98
390	> 100	Cu			298	180			78		67.6		24.5		31.2			
	> 100	Ni									15.1		15.7		17.7			
410	> 350	Zn			521	301			184		444		167		192			

(1) Plan d'évaluation et de gestion des sédiments du Project Sound Washington State Département and Ecology. USA, GRIM ET Pastorok. 1992 (Si la valeur est inférieure, absence d'impact du sédiment laissé en place).

(2) Information provenant de l'Ordonnance Suisse du 9 Juin 1986 sur la pollution du sol (Osol : note n°4 - 1993) (Si la valeur est inférieure, le matériaux est réutilisable tel quel).

TABLEAU 3.1.F : CONTAMINATION DES SEDIMENTS PAR LES METAUX LOURDS

	Zone 1a										Zone 1b								Zone 3
Metaux lourds	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Cd	9	22	1.77	10	15	11	3.96	9	11	0.35	0.18	10	10	10	12	8	7	2.3	1.04
Cr	114	345	57.4	81	36	84	86.8	77	59	20.2	4.16	98	64	80	100	76	68	69.3	29.3
Pb	182	564	193	85	419	97	222	120	96	47.6	564	109	80	142	176	56	58	454	86.4
Cu		117	24.3		89		27.3			8.40	1.83							69.2	12.7
Ni			7.1				15.4			11.6	2.9							454	12.2
Zn		92	151		55		157			46.6	92							1390	67.5

a/ Evolution des prises

La part du Lac Sud dans la production halieutique globale est peu importante par rapport au Lac Nord (15 à 20 % de la production des deux lacs). Des données disponibles concernant la production halieutique pour les deux lacs font apparaître :

Années	1964	1967	1971	1973	1976	1978	1982	1993
Total des prises (tonnes)	260	520	540	955				
Anguilles				659	385	623	420	92

Les données de 1993 signalent une production d'anguilles de 92 tonnes seulement, ce qui représente le 1/5 de la production des années 70. Le tableau si dessous montre une dérive vers le bas de la production halieutique dans le Lac Sud qu'on ne peut s'empêcher de mettre en corrélation avec une aggravation des conditions physico-chimique du milieu.

Production	1979	1980	1981	1982	1984
Pêcheries n°4,7 et 8	181,7	56	66,2	30,7	22,5
Pêches par filets	-	45,5	34,5	-	149

b/ Inventaires des espèces piscicoles

La lagune possède un groupe de poissons autochtones peu nombreux (cycle biologique complet en lagune) et un groupe de poissons allochtones plus important, ce sont les immigrants marins venus du golfe.

Liza aurata	Mulet doré	Saffraya
Liza ramada	Mulet porc	Bitoum
Liza saliens	Mulet sauteur	Karshou
Chelon labrosus	Mulet à grosses lèvres	Kahlayoun
Mugil cephalus	Mulet cabot	Bouri
Sparus auratus	Daurade	Ouarka
Diplodus vilgarus	Sar	Fouliza
Diplodus annularis	Sar	Fouliza
Lithognathus mormyrus	Marbré	Menkous
Solea vulgaris	Sole	M'dass
Pegusa lascaris	Sole	M'dass
Atherina boyeri	Jeol	
Sardinella aurita	Sardine	Sardina
Anguilla anguilla	Anguille	Hancha
Gobius melanostomus	Gobie	Gobie

c/ Dynamique et évolution des réserves piscicoles

Le Lac Sud possède un régime hydrologique très particulier. En effet, il y a mélange entre eau marine issue du Golfe de Tunis et eau douce d'origine continentale (eau pluviale très polluée, eau usée et eau industrielle).

La conséquence de ce mélange irrégulier est le développement dans le lac des espèces euryhalines aptes à supporter des changements de salinité (muges et anguilles) et une production des autres espèces irrégulière qui dépend des variations des conditions écologiques qui existent saisonnièrement dans le lac.

Les petites espèces non commercialisables sont des habitants permanents du lac (cycle biologique complet dans la lagune : exemple le gobie). Les principales espèces commercialisables sont des immigrants marins (muges, anguilles...).

4.1.6. Avifaune

a/ Recensement

Le Groupe Tunisien d'Ornithologie et l'Unité d'Ornithologie de l'Institut National de la Recherche Scientifique et Technique signale l'observation de plus de 57 espèces d'oiseaux réparties sur 21 familles dans le périmètre d'influence du Lac Sud.

Ces espèces sont représentées par des individus qui ont été observés :

- stationnants en colonies en grand nombre (flamant rose 10.000, foulque macroule, canard siffleur...) ou en groupes isolés en petit nombre (grand gravelot).
- sédentaires ou migrateurs (pour la nourriture, pour la reproduction, pour des migrations pré où post nuptiales) ou de passage.
- hivernants ou estivants.
- nicheurs ou non...

b/ Inventaire des espèces observées dans le périmètre d'étude

Podicipedidae
- Grèbe huppé
- Grèbe à coup noir

Phalacroocoracidae
- Grand cormoran

Ardeidae
- Heron garde boeufs
- Aigrette garzette

Threskiornithidae
- Spatule blanche

Phoenicopteridae
- Flamant rose

Anatidae
- Tadorme de Belon
- Canard siffleur
- Canard chipeau
- Sarcelle d'hiver
- Canard colvert
- Canard pilet
- Sarcelle d'été
- Canard souchet
- Fuligule milouin

Accipitridae
- Busard des roseaux

Paudionidae
- Balbuzard pêcheur

Rallidae
- Foulque macroule

Recurvirotridae
- Avocette

Burhinidae
- Oedicnème criand

Charadriidae
- Petit gravelot
- Grand gravelot
- Gravelot à collier
- Pluvier argenté

Scolopacidae
- Becasseau cocorli
- Becasseau variable
- Chevalier combattant
- Becassine des marais
- Barge à queue noire
- Courlis cendré
- Chevalier gambette
- Chevalier aboyeur
- Tourne pierre à collier
- Phalarope à bec

Laridae
- Mouette rieuse
- Goéland railleur
- Goéland brun

Sternidae
- Sterne caugek
- Sterne naine
- Guifette noire

Alaudidae
- Alouette pispolette

c/ Répartition et commentaire

Les régions du lac à forte densité d'oiseaux sont :

- Entre les collines de Radès et Mégrine et les salines (la végétation humide variée et les bas fond) : Grèbe à coup noir colonie de 2.200 individus recensés par les Amis des oiseaux, flamant rose 10.000 individus, foulque macroule etc.
- Secteur nord-est près du nouveau port de Radès : canard siffleur, alouette pispolette, sirin cini etc.
- La baie sud-ouest du lac près du Port de Tunis : flamant rose.

On constate que les oiseaux sont attirés principalement par les secteurs marécageux et lagunaires peu profonds. Ils recherchent la végétation variée, inondée sur les rives (canard et oie) et les milieux très nutritifs des fonds vaseux; (flamant rose), voire même les déversoirs d'eaux usée (chevalier combattant) ou les décharges d'ordures ménagères (mouette rieuse).

d/ Le cas particulier du flamant rose

Le flamant est l'oiseau-roi du Lac Sud de Tunis. Il est indifférent au vent, mais sensible à la salinité, à la profondeur de l'eau et à la présence de la vase et très sensible aux perturbations diverses. Il se nourri dans la vase de petits invertébrés (chironomes, tubifex) ou crustacés (artemias) dont il fait une consommation journalière très importante par rapport à son propre poids (poids des mâles 4.5 kg, femelles 2 kg). Plus l'eau est salée (marais salants) moins il rencontre de variétés d'espèces pour se nourrir, mais plus la biomasse peut être importante. Dans les marais salants, la présence d'artemia salina à certains moments de l'année est telle que l'eau s'en trouve colorée en rose. Le flamant aime se tenir sur des fonds vaseux de 50 à 80 cm de profondeur, même s'ils sont très peu stabilisés, grâce à ses pattes palmées.

Recherchant la tranquillité, les colonies du Lac de Tunis s'en vont passer la nuit dans le Port de Tunis ou dans la Sebkha de Séjoumi. C'est une espèce très sociable, présente toute l'année en Tunisie, mais la nidification n'a plus été observée depuis 1974. Le Lac Sud de Tunis, avec la Sebkha Séjoumi concentrent l'essentiel des colonies observées en Tunisie.

4.2. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS : PHASE DE REALISATION

4.2.1. Impact lié à une perte brute de surface

Le passage de 1100 hectares à 700 hectares du plan d'eau se fera, principalement, au détriment des baies est et ouest, peu profondes et formés d'eau stagnante.

Cette perte de surface imposée par le réaménagement du lac, deviendra un site privilégié du programme d'urbanisation.

- **Disparition des steppes halophiles et prairies inondées inhérente à la perte de surface**

Les paysages végétaux actuels et leurs milieux vont disparaître totalement de la baie est et ouest, principalement. La baie ouest, proche de Tunis, ne présente pas le même intérêt floristique que la profonde baie est de Mégrine et Radès. Dans cette dernière, si les pelouses d'annuelles et les steppes halophiles de salicornes sont sans grande originalité et sans grande valeur, les steppes à Atriplex, les roselières et les prairies inondées sous les collines de Mégrine et Radès constituent une richesse biologique, de par leur rareté et leur perte devient préjudiciable. Paradoxalement, elles seront menacées dès la première phase des travaux d'assainissement de l'ONAS, qui prévoit l'arrêt de tout déversement d'eaux d'origine continentale dans le lac.

- **Perturbation de l'avifaune : Impact quantitatif et biodiversité**

La création de nouveaux terre-pleins créera une perturbation importante pour toutes les espèces d'oiseaux qui affectionnaient particulièrement les eaux vaseuses de la baie est, (aigrette, canard, flamant rose) ou qui étaient inféodées aux mileux rares que constituaient les roselières et prairies inondées sous les collines de Mégrine. L'impact est jugé fort.

4.2.2. Impact dû à un dragage à -2,21 NGT

Si cette opération devait être uniformément réalisée, il faut être pleinement conscient que le flamant rose disparaîtrait du Lac Sud. Sa profondeur préférée se situe sur les platiers de 50 à 80 cm de profondeur. S'il n'arrive plus à poser ses pattes et à atteindre la vase nourricière avec son bec, il ne lui resterait plus dans la région que la partie sud du Lac Nord de Tunis et la Sebkha de Sijoumi comme lieu d'acceuil.

4.2.3. Aménagement des rives en perrés

Les rives constituent ce que l'on appelle en écologie un écotone ou un milieu de transition. Comme le marais ou la lisière, la rive réunit ses caractéristiques écologiques propres plus celles des milieux terrestres et aquatiques et de ce fait constitue un milieu à la valeur écologique infiniment plus élevée que les deux précédemment cités.

La réalisation sur toute la rive sud du lac, de berges empierrées sur textile synthétique, avec relèvement à l'arrière du niveau des terrains, aura pour effet d'artificialiser et d'oter toutes fonctions écologiques à la rive sud. La rive nord, par contre sera laissée en l'état. Bien qu'en maints endroits les rives actuelles ne soient pas satisfaisantes (décharges terreuses, déchets sauvages, etc.) l'artificialisation de la rive sud constitue globalement un impact pour le capital biologique actuel.

4.2.4. Risques inhérents aux travaux de dragage

Outre le dérangement qu'ils vont occasionner par le bruit et la simple présence des dragues sur le lac durant trois ou quatre années, une succion de la vase mal conduite pourrait avoir un effet désastreux sur le milieu. Ceci pourrait se traduire par une aggravation des conditions du milieu pour une turbidité liée à la mise en suspension de particules de vases extrêmement fines, surtout avec un hydrodynamisme considérablement réactivé par les nouveaux aménagements hydrauliques. Les poissons seraient les premiers concernés par cet impact. Une mesure complémentaire sera proposée pour diminuer ce risque.

4.3. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS : ETAT FINAL

4.3.1. Assainissement du lac

Les travaux d'assainissement et d'aménagement du lac reposent sur la disparition de trois éléments essentiels du milieu actuel, à savoir :

- Les marais et les côtes basses
- Les eaux peu profondes et stagnantes
- Les rejets d'origines continentales

Ces modifications radicales sont en quelque sorte la condition de la réussite de l'assainissement du lac. Les conséquences sur les êtres vivants sont les suivants :

1. **La marinisation du lac qui est l'objectif principal du projet** : Elle sera acquise avec une meilleure circulation des eaux à l'intérieur du lac, un arrêt total des rejets chargés en nutriments et un approfondissement du fond.

La marinisation donnera des eaux plus claires et entraînera au niveau de la vie animale et végétale :

* L'éviction des peuplements à Ulves et des Chaetomorphes indicateurs d'eutrophisation.
* Le développement sur le fond de Phanérogames marins de type Cymodocea et/ou Zostera. Le développement des Ruppia qui dure dans le Lac Nord sera évité grâce à l'élimination de la vase et à un hydrodynamisme plus actif.
* La diversification de la vie animale et le retour de poissons nobles avec la raréfaction des muges et des anguilles.

Ce seront là des résultats positifs, qui compenseront largement les perturbations des travaux et la disparition des peuplements caractéristiques d'un milieu pollué.

2. **La disparition des eaux peu profondes et probablement des flamants roses** : Notons que ces eaux peu profondes sont responsables de l'eutrophisation du lac (en association avec la pollution). Mais malgré tout c'est un milieu riche que l'aménagement ne peut pas restaurer. Ces eaux peu profondes et au fond vaseux ont une productivité forte en microorganismes et sont fréquentées par les oiseaux échassiers et en particuliers les flamants rose. Leur disparition détournera certainement ces oiseaux du Lac de Tunis.

3. **La disparition des marais :** Comme le milieu précédent, ces basses terres inondables sont incompatibles avec le choix de l'aménagement et l'assainissement du lac qui exige leur disparition pure et simple.

Les steppes crassulescentes à salicornes ne constituent pas une originalité particulière qui fera regretter leur disparition. Aussi les prairies sous les collines de Radès et Mégrine sont entièrement le produit des exutoires des rejets d'eaux urbaines et industrielles en général très polluées.

4.3.2. Les mesures compensatoires

1. Dans le cas où on ne peut pas tolérer l'existence des refuges pour les oiseaux et la préservation de la zone à forte productivité en microorganismes, et en compensation des destructions dans la végétation et les niches écologiques de la rive sud, la langue de terre isolée entre le Lac Sud et le Canal de Navigation pourrait être aménagée en zone naturelle.

Le promoteur du projet a montré sa volonté pour la création de cette zone naturelle et s'engage à entamer les études complémentaires et nécessaires pour préciser la vocation de cet espace et la nature des aménagements à entreprendre, et des paysages à créer.
Cette future zone est destinée à remplacer la végétation naturelle existante. La biomasse sera certainement plus importante mais le paysage sera sans rapport avec le paysage actuel. Toutefois, cette langue de terre, qui ne sera pas habitée, s'apprête à l'aménagement d'un parc sur lequel on pourrait favoriser la création des milieux humides alimentés en eau douce. La création des étangs ou de petits lacs peut donner un certain charme à l'artificialisation du milieu. Les berges du lac qui limitent cette zone devrait être aménagés pour favoriser une sorte de platier plus ou moins large et peu profond. Ce platier favorise la tranquillité des oiseaux et pourrait, avec une forte espérance, préserver les flamants roses sur le Lac Sud.

Si cette zone naturelle proposée par le promoteur n'est pas protégée, et n'est pas très bien gérée, après avoir vu le jour, la pression antrophique d'une ville 2 millions habitants réduira les efforts de sa sauvegarde à néant.

Afin d'éviter de devoir mettre sous cloche une zone naturelle préservée inaccessible ou de la voir anéantie en quelques mois par une subfréquentation, le promoteur (ou/et la ville, le Ministère de l'Environnement) doit mettre sur pied une structure ad-hoc de gestion qui aurait pour objectifs :

* De se porter acquéreur symbolique des espaces protégés et d'y engager par la même la responsabilité de l'Etat.
* De signer des contrats et de déléguer la gestion de cette zone aux associations et/ou collectivités locales, etc.
* De promouvoir l'idée de patrimoine naturel tunisien digne d'être préservé, respecté et géré.
* De valoriser cet espace auprès du public.

Dans ce cas, un contrat de gestion pourrait faire intervenir l'Université, le Ministère de l'Environnement, l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement, le District de Tunis et les associations non gouvernementales ONG. Le contrat pourrait faire intervenir aussi une entreprise qui sera chargée de la réalisation des menus travaux d'entretien à l'intérieur de la zone naturelle.

2. Les îlots que le promoteur envisage de créer serviront de refuges pour les oiseaux. La tranquillité de ces îles est à préserver, aucune fréquentation humaine ne doit être autorisée.

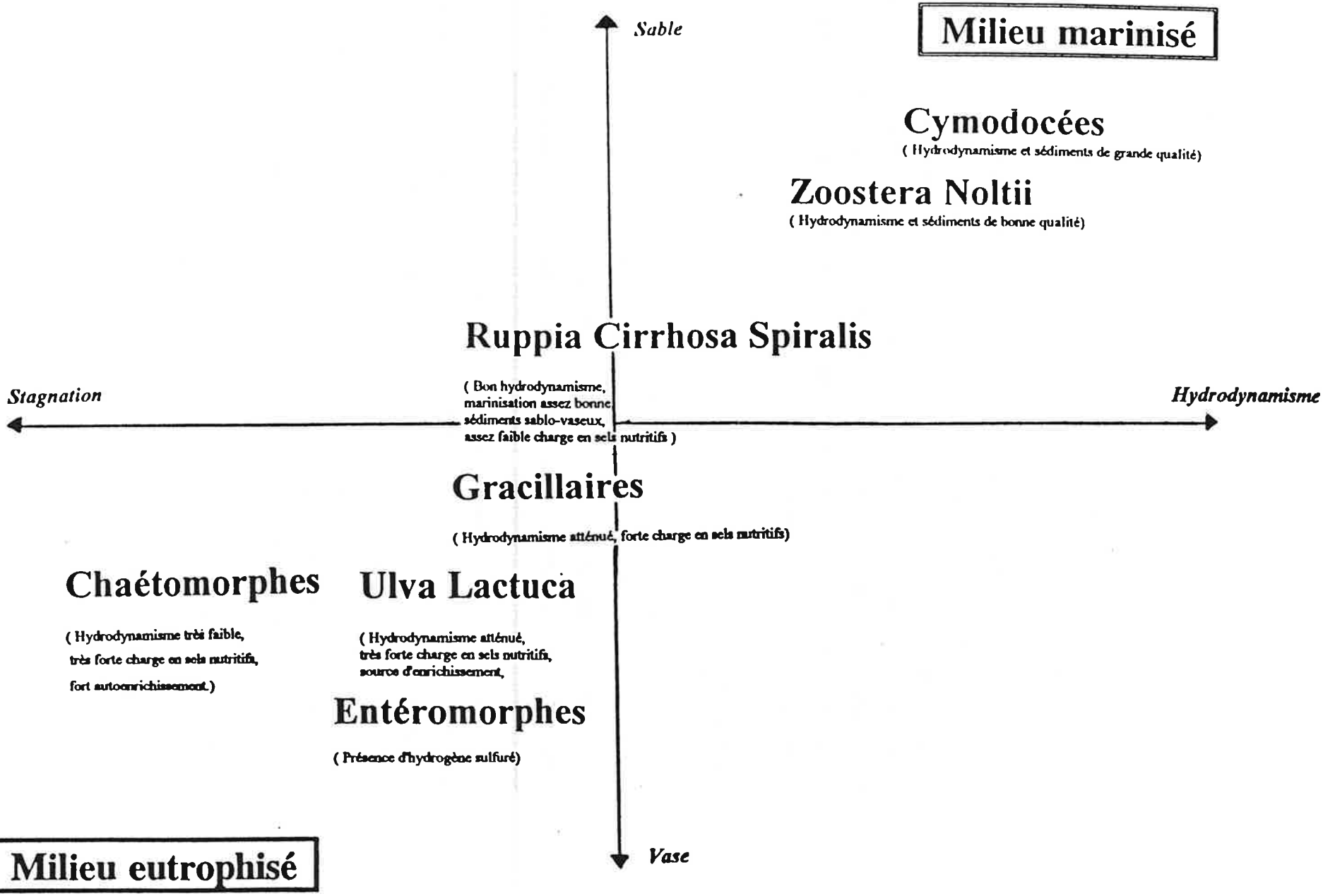


Figure 4.3.A : Schéma de la distribution des algues en fonction de la valeur écologique

5. SITES ET PAYSAGES

5.1. ETAT INITIAL

5.1.1. Périmètre d'influence

L'aire d'étude pour les sites et paysages est beaucoup plus vaste que pour les autres domaines. L'oeil ne s'arrête pas aux limites du système hydraulique mais couvre l'espace qui va de la Goulette à la colline de Sidi Bel Hassen, de la grande centrale de la STEG à l'hôtel Africa, de la ligne du TGM à la cimenterie du sud du lac. Le périmètre est aussi ce que chaque regard veut bien en faire avec ses propres représentations et ses propres centres d'intérêt. En conséquence, il ne peut être défini objectivement. Disons simplement qu'il est beaucoup plus vaste que le système lagunaire lui-même.

5.1.2. Définition

La notion de paysage alimente, sans jamais devoir tarir un débat qui traverse le monde des géographes, la notion étant extrêmement complexe et qui plus est, subjective.

Par extension, on pourrait aller jusqu'à dire que l'impact paysager est une chimère si personne n'arrive à s'étendre sur la notion même de paysage. Heureusement, il reste le bon sens commun... celui, précisément, que l'on rencontre dans les rues de Tunis.

Nous retiendrons parmi l'infinité des définitions du paysage, une trame géographique à la base, faite de types de temps, de relief, de sois, de couvert végétal, d'étendue d'eau.
Par-dessus cette trame viennent se surimposer des aménagements anthropiques; ville, réseau routier, industrie, agriculture..

Enfin, il manque l'essentiel, le regard. Celui dont on est porteur avec ses propres filtres, ses propres représentations culturelles.
Dans cette acception, le paysage est le résultat d'un produit résolument subjectif.

5.1.3. Méthodologie

L'état initial sera analysé du point de vue des paramètres suivants :

a/ <u>Patrimoine paysager</u>

Il s'agit d'avantage d'une référence à l'appartenance symbolique du lac et du port à une culture patrimoniale, qu'à un paysage en grandeur réelle. Cette référence fera appel à l'histoire de Tunis et "au regard bienveillant" que les habitants ont eu de "leur lac" au cours des temps.

6. COMMENTAIRES

1. Les résultats des analyses des 35 échantillons pris sur toute l'étendue du lac actuelle confirment la présence de métaux lourds dans les sédiments sur toute l'étendue du lac.

- Faute de normes et réglementation Tunisiennes et en se basant sur la réglementation Suisse "Ordonnance Suisse du 09 Juin 1986 sur la pollution du sol par les substances dangereuses (OSOL)", il apparait clairement que l'ensemble du lac actuel est très pollué par le cadmium (Cd) et peu pollué par le Plomb et le Chrome.
  Cette pollution est plus marquée dans le fond des deux Anses Est et Ouest, lieux d'arrivée des rejets d'eaux industrielles (ceinture du Canal Sogitex et Canal de Djebel Jelloud).

- La diffusion des métaux lourds dans les sédiments sur l'ensemble des 1100 hectares du Lac Sud montrent que les quantités de métaux lourds qui ont été déversées sont importantes, confirme bien l'intèrêt pour l'ONAS de ne pas prendre en charge ces eaux industrielles avant pré-traitement et l'important programme de dépollutions industrielle engagé dans la Banlieue Sud de Tunis prélude à tout assainissement du Lac Sud.
  La campagne de mesure réalisée en Septembre 1976 par l'Institut FRESINUS estime à 41.400 m^3/an les quantités de matières décantables dues aux eaux rejetées dans le Lac Sud (Source Rapport de Synthèse Mai 1990 page 33).

2. Le Rapport du Plan de Gestion Préconisé par SERAH-SOTINFOR montre que mis à part l'enfouissement d'une bonne partie de la vase de la zone B du lac restauré (4,5 Millions de m^3 sur 6,3) le reste des sédiments est maintenu ou réutilisé pour confectionner l'ensemble des terre-pleins des berges du lac.

    1. Maintien de la vase dans l'Anse Ouest
       (Points 1 à 8)
    2. Maintien de la vase et du sable vaseux dans l'Anse Est
       (Points 17 à 34)
    3. Décapage de la couche de sable vaseux de la zone A du lac restauré
       (Points 13 à 16)
       et dépôt de ce sable vaseux sur l'ensemble des terre-pleins.
    4. Recouvrement de l'Anse Est avec du bon sable prélevé dans la zone A du lac restauré (création d'une fosse).
    5. Dragage de la vase de la zone B (points 9 à 12) du lac restauré avec enfouissement partiel dans la fosse de la zone A de 70 % environ et à l'avenir dépôt du reste dans le terre-plein 5a.

3. LE PLAN D'AMENAGEMENT PRECONISE PAR DIRASSET-STUDI AFFECTE :

- L'Anse Est dans sa majeure partie à l'habitat (individuel, semi-collectif et collectif) et à des activités économiques. Une bonne partie des 100.000 habitants y vivront à terme.
- L'Anse Ouest en une zone verte équipée ouverte sur une large partie de la population du Grand Tunis.

CONCLUSION :

Ainsi, l'existence de métaux lourds avec des teneurs élevées pour le Cd et des teneurs peu ou moyennement élevées pour le Pb et Cr dans des zones largement ouvertes à la présence humaine présente au niveau de l'E.I.E un **risque potentiel** qui a été perçu et non apprécié par les Etudes réalisées par la SEPTS.

Vu la dimension du Projet de restauration du Lac Sud et de l'Aménagement de ses berges, vu la présence notable de métaux lourds dans le futur sol de ces berges vu les risques potentiels que cela présente pour la population et les eaux du lac restauré. **Vu le défaut de réglementation tunisienne** et l'existence de réglementation en Suisse relative à la protection des sols (voir Ordonnance sur les polluants du sol (Osol) n°4-1993), dans d'autres pays et au niveau de la CEE (Réglementations qui évaluent la pollution des sédiments par les métaux lourds. Ces évaluations varient dans un spectre relativement large, ce qui ne permet pas de définir des valeurs limites pour le projet spécifique du Lac Sud). En conséquence, la SEPTS s'engage à demander à l'entreprise qui sera retenue pour le dragage du Lac Sud d'effectuer des analyses complémentaire approfondies pour délimiter les emplacements pollués par les métaux lourds et de proposer un plan de gestion approprié à ces sédiments et ce en étroite concertation avec l'ANPE.

3.2. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS EN PHASE DE REALISATION ET ETAT FINAL

3.2.1. Risques liés à la mise en mouvement, au transport et à l'utilisation des sédiments

Le risque très grand lié à cet impact a déjà été largement évoqué dans les pages précédentes (conclusions du point 3.1.8), il va continuer à l'être au travers des mesures complémentaires qui revêtent à ce niveau une importance toute particulière.

3.2.2. Amélioration des conditions écotoxicologiques à long terme

Toutes les pollutions accumulées dans les eaux et les sédiments ont une très grande inertie. Si l'on peut escompter une amélioration rapide des conditions physiques du milieu (salinité, transparence aération, etc.) et une amélioration assez rapide des caractéristiques chimiques des eaux (nitrate, ammonium, phosphore), la pollution chronique des sédiments par les métaux lourds à une très grande inertie.

L'amélioration des conditions du milieu, de ce point de vue, prendra des décennies, mais il ne fait pas de doute qu'elle s'amorcera dès l'arrêt des rejets industriels et grâce à l'amélioration des conditions hydrodynamiques du système. Il s'agit d'un impact extrêmement salutaire même s'il est long à concrétiser.

3.2.3. Nécessité de connaissances analytiques suivies

Macro ou micropolluants minéraux, le besoin s'est fait sentir d'approfondir la connaissance analytique et surtout de la suivre sur un ou deux cycles annuels. Le système hydrobiologique livrerait sûrement d'autres secrets dépendant de ses rythmes saisonniers.

3.3. MESURES COMPLEMENTAIRES ET D'ACCOMPAGNEMENT

3.3.1. Suivis analytiques

L'analyse des données recueillies dans la présente étude a mis en évidence la nécessité de procéder à certaines analyses complémentaires. Il s'agit d'une mesure complémentaire importante qui fournira une échelle objective de l'évolution favorable du système. Il serait bon que ces analyses soient entreprises avant le début des travaux.

3.3.2. Analyses complémentaires de micropolluants

a/ Autres familles de micropolluants

Des analyses complémentaires portant sur d'autres familles de micropolluants permettraient de s'assurer que la couverture analytique a été suffisante. Ces analyses pourraient être sur un nombre limité d'échantillon (par exemple 2). Elles devraient porter sur les Polychlorobiphényles (PCB), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH), les composés halogénés absorbables (AOX), les pesticides chlorés et phosphorés ainsi que le mercure. Une analyse à large spectre des micropolluants organiques jugés comme prioritaires par l'Agence américaine de la protection de l'environnement (US EPA) permettrait d'apporter une confirmation de la validité du choix des paramètres recherchés (analyse par GC/MS).

b/ Evaluation de la contamination de la faune

Les analyses d'eau ne permettent que d'estimer de façon indicative la solubilité des métaux lourds accumulés dans les sédiments. L'analyse de quelques poissons permettrait d'évaluer plus finement les risques sur l'environnement vivant.

c/ Risques de mobilisation des métaux lourds

Des essais-pilotes doivent être effectués en vue de déterminer les risques de remobilisation des métaux lourds liés aux différents traitements prévus pour les sédiments. Il s'agit en particulier du dragage en eaux salées et de la réutilisation en plein air (effet de conditions aérobies, effet de solubilisation par des pluies, effet de la diminution progressive prévisible de la salinité). Dans ce but, l'application de tests écotoxicologiques pourrait se révéler riche en enseignements [5].

d/ Recommandations

De par son contenu, le projet se retrouve souvent confronté à des problèmes liés aux sédiments aussi bien en phase de réalisation qu'à l'état final, principalement au travers des actions suivantes :

---

[5] Expérience accumulée : DE VEVEY. E, BITTON. G, ROSSEI. D, RAMOS. L.D, MUNGUIA GUERRERO, L.M. et TARRADELLAS, J. Concentration and bioavailability of heavy metals in sediments in Lake Yojoa. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 50,2: 253-259.

- **dans son volet hydraulique :**
  - dragage du port
  - dragage du lac
  - transport et dépôt de sédiments
  - création de nouveau terre-pleins et berges

- **dans son volet urbanistique :**
  - construction d'immeubles, maisons, jardins
  - aménagement des terre-pleins à des fins de loisir, sport, détente, promenade, espaces verts.

Ce contact avec des sédiments qui peuvent s'avérer très pollués donne une raisonnance particulière aux deux mesures suivantes. Ces mesures mériteraient absolument d'être admises dans le projet au titre de mesures intégrées.

3.3.3. Essais pilotes

Avant de lancer les grandes opérations de restauration, il est indispensable de procéder à des essais-pilotes sur la mobilité des métaux lourds dans les sédiments à l'air libre.

3.3.4. Plan de gestion des sédiments

L'aménagement des berges et des terre-pleins devra impérativement comporter un plan de gestion des sédiments tenant compte des risques liés à leur contamination par les métaux lourds.

En effet, il est inconcevable que des terrains de sport des aires de jeux pour enfants, des espaces-verts à pique-nique soient aménagés à partir de matériaux dont les teneurs en micropolluants (métaux lourds) sont dangereuses pour la santé publique.

Par contre, ces sédiments peuvent trouver une destination (si leurs caractéristiques géotechniques le permettent), dans le soubassement des zones à urbaniser (à condition qu'elles ne comportent pas de jardins potagers), soubassement du réseau routier ou autres.

D'où la nécessité impérative d'essais-pilotes et d'un plan de gestion des sédiments figurant dans le projet final.

3.4. BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT, M. et AUBERT. J. Eutrophie et dystrophie en milieu marin - Phénomènes planctoniques et bactériens. Revue Internationale d'Océanographie Médicale, Tomes LXXXIII et LXXXIV, Ministère de l'Environnement.
- CROUZET, Ph. 1971. Mesures de production primaire phytoplanctonique dans le Lac de Tunis. Bull. INSTOP 2,2:217-228
- OMS, 1993. Guideline for Drinking-water quality. Second Edition, Vol. 1, recommandations, Geneva.
- DFI, 1993. Département fédéral de l'Intérieur. Manuel Suisse des denrées alimentaires (MSDA), Berne (Suisse).
- DE VEVEY. E, BITTON. G, ROSSEL. D, RAMOS. L.D, MUNGUIA GUERRIERO. L.M, et TARRADELLAS. J : Concentration and bioavailability of heavy metals in sediments in Lake Yojoa. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 50, 2 : 253-259.
- BELKHIR.M et HADJ-ALI-SALEM- 1977- Recherches sur la production primaire du Lac de Tunis. Diplôme d'Etudes Approfondies de biologie marine et d'océanographie de la faculté des sciences de Tunis.

4. MILIEUX NATURELS TERRESTRES ET AQUATIQUES

4.1. ETAT INITIAL

4.1.1. Périmètre d'influence

- Flore terrestre : Le périmètre d'influence englobe les berges jusqu'aux premières lignes urbanisées au sud, salines comprises et jusqu'à la digue du Canal de Navigation au nord (Fig. 4.1.A).
- Flore aquatique : Le périmètre d'influence englobe le lac, le port et ses annexes, le Canal de Navigation, le Canal de Radès, les passes de communication entre le lac et les canaux, les marais salants et la grande pièce d'eau de 180 ha, de la Baie Est.
- Ichtyofaune : Le périmètre d'influence est le même que celui définit pour la flore aquatique.
- Avifaune : Le périmètre d'influence englobe celui défini pour la flore terrestre et celui défini pour la flore aquatique (Fig. 4.1.B).

4.1.2. Méthodologie

L'étude de la flore terrestre a donné lieu à des travaux de compilation bibliographique et de nombreux relevés de terrains.

Cinq stations floristiques types ont fait l'objet d'analyses approfondies traduites par des transects où figurent les types végétaux principaux considérés sous l'angle phytosociologique.

L'étude de la flore aquatique a donné lieu à des travaux de compilation bibliographique et des observations directes sur le lac à l'occasion de prélèvement d'échantillons d'eau et de sédiments.

L'étude de l'ichtyofaune est le résultat de compilation bibliographique et de renseignements collectés auprès de l'Office National des Pêches.

L'étude de l'avifaune est le résultat de compilation bibliographique, de renseignements collectés auprès des associations ornithologiques tunisiennes, d'observations directes sur le terrain durant la durée de l'étude et d'entretiens avec Monsieur Alain JONHSON de la station biologique de la Tour de Valat à Nimes en Camargue, spécialiste reconnu internationalement pour ses travaux sur les flamants roses.

4.1.3. Milieux floristiques terrestres

a/ Etat général et types de végétation

La végétation de la bordure du Lac Sud de Tunis est essentiellement de type halophile à faible recouvrement sauf dans des stations localisées où on reconnaît des prairies humides en particulier sous les collines de Mégrine et Radès.

- Végétation halophile (1)
  - Steppe halophile faiblement inondée à Salicorne arabica
  - Steppe halophile inondable à Halocneumum strobilaceum très rare.
  - Steppe couvrante à Atriplex et Suaeda mollis sur les petits talus des canaux et des digues.

- Végétation hygrophile (2)
  - Prairie inondée à Typha angustifolia
  - Prairie inondée à Joncs
  - Roselières inondées.

- Végétation des déblais de type xérophile (3)
  - Tapis clair d'herbacées de type rudéral sur les déblais remaniés
  - Pelouse graminéenne rase sur les déblais anciens
  - Végétation ligneuse et pelouses herbeuses des grands talus et des digues (digue du Canal de Navigation), et sur des déblais anciens.

---

(1) Qui supporte et apprécie les milieux salins

(2) Qui supporte et apprécie les milieux inondés

(3) Qui supporte des situations de grande sécheresse

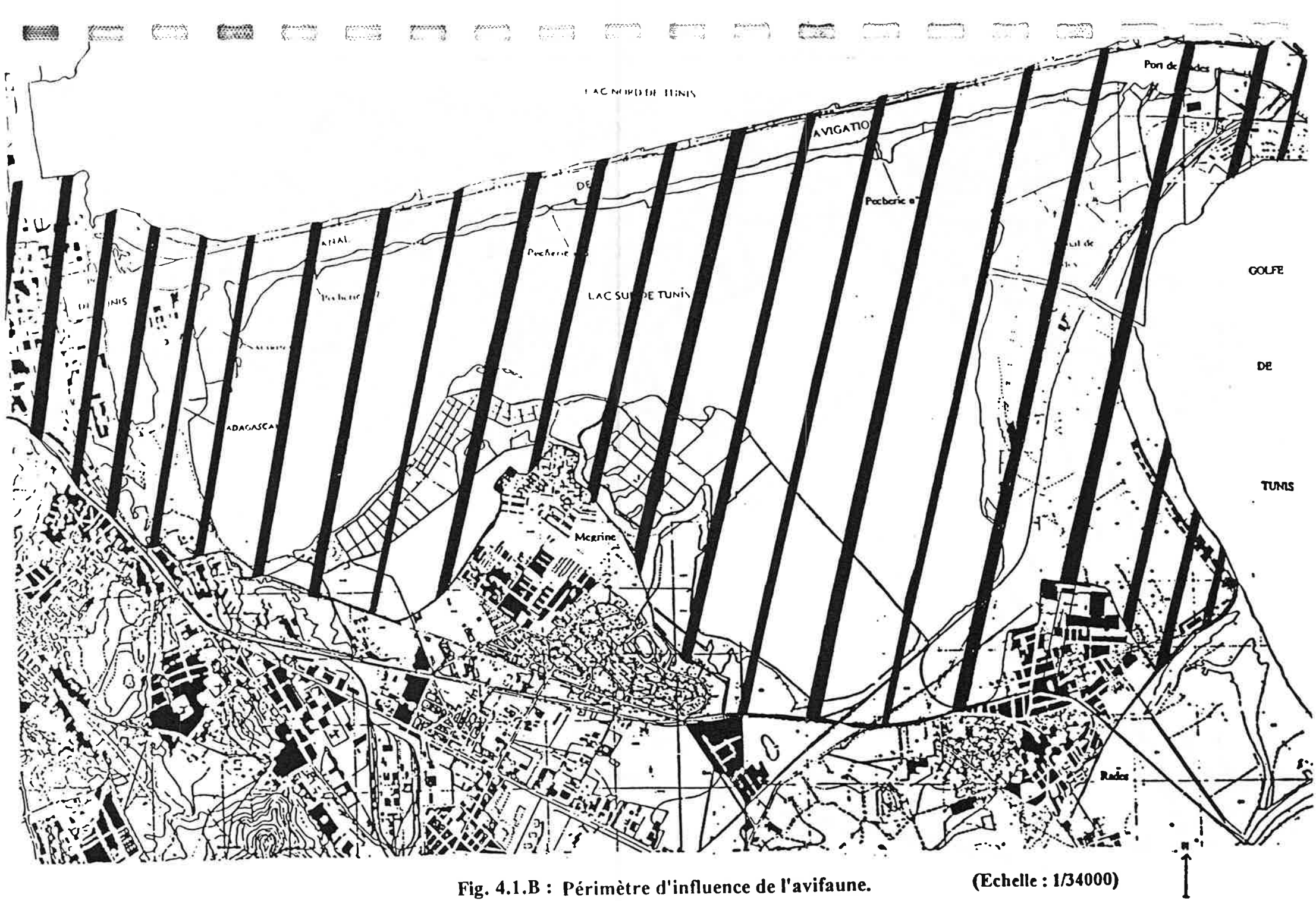


Fig. 4.1.B : Périmètre d'influence de l'avifaune. (Echelle : 1/34000)

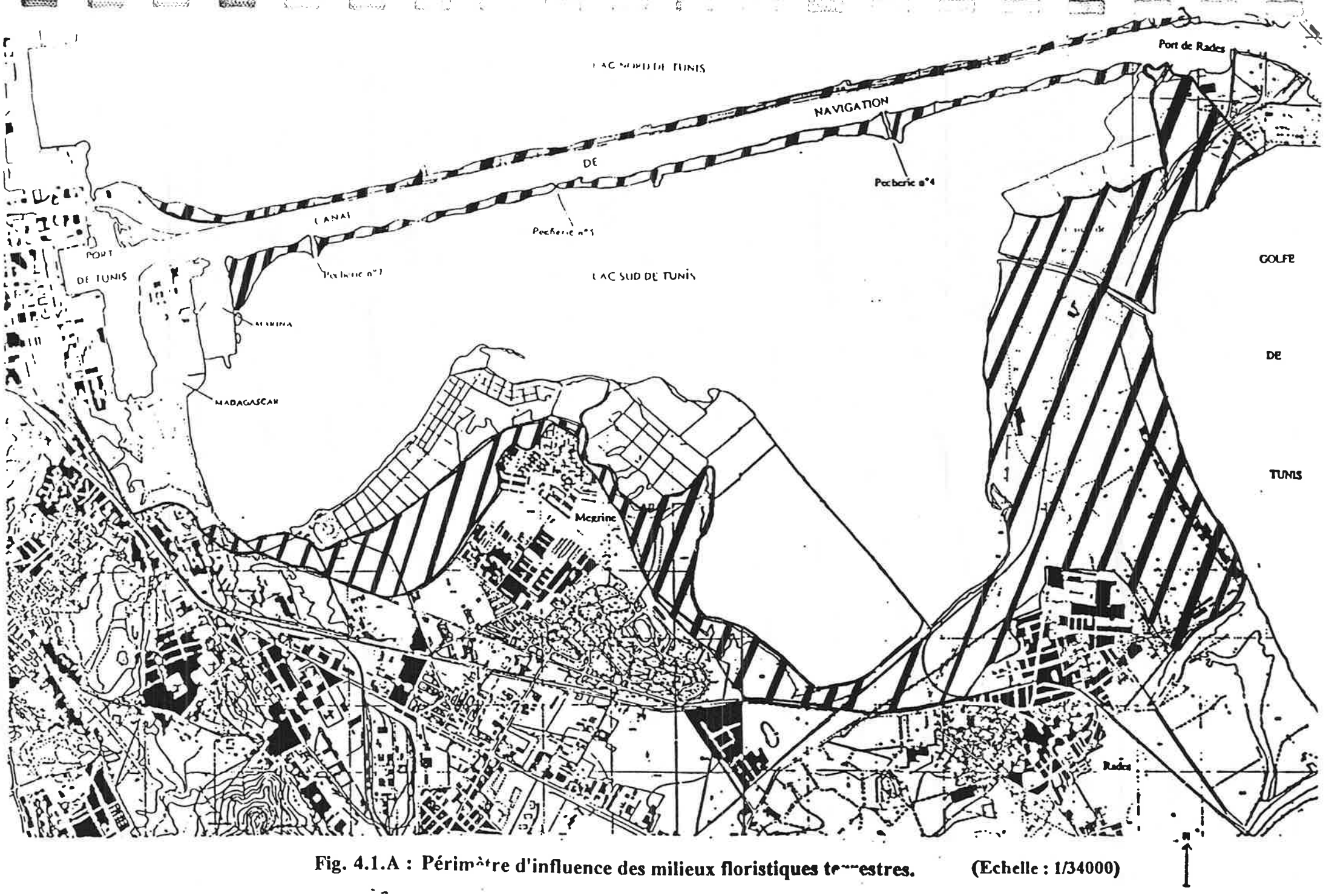


Fig. 4.1.A : Périmètre d'influence des milieux floristiques terrestres. **(Echelle : 1/34000)**

b/ Stations floristiques : transects et types végétaux

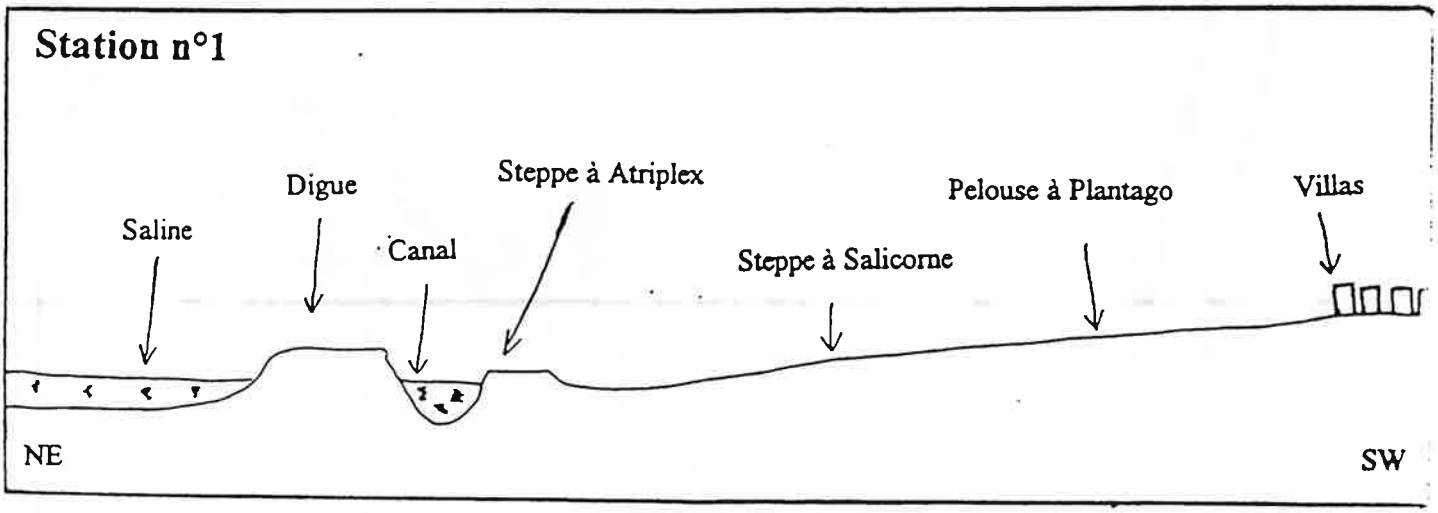
(voir figure 4.1.C : Localisation des stations et distribution des types végétaux)

- Station n°1

Entre Mégrine et les salines

Cette station est caractérisée par une vaste beine lacustre peu inclinée et large, couverte dans sa partie supérieure d'une pelouse à plantago et dans sa partie inférieure parfois inondable par une steppe à salicorne.

Sur les bords du canal, la levée de terrain est colonisée par une steppe à Atriplex qui résiste à l'immersion momentanée.



- Station n°2

Face au lycée de Radès

Il s'agit du seul secteur du lac qui se trouve en contact avec une déclivité importante, celle de la colline de Radès couverte d'Agaves et de quelques Acacias.

A son pied s'étend une steppe à salicorne rarement inondée. En poursuivant vers le nord-ouest, on franchit les digues hors-eau de la route et de la voie de chemin de fer. Les talus sont colonisés par des steppes à Asparagus et à Halocnemum. Au bas du talus, vers le lac on trouve une dépression basse, susceptible d'être fréquemment inondée,

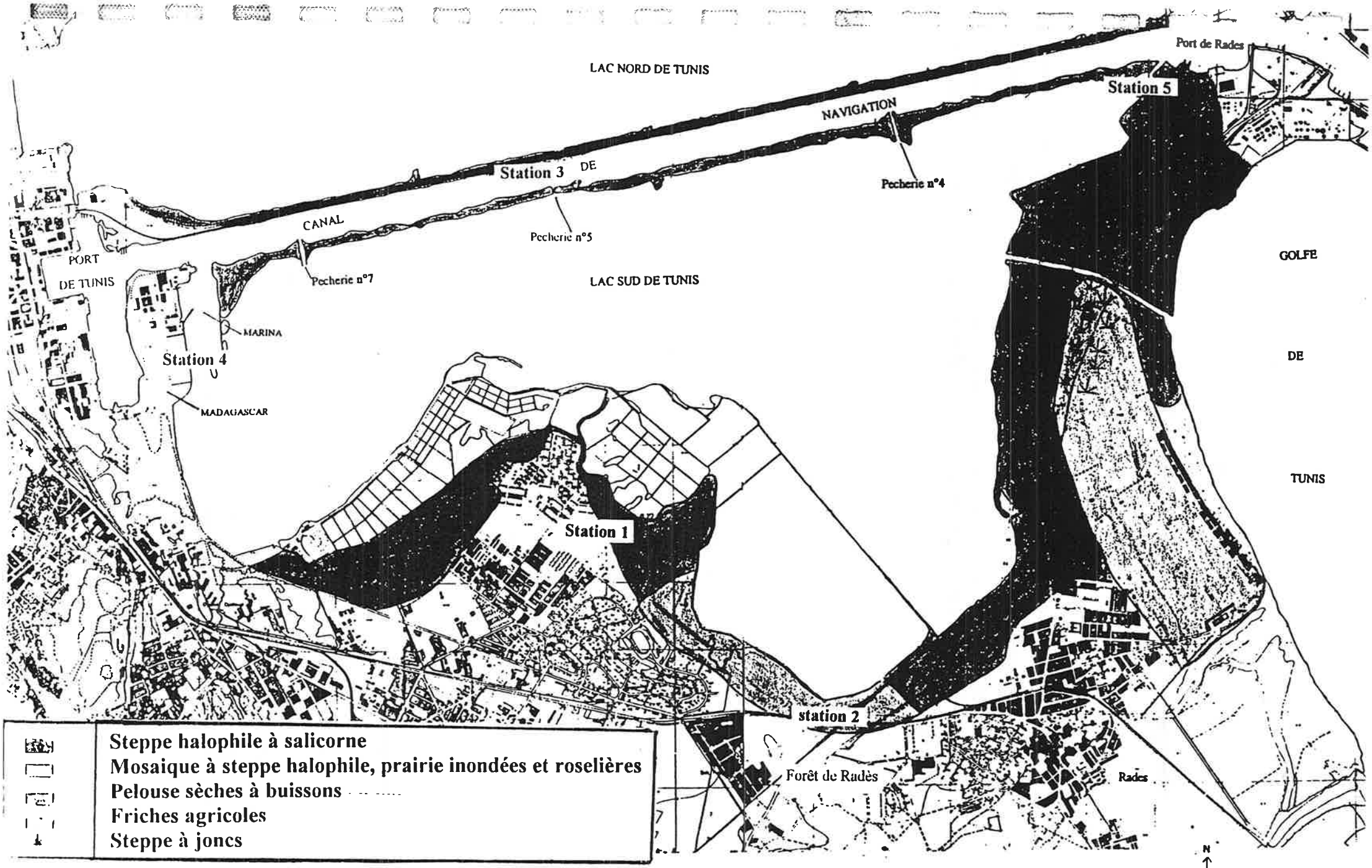
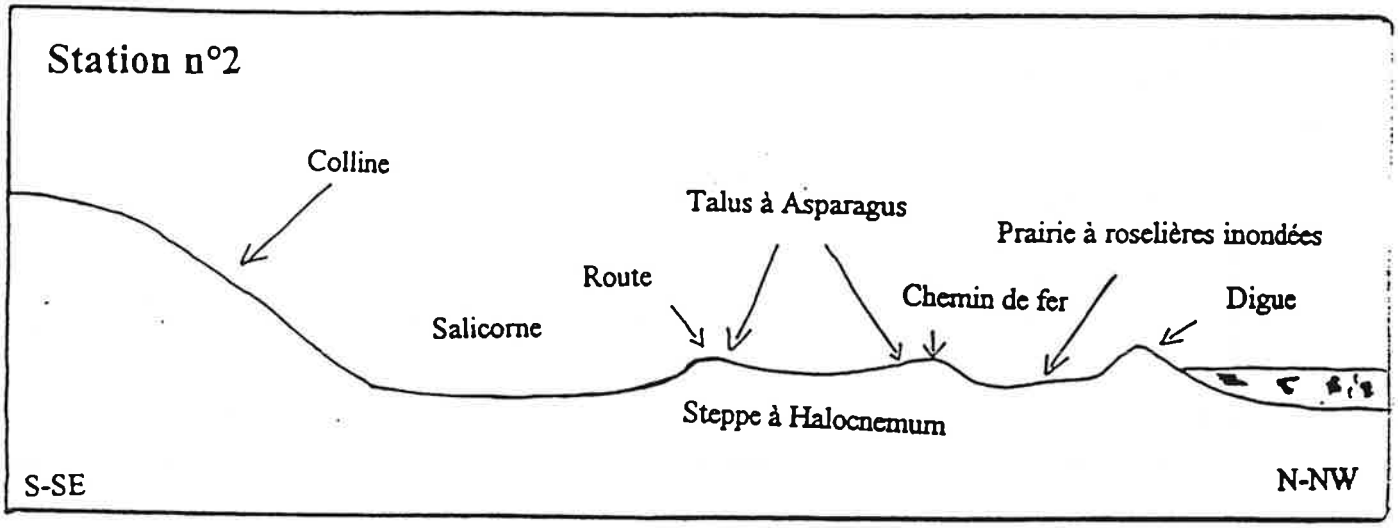
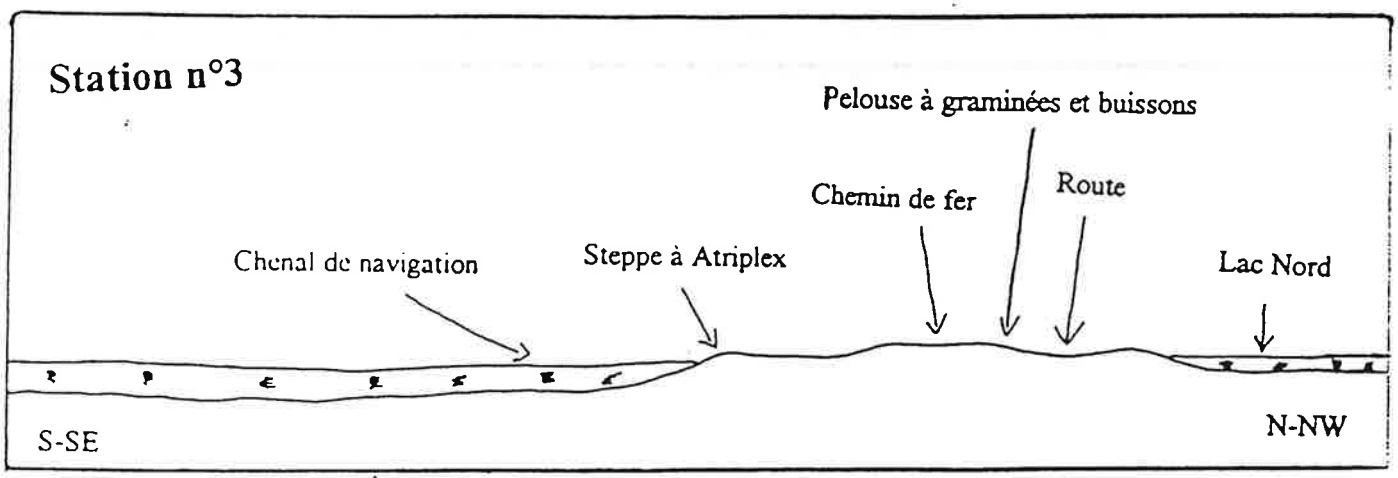


Figure : 4 4C : Localisation des stations et distri tion des types végétaux (Echelle : 1/34000

colonisée de prairies humides à roselières, isolées par une digue du grand bassin peu profond de la baie sud-est du lac. Il faut noter que le développement des roselières et des prairies humides dans le contexte très salin des berges du Lac Sud est autorisé par une alimentation en eaux douces continentales d'origine anthoropique (eaux résiduaires domestiques et eaux pluviales).





- Station n°3

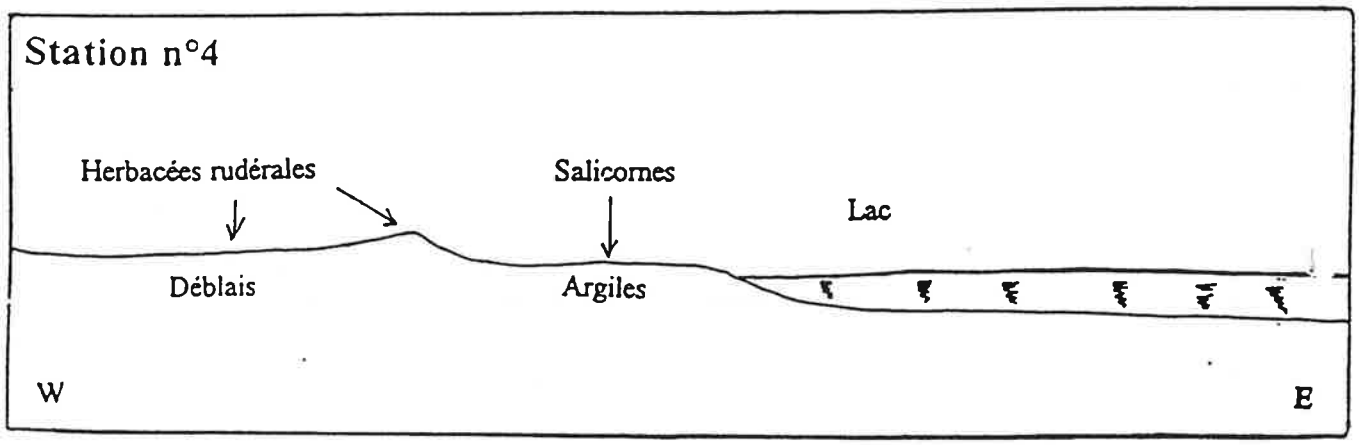
Au droit de la pêcherie n°5, sur la rive nord du Canal de Navigation

Depuis le canal vers le Lac Nord, on rencontre une steppe à Atriplex en zone inondable. Sur la digue qui porte la voie du TGM et la route, un meilleur drainage du remblai et une situation permanente hors-eau autorisent la croissance de pelouses à graminées piquetées, ça et là, de formations buissonnantes.

• Station n°4

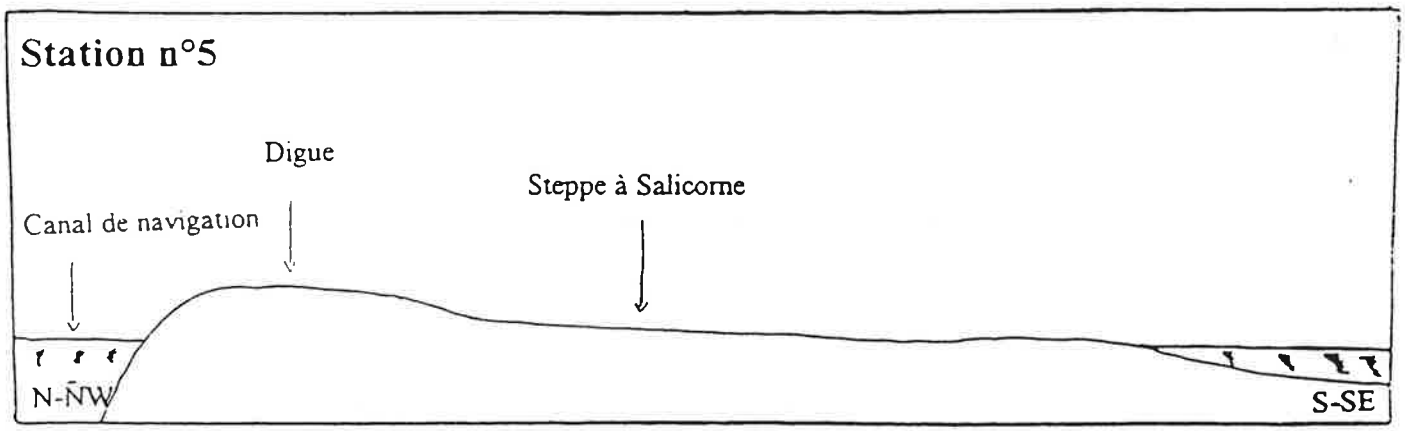
Berge est de la Presqu'île de Madagascar

Des remblais anciens sont couverts de plantes rudérales[1], principalement des herbacées. La beine littorale argileuse est colonisée par une steppe à salicorne, pouvant momentanément être immergée.



• Station n°5

Nord-est du lac sur la digue sud du Canal de Navigation. Cette station rarement inondée est couverte d'une végétation halophile où domine une steppe à salicorne.



---

[1] Végétation des ruines, vieux murs et remblais.

c/ Inventaire floristique

ESPECES	STATIONS				
	1	2	3	4	5
Acacia sp.		*	*		
Agave americana		*			
Ammi visnaga		*			
Arundo donax		*	*		
Asparagus stipularis		*			
Atriplex halimus		*			
Atriplex sp.	*			*	
Bellis annua	*	*			*
Beta vulgaris			*		
Biscutella didyma	*				
Calendula arvensis	*	*			
Calycotome villosa		*			
Cynodon dactylon			*		
Diplotaxis ericoîdes		*	*		
Ecballium elaterium	*	*	*	*	
Fagonia ceretica		*			
Frankenia sp.	*	*			*
Galactites tomentosa		*	*		
Halocnemum strobilaceum	*	*		*	*
Hordeum maritimum	*	*	*		
Inula sp.		*	*	*	*
Juncus maritimus	*	*	*		
Lobularia maritima	*				*
Lycium sp.				*	
Malva sylvestris	*	*	*	*	
Medicago sp.	*				
Medicago sp.	*				
Nerium oleander			*		
Moricandia arvensis		*			
Oxalis cernua	*	*	*	*	
Phoenix dactylifera			*		
Plantago sp.	*				
Psoralea bituminosa		*	*		
Ranunculus sp.	*				
Reseda alba			*		
Retama raetam			*		
Ricinus communis				*	
Salicornia arabica	*	*	*	*	*
Salvia verbenaca	*				
Senecio sp.	*	*	*	*	
Solanum sp.				*	
Spergularia maritima	*				
Suaeda mollis	*	*		*	*
Sonchus sp.	*	*			
Tamaris gallica		*	*		*
Typha angustifolia		*			

d/ Commentaire de la carte de distribution floristique

- **Steppes halophiles à salicorne**

Les côtes basses à salicorne dominent largement et couvrent plusieurs centaines d'hectares sur la bordure sud, sud-est et est du lac. Cette steppe, dans son faciès courant, constitue un maigre pâturage pour les caprins et les ovins présents dans ces secteurs. Cette steppe très discontinue produit une biomasse faible. Dans la mesure où cette formation est largement présente en bordure du Lac Sud, mais également au niveau des autres lagunes tunisiennes sa valeur écologique est moyenne. Comme toutes les steppes à salicorne, leur présence est liée aux fluctuations saisonnières ou journalières de niveau des lagunes et ne craignent pas une immersion temporaire. Cette formation végétale supporte des conditions de milieu extrêmes (présence en situation xérique[1] très accentuée en période de non immersion, sols parfois indurés par les croûtes de sel, immersions temporaires, sols à concentration en sel très élevée). De ce fait, les steppes à salicorne rencontre peu de concurrence dans la colonisation spatiale de cette niche écologique très spécifique et sont abondantes sur les berges du Lac Sud.

- **Pelouses sèches à formations ligneuses**

Cette formation présente sur les digues du Canal de Navigation ainsi que localement sur des levées de terrain est liée à un bon drainage des sols, souvent constitués de remblais artificiels. Son taux de couverture est supérieur aux steppes à salicorne, mais ces pelouses forment néanmoins une strate herbacée discontinue. Elle ne subit jamais l'immersion des eaux de la lagune et puise ses besoins à partir des eaux météoriques. Ces sols artificiels ont en règle général un pouvoir de rétention médiocre et offrent des réserves hydriques faibles.

En période estivale, ces pelouses supportent des conditions de sécheresse très accentuées, marquées par une série d'adaptations xérophiles[2] caractéristiques des plantes et des arbustes; feuilles duveteuses, coriacées, microphyllie, épines, port en parasol, etc.
Ces milieux secs, qui n'ont pas de lien de dépendance directe avec le lac sont extrêmement représentés en Tunisie, souvent sous des faciès beaucoup plus riches. Leur valeur écologique est faible. A l'occasion ils peuvent faire office de pâturages médiocres.

- **Mosaïque végétale au bas des collines de Radès et Mégrine**

Cette mosaïque est constituée de formations végétales diverses, tant par leur physionomie (faciès) que leur origine. En effet, on trouve sur de très courtes distances des types de végétation imbriqués, hauts ou bas, continus ou discontinus, nettement halophiles ou d'eau douce. C'est ainsi que l'on rencontre ses steppes classiques halophiles à salicorne et des steppes rares à halocnemum dont la strate est plus élevée que les précédentes et fréquemment inondées.

---

(1) Situation d'extrême sécheresse

(2) Qui apprécie la sécheresse

A peu de distance de l'autre coté de la voie de chemin de fer, vers le lycée de Radès, on observe des formations plus hautes qui baignent en permanence dans l'eau. Ces prairies inondées à typhas et roselières (phragmitum) se sont considérablement raréfiées en Tunisie, suite aux travaux hydrauliques à des fins agricoles (pompage et abaissement des nappes, drainage, rectification des cours d'eau permanents). Ces formations supposent une alimentation constante en eau douce, tout au long de l'année, ce qui exclut leur présence du bord des oueds. Ces conditions difficiles à réunir aux franges des domaines climatiques méditerranéen et désertique font qu'elles étaient naturellement rares et que divers aménagements d'origine anthropique ont encore tendance à les raréfier. Cette végétation très caractéristique, sous une forme très proche peut être observée au Lac d'Ichkeul. La composition floristique de ces groupements est caractéristique des marais continentaux (eau douce) et non des lagunes (eau salée). Au pied des collines de Mégrine, ces formations sont alimentées par les émissaires pollués des eaux urbaines et industrielles de Radès et contenues par la digue extérieure du grand bassin des salines.

La production de biomasse de ces prairies inondées est considérablement supérieure à celle des steppes. Elles sont fréquemment pâturées et servent de niche écologique (alimentation, reproduction) à de nombreuses espèces animales qui leur sont inféodées et principalement les oiseaux.

Sur le pourtour du lac, au pied des collines, ces groupements sont ceux qui présentent la plus grande richesse floristique et la plus grande rareté (cf. inventaire floristique).

- **Friches agricoles**

Sur le long cordon sableux en voie d'urbanisation qui isole le Lac Sud du Golf (voir chapitre sur la genèse du système lacustre) sont présentes des friches agricoles plus ou moins abandonnées. On y rencontre par endroit des steppes discontinues piquetées de touffes dures de joncus. Ces exploitations agricoles abandonnées attendent d'être urbanisées.

4.1.4. Milieux floristiques aquatiques

a/ Type de végétation

Les peuplements floristiques principaux sont constitués d'herbiers de zostères, d'algues rouges, d'ulves et de peuplement de chaetomorphes.

b/ Valeur écologique des types de végétation

- **Les herbiers de zoostères**

Ces plantes qui appartiennent à la famille des phanérogames(1) indiquent une faible charge en nutriments des eaux et des sédiments et une marinisation satisfaisante du milieu. Leur développement peut être pris comme une évolution positive des conditions du milieu. En l'occurence, au Lac Sud, il s'agit plutôt d'un statu quo précaire, signe de conditions favorables anciennes et héritées. Ces dernières années, leur régression a été rapide. Elles ne se maintiennent qu'en quelques stations au débouché du Canal de Radès qui amène des eaux neuves. Les travaux hydrauliques effectués au Lac Nord permettent d'assister aujourd'hui à une reconquête de ces herbiers, signe manifeste d'une amélioration générale des conditions du milieu. Leur réapparition au Lac Sud, après tous les travaux de restauration, constituera un paramètre évident d'amélioration biologique du système lacustre.

- **Les algues rouges**

Ces algues rouges (gracilaria sp.) tolèrent un taux d'eutrophisation assez élevé et une oxygénation réduite des eaux. Leur présence dans le Lac Sud fluctue avec la conjugaison de différents facteurs (température, oxygénation, sels dissous, etc.).

- **Les ulves**

Elles prolifèrent dans des milieux nettement eutrophes en produisant une quantité de biomasse considérable qui provoque des phénomènes de crises du milieu, due d'une part à une sédimentation surabondante de son thalle(2) et d'autre part à une spécificité de son métabolisme respiratoire et photosynthétique. En effet, durant leur cycle végétatif, les ulves par photosynthèse sur toute la surface de leur thalle sursaturent le milieu en oxygène dissous en période diurne jusqu'à atteindre des valeurs létales pour le milieu. La nuit le milieu retrouve des concentrations normales (voir photo n°2).

Avec l'élévation de température en été, les ulves sont décomposées en libérant une grosse quantité d'azote et de phosphore dont une grande proportion est stockée à l'intérieur des sédiments et une partie est libérée dans l'eau. Dans ces conditions, le milieu s'appauvrit en O_2 et le Ph de l'eau diminue à cause de la diffusion des gaz sulfurés. De plus, la libération d'une grande quantité de sels nutritifs dans l'eau, amène une prolifération des microalgues.

Le rapport N/P est réduit (le phosphore est vraisemblablement incorporé au sein de la biomasse planctonique (Crouzet - 1971) et l'azote apparait comme un facteur limitant pour la croissance des macroalgues.

---

(1) Plantes supérieures se reproduisant par des fleurs et des graines.

(2) Appareil végétatif des végétaux inférieurs où on ne peut distinguer ni racine, ni tige, ni famille.

- Ces peuplements de chaetomorphes constituent un des symptomes des milieux hypertrophes avec notamment la prolifération de plancton de type chlorophycée dans les zones très riches en nitrates. Ces algues, par ailleurs, montre une prédisposition à concentrer dans leur thalle des quantités significatives de métaux lourds.

c/ Commentaires de la carte de distribution de la flore aquatique et dynamique des peuplements

En comparant la carte de distribution de la flore aquatique actuelle et la description de la situation de la végétation aquatique dans le Lac Sud en 1970, on constate une accentuation et une généralisation de l'eutrophisation.

Cette évolution se traduit par la disparition des peuplements de Phanérogames et des algues rouges (Gracilaria sp.) et par la prolifération des Ulves qui supplante les autres peuplements dans la compétition inter-espèces..

Les fortes concentrations d'Ulves se remarquent principalement dans la baie sud-est du lac et le long du Canal de Navigation où l'influence des rejets d'eaux urbaines et industrielles est la plus importante.

4.1.5. Ichtyofaune et réserves halieutiques

La faune piscicole va être analysée du point de vue des réserves halieutiques, ces dernières fournissant un excellent indicateur des stocks et du dynamisme des populations.

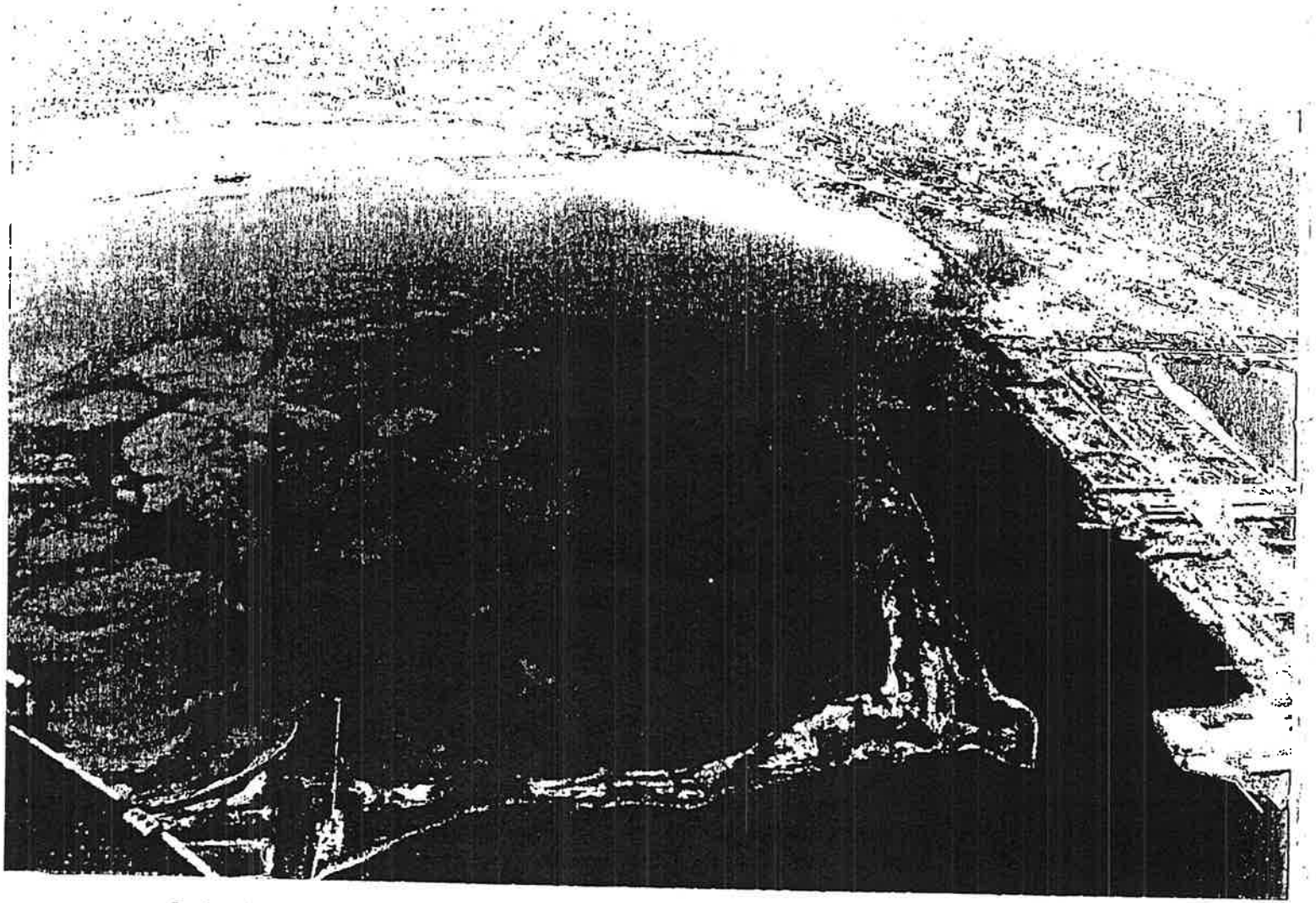


Photo n°2 : Prolifération des ulves au large de la pécherie n°7

b/ Inventaire des espèces observées dans le périmètre d'étude

Podicipedidae
- Grèbe huppé
- Grèbe à coup noir

Phalacroocoracidae
- Grand cormoran

Ardeidae
- Heron garde boeufs
- Aigrette garzette

Threskiornithidae
- Spatule blanche

Phoenicopteridae
- Flamant rose

Anatidae
- Tadorme de Belon
- Canard siffleur
- Canard chipeau
- Sarcelle d'hiver
- Canard colvert
- Canard pilet
- Sarcelle d'été
- Canard souchet
- Fuligule milouin

Accipitridae
- Busard des roseaux

Paudionidae
- Balbuzard pêcheur

Rallidae
- Foulque macroule

Recurvirotridae
- Avocette

Burhinidae
- Oedicnème criand

Charadriidae
- Petit gravelot
- Grand gravelot
- Gravelot à collier
- Pluvier argenté

Scolopacidae
- Becasseau cocorli
- Becasseau variable
- Chevalier combattant
- Becassine des marais
- Barge à queue noire
- Courlis cendré
- Chevalier gambette
- Chevalier aboyeur
- Tourne pierre à collier
- Phalarope à bec

Laridae
- Mouette rieuse
- Goéland railleur
- Goéland brun

Sternidae
- Sterne caugek
- Sterne naine
- Guifette noire

Alaudidae
- Alouette pispolette

c/ Répartition et commentaire

Les régions du lac à forte densité d'oiseaux sont :

- Entre les collines de Radès et Mégrine et les salines (la végétation humide variée et les bas fond) : Grèbe à coup noir colonie de 2.200 individus recensés par les Amis des oiseaux, flamant rose 10.000 individus, foulque macroule etc.
- Secteur nord-est près du nouveau port de Radès : canard siffleur, alouette pispolette, sirin cini etc.
- La baie sud-ouest du lac près du Port de Tunis : flamant rose.

On constate que les oiseaux sont attirés principalement par les secteurs marécageux et lagunaires peu profonds. Ils recherchent la végétation variée, inondée sur les rives (canard et oie) et les milieux très nutritifs des fonds vaseux; (flamant rose), voire même les déversoirs d'eaux usée (chevalier combattant) ou les décharges d'ordures ménagères (mouette rieuse).

d/ Le cas particulier du flamant rose

Le flamant est l'oiseau-roi du Lac Sud de Tunis. Il est indifférent au vent, mais sensible à la salinité, à la profondeur de l'eau et à la présence de la vase et très sensible aux perturbations diverses. Il se nourri dans la vase de petits invertébrés (chironomes, tubifex) ou crustacés (artemias) dont il fait une consommation journalière très importante par rapport à son propre poids (poids des mâles 4.5 kg, femelles 2 kg). Plus l'eau est salée (marais salants) moins il rencontre de variétés d'espèces pour se nourrir, mais plus la biomasse peut être importante. Dans les marais salants, la présence d'artemia salina à certains moments de l'année est telle que l'eau s'en trouve colorée en rose. Le flamant aime se tenir sur des fonds vaseux de 50 à 80 cm de profondeur, même s'ils sont très peu stabilisés, grâce à ses pattes palmées.

Recherchant la tranquillité, les colonies du Lac de Tunis s'en vont passer la nuit dans le Port de Tunis ou dans la Sebkha de Séjoumi. C'est une espèce très sociable, présente toute l'année en Tunisie, mais la nidification n'a plus été observée depuis 1974. Le Lac Sud de Tunis, avec la Sebkha Séjoumi concentrent l'essentiel des colonies observées en Tunisie.

4.2. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS : PHASE DE REALISATION

4.2.1. Impact lié à une perte brute de surface

Le passage de 1100 hectares à 700 hectares du plan d'eau se fera, principalement, au détriment des baies est et ouest, peu profondes et formés d'eau stagnante.

Cette perte de surface imposée par le réaménagement du lac, deviendra un site privilégié du programme d'urbanisation.

- **Disparition des steppes halophiles et prairies inondées inhérente à la perte de surface**

Les paysages végétaux actuels et leurs milieux vont disparaître totalement de la baie est et ouest, principalement. La baie ouest, proche de Tunis, ne présente pas le même intérêt floristique que la profonde baie est de Mégrine et Radès. Dans cette dernière, si les pelouses d'annuelles et les steppes halophiles de salicornes sont sans grande originalité et sans grande valeur, les steppes à Atriplex, les roselières et les prairies inondées sous les collines de Mégrine et Radès constituent une richesse biologique, de par leur rareté et leur perte devient préjudiciable. Paradoxalement, elles seront menacées dès la première phase des travaux d'assainissement de l'ONAS, qui prévoit l'arrêt de tout déversement d'eaux d'origine continentale dans le lac.

- **Perturbation de l'avifaune : Impact quantitatif et biodiversité**

La création de nouveaux terre-pleins créera une perturbation importante pour toutes les espèces d'oiseaux qui affectionnaient particulièrement les eaux vaseuses de la baie est, (aigrette, canard, flamant rose) ou qui étaient inféodées aux mileux rares que constituaient les roselières et prairies inondées sous les collines de Mégrine. L'impact est jugé fort.

4.2.2. Impact dû à un dragage à -2,21 NGT

Si cette opération devait être uniformément réalisée, il faut être pleinement conscient que le flamant rose disparaîtrait du Lac Sud. Sa profondeur préférée se situe sur les platiers de 50 à 80 cm de profondeur. S'il n'arrive plus à poser ses pattes et à atteindre la vase nourricière avec son bec, il ne lui resterait plus dans la région que la partie sud du Lac Nord de Tunis et la Sebkha de Sijoumi comme lieu d'acceuil.

4.2.3. Aménagement des rives en perrés

Les rives constituent ce que l'on appelle en écologie un écotone ou un milieu de transition. Comme le marais ou la lisière, la rive réunit ses caractéristiques écologiques propres plus celles des milieux terrestres et aquatiques et de ce fait constitue un milieu à la valeur écologique infiniment plus élevée que les deux précédemment cités.

La réalisation sur toute la rive sud du lac, de berges empierrées sur textile synthétique, avec relèvement à l'arrière du niveau des terrains, aura pour effet d'artificialiser et d'oter toutes fonctions écologiques à la rive sud. La rive nord, par contre sera laissée en l'état. Bien qu'en maints endroits les rives actuelles ne soient pas satisfaisantes (décharges terreuses, déchets sauvages, etc.) l'artificialisation de la rive sud constitue globalement un impact pour le capital biologique actuel.

4.2.4. Risques inhérents aux travaux de dragage

Outre le dérangement qu'ils vont occasionner par le bruit et la simple présence des dragues sur le lac durant trois ou quatre années, une succion de la vase mal conduite pourrait avoir un effet désastreux sur le milieu. Ceci pourrait se traduire par une aggravation des conditions du milieu pour une turbidité liée à la mise en suspension de particules de vases extrêmement fines, surtout avec un hydrodynamisme considérablement réactivé par les nouveaux aménagements hydrauliques. Les poissons seraient les premiers concernés par cet impact. Une mesure complémentaire sera proposée pour diminuer ce risque.

4.3. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS : ETAT FINAL

4.3.1. Assainissement du lac

Les travaux d'assainissement et d'aménagement du lac reposent sur la disparition de trois éléments essentiels du milieu actuel, à savoir :

- Les marais et les côtes basses
- Les eaux peu profondes et stagnantes
- Les rejets d'origines continentales

Ces modifications radicales sont en quelque sorte la condition de la réussite de l'assainissement du lac. Les conséquences sur les êtres vivants sont les suivants :

1. **La marinisation du lac qui est l'objectif principal du projet** : Elle sera acquise avec une meilleure circulation des eaux à l'intérieur du lac, un arrêt total des rejets chargés en nutriments et un approfondissement du fond.

La marinisation donnera des eaux plus claires et entraînera au niveau de la vie animale et végétale :

* L'éviction des peuplements à Ulves et des Chaetomorphes indicateurs d'eutrophisation.
* Le développement sur le fond de Phanérogames marins de type Cymodocea et/ou Zostera. Le développement des Ruppia qui dure dans le Lac Nord sera évité grâce à l'élimination de la vase et à un hydrodynamisme plus actif.
* La diversification de la vie animale et le retour de poissons nobles avec la raréfaction des muges et des anguilles.

Ce seront là des résultats positifs, qui compenseront largement les perturbations des travaux et la disparition des peuplements caractéristiques d'un milieu pollué.

2. **La disparition des eaux peu profondes et probablement des flamants roses** : Notons que ces eaux peu profondes sont responsables de l'eutrophisation du lac (en association avec la pollution). Mais malgré tout c'est un milieu riche que l'aménagement ne peut pas restaurer. Ces eaux peu profondes et au fond vaseux ont une productivité forte en microorganismes et sont fréquentées par les oiseaux échassiers et en particuliers les flamants rose. Leur disparition détournera certainement ces oiseaux du Lac de Tunis.

3. **La disparition des marais :** Comme le milieu précédent, ces basses terres inondables sont incompatibles avec le choix de l'aménagement et l'assainissement du lac qui exige leur disparition pure et simple.

Les steppes crassulescentes à salicornes ne constituent pas une originalité particulière qui fera regretter leur disparition. Aussi les prairies sous les collines de Radès et Mégrine sont entièrement le produit des exutoires des rejets d'eaux urbaines et industrielles en général très polluées.

4.3.2. Les mesures compensatoires

1. Dans le cas où on ne peut pas tolérer l'existence des refuges pour les oiseaux et la préservation de la zone à forte productivité en microorganismes, et en compensation des destructions dans la végétation et les niches écologiques de la rive sud, la langue de terre isolée entre le Lac Sud et le Canal de Navigation pourrait être aménagée en zone naturelle.

Le promoteur du projet a montré sa volonté pour la création de cette zone naturelle et s'engage à entamer les études complémentaires et nécessaires pour préciser la vocation de cet espace et la nature des aménagements à entreprendre, et des paysages à créer.
Cette future zone est destinée à remplacer la végétation naturelle existante. La biomasse sera certainement plus importante mais le paysage sera sans rapport avec le paysage actuel. Toutefois, cette langue de terre, qui ne sera pas habitée, s'apprête à l'aménagement d'un parc sur lequel on pourrait favoriser la création des milieux humides alimentés en eau douce. La création des étangs ou de petits lacs peut donner un certain charme à l'artificialisation du milieu. Les berges du lac qui limitent cette zone devrait être aménagés pour favoriser une sorte de platier plus ou moins large et peu profond. Ce platier favorise la tranquillité des oiseaux et pourrait, avec une forte espérance, préserver les flamants roses sur le Lac Sud.

Si cette zone naturelle proposée par le promoteur n'est pas protégée, et n'est pas très bier gérée, après avoir vu le jour, la pression antrophique d'une ville 2 millions habitants réduira les efforts de sa sauvegarde à néant.

Afin d'éviter de devoir mettre sous cloche une zone naturelle préservée inaccessible ou de la voir anéantie en quelques mois par une subfréquentation, le promoteur (ou/et la ville, le Ministère de l'Environnement) doit mettre sur pied une structure ad-hoc de gestion qui aurait pour objectifs :

* De se porter acquéreur symbolique des espaces protégés et d'y engager par la même la responsabilité de l'Etat.
* De signer des contrats et de déléguer la gestion de cette zone aux associations et/ou collectivités locales, etc.
* De promouvoir l'idée de patrimoine naturel tunisien digne d'être préservé, respecté e géré.
* De valoriser cet espace auprès du public.

Dans ce cas, un contrat de gestion pourrait faire intervenir l'Université, le Ministère de l'Environnement, l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement, le District de Tunis et les associations non gouvernementales ONG. Le contrat pourrait faire intervenir aussi une entreprise qui sera chargée de la réalisation des menus travaux d'entretien à l'intérieur de la zone naturelle.

2. Les îlots que le promoteur envisage de créer serviront de refuges pour les oiseaux. La tranquillité de ces îles est à préserver, aucune fréquentation humaine ne doit être autorisée.

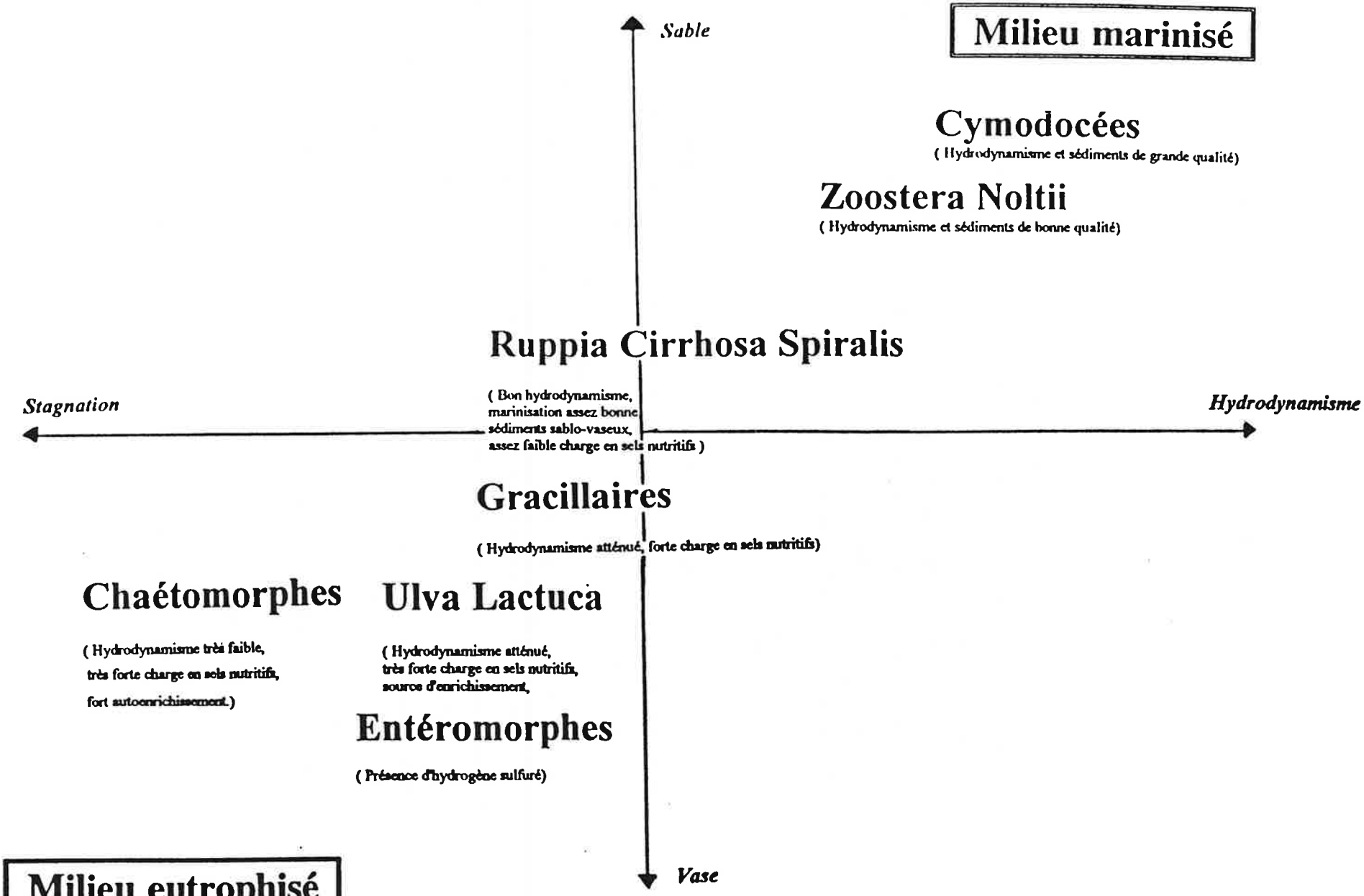


Figure 4.3.A : Schéma de la distribution des algues en fonction de la valeur écologique

5. SITES ET PAYSAGES

5.1. ETAT INITIAL

5.1.1. Périmètre d'influence

L'aire d'étude pour les sites et paysages est beaucoup plus vaste que pour les autres domaines. L'oeil ne s'arrête pas aux limites du système hydraulique mais couvre l'espace qui va de la Goulette à la colline de Sidi Bel Hassen, de la grande centrale de la STEG à l'hôtel Africa, de la ligne du TGM à la cimenterie du sud du lac. Le périmètre est aussi ce que chaque regard veut bien en faire avec ses propres représentations et ses propres centres d'intérêt. En conséquence, il ne peut être défini objectivement. Disons simplement qu'il est beaucoup plus vaste que le système lagunaire lui-même.

5.1.2. Définition

La notion de paysage alimente, sans jamais devoir tarir un débat qui traverse le monde des géographes, la notion étant extrêmement complexe et qui plus est, subjective.

Par extension, on pourrait aller jusqu'à dire que l'impact paysager est une chimère si personne n'arrive à s'étendre sur la notion même de paysage. Heureusement, il reste le bon sens commun... celui, précisément, que l'on rencontre dans les rues de Tunis.

Nous retiendrons parmi l'infinité des définitions du paysage, une trame géographique à la base, faite de types de temps, de relief, de sois, de couvert végétal, d'étendue d'eau.
Par-dessus cette trame viennent se surimposer des aménagements anthropiques; ville, réseau routier, industrie, agriculture..

Enfin, il manque l'essentiel, le regard. Celui dont on est porteur avec ses propres filtres, ses propres représentations culturelles.
Dans cette acception, le paysage est le résultat d'un produit résolument subjectif.

5.1.3. Méthodologie

L'état initial sera analysé du point de vue des paramètres suivants :

a/ <u>Patrimoine paysager</u>

Il s'agit d'avantage d'une référence à l'appartenance symbolique du lac et du port à une culture patrimoniale, qu'à un paysage en grandeur réelle. Cette référence fera appel à l'histoire de Tunis et "au regard bienveillant" que les habitants ont eu de "leur lac" au cours des temps.

b/ Structure du paysage

Quelle est la force du système lagunaire dans la structuration des grandes unités paysagères qui confèrent au Grand Tunis sa personnalité, son originalité, son unicité ? L'analyse de l'état initial s'attachera à déterminer la "place" occupée par le système hydrologique dans le paysage général de l'agglomération.

c/ Intégration paysagère

L'analyse de l'état initial devrait montrer comment, en se polluant d'année en année et le port en déclinant, le système hydrologique à concédé de son importance en tant qu'élément central du paysage quotidien des habitants de Tunis. Comment, présentement, les habitants de Mégrine et Radès s'en détournent alors qu'il n'y a pas si longtemps on y péchait, on y admirait les flamants. En sacrifiant ses fonctions initiales nobles, sur l'autel d'un progrès mal maîtrisé et au profit d'une fonctionnalité réductrice (réceptacle pour eaux usées de toutes sortes et activité portuaire en déclin), le lac au plan paysager a subi une mise à l'écart, une forme d'exclusion. Tout le contraire, en somme, d'une intégration paysagère.

d/ Unités de paysage

Il s'agit là d'une division assez arbitraire puisque reposant théoriquement sur une unité sur laquelle personne ne s'entend. Il sera fait appel au bon sens pour trouver les bases d'un concensus paysager.

C'est donc à partir de ces "unités" que sera analysé le paysage à travers les paramètres évoqués ci-dessus.

5.1.4. Description des unités de paysage

a/ Le Port de Tunis

C'est la vacuité de l'espace, le déclin et le souvenir d'une magnificence passée qui sautent aux yeux. Que reste-il du port de commerce actif quand plus aucun bateau n'est ancré à quai ?

Le paysage actuel est trompeur, car il suggère d'avantage qu'il ne montre réellement. Les quais, les docks, les hangars sont vides ou si peu actifs. Le grand bassin minéralier garde les traces physiques de l'activité interrompue. Les quais du bassin central semblent en attente d'hypothètiques ferries.

Le bassin des voiliers plus mal circonscrit paraît le plus désolé avec ses berges vaseuses et carcasses abandonnées.

Ce port, il n'y a pas si longtemps était actif et il s'y déployait une frénésie laborieuse en chargements et déchargements en départs et arrivées. Il assurait à la fois le trait d'union avec Alger, Marseille ou Gênes et le lien avec le coeur de la ville en jouant le rôle de porte d'entrée et de porte de sortie. Le Port de Tunis est aujourd'hui sans issue, dans un sens comme dans l'autre. Même le lien avec le quartier de la "Petite Sicile" qui lui était économiquement cher est chaque jour plus ténu.

Il était temps de songer à remplir ce grand vide interurbain, car le Port de Tunis est dans sa ville et de lui concevoir une nouvelle destination.

b/ Le Canal de Navigation

Les trois bassins du port confluent en une zone centrale qui trouve son prolongement naturel, vers le soleil levant, par le Canal de Navigation. Ce canal est si long qu'en été l'horizon se brouille au point de douter, de la présence effective du golfe à son extrémité. Ce canal construit à la fin du XVIII^{è} siècle n'a eu de raison d'être que par le port et souffre des mêmes maux, de la même vacuité et déshérence.

c/ Le Port de Radès et ses abords

Il y a eu partiellement transfert de l'activité de Tunis vers Radès et plus loin vers la Goulette. Le Port de Radès est actif à en juger par la hauteur des murs de containers diversement colorés. Mais surtout, les bateaux sont là, bien que de taille modeste, compte tenu des contraintes de tirant d'eau.

Le Port de Radès s'inscrit dans une portion élargie du Canal de Navigation mais aussi dans un environnement industriel lourd qui fume, qui fait du bruit et contraste par son activité avec le Port de Tunis.

d/ La grande centrale de la STEG

Elle est déjà grande, promet de s'agrandir et marque considérablement le paysage à l'est du Lac Sud. Sa cheminée rouge et blanche est partout visible. Elle en ferait presque oublier la multitude de lignes à très haute tension dont les pylones forment des îlots dans le lac.

e/ Les collines de Radès

Le fond de la baie orientale du lac est relayé par de belles prairies inondées, des roselières et des steppes puis par les oliviers des collines de Radès, urbanisées sur leur sommet. Ce sont les paysages les plus naturels qui s'épanouissent dans ce secteur. Ceci est lié à une mise a distance naturelles des grandes concentrations urbaines et industrielles.

f/ Mégrine et les salines

Entre le lac et les premières lignes urbanisées s'étendent les salines dans leur myriade de diguettes et bassins cloisonnés, de cheminements étroits et de grands tas blancs de sel (Photo n°2).

Sous tous les lieux, le paysage des salines est plaisant, comme à Mégrine. Il dénote d'une construction humaine patiente et laborieuse, inscrite dans le temps et les gestes lents des paludiers. L'été les salines prennent la couleur des flamants et le spectacle s'en trouve encore rehaussé

g/ Le fond de la baie occidentale

C'est un secteur difficile à approcher, l'industrie se l'étant accaparé. Une industrie lourde qui pèse dans le paysage des collines du Jellaz. De grands remblais horizontaux s'efforcent de gagner sur le lac d'une conquête faite de bric et de broc aux allures de décharge. C'est un secteur le plus souvent franchi à toute vitesse par la Z4. Il est vrai que les regards n'ont pas à s'y attarder.

h/ Le lac

A coté du grand rectangle du Lac Nord, celui-ci a une forme originale avec ces deux grandes baies et sa pointe de salines (voir photo de couverture). On peut quasiment le surplomber du haut de la colline de Sidi Bel Hassen, ce qui n'est pas le cas au Lac Nord. Il ne s'inscrit pas dans la même immensité que le Lac Nord. Les repères topographiques y sont beaucoup plus nombreux en organisant l'essentiel du paysage de Tunis Sud dont il occupe une position centrale.Il restreint l'espace entre les collines du Jellaz et ses rives au point de créer un goulet inextricable pour les voies de communication.

Le lac plein d'attrait, hier, est aujourd'hui d'une présence suspecte quand l'été il se met à sentir mauvais, quand ses eaux se colorent en vert ou en rose, quand les résultats de la pêche sombrent.

Ses rives vaseuses qui reçoivent les eaux pestilentielles de la ville et de l'industrie incitent à lui tourner le dos.

5.2. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS : PHASE DE REALISATION ET ETAT FINAL

Les dragues sur le lac durant plusieurs années, Mais pour la bonne cause, ne constituent pas un impact marquant en phase de construction.

Dans son état final, les impacts principaux sont au nombre de cinq :

5.2.1. Banalisation de la forme du lac

Du lac original de l'état initial, on est passé par modélisation mathématique interposée, à un lac plutôt mou aux contours monotones. Qui donc pourrait décrire la nouvelle forme du lac ?

Ce lac satisfaisant au plan hydraulique va se révéler rapidement lassant dans le paysage. Cela entre en contradiction avec un des objectifs du projet qui est d'attirer du monde sur ses rives et de le réhabiliter dans le coeur des tunisiens. Des mesures complémentaires seront proposées pour pallier ce risque de désintérêt du regard.

5.2.2. Artificialisation du plan d'eau et des rives

Le projet d'aménagement des rives (perrés sur géotextile avec relèvement de la rive à l'arrière) est indispensable pour le maintien des rives et pour permettre la fréquentation du lac par les promeneurs; les rives actuelles se révélant précisément infréquentable. Ces ouvrages empierrées s'accomoderont parfaitement à l'arrière d'espaces verts, de promenades, d'allées arborées et de marchands de glaces. Les rives réaménagées permettront de réaliser sur les bords du Lac Sud l'interface lac/ public et de garantir son succès. Mais pourquoi s'adonner à une réalisation aussi couteuse sur sa rive nord, le long du Canal de Navigation, qui présente déjà une rive rectiligne pour l'hydrodynamisme ? Il faudra que l'argumentation hydraulique soit aussi forte que l'impact de cette artificialisation généralisée. Le lac ne doit pas devenir une flaque apprivoisée. Il est necessaire qu'il conserve un aspect sauvage. Le travail devra se poursuivre entre les urbanistes et l'hydraulicien pour définir le contour du lac le moins artificiel possible.

5.2.3. Nouvelle affectation et restitution au public de l'espace portuaire

L'espace portuaire actuel est vacant et d'autant plus vacant qu'il est central, à deux pas de l'hypercentre. Il est bien difficile de justifier pareille inaffectation en plein centre d'une grande ville moderne et active. Les options de transformations se révélaient peu nombreuses. La plaisance est sûrement la meilleure, sinon la seule.

Cette transformation qui peut plaire à certains et déplaire à d'autre, comble néanmoins un vide grandissant. Cette nouvelle affectation ne peut être interprétée comme une spoliation d'un espace d'activité au profit d'un espace de loisir, puisque l'espace d'activité n'existe plus déjà depuis plusieurs décennies. La plaisance offre le moyen de comblement d'une vacance spatiale et fonctionnelle. La chance doit être saisie.

L'autorité portuaire avait condamné l'accès de cet espace au public. Certes, il lui en sera rendu avec le projet de port de plaisance, mais sans illusion; tous les tunisois ne feront pas de la plaisance.

Pour s'inscrire pleinement dans le paysage et le patrimoine de Tunis, Le port de plaisance devra réaliser comme ce fut le cas avec le port de commerce durant des décennies, le lien entre le grand large et le coeur de la ville. C'est cette fonctionnalité à double sens, qui si elle est réussie signera l'intégration paysagère du port de plaisance; l'architecture des immeubles des alentours du port jouant dans cette affaire un rôle de second plan.

Globalement, il s'agit d'un impact extrèmement positif.

5.2.4. Impact général des mesures de restauration et d'assainissement

Une surface miroîtante où se mélangent algues et poissons de qualité supérieurs devrait amener jusqu'à Tunis l'odeur des marées. Cet impact n'a pas de prix si on compare cette situation à l'état actuel. Le Lac Nord est là pour prouver que la réussite est au bout des mesures d'assainissement. Encore une fois, l'impact paysager par mesures d'assainissement interposées se mesurera à de nouvelles fonctionnalités comme celle de l'appropriation du Lac Sud par les tunisois, car à celui-ci on ira à pied depuis l'avenue Habib Bourguiba. Cette appropriation focalisera les regards qui s'approprient à leur tour le paysage.

5.2.5. Le futur pont de Madagascar

Dans le schéma provisoire du plan de circulation contenu dans les études d'urbanisme, il a été prévu un passage en pont au niveau de Madagascar. Celui-ci mettrait en connexion les rives du Canal de Navigation et les berges du Lac Nord.

Ce pont qui aura une hauteur importante pour permettre le passage des mâts des voiliers pèsera très lourdement sur l'équilibre précaire des rives vaseuses ainsi que sur l'équilibre paysager.

Du bassin central du Port de Tunis, mais également des fenêtres des futurs immeubles du programme de construction, il hypotèquera ces lignes de fuite à l'infini qui caractériseraient précisément l'échappée vers le large du Canal de Navigation. Il risque de s'opposer à l'ouverture souhaitée et pourrait être interprété comme un premier obstacle au plaisir de naviguer. L'étude de la transformation du Port de Commerce en Port de Plaisance analysera l'impact de cet ouvrage.

5.3. MESURES COMPLEMENTAIRES

5.3.1. Création d'Iles

Le projet d'aménagement retenu par la SEPTS remodèle particulièrement les berges du lac et suggère même l'ajout de deux petites îles en vue de minimiser l'aspect artificiel du contour du lac. Le bureau d'Etudes considère comme louable cette amélioration du parti pris urbanistique qui doit être, en tout état de cause, confirmée par des tests en un ou plusieurs passages sur le modèle hydraulique existant.

Dans le projet d'urbanisme, les îlots ne sont encore qu'à l'état d'illustration et n'ont pa. fait l'objet d'une étude spécifique (dimension, volumes, usage...)

6. PHYSIQUE DE L'ENVIRONNEMENT

6.1. ETAT INITIAL

6.1.1. Généralités

a/ Champ d'étude du chapitre "physique de l'environnement".

Ce chapitre se propose d'aborder succinctement les problématiques liées à la pollution de l'air, aux nuisances sonores et olfactives.

b/ Problématiques marginales

Les domaines de l'environnement centraux qui constituent le corps du projet soumis à une évaluation environnementale sont l'hydraulique, l'urbanisme et secondairement l'aménagement du territoire.

Par rapport à cette centralité, l'air, le bruit et les odeurs occupent une situation marginale sans influence directe sur le corps du projet mais néanmoins incluse dans son périmètre d'influence. Ceci justifiant leur traitement.

c/ Périmètre d'influence

On considère qu'il englobe une zone de 500 m autour du système hydrologique. Cette zone de 500 m correspond en gros à l'influence d'une route à très grande circulation (type Z4) ou à l'influence directe d'une grosse industrie lourde (type cimenterie).

Dans la zone située entre la "Petite Sicile" et Radès le périmètre s'écartera des rives du Lac Sud pour circonscrire les zones à urbaniser planifiées dans le projet.

d/ Evaluation environnementale empirique

La situation périphérique des problématiques air, bruit et odeurs et l'évolution de ces paramètres dans le temps avant que le projet ne soit entrepris justifient que l'appréhension de ces domaines n'ait pas donné lieu à une évaluation chiffrée (mesure CO_2, SO_2, NO_X, niveaux sonores, etc.).

Leur traitement dans le cadre de cette étude est par conséquent empirique mais s'appuie néanmoins sur des modélisations ou des tendances tirées d'expériences approfondies issues d'autres études dans d'autres contextes.

L'étude se bornera à rendre :

- une image de la situation actuelle
- des tendances pour le futur (horizon 2010)

6.1.2. Pollution de l'air

Les deux sources principales de pollution se situent directement à l'ouest et au sud du port et du lac. Il s'agit :

- de la pollution engendrée par le trafic automobile.
- de la pollution d'origine industrielle.

a/ Pollution due au trafic automobile

Les émissions polluantes habituelles sont le CO_2 (dioxyde de carbone) et le NO_X (oxyde d'azote) ainsi que tous les métaux lourds (cadmium, plomb, zinc, etc.) rejetés dans l'environnement sous l'effet de l'usure des véhicules (plaquettes de frein, usure des moteurs, etc).

Malgré une bonne ventilation générale de toute la région tunisoise, cette pollution est forte dans toute la ville, surtout dans l'hypercentre particulièrement embouteillé. Le secteur du Port de Tunis occupe une position légèrement exentrée par rapport à cet hypercentre, ce qui aurait pu autoriser une moindre pollution. Malheureusement, la présence de la Z4 dans le périmètre immédiat complique ce schéma en apportant un niveau d'émission très important, vu son trafic interne et surtout sa situation surélevée en viaduc qui a pour effet d'accroître considérablement les facteurs de dispersion des gaz et des poussières.

b/ Pollution due à l'industrie

La source principale de pollution industrielle au sud du lac est causée par la cimenterie et par une multitude de sources diffuses d'importance secondaire. La cimenterie rejette de grosses quantités de gaz carbonique, de vapeur d'eau mais aussi de poussières de chaux particulièrement incommodantes pour le voisinage et pour la végétation.

6.1.3. Nuisances sonores

Il existe trois sources sonores principales dans le périmètre considéré :

- le bruit lié au trafic automobile
- le bruit lié au trafic aérien
- le bruit lié à l'activité industrielle.

a/ Nuisances sonores liées au trafic automobile

De par leur situation géographique en goulet, coincés entre les collines du Jellaz et les rives lacustres, le quartier du port et le sud du périmètre sont particulièrement pourvus en voies de circulation à grand trafic. Cette circulation et principalement une circulation de transit régional, sinon national, et accueil des milliers de véhicules quotidiens dont beaucoup de poids lourds particulièrement bruyants.

La situation surélevée de la Z4 offre les conditions idéales à des émissions sonores particulièrement efficaces.

b/ Nuisances sonores liées au trafic aérien

Le couloir aérien d'approche de Tunis-Carthage passe au-dessus de la baie-ouest du lac selon un axe SW-NE. En phase d'atterrissage les avions sont peu bruyants; en phase de décollage, ils le sont bien d'avantage. Cette ambiance sonore qui certains jours (direction du sens de décollage) est élevée est beaucoup plus contraignante encore, pour les riverains du Lac Nord. Durant la période estivale, l'arrivée massive de charters augmente le trafic et le déplace sur la fin de soirée, ce qui a pour conséquence d'accroître les nuisances.

c/ Nuisances sonores liées à l'activité industrielle

Il s'agit de sources plus diffuses mais qui localement peuvent s'avérer difficiles à supporter pour les riverains.

6.1.4. Pollution olfactive

Elle est due, principalement en période estivale, à l'activité bactérienne liée à la réduction de la matière organique produite en masse par un lac passablement eutrophe. Les conditions d'anaérobie au niveau du sédiment provoquent une mortalité massive de macro-organismes mais surtout un dégagement d'hydrogène sulfuré particulièrement incommodant pour les riverains.

De plus, la prolifération des ulves qui constitue une biomasse énorme, produit des phénomènes d'accumulation et de putréfaction (bloom alguaire) dégageant des odeurs nauséabondes, surtout par grande chaleur, temps calme ou vent modéré de N-W.

6.2. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS : PHASE DE REALISATION

a/ Pollution de l'air et nuisances sonores

Les engins de chantier et les dragues ne sont pas susceptibles d'accroître de façon significative l'ambiance sonore. L'impact est très faible, même si l'on prend en compte une durée de chantier de plusieurs années.

b/ Pollution olfactive

Les mouvements de sédiments, leur transport et leur entreposage sont aptes à dégager des odeurs pestilentielles durant la phase de travaux (H_2S). Ces odeurs seront particulièrement incommodantes en période estivale. Une mesure complémentaire sera proposée pour les atténuer.

6.3. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS : ETAT FINAL

a/ Image de l'état final

Le lac est assaini, les berges du port urbanisées, le port de plaisance réalisé, les industries les plus polluantes et bruyantes auront été délocalisées et de nouveaux quartiers (densité faible ou forte) commenceront à sortir de terre. Parallèlement, des zones d'activités de type "technopole" accueilleront des services tertiaires et des industries de pointe.

b/ Analyse des tendances (horizons 2010)

- **Pollution de l'air**

- L'industrie lourde aura été délocalisée, remplacée par des services ou des industries modernes peu ou pas polluantes. La tendance à ce niveau est à une baisse très sensible.
- Le trafic automobile promet de s'accroître comme on le constate dans tous les pays industrialisés. A l'horizon 2010 on peut s'attendre à ce que toutes les voitures vendues sur le marché national fonctionnent à l'essence sans plomb, avec catalyseur (sauf découvertes plus performantes, d'ici là) et consomment moins d'essence. Le parc automobile en 2010 aura été largement rénové dans ce sens.

  L'accroissement du trafic compense les effets bénéfiques de voitures moins polluantes. Le bilan global de la pollution par le trafic risque de rester sensiblement le même.

- A l'horizon 2010, le nouveau schéma directeur de circulation du Grand Tunis sera planifié. Peut-être même des tronçons commenceront à être ouverts à la circulation. Dans cette perspective, les deux rocades autoroutières est et ouest de contournement de l'agglomération pourraient capter l'essentiel du trafic de transit et alléger d'autant le noeud routier compris entre les collines du Jellaz et les rives sud du Port de Tunis et du lac.
  La Z4, dont les prévisions assurent une saturation très prochaine, retrouverait une vocation de desserte urbaine et non de transit régional, voire national.
  Ces perspectives d'aménagement offrent le plus sûr moyen d'abaisser très sensiblement la pollution de l'air.

• **Nuisances sonores**

- La pollution sonore suit parallèlement les tendances de la pollution de l'air en matière industrielle et de trafic routier. Donc, on peut s'attendre malgré un accroissement de l'activité à une légère diminution des nuisances.
- Trafic aérien. Il s'avère aujourd'hui que la compétition commerciale entre les trois principales sociétés de construction aéronautique est axée, non sur une course aux capacités de transport comme ce le fut, mais sur le silence et la sobriété des transporteurs. Ceci joue dans le sens d'un abaissement des nuisances à moyen terme, malheureusement compensé par un accroissement perpétuel du trafic aérien.

• **Pollution olfactive**

Une fois l'assainissement réalisé par l'ONAS et le lac amélioré dans son fonctionnement hydrodynamique et marinisé, les odeurs disparaîtront. On peut même présager pour les riverains l'installation à demeure des senteurs particulièrement agréables d'un milieu marin sain. Il s'agit d'un impact extrêmement positif lié directement au projet.

6.4. MESURES COMPLEMENTAIRES ET D'ACCOMPAGNEMENT

6.4.1. Pollution de l'air

La présence de la Z4 en viaduc pose des problèmes de dispersion des poussières dans le bas de l'avenue Habib Bourguiba. Même dans la perspective de déviation du trafic de transit vers les futures rocades est et ouest, cette pollution contraignante subsistera pour les promeneurs qui rejoindront le nouveau port de plaisance. Bien que ce ne soit pas leur destination première, la pose de parois anti-bruit viendrait contrecarrer pour une bonne part les émissions de gaz et de poussières.

6.4.2. Nuisances sonores

- La source d'émission importante constituée par la Z4 serait largement atténuée par la pose de parois anti-bruit. Ces parois auraient une raison d'être encore plus grande à la verticale de l'intersection avec le bas de l'avenue Habib Bourguiba.
  Le traitement paysager de ces aménagements paraphoniques revêtira une extrême importance si l'on veut éviter une coupure encore plus grande des perspectives du bas de l'avenue. Il faudrait peut-être songer, vu l'enjeu paysager, à des parois transparentes jouant sur la couleur bleu.

- La construction du "pont de Madagascar" qui enjambe le chenal du Canal de Navigation et reliera les réseaux routiers des Lacs Nord et Sud de Tunis. Ce nouvel axe routier attirera en zone résidentielle un trafic de transit. Ce trafic va à l'encontre des attentes légitimes en matière de protection de l'air et protection contre le bruit. Il y a lieu de traiter ce nouvel axe routier d'une manière simulaire à l'axe Viaduc Z4.

- Enfin, il ne fait pas de doute que la réalisation de délocalisations industrielles lourdes et l'achèvement (le plus rapidement possible, tant la nécessité se fait sentir) des rocades de contournement est et ouest de l'agglomération de Tunis, constituent les mesures principales d'amélioration de la qualité de l'air et de l'ambiance sonore pour l'ensemble du périmètre considéré.

6.4.3. Pollution olfactive

La question des mauvaises odeurs trouvera en phase finale une résolution naturelle et définitive par la mesure intégrée principale qui est celle de l'assainissement du lac.

Durant la phase de travaux, les mauvaises odeurs seront renforcées par des mouvements importants de sédiments.

7. URBANISME ET AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

7.1. ETAT INITIAL

7.1.1. Périmètre d'influence et zone d'étude

Le projet d'aménagement et de développement de Tunis Sud, s'inscrit dans un espace géographique délimité comme suit :

- au nord, par le Canal de Tunis- La Goulette qui partage le Lac de Tunis en deux parties distinctes.
- au sud, par la plaine du Mornag et les contreforts du Djebel Bou Kornine.
- à l'ouest, par les rives de la Sebkha Sijoumi
- à l'est, par le littoral méditerranéen de la Goulette à Borj Cédria.

C'est ce vaste espace géographique qui représente un rectangle déformé de 10 km x 20 km soit 20.000 ha, ou encore la superficie actuelle de l'agglomération tunisoise, qui a été retenu comme périmètre d'influence étant entendu que le projet de Tunis Sud est défini comme partie essentielle du PDU de l'agglomération tunisoise.

On peut en effet considérer que toute action d'aménagement et de développement sur les berges du Lac Sud aura, en raison de son envergure, et au delà des impacts sur les milieux naturels et les zones agricoles, des conséquences sur l'organisation et le fonctionnement de la capitale.

La zone d'étude à proprement parler comprend :

- le Port de Tunis et la presqu'île de Madagascar
- les rives du lac et le territoire des salines
- les terrains nus entre Tunis, Mégrine et Radès.

7.1.2. Urbanisme et aménagement du territoire

- **En matière d'organisation urbaine**

La zone est présentée comme une excroissance de Tunis constituée de noyaux urbains anciens d'origine coloniale, séparée de la ville par la rupture de l'urbanisation au niveau des collines du Jellaz.

Le conflit agriculture-urbanisation est constatée et les atteintes à l'environnement dues à l'habitat spontané, aux décharges publiques et aux rejets industriels sont dénoncées.

• **En matière d'emploi**

L'importance des emplois concentrés dans la zone sud - 100.000 liés aux différentes usines de la zone industrielle est relevée et il est déploré que les employés du secteur tertiaire soient contraint aux migrations alternantes entre leur domicile et l'hypercentre.

• **En matière d'industrie**

La zone sud est la plus grande concentration industrielle du pays : 950 établissements représentant 40% des emplois et 50% du potentiel industriel du District de Tunis.

Il est souligné la nécessité de déplacer les salines (430 ha - 230 emplois) pour réaliser le projet.

• **En matière d'habitat et d'équipement**

Il est observé que 93% des logements ont moins de 5 pièces et que 66% n'ont pas de salle de bains.

En ce qui concerne les équipements, le quart de la population de Tunis - celle de la zone sud - ne bénéficie que du dixième des grands équipements de l'agglomération du grand Tunis.

• **En matière d'infrastructure**

La zone bénéficie d'une bonne desserte par les réseaux.

• **En matière foncière**

Une insuffisance de terrains à bâtir est observé : 1050 ha sont réservés dans les plans d'aménagement communaux. La demande additionnelle serait de 220.000 habitants d'ici l'an 2000, alors que le projet d'aménagement et de développement de Tunis-Sud ne pouvant accueillir que 130.000 habitants, d'où un déficit notable. Déficit qui serait comblé malheureusement par des terres agricoles du Mornag et du Cap Bon.

En ce qui concerne la structure et les tendances du développements urbain de la zone sud, nous les résumons comme suit :

- l'absence d'autonomie fonctionnelle de la banlieue sud et sa dépendance vis à vis de Tunis en matière d'équipement et d'emploi contraignant à de couteuses et pénibles migrations alternantes,
- la fragmentation spatiale et la ségrégation sociale de tissus urbains mono-fonctionnels et hermétiquement cloisonnés,
- l'aggravation du conflit urbanisation/ agriculture et la prolifération conséquente de l'habitat spontané,
- la promiscuité dans les logements et leur sous équipements notoire,

- la discontinuité des tissus urbains en raison des emprises routières, autoroutières et ferroviaires qui découpent le territoire de la zone sud en entités spatiales cloisonnées et sans liaisons transversales,
- la rupture spatiale et fonctionnelle avec le reste des périphéries urbaines de l'agglomération tunisoise.

Il est observé :

- l'excessive importance des migrations alternantes entre la zone sud et l'hypercentre de Tunis par voie routière ou par trains de banlieue. Il est proposé d'injecter de l'emploi tertiaire pour corriger ce déséquilibre,
- l'absence de liaisons transversales est-ouest entre les différentes entités urbaines de la zone sud,
- la saturation à terme de l'axe nord-sud et la nécessité de trouver une alternative à la Z4.

7.2. EVALUATION DES ORIENTATIONS D'URBANISME ET D'AMENAGEMENT : PHASE DE REALISATION

7.2.1. Définition

Cette étude d'impact reste encore au niveau de l'évaluation générale des problématiques d'urbanisme et d'aménagement du territoire. Dans ce contexte, il est bien difficile d'intégrer la notion d'impact; l'impact faisant référence à une interaction précise entre le projet et ses effets sur l'environnement. La notion perd son sens dans ce contexte.

Il lui sera préféré le concept d'orientation d'urbanisme et d'aménagement du territoire.

7.2.2. Evaluation des orientations en phase de réalisation

Dans cette période transitoire où les éléments se mettent en place, il n'y a pas d'interaction significative entre le projet et l'environnement.

7.3. EVALUATION DES ORIENTATIONS D'URBANISME ET D'AMENAGEMENT : ETAT FINAL

7.3.1. Commentaire sur la méthodologie utilisée par le Groupement Dirasset-Studi

La méthodologie adoptée est cohérente avec un passage progressif de l'échelle du schéma de structure au plan d'aménagement urbain.

La concrétisation à court terme du PDU du Grand Tunis permettra une concertation entre la SEPTS et l'Administration pour affiner les PAD du projet, particulièrement aux niveaux du désenclavement et des liaisons.

Le passage d'une échelle à l'autre - de la zone sud de la capitale à deux zones d'interventions - s'avère être un exercice de planification délicat qui présente le risque d'appréhender le PDU dans les termes d'un PAD et vice-versa. Cette réserve est exprimée par les auteurs du rapport dans la présentation de leur étude : Etant entendu que l'élaboration du PAD des berges du Lac Sud et le Port de Tunis qui représentent la finalité de l'étude d'urbanisme tentera de fixer les premiers jalons d'une approche même partielle d'aménagement de la capitale pouvant aider à la mise en forme prochaine du PDU du Grand Tunis.

7.3.2. Impact du Plan d'aménagement de détail du Port de Tunis

Sur la base d'une étude de marché approfondie, le parti d'aménagement adopté consiste à créer sur les terre-plein autour des plans d'eau de l'ancien port de commerce de Tunis transformé et aménagé en port de plaisance et sur la presqu'île de Madagascar un ensemble immobilier de 30 000 habitants.

Selon l'étude de factibilité, cet ensemble immobilier qui vise une clientèle de haut standing accueillera les activités d'animation, de loisirs et de nautisme liées au port de plaisance et les activités tertiaires dans le quartier résidentiel.

Cet ensemble immobilier qui habille le port et conforte la facade Ouest de la capitale donnera un nouveau visage au centre de Tunis dont il favorisera la restructuration et permettra l'enrichissement tant au niveau de la qualité urbanistique qu'architecturale.

Pour assurer le plein succès au parti d'aménagement, le maître de l'ouvrage a déjà lancé une étude complémentaire relative à la transformation du port de commerce de Tunis en port de plaisance.

Cette étude en cours permettra de circonscrire les meilleures possibilités de cette transformation en prenant en considération les avantages que procurent le port et sa position dans la capitale et aussi en tenant compte de certains éléments comme la longueur du chenal d'accès (8 km), le passage sous le viaduc qui franchira le chenal à la hauteur de la presqu'île de Madagascar et la grande dimension des plans d'eau. **Cette étude devra aussi se préoccuper de l'impact du déversement des eaux et surfaces dans les bassins du port.**

Le succès de cette transformation réside dans les réponses apportées à ces questions relatives au traitement du chenal, des bassins, du viaduc et des eaux de ruissellements. Les recommandations de l'étude lancée par le maître de l'ouvrage devant être prises en considération dans la finalisation du plan d'aménagement de détail.

Il est certain que la transformation du Port de Commerce en Port de Plaisance sera une réussite et facilitera le développement de l'important ensemble résidentiel de standing préconisé par l'étude de factibilité.

Dans cette perspective d'aménagement, l'ensemble résidentiel en particulier sur la presqu'île de Madagascar, affichera une modernité architecturale faisant volontairement exception une population à hauts revenus jouira d'équipements à fréquentation sélective.

L'étude souligne que le projet d'aménagement autour du port influera progressivement sur son environnement qu'il contribuera à améliorer : le puissant ensemble immobilier prolongera l'hypercentre de Tunis et contribuera à le revaloriser. Pour atteindre cet objectif, les recommandations déjà adoptées sont à prendre en considérations :

* Elargir l'avenue de la République tant à l'Est qu'à l'Ouest pour atténuer l'effet du viaduc (visuel et sonore) et faciliter les circulations et les échanges entre l'avenue Bourguiba et les quartiers limitrophes notamment la Petite Sicile.
* Interconnecter les réseaux de transport en commun (métro léger-TGM-autobus), aménager une gare unique pour faciliter la fluidité des échanges entre les trois modes de transport et développer au niveau du projet les transports en communs comme le métro léger.
* Réussir le transfert de la gare internationale des voyageurs et son intégration dans le quartier de la Petite Sicile.

Notons que ce projet de transfert a déjà été étudié en 1964 par Quaroni et De Carlo, urbanistes conseils italiens pour le compte du Secrétariat d'Etat aux Travaux Publics et à l'Habitat; mais il n'a pas eu de suite en raison de la necessaire restructuration de la Petite Sicile qui n'a pas été prise en considération par le plan d'aménagement de la commune de Tunis :

* Conserver à la voie qui franchit le chenal et qui relie les berges du lac Nord aux berges du lac Sud via la presqu'île de Madagascar un caractère de voie rapide de dégagement permettant d'alléger l'évolution du trafic sur la Z4.
* Etudier le carrefour entre le projet de voie nouvelle Nord-Ouest Sud-Est passant devant la future gare internationale de voyageurs et l'avenue de la République. En raison de l'intensité des flux de véhicules qui transitent du Nord au Sud et vice versa, il sera probablement nécessaire de créer un carrefour dénivelé.

7.3.3. Commentaire sur la partie d'aménagement du plan de détail de la zone des berges du Lac Sud

Le parti d'aménagement consiste à créer entre Mégrine et Radès **une ville nouvelle** de 100.000 habitants organisée autour d'un centre principal polyfonctionnel conçu comme un objet architectural traité en amphithéâtre ouvert sur les berges du lac. Ce centre donne à ce territoire pollué et dévalorisé de la capitale **une autre image**, celle de la puissance, de la modernité, de la symbolique historique et culturelle.

Le parti d'aménagement est la réponse précise à l'analyse conduite par le Groupement d'étude qui identifie deux objectifs fondamentaux : corriger l'image négative de la zone sud et la rattacher à l'hypercentre de Tunis. Le territoire considéré abrite la plus grande concentration industrielle du pays et la **gageure** adoptée par l'étude consiste à y **juxtaposer** un tissu de haute qualité et des fonctions de premier ordre, prolongeant vers le sud le rayonnement et le prestige de l'hypercentre sur des terrains gagnés sur le lac et autres emprises résiduelles.

Dans un territoire historiquement dominé par l'industrie, découpé par les voiries et les réseaux en lanières constituant des entités spatiales cloisonnées, habitées par des populations dominées par les catégories laborieuses, l'étude propose de **juxtaposer** un tissu urbain dont la qualité et l'exceptionnalité aussi bien en terme spatial que social va faciliter l'intégration de l'existant et assure son épanouissement.

Ce parti d'aménagement s'incrit dans le discours des urbanistes qui réclament depuis les années soixante un rééquilibrage des régions nord et sud de l'agglomération tunisoise par une distribution plus équitable des fonctions et des équipements ; il est vrai que la région nord de Tunis a capté l'essentiel des grands équipements (université, cité olympique, polycliniques) et les fonctions les plus valorisantes (centres commerciaux, hôtellerie, bureaux, résidences de haut standing). Et, compte tenu de la persistance des distorsions entre le nord et le sud, voire leur aggravation, toute tentative de rééquilibrage passe **par une démarche volontaire d'aménagement** pour corriger les tendances négatives. On ne peut en effet miser ni sur l'amélioration du niveau de vie, ni sur l'augmentation des prix fonciers pour corriger cette situation déséquilibrée; et en ce sens, l'étude a posé correctement le problème : la correction de l'image de marque de la zone Sud par les voies et moyens de l'aménagement est la condition sine qua non du développement.

7.4. LES ZONES D'ACTIVITES ECONOMIQUES

Le parti pris adopté dans l'Etude de disséminer dans le projet des micro-zones d'activité est judiciaire. Elle évite les problèmes sociaux avec particulièrement le déséquilibre que constituent les flux de déplacement et le risque de nuisance à l'harmonie urbaine.

Le choix de zones spécialisées s'intégrent parfaitement à leur environnement à l'instart de la zone d'activité portuaire à proximité du Port de Radès, cette zone accueillera des industries propres et des entrepôts orientés vers l'exportation et servant donc le développement du port.

Les activités retenues dans ces différentes zones sont non polluantes et les cahiers des charges qui les regiront mettront l'accent sur les mesures appropriées pour sauvegarder le milieu naturel.

7.5. LES ESPACES VERTS

L'Etude d'Aménagement des berges du Lac Sud met l'accent sur la dimension paysagère du projet en vue de permettre de :

- Réaliser une ville nouvelle complète et équilibrée où les espaces vertes permettent d'augmenter le tissu urbain et assure une bonne articulation entre les différents quartiers.
- Combler les retards en équipements socio-collectifs et récréatifs de la zone sud de la capitale facilitant ainsi un rééquilibrage entre les deux zones nord et sud et par la même à l'édification d'une capitale moderne et harmonieuse.

Pas moins de 40 % des terres récupérées sur les berges du Lac Sud seront alloués à :

- des parcs paysagers 228 hectares
- Une zone naturelle protégée 147 hectares
  (berges, digue nord)

Cet ensemble d'espaces verts peut se diviser en trois grandes zones :

- La première située à l'ouest du périmètre municipal de Mégrine qui se caractérise par des conditions de sol et d'environnement contraignantes :
  Le sol est de faible résistance (vaseux) et est appelé à recevoir une partie de la vase extraite du lac restaurée. Cette zone sera en grande partie équipée et sera le poumon de l'Hypercentre de la capitale.

Cette zone est située dans l'axe du corridor de l'aéroport de Tunis Carthage. Les émissions sonores des avions en survol interdisent l'aménagement de structure résidentielles dans la majeure partie de cette zone du projet.

- La seconde zone située à l'Est de Mégrine qui dispose de bonnes conditions particulièrement au niveau de la qualité du sol serait remblayée par du bon sable et recevra la majeure partie du développement urbain des berges du Lac Sud.
  Cet ensemble immobilier sera entouré par une ceinture verte formant un paysage vert dans le prolongement naturel des espaces existants des jardins de Mégrine coteaux et de la fôret de Radès. Ce paysage traité en parc recevra dans sa partie Est des équipements à vocation socio-culturelle et dans sa partie Ouest des équipements de sport, de récréation et d'hébergement (un terrain de golf de 9 troncs, des terrains de sport et un hôtel).
- La troisième zone située le long du Canal de Navigation sera comblée par de la vase extraite du lac et sera aménagée en zone verte protégée. La faune et la flore caractéristiques des pourtours du Lac de Tunis pourront se développer. Dans sa partie oues des mini-plans d'eau sont prévus pour faciliter la migration des oiseaux habitués du Lac Sud.

Vu la dimension de l'ensemble de ces espaces équipés, une réflexion d'aménagement paysager est nécessaire en phase de réalisation du projet en vue de :

- Affirmer le concept de ces espaces et définir le mode de traitement et le programme des équipements.
- Définir le (s) mode (s) de financement (sponsation) et de gestion.

Cette même réflexion devra aussi intégrer la protection des berges du lac et leur équipement en facilites.

Il est certain que la conservation d'une aussi grande superficie d'espaces verts protégés ou équipées dépasse de loin les besoins du projet et est l'expression de la volonté de contribuer à l'amélioration du cadre de vie de l'hypercentre de Tunis et de la banlieue sud de la capitale.

Cette volonté a aussi un coût direct en allouant pas moins de 228 hectares de sol de bonne qualité aux espaces verts quant on connaît la pression de la demande et la valeur des terrains propres à la construction et un coût indirect : L'aménagement, le traitement et l'entretien de ces parcs et zones vertes. Pas moins de 11 millions de Dinars sont prévus uniquement pour l'aménagement des zones vertes équipées.

Il y a lieu d'ajouter àtous les frais ceux inhérents aux plantations, mobiliers urbains et les frais de gestion. La réflexion devra répondre au moment opportun à cette question importante à savoir la pérennité de ces espaces verts.

7.6. LE RESEAU VIAIRE

Le schéma viaire adopté est caractérisé par une desserte en "bouclages" concentrique destinés à collecter et à redistribuer le flux véhiculaire selon une double hiérarchie.

La première est composée des voies destinées à desservir les quartiers résidentiels existants ou projetés. Ces voies collectent et orientent le flux vers les voies majeures en particulier le **boulevard extérieur** qui remplacera l'actuelle voie MC 33.

Cette approche assure une meilleure redistribution des flux. La deuxième hiérarchie est formée d'une série de voies inter-quartiers qui canalisent les échanges entre les différentes agglomérations.

L'ensemble du projet est desservir à partir de deux voies principales périphériques dont la nouvelle voie rapide qui enjambera le Canal de Navigation et passe le long du Lac Sud sur la presqu'île de Madagascar et de l'axe routier composé de la Z4, la voie contournant Mégrine et la MC 33 transformée en Boulevard et contournant Mégrine ainsi que de l'axe routier composé de la Z4. L'ensemble de ces voies s'entrecroisant au niveau de la pénétrante sud :

* En matière de liaisons fonctionnelles, l'étude d'impact considère que les recommandations apportées dans le procès verbal de la réunion du 27/01/1994 entre la DGSAM et la SEPTS sont judiciaires et permettent de répondre à la double préoccupation du maintien et du renforcement de la circulation Nord-Sud de la capitale d'une part et une meilleure irrigation du futur développement autour du port et sur les berges du Lac Sud d'autre part.

  Les recommandations prévoient une emprise pour la Z4 de :

  * 50 m pour le tronçon compris entre la rue d'Italie et le viaduc de la pénétrante sud.
  * 60 m pour le tronçon compris entre l'avenue Habib Bourguiba et la rue d'Italie.
  * Et réservent une emprise en losange de 500 m de diagonale pour éventuellement la construction d'un ouvrage au niveau du croisement "Z4-pénétrante Sud".

7.7. L'INSERTION DU PROJET

Si l'aménagement du Port de Tunis et de la presqu'île de Madagascar constitue un atout majeur du développement et de l'épanouissement de l'hypercentre de la capitale et que son intégration à cet hypercentre est la clé de sa réussite (complémentarité, ouverture ....), les berges du lacs viendront eux aussi compléter le grand centre urbain en cours de restructure de la zone résidentielle d'El Mourouj et de l'ensemble des quartiers situés entre Ben Arous, El Ouardia, Fouchana et Yasminet.

Ces deux centres (Berges du Lac et El Mourouj) pourront avoir des activités complémentaires et pourront bénéficier des facilités administratives du centre El Madina El Jédida rehaussé en centre administratif régional. Ces trois centres sont implantés à proximité de la MC 33 valorisée en Boulevard.

Dans la zone sud du Grand Tunis, les zones résidentielles comme Ezzahra - Bou M'hel, Hammam-lif, Fouchana, Mghira et Kabaria pourront continuer à se développer en bénéficiant du rayonnement de la restauration des berges du Lac Sud.

Etant certain que le développement harmonieux et qualitatif de l'ensemble de la zone sud de Tunis est assujetti à une bonne desserte et à sa jonction aux grandes voies périphériques. Cette question importante devra trouver sa solution dans le cadre de l'étude du nouveau PDU et dans sa réalisation progressive au courant des prochains plans de développement.

En conclusion, l'impact de l'Aménagement des terre-pleins autour du Port de Tunis et des berges du Lac Sud est très largement positive, le projet s'ouvre et épanoui l'hypercentre de la capitale et la Banlieue Sud, sa réussite totale viendra de l'effort fait pour mieux le désenclaver et l'intégrer, c'est la tâche du nouveau PDU du Grand Tunis.

Le succès de cette démarche volontaire d'aménagement est conditionné par l'intégration des deux PAD du lac sud dans le Plan Directeur d'Urbanisme "PDU" mis à l'étude.

D'un point de vue méthodologique, cette question de l'intégration des PAD dans le PDU a été posée dès le début de l'étude qui soulignait la nécessité de :

* Restructurer la zone industrielle de Tunis comme cela a déjà été préconisé par le District de Tunis- Groupe Huit- Studi en 1980.
* Réhabiliter les zones d'habitat dégradé de la région Sud notamment celles qui sont imbriquées dans le tissus industriel.
* Protéger effectivement la plaine agricole du Mornag qui connait actuellement un mitage de son espace par les résidences secondaires.

7.8. BIBLIOGRAPHIE

- District de Tunis / Groupe Huit - Studi
  Restructuration de la zone industrielle du Sud de Tunis
  Tunis Janvier 1980 113 p. et annexes.
- District de Tunis / Groupe Huit
  Etudes des activités tertiaires du Centre
  Tunis le Centre et le sens de la capitale
  Tunis Octobre 1977 101 p. et annexes.
- District de Tunis
  Les bureaux dans la commune de Tunis
  Tunis 3 rapports 36 p. 14p. 17p. ronéoté 1977-1978.
- Ministère de l'Equipement
  Direction des Ponts et Chaussées Studi - Bceom
  Test du schéma de structure routier de Tunis
  Rapport de synthèse et annexe Tunis Août 1974.
- Ministère de l'Equipement
  Direction des Ponts et Chaussées Studi - Bceom
  Voies rapides urbaines à Tunis
  Tunis Juillet 1976
- District de Tunis
  Déplacements des ménages et transports urbains dans le District de Tunis
  Tunis Mars 1978 ronéoté 139 p. et annexes.
- Municipalité de Tunis Transitec
  * Plan de circulation de la ville de Tunis 1982
  * Plan de circulation de la ville de Tunis
  Rapport technique d'aide à la décision 1983

8. ENVIRONNEMENT HUMAIN ET SOCIO-ECONOMIQUE

8.1. ETAT INITIAL

8.1.1. Généralités

Depuis plusieurs décennies, les axes de développement humains et socio-économiques se sont orientés principalement au nord de la capitale. Dernière en date, la zone de développement du Lac Nord comporte cette planification indirectionnelle. Il en résulte, aujourd'hui, un déséquilibre uniquement reconnu par les urbanistes et planificateurs. Ce déséquilibre au plan humain et socio-économique est plus sournois qu'il n'y parait car son simple chiffrage en terme démographique et de création d'emplois ne permettrait pas de relever l'essentiel; la concentration au nord de l'agglomération des pôles d'excellences.

Le vaste projet présenté par la SEPTS vient à point nommé contrebalancer ces tendances. En cela, sa justification n'est plus à démontrer devant le nécessaire rééquilibrage social et territorial de l'agglomération.

8.1.2. Limites du champ d'investigation

Le périmètre d'influence est le même que celui défini au chapitre "urbanisme et aménagement du territoire". Dans cet espace, l'étude de l'état initial ne peut pas embrasser tous les compartiments de l'environnement humain et socio-économique; question d'échelle.

L'étude s'attachera à donner en priorité une image générale des principaux pôles d'activité du secteur, avec une mention spéciale pour les activités traditionnelles inféodées directement au milieu lacustre et au port.

8.1.3. Image humaine et socio-économique actuelle

L'hétérogénéité territoriale, spatiale et structurelle est le caractère dominant des 20.000 ha du périmètre. Conséquemment, le secteur présente une même hétérogénéité sociale, économique et humaine.

- Le secteur du Port de Tunis, à deux pas de l'hypercentre possède les traits caractéristiques d'une friche industrielle et portuaire présentant une activité disparate et sans attrait.
- A l'inverse la zone industrielle de Mégrine - Ben Arous montre tous les signes d'une belle santé économique traduite quotidiennement par un flux intense de mouvement de personnes et de marchandises jusqu'à en faire la première zone économique du pays.

- Au sud, dans la plaine du Mornag c'est l'image d'une relative intensivité agricole qui prime par la culture de la vigne et le travail des champs mais également la révélation d'une pression et d'un conflit générés par la métropole sur l'espace agricole par le développement de formes d'habitat hors-plans.
- Au centre, les deux villages de Mégrine et Radès constituent deux entités urbaines encore autonomes mais de plus en plus liées organiquement à la capitale, sans qu'il s'agisse néanmoins de satellites-dortoirs.
- Ils s'apparentent à une structure de ville moyenne permet tant à des groupes sociaux variés de coexister dans un équilibre encore préservé.
- Les réseaux routiers et ferroviaires sont denses et en forme d'éventail, ouverts vers le sud-est. Ils viennent s'étrangler à l'approche de la capitale entre les collines du Jellaz, les berges nauséabondes du Lac Sud et la gare de marchandise. Pour les chemins de fer, il s'agit quasiment là du terminus, la route quant à elle, se prolonge au nord essentiellement par le viaduc hypersaturé de la Z4.

8.1.4. La Pêche

L'organisation actuelle de la pêche dans le Lac Sud remonte à la fin du siècle dernier. Cette organisation est la conséquence de l'arrivée massive des Italiens qui ont apporté avec eux la technique de la "bordigue". En effet, durant la période coloniale, des colons pêcheurs italiens ont construit des bordigues pour l'exploitation halieutique du Lac Sud de Tunis.

Après l'indépendance, l'Office National des Pêches a été créé (office de production, de collecte et de distribution des produits de la pêche). L'exploitation des plans d'eau du lac lui a été confiée. Il continue la tradition italienne d'exploitation lagunaire, tout en essayant d'améliorer les matériaux qui constituent les pièges afin d'augmenter l'efficacité des captures.

En 1975, l'ONP modifie radicalement le mode d'utilisation des "bordigues" afin de s'en servir comme engin de capture mais aussi comme outil de gestion du peuplement piscicole de la lagune. Cette modification lui permet d'atteindre les années suivantes une forte production. Après ces records historiques, la production chuta à partir de 1980 pour atteindre les valeurs très basse actuelles, de sorte qu'il ne reste aujourd'hui qu'une cinquantaine de pêcheurs à exercer leur activité principalement au Lac Nord, dans le secteur du Canal de Radès et dans la partie orientale du Lac Sud.

8.1.5. Les salines

Sur la pointe de Mégrine, les salines s'étendent sur 430 ha et produisent 50.000 Tonnes/an de sel soit 70 % de la consommation annuelle nationale.

Cette production est faible comparée aux deux autres pôles salines que sont Sousse et Sfax, avec aussi la possibilité d'ouvrir un autre centre de production dans la Sebkha de Zarzis (concession accordée en compensation à Cotusal). Cette production présente aussi des risques du fait de la présence de métaux lourds dans les eaux et sédiments du Lac Sud, surtout que le sel récupéré est en grande partie destiné à la consommation domestique ce qui plaide encore plus pour la fermeture des salines.

8.1.6. Le secteur du Port de Tunis

Les derniers Ferries trans-méditerranée ont quitté définitivement les môles du Port de Tunis dans les années 70. Les restes de l'activité marchande ont été transférés à Radès et La Goulette dans les années 80. Des pans industriels entiers avaient déjà déserté le bassin minéralier bien avant.

L'activité économique a déserté définitivement les grands bassins paraissant d'autant plus vastes qu'ils sont inactifs.

A quelques pas du quartier de "la Petite Sicile" (qui souffre également du transfert des activités à Radès) et du bas de l'avenue Habib Bourguiba, Tunis qui pouvait s'enorgueillir d'avoir un port en son centre, possède à l'heure actuelle un no men's land constitué de friches industrielles et portuaires. Seul échappe à ce tableau, l'ilôt urbain compris entre le bas de l'avenue Habib Bourguiba, la gare du TGM, la rue de Madagascar, l'avenue Dag Hammarskjoeld et l'avenue de la République, où de nouveaux immeubles sont encore en construction ainsi qu'un hôtel. Les bâtiments de la douane et quelques commerces focalisent l'essentiel de l'activité. Paradoxalement, cet îlot proche du centre donne une impression de périphérie ou de proche banlieue. Paradoxalement encore, les deux terminus (métro léger et TGM) par lesquels transitent quotidiennement de nombreux Tunisois n'ont pas induits de pôle de développement spécifique.

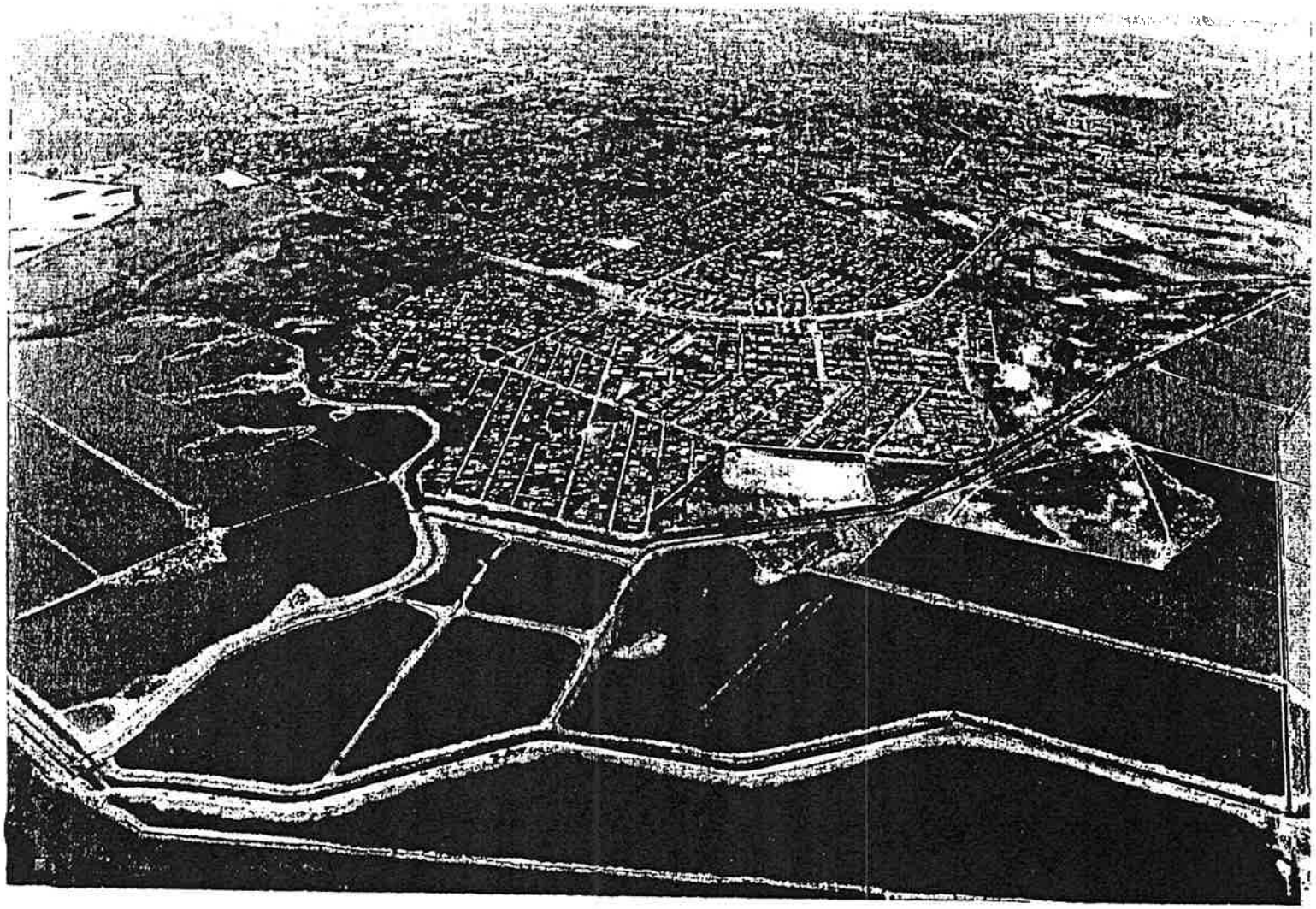


Photo n°3 : Les salines de Mégrine

8.1.7. L'activité industrielle

Les zones industrielles de Djebel Jelloud, Bir El Kassaa, Mégrine, Ben Arous et Radès forment le premier pôle industriel du pays en concentrant près de 600 unités. Le développement industriel est ancien et se poursuit toujours. Comme c'est le cas en pareille circonstance, ce secteur sud montre une imbrication étroite des zones urbanisées et industrielles anciennes et modernes. Les activités tertiaires et l'habitat de moyen et haut standing sont particulièrement sous représentés.

8.2. IMPACTS PREVISIBLES OU POTENTIELS EN PHASE FINALE

8.2.1. Champ d'investigation et limites de l'évacuation

Le projet urbanistique lié à l'aménagement du Lac Sud et du Port de Tunis est fort ambitieux. A terme, il constituera le projet d'urbanisme le plus ambitieux jamais conçu pour le Grand Tunis. Il va s'étaler dans le temps et monter en puissance sur environ deux décennies.

Quel sera le visage de Tunis dans 20 ans, ville actuellement en pleine évolution et mutation socio-économique.

Quel sera le visage du projet achevé jusque dans sa dernière tranche en 2015 ?

Enfin, quels seront les impacts du projet dans le contexte social de l'époque ?

8.2.2. Impacts prévisibles ou potentiels

L'évaluation des impacts dans ce chapitre ne participe pas de la même démarche que dans les autres domaines de l'environnement. Les premiers sont prévisibles liés à des événements objectifs contenus dans le projet; on peut les chiffrer en terme d'emplois créés ou perdus, en terme de constitution prévisible de réseaux, de liaisons structurelles ou fonctionnelles, de complémentarités.

Les secondes seront le résultat de l'alchimie humaine et sociale qui résultera du projet dans son état final. Ces impacts potentiels sont d'ordre conjecturaux et ne résultent que des prémonitions de leur auteur. Ils sont donc sujet à discussion.

Enfin, il va de soi, que pour des questions d'échelle vis à vis d'un projet qui ne propose rien d'autre que de créer une ville, un niveau de détail reste inaccessible; une étude à part entière s'avèrant nécessaire pour chaque groupe d'acteurs socio-économiques ou chaque catégorie sociale.

8.2.3. La pêche

Elle ne sera pas prohibée dans le nouveau lac assaini pas plus que dans le Canal de Radès. Il faut s'attendre à une modification importante de la variété des espèces de poissons, compte tenu des modifications écologiques prévisibles. On n'y pêchera plus l'anguille, le mulet ou le saur tout simplement parce que la marinisation du milieu excluera naturellement les herbivores ou les poissons de fond au profit d'espèces plus nobles. Dans le même temps, les techniques de pêche par barrage (anguilles) qui avaient largement contribuées à boucher les échanges entre le golfe et le lac n'auront plus lieu d'être.

La production halieutique qui avait chuté ces dernières années et qu'il faut mettre en relation avec une détérioration constante des conditions du milieu suit une évolution déjà constatée dans d'autres lacs.

L'eutrophisation dans un premier temps augmente la production végétale du lac qui profite aux premiers maillons de la chaîne alimentaire qui profite secondairement aux maillons plus élevées de cette chaîne, soit les poissons herbivores et enfin les carnassiers.

Il s'en suit que les captures sont plus nombreuses et passent par des années records. Ces périodes fastes voient clairement le nombre des pêcheurs augmenter. Si du stade mésomorphe le milieu évolue vers un stade d'hypereutrophisation, comme c'est le cas actuellement, les herbivores et poissons de fond préalablement avantagés finissent eux aussi par régresser et avec eux le volume des captures et le nombre des pêcheurs

L'impact de la marinisation du système hydrologique et son inertie biologique vont jouer aussi un rôle sur un plan qualitatif, avec l'apparition d'espèce de poissons plus nobles comme c'est le cas aujourd'hui au niveau du Lac Nord.

En conséquence, dans un premier temps de 3 à 5 ans le nombre des pêcheurs devrait rester stable à un niveau assez bas. Dans un deuxième temps leur nombre pourrait quelque peu augmenter jusqu'à trouver un équilibre entre la productivité du milieu et le volume des prises dont la valeur ajoutée augmentera sensiblement.

8.2.4. Le secteur du Port de Tunis

La métamorphose annoncée des friches industrielles et portuaires actuelles en un lieu restauré, attractif, actif, générateur d'activité, de nouveaux réseaux, de nouvelles pratiques sociales ne peut être interprété que comme un fait extrêmement salutaire.

Aussi bien du point de vue :

- des activités induites par l'assainissement des eaux,
- du comblement d'un espace sinistré au plan économique,
- de l'injection d'une nouvelle substance urbaine,
- d'un rééquilibrage nord-sud dans le secteur tertiaire, dans les grands équipements collectifs, dans une complémentarité avec le reste de la ville,
- dans l'émergeance d'un pôle économique et social, préfigurant la cité du XXI^{ème} siècle.

- **Animation des bassins**

La plaisance et des équipements acquatiques animeront l'ensemble des bassins, comme le commerce et l'industrie en leur temps.

L'étude engagée sur la reconversion du Port de Commerce en Port de Plaisance élaborera le programme le plus adapté et aussi le plus réalisable pour animer les plans d'eau du port et les quais.

- **Urbanisation et aménagement des berges**

Il est bien difficile d'imaginer, aujourd'hui, qu'à l'horizon d'une décennie les alentours du port se transforment en un des lieux de résidence de qualité, d'activité tertiaires, de détente et de loisirs les plus recherchés de la capitale.

Le secteur présente deux atouts majeurs :

- La fascination de l'eau (voir le succès des marinas en d'autres lieux),
- la proximité de l'hypercentre

Nul doute que l'offre immobilière trouve preneur. On résidera donc dans le nouveau quartier du port, de même qu'on s'y promènera en famille sur les berges restaurées ou qu'on y pratiquera du sport. Cet afflux de personnes résidentes ou simplement consommatrices de dilettante aura des répercussions humaines et socio-économiques à tous les niveaux.

- A l'intérieur même de la zone; voisinages, commerces, travail, loisirs, trafic de proximité.
- Dans la relation du quartier du port rénové au reste de la ville; mouvements pendulaires, liaisons organiques, relations fonctionnelles, complémentarité des services.

Les impacts de l'émergence de ce nouveau pôle urbain s'exercerent dans tous les compartiments de la vie socio-économique. Une question peut se poser à ce niveau :
Participera-t-il d'un rééquilibrage économique nord-sud de sa tête de pont ou bien ce nouveau quartier si proche de l'hypercentre, conçu pour les classes moyennes et supérieurs va-t-il être vécu et pratiqué comme un appendice lié structurellement et socialement aux quartiers aisés du centre ville et de l'avenue Mohamed V, berge du Lac Nord comprise.

Par ailleurs, le projet prévoit une interconnexion des réseaux de transport, SNT, TGM et Métro léger en une gare centrale déplacée par rapport à la gare TGM actuelle. Cette interconnexion qui devrait contribuer grandement à rationaliser le réseau des transports publics de la ville est totalement souhaitable à une échelle qui dépasse le simple périmètre du port. Un centre commercial installé sur la dalle de la gare devrait retenir les voyageurs en transit entre deux trains et contribuer à irriguer et apprivoiser par de nouvelles pratiques territoriales les espaces récemment urbanisés.

Les petits commerçants actuels installés dans le périmètre seront en priorité dans le cadre du nouveau centre commercial. Ils ne devraient pas avoir à se plaindre de l'opportunité providentielle qui leur est offerte.

Les habitants actuels du périmètre ne seront pas expropriés et retrouveront des logements construits pour eux sur le site.

8.2.5. Les quartiers sud

Des nouvelles berges conquises sur le lac au quartier de Djebel Djelloud à Radès, en passant par Mégrine, c'est ici que le projet va se développer dans toute son ampleur et sa diversité. Il s'agira bien, à terme, de la réalisation d'une ville nouvelle. A la différence du secteur du Port de Tunis, le projet aura spatialement à s'intercaler dans un contexte humain et socio-économique existant et comme précédemment illustré fort composite (villages traditionnels, zones industrielles, zones d'habitations, etc).

- **Les objectifs d'aménagement**

L'objectif de développement retenu au niveau du projet permet d'assurer dans de bonnes conditions.

- L'intégration de l'urbanisation future des berges du lac et du Port de Tunis dans le contexte générale de l'agglomération tout en prenant en considération les contraintes de l'existant.
- Le renforcement particulièrement de la zone Sud de Tunis en matière d'espaces verts récréatifs et d'équipements socio-collectifs.
- La mise en valeur de nouveaux terrains propres à l'urbanisation en vue de satisfaire à une demande de plus en plus croissante.
- La mise en valeur du lac restauré

L'objectif recherché n'est pas de réaliser une ville nouvelle ou d'aménager un parc naturel, mais de répondre à un besoin réel de l'agglomération tunisoise en espaces à urbaniser, de combler les retards en équipements complémentaires en vue de mieux équilibrer les différentes composantes de la capitale.

- **Unité transversale et image spécifique**

Une ville ne peut naître que de l'intégration de son espace et ses fonctions. Une unité peut se construire sur la base d'entités fort diverses pour autant qu'elles soient réunies par des liens fonctionnels organiques et structuraux.

Un des enjeux du projet sera bien de réaliser une unité transversale du Port de Tunis à Radès, ce qui est beaucoup plus ardu que de juxtaposer des unités autonomes. De sa réussite dépendra la fierté et la revendication à l'image spécifique de Tunis-Sud symbolisant l'appropriation par la population de son nouvel espace de vie et la réussite globale du projet.

- **Liaisons avec le reste de la ville**

Le succès de l'opération d'aménagement de Tunis-Sud dépendra également de la réussite de l'arrimage des nouveaux quartiers au reste de la capitale.

Il le sera par le nouveau réseau de relations fonctionnelles prévues dans le projet; Métro léger, réseau routier relié à la Z4 et la MC33, pont de Madagascar relié aux berges nord, etc.

Cet arrimage devra sa réussite également à la complémentarité socio-économique crée entre le sud et le reste de la ville qui développera des liens et des échanges durables. L'orientation principalement tertiaire des activités et la création de grands équipements publics vont combler d'une part, un déficit propre au sud de l'agglomération et d'autre part, viendront complémenter l'offre tunisoise dans ces domaines.

8.2.6. Maîtrise foncière

La réserve foncière gagnée sur le lac par l'aménagement des berges permettra, à terme, d'accueillir 130.000 habitants. Ce réservoir important ne touchera quand même pas la demande globale d'ici l'an 2000 sur l'ensemble de l'agglomération d'après le Groupement Dirasset-Studi. Certes, l'offre offerte devrait considérablement faire baisser la pression foncière qui s'observe juste au sud du périmètre dans les plaines agricoles du Mornag et de la base du Cap Bon. Il reste à savoir si les classes favorisées qui urbanisent en ce moment spontanément et hors-plan, ces plans agricoles seront bien les mêmes qui aurait accès aux logements économiques prévus par le projet. Et même si elles y ont accès économiquement, s'y intègreront-elles culturellement ou enfin, ne feront-elles pas l'objet d'un phénomène conscient ou inconscient de rejet au sein d'un environnement social plutôt favorisé ?

8.2.7. Espaces verts et "front de mer"

- Près de 400 ha d'espaces verts sont planifiés dans le projet, principalement en bordure des futures rives du Lac Sud. Ce poumon prolongé naturellement par le lac et accessible à pied du centre ville ne manquera pas d'être conquis par les tunisois. On y trouvera de l'air aux heures les plus chaudes, de l'espace et des lignes de fuite pour le regard. Le rôle social et thérapeutique de ces espaces de déléttante et de décompression n'est plus à démonter dans une cité moderne et hyper-active. Il serait souhaitable qu'aucun espace privatisé n'interrompe la promenade du port restauré jusqu'à Radès. Le retour en tronc au centre ville depuis la gare de Radès bouclerait une bien jolie boucle.

- Dans de nombreuses villes maritimes, un siècle d'industrialisation a réussi bien souvent à couper les villes de la mer par l'inaccessibilité des domaines portuaires, la construction de docks, de voies ferrés, de dépôts etc. Plusieurs grandes villes sont récemment reparties à la reconquête d'un front de mer public (Marseille, Barcelone, entre autres...).
  Tunis, grâce au projet, va participer au même mouvement en créant un interface maritime entre le public et le lac restauré et marinisé.
  Il s'agit là d'un juste retour, même d'une réappropriation affective et culturelle. Il s'agit d'un impact humain extrêmement favorable.

8.3. LE SOCIO-ECONOMIQUE

Loin de créer une cité dortoir, le projet accorde une grande importance à la création d'activités du type tertiaire ou non polluantes.

C'est ainsi qu'une trentaine d'hectares à proximité du Port de Radès sont réservés à la Zone franche. Cette zone servira à dynamiser les activités du Port (entrepôts, activités de service liées aux Ports).

La zone industrielle proche de Mégrine réservée à des industries non polluantes et intégrant des technologies avancées et puissant dans le réservoir humain existant où s'établissant sur les berges du lac.

- La zone au sud ouest des berges d'environ 20 hectares prendra en charge progressivement le transfert du commerce de gros qui engage le centre ville.
- L'ensemble des micro zones (4 à 5) d'activité économique qui seront éparpillés.
- Le projet prévoit pour l'ensemble des zones industrielles la possibilité de créer 15.000 emplois environs.

Le projet accorde aussi une grande importance à la création de bureaux, d'hôtellerie (4 à 5 unités) et des commerces diffus où réunis dans la zone commerciale d'une superficie de 15 hectares prévues dans la zone sud ouest des berges du Lac Sud.

En conclusion l'aménagement des berges du Lac sud et du Port de Tunis est un aménagement intégré et harmonieux qui privilégie toutes les composantes du programme, donnant la part belle à l'amélioration de l'environnement.

9. RISQUE MAJEUR

9.1. LIMITES ET DEFINITION

9.1.1. Limites

Dans le cadre de cette étude d'impact, la question du risque n'est considérée que sous l'angle de son impact potentiel sur les milieux naturels. L'impact sur les vies humaines, qui fait appel à des questions de responsabilité civile est considéré comme se trouvant hors du cadre de l'étude.

9.1.2. Définitions

Qu'est ce que le risque ?

Il peut être défini comme la probabilité d'un événement accidentel, produit de l'intensité par la récurrence.

- Où l'intensité (compte tenu de la restriction initiale concernant les vies humaines) correspond à la gravité de l'impact sur le milieu naturel, elle même facteur du type d'accident et de paramètres secondaires propres au milieu considéré qui peuvent potentialiser cette intensité (vents, marées, agitation de la surface, température de l'eau, nuit ou jour, jour de fête, de semaine ...etc.).
- Où la récurrence correspond au temps de retour de l'événement accidentel, dépendant, pour ce qui nous concerne, du moyen de transport considéré. (La récurrence d'un accident de camion ou d'une fuite accidentelle est des milliers de fois supérieure à celle d'un "crash" aérien).

9.2. IDENTIFICATION DU RISQUE

Le risque majeur pour le Lac Sud (comme pour le Lac Nord), vu sa situation dans l'axe des couloirs aériens de l'aéroport de Tunis-Carthage, est un crash aérien d'un gros transporteur en phase de départ, suivi d'un épandage dans le système lagunaire de dizaines de tonnes de kérosène.

D'autres types d'accidents peuvent avoir lieu: déraillement du TGM, accident de poids-lourd chargé d'hydrocarbures ou de produits chimiques, fuite importante de produits toxiques depuis un wagon de chemin de fer ou de cuves etc.

En vertu de l'adage "qui peut le plus, peut le moins", l'analyse ne portera que sur le risque majeur inhérent au "crash" aérien. Il est implicitement justifié que si les ressources en hommes et en matériel font face à un tel évènement, elles peuvent faire face à des évènements de moindre ampleur.

9.3. EVALUATION DU RISQUE POUR L'ENVIRONNEMENT

9.3.1. Intensité

L'épandage de dizaines de tonnes de kérosène dans le lac, d'une essence légère et volatile, aurait pour effet de constituer un film visqueux s'étendant rapidement à une grande surface de l'étendue liquide (phénomène qui peut être accéléré par des paramètres instantanés, vents, marée, etc.).

Cette couche visqueuse bloquerait les échanges gazeux entre air et eau et modifierait rapidement la qualité physico-chimique des eaux (anoxie).

La toxicité même du produit répandu (hydrocarbure) aurait une influence immédiate et durable sur la flore aquatique, l'ichtyofaune l'avifaune et la microfaune (cf : marées noires en Bretagne, Alaska, Golfe du Mexique, ou Golfe Persique).

La pollution concernerait un système lagunaire peu profond (2m après les travaux de dragage) et contenant, somme toute, des quantités d'eau dérisoires comparées à la pleine-mer. L'effet de concentration et de pollution serait très intense.

En conclusion, on peut considérer qu'il s'agirait bien de l'accident majeur [illegible] pour le système lagunaire, d'une extrême intensité et durabilité, allant même jusqu'à réduire à néant l'équilibre biologique reconquis après tous les efforts d'assainissement.

9.3.2. Récurrence

Autant l'intensité de l'événement accidentel est forte, autant la récurrence est heureusement faible.

Le transport aérien reste un des moyens de transport les plus sûr si l'on considère le nombre de mouvements annuels, le kilométrage parcouru et de nombre de "crash".

De plus, la compagnie Tunisair qui compte le plus grand nombre de mouvements à Tunis-Carthage est une compagnie particulièrement sûre (cf : statistiques aéronautiques Tunisair sur cette question).

Par contre, l'aéroport de Tunis comme tous les aéroports du monde, fait face chaque année à un accroissement exponentiel des mouvements liés au trafic croissant, ce qui a pour effet d'accroître aussi exponentiellement le facteur de récurrence.

Malgré cela, la récurrence d'un tel événement reste extrêmement faible... mais non nulle !

9.4. SITUATION SOMMAIRE DES CAPACITES ACTUELLES D'INTERVENTION

Suite à des entretiens avec des responsables de l'ANPE (Agence Nationale de Protection de l'Environnement) et de l'OPNT (Office des Ports Nationaux Tunisiens) il est ressorti les constations suivantes qui, nous en sommes conscients, peuvent être lacunaires.

9.4.1. Port de Radès et Canal de Navigation

Une pollution dans le Port de Radès et le Canal de Navigation pourrait être maîtrisée par les moyens disponibles au port (remorqueurs, écrémeurs, barrages absorbants, dispersants, etc.). Pour une pollution assez importante la direction du port pourrait demander du renfort aux sociétés pétrolières.

La capitainerie du port semble disposer des moyens nécessaires pour intervenir en cas d'accident. Une structure et un plan d'intervention seraient sur le point de voir le jour, organisés autour d'un groupe et d'un comité de lutte anti-pollution (GLAP et CLAP) (voir annexe II).

9.4.2. Lac Sud

Le Lac Sud ne dispose pas d'un tirant d'eau suffisant (même après son dragage) pour que les remorqueurs et les écrémeurs puissent y être acheminés et utilisés.

Dans le Lac Sud, le seul moyen d'intervention serait d'agir sur les vannes à clapet afin de limiter l'étendue des dégâts ce qui semble, au vu des conséquences d'un accident majeur, parfaitement dérisoire.

9.5. MESURES COMPLEMENTAIRES ET D'ACCOMPAGNEMENT

9.5.1. Constatations

a/ Tous les compartiments hydrauliques du système lagunaire sont interférents. Aujourd'hui ils sont particulièrement cloisonnés et les échanges se réalisent mal. A terme les travaux hydrauliques doivent restituer une hydrodynamique active au système lagunaire (temps de séjour des eaux dans le lac, plus ou moins une semaine). Cette nouvelle situation qui augmente considérablement les interférences au sein du système crée les conditions d'une extension hydrodynamique extrêmement rapide de la pollution en cas d'accident majeur.

b/ En cas d'accident majeur les moyens utilisés dans le Port de Radès et le Canal de Navigation (tirant d'eau de 10 à 7m) ne seront jamais les mêmes que ceux qui pourraient être utilisés au Lac Sud.

c/ Le Lac Sud et le Lac Nord auront à terme des morphologies, un comportement hydraulique ainsi qu'un type de réponse presque similaire face à un accident éventuel, tel que celui pris en considération. Vu les très faibles quantités d'eau mises en jeu, le temps de réponse des secours se devrait d'être quasi immédiat compte tenu des caractéristiques des plans d'eau qui les rendent particulièrement vulnérables à un accident de ce type.

d/ Face à un "crash aérien" il ressort deux priorités :

- Sauver les vies humaines
- Sauver les milieux naturels

Ces deux actions, pour aussi valeureuses qu'elles soient, n'ont aucun lien entre elles, si ce n'est leur part de responsabilisé devant la société civile.

Il est du devoir de l'Etat de se donner les moyens d'anticiper les catastrophes avant qu'elles ne se produisent, donc d'être déjà en possession des moyens nécessaires en matériel, homme et structure afin de mener dans les meilleures conditions d'efficacité les deux opérations parallèlement.

9.5.2. Propositions de mesures

a/ <u>Introduction de la problématique "lacs" dans le débat actuel</u>

Dans la réflexion menée actuellement par le GLAP, le CLAP et l'ANPE sur la lutte anti-pollution, orientée principalement sur la protection du domaine portuaire Tunis, Goulette, Radès, il est indispensable de prendre également en considération la problématique "lacs", dans le débat actuel.

Comme cela a été dit, les moyens d'intervention ne peuvent pas être les mêmes que dans le domaine portuaire, d'où la nécessité d'anticiper et de s'atteler sans plus attendre à une réflexion spécifique sur la question des lacs.

Quand il est fait allusion à la problématique "lacs", il s'agit bien entendu des deux lacs Nord et Sud. La question des sebkha d'Ariana et de Sejoumi devrait être aussi abordée bien que moins menacées que les lacs Nord et Sud.

b/ Introduction de la sensibilité "protection et gestion des milieux naturels" dans le débat actuel

L'ANPE est déjà présente dans le débat, porteuse de cette sensibilité là. Il pourrait avantageusement lui être associé la structure de gestion "Espaces naturels de Tunisie", si celle-ci devait voir le jour. (cf. Chapitre 4.4.4. : milieux naturels, mesures complémentaires).

La structure "Espaces Naturels de Tunisie", aurait l'occasion dans ce débat de se déployer au coeur de ses prérogatives et compétences.

c/ Abord de la problématique sous l'angle du risque majeur

Bien que de probabilité très faible le risque majeur ne peut pourtant être écarté. En toute logique, si l'on se sent près à faire face en ressources humaines et matérielles à un accident majeur, moyennant quelques adaptations, on peut intervenir efficacement sur une pollution localisée. Dans ce domaine, l'expérience prouve qu'il vaut mieux placer la barre très haut et que ces efforts ne sont jamais perdus.

Cette problématique du risque majeur trouve déjà un légitime intérêt auprès des structures et instances qui se penchent actuellement sur les questions de risque de pollution accidentelle. Dans ce cadre, nous pouvons citer l'opération blanche qui sera prochainement menée et qui simulera un accident de pollutions marine.

10. ESTIMATION DU PROJET

Mis à part les plans d'eau qui s'étendent sur 700 hectares pour le Lac Sud restauré et 50 hectares pour les bassins du port aménagé, le projet s'étend sur 1125 hectares environ - 1057 hectares pour les berges et 70 hectares pour les terre-pleins autour du port.

L'utilisation de ses superficies préviligie avant tout la protection de l'environnement - 60% des terrains sont destinés à la protection de l'environnement : Espaces verts, activités économiques non polluantes et infrastrucutres de base pour améliorer la circulation; contre 40% environ destinés à l'habitat, les services et des grands équipements utiles particulièrement à l'hypercentre de la capitale et à la Banlieue Sud de Tunis.

Le tableau ci-contre illustre l'affectation des terrains :

VOCATION DES SURFACES	SURFACE	
	En hectares	%
A- Les berges du Lac Sud		
• Habitat	350	33
• Commerces, bureaux, grands équipements	60	6
• Parcs paysages et zones naturelles	400	38
• Activités industrielles non polluantes	150	14
• Emprises des grandes infrastructures	90	9
Sous Total 1	1050	100
B- Le Port de Tunis		
• Habitat	40	33
• Commerces et grands équipements	26	22
• Emprise des grandes infrastructures et surfaces vertes.	54	45
Sous Total 2	120	100

Le parti pris d'aménagement retenu prend en considération la qualité du sol et adopte une organisation spatiale qui crée et intégre deux implantations urbaines vitales à l'accroissement de la population de la Capitale particulièrement la banlieue sud.

Le premier de ces deux pôles est situé sur les berges du lac (100.000 habitants) et le second autour du port (25.000 habitants).

L'urbanisation proposée au niveau du plan d'aménagement met l'accent sur les relations entre habitants et activités professionnelles ou récreatives. Cette approche préviligie les axes de communication et les espaces sociaux et donc minimise les nuisances dues au traffic.

Le centre principal d'habitation, situé dans la zone Est des berges du Lac Sud, est entouré par une ceinture verte équipée, au paysage varié, qui se présente comme la continuité des jardins Mégrine-Côteaux et de la forêt de Radès. La branche Est de cette ceinture recevra des équipements socio-culturels et la branche Ouest des équipements récréatifs comme un terrain de golf de 9 trous et des terrains et salles de sport.

Pour la zone autour du port, l'étude prend en considération la caractéristique de centralité de cette zone contigue à l'hypercentre de Tunis et sur son intégration dans un croissant qui engloberait les berges ouest du Lac Nord, la zone de Mohamed V et la petite Sicile.

Entre ces deux zones d'habitation et d'activités de services se trouve un grand parc équipé où pourront se développer des grands équipements structurants (technopole, centre commercial, complexe universitaire ...)

Les Coûts du Projet

En Millions de Dinars

ENTITÉ / RUBRIQUE	LAC SUD	PORT DE TUNIS	Total
1. Maîtrise Foncière	4,49	2,00	6,59
2. Dragage, remblai			
Protection des berges et autres ouvrages de protection.	26,08	62,56	88,64
3. Travaux d'aménagement Inffrastrutures primaires et secondaires.			
Terrains verts équipés		11,24	11,24
Terrains équipés		13,76	13,76
Terrains réservés aux activités économiques			
Terrains à urbaniser	25,02	65,27	90,29
TOTAL	55,69	154,83	210,59

Le coût de la restauration du Lac Sud et du Port de Tunis et l'aménagement des terrains lors de l'opération de restauration est estimé à 210 Millions de Dinars dont 100 Millions soit un peu moins de 50 % couvrant les coûts de la restauration des plans d'eau et l'aménagement des espaces verts. La vocation de ses plans d'eau et espaces verts protégés ou équipés dépassent largement les besoins du projet et vient surtout compléter le travail engagé au niveau du Lac Nord pour réhausser la capitale et surtout corriger les insuffisances au niveau de la Banlieue Sud de Tunis.

La concrétisation du projet aura aussi des répercutions favorables sur un certain nombre d'élements externes en particulier la bonne utilisation des infrastructures existantes, le desserement de la Banlieue Sud, l'amélioration du traffic Nord-Sud et l'Est en Ouest de la Banlieue Sud et enfin une contribution à la protection des terres agricoles des régions de Mornag et du Cap-Bon.

L'utilité du projet est evidente tant au niveau de l'amélioration directe de l'environnement que de l'amélioration et de l'équilibre du développement de la capitale et son insertion dans les orientations de l'évolution du Grand Tunis s'impose si l'on souhaite résoudre un certain nombre de préoccupations du développement de la capitale en général et de sa banlieue sud en particulier.

L'intégration du projet de développement du Lac Sud et du Port de Tunis impose aussi que ces deux pôles de développement, qui hébergeront à terme pas moins de 125.000 habitants, procureront 25 à 30.000 emplois, faciliteront la création des grands équipements qui font défaut à la partie sud de la capitale et rattraperont le retard au niveau des équipements socio-culturels et recréatifs, bénéficient des infrastructures de base aux limites du projet et des grands ouvrages de desserement du centre ville et de l'amélioration des liaisons nord-sud.

11. LES MESURES D'ATTENUATION

Les mesures d'accompagnement qui découlent de l'étude d'impact sont au nombre de quatre (4).

Elles concernent certains points sensibles qui peuvent à terme contrecarer les efforts entrepris au niveau du projet. Ces recommandations seront intégrées soit au niveau des études en cours comme la qualité des eaux des bassins du port après sa reconvertion ou bien l'examen de la reconvertion de la gare de marchandises en vue d'améliorer l'intégration du projet dans le centre ville, soit au niveau de l'extension des travaux comme pour la passe d'entrée pour le renouvellement des eaux du Lac Sud ou la gestion des sédiments en fonction de leur degré de pollution (métaux lourds).

12. SYNTHESE ET MATRICE GENERALE DES INTERACTIONS

12.1. OBJECTIFS

- Un des buts de la matrice est d'offrir une vision synoptique des interactions entre tous les domaines de l'environnement considérés et le projet dans ses différentes phases : réalisation et état final,
- tous les impacts sont relevés et mis en corrélation s'il y a lieu avec une ou plusieurs mesures complémentaires correspondantes,
- enfin, la matrice permet une évaluation comparative des impacts du projet avec et sans mesure complémentaire.

12.2. ELEMENTS DE LECTURE DE LA MATRICE

• Mesures d'assainissement de l'ONAS

La réalisation des mesures d'assainissement de l'ONAS sont considérées comme un préalable au démarrage des travaux de restauration du Port et du Lac. Cela sous-entend que le lac et le port ne reçoivent plus d'effluents industriels et des rejets d'eaux usées domestiques et que les eaux de ruissellement ont considérablement diminué. Ce préalable constitue l'état de référence zéro pour la matrice.

• Impacts liés à la phase de travaux

Les impacts liés à la phase de réalisation de l'ouvrage sont sensés être provisoires. Ils devraient être peu significatifs si les mesures de protection de l'environnement préconisées sont admises dans le projet final au titre de mesures intégrées et appliquées scrupuleusement durant les travaux.

Un projet peut avoir des impacts provisoires en phase de réalisation mais théoriquement, au terme de cette phase l'impact devrait être nul. Si la volonté est là, les moyens actuels permettent dans la quasi totalité des cas d'atteindre cet objectif "d'impact zéro" en fin de la phase de construction.

• Mesures d'accompagnement

Elles n'incombent pas au Maître d'ouvrage puisqu'elles ne traitent pas les impacts générés par le projet et de ce fait n'entrent pas dans la matrice des intéractions. Elles sont néanmoins présentes dans le rapport d'impact, puisqu'issues directement des réflexions et analyses de l'étude environnementale. Elles s'adressent indirectement au Maître d'ouvrage et aux Autorités exécutives au titre de suggestions ou recommandations.

• **Impact résiduel**

L'impact résiduel est l'impact incompréssible qui subsiste finalement malgré l'addition de toutes les mesures intégrées au projet et les mesures complémentaires.

• **Echelle des valeurs**

Les interactions entre le projet et l'environnement sont évaluées selon une échelle de valeur rudimentaire.

Interaction très défavorable	— —
Interaction défavorable	—
Interaction favorable	+
Interaction très favorable	+ +

12.3. SYNTHESE GLOBALE DE LA COMPATIBILITE DU PROJET DANS L'ENVIRONNEMENT

• **Analyse des intéractions selon les phases d'avancement du projet**

- Phase de réalisation

Généralités

Comme on peut le voir, cette phase est peu génératrice d'impact comparée à l'état final. Un certain nombre d'impacts sont des impacts potentiels liés à une connaissance insuffisante du milieu, ou en matière de suivi d'analyses sur des périodes plus ou moins longues.

Impacts défavorables

Ils sont principalement au nombre de trois :

- les incertitudes qui subsistent, sur la réactivation potentielle de l'activité écotoxicologique des sédiments chargés de métaux lourds en condition aérobie, constituent un impact potentiel préoccupant pour le dragage, le transport et le dépôt des sédiments.
- le risque lié à une détérioration des conditions hydrobiologiques due aux travaux de dragage pourrait conduire en période estivale à des inconvénients pour l'équilibre déjà précaire du lac.
- enfin, les odeurs nauséabondes seront réactivées par les mouvements de sédiments.

Impacts positifs

- Les impacts positifs sont ceux qui sont intrinsèquement liés au projet d'assainissement général, soit; l'amélioration des conditions hydrodynamiques et une orientation vers une marinisation du système lagunaire, avec tous les effets secondaires positifs entrainés en cascade par ces dispositions.

- Phase finale

Généralités

Le projet est porteur d'un certain nombre d'impacts en phase finale, répartis dans de nombreux domaines.

Outre, les incertitudes persistantes sur la nocivité des sédiments qui restent l'impact majeur en phase finale, il faut compter des impacts potentiels sensibles sur l'assainissement du port, les milieux naturels, les paysages et l'environnement socio-économique.

Impacts défavorables

- Les formations végétales les plus interessantes du pourtour du lac sont menacées par l'emprise du projet.
- Malgré les mesures d'aménagement hydraulique, la qualité des eaux du port pourrait ne pas atteindre les objectifs fixés par le projet.
- Le dragage [illegible]me du lac à 2 mètres de profondeur condam[illegible] définitivement les flamants roses.

Impacts positifs

Ils sont liés aux objectifs poursuivis par le projet notamment :

- L'amélioration hydrodynamique.
- La marinisation du système lagunaire.
- La transformation de la vocation du port en port de plaisance et l'ouverture du domaine portuaire au public.
- L'éradication définitive des odeurs nauséabondes.
- Pérennisation de l'activité de la pêche.
- Réconcilier la ville avec le lac.
- Restauration de l'image socio-culturelle du sud de la capitale.

- **Analyse de l'impact résiduel compte tenu des mesures complémentaires**

Généralités

La matrice des intéractions démontre que l'impact résiduel se trouve fortement atténué par les mesures complémentaires au point qu'il ne subsiste plus d'interaction très défavorable entre le projet et l'environnement, sauf l'impact lié à l'emprise du projet. Pour celui-ci lequel il n'est pas possible de présenter de mesures complémentaires.

Impacts défavorables

- Le comportement des sédiments pollués par les métaux lourds incertain. Il s'agit là, vraisemblablement, de l'impact potentiel le plus préoccupant.Il est proposé, à ce sujet, une réflexion plus approfondie des essais pilotes en milieu aérobie et un plan de gestion adapté afin de décider de la destination des sédiments pour éventuellement conjurer leur nocivité. Ces deux mesures devraient d'office être intégrées dans le projet final afin de lever cette hypothèque.
- Une pollution persistante du port, malgré les aménagements hydrauliques, aurait un effet global désastreux sur un port reconverti à la plaisance. Si cette pollution devrait subsister, après essais hydrodynamiques en grandeur nature, une dérivation vers l'est des eaux du canal de Ceinture Nord devrait être étudiée au niveau de l'étude en cours de la transformation du port.
- Les formations végétales souffriront de l'emprise du projet.
- Les flamants roses verront leur espace vital diminué, le maintien de l'espèce ne sera plus assuré qu'au niveau du Lac de Tunis.

Impacts favorables

- Tous les impacts justifiant le projet dans sa finalité; assainissement du système lagunaire, vitalisation ouverte du quartier du port.
- Rééquilibrage socio-économique entre le Nord et le Sud de la capitale, suppression des flux de trafic lourd du centre ville et enfin ouverture d'espaces verts, de loisirs et de sport dans le nouveau quartier du port et le long des berges.

IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS (1)

Domaines	Etat initial	Impact du projet et mesure intégrée	Evaluation de l'impact : phase finale	Mesures complémentaires	Impact résiduel
Hydraulique	Hydrodynamisme bloquée	Nouveau concept hydraulique	+ +		+ +
	Etat biochimique sinistré	Nouveau concept hydraulique	+ +		+ +
	Stagnation des eaux du port	Risque de stagnation des eaux du port	-	Etude en cours (1)	+ +
		Risque de dépôts d'alluvions au niveau de la future digue de Radès et de dérangement des plages avoisinantes.	-	Solution abandonnée (2)	++
		Risque de mauvais entretien des vannes à clapet	-	Contrat d'entretien avec une entreprise spécialisée (3)	+ +
	Déclin de l'activité de la pêche	Perennisation de l'activité grâce au concept hydraulique	+ +		+ +
Assainissement	pollution du port par le canal de ceinture Nord	Risque de pollution malgré les travaux de restauration hydraulique	-	En cours d'étude (1)	+ +
Eaux et sédiments	Pollution des sédiments par les métaux lourds	Risque de remobilisation des métaux lourds en aérobie			+
	Sédiments en place pollués	Dépôt des sédiments et réutilisation	-	Plan de gestion des sédiments (5)	+ +
	Fort eutrophisation du système	Marinisation du système	+ +		+ +
Milieux naturels	Milieux naturels fragiles	Création d'une zone verte protégée	+ +		+ +

IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS (2)

Domaines	Etat initial	Impact du projet et mesure intégrée	Evaluation de l'impact : phase finale	Mesures complémentaires	Impact résiduel
Milieux naturels	Milieux naturel riches au pied des collines de Mégrine	Disparition des formations végétales	-		-
	Qualité du stock piscicole en diminution	Marinisation du milieu	+ +		+ +
	Quantité du stock piscicole en diminution	Marinisation du milieu	+ +		+ +
	Sédiments nourriciers pour l'avifaune	Dragage uniforme -2m Disparition des échassiers	- -	Zone verte protégée avec maintien d'un platier non dragué	+
	Salines	Disparition des salines	+		+
Paysage	Paysage de friches industrielles et portuaires	Restauration des bassins et des abords du port	+ +		+ +
	Image du sud de l'agglomération très dégradée	Amélioration de cette image	+ +		+ +
Physique de l'environnement	Air : pollution industrielle	Délocalisation industrie polluante	+ +		+ +
	Odeurs nauséabondes	Marinisation du système	+ +		+ +

IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS (3)

Domaines	Etat initial	Impact du projet et mesure intégrée	Evaluation de l'impact : phase finale	Mesures complémentaires	Impact résiduel
Socio-économie Urbanisme Aménagement du territoire	Zone économique sinistrée	Réactivation socio-économique du quartier du port	+ +		+ +
	Zone économique désaffectée	Réactivation socio-économique des bassins pour la plaisance	+ +		+ +
	Zone innaccessible au public	Ouverture de la zone portuaire au public	+ +		+ +
	Rives actuelles infréquentables et polluées	Ouverture d'espace verts au public	+ +		+ +
	Réseau mal structuré dans le secteur	Interconnexion des gares SNT. TGM et Métro	+ +		+ +
	Commerçants et habitants résidents sur place	Réinsertion des commerçant et des habitants	+ +		+ +
	Déséquilibre actuel dans ce domaine	Rééquilibrage socio-économique entre le nord et le sud	+		+
	Déséquilibre actuel dans ce domaine	Complémentarité des fonctions avec le reste de la ville	+		+
	Déficit actuel dans ce domaine	Offre foncière largement accrue	+		+
	Déficit actuel dans ce domaine	Offre en logement largement accrue	+ +		+ +
	Image dégradée	Restauration de l'image socio-économique et urbaine du sud	+ +		+ +
	Déséquilibre dans ce domaine	Rééquilibrage des tissus urbains nord et sud	+ +		+ +

IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS (4)

Domaines	Etat initial	Impact du projet et mesure intégrée	Evaluation de l'impact : phase finale	Mesures complémentaires	Impact résiduel
Socio-économie	Pression sur les zones du Mornag et du Cap Bon	Le conflit agriculture-urbanisation	+		+ +
Urbanisme	Petite Sicile liée historiquement au quartier du port	Problème d'intégration et de structuration de la "Petite Sicile"	+	Etude sur le transfert de la gare internationale à prévoir au niveau du PDU	+ +
	Réseau routier actuel saturé	Liaisons fonctionnelles raccordement Z4 et MC 33 route rapide de déviation	+		+

(1) Voir troisième partie- paragraphe 1.4.2 : Etude de la transformation du Port de commerce en Port de plaisance
(2) Voir troisième partie- paragraphe 1.1.4 : Solution abandonnée au profit de l'utilisation du canal existant
(3) Voir troisième partie- paragraphe 1.1.5 : mesures d'entretien des vannes à clapets à réaliser après la phase des travaux
(4) voir troisième partie- paragraphe 3.3.1 : suivis analytique à réaliser avant, pendant et après la phase des travaux
(5) voir troisième partie- paragraphe 3.3.4 : plan de gestion des sédiments à réaliser pendant la phase des travaux

025-3
ANNEXE II

REPUBLIQUE TUNISIENNE

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'HABITAT

DIRECTION GENERALE
DES SERVICES AERIENS
ET MARITIMES

SOCIETE D'ETUDES ET
DE PROMOTION DE
TUNIS SUD

ETUDE D'IMPACT DE L'AMENAGEMENT DU LAC SUD ET DU PORT DE TUNIS

RAPPORT DEFINITIF

Groupement d'Etude :

- FRISA-Tunisie S.A
- FRISA-Engineering S.A

Février 1995

REPUBLIQUE TUNISIENNE

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'HABITAT

DIRECTION GENERALE
DES SERVICES AERIENS
ET MARITIMES

SOCIETE D'ETUDES ET
DE PROMOTION DE
TUNIS SUD

ETUDE D'IMPACT DE L'AMENAGEMENT DU LAC SUD ET DU PORT DE TUNIS

RAPPORT DEFINITIF

Groupement d'Etude :

- **FRISA-Tunisie**
  31, avenue de Paris
  1000 Tunis
- **FRISA-Engineering S.A**
  Ch. des Croisettes 26-28
  CH-1066 Epallinges/Lausanne - SUISSE

Février 1995

ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

LAC SUD ET PORT DE TUNIS

RAPPORT DEFINITIF

SOMMAIRE

SOMMAIRE

0. SYNTHESE ET CONCLUSIONS DU RAPPORT D'IMPACT P II

0.1. RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DU PROJET P II

0.1.1. Caractéristiques générales P II
0.1.2. Le projet hydraulique P III
0.1.3. Le projet urbanistique et d'aménagement du territoire P IV

0.2. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS P V

0.2.1. Evaluation des impacts selon les phases d'avancement du projet P V
0.2.2. Tableaux synoptiques des impacts et mesures de protection de l'environnement. P XI

0.3. SYNTHESE GENERALE P XV

0.3.1. Volet hydraulique P XVI
0.3.2. Volet socio-économique, urbanistique et aménagement du territoire P XVI

SYNTHESE ET CONCLUSIONS

DU

RAPPORT D'IMPACT

AVANT PROPOS

Depuis une dizaine d'années, à l'instar des pays les plus sensibilisés, la Tunisie intègre dans ses institutions, dans ses modes de production, dans ses pratiques sociales et dans sa culture, une nouvelle forme de modernité : la protection de l'environnement.
Le rappel des étapes suivantes en fournit la démonstration :

1978 Création de l'ONAS
1988 Création de l'ANPE
1991 Décret du 13 mars sur l'étude d'impact
Création du Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire.

Dès lors, la protection de l'environnement n'est plus comprise comme un carcan supplémentaire qui viendrait contrarier les efforts de développement, mais comme un instrument de promotion économique et sociale qui se traduit au quotidien dans une culture de la qualité affectant tous les compartiments d'une société moderne.

Cette prise de conscience a projeté la Tunisie dans le concert des nations modernes, soucieuses de leur cadre et qualité de vie et plus globalement de leur environnement.

Pays méditerranéen, pays du Maghreb, pays touristique ouvert sur le monde, la Tunisie a une place à prendre et une image de marque à défendre qui, elle le sait, passent assurément par la protection de son environnement.

INTRODUCTION

L'assainissement du Lac Nord après bien des années d'effort, touche à sa fin. Tous les Tunisois peuvent mesurer, aujourd'hui la réussite de l'opération.

L'image actuelle des eaux miroitantes du Lac Nord donne chaque jour d'avantage et à contrario la mesure de l'étendue de la pollution chronique et persistante du Lac Sud.

Cette situation intolérable est apparue de plus en plus anachronique aux yeux d'une Administration engagée résolument dans la protection de l'environnement.

La date du 16 février 1990, décisions du Conseil Ministériel Restreint tenu ce même jour, a marqué la volonté politique de l'Etat de changer la situation au Lac Sud.

Le 26 juin 1990, la Société d'Etude et de Promotion de Tunis-Sud "SEPTS" est crée par le Ministère de l'Equipement et de l'Habitat. Elle a pour mission d'entreprendre les études nécessaires à la définition des actions à mener pour "assainir le Lac Sud et le Port de Tunis, améliorer leurs abords et tirer partie de la qualité des terre-pleins ainsi crées et d'engager un programme de développement urbain et touristique".

Entre temps, la promulgation du décret du 13 mars 1991, contraint le Maître d'ouvrage, la SEPTS, à réaliser une étude d'impact.

Au mois de Novembre 1993 et suite à un appel d'offre national, l'étude d'impact est attribuée au Groupement de bureaux d'Etudes FRISA-Tunisie-FRISA Engineering S.A (Suisse).

Après la remise par FRISA à la SEPTS de la méthodologie de l'étude, fin 93, et du rapport provisoire en Juin 94, le rapport définitif de l'étude d'impact :

- dresse un bilan global de l'état actuel de l'environnement,
- identifie et évalue les impacts attribués au projet dans son volet hydraulique et urbanistique,
- propose des mesures complémentaires visant à réaliser une intégration optimale du projet général dans son environnement.

0. SYNTHESE ET CONCLUSIONS DU RAPPORT D'IMPACT

0.1. RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DU PROJET

0.1.1. Caractéristiques générales

a/ Un projet cohérent

La cohérence du programme général réside dans la mise en relief de l'étroite imbrication des problématiques de réaménagement hydraulique du lac et du port, l'urbanisation des rives et des terre-pleins d'une part et l'aménagement du territoire de Tunis-Sud d'autre part.

b/ Un programme de grande envergure

Qui comprend :

- Des travaux de génie hydraulique étalés sur trois à quatre ans,
- la transformation de la vocation du Port de Commerce actuel en Port de Plaisance,
- l'aménagement urbain du secteur du port y compris la presqu'île de Madagascar,
- l'aménagement des berges du lac en une "animation urbaine continue de la Petite Sicile à Radès".
- Et avec à terme l'émergence d'un ensemble harmonieux et intégré de 150.000 habitants. L'ensemble constitue un programme de grande envergure au seuil du troisième millénaire pour Tunis et sa région.

c/ Objet de l'étude d'impact

L'Etude d'Impact se fixe comme objet l'évaluation environnementale du projet dans son volet hydraulique et son volet urbanistique.

Le projet d'urbanisme et d'aménagement du territoire et leurs conséquences socio-économiques considérées à l'horizon d'une vingtaine d'années ne pourront donner lieu qu'à une évaluation conjoncturale tant la réalité urbaine de l'époque est difficile à saisir dans le contexte d'une ville en pleine évolution et mutation, telle que Tunis. Cette évaluation se précisera avec la réalisation du futur Plan Directeur d'Urbanisme du Grand Tunis (PDU) qui doit survenir en 1995-97. Le PDU intégrera ce vaste programme dans la réflexion générale de la capitale et donc dans son développement futur qui coincidera avec la mise en place des structures de réalisation du projet et le début des travaux d'assainissement du lac et du port.

On notera ainsi dans l'étude d'impact une différence de traitement et d'analyse des problématiques hydraulique et urbanistique au niveau de l'échelle.

- L'étude hydraulique est une étude de détail qui autorise une évaluation précise d'impacts prévisibles.
- L'étude urbanistique propose des opérations d'urbanisme où la notion d'impact telle que celle retenue pour l'étude hydraulique, s'avère inadaptée.

En conséquence, l'analyse environnementale du projet urbanistique en restera à un niveau plus général où les impacts sont de nature potentielle.

0.1.2. Le projet hydraulique

Il se compose :

- de la restauration du plan d'eau du Lac Sud de Tunis,
- de l'amélioration de la qualité des eaux du Port de Tunis.

a/ Objectifs

Les objectifs à atteindre sont les suivants :

- Amélioration générale de la qualité des eaux du port et du lac,
- amélioration générale des conditions hydrodynamiques du système Canal-lac-port,
- maîtrise des apports des eaux du bassin versant particulièrement au niveau du port
- limitation du développement des algues dans le lac
- élimination des odeurs nauséabondes du lac et du port.

b/ Actions de génie hydraulique

Les actions principales sont les suivantes :

- Dragage, transport et entreposage des sédiments du fond des Bassins du Port et du Lac,
- approfondissement homogène du fond du lac
- amélioration des échanges avec le Golfe de Tunis
- amélioration des échanges au sein du système port-lac-canaux,
- amélioration des conditions de circulation dans le système intégré lac, Port et Canal de Navigation,
- amélioration du temps de séjour des eaux dans le port et le lac,
- élimination des zones de stagnation hydrodynamique par l'intermédiaire de la rectification des Berges du Lac.
- garantie d'un lessivage des nutriments par forte circulation des eaux dans le port et le lac.

0.1.3. Le projet urbanistique et d'aménagement du territoire

a/ Objectifs

- Restructuration urbaine de la zone au Sud de Tunis,
- création d'un nouveau centre urbain sur les 1000 hectares gagnés sur le lac, capable d'absorber le tiers de l'extension sud de Tunis, pour 30 ans,
- création d'un pôle commercial et résidentiel de standing autour du Port de Tunis (en cours de désaffectation) et sur la presqu'île de Madagascar permettant l'extension de l'hypercentre de Tunis et le réaménagement des quartiers avoisinants (Petite Sicile et entrée sud de la ville).

b/ Principales actions d'urbanisme et d'aménagement

- Urbanisation du centre principal aux abords du lac en centre urbain polyfonctionnel,
- création d'une ceinture verte comprenant des installations à vocation socio-culturelle, sportive, hôtelière et médicale autour du centre urbain,
- réalisation de zones résidentielles, à forte et moyenne densité, entre le Port de Tunis et Radès,
- création de zones d'activités économiques aux abords de Mégrine et du Port de Tunis et à proximité du Port de Radès,
- amélioration des liaisons fonctionnelles entre le nord et le sud de la capitale et à l'intérieur du développement projeté.

0.2. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS

0.2.1 Evaluation des impacts selon les phases d'avancement du projet

a/ Phase de réalisation

• Généralités

Comme on peut le voir, cette phase est peu génératrice d'impact comparée à l'état final. Un certain nombre d'impacts sont des impacts potentiels liés à une connaissance insuffisante du milieu, ou un manque en matière de suivi et d'analyses sur des périodes plus ou moins longues.

Les impacts principaux sont liés au volet hydraulique du projet.

Les impacts liés aux travaux de construction des projets urbanistiques restent localisés aux périmètres immédiats des chantiers. Seul le trafic poids lourds généré par ces travaux de grande ampleur est susceptible de créer des nuisances (bruit, poussières, pollution de l'air) hors périmètre. Les routes empruntées, principalement, la Z4 et la MC33 sont déjà passablement touchées par ces nuisances en l'état actuel.

• Impact défavorable

- les incertitudes qui subsistent, sur la réactivation potentielle de l'activité écotoxicologique des sédiments chargés de métaux lourds en condition aérobie, constituent un impact potentiel à considérer au niveau du dragage, du transport et du dépôt des sédiments et à terme sur la végétation et l'activité qui seront crées sur les terre-pleins et les berges restaurés.

• Impacts positifs

- Les impacts positifs sont ceux qui sont intrinsèquement liés au projet d'assainissement général, soit; le début de l'amélioration des conditions hydrodynamiques et hydrobiologiques ainsi qu'une orientation vers une marinisation du système lagunaire, avec tous les effets secondaires positifs entrainés en cascade par ces dispositions.
- Le début de la mutation de l'image du sud de la ville.
- Fermeture de la Cotusal (sel commercialisé risquant à terme d'être polluée par les métaux lourds).

b/ Phase finale

• **Généralités**

Le projet est porteur d'impacts en phase finale, répartis dans de nombreux domaines.

Outre, l'importante diminution de l'emprise du plan d'eau et les incertitudes persistantes sur la nocivité des sédiments qui resteront des impacts en phase finale, des impacts non négligeables subsistent dans le domaine de l'environnement naturel.

Il faut rappeler que cette évaluation ne tient pas compte des mesures complémentaires de réduction de l'impact, qui seront vues plus loin.

Les principaux impacts sont les suivants :

• **Impacts défavorables**

- Volet hydraulique, milieux naturels, paysage et autres

- Malgré les mesures d'aménagement hydraulique, la qualité des eaux du port pourrait ne pas atteindre les objectifs fixés par le projet. Cet élément serait examiné dans l'étude de la transformation du Port de Commerce en Port de Plaisance, étude déjà engagée.
- Le dragage uniforme du lac à 2 mètres de profondeur condamne définitivement les échassiers présents sur le lac, dont le flamant rose.
- Les formations végétales les plus intéressantes du pourtour du lac vont disparaître avec l'arrêt des eaux de ruissellement et sous l'effet de l'urbanisation des berges.

• **Impacts favorables**

- Volet hydraulique, milieux naturels, paysages, et autres

- Amélioration hydrodynamique du système hydrologique
- Amélioration biochimique de la qualité des eaux du système hydrologique
- Eradication des mauvaises odeurs
- Amélioration qualitative (long terme) du stock piscicole
- Pérennisation de l'activité de la pêche
- Elimination totale des rejets d'eaux résiduaires industrielles dans le port et le lac.

- **Volet socio-économique, urbanistique et aménagement du territoire**

- Disparition des friches industrielles et portuaires en plein centre ville
- Réactivation socio-économique des bassins du Port
- Réactivation socio-économique du quartier du Port
- Ouverture de la zone portuaire au public
- Ouverture d'espaces verts, de loisirs et de sport dans le nouveau quartier du port et le long des berges.
- Interconnexion des gares SNT, TGM et Métro léger et développement de ce dernier le long des berges.
- Réinsertion satisfaisante des commerces et urbanisation de l'ilôt Hammarskjoeld-Bourguiba
- Rééquilibrage socio-économique entre le nord et le sud de l'agglomération aux plans tertiaires, grands équipements, pôles d'excellence, infrastructures.
- Complémentarité avec le reste de la ville
- Offre foncière largement accrue
- Offre en logements largement accrue
- Restauration de l'image socio-économique urbaine du Sud de la Capitale.
- Rééquilibrage des tissus urbains nord et sud de l'Agglomération de Tunis.
- Réconcilier la ville avec le lac
- Fermeture de la Cotusal
- Suppression des flux du trafic lourd du centre ville.

REPARTITION DES COUTS DU PROJET

L'ensemble du projet couvre 1120 hectares non compris les plans d'eau (Lac Sud 700 hectares et le Port de Tunis 120 hectares dont 70 ha sont vendables).

La répartition des terrains urbanisables est la suivante :

VOCATION DES SURFACES	SURFACE	
	En hectares	%
A- Les berges du Lac Sud		
• Habitat	350	33
• Commerces, bureaux, grands équipements	60	6
• Parcs paysages et zones naturelles	400	38
• Activités industrielles non polluantes	150	14
• Emprises des grandes infrastructures	90	9
Sous Total 1	1050	100
B- Le Port de Tunis		
• Habitat	40	33
• Commerces et grands équipements	26	22
• Emprise des grandes infrastructures et surfaces vertes.	54	45
Sous Total 2	120	100

Les estimations du Projet Lac Sud sont ventilées entre les rubriques "Restauration" et "Aménagement" et aussi entre les entités "Port de Tunis" et "Lac Sud".

Les investissements nécessaires au bon achèvement de l'ensemble du projets ont été établis par les différents bureaux d'études qui sont intervenus SIRUS, STUDI et COMETE et sont présentés dans le tableau suivant :

En Millions de Dinars

ENTITE / RUBRIQUE	LAC SUD	PORT DE TUNIS	Total
1. Maîtrise Foncière	2,00	4,59	6,59
2. Dragage, remblai			
Protection des berges et autres ouvrages de protection.	62,56	26,08	88,64
3. Travaux d'aménagement Inffrastrutures primaires et secondaires.			
Terrains verts équipés	11,24		11,24
Terrains équipés	13,76		13,76
Terrains réservés aux activités économiques			
Terrains à urbaniser	65,27	25,02	90,29
TOTAL	154,83	55,69	210,59

Ces investissements ont été calculé base 1992. Ils englobent tous les coûts de la restauration du Lac Sud et du Port de Tunis ainsi que l'Aménagement des terre-pleins dégagés et ne prennent pas en considération les travaux d'infrastructure de desserte (déviation MC 33, raccordements routiers, les voies de liaisons), l'extension du métro ainsi que l'assainissement industriel.

Objectif du Projet

L'ensemble du projet à une orientation largement axé sur l'amélioration de l'environnement d'un espace sensible car en relation étroite avec le centre de la capitale et formant un frein à l'épanouissement de cet Hypercentre et de la Banlieue sud.

La restauration du Lac Sud et le dragage du Port de Tunis viennent compléter l'opération d'assainissement du Lac de Tunis dans son ensemble. Cette opération à déjà débuté avec la décision d'arrêter les rejets hydriques (eaux industrielles et eaux usées domestiques) dans le Lac et le Port de Tunis.

L'opération se doit de se poursuivre par la restauration des plans d'eau. Cette restauration consiste notamment à :

- Supprimer les mauvaises odeurs :
  Opération de dragage pour dégager la vase et atteindre la bonne profondeur.
- Réctifier les contours du Lac Sud, élargir la passe d'entrée et assurer l'alimentation forcée du Port.
- Protéger les plans d'eau
- Bonifier les berges et assurer leur bonne gestion.

Le projet retenu est conforme dans son ensemble à ces objectifs. L'approche admise au niveau des études privilégie l'amélioration et la protection de l'environnement. Pas moins de 100 Millions de Dinars sont réservés à la restauration des plans d'eau et à l'aménagement de pas moins de 400 hectares d'espaces verts.

Parallèlement à ces actions purement écologiques et dont l'incidence positive dépasse de loin les besoins des futurs riverains. L'hypercentre de Tunis et la Banlieue Sud en seront les bénéficiaires.

Parallèlement à ces actions à caractères purement écologiques (restauration des plans d'eau et allocation d'espaces verts) le projet dégagera :

- 385 hectares réservés à l'habitation et aux activités de service
- 150 hectares réservés aux activités économiques non polluantes

De part sa conception de projet intégré, le développement du Lac Sud essayera de résoudre en grande partie les problèmes inhérents à la capitale en général et à la Banlieue Sud en particulier.

LES ACTIONS D'ATTENUATION

L'étude d'impact qui a examiné l'ensemble des études réalisées par la SEPTS et a considéré l'impact du projet sur l'environnement a relevé trois risques qui pourront avoir des répercutions négatives sur l'environnement. Il s'agit de :

1. La pollution des sédiments par les métaux lourds
2. Le déversement des eaux usées et pluviales dans le Port de Tunis.
3. L'action des digues de protection du Chenal d'alimentation du Lac Sud dit Chenal de Radès.

LES MESURES PRISES EN ACCORD AVEC ANPE :

L'ANPE a examiné l'étude d'impact et l'a approuvé dans son ensemble. Elle recommande à la SEPTS les solutions suivantes pour remédier aux trois risques :

1. **La pollution des sédiments par les métaux lourds :**

La SEPTS s'engage à demander à l'Entreprise qui sera chargée du dragage d'effectuer des analyses complémentaires approfondies et de cerner les emplacements des sédiments pollués. L'Entreprise proposera un plan de gestion approprié de ces sédiments et ceci en étroite concertation avec l'ANPE.

2. **Le déversement des eaux usées et pluviales dans le Port de Tunis :**

La SEPTS a engagé une étude pour évaluer l'interaction des ces eaux sur le développement du Port de Tunis en un lieu de plaisance. Les mesures adéquates selon prises sur la base des résultats de cette étude.

3. **L'action des digues du Chenal de Radés sur le littoral :**

La SEPTS abandonne cette solution au profit de l'utilisation après recalibrage du Chenal existant. La protection contre les eaux de la tâche chaude issues des rejets des eaux de refroidissement de la centrale de Radés sera traitée par la STEG.

0.2.2. Tableaux synoptiques des impacts et mesures de protection de l'environnement

a/ Remarques

En phase de réalisation, les impacts sont sensés être provisoires. Les mesures qui pourraient être prises pour abaisser le niveau des nuisances sont principalement liées à la conduite des chantiers.

Des entreprises responsables doivent être sensibilisées à une prise en compte de la dimension environnementale et à l'atténuation des nuisances pour le voisinage dans le périmètre immédiat des places de chantier.

La phase de réalisation ne donne pas lieu a des recommandations sous forme de mesures complémentaires.

Les mesures figurant dans les tableaux sont développées et détaillées dans le rapport.

L'impact résiduel correspond à l'impact incompressible en phase finale après intégration des mesures complémentaires.

La légende des tableaux, ci-après, est la suivante :

Légende	
Très importante	- -
Importante	-
Favorable	+
Très favorable	+ +

b/ Tableaux synoptiques exhaustifs d'identification, d'évaluation des impacts et de proposition de mesures

IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS (1)

Domaines	Etat initial	Impact du projet et mesure intégrée	Evaluation de l'impact : phase finale	Mesures complémentaires	Impact résiduel
Hydraulique	Hydrodynamisme bloquée	Nouveau concept hydraulique	+ +		+ +
	Etat biochimique sinistré	Nouveau concept hydraulique	+ +		+ +
	Stagnation des eaux du port	Risque de stagnation des eaux du port	-	Etude en cours (1)	+ +
		Risque de dépôts d'alluvions au niveau de la future digue de Radès et de dérangement des plages avoisinantes	-	Solution abandonnée (2)	++
		Risque de mauvais entretien des vannes à clapet	-	Contrat d'entretien avec une entreprise spécialisée (3)	+ +
	Déclin de l'activité de la pêche	Perennisation de l'activité grâce au concept hydraulique	+ +		+ +
Assainissement	pollution du port par le canal de ceinture Nord	Risque de pollution malgré les travaux de restauration hydraulique	-	En cours d'étude (1)	+ +
Eaux et sédiments	Pollution des sédiments par les métaux lourds	Risque de remobilisation des métaux lourds en aérobie			+
	Sédiments en place pollués	Dépôt des sédiments et réutilisation	-	Plan de gestion des sédiments (5)	+ +
	Fort eutrophisation du système	Marinisation du système	+ +		+ +
Milieux naturels	Milieux naturels fragiles	Création d'une zone verte protégée	+ +		+ +

IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS (2)

Domaines	Etat initial	Impact du projet et mesure intégrée	Evaluation de l'impact : phase finale	Mesures complémentaires	Impact résiduel
Milieux naturels	Milieux naturel riches au pied des collines de Megrine	Disparition des formations végétales	-		-
	Qualité du stock piscicole en diminution	Marinisation du milieu	+ +		+ +
	Quantité du stock piscicole en diminution	Marinisation du milieu	+ +		+ +
	Sédiments nourriciers pour l'avifaune	Dragage uniforme -2m Disparition des échassiers	- -	Zone verte protégée avec maintien d'un platier non dragué	+
	Salines	Disparition des salines	+		+
Paysage	Paysage de friches industrielles et portuaires	Restauration des bassins et des abords du port	+ +		+ +
	Image du sud de l'agglomération très dégradée	Amélioration de cette image	+ +		+ +
Physique de l'environnement	Air pollution industrielle	Délocalisation industrie polluante	+ +		+ +
	Odeurs nauséabondes	Marinisation du système	+ +		+ +

IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS (3)

Domaines	Etat initial	Impact du projet et mesure intégrée	Evaluation de l'impact : phase finale	Mesures complémentaires	Impact résiduel
Socio-économie Urbanisme Aménagement du territoire	Zone économique sinistrée	Réactivation socio-économique du quartier du port	+ +		+ +
	Zone économique désaffectée	Réactivation socio-économique des bassins pour la plaisance	+ +		+ +
	Zone inaccessible au public	Ouverture de la zone portuaire au public	+ +		+ +
	Rives actuelles infréquentables et polluées	Ouverture d'espace verts au public	+ +		+ +
	Réseau mal structuré dans le secteur	Interconnexion des gares SNT. TGM et Métro	+ +		+ +
	Commerçants et habitants résidents sur place	Réinsertion des commerçant et des habitants	+ +		+ +
	Déséquilibre actuel dans ce domaine	Rééquilibrage socio-économique entre le nord et le sud	+		+
	Déséquilibre actuel dans ce domaine	Complémentarité des fonctions avec le reste de la ville	+		+
	Déficit actuel dans ce domaine	Offre foncière largement accrue	+		+
	Déficit actuel dans ce domaine	Offre en logement largement accrue	+ +		+ +
	Image dégradée	Restauration de l'image socio-économique et urbaine du sud	+ +		+ +
	Déséquilibre dans ce domaine	Rééquilibrage des tissus urbains nord et sud	+ +		+ +

IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS (4)

Domaines	Etat initial	Impact du projet et mesure intégrée	Evaluation de l'impact : phase finale	Mesures complémentaires	Impact résiduel
Socio-économie	Pression sur les zones du Mornag et du Cap Bon	Le conflit agriculture-urbanisation	+		+ +
Urbanisme	Petite Sicile liée historiquement au quartier du port	Problème d'intégration et de structuration de la "Petite Sicile"	+	Etude sur le transfert de la gare internationale à prévoir au niveau du PDU	+ +
	Réseau routier actuel saturé	Liaisons fonctionnelles raccordement Z4 et MC 33 route rapide de déviation	+		+

(1) Voir troisième partie- paragraphe 1 4 2 Etude de la transformation du Port de commerce en Port de plaisance
(2) Voir troisième partie- paragraphe 1 1 4 Solution abandonnée au profit de l'utilisation du canal existant
(3) Voir troisième partie- paragraphe 1 1 5 mesures d'entretien des vannes à clapets à réaliser après la phase des travaux
(4) Voir troisième partie- paragraphe 3 3 1 suivis analytique à réaliser avant, pendant et après la phase des travaux
(5) Voir troisième partie- paragraphe 3 3 4 plan de gestion des sédiments à réaliser pendant la phase des travaux

0.3. SYNTHESE GENERALE

Le bilan environnemental du projet est fondé sur l'analyse de l'impact résiduel.

0.3.1. Volet hydraulique

L'expérience du Lac Nord permet de se forger une idée assez précise des incidences sur l'environnement des mesures de restauration envisagées pour le Lac Sud.

L'impact prévisible de ces mesures va apporter une amélioration très nette de la situation et constitue un préalable à l'entreprise urbanistique des berges.

Bien sûr, il reste des problèmes, mais ce sont des questions techniques qui devraient pouvoir trouver une réponse satisfaisante par des études complémentaires à réaliser avant le démarrage des travaux.

Il faut souligner l'importance que revêtirait la création d'une réserve naturelle gérée, pour les raisons suivantes :

- Elle compense des impacts précis générés par le projet, comme la réduction de la superficie du plan d'eau et en conséquence abaisse globalement l'impact négatif général du projet
- Elle constitue une réalisation portée à l'actif du Maître d'Ouvrage qui pour les générations à venir risque d'avoir autant de raisonnance que le projet lui-même
- Le principe d'associer de grands projets d'équipement à une démarche parallèle de protection de l'environnement est totalement novatrice en Tunisie.
- Enfin, elle constitue un "acte gratuit" au bénéfice de "la collectivité".

0.3.2. Volet socio-économique - urbanistique et aménagement du territoire

Les impacts de ce projet de grande envergure, finalisé à l'horizon de deux décennies, dans un contexte d'évolution extrêmement rapide de Tunis, sont difficiles à cerner. Les impacts sont de nature potentielle à la différence des précédents.

L'Etude d'Impact relève des faits extrêmement positifs dans la volonté d'un meilleur rééquilibrage entre le Nord et le Sud de la Capitale, du comblement d'un déficit général en équipement (Logement, activités, loisirs, espaces verts ...) et de restauration d'une image de marque de l'hypercentre de la Capitale et de sa partie sud.

Mais de par son ampleur (1000 hectares, 150.000 habitants, 450 hectares de surfaces vertes, des mini-zones d'activité économiques), ce projet d'aménagement se doit de s'intégrer dans le Plan Directeur d'Urbanisme du Grand Tunis qui doit être réalisé prochainement. Son intégration harmonieuse aura des incidences favorables sur l'évolution de certaines zones sensibles comme le dernier terre-plein de l'Avenue Habib Bourguiba et la Petite Sicile -

Le Plan Directeur d'Urbanisme aura aussi à considérer dans un sens plus large le rééquilibrage de la demande supplémentaire en logement dans la partie Sud de Tunis particulière pour la population la plus défavorisée qui ne pourra plus accéder aux berges du Lac Sud restauré bien que sur les berges du lac, le projet accorde une importance aux logements sociaux.

Le Lac Sud restauré vient compléter le Lac Nord, qui se caractérise par sa grande superficie et sa faible profondeur. Le Lac Sud, bien que fortement réduit et jouissant d'une bonne profondeur uniforme et de la proximité du Port de Tunis réaménagé, aura beaucoup plus une vocation sportive accès sur les activités nautiques et deviendra très vite un lieu privilégié de détente pour la population de la capitale.

L'Etude d'Aménagement perçoit tout cet ensemble d'avantage et mesure les efforts à entreprendre pour assurer la réussite du projet, étant certain qu'une ville nouvelle de cette dimension qui doit se réaliser sur plus de vingt ans ne se conceptualise pas en quelques années, la pertinence d'un tel projet ce sont également **sa capacité d'écoute, d'ouverture et sa flexibilité dans le temps.**

En un mot le projet d'assainissement du Port de Tunis et du Lac Sud et l'Aménagement du port aura un impact largement positif sur la capitale et sa banlieue sud tout en parachevant l'oeuvre grandiose de l'Assainissement du Lac de Tunis et de la réconciliation de la capitale avec son lac.