

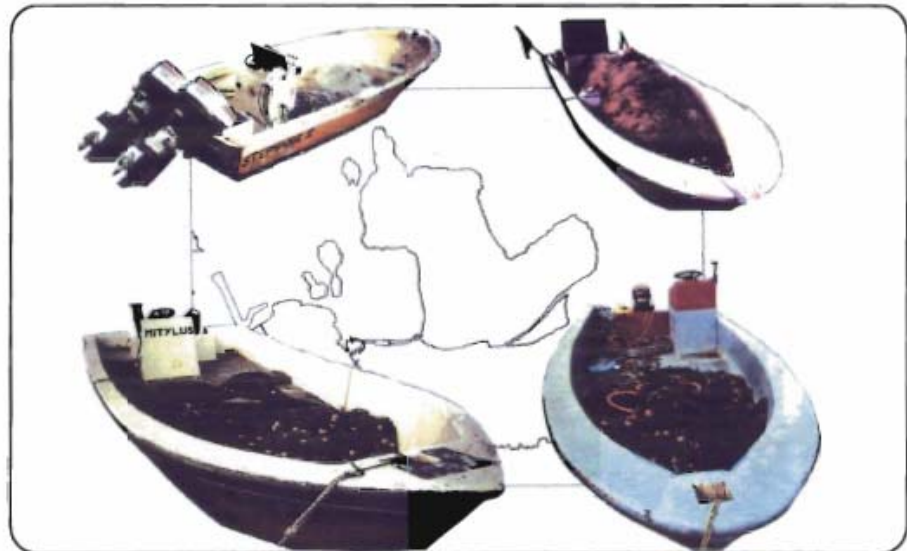
Découvrez un ensemble de documents, scientifiques ou techniques,  
dans la base Archimer : <http://www.ifremer.fr/docelec/>

**ifremer**

## Rapports internes de la Direction des Ressources Vivantes de l'IFREMER

DRV-89.015-RH/Sète

# Les ressources halieutiques de l'étang de Berre



**Gildas Le Corre et Fabrice Garcia**

Recueil

RX 9300h202  
LEC  
R

# LES RESSOURCES HALIEUTIQUES DE L'ETANG DE BERRE

Fabrice GARCIA (1)  
Gildas LE CORRE (2)

- 
- 1) Centre Océanologique de Marseille  
Station Marine d'Endoume  
Chemin de la Batterie au Lion  
13007 Marseille
  - 2) IFREMER - Ressources Halieutiques  
1, rue Jean Vilar  
34200 Sète

IFREMER-Bibliothèque de BREST



OBR27136

67387



**La Direction des Ressources Vivantes (DRV)**  
**de l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)**

produit une série non-périodique de documents scientifiques et techniques

**Les RAPPORTS INTERNES DE LA DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES**

Cette série est destinée à permettre la diffusion en série limitée des travaux de recherche et développement réalisés par les laboratoires et stations de la Direction des Ressources Vivantes et des équipes associées dans le domaine de :

- |   |  |                                 |
|---|--|---------------------------------|
| - la protection<br>- la conservation<br>- l'évaluation<br>- l'exploitation<br>- la valorisation |  | des ressources vivantes marines |
|---|--|---------------------------------|

et de l'environnement des pêches maritimes et cultures marines

La cotation des rapports RIDRV est constituée par : RIDRV-89. 001- RH/BOULOGNE

↑   ↑   ↑   ↑  
Année. N°d'ordre- Département / Laboratoire d'origine

La Direction des Ressources Vivantes est constituée de 5 départements :

**CSRU** : CONTROLE ET SUTVI DES RESSOURCES ET DE LEUR UTILISATION

**RA** : RESSOURCES AQUACOLES

**RH** : RESSOURCES HALIEUTIQUES

**SDA** : STRATEGIES DE DEVELOPPEMENT ET D'AMENAGEMENT

**UVP** : UTILISATION ET VALORISATION DE LA RECHERCHE

Cote	Liste des Rapports Internes de la Direction des Ressources Vivantes	Laboratoires
------	---	--------------

**Année 1988**

DRV-88.016-RH	La pêche de langouste rouge en Corse.	Martinique
DRV-88.017-RH	Descriptif des flottilles et des activités halieutiques des quartiers du Sud Golfe de Gascogne, en 1986 - de Noirmoutier à Bayonne -	La Rochelle
DRV-88.018-RA	Estimation du captage en huîtres plates sur coques de moules en 1987.	La Trinité
DRV-88.019-CSRU	Etude sanitaire (1984-1986) de la rivière de Peneff (Morbihan).	La Trinité
DRV-88.020-CSRU	Etude sanitaire (1986-1988) de la zone de Kerjean en rivière de Crac'h.	La Trinité
DRV-88.021-RH	Filets, lignes et palangres utilisés en Bretagne Nord (Brest à Paimpol).	Brest
DRV-88.022-RH	Analyse typologique de la flottille du Mor-Braz	Nantes
DRV-88.023-SDA	Analyse économique de la pêche crevettière de Guyane Française.	Paris
DRV-88.024-RA	Diversification de la production conchylicole. Approche d'une stratégie d'élevage de la palourde japonaise ( <i>R. philippinarum</i> ) dans la région de la Baie de Bourgneuf.	Bouin
DRV-88.025-RA	Estimation de la biomasse d'huîtres <i>Crassostrea gigas</i> en élevage dans le bassin d'Arcachon : étés 1986-1987	Arcachon
DRV-88.026-RH	Analyse et modélisation des composantes biologiques de la pêche crevettière de Guyane Française.	Cayenne
DRV-88.027-RH	Séminaire d'initiation à la théorie et à la pratique des sondages.	Nantes
DRV-88.028-RA	Estimation de la capacité biotique des marais maritimes et des eaux côtières atlantiques; valorisation par l'aquaculture semi-extensive.	L'Houmeau
DRV-88.029-UVP	Les marinades de produits de la mer.	Nantes
DRV-88.030-RH	Utilisation de l'écho-intégration en recherche halieutique (analyse de 5 campagnes effectuées dans le Golfe de Gascogne de 1983 à 1987).	Nantes
DRV-88.031-RA	Mise au point d'une stratégie de pré-grossissement intensif en nurserie de naissains de palourdes ( <i>Ruditapes philippinarum</i> ) et d'huîtres ( <i>Crassostrea gigas</i> ) dans la région de la Baie de Bourgneuf.	Bouin
DRV-88.032-RA	Surveillance écologique et halieutique Site de PENLY - Année 1987	Nantes

DRV-88.033-RH	Elevage, Pêche et Programmes d'étude des stocks du «Lambi» <i>Strombus gigas</i> (Gastéropode : Strombidae) dans deux pays de la Caraïbe : îles Turks et Caicos, Porto-Rico.	Brest
<b>Année 1989</b>		
DRV-89.001-RH	Chaîne de traitement des statistiques de pêche maritime	Boulogne
DRV-89.002-CSRU	Etude sanitaire (1986-1987) de la petite mer de Gavres (Morbihan)	La Trinité
DRV-89.003-CSRU	Etude relative à la qualité des eaux conchylicoles : la Basse Normandie	Ouistreham
DRV-89.004-RA	Contrat de Plan Etat-Région Bretagne Relance de l'huître plate Rapport de synthèse 1984-1988	La Trinité/ La Tremblade
DRV-89.005-RA	Contrat de Plan Etat-Région Bretagne Relance de l'huître plate Rapport d'avancement des travaux 1988	La Trinité/ La Tremblade
DRV-89.006-RA	Elevage larvaire extensif de bar ( <i>Dicentrarchus labrax</i> ) en milieu naturel dans les marais salés de l'île de Ré (Côte Atlantique Française)	Crema-l'Houmeau
DRV-89.007-CSRU	Etude sanitaire (1987-1988) de la côte de Guidel-Ploemeur-Larmor-Plage (Morbihan)	La Trinité
DRV-89.008-RA	Application des recherches de fertilisation et stimulation dans l'élevage de la crevette impériale ( <i>Penaeus japonicus</i> )	Crema-l'Houmeau
DRV-89.009-RH	Etude d'une gestion optimale des pêcheries de langoustine et de poissons démersaux en mer celtique Tome 1	Lorient
DRV-89.010-RH	Etude d'une gestion optimale des pêcheries de langoustine et de poissons démersaux en mer celtique Tome 2	Lorient
DRV-89.011-RH	Etude d'une gestion optimale des pêcheries de langoustine et de poissons démersaux en mer celtique Tome 3	Lorient
DRV-89.012-RA	Situation zoosanitaire des coquillages en méditerranée (1985-1987)	Sète
DRV-89.013-RA	La biodéposition dans les aires ostreicoles. Son rôle dans la concentration de la matière organique et de contaminants potentiels; son impact sur le sédiment	Crema-L'Houmeau
DRV-89.014-RA	Aération-circulation en bassins d'élevage intensif de crevettes peneides. Profils remarquables des courbes de teneur en oxygène dissous.	Tahiti
DRV-89.015-RH	Les ressources halieutiques de l'étang de Berre	Sète

# INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER

Adresse :

IFREMER  
1 rue Jean Vilar  
34200 SETE

DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES

DEPARTEMENT RESSOURCES AQUACOLES

STATION/LABORATOIRE SETE

AUTEURS (S) :		CODE :
Gildas LE CORRE	Fabrice GARCIA	DRV-89.015-RH/ SETE
TITRE :		date : 26/04/1989
LES RESSOURCES HALIEUTIQUES DE L'ETANG		tirage nombre : 50
DE BERRE		Nb pages :
		Nb figures :
		Nb photos :
CONTRAT (intitulé)	Travail réalisé avec une Aide à la Recherche du Secrétariat d'Etat à la Mer	DIFFUSION
N° _____		libre <input type="checkbox"/>
		restreinte <input type="checkbox"/>
		confidentielle <input type="checkbox"/>

## RESUME

La pratique de l'exploitation halieutique dans l'étang lagunaire de Berre (Méditerranée française) est actuellement tolérée malgré la dégradation du milieu au cours des cinquante dernières années.

Pour réaliser une analyse des résultats et du fonctionnement de la pêche, une étude par enquête basée sur le suivi des captures et des efforts de pêche a été menée aux différents ports de débarquements pendant une durée de deux ans.

On calcule par évaluation les productions annuelles spécifiques et par métiers, en poids et en valeurs. Ces résultats montrent que la pêche est basée sur l'exploitation de deux espèces principales (anguille et mulets) et qu'il existe de fortes variations entre les deux années d'études. Dans l'optique d'une réglementation on suggère les limites résultant du mode de fonctionnement de cette pêche.

## ABSTRACT

Fishing activity in the french mediterranean lagoon Etang de Berre is actually allowed in spite of a degradation of the environment during the last fifty years.

To analyse the results and the working of the fishery, a study based on a sampling survey of catches and fishing effort has been conducted in the various landing ports over a two years period.

Annual weight and value productions by species and gear have been evaluated by mean of statistical calculation procedures. The results show that the fishery is based on the exploitation of two main species (anguilla and grey mullet) and that important variations exist between the two sampled years. The limits to be reached by the working of this fishery are prompted in the scope of a future regulation.

mots clés : Halieutique, Pêche lagunaire, Berre, Anguille, Mulets

key words : Halieutic, Lagunar fisheries, Berre, Anguilla, Grey mullet



## Table des Matières

Chapitre 1	INTRODUCTION	1
Chapitre 2	PRINCIPE DE L'ETUDE	3
2.1	Méthodologie d'étude . . . . .	3
2.2	Organisation du réseau d'enquête . . . . .	4
2.2.1	Stratification dans l'espace . . . . .	5
2.2.2	Stratification dans le temps . . . . .	6
2.2.3	Informations recueillies en routine . . . . .	7
Chapitre 3	LA PECHERIE DE L'ETANG DE BERRE	9
3.1	ESPECES . . . . .	9
3.1.1	Les espèces-cibles . . . . .	9
3.1.2	Calendrier de pêche des espèces cibles . . . . .	11
3.2	METIERS . . . . .	12
3.2.1	Les métiers de la pêche en lagune . . . . .	13
3.2.2	Stratégies de pêche . . . . .	14
3.2.3	Calendrier des pêches par métiers . . . . .	14
3.3	FLOTTILLE . . . . .	15
3.3.1	Flottille Potentielle . . . . .	16
Chapitre 4	RESULTATS DESCRIPTIFS DE LA PECHERIE	17
4.1	Espèces . . . . .	19
4.2	Métiers . . . . .	21
4.3	Effort de pêche . . . . .	23
4.3.1	Caractérisation . . . . .	23
4.3.2	Cartographie . . . . .	23
4.3.3	Taille de la flottille active . . . . .	26
4.3.4	Taux d'activité de la flottille . . . . .	27
4.3.5	Mobilité de la flottille . . . . .	31



Chapitre 5	ESTIMATION DE PRODUCTION	33
5.1	Quantification de l'effort de pêche . . . . .	33
5.2	Quantification des rendements . . . . .	33
5.3	Estimations des productions . . . . .	33
5.4	Interprétation . . . . .	34
Chapitre 6	CONCLUSION	37
Annexe A	CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE	41
Annexe B	PROCEDURES DE TRAITEMENT	65
Annexe C	RESULTATS NUMERIQUES	73
Annexe D	BIBLIOGRAPHIE	79

## Chapitre 1

### INTRODUCTION

Au cours des trente dernières années, l'étang de Berre a vécu une histoire agitée par une succession d'événements importants qui ont bouleversé ce milieu lagunaire et modifié l'exploitation halieutique.

Pour la pêche les événements les plus marquants ont été successivement :

- les problèmes de pollution essentiellement causés par les raffineries pétrolières,
- le principe d'un dédommagement par les industriels concernés en contrepartie d'un arrêt de la pêche,
- la dégradation du milieu résultant de l'effet cumulé de trois causes :
  - \* la pollution industrielle riveraine,
  - \* la pollution urbaine,
  - \* l'apport massif et ponctuel d'eau douce en provenance de la Durance
- la dérogation pour autoriser la pêche à l'anguille,
- l'instauration d'un plan de dépollution conjoint à un assainissement du bassin versant,
- la remise en cause de l'interdiction de la pêche.

Ces différents points ont fait l'objet d'une présentation complète dans un rapport préliminaire à cette étude (voir annexe A).

Par rapport aux autres lagunes méditerranéennes, l'étang de Berre se situe parmi les plus grands et les plus profonds. Il est doté d'une importante communication avec la mer.

Comme dans les autres lagunes, les populations ichtyologiques qui la peuplent peuvent être classées en trois catégories :

1. les sédentaires dont la totalité de la vie se déroule en lagune
2. les migrateurs qui pénètrent en lagune pour y passer plusieurs cycles annuels
3. les migrateurs qui réalisent des incursions de durée inférieure à l'année, à différents stades de leur vie.

Parmi les espèces importantes dans les captures de lagune, seule l'athérine, ou joël, appartient à la première catégorie. Pour la deuxième catégorie, caractérisée par l'anguille, l'étang de Berre est sous la dépendance d'un apport extérieur en juvéniles. Pour les espèces de la troisième catégorie, la ressource est exploitée en commun avec la pêche en mer et dans les autres lagunes.

Les possibilités actuelles et futures de l'exploitation halieutique de l'étang de Berre dépendent donc de sa situation écologique et de son devenir, mais aussi des apports maritimes qui sont sous la dépendance de nombreux facteurs externes à la lagune.

Bien qu'officiellement dans une situation juridique complexe, la pêche dans l'étang de Berre est une réalité dont il est nécessaire d'acquérir un descriptif précis de l'état actuel en caractérisant les moyens de pêche mis en oeuvre et le résultat de cette exploitation.

## Chapitre 2

### PRINCIPE DE L'ETUDE

La production halieutique de l'étang de Berre a fait l'objet de nombreuses estimations au cours des dernières années. Ces chiffres peuvent fournir une tendance pour l'évolution de la production de la pêche, mais ils présentent quelques inconvénients importants :

- ils ont généralement été établis à partir d'informations orales, donc susceptibles d'être biaisées par la vision partielle de l'informateur, ce qui limite les possibilités de comparaison.
- ces estimations ne décrivent que les résultats annuels de la pêche, et pas les moyens mis en oeuvre pour y parvenir.

Nous avons choisi de réaliser une étude permettant d'obtenir un point complet sur l'activité actuelle de la pêche, indépendamment des différentes informations historiques sur la pêche dans l'étang de Berre, qui pourraient être exploitées ultérieurement afin de reconstituer le passé de son exploitation halieutique.

Cette présente étude a donc pour objectif l'acquisition des bases nécessaires à la description de la pêche de l'étang de Berre et à une analyse quantitative de sa production, par le recueil direct d'information sur le terrain.

#### 2.1 Méthodologie d'étude

Ce travail sur l'étang de Berre utilise une méthodologie et la chaîne de programmes informatiques développés pour l'étude de la pêche des petits métiers en Languedoc-Roussillon (FARRUGIO & LE CORRE, 1983). Les petits métiers constituant un volet très important des pêcheries méditerranéennes, tout aménagement de celles-ci doit

prendre en considération leur activité. La méthodologie adoptée reste dans l'ensemble fidèle à celle déjà utilisée pour les étangs du Languedoc-Roussillon. On notera cependant un avantage stratégique lié au regroupement des pêcheurs en quelques ports très faciles d'accès, et l'absence du caractère diffus des débarquements que l'on trouve fréquemment dans les domaines lagunaires des autres régions méditerranéennes.

Rappelons que nos principes stratégiques font appel à des schémas d'échantillonnage aléatoire simple à l'intérieur d'une stratification spatio-temporelle du domaine d'étude. Dans chacune des strates, toutes les unités de production halieutique ont fondamentalement au départ une probabilité équivalente d'être incluses dans l'échantillon. En pratique, ce type d'échantillon ne doit donc pas résulter d'un suivi de l'activité de certaines unités choisies au départ, mais se rapprocher au maximum d'un tirage au hasard.

Pour mener à bien la collecte de l'ensemble de ces informations, une enquête cadre a préalablement conduit au choix d'une structure spécifique de la stratégie à adopter pour l'étang de Berre. L'enquête de terrain a été également mise en place selon un calendrier bien défini.

## 2.2 Organisation du réseau d'enquête

L'équipe affectée à la réalisation de l'étude sur l'étang de Berre se compose d'un responsable scientifique, d'un chercheur coordinateur et d'un enquêteur à temps partiel chargés d'assurer la collecte des données sur le terrain, et d'une opératrice de saisie informatique.

La qualité des résultats d'une enquête de ce type est évidemment liée à la rigueur avec laquelle les enquêteurs appliquent le schéma d'échantillonnage et recueillent l'information, mais aussi à l'attitude des professionnels vis-à-vis de ce qui pourrait leur apparaître comme une "inquisition". Grâce à une compréhension mutuelle, ces deux années d'étude se sont déroulées dans une ambiance de bonne collaboration tant de la part des responsables prud'homaux que de celle des pêcheurs dont l'activité a été prise en compte dans

l'échantillonnage. Ce qui a permis d'éviter l'apparition de biais résultant par exemple d'une dissimulation des prises.

La participation aux réunions prud'homales, les discussions avec les pêcheurs sur les stratégies et les techniques de pêche, sur les modifications apparentes d'abondance des espèces, ont contribué au développement de la connaissance de l'étang de Berre et de sa pêcherie.

### 2.2.1 Stratification dans l'espace

La stratification dans l'espace ne pose aucun problème puisque nous avons ici un étang très vaste qui constitue une zone, bien définie géographiquement, et dont la subdivision en strates correspond aux différentes stations d'échantillonnage.

Pour l'ensemble de l'étang, une période préliminaire de reconnaissance de deux semaines a permis de recenser et de répertorier les diverses zones d'activité de la flottille concernée. Ces informations ont permis de définir cinq stations "strates" qui sont les ports de Martigues (B1), Istres (B2), St Chamas (B3), Berre (B4), Marignane (B5) pour l'ensemble de l'étang de Berre (fig.1).

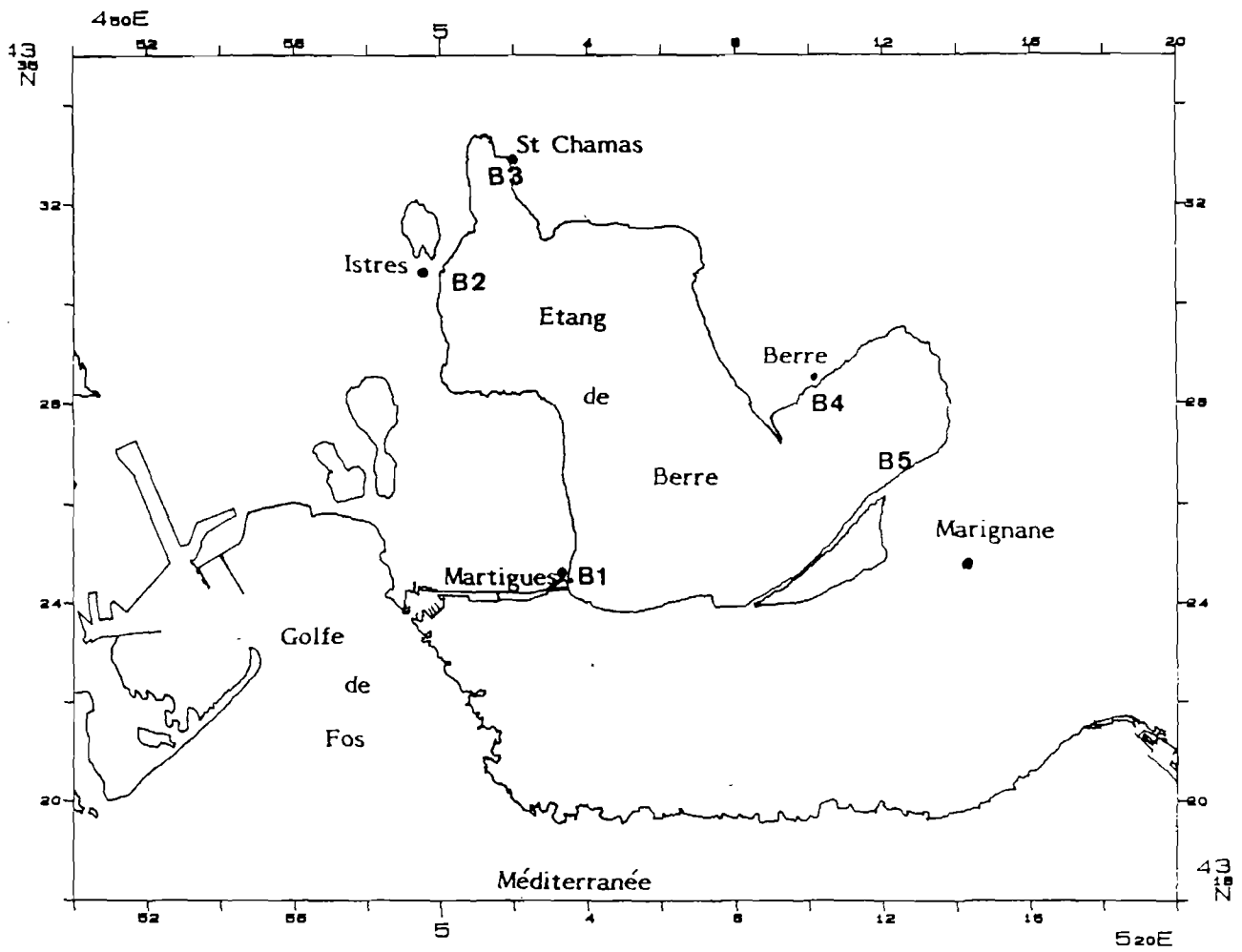


Figure 1 : Carte de l'étang de Berre, situation des ports échantillonnés.

### 2.2.2 Stratification dans le temps

Il a été décidé de planifier le nombre d'enquêtes à cinq sorties hebdomadaires de cinq heures chacune. Ainsi, à raison d'un port par sortie et par jour, l'ensemble des stations de l'étang est échantillonné une fois par semaine et quatre fois par mois, soit en tout vingt sorties mensuelles. Pendant les deux années d'étude, chaque port ou station a été échantillonné de 7h à 12h, horaire de débarquement privilégié sur l'étang de Berre.

### 2.2.3 Informations recueillies en routine

Au cours des enquêtes sur le terrain, les enquêteurs ont rempli deux types de fiches (fig. 2) contenant toute l'information nécessaire pour réaliser un descriptif chiffré de la pêcherie et réaliser une estimation de production :

- fiches de rendement par métier pratiqué et par débarquement pour chaque port, une fois par semaine ,
- fiches de relevé d'activité par port, une fois par semaine au minimum.



Figure 2 : Modèles de fiches de relevés des captures au débarquement (fiche de pêche) et d'effort de pêche (fiche d'activité).

FICHE DE RELEVÉ D'ACTIVITÉ PORTUAIRE PAGE : \_\_\_\_\_  
 IFREMER - Petits métiers

STATION : \_\_\_\_\_ DATE : An Mois Jour  
 TYPE DE RELEVÉ : \_\_\_\_\_  
 SOURCE : \_\_\_\_\_ ENQUÊTEUR : \_\_\_\_\_  
 DÉBUT DU RELEVÉ : h MIN FIN h MIN

LISTE DES BATEAUX

IMMATRIC. QU/NUMÉRO	NOM	ACT	MÉTIER	EFF	DÉPART - h	RETOUR - h -	DATE An Mois Jour

FICHE DE PÊCHE  
 IFREMER - Petits métiers

STATION : \_\_\_\_\_ DATE an Mois Jour  
 ENQUÊTEUR \_\_\_\_\_  
 NOM BATEAU : \_\_\_\_\_  
 IMMATRICULATION quartier numéro

ENGINS:	TYPE	QUANTITÉ		TEMPS de pêche heures	ESPECE CIBLE nom local
		mètres	unités		
a :	_____	_____	_____	_____	_____
b :	_____	_____	_____	_____	_____
c :	_____	_____	_____	_____	_____

SECTEUR DE PÊCHE : \_\_\_\_\_  
 ÉQUIPAGE \_\_\_\_\_ TEMPS DE ROUTE minutes  
 TYPE DE RELEVÉ : \_\_\_\_\_  
 SOURCE DES DONNÉES : \_\_\_\_\_  
**COMMERCIALISATION**  
 1 : \_\_\_\_\_  
 2 : \_\_\_\_\_  
 3 : \_\_\_\_\_

**DÉSIGNATION DES CAPTURES**

CODE ENGIN	NOM ESPECE	CODE ESP.	CATEG. ORIE	CODE CATEG	QUANTITÉ en kg	PRIX au kg
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

## Chapitre 3

### LA PECHERIE DE L'ETANG DE BERRE

#### 3.1 ESPECES

##### 3.1.1 Les espèces-cibles

**L'anguille :** (*Anguilla anguilla*) principale ressource de l'étang, elle est recherchée toute l'année. On distingue l'anguille verte (en phase trophique) de l'anguille fine (ou anguille argentée) de dévalaison (en migration de reproduction).

Elle est commercialisée par l'intermédiaire de mareyeurs qui viennent chercher les captures à quai. Les anguilles sont transportées vivantes et gardées dans des viviers où elles seront ensuite revendues à l'exportation.

Sur l'étang de Berre, deux à trois sociétés se partagent la collecte auprès des pêcheurs. Son prix varie de 10 à 30 Fr le kg (prix pêcheur), les prises par jour et par bateau vont de quelques kilogrammes à plusieurs centaines.

**Les muges :** (*Mugil cephalus*, *Liza ramada*, *Liza aurata*, *Liza saliens*) on distingue diverses sortes de muges commercialisés, son prix pêcheur varie entre 2.50 Fr et 4.00 Fr le kg et sa production est principalement destinée à l'exportation. Les prises s'échelonnent de quelques kilogrammes à une tonne par bateau et par jour selon la saison. Le poids individuel des captures est compris entre 0.4 et 1 kg (sélectivité des engins).

**Le loup :** (*Dicentrarchus labrax*) les apports sont très irréguliers et les poids au débarquement très variables, de quelques dizaines de grammes à quelques kilogrammes. Le prix d'achat au pêcheur est d'environ 90 Fr au kg.

**Les athérines :** (*Atherina boyeri*) de nom local "cabasson", les apports sont également très saisonniers et très variables : de quelques dizaines de grammes ne donnant pas lieu à commercialisation à une centaine de kilogrammes par jour et par bateau .

**Autres espèces occasionnellement débarquées et commercialisées :**

- poissons plats représentés surtout par les plies (*Platichthys flesus*)
- crabes verts (*Carcinus maenas*)
- gobies (*Gobiidae*)
- crevettes grises (*Cragon cragon*)
- orphies (*Belone belone*)
- sardines et anchois (*Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*)
- maquereaux et chinchards (*Scomber scombrus*, *Trachurus trachurus*)
- daurades (*Sparus aurata*)
- saupes (*Sarpa salpa*)
- bogues (*Boops boops*)
- quelques espèces dulçaquicoles : tanche, sandre, truite, barbot, brème.

Parmi les espèces principales, les apports variables en loups et en muges sont liés aux entrées et sorties massives de l'étang. Pour le loup, l'accession à la lagune semble être guidée par la recherche active de proies (muges et athérines). En ce qui concerne les muges, les nécessités biologiques liées au cycle de reproduction paraissent

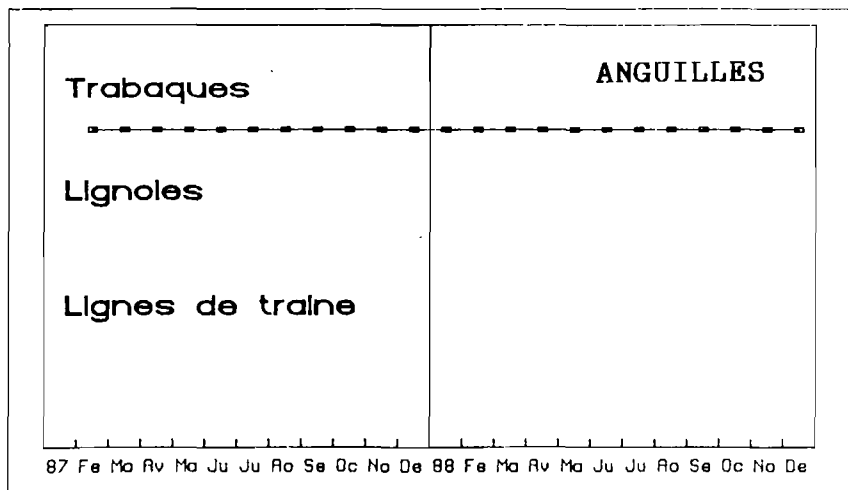
être le critère déterminant de l'entrée de bancs très denses à certaines périodes.

Le comportement des poissons peut être modifié par les changements brutaux du milieu, qu'ils soient d'origine naturelle ou induits par l'homme. A titre d'exemple, on a observé qu'un épisode de déversement massif d'eau douce dans l'étang a provoqué une forte baisse de salinité des eaux lagunaires par rapport aux eaux marines. A l'entrée de l'étang, la formation d'un front entre ces masses d'eau a bloqué les bancs de muges entrant, ce qui a permis des pêches ponctuelles très fructueuses de cette espèce dans le canal de Caronte.

De nombreuses autres observations étayent l'hypothèse selon laquelle une dessalure excessive ou la présence de polluant perturbent les circulations de différentes espèces dans la lagune ou leur schéma migratoire.

### 3.1.2 Calendrier de pêche des espèces cibles

A partir des fiches de débarquements comportant les noms des espèces pêchées par métier, on peut pour chaque année (1987 et 1988) dresser un calendrier de pêche par espèce et par métier (fig.3). Les muges, l'anguille et les athérines sont capturés à longueur d'année ; par contre, la pêche au loup démarre vers le mois d'avril pour s'arrêter à peu près fin décembre.



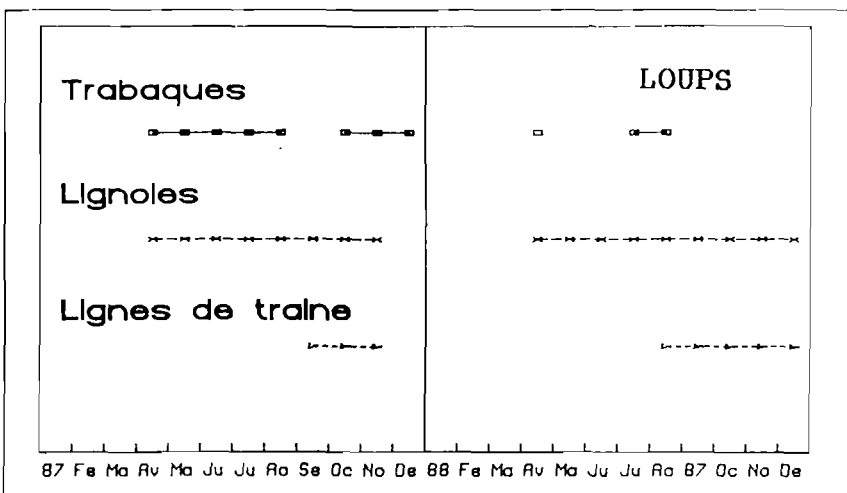
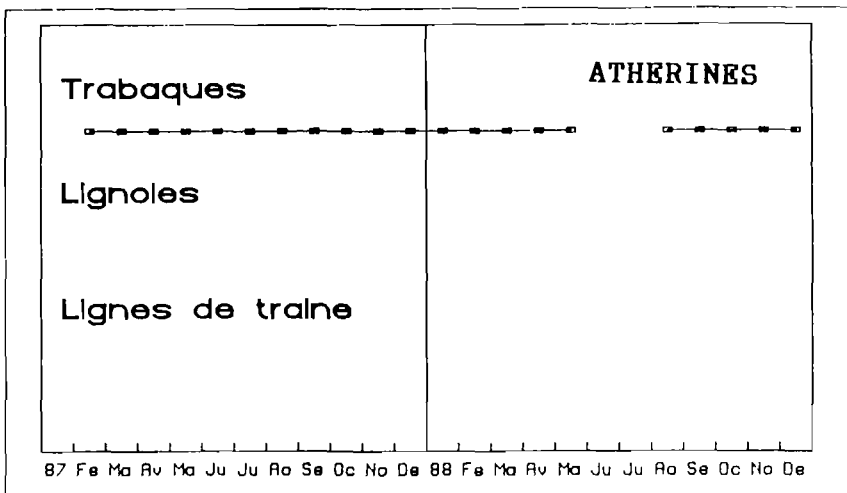
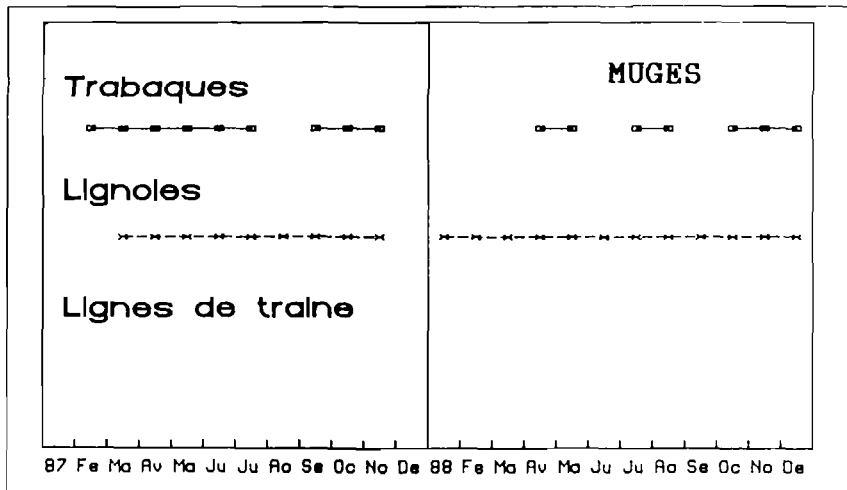


Figure 3 : Calendrier de pêche par espèces et par métiers, Etang de Berre , 1987-1988.

## 3.2 METIERS

### 3.2.1 Les métiers de la pêche en lagune

#### La capéchade ou trabaque:

elle est utilisée selon deux stratégies : en poste ou hors poste (exclusivement en lagune) :

- en poste : il s'agit de la pêche à l'anguille fine de dévalaison qui quitte l'étang pour aller se reproduire en mer. Elle est alors pêchée essentiellement aux abords du goulet de sortie à Martigues, de part et d'autre de l'embouchure du canal de Caronte. Les places sont tirées au sort en prud'homie au mois de septembre, et chaque pêcheur est tenu d'occuper ses postes aux dates de calage prévues,
- hors poste : les pêcheurs calent leurs capéchades en fonction du déplacement des poissons et des "bons coups de filet" réalisés par le reste de la communauté des pêcheurs en activité.

Le nombre de capéchades par patron-pêcheur varie, en première approximation, de 20 à 150 postes en moyenne.

#### Le filet droit maillant ou lignole :

en monofil nylon, il est l'arme de choix pour les captures massives de muges et de loups. Sa sélectivité très nette est liée au monofil et au maillage. Son utilisation, contrairement à celle des capéchades, est à la fois lagunaire et maritime.

Il est utilisé soit à poste fixe (calage le soir, relevé le matin), soit selon une technique nommée "sinche" qui consiste à repérer les bancs de muges, à les encercler avec les filets et à effrayer

ensuite les poissons pour précipiter leur fuite vers les engins. Cette stratégie s'opère fréquemment avec le concours de plusieurs bateaux, essentiellement l'été où la surface très calme de l'eau permet le repérage des bancs à de grandes distances.

#### **La ligne de traîne :**

pratiquée uniquement depuis le canal de Caronte jusqu'à l'intérieur du chenal de navigation qui mène aux raffineries de Berre l'étang, elle n'apparaît que très saisonnièrement à l'occasion des passages bien connus du loup au cours de l'hiver. L'effectif des bateaux concernés compte une majorité de plaisanciers.

### **3.2.2 Stratégies de pêche**

Globalement les pêcheurs de l'étang de Berre sont polyvalents et opportunistes dans leur action de pêche. Ils utilisent simultanément ou consécutivement plusieurs métiers en fonction des espèces-cibles présentes dans la lagune. Lorsque les apports deviennent trop faibles, bon nombre d'embarcations, surtout celles basées à Martigues (proximité de la mer), quittent provisoirement l'étang pour aller pêcher en mer dans le golfe de Fos. On note également des pêches de nuit fructueuses sur la plage du Jaï. Une pratique frauduleuse de la senne de plage appelée localement "bourgin" vise à capturer illicitement des poissons parmi lesquels figurent les anguillons de taille inférieure à la norme légale de pêche. En dépit de nombreux procès-verbaux dressés par les autorités judiciaires, cette activité persiste et le produit fait l'objet d'un trafic notamment vers l'Italie.

### **3.2.3 Calendrier des pêches par métiers**

La figure 4 a été construite à partir des relevés d'activité de terrain sur lesquels sont consignés la présence des divers métiers. On constate que le calendrier 1988 confirme celui de 1987 par :

- une utilisation toute l'année des capéchades et des filets maillants (espèces cibles présentes toute l'année dans la lagune),
- une utilisation saisonnière de la ligne de traîne. Le décalage d'un mois observé dans l'apparition et la disparition de l'exercice de la technique s'explique par un retard probable de l'entrée du loup (espèce cible) en 1988, soit pour des raisons climatiques, soit pour des raisons ayant trait à la qualité de l'eau lagunaire (cf paragraphe espèces cibles).

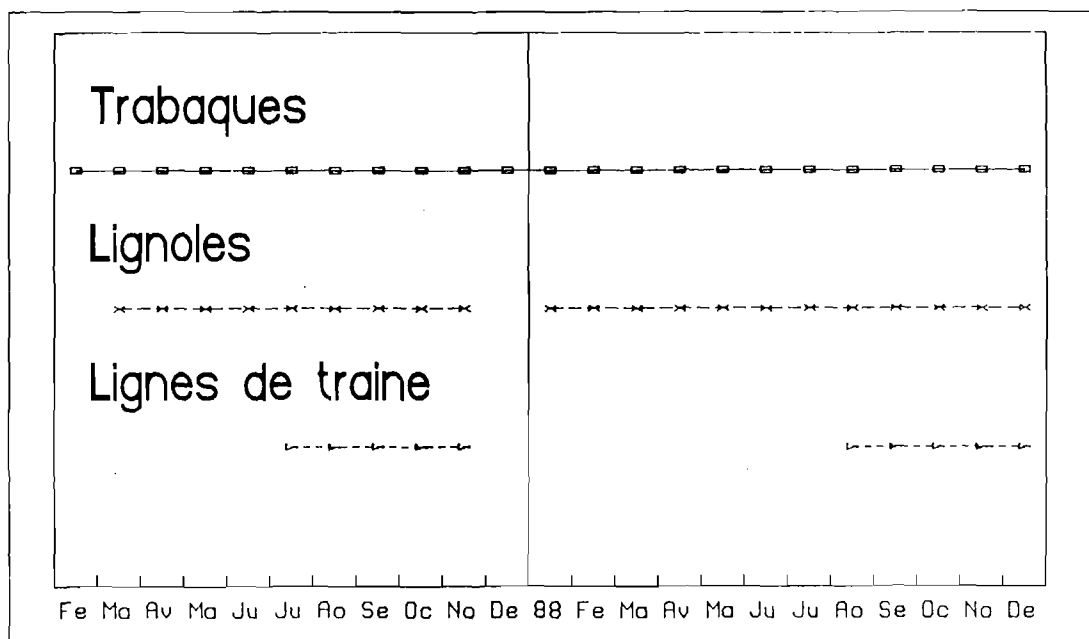


Figure 4 : Calendrier d'activité des métiers : utilisation des différents engins de pêche , Etang de Berre, 1987-1988.

### 3.3 FLOTTILLE

La flottille de pêche de l'étang de Berre est répartie entre les différents ports ou abris de sa périphérie. L'embarcation type de l'étang de Berre est une coque ouverte en polyester appelée "barge". Ces embarcations possèdent un faible tirant d'eau pour pouvoir atteindre des zones de pêche peu profondes et sont généralement équipées d'un ou deux moteurs hors bord d'une puissance totale moyenne



de 90 à 110 chevaux. Cette motorisation élevée rend possible les déplacements rapides sur la totalité de l'étang, quel que soit le port d'attache du bateau. Elle permet aussi aux pêcheurs de pratiquer une activité mixte étang-mer à partir des ports lagunaires.

### 3.3.1 Flottille Potentielle

Au début de l'étude, nous avons réalisé un recensement de l'ensemble des bateaux de type professionnel présents dans les ports de l'étang, sans préjuger de leur activité passée ou future de pêche. Ce fichier a constitué la référence de terrain de la flottille potentielle : chacun des bateaux de cette liste était susceptible de participer à l'effort de pêche développé dans l'étang de Berre. Cette base a été complétée au fur et à mesure des enquêtes sur le terrain, dès qu'un nouveau bateau était rencontré.

Le tableau suivant fournit la répartition de ces embarcations suivant les différentes stations :

	<u>1987</u>	<u>1988</u>
Martigues	275	276
Istres	10	15
St Chamas	49	51
Berre	39	39
Marignane	31	34
Etang de Berre	389	396

Le total des cinq stations est supérieur à l'effectif "Etang de Berre" parce qu'un même bateau peut contribuer à la flottille potentielle de deux stations qu'il utilisera successivement au cours de l'année.

Le port de Martigues contribue pour 70 % à la flottille potentielle de l'étang. Sa situation au point de jonction avec la mer et les nombreuses possibilités d'amarrage dues à la présence de canaux explique ce fort pourcentage.

## Chapitre 4

### RESULTATS DESCRIPTIFS DE LA PECHERIE

Le graphique de la figure 5 dont les valeurs numériques sont présentées en annexe C montre la stratification temporelle retenue à partir de l'évolution mensuelle des captures journalières moyennes. Les quatre périodes annuelles s'échelonnent selon les dates suivantes, (tab.1) constituant huit strates temporelles codées par une lettre de A à H.

---

FICHER REFERENCE : PERIODE 4

---

#### COMMENTAIRES

STRATIF. 4 saisons de trois mois

CODE	DEBUT PERIODE			FIN PERIODE		
	AN	MOIS	JOUR	AN	MOIS	JOUR
A	87	/ 1	/ 1	87	/ 3	/ 31
B	87	/ 4	/ 1	87	/ 6	/ 30
C	87	/ 7	/ 1	87	/ 9	/ 30
D	87	/ 10	/ 1	87	/ 12	/ 31
E	88	/ 1	/ 1	88	/ 3	/ 31
F	88	/ 4	/ 1	88	/ 6	/ 30
G	88	/ 7	/ 1	88	/ 9	/ 30
H	88	/ 10	/ 1	88	/ 12	/ 31

---

Tableau 1 : Stratification temporelle d'étude de la pêche de Berre, 1987-1988.

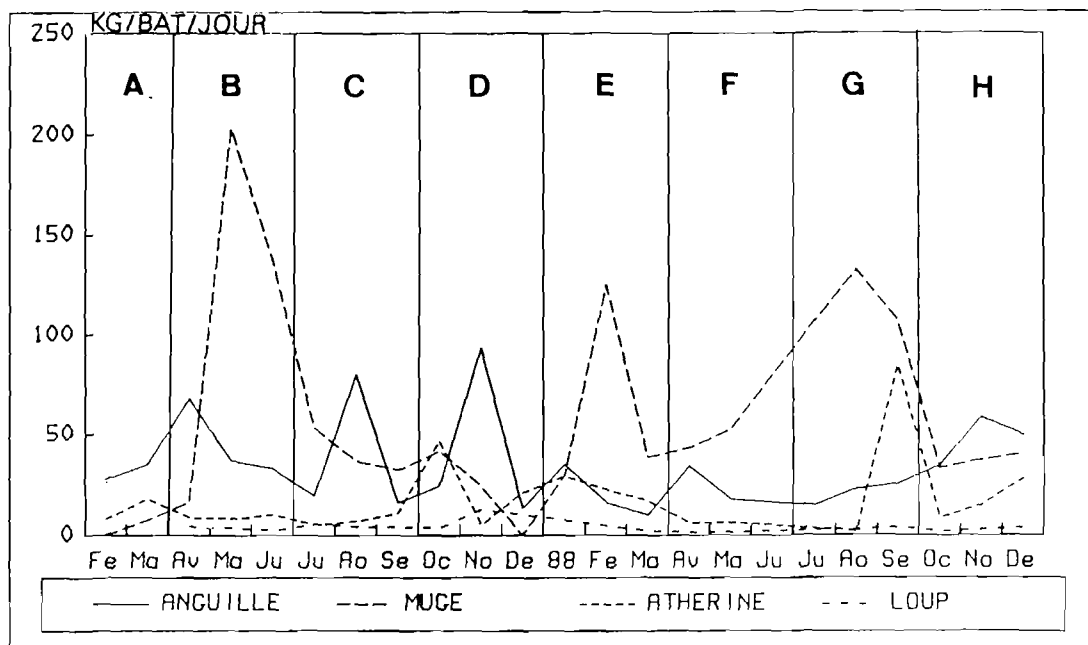


Figure 5 : Débarquement moyens et strates temporelles, Etang de Berre, 1987-1988.

Classiquement, le choix des saisons a été conditionné par l'apparition dans chacune d'elles d'un maximum dans l'estimation du poids moyen débarqué pour une ou plusieurs espèces simultanément.

- Saison hivernale (de janvier à mars)

Elle est généralement caractérisée par des apports très faibles pour toutes les espèces, les conditions météorologiques étant très défavorables (températures basses, vent fréquent et violent, durée du jour limitée...).

Pour l'année 1988, le pic inhabituel enregistré en février pour les apports de muges s'explique par la situation météorologique qui s'est avérée particulièrement favorable durant le mois traditionnellement reconnu comme le plus froid de l'année.

- Saison printanière (d'avril à juin)  
L'augmentation de la durée du jour et les températures en hausse entraînent une reprise de l'activité avec une recrudescence des captures de muges accompagnée d'une augmentation des apports d'anguilles.
- Saison estivale (de juillet à septembre)  
Les prises d'anguilles sont toujours élevées durant l'été. En 1987, un pic marque les captures importantes réalisées au milieu de la période. En 1988, on assiste progressivement à une augmentation des captures, liée au phénomène de dévalaison de l'anguille "fine" qui atteindra son maximum à la saison automnale.
- Saison automnale (octobre à décembre)  
Elle est caractérisée par la prépondérance des débarquements d'anguilles par rapport aux autres espèces, résultant essentiellement de la capture d'anguilles fines.  
Pour les deux années étudiées, les maxima observés pour les débarquements d'athérines et de loups se situent dans les deux dernières périodes.

#### 4.1 Espèces

Le recueil d'information sur les débarquements a permis de constituer un échantillon de 973 fiches de pêche réparti sur l'ensemble des deux années d'étude et correspondant à une quantité globale observée au débarquement de 62 556 kg.

Dans le tableau ci-dessous, les 20 espèces observées sur le terrain sont classées par ordre d'importance décroissante dans l'échantillon.

RANG	ESPECE	CODE	Poids moy. kg	Ecart-type	Total observé kg
1	Muge	3415	79.6	227.6	32 795
2	Anguille	2201	39.4	92.6	24 270
3	Athérine	3417	19.2	33.2	3.552
4	Loup	3309	4.3	11.3	980
5	Crabe	4201	6.9	6.2	828
6	Flet	3114	5.0	18.4	330
7	Anchois	3508	47.8	82.1	95.6
8	Orpie	3401	5.2	8.0	41.6
9	Div. Poiss. Eau dou.	3998	10.4	20.6	41.6
10	Div. Thon Pélamide	3699	2.8	3.4	11.2
11	Truite	2302	2.6	3.4	10.4
12	Daurade royale	3345	3.4	3.0	10.2
13	Sole	3198	1.0	1.7	9.0
14	Sars	3354	5.0	-	5.0
15	Crevette grise	4502	1.1	1.8	3.3
16	Sprat	3507	1.0	-	1.0
17	Saupe	3353	1.0	-	1.0
18	Rouget barbet	3341	1.0	-	1.0
19	Sardine	3504	0.5	-	0.5
20	Congre	3302	0.3	-	0.3

Tableau 2 : Bilan spécifique de l'échantillon des débarquements observés par enquête sur le terrain, Etang de Berre, 1987-1988.

Cinq espèces se distinguent par le total observé au débarquement. Le crabe n'étant vendu que très occasionnellement, nous retiendrons pour la suite de l'étude comme espèces principales :

- muge 53.3% de l'échantillon
  - anguille 38.7%
  - athérine 1.6%
  - loup 1.3%
- soit 94.9% du poids total de l'échantillon.

Le détail des rendements et variance pour ces quatre espèces est présenté en annexe C.

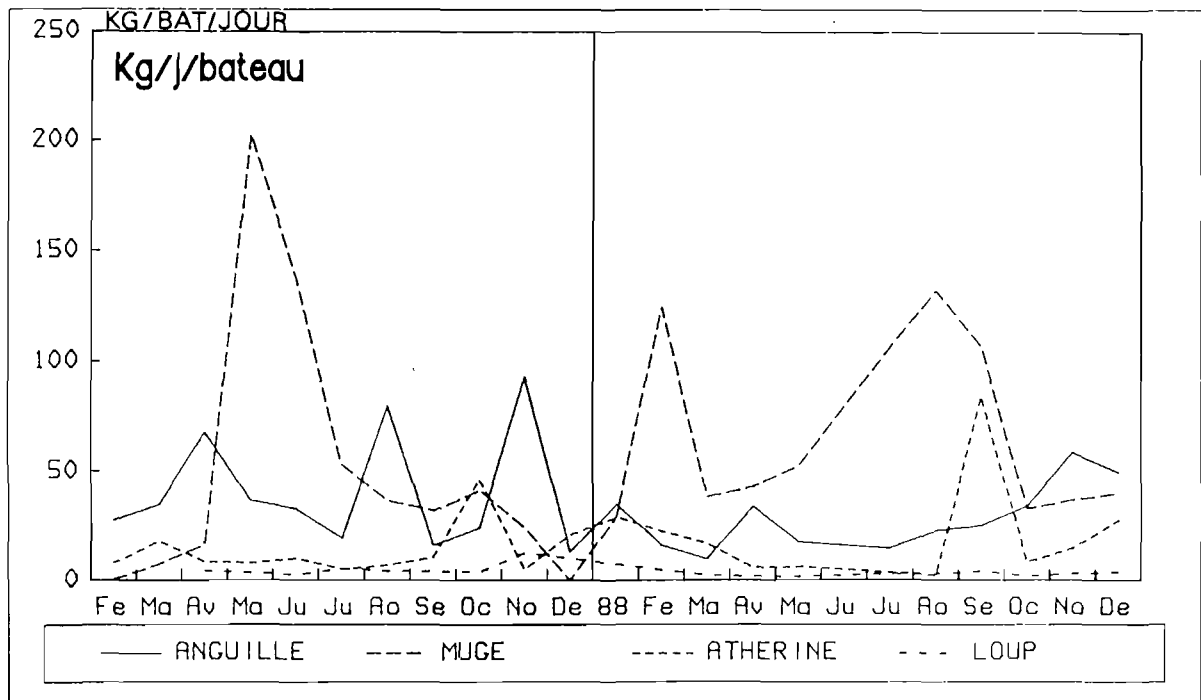


Figure 6 : Débarquements moyens journaliers, Etang de Berre, 1987-1988.

La quasi-totalité des pêches de l'étang de Berre est commercialisée par l'intermédiaire des mareyeurs. Les prix moyens calculés à partir des fiches contenant cette information sont :

- muge 3.6 F/kg
- anguille 28.2 F/kg
- atherine 30.0 F/kg
- loup 84.3 F/kg

On remarque que l'existence d'un facteur de multiplication supérieur à 20 entre le plus faible et le plus fort prix souligne l'importance des facteurs financiers dans la stratégie d'exploitation de la lagune de Berre.

## 4.2 Métiers

Le suivi de l'activité de pêche par métier montre le contraste des stratégies de pêche en 1987 et 1988 (fig.7).

- En 1987, les trabaques et les lignoles sont mises en oeuvre avec des pics saisonniers marqués.
- En 1988, l'emploi des deux engins est plus régulier et, pendant la période de juin à septembre l'activité prépondérante est celle des lignoles.

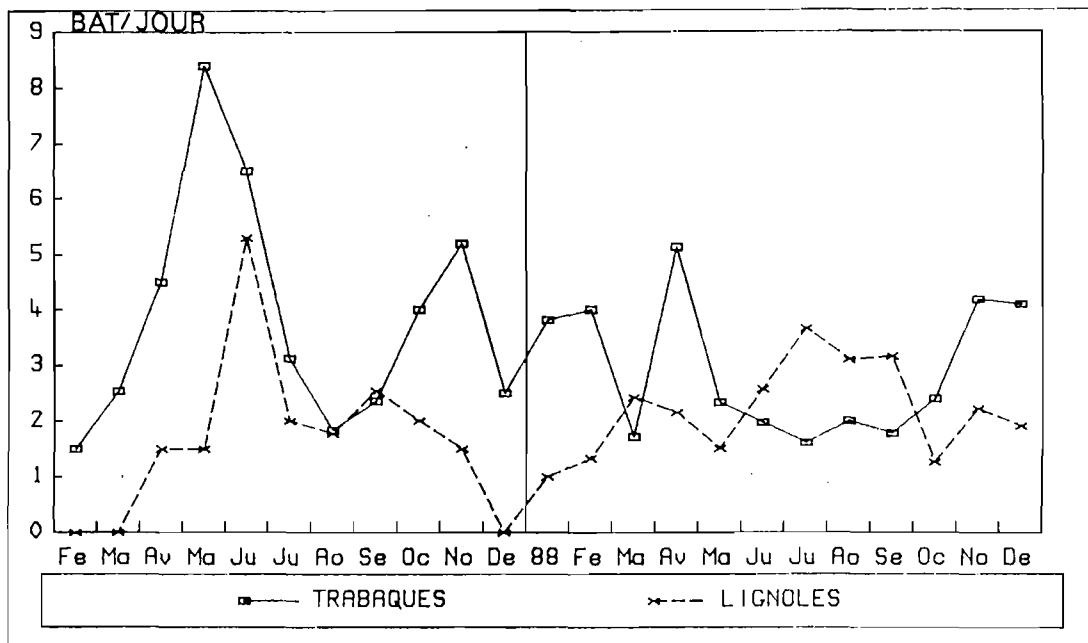


Figure 7 : Comparaison de l'activité des trabaques et des lignoles, Etang de Berre, 1987-1988.

En 1987, les trabaques et les lignoles ont été mises en oeuvre de façon très opportuniste. Comme le montre le graphique de la figure 7 on voit apparaître, pour chacun des deux métiers, deux pics saisonniers : l'un au printemps, l'autre à l'automne, aux dates traditionnelles correspondant à la présence des espèces cibles (pour l'anguille, la capéchade ; pour les muges, la lignole).

En 1988, on note un emploi plus régulier des divers métiers tout au long de l'année.

Il est clair que selon les années on assiste à une certaine fluctuation concernant les périodes d'utilisation maximales des différents engins, mais également à un transfert de l'activité d'un engin vers un autre en fonction de l'abondance apparente et relative des principales espèces cibles, variable selon les années.

Néanmoins, il se dégage pour les deux années un schéma commun qui est décrit par :

- un pic estival pour l'activité de pêche à la lignole (espèce-cible : muge),
- un pic automnal pour l'activité de pêche aux capéchades (anguille de dévalaison).

### 4.3 Effort de pêche

#### 4.3.1 Caractérisation

Nous avons choisi comme unité d'effort la pêche d'un jour avec un engin donné parce que les informations caractéristiques de cette unité sont accessibles par un enquêteur qui opère sur le lieu de débarquement. Il peut en effet dénombrer de manière exhaustive le nombre de bateaux ayant une activité de pêche pour un métier particulier un jour donné, grâce à un suivi du mouvement des bateaux en entrée-sortie dans le port.

Sur la fiche de pêche établie lors du débarquement, un certain nombre de rubriques permet de décrire plus précisément la pratique de chaque métier par des paramètres tels que le nombre d'hommes constituant l'équipage ou la quantité d'engins utilisés.

L'équipage est généralement constitué de deux hommes puisque le calcul effectué sur 955 fiches renseignées sur cette rubrique est de 1.79 pêcheur par bateau.

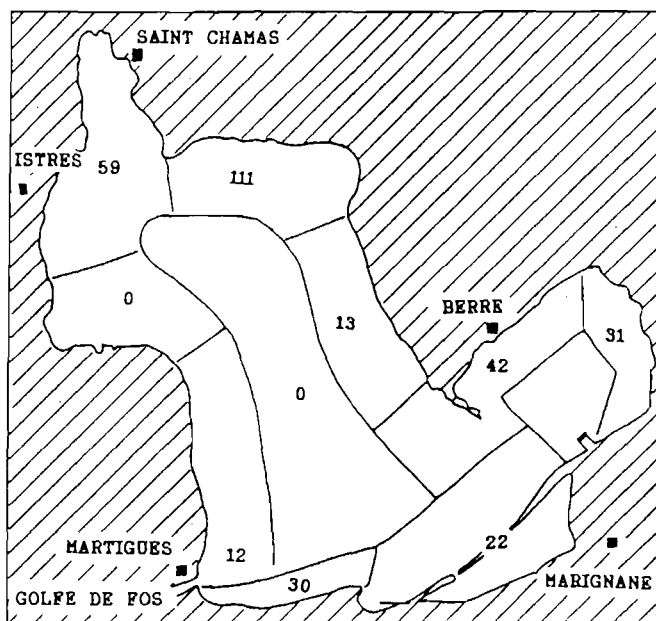
La quantité moyenne de filets maillants calés par bateau n'a pu être calculé que sur un faible échantillon qui donne une valeur moyenne de 950 mètres et une valeur maximum de 2 500 mètres.



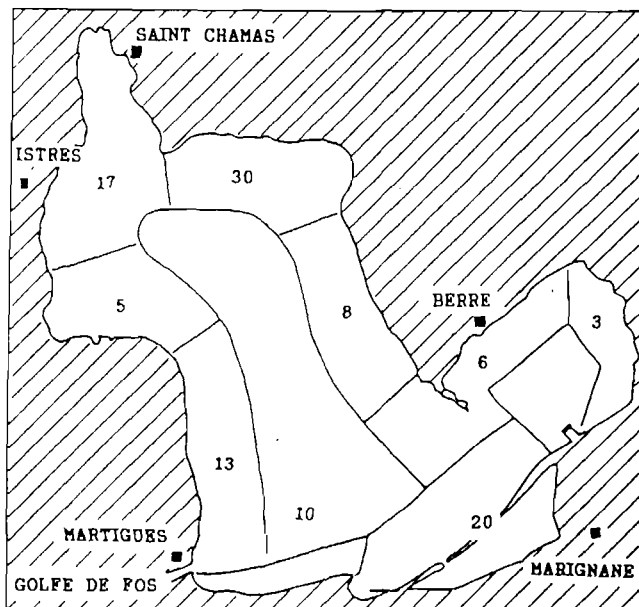
#### 4.3.2 Cartographie

Lors d'études analogues sur les lagunes, il s'est avéré très difficile de collecter une information fiable sur les secteurs de pêche : un même pêcheur peut caler ses engins fixes en différents secteurs de l'étang et de plus, comme il s'agit d'engins fixes, la pêche du jour peut ne pas concerner tous ses engins.

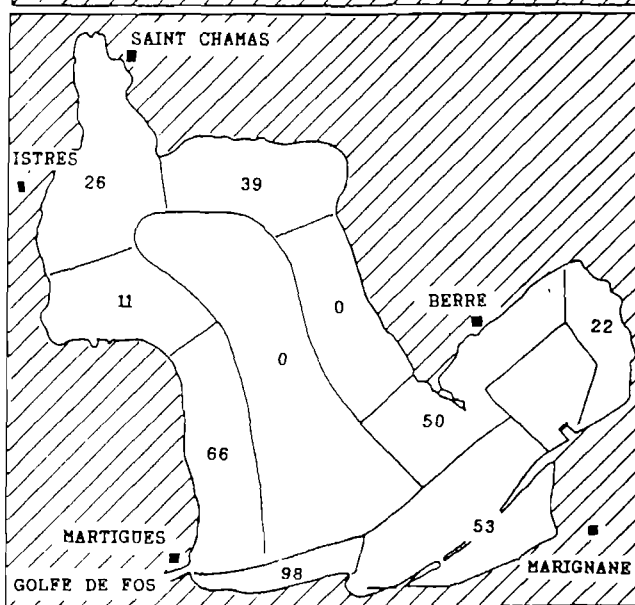
Pour compléter la description de l'effort de pêche et obtenir une cartographie des engins permettant de localiser les secteurs de pêche et leur occupation selon les saisons, nous avons procédé à des survols aériens de l'étang de Berre. Mis en oeuvre par deux personnes, cette méthode utilise un avion léger volant à une altitude d'environ deux cents mètres, à une vitesse d'environ 150 km/h. Le comptage des engins en pêche et le report sur une carte permettent l'établissement de représentation cartographique et synthétique de l'effort de pêche des engins fixes à différentes saisons (fig.8).



PECHES DE PRINTEMPS



PECHES D'ETE



PECHES D'AUTOMNE  
ET D'HIVER

Figure 8 : Relevé cartographique de l'effort de pêche des engins fixes, exprimé en nombre d'engin unitaire (trabaque) par secteur, Etang de Berre, 1987-1988.

A l'examen de ces cartes, on constate que l'exploitation de l'étang par les engins calés s'effectue sur la périphérie de la lagune. Aux variations d'effectif au cours du cycle annuel se superposent des mouvements d'engins vers des secteurs privilégiés.

Au cours du printemps, les engins sont calés de préférence dans les secteurs Est et Nord de l'étang. Pour l'automne et le début de l'hiver, on assiste à une augmentation des effectifs et à un renversement des tendances : l'activité des engins fixes se concentre sur le secteur Sud-Ouest de l'étang qui est en relation directe avec la mer. Pendant

cette période, et pour cette zone, l'occupation de l'espace est réglée entre les pêcheurs par le système des tirages des postes qui leur désigne à chacun un emplacement de calée.

#### 4.3.3 Taille de la flottille active

Le suivi de l'activité de la pêche dans Berre a été mené sur une durée de deux ans. Pendant cette période, le plan d'échantillonnage mis en oeuvre pour obtenir une estimation de la production a permis de cerner la fraction active de la flottille potentielle.

L'identification des embarcations lors des enquêtes au débarquement, ainsi que lors des relevés de mesure de l'effort de pêche, a permis de dénombrer les différents bateaux ayant eu au moins une journée d'activité sur l'ensemble des 252 jours d'échantillonnages répartis sur les cinq ports.

Par rapport à la flottille potentielle, on constate que la flottille active est mieux répartie entre les différents ports. La proportion de la flotte active par rapport à la flotte potentielle est la plus faible dans le port qui possède la flottille potentielle la plus importante comme le montre le tableau suivant.

	Flottille active		% de la flottille potentielle	
	1987	1988	1987	1988
Martigues	55	44	20 %	16 %
Istres	8	5	80 %	31 %
St Chamas	29	26	59 %	51 %
Berre	20	23	51 %	59 %
Marignane	23	20	74 %	59 %
<b>Etang de Berre</b>	<b>135</b>	<b>118</b>	<b>34 %</b>	<b>30 %</b>

Tableau 3 : Bilan de la flottille observée en activité de pêche par rapport à la flottille potentielle, Etang de Berre, 1987-1988.

Le bilan établi sur les années 1987 et 1988 conduit à un total de bateaux en activité de 188 embarcations différentes parmi lesquelles :

- 70 bateaux n'ont pêché qu'en 1987
- 53 bateaux n'ont pêché qu'en 1988.

L'apparition au cours de la deuxième année de bateaux non encore recensés en activité montre qu'il existe une variabilité inter-annuelle qui peut prendre une importance différente suivant les sites.

#### 4.3.4 Taux d'activité de la flottille

Pour être considéré comme appartenant à la flottille active, un bateau doit avoir été rencontré au moins une fois en activité de pêche lors de l'étude.

Certaines de ces embarcations n'ont eu qu'une activité très réduite dans le temps, soit parce qu'il s'agit d'un pêcheur pratiquant essentiellement la pêche en mer et très occasionnellement la pêche dans l'étang de Berre, soit parce qu'il s'agit d'un bateau généralement inutilisé mis en pêche à l'occasion.

Il est donc nécessaire pour cerner au mieux l'activité de la flottille de préciser les taux d'activités de celle-ci.

Les calculs s'effectuent sur un échantillon correspondant aux jours de passage des enquêteurs sur les différents sites. Les informations recueillies concernent un départ ou un retour en pêche sur l'étang. Les taux d'activité calculés n'intègrent donc pas les autres activités nécessaires à l'action de pêche telles que fabrication ou entretien des engins de pêche, calée, décalée et nettoyage des engins fixes de type capéchades, entretien du bateau, trajet pour effectuer les pleins de carburant, etc...

De plus, les enquêtes ont été menées sans préjuger de l'effet des conditions météorologiques. L'enquête est effectuée même par mauvais temps établi, et sert alors à constater quelles sont les conditions limites qui minimisent d'abord l'effort de pêche puis arrêtent complètement l'activité sur l'étang.

Les taux d'activités calculés pour chacun des ports d'après échantillons servent donc essentiellement à classer de manière relative les embarcations et à fournir une image moyenne du temps de travail en pêche.

Les graphiques de la figure 9 font nettement ressortir la prépondérance en nombre des bateaux ayant un faible taux d'activité.

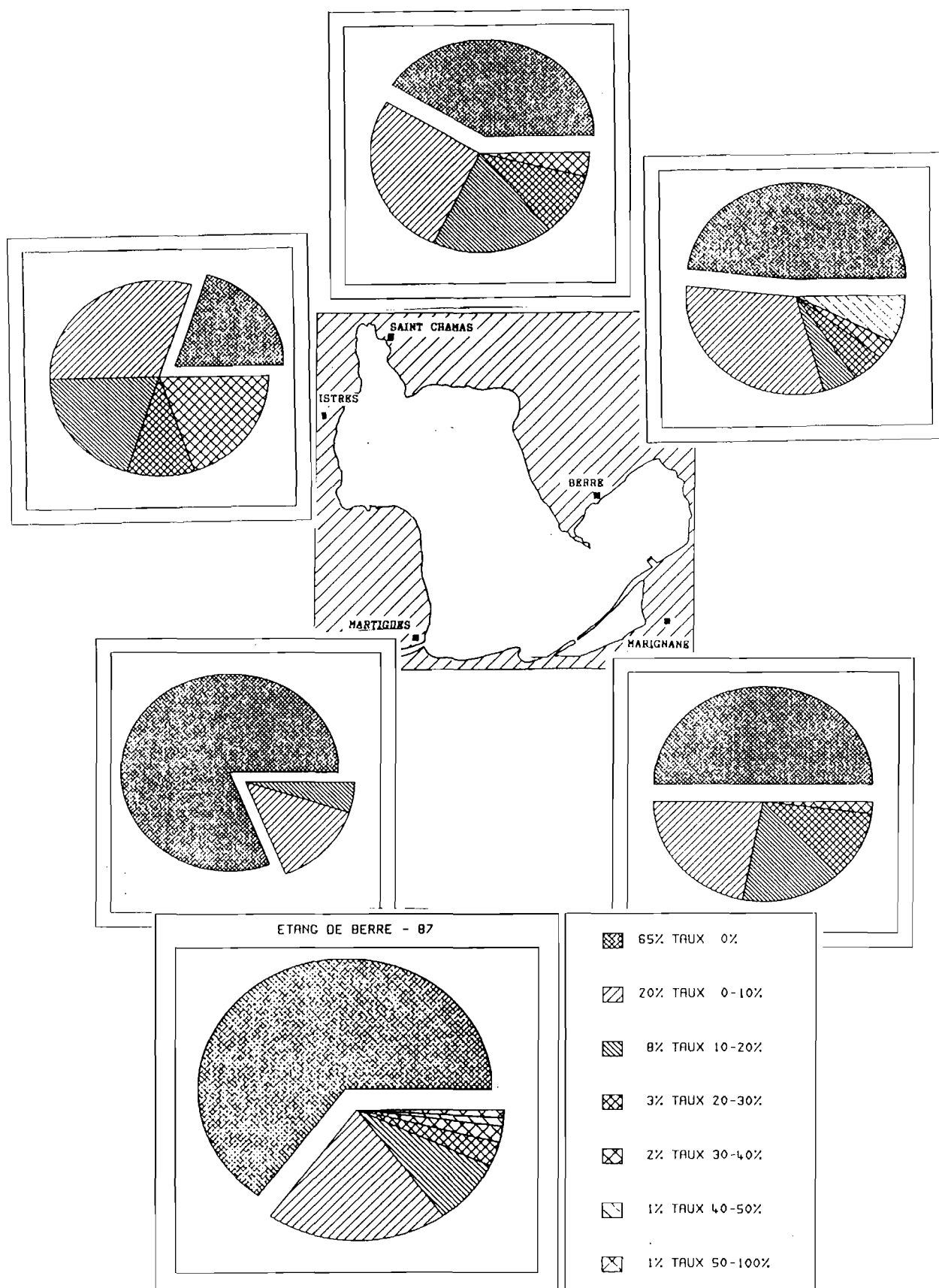


Figure 9 : Bilan de l'activité de la flottille potentielle, après regroupement des bateaux par classe de taux d'activité exprimé en pourcentage, Etang de Berre, 1987.

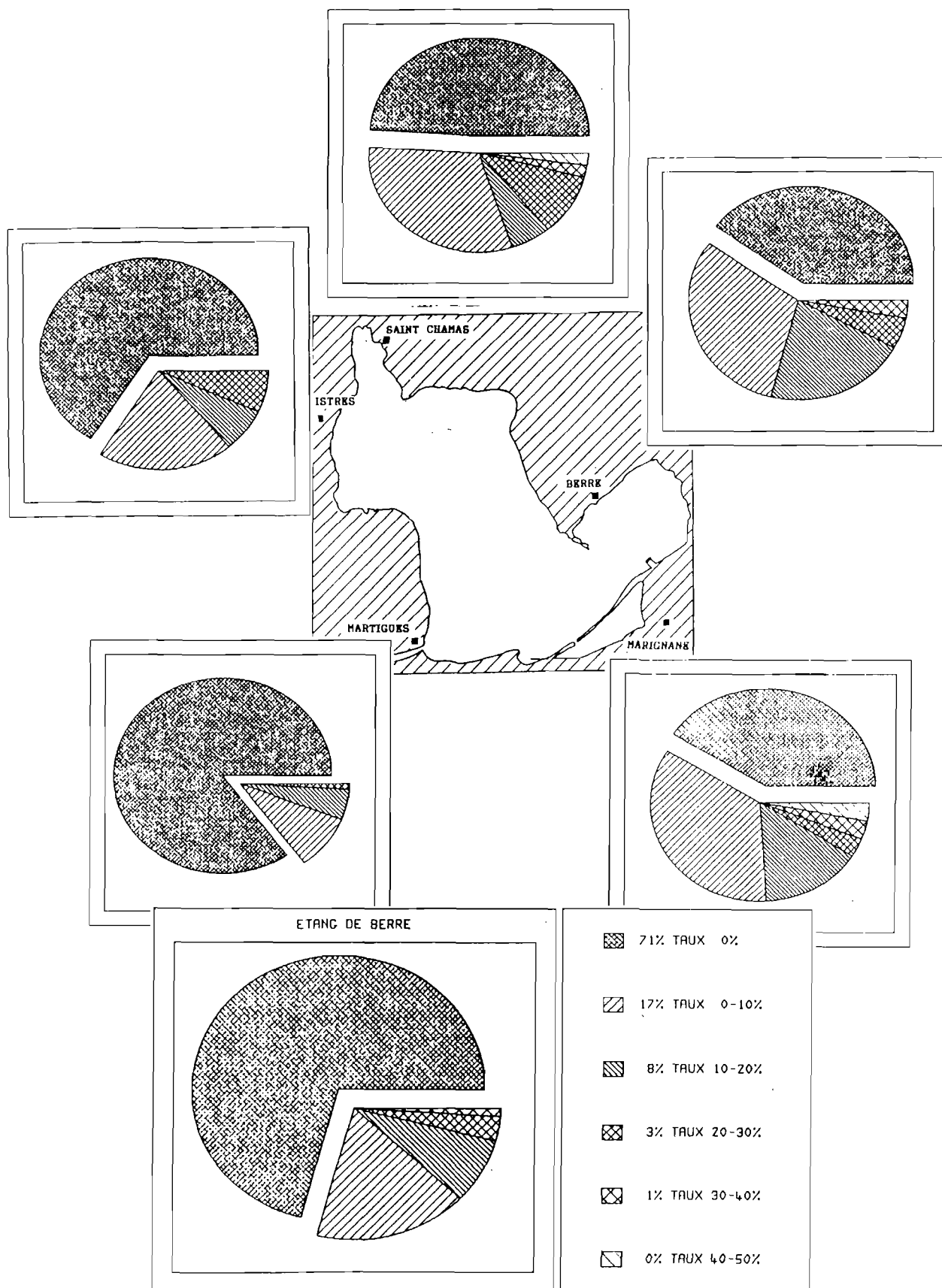


Figure 9 bis: Bilan de l'activité de la flottille potentielle, après regroupement des bateaux par classe de taux d'activité exprimé en pourcentage, Etang de Berre, 1988.

Si l'on effectue le bilan en cumulant les effectifs aux différents seuils de taux d'activité, on obtient les résultats suivants :

1987

Station	> 0%	>10%	>20%	>30%	>40%	>50%
B1	55	16	3	2	1	0
B2	8	5	3	2	0	0
B3	29	16	7	2	2	2
B4	20	8	6	6	4	3
B5	23	13	6	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---
BRRRE	135	58	25	13	7	5

1988

Station	> 0%	>10%	>20%	>30%	>40%	>50%
B1	44	19	5	2	1	1
B2	5	2	1	0	0	0
B3	26	10	7	2	1	1
B4	23	11	3	1	0	0
B5	20	8	3	3	2	1
---	---	---	---	---	---	---
BRRRE	118	50	19	8	4	3

1987-1988

Station	> 0%	>10%	>20%	>30%	>40%	>50%
B1	83	10	3	2	1	1
B2	10	4	1	0	0	0
B3	38	13	5	2	2	1
B4	28	9	6	3	1	0
B5	29	10	3	3	1	0
---	---	---	---	---	---	---
BRRRE	188	46	18	10	5	2

Tableau 4 : Bilan de l'activité de la flottille ; effectifs en nombre de bateaux ayant un taux d'activité supérieur à un seuil croissant, Etang de Berre, 1987-1988.

L'analyse de ces résultats montre que le nombre de bateaux ayant un taux d'activité supérieur à 10 % est relativement stable : 58 bateaux en 1987, 50 bateaux en 1988, soit une variation de 14 %. Le même calcul effectué sur l'ensemble des deux années donne un résultat de 46 bateaux explicable par un passage de bateaux dans la catégorie inférieure, leur taux d'activité global calculé devenant inférieur à 10 %.

La fraction de la flottille dont le taux d'activité est inférieur à 10 % présente une fluctuation de même ordre de grandeur entre 1987 et 1988 (variation de 13 %).

Globalement, et à l'intérieur de chaque classe de taux d'activité, on constate que le nombre de navires en pêche a été moindre en 1988 qu'en 1987.

#### 4.3.5 Mobilité de la flottille

Par rapport aux autres lagunes de la côte méditerranéenne française, une des caractéristiques de l'étang de Berre est la capacité de la flottille à se rendre en un point quelconque de la lagune.

Il existe ainsi des bateaux qui utilisent accessoirement un port de débarquement différent de son port d'attache :

Martigues <---	Istre	: 1 bateau
Martigues <---	Berre	: 3 bateaux
St Chamas <--->	Berre	: 3 bateaux
Martigues <--->	Marignane	: 8 bateaux

Les autres bateaux débarquent exclusivement dans leur port d'attache. Les bateaux qui se déplacent de leur port vers celui de Martigues y passent une période de plusieurs jours lorsque les zones de pêche active se situent à proximité.





## Chapitre 5

### ESTIMATION DE PRODUCTION

#### 5.1 Quantification de l'effort de pêche

Les fiches d'activité établies dans chacune des cinq stations constituent la base de données sur laquelle s'effectue le calcul des paramètres effort de Pêche, et dont le procédé est détaillé en annexe B.

Le fichier est préalablement ventilé selon les strates de temps définies ci-dessus. a l'intérieur de chacune des strates, le calcul de l'effort moyen journalier a été effectué par la méthode de l'estimateur-rapport.

Les résultats sont exprimés en nombre moyen de bateaux, soit sans distinction de métier, soit par métier et accompagné de la variance associée (tableau 7, annexe C).

#### 5.2 Quantification des rendements

L'ensemble des fiches de pêche a été exploité pour calculer la production moyenne par bateau et par jour pour l'étang de Berre et chaque strate temporelle, suivant la méthode exposée en annexe B. Les résultats numériques sont présentés dans le tableau 8, en annexe C.

#### 5.3 Estimations des productions

Le bilan des efforts et des rendements, obtenus par les procédures de traitements statistiques et informatiques exposés en annexe B a fourni une évaluation des captures en poids et en valeurs :

- par strate de temps et par métier

- par strate de temps par métier et par espèce

Le tableau 5 et la figure 10 synthétisent les résultats d'estimation de production détaillés présentés en annexe C (tableaux 8 et 9).

PRODUCTION		1987	1988	1988 - 1987	1988-1987/1987
POIDS	Kg	449 271	484 123	34 841	+ 7,8 %
VALEUR	Francs	10 363 068	7 012 656	3 350 412	- 32,3 %
PRODUCTION PAR METIER	TR	327 441	192 678	- 134 763	- 41 %
	LI	112 422	288 006	+ 175 584	+ 156 %
	LT	9 408	3 439	- 5 969	- 63 %
PRODUCTION PAR ESPECE	ANGUILLE	282 796	156 279	- 126 517	- 45 %
	MUGE	116 525	280 969	+ 164 444	+ 141 %
	LOUP	12 260	9 209	- 3 051	- 25 %
	ATHERINE	24 499	27 114	+ 2 615	+ 10 %

Tableau 5 : Résultats synthétiques de l'estimation de production par pêche de l'étang de Berre, 1987-1988.

#### 5.4 Interprétation

On constate d'abord une relative stabilité de la production globale annuelle de l'étang de Berre autour d'une valeur moyenne de 467 tonnes. Ces apports sont constitués essentiellement de quatre espèces (Anguilles, Muges, Athérines, Loups), les autres espèces contribuant pour moins de 5% au total débarqué.

Lorsque l'on détaille la production annuelle selon les espèces (fig.10), on constate une bascule dans l'importance relative des anguilles et des muges entre 1987 et 1988. On peut considérer que de mauvaises captures d'anguilles ont provoqué un report d'effort des trabaques vers les lignoles, qui deviennent le métier prépondérant en 1988, quand on considère les apports. Le métier des lignoles cible deux espèces : les muges, de faible valeur commerciale et les loups, de prix de vente très élevé. On constate que les résultats de production ont été en augmentation pour les muges, mais en diminution pour les loups.

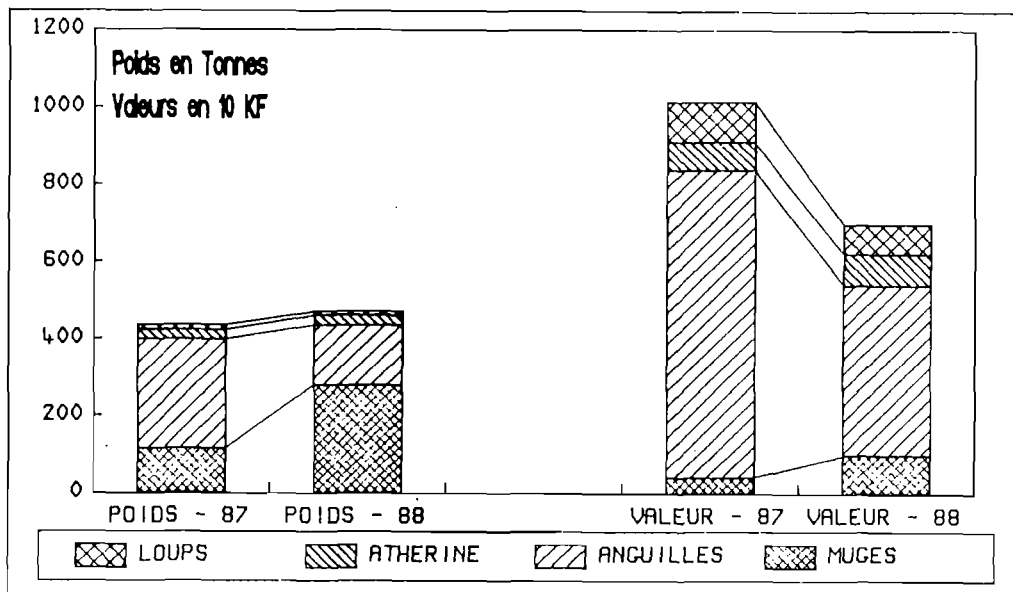


Figure 10 : Bilan comparatif en poids et en valeur des résultats de production de 1987 et 1988 - Etang de Berre - Détail par espèces.

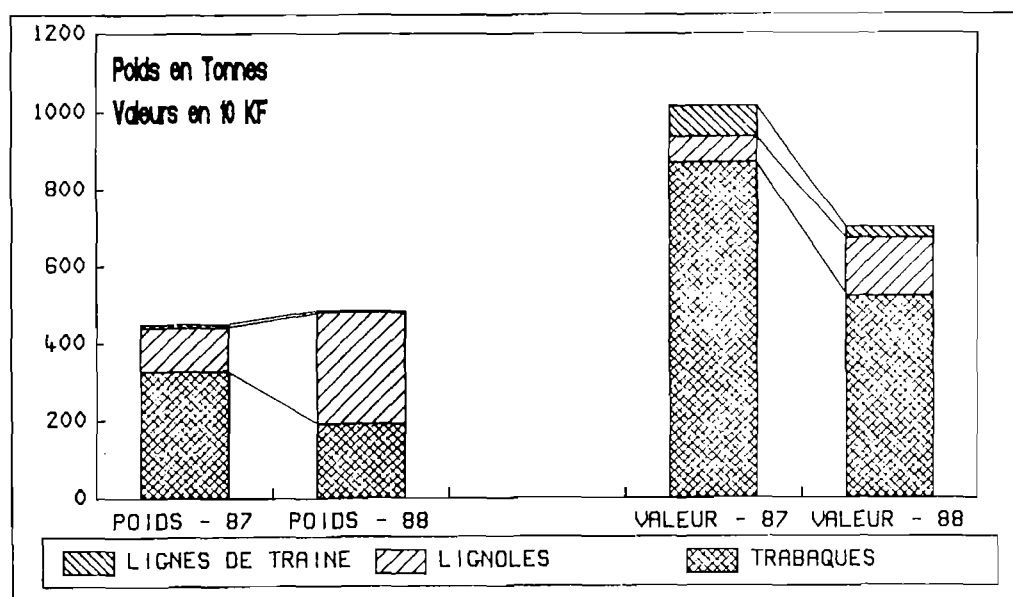


Figure 10 bis: Bilan comparatif en poids et en valeur des résultats de production de 1987 et 1988 - Etang de Berre - Détail par métiers.

La diminution du débarquement des espèces à plus haute valeur commerciale amplifie la baisse de la valeur du débarquement entre 87 et 88, qui subit une fluctuation importante d'environ un tiers à la baisse. Le prix moyen du kilogramme de poisson débarqué passe ainsi de 23.25 F en 1987 à 14.48 F en 1988.

Compte tenu de la variabilité des taux d'activité des bateaux de l'étang de Berre, le calcul direct des productions en poids et en valeur pour un bateau moyen ne paraît pas représentatif des résultats d'une fraction significative de la flottille.

L'analyse plus précise des tableaux 8 et 9 (annexe C) indique que c'est la strate B (saison printanière du 1/04/87 au 30/06/87) qui a déterminé la performance économique de 1987 par rapport à 1988. Les rendements moyens particulièrement forts pour l'anguille (61.11 Kg/bt/jour) ont conduit les pêcheurs à exercer un effort accru sur les capéchades (27 bateaux/jour en moyenne, valeur maximum sur les deux années échantillonnées). En 1988, la baisse des rendements d'anguilles a entraîné un report de l'effort sur les filets maillants à la période G dont les prises, essentiellement en muges, n'ont pas été suffisantes pour combler le manque d'anguilles compte tenu de la valeur commerciale respective des deux espèces.

## Chapitre 6

### CONCLUSION

Comme toutes les autres pêcheries d'étangs saumâtres de Méditerranée française, la pêche dans l'étang de Berre est traditionnellement basée sur l'exploitation d'espèces lagunaires (anguilles et athérines) et d'espèces appartenant à des stocks marins.

La réalisation d'une évaluation des stocks exploitables de l'étang de Berre repose le problème à un plus haut niveau. Dans le cas de l'anguille, on considère qu'il s'agit d'un stock européen alimenté à partir d'une zone de reproduction Ouest-Atlantique. Pour les muges comme pour le loup, l'étang de Berre correspond à un sous-secteur d'exploitation méditerranéen. Il serait donc nécessaire de connaître à la fois la dynamique de ces stocks et tous les paramètres qui gèrent le recrutement pour l'étang de Berre.

Après étude, on constate que la pêcherie est axée quantitativement sur les anguilles et les muges, et que les anguilles représentent le plus fort débarquement en valeur.

On peut donc caractériser la pêcherie de l'étang de Berre comme une pêcherie d'anguilles utilisant des engins de type trabaques qui permettent une prise complémentaire d'athérines. Par rapport aux autres lagunes côtières, le métier de pêche aux filets maillants est beaucoup plus développé : il s'agit d'une activité de pêche secondaire qui peut devenir principale selon le critère de la quantité débarquée, dans le cas d'un report d'effort entre métiers.

Le suivi sur deux cycles annuels a montré une importante variabilité dans le détail du résultat global de l'exploitation.

Comme dans les autres exploitations lagunaires méditerranéennes, la pêcherie de l'étang de Berre est une pêcherie à risques et en particulier pour les raisons suivantes :

- une dépendance du milieu extérieur pour le recrutement (juvéniles et adulte), sauf pour l'athérine,
- le mode d'exploitation de l'anguille par engin passif, donc très dépendant des conditions de milieu et de sa dynamique,
- l'aspect semi-ouvert de l'écosystème lagunaire qui amplifie l'effet des phénomènes naturels ou artificiels.

Parmi les lagunes, l'étang de Berre se situe dans la catégorie à risques élevés, principalement parce que :

- l'exploitation par pêche s'effectue sur quatre espèces de poissons, ce qui limite les possibilités de report d'effort,
- l'étang est partagé avec d'autres "utilisateurs" : centrale EDF, trafic maritime, rejets domestiques et industriels ...

Dans l'optique d'une modification de la législation de l'activité de pêche sur l'étang de Berre, les réflexions sur le fonctionnement actuel et à venir de la pêcherie amènent aux recommandations suivantes:

1 - On ne peut pas espérer obtenir une activité de pêche stable basée sur la seule exploitation de l'anguille, les résultats de cette étude montrant une importante variation dans les débarquements concernant cette ressource :

Pourcentage par rapport à 1988	Production 1987	Différence 87-88	Production 1988	Pourcentage par rapport à 1987
+ 80 %	282 796 Kg	126 517 Kg	156 279 Kg	- 48 %

2 - Les apports massifs d'eau douce ont une influence directe sur le comportement des poissons par les modification de salinité et une influence indirecte par la désoxygénation résultant de la stratification des masses d'eaux: les gradients de salinométrie ou les anoxies peuvent modifier la répartition des poissons à l'intérieur de l'étang ou leur comportements d'entrée. Il apparaît donc nécessaire de ne pas limiter les possibilités de pêche :

- dans l'espace de l'étang,
- entre métiers.

On constate que les pêcheurs se sont adaptés à cette situation en choisissant des embarcations de motorisation plus élevée que dans les autres lagunes. Il se sont adaptés afin de pouvoir exploiter la totalité de l'étang quelque soit leur port de départ et disposer aussi d'une possibilité complémentaire d'exploitation des zones marines proches.

3 - La flottille potentielle compte une part importante de bateaux inactifs ou peu actifs. Par une attraction consécutive à de bons résultats de pêche, les effectifs de la flottille active peuvent augmenter rapidement. Le bon résultat de production global peut donc conduire à des résultats individuels constants ou plus mauvais que ceux obtenus pour une année considéré comme moyenne.

Si l'on considère qu'un des objectifs à atteindre est une stabilité de l'activité des professionnels acquise par un équilibre global de leur revenus résultant d'une compensation entre bonnes et mauvaises années, il apparaît nécessaire de limiter les fluctuations trop rapides d'effectifs dans la pêcherie.

4 - Les deux espèces les plus importantes dans les débarquements sont quasi-intégralement commercialisées par les circuits de mareyage. Il serait donc possible d'obtenir des résultats de production sur ces deux espèces sans maintenir le réseau d'enquêteurs de cette étude. Une amélioration des statistiques de pêche accompagnée du contrôle des effectifs en activité permettrait le suivi de l'évolution de la pêcherie, en terme de moyens mis en oeuvre et de production résultante au cours des années à venir. Ce suivi prend toute son intérêt si dans un futur proche, l'étang de Berre est l'objet de modifications importantes de son milieu.





## Annexe A

### CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE

#### I - DESCRIPTION DE L'ETANG

##### A - Situation géographique et morphologique (fig. 11)

L'étang de Berre s'étend sur une superficie d'environ 15 500 hectares ; de l'extrémité nord du golfe de St Chamas au port de La Mède, la distance de son grand axe mesure 20 km (axe NNW-SSE) ; sa largeur entre le mont Calaraou et les salins de Berre est évaluée à 6 km approximativement. Il est bordé à l'Est par l'étang de Vaïne (2 500 hectares), avec lequel il communique par un seuil immergé entre 1 et 3 mètres, au Sud-Est par l'étang du Bolmon (800 hectares). La plage du Jaï, formée par un cordon sableux, sépare quasi-complètement l'étang du Bolmon de l'étang de Berre : seules trois étroites "bordigues" joignent les deux plans d'eau. Au Nord-Ouest, le grand étang est en communication sporadique avec l'étang de l'Olivier. Avec son étendue et sa profondeur moyenne de 6 mètres (10 maximum) soit 900 Mm<sup>3</sup>, l'étang de Berre est le plus vaste étang du littoral méditerranéen (STORA G., 1982).

##### a.1. Les apports d'eaux douces (fig. 12)

L'étang de Berre reçoit des cours d'eau importants qui sont l'Arc, la Touloubre, la Durançole du Nord et le Vallat, qui se jette pour sa part dans l'étang de Vaïne à l'Est. A ces apports s'ajoutent ceux de nombreux canaux d'irrigation, dont les plus représentatifs sont les canaux de Craponne et des Alpilles, ainsi que les sources sous-marines des "Laurons", présentes dans le golfe de St Chamas, et l'étang de Vaïne (KIENER & LONGUE-MARE, 1968). De plus, depuis 1966 la centrale hydroélectrique de St Chamas déverse par l'intermédiaire d'un canal de dérivation les eaux de la Durance, selon les modalités de rejet dont il sera question ultérieurement.

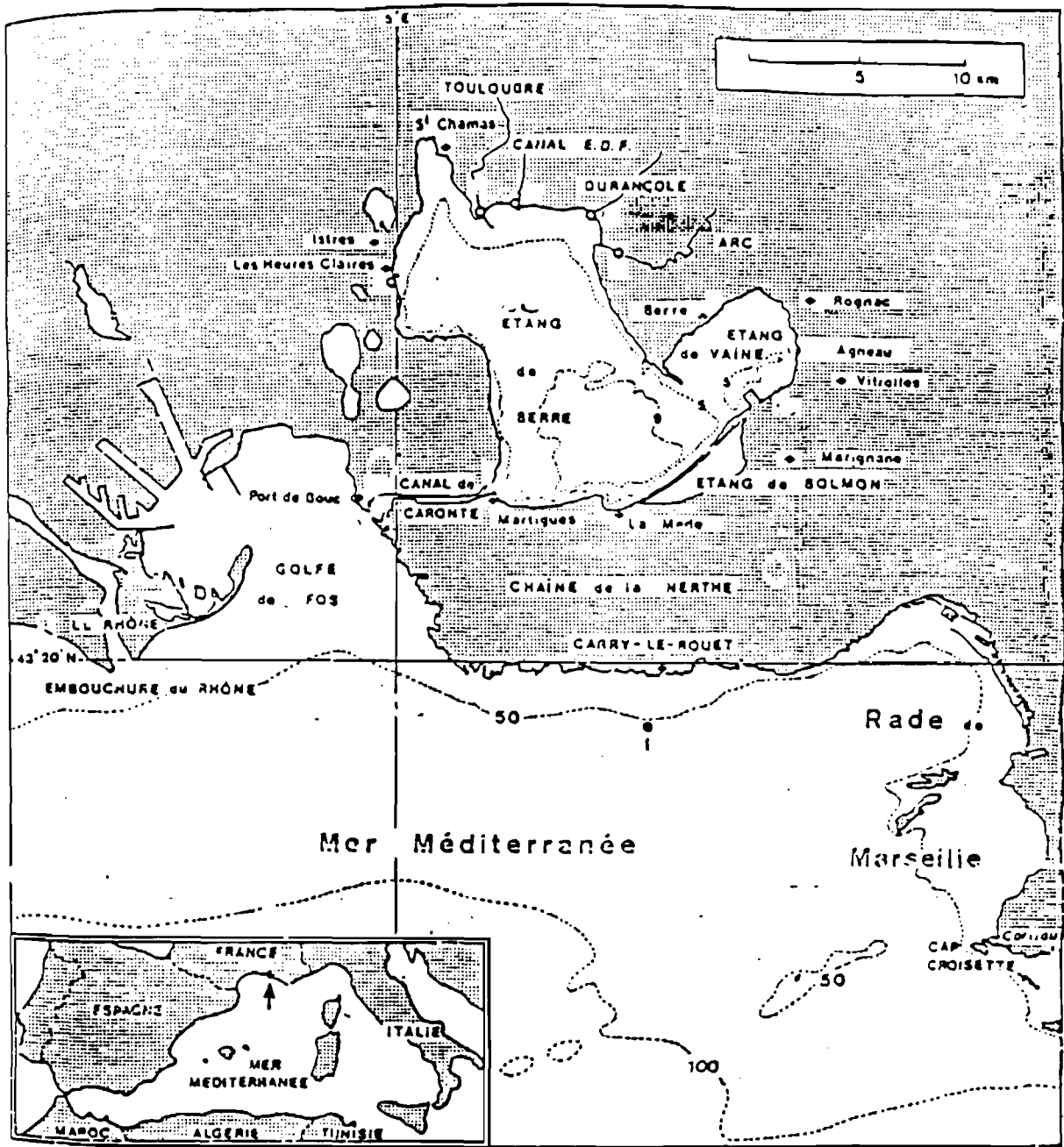


Figure 11 : Situation géographique de l'étang de Berre et du golfe de Fos (in KIM,1981).

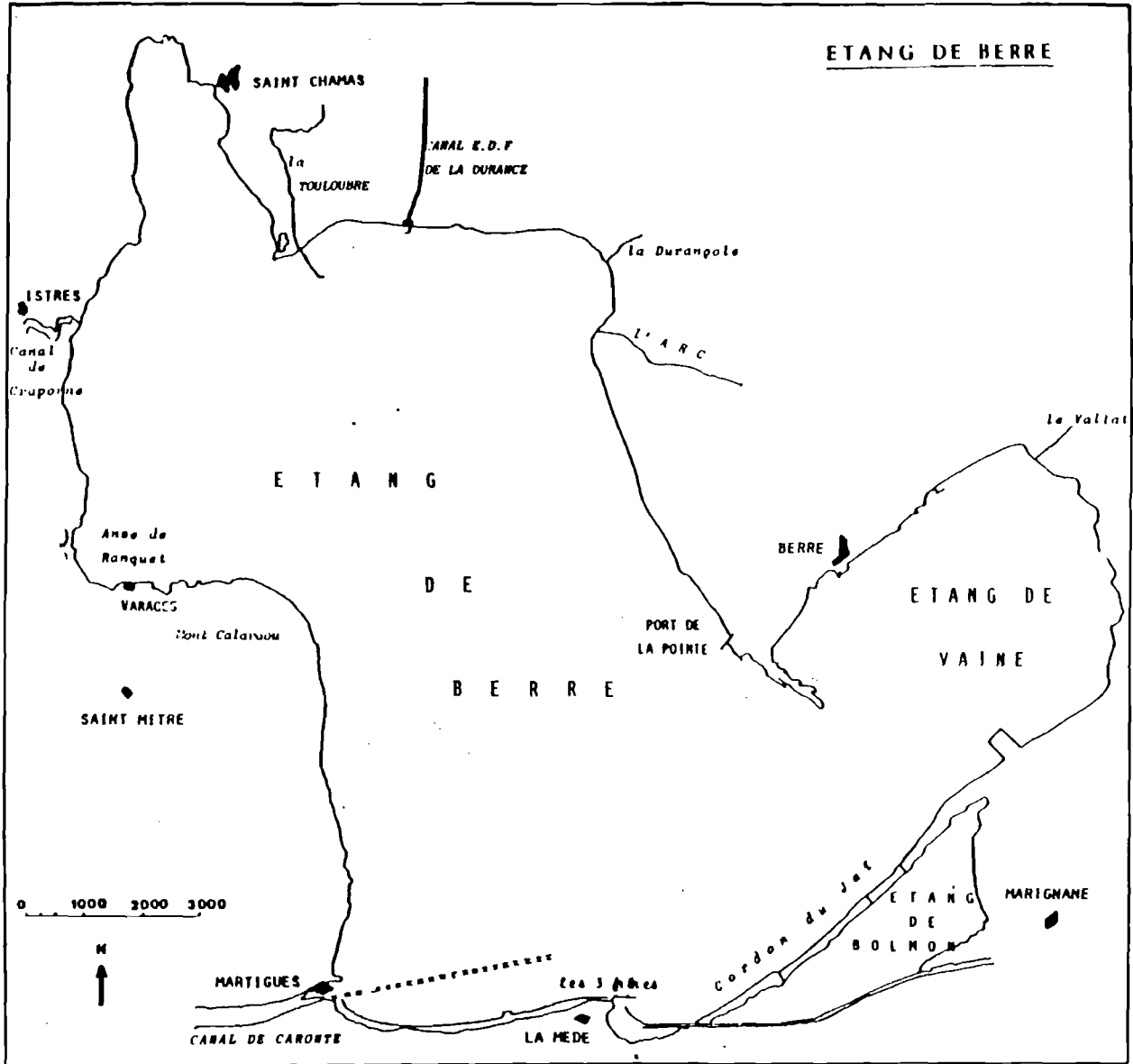


Figure 12 : L'étang de Berre et les cours d'eau.

#### a.1.1. L'Arc

L'Arc prend sa source dans le département du Var, près de St Maximin. Sa longueur est de 85 km et son bassin versant de 780 km<sup>2</sup>. Le débit annuel est évalué aux environs de 160 Mm<sup>3</sup>.

#### a.1.2. La Touloubre

La Touloubre prend sa source dans la commune de Venelles. Elle est longue de 65 km, avec un bassin versant de 382 km<sup>2</sup> et se jette au Nord de l'étang de Berre. Le volume annuel moyen de déversement est estimé à 62 Mm<sup>3</sup>.

#### a.1.3. Le canal Craponne-Alpilles

Créé en 1954 par Adam de Craponne, ce canal dérive les eaux de la Durance, pour irriguer les plaines de la Crau. Constitué d'un réseau complexe et enchevêtré à travers les régions de Salon et Istres, il se jette au Nord-Ouest de l'étang de Berre. Le débit moyen est de 3 m<sup>3</sup>/s. Une partie des eaux est amenée par une dérivation dans celles de la Touloubre. La Durançole et le Vallat ne représentent que de très faibles débits.

#### a.1.4. Le canal E.D.F. : usine de St Chamas

La centrale électrique de St Chamas produit une puissance de 165 MVA. Les déversements liquides liés à cette production électrique présentent 3 600 Mm<sup>3</sup> par an (depuis mars 1966, date des premiers rejets).

#### a.2. Les échanges avec la mer

La communication principale de l'étang de Berre avec la mer s'effectue (au Sud et à l'Est) par le canal de Caronte (orientation EW), ce qui représente, du port de Martigues au golfe de Fos, une distance de 6 km avec une profondeur de 9 m environ. Avant l'effondrement du tunnel du Rove sous la chaîne de la Nerthe en 1963, il existait une communication entre la partie Sud de l'étang et le golfe de Marseille.

#### B - Les facteurs climatiques

L'ensemble de ces facteurs, en raison du rapport surface-volume de l'étang, va avoir des conséquences importantes sur les conditions hydrodynamiques et hydrologiques de l'étang.

#### b.1. Températures

Les températures moyennes sont inférieures à 10°C pendant les quatre mois d'hiver (décembre, janvier, février, mars) et supérieures ou proches de 20°C pendant les mois d'été (juin, juillet, août, septembre). La transition entre ces deux périodes est extrêmement rapide. L'évolution entre les températures maximales et minimales relevées est identique à celle des températures moyennes. Ces écarts sont rarement inférieurs à 6°C et peuvent atteindre 11°C. Les variations importantes de la température des eaux dépendent essentiellement des conditions saisonnières. Les travaux de FEBVRE (1968), RIOUALL (1972), MINAS (1973) montrent qu'il existe une corrélation marquée entre les variations de température de l'air et celles de l'eau.

En dehors de ces variations saisonnières de grandes amplitudes, les courants de marées et les vents, par brassage des eaux, peuvent entraîner des variations thermiques rapides, régulières ou irrégulières. C'est ainsi que, dans la région du Sud, les eaux de fond sont nettement plus chaudes en hiver (4 à 5°C d'écart avec la surface) et plus froides en été (2°C en moyenne d'écart), dénotant l'existence d'une stratification thermique bien établie, liée à l'arrivée dans l'étang des eaux marines du golfe de Fos (MINAS, 1961). Vent sec et froid, le mistral peut refroidir les eaux de plusieurs degrés en l'espace d'une journée, surtout en période hivernale. Les vents de secteur Est ont un effet inverse (MINAS, 1973).

A ces variations s'ajoutent les variations nycthémérales (KERAMBRUN, 1974).

Il est à noter que la mise en service de l'usine hydroélectrique de St Chamas n'a eu que peu d'influence sur les variations de la température des eaux de l'étang (MINAS, 1973).

#### b.2. Les vents

Les fréquences moyennes annuelles des directions du vent par groupes de vitesses, établies d'après les observations réalisées de 1951 à 1975, à Marignane, montrent que le mistral est le vent largement dominant. Sa direction varie entre WNW et NNW. Il souffle pendant près de 122 jours par an

et sa vitesse maximale instantanée peut atteindre 150 KM/H. Après le mistral, le vent d'Est, qui regroupe les vents de secteur Est à Sud-Est, est le mieux représenté. Il souffle près de 50 jours par an, sa vitesse maximale instantanée est plus basse que celle du Mistral (90 à 100 KM/H).

#### C - Dynamique des eaux

Les mouvements des eaux qui affectent l'étang de Berre sont essentiellement de trois sortes (BOURGOUIN, 1968) :

- courants de marée
- sèches
- variations du niveau moyen

Les deux derniers mouvements sont directement sous la dépendance du régime des vents.

##### c.1. Les marées

###### c.1.1. Avant le rejet des eaux de la Durance

Les courants de marées s'observent essentiellement par temps calme. Les marées enregistrées à Martigues, bien que de faible amplitude, provoquent journalièrement deux courants sortants (sens étang de Berre-golfe de Fos) et deux courants entrants (sens golfe de Fos-étang de Berre).

Décrites la première fois par CHEVALLIER (1976), les données de cet auteur ont été confirmées par les mesures de courant effectuées par E.D.F. en 1961, dans le cadre des études préliminaires à l'exploitation de l'usine hydroélectrique de St Chamas (rapport numéro 2 de l'E.D.F., 1963). Lors de l'établissement du courant entrant, les eaux marines avancent en profondeur d'abord, puis le mouvement gagne vers la surface. Quand le courant devient sortant, c'est en surface que le mouvement se fait en premier lieu, puis il gagne en profondeur. Le contact entre l'eau marine et l'eau de l'étang se fait selon un plan incliné, dont la pente varie en fonction de la vitesse du courant.

###### c.1.2. Après le rejet des eaux douces

Les rejets massifs d'eaux douces de la Durance ont entraîné, à partir de 1966, des modifications dans les courants des marées. Les mesures effectuées,

à Martigues, par KIENER et LONGUEMARE (1967) montrent que les courants entrants et sortants en profondeur suivent régulièrement le cycle des marées ; par contre, en surface, un flot sur deux disparaît, traduisant la prédominance des courants sortants superficiels.

#### c.2. Mouvements dus aux vents

"Le mistral est le vent qui agite le plus souvent les eaux de l'étang et de manière plus forte dans la partie Sud, qui peut offrir l'aspect d'une mer démontée" (MARS, 1966).

Les oscillations rapides du plan d'eau, appelées sèches, sont la conséquence des variations brusques de pression accompagnées de coups de vents. Une dépression accompagnée d'un "coup de mistral" entraîne un relèvement du plan d'eau au Sud de l'étang ; au creux de la dépression barométrique s'amorce une série d'oscillations libres d'une période d'une heure environ et d'une dizaine de centimètres d'amplitude. Par vent d'Est, le même phénomène se produit, mais le relèvement du plan d'eau s'observe dans le golfe de St Chamas. BOURGOUIN (1966) constate que les variations du niveau moyen sont plus ou moins rapides selon les vents. C'est ainsi qu'à force ou durée égale, le vent d'Est fait monter beaucoup plus vite et plus haut le niveau moyen que le mistral ne le fait descendre. Les différences de niveau entre Martigues et St Chamas, pouvant atteindre 1,20 m, entraînent des courants de sèches. Par mistral, les eaux superficielles subissent une dérive vers le Sud (C.E.R.B.O.M. 1968). Cette dérive provoque la naissance d'un courant de compensation Sud-Nord dans les eaux de fond. Les vents de secteur Est ont une action opposée à celle du Mistral, mais de moindre importance.

Ces données sont, en réalité, relativement théoriques. Ainsi que le précise MINAS (1973) : "aux déplacements horizontaux s'ajoute le mélange vertical dont la rapidité et le degré dépendent, en un lieu considéré, à la fois de la profondeur et de la force du vent ; d'autre part, les apports d'eaux douces ou marines interviennent en modifiant l'équilibre dynamique en un point".

## II - HISTORIQUE DE L'ÉVOLUTION DE L'ÉTANG

Les deux étapes remarquables de l'évolution vers la situation critique actuelle sont :



## A - L'industrialisation

L'installation de diverses industries a conduit progressivement le canal de Caronte à s'agrandir pour permettre aux gros navires de rejoindre l'étang de Berre ; le canal a donc été creusé progressivement de -3 m à -6 m et jusqu'à -9 m de fond en 1925 et il se poursuit dans l'étang lui-même par le canal de navigation. Cette liaison entre le golfe de Fos et l'étang de Berre a facilité le passage des eaux fortement salines qui sont venues occuper les parties les plus profondes de l'étang (KIENER et LONGUEMARE, 1968). Les principales industries implantées sont :

sur le pourtour de l'étang de Berre :

- SHELL CHIMIE
- SHELL BERRE
- CFR
- BP

sur la bordure du canal de Caronte :

- CHEVRON CHEMICAL CIE
- UGINE KUHLMAN
- VIEILLE MONTAGNE
- NAPHTACHIMIE

Il convient de rappeler qu'un accord entre les pêcheurs de Berre et les industriels riverains avait amené la promulgation de la loi du 7 août 1957 qui interdisait la pêche dans l'étang, et qui prévoyait que dans les dix années l'activité devait s'éteindre. En fait, les industriels ne désirant pas voir leur expansion entravée par des conflits avec la profession, avaient versé à celle-ci une indemnisation de 5 millions de francs.

## B - Le détournement de la Durance

L'implantation de l'usine hydroélectrique de St Chamas est la conséquence de l'aménagement hydroélectrique de la basse vallée de la Durance. L'E.D.F. a donc fait construire un canal dont l'alimentation est assurée par un barrage érigé en aval du confluent de la Durance et du Verdon. C'est après avoir traversé les usines de St Estève-Janson, Mallemort et Salon que les eaux sont déversées au Nord de l'étang, à proximité de St Chamas. Le choix de l'étang comme bassin de déversement pour ces eaux douces et turbides

ne pouvait correspondre qu'à des considérations techniques et économiques. En effet, les conséquences écologiques désastreuses d'une telle agression sur un milieu aussi sensible et fragile qu'un étang saumâtre quasi fermé ne pouvaient laisser aucun doute. Les principaux effets néfastes qui se sont traduits à compter du début de ces rejets considérables (cf a.1.4) (soit quatre fois le volume de l'étang par an ou cinq fois l'apport de l'ensemble des autres affluents durant la même période) sont :

- apports liquides : des variations de la salinité
- apports solides : un envasement
- apports chimiques : une arrivée de polluants chimiques industriels (notamment des hydrocarbures et des phénols) et une eutrophisation de l'eau par drainage des engrais agricoles.

### III - PRINCIPAUX TYPES DE POLLUTION DANS L'ETANG DE BERRE

#### A - Pollution industrielle

Les évaluations de pollution établies en 1972, pour les principales d'entre elles, sont les suivantes (d'après l'Agence de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse) :

RAFFINERIES	DCO T/J	DCO T/J	DB05 T/J	DB05 T/J	MEST T/J
SHELL BERRE	10	10	2.3	1.4	9.4
CFR	8	8.3	1.8	0.8	1.5
B.P.	9	8.4	2.6	2.4	5.5
PETROCHIMIE					
SHELL CHIMIE	38	35.5	27	20.5	2.8

Depuis lors, il est probable que le développement industriel a accru ces chiffres.

Une étude sur la toxicité des effluents industriels de la région du golfe de Fos et de l'étang de Berre, effectuée pour le compte de l'Agence de Bassin par le laboratoire de radioécologie continentale du C.E.A. a montré que la plupart des rejets comporteraient des quantités élevées de phénols et d'hydrocarbures.

Les résultats de cette étude montrent que, si seul un petit nombre de ces rejets est toxique à forte concentration pour l'espèce test choisie, en l'occurrence l'anguille, la majorité d'entre eux, même très dilués, provoquent à la longue une altération du goût de la chair du poisson. Ce phénomène a eu de graves répercussions sur l'économie de la pêche en 1972-1973 où il a entraîné la mévente des lousps et des muges et la chute des cours de l'anguille (DUCLERC J., 1977).

A l'heure actuelle, la situation de l'étang a très sensiblement évolué : la pollution, notamment par hydrocarbures, ou par les résidus de pétrochimie a nettement diminué depuis sa phase maximum. Un plan de réduction des rejets polluants a en effet été mis en place en 1973, sous le contrôle de la cellule anti-pollution du port autonome de Marseille, du Service des Mines et avec l'aide financière de l'agence financière de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse.

Les principales industries polluantes ont réalisé des installations qui d'ores et déjà ont permis de réduire de moitié les déversements dans l'étang ; cette réduction aurait dû atteindre 90 % aux échéances suivantes :

- SHELL CFR )  
                                ) été 1977
- SHELL FRANCAISE )
- SNIAS )  
                                ) 2ème semestre 1977
- SODEGA )
- SHELL CHIMIE       juillet 1978

Des mesures plus récentes, présentées dans un prochain rapport, permettront de connaître la situation exacte actuelle.

Les effets de la diminution de la pollution sont appréciables au niveau de la qualité du poisson pêché : certaines espèces comme les muges et les lousps qui, comme nous l'avons vu, présentaient en 1972 et 1973 un goût prononcé d'hydrocarbures peuvent à nouveau être consommées. Les muges en particulier très sensibles à ces types de pollution trouvent à nouveau acquéreur sur les marchés à un cours normal de 2.50 Fr à 3.00 Fr du kg, prix pêcheur.

- Problème d'eutrophisation de l'eau

Le vaste bassin versant de l'étang dans le périmètre duquel sont situées des agglomérations telles qu'Aix-en-Provence, Salon-de-Provence, Istres,

Martigues, draine vers celui-ci une importante charge polluante d'origine domestique ou industrielle.

On a ainsi calculé qu'en 1975 le volume total des apports représentait 760 000 équivalents habitants, répartis en 530 000 d'origine domestique et 230 000 d'origine industrielle.

Cette pollution entraîne l'eutrophisation de l'étang, mais compte tenu de l'importance de son volume d'eau et de ses échanges, le seuil de dystrophie n'y a jamais été atteint.

Parallèlement au plan de réduction de la pollution industrielle, un schéma d'assainissement du bassin versant a été mis en place, qui amènera à l'issue de sa réalisation une diminution importante de la charge eutrophisante.

## B - Pollution liée au détournement de la Durance

### b.1. Variations de salinité

- Avant le détournement de la Durance, la salinité de l'étang de Berre, légèrement inférieure à celle de l'eau de mer, était comprise entre 30 et 33‰. Ainsi, on observait à l'époque une faune de type maritime avec de fortes concentrations de moules et d'huîtres en ce qui concerne les bivalves, mais aussi de nombreux poissons typiquement marins qui ont disparu depuis l'installation de l'usine. La variation de salinité était fonction des débits des rivières se déversant dans l'étang, mais aussi de l'importance des arrivées d'eaux de mer par le canal de Caronte.

- Après le déversement des eaux de la Durance, à la suite de la mise en service de l'usine, les apports d'eaux douces ne sont plus comparables avec ceux des rivières, l'Arc, la plus importante, ne représentant plus que 2 % à 5 % des volumes d'eaux douces arrivant dans l'étang. En conséquence, les variations de salinité sont essentiellement liées aux apports erratiques de la Durance, dont les irrégularités permettent d'observer des variations annuelles, saisonnières et même journalières dans certaines zones. Les modifications les plus importantes se rencontrent au Nord où les salinités accusent une chute considérable, atteignant des valeurs extrêmes de 1‰ à 3‰ avec établissement d'une faune dulçaquicole (carpes, tanches, sandres...). Le reste de l'étang subit une dessalure qui ne descend pas au-dessous de 10‰ à 15‰. Les différences de densités entre les écoulements

de surface des eaux dessalées du Nord et des eaux salées du Sud, qui entrent en profondeur par le canal de Caronte, s'opposent aux échanges verticaux, et par suite une stratification conduit à l'établissement d'une pycnocline et d'une oxycline entraînant une anoxie de la couche profonde (MINAS, 1973).

#### b.2. Envasement

Le problème des apports solides des eaux duranciennes est très certainement une des préoccupations majeures, sinon la plus grande, depuis la mise en service de la centrale de St Chamas. L'intensité de leur flux et les modalités de leur sédimentation ont donné lieu, depuis cette époque, à des mesures systématiques et à quelques études réalisées par E.D.F., le port autonome de Marseille, et des sédimentologues (E.D.F. - G.R.P.H., 1973).

Aussi, sans entrer dans le détail de ces travaux, nous en résumerons et soulignerons quelques résultats essentiels représentatifs de l'importance et de l'irrégularité des apports solides au cours du temps (JEROME C., 1984).

Nous avons voulu tout d'abord donner un aperçu général en associant aux données concernant les débits liquides, les flux solides annuels de 1969 à 1983 (tabl. 10).

ANNEE	APPORTS LIQUIDES		APPORTS SOLIDES			
	Volume 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	%	Tonnage 10 <sup>3</sup> T	Volume 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Rapport (Q)	%
1966 à 1969	9918,26	15,97	1941,081	1292,760	1,502	17,26
1970	3283,07	5,28	541,587	360,564	1,502	6,30
1971	3938,94	6,34	794,769	530,000	1,500	7,07
1972	3780,64	6,08	834,843	572,033	1,494	7,63
1973	2443,97	3,94	622,490	415,215	1,499	5,34
1974	2766,29	4,43	578,776	389,503	1,501	5,14
1975	2853,91	4,59	830,568	553,632	1,500	7,38
1976	2934,89	4,72	525,654	550,625	1,499	7,34
1977	6630,21	10,67	1641,134	1094,086	1,500	14,39
1978	5737,51	9,24	651,051	434,033	1,500	5,79
1979	4157,13	6,69	440,486	293,656	1,500	3,92
1980	3930,93	6,13	454,06	302,75	1,500	4,04
1981	2551,48	4,10	489,17	326,38	1,499	4,35
1982	3059,74	4,92	329,78	219,86	1,500	2,93
1983	4105,83	6,61	248,44	165,20	1,503	2,20
TOTAL	62092,60	100,00	11243,69	7496,29	moyenne 1,500	100,00

Tableau 10 : Apports liquides et solides de la centrale de St-Chamas de 1966 à 1983.

De même que les apports liquides qui les véhiculent, ceux du matériel particulaire sont tout aussi abondants et irréguliers, sans qu'il existe de relation absolue entre les deux (JEROME C., 1984).

Cependant, il importe d'indiquer que les fluctuations de la charge solide dans la partie terminale du canal ne peuvent dépasser une limite fixée, après accord entre E.D.F. et l'administration, à 5 g/l, tout dépassement de cette valeur dans la partie amont déclenchant le détournement des eaux turbides vers la Durance, à Mallemort.

Malgré cette régularisation relative, le flux solide demeure considérable si l'on considère, quelle que soit la concentration, le volume transitant par la centrale de St Chamas. Mais en aucun cas on ne trouvera de situations aussi excessives que celles exceptionnellement présentées par les cours d'eaux tels que l'Arc et la Touloubre qui, lors de crues majeures, déversent sans aucune possibilité de retenues des masses énormes de produits

solides de toutes natures et de toutes tailles, arrachées et entraînées sur toute la surface de leur bassin versant.

Les données concernant ces apports massifs et brutaux sont extrêmement difficiles à chiffrer, mais on estime généralement qu'en l'espace de quelques heures ou de quelques jours, ils transfèrent des quantités de matériel solide équivalentes, voire même supérieures à celles apportées par ces mêmes rivières durant tout le restant de l'année (JEROME C., 1984).

Il faut indiquer et rappeler que l'étang de Berre n'est pas seulement le réceptacle de matières en suspension d'origine durancienne mais que celles-ci s'ajoutent à des apports traditionnels dont on ne peut négliger l'abondance, même s'ils sont le fait de phénomènes exceptionnels au cours d'un cycle annuel et si leur tonnage global ne paraît excéder le quart de la contribution durancienne à l'envahissement des fonds de l'étang de Berre.

Cependant, l'impact dépend non seulement de l'importance de l'apport, mais aussi et surtout de ses modalités. En effet, il n'y a rien de commun entre l'effet d'un déversement régulier permettant une adaptation des espèces vivantes et celui d'une sédimentation inconstante et brutale, dont chaque manifestation conduit à l'étouffement de toute forme de vie qui aurait pu s'installer pendant la période d'accalmie antérieure (JEROME C., 1984).

Pour apprécier cette irrégularité des apports solides, nous avons représenté d'une part les valeurs absolues des tonnages mensuels transitant par la centrale de St Chamas (tabl. 11) et d'autre part, les pourcentages respectifs au cours de chaque cycle annuel depuis 1978 à 1983 (tabl. 12 & 13) (JEROME C., 1984).

DEBITS m <sup>3</sup> /e	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
JANVIER	175,7	88,2	198,9	129,5	90,7	133,3	223,3	238,1	107,4	201,7	68,5	241,1	176,2
FEBVRIER	150,9	179,7	120,7	225,0	111,4	151,7	240,1	251,6	185,9	207,7	66,3	249,5	212,3
MARS	153,7	201,7	51,0	216,3	129,7	141,9	243,8	272,1	214,8	207,6	69,5	157,7	112,1
AVRIL	197,6	152,3	46,9	147,6	118,6	70,5	238,1	273,6	210,0	152,3	94,2	40,5	81,8
MAI	230,2	61,8	30,5	73,6	103,5	11,0	236,2	273,1	171,0	134,3	128,9	6,1	168,2
JUIN	235,1	133,6	92,1	18,4	61,1	7,0	247,9	270,0	128,7	121,1	107,9	24,9	223,4
JUILLET	117,1	87,7	68,2	29,0	44,1	8,7	212,6	194,5	18,7	91,1	49,4	6,8	122,2
AOUT	17,6	30,3	24,3	1,8	5,4	5,6	132,4	65,0	0,0	26,2	12,4	3,2	23,6
SEPTEMBRE	50,2	58,5	33,5	50,9	81,0	8,4	120,2	46,0	4,0	28,3	29,1	7,5	48,0
OCTOBRE	31,2	117,6	78,2	16,0	65,3	133,5	171,6	65,7	130,3	83,3	91,7	67,8	79,6
NOVEMBRE	68,1	132,1	64,8	63,8	112,7	210,6	236,8	111,8	224,0	136,3	90,2	167,7	143,7
DECEMBRE	73,6	194,6	120,9	71,4	166,1	228,8	224,5	127,5	193,4	103,2	161,4	205,4	147,4
Moyenne annuelle	124,9	119,5	77,5	37,7	90,5	92,8	210,2	182,4	132,4	124,6	80,8	97,0	131,1

Tableau 11 : Débits de la centrale de St-Chamas de 1971 à 1983

MOIS	1978			1979			1980		
	A.L. 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	A.S. 10 <sup>1</sup> T	R.T/10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	A.L. 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	A.S. 10 <sup>1</sup> T	R.T/10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	A.L. 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	A.S. 10 <sup>1</sup> T	R.T/10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>
JANVIER	637,72	128,376	0,201	287,71	73,750	0,256	540,32	26,53	0,049
FEBVRIER	608,61	62,285	0,103	449,84	34,991	0,078	520,61	54,74	0,105
MARS	728,89	133,686	0,183	575,32	115,935	0,202	556,15	35,33	0,064
AVRIL	709,29	63,917	0,090	544,36	26,228	0,048	594,87	20,55	0,032
MAI	731,36	110,054	0,150	452,86	45,119	0,099	359,65	72,44	0,201
JUIN	699,95	106,839	0,153	333,59	32,894	0,099	313,91	43,54	0,139
JUILLET	520,01	17,215	0,033	50,64	2,614	0,052	243,96	18,28	0,075
AOUT	175,09	2,165	0,012	0,00	0,000	0,000	70,05	25,20	0,360
SEPTEMBRE	119,26	0,597	0,005	10,35	0,062	0,006	73,31	38,69	0,528
OCTOBRE	176,10	2,288	0,013	348,97	67,752	0,194	223,24	47,32	0,212
NOVEMBRE	289,84	9,714	0,034	580,52	19,850	0,034	353,21	60,21	0,170
DECEMBRE	341,69	13,515	0,040	517,89	21,289	0,041	281,85	10,59	0,038
TOTAL	5737,51	651,051	0,113	4157,13	440,486	0,106	3930,93	434,06	0,116

Tableau 12 : Apports liquides et solides et rapports mensuels de la centrale de St-Chamas de 1978 à 1980.



MOIS	1981			1982			1983		
	A.L. 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	A.S. 10 <sup>3</sup> T	R.T/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	A.L. 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	A.S. 10 <sup>3</sup> T	R.T/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	A.L. 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	A.S. 10 <sup>3</sup> T	R.T/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
JANVIER	183,36	1,37	0,007	643,73	170,63	0,264	471,9	6,333	0,009
FEVRIER	160,36	1,37	0,009	603,67	6,66	0,008	513,47	11,024	0,021
MARS	186,08	42,06	0,226	422,42	3,40	0,008	380,60	15,922	0,042
AVRIL	244,11	139,31	0,372	104,87	1,40	0,013	212,05	1,731	0,008
MAI	343,27	61,40	0,178	11,11	0,40	0,036	450,37	103,120	0,228
JUIN	279,76	44,95	0,161	64,48	6,19	0,096	379,09	73,052	0,134
JUILLET	132,20	11,31	0,087	12,90	0,47	0,036	327,34	17,219	0,052
AOUT	33,13	1,32	0,040	8,43	0,97	0,115	61,87	3,033	0,049
SEPTEMBRE	75,41	92,05	1,221	19,33	1,48	0,076	128,44	5,225	0,040
OCTOBRE	245,72	18,98	0,077	181,68	7,30	0,040	213,73	8,647	0,040
NOVEMBRE	233,36	16,03	0,049	434,64	104,31	0,240	373,06	0,025	0,00003
DECEMBRE	432,22	58,62	0,136	350,24	28,37	0,052	394,37	0,066	0,00016
TOTAL	2551,48	489,17	0,192	3059,74	329,78	0,108	4105,63	248,44	0,060

Tableau 13 : Apports liquides et solides et rapports mensuels de la centrale de St-Chamas de 1981 à 1983.

En définitive, les modalités du déversement de la charge solide durancienne dans l'étang de Berre n'obéissent à aucune règle précise. Le ruissellement sur le bassin versant et l'accumulation des particules dans les ouvrages d'aménées constituent malgré tout deux facteurs essentiels des apports : leur intensité et leur durée sont étroitement liées aux variations brutales du débit liquide et à sa persistance à des valeurs élevées.

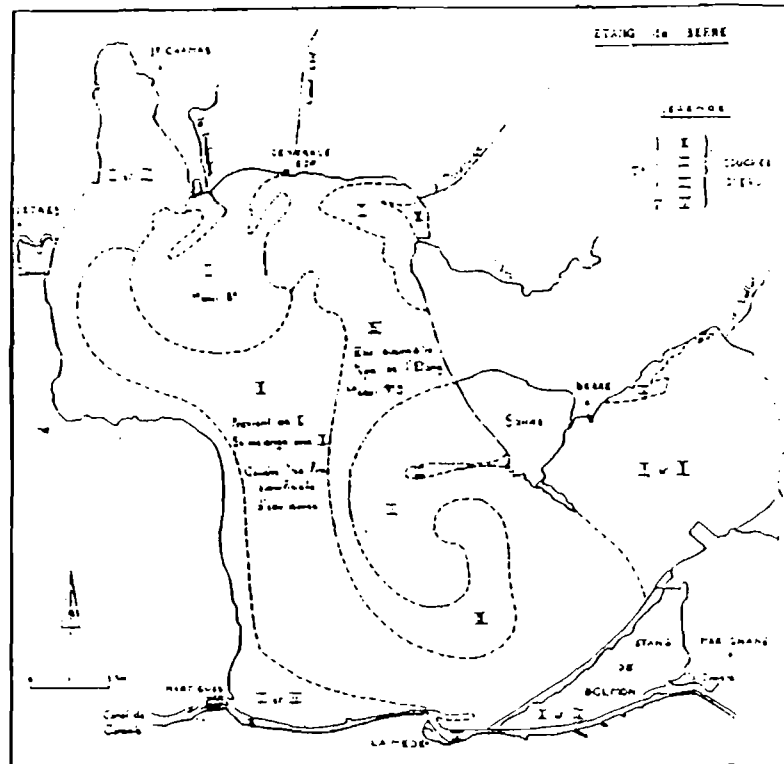
En plus de ce caractère erratique, la dispersion et l'évolution des matières en suspension rejetées dans l'étang dépendent d'une part de la résultante concentration-débit liquide, qui assure la poussée nécessaire à la propagation, d'autre part de la qualité des eaux réceptrices qui favoriseront ou non la dispersion suivant leur température, leur salinité et leur hydrodynamisme étroitement lié au régime des vents.

Cette liaison entre le golfe de Fos et l'étang de Berre a facilité le passage des eaux fortement salines qui sont venues occuper les parties les plus profondes de l'étang (KIENER & LONGUEMARE, 1968).

Ce problème des apports solides avait amené le laboratoire d'hydraulique E.D.F. de Chatou à étudier sur maquette les conditions dans lesquelles allaient se déposer ces matières en suspension. Les résultats de ces travaux montraient qu'il suffisait de créer une zone de sédimentation contrôlée en construisant deux digues pour imposer aux courants d'eaux douces un trajet spiroïdal de 4 km de long, suffisant pour leur faire perdre de la vitesse et provoquer le dépôt des limons qu'elles contiennent en bordure du littoral. Une première digue oriente le rejet vers l'Est, la deuxième, proche de l'embouchure de la Touloubre le renvoie à l'Ouest et empêche le dépôt de remonter dans le golfe de St Chamas.

Grâce à ces aménagements, le matériel solide devait théoriquement s'épandre dans un périmètre limité autour du point de rejet.

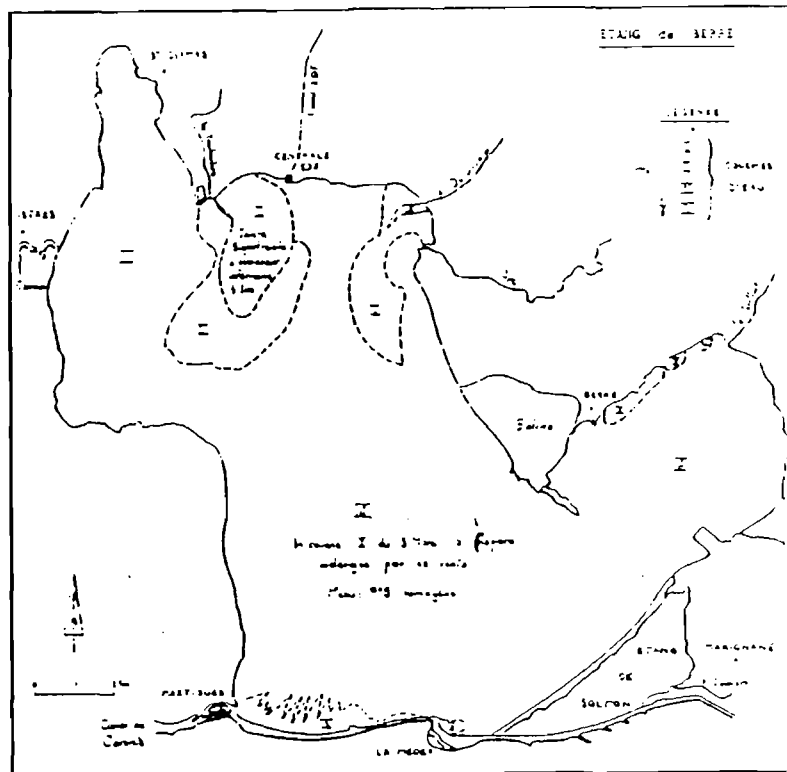
Les photographies aériennes dont on dispose (obtenues par thermographie infrarouge) ne confirment pas ce déplacement des eaux dans le bassin de délimonage sous-marin. Les thermogrammes I.R. de l'étang de Berre des 3 et 5 mars 1972, effectués par l'E.D.F. avec l'aide de l'I.G.N. (fig. 13 et 14) sont tout à fait intéressants puisqu'ils visualisent les panaches des écoulements des eaux par faibles et forts débits (E.D.F., G.R.P.H.-Med. 1973).



Heure	22H 30
Débit St Charles	230m <sup>3</sup> /s
Vent force	2m/s
direction	Sud-Est
température air	8 à 9°C

Transmittance de l'eau (g/cm <sup>2</sup> )	
DURANCI	100
ARC	157.0
TOULOUSE	19.2
CAPIÈRE	9.7

Figure 13 : Thermographie Infra-Rouge de l'étang de Berre  
5 mars 1972



Heure	14 H 25
Débit St Charles	10 m <sup>3</sup> /s
Vent force	1 n/s
direction	Sud - Est
Température air	2°N à 5°

Turbidité de l'eau en g/l <sup>3</sup>	
DURANCE	100
ASC	147,0
TOULOUSE	15,2
CADIZÈRE	5,7

Figure 14 : Thermographie Infra-Rouge de l'étang de Berre  
3 mars 1972

Si par faible débit (fig. 15), le cheminement des eaux semble se rapprocher du modèle proposé par E.D.F., il n'en va plus de même lorsque le débit des eaux turbinées est important, puisque l'aire de dispersion des particules fines s'étend largement au-delà de la zone de sédimentation contrôlée.

L'évolution du dépôt peut être appréciée grâce aux relevés des fonds établis par E.D.F.-G.R.P.H. Med. en mai 1973 et décembre 1980 (fig. 15 et 16).

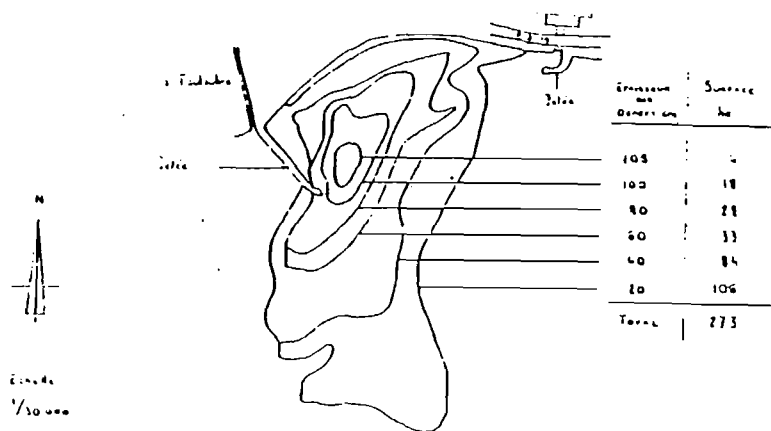


Figure 15 : Evolution des dépôts dans le bassin sous-marin de délimonage - Mai 1973

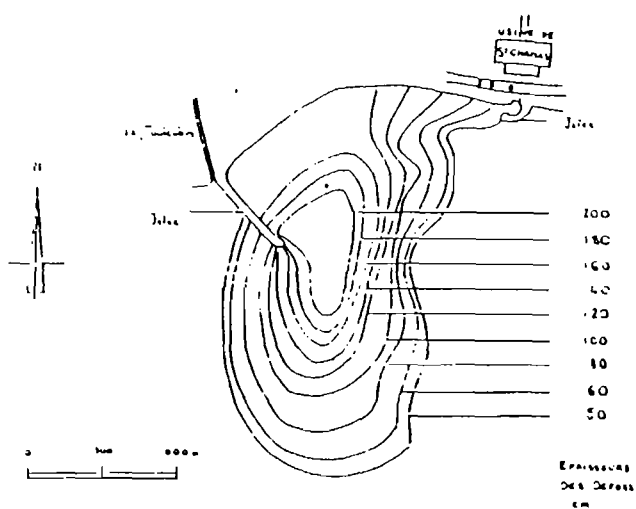


Figure 16 : Evolution des dépôts dans le bassin sous-marin de délimonage - Décembre 1980

En 1973, la zone de décantation contrôlée s'étend sur une surface de 400 ha, y compris 4 ha où la hauteur maximum atteint 1.05 m.

En 1980, soit 14 ans après la mise en service de l'usine, on relève une hauteur de 2 m sur 25 ha (JEROME C., 1984).

Les courbes bathymétriques établies par le port autonome de Marseille (fig. 17) en 1978 montrent par ailleurs un recul très net des isobathes jusqu'à - 6 m par rapport à 1962 et une modification sensible du liseré côtier.

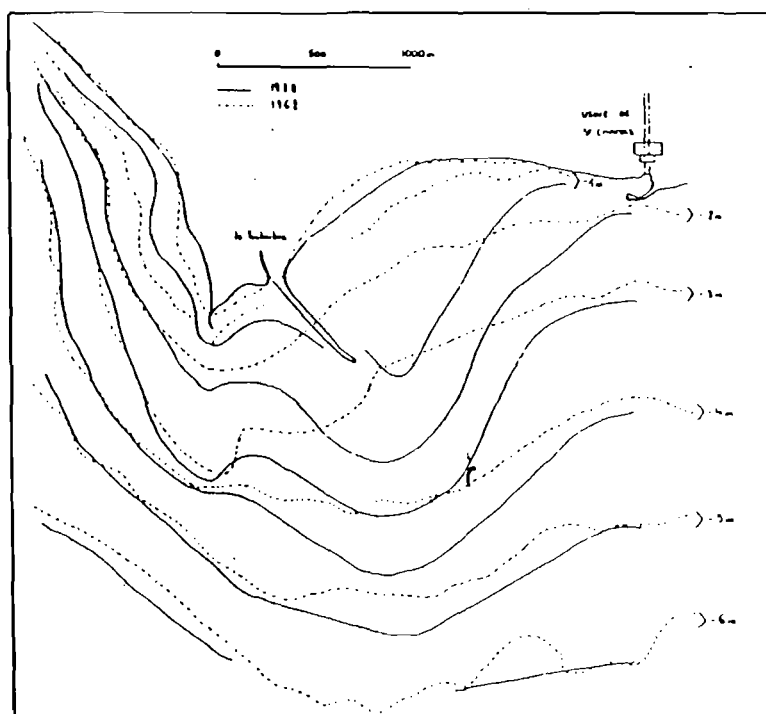


Figure 17 : Relevés bathymétriques près de l'usine hydro-électrique de St-Chamas (P.A.M.)

FAUROUX (1981) puis ROUX (1983) estiment que le volume actuel des matières en suspension décantées d'origine durancienne correspond, à peu près, à 4 Mm<sup>3</sup>. Si l'on admet que 6.8 Mm<sup>3</sup> de matières en suspension ont été rejetées au cours des 14 premières années de fonctionnement, il est clair qu'approximativement 40 % des matériaux rejetés n'ont pas été piégés dans le

bassin sous-marin de délimonage, mais ont diffusé dans le reste du plan d'eau certainement jusque dans le golfe de Fos par l'intermédiaire du canal de Caronte (ROUX 1983).

#### C - Conséquences des divers types de pollution pour l'activité halieutique

Aucune étude spécifique n'a été menée sur les impacts des divers types de pollution sur la faune ichthyologique de l'étang ; on peut néanmoins collecter de nombreuses constatations auprès des pêcheurs et tirer quelques conséquences évidentes et indéniables des études chimiques, physiques et sédimentologiques poursuivies très récemment (JEROME, 1984).

En ce qui concerne les variations de salinité et donc l'adoucissement excessif des eaux, de nombreux bivalves tels que moules, huîtres, palourdes ont disparu de l'étang. Cette perte constitue un déficit biologique et économique très important quand on sait à quel point les zones lagunaires sont des sites privilégiés et riches pour l'activité conchylicole (exemple : étang de Thau, LANGUEDOC-ROUSSILLON).

De plus on a assisté assez rapidement à l'apparition dans la région d'espèces dulcaquicoles (tanches, carpes, sandres) au détriment d'espèces marines (daurades par exemple) plus estimées et donc plus rentables. Par ailleurs, le conflit entre les eaux douces légères du Nord et les eaux salées plus denses du Sud conditionne une stratification des divers niveaux, ce qui conduit inmanquablement à l'anoxie des couches inférieures par suppression des possibilités d'échanges verticaux (MINAS, 1973). A plusieurs reprises, une très forte mortalité de poissons a été constatée dans les poches des capéchades qui reposent sur le fond. Ainsi, pour pallier à cet inconvénient, les pêcheurs ont relevé les "queues" des capéchades, à l'aide de flotteurs supplémentaires.

Cependant, on constate encore une telle mortalité, même à l'extérieur des engins de pêche.

En ce qui concerne les apports limoneux, les études menées dernièrement démontrent un comblement progressif de l'étang, d'où une diminution appréciable de la surface exploitable : les fonds de -9 m ont régressé de 1000 ha en 50 ans (DUCLERC, 1977) et, au Nord de l'étang, on estime l'envasement à plus de 2 cm par an dans certaines zones.

Quant à la pollution d'ordre chimique, il serait illusoire de dresser une liste exhaustive des divers altérageènes se déversant dans l'étang, mais

une prédominance des hydrocarbures et des phénols notamment a conduit à des atteintes graves des espèces exploitées au cours de certaines années, comme nous l'avons vu précédemment.





## Annexe B

### PROCEDURES DE TRAITEMENT

Comme nous l'avons indiqué, la méthodologie retenue pour la présente étude repose sur le principe d'indépendance de l'échantillonnage des captures et des efforts de pêche.

Dans le cadre de la stratégie mise en oeuvre en 1984, un certain nombre de procédures de traitement ont été mises en oeuvre. Celles-ci doivent permettre d'aboutir en premier lieu à des estimations des efforts, des rendements, des captures totales et de leurs variances respectives.

Nous allons donc nous attacher ici à développer et à expliciter la formulation des divers traitements réalisés à partir de la base de données constituée au cours de l'étude.

#### I - VARIABLES ET INDICES UTILISES DANS LA FORMULATION

Le symbolisme que nous avons adopté pour la suite de cet exposé est le suivant :

##### 1. Indices

k = superstrate spatiale	
i = strate spatiale	(varie de 1 à M)
j = strate temporelle	(varie de 1 à P)
h = jour dans une strate	(varie de 1 à L)
q = observation dans un jour	(varie de 1 à Q)

##### 2. Variables

U = rendement
E = effort de pêche
C = capture
B = effort potentiel (bateaux)
S = effort potentiel (jours de pêche)
n = nombre de bateaux échantillonnés

### 3. Symbolisme

$\Sigma$  = somme vraie

$\int$  = estimateur de somme

$-$  = moyenne vraie

$\hat{\phantom{x}}$  = estimateur

## II - CALCUL DES RENDEMENTS DE PECHE

Ces résultats sont obtenus par un traitement informatique. Le programme RENDEM réalise le calcul des estimateurs des rendements journaliers moyens par strate ou par superstrate.

Ce programme a été conçu pour fournir la moyenne des moyennes des rendements journaliers pour une stratification spatiotemporelle donnée, pour un métier ou un engin donné, et sa variance.

Nous n'avons introduit dans les calculs aucun facteur de pondération de la moyenne par le nombre d'observations, car cette technique ne se justifierait qu'en cas d'invariance théorique du rendement dans une strate, ce qui est peu plausible dans le cas de la pêche.

Les critères de sélection de strates et de métiers sont paramétrables par l'intermédiaire de trois fichiers de référence PERIODE, STATION, ENGIN et ESPECE. Ainsi toutes les combinaisons possibles peuvent être envisagées pour l'évaluation des rendements à partir des fiches de pêche, depuis le rendement global, sans distinction d'espèce, pour l'ensemble de la flottille durant une longue période jusqu'au rendement d'un métier pour une espèce dans une strate spatiotemporelle élémentaire.

Pour chaque métier, dans chacune des strates spatiotemporelles élémentaires (ij), le programme calcule dans une première phase la somme des captures échantillonnées et le nombre de bateaux dont elles proviennent. Puis il calcule successivement les paramètres suivants pour chacun des jours (h) échantillonnés et par métier :

$U_{ijh}$  = prise totale du métier dans l'échantillon du jour

$N_{ijh}$  = nombre de bateaux échantillonnés ce même jour pour ce métier

A partir de ces éléments le calcul se poursuit par :

$$\bar{U}_{ijh} = \frac{\int N_{ijh} \bar{U}_{ijhq}}{N_{ijh}} \quad \text{rendement moyen du jour h par bateau et pour chaque métier.}$$

Dans une seconde phase le programme exécute à partir de ces éléments les calculs définitifs suivants pour chacun des engins, dans chacune des superstates kij définies dans le fichier de référence STATION.

$$\bar{U}_{ijk} = \frac{\int^{l_{ij}} \bar{U}_{ijh}}{l_{ijk}} \quad \text{rendement journalier moyen par bateau/engin pour la superstate (avec } l_{ij} = \text{ nombre de jours échantillonnés)}$$

$$\text{Var} (\bar{U}_{ijk}) = \frac{\int (\bar{U}_{ijk} - \bar{U}_{ijk})^2}{l_{ijk} (l_{ijk}-1)} \quad \text{variance du rendement moyen journalier}$$

### III - CALCULS DES EFFORTS DE PECHE

Ces résultats sont obtenus par le programme EFFORT qui traite les fichiers activités de la flottille de pêche. Il fournit les résultats d'effort de pêche journalier moyen exprimés en nombre de bateaux et de variance associée, à partir d'un échantillon de relevés-terrains constituant des relevés exhaustifs des mouvements de navires en activité de pêche pour une strate et un jour donnés.

Par option dans le menu initial, le fichier-données peut être considéré soit comme une superstrate spatiotemporelle, obtenue préalablement par le programme TRIACT, soit comme un ensemble de superstrates spatiotemporelles dont les bornes sont définies par les fichiers références PERIODE et STATION appelés à la demande par le programme.

Selon la qualité de l'échantillon obtenu au sein d'une strate, nous avons retenu trois méthodes de calcul. Le programme effectue une première lecture du fichier de données et définit automatiquement la procédure de calcul à utiliser en fonction de la configuration des relevés d'activités du fichier à traiter. L'algorithme de choix étudie successivement la possibilité d'appliquer les procédures de traitements dans l'ordre suivant :

1. Méthode classique de calcul des moyennes et variances

L'utilisation de cette procédure implique l'existence dans le fichier-données d'au moins deux relevés d'activité concernant la totalité de la flottille active pour la superstrate. En pratique, cette configuration correspond à deux situations d'échantillonnage :

- la superstrate est constituée d'une seule strate (station-terrain) pour laquelle on a réalisé au moins deux relevés d'activité,
- la superstrate est constituée de plusieurs strates pour chacune desquelles on a réalisé au moins deux relevés d'activités synchrones. Le cumul sur une journée de ces relevés se traite comme le cas précédent.

On applique alors les formules suivantes :

estimateur de l'effort moyen :

$$\hat{E}_{ijk} = \frac{\int_{ij} E_{ijh}}{\int_{h \times l} 1}$$

estimateur de sa variance :

$$\widehat{\text{Var}}(\hat{E}_{ijk}) = (1 - \frac{1}{L}) \frac{\int_{h=1}^1 (\int_{ij} E_{ijh} - \hat{E}_{ijk})^2}{1(1-1)}$$

L'effort moyen pour la superstrate est obtenu par le rapport entre le nombre total de bateaux actifs pour la superstrate un jour h et le nombre l de relevés synchrones. Sa variance se calcule en faisant le rapport entre la somme des carrés des écarts à la moyenne du nombre total de bateaux actifs par jour et le produit du nombre de jours de relevés synchrones par ce nombre de relevés moins un.

Le terme  $(1 - \frac{1}{L})$  est un terme de correction de la variance

pour population finie avec :

- l = nombre de jours échantillonnés
- L = nombre de jours échantillonnables, c'est-à-dire la durée de la superstrate temporelle.

Le programme utilise alors les valeurs de L introduites en conversationnel lors du démarrage du programme.

## 2. Estimation de la variance de l'effort

Le fichier données ne comprend qu'un seul relevé d'activité concernant la totalité de la flottille active pour la superstrate échantillonnée. Cette situation correspond aux mêmes configurations que précédemment, mais l'on ne peut retenir comme meilleure estimation de l'effort moyen que la seule mesure de l'effort disponible.

La variance associée est estimée par la relation générale entre effort moyen et variance, établie à partir des superstrates pour lesquelles au moins deux relevés d'activités sont disponibles.

Lors du démarrage du programme, il est possible d'introduire les valeurs des paramètres de cette relation si l'on en possède une connaissance préalable. Dans le cas contraire, on calculera par régression, à la fin du traitement, les paramètres de la relation effort moyen-variance ( $\text{var}(E) = aE^b$ ) qui permettra d'extrapoler l'estimation de la variance recherchée.

## 3. Calcul de l'effort moyen et de sa variance par la méthode de l'estimateur rapport

Par essence cette méthode introduit un biais dans les estimations. C'est pourquoi notre programme ne la sélectionne que lorsqu'il détecte l'impossibilité d'appliquer les deux méthodes précédentes (cas où le fichier en traitement ne contient de relevés d'activité que pour une partie des diverses strates de la superstrate pour un jour donné).

Le calcul du taux d'activité moyen nécessite la connaissance de la flottille potentielle de chacune des strates. Ces données complémentaires sont fournies au programme en mode conversationnel ou par lecture dans un fichier de référence FLOTTE.

Nous avons généralisé la formule de calcul de l'estimateur rapport et de sa variance aux cas de superstrates spatiotemporelles de durée L jours, résultant de la fusion de M strates spatiales.

Le nombre total de relevés d'activité T dans la superstrate considérée peut être égal à x relevés sur une seule strate ou à y strates échantillonnées une fois, ou à tout cas intermédiaire.

L'estimateur rapport s'exprime par :

$$R = \frac{\int_i \int_h E_{kih}}{\int_i \int_h B_{kih}}$$

L'estimateur rapport est le rapport entre la somme des nombres de bateaux actifs pour chaque relevé des diverses strates échantillonnées et la somme correspondante des flottilles potentielles.

Le programme calcule ensuite sa variance en appliquant la formule suivante :

$$\text{Var} (R) = \left(1 - \frac{T}{LM}\right) \frac{\int_i \int_h (E_{kih} - R B_{ki})^2}{T \bar{B}_k^2 (T - 1)}$$

avec :

- R = estimateur rapport
- T = nombre d'échantillons sur l'effort (= nombre total de relevés d'activité)
- M = nombre de strates échantillonnées dans la superstrate
- $E_{kih}$  = échantillon de l'effort journalier du jour h dans la strate i appartenant à la superstrate k
- L = taille de la superstrate temporelle en nombre de jours
- $B_{ki}$  = effort potentiel de la strate i en nombre de bateaux
- $B_k$  = effort potentiel moyen de la superstrate k

**Remarque** : l'évaluation de  $B_k$  implique que l'on puisse disposer de plusieurs relevés de la flottille pour la superstrate temporelle k.

A partir de ces éléments le programme calcule alors l'effort de pêche journalier moyen pour la superstrate :

$$E_{kij} = R B_{kij}$$

et sa variance :

$$\text{Var} (E_{kij}) = B_{kij}^2 \text{Var} (R)$$

A la fin des calculs, le programme imprime les résultats d'efforts moyen et de variance, tous métiers confondus, puis détaillés pour chacun des métiers définis dans le fichier ENGIN utilisé, pour chacune des superstrates

spatiotemporelles considérées en indiquant les procédures de calcul utilisées pour chacune d'elles.

#### 4. Calcul de la production par pêche

Le mode d'échantillonnage choisi conduit à estimer l'effort et les captures. Cette méthode permet donc d'obtenir une estimation moyenne journalière des prises par strate ( $C_{kij}$ ) en effectuant le produit du "rendement journalier moyen" ( $U_{kij}$ ) par l'"effort de pêche journalier moyen" ( $E_{kij}$ ) :

$$C_{kij} = U_{kij} E_{kij}$$

La prise globale moyenne par strate peut ensuite être obtenue aisément en multipliant la capture moyenne journalière par le nombre de jours de pêche total.

Reprenant la formule ci-dessus, on notera que la stratégie dont elle découle permet d'assurer, en moyenne, l'indépendance des observations sur les deux séries de variables. Il est donc possible d'estimer la variance de la capture journalière moyenne par strate :

$$\text{Var}(C_{kij}) = \text{Var}(U_{kij})\text{Var}(E_{kij}) + \text{Var}(U_{kij})E_{kij}^2 + \text{Var}(E_{kij})U_{kij}^2$$





## Annexe C

### RESULTATS NUMERIQUES

Tableau 6 et 6 bis : Poids moyens des captures journalières des quatre principales espèces, calculées sur l'échantillon des relevés aux débarquements, Etang de Berre, 1987-1988.

CODE	MOIS ESPECE	FEVRIER		MARS		AVRIL		MAI	
		Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type
2201	Anguille	27.6	24.3	35.0	45.3	68.0	79.7	36.5	31.1
3415	Muge	0.4	0	7.5	8.3	16.4	17.8	202.8	624
3417	Athérine	8.0	11.9	17.9	14.1	8.4	6.9	8.0	7.0
3309	Loup	-	-	-	-	4.3	7.6	3.4	4.3

CODE	MOIS ESPECE	JUN		JUILLET		AOÛT		SEPTEMBRE	
		Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type
2201	Anguille	32.6	28.2	19.0	13.5	80.0	0	15.7	17.6
3415	Muge	137.4	181.9	53.0	59.7	36.3	42.6	31.9	27.7
3417	Athérine	10.1	9.0	5.2	4.3	7.0	6.6	10.7	11.3
3309	Loup	2.4	2.3	5.6	4.9	4.2	4.4	4.0	3.7

CODE	MOIS ESPECE	OCTOBRE		NOVEMBRE		DECEMBRE	
		Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type
2201	Anguille	24.2	20.5	93.4	244.7	13.0	12.1
3415	Muge	41.5	51.9	24.0	23.3	-	-
3417	Athérine	46.7	76.0	5.1	3.8	21.0	18.2
3309	Loup	3.8	3.2	12.7	36.8	-	-

Estimation des captures moyennes journalières 1987

CODE	MOIS ESPECE	JANVIER		FEVRIER		MARS		AVRIL	
		Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type
2201	Anguille	35.1	24.0	15.9	17.7	9.6	7.8	34.1	43.0
3415	Muge	29.3	48.5	125	183.5	38.3	60.1	43.1	58.0
3417	Athérine	29.1	22.9	22.3	22.3	16.8	23.4	5.8	5.3
3309	Loup	-	-	-	-	-	-	3.0	4.4

CODE	MOIS ESPECE	MAI		JUN		JUILLET		AOÛT	
		Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type
2201	Anguille	17.4	12.3	-	-	14.4	8.8	22.8	15.4
3415	Muge	52.6	63.0	-	-	107.0	200.9	132.5	158.9
3417	Athérine	6.3	5.5	-	-	-	-	2.0	-
3309	Loup	1.6	1.7	-	-	2.9	2.4	2.9	1.8

CODE	MOIS ESPECE	SEPTEMBRE		OCTOBRE		NOVEMBRE		DECEMBRE	
		Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type	Pmoy.kg	E.type
2201	Anguille	25.3	29.1	34.4	25.7	58.7	35.1	49.3	41.7
3415	Muge	106.5	221.3	32.8	28.9	37.0	38.1	40.1	20.4
3417	Athérine	84.6	106.7	8.3	9.8	14.8	13.4	27.8	38.4
3309	Loup	4.1	3.0	1.6	0.7	3.1	3.2	3.7	4.0

Estimation des captures moyennes journalières 1988

Tableau 7 et 7 bis : Effort de pêche sur l'étang de Berre, 1987-1988  
 Résultats du calcul de l'effort moyen en nombre de bateaux en  
 activité de pêche, par jour, en valeur globale et  
 détaillée par métier.

Strate A : 01/01/87-31/03/87	EFFORT MOYEN	ECART-TYPE
Tout métiers confondus	8.60	0.924
Trabaques	7.69	0.854
Lignoles	-	-
Lignes de Traine	-	-
Non identifié	0.91	0.216
Strate B : 01/04/87-30/06/87	EFFORT MOYEN	ECART-TYPE
Tout métiers confondus	34.25	4.198
Trabaques	27.00	3.149
Lignoles	5.50	1.112
Lignes de Traine	-	-
Non identifié	1.75	0.388
Strate C : 01/07/87-30/09/87	EFFORT MOYEN	ECART-TYPE
Tout métiers confondus	25.85	1.879
Trabaques	9.26	1.389
Lignoles	7.62	0.870
Lignes de Traine	8.07	1.468
Non identifié	0.90	0.203
Strate D : 01/10/87-31/12/87	EFFORT MOYEN	ECART-TYPE
Tout métiers confondus	27.84	2.529
Trabaques	19.49	1.756
Lignoles	3.27	0.434
Lignes de Traine	4.42	1.383
Non identifié	0.65	0.243

Strate E : 01/01/88-31/03/88	EFFORT MOYEN	ECART-TYPE
Tout métiers confondus	8.61	0.491
Trabaques	6.42	0.544
Lignoles	1.86	0.298
Lignes de Trainé	-	-
Non identifié	0.34	0.160
Strate F : 01/04/88-30/06/88	EFFORT MOYEN	ECART-TYPE
Tout métiers confondus	20.52	2.119
Trabaques	14.57	1.559
Lignoles	5.50	0.694
Lignes de Trainé	-	-
Non identifié	0.45	0.155
Strate G : 01/07/88-30/09/88	EFFORT MOYEN	ECART-TYPE
Tout métiers confondus	30.14	1.982
Trabaques	6.96	0.820
Lignoles	13.74	1.446
Lignes de Trainé	1.49	0.384
Non identifié	7.95	0.563
Strate H : 01/10/88-31/12/88	EFFORT MOYEN	ECART-TYPE
Tout métiers confondus	37.97	2.280
Trabaques	19.58	1.862
Lignoles	8.34	0.876
Lignes de Trainé	5.11	0.574
Non identifié	4.94	0.407

Tableau 8 : Résultats de production par pêche de l'étang de Berre, 1987-1988.

Rendements et captures des quatre principales espèces par strates temporelles: poids et valeurs.

STRAT	RENDEMENT(Kg/Bateau/Jour)				RPF. Bat/J	CAPTURES PAR ESPECE				CAPTURE GLOBALE Σ	
	MET.	Angu.	Loup	Muges		Athe.	Anguille	Loup	Muges		Atherine
A	TR	33.669	-	0.171	9.260	7.69					
	LI	-	-	10.	-	0.91	23 302 Kg	-	937 Kg	6 408 Kg	30 647 Kg
	LT	-	-	-	-	-	757 125 F	-	3 374 F	192 265 F	952 764 F
B	TR	61.110	0.142	2.409	3.327	27.00					
	LI	-	-	-	-	-	150 147 Kg	763 Kg	68 950 Kg	8 174 Kg	228 034 Kg
	LT	-	-	-	-	-	4 234 153 F	64 389 F	248 221 F	245 233 F	4 791 986 F
C	TR	18.975	0.037	0.396	2.038	9.26					
	LI	-	1.472	42.784	-	7.62	16 165 Kg	8 570 Kg	30 330 Kg	1 736 Kg	56 801 Kg
	LT	-	10.111	-	-	8.07	455 858 F	722 473 F	109 190 F	52 086 F	1 339 607 F
D	TR	51.968	0.098	0.621	4.563	19.49					
	LI	-	2.828	50.510	-	3.27	93 182 Kg	2 927 Kg	16 308 Kg	8 181 Kg	120 598 Kg
	LT	-	4.675	-	-	4.42	2 727 754 F	246 791 F	58 712 F	245 454 F	3 278 711 F
E	TR	16.358	-	0.194	19.193	6.42					
	LI	-	-	62.424	-	1.86	9 556 Kg	-	10 679 Kg	11 212 Kg	31 847 Kg
	LT	-	-	-	-	-	269 498 F	-	39 524 F	336 388 F	645 410 F
F	TR	25.699	0.015	0.838	1.129	14.57					
	LI	-	0.671	72.883	-	5.50	34 073 Kg	355 Kg	37 589 Kg	1 496 Kg	73 513 Kg
	LT	-	-	-	-	-	960 873 F	29 987 F	135 320 F	44 907 F	1 171 087 F
G	TR	17.383	0.014	1.066	11.523	9.45					
	LI	-	2.067	113.447	-	18.66	15 112 Kg	4 187 Kg	195 683 Kg	10 018 Kg	225 000 Kg
	LT	-	3.375	-	-	2.02	426 180 F	353 035 F	704 460 F	300 542 F	1 784 217 F
H	TR	47.120	0.009	0.375	2.120	22.5					
	LI	-	2.047	41.121	-	9.58	97 538 Kg	4 667 Kg	37 018 Kg	4 388 Kg	143 611 Kg
	LT	-	5.267	-	-	5.87	2 750 582 F	396 441 F	133 267 F	131 652 F	3 411 942 F

Tableau 9 : Résultats de production par pêche de l'étang de Berre, 1987-1988.

Rendements et captures par métier et par strates temporelles.

METIER	Rend. Kg/bt/Jour	Effort Bt/Jour	Prod. Kg/jour	Durée Per.	Prod.Periode.Kg
A TR	44.691	7.69	343.67	90 j	30 930
LI	10.	0.91	9.1		819
B TR	68.078	27.00	1 838.10	91 j	167 267
LI	127.262	5.50	699.94		63 694
C TR	23.729	9.26	219.73	92 j	20 215
LI	44.913	7.62	342.23		31 485
LT	10.111	8.07	81.59		7 506
D TR	58.905	19.49	1 148.05	92 j	105 621
LI	54.591	3.27	178.51		16 423
LT	4.675	4.42	20.66		1 901
E TR	39.563	6.42	253.99	91 j	23 113
LI	82.015	1.86	152.54		13 881
F TR	25.973	14.57	378.42	91 j	34 436
LI	73.903	5.50	406.46		36 988
G TR	32.352	6.96	225.16	92 j	20 715
LI	115.860	13.74	1 519.91		146 456
LT	3.375	1.49	5.02		426
H TR	49.770	19.58	974.49	92 j	89 653
LI	43.386	8.34	361.83		33 289
LT	5.207	5.11	26.60		2 447

## Annexe D

### BIBLIOGRAPHIE

- BOURGOUIN J., 1966.- Etang de Berre, oscillation du plan d'eau et variations au niveau moyen.- Cah. Océanogr., 18 (2) : 95-122.
- C.E.R.B.O.M., 1968.- Etude pour l'assainissement de l'aire métropolitaine marseillaise du Cap Couronne à l'embouchure du Rhône et extension à l'étang de Berre. - Q.R.E.A.M., mission n° 63.
- CHEVALLIER M.A., 1976.- L'étang de Berre.- Ann. Inst. Océanogr., 7 (4) : 1-85.
- DUCLERC J., 1977.- L'étang de Berre et son exploitation. Compte rendu d'enquête I.S.T.P.M., Station de Sète.
- EDF-GRPH MEDITERRANEE, 1973.- Usine hydroélectrique de St Chamas. Rapport sur les conséquences de la dérivation des eaux de la Durance dans l'étang de Berre.
- FARRUGIO H., LE CORRE G., 1984.- Stratégie d'échantillonnage des pêches aux petits métiers en Méditerranée. - Rapp. Conv. C.E.E. XIV-B.1 83/2/M09 P1 : 120 p.
- FAUROUX G., 1981.- Le délimonage des eaux de la Durance dans le bassin de Cadarache. - EDF-GRPH Méditerranée.
- FEBVRE J., 1966.- Aperçu sur les peuplements benthiques de l'étang de Berre.- Rec. Trav. St. mar. Endoume, 41 (57) : 123-133.
- JEROME C., 1984.- Evolution récente des sédiments de l'étang de



- Berre.- Thèse Univ. 3ème cycle, Univ.  
Aix-Marseille II, 141 p.
- KERAMBRUN P., 1974.- Etude de la variabilité biochimique et  
génétique de Sphaeroma ghigii, S. hookeri et S.  
serratum (Isopodes flabellifères).- Thèse Doc.  
Etat, Univ. Aix-Marseille II : 306 p.
- KIENER A., LONGUEMARE R., 1968.- 1967, une année très  
particulière pour l'évolution de l'étang de  
Berre.- La houille blanche, 8 : 725-735.
- KIM K.T., 1981.- Le phytoplancton de l'étang de Berre :  
composition spécifique, bionomie et production,  
relation avec les facteurs hydrologiques, les  
cours d'eaux afférents et le milieu marin voisin  
(Méditerranée nord-occidentale).- Thèse Doc. Etat.  
Univ. Aix-Marseille-II : 243 p. + annexes.
- MARS P., 1966.- Recherches sur quelques étangs du littoral  
méditerranéen français et leurs faunes  
malacologiques.- Vie et Milieu, 20 : 359 p.
- MINAS H.J., 1961.- Quelques données hydrologiques sur l'étang de  
Berre.- Rev. Trav. St. mar. Endoume, 23 (37) :  
5-17.
- MINAS M., 1973.- Sur la synthèse et la dégradation de la matière  
organique dans l'écosystème de l'étang de Berre.  
Dynamique et bilans. Rapport avec le régime  
hydrologique.- Thèse Doc. Etat, Univ.  
Aix-Marseille II : 340 p.
- ROUX R.M., 1983.- L'étang de Berre. Sédiments et dynamique  
sédimentaire. Tomes I et II.- Rapport C.N.E.X.O.
- STORA G., 1982.- Recherches de bionomie descriptive et  
expérimentale (in vivo, in vitro) dans quelques  
biotopes littoraux soumis à des variations

naturelles ou artificielles des conditions du milieu (notamment dans l'étang de Berre et le golfe de Fos). - Thèse Doc. Etat. Aix-Marseille II  
: 197 p. + annexes.

