

M

E

D

R

A

P

II



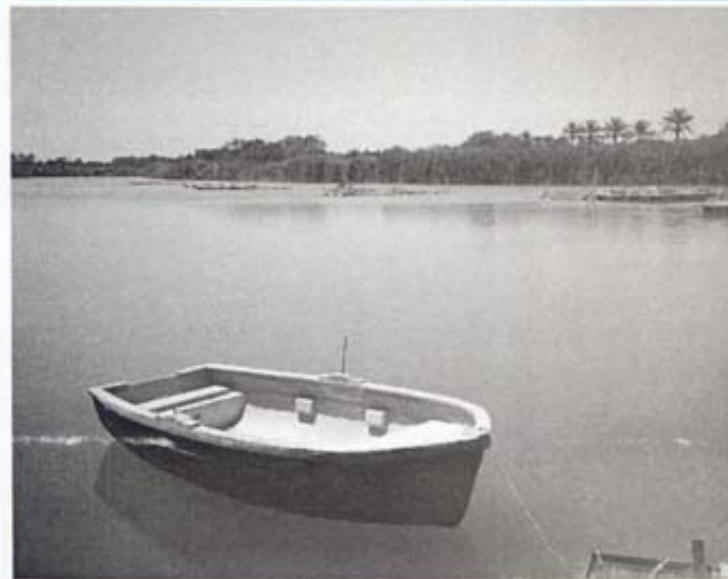
MEDITERRANEAN REGIONAL
AQUACULTURE PROJECT



35

**WORKING GROUP ON THE
DEVELOPMENT OF LAGOON
MANAGEMENT METHODOLOGY**

Montpellier, June 27-30 1995

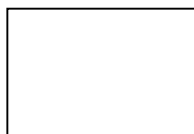
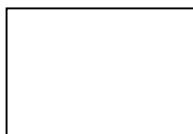


MEDRAP II

RAB/89/005-RER/87/009

FIELD DOCUMENT

95/35



**WORKING GROUP ON THE
DEVELOPMENT OF LAGOON
MANAGEMENT METHODOLOGY**

Montpellier, France June 27-30 1995

**Edited by MEDRAP II Regional Center
Tunis - Tunisia**

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying or otherwise, without the prior permission of the copyright owner. Applications for such permission, with a statement of the purpose and extent of the reproduction, should be addressed to the Director, Publications Division, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.

Preparation of this Document

This document is one of a series of documents prepared during the course of the Project identified in the title page. The conclusions and recommendations given were considered appropriate at the time it was prepared. They may be modified in the light of further knowledge gained at subsequent stages of the Project.

The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organisation of the United Nations concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

The opinions expressed by the Authors in this document are not necessarily those of FAO or the Governments of the participating countries.

This document was edited by Hassen AKROUT and Mohieddine BELKHIR in collaboration with Othman BEJI and Neila KAFFEL, the revision was made by Michel LAMBCEUF.

Abstract

Following the recommendations of the first Working Group on lagoon management held in Nador, Morocco in July 1994, a second working group took place in Montpellier, France, from 27 to 30 June 1995.

The working Group reviewed the inventory of existing data on lagoon natural resources, environment and aquaculture, prepared the workplan for 1995-97 and elaborated detailed activity proposals for this period.

A proposal to hold an International Symposium on Environment and Aquaculture in Lagoons and Lakes was made.

Acknowledgements

The Editor would like to thank the authorities from France for their support to the organisation of this activity. Thanks are also addressed to the participants from Member/Associated countries who accepted to contribute to the workshop.

Note from the reviser

The revision and publication of this document could only be done a long time after the closure of the project. This has led to some difficulties in finalising the documents and implementing corrections, because authors and contributors as well as some of the original material or files were no longer available.

Therefore contributions from participants and session papers annexed to most of the documents were left in their original form. No language corrections were introduced, the content was not modified and left under their respective authors¹ responsibility.

Considering the above, we hope that the reader will understand that a standard of publication could not be maintained on a level as high as we would have liked it to be.

CONTENTS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Working Group Report | 1 |
| Annex I List of participants | 9 |
| Annex II Agenda | 11 |
| Annex III Report on the Working Group on Lagoon Management held in Nador, Morocco 5-7 July 1994 | 13 |
| Annex IV National reports from Egypt, Greece and Turkey | 17 |
| Annex V National report of Tunisia | 31 |
| Annex VI Data files details | 41 |
| Annex VII National report of Morocco «La lagune de NADOR, un exemple de modele intensif» | 51 |
| Annex VIII Project of International Symposium on Environment and Aquaculture in Lagoons and Lakes | 121 |

WORKING GROUP REPORT

Opening Session

ITEM 1

The working group meeting on lagoon management and their use for aquaculture as follows up to the recommendation of the working group and lagoon management (Nador).

- ANNEX I gives the names of participants
- The working group meeting was opened by the representative of MEDRAP project coordinator, Mr. OTMAN BEJI who welcomed all the participants and thanked Mr. O. Guelorget for his assistance for the organisation of the meeting. Participants were surprised of the absence of French participants.

The officials of meeting were elected as following:

Chairman : Mr. O. Guelorget

Rapporteur : Mr. A. Orbi (focal point of lagoon management activity)

- The agenda was adopted with minor modification and was presented in annex II.

ITEM2

- Mr. Beji and Mr. Orbi give a brief review to the participants on conclusions and recommendations resulted of the working group meeting dedicated to the development of lagoon management methodology, held in Nador (Morocco) on 6-7 July 1994. (See annex III).

- Mr. Orbi has mentioned that the working group objectives have been determined by the Nador workshop held in June 1994.

Concerning the inventory of existing data on lagoon natural resources, environment and aquaculture, Mr. Orbi has informed the participants that he has got in contact with all mediterranean countries, particularly those interested in lagoon management, and that he has received the answer of only 3 countries (Portugal, Tunisie, Turkey).

For preparing the workplan during 95-97 period, the rapporteur reminded to the participants that this workplan will be included in the framework of EAM network. The Coordinating Committee of EAM network has recommended that this working group on lagoon meetings, must elaborate details on proposal activity during 95-97 period.

In the other hand, the committee suggests to the working group to produce a detailed agenda of the international symposium on environment and aquaculture in lagoon-lakes, combined with an expert list (to gather potential donors or partners for this event).

- Mr. Ivan Katavitch, coordinator of EAM network, has informed the assistance that the EAM network doesn't have sufficient funds for all its activities.

ITEM 3 :

Tunisia, Egypt and Turkey representatives, have presented different existing data in their country respectively (ANNEX IV), and also the work carried out or still in process.

In that way, the turkish representative has showed his country project in relation to aquaculture development in lagoons-lakes.

* The participants have emphasized the importance of this project which perfectly fits in with the EAM network on lagoon management.

* In the other hand, they wish to be informed on a regular basis of this project development.

ITEM 4

The participants have adopted the tunisian model for existing data presentation (Annex V), and have charged the lagoon management activity focal point to send this model to different countries involved in this activity.

ITEM 5

The participants discussed all the parameters regarding lagoons and their environment especially those making constraints to their exploitation and development. From the discussion, it appears that it is possible to classify these parameters within three categories :

- abiotic parameters
- biotic parameters
- socio-economic parameters and other parameters.

Looking for the importance, the useful and the cost of each parameter, we can classify them as it is indicated :

SYNTHESIS OF SELECTED PARAMETERS

A) ABIOTIC PARAMETERS

| <u>PARAMETER</u> | <u>DAILY</u> | <u>WEEKLY</u> | <u>MONTHLY</u> | <u>SEASONLY</u> | <u>YEARLY</u> |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
| Organic matter | | X | X | | |
| Total suspended material | | X | X | | |
| Natural sediment | | | | X | |
| Temperature | x(") | | | | |
| Monitoring Gate | | | X | | |
| Pollutant | | | X | | |
| Nutrient (Phos and nitrate) | | | X | | |
| Current | X | | | | |
| Wind | X | | | | |
| Tide | X | | | | |
| Rainfall | X | | | | |
| Evaporation | X | | | | |
| Salinity | X | | | | |
| O ₂ | x (Deep Surface")+Occ | | | | |
| pH | X | | | | |
| Transparency | | | X | | |
| Turbidity | | | X | | |
| Pollution | | | | X | |
| Note : (") Twice per day | | | | | |

B) BIOTIC PARAMETERS

| <u>PARAMETER</u> | <u>DAILY</u> | <u>WEEKLY</u> | <u>MONTHLY</u> | <u>SEASONLY</u> | <u>YEARLY</u> |
|---------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
| BACTERIA | | | | | |
| - Pollutant | | | X | | |
| - Biotic control | | X | | | |
| PHYTOPLANKTON | | | | | |
| - Biomass | | X | | | |
| - Diversification | | | X | | |
| ZOOPLANKTON | | | | | |
| - Biomass | | | X | | |
| - Diversification | | | X | | |
| MACROBENTHOS (phyto and Zoo) | | | | X | |
| MEIBENTHOS | | | | X | |
| SHELLFISH | | | | X | |
| CRUSTACEA | | | | | |
| FISH PRODUCTION | | | | | |
| -JUVENILE | | X | | | |
| - FINGERLING | | X | | | |
| -ADULT | X | | | | |

C) SOCIO-ECONOMIC PARAMETERS

PARAMETER

- Status management
- Fishermen : Number, education level, age, etc...
- Fishing effort: Number of boat, nets, etc...
- Fishing activities : Aquaculture, traps, fish barrier, etc...
- Market: General information
- Other activities : Tourism, agriculture, industry, etc...
- Status environment: private, public area, protected area, special area, etc...
- Infrastructure
- Coastal Fisheries
- Hydrologic management Yes No
- Development project Yes No
- Master plan (IN COM) Yes No
- Existing Data

ITEM 6

The participants to the working Group have elaborated a proposal of the organization of the lagoon management database according to other aquaculture aspects already existing in the SIPAM network.

According to parameters selected by the group, the following will be the database content of five (5) datafiles :

- 1 Lagoon identification
- 2 General characteristics of the lagoon
- 3 Lagoon parameters
 - abiotic parameters
 - biotic
- 4 Lagoon Exploitation
 - socio-economic parameters and other parameters
- 5 Bibliography

Other datafiles of SIPAM Software will be used by EAM network such as : expert database; aquaculture production centers; institutions and research programs etc... Datafiles details are presented in annex VI.

ITEM 7

The speeche related to the Case study progress for selected sites has been done by representatives of Morocco (intensive model) (see Report in annex VII) and Mr. F. Massa (Valliculture).

Workplan of EAM Working Group of Lagoon Management in 1996-1997

I-Coordination of Lagoon Management of EAM Network with the EIFAC working party in brackish water. This will come by :

1. Full participation of members of the European countries in these activities
2. All Mediterranean countries interested by the activity of lagoon management are invited to participate in programs on the field of the lagoon management (Meetings of experts on lagoon management, Training of fishermen, common studies of lagoon management)
3. Mr Dimintrisu representative of EIFAC Working party of brackich water management informed the working group that he is planning to organize a short meeting in Messolanghi at the end of this year. The participants of the EAM working group of lagoon management estimate that it will be very important to be represented in this activity.

On the behalf of the EIFAC working party on brackish water, he is kindly asked to provide information in due time which is related to the agenda timing etc... to the EAM Network headquarters.

II After the document established by this meeting about the strategy to adopt for the selection of parameters for lagoons management, it is necessary to all countries to start as soon as possible to work in this direction and by the end of 1997, it is expected a combined meeting between EIFAC working party, and the EAM coordination of lagoons management in order to evaluate of each country results regarding the development of datafile on lagoons management.

International Symposium on Environment and Aquaculture in Lagoon - Lakes.

A project of Symposium items is provided in annex VIII

- September 1995 : forming of different committees
1st announcement
- Beginning of January 1996 : (Deadline for abstract submission).
- February 1996 : 2 nd announcement (after acceptance by the scientific committee)
- May 1996 : Final program (to be sent June 1996).
- **Symposium : End September 1996.**
- Period : 4 days
- Place : Casablanca - Morocco
- Permanent secretariat: ISPM- MOROCCO

RECOMMENDATIONS

The working group stressed the importance of;

- Preparing guidelines of lagoons management, having in mind that :
 - * The identification of the most important management problems and providence the directions for a more rational management which nevertheless will maintain the traditional character of lagoons and the protection of their natural resource.
 - * The participants estimate that the study of the socio-economical aspect is very important for lagoons management and all countries are to do so.
 - * The participants estimate that it is necessary to continue thinking on developping the datafile on biotic parameters.
 - * In line to the previous conclusions, working group asked EAM network to undertake necessary actions in collaboration with the EAM coordination of lagoon management (lagoons management focal points) in preparing a guideline for lagoon management in regard to protection, rehabilization, conservation and development

For mediterranean lagoon ecosystem, suggested references term of the guideline could be:

- * many important parameters to monitor lagoons ecosystem;
- * sampling strategy in time and space scale;
- * processing of data with particular reference to socio-economic aspects,
- * productivity biological issue;
- * elaborate the possible tools to facilitate the lagoon management (such as GIS,modelling, remote sensing...);
- * Bibliography sources and most relevant references.

Detail term of reference will be prepared by F. Massa and small team after discussion expected in october,in MESOLONGHI (GREECE)

At the discussion, all the participants will be invited at the "WORKING GROUP-EAM-LAGOON MANAGEMENT".

ANNEX I

List of Participants

- TUNISIA : Mr. Ismail Bellagha
CNA Monastir.
Phone + Facs : 216-3-462867
- EGYPT : Mr. Nazih Boles Azer
GAFRD. Cairo.
Phone: 20-22-620118/119
Facs : 620117
- TURKEY : Mr. Gaglar Memisoglu
C/O FAO Ankara
Phone: 90-312-4280624/4687513
Facs : 4274852
- MOROCCO : Mr. Abdellatif Orbi
Mr. Dafir Jamal Eddine
Casablanca
Phone: 212-2-222090
Facs : 266967
- ITALY : Mr. Fabio Massa
Via Tirso, 26
00198 ROMA
Phone: 39-6-8841565
Facs : 39-68841546
- MEDRAP II : Mr. Othmen Beji
Phone: 216-1-784979/790119
Facs : 216-1-793962
- EAM : Mr. Ivan Katavic
EAM Network coordinator
PAP/RAC Split
CROATIA
- GREECE : Mr. Dimitriou Evenguelos
EIFAC working party in bracksh water
Ministry of Agriculture
Phone: (Office: 30.631.28178, Homes: 531.22781)
Facs : 00.30.61.994106

ANNEX II

AGENDA

27th June, 1995

9:00–10:00

Item 1: Opening session

Designation of Officials

Adoption of the agenda

10:30–13:00

Item 2: Introduction

- Brief review of the conclusions and the recommendations of the last working group (Nador, June 1994).

- Objectives of the meeting, by Mr. Orbi and Mr. Beji

Item 3: Inventory of existing data on lagoon natural resources, environment and aquaculture (according to the data collected in the countries), by countries representatives.

15:00–18:00

Item 3: (continued)

Item 4: Synthesis and evaluation of this data and conclusion

Moderation: I. Bellagha

28th June, 1995

9:00–13:00

Item 5: • Selection of parameters.

- Identification of Methodologies and Tools.

- Conclusions.

Moderator: O. Guelorget and A. Orbi

15:00 – 18:00

Item 6: Proposals of datafiles organisation (according to the parameters selected)

Moderators : M. Massa and O. Beji

Conclusions and recommendations

29th June, 1995

9:00 – 13:00

Item 7: Case study progress for selected sites

- intensive model;
by representatives of Morocco and Turkey
 - extensive model;
by the representatives of Egypt
 - valliculture.
by the representative of Italy
- Moderator : A. Orbi

Item 8: • Workplan 1996 in particular the organisation of the international symposium on environment and aquaculture in lagoon - lakes

- Budget
- Moderator : L Katavic

15:00 – 18:00

Final report and recommendations

30th June, 1995

Technical visit

ANNEX III

**THE AQUACULTURE AND THE ENVIRONMENT NETWORK IN THE
MEDITERRANEAN AREA (EAM)**

**WORKING GROUP ON LAGOONS MANAGEMENT :
METHODS DEVELOPMENT FOR THE MANAGEMENT OF LAGOONS
AND THEIR UTILIZATION FOR AQUACULTURE PURPOSES**

HELD IN NADOR CITY (MOROCCO) FROM 5 TO 7 JULY 1994

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

According to the framework of the aquaculture and the environment network established in the Mediterranean area (EAM), a meeting of experts specialised in the developed methods in management of lagoons and their utilization for aquaculture purposes was held in Nador city from the 5th to the 7th of July 1994.

The participants to this meeting have deplored the absence of RAP / RAC (the network coordination Institutes). From the resulting discussions, it appears that :

a) the lagoons resources represent up to 30% of natural resources in the Mediterranean zone;

b) these resources are often altered by many activities (recreational activities, water cleaning stations, fishing activities, plants of wastes, etc).

c) the most sophisticated tools on management strategies such as the hydrodynamic and biological models, GIS, the teledetection etc ..., are not sufficiently exploited for aquaculture development in lagoons.

d) the cooperation among the Mediterranean countries inusi be developed following the framwork of the network leading thereby to a global and appropriate management of lagoons and to a rational exploitation of their potentialities in aquaculture fields.

The objectives of this network are mainly :**Identification.Evaluation, Exploitation and Preservation of the natural resources.**

Therefore, the following activities has been choosen :

I- IDENTIFICATION, EVALUATION OF NATURAL RESOURCES :

- 1- Inventory of existent data on natural resources of lagoons in the Mediterranean countries;
- 2- Choice of utile parameters in the aquaculture and the environment fields:
- 3- Synthesis and evaluation of data,
- 4- Tools identification and methodologies;
- 5- Normalization and standarization of these methodologies

II- EXPLOITATION OF NATURAL RESOURCES

The rational exploitation of lagoons resources involving case studies concerning the principal types of lagoons and aquafarming management methods has been studied by country. thus

* intensif models

- engaged fish : Nador city - Morocco;
- conchyliculture ; Tau. France.

* extensif model

- fishes, in Delta of the Nile lagoon, Egypt

* valliculture model

- North of Italv

III- NATURAL RESOURCES PRESERVATION

It consists in the integration of aquafarming system in the functioning of lagoons ecosystems, with the safeguardation of the resources, the preservation of their stability and equilibrium, and the lasting role of the ecosystem. For this we have :

- to define the ecosystem limits (carrying capacity) without causing its degradation;
- to test and utilize the different methodologies for the prediction of the ecosystem evolution.

ORGANISATION OF THESE ACTIVITIES AND THEIR TIMING OF ACCOMPLISHMENT

In 1994, the topic is to make:

- The inventory of data and methodologies availables. Each member of the network must primarily make the inventory of availables data and the methodologies applied in his country and send it to the coordinator by the end of 1994.

The "Focal point" have to facilitate in gathering the inventories.

In 1995. it is foreseen :

- The organization of a working group (.3 days in the month of March in Split. head office of EAM) by 4 to 5 persons whose role is:
 - to choose the utile parameters in the environment and the aquaculture fields on the basis of the inventory made in 1994
 - to evaluate the data missing.

The coordinator of the network have to provide and supply the Working Group of Split. two months in advance before the meeting the overall inventories collected.

The Working Group (3 days in June in Tunisia) has the following missions :

- Selection, normalization and standarization of methodologies;
- Preparation of a guideline of methodologies to be applied in the following case studies
- Case studies by the end of 1995} : consisting in the preparation of scientific documents for the throe Kinds of the objectives defined by the network (Cfill).

The coordinator of the network have to get in touch with the responsible of the choosen area tor the application of the case studies

In 1996, it is foreseen the :

+ organization of the International symposium whose topic is "aquaculture and lagoons environment" (to be held in Morocco from April to May- for 5 days-).

The symposium agenda is :

- The organization and functioning of lagoons systems;
- Aquaculture in lagoons;
- Environmental interrelations / aquaculture
- Methodology applied in environmental system study / aquaculture;
- Prospectives-Evolution.

The International Committee charged of the organization :

| | |
|--------------|-------------------------|
| + Abdellatif | BERRAHO (President) |
| + Olivier | GUELORGET (Coordinator) |
| + Fabio | MASSA |
| + Othman | BEJI |
| + M.S. | SHAFFEE |

The International Committee which may be strengthened with members from other countries. will be assisted in its work by the national committee to be created.

- The scientific Committee (to be created) will be in charge of the scientific aspect.
- A preparatory meeting is to be held in Montpellier city (France, mid 1995)
- The organization Committee coordinator will identify 4 to 5 other members.

The symposium date will be announced by the end of 1994.

ANNEX IV

NATIONAL REPORT OF EGYPT

NATIONAL REPORT OF GREECE

NATIONAL REPORT OF TURKEY

EXTENSIVE FISH CULTURE IN SOME EGYPTIAN COASTAL LAGOON, IMPACTS AND POTENTIALS.

NAZIH B. AZER

The General Authority for Fish Resources Development (GAFRD), Egypt¹

1- INTRODUCTION:

1-1- Characters and importance:

Coastal lagoons of Egypt constitute a major source of fish to the country. The unique environment with great diversity of ecosystems supported suitable habitat for fresh, brackish and marine species in one place.

Except for the hyper saline Bardaweel lagoon in Northern Sinai, all the other Egyptian coastal lagoons are sharing similar characters. This can be expressed in being all shallow, fresh to oligohaline brackish (0.8-2.5 ‰ TDS²) in southern parts, brackish in most of the water body and sea water in northern areas. This is a result of the in flowing fresh water from the agriculture drains of the delta and the connection with the sea through several man made and natural passes and canals.

1-2- Problems:

Although being of great importance for fish production, the northern lagoons of Egypt suffered several problems. Most of these problems are associated with the changes resulting from drying of large areas for agriculture use and the change in the characters of the water dynamics. These have resulted in reduction of the total area of lagoons and turning the great part of what is left into eutrophied fresh waterbodies. To give an example of reduction in the area, Lake Manzala area was reduced from about 163,000 hectares in 1926 to only 76,000 hectares in 1994. The change in water quality was also clear in most of the lagoon where salinity was reduced from 16.7 ppt in 1926 to 2.9 ppt in 1982. Such changes affected dramatically the landed crop from the northern lagoons both in terms of tonnage or marketing value. The changes in the lagoons were also having a great negative socioeconomic impact on the native populations. Most of the population was supported economically by the lagoon based activities. These included mainly fisheries, boat building and repair, net and fishing gears manufacture, reed carpets and baskets, transport and other services. These activities are now reduced to a minimum.

¹ Present adress: 4 El Tayaran st., Nasr City, Cairo *Egypt*

² Total Dissolved Solids

1-3- An approach to solve the problem:

The GAFRD on the other hand, was after sustaining or even improving the fish production from these lagoons. This was not practically possible unless the fish production/available unit of lagoons' area is improved. The GAFRD approach was depending on implementation of aquaculture. Extensive, semi-extensive and semi-intensive forms were developed in such areas. Extensive fish farming, being basically known and practiced some way or another in the past by the natives is applied now in many areas in and around the lagoons. To develop such forms of extensive farming, improved forms were erected by the GAFRD to be used as pilot farms. One of such model fish farm is to be described here with some comparison with the traditional extensive fish farming models.

2- EXTENSIVE FISH FARMING:

2-1- The housha³ system, a tradetional models:

2-1-1- Construction:

The housha farming system is basically a group of variable sized (1-3 hectares) shallow ponds. These ponds are usually constructed at the shallow nearshore water (depth, not more than 70 cm) by impounding the required area by dikes. This is usually done by excavating earth from the bottom, mixing it with straw (usually dry reeds or some times rice straw) and dumping it on top of each other to reach the required size. The dikes are not usually higher than 1 meter from the bottom and not wider than 1.5 meter. Ponds are usually connected to the lagoon either directly or through a canal that supply a group of ponds. This connection is usually through an opening of a special structure in the dike. The connection through these openings is a funnel like structure with its sides covered with wood or dry reeds, its wide end towards the lagoon and the narrow end can be covered by netting.

³ Local Arabic word used for an area surrounded by fences or dikes.

2-1-2- Stocking:

Housha system depends totally on the local stock of the lagoon for its supply with fish seeds. The behaviour of the local young fish species is known to the housha owners (usually fishermen), accordingly they attract fish into the ponds. Young mullets, eel and tilapia (main culture species in housha) are attracted by shallow water and currents. Depending on this, a water pump is fixed at the opening in the dyke and water is pumped to create a current in the direction of the pond. This is usually done when young fish are observed in the shallow water near the housha. In some cases feed (mostly rice or wheat bran) is scattered on the water to attract fish. Attracted fish swim freely against the current through the funnel like openings to be trapped in the pond. This operation use to be done frequently and successively untill the owner feel that suitable seed stock is trapped. There is no control on numbers or species structure or on the presence of predator species.

2-1-3- Management:

In most of the cases, production is depending totally on the natural productivity. In some cases, manuring is applied mostly by adding cattle manure to the bottom in limited (not more than 0.5 t/h) amounts. The housha system depends also on the recurrent filling and draining of the ponds by the rich water of the lagoons.

Afler the housha is filled with water and enough amount of fish seeds, the system is usually left for 4-6 months, then drained to the bottom Fish are collected and the marketable size fish are sold and small size or low value fish are usually sun dried for fish meal. Such system produces 1.5-5 tones/h of marketable size fish/year. The variation in production level is due mainly to the richness of the site of the lagoon in which housha is built and to the experience and skill of owners.

The system although can be considered as a form of extensive fish farming is offering very high level of production. The system is also considered destructive to the natural resources of fish as sometimes large amounts of small fish are killed.

2-2- Pilot extensive farms:

This kind of farms is constructed mainly by the governmental authority as pilot unit for the natives.

This form is having some differences from the traditional housha system. Farms are usually of large area (up to 1000 hectares) with large ponds which some times may reach 100 hectares or more. Water depth is usually more than that in housha (up to 1 m) and dikes are larger and made with better engineering. The farm is usually divided into nursing and on growing ponds. Nursing ponds are usually smaller (2 hectares) and constructed inside the ongrowing ponds. Sluices with screens are controlling water inflow and outflow to the ponds and no system for trapping fish is applied.

Such kind of fish farms depends totally on stocking of fry and fingerlings brought from hatcheries and official collection stations. No fry or fish from the lagoon are used for stocking except for very few numbers of small size fry and larvae that may enter with in-flowing water. Stock structure and densities are controlled and usually calculated according to the estimated productivity of the farm. No feed or fertilizers are applied in the ongrowing ponds but nursing ponds are usually fertilized and some feed is supplied. Harvest usually occurs once a year after about 8 month of stocking ponds. Production of such kind of farms is usually in the range of 1.5-2.5 tones/hectare/year.

3- CONCLUSION:

Extensive fish farming is applied in and around the coastal lagoons of Egypt since more than five decades.

Different forms of" traditional farming were applied and these are basically depending on the trapping of wild fish.

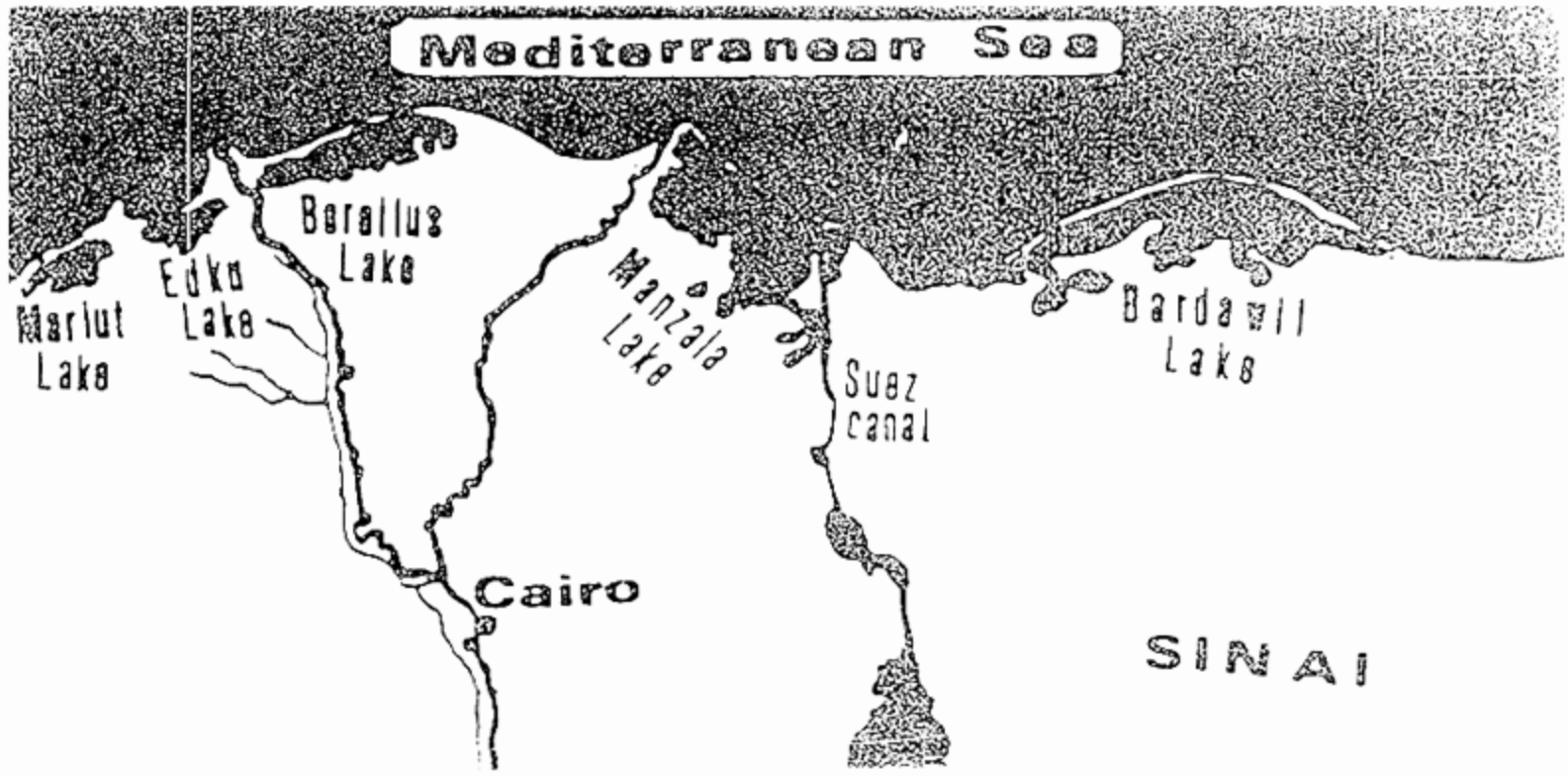
Traditional extensive farming in the lagoons reduces the number of fish available for fisheries in lagoon.

Traditional extensive fish fanning can be destructive as many young fish are killed before reaching the marketable size.

Traditional fish fanning facilitate production of fish from areas of lagoons becoming unsuitable for fisheries.

Traditional fish farming sustain some job opportunities for native population.

Modern extensive fish farming in lagoons can improve production and support the environment of the area.



NATIONAL REPORT OF TURKEY

EAM Working Group Meeting on lagoon Management Montpellier - France 1995

There are 24 lagoons which are usually lakes formed by river barrage and river mouths along the Turkey coast.

Around 300 square kilometers water surface of these lagoons are exploited by using fish barrier with extensive method.

18 lagoons have fish barrier but a few of them set up at time. There are earth - ponds in the 4 lagoons. One of them is for shrimp culture with semi - intensive method. There are 3 hatch plants in the lagoons but one of them is a demonstration unit which located in Tuzla lagoon.

Then total production in the lagoons is estimated around 1200 -1500 tons .

TURKISH COASTAL LAGOONS

| | NAME OF LAGOON | REGION | TOTAL AREA (ha) | YEARLY AVERAGE PRODUCTION (TONNES) | MAX. DEPTH (m) | MAINLY FISH SPECIES | |
|--------------|---------------------|--------------------|-----------------|------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|
| CEYHAN DELTA | CAMILK (YUMURTALIK) | MEDITERRANNEAN SEA | 1300 | 40-60 | 2 | Mullet, Sea bass, Sea bream, Red mullet | |
| | YELKOMA | | 800 | 25-35 | 1,5 | Mullet, Sea bass, Sea bream, Red mullet | |
| | HURMA BOGAZI | | 1100 | 40-50 | 2 | " " " " | |
| CEYHAN DELTA | AKYATAN (KARATAS) | | 5000 | 150 | 2,5 | Mullet, Sea bass, Red mullet, Sea bream, Goby | |
| | AKCADENIZ (TUZLA) | | 1200 | 30-50 | 1,5 | Mullet | |
| | PARADENIZ-AKGÖL | | 2000 | 40-50 | 1,8 | Mullet, Sea bass, Goby | |
| | BEYMELEK | | 800 | 20-25 | 2,5 | Mullet, Sea bream, Sea bass | |
| | GELEMIS (OVA) | | 1500 | | | E el | |
| | KÖYCEGIZ | | 5500 | 150-200 | 25 | Mullet, Sea bass, Eel, Carp, Tilapia | |
| | KIZILIRMAK DELTA | | BLACK SEA | 4000 | | | Mullet, Carp, Perch |
| | YESILIRMAK DELTA | 400 | | | | Mullet, Carp | |
| | | GÜLLÜÜK | AEGEAN SEA | 100 | 20 | 2 | Mullet, Sea bream, Sea bass, Carp |
| | | TUZLA | | 300 | | 1 | Mullet |
| | | BAFA | | 6500 | 150 | 23 | Mullet, Sea bass, E el, Carp |
| | MENDERES DELTA | AKKÖY | | 1200 | 40 | 0,8 | Mullet, Sea bass, Sea bream |
| KARINA | | 2500 | | 100 | 1,5 | " " " " | |
| | HOMA | 1800 | | 60 | 1,5 | " " " " | |
| | ENEZ | 1500 | | | | Carp, Eel, Mullet, Sea bream, Tench, Seabass | |
| | GÖNEN | SEA OF MARMARA | | 300 | | | Mullet, Carp, E el |
| | ARAP CIFTILIGI | | | 300 | 20 | | Eel, Mullet, Flounder |
| | BÜYÜK CEKMECE | | | 1100 | | 1,5 | Mullet, Sea bass, Blue fish, Eel |
| | TUZLA | | 100 | | 1 | Mullet, Goby | |
| | HERSEK | | 150 | | 1 | Mullet, Flounder, Sea bass | |
| | KÜGÜK CEKMECE | | 1500 | | 25 | Mullet, Eel | |

ACTIVITES IN TURKISH LAGOONS

| | NAME OF LAGOON | FISH BARRIER | FISHING | EARTH PONDS | HATCHERY |
|----|------------------------|--------------|---------|-------------|----------|
| 1 | CAMLIK (YUMURTALIK) | X | | | |
| 2 | YELKOMA | X | | | |
| 3 | HURMA BOGAZI | X | | | |
| 4 | AKYATAN (KARATAZ) | X | | | |
| 5 | AKLADENIZ (TUZLA) | X | | X | X |
| 6 | PARADENIZ-AKZOL | X | X | | |
| 7 | BEYMELEK | X | | X | X |
| 8 | GELEMIZ (OVA) | X | X | | |
| 9 | KOYCEGIZ | X | | | |
| 10 | KIZILIRMAK DELTA | | X | | |
| 11 | YESILIRMAK DELTA | | X | | |
| 12 | GÜLLÜK | X | X | | |
| 13 | TUZZ | X | | X | X |
| 14 | BAFA | X | X | | |
| 15 | AKKÖY | X | X | | |
| 16 | KARINA | X | | | |
| 17 | HOMA | X | | | |
| 18 | ENEZ | X | | X | |
| 19 | GÖNEN | X | X | | |
| 20 | ARAP LIFTLIGI | X | | | |
| 21 | BÜYÜK CEKMECE | X | X | | |
| 22 | TUZLA | X | X | | |
| 23 | HERSEK | | X | | |
| 24 | KÜCÜK CEKMECE | X | X | | |

ANNEX V

NATIONAL REPORT OF TUNISIA

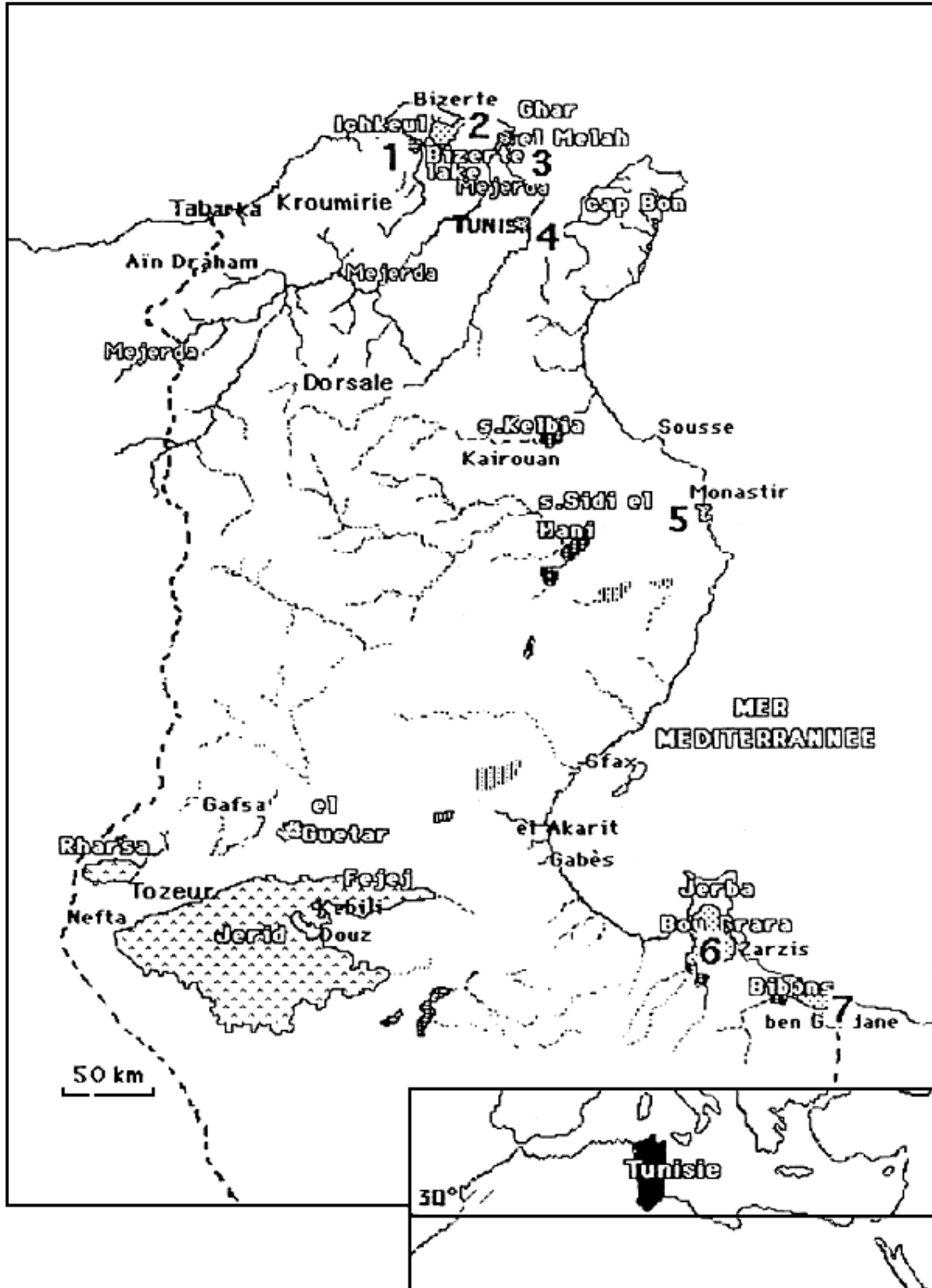


Fig. 1: carte de la Tunisie, emplacement des lagunes étudiées

| | dérive des conditions trophiques | | aquaculture actuelle | options aquacoles souhaitables | | |
|----------------|----------------------------------|------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------|
| | | | | Poisson | Mollusques | Crustacés |
| ICHKEUL | oligotrophisation | lente | huîtres moules (crevettes) | Daurade royale | huîtres moules palourdes | Crevette royale |
| BIZERTE | oligotrophisation | lente | | | | |
| GHAR EL MELAH | oligotrophisation | lente | | | | |
| LAC TUNIS NORD | régularisation | lente | | | | |
| LAC TUNIS SUD | eutrophisation | forte | loups daurades crevettes lous muges | Daurade royale | palourde | Crevette royale |
| KNISS | eutrophisation | forte | | | | |
| BOU GRARA | eutrophisation | très forte | | | | |
| BIBANS | équilibre | | | | | |

| OPTIMISATION HALIETIQUE | | |
|-------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------|
| ICHKEUL | très difficile | milieu en voie de coupure avec la mer |
| BIZERTE | difficile | milieu "villégiature" |
| GHAR EL MELAH | difficile | exploitation actuelle intensive |
| LAC TUNIS NORD | souhaitable | exploitation par des petits métiers excluant les engins de type barrage |
| LAC TUNIS SUD | difficile | milieu en passe de transformation en lagune morte |
| KNISS | possible | meilleure gestion en particulier au niveau des bordigues |
| BOU GRARA | difficile | milieu à la limite de la dystrophie |
| BIBANS | possible | meilleure gestion |

| | | | | FACTEURS ABIOTIQUES | | | | | | | | |
|-------------------|------------|----------------|----------|---------------------|--------------------------|----------------|---------------|-------------|---------------|-------------------------|--------------|--|
| | SUPERFICIE | PROFONDEUR | | PLUIES | TEMPERATURES des EAUX | | SALINITES | | OXYGENE | SELS NUTRITIFS microg/l | | |
| | hectares | moyenne (m) | maximale | mm/an | moyennes° C | écarts | moyennes ‰ | écarts | mg/l | PHOSPHATES | NITRATES | |
| ICHKEUL | 8000–12000 | 1 | 2,5 | 650 | 18,6 | de 5 à 32 | 18 | de 3 à 38 | de 3 à 10 | | | |
| BIZERTE | 15000 | 7 | 12 | 600 | 18,2 | de 10 à 29 | 33 | de 29 à 38 | de 4,2 a 6,5 | | | |
| G HAR EL MELAH | 3135 | 1 | 2 | 576 | 18,6 | de 11à 29,5 | 37,3 | de 33 à 40 | de 5 a 9 | de 0,5 à 2,7 | de 0,5 à 3,5 | |
| LAC TUNIS NORD | 2500 | 1,5 | 3 | 454 | 19,5 | de 10 à 30 | 37 | de 34 à 43 | de 20 à 300% | de 0,3 à 30 | de 0,5 à 600 | |
| LAC TUNIS SUD | 1300 | 0,9 | 1,5 | 454 | 19 | de 9 à 31 | 42 | de 35 à 48 | de à 0 à 200% | de 2 à 72 | de 2 à 127 | |
| KNISS | 150 | 1 | 3 | 300 | 19 | de 11 à 31 | 39 | | | | | |
| BOU GRARA | 50000 | 5 | 16 | 209 | 20,7 | de 8 – 12à28–4 | 43 | de 38,5 a 5 | de 0 à 130% | de 0,5 à 2,5 | 0,5 | |
| BIBANS | 23000 | 5 | 7 | 190 | 21 | de 12 à 30 | 45 | de 39 à 49 | | | | |

| | ENVIRONNEMENT SOCIO - ECONOMIQUE | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|-------------------|-------------|-----------------------|----------------|-------------|------------|
| | contraintes sociales | | | modalités de la pêche | | | |
| | urbanisation | industrialisation | agriculture | bordigues | pêche au filet | capetchades | gestion |
| ICHKEUL | faible | nulle | forte | oui | oui | oui | ONP |
| BIZERTE | assez faible | moyenne | forte | non | oui | non | ONP+privée |
| GHAR EL MELAH | faible | nulle | forte | démantelée | oui | non | privée |
| LAC TUMS NORD | tres forte | faible | nulle | démantelée | non | oui | ONP |
| LAC TUNIS SUD | forte | tres forte | nulle | oui | non | non | ONP |
| KNISS | très faible | faible | nulle | oui | oui | non | IIISTOP |
| BOU GRARA | nulle | Indicate | très faible | non | oui | non | privée |
| BIBANS | nulle | nulle | nulle | oui | oui | non | ONP |

| | ENVIRONNEMENT SOCIO - ECONOMIQUE | | | | | | |
|----------------|----------------------------------|-------------------|-------------|-----------------------|----------------|-------------|------------|
| | contraintes sociales | | | modalités de la pêche | | | |
| | urbanisation | industrialisation | agriculture | bordigues | pêche au filet | capetchades | gestion |
| ICHKEUL | faible | nulle | forte | oui | oui | oui | ONP |
| BIZERTE | assese faible | moyenne | forte | non | oui | non | ONP+privée |
| GHAR EL MELAH | faible | nulle | forte | démentelée | oui | non | privée |
| LAC TUNIS NORD | très forte | faible | nulle | démantelée | non | oui | ONP |
| LAC TUNIS SUD | forte | très forte | nulle | oui | non | non | ONP |
| KNISS | très faible | faible | nulle | oui | oui | non | INSTOP |
| BOU GRARA | nulle | Indicate | très faible | non | oui | non | privée |
| BIBANS | nulle | nulle | nulle | oui | oui | non | ONP |

ANNEX VI

DATA FILES DETAILS

| | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------|----------------|-------------------|--|---------------|
| | | | | | | | |
| Wind | | Dominant direction | | | | | |
| | | No. of days/ yer: | | | | | |
| | | Speed | | | | | |
| Tide: | | Min: | | Max: | | | |
| | | | | | | | |
| Evaporation (mm/year): | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Rainfall (mm/year): | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Nature of Sediment: | | Sandy | | | | | |
| | | Muddy | | | | | |
| | | Silty | | | | | |
| Sea Communication: | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | LAGOON BIOTIC DATA | | | | | page 4 |
| COUNTRY | | | | Code: | | | |
| LAGOON NAME: | | | | | | | |
| LOCAL NAME: | | | | | | | |
| COUNTRY REGION: | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| GEOGRAPHIC POSITION: | | | LAT: | | LONG: | | |
| | | | | | | | |
| | | EXISTING DATA | | | | | |
| | | | | | | | |
| Bacteria | | Pollution | | Yes/Not | Bibrefery | | |
| | | Biology | | Yes/Not | Bilbrefery | | |
| | | | | | | | |
| Phytoplankton | | Biomass | | Yes/Not | Bibrefery | | |
| | | Diversity | | Yes/Not | Bibrefery | | |
| | | | | | | | |
| Zooplankton | | Biomass | | Yes/Not | Bibrefery | | |
| | | Diversity | | Yes/Not | Bibrefery | | |
| | | | | | | | |
| Macrobenthos | | Zoobenthos | | Yes/Not | Bibrefery | | |
| | | Phytobenthos | | Yes/Not | Biberfery | | |
| | | | | | | | |
| Melobenthos | | | | Yes/Not | Bibrefery | | |
| | | | | | | | |
| Fish population | | Fingerlings | | Yes/Not | Bibrefery | | |
| | | Adults | | Yes/Not | Bibrefery | | |
| Crustacea | population | | | Yes/Not | Bibrefery | | |
| Mollusc | population | | | Yes/Not | Bibrefery | | |

ANNEX VII

**RAPPORT NATIONAL DU ROYAUME DU MAROC
LA LAGUNE DE NADOR
UN EXEMPLE DE MODELE INTENSIF**

SOMMAIRE

oooOooo

I- INTRODUCTION

II- MATERIEL ET METHODES D'ETUDES

II-1. Paramètres d'études

II-2. Techniques des prélèvements et d'analyse

II-3. Stratégie d'échantillonnage

III - RESULTATS OBTENUS

III-1 Etat actuei de la lagune

III 2. Evolution hydrobiologique et sédimentologique

. III-2 Conclusion generate

IV - RECOMMANDATIONS

I - INTRODUCTION

La lagune de Nador ou sebkha de Bou Areg a été le sujet de nombreuses études (Erimesco, 1961, Tesson, 1977; Brethes et Tesson, 1978; Tesson et Gensous, 1981, Frisoni et al., 1982 Guelorget et al., 1984, 1987; Irhzy, 1987; Zine, 1985; Dafir et al., 1994; Lefebvre et al., 1995.

Ces études ont abordé divers aspects du fonctionnement de la lagune: l'eau, les êtres vivants et les sédiments.

Des études récentes menées conjointement par l'Institut Scientifique des Pêches Maritimes (ISPM) et la Faculté des Sciences Aïn Chock de Casablanca au Maroc et l'Université Montpellier II en France, prenant en considération les résultats enregistrés depuis une dizaine d'années, ont permis de mettre en évidence l'évolution générale de la lagune et de cerner les vecteurs de cette évolution. La situation et notamment l'organisation biologique de la lagune est sous l'influence conjointe du statut de la passe et des apports organiques principalement issus de la station d'épuration de Nador et des rejets d'eaux usées brut des villages avoisinants

L'évolution sédimentaire et géochimique de la lagune a été influencée par des facteurs naturels (fermeture de la passe, apports des oueds) et par des facteurs anthropiques (installation de la ferme aquacole en 1987, eaux usées, apports d'eau douce riches en fertilisants utilisés en agriculture).

La fermeture progressive de la passe jusqu'en 1993 par un colmatage sédimentaire a considérablement réduit les échanges entre la lagune et la mer, cette crise hydrologique a engendré plusieurs conséquences au niveau de la lagune tant biologiques, hydrochimiques que sédimentaires.

A partir de 1993, des travaux ont été entrepris pour maintenir une ouverture permanente de la passe par la construction de digues, de part et d'autre de la passe.

La présente étude prend en considération la Synthèse des principaux travaux entrepris sur la lagune de Nador et nos études plus récentes effectuées depuis 1992.

- Le cadre géographique

*** Situation**

La lagune de Nador (11 500 ha) est située entre le cap des trois fourches et le cap de l'eau, sur le littoral Nord-Est marocain (Fig. 1).

La lagune est située à l'aval d'une gouttière Sud-Ouest/Nord-Est, constituée de deux plaines successives, les plaines de l'oued Garb et de l'oued Bou Areg, qui correspondent à un même cours d'eau. Cet ensemble est encadré par le massif volcanique de Gourougou au Nord-Ouest, le massif de Kbdana et du Jbel Ziata au Sud (fig. 2).

*** Le bassin**

La lagune est constituée d'un bassin allongé, accidenté sur sa bordure occidentale par la péninsule d'Atalyoune. La profondeur augmente rapidement à partir des rives pour se stabiliser dans la partie centrale entre 6 et 7 m.

Le bassin communique avec la mer Méditerranée par une passe: "la bokhana" dont l'emplacement sur le cordon dunaire a varié au cours du temps.

Les apports continentaux proviennent principalement de l'oued Selouane, de l'oued Bou Areg et des canaux d'irrigation de la plaine du Bou Areg. A ces apports, il faut ajouter ceux de la station d'épuration et des eaux usées de la ville Nador, de Beni Ansar et de Kariat Arkmane ainsi que ceux de la nappe phréatique identifié par Carlier (1971) qui alimente la bordure continentale en eaux douces.

*** Le climat**

Il est de type méditerranéen. La pluviométrie, très variable d'une année à l'autre, oscille autour de 400 mm/an (maximum: en Décembre et en Avril). La saison sèche s'étale de Juin à Septembre. Les température moyennes mensuelles varient entre 13°C en Janvier et 26°C en Août (Fig. 3 et 4).

Le régime général des vents est Ouest-Sud-Ouest de Novembre à Mai (Tesson, 1977), et Est-Nord-Est de Mai à Octobre

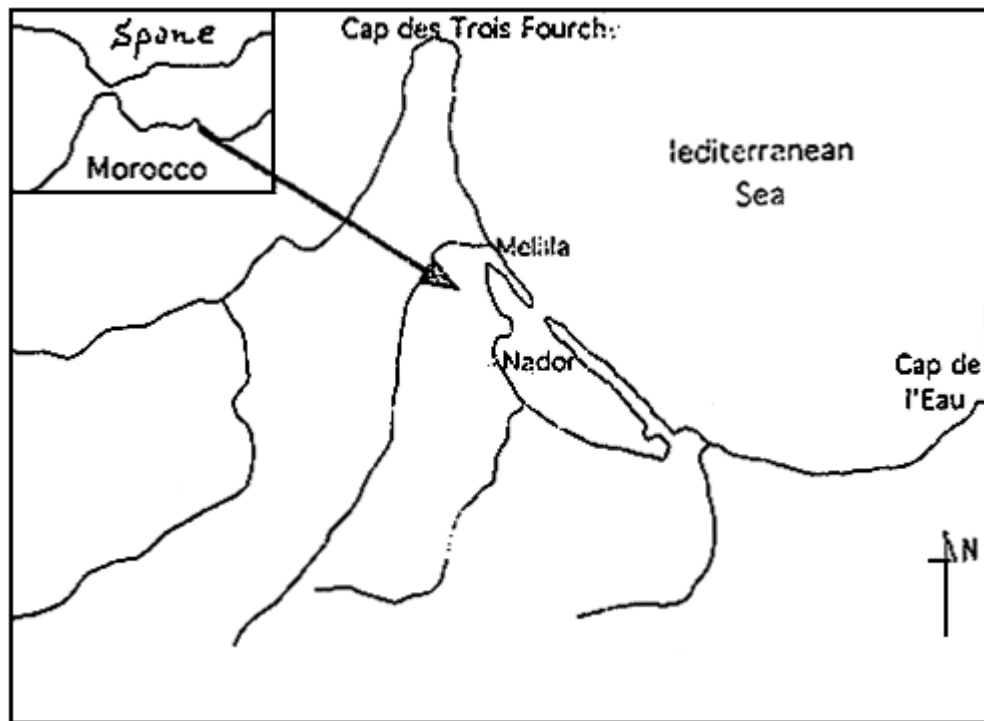


Figure 1 : Geographical environment of Nao'or lagoon (after lesson, Gensous, 1981)

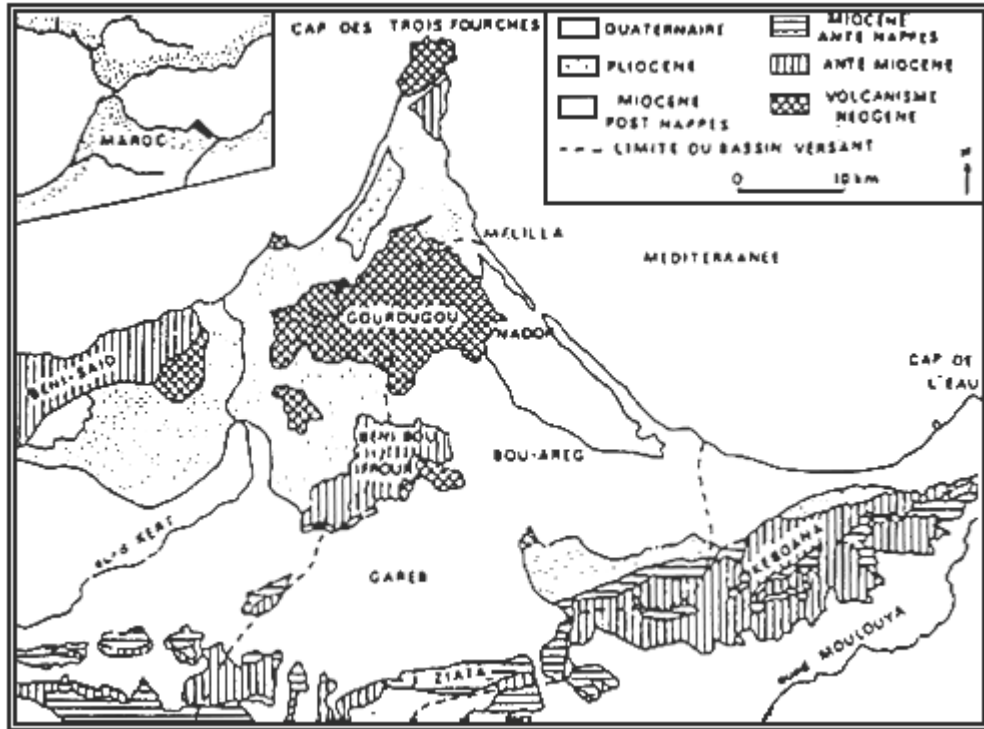
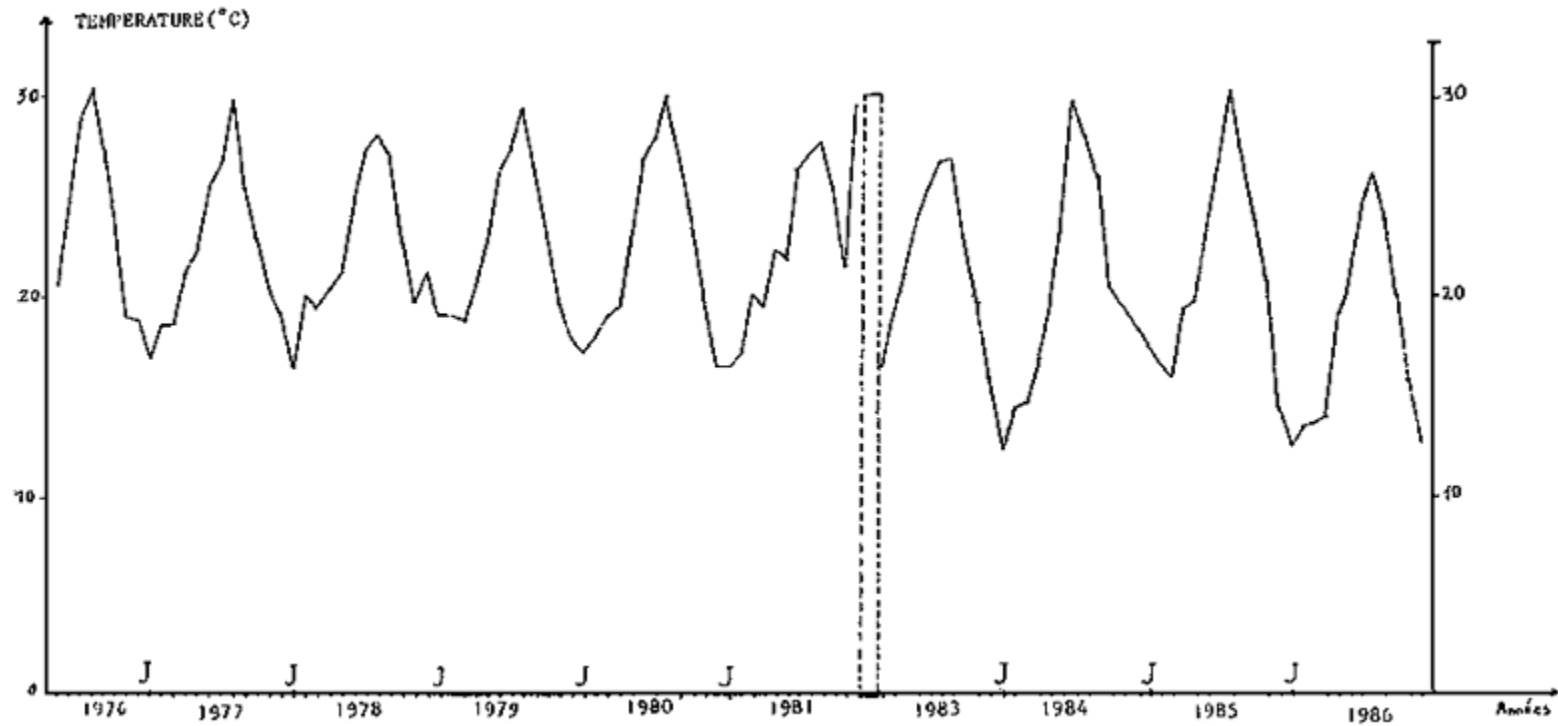


Fig. 2. - L'environnement géographique et géologique de la lagune de Nador. D'après TESSON et GENSOUS, 1981.

- Geographical and geological environment of Nador lagoon. After TESSON and GENSOUS, 1981.

Fig. 3 TEMPERATURES MAXIMALES MOYENNES MENSULLES (en °C) (Station ville de NADOR)
(T. de l'air).



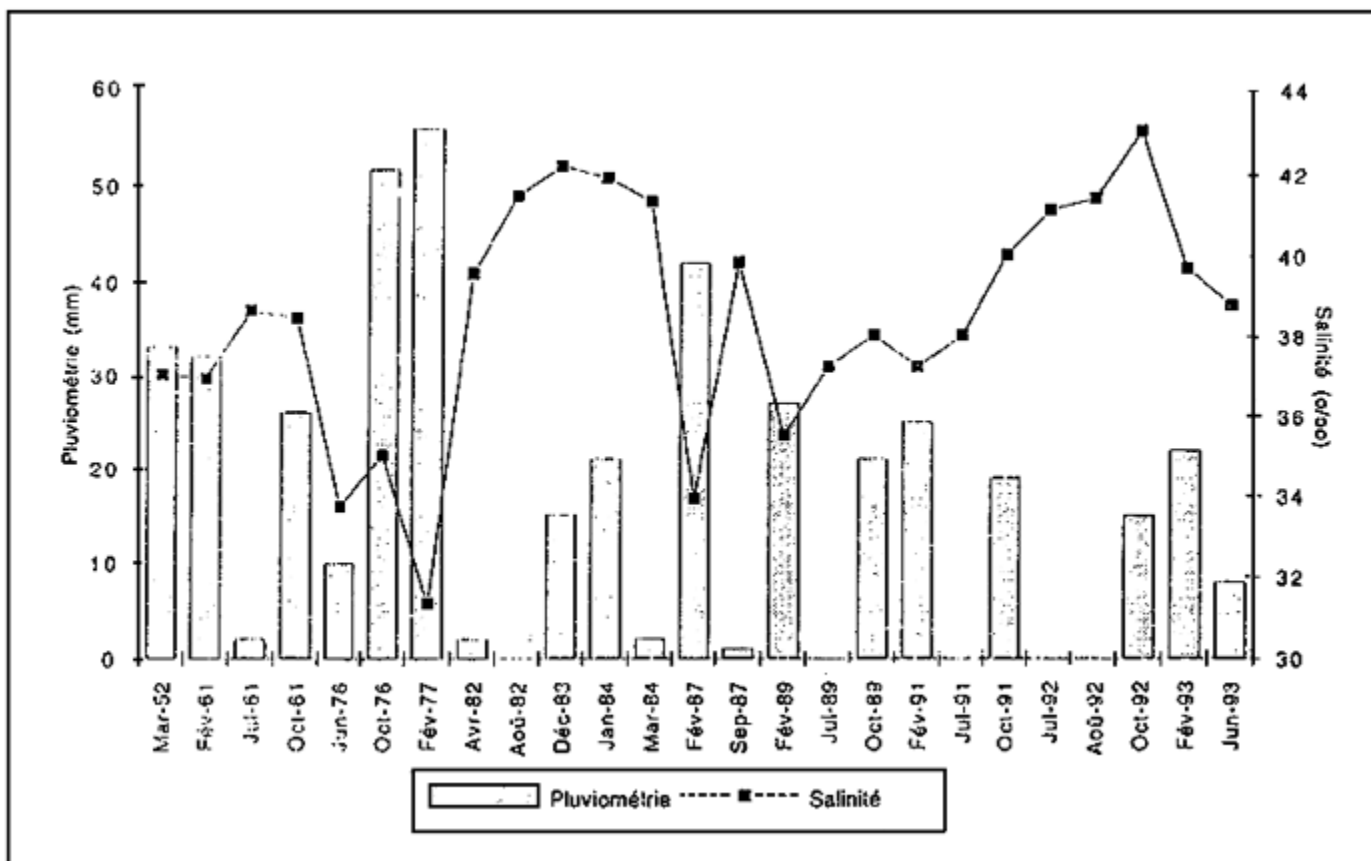


Figure 4. Variations de la pluviométrie dans la région de Nador et de la salinité des eaux de la lagune de 1952 à 1993.

II - MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

II-1. -Paramètres d'études

Plusieurs paramètres ont été pris en considération selon l'objectif de chaque étude depuis celle entreprise par Erimesco en 1961. D'une manière générale, les paramètres pris en considération sont:

- les paramètres physico-chimiques et les matières en suspension;
- les peuplements phytoplanctoniques;
- la dynamique sédimentaire;
- l'évolution géochimique des sédiments;
- les peuplements benthiques (faune et flore).

L'étude spatio-temporelle de tels paramètres permet de définir et de comprendre l'organisation et le fonctionnement de l'écosystème.

Dans cette perspective, la collecte de échantillons et de données sur le terrain que nous avons réalisé de 1992 à 1994 a été faite sur un nombre de stations suffisamment important (35) et dans un laps de temps le plus court possible (une journée par couverture complète de la lagune) pour les descripteurs instantanés (paramètres de la masse d'eau) et le plus long possible pour les intégrateurs (paramètres du sédiment).

II-2. - Techniques de prélèvement et d'analyse

*** Techniques de prélèvement :**

a - La masse d'eau

Les prélèvements d'eau pour les différentes mesures et analyses sont réalisés à l'aide d'une bouteille à clapet. Cette bouteille spécialement conçue pour des échantillonnages en milieux peu profonds, permet des prélèvements d'eau très précis, notamment à des profondeurs bien déterminées dans le cas d'étude le long de profils verticaux fond /surface. Certains prélèvements ont été effectués par une bouteille type VAN DORN (2,5 l) dans le cas où l'analyse de l'oxygène dissout devrait être faite par la méthode chimique de WINKLER.

b - Le sédiment

Les échantillons ont été prélevés en surface, dans les deux premiers centimètres, sur l'ensemble de la lagune au moyen d'un carottier en plastique d'un diamètre de 15 cm et d'une hauteur de 30cm.

*** Méthodes d'analyse:**

a - La masse d'eau

- les paramètres physico-chimiques:

Les mesures des paramètres physico-chimiques (T°, pH, salinité, conductivité, oxygène dissout) ont été effectuées, directement sur le terrain, à l'aide d'une sonde multiparamètre HORIBA U10, en surface et sur le fond, à toutes les stations. L'oxygène dissout dans certains cas a été dosé par la méthode de WINKLER (Aminot et Chaussepied, 1983). Dans ce cas, l'eau est mise dans des flacons à bouchons rodés. L'oxygène est fixé immédiatement en ajoutant deux réactifs: la solution alcaline d'iodure

et le chlorure de manganèse. L'oxygène dissous oxyde le manganèse et forme ainsi un précipité stable. Au laboratoire, le précipité est détruit par: l'acide sulfurique, ce qui libère l'ion Iode. La quantité d'oxygène dissous est proportionnelle à la quantité d'Iode ainsi libéré dont le dosage se fait par le thiosulfate de soude en présence d'amidon comme indicateur coloré.

- les éléments nutritifs:

Sur le terrain, les échantillons sont conservés dans une glacière à une température de 4°C. Après filtration au laboratoire, les échantillons sont maintenus à une température de -20°C pour analyse ultérieure selon la méthode décrite pour l'eau de mer par Aminot et Chaussepied (1983) d'après les travaux de: Wood et al. (1967) modifiés par Nydhal (1976) pour les nitrates, et Murphy et Riley (1962) pour les phosphates.

Le principe des méthodes de dosage est le suivant (Aminot et al., 1983):

+ Pour les nitrates:

La méthode est basée sur le dosage des ions NO₂⁻ obtenus par réduction quantitative des ions NO₃⁻. On mesure la concentration des ions NO₃⁻ par déduction de la concentration en nitrites déterminée sans réduction, on obtient alors la concentration en ions NO₃⁻. La réduction de NO₃⁻ en NO₂⁻ s'effectue à travers une colonne réductrice en cadmium traité. Le dosage des nitrites se fait par la méthode utilisant la diazotation de la sulfamide en milieu acide et sa copulation avec la N(1 naphtyl) éthylène diamine qui donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage calorimétrique.

+Pour les orthophosphates:

Les orthophosphates, en milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleu susceptible d'un dosage calorimétrique.

- La biomasse phytoplanctonique:

Le biomasse est mesurée par le dosage de la chlorophylle 'a' à l'aide de la méthode fluorimétrique de Lorenzen (1966).

La chlorophylle est extraite à l'acétone à 90% (volume d'extraction 5 ml) dans un tube en verre. L'extraction se poursuit 16 à 18 heures à la température du laboratoire (toujours à l'abri de la lumière) et subit une centrifugation à 4 000 tr/mn pendant 5 mn.

L'extrait est alors dosé par fluorimétrie sur un "Turner III". La méthode consiste en:

- + une première mesure de la fluorescence émise (670 nm) par l'extrait acétonique de chlorophylle excité par une radiation bleue (430 nm);
- + une seconde mesure de la fluorescence émise (670 nm) par la phéophytine après acidification de l'extrait (par deux gouttes d'une solution d'Hel 1 mol./l).

La diminution de fluorescence observée est en relation avec le pourcentage relatif de chlorophylle "a" par rapport à la somme: chlorophylle "a" + phéophytine "a" (Frisoni, 1984). Cette méthode est précise à plus ou moins 15% (Neveux, 1976).

- Les métaux lourds (Zn, Pb, Cu, Mn, Fe).

Le dosage des métaux lourds a été effectué par la méthode d'absorption atomique.

- **Les cations:**

Le sodium et le potassium ont été dosés par absorption atomique.

Le calcium et le magnésium ont été dosés par titrimétrie selon la méthode décrite par Rodier (1987). Le principe de la méthode est le suivant:

+ Pour le calcium:

Les alcalino - terreux présents dans l'eau forment un complexe du type chélate par le sel disodique de l'E.D.T.A. Le dosage se fait à un p^H élevé (12–13) ce qui provoque la précipitation du magnésium sous forme d'hydroxyde. L'indicateur choisi (murexide) ne se combine qu' avec le calcium.

+Pour le magnésium:

On a procédé tout d'abord à la détermination de la dureté totale (selon la méthode complexométrique à l'E.D.T.A, Rodier 1987), ensuite par une simple différence avec le calcium on a déterminé les valeurs du magnésium, sachant que la dureté totale est égale à la somme des teneurs de Ca^{++} et de Mg^{++} .

b - Le sédiment

- **La fraction fine (< 63 mm)**

Le sédiment est séché à 60°C, puis pesé une première fois et tamisé sous l'eau dans un tamis de 63 mm de maille. Les échantillons sont à nouveau séchés puis pesés. La différence entre les deux pesés, exprimée en pourcentage par rapport au poids total de l'échantillon, représente la teneur de la fraction fine.

- **La matière organique :**

Les échantillons sont séchés à 105°C. Ensuite la teneur des sédiments en matière organique, exprimée en pourcentage par rapport au poids total de l'échantillon, est évaluée par différence de pesées après le passage des échantillons au four à 450°C (KAMP et NIELSEN, 1974, modifié).

- **pH et potentiel d'oxydo-réduction:**

Le pH a été mesuré au laboratoire selon la méthode décrite par Rodier (1987). le potentiel redox a été mesuré sur le terrain par une électrode spécifique.

- **Les carbonates :**

Aussi bien les carbonates de calcium (attaque à l'HCl froid) que les carbonates de magnésium (attaque à l'HCl chaud) sont dosés en utilisant le calcimètre Bernard. La méthode est basée sur la mesure de CO_2 dégagé dans un tube gradué rempli d'eau saturée en NaCl après attaque du sédiment par l'acide chlorhydrique. Un tableau de correction (T° , pression) permet de passer facilement du volume du Co_2 au pourcentage de $CaCO_3$.

- **Le phosphore :**

Le phosphore soluble a été extrait des sédiments selon la méthode de Bonzongo (1990) qui consiste en une minéralisation de l'échantillon avec du persulfate de potassium en milieu acide à l'autoclave (120°C). Dans la solution obtenue, on dose les orthophosphates selon les méthodes décrites pour le dosage de cet élément dans l'eau (Aminot et al., 1983)

- **L'azote total :**

La méthode utilisée est celle de l'AFNOR (X 31 – 111) basée sur la minéralisation de l'azote organique par l'acide sulfurique en présence d'un activateur de minéralisation, la distillation de l'azote formé et le titrage dans une solution d'acide

- **Les métaux lourds :**

L'échantillon séché au préalable à 105°C est minéralisé par une double attaque à l'acide chlorhydrique et à l'acide nitrique. Après filtration, on dose les éléments dans la solution comme pour les méthodes décrites dans l'eau (Fizman et al., 1984; Garlashi et al., 1985).

- **Le calcium :**

On procède à une extraction comme pour les métaux lourds. le Ca⁺⁺ est dosé dans la solution obtenue comme pour l'eau, c'est à dire en utilisant la méthode complexométrique à l'E.D.T.A.

- **L'eau interstitielle :**

Des échantillons de sédiment ont été prélevés dans les carottes (interface eau-sédiment, 15 cm et 30 cm de profondeur), puis centrifugés (4 000 t/mn pendant 15 mn), l'eau interstitielle recueillie a fait l'objet d'analyse du phosphate minérale (P.PO₄) et des nitrates (NO₃-) (Aminot et Chaussepied, 1983).

II-3. - Stratégie d'échantillonnage :

L'étude des différents paramètres (eau et sédiment) a été réalisée sur 35 stations afin de faire une approche globale de l'écosystème (Fig.5).

L'établissement de ce réseau d'échantillonnage a été établi par MSPM en collaboration avec le Service Hydrographique de la Marine Royale.

Ce nombre de stations permet de couvrir l'ensemble de l'écosystème et de réaliser une étude de chaque station, étude qui autorise l'obtention des données cohérentes et représentatives d'une situation considérée comme relativement stable dans le temps.

Ces stations ont été sélectionnées la base des connaissances acquises lors des études antérieures, afin de prendre en compte l'écosystème dans sa globalité.

Les prélèvements sont réalisés en surface (0,5m) et sur le fond (0,5 m au dessus du substratum).

Une série de profils verticaux ont été étudiés le long de plusieurs radiales. Dans ce cas, les eaux sont systématiquement prélevés à 0,5m; 1m; 2,5m; 5m et au fond.

Un suivi bimensuel a été réalisé sur quatre stations références durant 13 mois (1992–1993) afin d'étudier l'évolution de différents paramètres aussi bien dans l'eau que dans le sédiment (une station au niveau des tables d'élevage : T1, une station au centre de la lagune : C, une station au niveau de la passe: P, et une autre en Méditerranée près de l'entrée de la lagune: M).

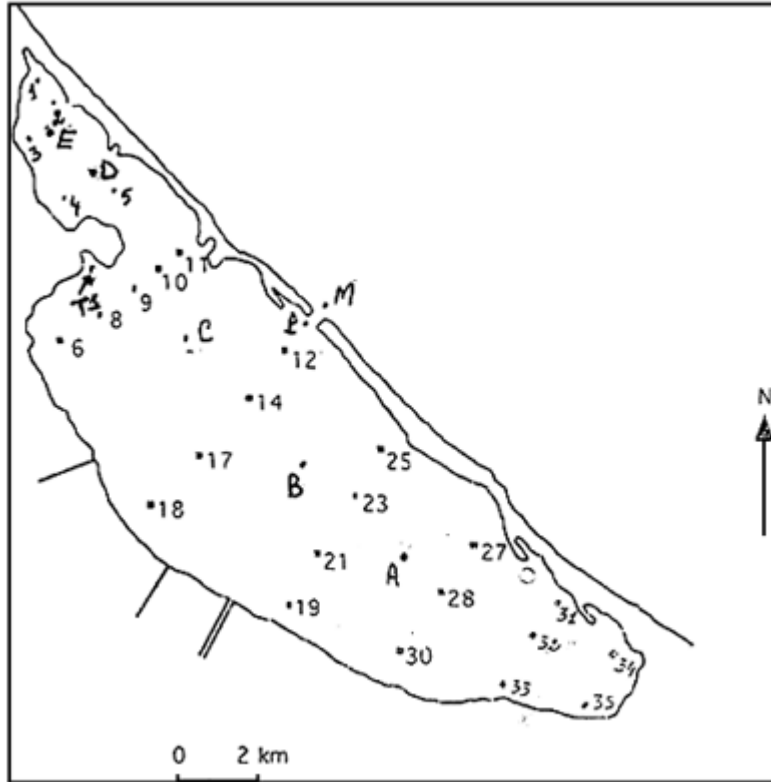


Figure 5 Location of sampling points in Nador lagoon

Cette stratégie d'échantillonnage vise à mettre en évidence les gradients surface-fond, la présence éventuelle de stratification des eaux aux diverses stations et l'évolution hydrochimique et géochimique de la lagune. Elle permet également d'établir des coupes hydrologiques à différents niveaux de la lagune, qui aboutissent à la délimitation des grandes masses d'eau et à une connaissance plus précise de l'hydrodynamique.

III - RESULTATS OBTENUS

III.I - Etat actuel de la lagune

A - Géologie

A-I; Origine et formation de la lagune :

La lagune de Nador, fait partie des milieux margino -1 ittoraux situés entre le domaine marin et le domaine continental.

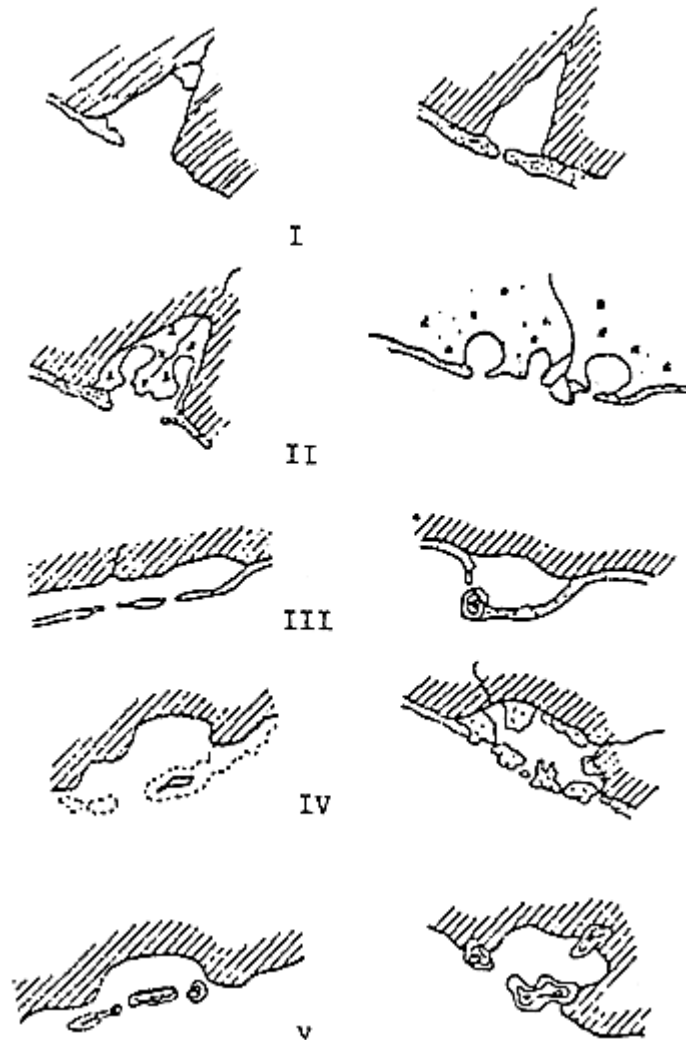
Elle s'est développée derrière des crêtes littorales (cap des trois Fourches et cap de l'eau) parallèlement à la côte. C'est un système évolutif qui dépend de plusieurs facteurs:

a) La néotectonique et la subsidence : par ces caractéristiques la lagune de Nador appartient à un système de morphogenèse mixte (Fig.6) (tectonique et sédimentation littorales d'après la classification proposée par Lankord, 1977). En effet, l'origine géodynamique de la lagune semble être liée à des phénomènes tectoniques récents. La subsidence de la plaine de Bou Areg et le volcanisme du Gourougou et du cap des trois Fourches, paraissent confirmer cette hypothèse. Selon Erimesco (1961) il s'agit d'une "bahira" édifiée par l'adjonction à une île flamandaise allongée. Selon la

classification proposée par Guelorget et Perthuisot (1983), il s'agit d'une bahira-lagune (Fig.7).

Cette unité morphodynamique fait partie de l'ensemble de contexte géodynamique de la Méditerranée occidentale. En particulier, sa genèse et son évolution sont gouvernées par l'évolution néotectonique de la chaîne, édifiée au Mio-Pliocène-Quaternaire.

Les manifestations tectoniques les plus récentes et les plus visibles sont des phases de compression quaternaire liées aux collisions des plaques lithosphériques Afrique-Eurasie, mouvements qui se poursuivent encore de nos jours..



Fig• 6 -TYPES PRINCIPAUX DE SYSTEMES LAGUNAIRES.

(D'après R.R.Lankord, 1977; in: Ch. Car-ruesco et M. Vigneaux, 1982)

- I- Sédimentation littorale
- II- Sedimentation deltaïïque ou fluviatile
- III- Sédimentation marine
- IV- Sedimentation organique
- V- Tectonique

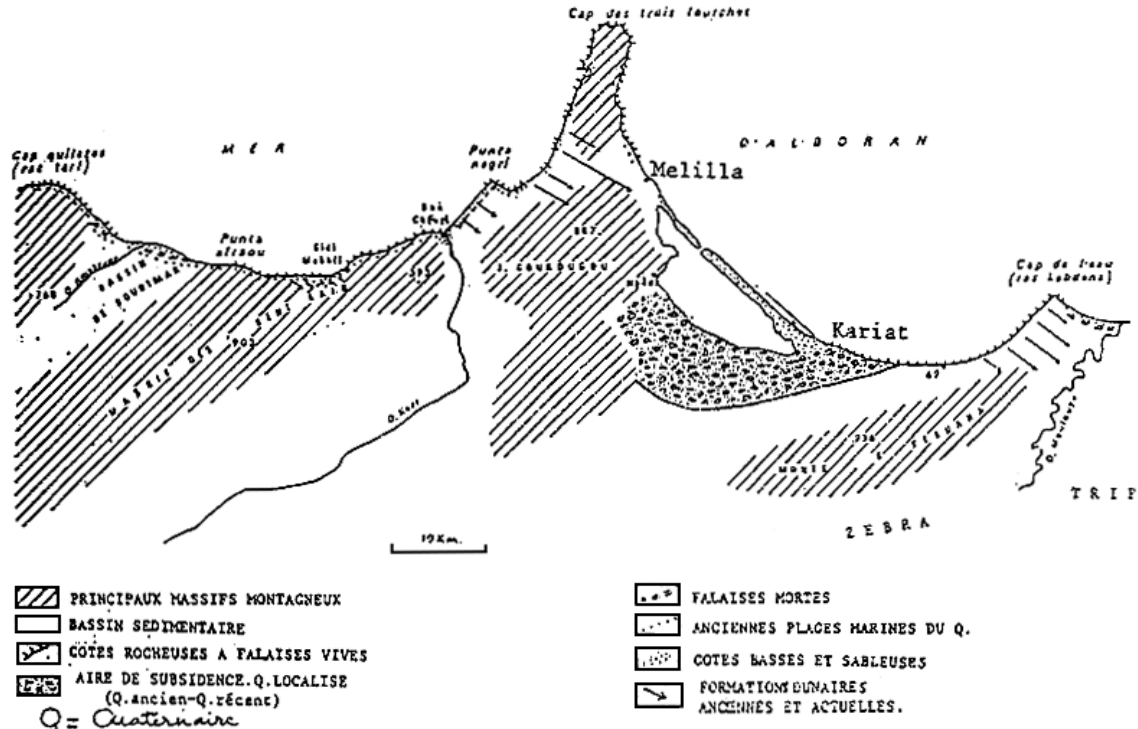


Fig. 7 : LE LITTORAL DE L'ENVIRONNEMENT DE LA LAGUNE DE NADOR (D'après BARATHON 1982) modifié.

Les épisodes marins quaternaires s'identifient par des mouvements à grand rayon de courbure depuis la plaine du Bou Areg subsidente jusqu'à Ras-Tarf à l'Ouest qui se relève, ponctués de déformations locales. Le soulèvement vers l'Ouest est constant durant tout le quaternaire.

Ainsi, l'unité morphodynamique dans laquelle s'insère la lagune de Nador (de Ras kebdana au cap des trois Fourchettes) présente une morphologie originale marquée essentiellement par d'importantes constructions dunaires et un bassin subsident né des activités tectoniques quaternaires.

b) La flèche littorale d'âge récent (- 3 000 and B.P): elle est de faible résistance et souvent brisée par les tempêtes ce qui permet d'ouvrir de nouvelles passes notamment lors des périodes de fermeture. L'altitude de la flèche est très variable (de quelques mètres à une vingtaine de mètres.) Les zones les plus basses peuvent être submergées lors des tempêtes.

A-2: Problème de la passe:

La lagune de Nador est séparée de la mer par un cordon dunaire d'environ 24 km de longueur. Ce cordon a subi de nombreuses modifications, au cours du temps, et notamment au niveau de la position de la communication avec la mer. En effet, les périodes de communication alternent plus ou moins régulièrement avec les périodes de fermeture totale de la lagune.

De 1907 à 1910, la lagune de Nador était totalement isolée de la mer devenant ainsi un bassin évaporitique avec une surface en eau très réduite. En 1910, la communication avec la mer fut rétablie par dragage et cette passe constitua longtemps

le seul accès navigable à Nador. Cette passe subissant un ensablement graduel se colmata et une ancienne passe naturelle fut à son tour draguée en 1941.

En 1979, la passe actuelle, ou bokhana, a été ouverte à la suite d'une tempête, après une fermeture totale de la lagune depuis 1977, date de l'obstruction de la précédente passe. Cette dernière passe a été presque entièrement colmatée en 1993, date à laquelle ont débuté des travaux de stabilisation par la construction de deux digues de part et d'autre de l'ouverture dans la Lido.

L'origine du sable entraînant le colmatage de la passe serait la dérive littorale à partir des courants provenant du détroit de Gibraltar et qui ricochent sur le cap de l'eau et reviennent vers la lagune de Nador en balayant la bordure du littoral (Erimesco, 1961, Brethes et Teeson, 1978) (Fig. 8).

Cependant, la tendance à l'ensablement des passes serait liée selon Irhzy (1987) davantage à un transport perpendiculaire à la côte dû aux grandes houles du Nord-Est, qu'à une dérive littorale. L'apport latéral ne serait pas suffisant pour assurer l'équilibre du littoral au niveau des falaises gréseuses de la tour Restingua.

A-3 Sédimentologie de la lagune:

L'analyse des sédiments de la lagune montre qu'il y a des zones qui s'individualisent. En effet, à l'organisation naturelle de la lagune se superposent certaines anomalies locales, telles que:

- Les apports sédimentaires qui sont relativement importants au sud de l'oued Selouance et en bordure du Lido;

- Les apports d'origine anthropiques:

- * au niveau de la station d'épuration qui déverse de la matière organique et des éléments nutritifs;

- * au niveau de la ferme aquacole d'Atalayoune qui contribue à engraissement du sédiment par un apport continu de matière organique issue de l'élevage.

- La géomorphologie de la côte qui entraîne la formation de milieux quasiment isolés (Nord-Ouest d'Atalayoune) et l'isolement des extrémités Nord-Ouest et Sud-est accentuée par leur éloignement des circuits des courants principaux.

Ainsi, **cinq zones sédimentaires** peuvent être différenciées (Fig. 9):

1 - La zone de la station d'épuration et de l'extrémité Nord-Ouest:

les sédiments sont riches en matière organique (provenant des eaux usées) et en fraction fine (< 63 mm).

2 - La zone de la ferme aquacole d'Atalayoune: la matière organique particulière est largement dominante. Les sédiments sont dominés par la fraction fine car c'est une zone relativement isolée qui ne semble pas bénéficier d'une dynamique sédimentaire importante.

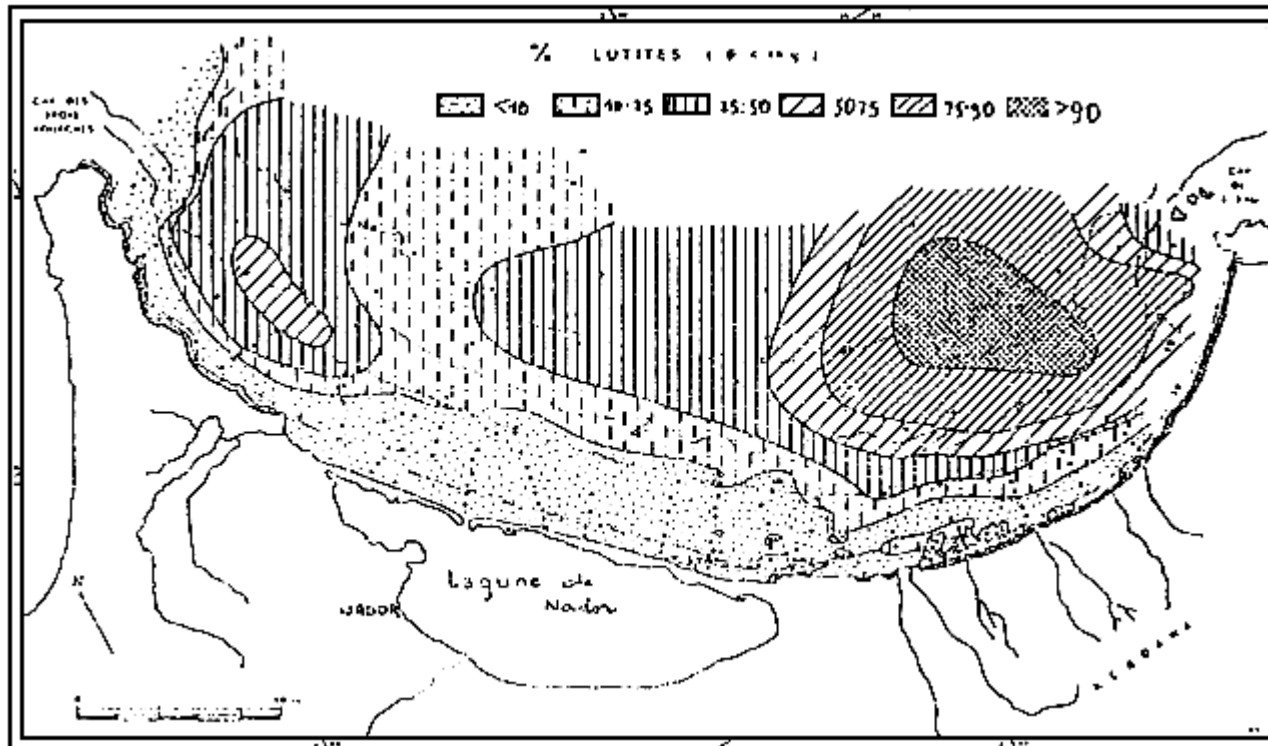


Fig. 8 REPARTITION DES LUTITES (silts et argiles), d'après M. Tesson et B. Gensous, 1979.

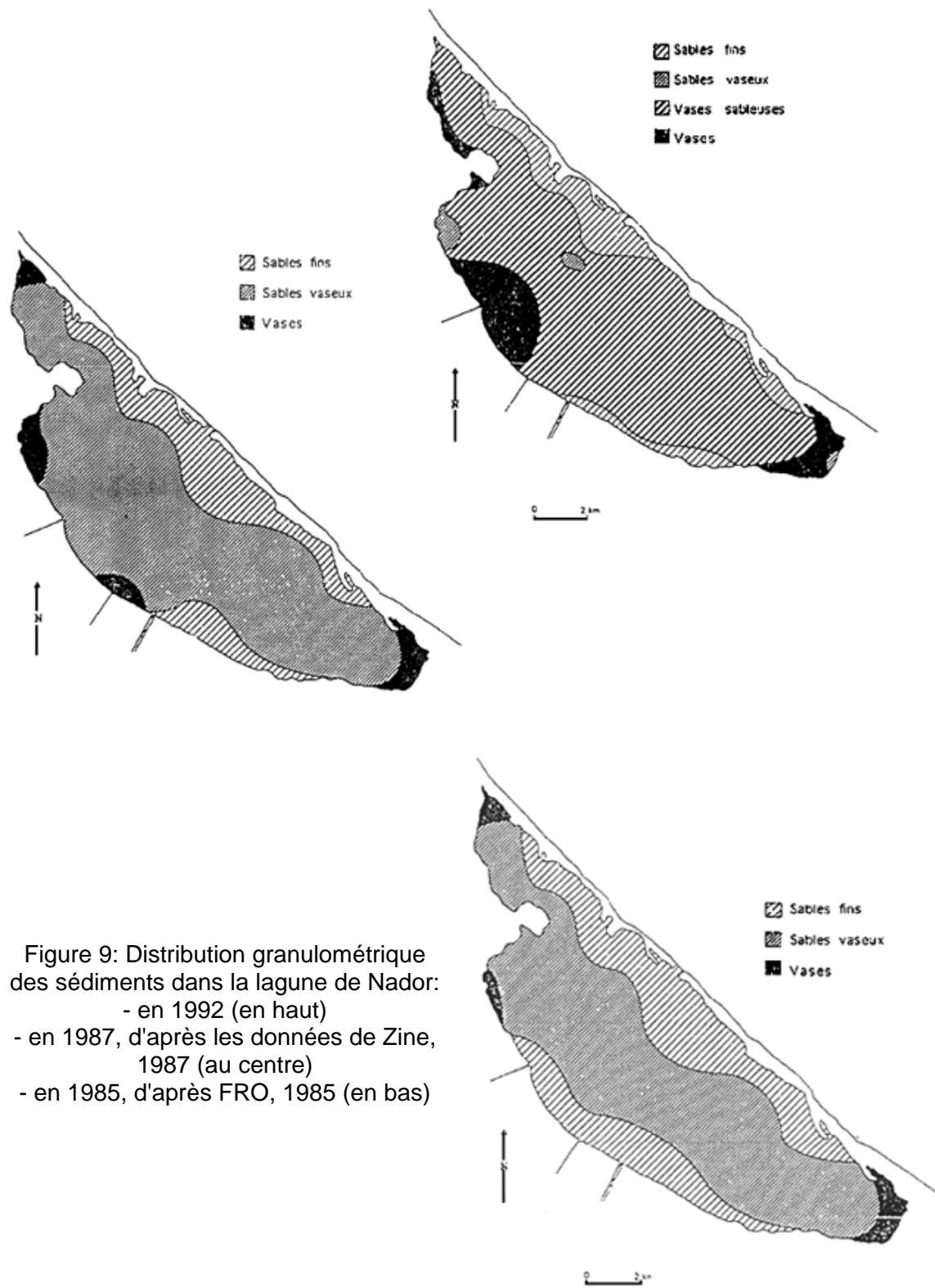


Figure 9: Distribution granulométrique des sédiments dans la lagune de Nador:
 - en 1992 (en haut)
 - en 1987, d'après les données de Zine, 1987 (au centre)
 - en 1985, d'après FRO, 1985 (en bas)

3 - La zone Sud-Est de l'oued Selouane et la bordure du Lido: ces deux zones reçoivent, certes, du matériel sédimentaire différent, mais semblent se comporter de la même manière. Dans la région de l'embouchure de l'oued Selouane les apports sont d'origine détritique terrigène. La zone du Lido quand à elle bénéficie d'un apport sableux marin. Ces apports sont réduits au fur et à mesure que la passe se ferme.

4 - La zone de Kariat: c'est une des zones les plus confinées de la lagune. Elle est caractérisée par un enrichissement des sédiments en fraction fine et en matière organique.

5 - La partie interne ou centrale: elle couvre l'essentiel de la lagune, elle représente la zone la plus profonde (5 à 7m). Les taux de fraction fine varient de 64 à 80%, ceux de la matière organique varient de 4 à 10,6%. Ces deux valeurs représentent des taux moyens par rapport au reste des sédiments de la lagune.

L'étude de la minéralogie des argiles a permis de préciser l'origine et l'évolution du matériel sédimentaire intralagunaire.

Ainsi, dans les zones 1 et 2, les sédiments sont riches en smectite (50%) (Irhzy, 1987) qui à une double origine: un héritage du massif du Gourougou et une néoformation sur place, puisque ce secteur est faiblement drainé. Les familles argileuses (illites, chlorites, kaolinites et interstratifiés) sont présentes avec des taux variant de 10 à 15%.

Les zones 3 et 5 sont caractérisées par un taux de smectite largement supérieur aux taux d'illites (respectivement 50% et 25%). Cependant, dans les oueds qui apportent le matériel terrigène (zone 3) il y a un enrichissement en illite.

La zone 4 est par contre caractérisée par une prépondérance d'illites par rapport aux smectites. Ces illites seraient héritées du massif des Kebdana.

A-4: Sédiment et microfaune:

La lagune de Nador est caractérisée par une sédimentation détritique très active résultant des deux types d'apports: marin et continental. De plus, les conditions hydrodynamiques ont une évolution spatio-temporelle rapide qui semble essentiellement gérée par l'ouverture et la fermeture de la passe. Il en résulte l'installation d'un peuplement faunistique caractéristique.

Les foraminifères sont à la fois riches en espèces et en nombre d'individus (Irhzy, 1987); en effet, chaque biotope intralagunaire est caractérisé par sa diversité spécifique propre, au niveau des foraminifères, et au niveau des ostracodes même s'ils sont moins bien représentés. Cependant, les foraminifères semblent mieux s'adapter aux brusques changements dans les conditions hydrodynamiques dont la lagune est le siège, comme le confirme la présence de formes tétralogiques au niveau de la bordure continentale de la lagune soumise à un double apport, marin et continental.

+ Analyse quantitative de la microfaune:

Selon les travaux d'Irhzy (1987) on peut distinguer deux types de zones:

- Des zones pauvres en peuplement microfaunistiques (à peu près 300 individus/cc). Elles sont localisées: dans les zones les plus confinées de la lagune, à savoir les deux extrémités NW et SE, et la partie centrale; et dans les zones limitrophes continentales soumises aux apports détritiques terrigènes, ce qui provoque une sédimentation rapide et une augmentation de la turbidité;

- Des zones riches en peuplements microfaunistiques (de 3 000 à 10 000 individus/cc). Ce sont de zones qui bénéficient d'un renouvellement régulier des eaux grâce soit à la proximité de la passe, soit aux courants intralagunaires. C'est le cas des zones allant de la bokhana à la colline d'Atalayoune et des régions limitrophes allant du Lido jusqu'à la bordure continentale mais assez loin quand même des apports terrigènes.

+ Associations de foraminifères: répartition et intérêt écologique:

Les observations portent sur des tests dont on ignore s'il s'agit de biocénoses ou de tanathocénoses (Irhzy, 1987). On distingue cependant dans la lagune trois groupes:

a - Les formes euryhalines:

Il s'agit de certaines Miliolidae (*Triloculina rotunda*, *Quinqueloculina compressa*), des Rotaliidae (*Ammonia tepida*) et des Elphidiidae (*Gribbronion gunteri*, *Protelphidium anglicum*).

Ce groupe représente environ 70% de la population microfaune de la lagune. On le trouve essentiellement dans les zones pauvres en peuplements microfaunistiques citées ci-dessus.

b - Les formes marines littorales assez peu euryhalines:

Bien que ces faunes soient originaires du milieu marin franc, on peut les trouver dans les lagunes notamment dans celle de Nador qui communique avec la mer, avec un taux de renouvellement des eaux important. Les formes typiques rencontrées sont: *Massilina secours*, *Bolivina variabilis*, *B. spathula*, *B. transliceus* et *Planorbulina mediterraneensis*. Ce groupe représente 10 à 12% du peuplement lagunaire et on le rencontre dans les deux extrémités NW et SE de la lagune. Ceci montre que ces zones, malgré leur isolement, sont soumises à des apports marins par le déferlement sur le Lido ou à travers le cordon littoral.

c - Les formes strictement marines (stenohalines):

Il s'agit par exemple de: *Amphocoryan catesbyi*, *Spiroplectamina wrightii*, *Rectuvigerina phlegeri*, *Globigerina bulloides*, *G. inflata* etc...). Ce troisième groupe est représenté par un très petit nombre d'individus dans la lagune, essentiellement dans la zone longeant le Lido qui est en fait la zone lagunaire la plus influencée par les apports marins.

d - Conclusion

D'après les travaux de Levy (1979) sur des milieux margino - littoraux du golf de Lion (France) et en Tunisie, il s'avère que seules les formes euryhalines subsistent car les conditions du milieu sont assez variables dans le temps et dans l'espace. C'est le cas de la lagune de Nador dont les conditions hydrochimiques et géochimiques sont tributaires en grande partie de l'état de fermeture - ouverture de la passe.

+Les ostracodes:

L'analyse des associations des ostracodes (Irhzy, 1987) montre que celles-ci dépendent des conditions locales intralagunaires ce qui à permit de distinguer plusieurs zones.

- **Les extrémités NW et SE de la lagune:**

L'examen de l'ostracofaune montre que le milieu est à affinité marine accusée. La présence de valves d'ostracodes cassés ne peut s'expliquer que par les courants et

le marnage intralagunaire. Ces derniers diminuent le degré de confinement, malgré l'éloignement de la bokhana ce qui a permis l'installation d'une microfaune assez diversifiée. (*Cyprideis torosa*, *Loxoconcha turbida*, *Aurila woodwardii*, *Loxoconcha avellana*, etc...).

- **La bordure continentale:**

La faible diversité des Ostracodes dans cette station peut s'expliquer par l'intensité des apports due aux crues des dépôts détritiques provenant du bassin versant : (*Callistocythere gr. littoralis*, *Leptocythere lagunae*, *Loxoconcha beirdi*, *Cytherois aff. uffenordei*, etc...).

- **La zone de la passe et du Lido:**

L'association des Ostracodes rencontrée dans cette zone est assez diversifiée.

L'abondance des herbiers permet à la microfaune de se mettre à l'abri des courants perturbateurs, ce qui explique cette diversité. En outre, l'association indique une salinité de l'écosystème lagunaire proche de la normale. (*Cyprideis torosa*, *Aurila woodwardii*, *Aurila convexa*, *Lyptocythere lagunae*, *Loxoconcha turbida*, *Loxoconcha rhombordea*, etc...).

- La zone centrale de la lagune:

Elle présente des répartitions spatiales différentes. En effet, dans les zones balayées par les courants l'assemblage faunistique est important (*Cyprideis torosa*, *Loxoconcha avellana*, *Leptocythere lagunae*, *Aglaiocypris camplanata*, *Loxoconcha turbida*, *Loxoconcha rhomboïdea*, etc...). Par contre dans les zones profondes où la courantologie est faible (ombilic) ainsi que près des zones de rejets d'eau usée, la population est quasi-manospécifique. On constate un comportement opportuniste de l'espace *Loxoconcha turbida*.

+ L'analyse isotopique des *Cerastoderma glaucum*:

Ce Mollusque est très abondant dans les milieux margino-littoraux actuels. C'est une espèce très euryhaline souvent associée avec des Foraminifères liés à l'habitat margino-littoral. (*Ammonia tepida*, *Griboelphidium lidoense*, etc...).

La valeur de composition isotopique (SO 18, S C13), obtenues à partir des tests carbonatés provenant des stations régulièrement espacées dans la lagune montrent d'importants écarts (S O18 varie de + 0,55‰; S C13 varie de + 1,56 à + 2,22‰; les valeurs les plus élevées se trouvent dans les zones les plus profondes constituant évoluent différemment selon les facteurs locaux (effets de la passe, courants, eaux continentales, matière organique etc...).

+ Conclusion

Il apparaît d'après les différentes études sédimentaire, géochimique, microfaunistique et isotopique que la lagune de Nador est un milieu hétérogène soumis à des conditions hydrodynamiques, sédimentaires et anthropiques variables dans l'espace. Ainsi, on peut définir cinq unités à évolution différente:

- la zone de la passe et du Lido: caractérisée par des apports sableux d'origine marine, une masse d'eau à haute influence marine et une richesse faunistique;
- une zone centrale: qui présente un développement complexe selon les endroits. En effet, dans les zones balayées par les courants, les conditions hydrochimiques et faunistiques ressemblent à celle du Lido. Par contre, dans la zone

d'ombilic, la sédimentation est essentiellement organique et la faune est presque absente (composition monospécifique).

- La bordure continentale: c'est une zone dominée par les apports sablo-limoneux continentaux terrigènes, cette sédimentation rapide entraîne une réduction de la faune.

- Les extrémités NW et SE: elles se caractérisent par un isolement des courants dû à la géomorphologie de la lagune. Cependant, la faible hauteur de la flèche littorale entraîne des débordements des eaux marines, ce qui permet un rafraîchissement des eaux et explique la diversité microfaunistiques (Irhzy, 1987). Cependant, ces zones restent les plus confinées de la lagune (Guelorget et al., 1987).

- Les zones d'Atalayoune (ferme aquacole) et de la station d'épuration: ces zones ont commencé à prendre de l'importance depuis 1987. Elles sont caractérisées par une fraction fine élevée (> à 80%) et des teneurs de matière organique importantes (20%). Ce sont les zones de la lagune les plus touchées par l'action anthropique.

L'étude de la matière organique fossilisée dans les sédiments a montré que celle-ci présente des réactions d'humifications très rapides, ce qui traduit son évolution dans un milieu plutôt oxique, régi par une intense activité microbienne et bactérienne (El Alami, 1994). Une grande partie de la matière organique est biodégradée dans l'eau ou à quelques centimètres ou décimètres de surface, provoquant à la fois la libération des éléments chimiques simples dans le milieu et la polymérisation du matériel organique. Ces réactions de polycondensations et d'insolubilisations font que l'essentiel de la matière organique incorporée au sédiment est sous forme d'acide humique et d'humine.

Dans son ensemble, la matière organique associée aux sédiments récents de la lagune de Nador est de composition homogène, elle est enrichie en groupement carboxyliques et en noyaux aromatiques (origine continentale ligneuse).

B - Hydrologie

B-1: Les courants:

Dans le bassin, la dérive périlittorale est de sens dextre (Fig. 10) (Guelorget et al., 1986) et entraîne une lente rotation de la masse d'eau dans le même sens. Celle-ci jointe aux échanges avec la mer par l'intermédiaire de la bokhana (et probablement par des infiltrations à travers le Lido) explique la faible différence de la salinité entre la lagune et la mer en période d'ouverture de la passe.

Toutefois, au fur et à mesure que la bokhana se colmate, les échanges avec la mer diminuent et l'intensité du courant intralagunaire induit par la dérive périlittorale s'atténue.

Cependant, la masse d'eau présente des teneurs en oxygène dissout assez importantes (8 à 10 mg/l en surface et 4 à 8 mg/l au fond), ce qui témoigne de l'existence d'un brassage important dû à des courants giratoires induits par les vents du NW et du SE qui constituent près de 56% de l'ensemble des mouvements annuels (Guelorget, comm. orale).

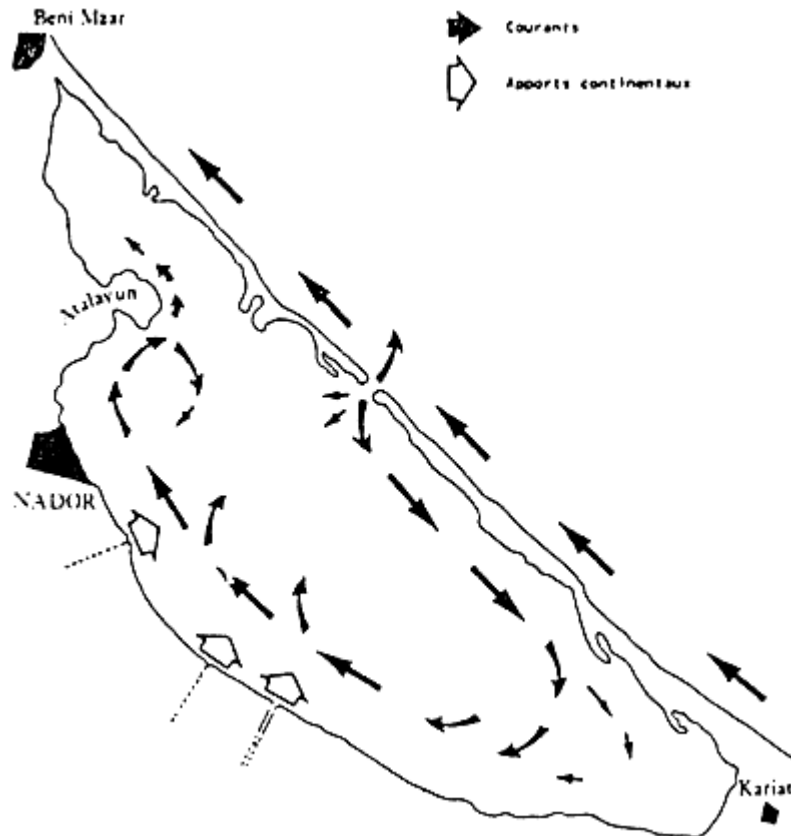


Fig.10 - Les déplacements des eaux dans la lagune de Nador (flèches noires) et l'emplacement des apports continentaux (flèches blanches).

- Water motions (black arrows) in Nador lagoon and location of continental inputs (white arrows).

B-2: Leseaux :

a - La température :

Les variations de la température des eaux de la lagune de Nador suivent étroitement les variations de la température atmosphérique. Le minimum thermique se situe en Janvier (T° des eaux de surface : 14°C) et le maximum est atteint en Juillet ($28,2^{\circ}\text{C}$ dans les eaux de surface) (Fig. 11),

Le température sur l'ensemble du bassin est relativement homogène tant en surface-ju'au fond

b - Le pH ;

Les variations de pH sur l'ensemble de l'écosystème, tout au long de l'année sont faibles, le pH reste compris entre 8 et 8,9.

c - La salinité :

Actuellement (jusqu'à 1994), la salinité des eaux de la lagune varie entre 39,5 et 43,5‰ au cours du cycle annuel. Elle présente deux minimums, l'un en Janvier et l'autre en Avril qui correspondent aux deux périodes de pluviométrie marquée. De Juin à Décembre, la salinité dépasse 40‰ dans la majeure partie du bassin, ce qui confère à ce milieu paraît-il un caractère sursalé. Cette situation peut être une conséquence

directe, d'une part de la fermeture de la passe, et d'autre part, des conditions climatiques (fortes insulations associées aux régimes de brise permanents provoquant une évaporaticxi intense) (Fig. 12).

Les eaux lagunaires présentent des lentilles d'eau légèrement déssalée dues au moms en partie à une contamination par la nappe phréatique de Bou Areg dont le plateau a une épaisseur de 1 mètre au niveau de la lagune, et dont l'épaisseur est supérieur à 60 mètres.

d - Oxygène dissous :

Les valeurs d'oxygène dissous au cours de l'année sont comprises entre 5 et 11,2 mg/l Le minimum se situe au mois de septembre et le maximum au mois de Décembre-

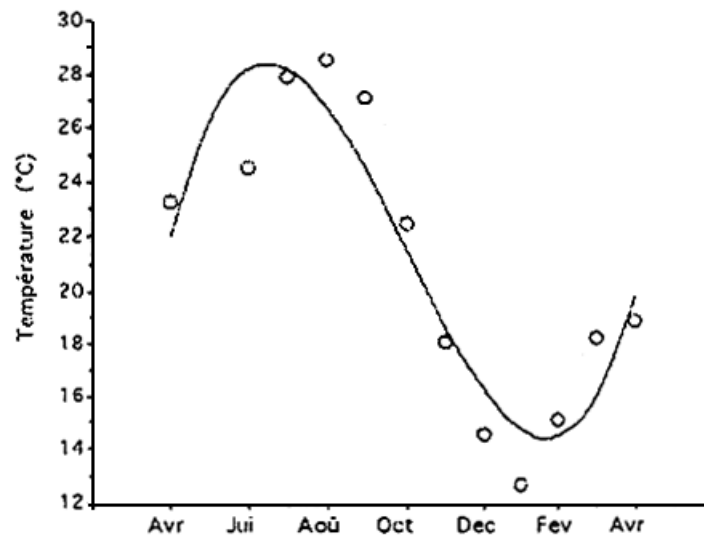


Figure11: Evolution annuelle de la température des eaux de la lagune de Nador en 1992-1993

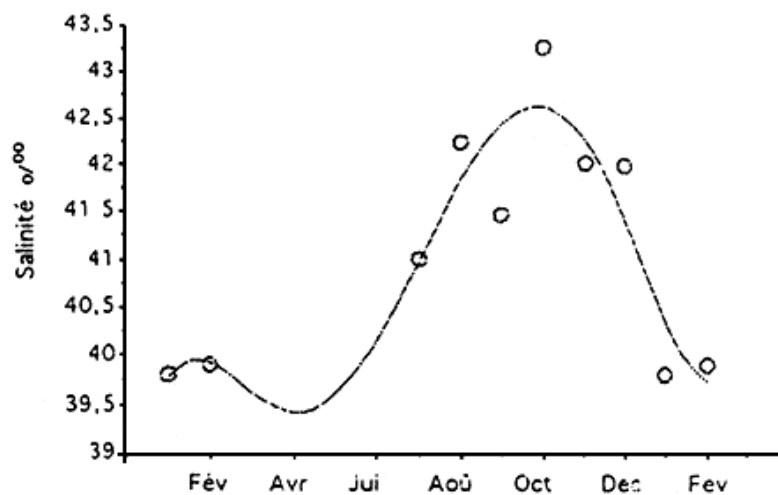


Figure 12: Evolution annuelle de la salinité des eaux de la lagune de Nador en 1992 – 1993

Les valeurs d'oxygène dissous sont importantes dans les eaux de fond, augmentation certainement liée à la présence d'herbiers à *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltii* et *Caulerpa prolifera* présents sur une grande partie du bassin.

e - Les éléments nutritifs (Azote et phosphore):

Les teneurs maximales (0,08 mg/l) se situent en automne (Octobre et Novembre) pour les orthophosphates, et en hiver pour les nitrates (jusqu'à 25 mg/l en Décembre – janvier). En effet, en automne commencent à souffler les vents du sudouest, vents violents qui permettent une remise en suspension des sédiments, par brassage des eaux. Les teneurs de phosphore s'élèvent alors pour baisser en Hiver (compléxation avec la fer et la calcium, absorption sur les particules en suspension; Dafir: travaux en cours):

Les éléments azotés par contre (d'origine intralagunaire et/ou bassin versant) atteignent leur maximum en hiver (faible consommation alguale et remise en suspension à partir des sédiments).

Au printemps et en été, les teneurs des éléments nutritifs baissent (développement phytoplanctonique important).

C - Les peuplements phytoplanctoniques

C-1: Composition spécifique:

Depuis 1986, aucun travail exhaustif, à notre connaissance, n'a été effectué sur les peuplements phytoplanctoniques et leur dynamique, surtout au début des années quatre vingt dix afin d'avoir assez de recul pour faire une étude évolutive. Nous nous limiterons donc à la description faite à cette date tout en soulignant que des bouleversements au niveau de la structure de ces peuplements ont eu sans doute lieu car la lagune a subit des contraintes climatiques, hydrodynamiques et sédimentaires très importantes.

D'après Guelorget et al., (1986), la richesse taxonomique oscille entre 7 et 15 selon les stations. Le groupe le plus représenté (en nombre d'espèces) est celui des Dinoflagellés armés.

Les taxons présents sont, pour la plupart, typiques de la province neritique du domaine océanique; s'y ajoutent des espèces habituelles du domaine paralique (*Nitzschia closterium*, *Peridinium trochoïdeum*).

L'ensemble du peuplement est caractéristique des bassins paralique peu confinés (ce que confirme l'absence de cyanophycées planctoniques) (Frisoni, 1984).

La répartition spatiale des espèces présente une certaine zonation ainsi :

- Les Dinoflagellés (*Ceratium furca*, *Dinophysis sacculus*, *Procoentrum micans*) sont présents partout, en particulier le long de la rive continentale;
- Les Diatomées centriques (*Chaetoceras* sp. et *Rhizosolenia* sp.) se développent essentiellement dans la partie centrale;
- Les groupes nanoplanctoniques (*Cryptophyceae*, *Chlorophyceae*) dominent surtout aux extrémités du bassin où ils sont accompagnés par des Diatomées pennées (*Nitzschia closterium*).

Ainsi, jusqu'à 1986 au moins, le bassin était faiblement confiné mis à part les deux extrémités NW et SE et la zone d'Atalayoune (où l'on a installé la ferme aquacole)

caractérisées par la présence d'espèces indicatrices d'une stagnation des eaux (Naviculales, Diatomées pennées, Dinoflagellés, Nanoflagellés...)

C-2 : Biomasse chlorophyllienne :

En se référant aux travaux de Frisoni (1984) sur les bassins paraliques Péri-méditerranéens, la biomasse phytoplanctonique est relativement élevée surtout durant les phases de croissance (printemps et été)(Lefebvre et al., 1995).

En effet dans les eaux de surface, la biomasse phytoplanctonique (Fig.13) est globalement comprise entre 0,3 et 2,5 mg chl.a/m³. Dans les eaux de fond, les valeurs se répartissent entre 0,6 et 2,6 mg chl.a/m³ (Fig. 14). Les taux de phéophytine, élevés sur l'ensemble de la masse l'eau, indiquent un renouvellement des eaux de l'écosystème relativement faible (Fig.15).

La fermeture du système - passe entraîne un confinement progressif des eaux de la lagune qui favorise l'assimilation chlorophyllienne et explique l'établissement de fortes biomasses.

Figure: 13 Répartition des teneurs (mg/m³) en chlorophylle a dans les eaux de surface de la lagune de Nador, le 08/06/1993

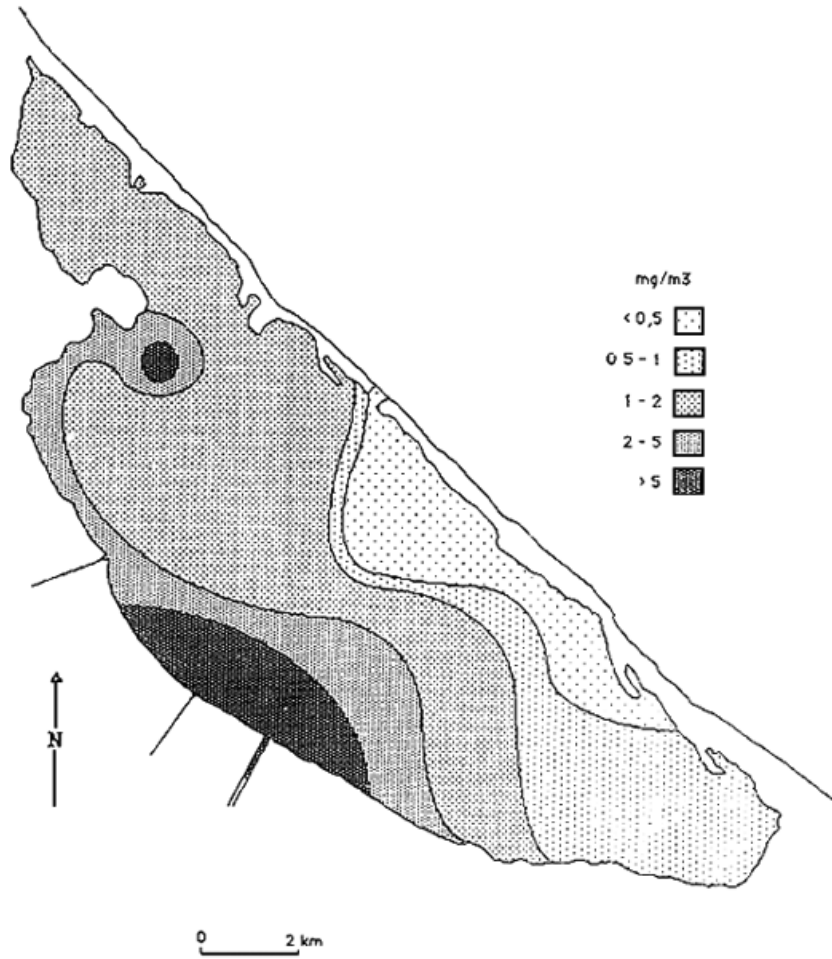


Figure: 14 Répartition des teneurs (mg/m³) en chlorophylle a dans les eaux de fond de la lagune de Nador, le 08/06/1993

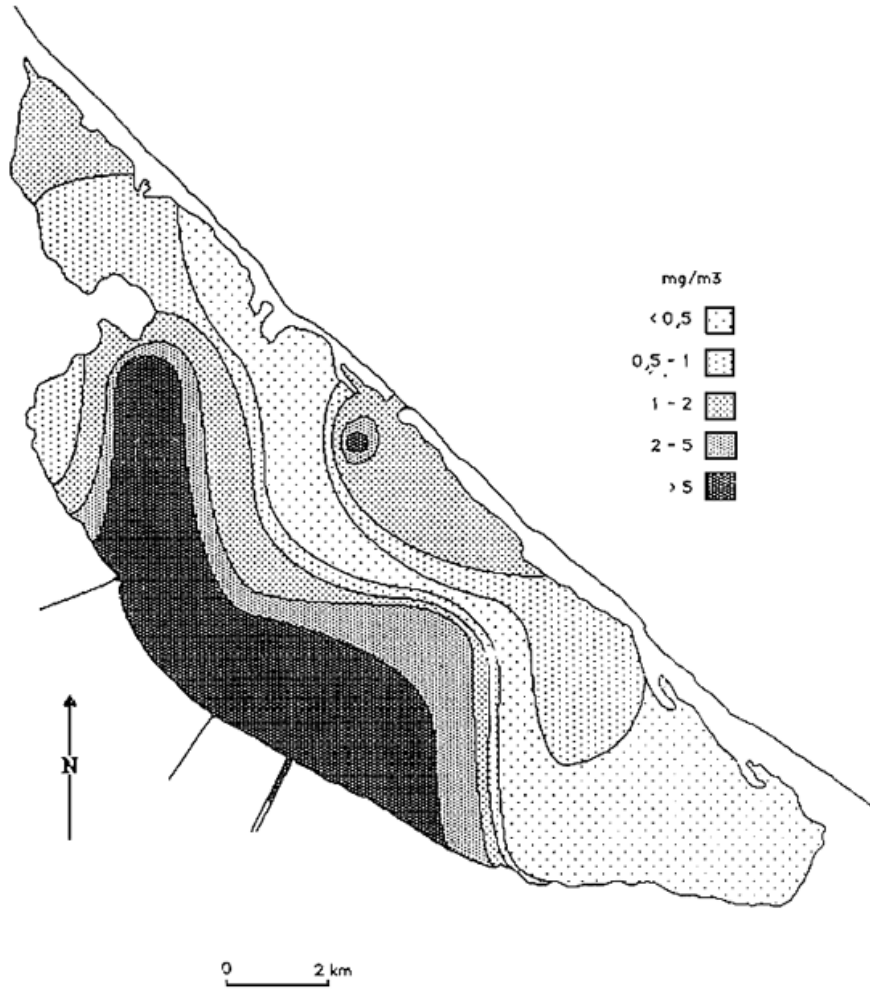


Figure: 15 Répartition des taux (%) de phéophytine a dans les eaux de surface de la lagune de Nador, le 06/06/1993



Les plus forts blooms planctoniques (durant le printemps et l'été) caractérisés par des valeurs comprises entre 12 et 29 mg chl.a/m³ sont localisés au niveau de l'Atalayoune (ferme aquacole), de la bordure continentale (apport d'eaux usées et d'eau douce riche en fertilisants) et de manière moins sensible au voisinage de la communication avec la mer. IL semble donc que ces blooms ont des origines différentes,

Les valeurs de biomasse sont peu élevées (de 34 à 47 g/m³), ceci nous amène à considérer la lagune de Nador parmi les milieux lagunaires méditerranéens les moins productifs et proches des systèmes marins ouverts (Guelorget et al., 1986), ce qui situe une grande partie du bassin en zones IL (Guelorget et Perthuisot, 1983). Cependant cette situation reflète celle de 1986. Il est bien évident que depuis lors, la lagune de Nador a subi plusieurs modifications. L'évolution globale de la lagune depuis 1982 sera traitée au chapitre III. 2.

D-les peuplements benthiques

D-1: La macroflore

La majorité des fonds de la lagune est tapissée d'un vaste herbier mixte à *Cymodocea nodosa* et *Caulerpa prolifera* qui trouve son développement maximal dans toute la zone centrale. La biomasse par mètre carré peut atteindre 1025 g(poids sec) (Guelorget et al., 1986) (Fig. 16).

Dans les deux extrémités NW et SE de la lagune, ces herbiers sont remplacés par *Ruppia spiralis*, espèce strictement paraliq (Guelorget et al., 1983; Perthuisot et al., 1983). On observe alors l'apparition et la prolifération d'algues Chlorophycées (Ulves et Enthéromorphes) le long des rives.

Les zones dépourvues d'herbiers sont peu étendues et limitées au débouché de la passe et le long de la rive continentale (zone à forte sédimentation). Actuellement, d'autres zones sont dépourvues d'herbiers telle que celle d'Atalyoune (influence de la ferme aquacole). Dans la zone centrale (zone II), les herbiers apparaissent clairsemés et épiphyté par les épibiontes (Balanes, Bryozoaires, Ascidies) qui caractérisent des milieux plus riches en matière organique.

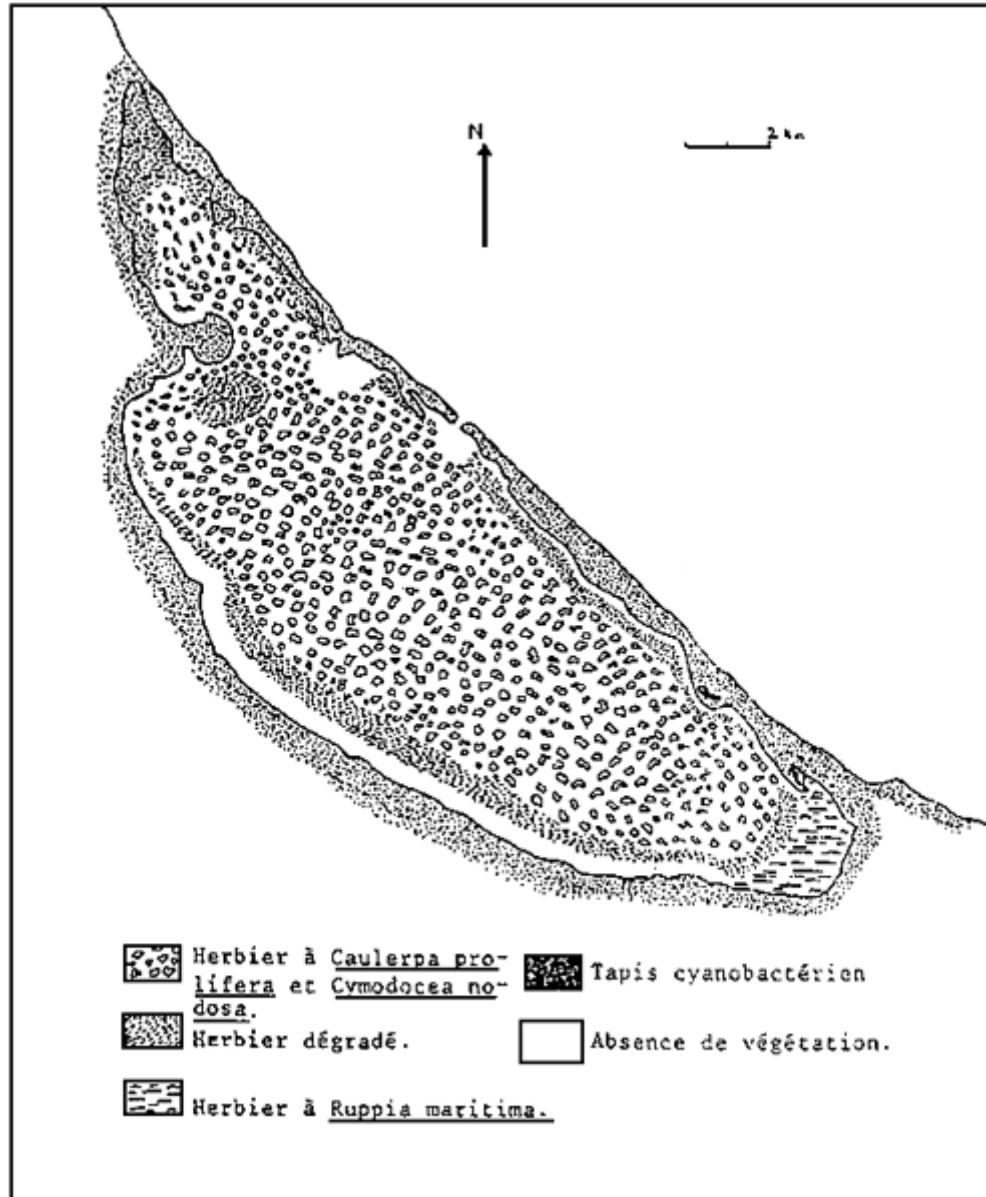


Fig. 16 REFARTITION DES HERBIERS DANS LA LAGUNE DE NADOR. (D'après le rapport de la F.A.O., 1985.)

D-2: La macrofaune:

Selon les travaux de Guelorget et al. (1986), la répartition spatiale de la macrofaune est étroitement liée à celles des herbiers. En effet, dans les zones d'herbiers à *Cymodocea nodosa* et à *Caulerpa prolifera*, on retrouve une macrofaune thalassique riche et diversifiée, qui est surtout marquée par la présence d'Echinodermes (groupe particulièrement sensible au confinement et qui disparaît dès que l'on pénètre dans le domaine paraliqum proprement dit) (Guelorget et al., 1983) et d'Ophiures (*Holothuria polii*, *Cucumaria planki*.etc.), ce qui témoigne d'une influence marine prépondérante sur ce vaste herbier (Fig.17+Tableau I)

L'endofaune du sédiment est représentée principalement par les polychètes (*Lumbriconereis impatiens*, *Harmothoe spinifera*, *Nereis caudata*,...etc...) et les Mollusques (*Dentalium* sp., *Lucina Fragilis*, *Abra alba*, ...etc....)

La faune vagile est constituée essentiellement de Gastéropodes brouteurs tels que: *Murex brandaris*, *Murex trunculus*, *Cerithium vulgatum* et *Macra corallina*. Ces espèces se trouvent même le long de la rive continentale de la lagune, ce qui indique que le confinement est relativement faible même dans cette partie de la lagune (situation en 1986)

Dans les zones de transition (qui sont peu étendues) entre les herbiers à *Cymodocea nodosa* et à *Ruppia spiralis* (au NW et au SE de la lagune), les Echinodermes disparaissent au profit d'espèces mixtes caractéristiques d'un confinement modéré comme les polychètes: *Glycera convoluta*, *Nephtys honmergii*, et les Mollusques: *Venerupis aurea*, *Venerupis decussata* ...etc...

Les zones d'extrémités (NW et SE) de la lagune, aux herbiers à *Ruppia spiralis*, présentent des peuplements strictement paraliqum, témoins d'un confinement avancé.

Parmi les espèces vagiles, on retrouve des crustacés (*Gammarus* gr. *locusta*, *Corophium insidiosum*,...etc..) et des Mollusques Gastéropodes Hydrobidés.

L'endofaune du sédiment y est principalement représentée par des Mollusques Pélécypodes (*Cerastoderma glaucum*, *Abra ovata*), le polychète: *Nereis diversicolor*, et des larves de Chironomidae.

Les tapis cyanobactériens sont localisés uniquement dans des diverticules situés le long de la partie sud du lido, dans ce cas seuls quelques Gasteropodes brouteurs subsistent (*Hydrobia* sp.).

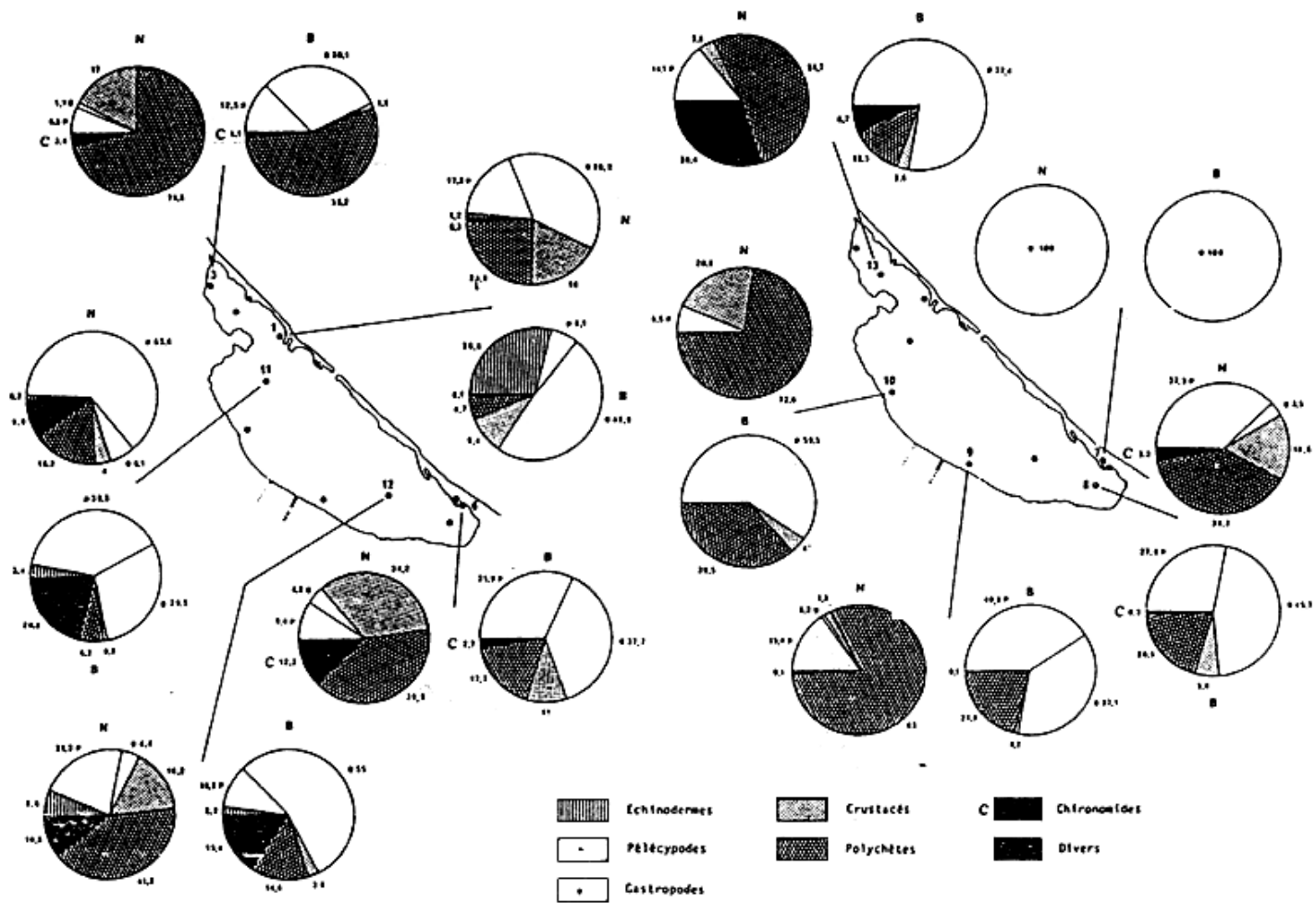


Fig 17 - Dominances numéree (N) et pondéralea (B) des divers groill\, caxonomiques de la macrofaune benthique.
 - Numeral (N) and weight (B) dominances of the different taxonomic groups of the macrobenthofauna.

| STATION | 1 | | 8 | | 9 | | 10 | | 3 | |
|--------------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
| | Densité | Biomasse | Densité | Biomasse | Densité | Biomasse | Densité | Biomasse | Densité | Biomasse |
| Echinodermes | 70 | 7,603 | | | | | | | | |
| Péléypodes | 1060 | 2,127 | 1960 | 9,360 | 5550 | 19,159 | 130 | 0,799 | 630 | 1,57 |
| Gastéropodes | 2320 | 12,914 | 180 | 15,362 | 60 | 17,406 | | | 110 | 3,776 |
| Crustacés | 1090 | 2,490 | 870 | 1,967 | 480 | 0,072 | 420 | 0,054 | 1670 | 0,142 |
| Polychètes | 1510 | 1,231 | 2050 | 6,901 | 29970 | 10,296 | 1460 | 0,489 | 7000 | 6,937 |
| Chironomides | - | - | 170 | 0,012 | - | - | - | - | 340 | 0,135 |
| Divers | 20 | 0,022 | - | - | 30 | 0,017 | - | - | - | - |
| TOTAL | 6070 | 26,387 | 5230 | 33,602 | 36090 | 46,950 | 2010 | 1,342 | 9750 | 12,561 |
| STATIONS | 11 | | 12 | | 13 | | 6 | | 7 | |
| | Densité | Biomasse | Densité | Biomasse | Densité | Biomasse | Densité | Biomasse | Densité | Biomasse |
| Echinodermes | 10 | 0,914 | 90 | 0,087 | - | - | - | - | - | - |
| Pélécy-podes | 2710 | 10,527 | 290 | 0,408 | 410 | 6,199 | 970 | 3,179 | - | - |
| Gastéropodes | 260 | 7,901 | 60 | 2,201 | - | - | 430 | 3,754 | 2340 | 3,229 |
| Crustacés | 170 | 0,210 | 220 | 0,104 | 110 | 0,208 | 3540 | 0,997 | - | - |
| Polychètes | 690 | 1,664 | 560 | 0,586 | 1500 | 1,064 | 4130 | 1,767 | - | - |
| Chironomides | - | - | - | - | - | - | 1270 | 0,261 | - | - |
| Divers | 420 | 5,582 | 140 | 0,619 | 880 | 0,536 | - | - | - | - |
| TOTAL | 4260 | 26,798 | 1360 | 4,005 | 2900 | 8,007 | 10340 | 9,958 | 2340 | 3,229 |

Tableau- I

La diminution du nombre d'espèces suit rigoureusement le trajet des courants à partir de la passe, o'est-à-dire le gradient de confinement (Fig 18 et 19)

Les valeurs de biomasse sont peu élevés (de 34 à 47g/m²), ceci nous amène à placer la lagune de Nador parmi les milieux lagunaires méditerranéens les moins productifs et proche des systèmes marins ouverts (Guelorget et al., 1986), ce qui situe une grande partie du bassin en zone II (Guelorget et Perthuisot, 1983).

Actuellement, la lagune présente un degré de confinement plus important mais sans grandes modifications de l'organisation générale du système.

Cependant, la lagune présente aujourd'hui une diminution de la diversité biologique tout en préservant les détritivores et les espèces indiquant un enrichissement en matière organique (exemple: la disparition en zone II des astérides et des holothurides)

Il faut noter également la prolifération des tapis cyanobactériens dans les zones extrêmes au NW et au SE.

E-Les activités anthropiques

La lagune de Nador subit des pressions anthropiques importantes vu sa position géographique et son intérêt économique. Plusieurs secteurs contribuent à la dégradation de ce site naturel

E-1: L'augmentation de la population de la province de Nador:

La densité de la population de la province de Nador avoisine actuellement 120 hab/km², elle dépasse de loin la moyenne au Maroc. Malgré les baisses sensibles des taux de croissance annuelle constatés lors des recensements de 1960, 1971 et 1982 et qui sont passés de 2,4% à 1,76% pour les deux périodes 60–71 et 71–82, ils demeurent en deçà de la moyenne nationale qui est de 1,45%.

La population totale de la province de Nador était de 593 255 habitants suivant le recensement de 1982.

La population urbaine du Grand Nador est estimée en 1989 à 184200 habitants dont 112500 à Nador même, 17100 à Beni Ansar, 9200 à Selouane et 2200 à Kariat

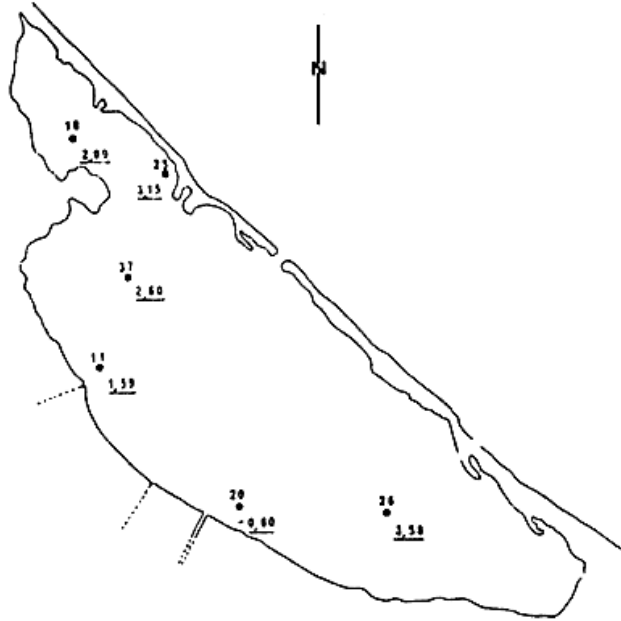


Fig. 18 - Richesse spécifique et diversité (valeurs soulignées) de la macrofaune benthique. L'indice de diversité de Shannon a été calculé sur les effectifs.

- Specific richness and diversity (underlined values) of the benthic macrofauna. The diversity index has been calculated after the total strength.

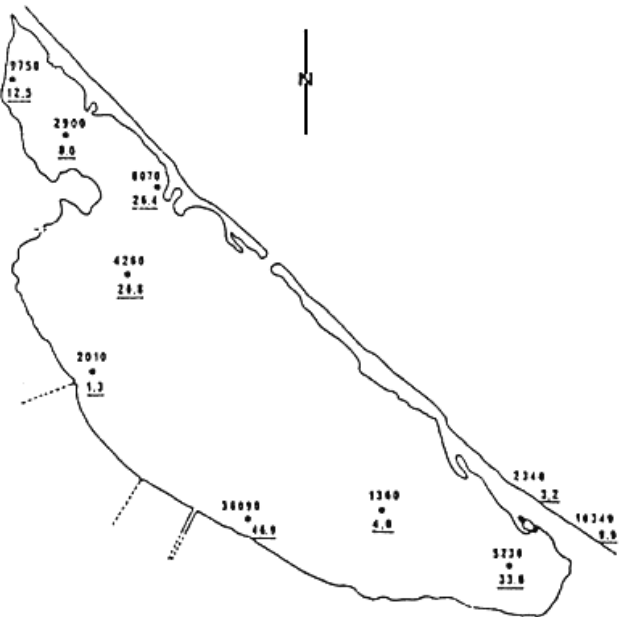


Fig. 19 - Densité (en nombre d'individus / m²) et biomasse (g / m² nombres soulignés) de la macrofaune benthique.

- Density (individuals number per m²) and biomass (g/m², underlined values) of the macrobenthofauna

Le développement de Nador ne s'est pas fait de manière régulière et ordonnée, la ville s'est étalée sur les plaines avoisinantes d'une manière rapide (ce qui témoigne du dynamisme et du rôle attractif de Nador). Cette urbanisation se fait d'une façon anarchique rendant très difficile les opérations d'équipement en infrastructure (eau, assainissement etc...)

L'économie urbaine de Nador repose principalement sur les transferts de devises par les travailleurs marocains à l'étranger et sur les activités commerciales et administratives. Le secteur tertiaire prend à lui seul 70% environ des emplois offerts. Le secteur minier (fer et baryte), malgré son ancienneté ne semble pas encore enregistrer les résultats escomptés. Actuellement, l'activité industrielle est destinée à un essor important pour l'économie de la région par l'installation, entre autres, d'un complexe sidérurgique (SONASID), du port de Beni Ansar et d'une ferme aquacole (MAROST).

Toutes ces données montrent que la ville de Nador est en plein essor économique. Cette situation ne peut qu'accentuer la pression anthropique sur la lagune. De plus, l'urbanisation anarchique facilite les écoulements d'eau de ruissellement et l'érosion du bassin versant, d'où des apports terrigènes importants vers la lagune.

E-2: Les apports continentaux:

Ils sont acheminés vers la lagune par le biais de l'oued Selouane, des canaux d'irrigations, des rejets urbains et des eaux de ruissellement. Selon le Centre International de Formation et d'Echanges Aérologique (1982), 19.106 m³/an d'eau douce sont évacués de la plaine de Bou Areg vers la lagune. Ces apports continentaux peuvent constituer des sources polluantes pour la lagune, particulièrement les rejets urbains.

E-3 : Rejets urbains et assainissements:

La ville de Nador dispose actuellement d'un réseau d'assainissement de type unitaire qui intéresse plus particulièrement le centre de la ville et quelques quartiers périphériques. La capacité de ce réseau demeure insuffisante en égard à l'importance des eaux de ruissellement que déferlent les collines entourant le centre lors des averses intenses que connaît la région de temps à autre.

En ce qui concerne les eaux usées, 70% environ des ménages sont branchés au réseau, les autres évacuent les eaux usées dans des puits individuels à fond perdu.

Les eaux usées de la ville de Nador avant d'être évacuées dans la lagune, sont soumises à un traitement biologique basé sur le principe des boues activées dans une station d'épuration.

Cette station joue vraisemblablement un rôle important dans la diminution de la pollution mais reste toutefois inefficace.

Dans ce sens, plusieurs défaillances ont été évoquées (Badissy, 1985):

- Le traitement biologique n'est suivi d'aucun contrôle physico-chimique ou microbiologique;
- Les eaux épurées ne font l'objet d'aucune opération de désinfection;
- Les coupures du circuit électrique et les défaillances des systèmes électromécaniques mettent en mauvais état la qualité du traitement.

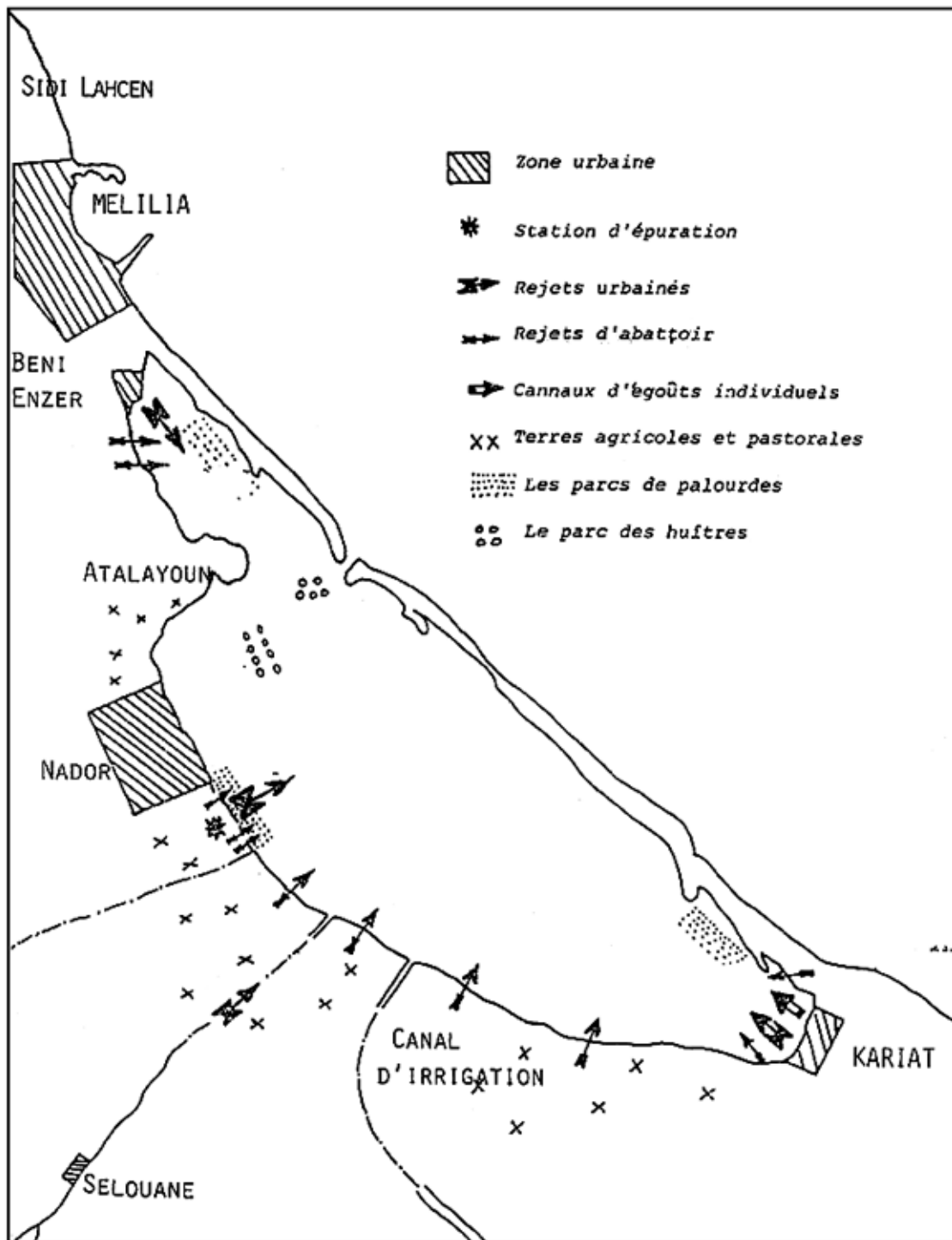
La lagune reçoit aussi les eaux usées non traitées des centres urbains de Selouane, de Mont-Aroui, de Kariat, des égouts de certains quartiers de la ville et de

quelques constructions isolées du centre de Beni Ansar. Une dizaine de canaux d'égouts individuels entre la ville et la station d'épuration, non reliés à cette dernière, évacuent directement leurs contenus dans la lagune. De même, celle-ci reçoit les rejets de l'abattoir de Kariat, qui fonctionne trois jours par semaine.

La zone industrielle de Selouane dont une première tranche de 14 ha est déjà réalisée, dispose d'un réseau d'assainissement dans un état de fonctionnement satisfaisant mais qui déverse les eaux brutes directement dans l'oued Selouane qui s'écoule à la lagune.

Au niveau de la lagune de Nador, et au voisinage des lieux d'évacuation des rejets urbains, les eaux montrent un haut niveau de contamination bactériologique (Mabrouk, 1989) (Fig. 20). Près de la station d'épuration, deux pics ont été enregistrés durant les périodes où la station d'épuration est tombée en panne (Février et Avril 1987). Dans les extrémités NW (Beni Ansar) et SE (Kariat), la pollution bactérienne est permanente mais de faible ampleur, elle serait due aux rejets des eaux usées de certaines agglomérations d'habitats et des rejets de l'abattoir (à Kariat, SE). La période hivernale montre un niveau de pollution relativement important qui peut être dû aux eaux de ruissellement qui véhiculent vers la lagune un grand nombre de germes fécaux.

Fig. 20 : Principales sources de pollution microbienne et l'emplacement des stations d'études



En adoptant la réglementation Française relative au dénombrement d'*Esherichia coli*, l'eau est salubre en mer, à Atalayoune, dans le centre de la lagune et même dans les extrémités NW et SE où la moitié seulement des palourdes est contaminée). Par contre, près de la station d'épuration aussi bien l'eau, le sédiment que les bivalves (palourde) sont de qualité défavorable. D'ailleurs des échantillons de palourde prélevés dans cette zone ont montré la présence de Salmonelles, ce qui montre le danger réel que ces coquilles peuvent présenter s'ils ne subissent pas au préalable un traitement adéquat. Par contre, les staphylocoques présumés pathogènes ont été présents dans les coquillages à des teneurs faibles, non susceptibles de causer des toxi-infections. Le *Vibrio parahaemolyticus* n'a été détecté dans aucun échantillon (Mabrouk, 1989).

E-4 : L'industrie :

L'inventaire de toutes les unités industrielles implantées dans les bassins versants des différents centres a été effectuée par la régie autonome de distribution d'eau et d'électricité (RADEEN) de Nador lors de l'étude d'assainissement du grand Nador en 1989. Ainsi, on a dénombré les unités suivantes:

- 09 unités d'industries mécanique et métallurgique;
- 05 unités liées à l'alimentation (conserverie de poisson, alimentation de bétail, ...etc...);
- 07 unités de briqueterie;
- 03 unités de textile;
- 04 unités de menuiserie;
- 09 unités de mines (exploitation de minerai de fer), d'énergie (mise en bouteilles de butane, et d'exploitation de carrières);
- 04 unités d'abattoirs dont celle de Kariat qui rejette directement les déchets dans la lagune.

L'enquête menée par la RADEEN en 1989 auprès des unités industrielles (et après le résultat d'analyse des échantillons prélevés et leur comparaison avec les normes prescrites dans les cahiers des charges) a conclu que hormis quelques unités en nombre limité qui sont susceptibles d'être polluantes, la plupart de ces unités semblent exercer des activités qui présentent pas de danger apparent pour l'environnement.

Il faut cependant observer le fait que seules les eaux de rejet des unités industrielles raccordées au réseau d'assainissement de la ville de Nador sont susceptibles d'être traités dans la station d'épuration, les autres unités régionales déversent les eaux brutes soit dans des oueds qui vont couler à leur tour vers la lagune (comme celles de Selouane), soit directement dans la lagune (exemple des abattoirs de Kariat)

E-5: L'aquaculture dans la lagune de Nador:

Actuellement, une seule société (MAROST) exploite la lagune en développant une aquaculture de type intensif

* Données concernant la ferme aquacole

* * Historique:

MAROST a été créée en 1983. Le démarrage des activités a été basé au départ sur le captage des naissains d'huîtres. Les essais de collecte des naissains ayant été incertains et aléatoires, une éclosérie coquillages a été créée. Par la suite, il y'a eu une diversification des activités telles que l'activité piscicole (création d'une éclosérie poisson: loup et daurade, en 1989, l'activité péneïde (élevage de crevettes japonaises), l'élevage de palourdes et le stockage des anguilles.

** Réseaux d'activités:

Actuellement, MAROST possède plusieurs unités de production:

+ éclosérie coquillage pour la production intensive de naissains d'huîtres et de palourdes;

+ éclosérie poisson chargée de la production d'alevins de loups et de daurades;

+ éclosérie crevette pour la production de crevettes japonaises;

+ station d'alevins chargée de prégrossissement des alevins pêchés dans les sites naturels;

+ unité anguille chargée de l'achat et du stockage des anguilles;

+ unité de production de matières vivantes. Son rôle est de satisfaire les besoins des écloséries. Ainsi, on dénombre une unité de production d'algues par l'éclosérie coquillage et une unité de production de phytoplanctons et de zooplanctons pour l'éclosérie poisson.

Les secteurs de production concernent essentiellement la pisciculture mais d'autres types d'aquaculture sont également pratiqués dans la lagune de Nador par MAROST.

La production se compose d'une gamme très diversifiée d'espèces nobles: huître plate (*Ostréa edulis*), palourde indigène (*Tapes decussata*), crevette (*Penaeus japonicus*), loup (*Dicentrarchus labrax*), daurade (*Sparus aurata*) et anguilles.

*** La pisciculture:

Cette activité avait pour but d'élargir les activités de MAROST par l'intermédiaire de la pêche naturelle des alevins de Daurade et de Loup qui subissent par la suite un grossissement dans une station d'alevinage. En 1989, l'activité de l'éclosérie poisson a commencé dans le but de produire intensivement des larves.

L'élevage se produit par deux étapes: le prégrossissement en raceways jusqu'à un poids moyen de 5 gr., et le grossissement en cages installées dans la lagune.

Les potentialités de cette activité sont très grandes puisque à raison de 10 Kg de poisson par m³, on peut espérer une production de quelques centaines de tonnes.

*** L'ostréiculture:

Elle est basée essentiellement sur la production intensive en éclosérie de naissains d'huîtres et sur le captage naturel.

Les techniques d'élevage consistent en un prégrossissement des naissains dans des casiers de faible maillage (2 mm). Deux mois après, ils sont placés dans des cylindres insérés dans des corbeilles en plastique. Pour éviter toute perte, les huîtres sont placées dans des corbeilles en suspension jusqu'à leur taille marchande.

Les potentialités de cette activité sont fonction de la disponibilité en naissains fournis par l'écloserie. La capacité de chaque site d'élevage peut atteindre environ 20 tonnes.

*** La pénéculture:

L'élevage des crevettes a démarré par l'espèce indigène *Penaeus kerathurus*. Cependant, cette dernière prenant beaucoup de temps pour atteindre la taille commerciale, il y a eu l'introduction de la crevette japonaise: *Penaeus japonicus*, à croissance rapide, bonne valeur marchande et adaptabilité à donner de bons résultats.

Le cycle péneïde se déroule dans une écloserie. L'élevage s'effectue en semi-intensif dans des enclos de 0.25 à un hectare avec un complément de nourriture composée de Mollusques et d'aliment artificiel enrichi en vitamines.

La première production a eu lieu en 1987, elle a atteint 1,3 millions de postlarves de crevettes. En 1989, la production a dépassé les 3 millions. Actuellement, on ne dispose pas de renseignements sur les taux de production.

** L'anguilliculture:

Cette activité a été entamée car la lagune offre d'importantes potentialités. Cependant, elle se limite actuellement à l'achat, le stockage et le conditionnement à l'alimentation.

** La vénériculture:

Comme pour les huîtres, les naissains sont produits en écloserie et prégressés dans les mêmes casiers. Ils sont semés sur sol dans des enclos à des densités élevées. La diminution de la charge s'effectue au fur et à mesure que les individus gagnent en poids. Par ailleurs, les essais de captage naturel ont donné de bons résultats et complètent ainsi la production de l'écloserie.

** Personnel:

450 personnes (journaliers compris) assurent la marche des différentes activités au sein de MAROST. Elles se répartissent entre cadres, techniciens, agents de maîtrises ouvriers et pêcheurs.

* Aquaculture et environnement dans la lagune de Nador

Toutes les études menées jusqu'à présent (Guelorget et al., 1984, 1986, 1994; Lefebvre et al., 1995; Dafir et al., 1994) confirment que la ferme aquacole d'Atalayoune entraîne pas de perturbations inquiétantes à l'échelle de la zone où elle est implantée.

En effet, aucun paramètre ne met en évidence de façon pertinente l'impact des élevages si ce n'est une légère augmentation des biomasses chlorophylliennes localisée sur la ferme mais qui paraît normale compte tenu de la biomasse en élevage.

Le développement de l'aquaculture dans la lagune en position de fermeture a certainement joué son rôle dans l'évolution du milieu, mais à l'échelle générale du bassin, les résultats ne montrent aucune anomalie particulière.

La ferme aquacole a une influence réduite, limitée, géographiquement dans l'augmentation du degré d'eutrophisation et d'engraissement organique du milieu, à l'encontre des rejets urbains qui, en revanche, ont une grande responsabilité dans l'évolution de l'écosystème durant ces dernières années.

Cependant, la mise en relation du modèle hydrodynamique et de la répartition des différents paramètres permettra, sans aucun doute, de préciser le fonctionnement de l'écosystème, de replacer la ferme actuelle dans cette organisation et d'orienter avec exactitude les extensions ou les aménagements futurs.

E-6 : Tourisme:

Les activités touristiques dues à la présence de la lagune sont non négligeables puisqu' on constate un afflux important de touristes nationaux et étrangers pendant la période estivale le long du cordon dunaire.

III-2 - EVOLUTION HYDROLOGIQUE ET SEDIMENTAIRE DE LA LAGUNE DE NADOR

A-LA PASSE

La lagune de Nador est séparée de la mer par un cordon dunaire d'environ 24 km de longueur. Ce cordon a subi de nombreuses modifications, au cours du temps, et notamment au niveau de la position de la communication avec la mer.

En fait les périodes de communication alternent plus ou moins régulièrement avec les périodes de fermeture totale de la lagune.

De 1907 à 1910 la lagune de Nador était totalement isolée de la mer devenant ainsi un bassin évaporitique avec une surface en eau très réduite d' où le nom sebkha en arabe). En 1910 la communication avec la mer fut rétablie par dragage et cette passe constitua longtemps le seul accès navigable à Nador. Cette passe subissant un ensablement graduel se colmata et une ancienne passe naturelle fut à son tour draguée en 1941.

En 1979, la passe actuelle (environs 200m d'ouverture), ou bokhana, a été ouverte à la suite d'une tempête, après une fermeture totale de la lagune depuis 1977, date de l'obstruction de la précédente passe. En 1993, la passe était quasiment colmatée par les apports sédimentaires marins. Actuellement, des travaux de stabilisation de la passe par la construction de deux digues de part et d'autre des rives de la bokhana sont en cours. Des dragages des sédiments de colmatage sont aussi en cours.

B-HYDROLOGIE - HYDROCHIMIE

Cet écosystème a déjà fait l'objet d'études hydrologiques (Lozano, 1953; Erimesco, 1961, Brethes et Tesson, 1978; Zine, 1989; Guelorget et al., 1987, Lefebvre et al., 1995; Dafir et al., 1994).

Ces études mettaient en évidence des variations de la salinité au cours du temps qui, selon les auteurs, étaient mises en relation soit avec les modifications apportées au bassin versant soit avec la situation de la passe.

Le tracé des diagrammes Température/Salinité (T/S) permet de synthétiser les données, recueillies depuis plusieurs années, de température et de salinité. Ce diagramme met en évidence l'hétérogénéité des valeurs enregistrées. En effet les salinités varient globalement entre 32 et 43 ‰ (Fig.21).

En période d'ouverture de la passe, la salinité générale de la lagune reste voisine de celle de l'eau de mer excepté pendant les périodes les plus chaudes où le bassin évolue vers la sursalure. Lorsque la communication est fonctionnelle le milieu ne semble pas être affecté par les apports continentaux même en période de forte pluviosité puisque la salinité ne descend pas en dessous de 37 ‰.

Toutefois, compte tenu de l'histoire de la lagune cette situation reste très rare, l'ouverture de l'écosystème sur la mer étant relativement exceptionnelle et de courte durée.

En période de fermeture de la passe, partielle ou complète, les eaux de la lagune offrent de grandes variations de salinité. Les caractéristiques halines sont directement liées aux conditions climatiques et il se produit soit une sursalure en période estivale soit une dessalure induite par les pluies, les oueds, le canal d'irrigation ainsi que l'arrivée des eaux de la nappe phréatique comme c'était le cas en 1978 lors de la fermeture de la précédente passe alors que les apports hydriques étaient très importants (Brethes et Tesson, 1978).

Une période de sécheresse comme celle qu'a subi le Maroc entre 1980 et 1984 a provoqué une sursature généralisée des eaux de la lagune.

En conclusion, les conditions climatiques qui règnent dans la région de Nador ont une influence primordiale sur la situation haline dans la lagune de Nador.

C - PEUPELEMENTS PHYTOPLANCTONIQUES

Une première évaluation des moyennes de chlorophylle "a" montre une augmentation régulière du phytoplancton de 1982 à 1993 (Fig. 22). En comparant les valeurs moyennes estivales, on constate que la biomasse chlorophyllienne a triplé en dix ans, et que les biomasses printanières ont quand à elles doublé. L'évolution des teneurs de chlorophylle "a" obtenues en hivers et évaluées en mois seulement est aussi très importante.

Cette évolution ne se fait pas de la même manière sur l'ensemble de la lagune, En effet, l'écosystème paraît se partager en quatre zones, chacune présentant un type d'évolution particulier entre 1982 et 1994 (Fig. 23 et 24).

L'évolution globale est certes partout significative et montre une tendance de l'écosystème à s'enrichir en phytoplancton, mais c'est en zone B qu'elle est la plus marquée. Cette zone de bordure continentale reçoit des rejets issus de la station d'épuration de la ville de Nador et de l'oued Selouane (enrichissement en éléments nutritifs activant la production primaire).

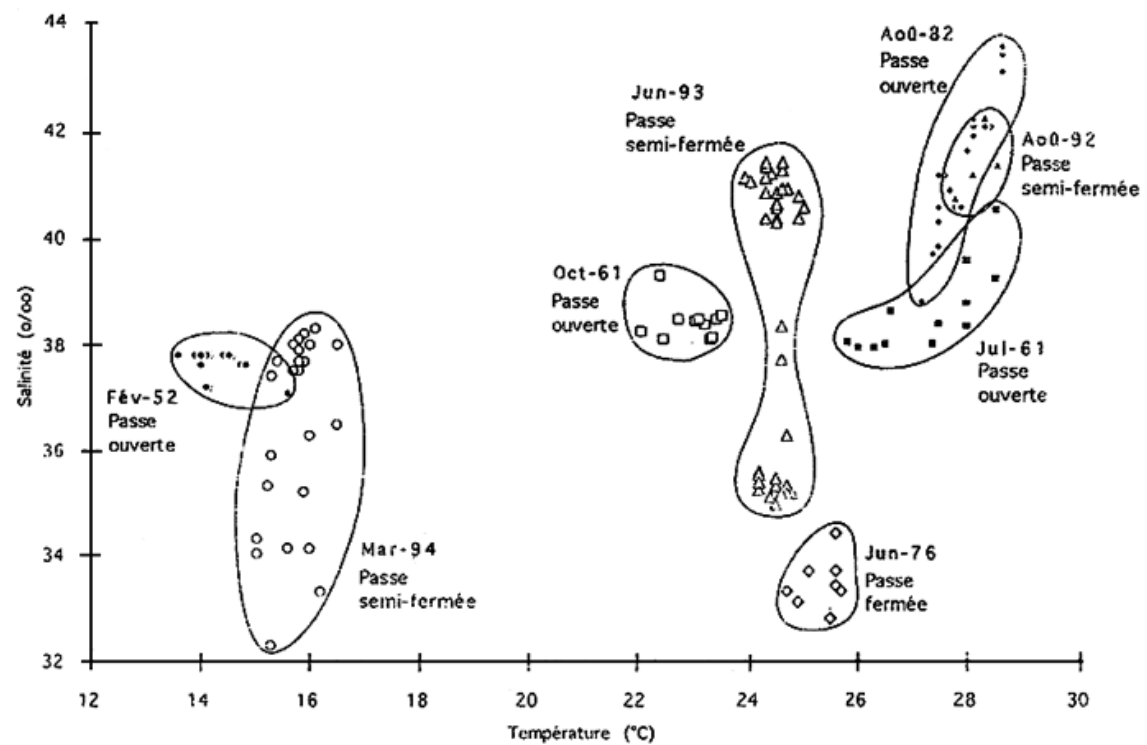


Figure: 21 Diagramme Température/Salinité dans la lagune de Nador de 1952 à 1994

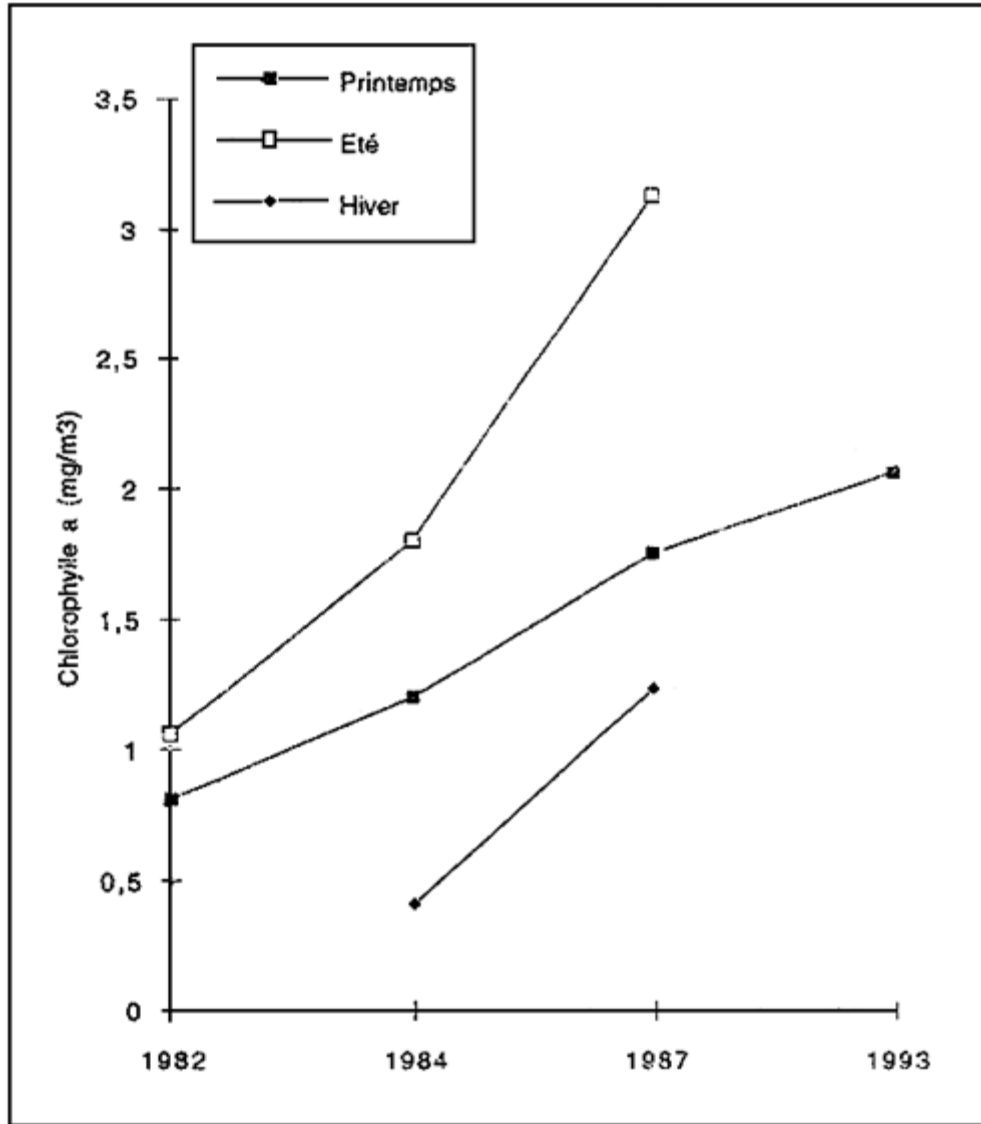


Figure 22 : Evolution des moyennes de chlorophylle a, par saisons, de 1982 à 1993

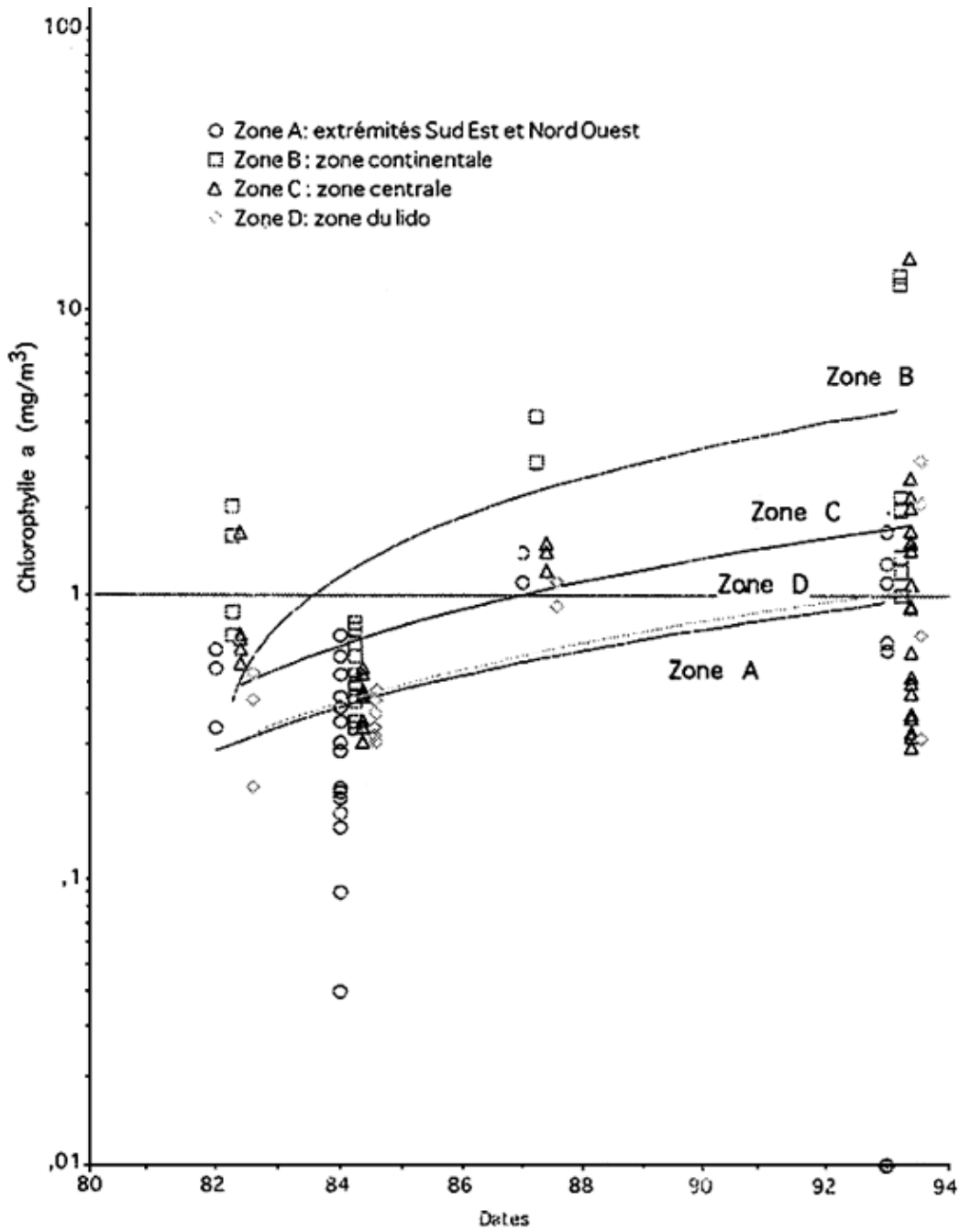


Figure 23: Evolution des teneurs en chlorophylle a des différentes zones de la lagune de Nador, de 1982 à 1994

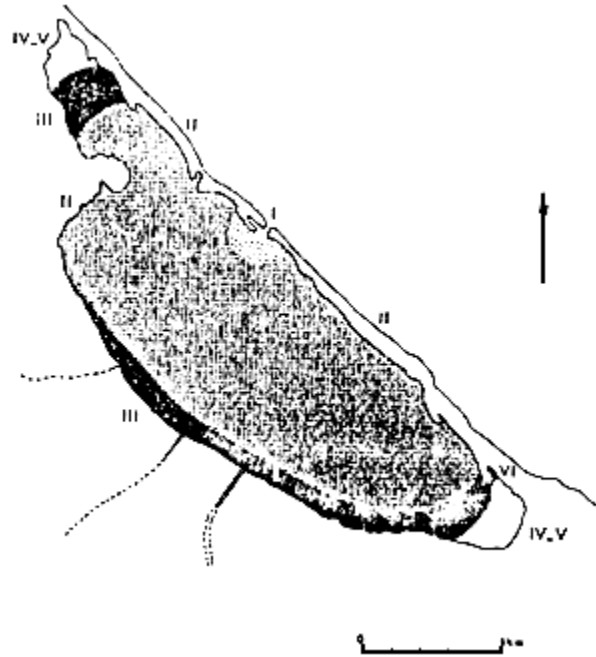


Fig. 24 - Carte schématique des zones de confinement (GUELORGET et PERTHUISOT, 1983) dans la lagune de Nador.

- Schematical map of the confinement zones (GUELORGET and PERTHUISOT, 1983) in Nador lagoon.

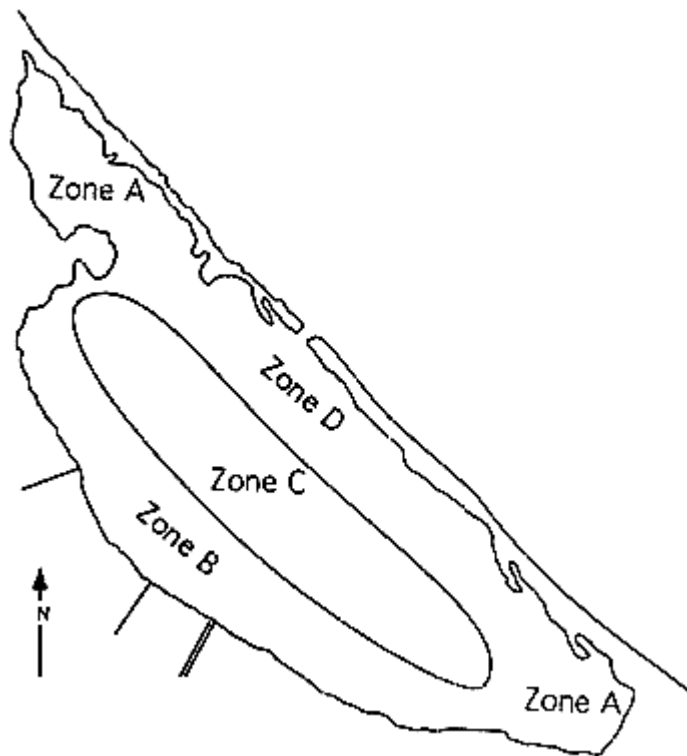


Figure 25 Location of the different units of Nador lagoon

Dans la zone C (zone centrale) s'est installée depuis 1987 une ferme aquacole au niveau de laquelle les rejets ne sont pas négligeables (féces, restes de la nourriture destinée à l'élevage de poissons...).

Les zones les plus stables de la lagune correspondent à celles du lido (qui reste plus ou moins en communication avec la mer soit par l'intermédiaire de la passe soit à travers le lido) et des extrémités NW et SE de la lagune zones très confinées appartenant au domaine paralytique s.s présentant toujours une grande stabilité (Guelorget et Perthuisot, 1983 et 1992).

D - LES SEDIMENTS

Dans cette comparaison, on se basera uniquement sur les variations des teneurs de la matière organique.

En effet, l'évolution des taux de matière organique dans le sédiment de 1987 à 1993 s'est faite différemment dans la lagune.

D'une façon générale, on distingue:

- des zones où les taux de matière organique ont baissé, notamment sur la bordure du lido (de 17–18% à 4–11%) et niveau de la zone sud de l'Oued Selouane (de 7,5% à des valeurs variant de 1,1, à 7%). La zone de la passe accuse la plus forte baisse (de plus de 20%, à moins de 1%);

- des zones où les taux de matière organique ont au contraire augmenté, certaines fortement, telles que les zones de la station d'épuration (de 10% à 21,6%), et au Nord Ouest (de 8%, à 18,6%); d'autres moins nettement, telles que les zones d'Atalayoune et au Sud Est (moins de 20%, à 22%);

- la zone centrale qui est plus difficile à comparer car les travaux de Guelorget et al. (1987) ne mentionnent qu'une seule station à l'Est l'Oued Selouane. Or, cette station d'après nos récents travaux, représente une zone où la fraction fine et la matière organique sont plus abondantes que le reste des stations avoisinantes (ombilic). De toutes les façons, les valeurs récentes sont quand même moins fortes que celles obtenues en 1987, si on se réfère à la cartographie réalisée par Guelorget et al. la même année

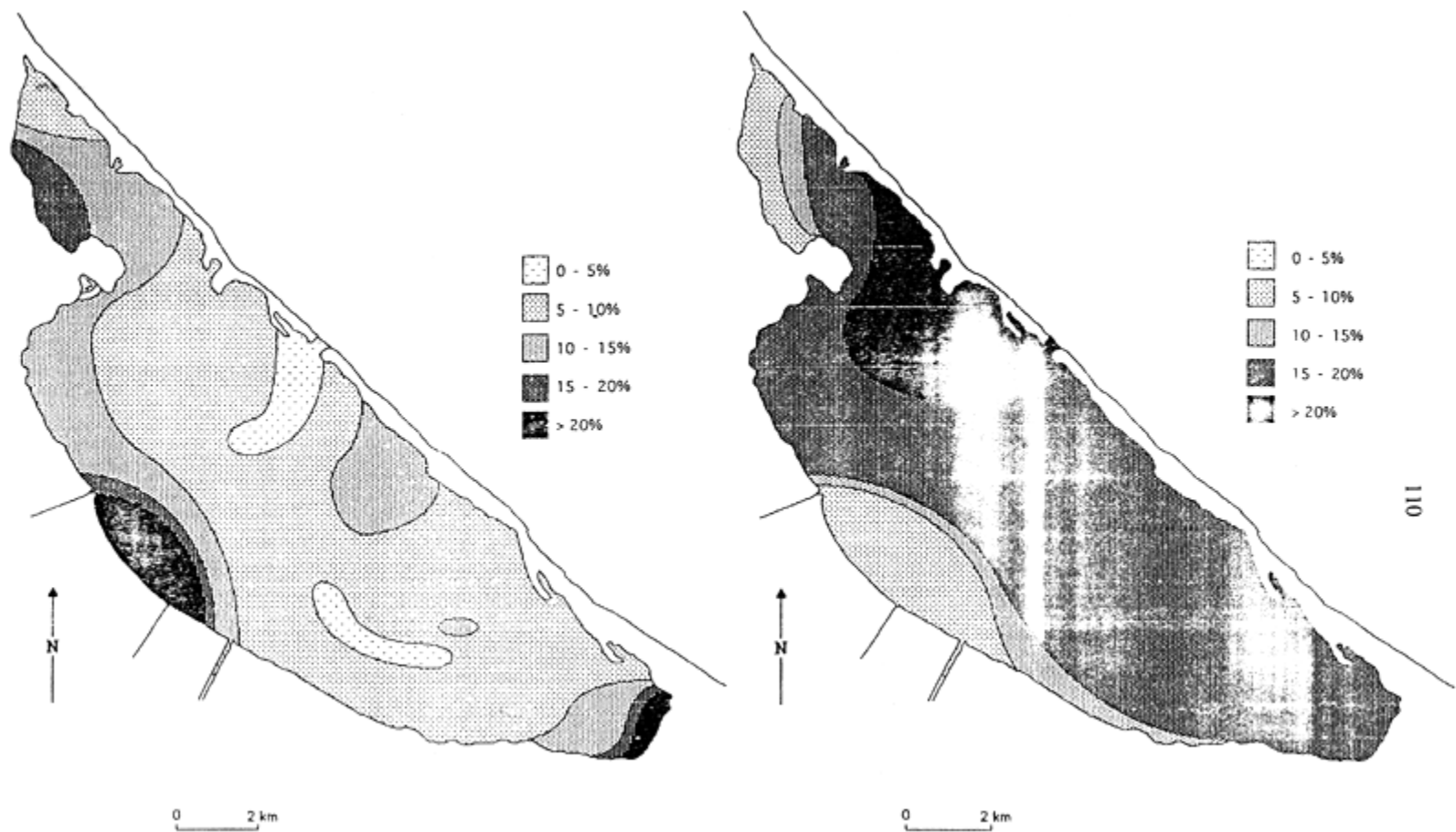


Figure 26 : Répartition des taux de matière organique (en %) dans les sédiments de la lagune de Nador, en 1992 (à gauche) et en 1982

Il apparaît donc que la distribution de la matière la distribution de la matière organique a changé. Ce changement concerne l'ensemble de la lagune qui a subi une évolution globale. En effet, en 1987, la passe était encore ouverte et, de ce fait, les échanges mer - lagune s'effectuaient normalement.

Les fortes valeurs de matière organique enregistrées au niveau de la passe (Guelorget et al., 1987) témoignent de l'importance des transferts mer - lagune; en effet l'essentiel du matériel organique en provenance de la mer sédimente dès son entrée dans la lagune (ralentissement brutal de l'hydrodynamique, "frappe" saline...).

A cette époque, la courantologie interne de la lagune était marquée par une circulation périphérique qui amenait les eaux marines de la passe à la région d'Atalayoune où s'établissait un vaste ombilic ?(Ibrahim et al., 1985). La zone de l'ombilic était bien évidemment caractérisée par une forte sédimentation de matière organique dont la teneur dans les sédiments variait entre 10 et 20%.

Cette circulation giratoire devait également induire un engraissement organique des zones les plus littorales, en marge du courant principal, puisque le taux de matière organique était de l'ordre de 8%.

Les deux extrémités Nord Ouest et Sud Est étant relativement à l'écart des circulations constitueraient des annexes lagunaires plus confinées et qui sont habituellement enrichies en matière organique.

En 1993 la passe était en position de quasi - fermeture et de ce fait les courants d'origine marine sont absents ou de très faible intensité. L'hydrodynamique de la lagune s'est donc considérablement modifié ainsi que la circulation giratoire initiée par l'entrée des eaux marines...

De ce fait, les courants balayant les bordures n'existent pratiquement plus, et ce serait ceux engendrés par le vent qui prédominent. Dans ce cas, les différentes zones de la lagune auraient évoluées de la façon suivante:

- au niveau de la bordure continentale au sud de l'Oued Selouane les apports continentaux ne sont plus autant remaniés, ce qui entraîne une baisse de la teneur de la matière organique à cause des apports sédimentaires importants;

- au niveau de la apports sableux sont très importants, les échanges mer-lagune le sont moins, ce qui entraîne baisse de la matière organique par dilution due aux apports sédimentaires et à la diminution des possibilités d'apport de matière organique;

- les zones du Sud Est et du Nord Ouest ont continué normalement leur évolution et constituent de ce fait les seules zones de la lagune à avoir cette caractéristique (car elles ont été et sont toujours sous le régime dominant des vents);

- la zone d'Atalayoune et la station d'épuration sont des zones qui n'existaient pas en 1987 en tant qu'unités de production de matière organique. Elles constituent de ce fait un domaine tout à fait nouveau pour la lagune, sous l'influence anthropique, avec cependant une activité nettement plus forte au niveau de la station d'épuration;

- la zone centrale, du fait de la fermeture de la passe, s'est trouvée sous la dominance des courants induits par le vent. Les valeurs de la matière organique varient de 4,2 à 7,9% avec localement des valeurs atteignant 9,8%, voire même 10,6%. Cette distribution en mosaïques semble répondre à cette nouvelle situation, qui paraît - être installée progressivement depuis quelques années déjà, où les courants d'origine

marine, diminuant d'intensité, ont cédé la dominance courantologique aux courants induits par les vents.

E-CONCLUSION

L'étude de l'évolution de la lagune de Nador a permis de dégager les faits suivants:

- la mise en évidence du contrôle de la qualité des eaux (confinement) et du sédiment de la lagune par le système ouverture - fermeture de la passe;

- de point de vue hydrodynamique, le renouvellement en eau d'origine marine est presque entièrement dépendant de ce système d'ouverture et de fermeture de la passe. Le faible degré de confinement au voisinage du lido fait penser à des possibilités d'infiltrations à travers la flèche littorale, car si les échanges s'effectuaient uniquement par la passe, la lagune aurait subi une augmentation plus significative du confinement ainsi qu'une tendance plus marquée vers la sursalure à cause du déficit hydrique.

L'apport des eaux douces de la nappe joue peut être aussi un rôle dans le maintien en survie de la lagune durant les périodes de fermeture de la passe;

- la lagune n'évolue pas de façon homogène car il y a une individualisation de plusieurs zones, chacune dépendante soit de facteurs anthropiques (ferme aquacole et station d'épuration : zones à évolution rapide), soit de facteurs sédimentaires (passe et lido : zones à évolution très modérée) soit de facteurs géomorphologiques (extrémités NW et SE : zones à faible évolution).

III-3- CONCLUSION GENERALE

Il apparaît, d'après cette étude, qu'une bonne compréhension de cet écosystème lagunaire ainsi que les dispositions à prendre dans l'avenir concernant son aménagement passent par la connaissance de son évolution historique. En effet, durant ces deux dernières décennies, la lagune a eu des crises très importantes:

- fermeture complète de la passe précédente de 1977 à 1979. Durant cette période la salinité était très basse (inférieure à celle de la mer avoisinante surtout en hivers), les teneurs en oxygène dissout et les concentrations des nitrites et des nitrates étaient élevées. Cette situation démontre l'influence des apports d'eau douce (canal d'irrigation, oueds, nappe phréatique) (Brethes et Al., 1978);

- ouverture de la passe actuelle en 1979, les eaux de la lagune sont de nouveau rentrées sous l'influence marine;

- de 1980 à 1984 une sécheresse a touché tout le Maroc y compris la zone de Nador. Cette situation a entraîné un déficit hydrique en eaux douces très important ce qui a provoqué une augmentation de la salinité (>36‰) car l'évaporation est très importante;

- jusqu'en 1991, la passe se colmatait progressivement mais le degré d'échange des eaux lagunaires avec les eaux marines était relativement bon. Par contre, les apports en eaux douces devenaient moins importants à cause, d'une part des irrégularités pluviométriques, et d'autre part de la mise en service d'un barrage en amont de Oued Selouane, ce qui a réduit les apports d'eau de lessivage. Cependant, la pression anthropique devenait plus importante notamment par les rejets urbains (eaux usées). Cette évolution a provoqué un enrichissement des eaux de la lagune en matière nutritifs, ce qui explique l'engraissement progressif de la lagune et l'augmentation des biomasses phytoplanctoniques;

- en 1993 et 1994 la passe était pratiquement fermée. cependant des travaux de stabilisation de la bokhana par la construction de digues (pour freiner les apports sédimentaires) et par le dragage (afin de réouvrir la passe) ont débuté. Son comportement vis à vis de cette ouverture va être fonction en grande partie du climat, du moins en ce qui concerne les paramètres naturels (température, salinité...etc.,...).

La situation actuelle de la lagune peut se résumer comme suit:

- une augmentation exagérée de la salinité qui dépasse 40‰ dans la plus grande partie du bassin;
- une hausse sensible des biomasses chlorophylliennes sur l'ensemble de la lagune (accentuée par les rejets urbains périphériques) qui traduit une évolution vers l'eutrophisation;
- une réduction des herbiers à *Caulerpa prolifera* (espèce sensible au confinement selon Guelorget et al., 1983) tant en superficie qu'en biomasse;
- une extension des tapis cyanobactériens qui occupent une bande de plus en plus large dans les extrémités NW et SE.

Ces différentes situations, si elles ont provoqué des périodes de crise pour la lagune, elles ont au moins le mérite de nous avoir montré comment réagirait cet écosystème paralytique devant des situations extrêmes. Toutefois, il faut noter que l'engraissement de la lagune est permanent (à cause essentiellement des rejets urbains), ce qui nécessiterait des échanges avec la mer de plus en plus importants. Si on veut freiner la tendance vers des zones de plus en plus élevées dans l'échelle de confinement (Guelorget et al., 1983) il faut revoir la stratégie de distribution des cages d'élevage intensif de telle sorte que les déchets (feces et restes de nourriture) peuvent être repris par une hydrodynamique efficace pour les redistribuer et empêcher l'accumulation massive de matière organique et ses conséquences, ceci en supposant que les rejets urbains soient traités efficacement avant leur déversement dans la lagune. Dans ce contexte le rôle du sédiment est aussi primordiale que celui de la masse d'eau, car il contrôle les processus de fixation et de relargage des éléments nutritifs, notamment du phosphore, ce qui pourrait contrôler à son tour la production primaire conduisant à l'eutrophisation.

IV- RECOMMANDATIONS

A- Ecologie

Comme on l'a souligné ci-dessus, la lagune de Nador a subi des modifications écologiques liées principalement au système ouverture - fermeture de la passe et aux rejets urbains. Actuellement, des travaux d'ouverture et de stabilisation de la passe ont lieu. Ceci devrait permettre un meilleur échange des masses d'eau entre la lagune et la mer. Cependant, pour une meilleure gestion de cette lagune, il faudrait:

- continuer à surveiller la qualité des masses d'eau et du sédiment pour s'assurer que l'ouverture effectuée a été bien efficace, sinon quelles seraient les modifications à y effectuer,
- pour mieux évaluer le degré d'évolution de la lagune et son degré de confinement:
 - + faire une étude sur les foraminifères en tant qu'indicateurs de l'évolution géochimique, la dernière ayant été effectuée en 1987, des changements importants ont affectés la lagune depuis lors:

- + faire une étude détaillée sur les peuplements phytoplanctoniques pour mieux connaître le fonctionnement biologique de l'écosystème:
- + faire des études sur le benthos pour les comparer de nouveau aux différentes observations effectuées aussi bien sur l'eau sur la sédiment.
 - à plusieurs reprises on a soupçonné des infiltrations d'eau de mer à travers le lido, une étude de l'évolution des eaux interstitielles dans la flèche littorale montrerait sans doute le sens des transferts des masses d'eau, ce qui est très important pour la gestion de la lagune;
 - faire un suivi régulier des eaux à la sortie de la station d'épuration et des oueds débouchant sur la lagune pour évaluer leur qualité et leur quantité:
 - les études courantologiques n'ont jamais eu lieu, le sens de déplacement des masses d'eau a été déduit des observations effectuées sur la terrain (physico-chimie de l'eau, géomorphologie et sédiments, benthos). Des études dans ce sens devraient se faire dans la mesure où la courantologie change en fonction des apports marins et en fonction du régime des vents. Les résultats d'une telle étude donneraient des informations sur la circulation des eaux à l'échelle du bassin, notamment la migration des masses d'eaux douces issues du continent, et à l'échelle des tables aquacoles, pour rétablir la relation tables/courants;
 - une meilleure connaissance sur les échanges eau - sédiment est indéniable car la charge interne du bassin et la capacité du sédiment à fixer ou relarguer (notamment la phosphore) ont un rôle déterminant dans le processus d'eutrophisation;
 - enfin, tous ces travaux seraient tronqués si on ne les complète pas par une modélisation de l'écosystème pour une meilleure valorisation et optimisation des ressources naturelles et pour une meilleure gestion.

B-PECHE

Environ 300 familles vivent de la pêche dans la lagune de Nador. Jusqu'à présent il n'y a pas en à notre connaissance d'études mettant en relation les produits pêchés et l'équilibre biologique de la lagune. Il faudrait optimiser la pêche en fonction des réseaux trophiques existants pour garder un bon équilibre (qualité des produits pêchés et leur rôle dans l'écosystème, quantité, repos biologique,...). Il serait aussi souhaitable de développer d'autres secteurs de la pêches qu'on pourrait mettre en relation avec la ferme aquacole telle que la pêche d'alevins par exemple.

C-FERME AQUACOLE

En ce qui concerne la ferme aquacole et comme on l'a souligné ci-dessus, l'impact de la ferme sur le milieu n'est pas encore bien évident mis à part la zone d'Atalyoune qui est isolée géomorphologiquement. Cependant, plusieurs points peuvent-être soulignés:

- il faut adapter la stratégie de distribution des cages à la lumière des sonnées actuellement disponibles afin de ne pas s'installer dans la zone d'ombilic et éviter un engraissement excessif du milieu. A cet égards, l'utilisation des cages flottantes est souhaitable, chose qu'effectue justement MAROST depuis quelques années;
- il faut assurer une meilleure surveillance de la qualité des eaux et du sédiment au voisinage des cages et près de stations de pompage. Les données doivent - être traitées le plus rapidement possible pour mieux suivre l'évolution du milieu afin de pouvoir adopter un plan d'urgence à temps;

- déterminer la carrying capacity du milieu pour optimiser la production tout en préservant l'état trophique du milieu.

D-AMENAGEMENT DE LA LAGUNE DE NADOR

La préservation de l'équilibre naturel de la lagune de Nador passe par un aménagement rigoureux prenant en considération tous les facteurs pouvant influencer l'évolution de l'écosystème tels que:

- **la stabilisation de la passe:**

Après la construction des digues de stabilisation, un suivi sur la dynamique sédimentaire s'avère nécessaire pour évaluer l'efficacité de cet ouvrage;

- le traitement des eaux provenant des rejets urbains:

L'impact des rejets urbains sur la lagune ne fait plus de doute, les études hydrochimiques et sédimentaires le démontrent clairement. Il est donc urgent de procéder au traitement des eaux usées avant leur rejet dans la lagune et d'assurer un contrôle de la qualité des eaux à la sortie des stations d'épuration;

- **l'assainissement:**

Dans la région de Nador, toutes les agglomérations ne sont pas liées par un réseau d'assainissement unique, ce qui favorise le rejet des eaux brutes dans les oueds en général. Il est donc important de relier les réseaux par agglomérations, en fonction des possibilités offertes, afin de: pouvoir traiter ces eaux usées, ne plus les rejeter dans les oueds pour qu'elles soient drainées par la suite jusqu'à la lagune, et enfin étudier la possibilité de réutilisation de ces eaux notamment en agriculture;

- **la pression anthropique:**

La zone la plus touchée est la bordure continentale. A cet égard, il faut revoir le plan d'aménagement de ce littoral au niveau des différents rejets ainsi qu'au niveau de la dégradation de la côte;

- **le canal d'irrigation:**

Les eaux du canal sont riches en fertilisants d'où leur caractère agressif pour la lagune. Deux possibilités peuvent être proposées pour remédier à ce problème : la réutilisation de ces eaux en agriculture (si leur qualité est bonne), sinon relier ces eaux à un réseau d'assainissement pour être traitées ultérieurement;

- **l'eau et la santé:**

Ce problème est surtout posé pour les bordures NW et SE où les eaux sont semistagnantes. Dans ce cas, l'étude et le suivi des peuplements des culicidae (vecteurs de maladies) et d'autres espèces nuisibles comme les chironomes s'imposent;

- **les rejets solides:**

Dans certains endroits de la lagune, c'est un véritable dépotoir des ordures de toutes sortes. Ces zones devraient exister en dehors de la lagune et de son bassin versant immédiat;

- **la télédétection:**

Cette technique devrait être fortement utilisée car elle permet une bonne illustration de l'évolution spatio-temporelle de l'écosystème ainsi que la détection des zones sensibles. Aussi, un essai intégrant les données de terrain, les images

satellites et le Système d'Information Géographique (SIG) a été réalisé sur la lagune de Nador par l'ISPM et le Centre Royal de Télédétection Spatiale (CRTS).

ANNEX VIII

Project of International Symposium on Environment and Aquaculture in Lagoons - Lakes

Each session contains, in addition to the scientific presentation, a plenary conference presented by a topic session expert. This conference will aim to cover the topic with a synthetic and global manner.

I Organisation and functioning of lagoons - lakes ecosystems

In this first session, the main structural and functional characteristics of lagoons and lakes will be described and well defined.

II. Littoral aquaculture:

In this part, it will be discussed not only the main way of aquaculture but also the biological aspect such as biodiversity and production.

III Applied methodologies on environment/ aquaculture system study:

This session will allow evaluating different methodologies that are applicable on lagoons - lakes environment, with a focus on the tool description but particularly on its pertinency, its performances, and its innovating character (Geographic Information System, Satellite images analysis, modelization,...)

IV Interrelationship between lagoons - lakes environment and aquaculture

This session will consider both Environment - Aquaculture relationship such as site selection and reception skills, and aquaculture - environment in an impact point of view.

During this session, efforts should be orientated on the possibility of environment - aquaculture Model working out.

V. Prospectives and evolution

This session will approach the aquaculture's future problems in littoral region: Methodologies and species diversification, production evolution, littoral protection, constraints and activators.