

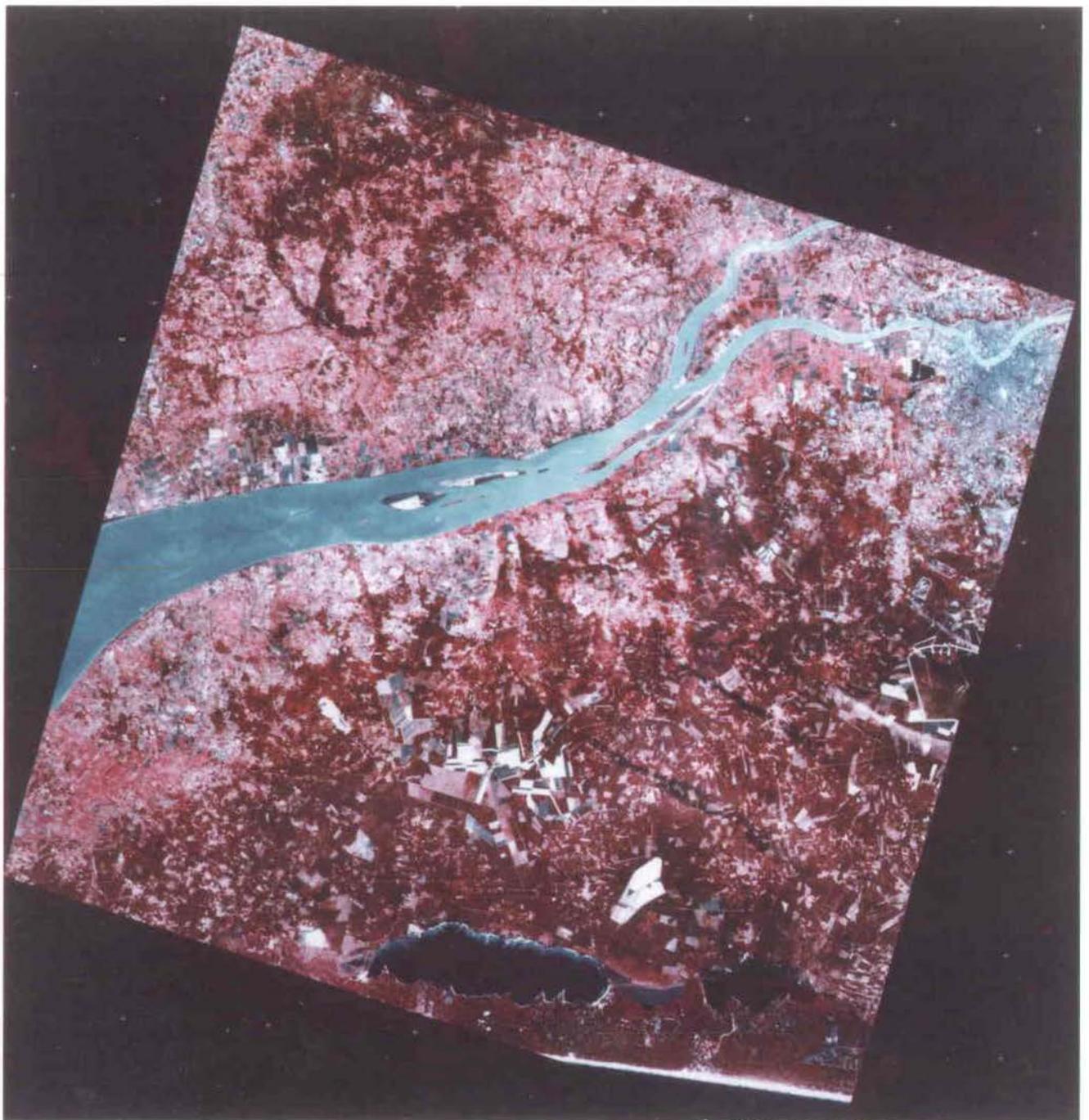
Agence de l'Eau
Adour Garonne



**SYNTHESE DES
CONNAISSANCES**

DE

**L'ESTUAIRE
DE LA
GIRONDE**



©CNES - SPOT image



PORT DE BORDEAUX

CARTE HYDROGRAPHIQUE de L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE

Édition 1992

Échelle : 1:50 000

1 cm sur la carte représente 500 m sur le site

PORT AUTONOME DE BORDEAUX
Service Hydrographique
152, Quai Bacalan 33300 BORDEAUX

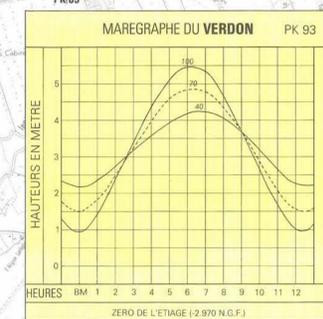
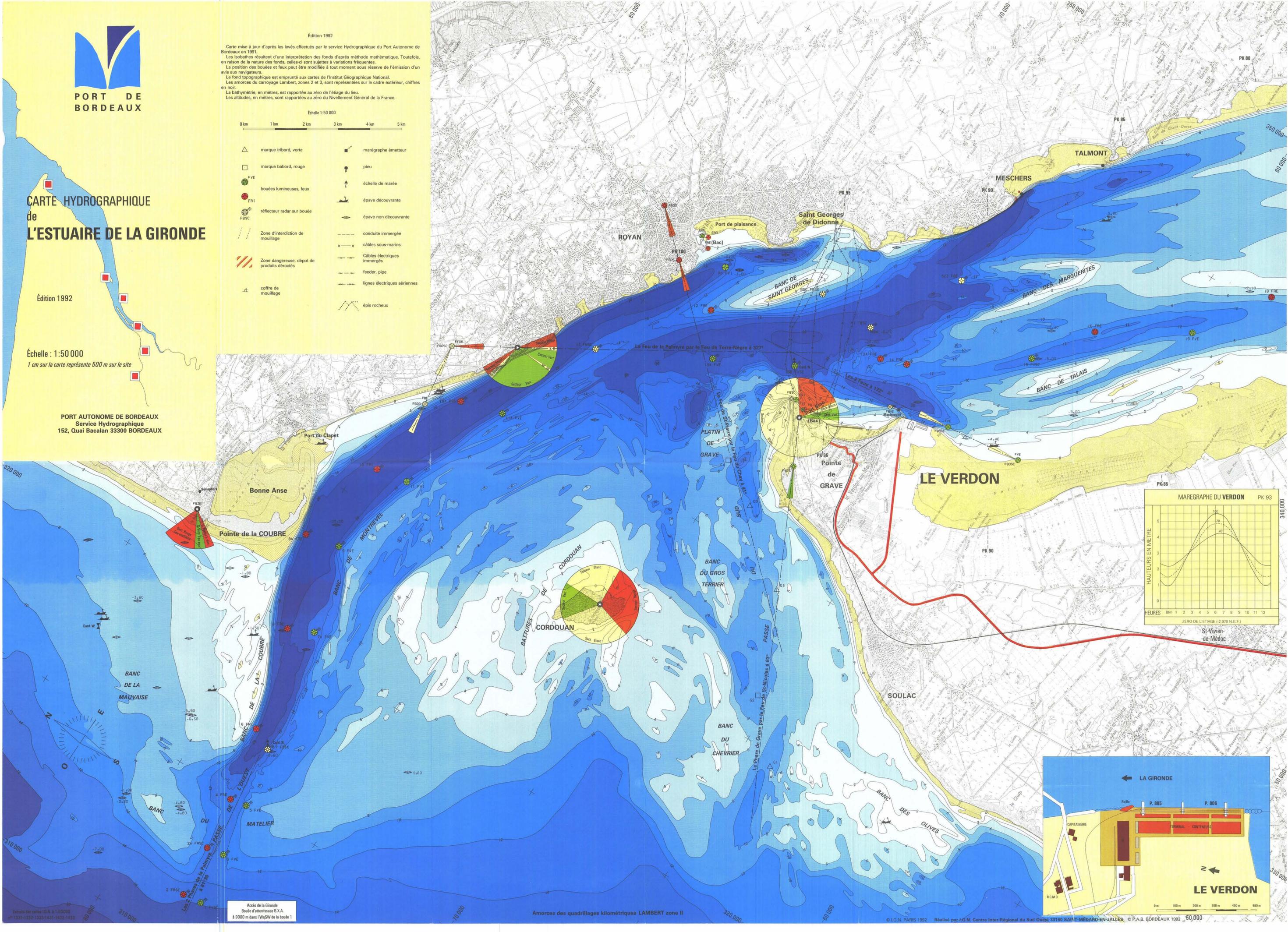
Édition 1992

Carte mise à jour d'après les levés effectués par le service Hydrographique du Port Autonome de Bordeaux en 1991.
Les lobaches résultent d'une interprétation des fonds d'après méthode mathématique. Toutefois, en raison de la nature des fonds, celles-ci sont sujettes à variations fréquentes.
La position des bouées et feux peut être modifiée à tout moment sous réserve de l'émission d'un avis aux navigateurs.
Le fond topographique est emprunté aux cartes de l'Institut Géographique National.
Les amorces du carroyage Lambert, zones 2 et 3, sont représentées sur le cadre extérieur, chiffres en noir.
La bathymétrie, en mètres, est rapportée au zéro de l'étalage du lieu.
Les altitudes, en mètres, sont rapportées au zéro du Nivellement Général de la France.

Échelle 1:50 000

0 km 1 km 2 km 3 km 4 km 5 km

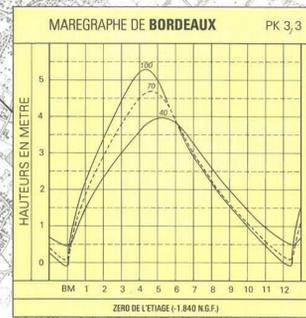
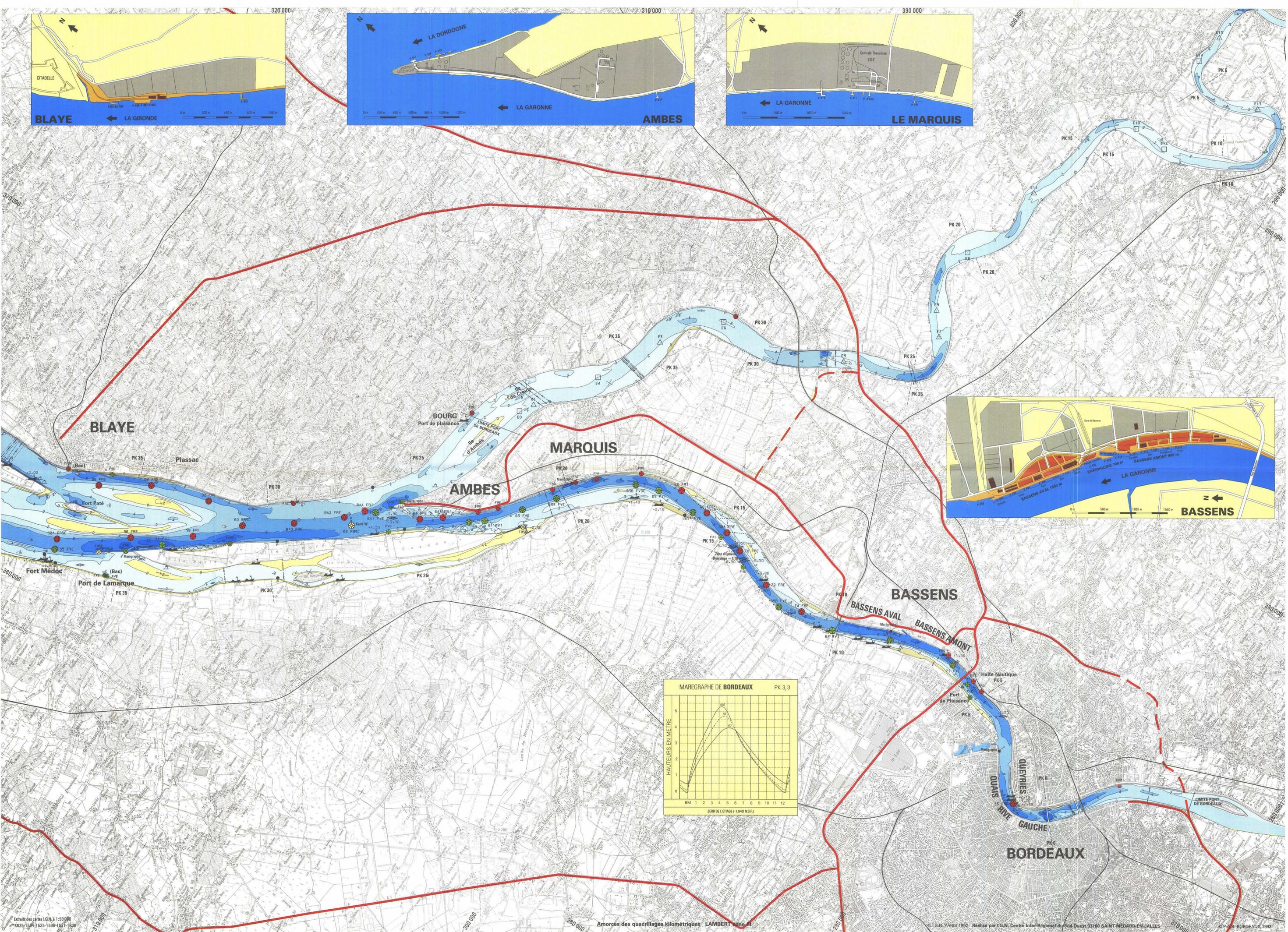
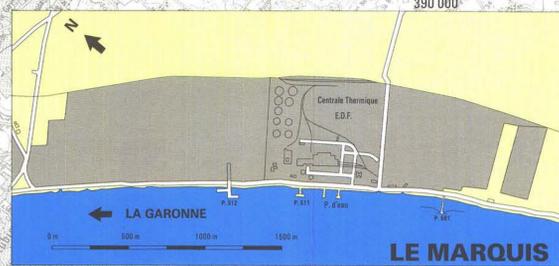
- | | | | |
|--|---|--|------------------------------|
| | marque tribord, verte | | marégraphe émetteur |
| | marque babord, rouge | | pieu |
| | bouées lumineuses, feux | | échelle de marée |
| | FAL | | épave découvrante |
| | FBS | | épave non découvrante |
| | réflecteur radar sur bouée | | conduite immergée |
| | Zone d'interdiction de mouillage | | câbles sous-marins |
| | Zone dangereuse, dépôt de produits défectés | | Câbles électriques immergés |
| | coffre de mouillage | | feeder, pipe |
| | | | lignes électriques aériennes |
| | | | épis rocheux |

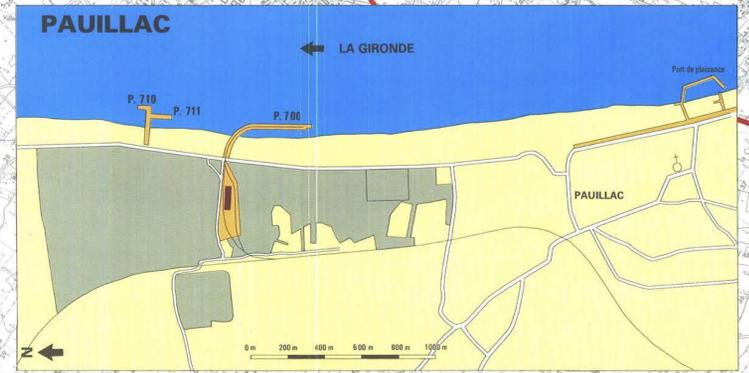
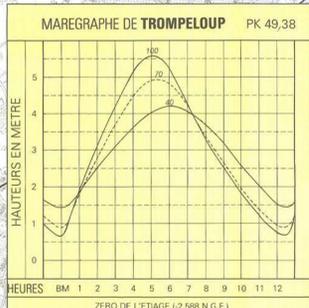
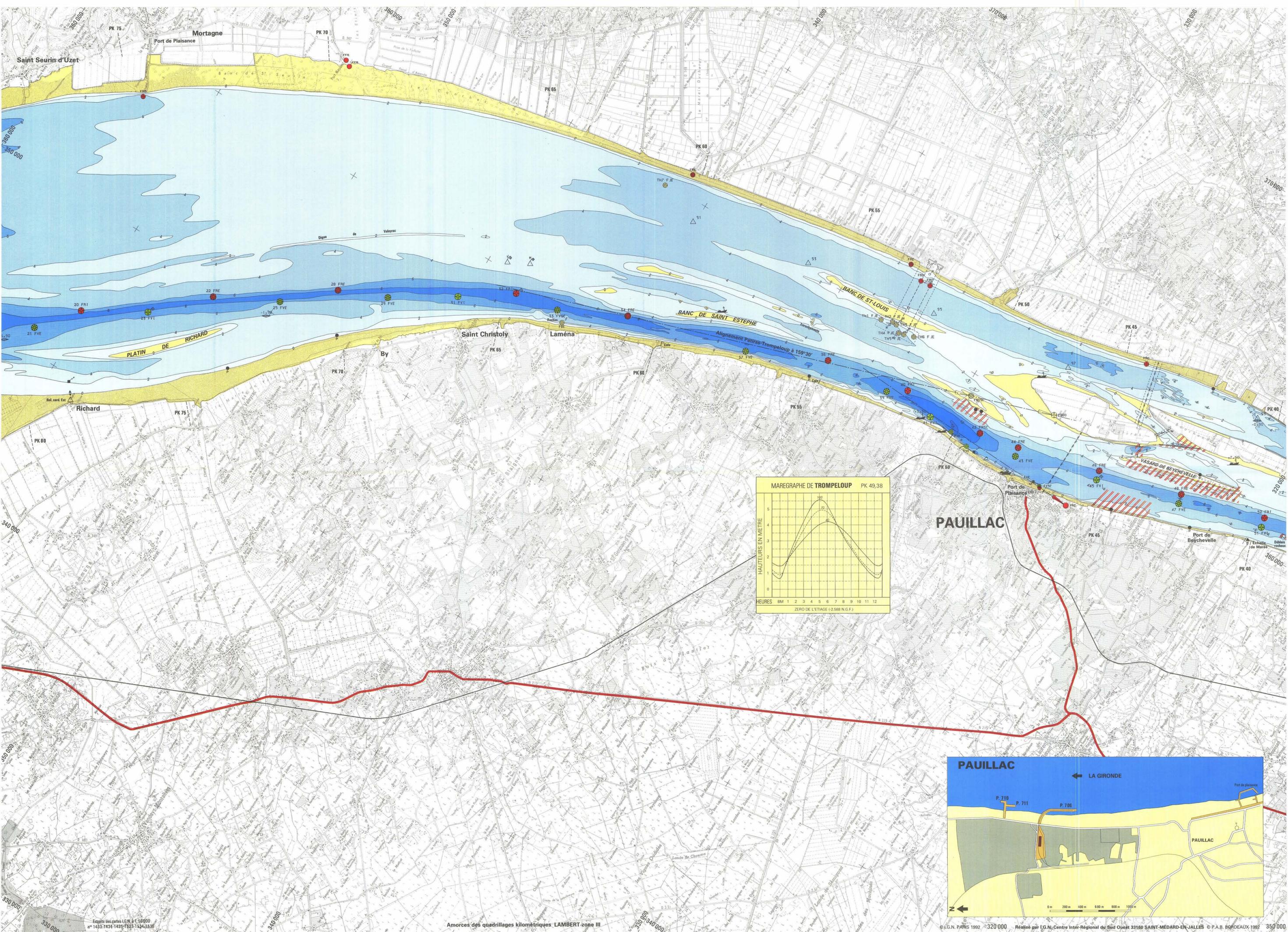


Accès de la Gironde
Bouée d'atterrissage B.A.
à 9000 m dans l'WGSN de la bouée 1

Amorces des quadrillages kilométriques LAMBERT zone II

© I.G.N. PARIS 1992 Réalisé par I.G.N. Centre Inter-Régional du Sud-Ouest 33160 SAINT-MEDARD-EN-JALLES © P.A.B. BORDEAUX 1992 1:50 000





SOMMAIRE

Introduction

Chapitre I – Etude de la dynamique de l'eau et des sédiments

Chapitre II – Bilan des pollutions industrielles et domestiques produites et éliminées

Chapitre III – La qualité des eaux

Chapitre IV – Biologie de l'estuaire de la Gironde

Chapitre V – Pêche commerciale

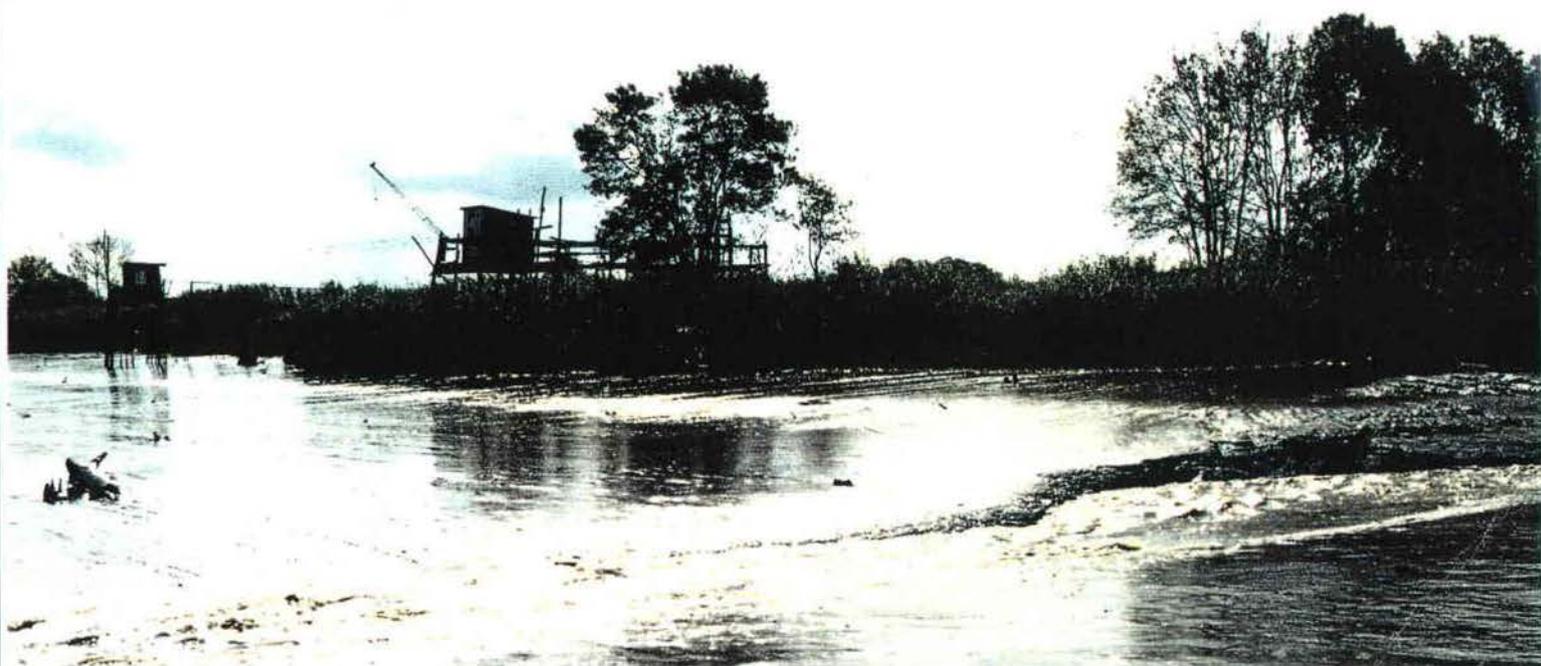
Chapitre VI – Géologie de l'estuaire – Aquifères associés

Chapitre VII – Occupation de l'espace et protection de l'Environnement

Chapitre VIII – Le Port Autonome de Bordeaux

Conclusion générale – Prospective

INTRODUCTION



INTRODUCTION

L'aménagement du littoral prend une acuité particulière dans les estuaires qui ont toujours été des zones d'intense activité maritime. Des ports se sont installés très tôt à la croisée des routes et de la voie d'eau, là où le flot de marée permet une pénétration profonde de la navigation à l'intérieur des terres. Rouen, Nantes, Bordeaux sont ainsi établis sur les grands fleuves. Au fur et à mesure de l'expansion du commerce maritime, la taille des bateaux a augmenté et, avec elle, le tirant d'eau. Il a fallu, pour assurer la remontée de navires de plus en plus gros, lutter contre l'envasement, creuser les chenaux pour maintenir les profondeurs. Les aménagements n'ont pu suivre l'évolution récente de la taille et du tirant d'eau des navires et les activités portuaires ont glissé vers l'aval le long de l'estuaire, de Rouen vers le Havre, de Nantes vers Saint-Nazaire et de Bordeaux au Verdon. Par ailleurs, l'installation de zones industrielles à proximité des ports a conduit à utiliser de vastes espaces dans les zones basses des estuaires. Les travaux de construction de digues et de terre-pleins le long des rives, le comblement des marais, les dragages permanents modifient considérablement l'équilibre des estuaires.

Le constat est d'autant plus inquiétant que l'on a pris conscience du rôle important que jouent les estuaires dans l'équilibre du littoral à la charnière du continent et des rivages, des fleuves et de la mer. Leur qualité écologique est reconnue, en raison de la présence de zones humides, vasières ou roselières, lieux d'échanges et de productivité, qui sont l'habitat permanent ou l'étape de migration de nombreuses espèces de poissons et d'oiseaux. Les estuaires sont des réserves de vie et leur destruction par endigage, comblement ou creusement réduit la production biologique et retentit sur la richesse de tout le littoral et sur l'importance des pêches estuariennes et côtières.

De plus, les estuaires subissent des pollutions massives liées aux apports de tout le bassin versant, aux rejets des villes et des industries installées sur leurs rives. Les teneurs en polluants y sont supérieures aux moyennes du littoral. Mais, en même temps, ces zones basses, étendues et planes, jouent un rôle dans la rétention des flux pollués ; elles sont comme des filtres régulateurs, zones tampons qui améliorent la qualité des eaux contaminées avant qu'elles n'atteignent la mer.

Les aménageurs ont de plus en plus de mal à justifier, devant une opinion et des mouvements de protection de la nature très sensibles à l'écologie, des aménagements aux seules fins du développement économique et le gel de terrains jadis délaissés, mais dont on reconnaît aujourd'hui l'intérêt floristique et faunistique.

Depuis plus de cent ans, l'homme a aménagé les estuaires dans le seul but de développer le trafic maritime. La perception actuelle du rôle de ceux-ci dans le stockage et l'épuration des polluants, dans la production biologique et la préservation des espèces impose de les aménager en tenant compte de leurs différentes "vocations".

L'estuaire de la Gironde, avec 635 km² de surface, est de loin le plus grand de France et d'Europe occidentale. L'influence de la marée se fait sentir à l'amont bien au-delà du Bec d'Ambès : jusqu'à La Réole sur la Garonne, Castillon-la-Bataille sur la Dordogne, Coutras sur l'Isle. A l'aval, l'estuaire s'étend jusqu'à la Pointe de la Coubre où ses eaux se confondent avec celles de l'Océan Atlantique. Le milieu de l'estuaire est en perpétuelle évolution : le Bec d'Ambès a considérablement avancé depuis le moyen-âge, par suite des apports sédimentaires de la Garonne et de la Dordogne (Bourg-sur-Gironde surplombe aujourd'hui la Dordogne). Les chenaux se modifient en permanence et les îles ne sont pas toutes stables à long terme.

La Gironde recèle de grandes richesses biologiques : richesses aquatiques avec la présence de poissons migrateurs dont l'esturgeon, mais aussi richesses des marais bordant le fleuve, siège d'une avifaune exceptionnelle.

Comment "aménager" cet estuaire, faciliter le développement économique en préservant l'environnement ? Quelle politique adopter pour l'épuration et la gestion des rejets ?

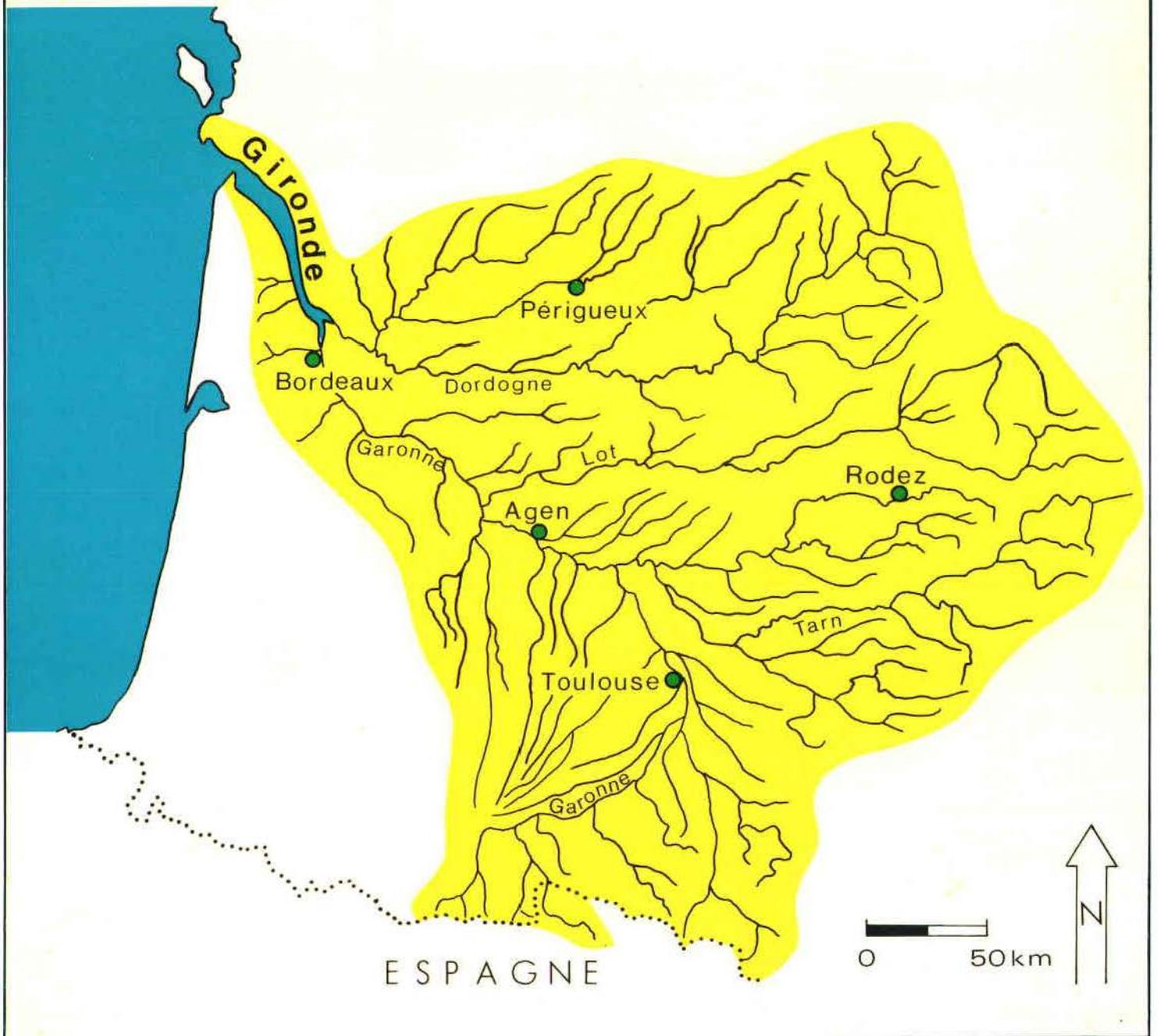
Avant toute prise de décision, il convient de bien connaître le milieu dans lequel on agit et de prévoir les conséquences des actions réalisées. La connaissance de l'estuaire de la Gironde est-elle suffisante pour une bonne gestion ? Dans la négative, quelles sont les principales lacunes et les études à entreprendre pour obtenir les informations scientifiques indispensables ?

C'est le but de la présente étude de faire la synthèse des connaissances et de proposer des actions pour améliorer celles-ci. L'étude comporte huit parties :

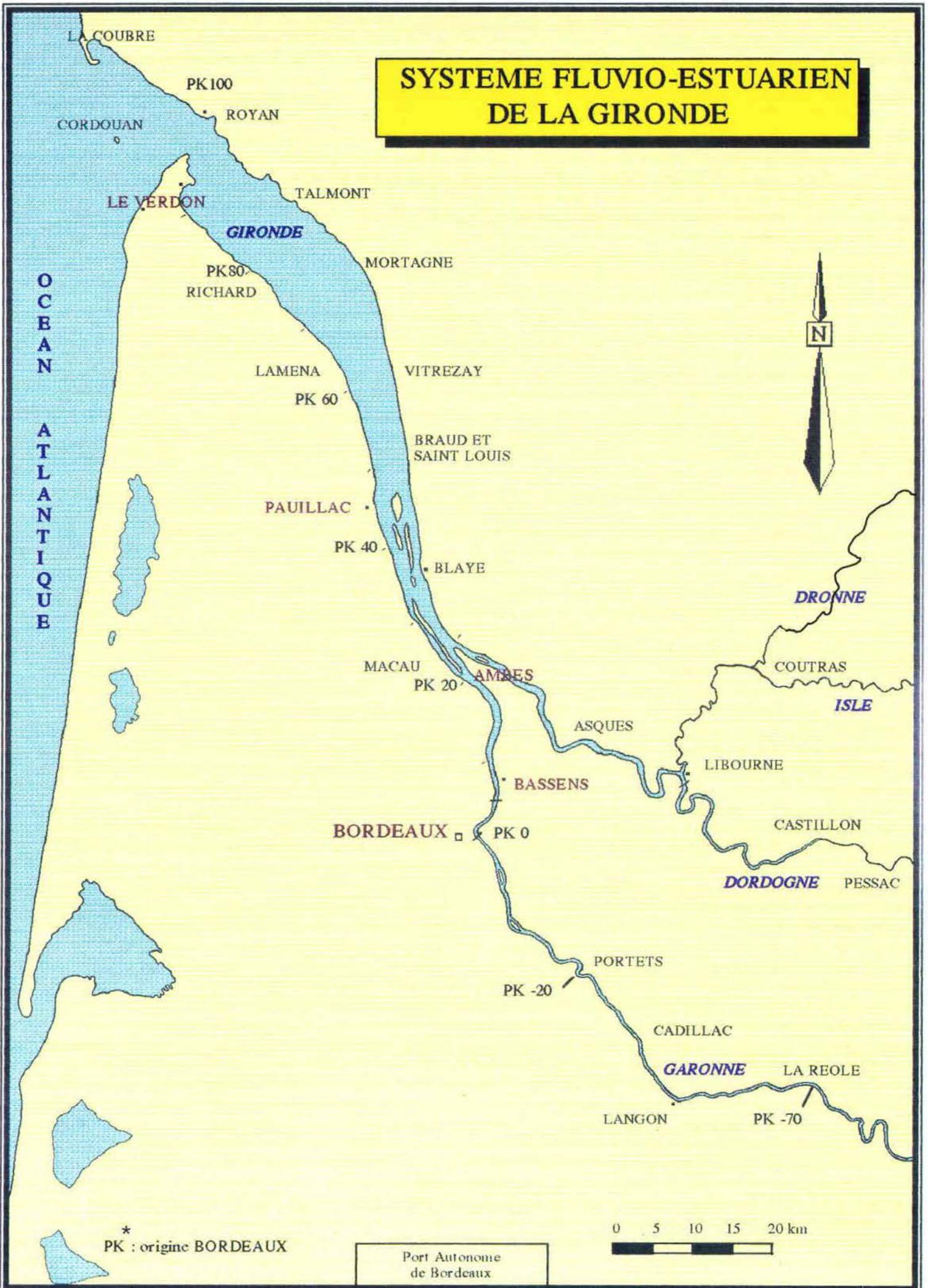
- 1) La dynamique de l'eau et des sédiments : Département de Géologie et d'Océanographie de l'Université de Bordeaux (C. Latouche et J.M. Jouanneau) ;
 - 2) Le bilan des pollutions industrielles et domestiques produites et éliminées : Agence de l'Eau Adour Garonne (M. Roux) ;
 - 3) La qualité des eaux de l'estuaire IFREMER – Toulon (L. Maurice sous la direction de A. Romaña et J.F. Guillaud) ;
 - 4) La biologie de l'estuaire : Laboratoire d'Océanographie biologique – Université de Bordeaux I – Arcachon (J. Castel, G. Bachelet) ; CEMAGREF Bordeaux (E. Rochard ; P. Elie) ;
 - 5) La pêche commerciale : CEMAGREF – Bordeaux (G. Castelnaud) ;
 - 6) La géologie de l'estuaire et les aquifères associés : BRGM – Bordeaux (B. Sourisseau) ;
 - 7) L'occupation de l'espace et protection de l'environnement : A. Dupuits et F. Mezine avec la collaboration de la DIREN Aquitaine (Mme Nirascou) ;
 - 8) Le port de Bordeaux (A. Feral).
- Coordination de l'étude – rédaction de la synthèse : IFREMER Brest (J.L. Mauvais – J.F. Guillaud) – Photos : V. Chapron – Mise en forme – édition : E. Giordmaïna.

La synthèse ne comporte pas de références bibliographiques. Celles-ci sont disponibles dans les rapports originaux déposés à l'Agence de l'Eau Adour-Garonne au Siège à Toulouse, à la Délégation Régionale de Bordeaux, à la Bibliothèque IFREMER à Brest. Chaque participant à la synthèse dispose également de l'ensemble des documents.

Bassin versant de la Gironde



SYSTEME FLUVIO-ESTUARIEN DE LA GIRONDE



* PK : origine BORDEAUX

Port Autonome de Bordeaux

* PK = point kilométrique - vers l'amont
+ vers l'aval

Chapitre I -

ETUDE DE LA DYNAMIQUE DE L'EAU ET DES SEDIMENTS



Chap. I – ETUDE DE LA DYNAMIQUE DE L'EAU ET DES SEDIMENTS

INTRODUCTION

La description de la dynamique très particulière des eaux et des matières en suspension dans un site tel que l'estuaire de la Gironde est fondamentale pour aborder ensuite correctement les problèmes de qualité des eaux et de compatibilité des activités. L'hydrologie fluviale des deux rivières parvenant à l'estuaire sera tout d'abord abordée en terme de débits liquide et solide ; on s'intéressera ensuite à la dynamique de l'eau régie par la marée et à l'évolution des matières en suspension au sein du bouchon vaseux et de la crème de vase ; enfin les modifications morphologiques et sédimentaires de l'estuaire depuis le XVI^e siècle seront décrites.

1 – HYDROLOGIE FLUVIALE

Garonne et Dordogne fusionnent au bec d'Ambès (PK 20) pour former l'estuaire de la Gironde. Celui-ci s'étend jusqu'à la pointe de Grave (PK 100), soit une distance d'environ 80 km. En amont, le domaine d'étude s'étend jusqu'à La Réole (PK -70) sur la Garonne et à Pessac sur la Dordogne.

La Garonne, longue de 478 km et drainant un bassin versant de 57 000 km², prend sa source en Espagne dans le Val d'Aran (Massif de l'Aneto).

La Dordogne, longue de 484 km, draine un bassin versant de 24 000 km². Elle prend sa source dans le département du Puy de Dôme au Mont Dore.

1.1. Les débits liquides (Fig. I.1 – I.2)

La moyenne des débits liquides de la Gironde estimée sur une période de près d'un siècle est de 989 m³/s, dont 65 % apportés par la Garonne (647 m³/s) et 35 % (342 m³/s) par la Dordogne.

Le régime hydrologique est caractérisé par des crues d'hiver avec un maximum moyen en février de 1620 m³/s et des étiages en août-septembre (minimum 175 m³/s en 1949). Il y a une variabilité interannuelle importante, décembre apparaissant le mois le plus variable (4191 m³/s en 1965 et 318 m³/s en 1985).

L'analyse des écarts au débit moyen depuis 1898 permet de faire apparaître des années sèches et des années humides avec une succession de périodes variant de 8 à 13 ans. La variation, hors extrêmes, des débits moyens annuels est comprise entre 550 m³/s et 1300 m³/s.

1.2. Les débits solides (Fig. I.3 – I.4)

Les estimations du débit solide : $Q_s = Q_{fl} \times c$, avec c = concentration en matière en suspension et Q_{fl} = débit liquide ont été faites à partir de diverses séries de mesures à La Réole sur la Garonne, et à Pessac-sur-Dordogne. Concernant les débits liquides (Q_{fl}), les

mesures sont journalières. S'agissant des concentrations de matières en suspension (c) des séries de mesures journalières à chaque crue et hebdomadaires en débit normal ont été réalisées à diverses époques sur de longues périodes de temps. La variabilité des résultats est très grande. Il y a évidemment accroissement avec le débit liquide mais la turbidité dépend fortement des épisodes hydrologiques précédents, épisodes qui influent sur la disponibilité du stock susceptible d'être érodé. La turbidité est souvent plus élevée en débits croissants qu'en débits décroissants. De plus, lors de crues prolongées, le stock érodable s'épuise et la turbidité n'augmente plus avec le débit liquide. Par débits voisins de 350 m³/s, la Garonne transporte près de deux fois plus de suspensions que la Dordogne. Cette tendance s'estompe avec l'augmentation des débits et disparaît aux environs de 1200 m³/s.

Malgré la forte dispersion des résultats, il a semblé acceptable de relier les apports solides aux apports liquides par une fonction non linéaire, ce qui permet d'estimer les apports annuels. Ils seraient, en moyenne de 2,2.10⁶ tonnes/an (dont 1,7 pour la Garonne seule).

Si l'on admet que la relation non linéaire est valable pour les années antérieures (bien que les apports soient influencés fortement par les pratiques agricoles, la couverture végétale des sols et les aménagements hydrauliques), on constate que les apports annuels peuvent varier fortement : de 7 millions de tonnes/an à moins d'un million.

Cette variabilité doit avoir des conséquences importantes sur les équilibres sédimentaires dans l'estuaire et sur l'écosystème estuarien.

2 – DYNAMIQUE DE L'EAU

2.1. La marée (Fig. I.5)

La marée du Golfe de Gascogne est de type semi-diurne, sa période étant de 12h25 mn. Elle est presque parfaitement sinusoidale à l'entrée de la Gironde. En se propageant dans l'estuaire, l'onde se déforme et devient disymétrique : cela se traduit par un raidissement de l'onde marée (le montant est plus "brutal" que le perdant, ce qui provoque un petit mascaret en amont de Bordeaux en étiage et en grande vive-eau) et une plus grande durée du jusant que du flot.

Le marnage (différence entre niveau de pleine mer et de basse mer) qui devrait diminuer, par suite du frottement et des pertes d'énergie par réflexion sur les berges, se maintient : cela est dû au rétrécissement des sections et donc à ce que les volumes d'eau déplacés diminuent en remontant l'estuaire.

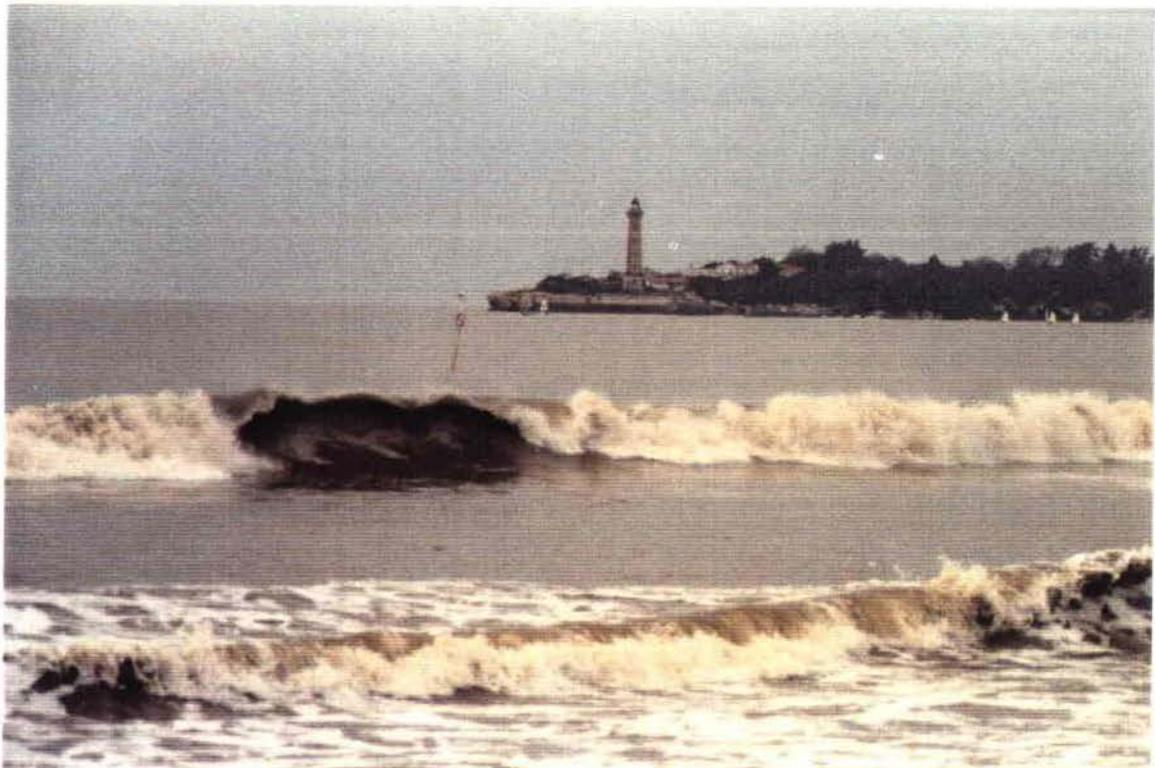
La limite d'action de la marée dynamique se situe aussi bien en Garonne qu'en Dordogne à environ 160 km de la Pointe de Grave (en période de fortes crues cette limite ne se situe plus qu'à 70 km de l'embouchure). Le marnage ne semble pas dépasser 5,50 m, quel que soit le lieu et le coefficient de marée.

En période de vives eaux, le marnage est important et constant pour le système Gironde-Garonne jusqu'à 120 ou 130 km de l'embouchure. Sur la Dordogne, le marnage décroît très rapidement vers l'amont dès le Bec d'Ambès.

En période de marée moyennes et de mortes eaux, le marnage s'accroît régulièrement du Verdon jusqu'à 130 km de l'embouchure où il atteint 4,70 m dans le premier cas et 4 m dans le second. Sur la Dordogne, au contraire, le marnage décroît lentement jusqu'à Libourne puis rapidement ensuite après la confluence de l'Isle et de la Dordogne.



La Garonne à Langon



La Gironde à St Georges de Didonne
*(au fond le phare de la Pointe de
Vallieres)*

2.2. Les courants de marée (Fig. I.6)

La vitesse des courants de marée varie beaucoup en fonction de la morphologie de l'estuaire, du débit fluvial et du coefficient de marée. Les vitesses maximales sont observées dans les chenaux où, en vives-eaux, elles peuvent atteindre 3m/s en surface et 1,5 m/s à 1 m du fond (niveau conventionnel de mesure).

2.2.1. Variations en fonction de la marée

Les caractéristiques des courants de marée sont liées à celles de l'onde de marée. En vives-eaux et marée moyenne la courbe de marée est très cambrée en amont du Bec d'Ambès (75 km de l'embouchure) car le montant est très court (fig. I.6). Ceci se traduit par une brutale accélération des courants au début du flot. A ce moment on observe une arrivée rapide d'eau marine dans la moitié ou le tiers inférieur de l'écoulement, toujours accompagnée d'une forte accélération des vitesses et d'une augmentation de la turbidité par remaniement lorsqu'on se trouve sur des fonds vaseux.

En vives-eaux, les vitesses moyennes peuvent atteindre 1,25 m/s près de la surface, alors qu'en mortes-eaux, elles ne dépassent pas 1 m/s. Au fond dans le premier cas, elles atteignent 0,75 m/s, dans le second elles dépassent rarement 0,50 m/s.

2.2.2. Variations dans l'espace

Dans le bas estuaire, les vitesses moyennes sont plus élevées au jusant qu'au flot aussi bien en mortes-eaux qu'en vives-eaux. De même les vitesses sont plus grandes dans le chenal de Saintonge (rive droite) que dans les deux autres chenaux.

2.2.3. Vitesses maximales à 1 m du fond

Les courants à 1 m du fond, sont traditionnellement utilisés pour calculer la tension de cisaillement sur le fond traduisant l'aptitude d'un courant à déplacer des sédiments.

Les vitesses les plus élevées s'observent en flot, quel que soit le coefficient de marée. C'est un schéma classique de la dynamique estuarienne : les sédiments ont tendance à migrer vers l'amont. Le phénomène peut être supprimé en période de crue. Toutefois, dans le chenal de Saintonge, les vitesses maximales de jusant au fond sont plus élevées que celles de flot.

Les vitesses maximales sont toujours mesurées dans le chenal de navigation : en amont du PK 75 en vives-eaux et en amont du PK 55 en mortes-eaux.

2.3. Les courants résiduels

En amont des estuaires, l'eau est douce alors qu'en aval, elle est salée donc plus dense. Ce phénomène induit au fond une pression supérieure en aval à celle observée au fond en amont. Il y a donc, près du fond, un courant dirigé vers l'amont. Ce courant est compensé, en surface, par un courant dirigé vers l'aval supérieur à celui nécessaire à la seule évacuation des eaux douces. Cette circulation "résiduelle" est mise en évidence lorsqu'on filtre la marée en moyennant les vitesses sur un cycle de marée.

En étiage et marée moyenne, les vitesses résiduelles en surface sont dirigées vers l'aval (fig. I.7). Les vitesses les plus élevées sont localisées dans le chenal de navigation pour la partie amont de l'estuaire et dans le chenal de Saintonge pour la partie aval.

Près du fond, par contre, à l'aval du PK 54, l'ensemble des données indique une circulation prédominante vers l'amont. La topographie a cependant une grande importance sur la répartition des vitesses. De ce fait, si les vitesses résiduelles au fond sont toujours orientées vers l'amont dans l'axe du chenal, elles peuvent s'annuler dans certaines zones. Le point nodal (limite amont de la marée saline) se situe au voisinage du bec d'Ambès.

En crue et marée moyenne, la circulation résiduelle en surface est identique à celle observée en étiage mais les vitesses sont plus grandes. Près du fond et surtout entre les PK 70 et 80, la circulation est très complexe. En crue le front de l'intrusion saline se situe vers le PK 55 ; en amont de ce point, toutes les vitesses résiduelles semblent être dirigées vers l'aval. Dans le chenal de navigation, le point nodal principal semble se localiser entre les PK 55 et 71. Dans le chenal médian et dans le chenal de Saintonge, les vitesses sont dirigées vers l'aval à l'exclusion peut-être d'une zone située entre les PK 60 et 80 où le schéma de circulation n'a pu être établi de façon précise.

Par rapport à l'étiage, la zone d'écoulement prédominant vers l'amont est donc fortement réduite.

Remarque.

Les mesures réalisées en Gironde sont eulériennes c'est-à-dire réalisées en un nombre limité de points fixes. Elles confirment les connaissances théoriques que l'on a sur les estuaires. Mais il ne faut pas les interpréter de manière trop exhaustive car elles reflètent une situation à un instant donné.

La connaissance générale de cette circulation ne pourra être acquise que par modèle numérique.

3 – DYNAMIQUE DES MATIERES EN SUSPENSION

3.1. Le bouchon vaseux (Fig. I.8)

La circulation résiduelle induite dans la zone de l'intrusion saline provoque un cheminement des eaux de fond vers l'amont, contrebalançant le mouvement vers l'aval des eaux plus douces en surface. A la limite amont de l'intrusion saline se forme un point nodal ou zone de convergence entre les eaux salées qui remontent vers l'estuaire et les eaux douces fluviales qui cheminent vers l'aval. Ces mouvements résiduels de l'eau provoquent un piégeage des sédiments fluviaux et une surconcentration de sédiments en suspension. Il s'en suit une forte sédimentation de sédiments fins et la remontée des sédiments marins, généralement sableux, de l'embouchure vers l'amont.

Cette situation apparaît nettement en Gironde durant les périodes de forts débits fluviaux. Par débit fluvial supérieur à 2000 m³/s, le bouchon vaseux est alors à l'embouchure (fig. I.8) l'importance de la poussée fluviale atténuant l'effet de la marée dans le haut estuaire et déplaçant vers l'aval la limite amont de la marée.

Durant les périodes de faible débit fluvial un bouchon vaseux bien développé se maintient dans l'estuaire mais il s'étend à une distance assez considérable (environ 40 km) en amont de la limite de l'intrusion saline (point nodal de densité) et peut atteindre alors la limite de la marée (point nodal de marée). Durant ces périodes les gradients de densité et la circulation résiduelle qui en dérive sont réduits ; l'estuaire devient bien mélangé et le transport des particules par les courants de marée joue un rôle plus important agissant comme piège à sédiment dans la zone du point nodal de marée.

Il apparaît par conséquent que vis-à-vis de la formation du bouchon vaseux les processus liés aux gradients de densité et à la circulation résiduelle jouent un rôle majeur durant les crues alors que les processus liés à l'asymétrie de la marée prédominent durant les étiages.



**Eaux chargées de l'estuaire de la
Gironde**



**La Gironde par grande marée
Citadelle de Blaye**

Le bouchon vaseux est centré sur le chenal de navigation (rive gauche), mais déborde largement sur le chenal de Saintonge (rive droite). A l'intérieur de cet ensemble latéralement dissymétrique, les turbidités croissent progressivement pour atteindre plus de 10 g/l dans le noyau localisé près du fond dans le chenal de navigation. Le bouchon vaseux peut se développer sur plusieurs dizaines de kilomètres de long en période de faibles débits.

La concentration moyenne dans l'ensemble de l'estuaire (établie sur deux ans de mesures, 1975–1976) atteint 1 g/l. Lors de cette même période, les valeurs moyennes des maxima et des minima dans la partie centrale de l'estuaire (PK 35 à 80) étaient les suivantes :

minima : 0,110 g/l (en dehors du bouchon vaseux)

maxima : 3,330 g/l (dans le bouchon vaseux).

Les minima sont presque toujours mesurés en surface et, les maxima près du fond (mesures faites 1 m au-dessus du fond) sauf dans l'estuaire aval où, en raison de l'intrusion saline, les valeurs les plus élevées sont souvent rencontrées en surface. En règle générale les concentrations en suspensions augmentent avec la vitesse du courant. D'un point de vue géographique, et selon les mécanismes exposés ci-dessus, le bouchon vaseux oscille au cours de l'année en fonction des débits fluviaux. Durant les crues il est repoussé vers l'aval de l'estuaire et une partie des matières en suspension s'échappe en mer, alors qu'en période d'étiage le bouchon vaseux migre à l'amont. Les particules sont temporairement bloquées au niveau de Bordeaux en étiage, le bouchon vaseux étant alors alimenté à la fois par l'amont et par l'aval du fait de l'asymétrie des courants de marée. Lors des périodes de forts débits fluviaux, l'accumulation des matières en suspension se produit plus en aval dans le secteur Pauillac–St Christoly (PK 50–70).

Des expériences faisant appel à des radio-éléments (vases estuariennes marquées par du ^{46}Sc ou du ^{175}Hf et ^{181}Hf) ont permis de montrer que la remontée du bouchon vaseux vers l'amont était 2 à 3 fois plus lente que sa descente vers l'aval. La migration vers l'amont intervient en période de débits décroissants, dès lors que le débit fluvial total (Garonne plus Dordogne) est de l'ordre de 700 m³/s. Le blocage du bouchon vaseux au niveau de Bordeaux cesse quand le débit fluvial, croissant de nouveau, est voisin de 600 m³/s. Contrairement aux opinions antérieurement présentées qui privilégiaient le rôle de la salinité dans la genèse du bouchon vaseux, il semble bien que les mécanismes hydrodynamiques soient prépondérants. Ceci explique que lors des périodes d'étiages prolongés telles celles des années 89 à 91, la stagnation du bouchon vaseux durant des périodes anormalement longues se soit produite tant en Garonne qu'en Dordogne (estuaire fluvial).

Dans l'estuaire central, l'étude de l'évolution du bouchon vaseux au cours de la marée montre qu'il n'a pas une géométrie constante et qu'il ne s'agit pas d'une entité indéformable à contours précis. A certains moments (pleine mer + 1 heure et surtout P.M. + 2), la turbidité est très faible sur l'ensemble de l'estuaire. A la limite on peut dire que le bouchon ne se marque plus alors que par une zone légèrement plus turbide.

3.2. La crème de vase

Lors des mortes-eaux, au niveau des points nodaux de la marée dynamique, la décantation d'une partie du bouchon vaseux engendre la formation de couches de vases très fluides : "la crème de vase". Le dépôt de ces matières en suspension se produit principalement dans le chenal de navigation et dans les fosses naturelles ou artificielles de l'estuaire. En période d'étiage, les formations de crème de vase se rencontrent entre Bordeaux et le Bec d'Ambès, alors qu'en période de forts débits ces dépôts interviennent dans le bas estuaire. La crème de vase suit donc les migrations du bouchon vaseux.



Entre Cussac et Fort Medoc
(par grande marée)



Conche de St George de Didonne
(Tronc roulé par les flots)

Les concentrations en matières en suspension de la crème de vase peuvent atteindre 400 g/l avec des valeurs moyennes comprises entre 100 et 300 g/l. Les lentilles de crème de vase peuvent avoir plusieurs mètres d'épaisseur, quelques centaines de mètres de large et, 10 à 15 km de long. La transition avec l'eau surnageante est très rapide, sur quelques décimètres seulement et est bien visible sur les bandes d'écho-sondeurs.

Au cours de la marée, les mouvements au sein même de la crème de vase sont pratiquement nuls ; par ailleurs la salinité peut y être très différente de celle mesurée dans l'eau libre supérieure. Tout ceci témoigne du peu d'échanges entre les lentilles de crème de vase et la colonne d'eau. Toutefois, dans certaines circonstances, les échanges peuvent ne pas être nuls.

En fin de compte la présence de crème de vase est soumise au cycle érosion-accumulation induit par le cycle lunaire de la marée. Lors des périodes de coefficients décroissants, la crème de vase commence à se former et atteint son développement maximum en mortes-eaux. Durant la période de coefficients croissants (à partir de 70 environ), les lentilles de crème de vase se divisent en plusieurs petites unités, puis sont érodées et remises totalement en suspension au cours des vives-eaux.

Ainsi bouchon vaseux et crème de vase ne peuvent pas être pris en compte indépendamment. La fraction de matières en suspension présente dans le bouchon vaseux varie dans le même sens que les coefficients, et elle diminue quand le volume de crème de vase augmente. C'est ainsi que la masse totale de matières en suspension a pu être estimée entre 4 et 6 millions de tonnes durant les mortes eaux : 2 à 3 millions de tonnes se trouvant dans le bouchon vaseux et, une quantité équivalente dans la crème de vase.

3.3. Temps de résidence et expulsion des matières en suspension

L'estimation du temps de transit des suspensions dans l'estuaire a été abordé selon deux méthodes :

- une méthode indirecte : les trajectoires de perches dérivantes,
- une méthode directe : les traçages radioactifs.

Ces études ont fait apparaître que les particules peuvent avoir, en fonction de leur devenir, un temps de résidence très variable dans l'estuaire :

- **particules piégées dans l'estuaire.**

Une partie importante des suspensions d'origine continentale est piégée définitivement dans l'estuaire et contribue à son colmatage. La réduction du volume de l'estuaire par sédimentation d'éléments fins et grossiers, du fait des apports du réseau hydrographique, a été de l'ordre de $2,7 \cdot 10^6$ m³/an entre 1900 et 1962. Cette sédimentation représente à peu près la moitié des apports solides en suspension d'une année moyenne.

- **particules piégées dans le bouchon vaseux.**

- . en étiage et marée moyenne, pour un débit de la Garonne inférieur à 150 m³/s, il y a piégeage des suspensions légèrement en aval de Bordeaux. Une particule arrivant de Langon est piégée en 120 heures, 150 heures en vive eau. Les particules présentes dans l'estuaire vont donc se retrouver bloquées dans le bouchon vaseux. La vitesse de remontée des particules présentes à l'aval de l'estuaire est de l'ordre de **1 km/jour**.
- . en débits moyens et forts, il y a blocage des suspensions aux environs de PK 60-70. Il semble que la vitesse de descente des suspensions soit 3 à 4 fois plus grande que la vitesse de remontée en étiage.

– **expulsion des matières en suspension.**

Les expulsions de matières en suspension se produisent lors des forts débits fluviaux par marées de vive eau. Le bouchon vaseux est alors dans le bas estuaire.

Ces conditions sont réunies entre 15 et 50 jours par an (35 en moyenne). En année moyenne, les expulsions seraient de 1 million de tonnes par an. Elles varient de 0,5 à 1,5 million de tonnes par an.

Compte tenu des apports fluviaux de matières en suspension (2,2 millions t/an), du piégeage définitif dans l'estuaire (1,2 million de t/an), de la masse totale de suspensions dans le système bouchon vaseux-crème de vase (4 à 6 millions de tonnes) et des expulsions moyennes à l'océan (1 million de t/an), le taux de renouvellement du stock de matières en suspension présent dans l'estuaire est d'environ 50 % par an, soit un temps de résidence moyen des particules de 2 ans environ.

4 – EVOLUTION RECENTE DE L'ESTUAIRE, REPLACÉE DANS SON CONTEXTE HISTORIQUE

4.1. Evolution depuis le XVI^e siècle jusqu'en 1950

Ce n'est qu'à partir des premières publications de cartes bathymétriques relativement précises, vers la moitié du XVI^e, que des informations sur l'évolution de l'estuaire peuvent être dégagées. Dès cette époque, l'estuaire possédait la même configuration générale qu'aujourd'hui. Deux chenaux principaux séparés par des bancs et des hauts-fonds pouvaient être reconnus. En amont du Bec d'Ambès, en Garonne, s'étendait une série de bancs et d'îles. Sur un plan général il est possible de mettre en évidence, entre le XVI^e et le XIX^e, un comblement du chenal de Saintonge et un approfondissement du chenal du Médoc. Dans la partie amont de l'estuaire (entre Bordeaux et Pauillac) la tendance générale a alors été au développement des îles, avec leur rattachement aux berges dans la partie fluviale et l'émergence de nouvelles îles de plus en plus vers l'aval, ce qui traduit bien la migration vers l'aval du comblement. Au début du XIX^e siècle, on pouvait noter un accroissement considérable de la superficie des îles en aval du Bec d'Ambès, qui a doublé entre 1750 et 1850, et quadruplé entre 1750 et 1950.

A partir de 1850 d'importants travaux d'aménagement de l'estuaire ont été entrepris pour faciliter l'accès au port de Bordeaux. Avant cette date on peut considérer que l'estuaire évoluait d'une façon purement naturelle. Les premiers travaux ont eu pour but l'approfondissement et la régularisation du chenal entre Bordeaux et le Bec d'Ambès par des dragages et des ouvrages reliant bancs et îles entre eux. Au cours du dernier siècle, les profondeurs ont ainsi été triplées passant de 2–3 m à 6–8 m dans les passes du Bec d'Ambès et de Cussac.

Durant la seconde moitié du XIX^e et au début du XX^e, l'aménagement des sites se déplaça vers l'aval. Dans les années 1930–1938 des dragages importants durent être entrepris dans la zone de St Christoly (PK 50 à 70) car les travaux de calibrage (construction de la digue de Valeyrac parallèlement à l'axe de l'estuaire entre les PK 65 et 75) s'avèrent trop limités pour maintenir une profondeur suffisante dans le chenal de navigation.

4.2. Evolution morphologique et sédimentaire récente

Est ici désignée "période récente", la période débutant en 1953, date de parution de la première carte bathymétrique complète après la guerre.

- 1953–1962 : la tendance générale de l'évolution de l'estuaire est alors la suivante (fig. I.9) :
 - . En rive droite, la zone comprise du PK 63 au PK 87 est le siège d'une forte sédimentation (1,5 m en 9 ans par endroit). Il en est de même entre les PK 26 et 32. Par contre entre les PK 41 et 63 le chenal de Saintonge semble être en légère érosion. A l'aval de l'estuaire, en dessous de l'isobathe -10 m, on observe une certaine stabilité.
 - . En rive gauche, du fait essentiellement des travaux d'approfondissement et d'entretien du chenal de navigation par le Port Autonome de Bordeaux, les fonds augmentent du Bec d'Ambès jusqu'au PK 60. Puis jusqu'au PK 73 la stabilité prévaut. Entre les PK 75 et 84, c'est la sédimentation qui est dominante.
- 1962–1970 : la tendance générale reste la même que précédemment (fig. I.10) ; la rive droite du PK 50 à 85 est en comblement alors que la zone comprise entre les PK 40 et 50 demeure en érosion faible. Rive gauche, le chenal de navigation s'approfondit depuis le Bec d'Ambès jusqu'au PK 55 du fait surtout des dragages.

Si donc en première approximation on peut considérer que la balance entre sédimentation et érosion est géographiquement équilibrée et que le volume sous étiage de l'estuaire (niveau des plus basses mers) n'a pas beaucoup varié depuis un siècle (il est de l'ordre de $2,2 \cdot 10^9 \text{ m}^3$), les dernières études effectuées dans les années 1970 (fig. I.11) ont montré que le comblement moyen de l'estuaire était d'environ de $2,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$. Toutefois, ces chiffres doivent être examinés avec circonspection étant donné l'importance des volumes dragués dans l'estuaire (ex. $12 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en 1970).

5 – CONCLUSION

Le régime hydraulique de la Gironde subit une grande variabilité aussi bien saisonnière qu'interannuelle, ce qui provoque une irrégularité encore plus importante des débits solides.

Le régime crue-étiage conditionne la place du bouchon vaseux dans l'estuaire et, dans une moindre mesure, sa masse. Il y a, en moyenne quatre millions de tonnes de suspensions piégées dans le système bouchon vaseux – crème de vase, correspondant à un temps de résidence moyen des particules de 2 ans environ.

Il y a un léger comblement de l'estuaire marin qui ne pose pas, actuellement, de problème majeur compte tenu du volume sous étiage de l'estuaire qui est important et a peu évolué depuis un siècle.

6 – PROSPECTIVE

La Gironde était, il y a vingt ans, l'estuaire français le mieux connu en ce qui concerne la dynamique de l'eau et des sédiments. Très peu d'études ont été lancées depuis 1972 alors que les estuaires de la Seine et de la Loire voyaient se développer des programmes importants (pour la Seine : SAUM, programme Baie de Seine, Piren Seine ; pour la Loire : CSEEL, APEEL, IFREMER) de sorte que la hiérarchie de l'état des connaissances s'est inversée dans les trois estuaires français.

La connaissance de la dynamique est primordiale en matière de gestion et d'aide à la décision. C'est pourquoi il serait utile de mettre au point un modèle 3D de circulation couvrant la totalité de l'estuaire, du Verdon à la limite amont de la marée dynamique. Ce modèle pourrait servir :

- à la gestion des rejets liquides dans l'estuaire (dilution, temps de transit ...),
- à la simulation du devenir de produits liquides rejetés accidentellement,
- à la gestion des lâchers d'eau douce dans les barrages pour éviter une situation catastrophique dans l'estuaire,
- éventuellement à la gestion des prises d'eau douce dans l'estuaire pour l'irrigation,
- à l'aide à la navigation.

A ce modèle hydrodynamique, il serait possible d'adjoindre des modèles de transport de sédiments en suspension et d'évolution d'éléments non conservatifs permettant de simuler :

- la formation du bouchon vaseux, son temps de résidence, les échanges qu'il présente avec le milieu liquide ...
- le devenir des polluants adsorbés et dissous.

Ce modèle nécessiterait, pour calage, de nombreuses mesures en nature.

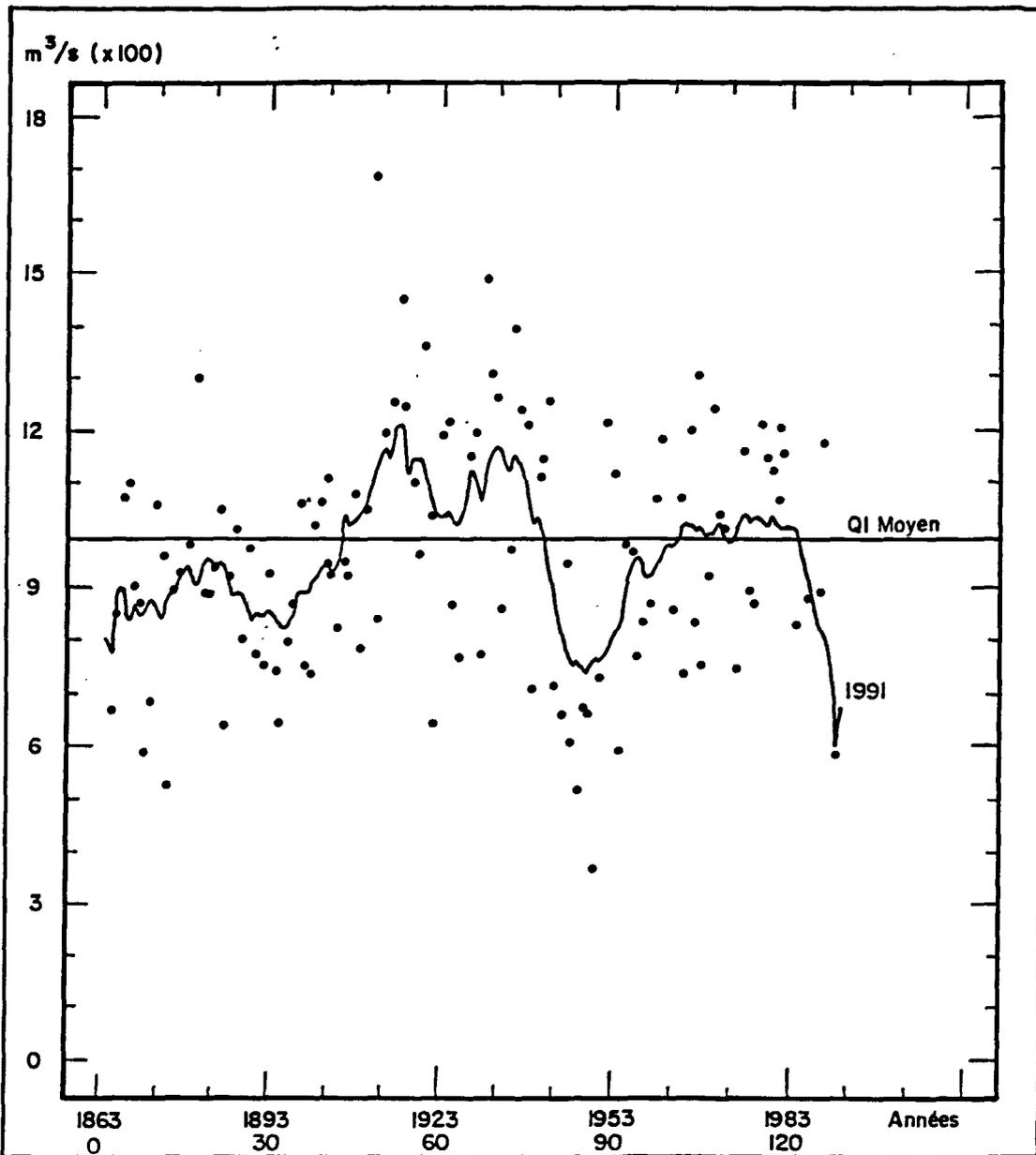


Fig. I.1 : Débits liquides de la Gironde (Garonne + Dordogne) - Série temporelle (1863-1991) lissée (n=11) des débits liquides de la Gironde. Le lissage utilisé repose sur une fenêtre de 11 points, y compris le point central à corriger.

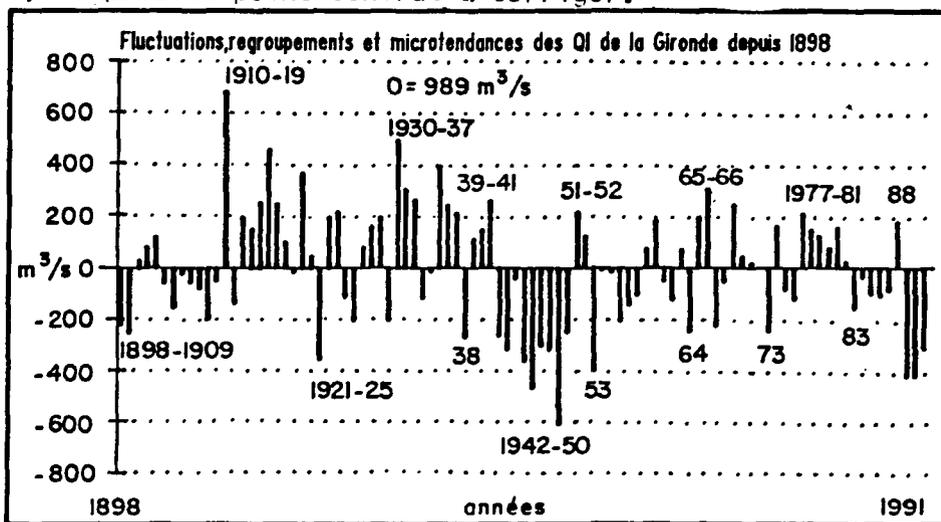


Fig. I.2 : Ecarts des débits liquides de la Gironde (1898-1990) par rapport à la moyenne historique. Noter le regroupement des années successives (2 à 5/6 années).

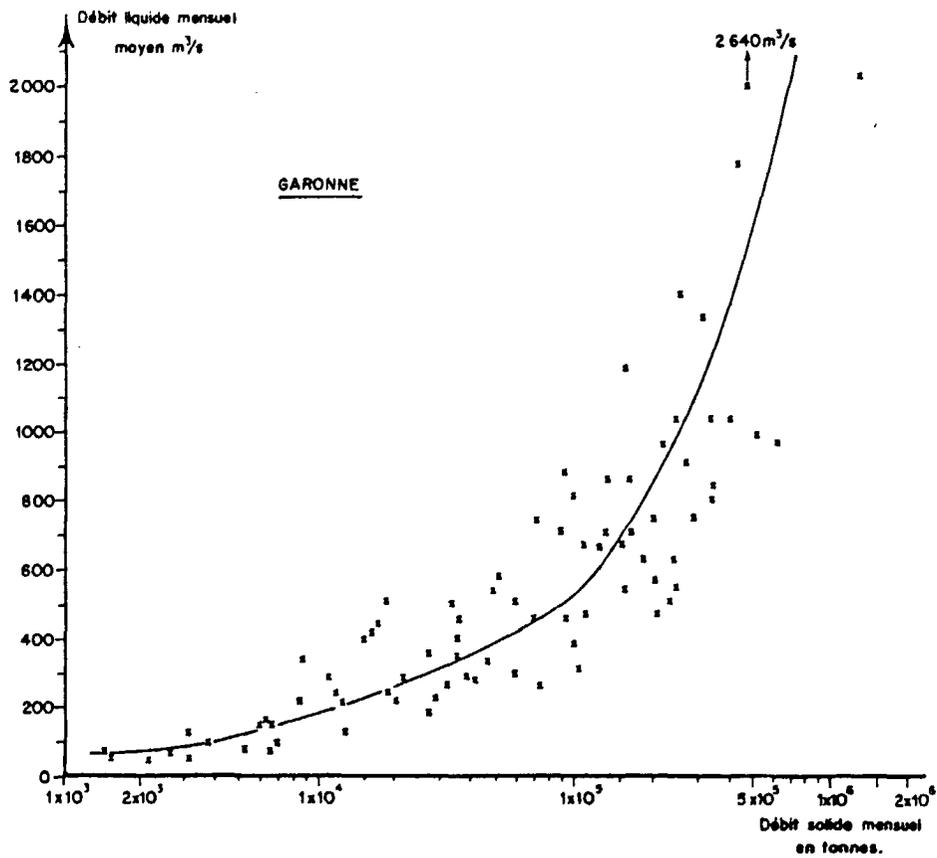
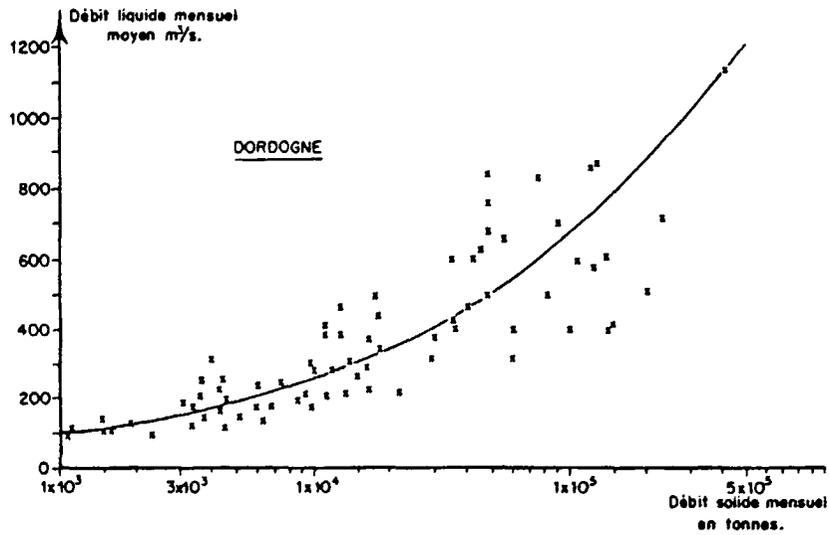


Fig. I.3 : Variation du débit solide mensuel en suspension, en fonction du débit liquide mensuel moyen de la Dordogne à Pessac et de la Garonne à La Réole (d'après Castaing, 1981).

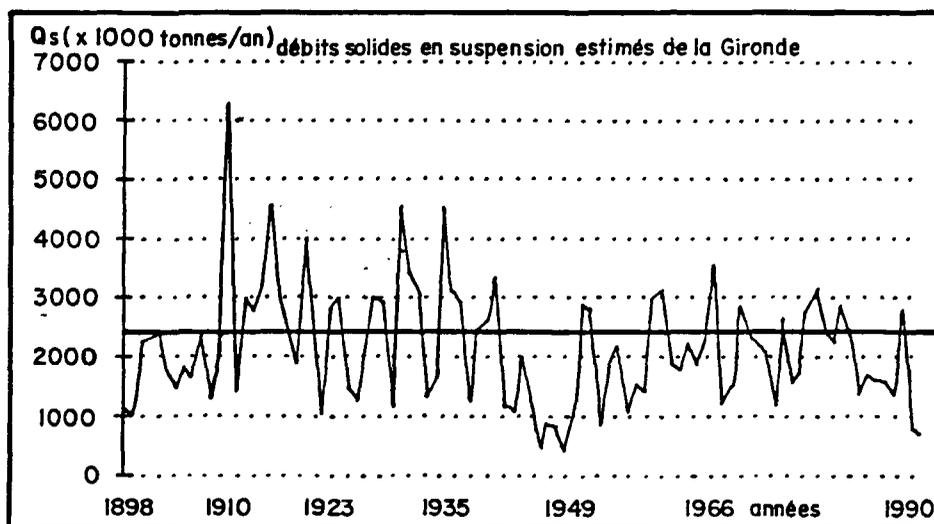


Fig. I.4 : Débits solides moyens annuels estimés des apports fluviaux à la Gironde depuis 1898 (Garonne + Dordogne) (d'après Nagy Bretenstein, 1993).

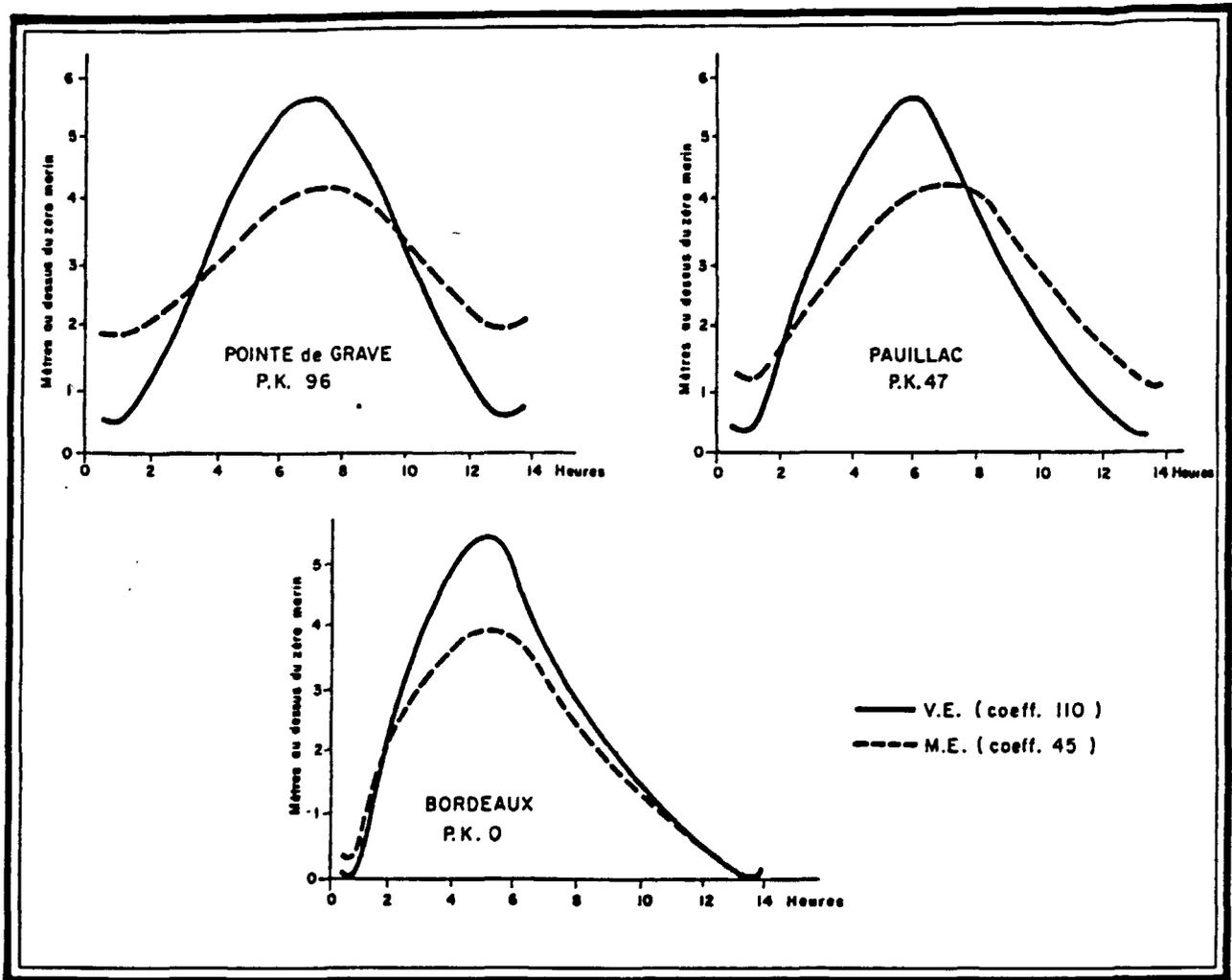


Fig. I.5 : Propagation de l'onde de marée dans l'estuaire et déformation de la courbe marégraphique.

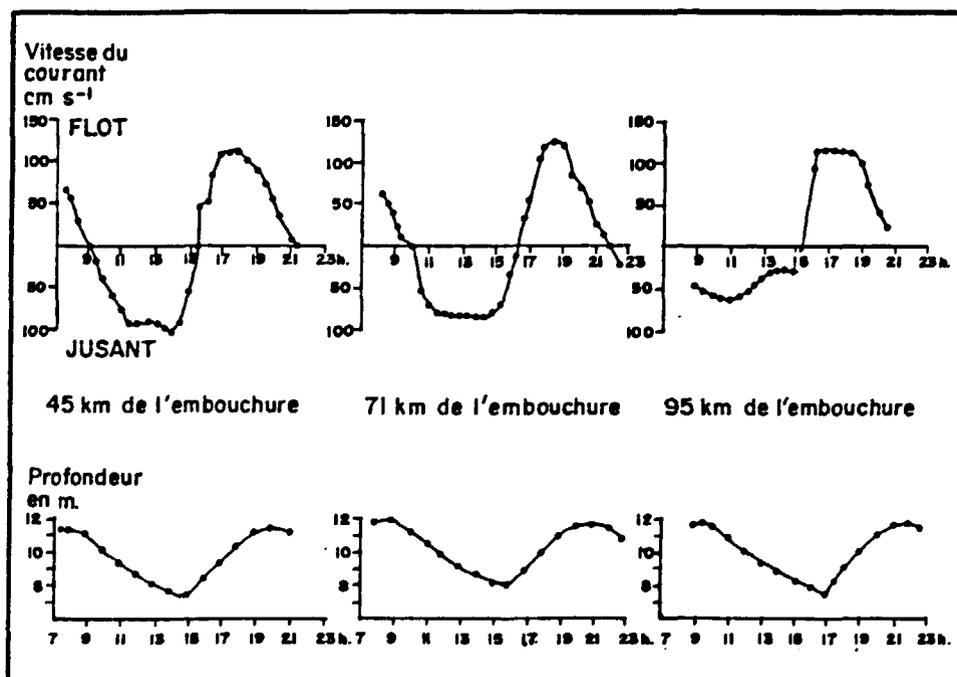


Fig. I.6 : Variation des vitesses de courant en différents points de l'Estuaire de la Gironde.

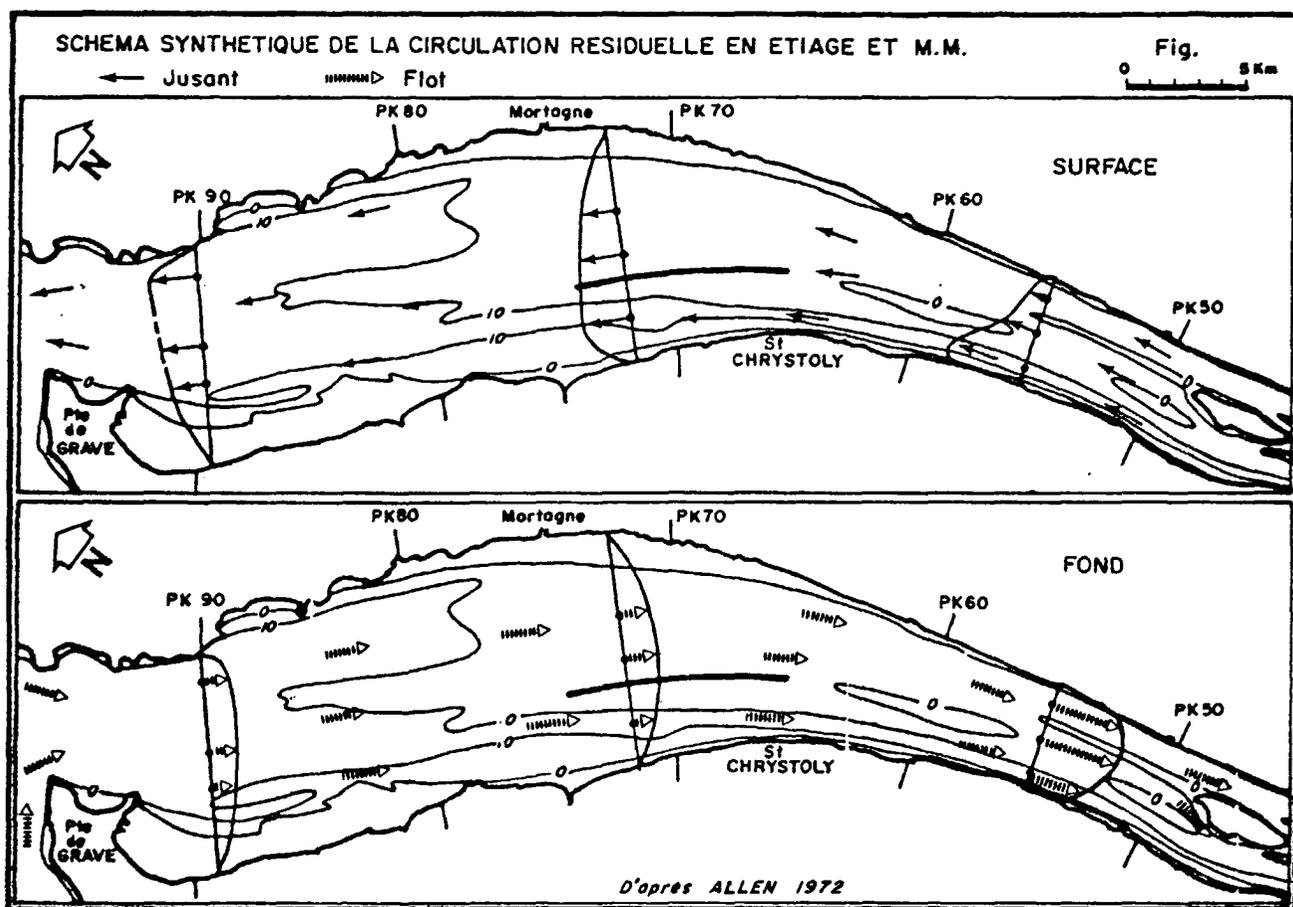


Fig. I.7 : Circulation résiduelle en période de marée moyenne dans l'estuaire (d'après Allen, 1972).

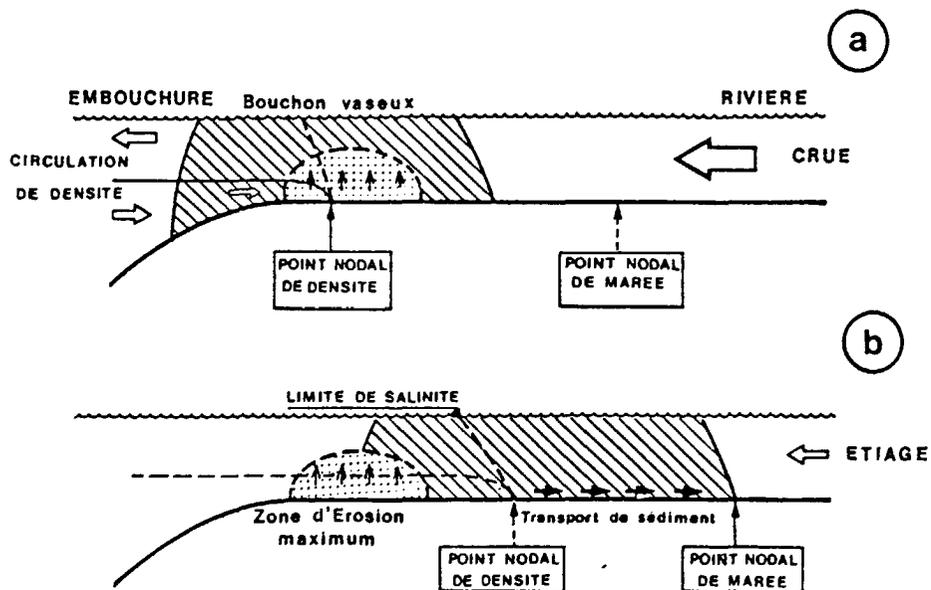


Fig. I.8 : Formation et déplacements saisonniers du bouchon vaseux en fonction de la position des points nodaux de marée dynamique et de densité (d'après Allen, Salomon et al., 1980).

- a) Forts débits fluviaux
- b) Faibles débits fluviaux.

REPARTITION DES ZONES DE SEDIMENTATION ET D'EROSION 1953-1962.

(d'après ALLEN 1972)

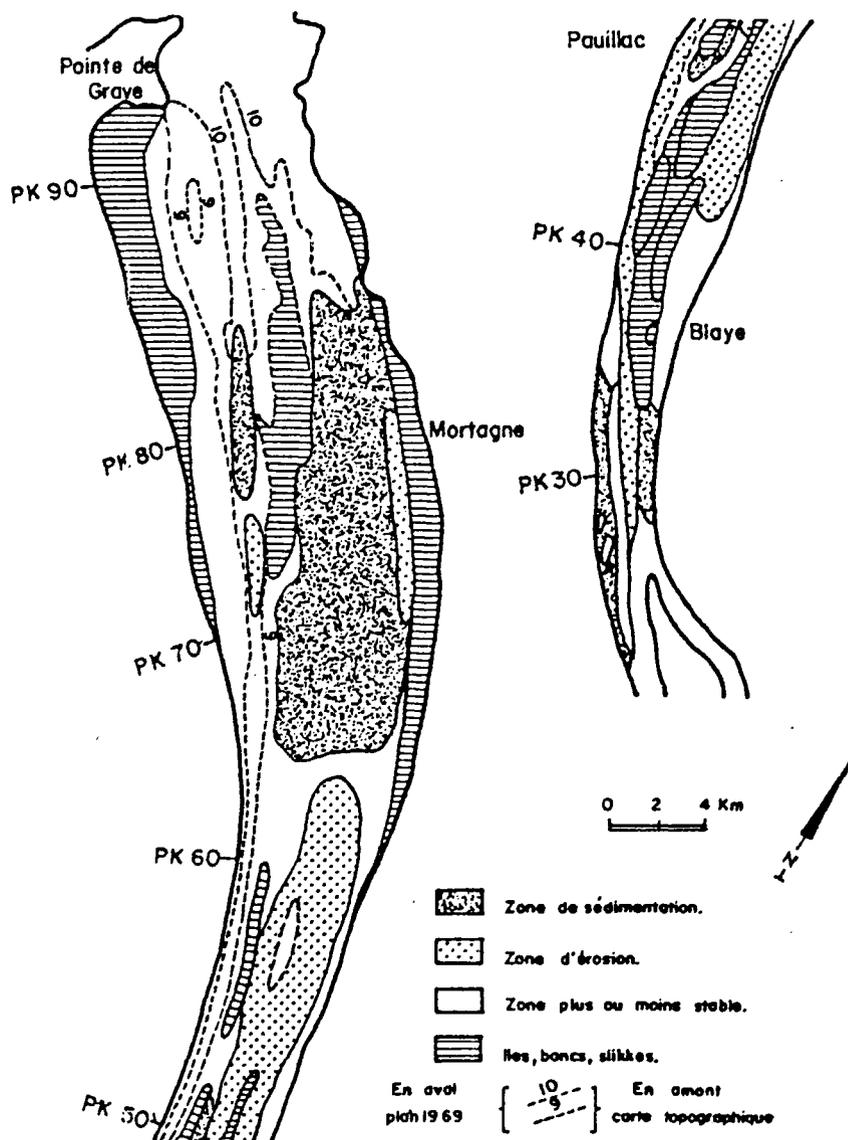


Fig. I.9 : Répartition des zones de sédimentation et d'érosion (1953-1962).

REPARTITION DES ZONES DE SEDIMENTATION ET D'EROSION 1962-1970.

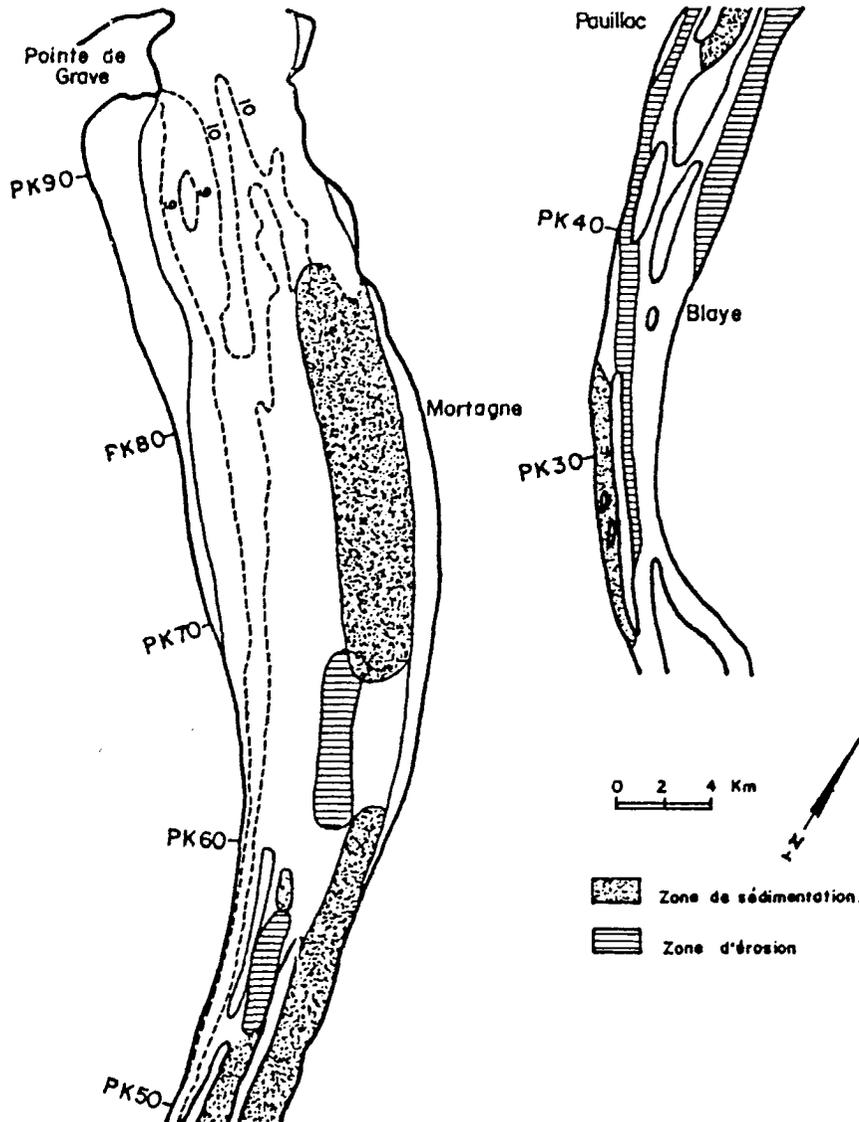


Fig. I.10 : Répartition des zones de sédimentation et d'érosion (1962-1970).

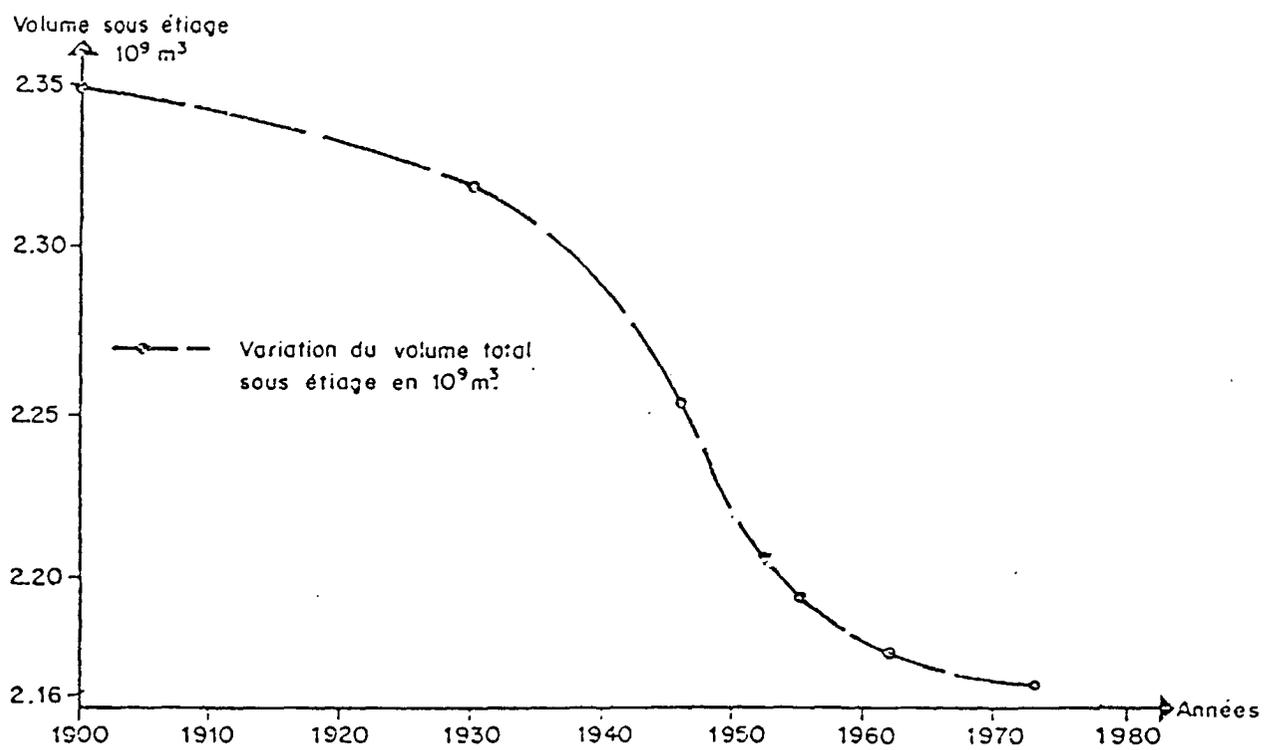


Fig. I.11 : Evolution du volume sous étiage de l'estuaire de 1900 à 1973.

Chapitre II -

BILAN DES POLLUTIONS INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES PRODUITES ET ELIMINEES



Chap. II – BILAN DES POLLUTIONS INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES PRODUITES ET ELIMINEES

INTRODUCTION

Le bassin versant de la Gironde incluant les sous-bassins de la Dordogne, de la Garonne, du Tarn et du Lot draine une superficie de 80 000 km². Elle collecte les rejets d'une population domestique des 3 200 000 EH (équivalent-habitant) et d'une pollution industrielle nette de 3 370 000 EH.

Le système estuarien Gironde – Dordogne – Garonne reçoit les apports amont de la Garonne et de la Dordogne (qui n'ont été éliminés ni par les stations d'épuration ni par autoépuration dans les rivières) et les rejets directs au milieu.

Ne sont traités dans ce chapitre que les apports directs au système estuarien. Les apports amont seront abordés au chapitre III : qualité des eaux de l'estuaire.

1 – METHODOLOGIE ADOPTEE

Ce présent bilan concerne :

- les pollutions domestiques liées aux habitants permanents et saisonniers ;
- les pollutions industrielles des établissements raccordés à des réseaux communaux ;
- les pollutions industrielles déversées par des usines non raccordées.

1.1. Origine des données utilisées

Les données présentées sont celles utilisées par l'Agence de l'Eau pour calculer les redevances dues au titre de la pollution des eaux. Elles correspondent à la situation de 1991.

Ce dispositif des redevances s'appuie sur un système d'information bâti, soit à partir de mesures pour les pollueurs les plus importants, soit à partir de coefficients forfaitaires de pollution pour les autres.

L'efficacité des ouvrages d'élimination de la pollution est appréciée à partir de mesures. La méthode s'efforce de pondérer les données disponibles pour refléter le rendement de dépollution moyen annuel.

Les paramètres de pollution retenus sont :

- les Matières Oxydables (MO) qui caractérisent les pollutions organiques susceptibles de consommer l'oxygène dissous $MO = \frac{2DBO_5 + DCO}{3}$.
- les Matières en suspension (MES)

* DBO₅ : demande biologique en oxygène sur 5 jours
DCO : demande chimique en oxygène

- les Matières Azotées (MA) (Azote Kjeldahl)
- les Matières Phosphorées (MP) (Phosphore total)
- les Matières Inhibitrices (MI) (test daphnies).

Toutefois, pour présenter plus facilement les différents bilans, on utilisera le concept d'Equivalent-Habitant (EH) calculé sur la base des Matières Oxydables (1 EH = 57 g/j de MO).

Pour les villes, la population saisonnière n'est comptée que pour 40 % d'un habitant permanent ; des coefficients multiplicateurs (dits d'agglomération) permettent de tenir compte des commerces et artisanats présents dans les grandes villes. Pour les industries, l'EH est calculé à partir du paramètre "Matières Oxydables", jugé le plus représentatif.

1.2. Le découpage géographique proposé

Pour faciliter la présentation des résultats, on a retenu trois zones géographiques :

- le bassin versant de l'Estuaire proprement dit, c'est-à-dire du Bec d'Ambès à la Pointe de Grave ;
- les bassins aval de la Garonne et de la Dordogne englobant sensiblement la zone soumise à l'influence de la marée, c'est-à-dire :
 - . la Garonne, de l'aval de sa confluence avec le Dropt (Langon) jusqu'au Bec d'Ambès ; cette zone inclut notamment les bassins versants du Beuve, du Ciron et de la Jalle de Blanquefort ;
 - . le bassin aval de la Dordogne, de l'aval de sa confluence avec la Lidoire (Castillon-la-Bataille) et l'Isle de l'aval de sa confluence avec la Dronne (Coutras) jusqu'au Bec d'Ambès ; cette zone comprend aussi les bassins de la Saye et du Lary.

1.3. Le schéma de présentation des résultats

La figure II.1 montre le principe de présentation des résultats.
(Les lettres renvoient aux cadres dans les schémas qui suivent)

Le schéma montre comment la **pollution totale produite R** se décompose avant épuration en :

- pollution venant des collectivités **A**
- pollution venant des industries **B**.

La **pollution industrielle** se décompose à son tour en :

- une part venant des industries raccordées aux réseaux communaux d'assainissement **C** dont les rejets effectifs ont la valeur **E** après retrait d'une pollution **P** retenue par les prétraitements dont sont équipés ces établissements ;
- une part venant des industries non raccordées **D** dont une partie est éliminée par les ouvrages d'épuration industriels **N*** et le reste **H** rejoint le milieu naturel.

La pollution issue des collectivités **A** et la pollution des industries raccordées après prétraitement **E** sont sommées en **J** et constituent la pollution urbaine à traiter. Toutefois, seule la partie **F** de cette pollution entre effectivement dans les stations communales.

* A noter que la pollution industrielle éliminée est en général sous-estimée. En effet, la pollution éliminée au niveau des procédés de fabrication (recyclages, technologies propres, ...) n'est en général pas comptabilisée dans le pavé N.



**Cabanes ostréicoles aux environs de
St Christoly**



**Le village de Talmont avec à la pointe
l'église romane de Ste Radegonde**

La différence **K** ne rejoint pas les stations, soit pour cause de non raccordement au réseau d'assainissement, soit en raison de fuites ou défauts divers de fonctionnement de ces réseaux ; cette partie **K** aboutira au milieu naturel.

La pollution traitée en stations d'épuration communales **F**, dont la capacité est indiquée à côté du symbole de la station, se décomposera en une pollution éliminée **G** et une pollution résiduelle **L** qui rejoint le milieu naturel.

Le cadre **Q** en fin de schéma fait ressortir la pollution parvenant au milieu qui a pour origines :

- la part non traitée des industries **H**
- la part non traitée des pollutions urbaines **M** dans lesquelles se retrouvent une partie résultant de l'absence de raccordement à un dispositif d'épuration et une partie qui correspond à la pollution résiduelle après passage dans un ouvrage d'épuration.

2 – LES RESULTATS

2.1. Le bassin versant aval de la Dordogne et de l'Isle

Avec une population de 101 000 habitants, dont 8 500 saisonniers et une pollution industrielle produite de 273 000 EH, ce sous-bassin apparaît comme étant essentiellement à vocation agro-alimentaire.

En effet, à l'exception de Libourne (22 000 habitants), les autres villes restent de taille modeste :

- St-André-de Cubzac : 5 300 habitants,
- St Loubes : 5000 habitants,
- Castillon-La-Bataille : 3 300 habitants.

Coutras, située à l'amont immédiat de la zone d'étude, atteint à peine 6 000 habitants.

Les pollutions industrielles sont induites pour la plupart par des entreprises de vinification et des distilleries (on en compte au moins 5 ou 6 dont la pollution dépasse ou avoisine les 10 000 EH) et par des conserveries de champignons.

La capacité d'épuration installée sur ce bassin apparaît faible puisqu'elle est de 80 000 EH pour une pollution domestique à traiter de 101 000 habitants à laquelle il faut ajouter une charge apportée par les industries raccordées de 27 200 EH.

Au total, c'est une charge de l'ordre de 174 000 EH que ce sous-bassin apporte au milieu naturel.

2.2. Le bassin versant de la Garonne en aval de Langon

Doté d'une population de 781 000 habitants dont 38 000 saisonniers et d'une pollution industrielle produite de 657 000 EH, le bassin aval de la Garonne affirme une vocation urbaine et industrielle très marquée.

A lui seul, le territoire de la Communauté Urbaine de Bordeaux, qui comprend 27 communes, représente une population de 665 000 habitants (dont 30 000 saisonniers) et une pollution industrielle équivalente à 582 000 EH (dont 186 000 EH sont raccordés à son réseau d'assainissement).

L'examen du parc industriel montre que dans ce secteur on trouve :

- des établissements assez importants rejetant des pollutions organiques comme Ogilvie à Bordeaux (110 000 EH) qui procède à l'extraction du gluten et de l'amidon et qui poursuit l'épuration de ses effluents dans le cadre d'un contrat d'entreprise, CEREOL qui a engagé un programme de dépollution par technologies propres, la papeterie de Bègles (41 000 EH) et des entreprises agro-alimentaires de moindre importance (distilleries, abattoirs, laiteries, entreprises de vinification) ;
- des entreprises chimiques dont les rejets peuvent contenir des matières azotées et polluants divers (La Cornubia, SNPE, Norsk Hydro, ...) ;
- de nombreux établissements ayant une activité susceptible de rejeter des métaux comme le cadmium, le cuivre ou le chrome, parmi lesquels on peut citer la SAFT à Bordeaux, l'électrolyse à Latresne, l'Administration des Monnaies et Médailles à Pessac et les Etablissements Testoutil à Bazas.

Pour ce qui concerne la pollution urbaine, la capacité d'épuration installée sur ce sous-bassin est de 660 000 EH pour une pollution urbaine (domestique + industries raccordées) à traiter d'environ 1 050 000 EH.

Pour la seule Communauté Urbaine de Bordeaux la capacité d'épuration en service était de 560 000 EH en 1993 à comparer à une pollution urbaine à traiter de 825 000 EH (665 000 habitants et 160 000 EH industriels après prétraitement).

L'écart entre la capacité de traitement installée et la pollution à traiter va se réduire en 1994 avec la mise en service par le CUB de la nouvelle station de Clos de Hilde dimensionnée pour 150 000 EH.

En 1993, c'est une pollution équivalente à celle de 980 000 EH qui est apportée au milieu par le sous-bassin de la Garonne en aval de Langon.

2.3. Le bassin versant propre de l'Estuaire de la Gironde du Bec d'Ambès à la Pointe de Grave

Avec une population totale de 350 000 habitants, dont 255 000 saisonniers et une pollution industrielle avant traitement de 115 000 EH, les rives de l'estuaire de la Gironde témoignent d'une vocation à dominante touristique rurale, avec des activités viticoles et, à un degré moindre, aquacoles.

L'examen du fichier des sources de pollution industrielles montre que celles-ci sont constituées pour l'essentiel par des châteaux et coopératives pratiquant les différentes opérations de vinification et de distillation. Les établissements les plus importants sont ceux de la distillerie vinicole du Blayais. On citera pour mémoire la Centrale Electro-Nucléaire du Blayais dont l'évaluation de l'impact des activités (réchauffement des eaux et risques d'aspiration de la faune par les prises d'eau de refroidissement) est examiné par ailleurs.

Pour ce qui est de la pollution domestique, celle-ci se trouve concentrée dans la partie aval de l'estuaire, pratiquement au débouché dans l'Océan. En effet, alors que les communes de l'intérieur comme Lesparre Médoc, Pauillac ou Blaye atteignent à peine 5000 habitants, ce sont les villes de Royan, St Georges-de-Didonne, St Palais, Meschers, qui représentent les agglomérations les plus importantes et reçoivent en plus un afflux de saisonniers sensible en période estivale.

La capacité d'épuration installée est de l'ordre de 300 000 EH pour une pollution à traiter de :

- 95 000 habitants permanents,
- 225 000 habitants saisonniers,
- 7 500 EH d'industries raccordées.

On notera que cette capacité d'épuration comprend les deux stations d'épuration du Syndicat du Pays Royanais (St-Georges-de-Didonne et St Palais) qui traitent une grande partie des effluents des communes situées dans la presqu'île d'Arvert. Comme dans les autres bassins, la capacité épuratoire et la collecte sont à renforcer. La pollution rejetée au milieu naturel dans ce bassin correspond à 175 000 EH.

3 – BILAN GENERAL SUR L'ESTUAIRE ET LES BASSINS AVAL DE LA GARONNE, DE LA DORDOGNE ET DE L'ISLE

Sur l'ensemble du bassin direct de l'estuaire de la Gironde, de l'Océan à la zone d'influence de la marée, la pollution totale produite correspond donc à celle de :

- 930 000 habitants permanents et 300 000 habitants saisonniers répartis dans 200 communes de plus de 400 habitants ;
- 237 000 EH pour les industries raccordées à des réseaux d'assainissement communaux et 808 000 EH pour les industries non raccordées répartis dans 440 établissements dans la zone étudiée et connus de l'Agence .

La pollution urbaine à traiter (domestique + industries raccordées) ressort à 1 382 000 EH si l'on tient compte du fait que les prétraitements des industries raccordées éliminent environ 35 000 EH. Cette charge est à comparer à la capacité d'épuration installée qui ressort à 1 032 000 EH distribués dans 94 stations d'épuration en service. En 1994, la mise en service par la CUB de la station d'épuration de Clos de Hilde (150 000 EH) portera cette capacité de traitement à 1 182 000 EH. Un effort restera encore à accomplir pour disposer de la capacité d'épuration nécessaire.

Mais l'effort doit porter également sur les réseaux d'assainissement puisque l'on peut voir sur le schéma récapitulatif qu'il n'y a environ que 50 % de la pollution urbaine de ce bassin qui parvient à une station d'épuration.

Compte tenu de cette situation et du rendement moyen mesuré sur les ouvrages d'épuration, le taux de dépollution urbain (pollution éliminée/pollution urbaine produite) ressort environ à 33 % et la pollution résiduelle urbaine correspond à 930 000 EH.

Pour ce qui concerne les industries isolées, le taux de dépollution n'est pas très significatif en raison du fait que la dépollution industrielle est souvent intégrée dans le dispositif de production ; c'est donc surtout la pollution industrielle résiduelle voisine de 400 000 EH qui est la plus significative. Notons que la dépollution prochaine des établissements Ogilvie devrait amener un gain sensible sur les charges rejetées.

Au total, c'est une pollution équivalente à celle de 1 328 000 EH qui rejoint le milieu naturel dans le bassin versant du Système Estuario-Fluvial de la Gironde. On peut rapprocher cette valeur de la pollution totale produite qui est estimée à 2 225 000 EH.

Enfin, on retiendra la nécessité de limiter les apports de cadmium à l'Estuaire. Même si une part importante des charges reçues provient du bassin amont de la Garonne (Lot – Riou Mort) et ont fait l'objet de travaux de réduction, il n'en reste pas moins que des sources de cadmium existent dans la région bordelaise dont il convient de bien cerner l'origine pour poursuivre l'élimination de ce polluant qui limite les potentialités ostréicoles de l'Estuaire.

Le bilan des zones et le bilan général sont présentés, très simplifiés, en figure II.7.

4 – PROSPECTIVE

Le bilan global d'épuration devrait s'améliorer dans les prochaines années compte tenu de la mise en service de la nouvelle station de Clos de Hilde (150 000 EH) et de la dépollution prochaine des Etablissements Olgivie. Il faudra certainement faire un effort sur les réseaux. Vers quel taux d'épuration faut-il tendre ? C'est justement ce type de réponse que devrait apporter un programme d'étude du système estuarien. Et la réponse ne sera pas la même suivant le type de polluants. La politique à mener vis à vis des polluants non conservatifs (MO, bactéries ...) pourra différer de celle concernant les polluants conservatifs (Cd, ...).

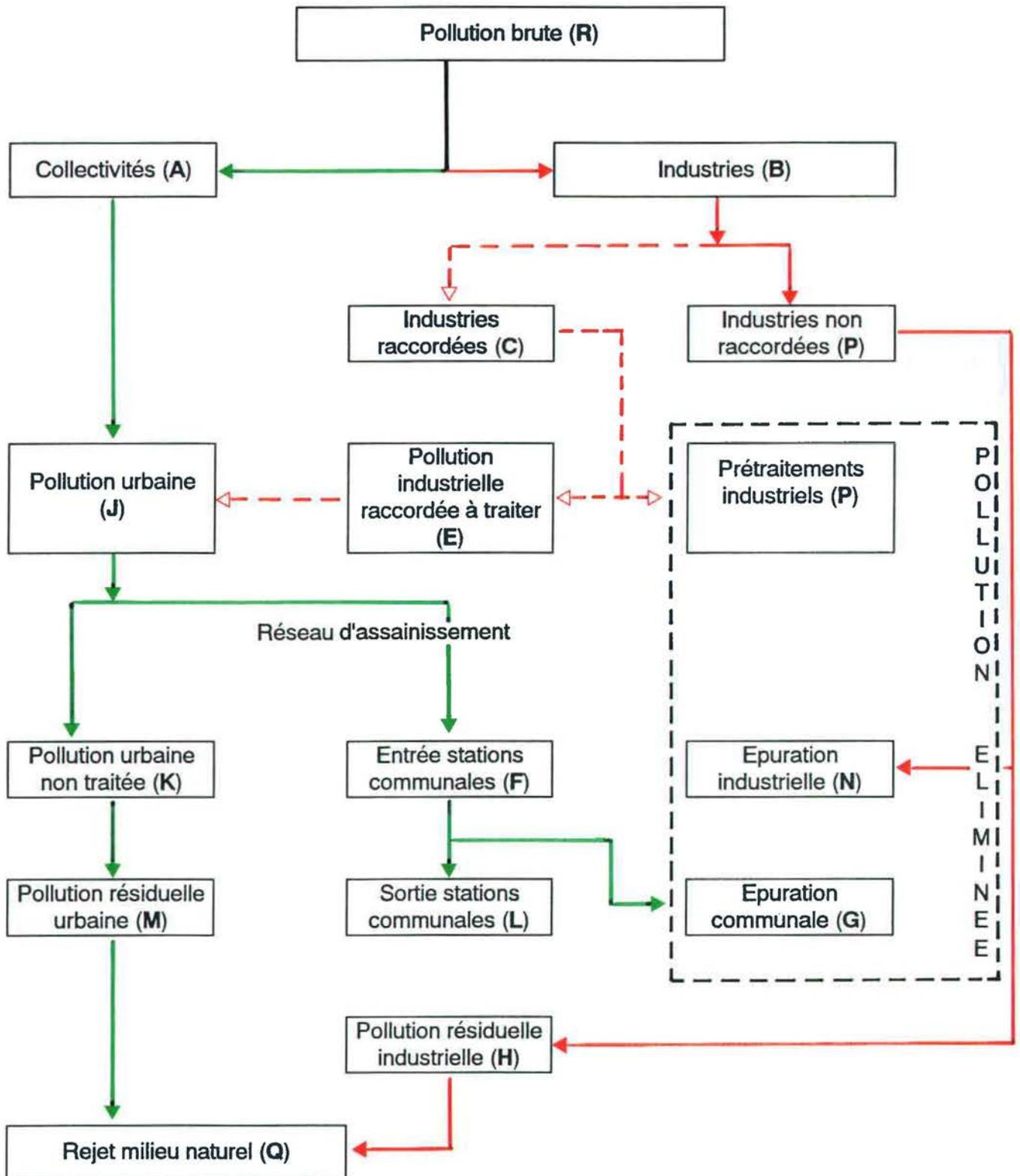
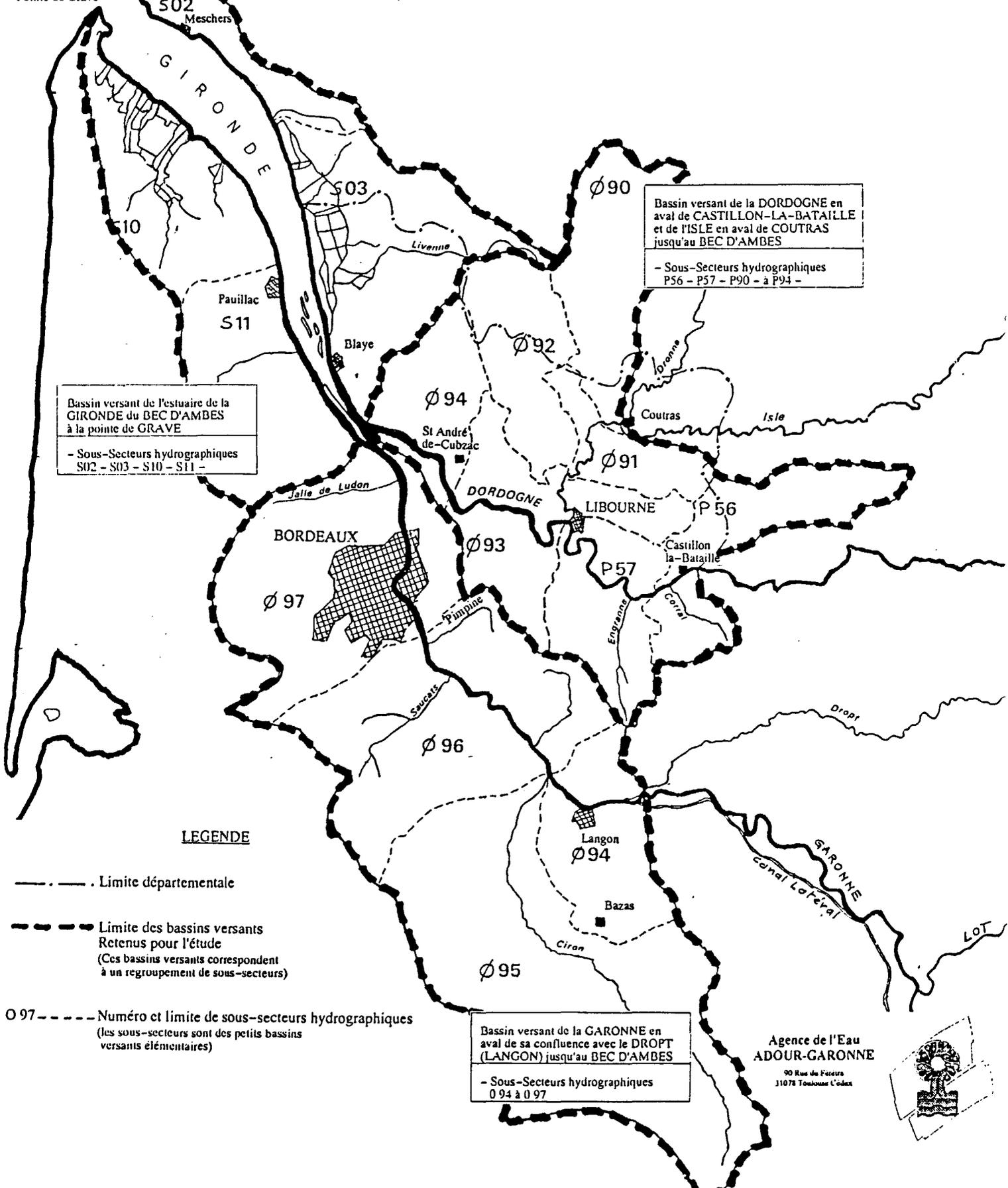


Fig. II.1 : Principe de présentation des résultats

**Fig. II.2 : BILAN DES POLLUTIONS INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES
PRODUITES ET ELIMINEES DANS LE BASSIN VERSANT
DIRECT DE L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE**

Découpage de la zone d'étude



Bassin versant de la DORDOGNE en aval de CASTILLON-LA-BATAILLE et de l'ISLE en aval de COUSTRAS jusqu'au BEC D'AMBES
- Sous-Secteurs hydrographiques P56 - P57 - P90 - à P94 -

Bassin versant de l'estuaire de la GIRONDE du BEC D'AMBES à la pointe de GRAVE
- Sous-Secteurs hydrographiques S02 - S03 - S10 - S11 -

Bassin versant de la GARONNE en aval de sa confluence avec le DROÏT (LANGON) jusqu'au BEC D'AMBES
- Sous-Secteurs hydrographiques Ø94 à Ø97

LEGENDE

- . — . Limite départementale
- - - - Limite des bassins versants Retenus pour l'étude (Ces bassins versants correspondent à un regroupement de sous-secteurs)
- Ø 97 - - - - Numéro et limite de sous-secteurs hydrographiques (les sous-secteurs sont des petits bassins versants élémentaires)

Agence de l'Eau
ADOUR-GARONNE
90 Rue de Fécourt
31078 Toulouse Cedex

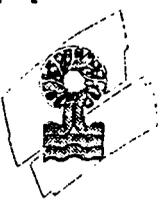


Fig. II.3 : POLLUTIONS INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES PRODUITES ET ELIMINEES

Bassin versant de la DORDOGNE en aval de CASTILLON LA BATAILLE et de l'ISLE en aval de COUTRAS jusqu'au BEC D'AMBES

Sous secteurs hydrologiques : P56 - P57 - P90 à P94

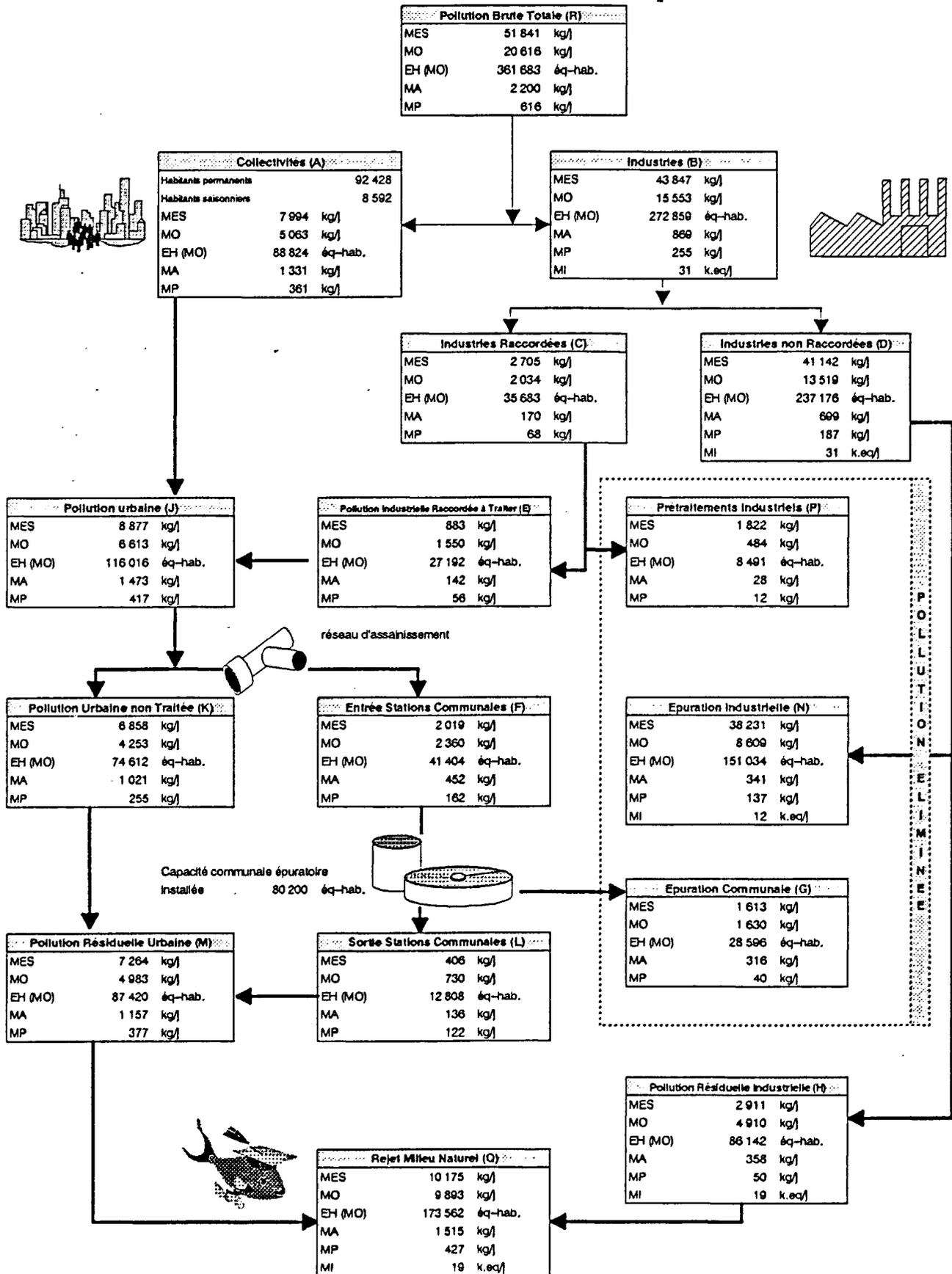


Fig. II.4 : POLLUTIONS INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES PRODUIES ET ELIMINEES

Bassin versant de la GARONNE en aval du confluent avec le DROPT (LANGON) jusqu'au BEC D'AMBES

Sous secteurs hydrologiques : O94 à O97

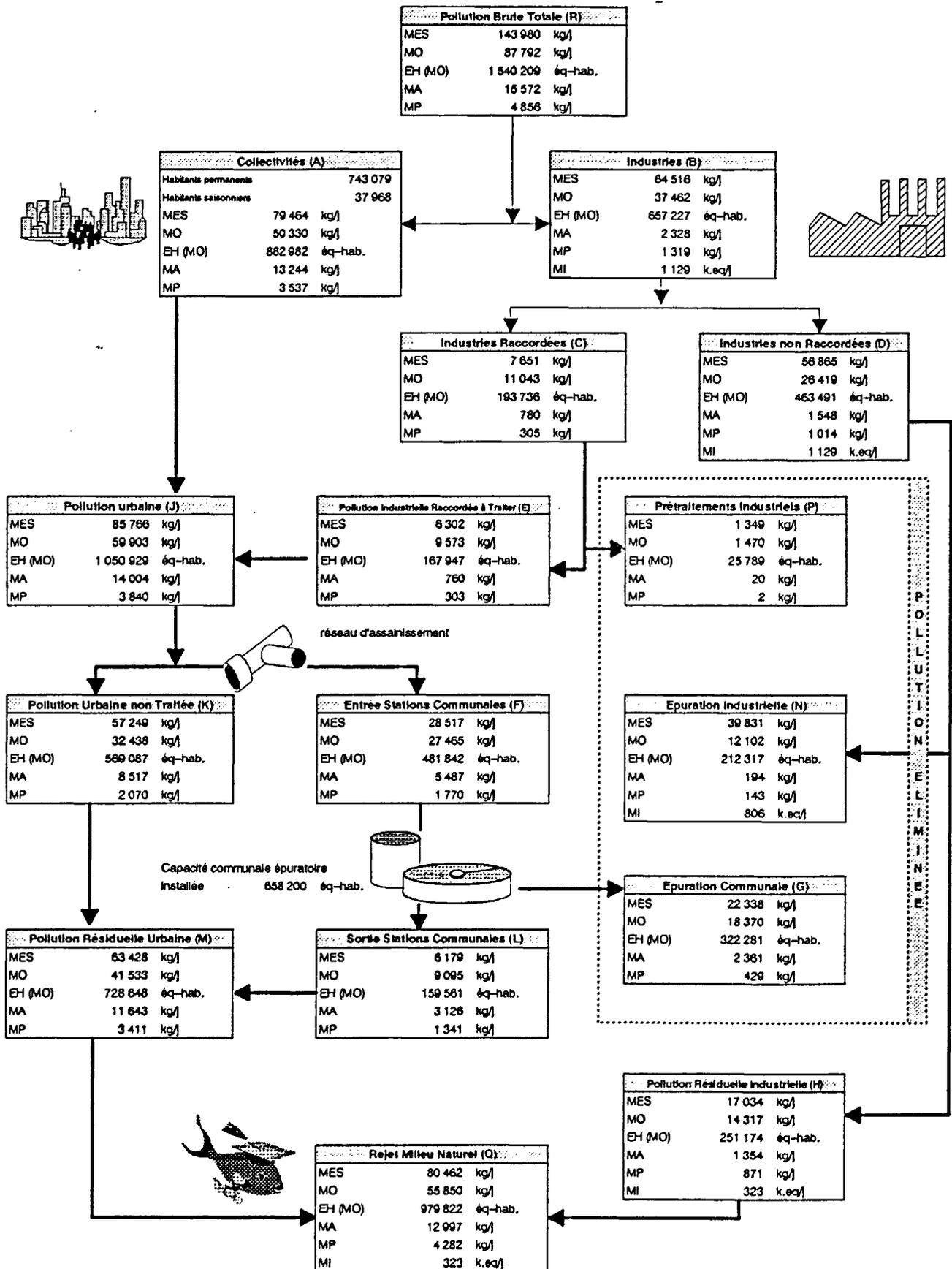


Fig. II.5 : POLLUTIONS INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES PRODUIES ET ELIMINEES

Bassin versant de l'estuaire de la GIRONDE, du BEC D'AMBES à la pointe de GRAVE

Sous secteurs hydrographiques : S02-S03-S10-S11

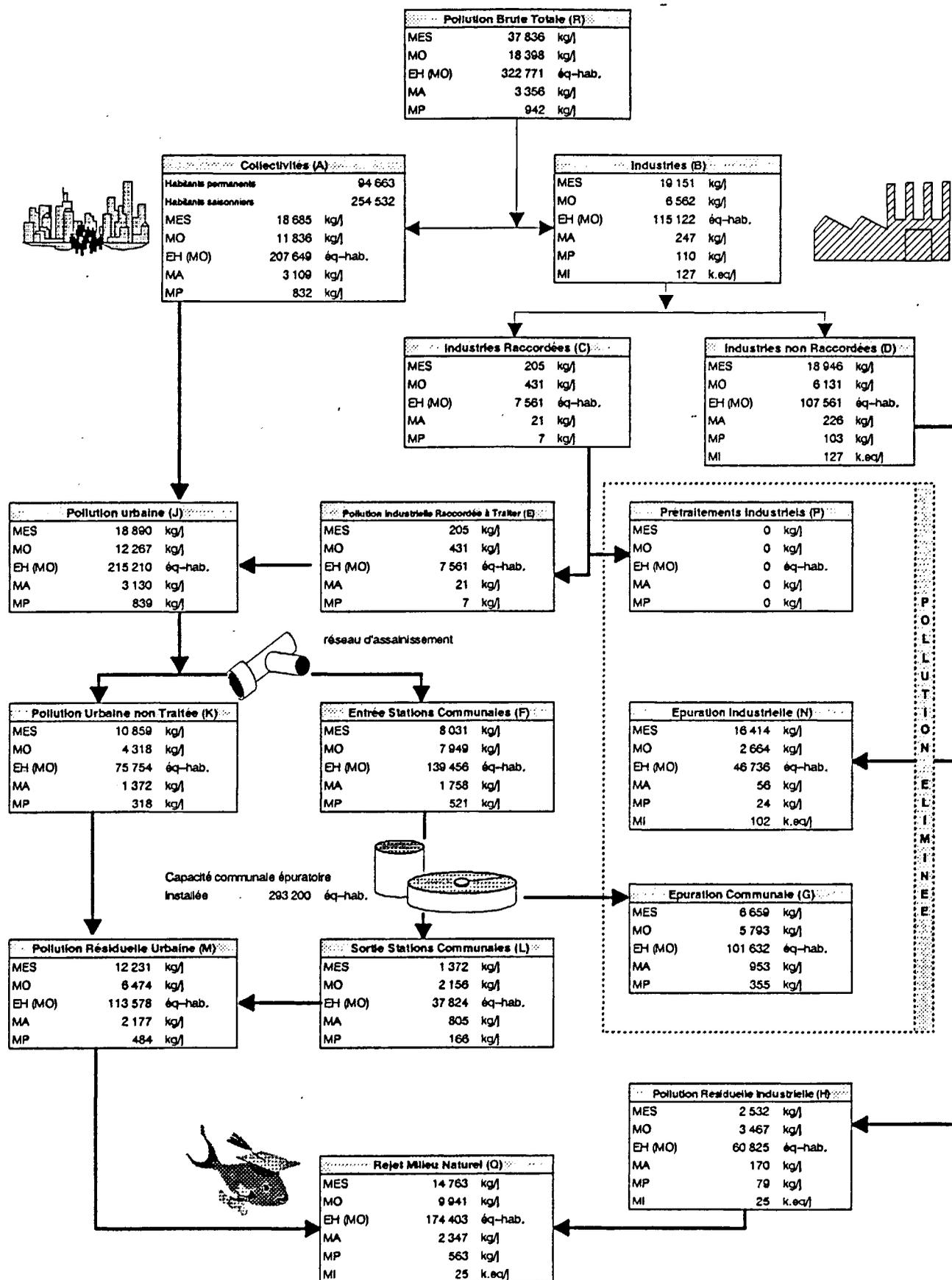


Fig. II.6 : POLLUTIONS INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES PRODITES ET ELIMINEES

Bassin versant de la GARONNE aval (LANGON), de la DORDOGNE aval (CASTILLON LA BATAILLE) de l'ISLE (COUTRAS) et de l'estuaire de la GIRONDE

Sous secteurs hydrologiques : O94 - O97 - P56 - P57 - P90 à P94 - S02 - S03 - S10 - S11

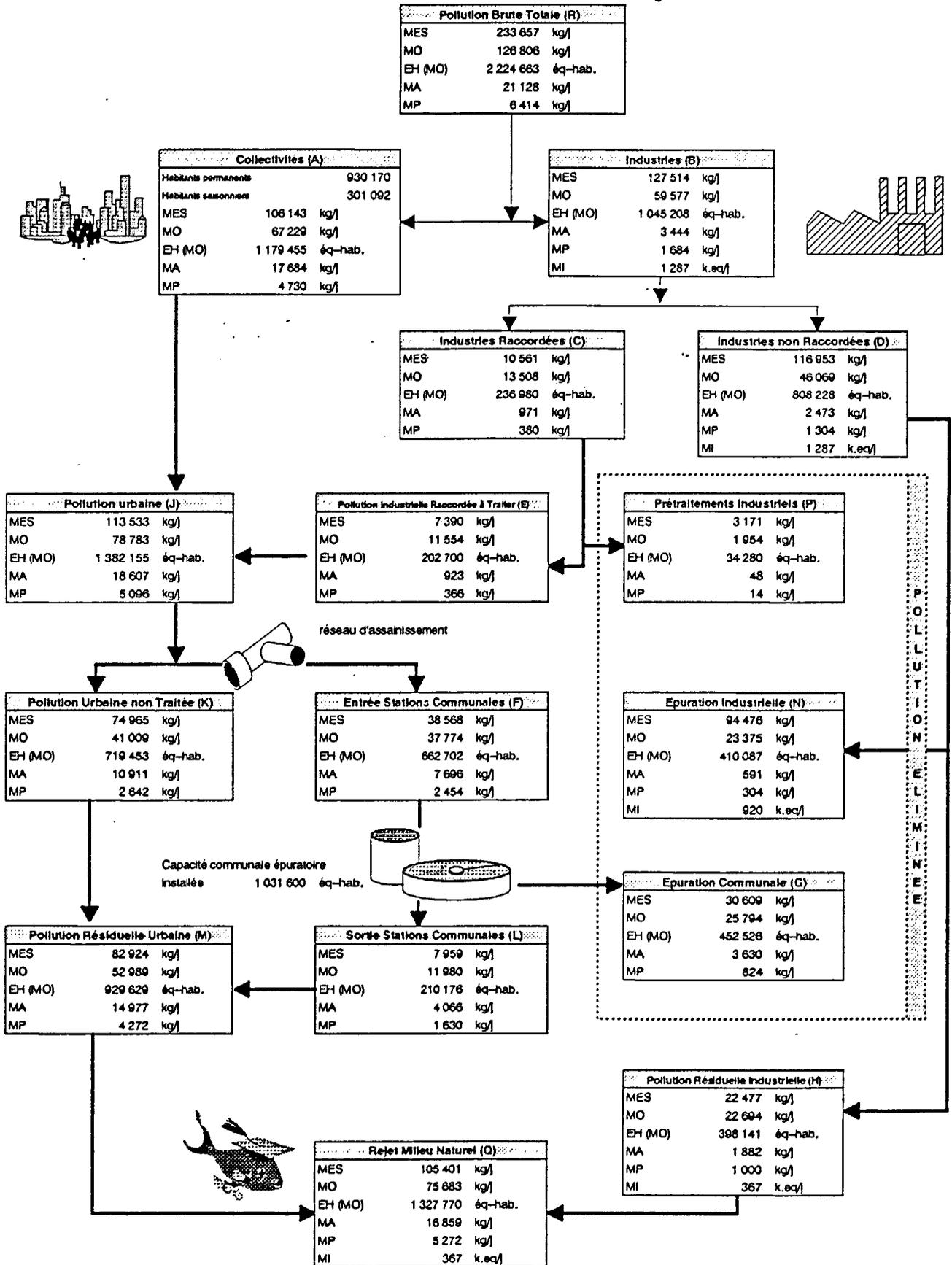
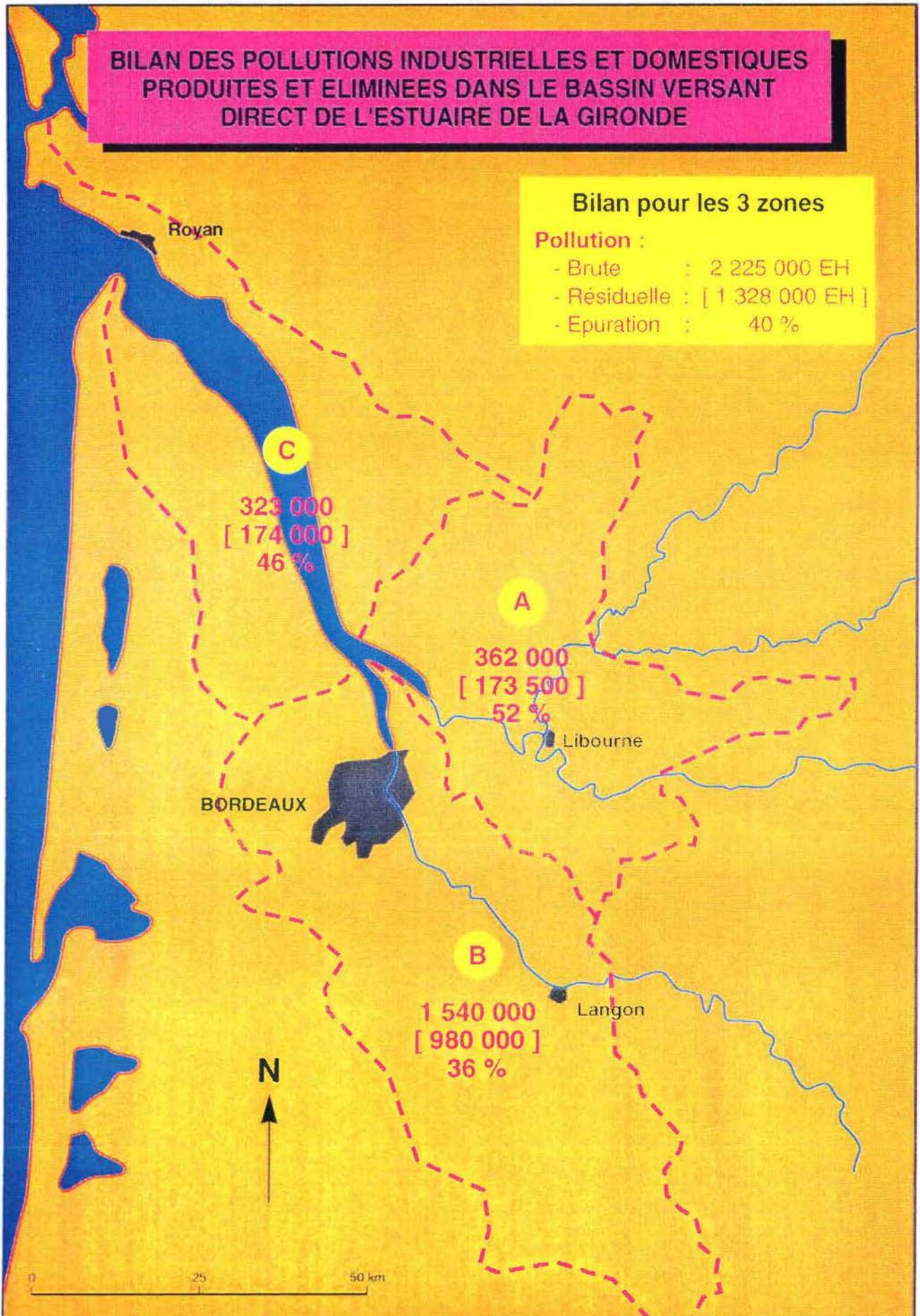


Fig. II - 7



Chapitre III -

LA QUALITE DES EAUX



Chap. III – LA QUALITE DES EAUX

INTRODUCTION

Avec une population totale de 1,2 million d'habitants, les rives de l'estuaire de la Gironde témoignent d'une activité économique relativement importante. La qualité des eaux de l'estuaire de la Gironde est influencée par les apports amont de la Garonne et de la Dordogne et par les rejets directs qui se font dans la zone estuarienne ; elle résulte aussi de phénomènes naturels rencontrés dans tous les estuaires et qui donnent lieu à une accumulation importante de matériel particulaire, sous forme de bouchon vaseux en vive eau et de crème de vase en morte eau.

Une partie de ce matériel particulaire est constitué de matières organiques dont l'oxydation induit des déficits en oxygène dissous souvent importants. Ces fortes concentrations en matériel particulaire limitent aussi la production du phytoplancton et la mortalité des bactéries d'origine entérique du fait des fortes turbidités ; enfin elles favorisent les échanges entre les phases particulaires et dissoutes de nombreux éléments tels que les métaux ou le phosphore.

L'étude de la qualité des eaux de l'estuaire de la Gironde repose sur l'analyse des principaux paramètres physico-chimiques, biologiques et de contamination chimique et microbiologique mesurés au cours des nombreuses campagnes organisées non seulement en Gironde mais également en Garonne et Dordogne (Fig. III.1).

Il existe deux sources de mesures régulières sur ces deux rivières ; il s'agit de :

- l'Agence de l'Eau Adour-Garonne : nous avons retenu les points de surveillance qui se trouvent en limite amont de la marée dynamique, à savoir, le point situé près de Couthures en Garonne et le point situé au pont de Gardonne en Dordogne.
- l'EDF dans le cadre de la surveillance écologique de la centrale du Blayais : le programme pluriannuel de surveillance comprenait deux stations en zone fluviale : une station en Garonne, à La Réole et une station en Dordogne, à Pessac.

Dans l'estuaire lui-même, les mesures proviennent :

- du RNO (Réseau National d'Observation de la Qualité du Milieu Marin) qui, dans l'estuaire de la Gironde, comprend 19 stations réparties entre l'embouchure et Lormont, situé sur la Garonne à 5 km en aval de Bordeaux,
- de l'EDF qui surveille, depuis 1975, trois stations autour du point de rejet d'eau chaude de la centrale du Blayais.

A ces mesures régulières, on peut ajouter des campagnes plus ponctuelles qui ont porté sur :

- la mesure des MES, du carbone organique particulaire et du zinc à la Réole (Etcheber et Jouanneau, 1980),
- le marquage des vases en Gironde (Etcheber *et al.*, 1980),
- la mesure de la qualité des eaux dans l'estuaire au cours de la campagne Libellule I (Romaña, 1982),
- l'étude du cadmium dans la Gironde (Boutier *et al.*, 1989),
- la caractérisation de la dynamique du phytoplancton en relation avec les MES (Irigoyen et Castel, 1993).

Le travail réalisé au cours de cette étude est en particulier le fruit d'une collaboration étroite entre l'IFREMER et l'Agence de l'Eau Adour-Garonne ainsi qu'avec les dépositaires de données : le Port Autonome de Bordeaux (PAB), l'Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux (IEEB), la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS), la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement en Aquitaine (DRIRE), du Service d'Assistance Technique aux Exploitants des Stations d'Épuration (SATESE), de la Direction Régionale de l'Environnement (DIREN) et de l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine (IGBA).

Cette étude porte toute d'abord sur une évaluation de la qualité des eaux de la Dordogne et de la Garonne à leur entrée dans l'estuaire, et sur l'estimation de leurs apports au système estuarien. Elle tente ensuite d'évaluer la qualité des eaux au sein même de l'estuaire. Enfin un certain nombre de conclusions et de recommandations sont tirées de cette analyse des données disponibles.

1 – LES APPORTS DE LA DORDOGNE ET DE LA GARONNE A L'ESTUAIRE

Ce chapitre présente l'évolution de la qualité des eaux et des apports fluviaux en amont de l'estuaire. On s'intéressera tout d'abord à l'oxygène dissous, puis aux sels nutritifs (azote et phosphore), à la matière organique (DBO₅, carbone et azote organiques, chlorophylle et phéopigments) et enfin aux contaminations bactériologiques.

1.1. L'oxygène dissous

Les concentrations en oxygène dissous en Garonne et en Dordogne semblent être à des niveaux corrects tout au long de l'année ; ces concentrations varient de 5,5 à 13 mg/l en Garonne (moyenne = 9 mg/l) et de 5,2 à 14,7 mg/l en Dordogne (moyenne = 9,5 mg/l). Néanmoins les fortes gammes de variation des pourcentages de saturation en oxygène dissous (57 à 128 % en Garonne, 51 à 140 % en Dordogne) durant les périodes de débits moyens à faibles, témoignent d'une sensibilité notable des deux rivières aux apports de matière oxydable et au processus d'eutrophisation.

1.2. Les sels nutritifs

1.2.1. L'azote minéral dissous

Les concentrations en azote nitrique varient en Garonne de 0,3 à 5,5 mg/l avec une valeur moyenne de 1,8 mg/l ; on peut constater que cette valeur moyenne a augmenté de 17 % par rapport à la décennie précédente. En Dordogne, les concentrations en azote nitrique sont comprises en 0,02 mg/l et 3 mg/l avec une valeur moyenne de 1,3 mg/l ; ces valeurs, qui sont le reflet d'une pollution réduite en nitrate, varient peu avec les débits (Fig. III.2), ceci peut être dû soit à la conjugaison d'apports par lessivage croissant avec les débits et d'apports ponctuels constants, soit à la nature géologique du bassin versant (régulation par des nappes profondes).

Les apports annuels, qui eux varient avec les débits, sont pour une année hydrologique moyenne de 40 000 t/an en Garonne et de 14 000 t/an en Dordogne, soit, au total, 54 000 t/an ; en année humide ils peuvent s'élever à près de 75 000 t/an.

Les concentrations en azote ammoniacal en Garonne ont été évaluées à Couthures (mesures de l'Agence de l'Eau) et à la Réole (mesures de l'Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux) ; sur le premier site la valeur moyenne est de 0,19 mg/l et



La Citadelle de Blaye



Entre Cussac et Fort Medoc

sur le second de 0,05 mg/l. Il conviendrait de voir si cette différence est due à une procédure analytique différente ou à des rejets entre les deux sites. On peut néanmoins remarquer que les mesures à la Réole sont cohérentes avec les mesures en estuaire à 0 ‰ de salinité. Quoiqu'il en soit ces valeurs témoignent d'un niveau correct de qualité des eaux et ne devraient pas entraîner de déficit important en oxygène dissous dans l'estuaire dû à la nitrification.

En Dordogne, la concentration moyenne en azote ammoniacal est voisine de 0,05 mg/l avec quelques valeurs fortes à Gardonne difficiles à expliquer.

Les apports moyens annuels d'azote ammoniacal sont estimés à 3800 t/an pour la Garonne et à 650 t/an pour la Dordogne soit du total 4450 t/an ; en année humide ces apports peuvent s'élever à près de 6000 t/an.

1.2.2. Le phosphore

Les concentrations en **phosphate dissous** ($P-PO_4$) varient en Garonne de 0,005 mg/l à 0,26 mg/l (valeur moyenne = 0,05 mg/l). En Dordogne, elles sont comprises entre 0,001 mg/l et 0,14 mg/l (valeur moyenne = 0,03 mg/l). Ces valeurs paraissent faibles, notamment par rapport à celles mesurées en Seine (0,8 mg/l à Caudebec) ou en Loire (0,09 mg/l à La Possonnière). La tendance à la décroissance des concentrations lorsque les débits augmentent montre que la part des rejets constants d'origine anthropique est sans doute importante (Fig. III.3).

Les apports annuels moyens de $P-PO_4$ sont de 1150 t/an pour la Garonne et de 330 t/an pour la Dordogne soit au total près de 1500 t/an ; ces valeurs sont faibles par rapport à la Seine (8400 t/an) et à la Loire (3200 t/an).

Par contre les apports moyens de **phosphore total** sont plus importants et ils s'élèvent à 7100 t/an en Garonne et à 1900 t/an soit au total 9000 t/an (11 000 t/an en Seine et 7500 t/an en Loire). Ces estimations nécessiteraient cependant une vérification des valeurs très fortes observées en Garonne en 1985 et 1986 et de valeurs très faibles observées en Dordogne en 1990 et 1991.

1.3. La matière organique

1.3.1. La DBO_5

La valeur moyenne de la DBO_5 est de 2,8 mg/l en Garonne et de 2,5 mg/l en Dordogne. En ne considérant que les valeurs moyennes, on peut dire que les eaux de ces deux rivières sont apparemment de bonne qualité en ce qui concerne la demande biologique en oxygène.

Les apports annuels de DBO_5 sont fonction des débits moyens annuels et s'élèvent, en année hydrologique moyenne, à 52 200 t/an en Garonne et à 18 500 t/an en Dordogne soit au total 70 700 t/an ; en année sèche ce total peut tomber à moins de 30 000 t/an et en année humide, il dépasse 80 000 t/an.

1.3.2. L'azote et le carbone organiques

L'**azote organique total** a été évalué par différence entre l'azote Kjeldahl et l'azote ammoniacal.

Les concentrations en Garonne aval évoluent de 0,06 à 16,6 mg/l avec une valeur moyenne de 1,76 mg/l ; en Dordogne, ces valeurs vont de 0,09 à 5 mg/l avec une moyenne de 1,51 mg/l.

Ces valeurs sont fortes par rapport aux niveaux moyens observés en Seine (0,86 mg/l) ou en Loire (1,19 mg/l).

Les apports moyens en azote organique total s'élèvent à 24 800 t/an en Garonne et 16 400 t/an en Dordogne soit au total plus de 41 000 t/an d'azote organique total ; ces chiffres paraissent élevés et nécessiteraient un contrôle des mesures d'ammonium et d'azote Kjeldhal.

Les estimations faites par Jouanneau *et al.* (1986) sur les apports moyens en **carbone organique** (137 000 t/an de COP et 8 400 t/an de COD) permettent de faire, à l'aide du rapport molaire de Redfield (C/N = 6,6), une estimation des apports en azote organique total égale à 25 600 t/an (dont 24 000 t/an sous forme particulaire), ce qui est inférieur à l'estimation faite à partir de l'azote Kjeldhal (41 000 t/an) ; rappelons qu'en Seine les apports d'azote organique total sont de l'ordre de 10 000 t/an.

Les travaux de Relexans et Etcheber (1982) montrent qu'en Garonne on peut distinguer deux origines de la matière organique :

- une origine essentiellement phytoplanctonique d'avril à septembre ; le phytoplancton peut alors représenter jusqu'à 62 % de la matière organique particulaire ;
- une origine essentiellement détritique d'octobre à mars.

1.3.3. La chlorophylle a et les phéopigments

Les concentrations en **chlorophylle a** varient en Garonne de 1,5 à 98,2 $\mu\text{g/l}$ (valeur moyenne de 20 $\mu\text{g/l}$). Plusieurs valeurs dépassent 50 $\mu\text{g/l}$ et les concentrations estivales sont souvent supérieures à 30 $\mu\text{g/l}$; la Garonne semble être dans un état d'eutrophisation probable (Fig. III.4).

En Dordogne, les concentrations en chlorophylle a varient de 1,6 à 158 $\mu\text{g/l}$ (valeur moyenne de 10,4 $\mu\text{g/l}$) ; sur la période d'étude il existe deux valeurs supérieures à 50 $\mu\text{g/l}$ mais les autres valeurs estivales restent généralement inférieures à 30 $\mu\text{g/l}$ (fig. III.5) ; l'eutrophisation semble donc plus limitée en Dordogne qu'en Garonne. Il existe généralement chaque année 2 blooms phytoplanctoniques, l'un au printemps l'autre en automne mais l'échantillonnage ne permet pas toujours de les mettre en évidence.

La comparaison des teneurs en chlorophylle a et en azote organique total montre que les fortes valeurs de NOT ne sont pas explicables par les blooms de phytoplancton ; il convient donc de rechercher une autre cause à ces valeurs élevées de NOT (apport de matière organique détritique, rejets ponctuels, erreurs de mesures).

Les apports annuels moyens en chlorophylle a sont de 360 t/an en Garonne et de 80 t/an en Dordogne soit au total 440 t/an.

L'évaluation des apports moyens en carbone organique particulaire d'origine phytoplanctonique peut être faite grâce au rapport massique COP/Chla (Capblancq *et al.*, 1982) compris entre 30 et 50.

Les 440 t/an de chlorophylle a correspondraient donc à environ 18 000 t/an de COP phytoplanctonique ce qui représente en moyenne 13 % des apports totaux de COP (137 000 t/an).

Les concentrations en **phéopigments** sont en moyenne de 7,5 $\mu\text{g/l}$ (mini = 0,05 ; maxi = 22,2) en Garonne et de 5,5 $\mu\text{g/l}$ (mini = 0,7 ; maxi = 41,7) en Dordogne ; ces mesures permettent de montrer que la chlorophylle a représente de 41 à 99 % des pigments totaux en Garonne et de 38 à 87 % des pigments totaux en Dordogne ; les pourcentages maximaux sont atteints en été (juillet et août).

1.4. Les germes témoins de contamination fécale

Les concentrations en coliformes totaux, coliformes fécaux et streptocoques fécaux ont été suivies de 1984 à 1987 à Couthures (Garonne) (Fig. III.6) et à Pessac (Dordogne) (Fig. III.7). Bien que les concentrations en streptocoques fécaux restent dans des limites acceptables, les résultats concernant les coliformes totaux et fécaux montrent que, d'après les critères des Agences de l'Eau, les deux rivières ont, à ces deux stations, une qualité bactériologique médiocre.

2 – LA QUALITE DES EAUX DANS L'ESTUAIRE

Ce chapitre présente l'évolution des principaux paramètres de qualité des eaux entre 1984 et 1991. Il s'appuie sur l'ensemble des mesures disponibles à ce jour dans l'estuaire concernant les paramètres physico-chimiques (température et oxygène dissous), les sels nutritifs (azote et phosphore), la matière organique (DBO_5 , pigments chlorophylliens), les métaux et les germes témoins de contamination fécale.

2.1. Les paramètres physico-chimiques

2.1.1. La température

Les augmentations de température provoquent en estuaire un accroissement du métabolisme des organismes vivant dans le milieu et par là-même accélèrent certains processus (photosynthèse, nitrification, dégradation de la matière organique, respiration) ; les élévations de température risquent donc d'accroître les déficits en oxygène dissous.

Dans l'estuaire les températures ont varié de 18°C à 26°C en été, la valeur la plus forte ayant été observée au cours de l'étiage de 1991 ; les températures hivernales sont quant à elles comprises entre 6°C et 14°C (valeur la plus basse en 1991).

Au droit de la centrale du Blayais, les écarts entre la température moyenne de l'air et la température moyenne des eaux de fond étaient compris entre 0,5 et 2°C avant mise en route de la centrale ; après la mise en route, cet écart a oscillé entre 2,5 et 3°C durant la période 1984–1987 ; depuis 1988, cet écart reste compris entre 1,4 et 2,5°C ; on peut donc constater que l'impact thermique local de la centrale reste limité à 1°C même durant les années les plus chaudes.

2.1.2. L'oxygène dissous

L'oxygène dissous constitue l'un des paramètres les plus importants dans le diagnostic de la qualité d'une eau estuarienne car il conditionne la survie de bon nombre d'organismes.

Dans les estuaires, les consommations d'oxygène (dues à la dégradation de la matière organique, à la nitrification, à la respiration des organismes vivants) l'emportent souvent en été sur les sources d'oxygène (réaération, photosynthèse, apports par les eaux douces et marines).

En estuaire macrotidal, les teneurs en oxygène dissous sont régies en grande partie par la dynamique du système bouchon vaseux-crème de vase qui est une zone préférentielle d'accumulation et de dégradation de la matière organique particulière.

Dans l'estuaire de la Gironde les concentrations en oxygène dissous durant la période hivernale sont comprises entre 7,9 et 10,8 mg/l et les taux d'oxygène par rapport à la saturation sont supérieurs à 75 % ce qui témoigne, durant cette saison, d'une absence de problème.

Par contre en été les mesures faites depuis la pointe de Graves jusqu'à Bordeaux montrent, à proximité de cette localité, des taux d'oxygène qui oscillent entre 30 et 60 % des valeurs à saturation. On peut aussi remarquer que la plus faible valeur (30 %) a été atteinte durant l'étiage le plus sévère de 1989 (Fig. III.8).



Centrale électrique du Blayais
(vue de Pauillac)



Fort Medoc - La Citerne
*(au fond le bâtiment de
Commandement)*

Ces déficits coïncident avec les zones où les MES sont en plus fortes concentrations. En période d'étiage important, le plan d'échantillonnage limité en amont à Bordeaux ne permet pas d'affirmer que la valeur maximale du déficit, ainsi que celle du maximum de turbidité, ont bien été observées ; quelques mesures plus en amont permettraient de mieux évaluer les maximums de ces courbes en cloche.

Il apparaît donc, qu'en période estivale et lors d'étiages marqués, les taux d'oxygène par rapport à la saturation atteignent la valeur de 30 % qui est considérée comme le seuil minimal en-dessus duquel on ne doit pas descendre pour éviter des mortalités de la faune. Le maintien dans les années à venir de ce niveau minimum de qualité nécessitera sans doute un effort de réduction des apports de matières organiques en provenance des rejets ponctuels et des apports diffus dans le bassin versant amont.

2.2. Les sels nutritifs

2.2.1. L'azote minéral dissous

Les concentrations en **azote nitrique et nitreux** dans l'estuaire de la Gironde restent faibles puisque dans sa partie amont, elles ne dépassent pas 3 mg/l en hiver et 2,5 mg/l en été. Ces valeurs à 0 ‰ semblent néanmoins avoir augmenté de 25 % en 10 ans. A l'aval, du fait de la dilution par les eaux marines plus pauvres en azote, elles chutent à 0,2 mg/l en été et moins de 1,5 mg/l en hiver ; l'ensemble de ces valeurs sont inférieures à celles observées, dans les estuaires de la Loire et de la Seine.

Au cours du transit amont-aval, les concentrations sont essentiellement régies par la dilution et les phénomènes de production de nitrate par nitrification ou de perte par dénitrification ou consommation apparaissent très réduits.

Les concentrations en **ammonium** dans l'estuaire de la Gironde sont comprises entre 0,1 mg/l et 0,01 mg/l avec une valeur moyenne de 0,035 mg/l ; ces valeurs sont plus basses qu'en estuaire de Loire ou de Seine. Ces valeurs faibles confirment que les risques de desoxygénation par nitrification sont très limités.

Au cours de la dilution des eaux douces dans les eaux marines, les concentrations d'ammonium n'évoluent pas linéairement mais présentent une courbe en sac notamment en été avec un minimum au centre de l'estuaire et des valeurs plus élevées en amont (apports continentaux) et en aval (excrétion de la faune, régénération) (Fig. III.9).

2.2.2. Le phosphore

Les concentrations en phosphate dissous ($P-P_{04}$) dans l'estuaire de la Gironde sont faibles et inférieures à celles mesurées dans les estuaires de la Loire et de la Seine ; elles sont maximales en amont (0,17 mg/l) et diminuent vers l'aval au cours de la dilution avec les eaux de mer plus pauvres en phosphate ; les valeurs à l'aval restent généralement inférieures à 0,06 mg/l. Il n'apparaît pas au sein de l'estuaire de processus de consommation du phosphate (du fait de la faible production primaire) ; par contre dans plusieurs cas on peut observer au cours de la dilution une libération de phosphate due à la désorption du phosphore lié aux particules du bouchon vaseux. En toute rigueur il faudrait s'assurer que cette production de phosphate ne vient pas de rejets ponctuels au sein de l'estuaire.

2.3. La matière organique

2.3.1. La DBO_5

La demande biochimique en oxygène dissous représente la quantité d'oxygène dissous nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable dans l'échantillon durant 5 jours à 20°C.

Les mesures disponibles dans l'estuaire ont été uniquement réalisées au droit de la centrale du Blayais. Les concentrations restent à des niveaux inférieures à 4 mg/l avec une moyenne à 2,1 mg/l. Les plus fortes valeurs sont observées de 1989 à 1991, ce qui tendrait à confirmer que durant les années sèches il y a une forte accumulation de matières en suspension dans l'estuaire et donc un enrichissement en matière organique biodégradable liée au matériel particulaire.

2.3.2. La Chlorophylle a et les phéopigments

Dans l'estuaire de la Gironde en été, les concentrations en chlorophylle s'élèvent en moyenne à 7,2 $\mu\text{g/l}$ avec un maximum de 28 $\mu\text{g/l}$ en 1990 ; ces valeurs témoignent d'une production primaire faible et limitée au sein de l'estuaire par la turbidité des eaux.

En hiver, les teneurs en chlorophylle a sont encore plus réduites puisque leur moyenne est de 2,8 $\mu\text{g/l}$. Par contre les concentrations moyennes en phéopigments sont de 5 $\mu\text{g/l}$ en été, 4 $\mu\text{g/l}$ en hiver. Ces valeurs permettent de montrer que les pourcentages de chlorophylle a par rapport aux pigments totaux sont plus faibles que dans la Dordogne et la Garonne ; ils sont en moyenne de 59 % en été et de 41 % en hiver et témoignent de peuplements phytoplanctonique peu productifs.

Il apparaît en fait que les concentrations en chlorophylle a et en phéopigments dans l'estuaire sont essentiellement liées à l'accumulation du matériel particulaire et non pas à des processus de production *in situ*.

2.4. Les métaux

Une estimation synthétique de la contamination par les métaux peut être faite en examinant l'évolution des concentrations dans les huîtres situées à 10 km en amont du Verdon. Ces mesures réalisées dans le cadre du RNO révèlent une mauvaise qualité du milieu en ce qui concerne le cadmium et une qualité médiocre pour le zinc et le cuivre ; pour le mercure le milieu est de bonne qualité.

En ce qui concerne le cadmium, les huîtres présentent des teneurs 50 à 100 fois plus élevées que sur les autres points du littoral français. La principale source de cadmium est constituée par les rejets miniers au niveau du Riou-Mort, petit affluent du Lot.

Les rejets sont essentiellement sous forme de matières solides en suspension et le matériel particulaire qui arrive à l'estuaire a des charges de 5 à 30 mg de cadmium par kg de poids sec.

Les particules solides arrivent dans l'estuaire, subissent certaines transformations, notamment au niveau de la matière organique. L'augmentation de la salinité à l'approche de la mer est un facteur supplémentaire de libération du cadmium qui passe alors sous forme dissoute où il est stabilisé par les chlorures. La quasi-totalité du cadmium arrivée à l'amont est ainsi solubilisée au cours du transit estuarien, ce qui se traduit par l'existence d'un maximum de Cd dissous pour les salinités moyennes.

L'essentiel du cadmium particulaire est dissous au cours de son transit dans l'estuaire, seule une tonne est piégée dans le sédiment et une tonne expulsée sous forme particulaire. Les expulsions sous forme dissoute sont de 21 tonnes par an, ce qui fait de la Gironde une source de cadmium non négligeable pour l'environnement littoral (Fig. III.10).

Les concentrations dans l'eau de l'estuaire sont 10 à 20 fois supérieures à celles qu'on pourrait observer dans un estuaire équivalent non contaminé. Les sédiments présentent également un enrichissement anormal que l'on a situé chronologiquement vers les années 1950. Il faut noter que les activités polluantes ont d'ores et déjà cessé et que la plus grande

partie des apports actuels provient du lessivage des crassiers et de l'infiltration d'eaux contaminées à partir des bassins de stockage de boues cadmiées. Ce problème devrait être résolu par des travaux en cours de réalisation (construction de nouveaux bassins étanches, réfections d'installations défectueuses).

Les données de 1990 et 1991 ont montré une baisse significative des apports bruts de cadmium à la Réole (4 tonnes en 1991). Il convient toutefois d'être prudent avant de conclure à une baisse importante et durable des apports, car ces années étant sèches, elles sont loin d'être représentatives d'une année moyenne.

Un stock considérable de sédiments pollués est accumulé dans le lit du cours d'eau et l'on peut prévoir que l'évacuation de cette charge particulière, qui n'a pas encore été évaluée, prendra sans doute un temps relativement long.

En ce qui concerne les contaminations par le zinc, on assiste comme pour le cadmium à des apports amont essentiellement sous forme particulaire puis à une expulsion essentiellement sous forme dissoute (1200 t/an).

Le bouchon vaseux joue donc un rôle fondamental dans la géochimie des contaminants métalliques et dans leur mise à disposition dans les eaux littorales situées à l'aval immédiat de l'estuaire.

2.5. Les contaminations bactériennes

Le réseau de surveillance microbiologique des coquillages (REMI) mis en place par l'IFREMER permet de suivre la contamination du milieu au niveau du Verdon.

Les mesures de coliformes fécaux faites dans les huîtres, sur la période 1989–1991, montrent que 90 % des résultats sont inférieurs à 230 *E. coli*/100 ml et qu'aucune valeur n'atteint 4600 *E. coli*/100 ml. Ces données permettent de considérer le secteur aval de l'estuaire comme une zone de très bonne qualité bactériologique.

3 – CONCLUSIONS

Une première série de conclusions peut être tirée en terme de comparaison d'apports dans l'estuaire de la Gironde et une deuxième série en terme de qualité même des eaux dans l'estuaire.

Enfin un certain nombre de recommandations seront faites en ce qui concerne le suivi de la qualité des eaux et les aménagements de l'estuaire.

3.1. Les apports dans l'estuaire

Les apports dans l'estuaire proviennent à la fois des rejets industriels et urbains déversés directement dans la zone estuarienne (en aval de Langon et de Castillon La Bataille) et des apports de l'ensemble des bassins versants amont, véhiculés par la Dordogne et la Garonne.



Port de Goulée
(à marée basse)



Bac "Le Verdon"
(à l'entrée de la Pointe de Grave)

En ce qui concerne la qualité des eaux de ces deux rivières, à leur entrée dans l'estuaire, on peut remarquer que :

- la Garonne présente des signes d'eutrophisation plus marqués que la Dordogne,
- les concentrations en nitrate ont augmenté en dix ans d'un pourcentage qui est compris, suivant les estimations, entre 17 et 25 %,
- les teneurs en phosphate, ammonium, oxygène dissous et DBO₅ sont à des niveaux corrects,
- les apports en cadmium par la Garonne sont très élevés (24,6 t/an).

Les apports de ces deux rivières, pour une année hydrologique moyenne, sont les suivants :

debit moyen 989 m³/s

t/an	Garonne	Dordogne	Total
DBO ₅	52 200	18 500	70 700
P-PO ₄	1 150	330	1 480
P-total	7 100	1 900	9 000
N-NH ₄	3 800	650	4 450
N-NO ₃	40 000	14 000	54 000
N-minéral	43 800	14 650	58 450
Carbone Organique	-	-	145 000
Azote organique (1)	24 800	16 400	41 200
Azote organique (2)	-	-	25 600

200 t/a

(1) évalué à partir de l'azote Kjeldahl

(2) évalué à partir du carbone organique.

Les apports urbains et industriels dans l'estuaire en aval de Langon (sur la Garonne) et de Castillon La Bataille (sur la Dordogne) ont été évalués par l'Agence de l'Eau Adour Garonne ; ils sont les suivants :

t/an	Rejets urbains	Rejets industriels	Total
Matières oxydables	19 340	8 280	27 620
Matières azotées	5 470	690	6 160
Matières phosphorées	1 560	370	1 930

En terme de matières oxydables, on peut comparer les apports des rejets directs dans le bas estuaire aux apports amont de DBO₅ pour la Garonne et la Dordogne ; en année hydrologique moyenne, les rejets urbains et industriels de l'aval représentent 28 % des apports totaux à l'estuaire ; ce pourcentage augmente durant les années sèches (49 % en 1991) et durant les périodes estivales d'étiage (près de 60 % pour un mois de septembre moyen).

Les apports en matières organiques oxydables par les rejets directs dans l'estuaire ne sont donc pas négligeables notamment en périodes sensibles.

En ce qui concerne l'azote, les rejets urbains et industriels (essentiellement sous forme d'azote organique et d'ammonium) représentent 7 % des apports globaux d'azote total à l'estuaire (les apports d'azote organique par les rivières ont été évalués ici à l'aide des mesures de carbone organique) ; en année sèche, comme 1991, les apports par les rejets représentent environ 10 % des apports totaux, ce qui reste encore modéré.

En ce qui concerne le phosphore total, les rejets directs dans l'estuaire constituent en moyenne 18 % des apports globaux. En année sèche (1991), ces rejets urbains et industriels représentent près de 35 % des apports totaux de phosphore.

Enfin, la comparaison des apports fluviaux dans l'estuaire de la Gironde avec ceux des autres grands fleuves français à leur estuaire (ou delta) respectif montre que le bassin versant de la Gironde fournit des flux relativement limités, notamment si l'on considère les flux spécifiques par km² de bassin versant :

Fleuves	Débit moyen (m ³ s ⁻¹)	Surface bassin versant (10 ³ km ²)	N minéral (t/an)	P-PO ₄ (t/an)	P total (t/an)	N min.	P-PO ₄
						Surface B.V. (kg/km ² .an)	Surface B.V. (kg/km ² .an)
Garonne + Dordogne	974	81	59 000	1 500	9 000	730	19
Loire	890	115	137 000	3 200	7 500	1 190	28
Seine	413	78	80 500	8 400	11 000	1 030	110
Rhône	1 700	99	67 000	5 500	7 300	680	55

3.2. La qualité des eaux dans l'estuaire de la Gironde

Dans les eaux de l'estuaire, les concentrations en nitrate, ammonium et phosphate restent modérées et inférieures à celles observées dans les estuaires de la Loire ou de la Seine ; en particulier les teneurs limitées en ammonium ne semblent pas pouvoir causer de problème de consommation excessive en oxygène dissous par nitrification, comme c'est le cas en Seine. La consommation de ces sels nutritifs est faible au sein de l'estuaire car la production primaire est limitée par la turbidité des eaux. En ce qui concerne la température, les rejets de la centrale nucléaire du Blayais ont un impact thermique local limité à 1°C.

Ce système estuarien constitue par contre une zone d'accumulation naturelle du matériel particulaire, qu'il soit organique ou minéral. Ce processus d'accumulation se renforce en année sèche et ceci explique que la plus forte concentration (en moyenne annuelle) de DBO₅ dans l'estuaire ait été observée en 1989, année de plus faible débit ; ceci a entraîné l'observation durant l'été 1989 des plus faibles valeurs en oxygène dissous (30 % de saturation) ; ces valeurs, qui sont supérieures à celles observées en Seine ou en Loire, constituent néanmoins une limite en dessous de laquelle on ne devrait pas descendre si l'on veut éviter des phénomènes de mortalité de la faune.

L'estuaire constitue aussi un lieu d'accumulation physique du phytoplancton, mais celui-ci reste peu productif du fait de la turbidité, et le pourcentage de chlorophylle active y est plus faible qu'en rivière.

En ce qui concerne les contaminants métalliques, les mesures faites sur les coquillages en aval de l'estuaire montrent que celui est source d'une contamination non négligeable en cuivre et en zinc, et d'une pollution importante par le cadmium.

Enfin, et bien que les eaux de la Garonne et de la Dordogne soient de mauvaise qualité bactériologique, les mesures faites dans les huîtres au niveau du Verdon attestent d'une bonne qualité microbiologique des eaux à leur sortie de l'estuaire.

4 – RECOMMANDATIONS

Le maintien de la qualité des eaux dans l'estuaire de la Gironde passe par des actions concernant non seulement la surveillance mais aussi la gestion du milieu.

En premier lieu, il est indispensable de poursuivre la **surveillance** de la qualité des eaux assurée par les différents réseaux mis en place sur l'estuaire de la Gironde : le RNO par l'IFREMER, la surveillance de la centrale du Blayais par l'EDF et la surveillance des bassins hydrologiques par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.

Cependant, la coordination de ces réseaux devrait permettre de disposer tous les deux mois, depuis l'embouchure jusqu'à la limite de pénétration de la marée dynamique sur les deux rivières, de mesures des paramètres suivants : température, salinité, MES, pH, oxygène dissous, carbone et azote organique, pigments chlorophylliens, sels nutritifs, contaminants chimiques et contaminants microbiologiques.

A l'heure actuelle, on manque de mesures en amont de Bordeaux (notamment en oxygène dissous et en MES durant les étiages) et sur le cours estuarien de la Dordogne. Par ailleurs, les mesures régulières de certains paramètres tels que la DBO₅ ou le carbone organique font défaut.

En amont de l'estuaire, on doit conserver en un point unique sur chaque rivière (point situé hors influence de la marée dynamique) une évaluation mensuelle de la qualité des eaux et des apports à l'estuaire. L'interprétation très régulière de ces mesures, qui constitue un travail très important et indispensable, devrait en outre permettre de vérifier et de contrôler la validité de certains résultats concernant l'ammonium, l'azote organique, le phosphate et le phosphore total.

En terme de **gestion**, il conviendra de maintenir les efforts visant à contrôler l'eutrophisation dans les bassins versants de l'estuaire car la matière organique produite en amont peut contribuer au déficit en oxygène dissous de l'estuaire ; à cet égard il semble que la Garonne soit dans une situation plus critique que la Dordogne et on peut ici rappeler que le taux d'augmentation en 10 ans du nitrate en amont de la Gironde, est compris entre 17 et 25 %. Il apparaît aussi que les rejets directs, urbains et industriels, dans l'estuaire, représentent en période sensible une part importante des apports totaux en matière organique oxydable ; leur réduction devrait permettre de maintenir l'estuaire à un niveau correct en oxygène dissous (taux de saturation supérieur à 30 %). De ce point de vue, le développement d'un modèle mathématique d'oxygène dissous dans l'estuaire constituerait un outil de gestion fort utile ; son développement passera par une modélisation du système bouchon vaseux-crème de vase et par la réalisation de mesures de terrain spécifiques.

Par ailleurs la recherche des sources de contaminations métalliques (cadmium mais aussi cuivre et zinc) doit être poursuivie en vue de leur réduction. Les effets de ces réductions risquent de n'être visibles qu'à long terme étant donné les stocks importants de métaux sous forme particulaire.

Enfin le rôle important que jouent les accumulations turbides sur les équilibres biogéochimiques de l'estuaire incite à bien évaluer les conséquences des modifications hydrosédimentaires importantes de l'estuaire dues par exemple au comblement de zones intertidales, au déplacement et au creusement de chenaux, aux endigages et aux dragages.

SYSTEME FLUVIO - ESTUARIEN DE LA GIRONDE

Localisation des points de mesure

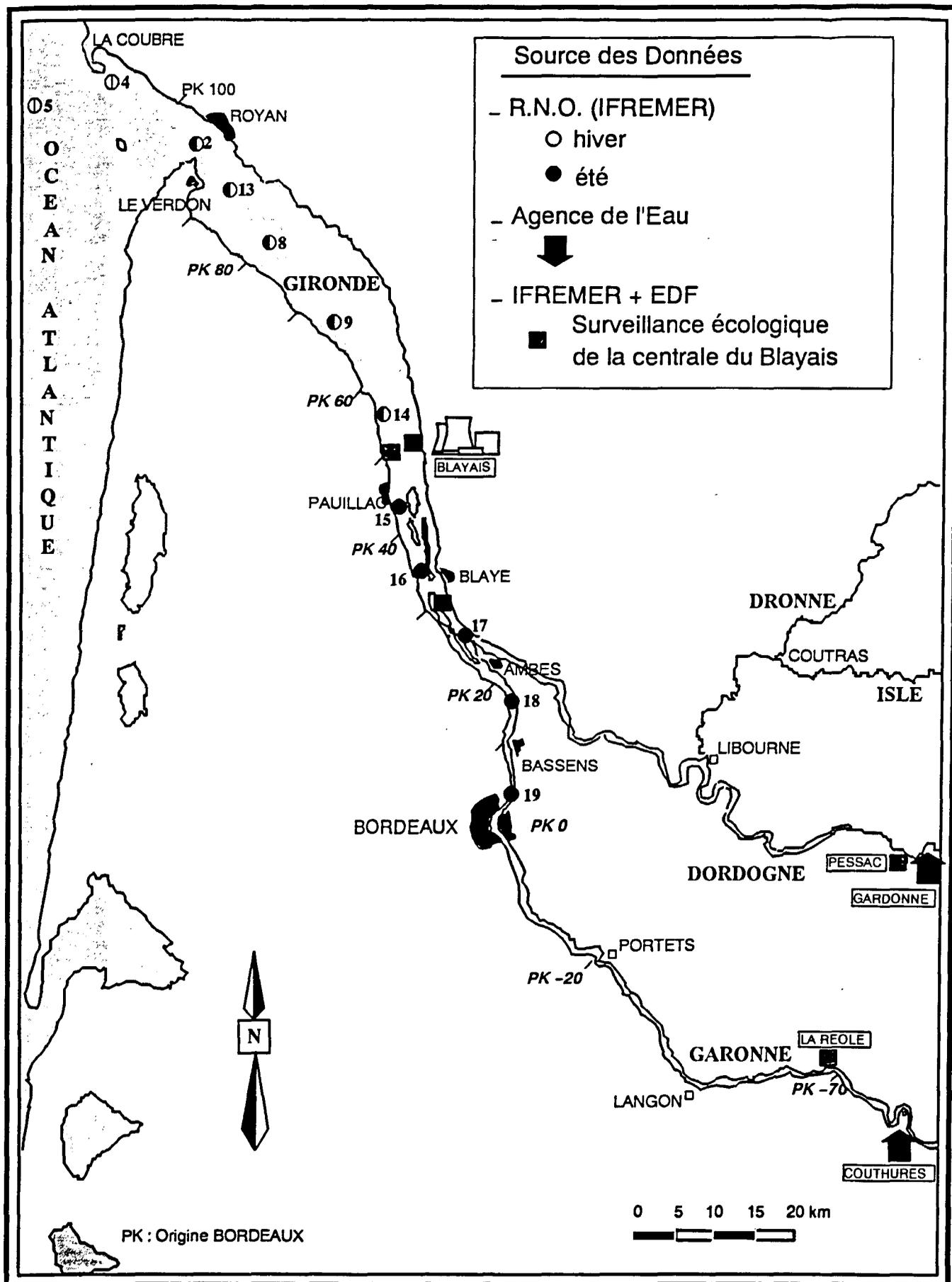


Figure III.1 : Localisation des points de mesure dans le système fluvio-estuarien de la Gironde.

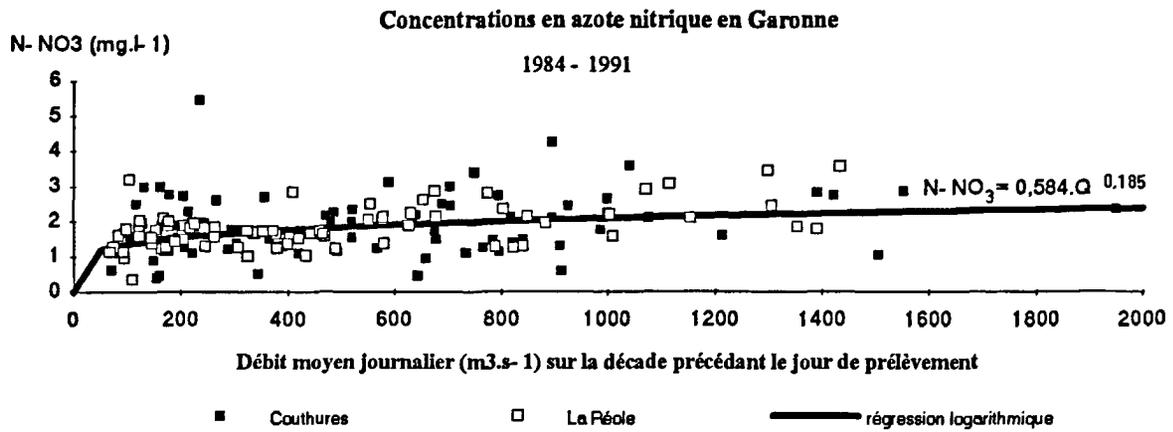


Figure III.2 : Evolution des concentrations en azote nitrique avec le débit moyen journalier calculé sur la décennie précédant le jour de prélèvement en Garonne, de 1984 à 1991.

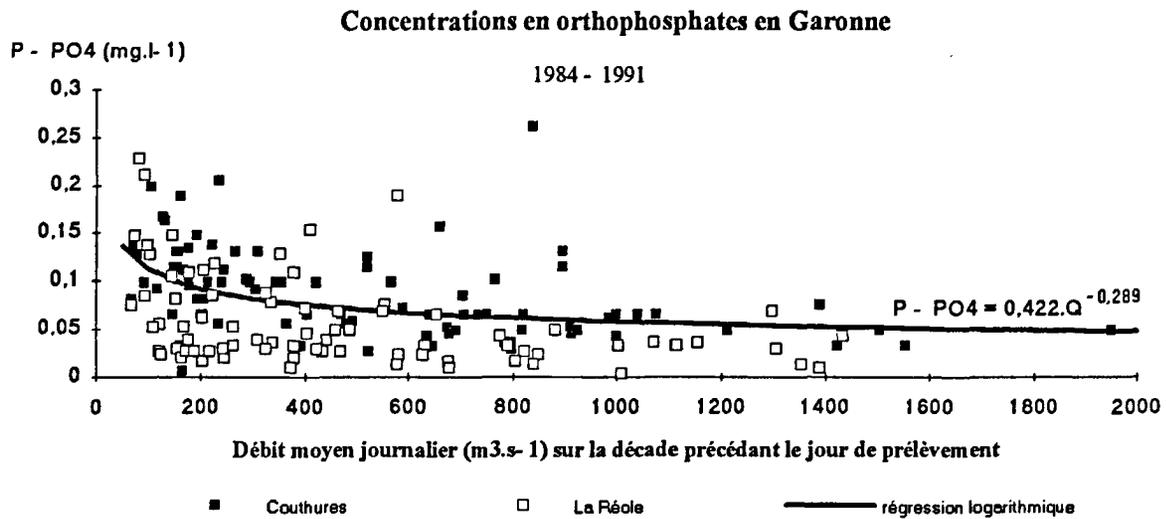


Figure III.3 : Evolution des concentrations en P - PO₄ (en mg.l⁻¹) avec les débits moyens journaliers en Garonne calculés sur la décennie précédant le jour de prélèvement.

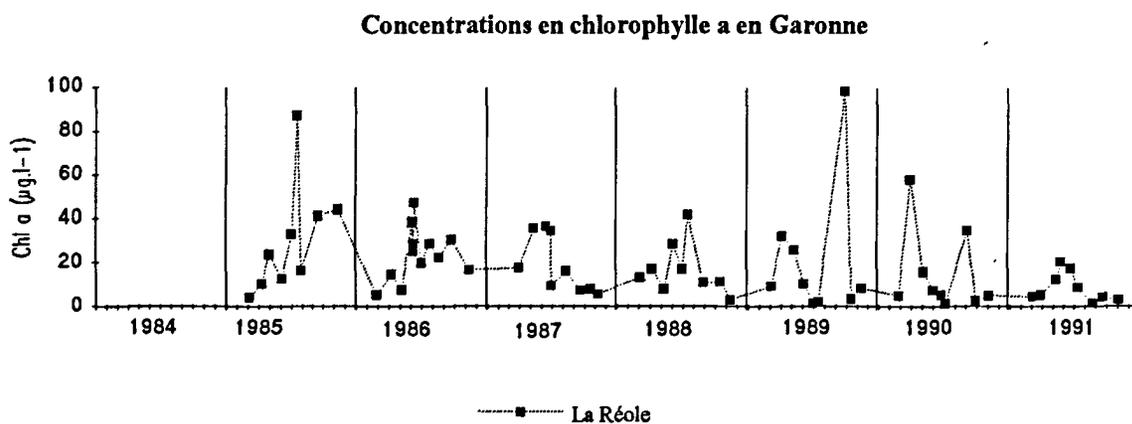


Figure III.4 : Evolution temporelle des concentrations en chlorophylle a à La Réole, de 1985 à 1991.

Concentrations en chlorophylle a en Dordogne

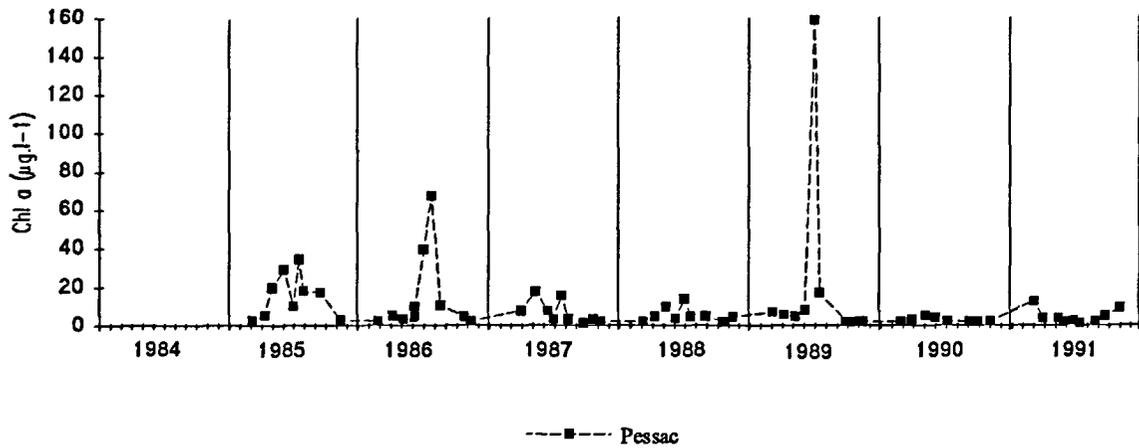


Figure III.5 : Evolution temporelle des concentrations en chlorophylle a à Pessac/Dordogne, de 1985 à 1991.

Paramètres microbiologiques en Garonne

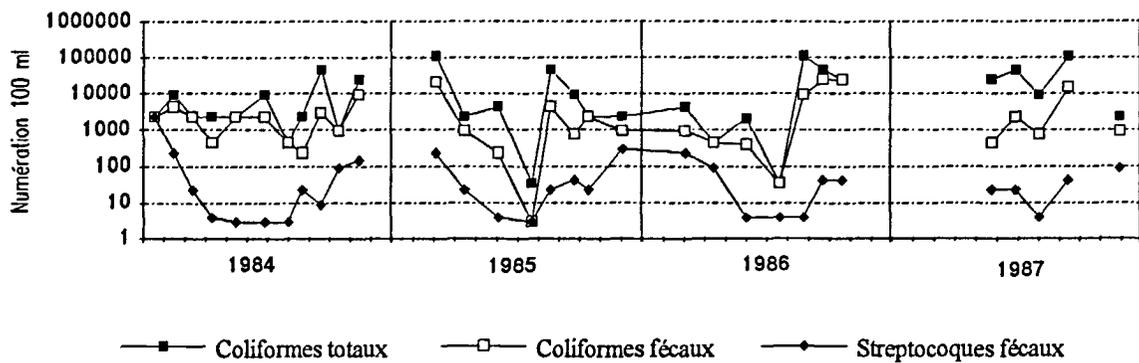


Figure III.6 : Evolution temporelle des coliformes fécaux, totaux et des streptocoques fécaux à Couthures (Garonne) entre 1984 et 1987.

Paramètres microbiologiques en Dordogne

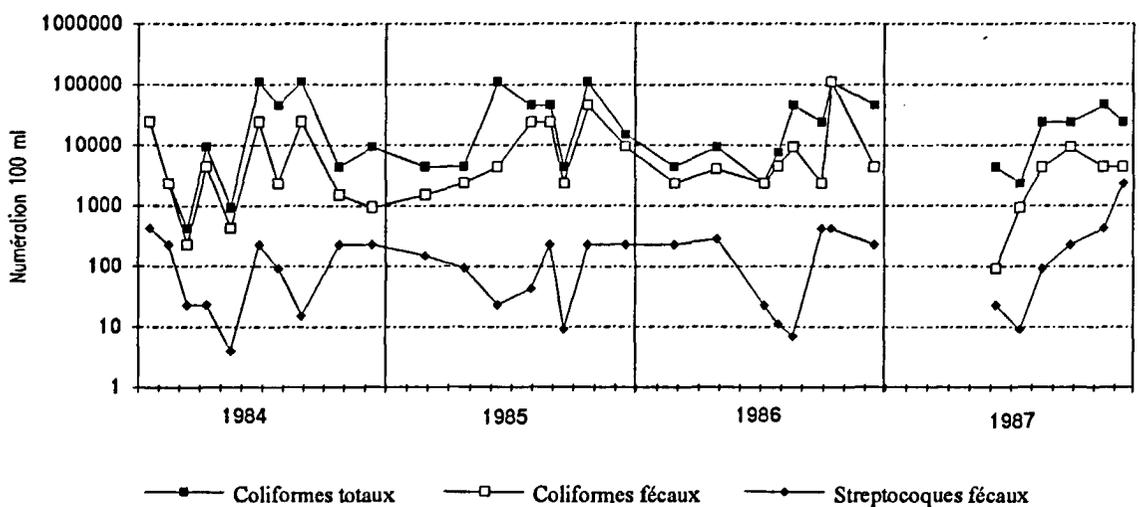


Figure III.7 : Evolution temporelle des coliformes fécaux, totaux et des streptocoques fécaux à Pessac/Dordogne entre 1984 et 1987.

Concentrations estivales en oxygène dissous dans l'estuaire de la Gironde

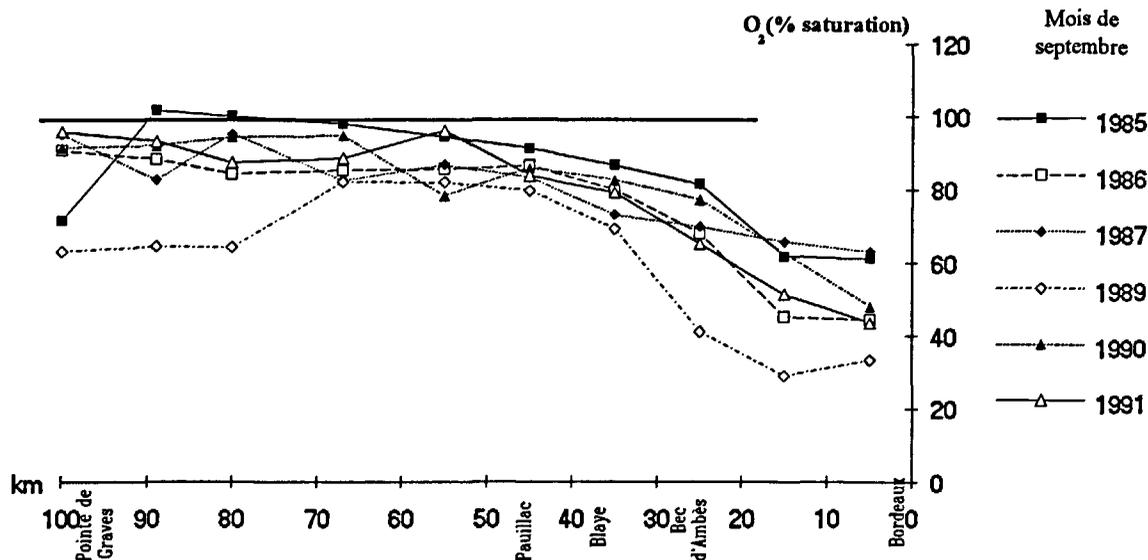


Figure III.8 : Concentrations en oxygène dissous exprimées par rapport à leurs valeurs à saturation, mesurées dans l'estuaire de la Gironde au cours des mois de septembre, entre 1985 et 1991.

Concentration en azote ammoniacal dans l'estuaire de la Gironde

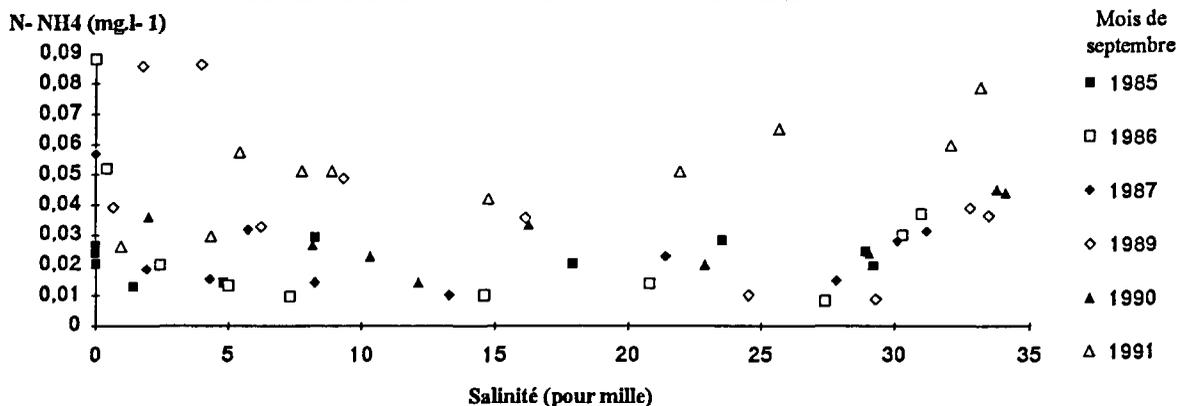


Figure III.9 : Evolution des concentrations en azote ammoniacal avec la salinité dans l'estuaire de la Gironde; cas des mois de septembre des années 1985 à 1991.

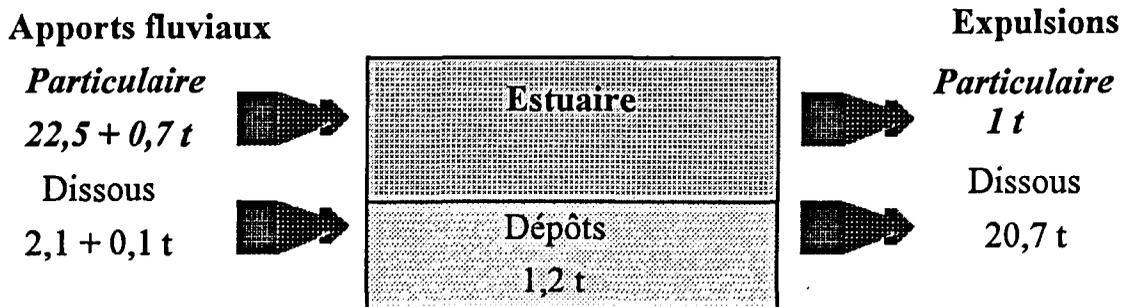


Figure III.10 : Flux de cadmium dans l'estuaire de la Gironde.

Chapitre IV -

BIOLOGIE DE L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE



Chap. IV – BIOLOGIE DE L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE

INTRODUCTION

Il existe peu de travaux concernant la biologie de l'estuaire publiés avant 1975. Ce sont les études d'impact liées, en particulier, à la construction de la centrale du Blayais qui ont permis de progresser dans la connaissance de la biologie de l'estuaire. Mais cette connaissance, orientée vers la mise en évidence d'un impact, est forcément ponctuelle.

Certains programmes, à vocation plus fondamentale, ont été mis en place récemment. Ils ne sont pas terminés, pour la majorité, et les résultats n'ont donc pas encore fait l'objet d'une synthèse.

Pour des raisons de clarté, ce rapport porte sur les différents compartiments biologiques pris séparément. Ces compartiments ne sont pas isolés et ont de nombreuses interactions trophiques, comme le montre la figure IV.1.

1 – MICROBIOLOGIE

La distribution spatio-temporelle des bactéries dans l'estuaire de la Gironde est très mal connue. La production n'a jamais été étudiée. Il faut mentionner qu'il existe encore assez peu de travaux, à l'échelle internationale, portant spécifiquement sur les bactéries estuariennes.

En Gironde, des informations pertinentes proviennent essentiellement d'études faites au cours de trois campagnes effectuées en août 1981, mars et juillet 1982. Il ressort des comptages que la communauté bactérienne est dominée par une microflore halotolérante. Au long du gradient de salinité existe une succession entre une microflore d'origine continentale et une microflore marine. Le changement de communauté a lieu pour une salinité de 5 à 10 ‰. Le facteur température ne semble pas déterminant.

L'activité bactérienne peut être appréhendée de manière indirecte par mesure de la consommation d'oxygène d'un sédiment ou d'un volume d'eau qui résulte essentiellement de l'activité des microorganismes. Les consommations benthiques d'oxygène suivent un gradient croissant amont-aval, puis une décroissance à l'embouchure. Les variations au cours de l'année ne sont pas considérables. Il existe cependant un effet température favorisant les activités des microorganismes en été.

Les demandes benthiques sont nettement plus importantes dans la zone intertidale que dans les chenaux : la consommation d'oxygène mesurée sur les rives représente en moyenne 65 % de la demande oxydative d'une radiale. Dans la colonne d'eau, la consommation d'oxygène est maximale dans le bouchon vaseux où les bactéries dégradent le stock de matière organique particulaire et dissoute (cf chapitre III).

2 – PHYTOPLANCTON (Figures IV.2 et IV.3)

La production primaire pélagique de l'estuaire de la Gironde a deux origines possibles : le phytoplancton au sens strict et le microphytobenthos remis en suspension. Le phytoplancton autochtone semble peu représenté et la majorité des diatomées présentes dans la masse d'eau est d'origine benthique.

L'activité photosynthétique potentielle est mesurée par la concentration en chlorophylle a. Elle est également évaluée par le taux de chlorophylle active (rapport chlorophylle a / chlorophylle a + phéopigments). D'une manière générale, il existe deux périodes de production maximale, au printemps et en automne, où le taux de chlorophylle active est supérieur à 50 %.

La production primaire mesurée par la méthode du ^{14}C est nulle dans la partie médiane de l'estuaire du fait de la turbidité. L'origine de la chlorophylle reste donc à déterminer d'autant plus que le nombre de diatomées observées dans quelques échantillons semble insuffisant pour expliquer la quantité de chlorophylle mesurée. Plusieurs explications peuvent être suggérées : origine non phytoplanctonique de la chlorophylle a, débris végétaux provenant des apports fluviaux et du bassin versant, intervention des microphytes des vasières ; ces dernières doivent largement contribuer à la production primaire globale de l'estuaire.

3 – ZOOPLANCTON

3.1. Distribution spatiale (Figure IV.4)

Le plancton permanent (= holoplancton) est très largement dominé par les Copépodes. Le plancton temporaire (= méroplancton), constitué par des larve d'Annélides, de Mollusques et de Cirripèdes, est presque inexistant dans l'estuaire. Cette absence de larves dans le plancton s'explique par le mode direct de reproduction (= sans phase larvaire pélagique) de la plupart des invertébrés benthiques typiquement estuariens.

L'étendue de la gamme de salinité des eaux ne permet pas à un même groupe d'espèces de coloniser l'ensemble du milieu. On assiste donc à une succession de groupements d'espèces le long de l'estuaire. Le nombre d'espèces récoltées est important dans la partie la plus influencée par les eaux océaniques (16) et dans la partie de faible salinité (12). Dans la partie médiane de l'estuaire, le nombre d'espèces est faible (6) et sensiblement constant.

La répartition des différents assemblages dans l'estuaire dépend des conditions hydrologiques. Dans une grande partie de l'estuaire, du PK 20 au PK 60 le zooplancton est dominé en permanence par le Copépode *Eurytemora affinis*. Quand les conditions hydrologiques le permettent (c'est-à-dire à l'étiage) *Acartia bifilosa* peut constituer des populations d'importance non négligeable.

3.2. Distribution temporelle (Figure IV.5)

L'évolution temporelle du zooplancton est particulièrement bien connue dans la partie moyenne de l'estuaire.

Pour *Eurytemora affinis*, copépode le plus abondant, l'évolution des effectifs se révèle assez reproductible d'une année à l'autre. Le pic annuel d'abondance (15 000 ind./m³) s'observe entre fin avril et début juin pour une température comprise entre 12 et 18°C et une salinité de 0 à 4 ‰. L'abondance moyenne d'*Eurytemora* semble être conditionnée en grande



Chenal de Goussas à La Reille



Cabanes ostréicoles à La Reille

partie par les variations de débits. A de fortes turbidités sont associées des abondances faibles.

Pour *Acartia bifilosa*, le maximum d'abondance (700 ind./m³) est décalé et se situe en juillet-août. Son abondance moyenne dépend très nettement de l'intrusion saline et ceci explique les variations observées d'une année à l'autre qui peuvent atteindre une proportion de 1 à 10.

3.3. Actions des facteurs du milieu

Les densités maximales d'*Eurytemora affinis* sont observées pour des salinités inférieures à 5 ‰, des turbidités inférieures à 1 g/l et des pourcentages de saturation en oxygène dissous supérieurs à 80 %. Ces trois conditions sont réunies au printemps dans la zone moyenne de l'estuaire.

En été ces conditions ne sont plus du tout réunies, ce qui provoque un déclin rapide des populations. La diminution estivale est sans doute accentuée par la présence de prédateurs (crevettes et alevins de poissons) abondants en cette saison.

La turbidité joue un rôle primordial dans la biologie du zooplancton. Les organismes planctoniques ont le même comportement hydrodynamique que les particules en suspension et de ce fait, les Copépodes ont tendance à s'accumuler dans la zone du maximum de turbidité. Les populations situées en amont du bouchon vaseux bénéficient de conditions optimales de développement. Les populations piégées dans le bouchon vaseux ou plus en aval ont à faire face à des conditions de milieu défavorables, en particulier des concentrations en matières en suspension (> 1 g/l) ou des salinités trop élevées.

Des études expérimentales réalisées sur *Eurytemora affinis* ont permis de montrer que la nourriture de cette espèce est en grande partie constituée de matière organique inerte mais que des apports phytoplanctoniques seraient nécessaires pour une bonne production d'oeufs.

4 – MACROFAUNE VAGILE

Les Mysidacés constituent l'élément dominant de la macrofaune vagile pendant toute l'année et dans tout l'estuaire. Ces Mysidacés sont omnivores mais se nourrissent surtout de débris organiques.

D'autres crustacés sont également bien représentés comme les Isopodes et les Amphipodes. On trouve également un assez grand nombre de crevettes, des larves de poissons ainsi que de nombreux alevins : aloses, éperlans, muges, gobies, flets, soles.

La reproduction des espèces est contrôlée en grande partie par l'évolution saisonnière des températures. Deux modes de reproduction ont été observés : reproduction continue dans le cas d'une seule espèce (*Gammarus*), reproduction saisonnière dans tous les autres cas.

Plusieurs types de régime alimentaire ont été mis en évidence : petits crustacés omnivores, crevettes prédatrices et nécrophages, poissons pélagiques herbivores, poissons pélagiques planctonophages (copépodes), poissons pélagiques prédateurs (proies pélagiques), poissons plats benthiques (proies benthiques de l'estran vaseux). Comme dans le cas du zooplancton, la chaîne trophique détritique semble prépondérante.

Parmi l'ensemble de cette macrofaune vagile, trois groupes d'espèces peuvent être distinguées :

4.1. Espèces autochtones

- **Le Gobie buhotte** . C'est un poisson de petite taille (3 à 10 cm) qui est le plus abondant dans l'estuaire de la Gironde. Il montre une certaine stabilité depuis 1981, et il n'y a apparemment pas de problèmes avec cette espèce.
- **La crevette blanche**. Les individus adultes ont une longueur d'environ 70 mm. L'espèce est très abondante dans l'estuaire. La centrale du Blayais détruit annuellement environ 40 tonnes soit l'équivalent de la pêche professionnelle. Depuis une dizaine d'années, l'abondance de cette espèce a diminué et on a assisté à un déplacement de la population de la rive Saintonge vers la rive Médoc.

4.2. Espèces amphihalines

Ces espèces effectuent leur croissance et leur reproduction dans des milieux de salinités différentes et ne peuvent passer de l'un à l'autre qu'à des moments précis de leur cycle biologique. De par leur écologie, ces espèces sont plus sensibles aux impacts anthropiques que les autres. Cela explique la fragilité actuelle d'un grand nombre de leurs populations, ainsi que la menace de disparition qui existe chez certaines espèces.

- **La lamproie marine**. La taille varie de 60 à 80 cm pour un poids de 700 à 900 g. Ces fluctuations d'abondance observées depuis une dizaine d'années semblent chaotiques. La durée importante de la phase larvaire la rend sensible à la pollution.
- **La lamproie de rivière**. Plus petite que la lamproie marine (25 à 40 cm pour un poids de 60–70 g), cette espèce subit des fluctuations d'abondance importantes sans explications valables. Elle est très fortement braconnée sur certains affluents de l'estuaire de la Gironde.
- **L'esturgeon européen**. Sa taille peut varier de 1,6 m à 5 m et sont poids de 30 kg à 300 kg. C'est une espèce à renouvellement lent : l'âge de la première reproduction est de 8 à 12 ans pour les mâles, 13 à 16 ans pour les femelles. C'est une espèce extrêmement menacée qui ne compte plus que quelques milliers d'individus et dont la structure en âge, très déséquilibrée, rend compte de sa fragilité. L'espèce a fortement souffert de la destruction de ses zones de frayère et d'une pêche incontrôlée. Les captures accidentelle aux filets dormants à l'entrée de l'estuaire entraînent une forte mortalité à l'occasion des migrations. Espèce protégée, elle fait l'objet d'un important programme de restauration.
- **L'alose vraie ou grande alose**. D'une taille de 35 à 60 cm et d'un poids variant de 1 à 2,5 kg pour les mâles et 1,3 à 3,5 kg pour les femelles, cette espèce est relativement abondante. Actuellement la population n'a pas accès à l'ensemble de ses zones de frayères traditionnelles (obstacles infranchissables, dégradation ...).
- **L'alose feinte ou gatte**. D'un poids de 0,2 à 0,7 kg pour les mâles et de 0,2 à 1,2 kg pour les femelles, cette espèce est beaucoup moins abondante que l'alose vraie. La pêche sportive est en plein essor. Les pertes par captures accidentelles sont importantes.

- **Le saumon atlantique.** D'une taille de 50 à 130 cm pour un poids variant de 1,5 à 15 kg (exceptionnellement 35 kg), cette espèce a été autrefois très abondante dans le Sud-Ouest. Elle a atteint un seuil critique dans l'estuaire de la Gironde. Espèce protégée, elle fait l'objet d'un important programme de restauration dans le bassin versant de la Dordogne.
- **La truite de mer.** D'une taille de 40 à 90 cm pour un poids variant de 800 g à 10 kg, c'est une espèce protégée dont l'abondance est mal connue. Si la truite de mer n'est pas menacée, les populations fréquentant le bassin de la Gironde sont encore extrêmement fragiles.
- **L'anguille.** La taille subadulte varie de 30 à 40 cm pour les mâles à 40–60 cm pour les femelles. Cette espèce est exploitée au stade alevin et au stade sub-adulte. L'espèce a tendance à se raréfier dans l'ensemble de son aire de répartition européenne. En Gironde, les quantités de civelles et d'anguilles sont en baisse, cette diminution étant due aux obstacles à la migration et à la pêche intensive aussi bien au stade civelle qu'aux stades anguille jaune et anguille argentée.
- **L'éperlan.** D'une taille variant de 16 à 18 cm, cette espèce a progressivement disparu de l'estuaire de la Gironde. Cette disparition est actuellement inexpliquée.
- **Le flet.** D'une taille de 15 à 30 cm, cette espèce ne subit aucune exploitation spécifique. Ces captures accidentelles sont cependant commercialisées. L'abondance de cette espèce n'est pas connue.
- **Le mulet.** D'une taille variant de 30 à 70 cm pour un poids moyen de 850 g, cette espèce est pêchée par les professionnels et les amateurs. L'abondance de cette espèce n'est pas connue. Il n'y a, apparemment, pas de problème.

4.3. Espèces euryhalines

Dans l'estuaire de la Gironde, les espèces eurhalines sont dans quelques cas d'origine dulçaquicole (Épinoche, Sandre, Carpe, Perche) mais pour la plupart d'origine marine (Congre, Raie, Sole, Anchois, Bar ...). Ces espèces ne sont pas inféodées de façon stricte à l'estuaire. Elles ne pénètrent généralement en estuaire que lors de certaines écophases de leur cycle biologique. Elles y ont une aire de répartition plus ou moins importante et leur présence dépend grandement des facteurs physico-chimiques. Elle est alors liée à des facteurs climatiques et/ou trophiques, en liaison avec des accidents météorologiques ou hydrauliques.

5 – BENTHOS

Les peuplements benthiques de l'estuaire sont caractérisés par un petit nombre d'espèces comprenant généralement un grand nombre d'individus.

5.1. Microphytobenthos

Le microphytobenthos n'a été étudié qu'en terme de biomasse chlorophyllienne. Quelle que soit la saison, les stations subissant la plus grande influence marine présentent les plus fortes valeurs de chlorophylle et la biomasse est souvent plus élevée en haut de l'estran qu'en bas.

5.2. Méiobenthos

Le méiobenthos est essentiellement composé de Nématodes avec une densité de 750 à 7 500 ind./10 cm² sur les estrans. Il existe une grande différence entre les berges et les chenaux, ces derniers étant faiblement peuplés (10 à 100 ind./10 cm²). Ceci s'explique par le très fort courant qui ne permet pas aux organismes benthiques de s'établir durablement dans les chenaux.

Sur les berges, les densités sont moins importantes en période de crue qu'en période d'étiage. Les peuplements sont plus denses dans les stations hautes, probablement à cause d'une plus forte quantité de matière organique. Les stations situées dans la zone polyhaline présentent des densités plus élevées qu'en amont. L'abondance est particulièrement faible en zone oligohaline, ce qui est couramment observé en estuaire. Des différences significatives sont toujours trouvées entre le premier centimètre et les niveaux inférieurs, le méiobenthos colonisant surtout la surface du sédiment..

5.3. Macrobenthos (Figure IV.6, IV.7 et IV.8)

Le macrobenthos endogé (invertébrés vivant dans le sédiment et retenus par un tamis à mailles de 0,5 à 1 mm) est caractérisé, dans l'estuaire, par sa rareté sur les fonds toujours immergés, son abondance sur les estrans vaseux, et un faible nombre d'espèces.

Sur les pentes et les fonds des chenaux, la macrofaune benthique est extrêmement dispersée, voire totalement absente, en particulier en amont du PK 65. La turbidité des eaux, surtout à proximité du fond, provoquant un colmatage des organes de la nutrition et de la respiration, est la cause probable de la quasi-absence de benthos subtidal. Dans la zone polyhaline située en aval du PK 75, l'intrusion saline permet la survie de quelques espèces d'origine marine dans les chenaux. Dans l'estuaire amont, un très petit nombre d'espèces adaptées aux eaux saumâtres persistent entre les bancs de sable et les îles, profitant de la stabilité relative du milieu.

Le macrobenthos est donc localisé essentiellement sur les estrans vaseux des deux rives. D'un point de vue qualitatif, le gradient de salinité détermine la distribution longitudinale des espèces. Il n'existe cependant pas de véritables frontières tranchées entre les diverses unités de peuplement, caractérisées par l'extension maximale des principales espèces. Sous l'influence de la salinité, les espèces s'ordonnent plutôt selon un continuum depuis l'embouchure jusqu'aux eaux douces (Fig. IV.6), constituant ainsi divers faciès de la communauté à *Macoma balthica*, caractéristique des milieux estuariens du nord-ouest de l'Europe.

La richesse spécifique décroît rapidement de l'aval vers l'amont, passant d'une cinquantaine d'espèces au PK 95 à une vingtaine d'espèces au PK 80, et diminuant ensuite jusqu'à deux ou trois espèces au PK 30 (Fig. IV.6).

Les densités d'organismes (Fig. IV.7) sont extrêmement élevées dans les vases situées entre le PK 95 et 65 (de l'ordre de 10⁵ à 10⁶ indiv./m²), plus faibles dans la zone amont (de 10² à 10³ indiv./m²). La biomasse annuelle moyenne (mesurée en poids de matière organique) est également très forte dans les vasières aval (de l'ordre de 10 g/m² au Verdon) ; elle reste supérieure à 1 g/m² jusqu'au PK 65, et diminue jusqu'à 0,1 g/m² ou même moins dans les secteurs plus en amont (Fig. IV.8). D'une manière générale, les biomasses sont, par ailleurs, plus élevées dans la partie supérieure de l'estran que dans la zone inférieure : ceci est particulièrement net au Verdon où l'estran supérieur est colonisé par de fortes densités du

bivalve *Scrobicularia plana* (Fig. IV.8). Ce phénomène est l'inverse de ce qui peut être observé sur un estran marin sableux, et ceci est certainement lié à la turbidité élevée des eaux et à la granulométrie des sédiments.

Le cycle biologique de la plupart des espèces passe par une phase de reproduction intervenant généralement entre mars et juillet, et se poursuivant, lors d'années favorables sur le plan thermique, jusqu'en automne.

D'un point de vue physiologique, le macrobenthos de la Gironde, comme celui des estuaires du même type, doit s'adapter à des conditions particulièrement défavorables, notamment la dessalure et la turbidité des eaux. Ces conditions sont d'autant plus sévères qu'elles sont exacerbées périodiquement : accroissement de la turbidité et de l'hydrodynamisme lors des crues, énormes écarts thermiques sur les estrans, etc. Les organismes vivent ainsi souvent dans des conditions proches du seuil de tolérance et les conséquences de perturbations additionnelles peuvent leur être particulièrement néfastes. Ainsi, chez le bivalve *Macoma balthica*, qui vit là à la limite méridionale de son aire d'extension, les animaux présentent la constitution génétique d'une population stressée et sont très sensibles à tout stress supplémentaire.

Les communautés benthiques qui se développent sur les vasières intertidales jouent un rôle essentiel dans les réseaux trophiques. La grande majorité des organismes présente un régime alimentaire de type déposévore, tirant sa nourriture de la microflore bactérienne et de la matière particulaire adsorbée sur les grains de sédiment, du microphytobenthos, de la méiofaune, etc. Les organismes filtreurs sont, quant à eux, peu abondants en raison de la trop forte turbidité et de la faible production phytoplanctonique. Le groupe des "mangeurs de dépôts" représente donc un maillon primordial dans l'économie alimentaire du système estuarien, d'autant plus que ces organismes présentent une productivité (= vitesse de renouvellement de la biomasse) élevée et que l'essentiel de l'endofaune est localisé dans les deux centimètres superficiels du sédiment et est donc très accessible pour les niveaux trophiques supérieurs.

6 – CONCLUSION

La distribution spatiale des peuplements dans l'estuaire est essentiellement conditionnée par le gradient de salinité. Les communautés autochtones typiquement estuariennes sont divisées en deux groupes : espèces supportant les faibles salinités et espèces à préférence plus marine-polyhaline. Elles sont encadrées par des peuplements dulcicoles en amont et des peuplements néritiques à l'aval. La distribution dans l'espace n'est pas immuable ; elle dépend du débit fluvial. Ceci est particulièrement net pour les populations pélagiques dont le centre de distribution peut être déplacé de plusieurs dizaines de kilomètres suivant le débit.

Les variations temporelles sont bien évidemment sous la dépendance de la température qui détermine les cycles biologiques.

La particularité essentielle de l'estuaire de la Gironde est l'existence de très fortes turbidités qui s'étendent sur une grande distance. Cette masse turbide a une influence considérable sur le fonctionnement de l'écosystème : limitation de la lumière et donc de la production primaire, diminution de la concentration en oxygène dissous. Par ailleurs la production secondaire planctonique et benthique de l'estuaire semble reposer essentiellement sur la consommation de bactéries, de matière organique détritique et de microphytobenthos du fait de la faiblesse de la production primaire pélagique au sein du système. Les peuplements



Ile nouvelle vue depuis la Citadelle de Blaye



Blaye le soir par grande marée

benthiques présents dans les vasières latérales constituent un maillon essentiel des réseaux trophiques de l'estuaire. D'un point de vue biochimique et géochimique le nuage turbide est très stable. Il a été montré que le bouchon vaseux agit comme un filtre entre les apports continentaux et la mer. Etant donné sa masse considérable, le bouchon vaseux semble également se comporter comme un tampon permettant de réguler l'influence des apports. Il en résulte que les quelques espèces vivant dans la zone du maximum de turbidité sont en quelque sorte "protégées" contre les perturbations éventuelle du milieu.

En définitive, l'estuaire de la Gironde apparaît comme un écosystème "en bonne santé" sur le plan biologique. Trois facteurs essentiels conditionnent la vie des organismes : l'oxygène dissous, la salinité et la turbidité. La réflexion, en terme de gestion, devra s'effectuer en direction d'un impact possible sur ces trois facteurs des aménagements au sein de l'estuaire et de son bassin versant.

7 – PROSPECTIVE

7.1. Biologie

La microbiologie (au sens large = bactéries naturelles + protozoaires) a été très peu étudiée. Il s'agit probablement de la lacune la plus importante dans les études biologiques menées sur l'estuaire de la Gironde.

Les études à entreprendre devraient s'orienter suivant trois directions :

- meilleure connaissance des cycles de minéralisation, notamment du cycle de l'azote dont le déséquilibre peut être à l'origine d'eutrophisations ;
- approfondissement des connaissances concernant les réseaux trophiques, surtout au niveau des échelons trophiques inférieurs (bactéries, microalgues, protozoaires, micrométazoaires). Cette connaissance est indispensable en cas de présence d'un contaminant si l'on veut prévoir quelle voie de bioaccumulation ou de transformation est prépondérante ;
- établissement de séries chronologiques de longue durée portant sur des compartiments ou des espèces bien choisis, de façon à faire la part entre évolution naturelle et perturbation de l'environnement.

7.2. Espèces d'intérêt halieutique

En premier lieu, une analyse des fluctuations d'abondance de populations fortement liées au milieu estuarien devrait être entreprise en relation avec certains paramètres du milieu, pour la crevette blanche, le gobie, l'éperlan (diminution drastique entre 1981 et 1993 – comparaison avec d'autres estuaires d'Europe du Nord).

La réalisation d'un modèle de fonctionnement biologique de l'estuaire de la Gironde permettrait, par le suivi de quelques populations, de détecter des anomalies.

L'étude du déterminisme et des modalités de migration des amphihalins dans l'estuaire de la Gironde, et la réalisation d'un modèle de migration couplé à un modèle hydraulique (modèle réalisé, dans un premier stade, pour la civelle et adapté ensuite à la lamproie marine et à l'aloose vraie), devraient être développées.

Par ailleurs on devrait acquérir des connaissances scientifiques et techniques nécessaires à la restauration de la population ouest européenne d'esturgeon :

- dynamique de population – amélioration des connaissances écologiques,
- connaissance et caractérisation des habitats en vue de leur restauration,
- évaluation des captures accidentelles en vue de la régulation des pêches futures,
- production d'alevins en vue de repeuplement.

Il conviendrait aussi d'étudier la phase larvaire des lamproies marines et de rivières, et de cartographier leur aire de répartition à l'échelle du bassin versant.

Enfin la modélisation de la dynamique des populations d'alose vraie à l'échelle du bassin versant et l'étude d'un dispositif permettant le franchissement de petits obstacles par les flets, devraient être réalisées.

Sur un plan général, le suivi statistique et biologique des prélèvements par pêche professionnelle présenterait un intérêt à la fois scientifique et socioéconomique..

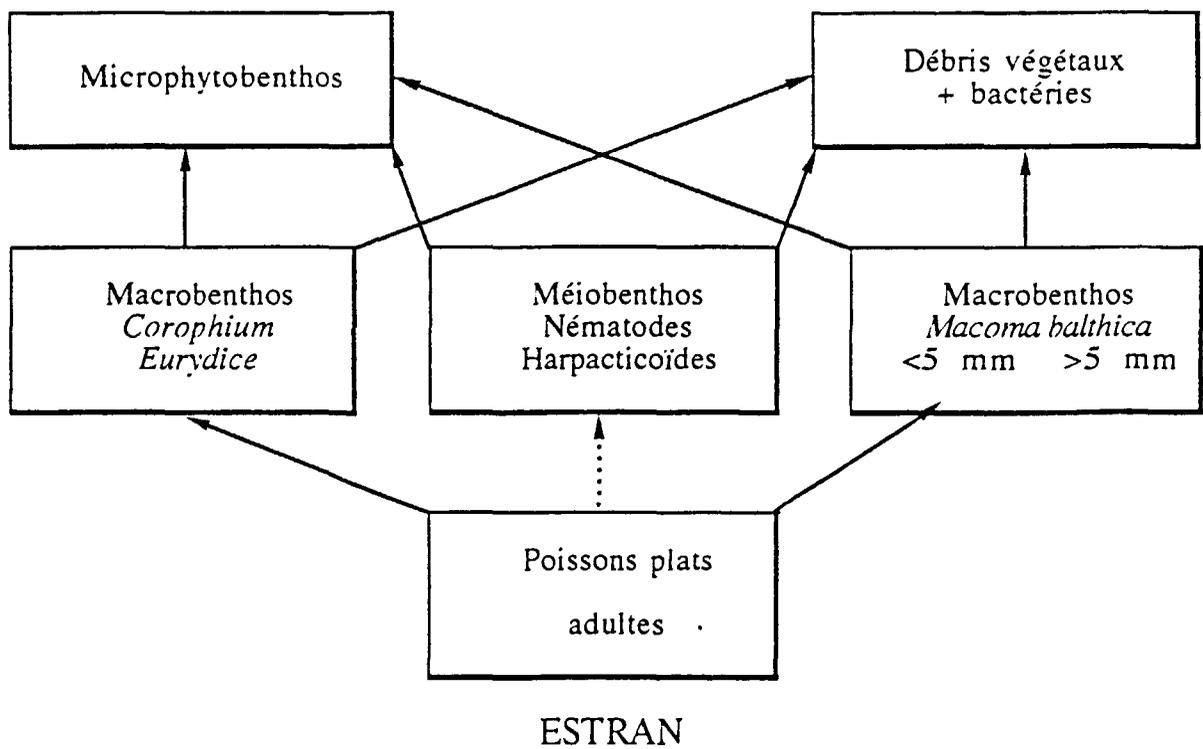
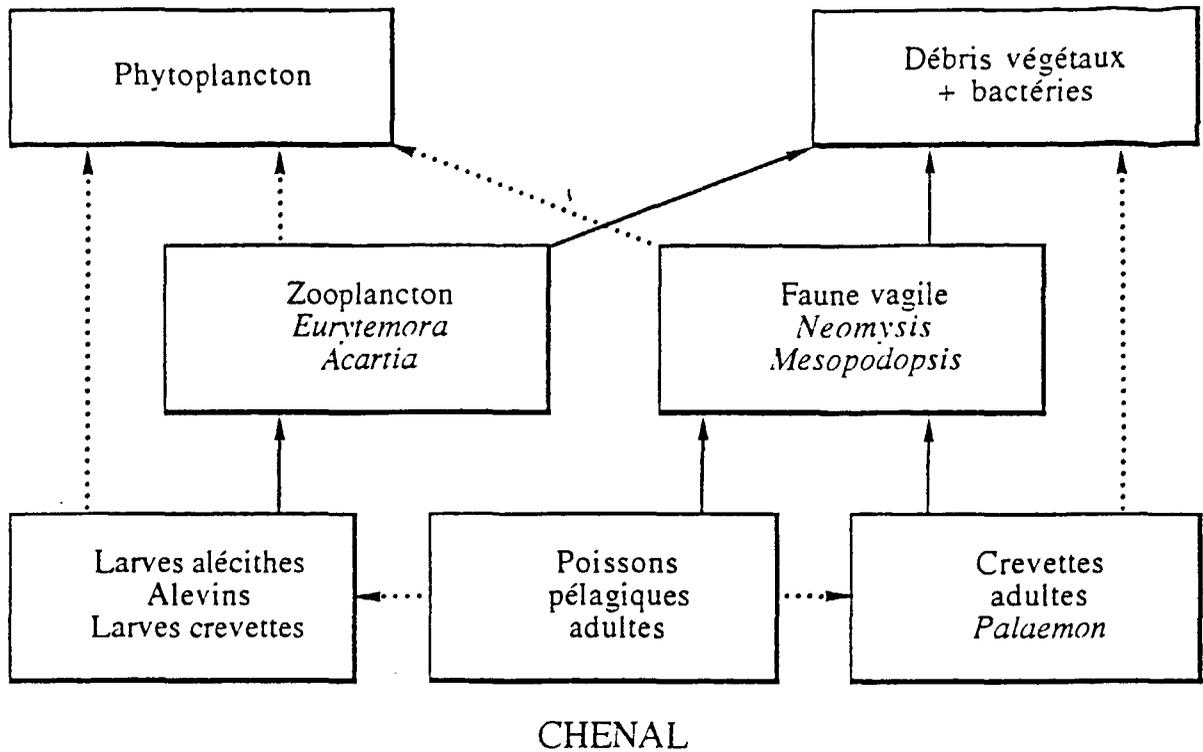


Fig. IV.1: Schéma simplifié des relations trophiques dans l'estuaire de la Gironde.
 (— nourriture préférentielle nourriture occasionnelle)

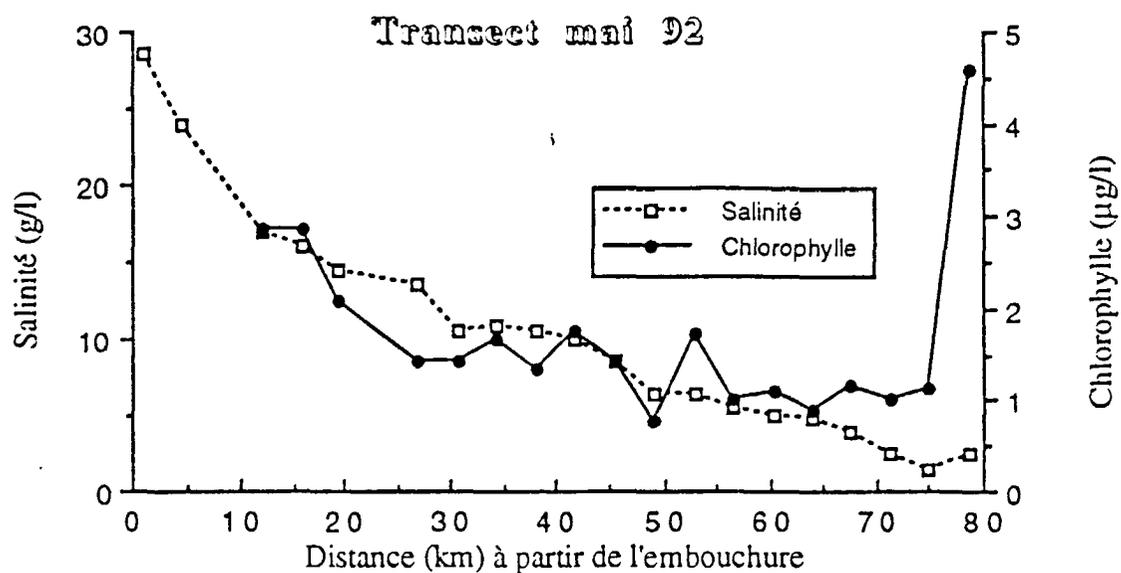


Fig. IV.2 : Evolution longitudinale de la chlorophylle et de la salinité au cours d'un transect effectué en mai 1992.

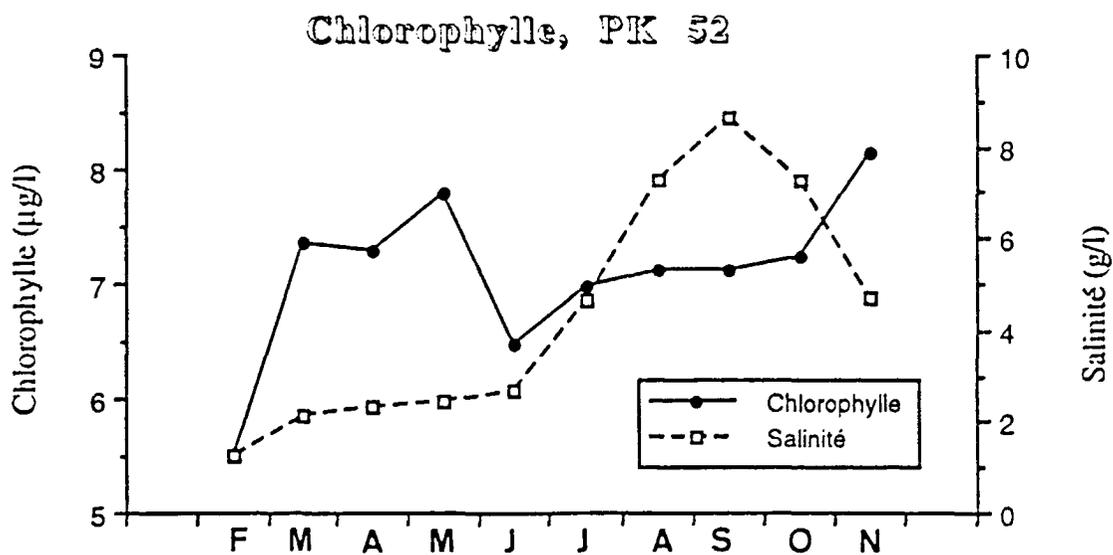
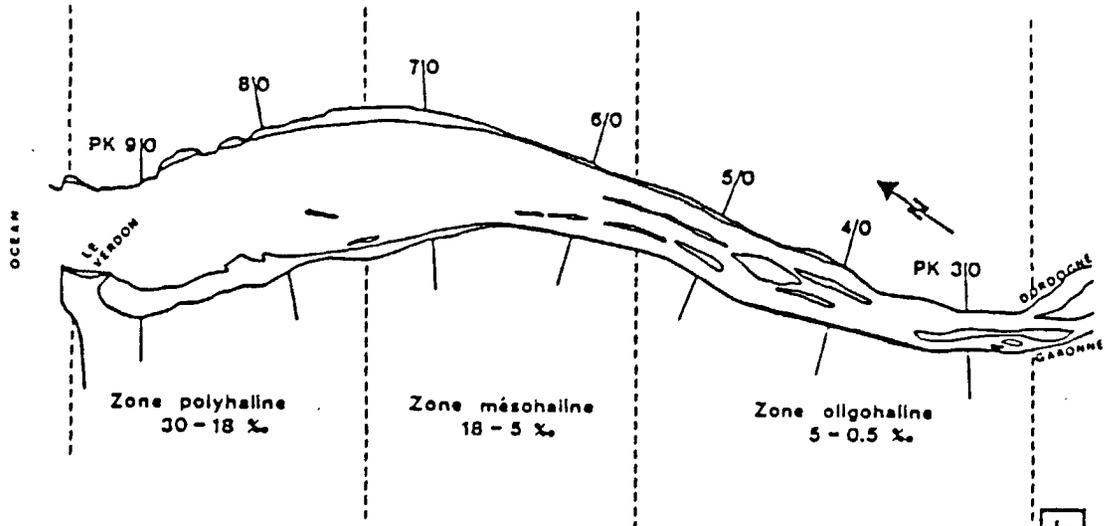
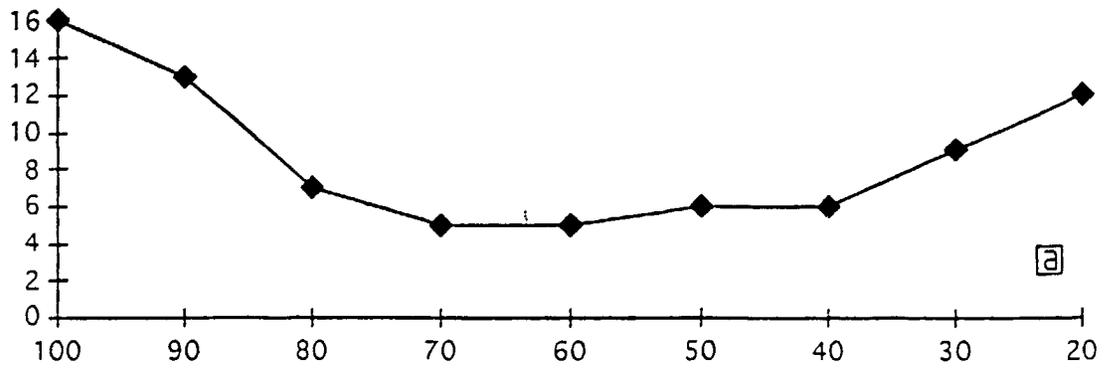


Fig. IV.3 : Variations temporelles de la chlorophylle et de la salinité dans la partie médiane de l'estuaire (moyenne 1978-1992).



Calanus helgolandicus
Pseudocalanus elongatus
Centropages typicus
Oithona nana

Paracalanus parvus
Euterpina acutifrons
Temora longicornis

Mesopodopsis slabberi
Acartia tonsa

Acartia bifilosa

Eurytemora affinis

Neomysis integer

Bosmina
Ceriodaphnia
Acanthocyclops
Eudiaptomus

Fig. IV.4: Rôle du gradient de salinité dans la répartition du zooplancton de l'estuaire de la Gironde : distribution longitudinale du nombre d'espèces (a) et des principales espèces (b).

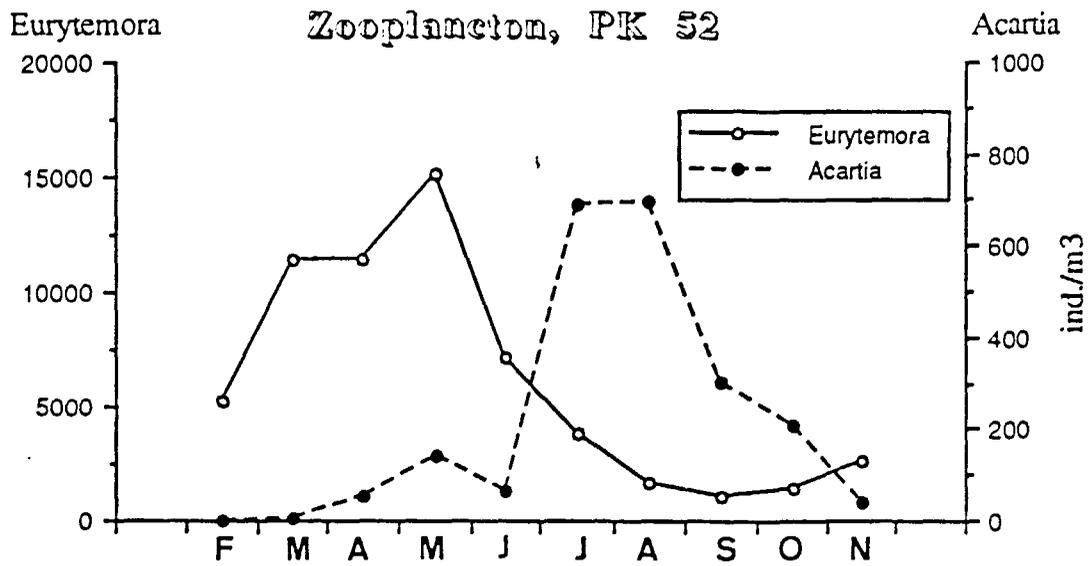


Fig. IV.5: Variations temporelles de l'abondance de deux espèces zooplanctoniques dominantes dans la partie médiane de l'estuaire : *Eurytemora affinis* (= *hirundoides*) et *Acartia biflosa* (moyennes 1978-1991).

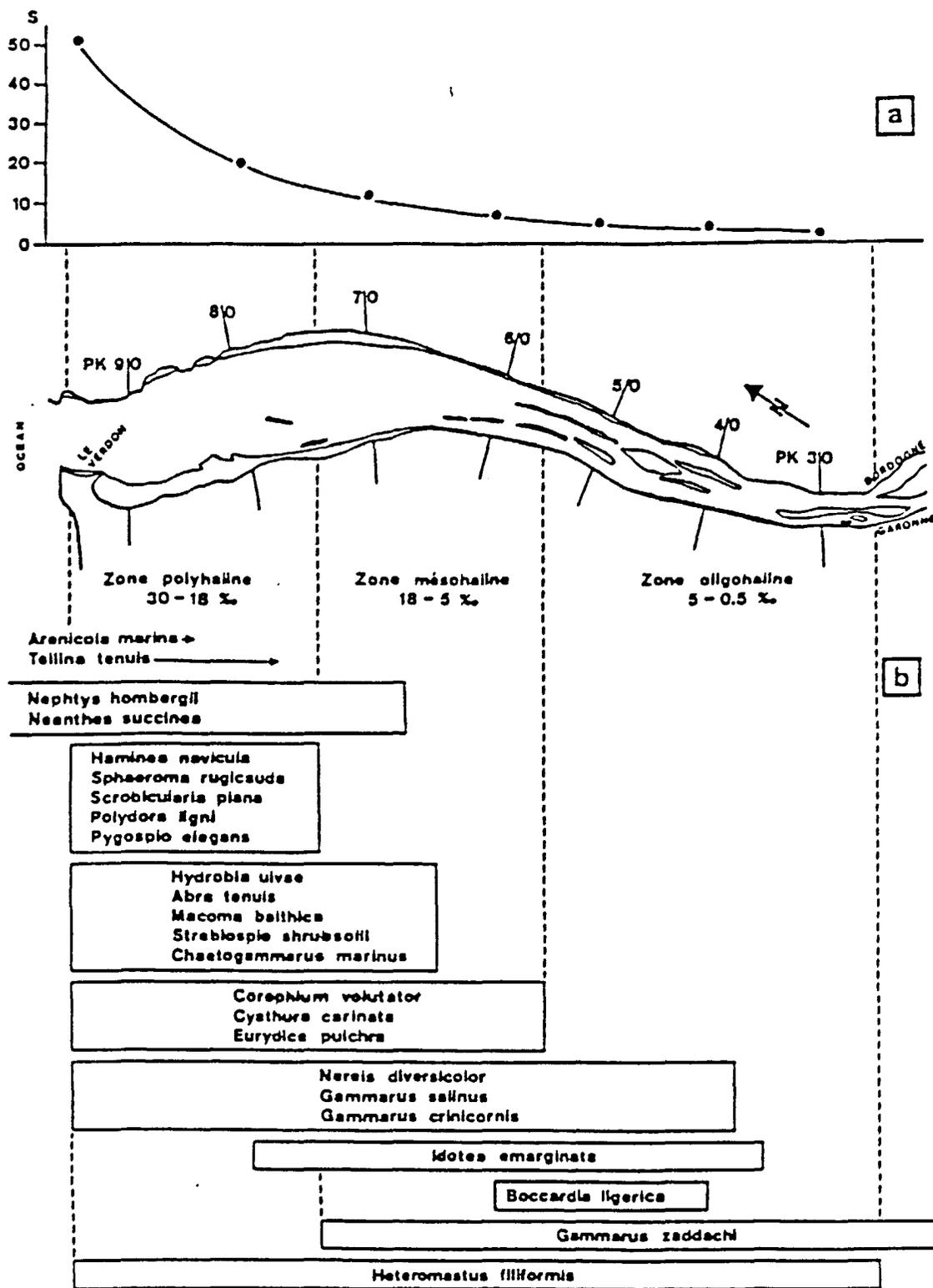


Fig. IV.6 : Rôle du gradient de salinité dans la répartition des peuplements benthiques de l'estuaire de la Gironde : distribution longitudinale du nombre total d'espèces (a) et des principales espèces (b).

Densités macrobenthos

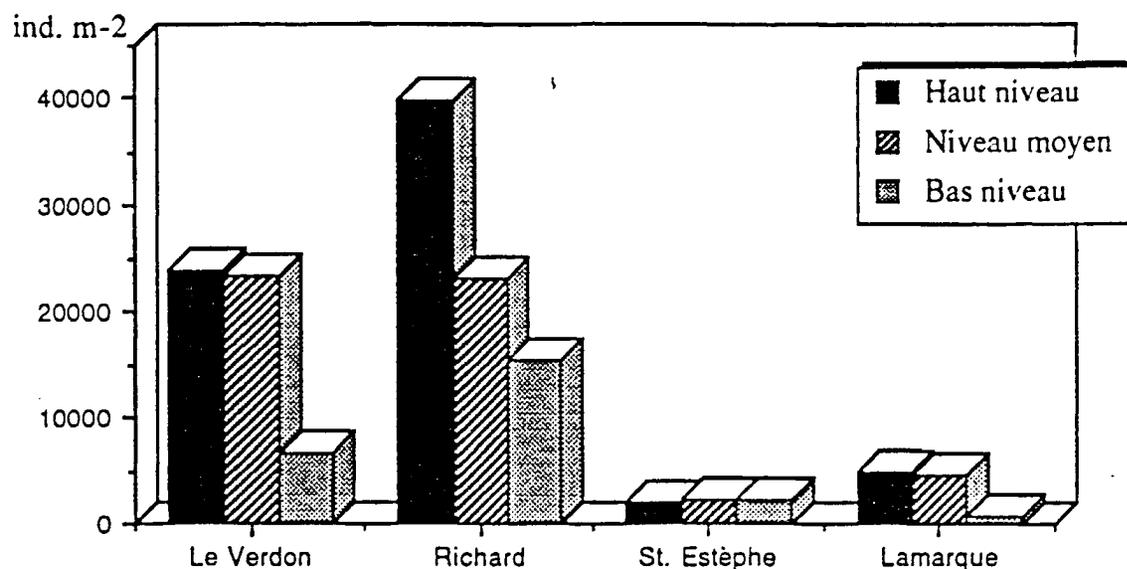


Fig. IV.7 : Distribution longitudinale de l'abondance du macrobenthos sur la rive gauche. Moyennes des prélèvements effectués en crue et en étiage à trois niveaux sur l'estran (années 1991-1992).

Biomasses macrobenthos

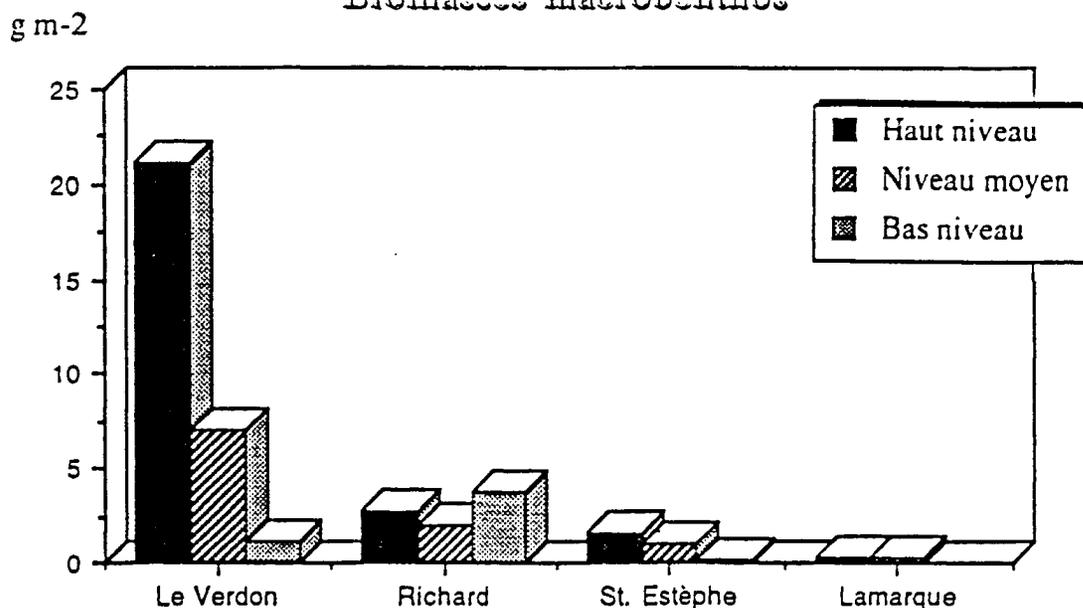


Fig. IV.8 : Distribution longitudinale de la biomasse du macrobenthos sur la rive gauche. Moyennes des prélèvements effectués en crue et en étiage à trois niveaux sur l'estran (années 1991-1992).

Chapitre V -

PECHE COMMERCIALE



Chap. V – PECHE COMMERCIALE

INTRODUCTION

Après une baisse due au premier conflit mondial, les effectifs de pêcheurs augmentèrent pour culminer aux environs de 500 dans les années 30, la pêche en Gironde devenant une affaire de spéculation grâce au caviar.

On comptait, dans le quartier de Bordeaux, plus de 200 inscrits maritimes en 1950. L'esturgeon demeurait le poisson roi (prix d'achat au pêcheur : 3500 F/kg en 1955). A partir des années 1960, l'esturgeon, surexploité, se raréfia et la production de caviar s'effondra (3,5 t en 1950 – 250 kg en 1963).

Les pêcheurs, pour subsister, durent trouver une espèce de substitution : ce fut la civelle. Mais, depuis 1984, la ressource a fortement baissé alors qu'elle intéresse un nombre important d'amateurs et de braconniers qui la commercialisent.

La pêche, dans l'estuaire de la Gironde, représente aujourd'hui une activité économique importante. La législation est complexe, certaines zones étant sous réglementation maritime, d'autres sous réglementation fluviale. Sur la Garonne et la Dordogne, d'anciennes réglementations sont encore en vigueur.

Certaines espèces sont strictement interdites de pêche (saumon, esturgeon ...), d'autres ont des périodes de pêche très précises, voire des heures de pêche. La taille minimale des poissons à pêcher est également réglementée de même que l'utilisation, la dimension et le nombre des engins de pêche. Enfin les pêcheurs professionnels doivent se voir accorder des licences pour exercer leur activité.

1 – ADMINISTRATION – REGLEMENTATION – ORGANISATION

1.1. Les limites administratives

- La zone sous réglementation maritime s'étend en Gironde de la Pointe de Grave au Bec d'Ambès (fig. V.1). La gestion et la police de la pêche sont assurées par les quartiers des Affaires Maritimes de Bordeaux et de Marennes.
- Les nouvelles zones mixtes sous réglementation fluviale vont jusqu'à Bordeaux pour la Garonne et Libourne pour la Dordogne et l'Isle. La gestion et la police de la pêche sont assurées par la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt de la Gironde dans le cas de la Garonne et par le Service Maritime et de la Navigation pour la Dordogne et l'Isle.
- Les anciennes zones mixtes permettent à l'administration de délivrer des licences jusqu'à Casseuil sur la Garonne, Castillon la Bataille sur la Dordogne et Laubardemont sur l'Isle.

1.2. La réglementation de la pêche maritime

Les catégories de pêcheurs présents sont :

- . les marins pêcheurs professionnels,
- . les plaisanciers maritimes en bateau,
- . les pêcheurs à pied maritimes,
- . les pêcheurs à pied fluviaux dans les étiers.

a) Le marin pêcheur est soumis à des règles d'exercice :

- . inscription au rôle d'équipage,
- . contrôle de la qualification professionnelle maritime,
- . délivrance et maintien du permis de mise en exploitation en fonction des critères tenant au navire et à son activité,
- . délivrance des titres de sécurité et leur contrôle annuel,
- . obligation de déclaration de captures.

La mise en exploitation des navires de pêche professionnels est soumise à un régime d'autorisation préalable.

La pêche est interdite (saumon, truite de mer, esturgeon) ou limitée à certaines périodes (pibale). Les poissons et crustacés pêchés doivent avoir une certaine taille (par exemple, 24 cm pour la sole, 38 cm pour le bar ...). Les engins de pêche sont également réglementés.

Sur le plan de l'organisation professionnelle, l'exercice de la pêche maritime dans les estuaires est soumis à la détention d'une licence de pêche. Des comités locaux de pêche maritime existent pour les quartiers de Bordeaux et de Marennes.

b) La pêche des plaisanciers maritimes est également réglementée. La liste et le nombre des engins de pêche autorisés à bord des navires de plaisance est définie de manière limitative.

1.3. La réglementation de la pêche fluviale

Les catégories de pêcheurs présents sont :

- . les professionnels en eau douce,
- . les marins-pêcheurs professionnels,
- . les inscrits maritimes voyageurs (en voie de disparition),
- . les amateurs aux filets et engins à pied et en bateau.

Tout pêcheur doit être membre d'une association et doit s'acquitter de la taxe parafiscale. Des arrêtés préfectoraux définissent les conditions de pêche (engins autorisés, captures, carnet de pêche, heures de pêche ...).

La pêche des espèces suivantes est interdite dans les eaux de première et deuxième catégorie :

- . grenouilles autres que vertes ou rousses,
- . esturgeon,
- . saumon,
- . truite de mer,
- . ombre commun,
- . anguille d'avalaison argentée,
- . écrevisses autres qu'américaines.

Les pêcheurs professionnels sont regroupés dans des associations agréées départementales ou interdépartementales.

2 – LES PECHEURS

En 1991, on recense 222 pêcheurs professionnels dont 115 marins pêcheurs, 104 professionnels en eau douce et 3 inscrits maritimes viagers*. Il y a une baisse des effectifs de 42 % par rapport à 1982. 60 % des professionnels en eau douce et 25 % des marins pêcheurs ont plusieurs activités. La seconde est le plus souvent agricole, en particulier viticole. La baisse des effectifs tend à limiter le phénomène de pluriactivité qui a largement contribué, jusqu'à présent, à la stabilité de la communauté des pêcheurs et à la permanence de l'activité, eu égard à la richesse biologique de l'estuaire.

L'analyse de la structure d'âge des deux populations de pêcheurs en 1982 et en 1989 montre qu'il y a un certain rajeunissement (fig. V.2 et V.3), la majorité des pêcheurs se situant entre 30 et 50 ans au lieu de 40–60 ans. Cependant l'entrée des jeunes de 20–30 ans dans la profession reste figée au même niveau faible.

3 – LA PÊCHE

3.1. Présentation générale

La pêche aux filets et engins sur le système fluvió-estuarien de la Gironde est une activité saisonnière, aléatoire, au caractère artisanal et individuel très marqué. Elle est traditionnellement axée sur les migrants.

Avec le déclin de la population d'esturgeon, la désaffection du mullet, la raréfaction du flet et des salmonidés, l'effort de pêche s'est reporté sur les aloses, les lamproies, l'anguille et les crevettes. De plus, la pêche des poissons de mer (maigre, bar, sole) s'est redéployée ces dernières années.

Les embarcations utilisées ont généralement une taille et une autonomie très modeste : yoles, plates, petits canots, chalutiers polyvalents de 10–12 m de long. Les sorties de pêche s'étalent sur une ou deux marées, sauf pour la civelle où quelques pêcheurs poussent le pibalour presque en continu pendant la saison de forte capturabilité. Les points d'accostage et de débarquement sont très nombreux et regroupent entre 2 et 10 navires ; l'estuaire maritime est bordé de petits ports auxquels on accède par des chenaux ; sur les fleuves on trouve le plus souvent des embarcadères de fortune. En pratique, le pêcheur n'est jamais très loin d'un abri et peut souvent pêcher près de chez lui.

Le calendrier de pêche de base pour la Gironde maritime et les zones mixtes de Garonne-Dordogne-Isle est présenté à la figure V.4. On note que le maigre et les autres espèces d'origine marine comme la sole et le bar ne sont logiquement présentes que pour la Gironde maritime. La lamproie fluviatile ne fait pas l'objet de pêche dirigée dans l'estuaire et celle-ci est limitée en zones mixtes. La pêche de la civelle commence plus tôt dans l'estuaire,

* quelques inscrits maritimes viagers qui avaient acquis des droits particuliers, avant le premier janvier 1928, exercent encore la pêche dans les zones mixtes "sans fermage ni licence".



Crevettiers à La Maréchale



Bateaux de pêche
(devant Blaye)

au contraire de la lamproie marine et de l'alose. La durée des saisons de pêche, variable pour chaque espèce selon les années, est globalement plus longue en estuaire pour l'anguille et la crevette, et plus courte pour la lamproie marine et l'alose.

La plupart des pêcheurs assidus suivent un calendrier de base avec en hiver-printemps : civelle, lamproie, alose et ensuite en été-automne, ils diversifient leur pêche selon leur équipement et les opportunités : anguille, crevette, mullet, flet ou maigre, bar, sole et autres poissons de mer. Quelques pêcheurs se consacrent toute l'année uniquement à la pêche de la crevette.

Les métiers de pêches* les plus importants du système fluvio-estuarien sont :

- . Grande Alose (filet tramail) ;
- . Lamproie marine (filet tramail – bourgne) ;
- . Anguille stade civelle (tamis à main – pibalour) ;
- . Anguille stade subadulte (nasse) ;
- . Crevettes (haveneau – nasse).

Les autres métiers pratiqués sont :

- . Grande Alose (baro) ;
- . Alose feinte (filet tramail – baro) ;
- . Lamproie marine (baro) ;
- . Anguille (ligne de fond) ;
- . Flet (filet tramail – haveneau) ;
- . Maigre, Bar, Sole, autres poissons de mer (filet tramail – filet maillant – ligne de fond).

Le métier peut être pratiqué sur l'ensemble du système fluvio-estuarien ou seulement dans certaines parties. Il concerne généralement une espèce cible, mais il est fréquent que des prises accessoires d'autres espèces d'intérêt halieutique ou non soient réalisées dans le même temps. Exemples : pêche de l'espèce cible, lamproie marine au filet tramail dérivant, avec captures accessoires d'alose, mullet ; pêche de l'espèce cible anguille, stade civelle au pibalour avec captures accessoires d'éperlan, de lamproie fluviatile, d'alevins et juvéniles de nombreuses espèces.

A partir de la composition des calendriers de pêche individuels et des espèces jugées prioritaires par la majorité des pêcheurs, on peut dire que l'anguille au stade civelle et la première espèce recherchée, suivie de près par la grande alose et la lamproie marine ; viennent ensuite l'anguille au stade sédentaire, la crevette et le mullet. Ces cinq espèces constituent actuellement la base de la pêche professionnelle. En 1982, les espèces les plus pêchées étaient dans l'ordre : la grande alose, l'anguille au stade civelle, la lamproie marine, l'anguille au stade sédentaire et ensuite le mullet et la fausse alose.

La pêche de la crevette, de l'anguille et des poissons de mer sont des spécialités de la Gironde maritime. La Garonne est plus le fleuve de la pêche de l'alose et la Dordogne le fleuve de la pêche de la lamproie marine. L'Isle, comme les parties amont de la zone mixte des fleuves Garonne et Dordogne, est plutôt le lieu de pose des nasses à anguilles et des bourgues à lamproies. Les carnassiers et toutes sortes de cyprinidés y sont aussi pêchés au filet fixe. Le tramail dérivant est devenu, après la quasi disparition de la senne (appelée ici

* Un métier peut être défini par une technique de pêche associée à un engin de capture permettant de rechercher un ou plusieurs stades biologiques d'une ou plusieurs espèces cibles.

tresson ou escave), le principal instrument de pêche de la région. On trouve encore quelques baros dans le haut de la zone mixte de la Garonne, qui capturent la lamproie fluviatile, l'alose feinte, le mulet.

Il y a une forte corrélation entre zone de résidence et lieu de pêche, mais de plus en plus de pêcheurs se déplacent : il y a des pêcheurs "grands migrants" qui partagent leur activité entre l'estuaire maritime, les zones mixtes et parfois la mer (marins-pêcheurs uniquement) et "petits migrants" qui pratiquent à partir de plusieurs ports sur une même berge de l'estuaire ou sur les deux (marins pêcheurs uniquement) ou qui passent d'un fleuve à l'autre en zone mixte (professionnels en eau douce et quelques marins-pêcheurs). Il résulte de cette situation, un morcellement extrême de la production et des modes de commercialisation très hétérogènes dans un même secteur ; la mise en marché est totalement inorganisée.

La pêche amateur fluviale se calque sur la pêche professionnelle au niveau des espèces cibles, des périodes, des filets et engins sauf qu'en ce qui concerne ces derniers, leur nombre et dimensions sont plus limités. La pêche de plaisance maritime s'exerce essentiellement l'été et utilise surtout des palangres ; filets, nasses, pibalours, haveneaux sont réservés au professionnels. Le carrelet, engin typiquement amateur, est très utilisé sur l'ensemble du système fluvio-estuarien de la Gironde ; il permet la capture de nombreuses espèces et son efficacité peut être augmentée par différentes techniques et adaptations du type positionnement en travers du courant pour la pêche de la crevette.

3.2. Les pratiques et les matériels de pêche

La force des courants, la nature et l'état du substrat délimitent des "lans de pêche", appellation locale des zones propices à l'utilisation du filet dérivant. Ces zones, antérieurement aux dragages intensifs et destructeurs qui ont sévi depuis les années 50 jusqu'aux années 80 en Dordogne et jusqu'à ces dernières années en Garonne, correspondaient à de larges plages de gravier où se pratiquait la pêche au tresson ou escave (nom local de la senne ; ce type de pêche a disparu dans les zones mixtes). Plusieurs d'entre elles constituaient semble-t-il, aussi, des frayères à esturgeon et à alose feinte (zones de concentration et de captures importantes de géniteurs, observations d'ébats nuptiaux par les pêcheurs).

Une cartographie de lans de pêche et des frayères à esturgeon a été réalisée en 1980 par le CEMAGREF à partir de sondages et diverses investigations de terrain sur la zone mixte de la Garonne et de la Dordogne. La figure V.5 illustre le phénomène de destruction des frayères à esturgeon.

Des lans de pêche existent aussi sur la Gironde maritime, mais compte tenu de son étendue et de l'importance des pêcheurs qui utilisent d'autres instruments que le filet dérivant, ils sont moins nettement identifiés. Signalons que l'emprise de la centrale nucléaire a condamné un de ces lans de pêche et qu'il est interdit de pêcher dans le chenal de navigation rive droite.

Parmi les principaux matériels de pêche utilisés en Gironde, on peut citer :

- le filet maillant pour l'alose et la lamproie,
- les bourgues pour la pêche des lamproies,
- les nasses à anguilles et à crevettes,
- les haveneaux à crevettes,
- le tamis et le pibalour pour la civelle.

3.3. La production et la commercialisation

Globalement, les stratégies de vente pour les principales espèces sont les suivantes : les lamproies marine et fluviatile, l'anguille sédentaire, les crevettes, le flet sont essentiellement vendus en direct ; les aloses vraies ou feintes passent en grande partie par les mareyeurs, mandataires et poissonniers. Maigres, bars, soles et autres poissons de mer sont livrés aux mareyeurs de Royan et de la côte Saintonge. La civelle est vendue uniquement sur le réseau spécialisé de ramasseurs et mareyeurs.

Certains pêcheurs transforment eux-mêmes le poisson : crevettes cuites aromatisées, anguilles vendues pelées vivantes (!), conserves d'alose vraie et de gatte, conserves de lamproie à la bordelaise.

Les conserveurs deviennent plus rares car les contrôles sanitaires sont fréquents. Les pêcheurs doivent se mettre aux normes et il en coûte environ 200 000 F d'installation. L'usine de Bègles qui achetait l'alose feinte et traitait la chair et les oeufs a fermé.

Il y a des difficultés d'écoulement des espèces telles que cyprinidés, mullet, mais aussi alose vraie et alose feinte, crevette. L'alose, fort beau poisson, est bradé par moment, à cause des débarquements trop importants ; il y a un problème de fraîcheur du produit, bien que les 3/4 des professionnels soient équipés en moyens de stockage et la moitié en moyens de transport.

La production girondine de poissons migrateurs amphihalins et de crevettes d'estuaire est la plus importante de France au niveau régional. La production de l'ensemble du système fluvio-estuarien de la Gironde atteint une valeur de 40 à 45 Millions de Francs ; elle rivalise avec les valeurs des débarquements des ports d'Arcachon et de Royan.

Elle représente 1/5e de la valeur de la production totale des pêches des eaux intérieures françaises qui avoisine les 240 MF qui se répartissent de la façon suivante :

- lagunes méditerranéennes : 60 MF (marins-pêcheurs) ;
- estuaires maritimes : 100 MF (marins-pêcheurs) ;
- fleuves et lacs : 80 MF (60 MF professionnels eau douce et 20 MF marins-pêcheurs).

Les tableaux V.1 et V.2 présentent l'évolution des productions en tonnage et en valeur des principales espèces du système fluvio-estuarien de la Gironde de 1978 à 1990. Ces productions sont évaluées à partir du suivi statistique des captures effectué par le CEMAGREF. On observe une baisse continue des apports depuis 1978 imputable essentiellement aux captures d'anguilles (civelle et subadulte) ; la diminution du tonnage d'aloses en 1990 est due au fait que le poids moyen des individus était incomparablement faible cette année-là.

La valeur de ces apports se maintient à cause des prix de vente de la civelle. Pour les autres espèces, les prix moyens n'ont guère varié depuis plusieurs années ; ils sont restés bas pour l'alose à cause de la chute systématique des cours en milieu de saison et ont légèrement augmenté pour la lamproie. La baisse des apports peut être mise en relation avec la diminution progressive et importante des effectifs de pêcheurs professionnels constatée depuis 1982, à laquelle correspond, théoriquement, une diminution de l'effort de pêche global total.

Année Espèces	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Alose vraie	500	638	840	826	863	1096	615	620	583	628	1007	762	487.2
Lamproie marine	74	93	96	98	112	83	105	77	83	108	107	124	90.2
Anguille (civelle)	190	304	387	318	138	82	81	64.5	45.2	69.8	31.9	51	36.8
Anguille subadulte	400	471	337	336	291	148	267	276	285	229	206	107	78.5
Crevettes	65	72	72	92	92	92	100	100	100	70	68	56	50
Alose feinte	127	192	146	?	?	?	?	60	187	84	75		
Mulets	?	320	320	?	?	?	120	88	69	64	86	150	150
Autres espèces	200	50	50	500*	500*	500*	400*	399*	88	90	?		
TOTAL	1556	2156	2268	2170	1996	2000	1692	1668	1441	1344	1582	1250	893

* valeurs très nettement surestimées

Tableau n°V.1 : Evolution des productions dans le système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne entre 1978 et 1990 (en tonnes).

Année Espèces	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Alose vraie	7.6	9.6	12.6	14	14.7	16.4	12.3	12.4	11.7	9.4	15.1	9.9	6.3
Lamproie marine	3.7	6.5	6.7	7.4	8.4	6.3	9.5	7.1	7.9	10.5	10.7	12.4	9
Anguille (civelle)	5.7	12	17.4	23.8	12.4	8	9.8	7.8	8.6	15.4	7	22.3	16.2
Anguille subadulte	8	9.4	6.7	8.4	7.3	4.4	8.5	9.6	10	9.2	10.3	5.2	3.9
Crevettes	2	2.2	2.2	2.7	2.7	2.8	3	3	3.7	2.4	2.7	2.8	2.5
Alose feinte	1	1.5	1.2	?	?	?	?	0.3	0.9	0.2	0.4		
Mulets	?	1.3	1.3	?	?	?	0.8	0.6	0.5	0.3	0.4	2	2.2
Autres espèces	2	1	1	5*	5*	5*	4*	4.1*	5.3	2.7	?		
TOTAL	30	45.5	50.3	61.3	50.5	42.9	48.1	45	48.6	50.1	46.6	52.6	40.1

* valeurs très nettement surestimées

Tableau n° V.2 : Evolution des productions dans le système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne entre 1978 et 1990 (en millions de francs).

Mais certains pêcheurs professionnels ont changé leur stratégie de pêche et leur puissance de pêche s'est parfois modifiée. Pour la pêche de la civelle par exemple, les pêcheurs au tamis se déplacent davantage dans le haut des zones mixtes et se regroupent là où la civelle "lève" ; certains pêcheurs au pibalour, en estuaire, ont diminué le tirant d'eau et augmenté la puissance de leur moteur, la surface des pibalours, le nombre et la durée des sorties de pêche. Pour la pêche de la crevette, certains bateaux armés au haveneau se déplacent systématiquement dans tout l'estuaire. Certains pêcheurs ont augmenté leur nombre de nasses, de bourgues, la longueur et la hauteur de leurs filets ...

On manque d'éléments pour se prononcer sur l'évolution de l'effort de pêche des amateurs. Mais il semble que l'effort global de cette catégorie de pêcheurs pour les métiers "pêche de la lamproie et de l'alose au filet", "pêche de l'anguille et de la lamproie aux nasses" et "pêche de la civelle au tamis" en zone mixte diminue moins vite que celui des professionnels ; celui des braconniers aurait même plutôt tendance à augmenter.

Au total, on peut considérer que l'effort de pêche global total est stationnaire, le départ des uns étant probablement compensé par l'augmentation de la puissance de pêche des autres. Ainsi, la baisse des apports serait donc liée à l'état des stocks.



Port de Goulée



Port de St Seurin d'Uzet

Le suivi statistique des captures montre au travers du calcul et de l'interprétation des Captures Par Unité d'Effort de pêche, que la tendance des stocks est à la baisse pour l'anguille tous stades confondus et la crevette blanche.

Un diagnostic sûr ne pourrait être avancé qu'avec des connaissances biologiques supplémentaires, mais l'exemple de l'esturgeon doit nous inciter à une grande vigilance, faute d'actions de gestion variable. Gestion de la pêche, certes, mais aussi gestion des autres impacts et du milieu car la pêche, systématiquement visée, ne représente peut être, dans les eaux intérieures, que la partie visible de l'iceberg sur lequel buttent les espèces migratrices.

CONCLUSION

La pêche, dans le système fluvio-estuarien de la Gironde, apparaît comme une activité en crise ou, tout au moins, en difficulté.

Certaines espèces sont toujours en déclin alors que la pêche est interdite : l'esturgeon, les salmonidés ...

Certains stocks sont en baisse [anguille (civelle et adulte), crevette blanche, divers ...] malgré un effort de pêche apparemment stationnaire, l'augmentation de la puissance de pêche compensant la baisse des effectifs. Globalement, les tonnages pêchés sont passés de 2000 t dans les années 80 à 1000 t dans les années 90.

Les raisons de cette crise sont diverses :

- une production très morcelée, des modes de commercialisation hétérogènes, un marché inorganisé ;
- un non respect de la réglementation, du reste différente dans le domaine maritime et fluvial (dates de pêche ...) et un manque de contrôle et de répression dissuasifs, pêches sans permis, en dehors des heures autorisées, inadaptation de la réglementation pour sanctionner les fraudes, manque de moyens de contrôle, importance économique des enjeux : "la pêche de la civelle relève plus aujourd'hui du banditisme que de la banale infraction de pêche" ...

PROPOSITIONS POUR TENTER DE REDUIRE CETTE CRISE DE LA PÊCHE

1) Créer une cellule de contrôle départementale pour :

- . s'opposer au braconnage (en particulier l'esturgeon),
- . contrôler la pêche de plaisance,
- . contrôler l'entrée des gros bateaux de pêche dans le bas estuaire,
- . contrôler la mise en conformité des instruments de pêche avec les règlements.

2) Compléter la réglementation :

- . taille légale de capture pour la crevette,
l'anguille,
le flet,
le maigre,
- . engins de pêche permis : caractéristiques, nombre maximal autorisé (pour les nasses, par exemple).

- 3) Améliorer la collecte des statistiques de pêche, simplifier la collecte des informations et les utiliser pour définir les quotas de licence, en particulier en zone mixte, et obtenir une bonne connaissance de la dynamique des principales espèces. A terme, on se propose de modéliser l'évolution des stocks.

Un projet national de "suivi statistique des pêches aux filets et aux engins" est en cours d'analyse au Ministère de l'Environnement. Il prévoit, en relation avec les futures commissions de structure de la pêche fluviale, la mise en place d'un certain nombre d'outils de gestion. Ces outils pourraient être mis au point et testés prioritairement en Gironde.

- 4) Mettre en place un appui technique de l'interprofession maritime et fluviale :

- . valorisation – transformation des produits,
- . création de structures de commercialisation,
- . restauration des espèces (anguille, esturgeon),
- . information sur les actions de l'administration,
- . formation à l'économie des entreprises de pêche.

- 5) Aménager les conditions de pêche :

- . accessibilité à des ports pour les bateaux de pêche,
- . entretien des cales et des berges,
- . restauration de certains lacs, de certaines frayères,
- . balisage des bancs.

- 6) Etablir un diagnostic scientifique sur l'état "biologique" de l'estuaire de la Gironde et prendre des mesures pour restaurer la qualité biotique du milieu.

En effet, dans des zones où la dégradation de l'environnement atteint des niveaux importants, la seule régulation de l'exploitation ne suffit pas. Le gestionnaire doit essayer, avant tout, d'accroître la capacité biotique du milieu en prenant un ensemble de mesures visant à permettre le libre accès des géniteurs aux frayères et à augmenter la qualité de celles-ci.

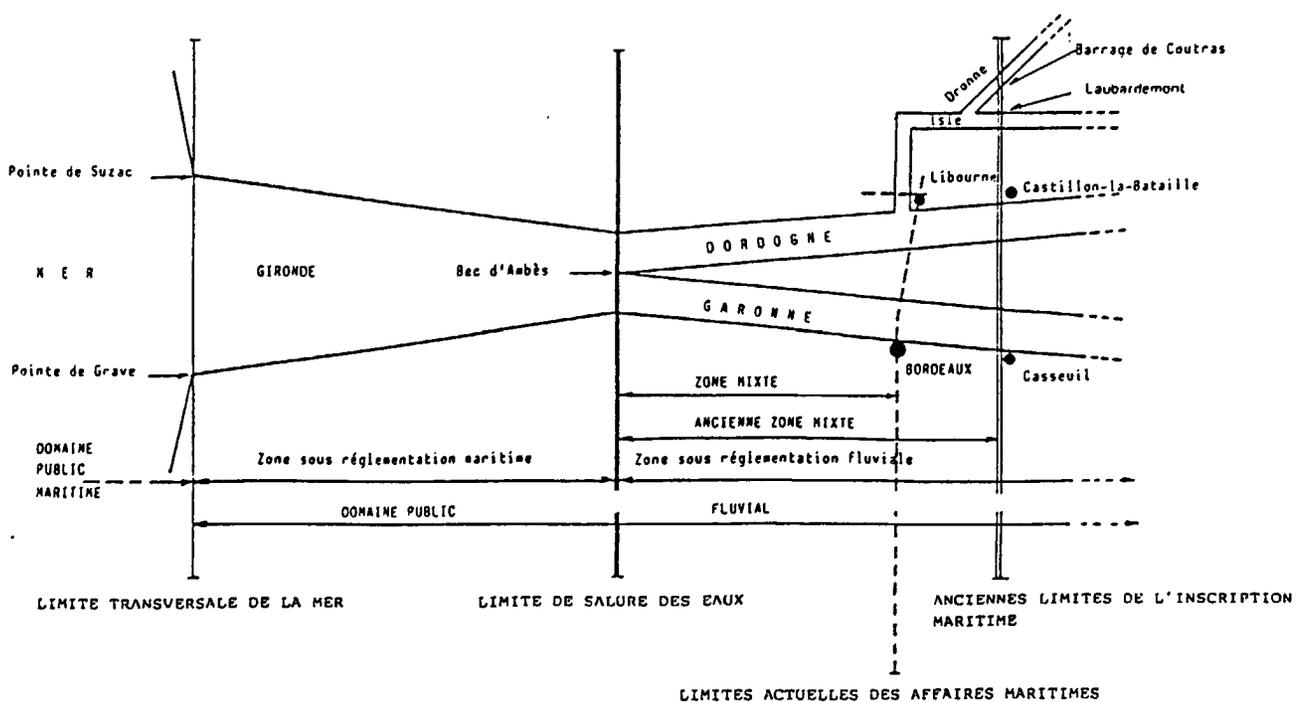
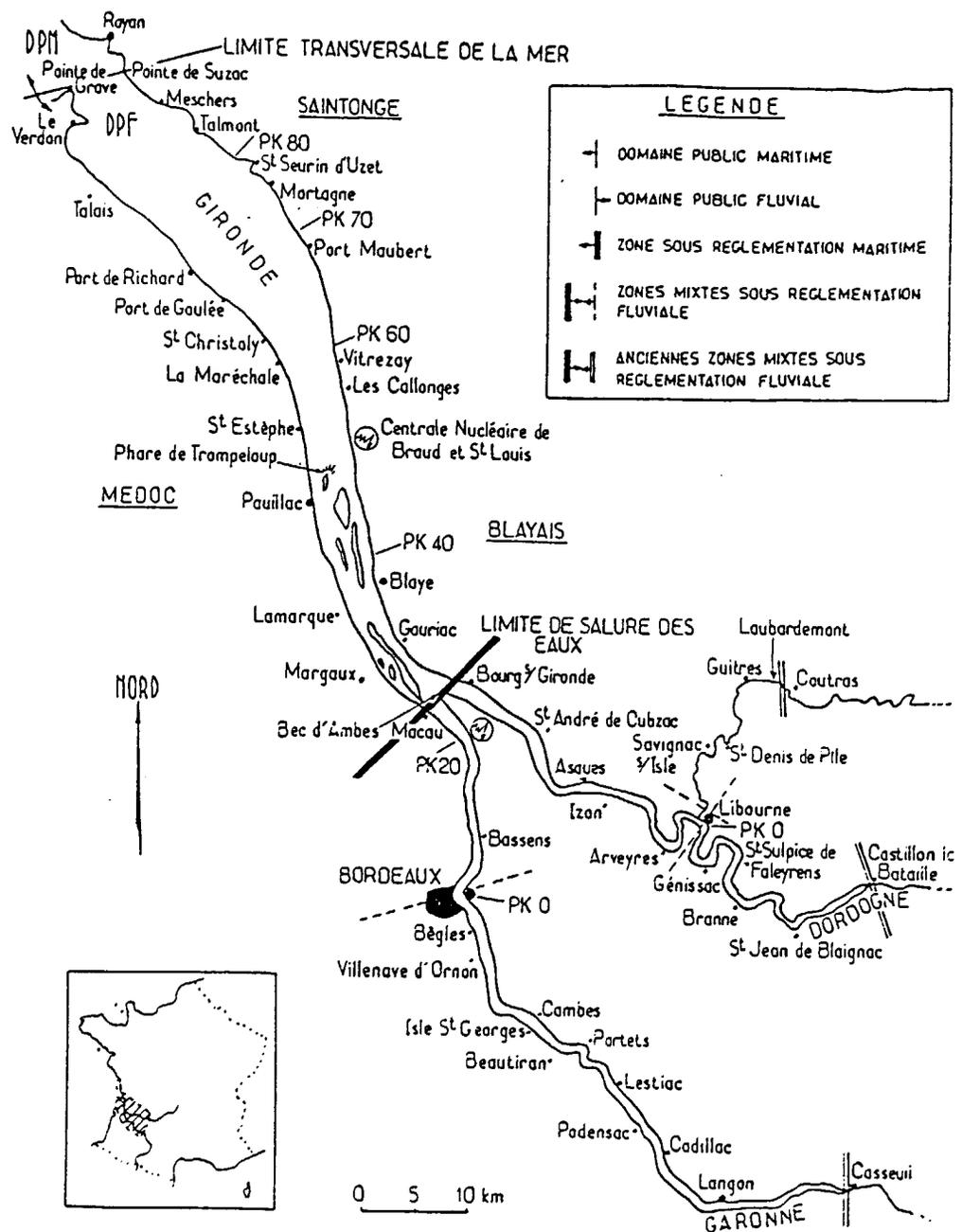


Fig. V.1 : Carte administrative du système fluviio-estuarien de la Gironde.

Fig V.2 : Repartition des marins-pecheurs professionnels par classes d'âge en 1982 et 1989

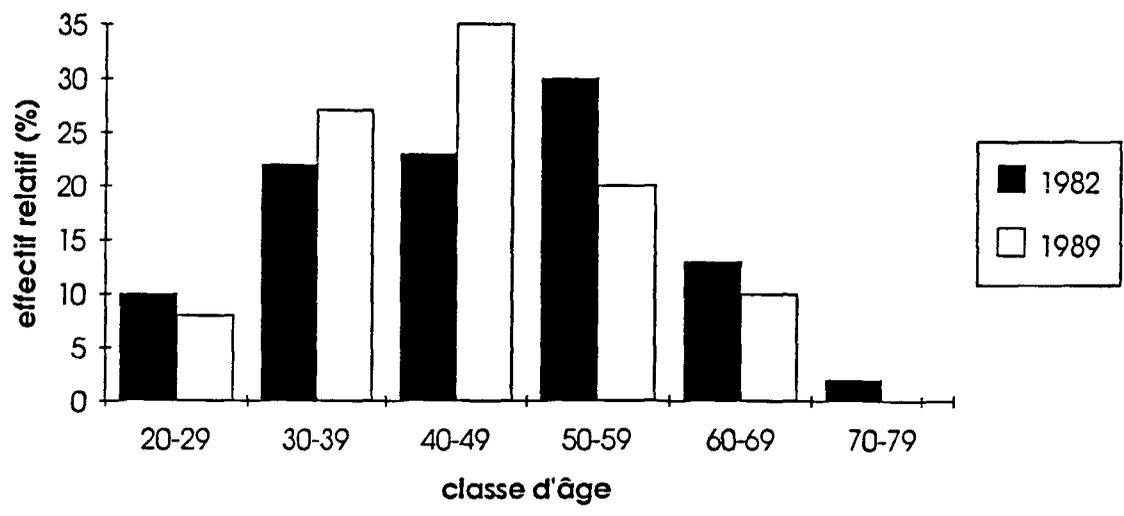


Fig V.3: Repartition des pecheurs professionnels en eau douce par classes d'âge en 1982 et 1989

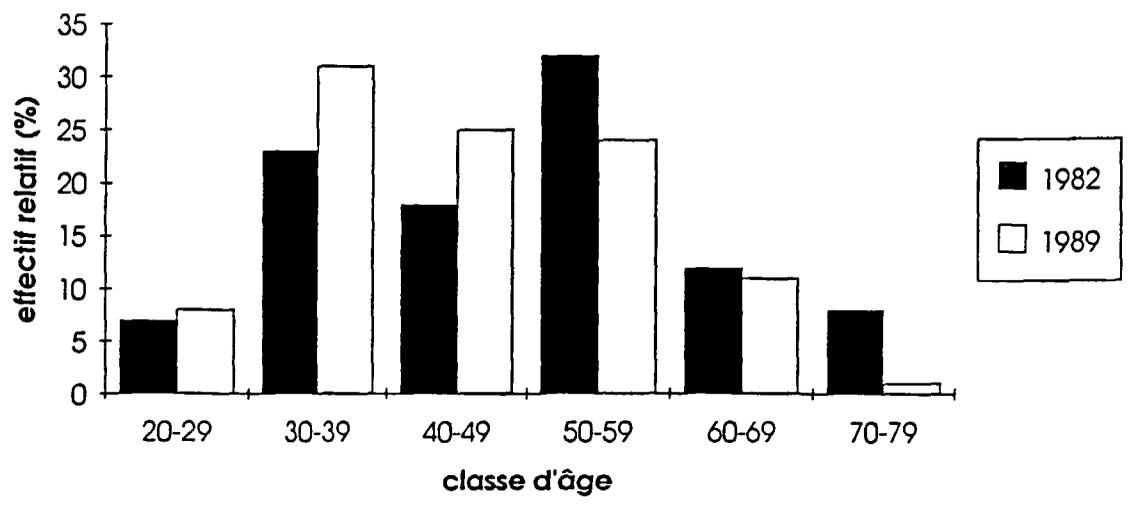
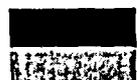


Fig. V.4 : CALENDRIER DE PÊCHE DE BASE DE LA GIRONDE ET DE LA ZONE MIXTE DE GARONNE-DORDOGNE-ISLE

ESPECES		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CIVELLE	E												
	ZM												
ANGUILLE	E												
	ZM												
ALOSE VRAIE	E												
	ZM												
ALOSE FEINTE	E												
	ZM												
LAMPROIE MARINE	E												
	ZM												
LAMPROIE FLUVIATILE	E												
	ZM												
MULET	E												
	ZM												
FLET	E												
	ZM												
CREVETTE	E												
	ZM												
MAIGRE.BAR.SOLE	E												
	ZM												



Période de forte production

Période de production plus limitée, début et fin de saison

E = Gironde maritime

ZM = Zone mixte fluviale Garonne-Dordogne-Isle

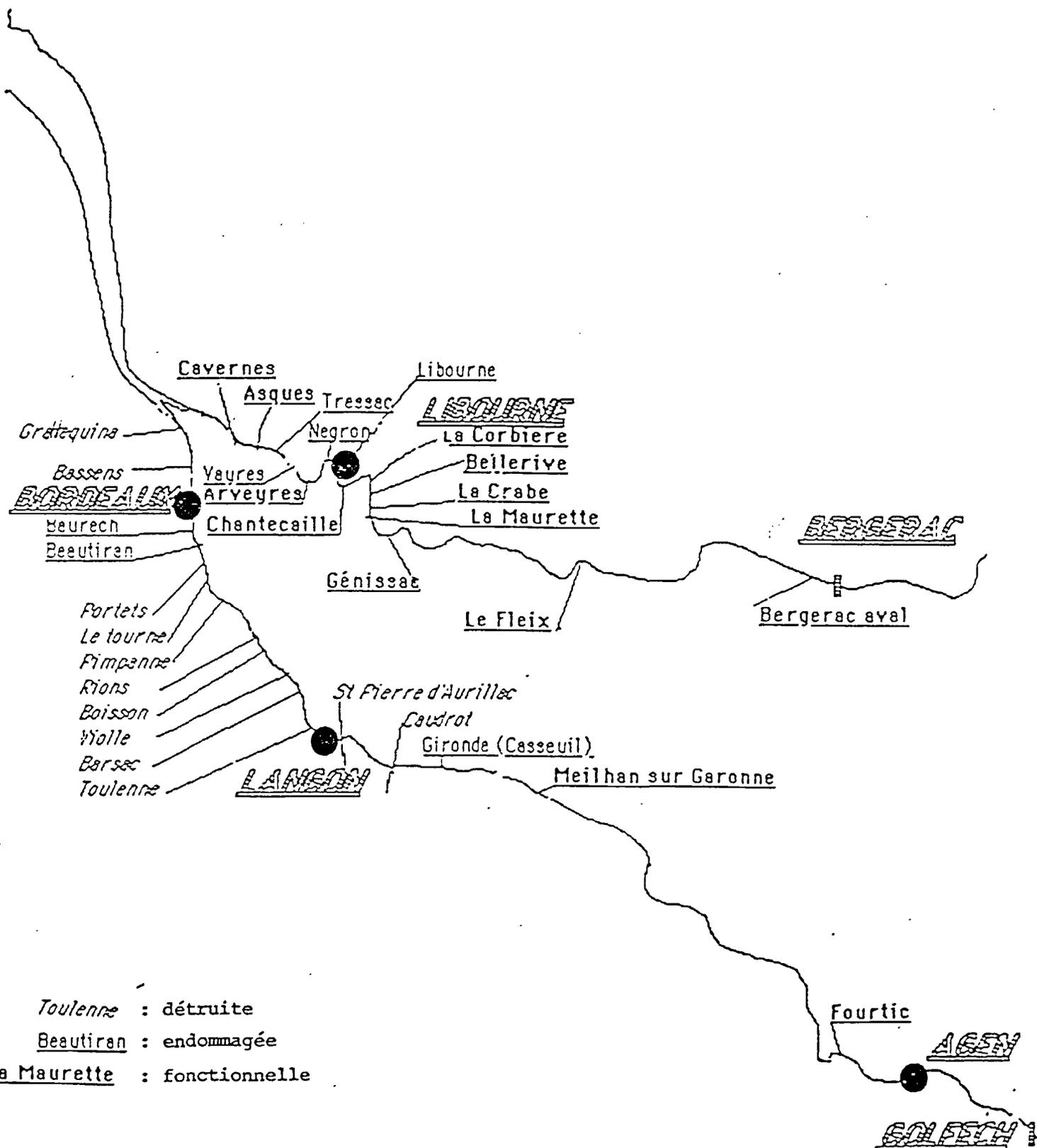
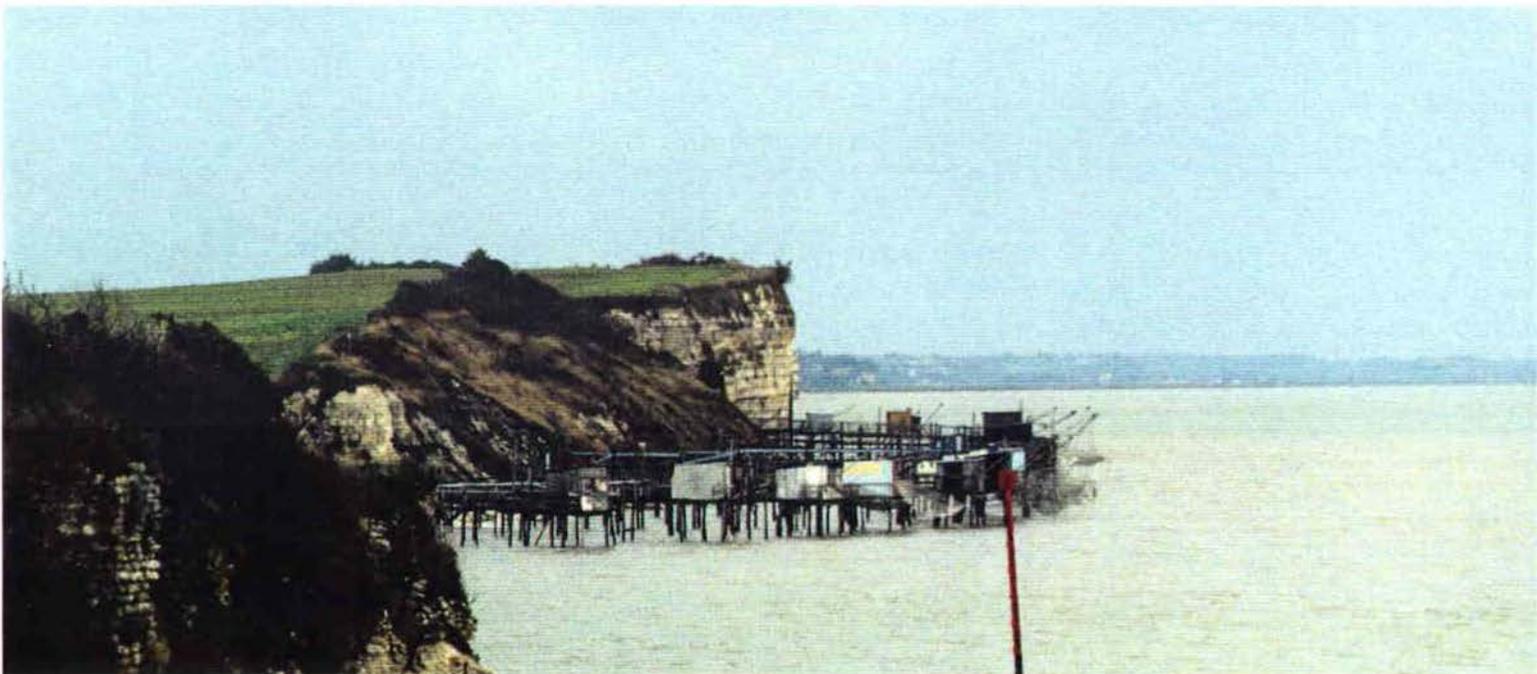


Fig. V.5 : Frayères à esturgeons, recensement 1980.

Chapitre VI -

GEOLOGIE DE L'ESTUAIRE AQUIFERES ASSOCIES



Chap. VI – GEOLOGIE DE L'ESTUAIRE AQUIFERES ASSOCIES

INTRODUCTION

L'aquifère des sables et calcaires de l'éocène est la principale ressource en eau potable du département de la Gironde. 60 millions de m³ par an y sont pompés par forages.

Cette ressource est-elle menacée ? Y a-t-il risque de contamination par les eaux de la Gironde ? Les dragages dans l'estuaire, en supprimant la couche imperméable de surface, peuvent-ils favoriser les échanges entre l'estuaire et la nappe de l'éocène ?

1 – LE CADRE GEOLOGIQUE

Au cours de la période anté-flandrienne et principalement lors des épisodes de glaciations et de réchauffements du Quaternaire, les Garonne et Dordogne "primitives" creusent leur lit dans le substratum tertiaire.

Des alternances de creusements profonds et de mises en place de terrasses étagées, subhorizontales ont lieu lors des glaciations et réchauffements des GÜNZ-MINDEL-RISS-WÜRM.

Les épisodes torrentiels déposent des sables, graviers et galets grossiers provenant des stocks amont (Massif Central et Pyrénées) accompagnés de lignites dus aux destructions des forêts. Les périodes calmes accumulent des tourbes et argiles à végétaux.

Conjointement à la baisse du niveau marin, les fleuves et affluents creusent leurs lits créant des hautes, moyennes et basses terrasses.

Au cours de la période flandrienne (fig. VI.1)

- . 20 000 ans B.P., le niveau marin est vers – 100 m. Le creusement de l'estuaire a mis à nu le substratum tertiaire. Les terrasses anciennes sont très entaillées, le **comblement** de l'estuaire débute ;

- . de – 20 000 à – 6 000 ans, le niveau marin remonte de – 100 m à – 15 m ; de grandes épaisseurs de sables, graviers et galets sont déposées dans la totalité de l'estuaire puis des sables fins et des argiles en bourrelets alluviaux ;

- . de – 6 000 à nos jours, le niveau passe de – 15 m à la topographie actuelle. L'estuaire, qui est très largement ouvert, est envahi par de volumineuses quantités d'eaux plus salées que celles actuelles. Elles pénètrent et stagnent, car les taux de sédimentation de vases à végétaux, de sables coquilliers vers l'aval, sont insuffisants. Les dépôts estuariens antérieurs sont pollués par des eaux salées, qui sont retrouvées de nos jours lorsque des lessivages par des eaux douces continentales n'ont pu se faire.

Les hautes terrasses sont perchées et sans liaison avec l'estuaire. Certaines terrasses basses peuvent être en contact avec les eaux de l'estuaire. Elles permettent des échanges d'eaux de qualités différentes.

Géologie du substratum

Quatre coupes géologiques perpendiculaires à l'estuaire et s'étendant de Royan à Langon et deux coupes parallèles à l'estuaire permettent de dresser une carte géologique simplifiée de la Gironde (fig. VI.2) ainsi que celle du substratum (fig. VI.3).

Cette carte montre l'importance des sables et calcaires de l'éocène dans le complexe estuarien Gironde/Dordogne/Garonne, une fois la couverture plio-quaternaire décapée. On peut constater, en particulier, que les calcaires de l'éocène supérieur et moyen affleurent en de nombreux pointements le long d'une bande qui va du phare de Cordouan à La Réole, le long de la partie occidentale de l'estuaire, des vallées de la Garonne et de la Dordogne.

Les coupes géologiques I à V (fig. VI.2), réalisées perpendiculairement à l'axe d'écoulement du système estuarien, illustrent les plongements des couches du nord-est vers le sud-ouest dus à la présence du dôme anticlinal de Jonzac. Ce dernier fait remonter en surface les couches profondes formant l'ossature régionale. Ces diverses coupes géologiques permettent de mettre en évidence les contacts entre formations perméables et eaux estuariennes.

Les formations géologiques concernées sont :

- **pour le domaine marin de l'estuaire**
 - . les calcaires du crétacé supérieur,
 - . les calcaires de l'éocène moyen et supérieur (fond et rive gauche de l'estuaire en particulier)
- **pour le domaine estuarien**
 - . les sables de l'éocène moyen (fond et rive droite)
 - . les calcaires de l'éocène moyen (fond et rive gauche).

Les risques de contamination potentielle des aquifères profonds par des eaux saumâtres existent principalement dans ces deux domaines.

2 – PIEZOMETRIE DE L'AQUIFERE EOCENE (Figure VI.4)

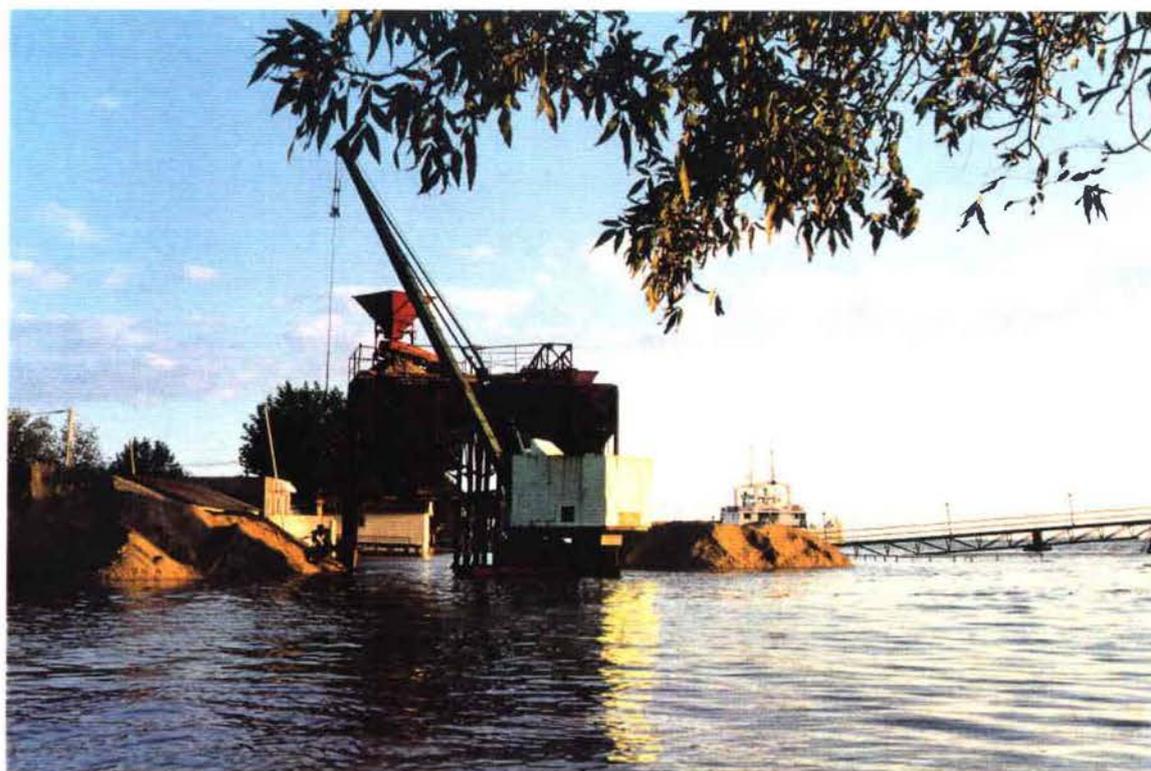
L'aquifère des sables et calcaires de l'éocène fournit 60 millions de m³ par an d'eau potable. Les prélèvements dont les historiques sont connus (fig. VI.5) ont provoqué d'importants abaissements de la pression. Dans le sous-sol bordelais, les forages, autrefois artésiens jaillissants, ont des niveaux situés à - 35 m par rapport au fleuve.

Dans la région du Verdon, la nappe est en équilibre avec les eaux océaniques. Elle est salée. Dans les zones d'affleurement des calcaires et des sables éocènes en fond d'estuaire, la pression de la nappe n'est pas connue avec certitude. Il est supposé que celle-ci est comprise entre + 1 et + 2,5 NGF. Les travaux d'extraction des vases pour la navigation peuvent mettre à nu les sables et les calcaires de l'éocène.

Entre Blaye et le Bec d'Ambès, la nappe est captive et la pression est de l'ordre de + 2,5 NGF. Cette "charge hydraulique" provoque une contre-pression entre la zone marine d'affleurement et l'important creux piézométrique bordelais. Elle interdit aux eaux de l'estuaire de pénétrer dans la nappe et de progresser. Si cette surcharge est détruite par pompage, une pollution



**Falaise, mur de soutènement
Talmont**



**Port aux Graves (sables)
*(au fond le bac Lamarque-Blaye)***

difficilement réversible envahira la principale ressource en eau potable du département qui ne sera plus potable dans le sous-sol bordelais. On notera le déplacement vers le sud-est (fig. VI.5) des pompages, au cours des deux dernières décennies.

Aussi, depuis trente ans, un décret-loi de protection des nappes a été mis en place en Gironde. Le Conseil Général de la Gironde avec l'appui du Ministère de l'Industrie, gère avec le Service Régional Aquitaine du B.R.G.M. les aquifères profonds.

3 – CONCLUSION ET PROPOSITIONS

L'amélioration des connaissances géologiques et une meilleure gestion des ressources en eau nécessiteraient trois types d'action prioritaire.

3.1. Synthèse sur la géologie du substratum

D'importantes inconnues demeurent sur la nature et le gisement des couches géologiques entre les affleurements des rives droite et gauche et les accidents tectoniques qui les affectent. Une représentation en trois dimensions permettrait d'évaluer les relations possibles entre les aquifères et les eaux de l'estuaire, d'optimiser les travaux d'aménagements et de préconiser des mesures efficaces de protections environnementales.

3.2. Synthèse sur les nappes alluviales

Une synthèse des études hydrogéologiques sectorielles d'évaluation qualitative et quantitative des ressources en eau de la nappe des graviers sous-flandriens, permettrait :

- d'apprécier les relations de cette nappe avec les aquifères latéraux des coteaux et les eaux de l'estuaire ;
- de sauvegarder cet aquifère, là où les prélèvements agricoles risquent d'induire une salure irréversible et inversement d'exploiter les zones où les ressources permettraient des prélèvements utilisables en solution alternative aux nappes profondes, et/ou de diversifier les usages de l'eau.

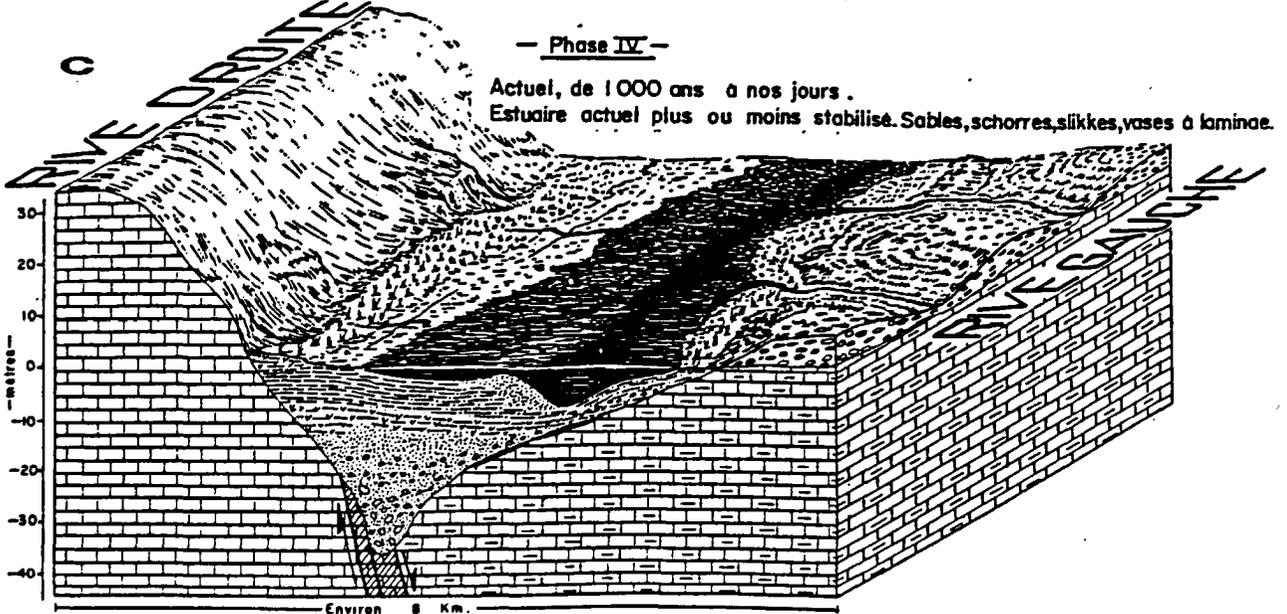
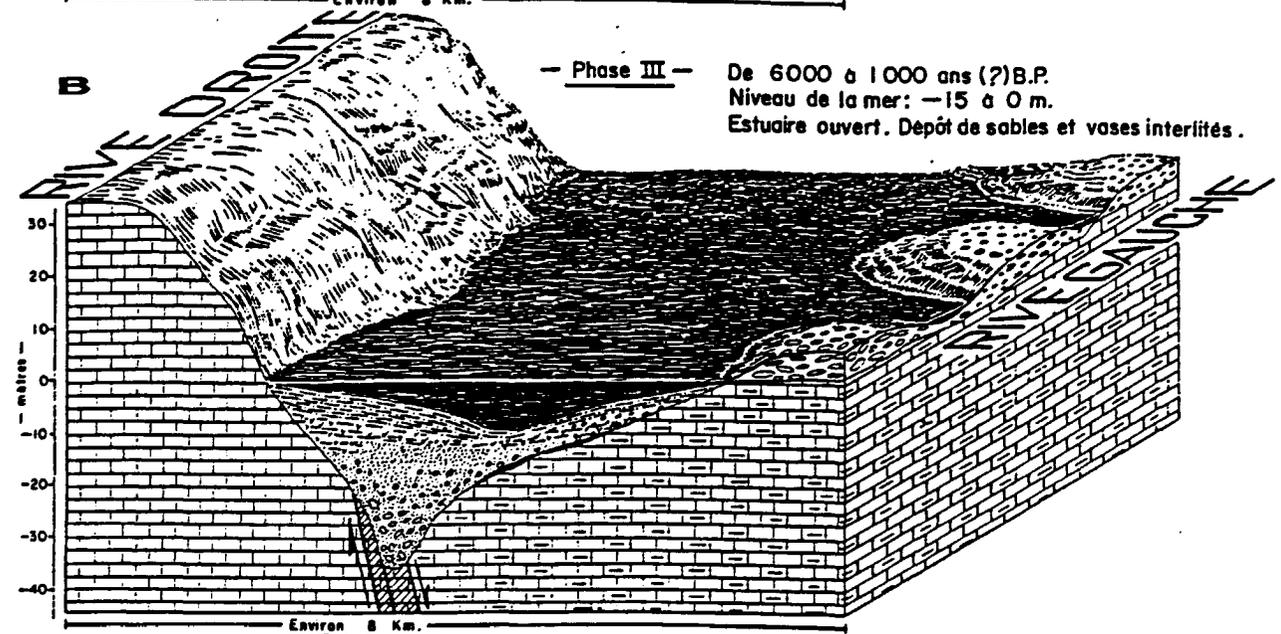
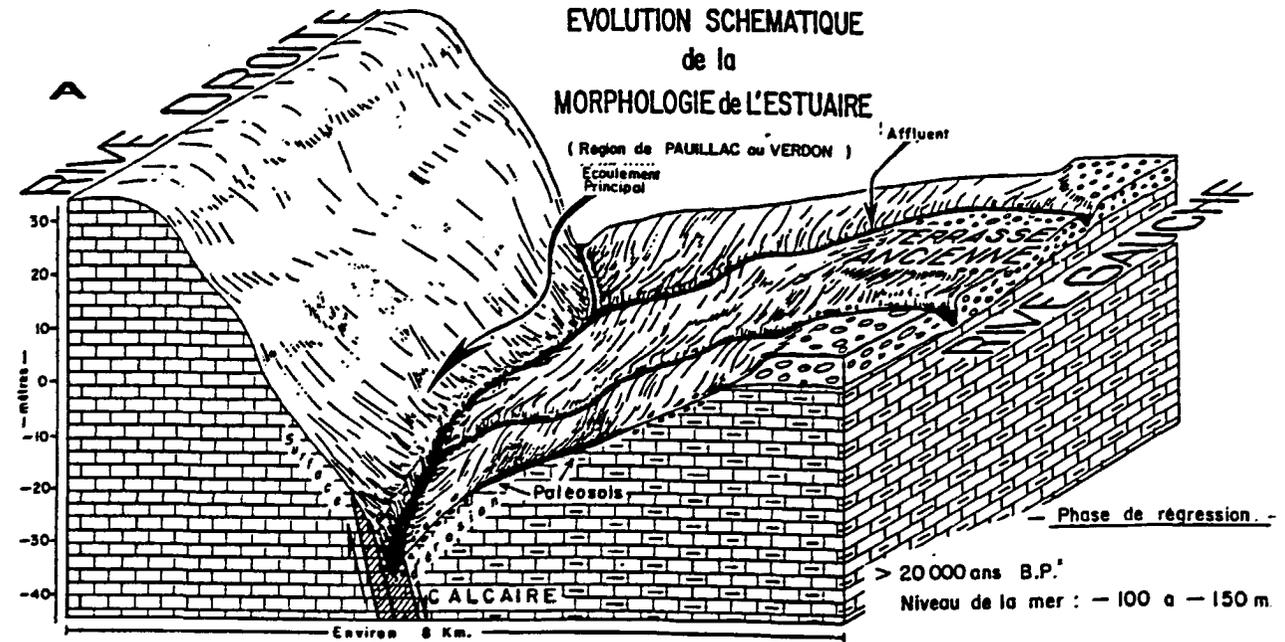
3.3. Positionnement de l'exutoire de la nappe de l'éocène moyen

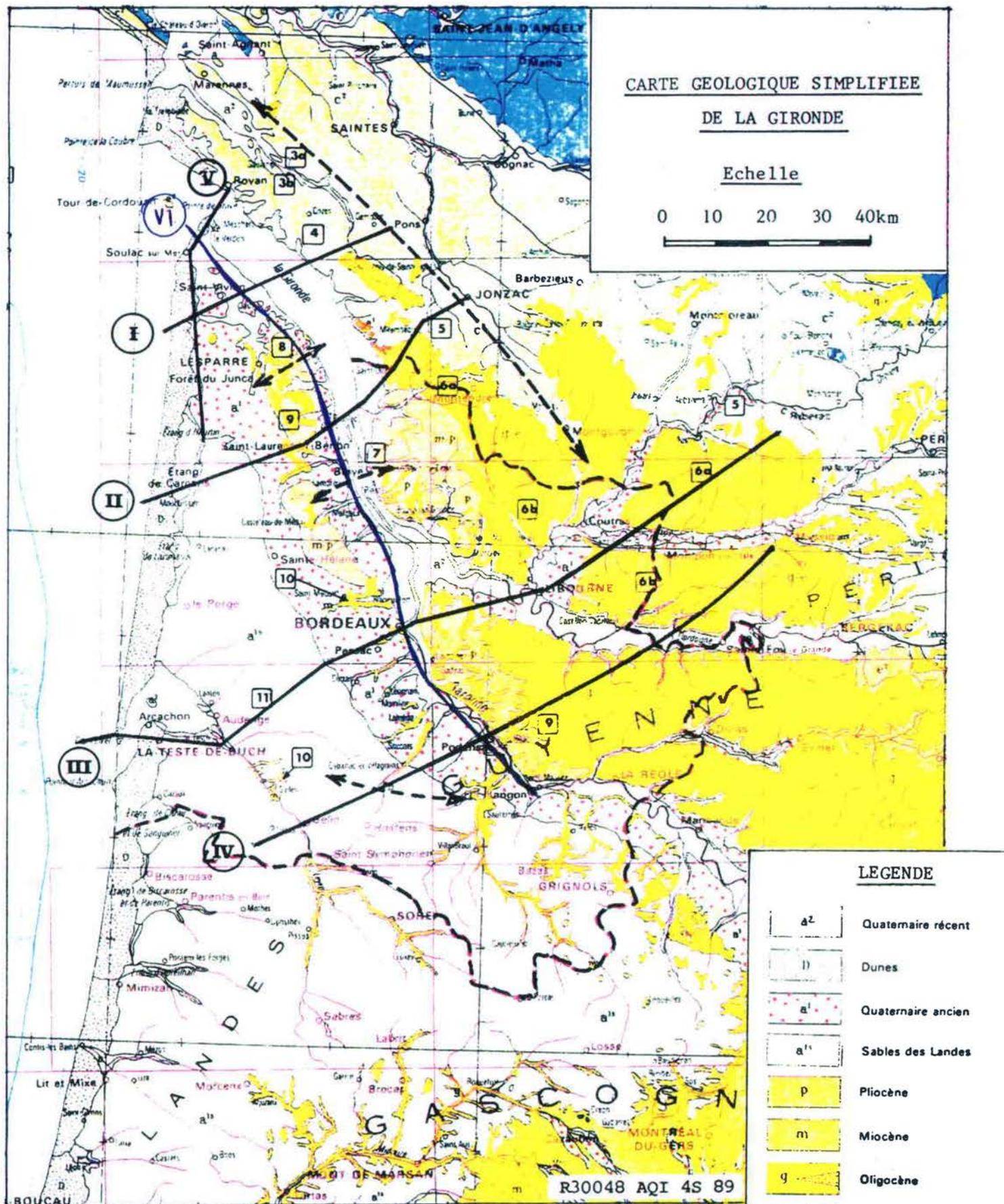
Il faut positionner avec précision, au fond de l'estuaire, l'exutoire de la nappe des sables et calcaires de l'éocène. En amont de celui-ci, là où la nappe est toujours captive, des piézomètres seront réalisés afin de contrôler la pression résiduelle à proximité du niveau de base et d'identifier un éventuel biseau d'intrusion d'eau estuarienne minéralisée. Ces forages constitueront un réseau de suivi et d'alerte.

Ce réseau d'alerte permettra de moduler, si nécessaire, les prélèvements de la région bordelaise, avant que des eaux polluées n'atteignent le creux piézométrique. Il viendra compléter l'opération de gestion des nappes menée depuis 30 ans par le Service Géologique Régional Aquitaine du B.R.G.M. avec le Ministère de l'Industrie et le Conseil Général de la Gironde.

EVOLUTION SCHEMATIQUE
de la
MORPHOLOGIE de L'ESTUAIRE

(Region de PAULLAC ou VERDON)



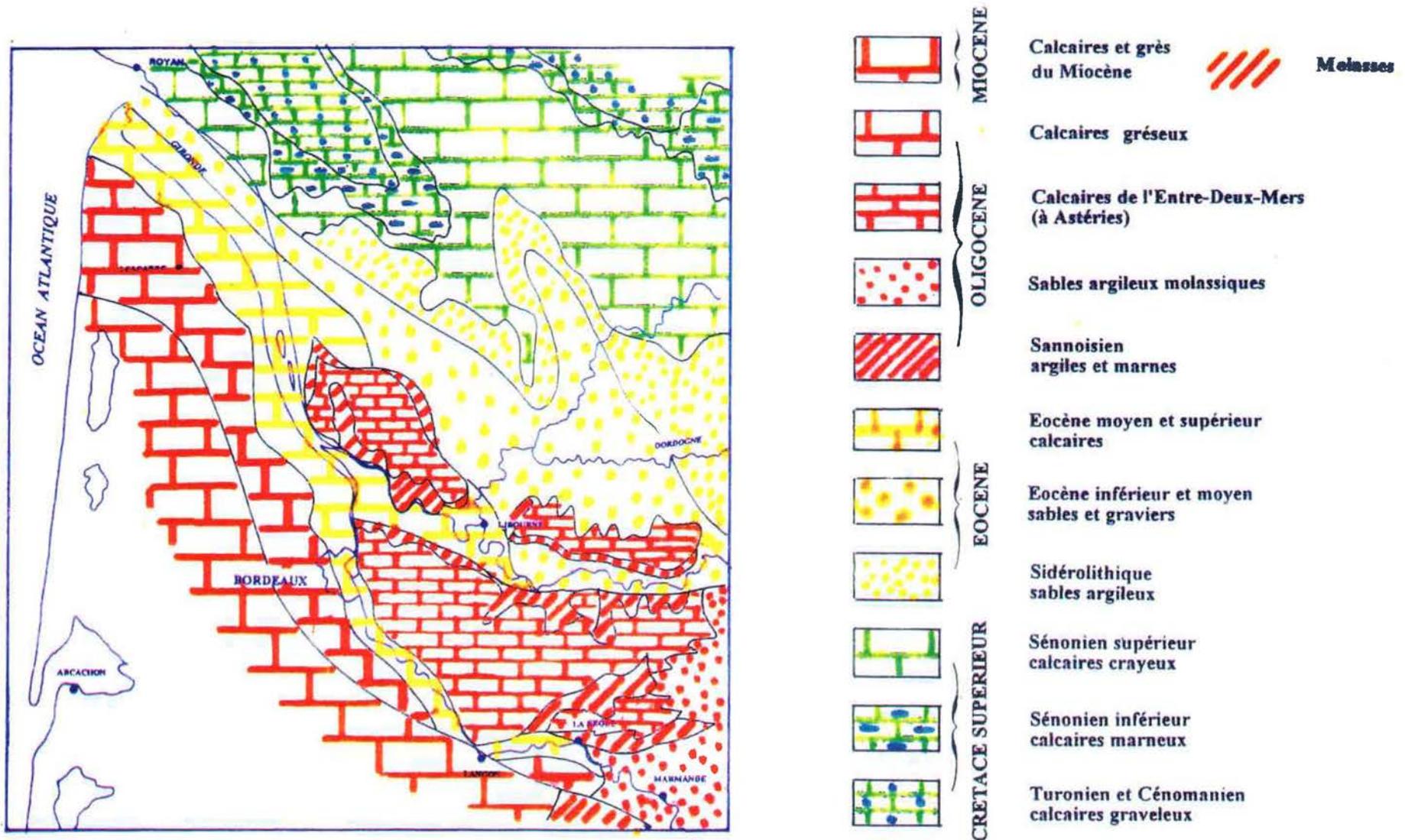


LEGENDE

- I** ——— Tracé de la coupe géologique
- ← - - - - - Anticlinal
- 5** Formation définie sur la légende des coupes

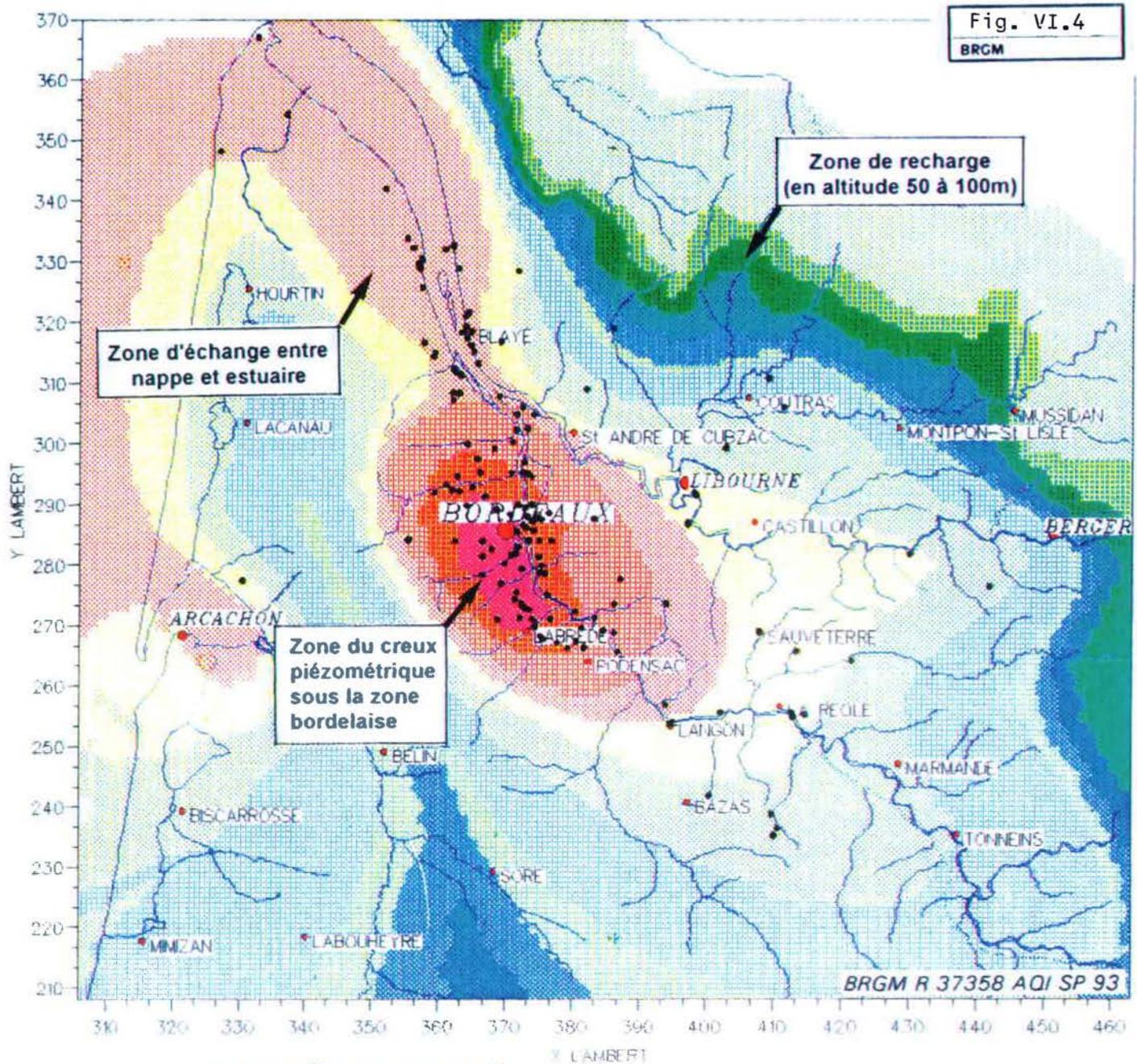
ESTUAIRE DE LA GIRONDE
GEOLOGIE SIMPLIFIEE DU SUBSTRATUM

(Premier terrain rencontré à l'affleurement
ou sous le Plio-quaternaire)

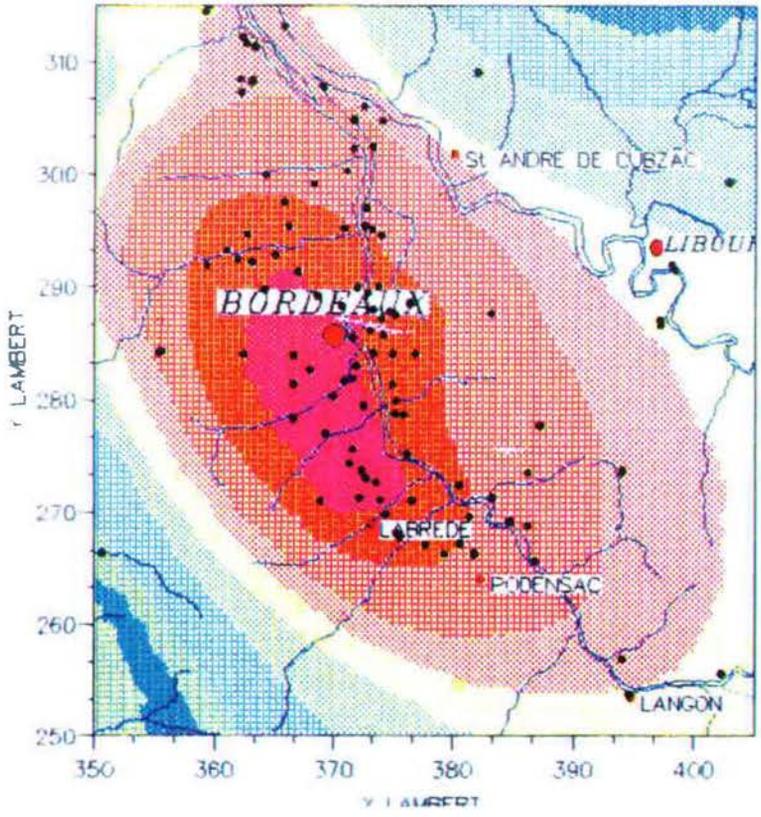


Nota : seuls les faciès perméables prédominants sont représentés ; les passages argileux et marneux ne sont pas différenciés (à l'exception de certaines molasses)

Fig. VI.4
BRGM



Extrait "Zone centrale"



NAPPE DE L'EOCENE MOYEN

Carte piézométrique

ANNEE 1990

Isopiezés en mNGF

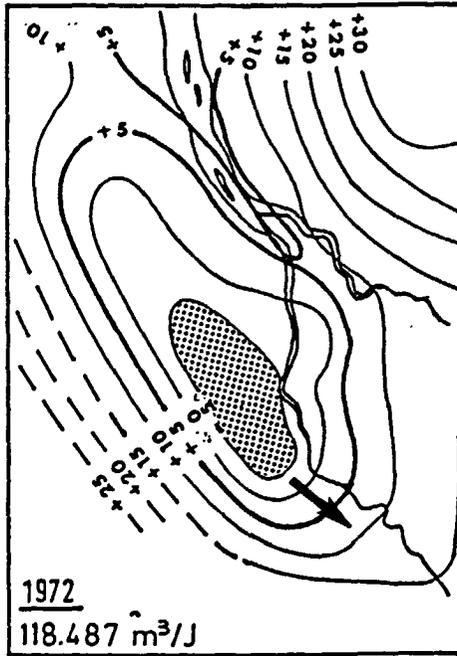
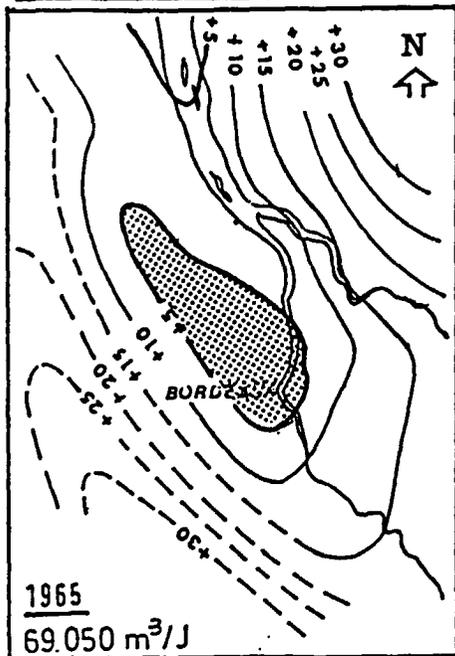
Lightest green	Sup. a	100
Light green	80 - 100	
Green	60 - 80	
Dark green	40 - 60	
Blue-green	30 - 40	
Light blue	25 - 30	
Blue	15 - 25	
Light blue-grey	10 - 15	
White	5 - 10	
Light pink	0 - 5	
Red	-10 - 0	
Dark red	-20 - -10	
Black	Inf. a	-20

● Point de mesure

NAPPE DE L'EOCENE MOYEN

Fig. VI.5

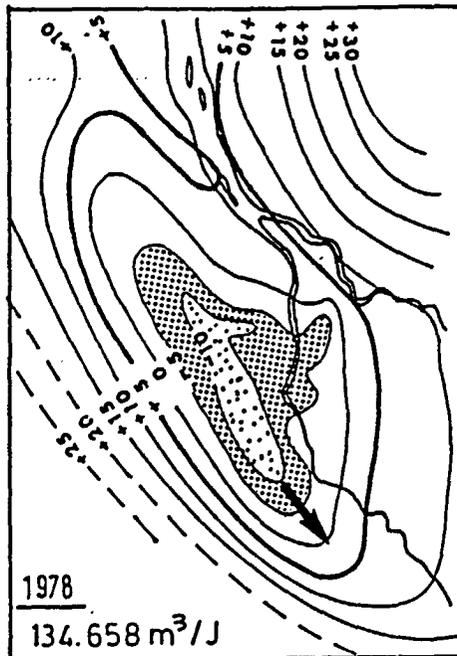
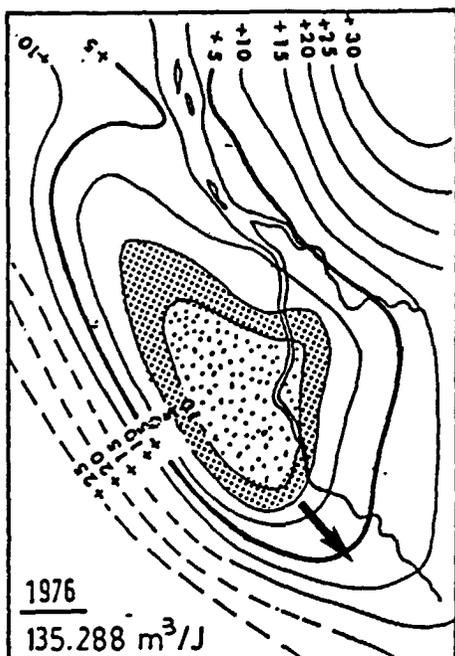
Historique de la piézométrie dans la zone bordelaise



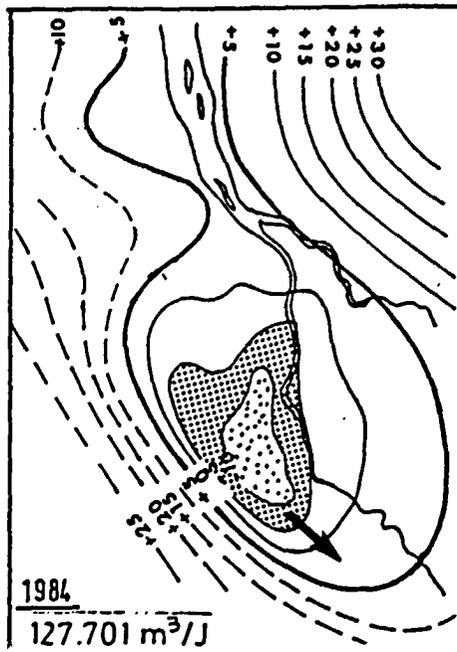
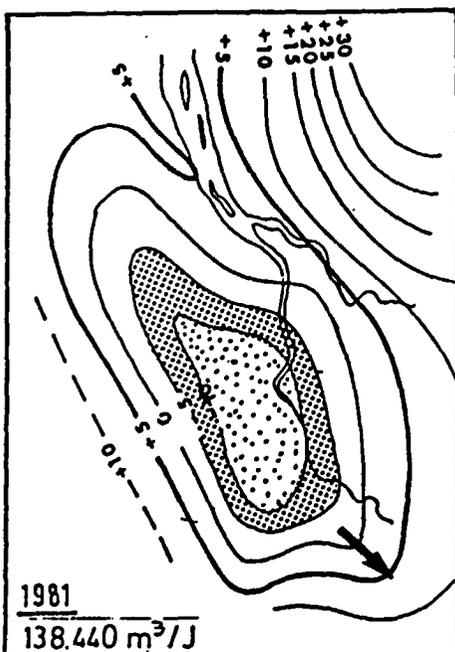
LEGENDE

- + 5 N.G.F
- 0 N.G.F
- ▨ - 5 N.G.F
- ▩ -10 N.G.F

118.487 m³/J - Prélèvement :
le département de la Gironde



Nota: à partir de 1972
implantation des ouvrages
nouveaux vers le Sud-Est,
pour y déplacer le creux
piézométrique



Chapitre VII -

OCCUPATION DE L'ESPACE ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT



Chap. VII – OCCUPATION DE L'ESPACE ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

INTRODUCTION

La Gironde recèle de grandes richesses biologiques et les paysages de l'estuaire constituent un patrimoine important qu'il convient de conserver.

La bibliographie consultée sur l'occupation de l'espace et les contraintes d'environnement comporte plus de cent ouvrages de nature très diverse :

- ouvrages grand public (atlas, cassettes ...),
- rapports spécialisés écrits, le plus souvent, par des administrations (DIREN, Agence de l'Eau, Equipement, Conservatoire du Littoral, Port Autonome, Université...) ou des bureaux d'étude ou associations (SEPANSO ...),
- travaux scientifiques (thèses ...).

La lecture de cette bibliographie permet de constater que la connaissance de l'estuaire de la Gironde comporte encore quelques lacunes. Tout d'abord on note la quasi absence de références pour plusieurs régions, notamment pour les vallées de l'Isle et de la Dordogne. Pour d'autres secteurs comme le Bec d'Ambès, le Médoc, les données demeurent partielles. D'autre part on remarque que la bibliographie ne comporte pratiquement aucun ouvrage de synthèse sur les grands thèmes traités (faune, flore, paysage, occupation du sol). Les carences concernant l'occupation du sol sont les plus nettes. Les rares ouvrages consultés étaient des monographies de communes. Les renseignements fournis étaient très ponctuels et ne permettaient pas la généralisation à une plus vaste région. Seules les cartes de l'I.P.L.I. offrent une synthèse, mais elles sont déjà anciennes. En ce qui concerne les milieux naturels, il est surprenant de constater que les marais, si caractéristiques de l'estuaire, n'ont fait l'objet d'aucune synthèse. Seule la thèse d'Enjalbert considère les marais de Gironde dans leur ensemble, mais elle n'aborde que les aspects géologiques et morphologiques. Ce manque de vision synthétique révèle que l'estuaire de la Gironde n'est pas considéré comme une véritable entité géographique ou que les problèmes existants n'ont pas une acuité telle qu'ils nécessitent une étude globale.

1 – OCCUPATION DE L'ESPACE

1.1. Démographie et taux d'activité dans l'estuaire

1.1.1. Population (Fig. VII.1)

La zone de l'estuaire apparaît en 1990 peu peuplée, à l'exception de quelques pôles constitués par Royan, Blaye et Pauillac. Au contraire, la population des vallées affluentes est importante grâce à la présence des agglomérations de Bordeaux, et secondairement de Libourne, et d'un chapelet de bourgs de petites villes n'existant pas le long de la Gironde : Langon, La Réole, Cadillac, Castillon-la-Bataille ... Sur les rives de la Gironde, les marais de Braud-et-St-Louis et du Nord-Médoc sont les secteurs les moins peuplés, alors que des zones plus peuplées se trouvent à proximité de Bordeaux (Bourgeais, Sud-Médoc), et autour de Royan. Néanmoins la région de l'estuaire de la Gironde est faiblement urbanisée. Bordeaux mis à part, seuls Libourne et Royan excèdent 20 000 habitants.

1.1.2. Densité de population (Fig. VII.2)

L'estuaire de la Gironde se distingue par ses faibles densités de population, surtout au nord (Marais du Nord-Médoc, de Braud-et-St-Louis) où elles sont comprises, en 1990, entre 2 et 30 habitants au km². Toutefois, les densités sont plus élevées, autour de l'agglomération bordelaise, dans les régions viticoles (Blayais, Bourgeais, Haut-Médoc) et dans la zone touristique de la presqu'île d'Arvert.

Les vallées de la Garonne, de la Dordogne et de l'Isle ont de plus fortes densités (supérieures à 71 habitants au km²) qui diminuent au fur et à mesure que l'on s'éloigne de Bordeaux. L'agglomération bordelaise exerce en effet une forte attraction qui diminue avec la distance.

L'estuaire de la Gironde et les vallées affluentes connaissent depuis 1982 une très faible croissance, voire pour certains secteurs, une décroissance de la population (Fig. VII.3). La rive droite de Bourg-sur-Gironde à Meschers est la plus touchée par cette baisse de population (plusieurs communes ont perdu plus de 5 % de leur population). Le Médoc résiste mieux : seules les zones de Pauillac et du Verdon enregistrent une diminution. Les vallées de la Garonne et de la Dordogne sont moins affectées par ce phénomène de décroissance mais ne connaissent pas de progrès spectaculaire du nombre de leurs habitants. Seules les communes proches de Bordeaux voient leur population s'accroître de manière significative.

Cette baisse quasi-générale de population traduit une situation socio-économique en difficulté. Les régions les plus touchées cumulent plusieurs handicaps : une population faible, de faibles densités et une économie peu dynamique.

En ce qui concerne le nombre de logements construits depuis 1982, l'estuaire apparaît défavorisé : le rythme de la construction est dans l'ensemble assez médiocre (moins de 17 % des logements ont été construits entre 1982 et 1990). Seuls quelques secteurs sont dynamiques : la presqu'île d'Arvert, pôle touristique, le Blayais, qui a bénéficié de l'installation des personnes employées à la centrale nucléaire de Braud et St-Louis. Les vallées de la Garonne, de la Dordogne et de l'Isle semblent aussi plus dynamiques car elles connaissent un phénomène de périurbanisation lié à la présence de Bordeaux. Cependant, après Langon et Libourne, le rythme de construction baisse. Cette faible croissance du parc immobilier peut-être l'une des conséquences d'un accroissement démographique médiocre.

1.1.3. Emploi : taux d'activité et chômage (Fig. VII.4)

En ce qui concerne le taux d'activité, deux secteurs s'individualisent nettement en 1990. La Gironde, du Bec d'Ambès à la pointe de la Coubre possède de très faibles taux d'activité, souvent compris entre 52,7 et 77,6 %. Seul le secteur de Pauillac atteint 81 % d'actifs. Au contraire, les communes riveraines de la Garonne, de la Dordogne et de l'Isle ont des taux d'activités plus élevés.

Ces faibles taux d'activités observés sur les rives de la Gironde peuvent s'expliquer par la faible part occupée par les femmes dans la population active, et par un secteur tertiaire peu développé.

En ce qui concerne le taux de chômage (Fig. VII.5), la situation est contrastée d'une région à l'autre de l'estuaire. Le nord-Médoc, la presqu'île d'Arvert, le Bec d'Ambès et la vallée de l'Isle apparaissent particulièrement touchées par le chômage compris entre 13 et 35 % de la population active. Au contraire, l'agglomération bordelaise, les vallées de la Garonne et de la Dordogne sont relativement épargnées.

Le chômage affecte surtout les zones sous-industrialisées (marais du Nord-Médoc), les zones marquées par la mono-industrie (Pauillac, Le Verdon, presqu'île d'Ambès) et la région de Royan, qui vit essentiellement du tourisme. Il touche en fait de plein fouet les secteurs de mono-activité économique.

Les vallées de la Dordogne et de la Garonne, de même que l'agglomération de Bordeaux résistent mieux, car leurs activités sont plus diversifiées : industrie de pointe ou plus traditionnelle, artisanat, agriculture ...

L'estuaire de la Gironde connaît des difficultés économiques et démographiques qui se traduisent par des taux de chômage élevés, et une baisse de population. Une population plus dense, une économie relativement diversifiée, mais aussi un réseau de transport aux mailles serrées permettent aux régions situées en amont du Bec d'Ambès de connaître une situation socio-économique plus favorable. Cependant l'équilibre demeure précaire, comparé à d'autres régions de France. Le taux de chômage dans le département de la Gironde comme dans celui de Charente Maritime atteint 15 % ce qui situe ces départements nettement au-dessus de la moyenne nationale.

1.2. Zones d'activité et urbanisation le long de l'estuaire

Le long de la Gironde, les zones d'activités sont peu nombreuses. Elles sont surtout situées dans les communes ayant une installation portuaire : Le Verdon, Pauillac, Blaye, Ambès. Royan possède une zone d'activités importante près de l'aéroport de Royan-Médis.

Sur les rives de l'Isle, de la Garonne et de la Dorgone, les zones d'activités sont également peu nombreuses. Toutefois, le long de la Garonne, les POS comportent de nombreuses zones qui pourront plus tard accueillir des activités d'industrie, de commerce ou d'artisanat. Cette situation se retrouve dans le Nord Médoc, notamment dans les communes de Soulac-sur-Mer, Talais, St-Vivien-de-Médoc et Jau-Dignac-et-Loirac.

Le long de la Gironde, de la Garonne, de la Dordogne et de l'Isle, la plupart des communes sont dotées d'un Plan d'Occupation des Sols, ou ont entamé une procédure pour disposer d'un P.O.S. (POS "prescrits").

Parmi ces communes, beaucoup sont en train de réviser leur POS, notamment autour de Bordeaux et dans la presqu'île d'Arvert. Il s'agit en effet des deux secteurs où la pression urbaine est la plus forte (influence de Bordeaux sur les communes de l'agglomération, développement touristique autour de Royan).

On remarque que les deux départements connaissent une situation différente. En Gironde, une proportion non négligeable de communes n'ont aucun document d'urbanisme à leur disposition. Il s'agit de petites communes, qui reçoivent très peu de demandes de permis de construire. Deux communes ont un MARNU (Modalités d'Application du Règlement National d'Urbanisme), et appliquent la règle de la constructibilité limitée, en continuité avec le bâti existant, ceci afin d'éviter le mitage.

Au contraire en Charente Maritime, toutes les communes, même les moins peuplées (Arces sur Gironde, St-Bonnet sur Gironde, St-Dizant-du-Gua...) ont un POS. Ceci correspond à une volonté de maîtriser l'urbanisme le long de l'estuaire de la Gironde.

Il apparaît donc que la région de l'estuaire de la Gironde est peu industrialisée. Les communes, conscientes de cette faiblesse, prévoient dans leur POS des zones réservées aux activités industrielles ou artisanales. Toutefois, pour attirer les entreprises, elles doivent disposer d'autres atouts (voies de communication performantes, situation économique favorable), qui font parfois défaut.



**Citadelle, remparts et échauguette sud
Blaye**



**Eglise Ste Radegonde
Talmont**

1.3. Activités agricoles

Il n'existe, à notre connaissance, aucun document décrivant les activités agricoles le long de l'estuaire.

Les seuls documents facilement accessibles concernent le recensement agricole de 1988 réalisé par les Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt des départements de Charente Maritime et de Gironde. Mais les informations ne sont pas traitées de la même manière et, lorsqu'elles le sont, les cartes ne sont pas à la même échelle. Il n'était pas dans la vocation du travail de synthèse de reprendre les informations de base et de les retraiter pour avoir une cartographie unique.

En Charente Maritime, la superficie agricole utilisée (SAU) occupe les deux tiers de la surface départementale alors que la Gironde ne consacre qu'un tiers de sa surface à l'agriculture (dans ce département 50 % du territoire est recouvert par la forêt).

Comme dans toute la France les effectifs agricoles et le nombre d'exploitations diminuent. 15 800 exploitants en Charente Maritime regroupent une population familiale qui approche 50 000 personnes dont près de 29 000 actives. Près de 10 000 exploitations ont disparu depuis 1970, dont 85 % dans la taille de moins de 20 hectares. 12 000 hectares ont été soustraits à l'agriculture depuis 1970.

Le vignoble, avec 44 000 ha en 1988, revient à son niveau de 1970. Les surfaces fourragères ont régressé de 50 % en moins de vingt ans (231 000 ha en 1970, 122 000 en 1988). A l'opposé, il est observé une augmentation spectaculaire de l'ensemble céréales-oléo-protéagineux : 171 000 ha en 1970, 271 000 en 1988.

La SAU girondine a perdu 19 200 ha depuis le dernier recensement (1979), soit moins qu'entre les deux recensements précédents (27 900 ha entre 1970 et 1979). La SAU a progressé dans les zones de viticulture et de grande culture. Elle a régressé dans les zones d'élevage et autour des agglomérations urbaines. Le nombre d'exploitations est passé de 32 000 en 1970 à 18 300 en 1988. Comme en Charente maritime, il y a augmentation de la taille des exploitations. Certaines formes d'agriculture se maintiennent : la viticulture de qualité, les "grandes cultures", les cultures spéciales (maraîchage, horticulture, pépinières) et fruitières, la polyculture (le maïs, par exemple, voit sa surface augmenter considérablement. Il occupe près de la moitié des terres labourables).

La régression la plus forte concerne les orientations animales : 23 % des exploitations en 1988 contre 30 % en 1979. L'orientation bovine régresse de 50 %. La spécialisation laitière ne retrouve que le tiers de son effectif de 1979. Les surfaces fourragères ont perdu 37 300 ha. La figure VII.6 représente l'évolution du nombre d'exploitations entre 1979 et 1988 pour les départements de Gironde et de Charente Maritime. Ces graphiques sont extraits du recensement agricole de 1988.

Le nombre d'exploitations est en régression le long de l'estuaire, les secteurs les plus touchés étant la zone du Verdon et la région bordelaise sur la rive gauche et l'ensemble de la rive droite. Le nombre de bovins est représenté fig. VII.7 ; certaines zones riveraines de l'estuaire ont des densités relativement importantes ce qui peut occasionner, localement, une contamination bactérienne par ruissellement.

L'importance des surfaces cultivées en vigne est montrée fig. VII.8 : le sud du département de la Charente Maritime, les rives droite et gauche de la Gironde en aval du bec d'Ambès, la vallée de la Dordogne et le sud de la vallée de la Garonne sont des zones où la culture de la vigne est très développée. Cela peut avoir des conséquences sur les teneurs en cuivre dans les eaux de ruissellement.

La progression des surfaces irriguées se fait à un rythme spectaculaire (fig. VII.9). En Gironde il y avait en 1988 près de 33 000 ha irrigués contre 20 000 en 1979, le maïs représentant les 4/5 de l'irrigation.

En Charente, la capacité totale d'irrigation (surface irrigable au moins une fois/an) dépasse 58 000 ha soit 13 % de la S.A.U. Les surfaces irriguées ont été multipliées par 3,5 entre 1979 et 1985. Le maïs occupe les 3/4 de la surface irriguée. La capacité cumulée des débits des installations d'irrigation s'élève à 118 000 m³/heure. Il peut donc y avoir, à terme, un problème d'accès à la ressource, d'autant plus qu'il ne faut pas perdre de vue les remarques établies au chapitre VI. La gestion de la ressource en eau devient, pour la Gironde et la Charente Maritime, une priorité.

2 – INTERET FAUNISTIQUE, FLORISTIQUE ET PAYSAGER DES RIVES DE L'ESTUAIRE

L'estuaire de la Gironde, le plus vaste d'Europe occidentale, recoupe des régions aux faciès différents. Au nord, le bourg de Talmont et ses petites maisons blanches appartient déjà aux pays charentais. Sur la rive gauche, les châteaux sont caractéristiques du Bordelais viticole. Entre Langon et La Réole, la vallée de la Garonne, perdant peu à peu ses vignes et se couvrant de maïs annonce le Lot et Garonne.

Il concerne donc une extraordinaire richesse de paysages et de milieux, chacun d'eux abritant une faune et une flore différentes.

La variété des milieux naturels est en effet un élément majeur de l'estuaire de la Gironde. Les marais couvrent d'immenses étendues le long des rives de l'estuaire, mais ils ne sont pas uniformes. Il faut distinguer le "marais mouillé", souvent tourbeux, mal drainé, laissé aux prairies, du "marais desséché", sillonné de canaux et mis en culture. Ces marais constituent des milieux très riches sur le plan de la faune et de la flore : espèces aquatiques, oiseaux, amphibiens et reptiles peuplent ces marais. Toutefois, s'ils sont très vastes, les marais n'occupent pas la totalité des rives de l'estuaire. En amont du confluent, les vallées alluviales de la Garonne, de la Dordogne et de l'Isle recèlent aussi des milieux intéressants : bocages, prairies, où vivent de nombreuses espèces (petit gibier, rapaces ...).

Le long de la Gironde, les marais cèdent parfois la place aux falaises mortes et aux coteaux, échancrés entre St-Bonnet sur Gironde et Mortagne par de profondes vallées sèches. Enfin à l'aval, l'estuaire devient plus maritime et l'on voit apparaître de nouveaux milieux (vases salées, abris formés par les conches ...) et de nouvelles espèces, oiseaux de mer notamment.

2.1. Les espèces rares ou protégées des rives de l'estuaire

Les espèces observées le long de l'estuaire sont très nombreuses, et certaines sont rares voire protégées, ce qui contribue à faire de l'estuaire de la Gironde un espace naturel d'intérêt majeur : *Fritillaria metagraris*, *Orchis laxiflora*, *Ranunculus lingua*, *Artemisia maritima*, *Inula critnoïdes*. Trois plantes méritent une attention particulière car elles sont endémiques aux

estuaires de l'Ouest de la France (Loire, Charente, Gironde, Adour) et contribuent donc à leur originalité. Il s'agit d'*Oenanthe foucaudii*, *Angelica heterocarpa* et *Leucoïum aestivum*. Ces espèces poussent dans les parties hautes des vases soumises aux marées.

De nombreuses espèces d'amphibiens et de reptiles fréquentent le bord de l'estuaire, notamment le très rare crapaud à couteaux et une tortue, la cistude d'Europe. Les marais constituent également une zone de prédilection pour plusieurs mammifères, menacés d'extinction. La loutre et le vison d'Europe sont présents le long de l'estuaire de la Gironde, alors qu'ils ont disparu de nombreuses régions françaises.

Enfin, l'estuaire est riche de nombreuses espèces d'oiseaux. Il joue un rôle essentiel pour l'ensemble des oiseaux migrateurs de l'Ouest Paléarctique dont le flux se concentre entre les pointes de Grave et de la Coubre lors des migrations prénuptiales. Les zones humides en bordure de l'estuaire accueillent, durant cette période, de grandes concentrations d'oiseaux et en particulier des limicoles (chevaliers, bécasseaux, gravelots, courlis, spatules, vanneaux, bécassines ...), des anatidés (canards, souchets, pilets, colverts, sarcelles, tadornes). Une partie de ces individus peuvent hiverner dans ces milieux. Enfin de nombreuses espèces nichent en bordure de l'estuaire, parmi lesquelles certaines sont rares et prestigieuses : busards, milans noirs, cigognes blanches, aigrettes, hérons (pourpres et cendrés), grêles ...

Cette richesse naturelle est d'autant plus précieuse qu'elle évolue dans un milieu encore relativement intact. Comparé aux autres grands estuaires français, Loire et Seine, la Gironde apparaît épargnée. L'industrie et l'urbanisation ne sont pas très développées le long de la Gironde, ou de manière très ponctuelle (complexe du Verdon, côte royannaise, Bec d'Ambès ...). De vastes espaces, souvent organisés par l'homme pour des productions agricoles extensives laissent se développer librement les phénomènes biologiques naturels. Dans ces zones, les milieux naturels ont un fonctionnement biologique peu perturbé, et conservent un certain équilibre. Ces secteurs constituent des points privilégiés pour l'observation et la connaissance des espèces végétales et animales.

L'estuaire de la Gironde est donc remarquable par la richesse des milieux et des espèces qu'il abrite, par leur originalité, et par leur caractère encore "naturel" et préservé. Il constitue également une région exceptionnelle par la qualité et la diversité des paysages. Ceux-ci, outre leur valeur purement esthétique, ont souvent un intérêt historique, culturel ou pittoresque.

2.2. L'intérêt paysager de l'estuaire

A la variété des milieux naturels correspond une variété de paysages, souvent frappants par leur originalité. Le long du fleuve, de l'amont vers l'aval, plusieurs séquences paysagères se succèdent, enserrées de coteaux : la partie fluviale de l'estuaire, Garonne, Dordogne et Isle, en amont du Bec d'Ambès, l'archipel de la Gironde jusqu'à Pauillac, l'estuaire maritime, jusqu'à La Pointe de Grave, et enfin la partie océane, de Royan à la Pointe de la Coubre.

A l'amont du confluent, les vallées de la Garonne, de la Dordogne et de l'Isle étalent leurs plaines alluviales, ourlées de coteaux. Le long de la Garonne, de Langon à Bordeaux, on distingue plusieurs types de paysages à forte identité : le bocage humide, cloisonné par les multiples haies, le paysage du vignoble de palus, le coteau boisé de la rive droite, identifiable depuis l'ensemble de la plaine alluviale, et les terrasses de rive gauche. Les villages se nichent le plus souvent en pied de coteau sur la rive droite, tandis qu'ils s'étalent sur les terrasses de la rive gauche, où se sont développés les infrastructures de transport et l'habitat pavillonnaire récent.



Château dans le Medoc



St Macaire

Le long de la Gironde et dans la presqu'île d'Ambès, les marais sont omniprésents et forment de vastes entités bien circonscrites. Ces espaces rigoureusement plats, où l'arbre est quasiment absent constituent des paysages très ouverts, d'une extrême homogénéité, caractérisés par la présence de roselières bordant fossés ou canaux.

Les coteaux du Blayais du Bourgeais, les falaises mortes de Mortagne rompent nettement cette platitude. Ces points perchés offrent des vues très vastes sur l'estuaire et permettent de percevoir son immensité. Entre Bourg et Blaye, sur la corniche de Gironde, la configuration de la rive permet une ouverture exceptionnelle sur l'ensemble du confluent : on distingue parfaitement le Bec d'Ambès et son paysage industriel marqué, l'ensemble Ile verte-Ile du Nord-Ile Cazaux, la rive médocaine et au-delà la forêt des Landes. Un bâti homogène de pierres renforce l'intérêt de ce site qu'il s'agisse de maisons modestes en bordure du fleuve, ou de châteaux viticoles au sommet du plateau dominant la falaise boisée.

La rive gauche, de plus faible altitude et au relief moins contrasté, offre sur le fleuve des vues plus basses. Le coteau planté de vignes du Médoc, ponctué de châteaux prestigieux, forme un paysage ordonnancé qui, par endroits, descend en pente douce jusqu'à la Gironde. Celle-ci le plus souvent bordée de prairies humides et d'une ligne de roseaux, seulement entrecoupée par les petits ports pittoresques où stationnent quelques embarcations.

Les îles, dépôts alluvionnaires récents viennent ponctuer l'estuaire, ajoutant variété et profondeur à ce paysage. Elles jouent un rôle fondamental dans la perception du paysage. Depuis les îles on embrasse des vues remarquables sur le fleuve : vue exceptionnelle vers l'aval de l'estuaire lorsqu'on se place à la pointe nord des îles, vue unique vers les coteaux du Blayais et du Bourgeais, et sur le Haut-Médoc. Les îles constituent donc des lieux privilégiés pour l'observation des paysages du fleuve et de ses rives, baignées dans la lumière ocre des eaux limoneuses.

A l'aval d'une ligne Pauillac Braud et St-Louis, le coteau de rive gauche s'estompe, les îles disparaissent, et la Gironde s'étale en une largeur impressionnante. Depuis la falaise de Talmont, promontoire baigné de lumière, ou à Meschers, l'estuaire est alors si large que l'on ne distingue que faiblement l'autre rive. Seules les grues du port du Verdon émergent d'une ligne que l'on suppose être la rive du Bas Médoc.

A l'aval de Meschers les paysages changent encore de nature et deviennent plus maritimes. Le trait de côte, perdant son caractère rectiligne se fait beaucoup plus découpé. Les marais et laisses de Gironde cèdent définitivement la place à une côte rocheuse, entrecoupée de conches sableuses regardant vers le sud. Vers la Pointe de la Coubre, la forêt, quasiment absente des rives de la Gironde, devient omniprésente. Le changement dans le paysage est également marqué par le recul des espaces naturels et l'omniprésence de l'urbanisation de Meschers à la Palmyre, par suite du développement de la station balnéaire de Royan.

L'intérêt esthétique des paysages de l'estuaire est donc indéniable, et leur authenticité est renforcée par le patrimoine architectural, culturel et rural des communes bordant le fleuve.

Les rives de l'estuaire sont jalonnées de lieux chargés d'histoire et de bijoux architecturaux. Entre la Pointe de la Coubre et la Pointe de Grave, la tour majestueuse du Phare de Cordouan, achevé au début du XVII^e siècle, garde l'entrée de l'estuaire. A Talmont, la silhouette trapue de l'église Ste-Radegonde domine le fleuve. En remontant la Gironde on aperçoit de nombreux châteaux prestigieux du Médoc (Château Margaux, Château Beychevelle, Château Pichon, Longueville, Lalande ...) témoins de l'art de vivre des XVIII^e et XIX^e siècles. Le verrou de l'estuaire (citadelle de Blaye, Fort Paté, Fort Médoc) édifié par Vauban forme un ensemble exceptionnel d'architecture militaire. Enfin la façade des quais et la

place de La Bourse de Bordeaux rappellent le XVIII^e siècle et l'âge d'or de la ville et du port, lorsque le commerce avec les "Isles" était florissant. D'autres sites, moins connus, dégagent également beaucoup de charme (villages de Rions et de St-Macaire, abbaye de Guîtres, ermitage troglodyte de Mortagne ...).

Au-delà de l'apparente diversité des paysages et de leur aspect parfois intact, l'empreinte humaine se lit bien souvent, et contribue à unifier les rives de l'estuaire. La vigne, omniprésente le long de la Garonne, de la Dordogne, dans le Médoc, et jusqu'aux portes des marais de Braud-et-St-Louis est un élément essentiel d'unité du paysage. Le bâti de pierres calcaires, de même que les petits ports de pêche et les carrelets qui jalonnent les deux rives aux berges marquées par l'oscillation de la marée jouent le même rôle d'unification et donnent à la Gironde un aspect vivant et pittoresque.

L'estuaire girondin et ses rives forment un ensemble exceptionnel sur le plan des richesses naturelles et paysagères. Cet espace aux multiples facettes, unifié cependant par le fleuve, constitue un ensemble naturel d'intérêt majeur, dont on ignore trop souvent la beauté. La Gironde mérite donc d'être mieux connue du public.

Toutefois, il convient de porter une attention particulière à la préservation de ces richesses que des aménagements non maîtrisés pourraient faire disparaître rapidement de manière irréversible.

3 – MESURES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

L'estuaire de la Gironde offre de par sa richesse faunistique et floristique des milieux variés. Ces milieux n'en sont pas moins sensibles et fragiles, d'où un certain nombre de mesures de protection : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF), arrêté de biotope, sites inscrits et classés, Zone de Prémption des Espaces Naturels Sensibles (ZPENS), Zone d'Intérêt pour la Conservation des Oiseaux (ZICO), réserve naturelle. Ces différentes mesures reconnaissent l'intérêt et la fragilité des milieux concernés mais ne sont pas toutes de véritables protections.

Les mesures de protection directe sont limitées en nombre et dans l'espace. Elles concernent les secteurs parmi les plus menacés, soit par l'urbanisation (côte Royanaise, alentours de Bordeaux), soit par l'extension des activités économiques (pointe du Verdon).

Pour cartographier ces zones, l'échelle du 1/50 000 a été choisie parce qu'il s'agissait du meilleur compromis pour une représentation correcte des surfaces concernées. L'assemblage des cartes est représenté en fig. VII.10. Pour des problèmes de coût, ces cartes ne peuvent être diffusées en un grand nombre d'exemplaires. Sont donc représentées ici des cartes de synthèse qui ne reproduisent pas les surfaces mais uniquement les localisations avec une certaine indication sur les surfaces occupées.

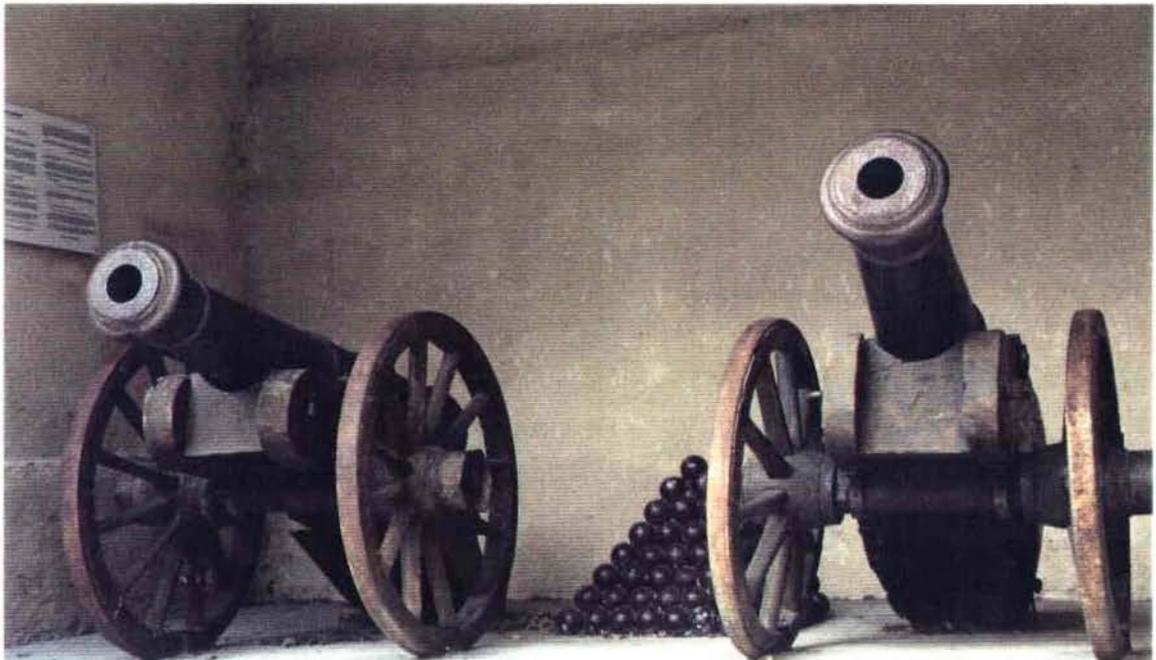
3.1. Les réserves et zones d'intérêt écologique

Sur la figure VII.11 apparaissent les réserves et zones d'intérêt écologique :

a) **Les réserves naturelles**, définies par la loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature permettent de protéger, conserver et gérer des espaces naturels à forte valeur écologique, rares, très menacés, et présentant un intérêt spécifique sur le plan scientifique. Des mesures de protection, prises par décret, sont adaptées aux caractéristiques de chaque



**Les fortifications
St Macaire**



**Guitres
pièces de marine datées de 1750**

réserve naturelle (chasse, pêche, restrictions d'accès ...). La gestion de la réserve est confiée à une collectivité locale, une association ou un établissement public. L'arrêté ou le décret de classement ainsi que le dossier de classement doivent figurer en annexe du POS. Aucune modification de l'état d'une réserve naturelle ne peut être effectuée sans l'avis du Ministère de l'Environnement. Il n'y a qu'une seule réserve naturelle, celle du marais de Bruges.

b) Les arrêtés de biotope. Les biotopes et les formations naturelles nécessaires à l'alimentation, la reproduction, le repos et la survie des espèces animales et végétales protégées peuvent être délimités par arrêté préfectoral. Par l'arrêté de biotope, le Préfet peut interdire toute action susceptible de porter atteinte à l'équilibre biologique de ces milieux. Il existe deux arrêtés de biotope : la pointe de la Coubre et le lit mineur de la Garonne, de Castets-en-Dorthe à la limite départementale avec le Lot-et-Garonne.

c) Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique. Une ZNIEFF se définit par l'identification scientifique d'un secteur du territoire national particulièrement intéressant sur le plan écologique. On distingue deux types de ZNIEFF :

- ZNIEFF de type 1 : secteurs caractérisés par leur intérêt biologique remarquable,
- ZNIEFF de type 2 : grands ensembles naturels riches et peu modifiés qui offrent des potentialités biologiques importantes.

La distinction entre les deux types de ZNIEFF n'apparaît que sur les cartes au 1/50 000.

d) Les Zones d'Intérêt pour la Conservation des Oiseaux (Directive CEE). A l'intérieur de ces périmètres, l'Etat s'engage à prendre les mesures nécessaires pour éviter la pollution, la détérioration des habitats, les perturbations touchant les oiseaux.

e) Les réserves de chasse.

Il apparaît donc que les ZNIEFF forment l'essentiel des contraintes le long de l'estuaire. Ainsi la partie aquatique de l'estuaire, de l'embouchure au Bec d'Ambès est une ZNIEFF. Les ZNIEFF et les ZICO sont essentiellement des outils de connaissance qui n'ont pas en elles-mêmes de valeur juridique directe. Cependant, elles doivent être prises en compte pour tout aménagement.

3.2. Les mesures de protections foncières

Sur la Figure VII.12, sont représentées les protections foncières.

a) Les propriétés du Conservatoire du Littoral, acquises au 1er janvier 1992. Le Conservatoire du Littoral a pour mission de mener une politique foncière de sauvegarde de l'espace littoral, de respect des sites et des équilibres écologiques afin de constituer un patrimoine inaliénable, qu'il restaure et ouvre au public, en confiant la gestion aux collectivités locales. Les propriétés du Conservatoire sont : l'île Bouchaud, île Nouvelle et la pointe de Suzac (Charente Maritime).

b) Les forêts domaniales et de protection. Les forêts domaniales appartiennent à l'Etat ou à des collectivités publiques. Les forêts de protection sont soumises au régime forestier et gérées par l'ONF. La protection de ces forêts est forte.

c) Les espaces naturels sensibles. Les politiques départementales d'espaces naturels sensibles visent à assurer la protection et l'ouverture au public de ces espaces grâce à une politique d'acquisition foncière, d'aménagement et de gestion.

Les espaces naturels sensibles peuvent être classés en deux catégories :

- * Zones de Prémption des Espaces Naturels Sensibles à l'intérieur desquelles le département dispose d'un droit de prémption pour acquérir tout terrain à caractère naturel ;
- * Propriétés du département : ces terrains doivent être aménagés pour être ouverts au public dans le respect des sites et des paysages. Seuls peuvent être autorisés les équipements légers d'accueil du public ou nécessaires à la gestion des sites.

Les départements de la Gironde et de la Charente Maritime ont une politique active en matière d'acquisition de terrains en zones sensibles ou menacées. La maîtrise foncière des espaces naturels sensibles ou menacés est un outil particulièrement efficace de préservation de leur qualité ou de leur équilibre. En effet ces secteurs sont définitivement soustraits aux aménagements de grande ampleur.

3.3. Les mesures de protection directe

Sur la figure VII.13, apparaissent les sites "remarquables" soumis à des mesures de protection directe (classés, soumis à la loi littoral) ou les périmètres de risque technologique.

a) **Les sites soumis à la Loi Littoral.** Cette loi impose de préserver, dès lors qu'ils constituent un site ou un paysage remarquable ou caractéristique du patrimoine naturel et culturel du littoral, ou qu'ils sont nécessaires au maintien des équilibres biologiques, ou encore qu'ils présentent un intérêt biologique, les espaces tels que : dunes, plages, marais, vasières, forêts, îlots inhabités ... Ces espaces sont identifiés et délimités dans les documents d'urbanisme. Ils sont par définition inconstructibles. Seuls les aménagements légers destinés à la gestion des sites sont autorisés. Cette loi s'applique à la portion maritime de l'estuaire et pourrait être étendue aux communes de l'estuaire jusqu'à Blaye en rive droite et Lamarque en rive gauche.

b) **Les sites protégés.** La loi du 2 mai 1930 institue deux niveaux de protection des sites :

- * les sites classés : il s'agit d'une protection forte qui donne lieu à une enquête publique. Sont susceptibles d'être classés, les sites dont l'intérêt paysager, artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque exceptionnel justifie une politique de conservation. L'Etat peut, néanmoins, pour les projets de très faible ampleur, déléguer ses pouvoirs à une administration décentralisée.

- * les sites inscrits : alors que le site classé correspond à une logique de conservation, le site inscrit est un mode de surveillance. Les travaux doivent être déclarés à l'architecte des Bâtiments de France. Son avis est indispensable, mais demeure consultatif.

La distinction entre sites classés et sites inscrits n'apparaît que sur la cartographie au 1/50 000. Les sites classés (Talmont) ou inscrits (Meschers sur Gironde) sont en fait peu nombreux.

c) **Les monuments historiques.** Sont susceptibles d'être classés ou inscrits les immeubles dont la conservation présente, du point de vue de l'art ou de l'histoire, un intérêt public.

d) **Les périmètres de risque technologique.** Autour des installations classées dangereuses sont définis des périmètres variables selon le type d'industrie et la quantité de produits stockés, à l'intérieur desquels l'urbanisation est strictement réglementée.

Deux types de protection sont définies :

- * Les zones de protection rapprochée : à l'intérieur de la ZPR sont interdites les nouvelles constructions à usage d'habitation, les immeubles de grande hauteur et les locaux recevant du public ;
- * Les zones de protection éloignée : à l'intérieur de la ZPE, les mêmes règles s'appliquent. Toutefois, l'agrandissement de constructions existantes peut être autorisé.

Cette distinction n'apparaît que sur la cartographie au 1/50 000.

4 – CONCLUSION

Les protections directes le long de l'estuaire sont pour le moment en nombre limité. Toutefois on peut penser que ces protections sont globalement adaptées puisque l'estuaire de la Gironde, défini par la remontée de la marée, reste encore relativement préservé, ou du moins ne subit pas de dégradation massive.

Ceci est lié à un dynamisme économique et démographique modéré. Cependant une revitalisation par l'installation d'industries ou par le tourisme n'est pas à exclure. Au vu du contexte socio-économique, les collectivités locales peuvent être tentées de développer l'économie régionale au détriment des milieux naturels, par exemple en accueillant des industries polluantes, mais créatrices d'emplois.

Il convient donc de rester vigilant afin de conserver un certain équilibre le long de l'estuaire entre le milieu naturel et les zones urbanisées ou industrialisées. Pour les zones de très grand intérêt paysager, écologique ou scientifique, l'application des diverses réglementations et les acquisitions foncières demeurent indispensables mais elles ne peuvent concerner que des secteurs limités, car elles impliquent des procédures longues et coûteuses et de très fortes contraintes. Une gestion raisonnée de l'espace paraît donc nécessaire si l'on veut assurer à la fois un développement économique et une protection efficace aux rives de l'estuaire. Cette gestion nécessite une concertation entre des acteurs aux intérêts parfois divergents (élus, associations, représentants de l'Etat, population locale). Elle suppose, pour tout aménagement des rives de l'estuaire, l'adaptation à l'identité des milieux et le respect des biotopes.

Cette politique de gestion est essentielle à la sauvegarde de l'estuaire de la Gironde, et ses principes devraient guider toute intervention sur les rives de la Gironde et de ses affluents.

5 – PROPOSITIONS D'ACTION : VERS UNE POLITIQUE GLOBALE DE PROTECTION ?

L'estuaire de la Gironde et les vallées affluentes sont peu peuplées et connaissent, depuis 1982, une très faible croissance. Les atteintes à l'environnement ne proviendront donc pas d'une situation "galopante". La situation agricole est plus préoccupante. Le danger ne vient pas de l'utilisation de terres vierges pour l'agriculture puisque, dans ce domaine, la SAU diminue régulièrement. Le problème vient de l'évolution des pratiques agricoles. Il y a une augmentation spectaculaire de l'ensemble céréales-oléo-proteagineux. En particulier la progression du maïs est très importante et avec elle les besoins d'irrigation, ce qui risque de poser à terme un problème d'accès à la ressource. Lorsque l'on sait qu'il importe de protéger la nappe profonde de l'éocène, il existe donc un problème sérieux concernant la gestion des ressources en eau de la nappe alluviale.

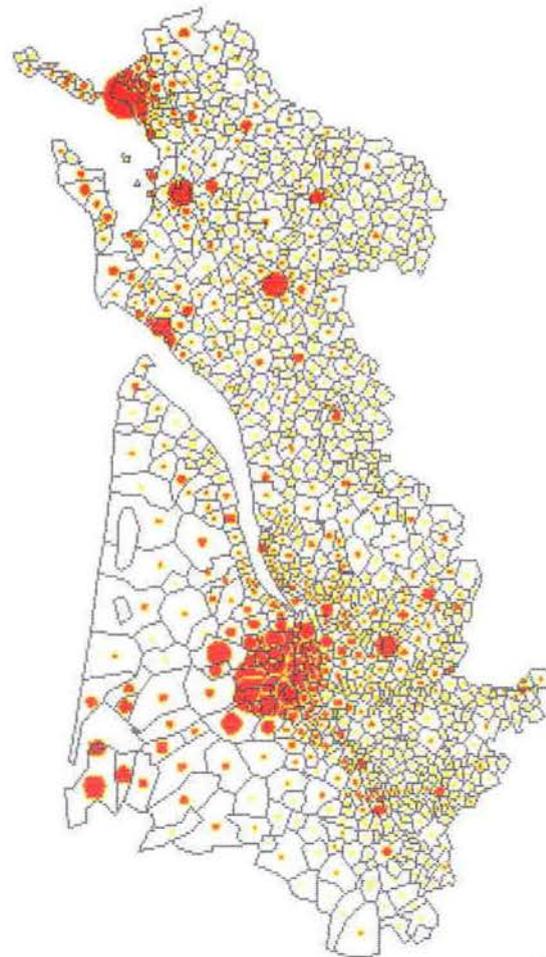
Sur les rives de l'estuaire de la Gironde, les protections directes, qu'elles soient foncières ou réglementaires sont encore peu nombreuses. Ceci est dû en partie à l'absence de pressions sur certains milieux qui connaissent une industrialisation et une urbanisation modérées. Cependant le manque de moyens financiers ralentit l'achat de terrains dans quelques secteurs dégradés (presqu'île d'Arvert, presqu'île d'Ambès ...).

Malgré la présence de quelques "points noirs", l'estuaire de la Gironde reste relativement intact comparé à ceux de la Loire ou de la Seine. Il serait donc intéressant de prévoir des protections dans les vastes espaces encore préservés (marais de Braud-et-St-Louis, vallée de la Dordogne ...).

Plusieurs projets ont été mis au point : réserve naturelle de Bonne Anse, site inscrit allant de Meschers à la Pointe de la Coubre, site classé autour de l'archipel de la Gironde. En outre une convention de protection a été signée entre le Conseil Général de la Gironde, la SEPANSO, l'Etat et la CEE pour la sauvegarde de vingt trois sites remarquables des bordures de la Garonne et de la Gironde (opération "Garonne vivante")...

Si tous ces projets aboutissent, la protection sera plus efficace et cohérente car elle aura pris l'estuaire dans son ensemble. De plus elle sera mieux acceptée car les différents acteurs (Etat, associations, collectivités locales) auront été associés à son élaboration.

Fig. VII.1

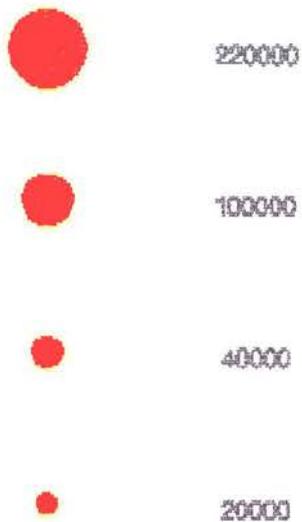


C.N.I. Orléans

(G) I.N.S.E.E Paris 1994 (C) I.G.N Paris 1990

POPULATION DES COMMUNES EN 1990

Gironde et Charente - Maritime

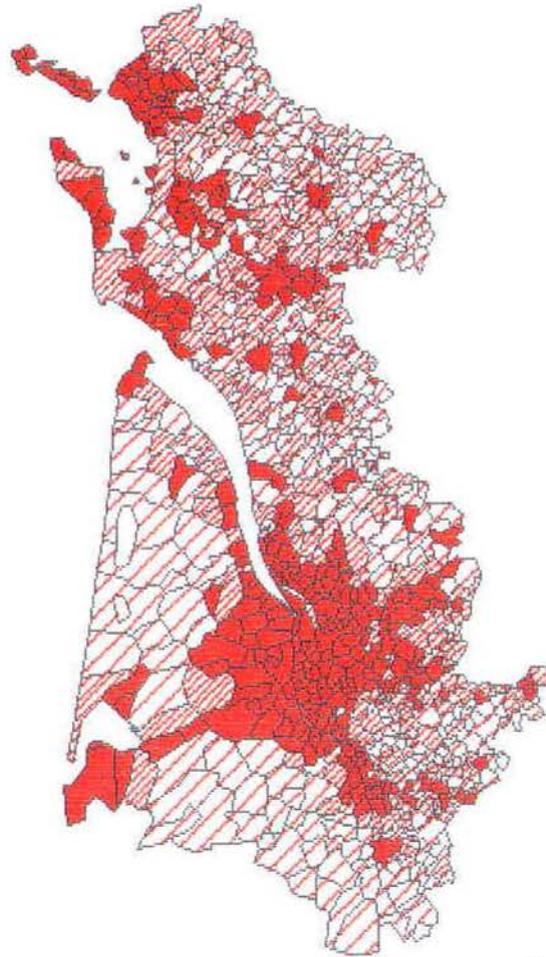


— communes

C.N.I. Orléans

Source: 1990

Fig. VII.2

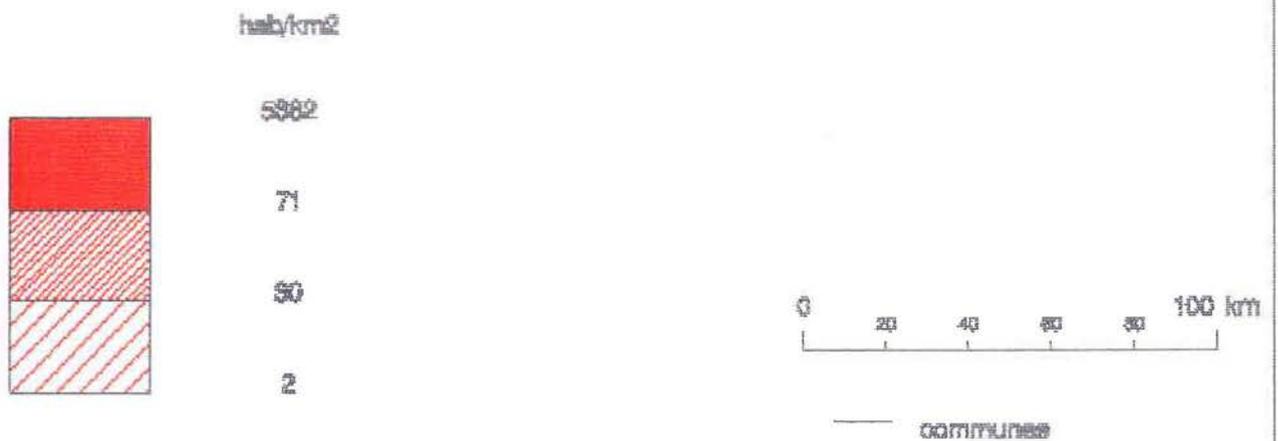


C.N.I. Orléans

(G) I.N.S.E.E Paris 1994

(C) I.G.N Paris 1990

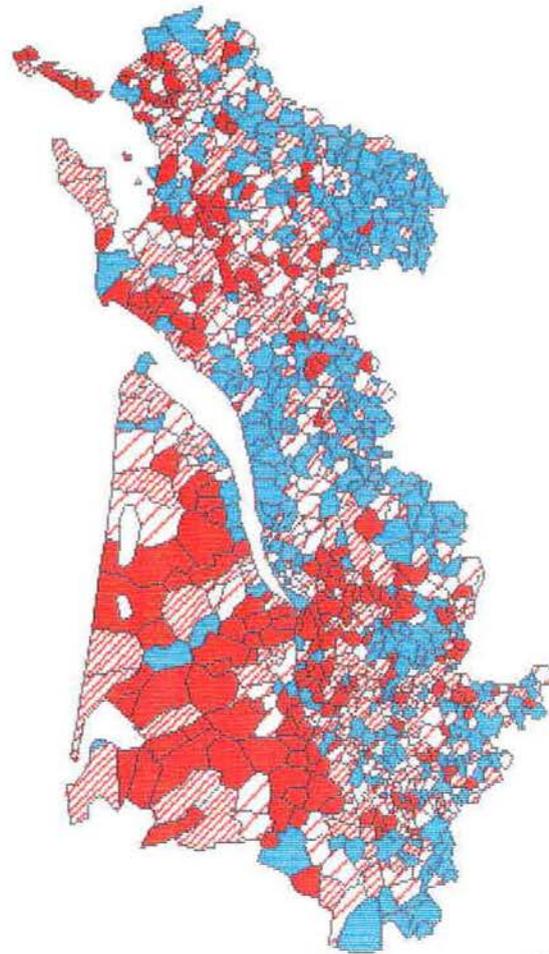
DENSITE DE POPULATION EN 1990 GIRONDE ET CHARENTE - MARITIME



C.N.I. Orléans

Source: 1990

Fig. VII.3

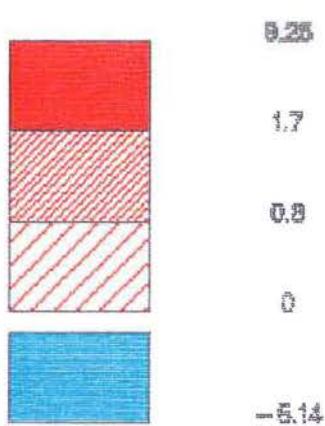


C.N.I. Orléans

(C) I.N.S.E.E Paris 1994 (C) I.G.N Paris 1990

POPULATION évolution 1982 – 1990

GIRONDE ET CHARENTE – MARITIME



Taux annuel de variation

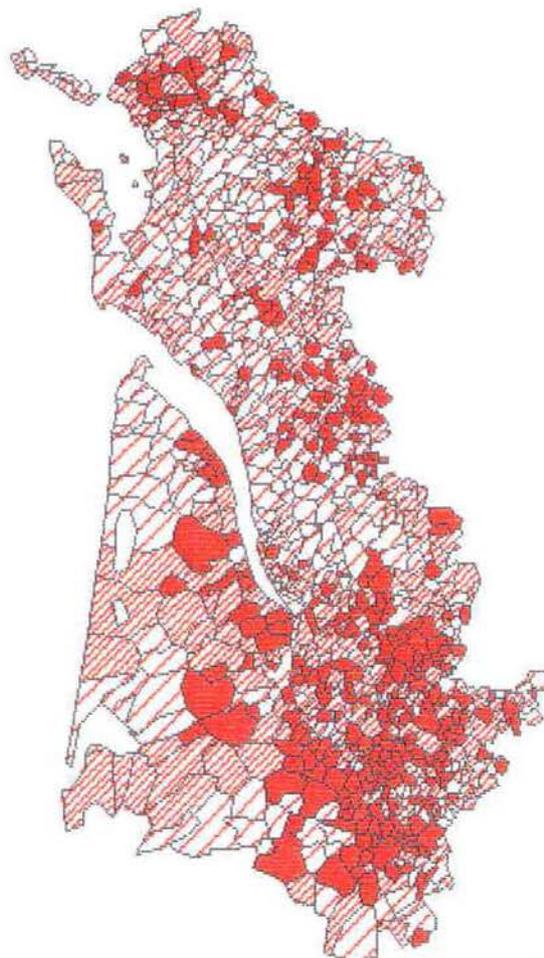


COMMUNES

C.N.I. Orléans

Source: IP90

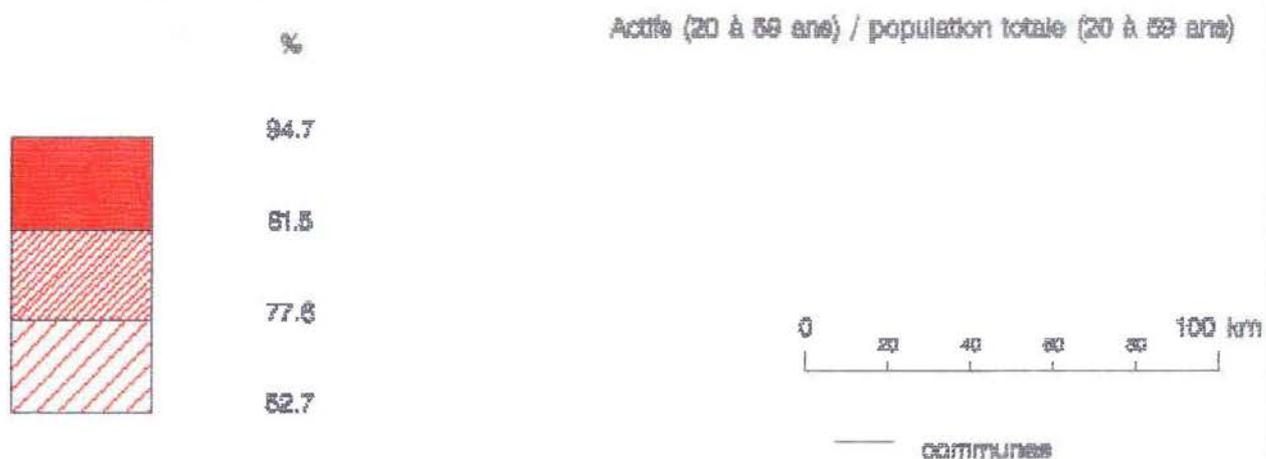
Fig. VII.4



C.N.I. Orléans

(G) I.N.S.E.E Paris 1994 (C) I.G.N Paris 1990

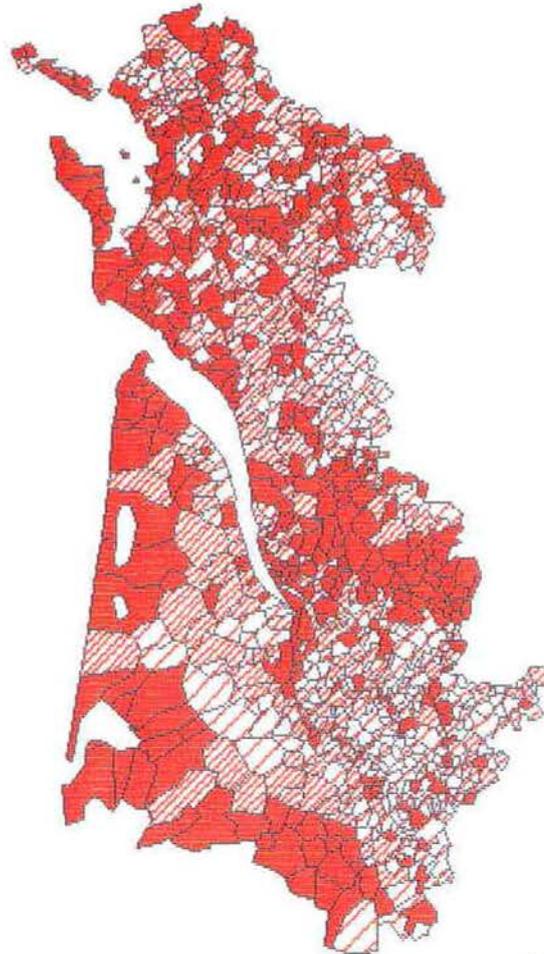
EMPLOI taux d'activité en 1990 GIRONDE ET CHARENTE - MARITIME



C.N.I. Orléans

Source: IPSO

Fig. VII.5

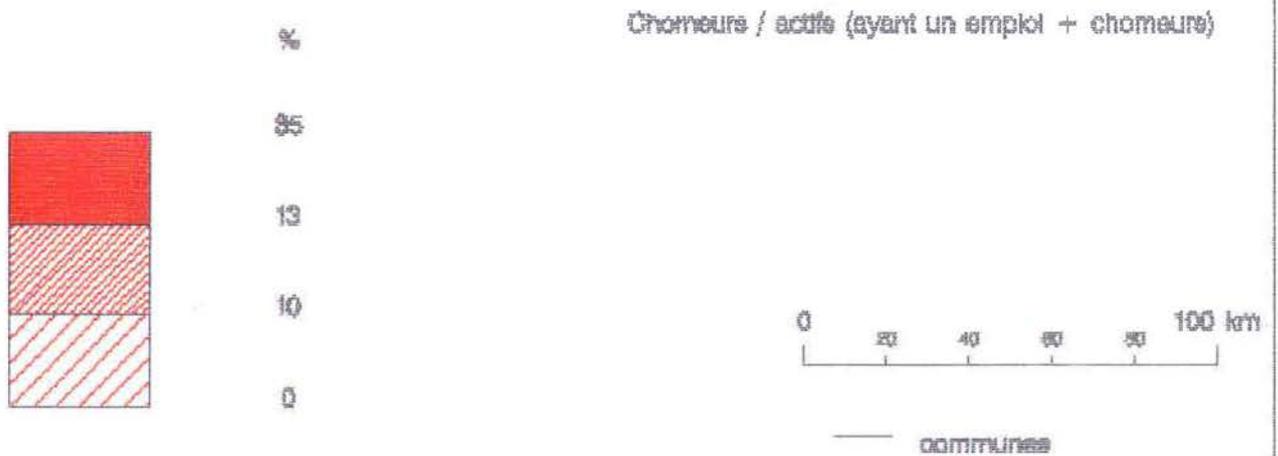


C.N.I. Orléans

(C) I.N.S.E.E Paris 1994

(C) L.G.N Paris 1990

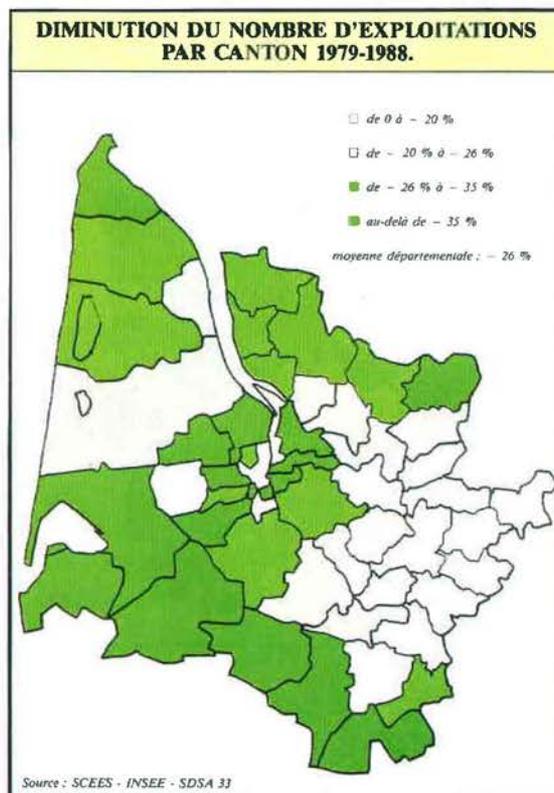
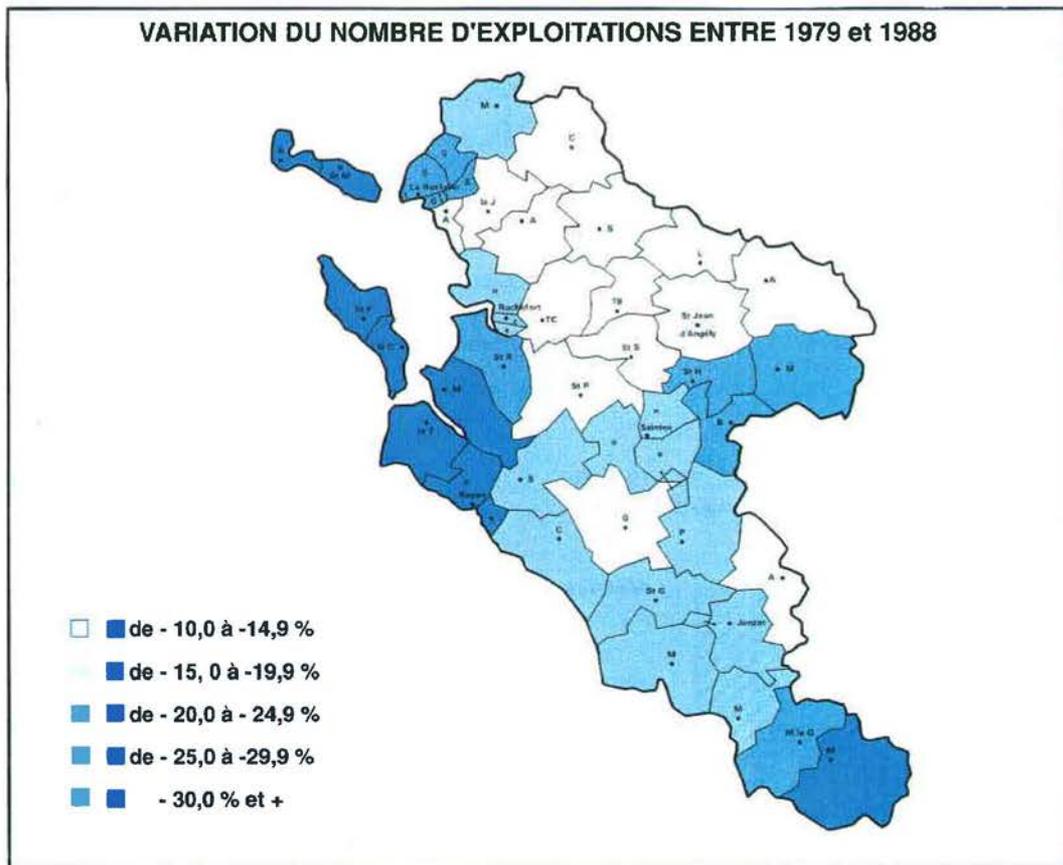
EMPLOI taux de chômage en 1990 GIRONDE ET CHARENTE - MARITIME



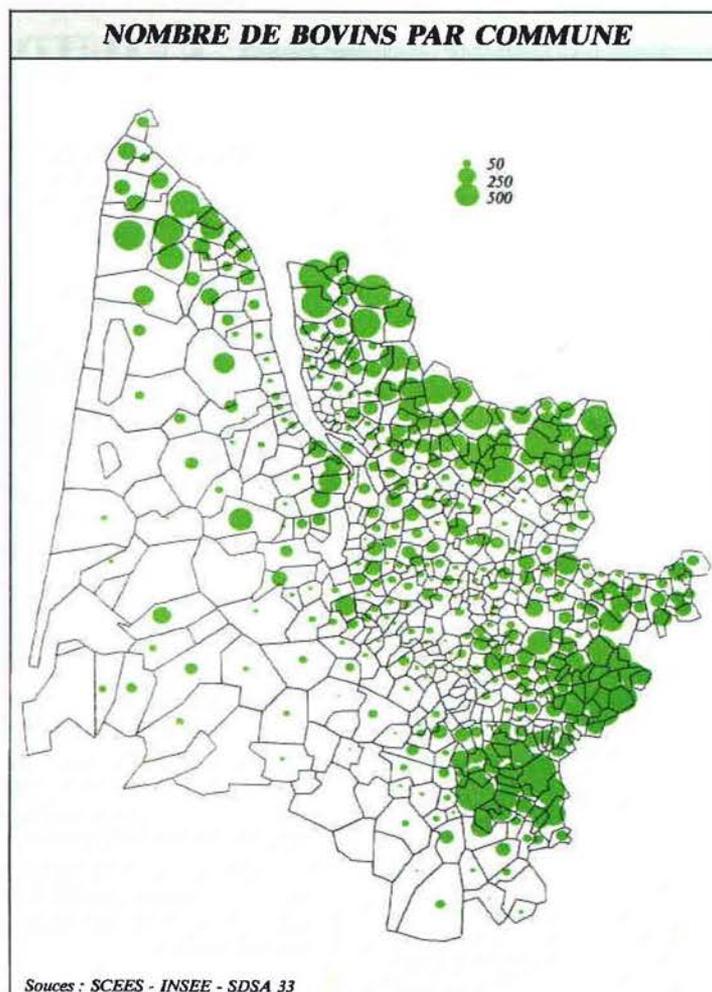
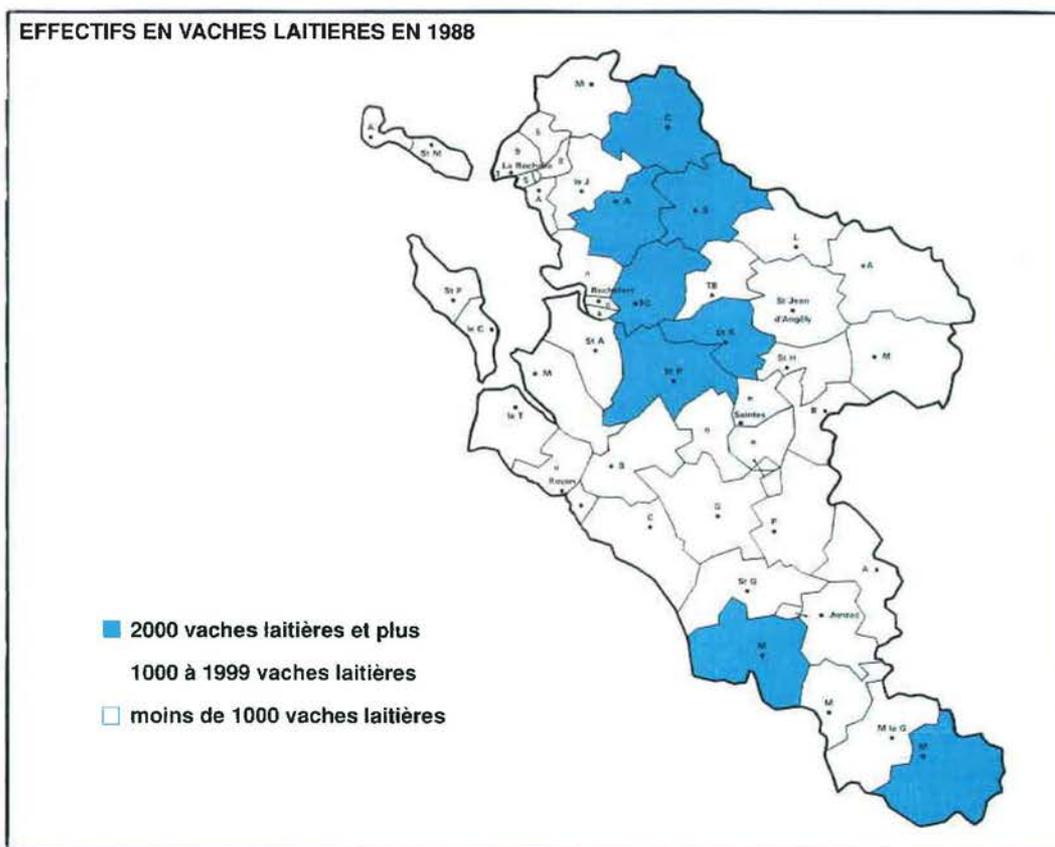
C.N.I. Orléans

Source: IPSO

Fig. VII.6



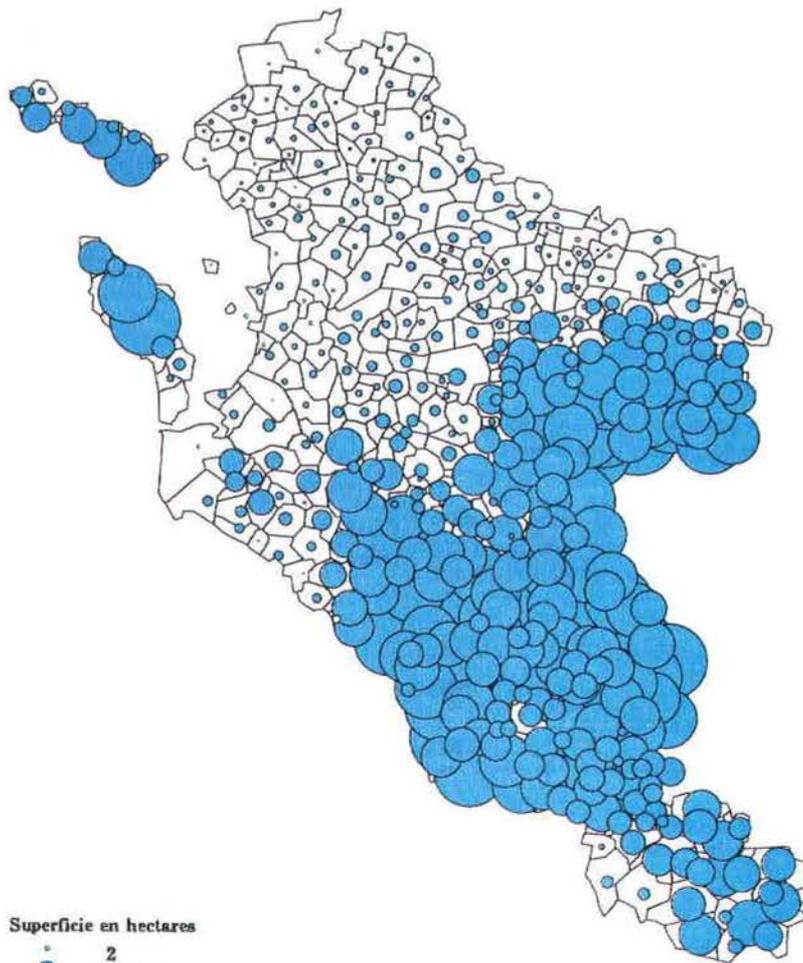
Source:
recensement général
agricole 1988



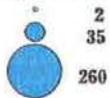
Source:
recensement général
agricole 1988

PART DE LA SUPERFICIE TOTALE EN VIGNE DANS LA S . A . U en 1988

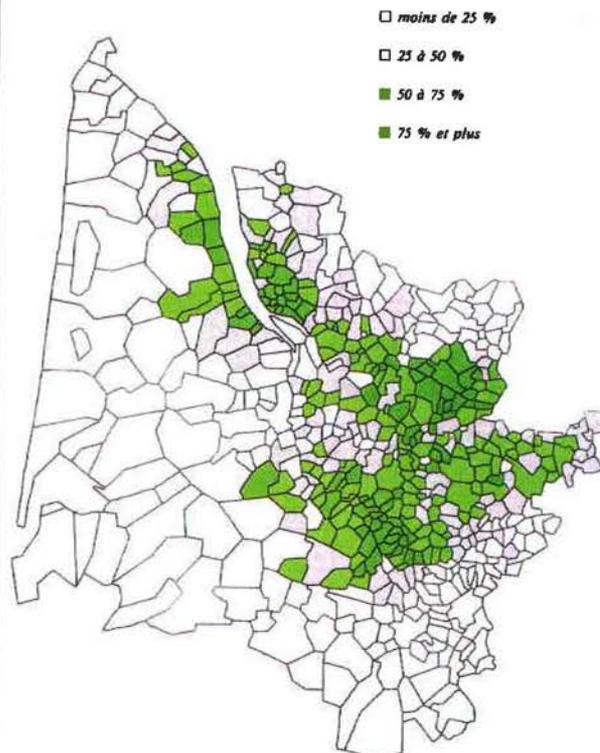
Fig. VII.8



Superficie en hectares



PART DE LA VIGNE DANS LA SAU
EN 1988 (par commune)

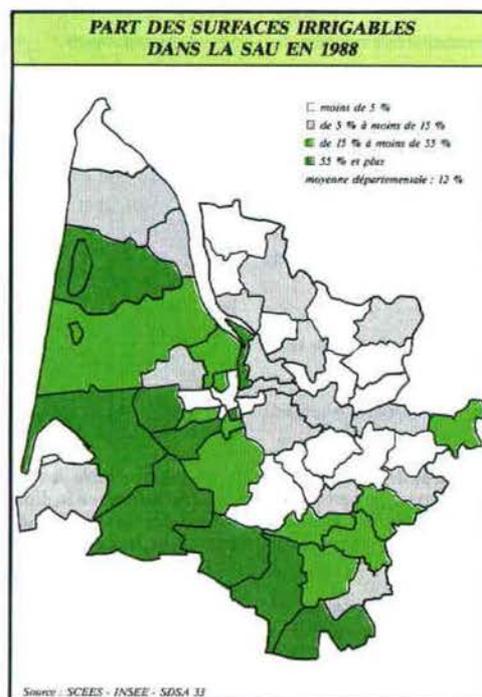
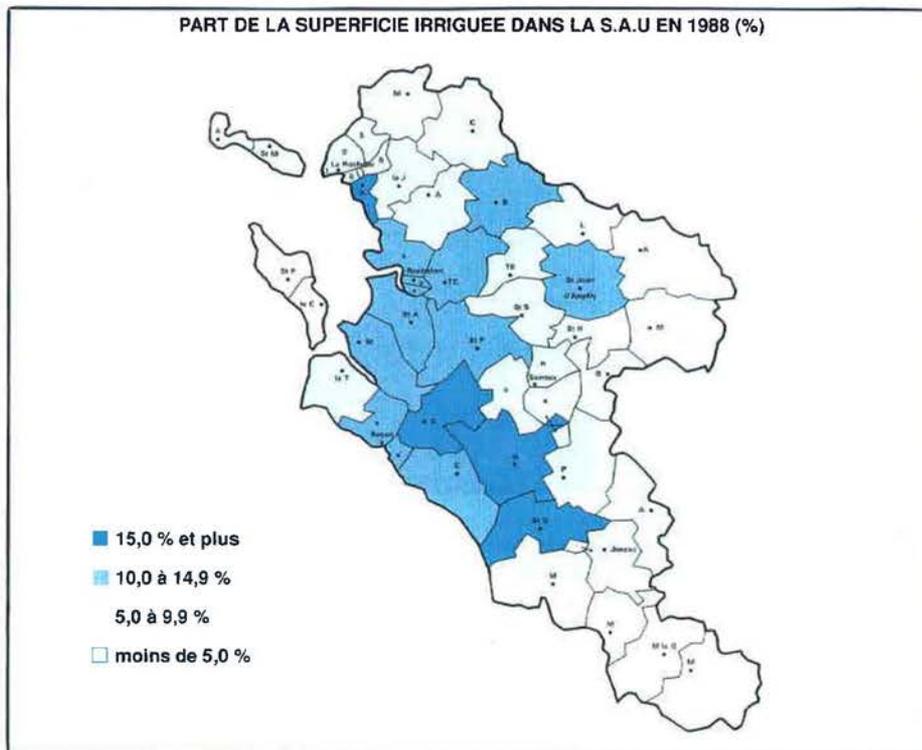


- moins de 25 %
- 25 à 50 %
- 50 à 75 %
- 75 % et plus

Source : SCEES - INSEE - SDSA 33

Source:
recensement général
agricole 1988

Fig. VII.9



Source:
recensement général
agricole 1988

Fig. VII.10

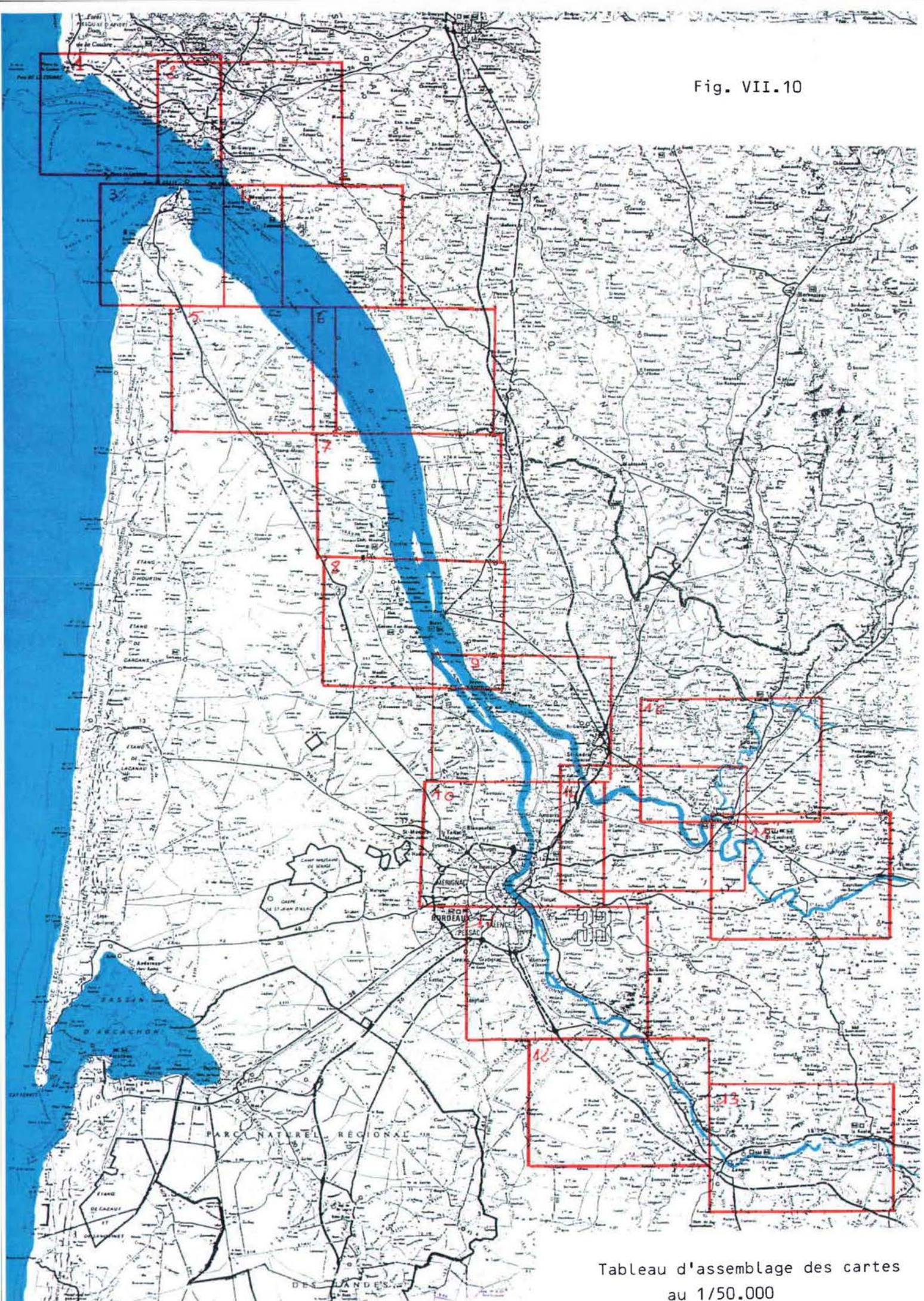
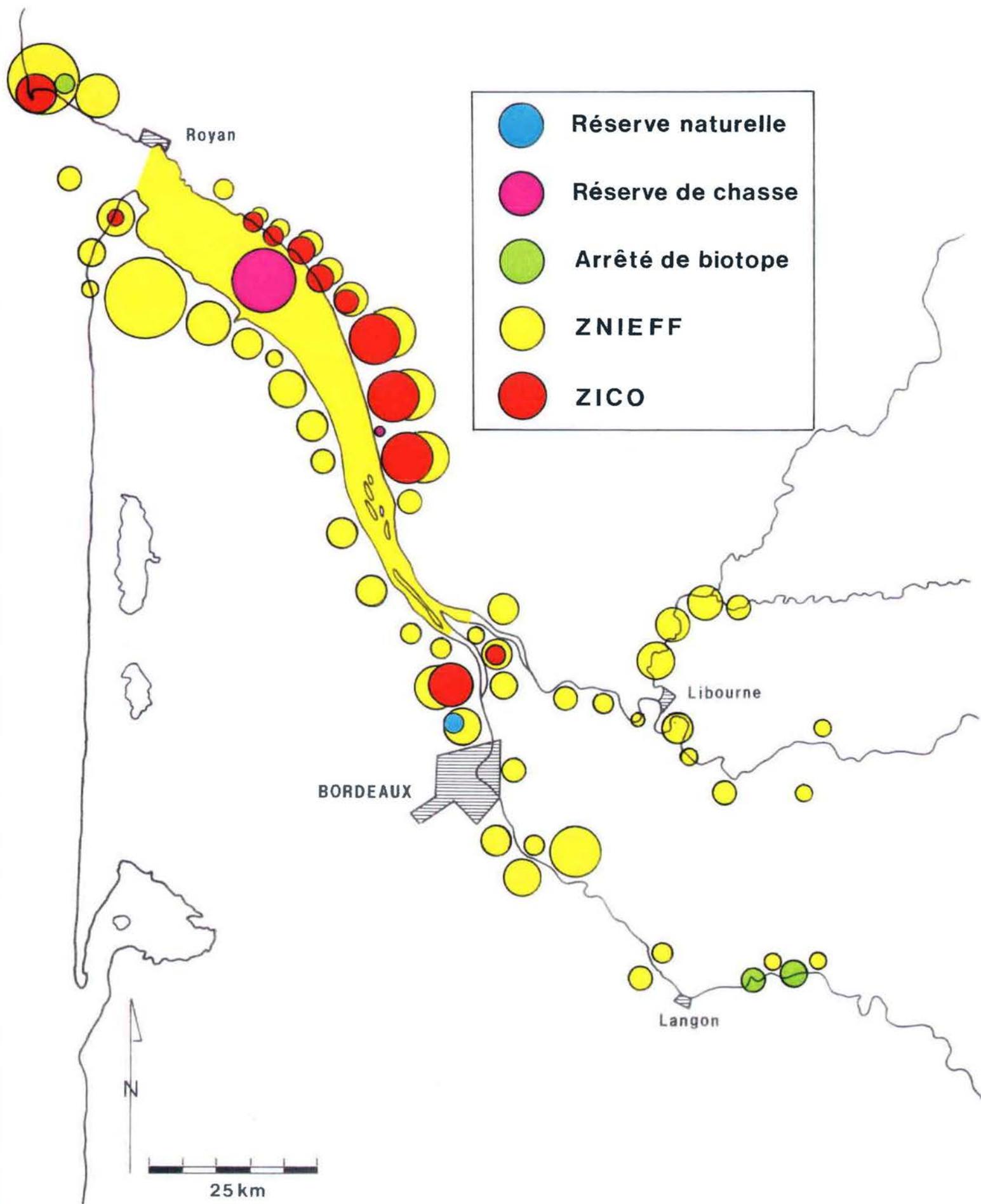


Tableau d'assemblage des cartes
au 1/50.000



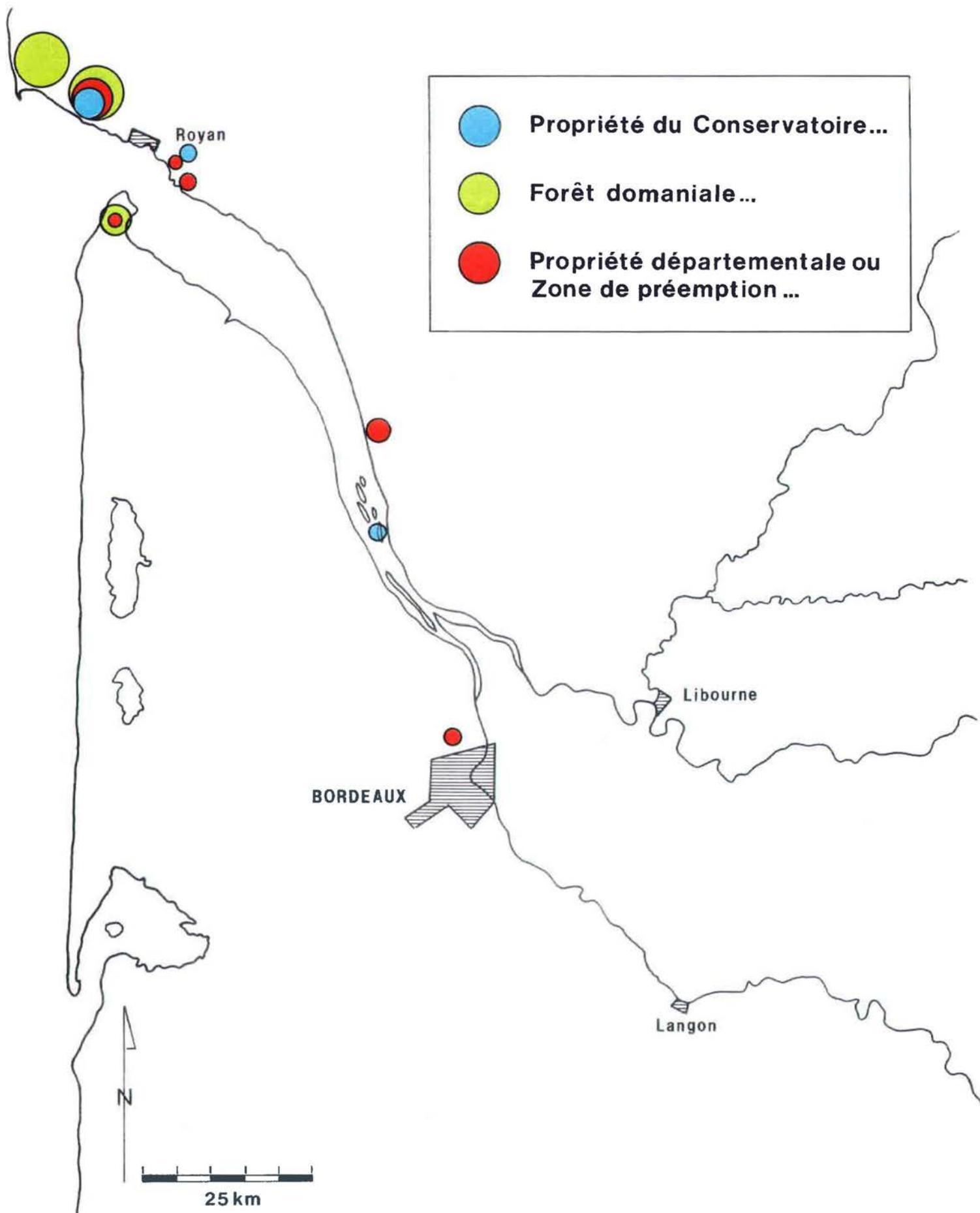
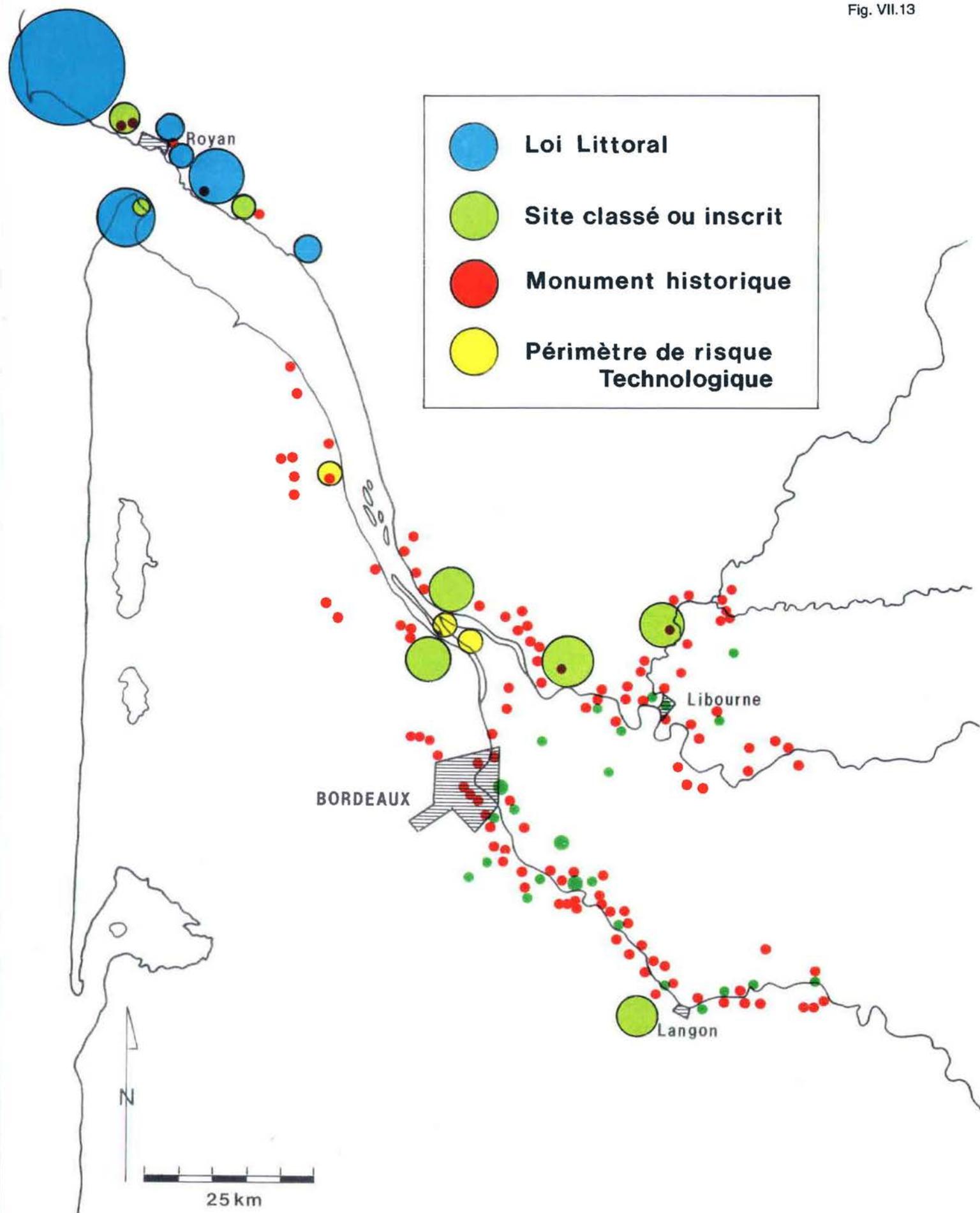


Fig. VII.13



Chapitre VIII -

LE PORT DE BORDEAUX : ACTEUR DE L'AMENAGEMENT DE L'ESTUAIRE ET DE L'ECONOMIE REGIONALE



Chap. VIII – LE PORT DE BORDEAUX : ACTEUR DE L'AMENAGEMENT DE L'ESTUAIRE ET DE L'ECONOMIE REGIONALE

INTRODUCTION

Camille JULLIAN a écrit, dans son histoire de Bordeaux : "La ville est un présent que la Garonne a fait à la France. Ce fleuve qui l'a créée – plutôt que les hommes – a été la raison d'être de son existence avant de devenir l'arbitre de la Cité". En Belgique, il est coutume de dire : "Anvers doit l'Escaut à Dieu, tout le reste à l'Escaut".

Ces formules traduisent parfaitement les lieux privilégiés de transit et de concentration de populations représentés par des sites localisés en fond d'estuaire. La pénétration à l'intérieur des terres de la navigation maritime avec ses faibles coûts de transport constitue un facteur favorable pour le développement économique.

C'est ainsi que s'est créé et développé à Bordeaux un port dont les origines sont fort anciennes. Certains travaux font état de l'existence entre le premier et le troisième siècle d'une ville romaine ouverte dotée d'un vaste port intérieur.

Actuellement, six pôles portuaires sont répartis le long de la Garonne maritime et de l'estuaire de la Gironde, d'amont en aval (Fig. VIII.1) : Bordeaux – Bassens – Ambès – Blaye – Pauillac – Le Verdon.

Selon le code des ports maritimes, le port autonome est chargé, à l'intérieur des limites de sa circonscription (Fig. VIII.2) des travaux d'extension, d'amélioration, de renouvellement et de reconstruction, ainsi que de l'exploitation, de l'entretien et de la police du port et de ses dépendances et de la gestion du domaine immobilier qui lui est affecté. Il peut être autorisé, dans le cadre de la réglementation en vigueur, à créer et aménager des zones industrielles portuaires ou à participer à une telle création ou à un tel aménagement.

Les actions et travaux menés par le Port autonome visent à l'accomplissement des trois fonctions portuaires essentielles qui confèrent au port un rôle d'outil structurant pour le développement économique de la Région et du grand Sud-Ouest.

Les trois types de fonction :

- maillon dans la chaîne des transports, elle-même élément du système production-distribution,
- zones de manutention, de stockage et de commercialisation des marchandises,
- zones de transformation des produits transportés,

conduisent l'établissement portuaire à la réalisation d'aménagements :

- maintien et amélioration du chenal de navigation, élément vital pour la desserte d'un port d'estuaire,
- modernisation et construction d'appontements, de quais, de terre-pleins,
- réalisation de plates-formes pour l'accueil d'implantations industrielles ou d'autres activités.

Après une présentation générale des six pôles portuaires et du trafic du port en 1992, les différents travaux d'aménagement entrepris sont relatés (travaux de dragage et exemple d'une opération de remblaiement pour la réalisation d'une plate-forme industrielle) puis le rôle du port en tant qu'acteur de l'économie régionale est précisé.

1 – PRESENTATION GENERALE DES POLES PORTUAIRES – TRAFIC 1992

(Fig. VIII.3)

1.1. Bordeaux

Situés au coeur de la ville, devant les splendides façades du XVIII^e siècle, les quais de Bordeaux sont un lieu d'escale privilégié pour les navires de croisière, les grands voiliers et les navires militaires.

En 1987 s'achevait le transfert à Bassens du trafic portuaire de marchandises des bassins à flot et du site de la rive gauche au centre de la ville de Bordeaux. Les caractéristiques techniques générales de ce site : dessertes routières et ferroviaires, exigüité des terre-pleins, limitation de la profondeur de dragage près des quais... ne correspondaient plus aux impératifs du transport maritime moderne.

Un trafic modéré de marchandises subsiste :

- 30 000 t d'huile importée du Sénégal pour la raffinerie locale,
- 115 000 t de produits forestiers et d'engrais sur le site de Queyries localisé en rive droite.

1.2. Bassens

S'étendant sur plus de 3 km aux portes de Bordeaux, les installations de Bassens répondent parfaitement aux exigences liées à la taille des navires et à leurs spécificités : trafics céréaliers, agro-alimentaires, vracs industriels, produits forestiers, marchandises sous froid... Bassens est le premier site portuaire, avec 3,6 millions de tonnes.

Parmi les 1,4 million de tonnes importées, on remarque les agrumes (Maroc et Afrique du Sud), les bois d'Afrique de l'Ouest, d'Amérique et d'Europe du Nord, les aliments de bétail du Brésil, le charbon et le coke de pétrole.

Sur les 2,2 millions de tonnes à l'exportation, plus de 1,8 million de tonnes de céréales en vrac (dont 1,450 Mt de maïs, 260 000 t de blé et le reste en orge et sorgho) étaient principalement destinées aux partenaires de la Communauté économique européenne. Bassens est le premier port européen exportateur de maïs.

1.3. Ambès

La proximité des deux fleuves Garonne et Dordogne (en particulier du chenal de navigation pour la desserte du port de Bordeaux) et la disponibilité de vastes espaces ont conféré naturellement à la presqu'île d'Ambès une vocation maritime et une tradition d'accueil d'activités industrielles et dérivées à proximité de Bordeaux, métropole régionale.



Port de Bassens



Port du Verdon

Ambès, avec 3 millions de tonnes, a exporté près de 500 000 t de pétrole brut des Landes et a reçu des produits pétroliers raffinés et des gaz (butane et propane) pour l'approvisionnement du Sud-Ouest. A signaler les trafics d'ammoniac (190 000 t) pour l'usine NORSK-HYDRO, d'huiles aromatiques pour COFRABLACK (83 000 t) et de chlorure de sodium pour EKA-NOBEL (15 000 t), usines implantées sur la zone industrialo-portuaire.

1.4 – Blaye

Seule installation portuaire implantée sur la rive droite de la Gironde, Blaye a battu un record de trafic en 1992 (572 000 t). Les importations (33 000 t) ont porté essentiellement sur des produits liquides transitant par un dépôt spécialisé. Les exportations (539 000 t) ont surtout été constituées de céréales et graines oléagineuses en vrac (225 000 t) et en sacs (300 000 t).

Grâce à une installation spécialisée, Blaye est devenu le principal port français pour les exportations au titre de l'aide alimentaire vers les pays du tiers monde.

1.5 – Pauillac

A mi-chemin entre Bordeaux et la mer, Pauillac est avant tout connu pour ses installations destinées au trafic pétrolier : 1,750 million de tonnes de produits pétroliers raffinés liquides et gazeux.

1.6 – Le Verdon

Réputé pour ses possibilités et son efficacité, le terminal conteneurs du Verdon est accessible 24 h sur 24, à tous les navires de 12,5 m de tirant d'eau, quelle que soit la marée et a traité 215 000 t de marchandises en 1992 dont 211 000 t conteneurisées.

2 – LES TRAVAUX D'AMENAGEMENT

2.1 – Maintien et amélioration du chenal de Navigation

2.1.1. Estuaire de la Gironde et Garonne maritime

L'aménagement et le maintien des chenaux de navigation, ainsi que la compréhension des processus estuariens ont toujours été des problèmes vitaux pour les ports d'estuaires. L'activité de ces ports est liée aux possibilités offertes aux navires pour la montée et la descente des fleuves.

Des travaux d'aménagement similaires à ceux réalisés en Gironde et en Garonne maritime ont été menés dans de nombreux autres estuaires (en France : Loire – Seine, à l'étranger : Escaut – Elbe...).

En Gironde, pendant très longtemps, la navigation s'est effectuée sans que les profondeurs aient été gênantes pour les bateaux de mer qui profitaient de la marée pour remonter à Bordeaux. Avec l'augmentation progressive des tirants d'eau des navires, des sujétions de navigation virent le jour et vers le milieu du XIXe siècle, furent décidés les premiers travaux d'aménagement.

Les divers aménagements réalisés depuis cette époque et qui ont permis de stabiliser le tracé du chenal navigable, de l'approfondir pour l'adapter aux tirants d'eau sans cesse croissants des navires desservant les installations portuaires, sont rapportés ci-après.

On considère, généralement, que la situation "de référence" avant aménagement est celle de 1842 définie par un levé hydrographique (Fig. VII.4 – VIII.5). Ce plan met bien en évidence les difficultés qui se présentaient aux navigateurs au milieu du XIXe siècle, à savoir :

- des chenaux nombreux,
- des passages sinueux entre des bancs et des îles,
- des franchissements de seuils ou passes.

En 1850, la situation nautique était très mauvaise et les passes en Garonne n'offraient qu'une profondeur de 1 m à basse-mer. La menace que la détérioration de ces seuils faisait peser sur le trafic du port de Bordeaux et l'apparition des bateaux à vapeur nécessitaient d'entreprendre des travaux d'amélioration des accès nautiques.

Les travaux tout d'abord réalisés en se basant sur des connaissances empiriques applicables localement vont progressivement s'orienter vers un aménagement rationnel en améliorant le tracé des rives puis en augmentant d'amont vers l'aval les sections offertes à l'écoulement.

Après la seconde guerre mondiale, le développement de la technique des modèles réduits, autorisant à la fois l'analyse des mécanismes hydrauliques et sédimentaires et la prévision des effets de travaux, a permis une optimisation de la définition des projets d'aménagement.

Pour plus de clarté, deux périodes d'aménagement ont été distinguées : 1850–1939 et 1939–1993.

Période 1850–1939

L'aménagement a consisté essentiellement à régulariser les rives et à construire des ouvrages de calibrage des courants (fig. VIII.4 et VIII.5). Les dragages ont débuté en 1885 ; ils étaient alors de faible importance. Schématiquement, les principaux travaux effectués ont consisté :

- à calibrer la Garonne par des épis sous-marins destinés à obtenir des largeurs satisfaisantes puis des sections adaptées,
- à aménager la zone d'Ambès en améliorant la puissance hydraulique dans le chenal de navigation:
 - . en prolongeant le Bec d'Ambès par une plate-forme,
 - . en édifiant des digues submersibles à l'amont du bras de Macau,
 - . en fermant les passages secondaires entre l'île Cazeau et l'île du Nord puis entre l'île du Nord et l'île Verte,
- à relier le groupe d'îles à l'aval de Blaye,
- à construire dans le bas estuaire la digue de Valeyrac.

Les premiers travaux ont permis de porter en 1865 les profondeurs minimales sur les différents seuils situés entre Ambès et Bordeaux de 1 m à près de 3 m sous étiage.

A la fin du XIXe siècle, le tracé du chenal et les profondeurs entre Bordeaux et le Bec d'Ambès étaient nettement améliorés : maintien des fonds entre – 3,50 m et – 4,00 m

En 1939, grâce aux travaux de calibrage et aux dragages d'approfondissement, le chenal navigable présentait, sur une largeur de 200 m environ, des profondeurs de l'ordre de 5 m sous étiage.

Période 1939–1993

Cette période est marquée par :

- une interruption presque totale des travaux d'amélioration et d'entretien pendant la guerre,
- la possibilité d'entreprendre des dragages importants en utilisant des dragues aspiratrices en marche,
- la réalisation de programmes d'études sur modèles réduits physiques.

2.1.1.1. Les travaux d'approfondissement du chenal

Les travaux d'amélioration par dragage vont devenir prépondérants en raison de la mise en oeuvre de dragues aspiratrices en marche. Ces nouveaux engins présentent une forte capacité de dragage due à une grande puissance de pompage. Leur haut rendement a permis d'abaisser considérablement le prix de revient du m³ dragué.

Le volume annuel moyen dragué au titre de l'approfondissement du chenal depuis le début des années soixante est de l'ordre de un million de m³.

2.1.1.2. Les dragages d'entretien

Les dragages d'entretien ont pour but de limiter la dégradation des chenaux de navigation par les dépôts sédimentaires. Vers 1975, le volume annuel dragué était de l'ordre de 10 Mm³/an (80 % de vase – 20 % de sable).

Afin de réduire ce volume, le Port autonome de Bordeaux a engagé un effort très important pour améliorer la productivité du processus d'entretien du chenal. Cet effort est fondé sur :

- une meilleure connaissance des processus sédimentaires à l'origine de l'envasement des seuils et des passes du chenal,
- une meilleure définition du tracé du chenal à l'aide des études sur modèles réduits,
- le développement des méthodes modernes d'hydrographie,
- la mise en service d'un nouveau parc de dragues performantes,
- le développement, par le port, de systèmes électroniques d'aides au dragage,
- des études spécifiques sur la navigabilité dans la crème de vase.

Des gains d'efficacité d'intervention ont été obtenus : les volumes dragués dans l'estuaire de la Gironde et la Garonne maritime ont diminué environ d'un tiers en une quinzaine d'années (10 Mm³ en 1975 – 7 Mm³ en 1992) alors que les tirants d'eau des navires reçus à Bassens ont, dans le même temps, augmenté de 0,70 m (Fig.VIII.6a).

a) L'amélioration des dragages d'entretien

Jusqu'au milieu des années 70, la politique traditionnelle d'entretien du chenal consiste à effectuer des travaux de dragage sur la ou les passes critiques où les exhaussements décelés lors de relevés bathymétriques périodiques entraînent des cotes limitant le tirant d'eau des navires.

Cette méthode d'intervention au coup par coup ne prend pas en compte les aspects suivants :

- pendant le dragage, une autre passe peut à son tour devenir critique ;
- l'efficacité du dragage dépend de la nature et de l'état du matériau dragué ;
- les moyens de dragage que l'on peut mettre en oeuvre ne sont pas toujours à l'échelle des mouvements sédimentaires.

Or, l'étude des transports de sédiment et l'expérience ont montré que les évolutions naturelles des fonds sur les passes étaient cycliques et donc prévisibles pour une large part.

Schématiquement, il est possible de décomposer le cycle en quatre phases de trois mois :

- 1ère phase : Présence du bouchon vaseux et formation de lits de crème de vase,
- 2ème phase : Passage de la crème de vase à l'état de vase consolidée,
- 3ème phase : Prédominance des érosions naturelles,
- 4ème phase : Période transitoire : apports sédimentaires réduits.

Il est donc apparu possible d'en déduire un programme d'utilisation des engins de dragage en fonction :

- des prévisions des évolutions naturelles des fonds,
- de l'état de consolidation des matériaux à draguer constitués essentiellement par de la vase.



Bac Le Verdon



**Blaye par grande marée :
quai de chargement de granulats**

La nouvelle politique de dragage d'entretien du chenal prend en compte ces considérations. Un exemple d'application est présenté pour des passes localisées à l'aval de Pouillac :

- Février à avril : période critique en raison de la présence du bouchon vaseux. Dragage déconseillé, inefficace par suite de remaniement de vases "fluides". De plus les études sur la navigation dans les chenaux soumis à envasement ont montré la possibilité de chenalage des navires jusqu'à une densité de 1.2 correspondant à une teneur en sédiment sec d'environ 300 g/l.
- Mai à juillet : dragage curatif de la vase consolidée.
- Août à octobre : dragage préventif : surapprofondissement pour minimiser les effets de l'envasement futur.
- Novembre à janvier : dragages d'entretien réduits avant la période critique.

b) L'immersion des déblais de dragages

Les déblais de dragage sont immergés dans des zones localisées dans l'estuaire de la Gironde sur la rive droite du chenal de navigation et en Garonne maritime dans les casiers constitués par les anciens épis sous-marins, éléments de l'aménagement décrit précédemment.

Cette méthode d'immersion des produits dragués a été choisie pour éviter aux engins de dragage des temps de transport trop importants. Les produits immergés, constitués essentiellement par de la vase, représentent en moyenne 4,5 Mt par an. Déversées dans l'estuaire, les vases présentent après dragage des rigidités initiales faibles et se diluent facilement dans les courants au moment du rejet.

Les résultats des études réalisées sous l'égide d'un groupe de travail institué par le Ministère de l'Environnement et la Direction des Ports Maritimes pour l'établissement d'un mémorandum situant la position globale des ports français sur l'immersion des déblais de dragage ont été publiés dans un rapport établi en mars 1985.

En Garonne maritime, 10 à 20 % des matériaux vidés dans les casiers peuvent rester en place ; dans l'estuaire, la majeure partie des déblais est reprise par les courants. La remise en suspension de produits contribue uniquement à une augmentation locale et temporaire des turbidités.

Ainsi, selon M. MIGNIOT, co-auteur du rapport :

"En Gironde, les quantités de matières en suspension qui peuvent osciller au cours des différentes marées atteignent des chiffres considérables de 450 Mt par an à Saint-Christoly.

Ces sédiments sont alternativement déposés sur les fonds en marées de mortes-eaux, repris par les courants dès que le coefficient de marée dépasse 80, transportés alternativement vers l'amont et vers l'aval sur une distance d'une vingtaine de kilomètres sous le jeu des courants de marées ou déplacés successivement vers l'amont ou vers l'aval de l'estuaire suivant que le débit fluvial est en étiage ou en crue.

Le brassage subi par ces matériaux uniquement sous les actions naturelles est donc très supérieur à celui qui peut être réalisé par un dragage, même "dit à l'américaine", le rapport étant de l'ordre de 1 à 50, voire 1 à 100."

Ce résultat montre que les masses de sédiment remaniées par les dragages sont sans commune mesure avec celles mises en jeu par les mécanismes naturels et illustre le bien fondé du parti-pris de la dilution retenue par le Port autonome de Bordeaux pour l'immersion des produits dragués.

2.1.2. *Passe d'entrée – Embouchure de la Gironde*

Jusqu'en 1930, les navires qui accédaient à l'estuaire de la Gironde franchissaient le banc du Matelier (Fig. VIII.7a) en empruntant les meilleures profondeurs naturelles.

Le grand chenal d'entrée en Gironde, qui s'était ouvert naturellement à travers les hauts fonds à la fin du XVIII^e siècle, était orienté à l'origine vers l'ouest-nord-ouest. Ensuite, il a pivoté peu à peu vers le nord et les profondeurs se sont progressivement altérées.

Pour offrir un chenal plus sûr pour la navigation, la solution retenue a consisté à ouvrir une passe orientée exactement est-ouest suivant l'axe commun du jusant et de la direction moyenne des tempêtes. De 1930 à 1932, 10 millions de m³ ont été extraits et déposés à 5 km au large.

A partir de 1950, le tracé du chenal s'est peu à peu déformé entre La Coubre et la passe extérieure. L'évolution du tracé (Fig. VIII.7b) se caractérise par :

- une progression du banc de La Coubre vers le sud-ouest,
- une translation vers le nord du banc du Matelier.

La poussée du banc du Matelier pouvait être partiellement contenue par des actions de dragage. Par contre, la progression du banc de La Coubre n'aurait pu être stoppée qu'avec des moyens de dragage considérables.

En raison de l'accélération de la déformation de l'ancienne passe de l'ouest, son maintien en service comportait des risques de limitation du tirant d'eau et des dimensions des navires et l'obligation éventuelle d'interdire aux navires pétroliers le chenalage de nuit.

C'est pourquoi dès 1970, le Port autonome de Bordeaux a lancé un vaste programme d'études destinées à déterminer un aménagement pour rectifier le tracé de l'ancienne passe.

La solution retenue a consisté à implanter la nouvelle passe dans le prolongement de la fosse naturelle de jusant qui existe au sud du banc de La Coubre.

Les travaux de dragage de la nouvelle passe (Fig. VIII.7a), 400 m de largeur à la côte (-13,50 m), se sont déroulés entre juin 1978 et octobre 1981.

Les matériaux sableux extraits (14,6 Mm³) ont été déposés dans une zone localisée au sud de la nouvelle passe et choisie d'après les critères suivants :

- proximité de la zone draguée pour que le coût des dragages reste acceptable ;
- éloignement de la future passe pour éviter des retours éventuels de matériaux ;
- déplacements faibles des sédiments préférentiellement vers l'ouest ;
- pas de gêne à l'exercice de la navigation et de la pêche,
- zone de peuplements benthiques limités.

La mise en service de la nouvelle passe a considérablement amélioré la sécurité de la navigation pour l'entrée en Gironde. Le tracé du nouveau chenal présente jusque-là une parfaite stabilité.

Le volume annuel moyen dragué pour l'entretien de la nouvelle passe (environ 300 000 m³) est plus de 6 fois inférieur à celui prélevé sur l'ancienne passe au cours des 10 dernières années de son utilisation (1,9 Mm³) (Fig.VIII.6b). Ces résultats confirment l'intérêt technique et économique de la solution retenue.

2.1.3. Résultats des travaux d'aménagement – Incidence sur la navigation

L'ensemble des travaux réalisés a permis d'améliorer très sensiblement les possibilités d'accès aux installations portuaires en augmentant les profondeurs offertes sur les différentes passes et donc en assurant l'adaptation des accès nautiques à l'accroissement des caractéristiques des navires (tirant d'eau, longueur...).

Le tirant d'eau admissible actuellement pour la desserte de Bassens par tout coefficient de marée est de 9,80 m alors que ce dernier était limité à environ 5 m avant les travaux d'aménagement (Fig. VIII.8).

L'adaptation permanente de la nouvelle donne du trafic maritime est justifiée par les économies qu'entraînent :

- une meilleure utilisation des navires en limitant le "dead freight" et permettant ainsi un meilleur remplissage d'espace,
- le transport de marchandises par des navires plus importants engendrant des économies,
- la réduction des délais d'attente des navires pour remonter et descendre l'estuaire,
- le traitement des marchandises par quantités plus importantes autorisant une meilleure répartition des coûts fixes tant en main-d'oeuvre qu'en outillage,
- la souplesse d'exploitation du chenal par des navires de plus faibles tirants d'eau par suite de l'augmentation des plages temporelles disponibles.

Ces économies se traduisent par un abaissement du coût du transport. Elles représentent un gain : pour l'économie régionale, pour l'économie nationale, une diminution des coûts des importations et un accroissement de la compétitivité pour les exportateurs.

2.2 – Un exemple d'aménagement : la plate-forme industrielle à Ambès

Après une période difficile découlant de la fermeture, au milieu de la décennie écoulée, des raffineries girondines, l'action concertée des acteurs économiques et des collectivités territoriales (Conseil Général de la Gironde, Conseil Régional d'Aquitaine, Communauté urbaine de Bordeaux, Chambre de commerce et d'industrie et Port autonome de Bordeaux) avec le concours de l'Etat a conduit à une revitalisation industrielle du site d'Ambès, récemment amorcée et traduite par l'implantation de 1990 à 1993 de groupes importants (NORSK-HYDRO, EKA-NOBEL, Entrepôt pétrolier de la Gironde) (Fig. VIII.9).

En 1988, le groupe norvégien NORSK-HYDRO décide d'implanter une usine de fabrication d'ammonitrates à Ambès. Ce projet va entraîner des travaux d'aménagement et, en particulier, des opérations de remblaiement pour la viabilisation du terrain sur une surface d'environ 40 ha à Ambès.

2.2.1. Travaux en site terrestre

Les travaux préparatoires réalisés en site terrestre ont comporté des opérations de déboisement et de dessouchage en veillant, toutefois, à conserver au maximum des zones vertes (bois et bosquets) compatibles avec le plan masse de l'usine. Des digues en terre ont été construites pour la réception des matériaux sableux de remblai.

Ces digues avaient non seulement pour but de retenir le sable refoulé par voie hydraulique, mais aussi d'orienter les eaux issues du refoulement vers un nouveau système de fossés.

Les eaux de drainage de l'ensemble de la zone ainsi récupérées étaient dirigées vers la Garonne.

Les matériaux sableux refoulés étaient nivelés à l'aide de chargeurs à une cote de l'ordre de + 4,80 m NGF, soit 0,30 m au-dessus de la cote définitive du remblai (+ 4,50 m NGF) pour tenir compte des tassements estimés des sols compressibles sous le remblai.

* dead freight : fret inutilisable par manque de tirant d'eau. Par exemple, un bateau ayant un tirant de 9 m à pleine charge devra être "allégé" pour franchir un seuil à 8 m.



Z.I.P. d'Ambès



© Port Autonome de Bordeaux

**Drague aspiratrice en marche Pierre Lefort
Drague stationnaire La Devèze**

2.2.2. Travaux en site nautique

Une souille était draguée en Garonne au moyen d'une drague aspiratrice stationnaire au droit du futur appontement sur une longueur de 350 m et une largeur de 55 m à la cote (- 11 m).

Une fois la souille draguée à (- 11 m), une drague aspiratrice en marche venait mettre en place du sable, refoulé ensuite à terre par la drague stationnaire.

Le sable était issu de dragages effectués au titre de l'entretien du chenal de navigation. L'opération a constitué une valorisation des déblais de dragage.

Les travaux se sont déroulés de mai 1988 à janvier 1989, 900 000 m³ de matériaux sableux ont été mis en place.

3 – LE PORT DE BORDEAUX, ACTEUR DE L'ECONOMIE

Les données présentées sont extraites d'une étude réalisée par l'Institut Economique Régional du Sud-Ouest (I.E.R.S.O.) et le Comité d'Expansion d'Aquitaine ; cette étude était destinée à évaluer le poids économique lié à l'activité portuaire et son importance vis-à-vis de l'économie de l'Aquitaine et d'autres régions en quantifiant la place, le rôle et l'influence du port de Bordeaux (Fig. VIII.10).

3.1. Emplois

Le port de Bordeaux a généré 20 000 emplois en 1992 :

- 2 700 emplois directs :
Port et professions portuaires, pilotage, remorquage, lamanage, agences maritimes, consignataires, courtage, transitaires et commissionnaires en douane, armement, manutention, dockers...
- 12 400 emplois indirects (industries liées au port, sous-traitants de ces industries, secteur des transports, BTP...), dont :
 - . 3 500 emplois commandés qui n'existeraient plus si le port venait à disparaître (réparation navale, production d'énergie, industries de fabrication d'engrais, transports...),
 - . 8 900 emplois utilisateurs du port, mais non contraints par son existence pour l'exercice de l'activité correspondante (chimie, industrie agro-alimentaire, métallurgie, papier-carton),
- 4 900 emplois induits : commerces, autres services, administrations.

Sur ces 20 000 emplois :

- 82 %, soit 16 300 ont été générés en Aquitaine dont 71 % (14 300) en Gironde,
- 18 %, soit 3 700 ont été générés hors Aquitaine (Poitou-Charentes, Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon et Limousin).

A titre de comparaison, ces 20 000 emplois représentent :

- 10 % des emplois salariés des secteurs privés de la zone d'emploi de Bordeaux (200 000 emplois, source ASSEDIC),
- 7,8 % des emplois salariés des secteurs privés de la Gironde (256 000 emplois, source ASSEDIC),
- 3,6 % des emplois salariés des secteurs privés de l'Aquitaine (547 000 emplois, source ASSEDIC).

3.2. Masse salariale

La zone d'influence portuaire génère 3 à 4 milliards de francs (évaluation sur base d'enquête). A comparer aux :

- 42 milliards de francs de la Gironde (soit 7 à 10 %) selon l'évaluation sur base de données INSEE,
- 84 milliards de francs de l'Aquitaine (soit 3,6 à 5 %) selon l'évaluation sur base de données INSEE.

3.3. Chiffre d'affaires

La zone d'influence portuaire génère 8 à 10 milliards de francs (évaluation sur base d'enquête).

A comparer, pour l'Aquitaine, aux chiffres d'affaires :

- du bois : 6,5 milliards de francs (Service des Statistiques Industrielles du Ministère de l'Industrie),
- du vin de Bordeaux : 12,2 milliards de francs (Conseil Interprofessionnel du Vin de Bordeaux),
- des industries agro-alimentaires : 19 milliards de francs (Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt),
- du secteur aéronautique : 15 milliards de francs (Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales).

3.4. Investissements

De 1988 à 1992, soit sur cinq ans, le port autonome a investi 412 MF et les entreprises situées sur la zone d'influence portuaire 1,9 milliard de francs, soit un total de 2,3 milliards de francs (près de 0,5 milliard de francs par an).

A comparer aux :

- 7,5 milliards de francs d'investissements privés annuels en Gironde (6,7 %),
- 14 milliards de francs d'investissements privés annuels en Aquitaine (3,6 %).

3.5. Taxe professionnelle

La taxe professionnelle versée par les entreprises liées au port est de l'ordre de 500 à 600 millions de francs par an.

A comparer aux :

- 2 milliards de francs de taxe professionnelle de la Communauté Urbaine de Bordeaux (25 %),
- 3 milliards de francs de taxe professionnelle de la Gironde (16 %),
- 5,5 milliards de francs de taxe professionnelle d'Aquitaine (9 %).

Cette étude permet donc de constater et surtout de mesurer combien l'activité portuaire est génératrice d'emplois, d'investissements et de richesses, réinjectées dans l'économie locale et régionale.

CONCLUSION – PROPOSITIONS

En 1989/1990, le Port autonome de Bordeaux a mené une vaste étude prospective PORT AVENIR 2000, opération originale par l'association à la réflexion de l'ensemble des intervenants dans l'activité portuaire : clients mais aussi partenaires naturels du port : collectivités territoriales, administrations, décideurs locaux et régionaux, représentants socio-professionnels, et qui a conduit à l'élaboration d'une charte de développement du port pour la décennie.

Les mutations socio-économiques entraînées par d'importants facteurs de changement survenus depuis 1990 ont conduit à une actualisation de l'opération PORT AVENIR 2000.

La stratégie de la communauté portuaire est traduite dans la nouvelle charte de développement qui exprime une politique de productivité et de qualité garant d'une reconquête durable des activités portuaires, commerciales et industrielles.

La charte s'accompagne d'un programme d'actions concrètes à mettre en oeuvre en association avec les différents partenaires.

En particulier, les actions suivantes sont prévues :

- amélioration progressive du chenal de navigation et recherche d'une réduction des coûts d'entretien des accès nautiques,
- développement des zones industrielles et d'activités comportant notamment la réalisation de remblais limités et adaptés aux besoins économiques,
- réalisation d'une plate-forme logistique à l'aval de Bassens,
- amélioration des dessertes terrestres des sites portuaires et de l'hinterland du Port de Bordeaux.

Une nouvelle charte confirmera les engagements antérieurs, en particulier :

"Le Port autonome de Bordeaux et ses partenaires réaffirment leur volonté d'assurer à chacune des plates-formes portuaires un développement cohérent et maîtrisé dans le respect et la qualité de l'environnement de l'estuaire".

Confronté aux exigences de l'environnement sur les différents maillons requis pour l'exercice de la fonction portuaire (travaux de dragage, transport maritime, manutention et stockage des marchandises, implantations industrielles), l'établissement portuaire s'est doté d'une politique en matière d'environnement.

Cette politique a pour objectif la recherche de la conciliation entre le développement nécessaire des différentes activités économiques, la sauvegarde de la qualité de l'environnement de l'estuaire et la préservation des conditions de sécurité des populations. La traduction concrète de cette politique comprendra notamment le développement de deux axes majeurs : la qualité de l'eau de l'estuaire et la valorisation des paysages.

La traduction concrète de cette politique comprendra notamment le développement de deux axes majeurs : la qualité de l'eau de l'estuaire et la valorisation des paysages.

Les usages multiples de l'estuaire conditionnés par la qualité de l'eau et des milieux aquatiques ont conduit le Port autonome à établir un projet visant à la définition d'une méthodologie pour l'aide à la gestion du système estuarien.

Le programme s'intègre dans des réflexions menées à l'échelle européenne dans le cadre de la plate-forme ECEPA* avec l'appui de la CEE et de ESPO** et comporte 4 étapes :

- analyse de l'évolution hydrosédimentaire de l'estuaire,
- modélisation des processus hydrauliques,
- modélisation des mécanismes sédimentaires,
- modèles biologiques.

Les résultats attendus visent à :

- l'application d'une meilleure méthode de gestion de l'estuaire par la possibilité de prévoir les réactions de l'écosystème à des projets d'aménagements ;
- l'amélioration des débats sur des bases scientifiques et techniques renforcées pour la recherche du meilleur équilibre possible entre le développement économique et la préservation de la qualité de l'environnement.

Les paysages sont un élément essentiel de l'environnement quotidien. Les activités implantées dans les zones industrialo-portuaires ont façonné les paysages depuis des décennies sans toujours prendre en compte des préoccupations d'insertion équilibrée dans l'environnement. Or la présentation des paysages, le soin mis à les faire évoluer, l'accès à la mémoire sont autant de facteurs pour l'image de marque des zones industrialo-portuaires. C'est pourquoi l'amélioration de ces zones en terme d'image, élément qui contribuera à la notoriété et à la qualité de service, est envisagée dans un premier temps pour les pôles de Bassens et d'Ambès, dans un deuxième temps pour les sites de Pauillac et du Verdon.

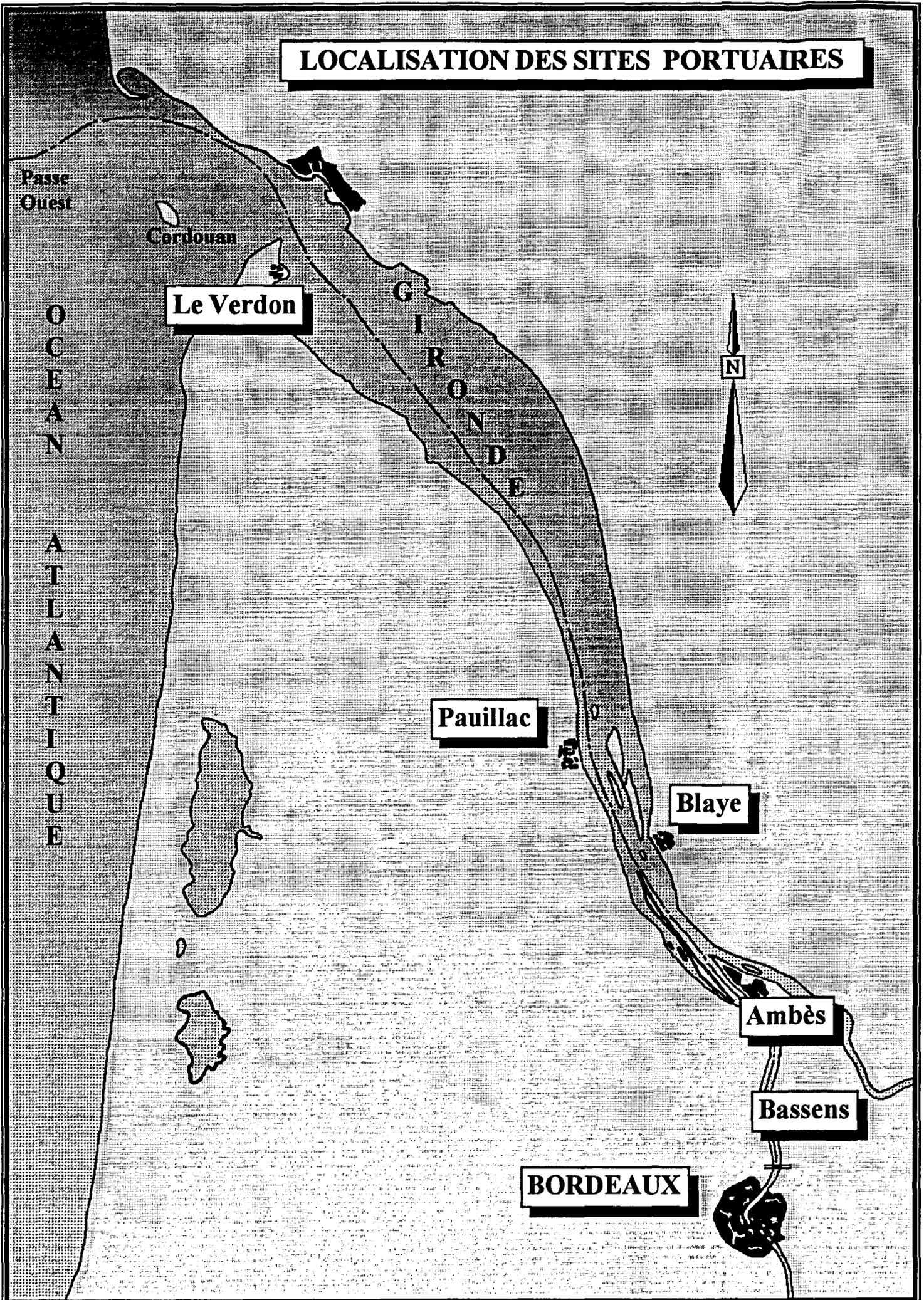
En conclusion, la qualité de l'environnement de l'estuaire, en particulier la disponibilité de vastes espaces, constitue un atout pour le développement d'activités portuaires industrielles et commerciales.

Mais la préservation de cette qualité, du cadre de vie et de la sécurité des populations, offre un véritable défi à la communauté portuaire : concilier en permanence les préoccupations de protection des milieux naturels et du cadre de vie et d'essor économique régional qui requiert une politique de développement portuaire et de promotion industrielle.

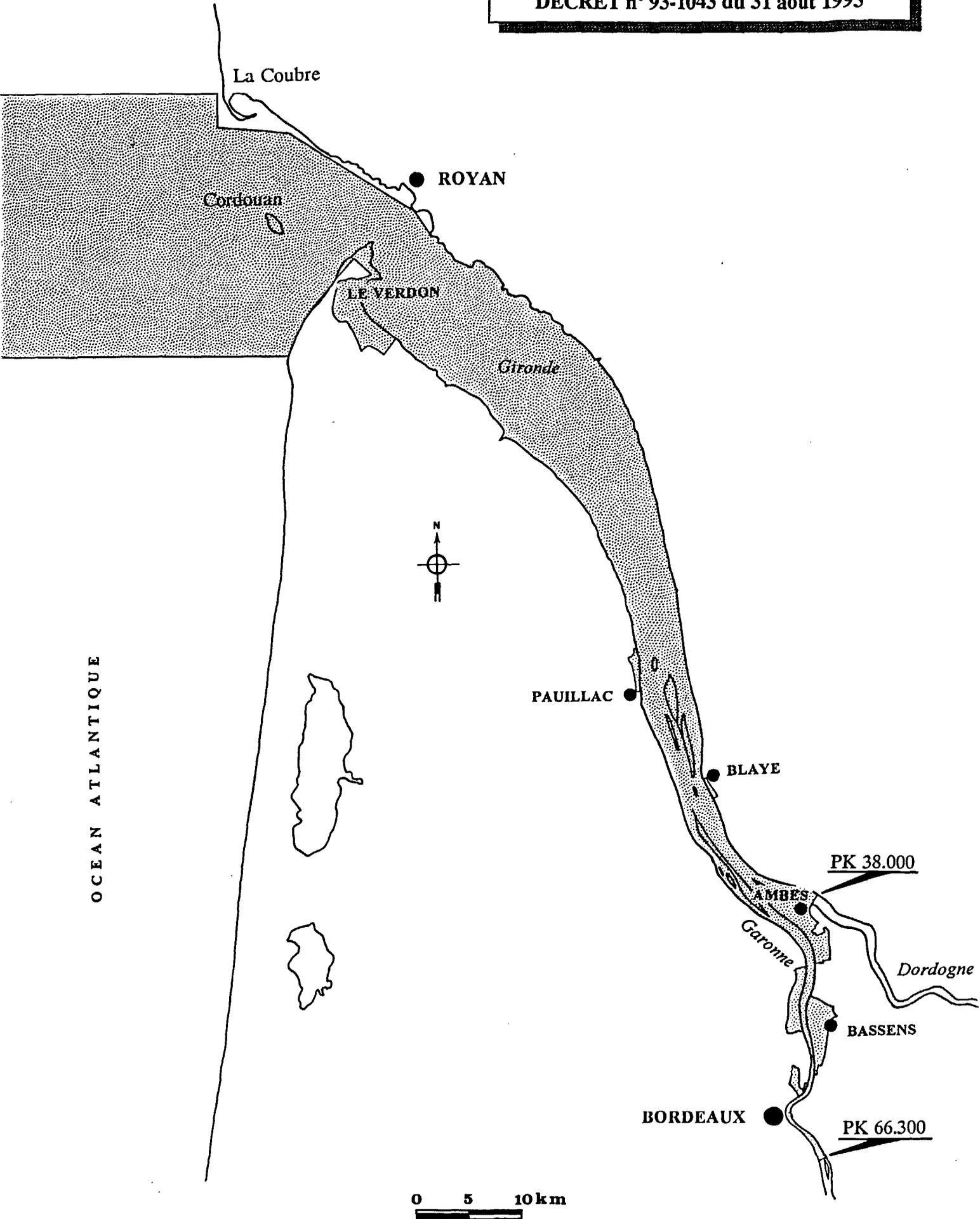
* ECEPA : Environmental Challenges for European Port Authorities

** ESPO : European Community Sea Ports Organisation

LOCALISATION DES SITES PORTUAIRES



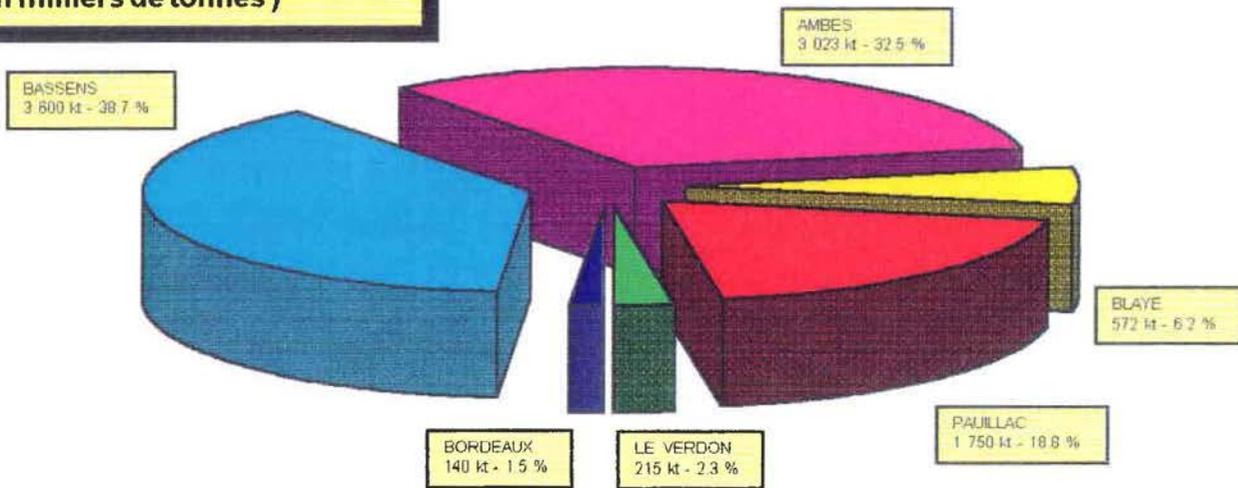
**LIMITES DE LA CIRCONSCRIPTION DU
PORT AUTONOME DE BORDEAUX
DECRET n° 93-1043 du 31 août 1993**



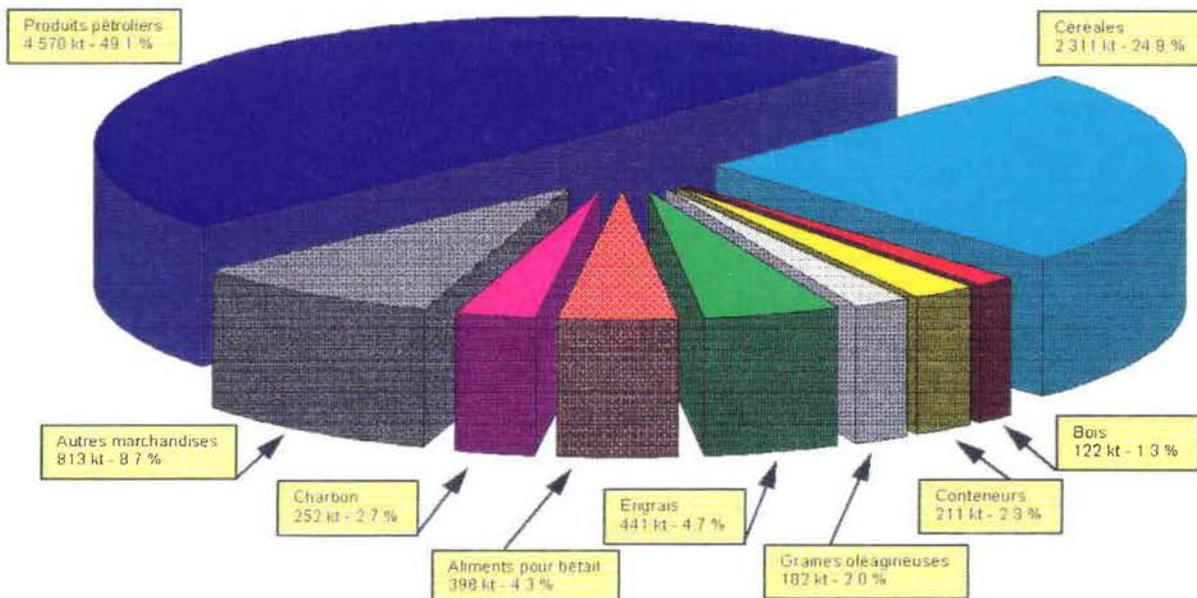
REPARTITION DU TRAFIC PAR SITES PORTUAIRES EN 1992

TRAFIC TOTAL : 9.3 Mt

TRAFIC EN TONNAGE PAR SITE (en milliers de tonnes)



TRAFIC PAR PRODUITS (en milliers de tonnes)



AMENAGEMENT DE LA GARONNE MARITIME

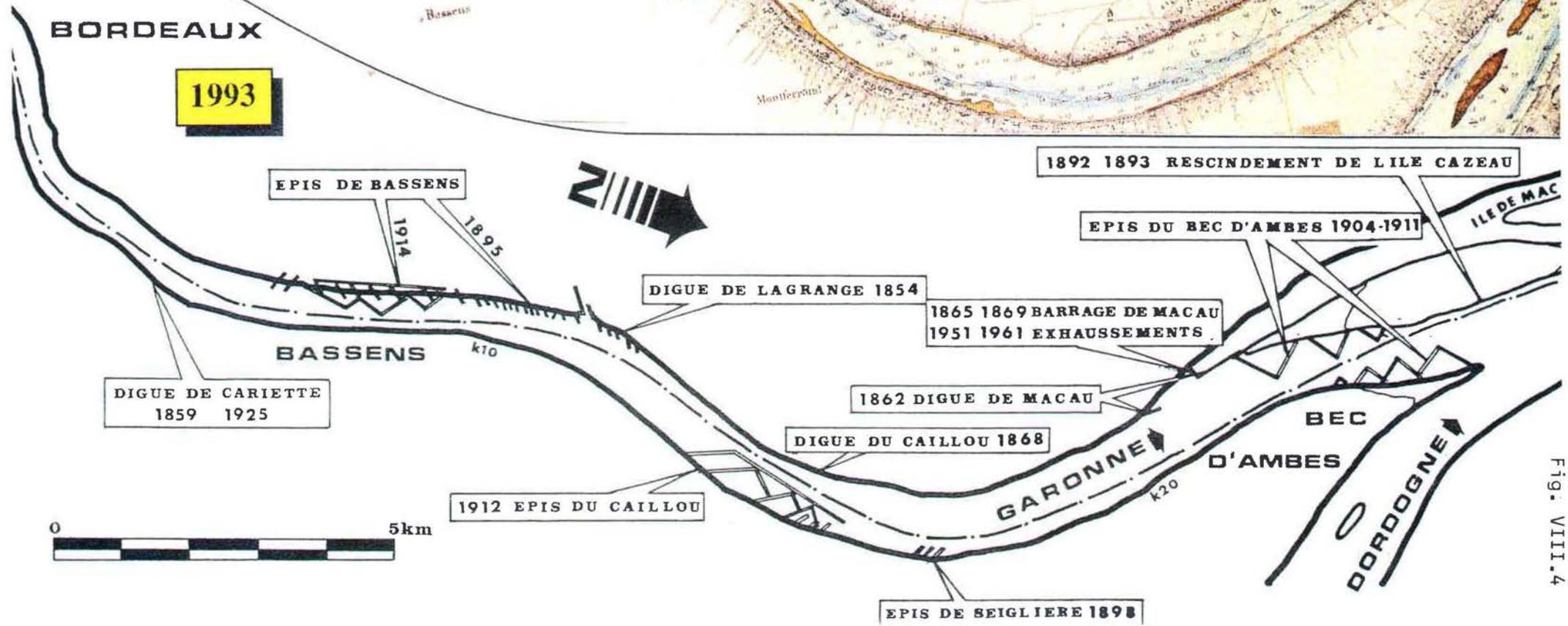
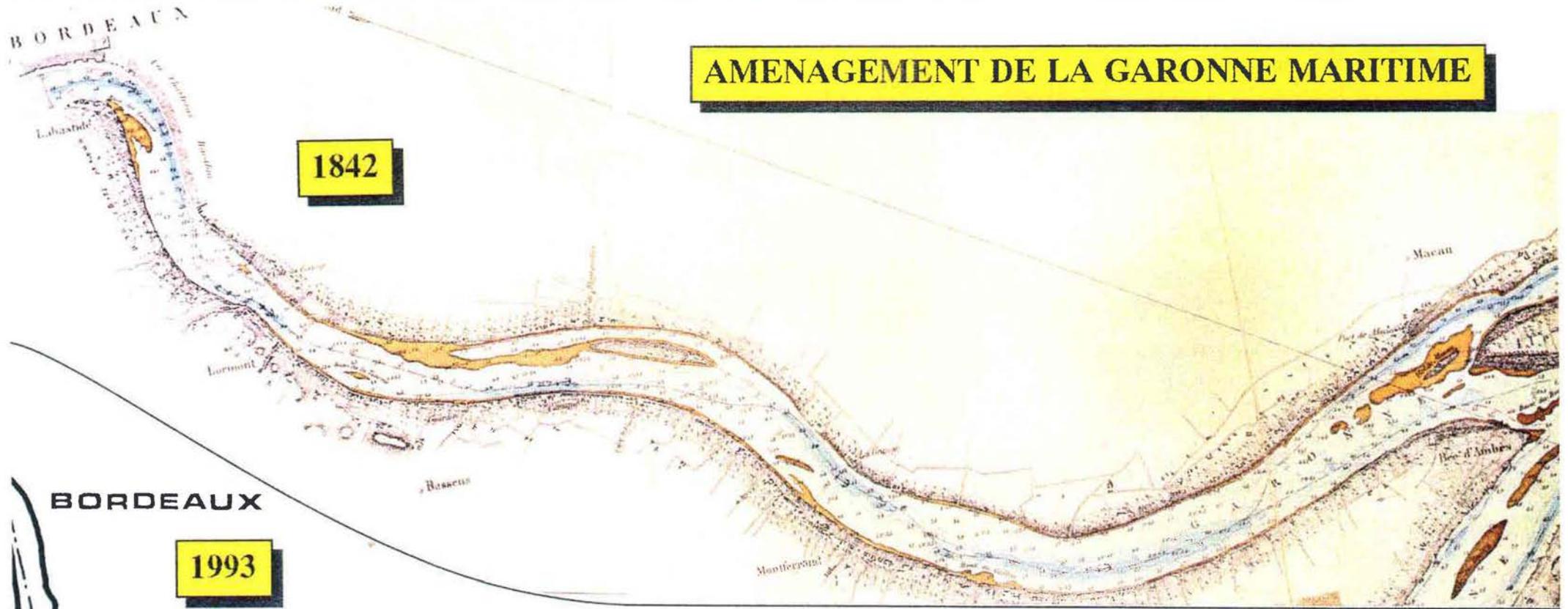


Fig. VIII.4

AMENAGEMENT DE LA GIRONDE

1842

1993

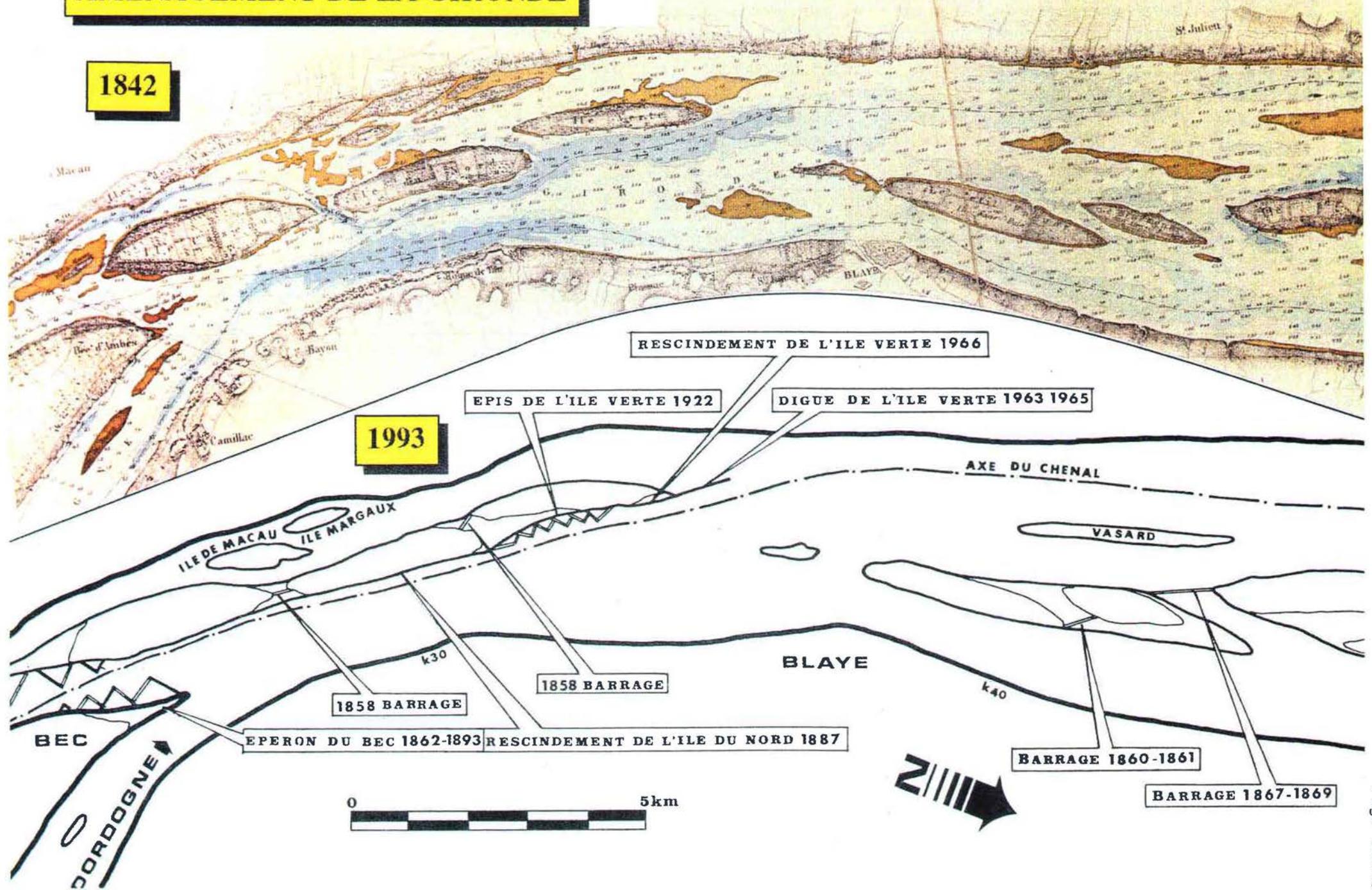


Fig. VIII.

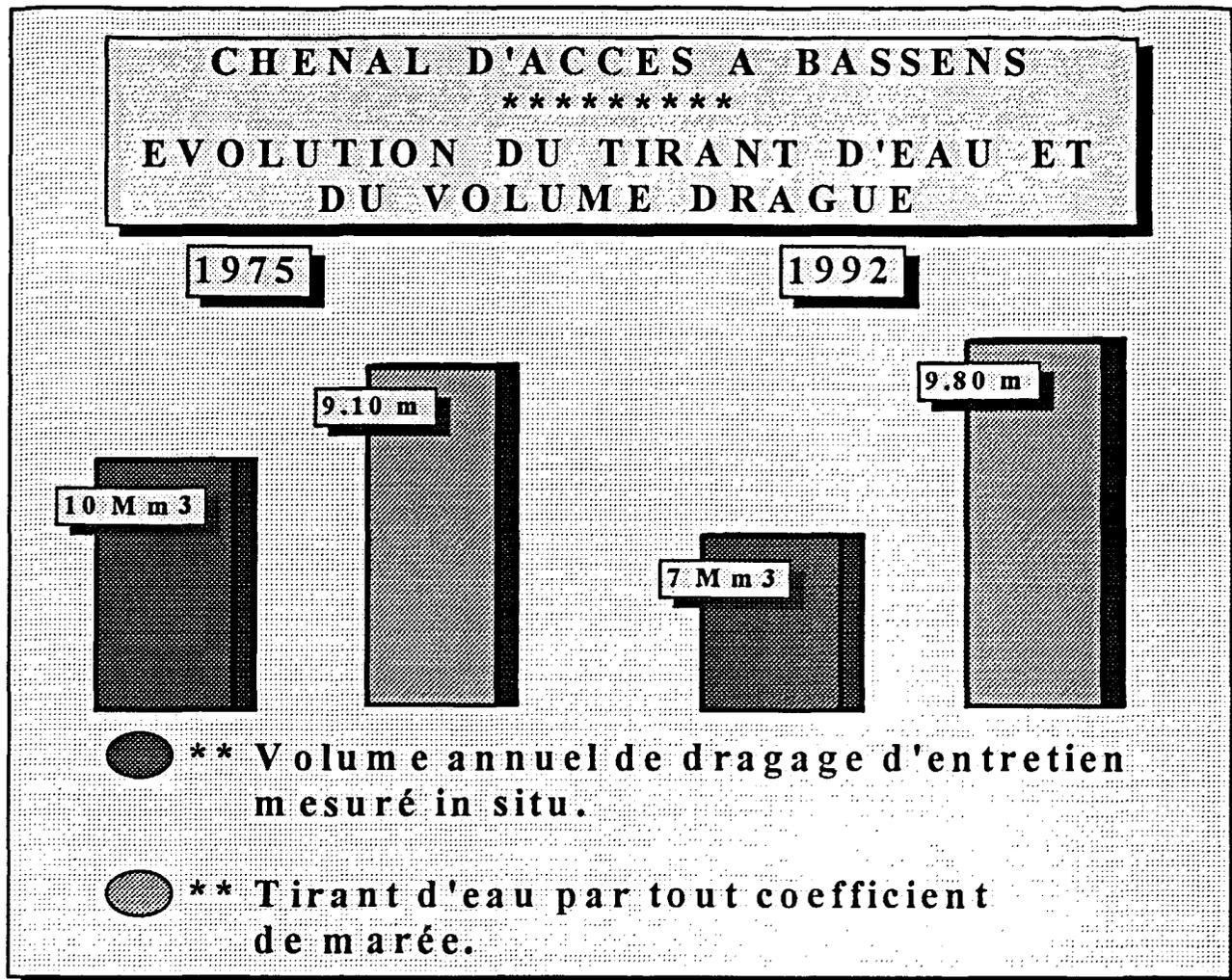
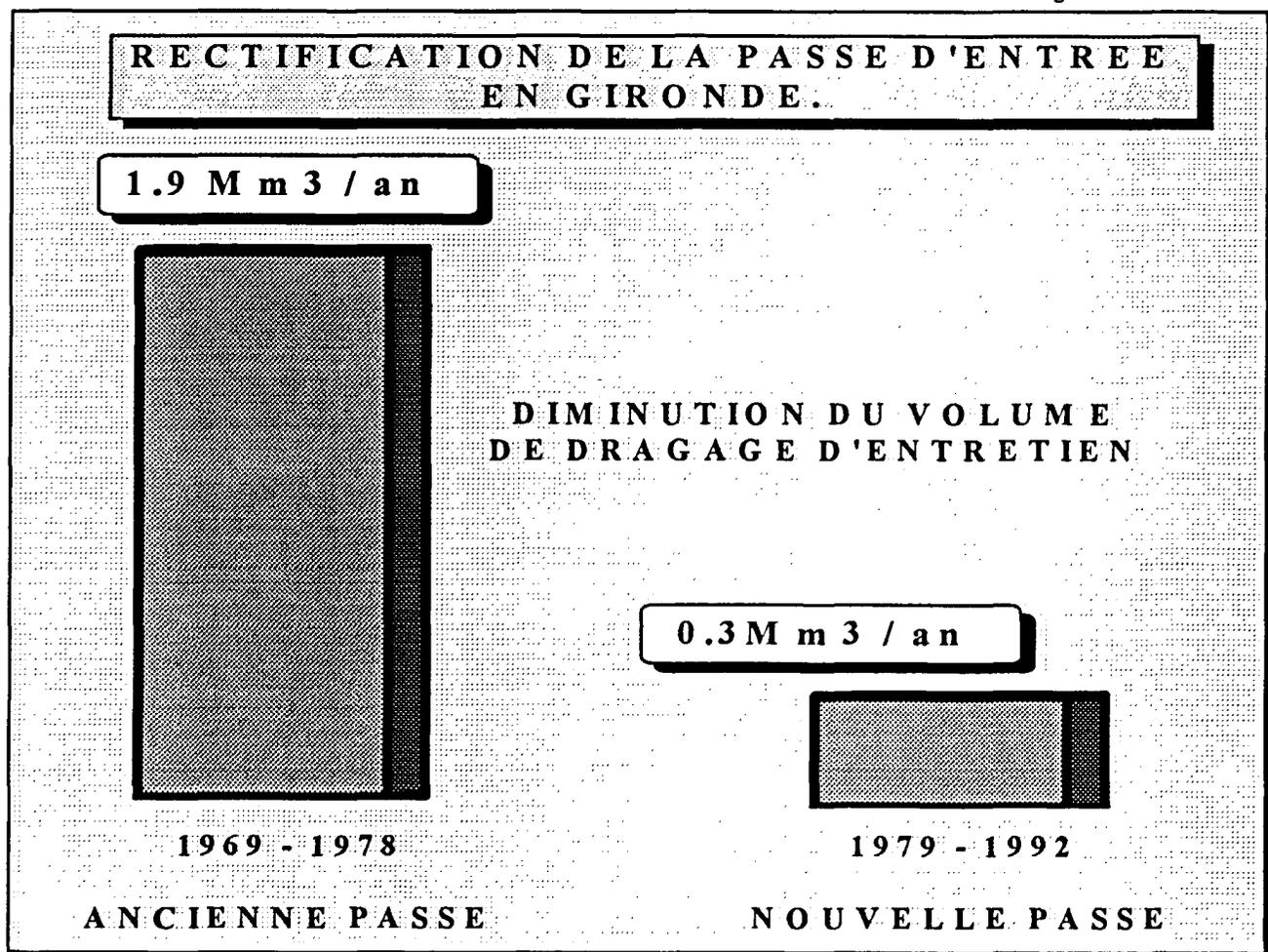
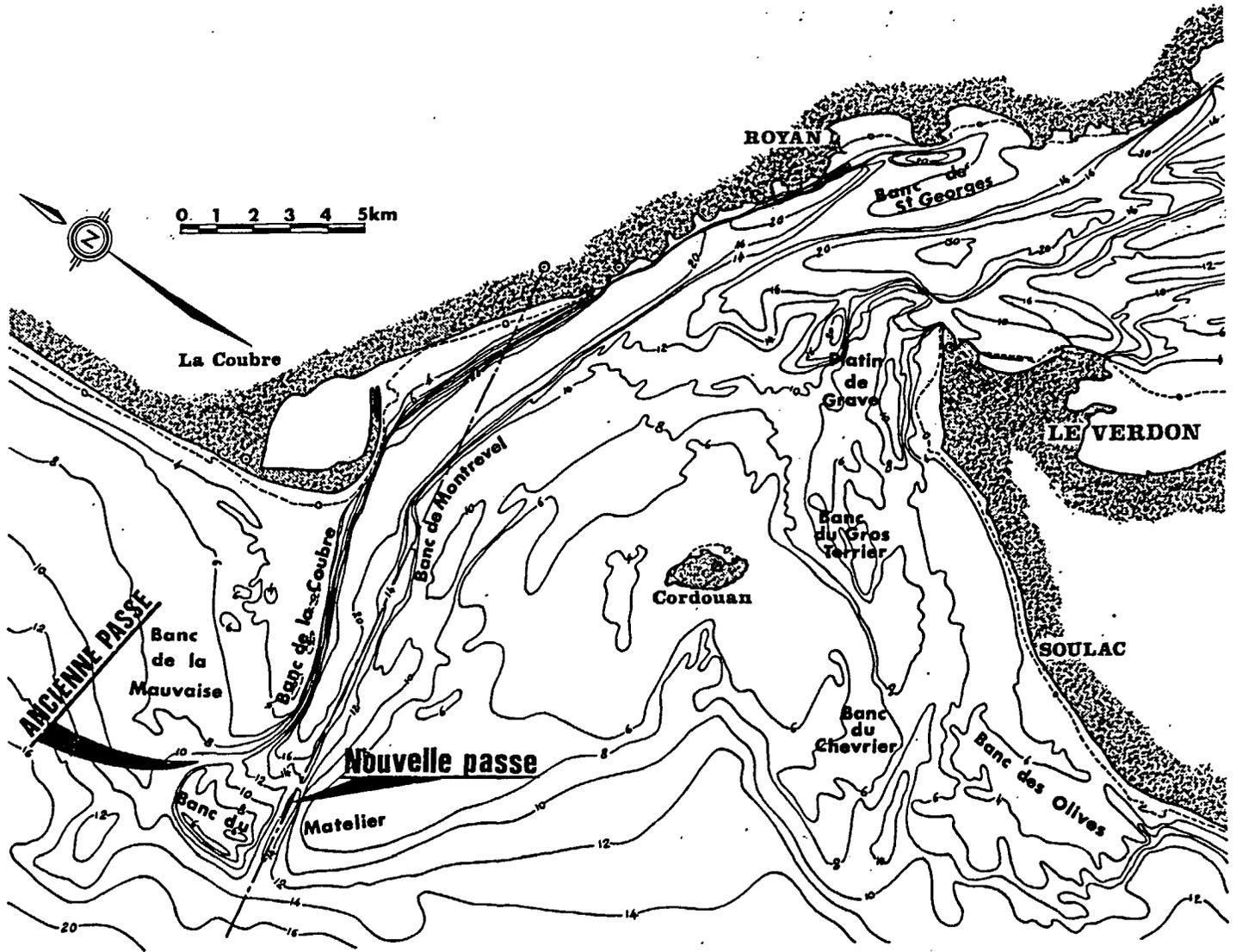
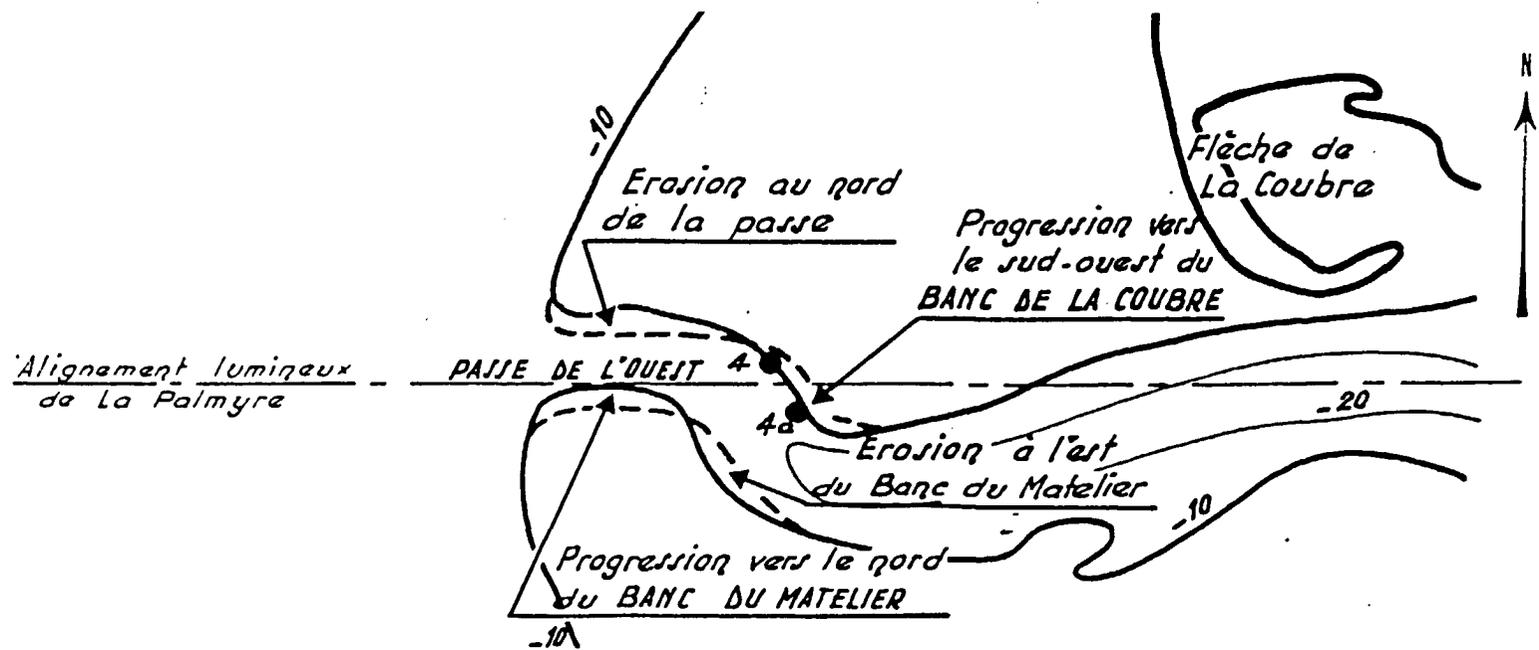


Fig. VIII.6b





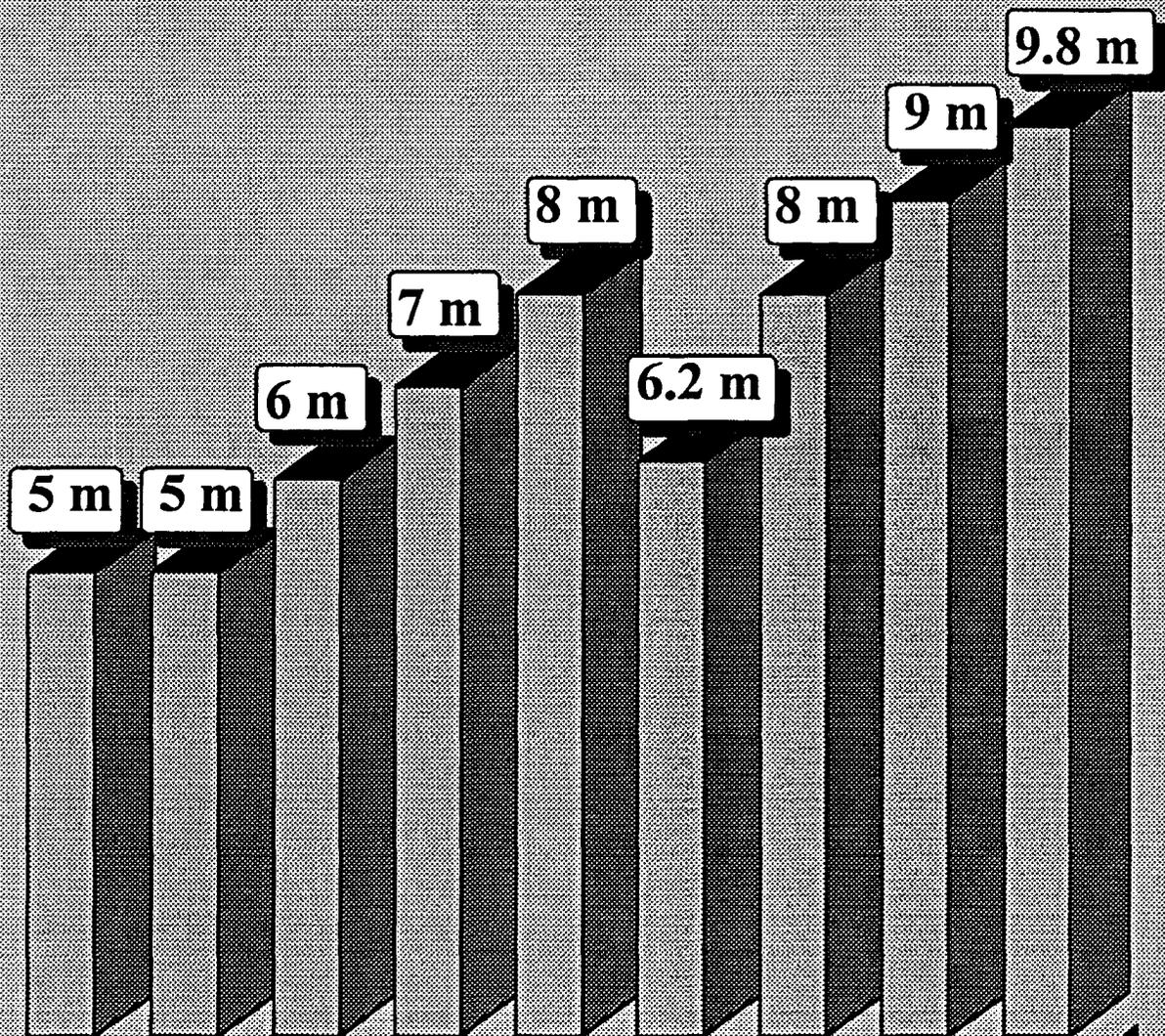
PASSE D'ENTREE EN GIRONDE - PLAN DE LOCALISATION



SCHEMA D'EVOLUTION DE L'ANCIENNE PASSE DE L'OUEST

DESSERTA DU PORT DE BASSENS

EVOLUTION DES TIRANTS D'EAU DES NAVIRES PAR TOUT COEFFICIENT DE MAREE



1840 1875 1895 1910 1935 1945 1950 1970 1992

ZONE INDUSTRIALO-PORTUAIRE D'AMBES

PLAN DE SITUATION

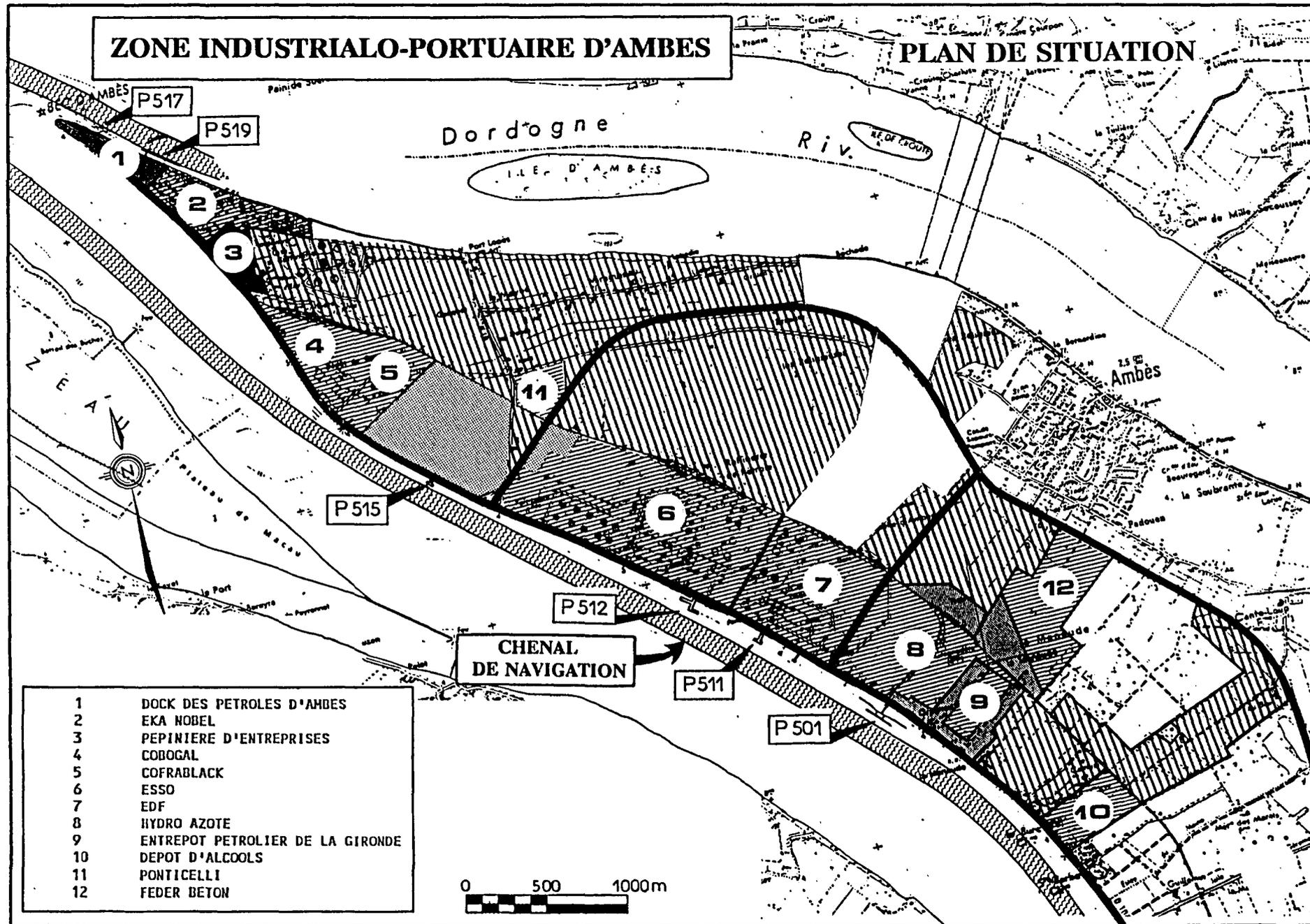
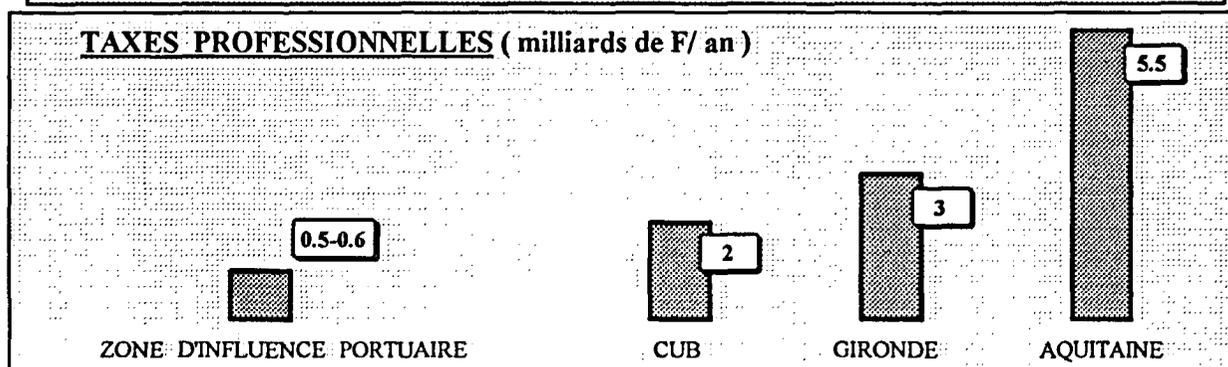
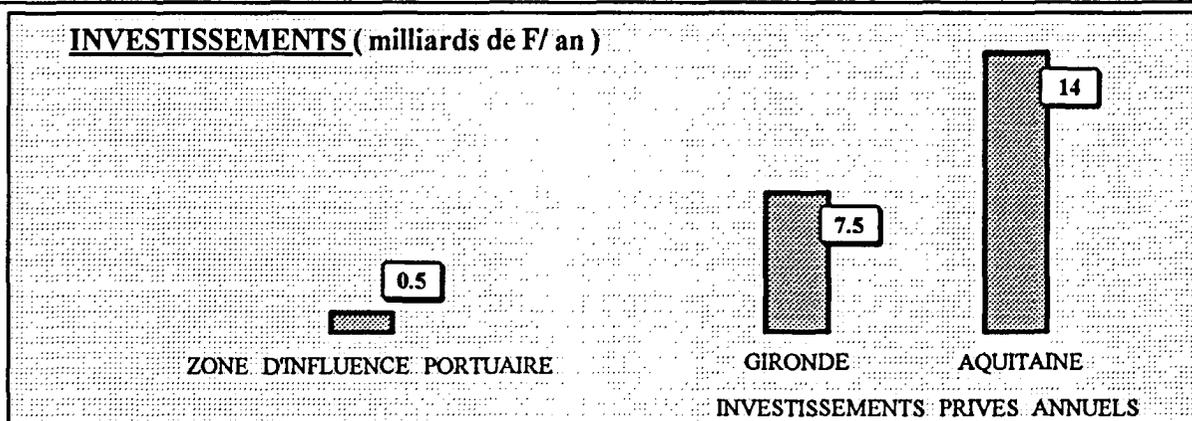
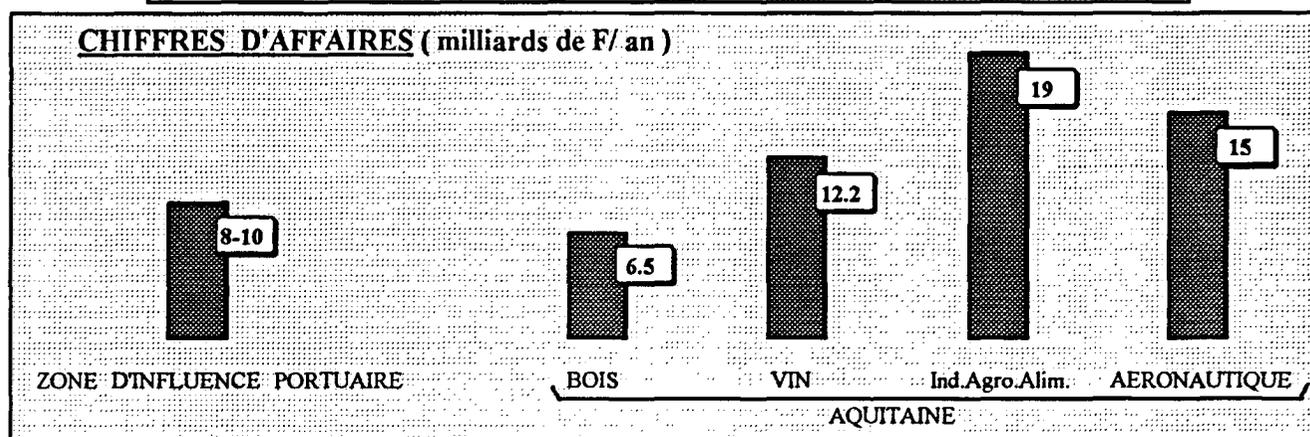
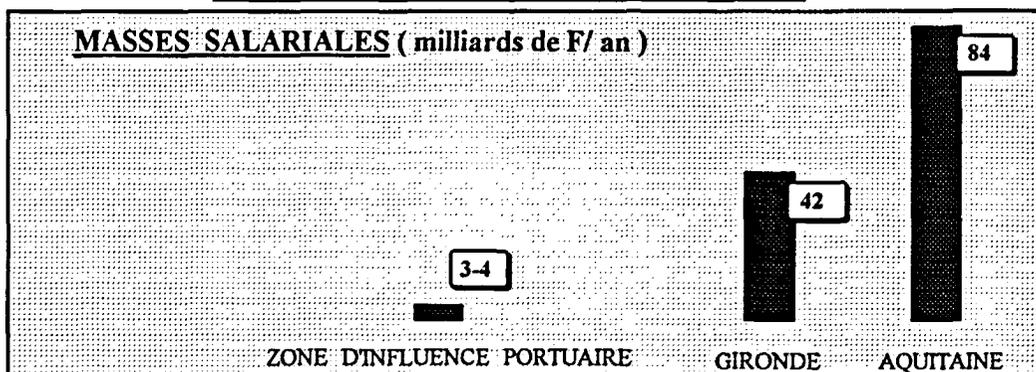
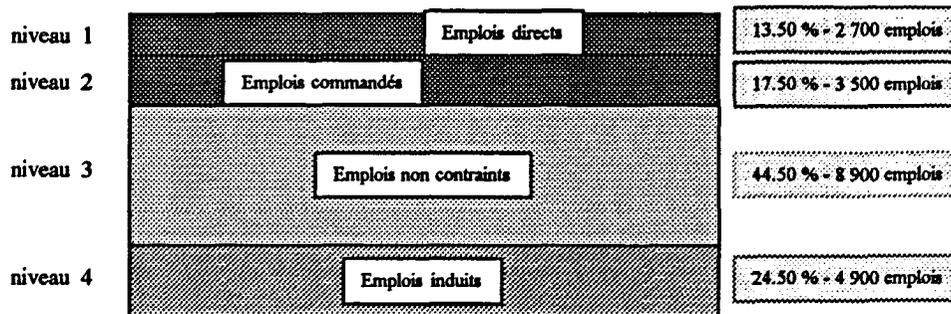


Fig. VIII.9

POIDS ECONOMIQUE DU PORT DE BORDEAUX

EMPLOIS : 20 000 GENERES PAR L'ACTIVITE PORTUAIRE



**CONCLUSION
GENERALE
-
PROSPECTIVE**



CONCLUSION GENERALE PROSPECTIVE

Les connaissances scientifiques se rapportant à l'estuaire de la Gironde sont importantes. L'estuaire est encore dans une situation relativement privilégiée tant en ce qui concerne la qualité des eaux que les paysages et les espaces naturels.

Cependant ce constat ne doit pas conduire à un excès d'optimisme : certains acquis scientifiques datent ; les études importantes ont plus de vingt ans et il manque, pour gérer l'estuaire, les outils modernes que sont les modèles : modèle 3D de courantologie sur lequel pourraient venir se coupler des modèles de transport de sédiment et de qualité des eaux.

- **La qualité des eaux** est globalement satisfaisante. Toutefois, on peut constater que les concentrations en nitrate ont augmenté environ de 20 % en dix ans, ce qui peut, à terme, poser des problèmes d'eutrophisation dans la Dordogne et surtout dans la Garonne et entraîner une accumulation de matière organique d'origine fluviale dans l'estuaire.

En ce qui concerne les teneurs en oxygène, on a observé, en étiage, des valeurs faibles en oxygène dissous (30 % de saturation) en dessous desquelles il ne faut pas descendre si l'on veut éviter des phénomènes de mortalité de la faune.

Les mesures de contaminants métalliques faites sur les coquillages en aval de l'estuaire montrent que celui-ci est source d'une contamination non négligeable en cuivre et zinc et d'une pollution importante par le cadmium.

Les connaissances sur les contaminants organiques montrent que les concentrations dans les mollusques à la sortie de l'estuaire traduisent une contamination faible par les hydrocarbures polycycliques aromatiques, les polychlorobiphényles et les composés du DDT ; par contre la contamination par le lindane est notable ; pour les autres produits phytosanitaires les connaissances sont très limitées.

Il apparaît nécessaire non seulement de poursuivre les programmes de surveillance de la qualité des eaux (RNO - EDF - Agence de l'Eau) mais aussi de mieux les coordonner et de les compléter.

- Les études traitant de la **biologie** de l'estuaire sont partielles et en grande partie liées à la surveillance de la centrale du Blayais. Elles méritent d'être complétées, notamment en ce qui concerne les échelons inférieurs des réseaux trophiques (bactéries, protozoaires, microalgues).
- **La pêche**, dans le système fluvio-estuarien de la Gironde, apparaît comme une activité en crise ou, tout au moins, en difficulté. Globalement, les tonnages pêchés sont passés de 2000 t dans les années 80 à 1000 t dans les années 90. Les actions à entreprendre pour améliorer la situation nécessitent plus la mise en place de mesures administratives ou d'aménagement que l'amélioration des connaissances. Toutefois l'établissement d'un diagnostic scientifique sur "l'état biologique" de l'estuaire de la Gironde apparaît indispensable.
- L'état de l'**aquifère** des sables et calcaires de l'éocène qui fournit à la région bordelaise 60 millions de m³ par an d'eau potable apparaît préoccupant.



Vigne à St Estèphe



Place de la Bourse
Bordeaux

La nappe, autrefois en surpression, est actuellement en dépression et pourrait être envahie par des eaux saumâtres, ce qui provoquerait une situation irréversible. Des mesures urgentes s'imposent pour compléter les connaissances sur la géologie du substratum, réaliser une synthèse sur les nappes alluviales et définir une politique régionale de gestion de l'eau. Cela intéresse tout particulièrement les prélèvements à des fins agricoles et ceux opérés par la Communauté Urbaine de Bordeaux.

- La situation caractérisant l'occupation de l'espace et la protection de l'environnement semble, globalement, satisfaisante. Les connaissances sur les milieux naturels comportent, toutefois, quelques lacunes qu'il conviendrait de combler. Il serait souhaitable, en particulier, de réaliser une synthèse sur les marais de la Gironde.

En ce qui concerne les mesures de protection, elles sont peu nombreuses, ce qui peut s'expliquer par l'absence de pression. Il serait bon de profiter d'une situation "calme" pour mieux protéger certains espaces encore préservés.

Compte tenu de la situation économique que connaît l'estuaire de la Gironde, les atteintes à l'environnement sont encore limitées. Une politique globale de gestion de l'environnement de l'estuaire pourrait donc se montrer efficace à un coût acceptable.

L'évolution de la situation agricole est plus préoccupante. L'augmentation spectaculaire de l'ensemble céréales-oléo-protagineux pose des problèmes majeurs en matière d'irrigation. A terme, il peut aussi y avoir une menace sur certaines espèces aquatiques consécutive aux traitements phytosanitaires.

Situation au débouché de l'estuaire

Le bilan ne serait pas complet si l'on n'abordait pas "l'état du milieu marin" à l'ouvert de la Gironde. On n'a recensé ni phénomènes d'eutrophisation, ni anoxies au large de la Gironde. Par contre une concentration légèrement supérieure à la moyenne nationale des huîtres de Marennes en Cuivre, Mercure, Zinc et surtout Cadmium pose le problème de la responsabilité de la Gironde.

Un modèle 3D de circulation, mis au point à IFREMER, montre qu'en l'absence de vent, le panache de la Gironde contourne l'île d'Oléron et pénètre (lentement) dans le secteur de Marennes-Oléron par le pertuis d'Antioche.

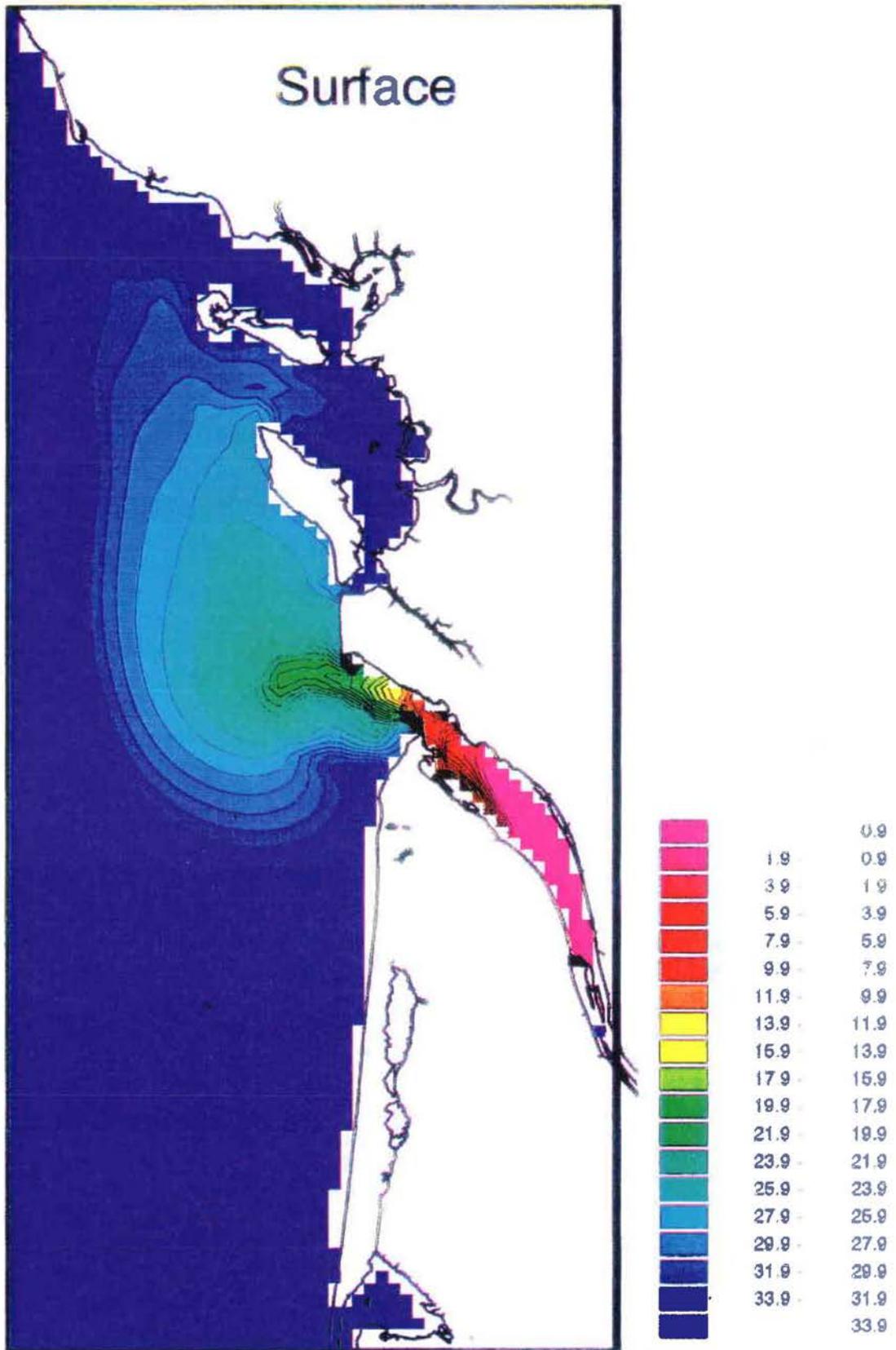
Le vent a une importance considérable sur le devenir du panache : un vent du nord va contrarier les déplacements. Les vents dominants de sud-ouest vont au contraire accélérer le processus.

On peut donc affirmer, au vu des connaissances scientifiques actuelles que **les eaux de la Gironde influencent le secteur de Marennes-Oléron.**

Cette influence n'existera pas pour des polluants microbiens (bactéries, virus ...) dont la durée de vie dans le milieu marin est courte (quelques jours voire quelques dizaines de jours pour les virus), mais elle existera pour des polluants conservatifs (Cd, Cu ...) ainsi, peut-être, que pour les sels nutritifs. La dilution est telle qu'il ne faut pas craindre de phénomènes d'eutrophisation à Marennes mais qu'il faille toutefois s'interroger sur les risques d'apparition de plancton toxique.

On ne connaît pas, actuellement, les causes d'apparition du plancton toxique. Mais la communauté scientifique s'accorde à reconnaître que des déséquilibres dans les apports de nutriments peuvent constituer un risque : les apports d'azote et de phosphore ont fortement progressé depuis vingt ans alors que les apports de silice sont restés constants. La silice pourrait donc être, dans certains cas, le paramètre limitant de la production primaire des diatomées ; d'autres espèces, telles que les dinoflagellés (comprenant des espèces toxiques), pourraient alors se développer.

Il conviendrait donc de s'assurer qu'au débouché de l'estuaire et jusqu'au pertuis d'Antioche il n'y a pas limitation excessive de la production primaire par la silice, et de déséquilibres importants des peuplements phytoplanctoniques.



Panachage de la Gironde -Crue- sans vent
 (d'après P. Lazure : 3D, en cours de publication)

Coordination de l'étude :



Avec la collaboration de :



**DEPARTEMENT
DE GEOLOGIE ET OCEANOGRAPHIE**



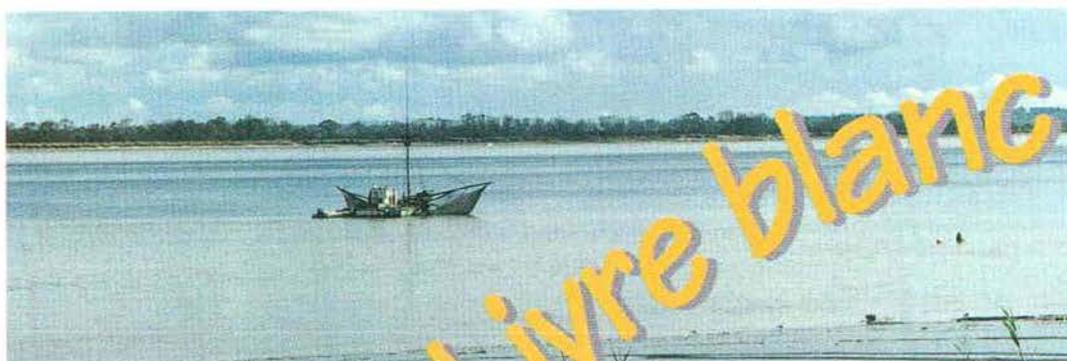
**LABORATOIRE D'OCÉANOGRAPHIE BIOLOGIQUE
CENTRE D'OCÉANOGRAPHIE ET DE BIOLOGIE MARINE**



SERVICE PUBLIC



Estuaire de la Gironde



IFREMER Bibliotheque de BREST



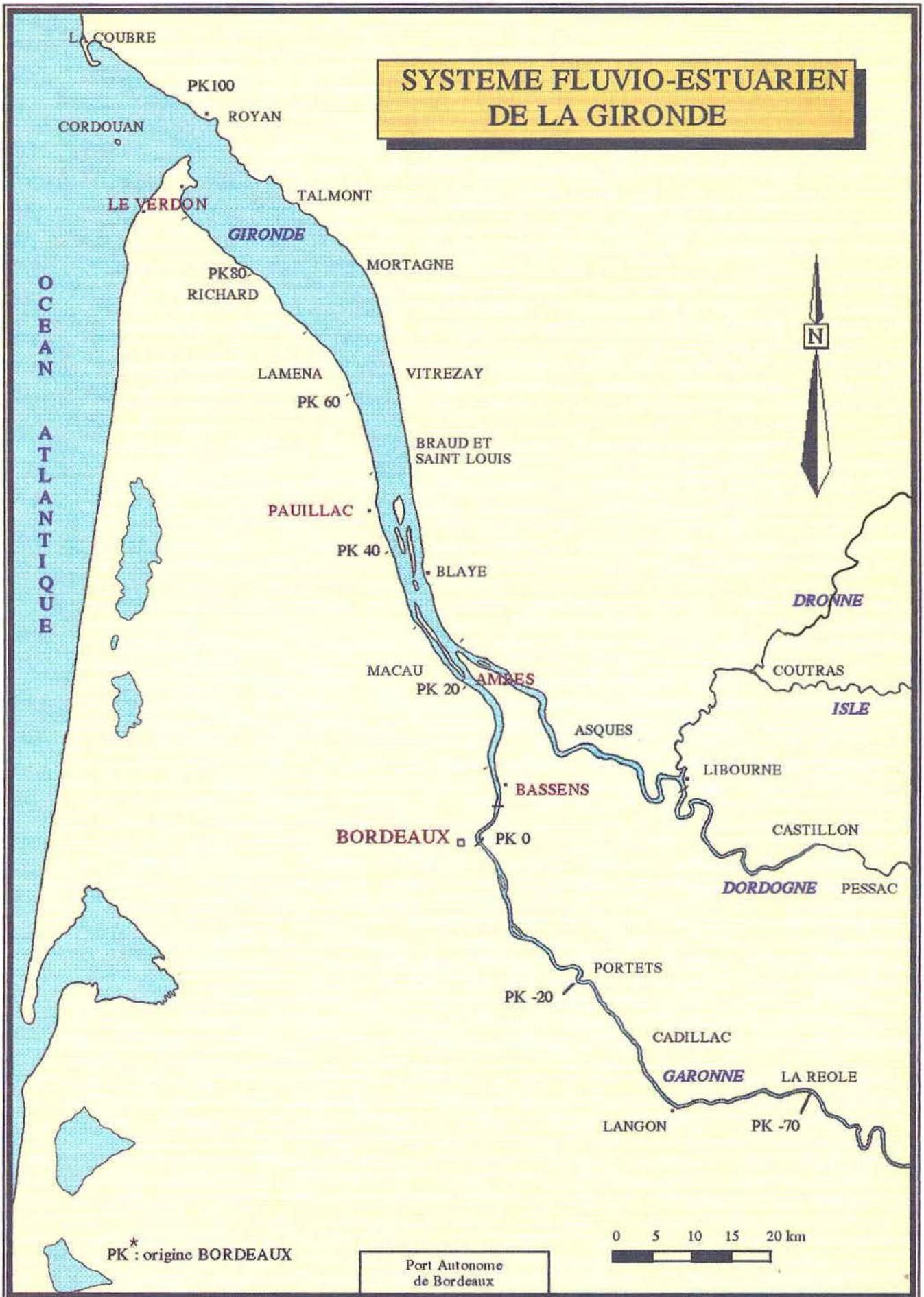
OEL07707



Agence de l'Eau
Adour Garonne



SYSTEME FLUVIO-ESTUARIEN DE LA GIRONDE



* PK = point kilométrique - vers l'amont
 + vers l'aval

L'

estuaire de la Gironde se distingue en Europe par son ampleur et sa qualité. Refuge d'espèces rares dont certaines risquent de disparaître et voie de passage obligée pour les poissons migrateurs, il représente un milieu fragile qu'il convient de protéger. Situé à l'aval des bassins versants de la Garonne et de la Dordogne, il reste influencé par les pollutions et les dysfonctionnements de l'amont, auxquels s'ajoutent les apports locaux, l'ensemble restant difficilement expulsé vers l'océan en raison du "bouchon vaseux" et de l'influence périodique de la marée.

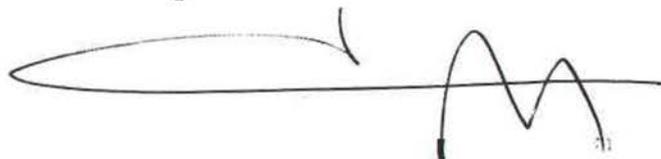
Le Comité de Bassin, inquiet du devenir de la Gironde, a demandé à l'Agence de l'Eau Adour-Garonne de dresser un état des connaissances de ce milieu. Elle s'est donc rapprochée de scientifiques spécialistes afin de présenter la synthèse de leurs travaux. C'est la première fois qu'un tel exercice est effectué sur cet estuaire.

Je pense qu'il était important de publier l'essentiel des résultats dans ce livre blanc, qui propose également plusieurs actions concrètes pour :

- améliorer encore la situation,
- rechercher les meilleurs paramètres pour suivre l'évolution de la qualité de l'eau,
- agir de façon cohérente pour protéger ce milieu.

Voeux spontanés de la communauté scientifique, ces propositions devraient être maintenant discutées afin de définir un programme d'actions concertées.

Je terminerai en saluant tout particulièrement les équipes qui ont accepté, sous la coordination d'IFREMER, de se livrer au difficile exercice de mettre en exergue en quelques pages un ensemble de connaissances d'une aussi grande richesse.



Jean-Luc Redaud
Directeur de l'Agence de l'Eau
Adour-Garonne

Lexique

C.O.P.	<i>carbone organique particulaire</i>
C.O.D.	<i>carbone organique dissous</i>
N.O.T.	<i>azote organique total</i>
Chlorophylle a	<i>pigments verts permettant aux végétaux de réaliser la photosynthèse</i>
Phéopigments	<i>chlorophylle dégradée caractéristique des algues en fin de vie</i>
D.B.O. 5	<i>demande biologique en oxygène pendant 5 jours</i>
Eutrophisation	<i>développement excessif de végétaux aquatiques du à un excès de nutriments</i>
Zone Intertidale	<i>zone de rivage marin soumise au balancement des marées</i>
Benthiques	<i>organismes vivants au fond d'un fleuve ou de la mer</i>
Pélagiques	<i>organismes vivants en pleine mer</i>
Niveau trophique	<i>correspond à la quantité de nutriments disponibles</i>
Microphytobenthos	<i>organismes végétaux microscopiques vivant au fond de l'eau</i>
Diatomées	<i>algues planctoniques unicellulaires</i>
Microphytes	<i>végétaux microscopiques</i>
Cirripèdes	<i>famille de crustacés fixés</i>
Vagile	<i>mobile</i>
Mysidacés	<i>famille de crevettes</i>
Amphihalines	<i>se dit d'espèces qui, pour boucler leur cycle biologique, doivent migrer de l'eau de mer vers l'eau douce, ou de l'eau douce vers l'eau de mer</i>
Euryhalines	<i>organismes qui supportent des variations de salinité importantes</i>
Benthos	<i>ensemble des organismes vivant au fond de l'eau</i>
Macrotidal	<i>à forte amplitude de marée</i>
R.N.O.	<i>réseau national d'observation de la qualité du milieu marin</i>

Sommaire

1

Introduction 6

2

Etude de la dynamique de l'eau et des sédiments 8

Département de Géologie et d'Océanographie de l'Université de Bordeaux
C. Latouche - J.M. Jouanneau

3

**Le bilan des pollutions industrielles et domestiques
produites et éliminées** 22

Agence de l'Eau Adour Garonne
M. Roux - F. Hertz - M. Chapron

4

La qualité des eaux de l'estuaire 32

IFREMER - Toulon
L. Maurice sous la direction de A.Romaña et J.F. Guillaud

5

La biologie de l'estuaire 46

Laboratoire d'Océanographie biologique - Université de Bordeaux I - Arcachon
J. Castel - G. Bachelet
CEMAGREF Bordeaux
E. Rochard - P. Elie

6

La pêche commerciale 58

CEMAGREF - Bordeaux
G. Castelnaud

7

La géologie de l'estuaire et les aquifères associés 68

BRGM - Bordeaux
B. Sourisseau

8

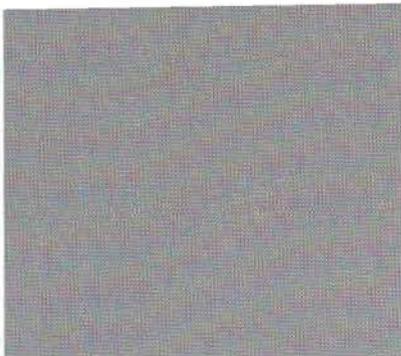
L'occupation de l'espace et protection de l'environnement 76

A. Dupuits et F. Mezine
avec la collaboration de la DIREN Aquitaine
Mme Nirascou

**Le port de Bordeaux, acteur de l'aménagement de l'estuaire
et de l'économie régionale** 96

A. Feral

Conclusion 112



Introduction

L'aménagement du littoral prend une acuité particulière dans les estuaires qui ont toujours été des zones d'intense activité maritime. Des ports se sont installés très tôt à la croisée des routes et de la voie d'eau, là où le flot de marée permet une pénétration profonde de la navigation à l'intérieur des terres. Rouen, Nantes, Bordeaux sont ainsi établis sur les grands fleuves. Au fur et à mesure de l'expansion du commerce maritime, la taille des bateaux a augmenté et, avec elle, le tirant d'eau. Il a fallu, pour assurer la remontée de navires de plus en plus gros, lutter contre l'envasement, creuser les chenaux pour maintenir les profondeurs. Les aménagements n'ont pu suivre l'évolution récente de la taille et du tirant d'eau des navires et les activités portuaires ont glissé vers l'aval le long de l'estuaire, de Rouen vers le Havre, de Nantes vers Saint-Nazaire et de Bordeaux au Verdon.

Par ailleurs, l'installation de zones industrielles à proximité des ports a conduit à utiliser de vastes espaces dans les zones basses des estuaires. Les travaux de construction de digues et de terre-pleins le long des rives, le comblement des marais, les dragages permanents modifient considérablement l'équilibre des estuaires.

Le constat est d'autant plus inquiétant que l'on a pris conscience du rôle important que jouent les estuaires dans l'équilibre du littoral à la charnière du continent et des rivages, des

fleuves et de la mer. Leur qualité écologique est reconnue, en raison de la présence de zones humides, vasières ou roselières, lieux d'échanges et de productivité, qui sont l'habitat permanent ou l'étape de migration de nombreuses espèces de poissons et d'oiseaux. Les estuaires sont des réserves de vie et leur destruction par endiguage, comblement ou creusement réduit la production biologique et retentit sur la richesse de tout le littoral et sur l'importance des pêches estuariennes et côtières.

De plus, les estuaires subissent des pollutions massives liées aux apports de tout le bassin versant, aux rejets des villes et des industries installées sur leurs rives. Les teneurs en polluants y sont supérieures aux moyennes du littoral. Mais, en même temps, ces zones basses, étendues et planes, jouent un rôle dans la rétention des flux pollués ; elles sont comme des filtres régulateurs, zones tampons qui améliorent la qualité des eaux contaminées avant qu'elles n'atteignent la mer.

Les aménageurs ont de plus en plus de mal à justifier, devant une opinion et des mouvements de protection de la nature très sensibles à l'écologie, des aménagements aux seules fins du développement économique et le gel de terrains jadis délaissés, mais dont on reconnaît aujourd'hui l'intérêt floristique et faunistique. Depuis plus de cent ans, l'homme a aménagé les estuaires dans le seul but de développer le trafic maritime. La

perception actuelle du rôle de ceux-ci dans le stockage et l'épuration des polluants, dans la production biologique et la préservation des espèces impose de les aménager en tenant compte de leurs différentes "vocations".

L'estuaire de la Gironde, avec 635 km² de surface, est de loin le plus grand de France et d'Europe occidentale. L'influence de la marée se fait sentir à l'amont bien au-delà du Bec d'Ambès : jusqu'à La Réole sur la Garonne, Castillon-la-Bataille sur la Dordogne, Coutras sur l'Isle. A l'aval, l'estuaire s'étend jusqu'à la Pointe de la Coubre où ses eaux se confondent avec celles de l'Océan Atlantique. Le milieu de l'estuaire est en perpétuelle évolution : le Bec d'Ambès a considérablement avancé depuis le moyen-âge, par suite des apports sédimentaires de la Garonne et de la Dordogne (Bourg-sur-Gironde surplombe aujourd'hui la Dordogne). Les chenaux se modifient en permanence et les îles ne sont pas toutes stables à

long terme.

La Gironde recèle de grandes richesses biologiques : richesses aquatiques avec la présence de poissons migrateurs dont l'esturgeon, mais aussi richesses des marais bordant le fleuve, siège d'une avifaune exceptionnelle.

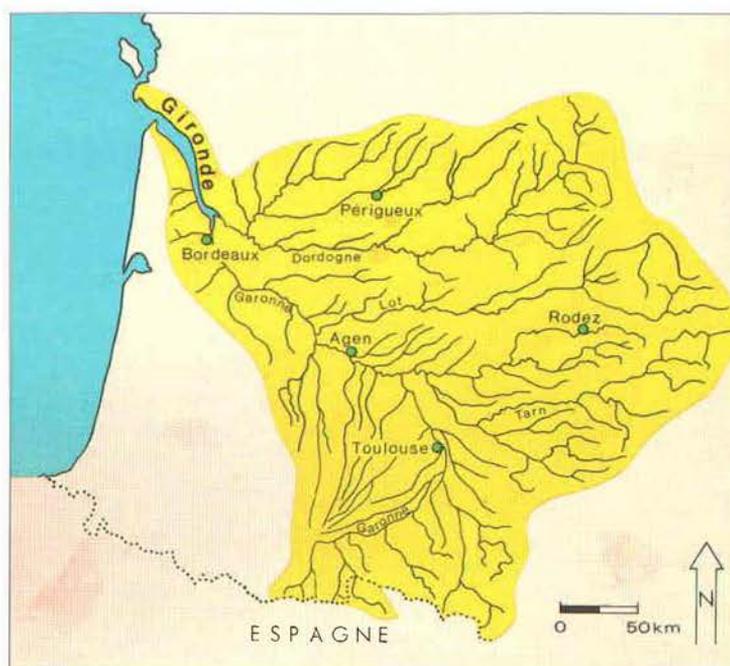
Comment «aménager» cet estuaire, faciliter le développement économique en préservant l'environnement ? Quelle politique adopter pour l'épuration et la gestion des rejets ?

Avant toute prise de décision, il convient de bien connaître le milieu dans lequel on agit et de prévoir les conséquences des actions réalisées. La connaissance de l'estuaire de la Gironde est-elle suffisante pour une bonne gestion ? Dans la négative, quelles sont les principales lacunes et les études à entreprendre pour obtenir les informations scientifiques indispensables ? C'est le but du présent document de faire la synthèse des connaissances et de proposer des actions pour améliorer celles-ci.

La synthèse ne comporte pas de références bibliographiques. Celles-ci sont disponibles dans les rapports originaux déposés à l'Agence de l'Eau Adour-Garonne au Siège à Toulouse, à la Délégation Régionale de Bordeaux, à la Bibliothèque IFREMER à Brest.

Chaque participant à la synthèse dispose également de l'ensemble des documents.

Bassin versant de la Gironde



1

Etude de la dynamique de l'eau et des sédiments

La description de la dynamique très particulière des eaux et des matières en suspension dans un site tel que l'estuaire de la Gironde est fondamentale pour aborder ensuite correctement les problèmes de qualité des eaux et de compatibilité des activités. L'hydrologie fluviale des deux rivières parvenant à l'estuaire sera tout d'abord abordée en terme de débits liquide et solide ; on s'intéressera ensuite à la dynamique de l'eau régie par la marée et à l'évolution des matières en suspension au sein du bouchon vaseux et de la crème de vase ; enfin les modifications morphologiques et sédimentaires de l'estuaire depuis le XVI^e siècle seront décrites.

Hydrologie fluviale

Garonne et Dordogne fusionnent au bec d'Ambès (PK 20) pour former l'estuaire de la Gironde. Celui-ci s'étend jusqu'à la pointe de Graves (PK 100), soit une distance d'environ 80 km. En amont, le domaine d'étude s'étend jusqu'à La Réole (PK -70) sur la Garonne et à Pessac sur la Dordogne. La Garonne, longue de 478 km et drainant un bassin versant de 57 000 km², prend sa source en Espagne dans le Val d'Aran (Massif de l'Aneto). La Dordogne, longue de 484 km, draine un bassin versant de 24 000 km². Elle prend sa source dans le département du Puy de Dôme au Mont Dore.

■ Les débits liquides

(Fig. 1.1 - 1.2)

La moyenne des débits liquides de la Gironde estimée sur une période de près d'un siècle est de 989 m³/s, dont 65 % apportés par la Garonne (647 m³/s) et 35 % (342 m³/s) par la Dordogne.

Le régime hydrologique est caractérisé par des crues d'hiver avec un maximum moyen en février de 1620 m³/s et des étiages en août-septembre (minimum 175 m³/s en 1949). Il y a une variabilité interannuelle importante, décembre apparaissant le mois le plus variable (4191 m³/s en 1965 et 318 m³/s en 1985).

L'analyse des écarts au débit moyen depuis 1898 permet de faire apparaître des années sèches et des années humides avec une succession de périodes variant de 8 à 13 ans. La variation, hors extrêmes, des débits moyens annuels est comprise entre 550 m³/s et 1300 m³/s.

■ Les débits solides

(Fig. 1.3 - 1.4)

Les estimations du débit solide: $Q_s = Q_l \times c$, avec c = concentration en matière en suspension et Q_l = débit liquide ont été faites à partir de diverses séries de mesures à La Réole sur la Garonne, et à Pessac-sur-Dordogne. Concernant les débits liquides (Q_l), les mesures sont journalières. S'agissant des concentrations de matières en suspension (c) des séries de mesures journalières à chaque crue et hebdomadaires en débit normal ont été réalisées à diverses époques sur de longues périodes de temps. La variabilité des résultats est très grande. Il y a évidemment accroissement avec le débit liquide mais la turbidité dépend fortement des épisodes hydrologiques précédents, épisodes qui influent sur la disponibilité du stock susceptible d'être érodé. La turbidité est souvent plus élevée en débits croissants qu'en débits décroissants.

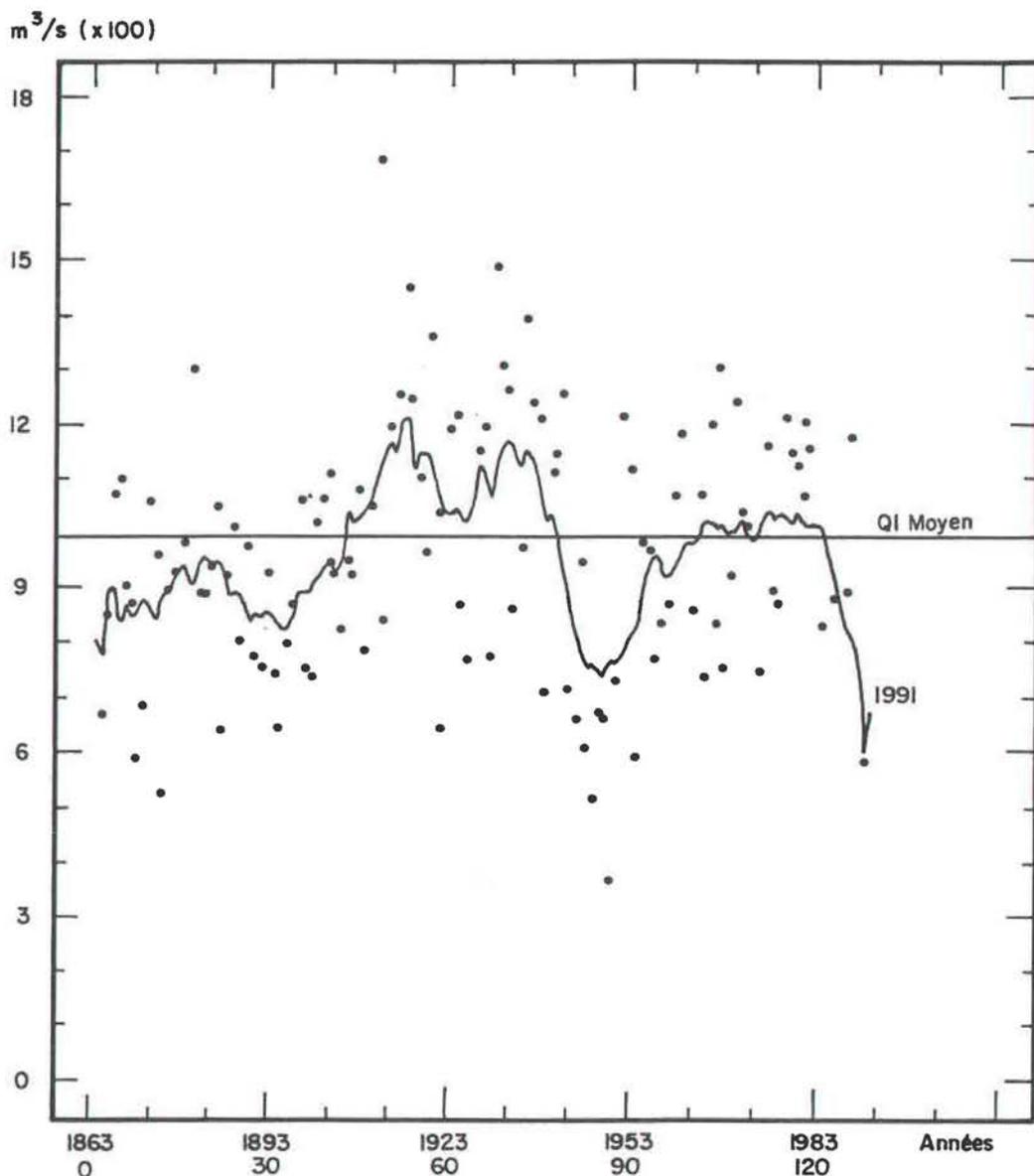


Fig. 1.1 : débits liquides de la Gironde (Garonne + Dordogne) - Série temporelle (1863-1991) lissée ($n = 11$) des débits liquides de la Gironde. Le lissage utilisé repose sur une fenêtre de 11 points, y compris le point central à corriger.

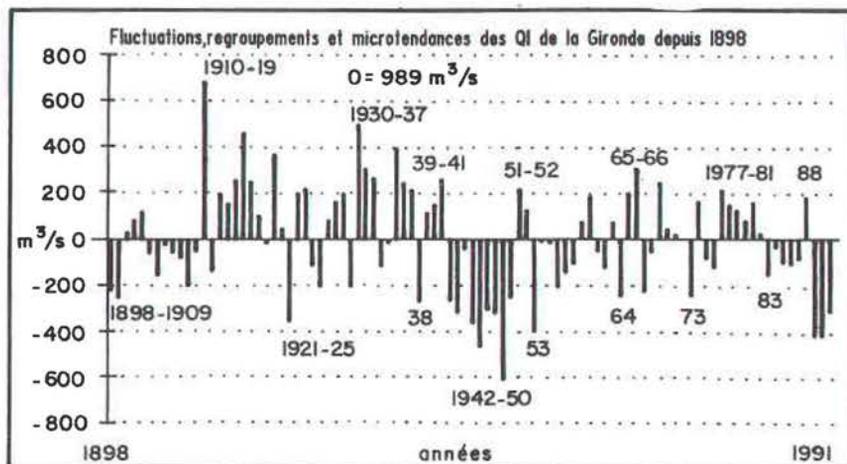


Fig. 1.2 : écarts des débits liquides de la Gironde (1898-1990) par rapport à la moyenne historique. Noter le regroupement des années successives (2 à 5/6 années).

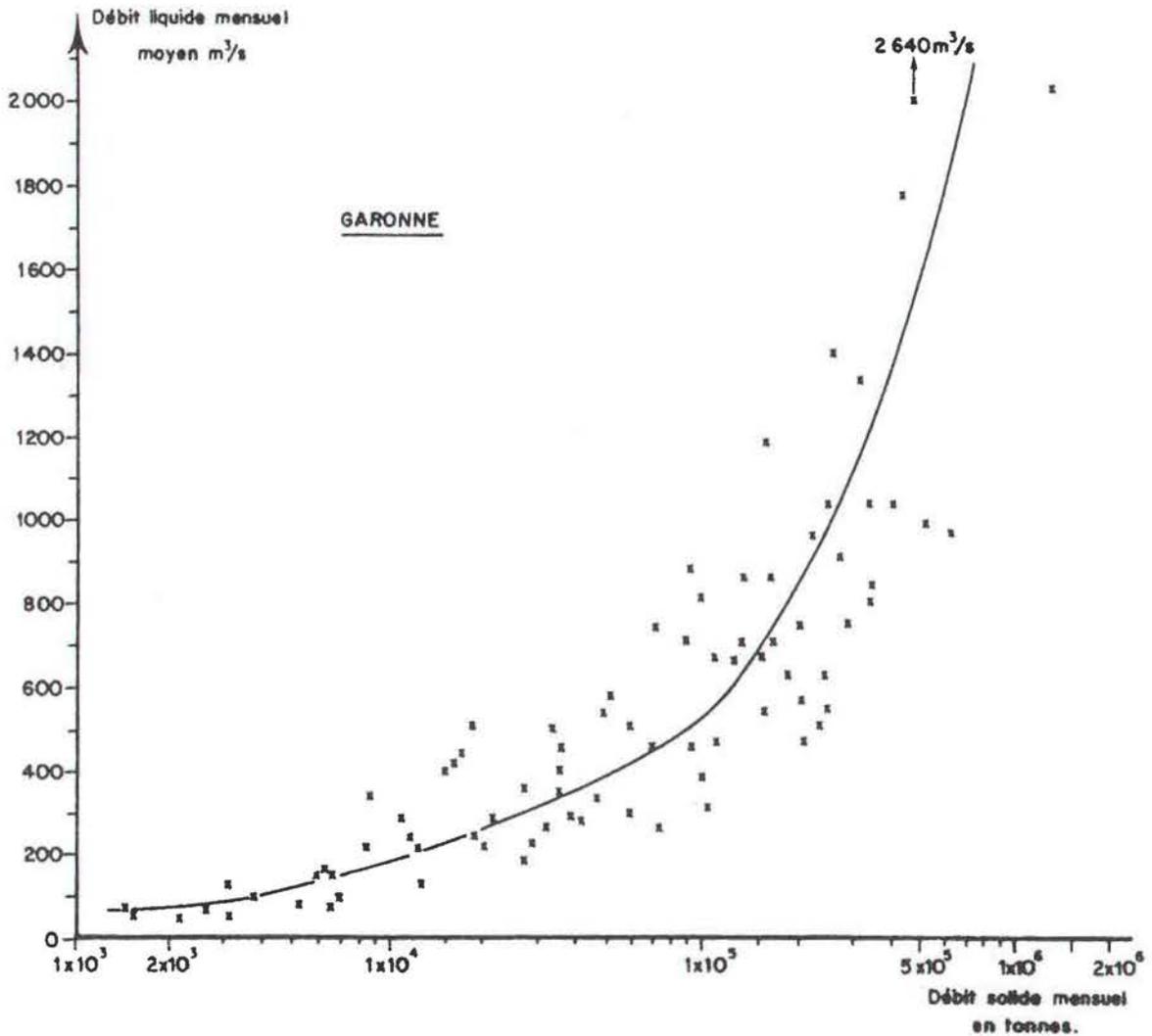
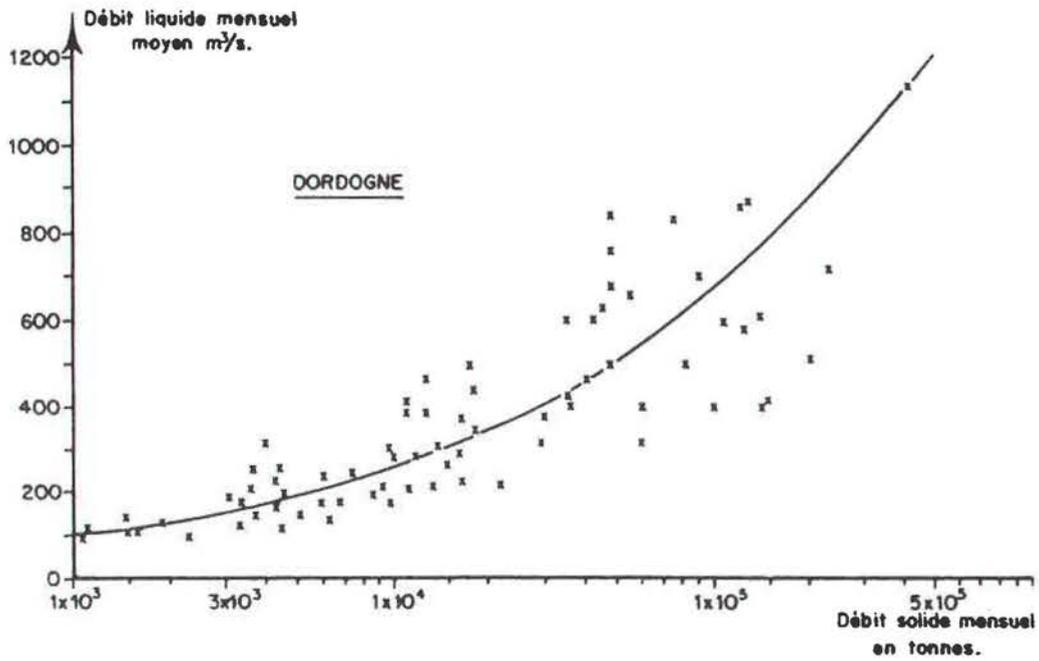


Fig. 1.3 : variation du débit solide mensuel en suspension, en fonction du débit liquide mensuel moyen de la Dordogne à Pessac et de la Garonne à La Réole (d'après Castaing, 1981).

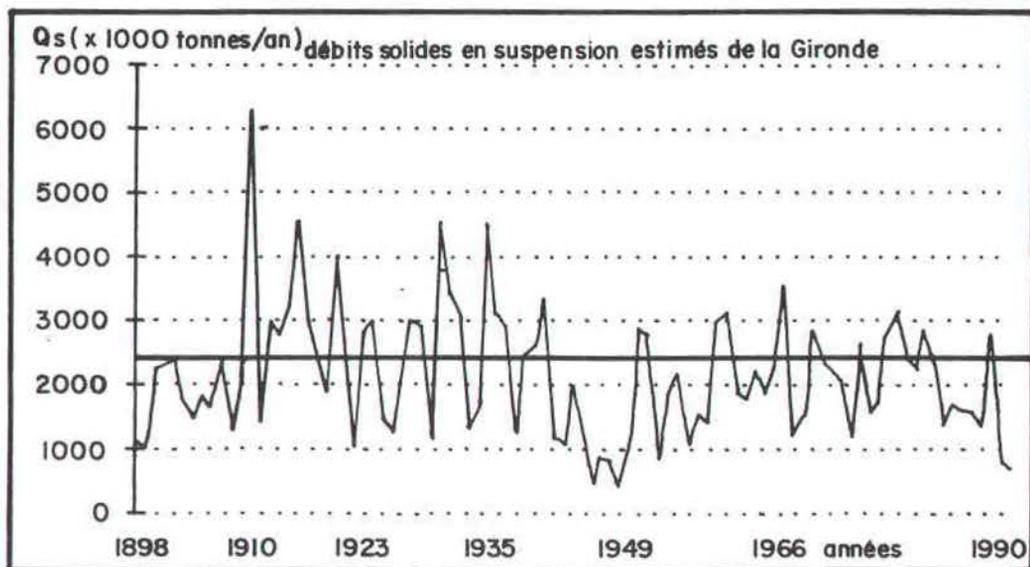


Fig. 1.4 : débits solides moyens annuels estimés des apports fluviaux à la Gironde depuis 1898 (Garonne + Dordogne) d'après Nagy Bretenstein - 1993.

De plus, lors de crues prolongées, le stock érodable s'épuise et la turbidité n'augmente plus avec le débit liquide. Par débits voisins de $350 \text{ m}^3/\text{s}$, la Garonne transporte près de deux fois plus de suspensions que la Dordogne. Cette tendance s'estompe avec l'augmentation des débits et disparaît aux environs de $1200 \text{ m}^3/\text{s}$. Malgré la forte dispersion des

résultats, il a semblé acceptable de relier les apports solides aux apports liquides par une fonction non linéaire, ce qui permet d'estimer les apports annuels. Ils seraient, en moyenne de $2,2 \cdot 10^6$ tonnes/an (dont 1,7 pour la Garonne seule). Si l'on admet que la relation non linéaire est valable pour les années antérieures (bien que les apports soient influencés forte-

ment par les pratiques agricoles, la couverture végétale des sols et les aménagements hydrauliques), on constate que les apports annuels peuvent varier fortement : de 7 millions de tonnes/an à moins d'1 million. Cette variabilité a des conséquences importantes sur les équilibres sédimentaires dans l'estuaire et sur l'écosystème estuarien.

Dynamique de l'eau

■ La marée (Fig. 1.5)

La marée du Golfe de Gascogne est de type semi-diurne, sa période étant de 12 h 25 mn. Elle est presque parfaitement sinusoidale à l'entrée de la Gironde. En se propageant dans l'estuaire, l'onde se déforme et devient disymétrique : cela se traduit par un raidissement de l'onde marée (le montant est plus «brutal» que le perdant, ce qui provoque un petit mascaret en amont de Bordeaux en étiage et en grande vive-eau) et une plus grande durée du jusant que du flot.

Le marnage (différence entre niveau de pleine mer et de basse mer) qui devrait diminuer, par suite du frottement et des pertes d'énergie par réflexion sur les berges, se maintient : cela est dû au rétrécissement des sections et donc à ce que les volumes d'eau déplacés diminuent en remontant l'estuaire. La limite d'action de la marée dynamique se situe aussi bien en Garonne qu'en Dordogne à environ 160 km de la Pointe de Grave (en période de fortes crues cette limite ne se situe plus qu'à 70 km de l'embou-

chure). Le marnage ne semble pas dépasser 5,50 m, quel que soit le lieu et le coefficient de marée. En période de vives eaux, le marnage est important et constant pour le système Gironde-Garonne jusqu'à 120 ou 130 km de l'embouchure. Sur la Dordogne, le marnage décroît très rapidement vers l'amont dès le Bec d'Ambès. En période de marée moyennes et de mortes eaux, le marnage s'accroît régulièrement du Verdon jusqu'à 130 km de l'embouchure où il atteint 4,70 m dans le premier cas et 4 m dans

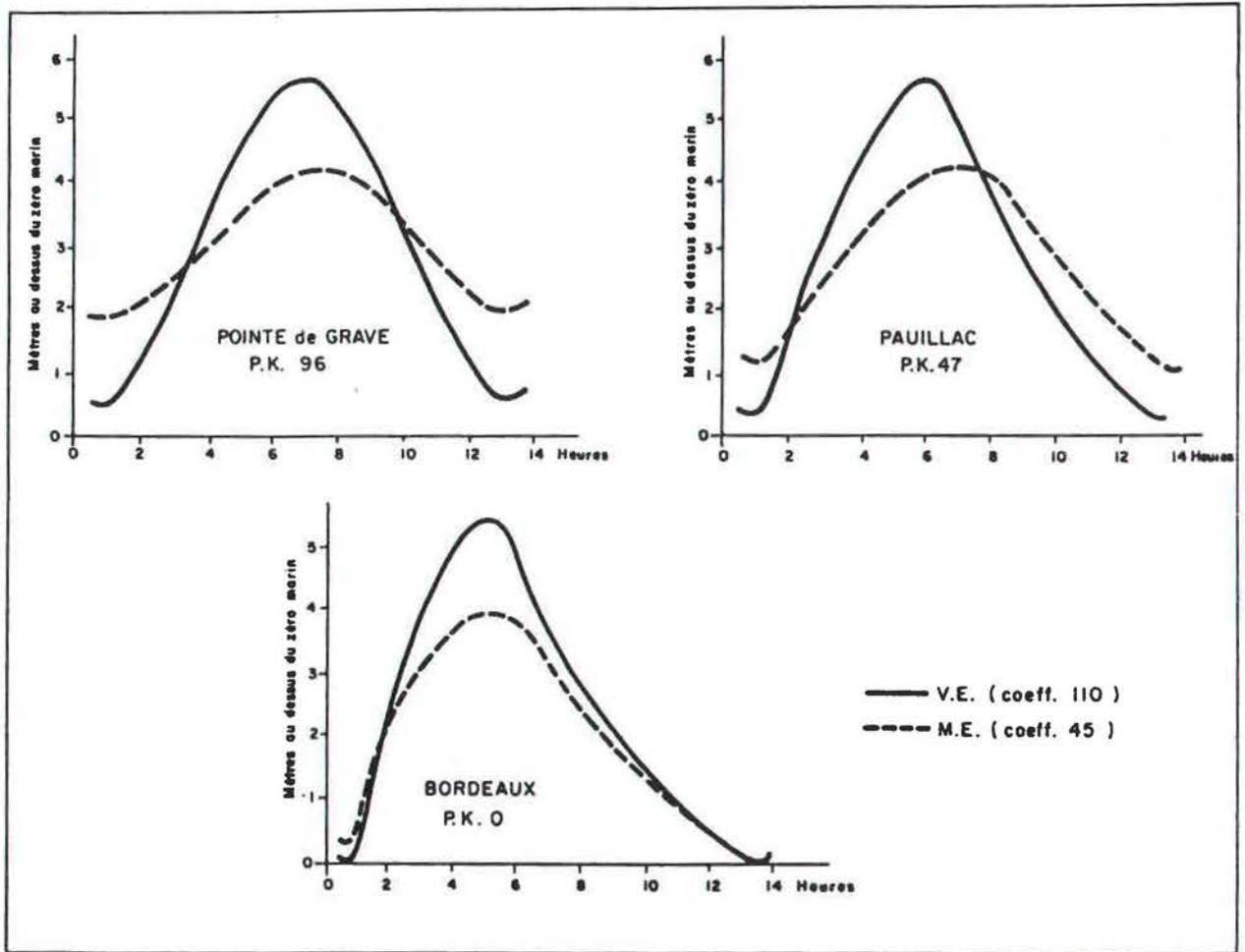


Fig. 1.5 : propagation de l'onde de marée dans l'estuaire et déformation de la courbe marégraphique.

le second. Sur la Dordogne, au contraire, le marnage décroît lentement jusqu'à Libourne puis rapidement ensuite après la confluence de l'Isle et de la Dordogne.

■ Les courants de marée

La vitesse des courants de marée varie beaucoup en fonction de la morphologie de l'estuaire, du débit fluvial et du coefficient de marée. Les vitesses maximales sont observées dans les chenaux où, en vives-eaux, elles peuvent atteindre 3m/s en surface et 1,5 m/s à 1 m du fond (niveau conventionnel de mesure).

Variations en fonction de la marée

Les caractéristiques des cou-

rants de marée sont liées à celles de l'onde de marée.

En vives-eaux et marée moyenne la courbe de marée est très cambrée en amont du Bec d'Ambès (75 km de l'embouchure) car le montant est très court (fig. 1.6). Ceci se traduit par une brutale accélération des courants au début du flot.

A ce moment on observe une arrivée rapide d'eau marine dans la moitié ou le tiers inférieur de l'écoulement, toujours accompagnée d'une forte accélération des vitesses et d'une augmentation de la turbidité par remaniement lorsqu'on se trouve sur des fonds vaseux.

En vives-eaux, les vitesses moyennes peuvent atteindre 1,25 m/s près de la surface,

alors qu'en mortes-eaux, elles ne dépassent pas 1 m/s. Au fond dans le premier cas, elles atteignent 0,75 m/s, dans le second elles dépassent rarement 0,50 m/s.

Variations dans l'espace

Dans le bas estuaire, les vitesses moyennes sont plus élevées au jusant qu'au flot aussi bien en mortes-eaux qu'en vives-eaux. De même les vitesses sont plus grandes dans le chenal de Saintonge (rive droite) que dans les deux autres chenaux.

Vitesses maximales à 1 m du fond

Les courants à 1 m du fond, sont traditionnellement utilisés pour calculer la tension de cisaille-

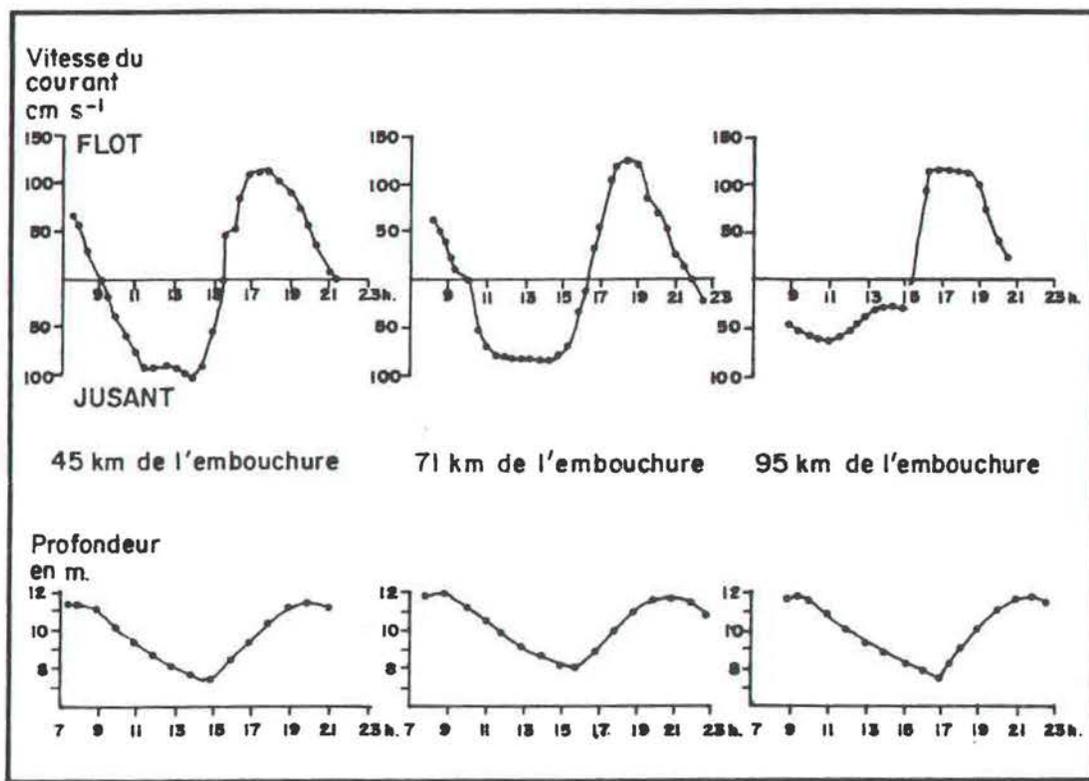


Fig. 1.6 : variation des vitesses de courant en différents points de l'estuaire de la Gironde.

ment sur le fond traduisant l'aptitude d'un courant à déplacer des sédiments.

Les vitesses les plus élevées s'observent en flot, quel que soit le coefficient de marée. C'est un schéma classique de la dynamique estuarienne : les sédiments ont tendance à migrer vers l'amont. Le phénomène peut être supprimé en période de crue.

Toutefois, dans le chenal de Saintonge, les vitesses maximales de jusant au fond sont plus élevées que celles de flot. Les vitesses maximales sont toujours mesurées dans le chenal de navigation : en amont du PK 75 en vives-eaux et en amont du PK 55 en mortes-eaux.

■ Les courants résiduels

En amont des estuaires, l'eau est douce alors qu'en aval, elle est salée donc plus dense. Ce phénomène induit au fond une pression supérieure en aval à celle observée au fond en amont. Il y a donc, près du fond,



La Garonne à Langon

La Gironde
à Saint Georges de Didonne



un courant dirigé vers l'amont. Ce courant est compensé, en surface, par un courant dirigé vers l'aval supérieur à celui nécessaire à la seule évacuation des eaux douces.

Cette circulation «résiduelle» est mise en évidence lorsqu'on filtre la marée en moyennant les vitesses sur un cycle de marée.

En étiage et marée moyenne, les vitesses résiduelles en surface sont dirigées vers l'aval (fig. 1.7). Les vitesses les plus élevées sont localisées dans le chenal de navigation pour la partie amont de l'estuaire et dans le chenal de Saintonge pour la partie aval.

Près du fond, par contre, à l'aval du PK 54, l'ensemble des données indique une circulation prédominante vers l'amont. La topographie a cependant une grande importance sur la répar-

tition des vitesses. De ce fait, si les vitesses résiduelles au fond sont toujours orientées vers l'amont dans l'axe du chenal, elles peuvent s'annuler dans certaines zones. Le point nodal (limite amont de la marée saline) se situe au voisinage du bec d'Ambès.

En crue et marée moyenne, la circulation résiduelle en surface est identique à celle observée en étiage mais les vitesses sont plus grandes. Près du fond et surtout entre les PK 70 et 80, la circulation est très complexe. En crue le front de l'intrusion saline se situe vers le PK 55 ; en amont de ce point, toutes les vitesses résiduelles semblent être dirigées vers l'aval. Dans le chenal de navigation, le point nodal principal semble se localiser entre les PK 55 et 71. Dans le chenal médian et dans le

chenal de Saintonge, les vitesses sont dirigées vers l'aval à l'exclusion peut-être d'une zone située entre les PK 60 et 80 où le schéma de circulation n'a pu être établi de façon précise. Par rapport à l'étiage, la zone d'écoulement prédominant vers l'amont est donc fortement réduite.

Remarque

Les mesures réalisées en Gironde sont eulériennes c'est-à-dire réalisées en un nombre limité de points fixes. Elles confirment les connaissances théoriques que l'on a sur les estuaires. Mais il ne faut pas les interpréter de manière trop exhaustive car elles reflètent une situation à un instant donné. La connaissance générale de cette circulation ne pourra être acquise que par modèle numérique.

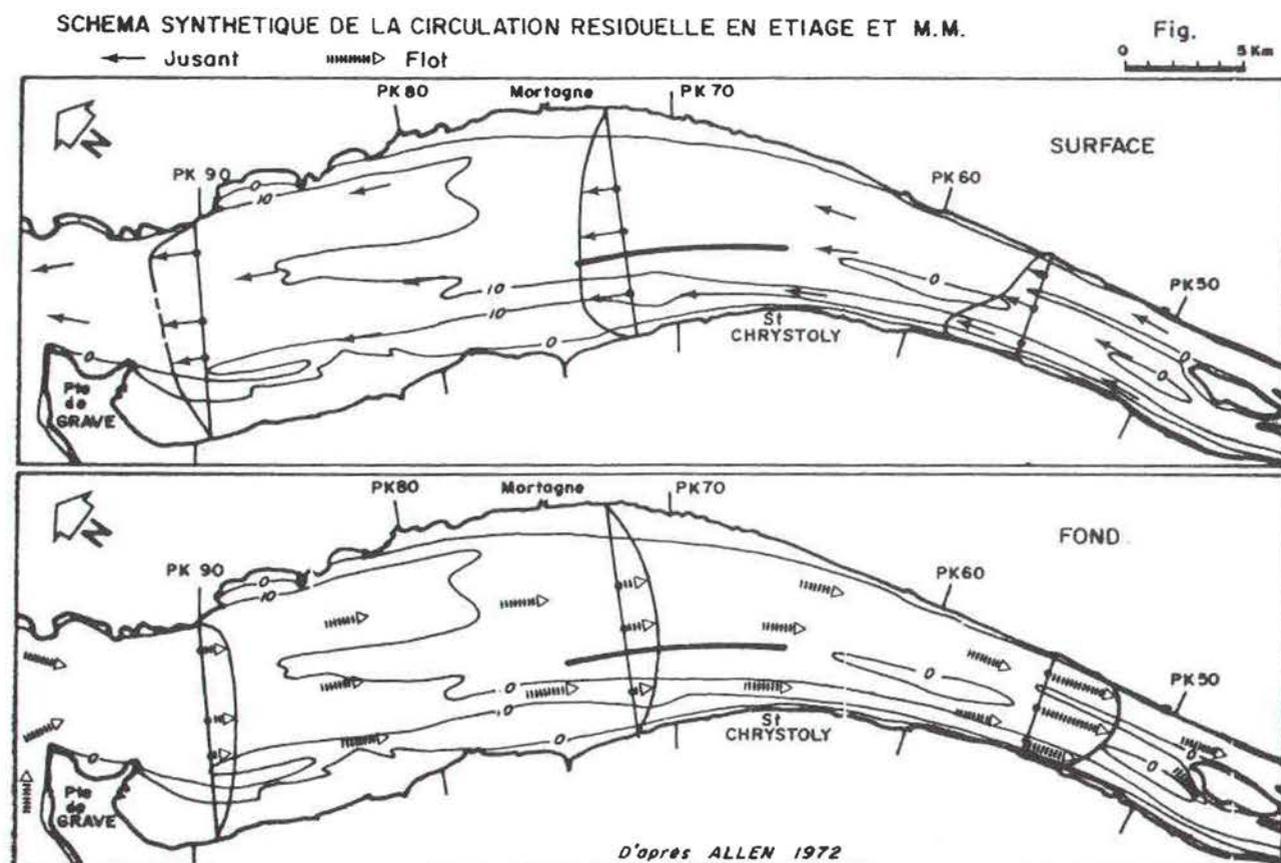


Fig. 1.7 : circulation résiduelle en période de marée moyenne dans l'estuaire (d'après Allen - 1972)

Dynamique des matières en suspension

■ Le bouchon vaseux

(Fig. 1.8)

La circulation résiduelle induite dans la zone de l'intrusion saline provoque un cheminement des eaux de fond vers l'amont, contrebalançant le mouvement vers l'aval des eaux plus douces en surface. A la limite amont de l'intrusion saline se forme un point nodal ou zone de convergence entre les eaux salées qui remontent vers l'estuaire et les eaux douces fluviales qui cheminent vers l'aval. Ces mouvements résiduels de l'eau provoquent un piégeage des sédiments fluviaux et une surconcentration de sédiments en suspension. Il s'en suit une forte sédimentation de sédiments fins et la remontée des sédiments marins, généralement sableux, de l'embouchure vers l'amont.

Cette situation apparaît nettement en Gironde durant les périodes de forts débits fluviaux. Par débit fluvial supérieur à 2000 m³/s, le bouchon vaseux est alors à l'embouchure (fig. 1.8) l'importance de la poussée fluviale atténuant l'effet de la marée dans le haut estuaire et déplaçant vers l'aval la limite amont de la marée.

Durant les périodes de faible débit fluvial un bouchon vaseux bien développé se maintient dans l'estuaire mais il s'étend à une distance assez considérable (environ 40 km) en amont de la limite de l'intrusion saline (point nodal de densité) et peut atteindre alors la limite de la marée (point nodal de marée). Durant ces périodes les gradients de densité et la circulation résiduelle qui en dérive sont réduits ; l'estuaire devient bien mélangé et le transport des particules par les courants de ma-

rée joue un rôle plus important agissant comme piège à sédiment dans la zone du point nodal de marée.

Il apparaît par conséquent que vis-à-vis de la formation du bouchon vaseux les processus liés aux gradients de densité et à la circulation résiduelle jouent un rôle majeur durant les crues alors que les processus liés à l'asymétrie de la marée prédominent durant les étiages.

Le bouchon vaseux est centré sur le chenal de navigation (rive gauche), mais déborde largement sur le chenal de Saintonge (rive droite). A l'intérieur de cet ensemble latéralement dissymétrique, les turbidités croissent progressivement pour atteindre plus de 10 g/l dans le noyau localisé près du fond dans le chenal de navigation. Le bouchon vaseux peut se développer sur plusieurs dizaines de kilomètres de long en période de faibles

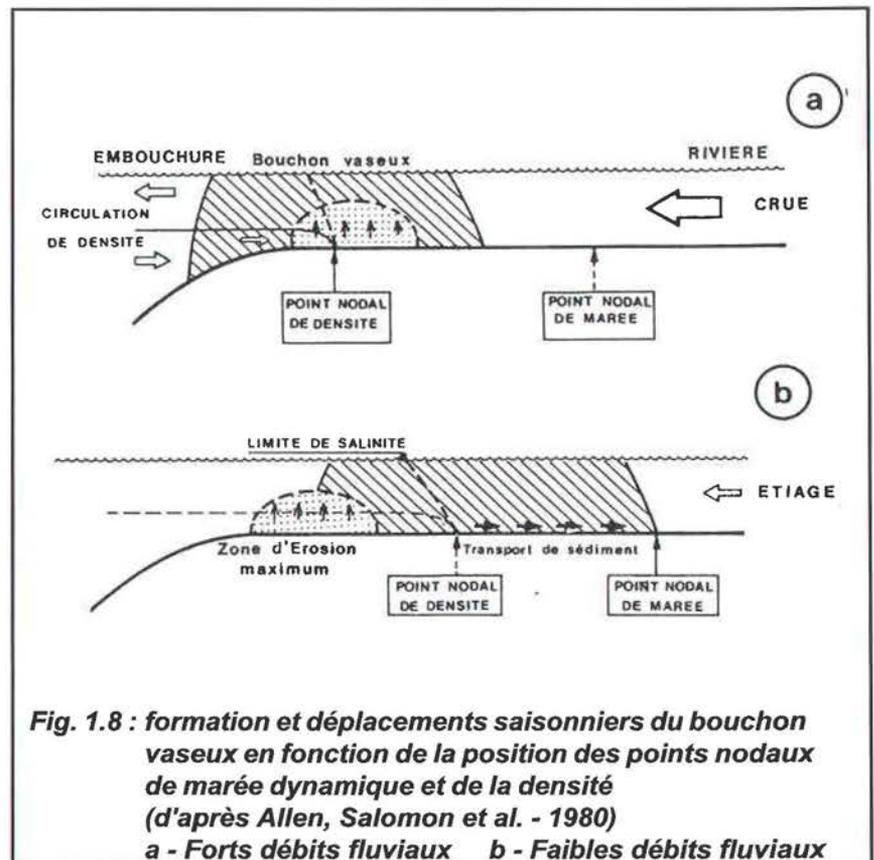
débits.

La concentration moyenne dans l'ensemble de l'estuaire (établie sur deux ans de mesures, 1975-1976) atteint 1 g/l. Lors de cette même période, les valeurs moyennes des maxima et des minima dans la partie centrale de l'estuaire (PK 35 à 80) étaient les suivantes :

- minima : 0,110 g/l (en dehors du bouchon vaseux)
- maxima : 3,330 g/l (dans le bouchon vaseux).

Les minima sont presque toujours mesurés en surface et, les maxima près du fond (mesures faites 1 m au-dessus du fond) sauf dans l'estuaire aval où, en raison de l'intrusion saline, les valeurs les plus élevées sont souvent rencontrées en surface.

En règle générale les concentrations en suspensions augmentent avec la vitesse du courant. D'un point de vue géogra-



phique, et selon les mécanismes exposés ci-dessus, le bouchon vaseux oscille au cours de l'année en fonction des débits fluviaux. Durant les crues il est repoussé vers l'aval de l'estuaire et une partie des matières en suspension s'échappe en mer, alors qu'en période d'étiage le bouchon vaseux migre à l'amont. Les particules sont temporairement bloquées au niveau de Bordeaux en étiage, le bouchon vaseux étant alors alimenté à la fois par l'amont et par l'aval du fait de l'asymétrie des courants de marée. Lors des périodes de forts débits fluviaux, l'accumu-

lation des matières en suspension se produit plus en aval dans le secteur Pauillac-St Christoly (PK 50-70).

Des expériences faisant appel à des radio-éléments (vases estuariennes marquées par du ^{46}Sc ou du ^{175}Hf et ^{181}Hf) ont permis de montrer que la remontée du bouchon vaseux vers l'amont était 2 à 3 fois plus lente que sa descente vers l'aval. La migration vers l'amont intervient en période de débits décroissants, dès lors que le débit fluvial total (Garonne plus Dordogne) est de l'ordre de $700\text{ m}^3/\text{s}$. Le blocage du bouchon vaseux au niveau de Bordeaux

cesse quand le débit fluvial, croissant de nouveau, est voisin de $600\text{ m}^3/\text{s}$. Contrairement aux opinions antérieurement présentées qui privilégiaient le rôle de la salinité dans la genèse du bouchon vaseux, il semble bien que les mécanismes hydrodynamiques soient prépondérants. Ceci explique que lors des périodes d'étiages prolongés telles celles des années 89 à 91, la stagnation du bouchon vaseux durant des périodes anormalement longues se soit produite tant en Garonne qu'en Dordogne (estuaire fluvial).

Dans l'estuaire central, l'étude de l'évolution du bouchon vaseux au cours de la marée montre qu'il n'a pas une géométrie constante et qu'il ne s'agit pas d'une entité indéformable à contours précis. A certains moments (pleine mer + 1 heure et surtout P.M. + 2), la turbidité est très faible sur l'ensemble de l'estuaire. A la limite on peut dire que le bouchon ne se marque plus alors que par une zone légèrement plus turbide.

■ La crème de vase

Lors des mortes-eaux, au niveau des points nodaux de la marée dynamique, la décantation d'une partie du bouchon vaseux engendre la formation de couches de vases très fluides : «la crème de vase». Le dépôt de ces matières en suspension se produit principalement dans le chenal de navigation et dans les fosses naturelles ou artificielles de l'estuaire. En période d'étiage, les formations de crème de vase se rencontrent entre Bordeaux et le Bec d'Ambès, alors qu'en période de forts débits ces dépôts interviennent dans le bas estuaire. La crème de vase suit donc les migrations du bouchon



Eaux chargées de l'estuaire de la Gironde

La Gironde par grande marée. Citadelle de Blaye



vaseux.

Les concentrations en matières en suspension de la crème de vase peuvent atteindre 400g/l avec des valeurs moyennes comprises entre 100 et 300 g/l. Les lentilles de crème de vase peuvent avoir plusieurs mètres d'épaisseur, quelques centaines de mètres de large et, 10 à 15 km de long. La transition avec l'eau surnageante est très rapide, sur quelques décimètres seulement et est bien visible sur les bandes d'écho-sondeurs.

Au cours de la marée, les mouvements au sein même de la crème de vase sont pratiquement nuls ; par ailleurs la salinité peut y être très différente de celle mesurée dans l'eau libre supérieure. Tout ceci témoigne du peu d'échanges entre les lentilles de crème de vase et la colonne d'eau. Toutefois, dans certaines circonstances, les échanges peuvent ne pas être nuls.

En fin de compte la présence de crème de vase est soumise au cycle érosion-accumulation induit par le cycle lunaire de la marée. Lors des périodes de coefficients décroissants, la crème de vase commence à se former et atteint son développement maximum en mortes-eaux. Durant la période de coefficients croissants (à partir de 70 environ), les lentilles de crème de vase se divisent en plusieurs petites unités, puis sont érodées et remises totalement en suspension au cours des vives-eaux. Ainsi bouchon vaseux et crème de vase ne peuvent pas être pris en compte indépendamment. La fraction de matières en suspension présente dans le bouchon vaseux varie dans le même sens que les coefficients, et elle diminue quand le volume de crème de vase augmente. C'est ainsi que la masse totale de matières en



Entre Cussac et Fort Médoc, par grande marée

Conche de Saint Georges de Didonne Tronc roulé par les flots



suspension a pu être estimée entre 4 et 6 millions de tonnes durant les mortes eaux : 2 à 3 millions de tonnes se trouvant dans le bouchon vaseux et, une quantité équivalente dans la crème de vase.

■ Temps de résidence et expulsion des matières en suspension

L'estimation du temps de transit des suspensions dans l'estuaire a été abordé selon deux méthodes :

- une méthode indirecte : les trajectoires de perches dérivantes,
- une méthode directe : les tra-

çages radioactifs.

Ces études ont fait apparaître que les particules peuvent avoir, en fonction de leur devenir, un temps de résidence très variable dans l'estuaire :

● particules piégées dans l'estuaire.

Une partie importante des suspensions d'origine continentale est piégée définitivement dans l'estuaire et contribue à son colmatage. La réduction du volume de l'estuaire par sédimentation d'éléments fins et grossiers, du fait des apports du réseau hydrographique, a été de l'ordre de $2.7 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ entre 1900 et 1962. Cette sédimentation re-

présente a peu près la moitié des apports solides en suspension d'une année moyenne ;

- *particules piégées dans le bouchon vaseux.*

- en étiage et marée moyenne, pour un débit de la Garonne inférieur à 150 m³/s, il y a piégeage des suspensions légèrement en aval de Bordeaux. Une particule arrivant de Langon est piégée en 120 heures, 150 heures en vive eau. Les particules présentes dans l'estuaire vont donc se retrouver bloquées dans le bouchon vaseux. La vitesse de remontée des particules présentes à l'aval de l'estuaire est de l'ordre de 1

km/jour ;

- en débits moyens et forts, il y a blocage des suspensions aux environs de PK 60-70. Il semble que la vitesse de descente des suspensions soit 3 à 4 fois plus grande que la vitesse de remontée en étiage ;

- *expulsion des matières en suspension.*

Les expulsions de matières en suspension se produisent lors des forts débits fluviaux par marées de vive eau. Le bouchon vaseux est alors dans le bas estuaire. Ces conditions sont réunies entre 15 et 50 jours par an (35 en moyenne). En année moyenne, les expulsions se-

raient de 1 million de tonnes par an. Elles varient de 0,5 à 1,5 million de tonnes/an. Compte tenu des apports fluviaux de matières en suspension (2,2 millions t/an), du piégeage définitif dans l'estuaire (1,2 million de t/an), de la masse totale de suspensions dans le système bouchon vaseux-crème de vase (4 à 6 millions de tonnes) et des expulsions moyennes à l'océan (1 million de t/an), le taux de renouvellement du stock de matières en suspension présent dans l'estuaire est d'environ 50% par an, soit un temps de résidence moyen des particules de 2 ans environ.

Evolution récente de l'estuaire, replacée dans son complexe historique

■ Evolution depuis le XVI^e siècle jusqu'en 1950

Ce n'est qu'à partir des premières publications de cartes bathymétriques relativement précises, vers la moitié du XVI^e, que des informations sur l'évolution de l'estuaire peuvent être dégagées. Dès cette époque, l'estuaire possédait la même configuration générale qu'aujourd'hui. Deux chenaux principaux séparés par des bancs et des hauts-fonds pouvaient être reconnus. En amont du Bec d'Ambès, en Garonne, s'étendait une série de bancs et d'îles. Sur un plan général il est possible de mettre en évidence, entre le XVI^e et le XIX^e, un comblement du chenal de Saintonge et un approfondissement du chenal du Médoc. Dans la partie amont de l'estuaire (entre Bordeaux et Pauillac) la tendance générale a alors été au développement des îles, avec leur rattachement aux berges dans la partie fluviale et l'émergence de nouvelles îles de plus

en plus vers l'aval, ce qui traduit bien la migration vers l'aval du comblement. Au début du XIX^e siècle, on pouvait noter un accroissement considérable de la superficie des îles en aval du Bec d'Ambès, qui a doublé entre 1750 et 1850, et quadruplé entre 1750 et 1950.

A partir de 1850, d'importants travaux d'aménagement de l'estuaire ont été entrepris pour faciliter l'accès au port de Bordeaux. Avant cette date on peut considérer que l'estuaire évoluait d'une façon purement naturelle. Les premiers travaux ont eu pour but l'approfondissement et la régularisation du chenal entre Bordeaux et le Bec d'Ambès par des dragages et des ouvrages reliant bancs et îles entre eux. Au cours du dernier siècle, les profondeurs ont ainsi été triplées passant de 2-3 m à 6-8 m dans les passes du Bec d'Ambès et de Cussac.

Durant la seconde moitié du XIX^e et au début du XX^e, l'aménagement des sites se déplaça

vers l'aval. Dans les années 1930-1938 des dragages importants furent entrepris dans la zone de St Christoly (PK 50 à 70) car les travaux de calibrage (construction de la digue de Valeyrac parallèlement à l'axe de l'estuaire entre les PK 65 et 75) s'avèrent trop limités pour maintenir une profondeur suffisante dans le chenal de navigation.

■ Evolution morphologique et sédimentaire récente

Est ici désignée « période récente », la période débutant en 1953, date de parution de la première carte bathymétrique complète après la guerre.

- 1953-1962 : la tendance générale de l'évolution de l'estuaire est alors la suivante (fig.1.9) :

- en rive droite, la zone comprise du PK 63 au PK 87 est le siège d'une forte sédimentation (1,5 m en 9 ans par endroit). Il en est de même entre les PK

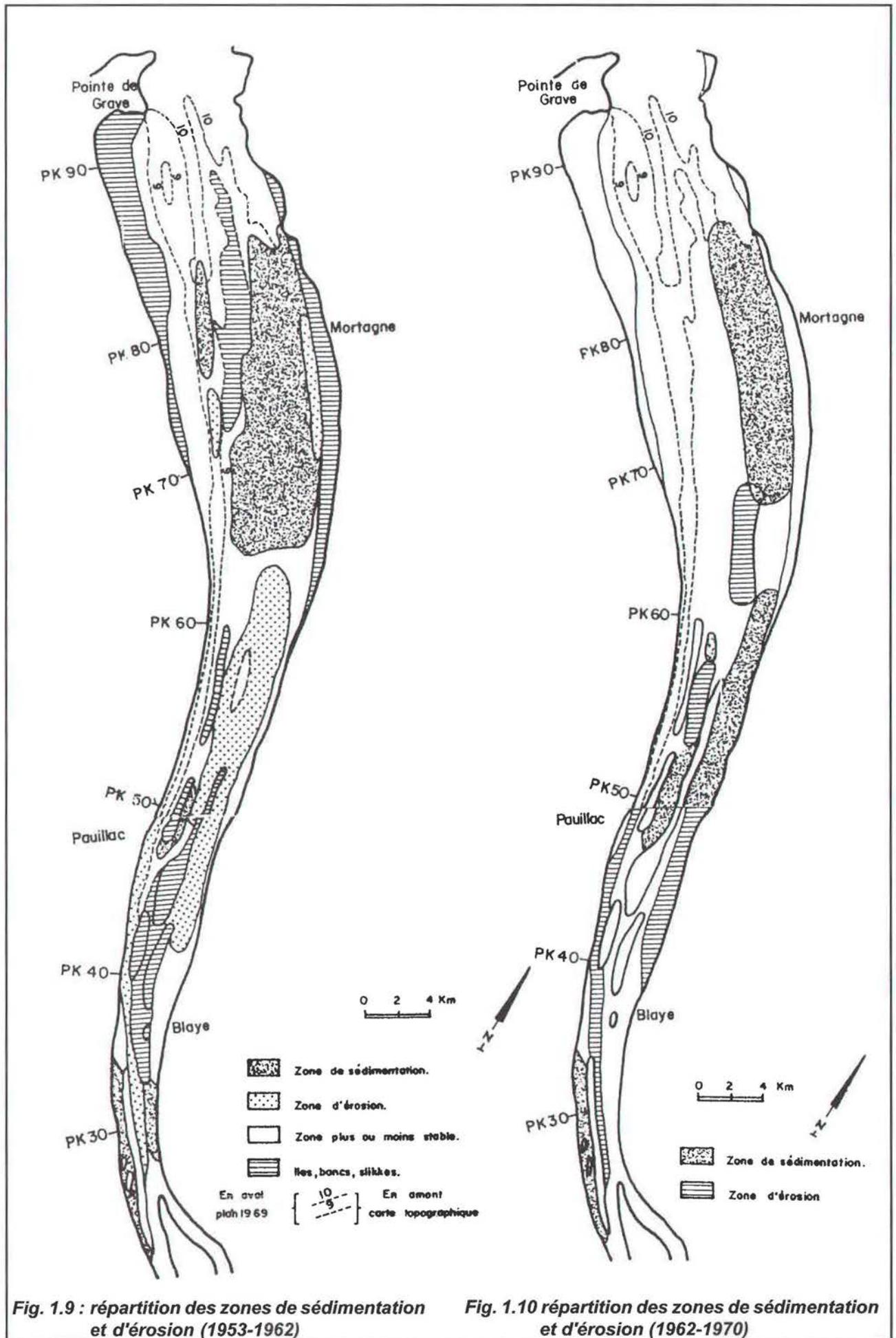


Fig. 1.9 : répartition des zones de sédimentation et d'érosion (1953-1962)

Fig. 1.10 répartition des zones de sédimentation et d'érosion (1962-1970)

26 et 32. Par contre entre les PK 41 et 63 le chenal de Saintonge semble être en légère érosion. A l'aval de l'estuaire, en dessous de l'isobathe -10 m, on observe une certaine stabilité ;

- en rive gauche, du fait essentiellement des travaux d'approfondissement et d'entretien du chenal de navigation par le Port Autonome de Bordeaux, les fonds augmentent du Bec d'Ambès jusqu'au PK 60. Puis jusqu'au PK 73 la stabilité prévaut. Entre les PK 75 et 84, la

sédimentation est dominante.
 - 1962-1970 : la tendance générale reste la même que précédemment (fig. 1.10) ; la rive droite du PK 50 à 85 est en comblement alors que la zone comprise entre les PK 40 et 50 demeure en érosion faible. Rive gauche, le chenal de navigation s'approfondit depuis le Bec d'Ambès jusqu'au PK 55 du fait surtout des dragages. Si donc en première approximation on peut considérer que la balance entre sédimentation et érosion est géographique-

ment équilibrée et que le volume sous étiage de l'estuaire (niveau des plus basses mers) n'a pas beaucoup varié depuis un siècle (il est de l'ordre de $2,2 \cdot 10^9 \text{ m}^3$), les dernières études effectuées dans les années 1970 (fig. 1.11) ont montré que le comblement moyen de l'estuaire était d'environ de $2,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$. Toutefois, ces chiffres doivent être examinés avec circonspection étant donné l'importance des volumes dragués dans l'estuaire (ex. $12 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en 1970).

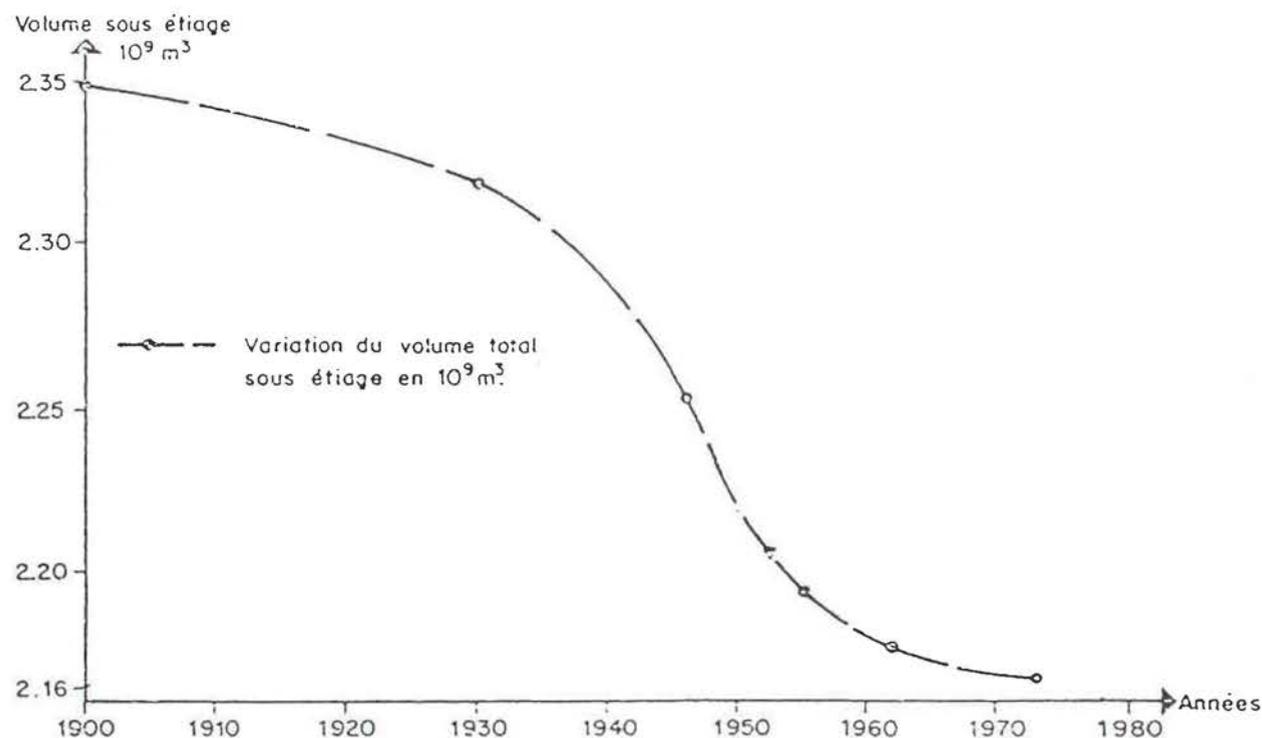


Fig. 1.11 : évolution du volume sous étiage de l'estuaire de 1900 à 1973

Conclusion

Le régime hydraulique de la Gironde subit une grande variabilité aussi bien saisonnière qu'interannuelle, ce qui provoque une irrégularité encore plus importante des débits solides. Le régime crue-étiage conditionne la place du bouchon va-

seux dans l'estuaire et, dans une moindre mesure, sa masse. Il y a, en moyenne quatre millions de tonnes de suspensions piégées dans le système bouchon vaseux - crème de vase, correspondant à un temps de résidence moyen des particu-

les de 2 ans environ. Il y a un léger comblement de l'estuaire marin qui ne pose pas, actuellement, de problème majeur compte tenu du volume sous étiage de l'estuaire qui est important et a peu évolué depuis un siècle.

Prospective

La Gironde était, il y a vingt ans, l'estuaire français le mieux connu en ce qui concerne la dynamique de l'eau et des sédiments.

Très peu d'études ont été lancées depuis 1972 alors que les estuaires de la Seine et de la Loire voyaient se développer des programmes importants (pour la Seine : SAUM, programme Baie de Seine, Piren Seine ; pour la Loire: CSEEL, APEEL, IFREMER) de sorte que la hiérarchie de l'état des connaissances s'est inversée dans les trois estuaires français. La connaissance de la dynamique est primordiale en matière

de gestion et d'aide à la décision. C'est pourquoi il serait utile de mettre au point un modèle 3D de circulation couvrant la totalité de l'estuaire, du Verdon à la limite amont de la marée dynamique.

Ce modèle pourrait servir :

- à la gestion des rejets liquides dans l'estuaire (dilution, temps de transit ...),
- à la simulation du devenir de produits liquides rejetés accidentellement,
- à la gestion des lâchers d'eau douce dans les barrages pour éviter une situation catastrophique dans l'estuaire,

- éventuellement à la gestion des prises d'eau douce dans l'estuaire pour l'irrigation,
- à l'aide à la navigation.

A ce modèle hydrodynamique, il serait possible d'adjoindre des modèles de transport de sédiments en suspension et d'évolution d'éléments non conservatifs permettant de simuler :

- la formation du bouchon vaseux, son temps de résidence, les échanges qui présentent avec le milieu liquide ...
- le devenir des polluants adsorbés et dissous.

Ce modèle nécessiterait, pour calage, de nombreuses mesures en nature.



2

Bilan des pollutions industrielles et domestiques produites et éliminées

Le bassin versant de la Gironde incluant les sous-bassins de la Dordogne, de la Garonne, du Tarn et du Lot draine une superficie de 80 000 km². Elle collecte les rejets d'une population domestique des 3 200 000 EH (équivalent-habitant) et d'une pollution industrielle nette de 3370000 EH.

Le système estuarien Gironde - Dordogne - Garonne reçoit les apports amont de la Garonne et de la Dordogne (qui n'ont été éliminés ni par les stations d'épuration ni par autoépuration dans les rivières) et les rejets directs au milieu.

Ne sont traités dans ce chapitre que les apports directs au système estuarien. Les apports amont seront abordés au chapitre 3 : qualité des eaux de l'estuaire.

Méthodologie adoptée

Ce présent bilan concerne :

- les pollutions domestiques liées aux habitants permanents et saisonniers ;
- les pollutions industrielles des établissements raccordés à des réseaux communaux ;
- les pollutions industrielles déversées par des usines non raccordées.

■ Origine des données utilisées

Les données présentées sont celles utilisées par l'Agence de l'Eau pour calculer les redevances dues au titre de la pollution des eaux.

Elles correspondent à la situation de 1991.

Ce dispositif des redevances s'appuie sur un système d'information bâti, soit à partir de mesures pour les pollueurs les plus importants, soit à partir de coefficients forfaitaires de pollution pour les autres. L'efficacité des ouvrages d'élimination de la pollution est appréciée à partir de mesures.

La méthode s'efforce de pondérer les données disponibles pour refléter le rendement de dépollution moyen annuel.

Les paramètres de pollution retenus sont :

- les matières oxydables (MO) qui caractérisent les pollutions organiques susceptibles de consommer l'oxygène dissous

$$MO = \frac{2 \text{ DBO}^5 + \text{ DCO}}{3}$$

- les matières en suspension (MES)
- les matières azotées (MA) (Azote Kjeldahl)
- les matières phosphorées (MP) (Phosphore total)
- les matières inhibitrices (MI) (test daphnies).

Toutefois, pour présenter plus facilement les différents bilans, on utilisera le concept d'équivalent-habitant (EH) calculé sur la base des matières oxydables (1 EH = 57g/j de MO).

Pour les villes, la population saisonnière n'est comptée que pour 40 % d'un habitant permanent ; des coefficients multiplicateurs (dits d'agglomération) permettent de tenir compte des commerces et artisans présents dans les grandes villes. Pour les industries, l'EH est calculé à partir du paramètre « matières oxydables », jugé le plus représentatif.

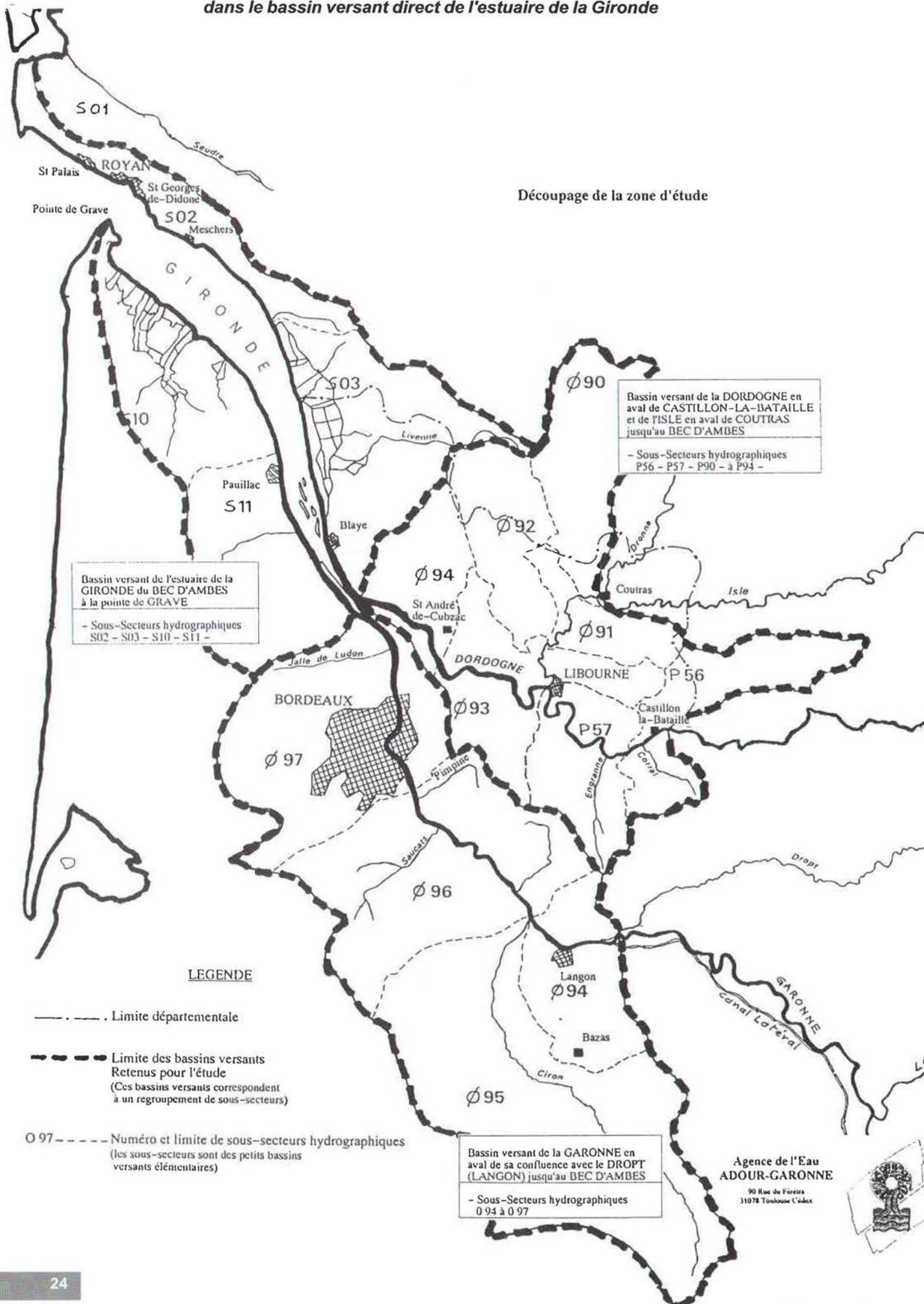
■ Le découpage géographique proposé

Pour faciliter la présentation des résultats, on a retenu trois zones géographiques :

- le bassin versant de l'Estuaire proprement dit, c'est-à-dire du Bec d'Ambès à la Pointe de Grave ;
- les bassins aval de la Garonne et de la Dordogne englobant

Fig. 2. 2 :

bilan des pollutions industrielles et domestiques produites et éliminées dans le bassin versant direct de l'estuaire de la Gironde



Découpage de la zone d'étude

Bassin versant de l'estuaire de la GIRONDE du BEC D'AMBES à la pointe de GRAVE
- Sous-Secteurs hydrographiques S02 - S03 - S10 - S11 -

Bassin versant de la DORDOGNE en aval de CASTILLON-LA-BATAILLE et de l'ISLE en aval de COUSTRAS jusqu'au BEC D'AMBES
- Sous-Secteurs hydrographiques P56 - P57 - P90 - à P94 -

Bassin versant de la GARONNE en aval de sa confluence avec le DROPT (LANGON) jusqu'au BEC D'AMBES
- Sous-Secteurs hydrographiques Ø 94 à Ø 97

LEGENDE

- Limite départementale
- - - Limite des bassins versants Retenus pour l'étude (Ces bassins versants correspondent à un regroupement de sous-secteurs)
- Ø 97 - - - Numéro et limite de sous-secteurs hydrographiques (les sous-secteurs sont des petits bassins versants élémentaires)

Agence de l'Eau ADOUR-GARONNE
90 Rue de Fèretra
31078 Toulouse Cedex



A lui seul, le territoire de la Communauté Urbaine de Bordeaux, qui comprend 27 communes, représente une population de 665 000 habitants (dont 30 000 saisonniers) et une pollution industrielle équivalente à 582 000 EH (dont 186 000 EH sont raccordés à son réseau d'assainissement).

L'examen du parc industriel montre que dans ce secteur on trouve :

- des établissements assez importants rejetant des pollutions organiques comme Ogilvie à Bordeaux (110 000 EH) qui procède à l'extraction du gluten et de l'amidon et qui poursuit l'épuration de ses effluents dans le cadre d'un contrat d'entreprise, CEREOLE qui a engagé un programme de dépollution par technologies propres, la papeterie de Bègles (41 000 EH) et des entreprises agro-alimentaires de moindre importance (distilleries, abattoirs, laiteries, entreprises de vinification) ;

- des entreprises chimiques dont les rejets peuvent contenir des matières azotées et polluants divers (La Cornubia, SNPE, Norsk Hydro, ...)

- de nombreux établissements ayant une activité susceptible de rejeter des métaux comme le cadmium, le cuivre ou le chrome, parmi lesquels on peut citer la SAFT à Bordeaux, l'électrolyse à Latresne, l'Administration des Monnaies et Médailles à Pessac et les Etablissements Testoutil à Bazas.

Pour ce qui concerne la pollution urbaine, la capacité d'épuration installée sur ce sous-bassin est de 660 000 EH pour une pollution urbaine (domestique + industries raccordées) à traiter d'environ 1 050 000 EH.

Pour la seule Communauté Urbaine de Bordeaux la capacité d'épuration en service était de 560 000 EH en 1993 à comparer à une pollution urbaine à

traiter de 825 000 EH (665 000 habitants et 160 000 EH industriels après prétraitement).

L'écart entre la capacité de traitement installée et la pollution à traiter va se réduire en 1994 avec la mise en service par la CUB de la nouvelle station de Clos de Hilde dimensionnée pour 150 000 EH.

En 1993, c'est une pollution équivalente à celle de 980 000 EH qui est apportée au milieu par le sous-bassin de la Garonne en aval de Langon.

■ Le bassin versant propre de l'Estuaire de la Gironde du Bec d'Ambès à la Pointe de Grave

Avec une population totale de 350 000 habitants, dont 255 000 saisonniers et une pollution industrielle avant traitement de 115 000 EH, les rives de l'estuaire de la Gironde témoignent d'une vocation à dominante touristique rurale, avec des activités viticoles et, à un degré moindre, aquacoles.

L'examen du fichier des sources de pollution industrielles montre que celles-ci sont constituées pour l'essentiel par des châteaux et coopératives pra-

tiquant les différentes opérations de vinification et de distillation.

Les établissements les plus importants sont ceux de la distillerie vinicole du Blayais. On citera pour mémoire la Centrale Electro-Nucléaire du Blayais dont l'évaluation de l'impact des activités (réchauffement des eaux et risques d'aspiration de la faune par les prises d'eau de refroidissement) est examiné par ailleurs.

Pour ce qui est de la pollution domestique, celle-ci se trouve concentrée dans la partie aval de l'estuaire, pratiquement au débouché dans l'Océan.

En effet, alors que les communes de l'intérieur comme Lesparre Médoc, Pauillac ou Blaye atteignent à peine 5000 habitants, ce sont les villes de Royan, St Georges-de-Didonne, St Palais, Meschers, qui représentent les agglomérations les plus importantes et reçoivent en plus un afflux de saisonniers sensible en période estivale.

La capacité d'épuration installée est de l'ordre de 300 000 EH pour une pollution à traiter de :

- 95 000 habitants permanents,
- 225 000 habitants saisonniers,



*Cabannes ostréicoles
aux environs de St Christoly*

Sous secteurs hydrologiques : P56 - P57 - P90 à P94

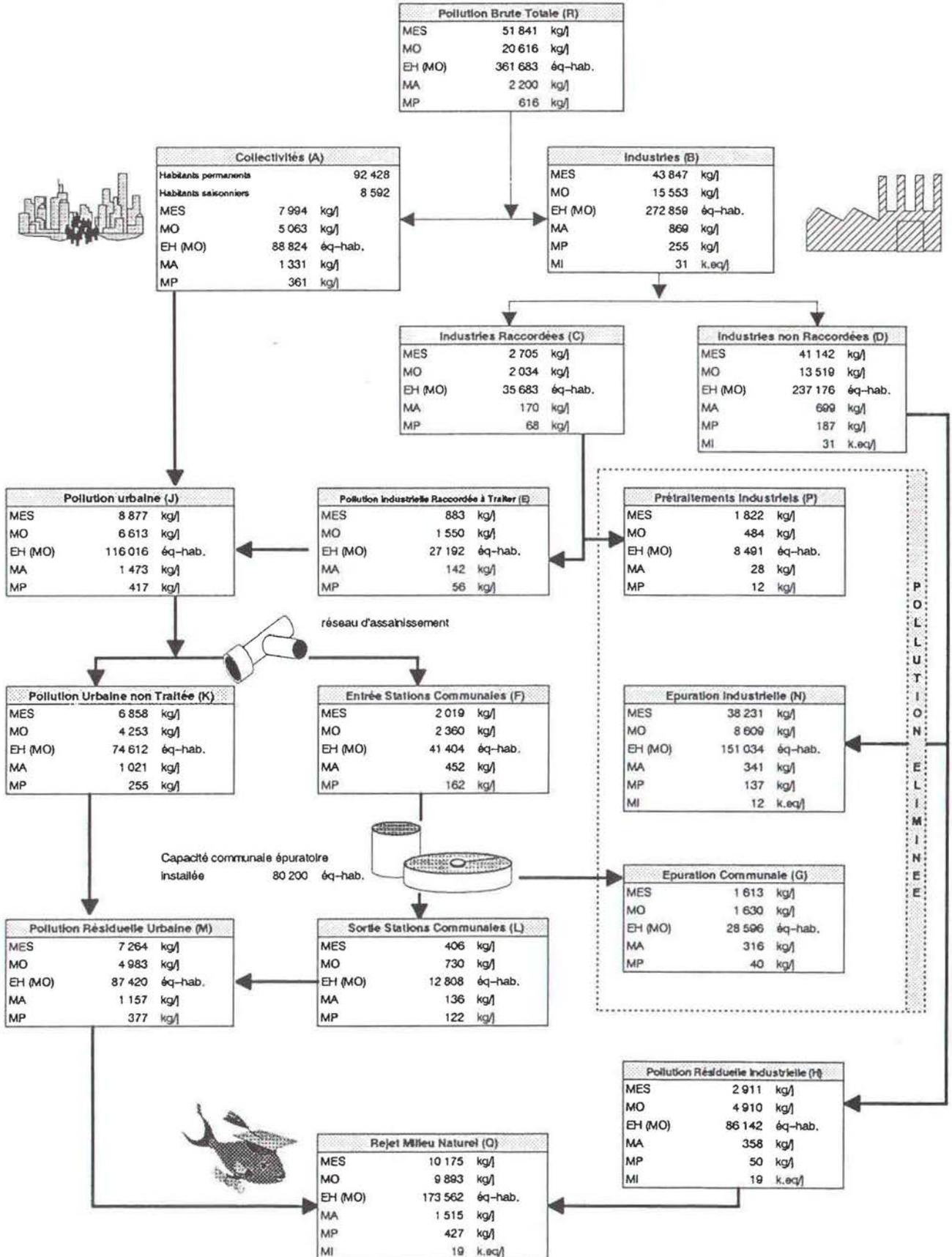


Fig. 2.3 : pollutions industrielles et domestiques produites et éliminées

Bassin versant de la GARONNE en aval du confluent avec le DROPT (LANGON) jusqu'au BEC D'AMBES

Sous secteurs hydrologiques : O94 à O97

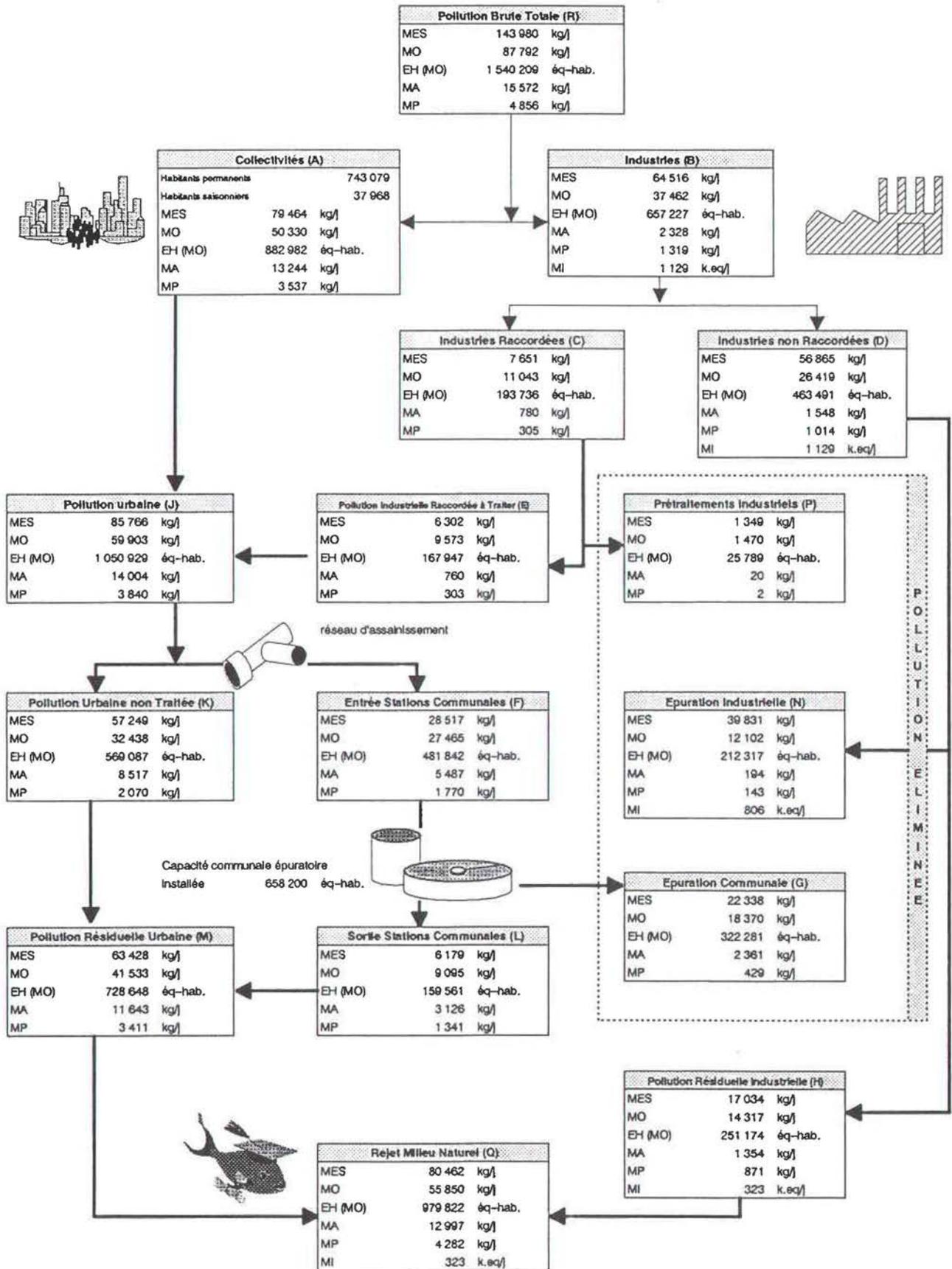


Fig. 2. 4 : pollutions industrielles et domestiques produites et éliminées

Bassin versant de l'estuaire de la GIRONDE, du BEC D'AMBES à la pointe de GRAVE

Sous secteurs hydrographiques : S02-S03-S10-S11

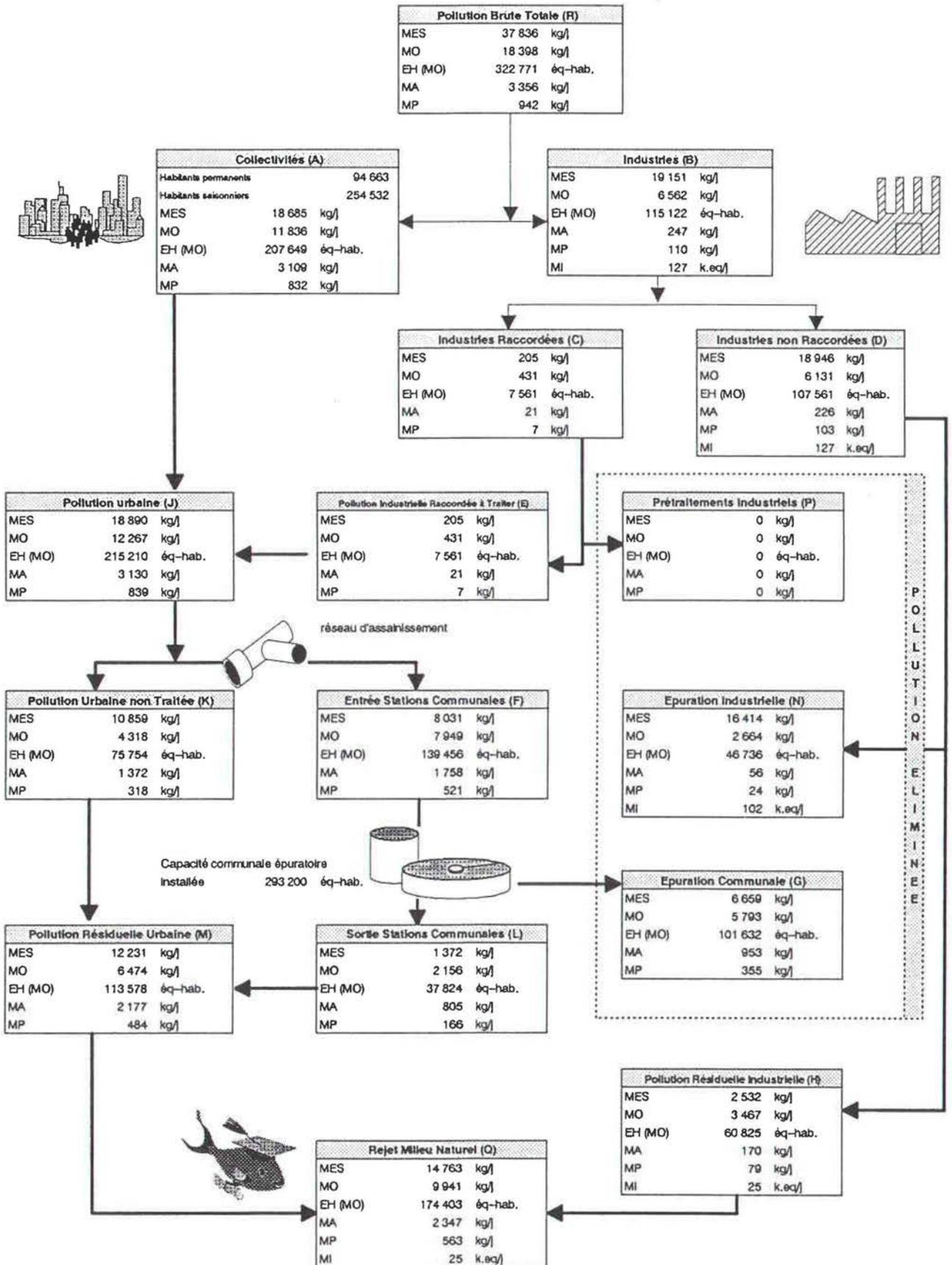


Fig. 2. 5 : pollutions industrielles et domestiques produites et éliminées

Sous secteurs hydrologiques : O94 à O97 - P56 - P57 - P90 à P94 - S02 - S03 - S10 - S11

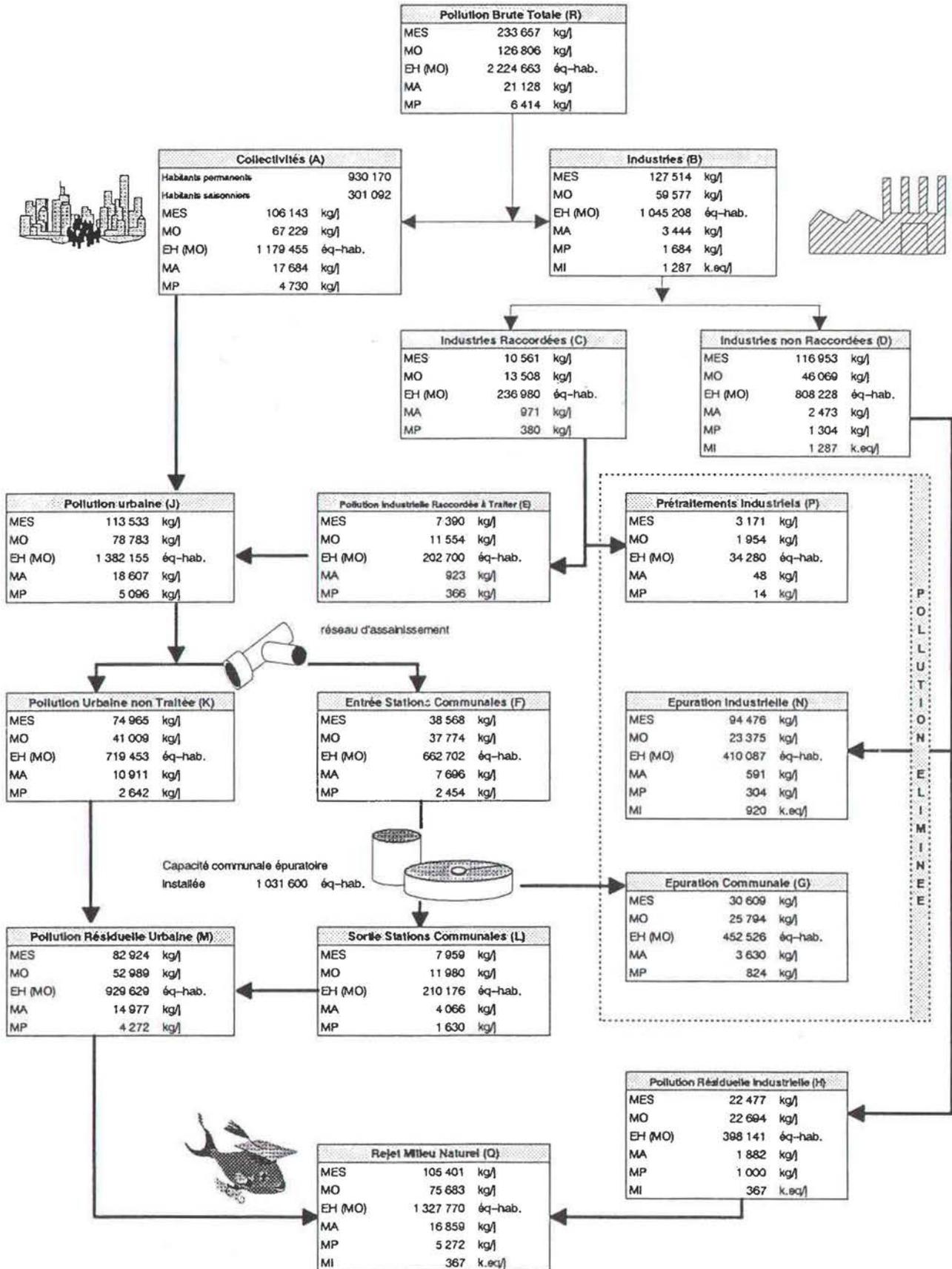
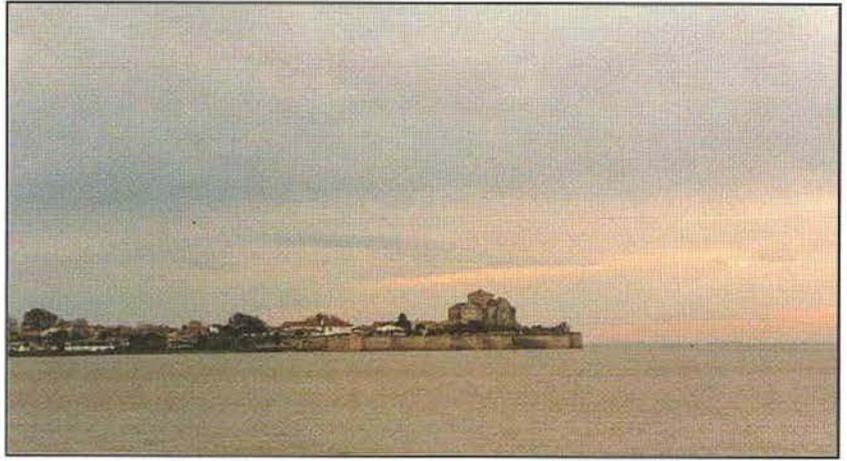


Fig. 2. 6 : pollutions industrielles et domestiques produites et éliminées

- 7 500 EH d'industries raccordées.

On notera que cette capacité d'épuration comprend les deux stations d'épuration du Syndicat du Pays Royanais (St-Georges-de-Didonne et St Palais) qui traitent une grande partie des effluents des communes situées dans la presqu'île d'Arvert. Comme dans les autres bassins, la capacité épuratoire et la collecte sont à renforcer. La pollution rejetée au milieu naturel dans ce bassin correspond à 175 000 EH.



Le village de Talmont avec, à la pointe, l'église romane de Ste Radegonde

Bilan général sur l'estuaire et les bassins aval de la Garonne, de la Dordogne et de l'Isle

Sur l'ensemble du bassin direct de l'estuaire de la Gironde, de l'Océan à la zone d'influence de la marée, la pollution totale produite correspond donc à celle de:

- 930 000 habitants permanents et 300 000 habitants saisonniers répartis dans 200 communes de plus de 400 habitants;
- 237 000 EH pour les industries raccordées à des réseaux d'assainissement communaux et 808 000 EH pour les industries non raccordées répartis dans 440 établissements dans la zone étudiée et connus de l'Agence.

La pollution urbaine à traiter (domestique + industries raccordées) ressort à 1 382 000 EH si l'on tient compte du fait que les prétraitements des industries raccordées éliminent environ 35 000 EH. Cette charge est à comparer à la capacité d'épuration installée qui ressort à ce jour à 1 032 000 EH distribués dans 94 stations d'épuration en service. En 1994, la mise en service par la CUB de la station d'épuration de Clos de Hilde

(150 000 EH) portera cette capacité de traitement à 1 180 000 EH.

Un effort restera encore à accomplir pour disposer de la capacité d'épuration nécessaire. Cet effort doit porter également sur les réseaux d'assainissement puisque l'on peut voir sur le schéma récapitulatif qu'il n'y a environ que 50 % de la pollution urbaine de ce bassin qui parvient à une station d'épuration.

Compte tenu de cette situation et du rendement moyen mesuré sur les ouvrages d'épuration, le taux de dépollution urbain (pollution éliminée/pollution urbaine produite) ressort environ à 33 % et la pollution résiduelle urbaine correspond à 930 000 EH.

Pour ce qui concerne les industries isolées, le taux de dépollution n'est pas très significatif en raison du fait que la dépollution industrielle est souvent intégrée dans le dispositif de production ; c'est donc surtout la pollution industrielle résiduelle voisine de 400 000 EH qui est la plus significative.

Notons que la dépollution prochaine des établissements Ogilvie devrait amener un gain sensible sur les charges rejetées.

Au total, c'est une pollution équivalente à celle de 1 328 000 EH qui rejoint le milieu naturel dans le bassin versant du Système Estuario-Fluvial de la Gironde. On peut rapprocher cette valeur de la pollution totale produite qui est estimée à 2 225 000 EH.

Enfin, on retiendra la nécessité de limiter les apports de cadmium à l'Estuaire. Même si une part importante des charges reçues provient du bassin amont de la Garonne (Lot - Riou Mort) et ont fait l'objet de travaux de réduction, il n'en reste pas moins que des sources de cadmium existent dans la région bordelaise dont il convient de bien cerner l'origine pour poursuivre l'élimination de ce polluant qui limite les potentialités ostréicoles de l'Estuaire.

Le bilan des zones et le bilan général sont présentés, très simplifiés, en figure 2.7.

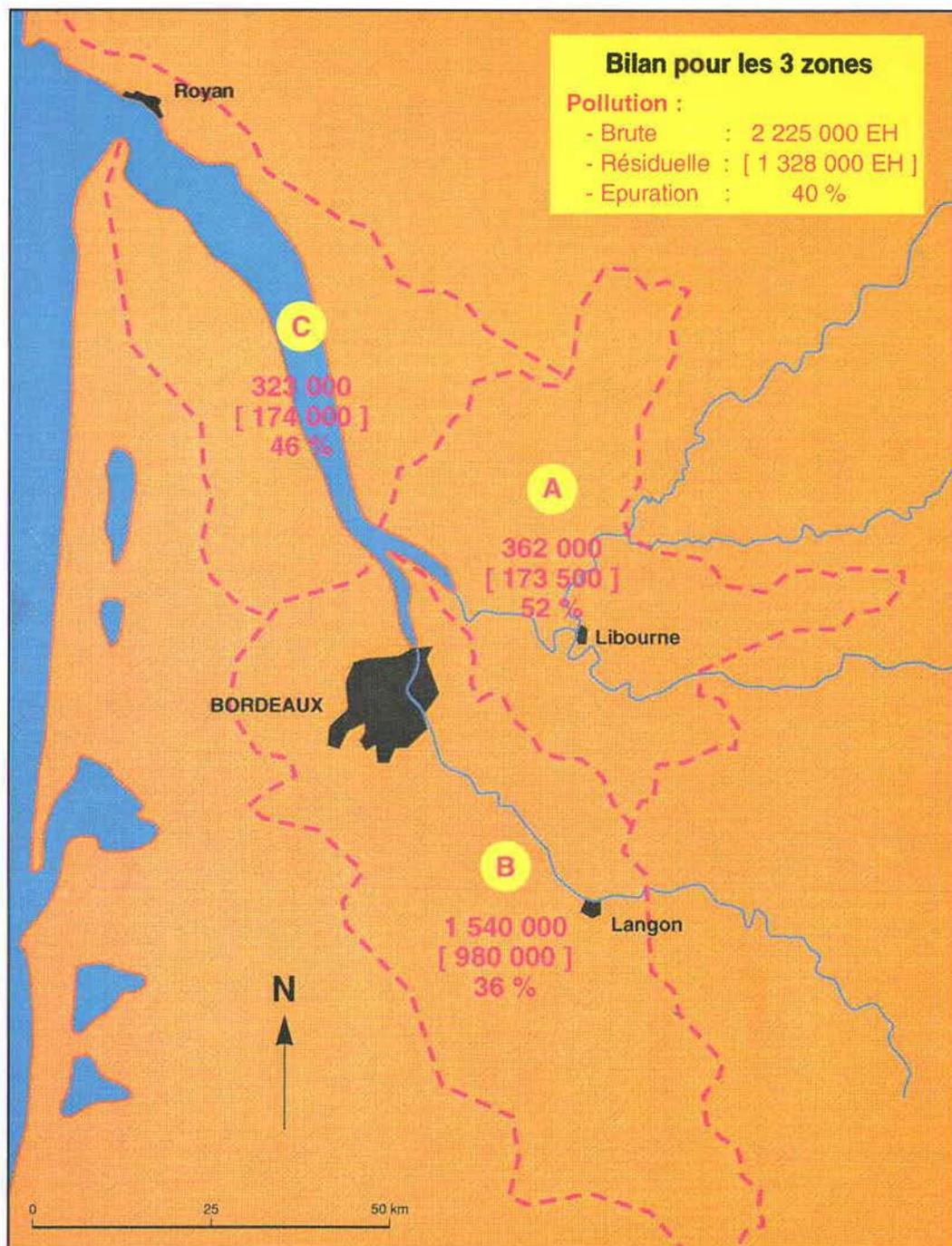


Fig. 2.7 : bilan des pollutions industrielles et domestiques produites et éliminées dans le bassin versant direct de l'estuaire de la Gironde

Prospective

Le bilan global d'épuration devrait s'améliorer dans les prochaines années, compte tenu de la mise en service de la nouvelle station de Clos de Hilde (150 000 EH) et de la dépollution prochaine des Etablissements Olgivie. Il faudra certain-

nement faire un effort sur les réseaux.

Vers quel taux d'épuration faut-il tendre ?

C'est justement ce type de réponse que devrait apporter un programme d'étude du système estuarien. Et la réponse ne sera

pas la même suivant le type de polluants.

La politique à mener vis à vis des polluants non conservatifs (MO, bactéries ...) pourra être différente de celle concernant les polluants conservatifs (Cd,...).

3

La qualité des eaux de l'estuaire

Avec une population totale de 1,2 million d'habitants, les rives de l'estuaire de la Gironde témoignent d'une activité économique relativement importante. La qualité des eaux de l'estuaire de la Gironde est influencée par les apports amont de la Garonne et de la Dordogne et par les rejets directs qui se font dans la zone estuarienne ; elle résulte aussi de phénomènes naturels rencontrés dans tous les estuaires et qui donnent lieu à une accumulation importante de matériel particulaire, sous forme de bouchon vaseux en vive eau et de crème de vase en morte eau. Une partie de ce matériel particulaire est constitué de matières organiques dont l'oxydation induit des déficits en oxygène dissous souvent importants. Ces fortes concentrations en matériel particulaire limitent aussi la production du phytoplancton et la mortalité des bactéries d'origine entérique du fait

des fortes turbidités ; enfin elles favorisent les échanges entre les phases particulaires et dissoutes de nombreux éléments tels que les métaux ou le phosphore. L'étude de la qualité des eaux de l'estuaire de la Gironde repose sur l'analyse des principaux paramètres physico-chimiques, biologiques et de contamination chimique et microbiologique mesurés au cours des nombreuses campagnes organisées non seulement en Gironde mais également en Garonne et Dordogne (Fig. 3.1). Il existe deux sources de mesures régulières sur ces deux rivières ; il s'agit de :

- l'Agence de l'Eau Adour-Garonne : nous avons retenu les points de surveillance qui se trouvent en limite amont de la marée dynamique, à savoir, le point situé près de Couthures en Garonne et le point situé au pont de Gardonne en Dordogne ont été retenus.
- l'EDF dans le cadre de la

surveillance écologique de la centrale du Blayais : le programme pluriannuel de surveillance comprenait deux stations en zone fluviale : une station en Garonne, à La Réole et une station en Dordogne, à Pessac. Dans l'estuaire lui-même, les mesures proviennent :

- du RNO (réseau national d'observation de la qualité du milieu marin) qui, dans l'estuaire de la Gironde, comprend 19 stations réparties entre l'embouchure et Lormont, situé sur la Garonne à 5 km en aval de Bordeaux,
- de l'EDF qui surveille, depuis 1975, trois stations autour du point de rejet d'eau chaude de la centrale du Blayais.

A ces mesures régulières, on peut ajouter des campagnes plus ponctuelles :

- la mesure des MES, du carbone organique particulaire et du zinc à la Réole (Etcheber et Jouanneau, 1980),
- le marquage des vases

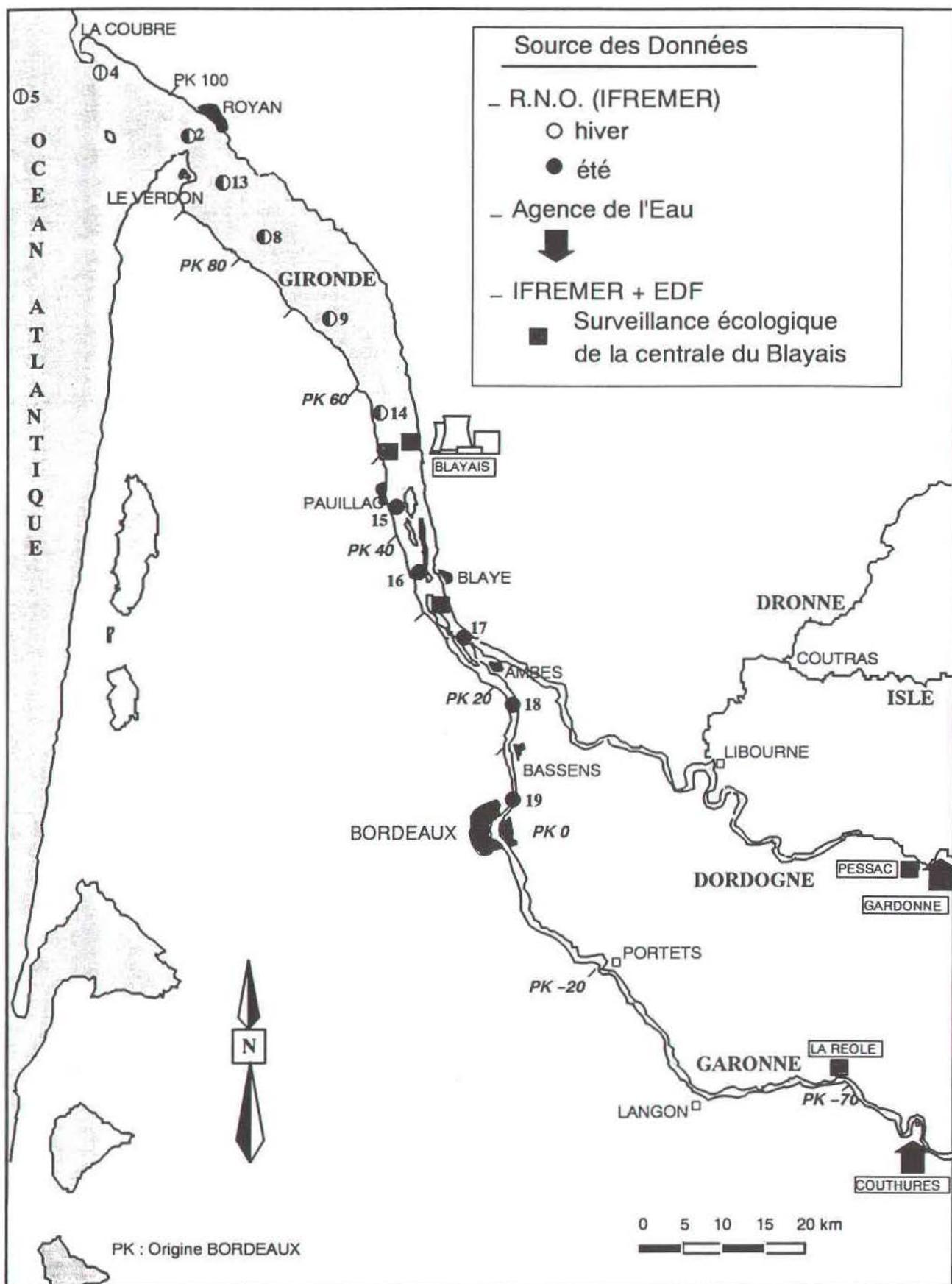


Fig. 3. 1 : localisation des points de mesure dans le système fluvio-estuarien de la Gironde

en Gironde
(Etcheber et al., 1980),
- la mesure de la qualité
des eaux dans l'estuaire au
cours de la campagne
Libellule I (Romaña, 1982),
- l'étude du cadmium dans
la Gironde
(Boutier et al., 1989),
- la caractérisation de la
dynamique du
phytoplancton en relation
avec les MES

(Irigoyen et Castel, 1993).
Le travail réalisé au cours
de cette étude est en
particulier le fruit d'une
collaboration étroite entre
l'IFREMER, l'Agence
de l'Eau Adour-Garonne,
et les dépositaires
de données.
Cette étude porte tout
d'abord sur une évaluation
de la qualité des eaux
de la Dordogne et de la

Garonne à leur entrée
dans l'estuaire,
et sur l'estimation de leurs
apports au système
estuarien. Elle tente ensuite
d'évaluer la qualité des
eaux au sein même de
l'estuaire.
Enfin, un certain nombre
de conclusions et
de recommandations sont
tirées de cette analyse
des données.

Les apports de la Dordogne et de la Garonne à l'estuaire

Cette évolution est analysée par le biais de différents critères.

■ L'oxygène dissous

Les concentrations en oxygène dissous en Garonne et en Dordogne semblent être à des niveaux corrects tout au long de l'année ; ces concentrations varient de 5,5 à 13 mg/l en Garonne (moyenne = 9 mg/l) et de 5,2 à 14,7 mg/l en Dordogne (moyenne = 9,5 mg/l). Néanmoins les fortes gammes de variation des pourcentages de saturation en oxygène dissous (57 à 128 % en Garonne, 51 à 140 % en Dordogne) durant les périodes de débits moyens à faibles, témoignent d'une sensibilité notable des deux rivières aux apports de matière oxydable et au processus d'eutrophisation.

■ Les sels nutritifs

L'azote minéral dissous

Les concentrations en azote nitrique varient en Garonne de 0,3

à 5,5 mg/l avec une valeur moyenne de 1,8 mg/l ; on peut constater que cette valeur moyenne a augmenté de 17 % par rapport à la décennie précédente. En Dordogne, les concentrations en azote nitrique sont comprises en 0,02 mg/l et 3 mg/l avec une valeur moyenne de 1,3 mg/l ; ces valeurs, qui sont le reflet d'une pollution réduite en nitrate, varient peu avec les débits (Fig.3.2), ceci peut être dû soit à la conjugaison d'apports par lessivage croissant avec les débits et d'apports ponctuels constants, soit à la nature géologique du bassin versant (régulation par des nappes profondes).

Les apports annuels, qui eux varient avec les débits, sont pour une année hydrologique moyenne de 40000t/an en Garonne et de 14 000 t/an en Dordogne, soit, au total, 54000t/an ; en année humide ils peuvent s'élever à près de 75000 t/an.

Les concentrations en azote ammoniacal en Garonne ont été évaluées à Couthures (mesures de l'Agence de l'Eau) et à la Réole (mesures de l'Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux) ; sur le premier site la valeur moyenne est de 0,19 mg/l et sur le second de 0,05mg/l. Il conviendrait de voir si cette différence est due à une procédure analytique différente ou à des rejets entre les deux sites. On peut néanmoins remarquer que les mesures à la Réole sont cohérentes avec les mesures en estuaire à 0 ‰ de salinité. Quoiqu'il en soit ces valeurs témoignent d'un niveau correct de qualité des eaux et ne devraient pas entraîner de déficit important en oxygène dissous dans l'estuaire dû à la nitrification.

En Dordogne, la concentration moyenne en azote ammoniacal est voisine de 0,05 mg/l avec quelques valeurs fortes à Gardonne difficiles à expliquer. Les apports moyens annuels

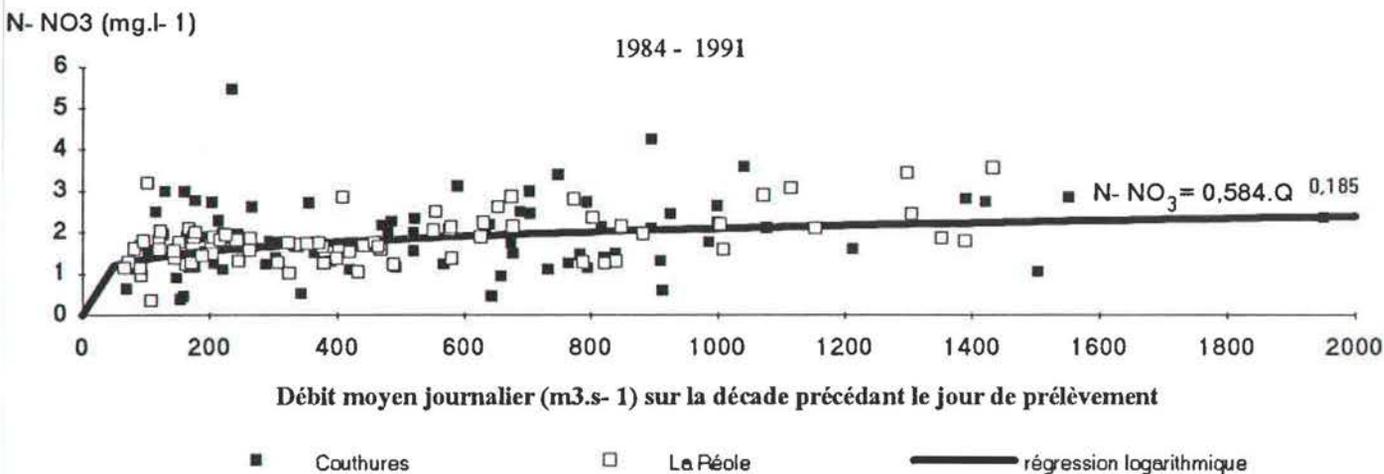


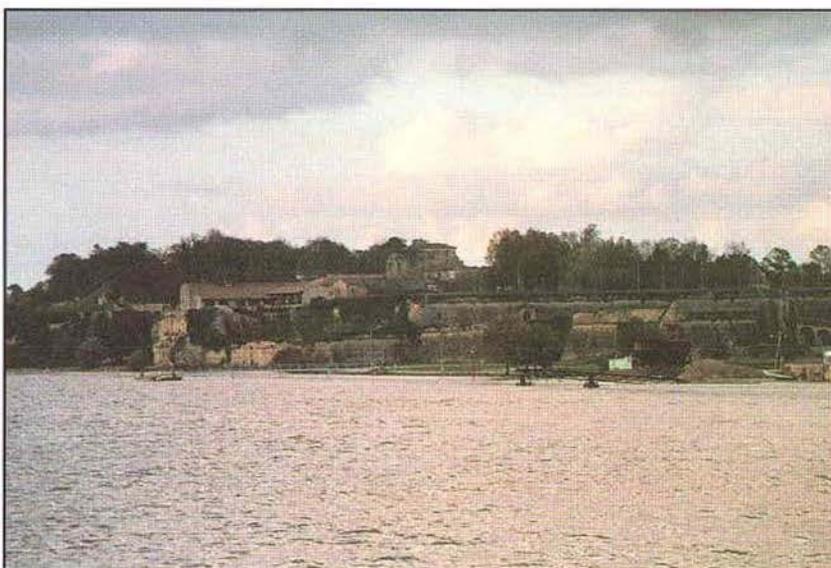
Fig. 3. 2 : évolution des concentrations en azote nitrique avec le débit moyen journalier calculé sur la décade précédant le jour de prélèvement en Garonne, de 1984 à 1991.

d'azote ammoniacal sont estimés à 3800 t/an pour la Garonne et à 650 t/an pour la Dordogne soit du total 4450 t/an ; en année humide ces apports peuvent s'élever à près de 6000 t/an.

Le phosphore

Les concentrations en phosphate dissous (P-PO₄) varient en Garonne de 0,005 mg/l à 0,26 mg/l (valeur moyenne = 0,05 mg/l). En Dordogne, elles sont comprises entre 0,001 mg/l et 0,14 mg/l (valeur moyenne = 0,03 mg/l). Ces valeurs paraissent faibles, notamment par rapport à celles mesurées en Seine (0,8 mg/l à Caudebec) ou en Loire (0,09 mg/l à La Possonnière).

La tendance à la décroissance des concentrations lorsque les débits augmentent montre que la part des rejets constants d'origine anthropique est sans doute importante (Fig. 3.3). Les apports annuels moyens de P-PO₄ sont de 1150 t/an pour la Garonne et de 330t/an pour la Dordogne soit au total près de 1500 t/an ; ces valeurs sont faibles par rapport à la Seine (8400 t/an) et à la Loire (3200 t/an).



La citadelle à Blaye

Entre Cussac et Fort Médoc



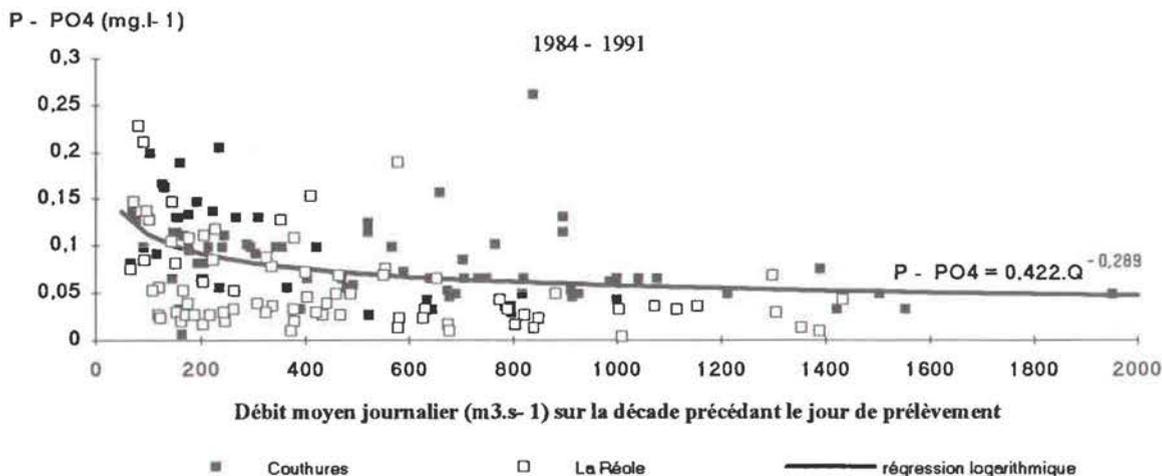


Fig. 3.3 évolution des concentrations en P - PO₄ (en mg.l⁻¹) avec les débits moyens journaliers en Garonne calculés sur la décade précédant le jour de prélèvement.

Par contre les apports moyens de phosphore total sont plus importants et ils s'élèvent à 7100 t/an en Garonne et à 1900 t/an soit au total 9000 t/an (11 000 t/an en Seine et 7500 t/an en Loire). Ces estimations nécessiteraient cependant une vérification des valeurs très fortes observées en Garonne en 1985 et 1986 et de valeurs très faibles observées en Dordogne en 1990 et 1991.

■ La matière organique

La DBO₅

La valeur moyenne de la DBO₅ est de 2,8 mg/l en Garonne et de 2,5 mg/l en Dordogne.

En ne considérant que les valeurs moyennes, on peut dire que les eaux de ces deux rivières sont apparemment de bonne qualité en ce qui concerne la demande biologique en oxygène.

Les apports annuels de DBO₅ sont fonction des débits moyens annuels et s'élèvent, en année hydrologique moyenne, à 52200 t/an en Garonne et à 18 500 t/an en Dordogne soit au total 70 700 t/an ; en année sèche ce total peut tomber à moins de 30 000 t/an et en année humide, il dépasse 80 000 t/an.

L'azote et le carbone organiques

L'azote organique total a été évalué par différence entre l'azote Kjeldahl et l'azote ammoniacal.

Les concentrations en Garonne aval évoluent de 0,06 à 16,6 mg/l avec une valeur moyenne de 1,76 mg/l ; en Dordogne, ces valeurs vont de 0,09 à 5 mg/l avec une moyenne de 1,51 mg/l. Ces valeurs sont fortes par rapport aux niveaux moyens observés en Seine (0,86 mg/l) ou en Loire (1,19 mg/l).

Les apports moyens en azote organique total s'élèvent à 24 800 t/an en Garonne et 16400 t/an en Dordogne soit au total plus de 41 000 t/an d'azote organique total ; ces chiffres paraissent élevés et nécessiteraient un contrôle des mesures d'ammonium et d'azote Kjeldahl.

Les estimations faites par Jouanneau *et al.* (1986) sur les apports moyens en carbone organique (137 000 t/an de COP et 8 400 t/an de COD) permettent de faire, à l'aide du rapport molaire de Redfield (C/N = 6,6), une estimation des apports en azote organique total égale à 25600 t/an (dont 24 000 t/an sous forme particulière), ce qui

est inférieur à l'estimation faite à partir de l'azote Kjeldahl (41000 t/an) ; rappelons qu'en Seine les apports d'azote organique total sont de l'ordre de 10000 t/an.

Les travaux de Relexans et Etcheber (1982) montrent qu'en Garonne on peut distinguer deux origines de la matière organique :

- une origine essentiellement phytoplanktonique d'avril à septembre ; le phytoplankton peut alors représenter jusqu'à 62 % de la matière organique particulaire ;
- une origine essentiellement détritique d'octobre à mars.

La chlorophylle a et les phéopigments

Les concentrations en chlorophylle a varient en Garonne de 1,5 à 98,2 µg/l (valeur moyenne de 20 µg/l). Plusieurs valeurs dépassent 50 µg/l et les concentrations estivales sont souvent supérieures à 30 µg/l ; la Garonne semble être dans un état d'eutrophisation probable (Fig. 3.4). En Dordogne, les concentrations en chlorophylle a varient de 1,6 à 158 µg/l (valeur moyenne de 10,4 µg/l) ; sur la période d'étude il existe deux valeurs supérieures à 50 µg/l

mais les autres valeurs estivales restent généralement inférieures à 30 $\mu\text{g/l}$ (fig. 3.5) ; l'eutrophisation semble donc plus limitée en Dordogne qu'en Garonne. Il existe généralement chaque année deux blooms phytoplanktoniques, l'un au printemps l'autre en automne mais l'échantillonnage ne permet pas toujours de les mettre en évidence. La comparaison des teneurs en chlorophylle a et en azote organique total montre que les fortes valeurs de

NOT (azote organique total) ne sont pas explicables par les blooms de phytoplankton ; il convient donc de rechercher une autre cause à ces valeurs élevées de NOT (apport de matière organique détritique, rejets ponctuels, erreurs de mesures). Les apports annuels moyens en chlorophylle a sont de 360 t/an en Garonne et de 80t/an en Dordogne soit au total 440 t/an. L'évaluation des apports moyens en carbone organique particulaire d'origine phyto-

planctonique peut être faite grâce au rapport massique COP/Chla (Capblancq *et al.*, 1982) compris entre 30 et 50. Les 440 t/an de chlorophylle a correspondraient donc à environ 18 000 t/an de COP phytoplanktonique ce qui représente en moyenne 13 % des apports totaux de COP (137000t/an). Les concentrations en phéopigments sont en moyenne de 7,5 $\mu\text{g/l}$ (mini = 0,05; maxi=22,2) en Garonne et de 5,5 $\mu\text{g/l}$ (mini = 0,7 ; maxi

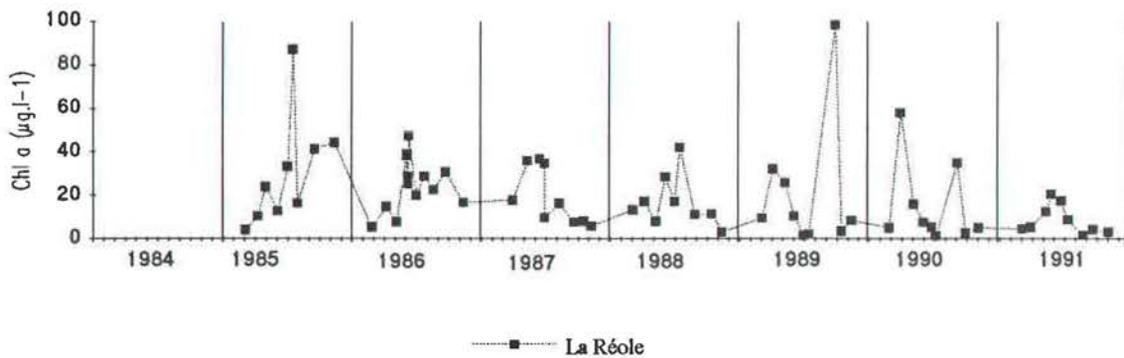


Fig. 3.4 évolution temporelle des concentrations en chlorophylle a à La Réole, de 1985 à 1991

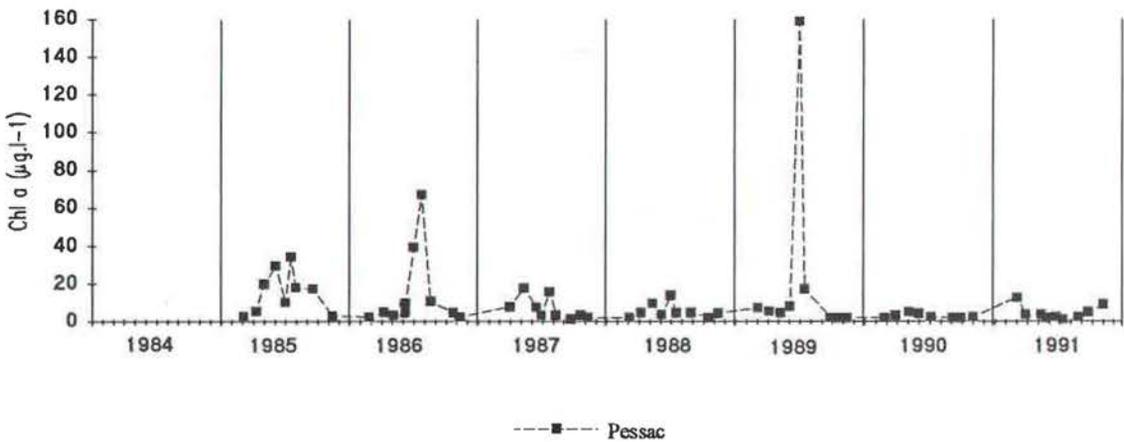


Fig. 3.5 évolution temporelle des concentrations en chlorophylle a à Pessac/Dordogne, de 1985 à 1991

= 41,7) en Dordogne ; ces mesures permettent de montrer que la chlorophylle a représenté de 41 à 99 % des pigments totaux en Garonne et de 38 à 87 % des pigments totaux en Dordogne ; les pourcentages maximaux sont atteints en été (juillet et août).

■ Les germes témoins de contamination fécale

Les concentrations en coliformes totaux, coliformes fécaux et streptocoques fécaux ont été suivies de 1984 à 1987 à Couthures (Garonne) et à Pessac (Dordogne). Bien que les concentrations en streptoco-

ques fécaux restent dans des limites acceptables, les résultats concernant les coliformes totaux et fécaux montrent que, d'après les critères des Agences de l'Eau, les deux rivières ont, à ces deux stations, une qualité bactériologique médiocre.

La qualité des eaux dans l'estuaire

Ce chapitre présente l'évolution des principaux paramètres de qualité des eaux entre 1984 et 1991. Il s'appuie sur l'ensemble des mesures disponibles à ce jour dans l'estuaire concernant plusieurs paramètres.

■ Les paramètres physico-chimiques

La température

Les augmentations de température provoquent en estuaire un accroissement du métabolisme des organismes vivant dans le milieu et par là-même accélèrent certains processus (photosynthèse, nitrification, dégradation de la matière organique, respiration) ; les élévations de température risquent donc d'accroître les déficits en oxygène dissous.

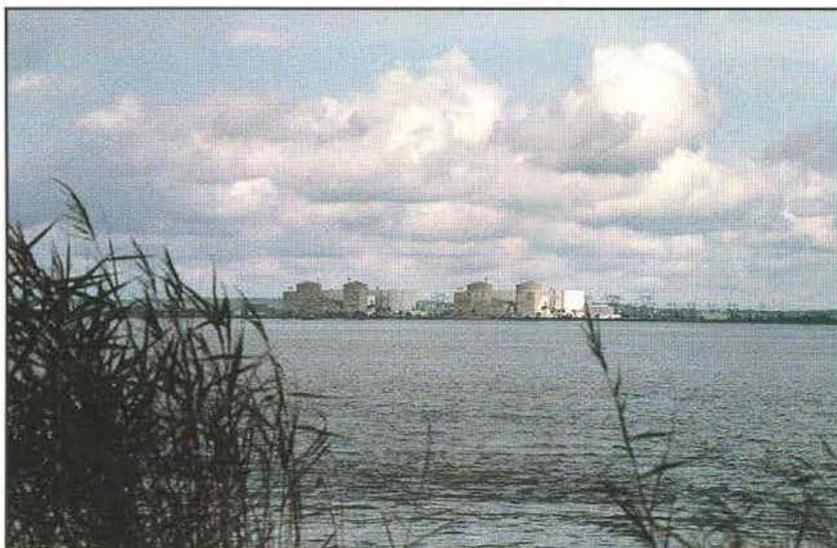
Dans l'estuaire les températures ont varié de 18°C à 26°C en été, la valeur la plus forte ayant été observée au cours de l'étiage de 1991 ; les températures hivernales sont quant à elles comprises entre 6°C et 14°C (valeur la plus basse en 1991). Au droit de la centrale du Blayais, les écarts entre la température moyenne de l'air et la température moyenne des eaux de fond étaient compris entre 0,5 et 2°C avant mise en route de la centrale ; après la mise en route, cet écart a oscillé entre 2,5 et 3°C durant la période

1984-1987 ; depuis 1988, cet écart reste compris entre 1,4 et 2,5°C ; on peut donc constater que l'impact thermique local de la centrale reste limité à 1°C même durant les années les

plus chaudes.

L'oxygène dissous

L'oxygène dissous constitue l'un des paramètres les plus importants dans le diagnostic de



Centrale électrique du Blayais -
Vue de Pauillac

Fort Médoc - La citerne -
Au fond, le bâtiment
de commandement



la qualité d'une eau estuarienne car il conditionne la survie de bon nombre d'organismes.

Dans les estuaires, les consommations d'oxygène (dues à la dégradation de la matière organique, à la nitrification, à la respiration des organismes vivants) l'emportent souvent en été sur les sources d'oxygène (réaération, photosynthèse, apports par les eaux douces et marines).

En estuaire macrotidal, les te-

neurs en oxygène dissous sont régies en grande partie par la dynamique du système bouchon vaseux-crème de vase qui est une zone préférentielle d'accumulation et de dégradation de la matière organique particulaire. Dans l'estuaire de la Gironde les concentrations en oxygène dissous durant la période hivernale sont comprises entre 7,9 et 10,8 mg/l et les taux d'oxygène par rapport à la saturation sont supérieurs à 75 %

ce qui témoigne, durant cette saison, d'une absence de problème. Par contre en été les mesures faites depuis la pointe de Graves jusqu'à Bordeaux montrent, à proximité de cette localité, des taux d'oxygène qui oscillent entre 30 et 60 % des valeurs à saturation. On peut aussi remarquer que la plus faible valeur (30 %) a été atteinte durant l'étiage le plus sévère de 1989 (Fig. 3.6).

Ces déficits coïncident avec les

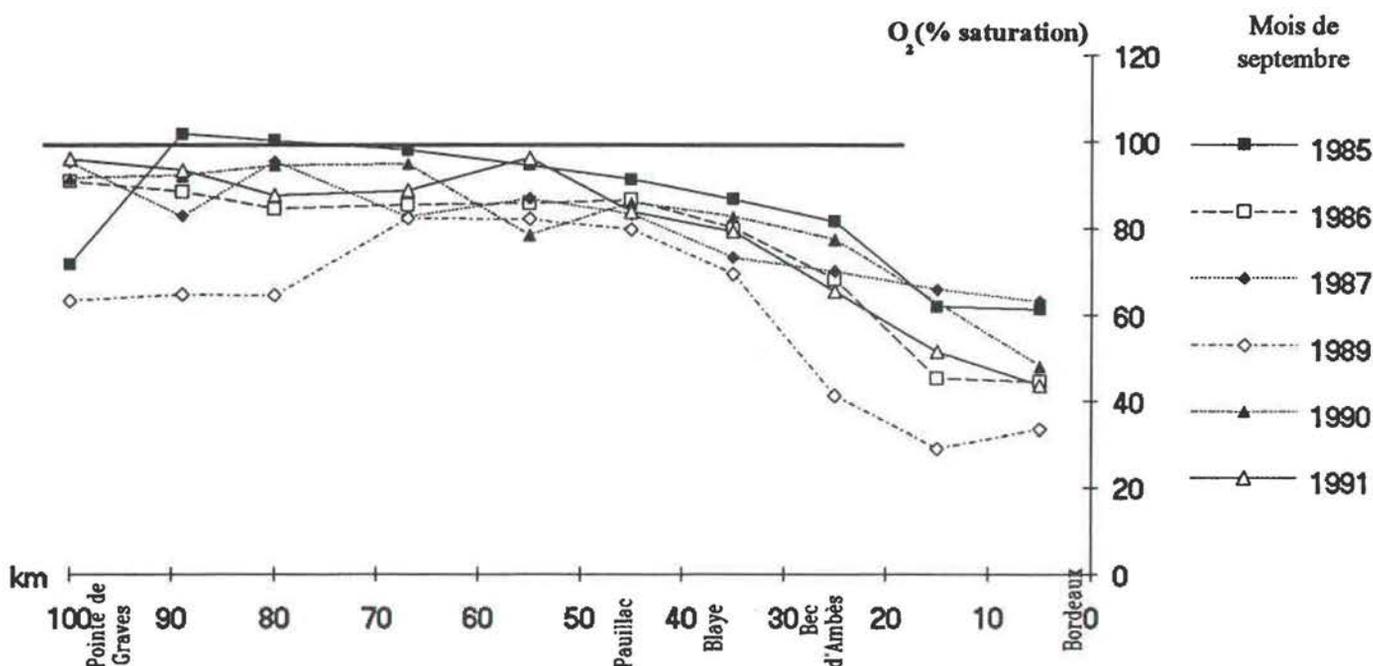


Fig. 3.6 Concentrations en oxygène dissous exprimées par rapport à leurs valeurs à saturation, mesurées dans l'estuaire de la Gironde au cours des mois de septembre, entre 1985 et 1991

zones où les MES sont en plus fortes concentrations. En période d'étiage important, le plan d'échantillonnage limité en amont à Bordeaux ne permet pas d'affirmer que la valeur maximale du déficit, ainsi que celle du maximum de turbidité, ont bien été observées ; quelques mesures plus en amont permettraient de mieux évaluer les maximums de ces courbes en cloche.

Il apparaît donc, qu'en période estivale et lors d'étiages marqués, les taux d'oxygène par rapport à la saturation atteignent la valeur de 30 % qui est considérée comme le seuil minimal en-dessus duquel on ne doit pas descendre pour éviter des mortalités de la faune.

Le maintien dans les années à venir de ce niveau minimum de qualité nécessitera sans doute un effort de réduction des ap-

ports de matières organiques en provenance des rejets ponctuels et des apports diffus dans le bassin versant amont.

■ Les sels nutritifs

L'azote minéral dissous

Les concentrations en azote nitrique et nitreux dans l'estuaire de la Gironde restent faibles puisque dans sa partie amont, elles ne dépassent pas 3 mg/l

en hiver et 2,5 mg/l en été. Ces valeurs à 0 ‰ semblent néanmoins avoir augmenté de 25 % en 10 ans. A l'aval, du fait de la dilution par les eaux marines plus pauvres en azote, elles chutent à 0,2mg/l en été et moins de 1,5 mg/l en hiver ; l'ensemble de ces valeurs sont inférieures à celles observées, dans les estuaires de la Loire et de la Seine. Au cours du transit amont-aval, les concentrations sont essentiellement ré-

gies par la dilution et les phénomènes de production de nitrate par nitrification ou de perte par dénitrification ou consommation apparaissent très réduits.

Les concentrations en ammonium dans l'estuaire de la Gironde sont comprises entre 0,1mg/l et 0,01 mg/l avec une valeur moyenne de 0,035 mg/l ; ces valeurs sont plus basses qu'en estuaire de Loire ou de Seine. Ces valeurs faibles con-

firmement que les risques de desoxygénation par nitrification sont très limités.

Au cours de la dilution des eaux douces dans les eaux marines, les concentrations d'ammonium n'évoluent pas linéairement mais présentent une courbe en sac notamment en été avec un minimum au centre de l'estuaire et des valeurs plus élevées en amont -apports continentaux- et en aval -excrétion de la faune, régénération- (Fig. 3.7).

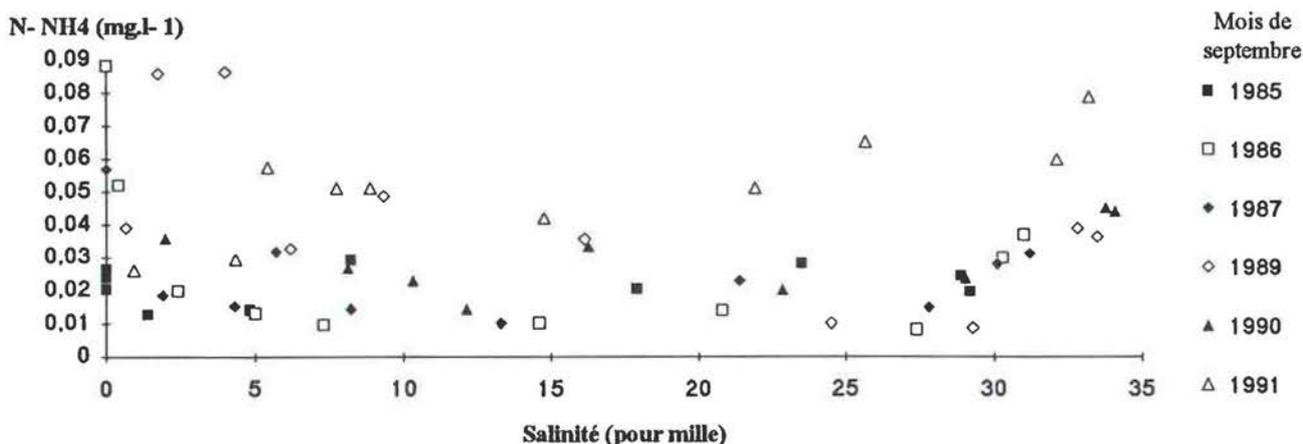


Fig. 3. 7 : *évolution des concentrations en azote ammoniacal avec la salinité dans l'estuaire de la Gironde ; cas des mois de septembre des années 1985 à 1991*

Le phosphore

Les concentrations en phosphate dissous (P-PO₄) dans l'estuaire de la Gironde sont faibles et inférieures à celles mesurées dans les estuaires de la Loire et de la Seine ; elles sont maximales en amont (0,17 mg/l) et diminuent vers l'aval au cours de la dilution avec les eaux de mer plus pauvres en phosphate; les valeurs à l'aval restent généralement inférieures à 0,06 mg/l. Il n'apparaît pas au sein de l'estuaire de processus de consommation du phosphate (du fait de la faible production primaire) ; par contre dans plusieurs cas on peut observer au cours de la dilution une libéra-

tion de phosphate due à la désorption du phosphate lié aux particules du bouchon vaseux. En toute rigueur il faudrait s'assurer que cette production de phosphate ne vient pas de rejets ponctuels au sein de l'estuaire.

■ La matière organique

La DBO₅

La demande biochimique en oxygène dissous représente la quantité d'oxygène dissous nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable dans l'échantillon durant 5 jours à 20°C. Les mesures disponibles dans l'estuaire ont été

uniquement réalisées au droit de la centrale du Blayais. Les concentrations restent à des niveaux inférieures à 4 mg/l avec une moyenne à 2,1 mg/l. Les plus fortes valeurs sont observées de 1989 à 1991, ce qui tendrait à confirmer que durant les années sèches il y a une forte accumulation de matières en suspension dans l'estuaire et donc un enrichissement en matière organique biodégradable liée au matériel particulaire.

La Chlorophylle a et les phéopigments

Dans l'estuaire de la Gironde en été, les concentrations en chlorophylle s'élèvent en moyenne

à 7,2 $\mu\text{g/l}$ avec un maximum de 28 $\mu\text{g/l}$ en 1990 ; ces valeurs témoignent d'une production primaire faible et limitée au sein de l'estuaire par la turbidité des eaux.

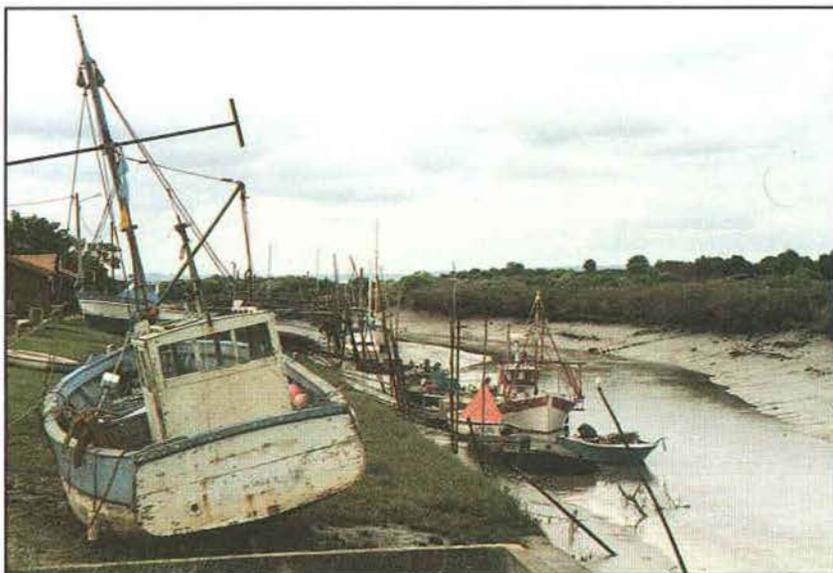
En hiver, les teneurs en chlorophylle a sont encore plus réduites puisque leur moyenne est de 2,8 $\mu\text{g/l}$. Par contre les concentrations moyennes en phéopigments sont de 5 $\mu\text{g/l}$ en été, 4 $\mu\text{g/l}$ en hiver. Ces valeurs permettent de montrer que les pourcentages de chlorophylle a par rapport aux pigments totaux sont plus faibles que dans la Dordogne et la Garonne ; ils sont en moyenne de 59 % en été et de 41 % en hiver et témoignent de peuplements phytoplanctonique peu productifs.

Il apparaît en fait que les concentrations en chlorophylle a et en phéopigments dans l'estuaire sont essentiellement liées à l'accumulation du matériel particulaire et non pas à des processus de production in situ.

■ Les métaux

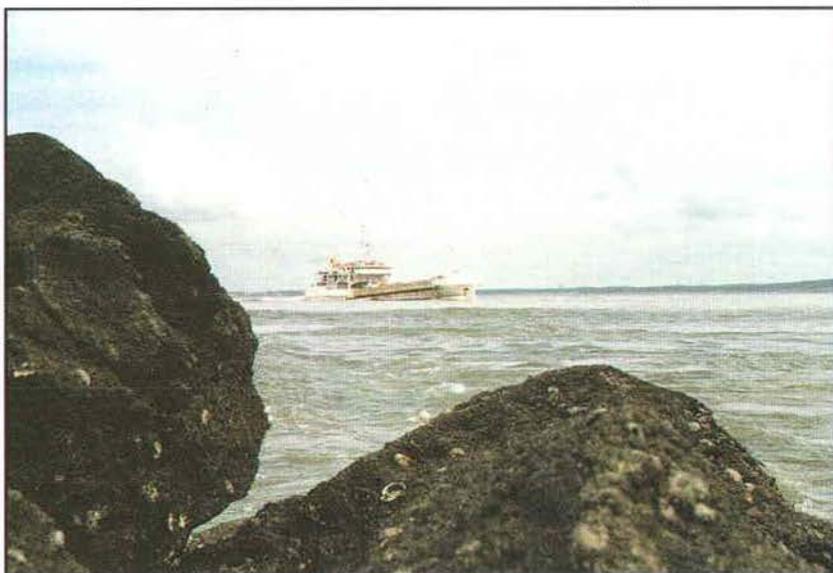
Une estimation synthétique de la contamination par les métaux peut être faite en examinant l'évolution des concentrations dans les huîtres situées à 10 km en amont du Verdon. Ces mesures réalisées dans le cadre du RNO révèlent une mauvaise qualité du milieu en ce qui concerne le cadmium et une qualité médiocre pour le zinc et le cuivre ; pour le mercure, le milieu est de bonne qualité.

En ce qui concerne le cadmium, les huîtres présentent des teneurs 50 à 100 fois plus élevées que sur les autres points du littoral français. La principale source de cadmium est constituée par les rejets miniers au niveau du Riou-Mort, petit affluent du Lot. Les rejets sont essentiellement sous forme de



Port de Goulée à marée basse

Bac Le Verdon à l'entrée de la pointe de Grave



matières solides en suspension et le matériel particulaire qui arrive à l'estuaire a des charges de 5 à 30 mg de cadmium par kg de poids sec. Les particules solides arrivent dans l'estuaire, subissent certaines transformations, notamment au niveau de la matière organique. L'augmentation de la salinité à l'approche de la mer est un facteur supplémentaire de libération du cadmium qui passe alors sous forme dissoute où il est stabilisé par les chlorures. La quasi-totalité du cadmium arrivée à l'amont est ainsi solubilisée au cours du transit estuarien, ce qui se traduit par l'existence d'un

maximum de Cd dissous pour les salinités moyennes. L'essentiel du cadmium particulaire est dissous au cours de son transit dans l'estuaire, seule une tonne est piégée dans le sédiment et une tonne expulsée sous forme particulaire. Les expulsions sous forme dissoute sont de 21 tonnes par an, ce qui fait de la Gironde une source de cadmium non négligeable pour l'environnement littoral (Fig. 3.8).

Les concentrations dans l'eau de l'estuaire sont 10 à 20 fois supérieures à celles qu'on pourrait observer dans un estuaire équivalent non conta-

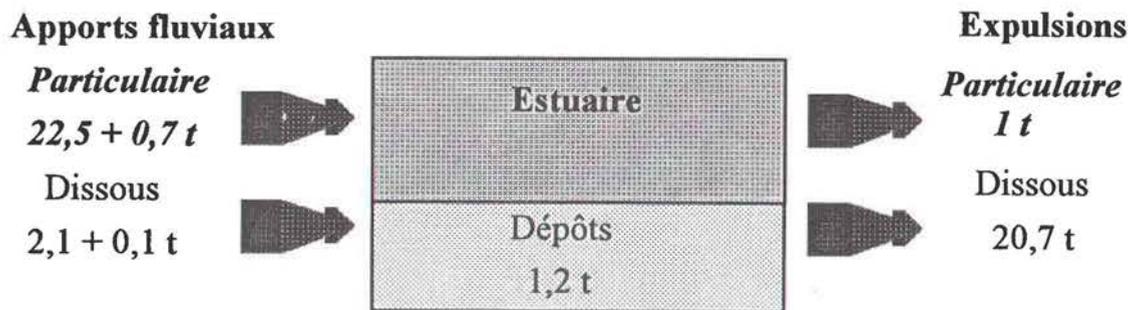


Fig. 3. 8 : flux de cadmium dans l'estuaire de la Gironde

miné. Les sédiments présentent également un enrichissement anormal que l'on a situé chronologiquement vers les années 1950.

Il faut noter que les activités polluantes ont d'ores et déjà cessé et que la plus grande partie des apports actuels provient du lessivage des crassiers et de l'infiltration d'eaux contaminées à partir des bassins de stockage de boues cadmiées. Ce problème devrait être résolu par des travaux en cours de réalisation (construction de nouveaux bassins étanches, réfections d'installations défectueuses).

Les données de 1990 et 1991 ont montré une baisse significative des apports bruts de cadmium à la Réole (4 tonnes en 1991). Il convient toutefois

d'être prudent avant de conclure à une baisse importante et durable des apports, car ces années étant sèches, elles sont loin d'être représentatives d'une année moyenne.

Un stock considérable de sédiments pollués est accumulé dans le lit du cours d'eau et l'on peut prévoir que l'évacuation de cette charge particulaire, qui n'a pas encore été évaluée, prendra sans doute un temps relativement long.

En ce qui concerne les contaminations par le zinc, on assiste comme pour le cadmium à des apports amont essentiellement sous forme particulaire puis à une expulsion essentiellement sous forme dissoute (1200 t/an). Le bouchon vaseux joue donc un rôle fondamental dans la géochimie des contaminants

métalliques et dans leur mise à disposition dans les eaux littorales situées à l'aval immédiat de l'estuaire.

■ Les contaminations bactériennes

Le réseau de surveillance microbiologique des coquillages (REMI) mis en place par l'IFREMER permet de suivre la contamination du milieu au niveau du Verdon. Les mesures de coliformes fécaux faites dans les huîtres, sur la période 1989-1991, montrent que 90 % des résultats sont inférieurs à 230 E. coli/100 ml et qu'aucune valeur n'atteint 4600 E. coli/100 ml. Ces données permettent de considérer le secteur aval de l'estuaire comme une zone de très bonne qualité bactériologique.

Conclusions

Une première série de conclusions peut être tirée en terme de comparaison d'apports dans l'estuaire de la Gironde et une deuxième série en terme de qualité même des eaux dans l'estuaire. Enfin un certain nombre de recommandations seront faites en ce qui concerne le suivi de la qualité des eaux et les aménagements de l'estuaire.

■ Les apports dans l'estuaire

Les apports dans l'estuaire proviennent à la fois des rejets in-

dustriels et urbains déversés directement dans la zone estuarienne (en aval de Langon et de Castillon La Bataille) et des apports de l'ensemble des bassins versants amont, véhiculés par la Dordogne et la Garonne. En ce qui concerne la qualité des eaux de ces deux rivières, à leur entrée dans l'estuaire, on peut remarquer que :

- la Garonne présente des signes d'eutrophisation plus marqués que la Dordogne,
- les concentrations en nitrate

ont augmenté en dix ans d'un pourcentage qui est compris, suivant les estimations, entre 17 et 25 %,

- les teneurs en phosphate, ammonium, oxygène dissous et DBO₅ sont à des niveaux corrects,
- les apports en cadmium par la Garonne sont très élevés (24,6 t/an).

Les apports de ces deux rivières, pour une année hydrologique moyenne, sont les suivants:

t/an	Garonne	Dordogne	Total
DBO5	52 200	18 500	70 700
P-PO4	1 150	330	1480
P-total	7 100	1900	9000
N-NH4	3800	650	4450
N-NO3	40 000	14 000	54 000
N-Minéral	43 800	14 650	58450
Carbone Organique	-	-	145 000
Azote organique (1)	24 800	16 400	41 200
Azote organique (2)	-	-	25 600

(1) évalué à partir de l'azote Kjeldahl

(2) évalué à partir du carbone organique.

Les apports urbains et industriels dans l'estuaire en aval de Langon (sur la Garonne) et de Castillon La Bataille (sur la Dordogne) ont été évalués par l'Agence de l'Eau Adour Garonne ; ils sont les suivants :

t/an	Rejets urbains	Rejets industriels	Total
Matières oxydables	19 340	8 280	27 620
Matières azotées	5 470	690	6 160
Matières phosphorées	1 560	370	1 930

En terme de matières oxydables, on peut comparer les apports des rejets directs dans le bas estuaire aux apports amont de DBO₅ pour la Garonne et la Dordogne ; en année hydrologique moyenne, les rejets urbains et industriels de l'aval représentent 28 % des apports totaux à l'estuaire ; ce pourcentage augmente durant les années sèches (49 % en 1991) et durant les périodes estivales d'étiage (près de 60 % pour un mois de septembre moyen).

Les apports en matières organiques oxydables par les rejets directs dans l'estuaire ne sont

donc pas négligeables notamment en périodes sensibles.

En ce qui concerne l'azote, les rejets urbains et industriels (essentiellement sous forme d'azote organique et d'ammonium) représentent 7 % des apports globaux d'azote total à l'estuaire (les apports d'azote organique par les rivières ont été évalués ici à l'aide des mesures de carbone organique) ; en année sèche, comme 1991, les apports par les rejets représentent environ 10 % des apports totaux, ce qui reste encore modéré.

En ce qui concerne le phos-

phore total, les rejets directs dans l'estuaire constituent en moyenne 18 % des apports globaux. En année sèche (1991), ces rejets urbains et industriels représentent près de 35 % des apports totaux de phosphore. Enfin, la comparaison des apports fluviaux dans l'estuaire de la Gironde avec ceux des autres grands fleuves français à leur estuaire (ou delta) respectif montre que le bassin versant de la Gironde fournit des flux relativement limités, notamment si l'on considère les flux spécifiques par km² de bassin versant:

Fleuves	Débit moyen (m ³ s ⁻¹)	Surface bassin versant (10 ³ km ²)	N minéral (t/an)	P-PO ⁴ (t/an)	P total (t/an)	N min. Surface B.V. (kg/km ² . an)	P-PO4 Surface B.V. (kg/km ² an)
Garonne +	974	81	59 000	1 500	9 000	730	19
Dordogne							
Loire	890	115	137 000	3 200	7 500	1 190	28
Seine	413	78	80 500	8 400	11 000	1 030	110
Rhône	1 700	99	67 000	5 500	7 300	680	55

■ La qualité des eaux dans l'estuaire de la Gironde

Dans les eaux de l'estuaire, les concentrations en nitrate, ammonium et phosphate restent modérées et inférieures à celles observées dans les estuaires de la Loire ou de la Seine ; en particulier les teneurs limitées en ammonium ne semblent pas pouvoir causer de problème de consommation excessive en oxygène dissous par nitrification, comme c'est le cas en Seine. La consommation de ces sels nutritifs est faible au sein de l'estuaire car la production primaire est limitée par la turbidité des eaux. En ce qui concerne la température, les rejets de la centrale nucléaire du Blayais ont un impact thermique local limité à 1°C.

Ce système estuarien constitue par contre une zone d'accumulation naturelle du matériel particulaire, qu'il soit organique ou minéral. Ce processus d'accumulation se renforce en année sèche et ceci explique que la plus forte concentration (en moyenne annuelle) de DBO_5 dans l'estuaire ait été observée en 1989, année de plus faible débit ; ceci a entraîné l'observation durant l'été 1989 des plus faibles valeurs en oxygène dissous (30 % de saturation) ; ces valeurs, qui sont supérieures à celles observées en Seine ou en Loire, constituent néanmoins une limite en dessous de laquelle on ne devrait pas descendre si l'on veut éviter des phénomènes de mortalité de la faune.

L'estuaire constitue aussi un lieu d'accumulation physique du phytoplancton, mais celui-ci reste peu productif du fait de la turbidité, et le pourcentage de chlorophylle active y est plus faible qu'en rivière. En ce qui concerne les contaminants métalliques, les mesures faites sur les coquillages en aval de l'estuaire montrent que celui est source d'une contamination non négligeable en cuivre et en zinc, et d'une pollution importante par le cadmium. Enfin, et bien que les eaux de la Garonne et de la Dordogne soient de mauvaise qualité bactériologique, les mesures faites dans les huîtres au niveau du Verdon attestent d'une bonne qualité microbiologique des eaux à leur sortie de l'estuaire.

Recommandations

Le maintien de la qualité des eaux dans l'estuaire de la Gironde passe par des actions concernant non seulement la surveillance mais aussi la gestion du milieu.

- En premier lieu, il est indispensable de poursuivre la surveillance de la qualité des eaux assurée par les différents réseaux mis en place sur l'estuaire de la Gironde : le RNO par l'IFREMER, la surveillance de la centrale du Blayais par l'EDF et la surveillance des bassins hydrologiques par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.

Cependant, la coordination de ces réseaux devrait permettre de disposer tous les deux mois, depuis l'embouchure jusqu'à la limite de pénétration de la marée dynamique sur les deux rivières, de mesures des paramètres suivants : température, salinité, MES, pH, oxygène dis-

sous, carbone et azote organique, pigments chlorophylliens, sels nutritifs, contaminants chimiques et contaminants microbiologiques.

A l'heure actuelle, on manque de mesures en amont de Bordeaux (notamment en oxygène dissous et en MES durant les étiages) et sur le cours estuarien de la Dordogne. Par ailleurs, les mesures régulières de certains paramètres tels que la DBO_5 ou le carbone organique font défaut.

En amont de l'estuaire, on doit conserver en un point unique sur chaque rivière (point situé hors influence de la marée dynamique) une évaluation mensuelle de la qualité des eaux et des apports à l'estuaire. L'interprétation très régulière de ces mesures, qui constitue un travail très important et indispensable, devrait en outre permettre de vérifier et de contrôler la

validité de certains résultats concernant l'ammonium, l'azote organique, le phosphate et le phosphore total.

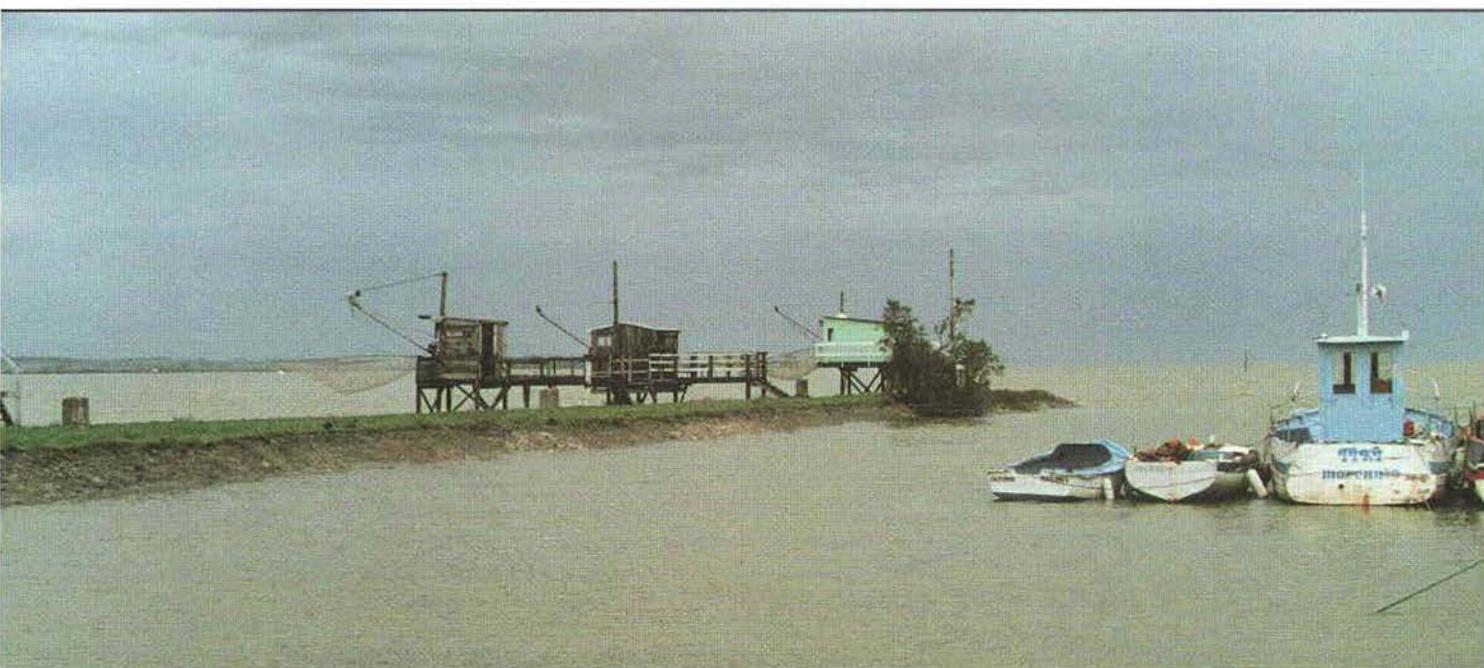
- En terme de gestion, il conviendra de maintenir les efforts visant à contrôler l'eutrophisation dans les bassins versants de l'estuaire car la matière organique produite en amont peut contribuer au déficit en oxygène dissous de l'estuaire ; à cet égard il semble que la Garonne soit dans une situation plus critique que la Dordogne et on peut ici rappeler que le taux d'augmentation en 10 ans des nitrates en amont de la Gironde, est compris entre 17 et 25%. Il apparaît aussi que les rejets directs, urbains et industriels, dans l'estuaire, représentent en période sensible une part importante des apports totaux en matière organique oxydable ; leur réduction devrait permettre

de maintenir l'estuaire à un niveau correct en oxygène dissous (taux de saturation supérieur à 30 %). De ce point de vue, le développement d'un modèle mathématique d'oxygène dissous dans l'estuaire constituerait un outil de gestion fort utile ; son développement passera par une modélisation du système bouchon vaseux-crème de vase et par la réali-

sation de mesures de terrain spécifiques.

Par ailleurs la recherche des sources de contaminations métalliques (cadmium mais aussi cuivre et zinc) doit être poursuivie en vue de leur réduction. Les effets de ces réductions risquent de n'être visibles qu'à long terme étant donné les stocks importants de métaux sous forme particulaire.

- Enfin, le rôle important des accumulations turbides sur les équilibres bio-géochimiques de l'estuaire incite à bien évaluer les conséquences des modifications hydrosédimentaires importantes de l'estuaire dues par exemple au comblement de zones intertidales, au déplacement et au creusement de chenaux, aux endiguages et aux dragages.



4

Biologie de l'estuaire de la Gironde

Il existe peu de travaux concernant la biologie de l'estuaire publiés avant 1975.

Ce sont les études d'impact liées, en particulier, à la construction de la centrale du Blayais qui ont permis de progresser dans la connaissance de la biologie de l'estuaire.

Mais cette connaissance, orientée vers la mise en évidence d'un impact, est forcément ponctuelle. Certains programmes, à vocation plus fondamentale, ont été mis en place récemment. Ils ne sont pas terminés, pour la majorité, et les résultats n'ont donc pas encore fait l'objet d'une synthèse.

Pour des raisons de clarté, ce rapport porte sur les différents compartiments biologiques pris séparément.

Ces compartiments ne sont pas isolés et ont de nombreuses interactions trophiques, comme le montre la figure 4.1.

Microbiologie

La distribution spatio-temporelle des bactéries dans l'estuaire de la Gironde est très mal connue. La production n'a jamais été étudiée. Il faut mentionner qu'il existe encore assez peu de travaux, à l'échelle internationale, portant spécifiquement sur les bactéries estuariennes.

En Gironde, des informations pertinentes proviennent essentiellement d'études faites au cours de trois campagnes effectuées en août 1981, mars et juillet 1982.

Il ressort des comptages que la communauté bactérienne est dominée par une microflore halotolérante. Au long du gradient de salinité existe une succession entre une microflore d'origine continentale et une microflore marine. Le changement de communauté a lieu pour une salinité de 5 à 10‰. Le facteur température ne semble pas déterminant.

L'activité bactérienne peut être

appréhendue de manière indirecte par mesure de la consommation d'oxygène d'un sédiment ou d'un volume d'eau qui résulte essentiellement de l'activité des microorganismes.

Les consommations benthiques d'oxygène suivent un gradient croissant amont-aval, puis une décroissance à l'embouchure. Les variations au cours de l'année ne sont pas considérables. Il existe cependant un effet température favorisant les activités des microorganismes en été.

Les demandes benthiques sont nettement plus importantes dans la zone intertidale que dans les chenaux : la consommation d'oxygène mesurée sur les rives représente en moyenne 65 % de la demande oxydative d'une radiale. Dans la colonne d'eau, la consommation d'oxygène est maximale dans le bouchon vaseux où les bactéries dégradent le stock de matière organique particulaire et dissoute (cf chapitre précédent).

Phytoplancton (Figures 4.2 et 4.3)

La production primaire pélagique de l'estuaire de la Gironde a deux origines possibles : le phytoplancton au sens strict et le microphytobenthos remis en suspension. Le phytoplancton autochtone semble peu représenté et la majorité des diato-

mées présentes dans la masse d'eau est d'origine benthique. L'activité photosynthétique potentielle est mesurée par la concentration en chlorophylle a. Elle est également évaluée par le taux de chlorophylle active (rapport chlorophylle a/ chloro-

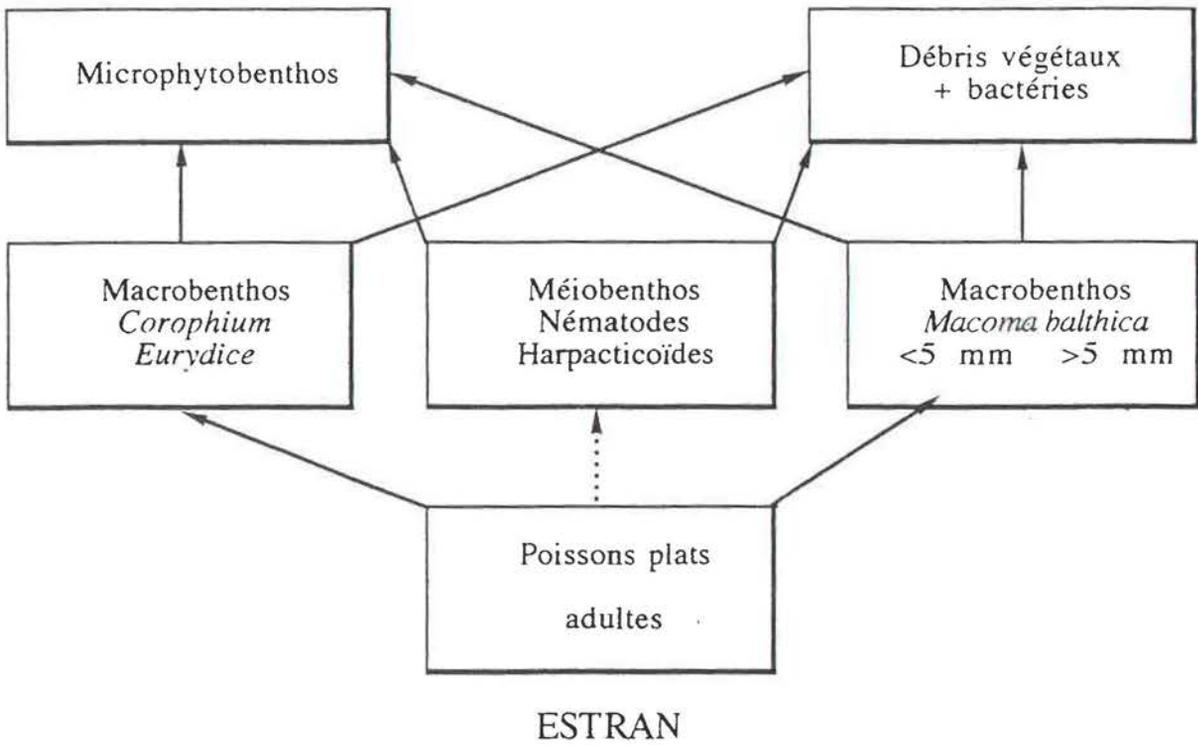
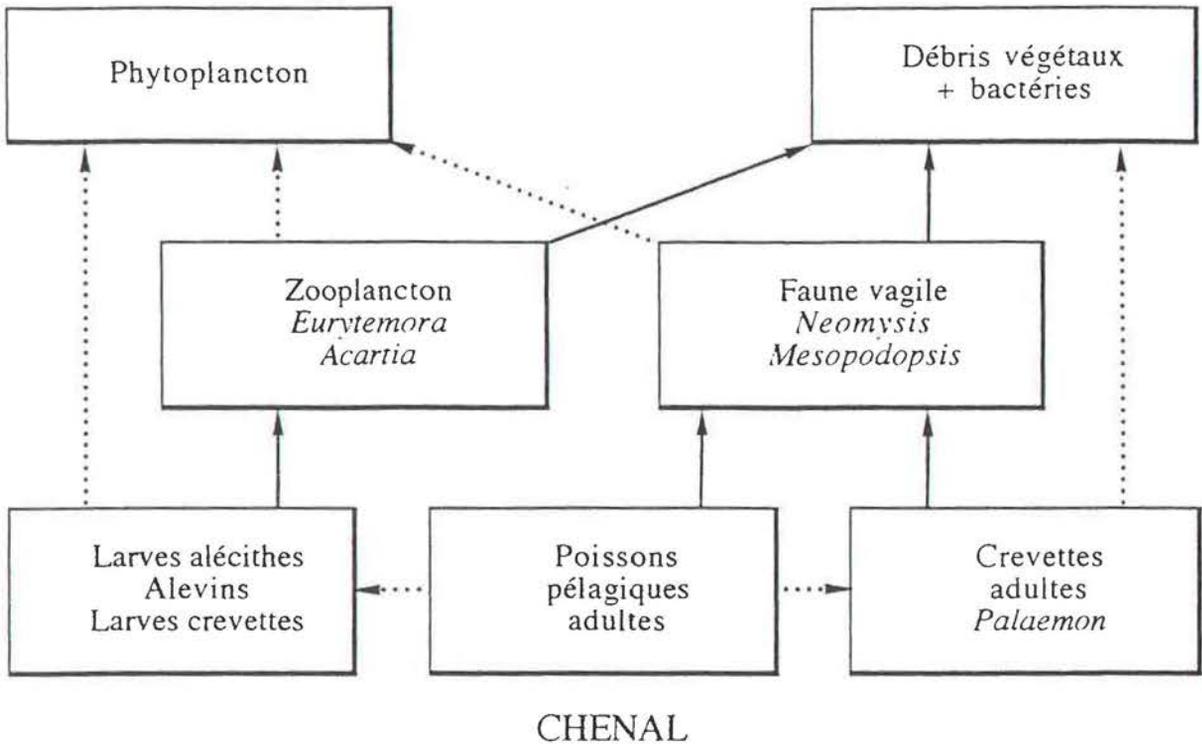


Fig. 4.1 : schéma simplifié des relations trophiques dans l'estuaire de la Gironde
 (— nourriture préférentielle nourriture occasionnelle)

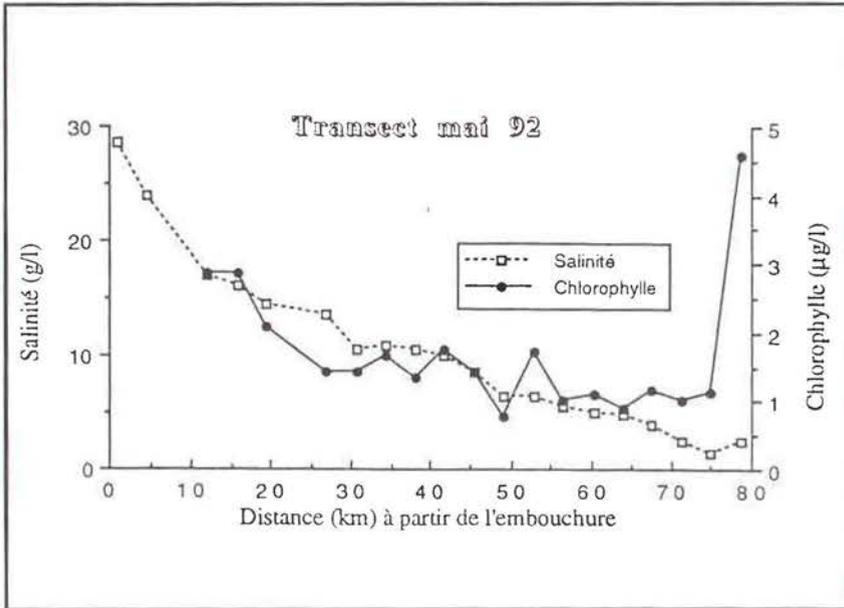


Fig. 4.2 : évolution longitudinale de la chlorophylle et de la salinité au cours d'un transfert effectué en mai 1992

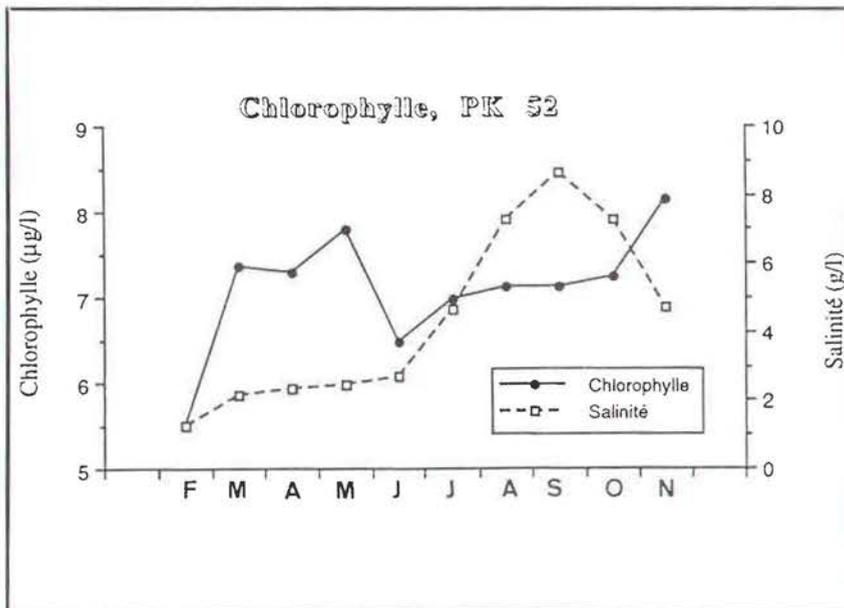


Fig. 4.3 : variations temporelles de la chlorophylle et de la salinité dans la partie médiane de l'estuaire (moyenne 1978/92)

Zooplancton

■ Distribution spatiale

(Figure 4.4)

Le plancton permanent (= holoplancton) est très largement dominé par les Copépodes.

Le plancton temporaire (= méroplancton), constitué par des larve d'Annélides, de Mol-

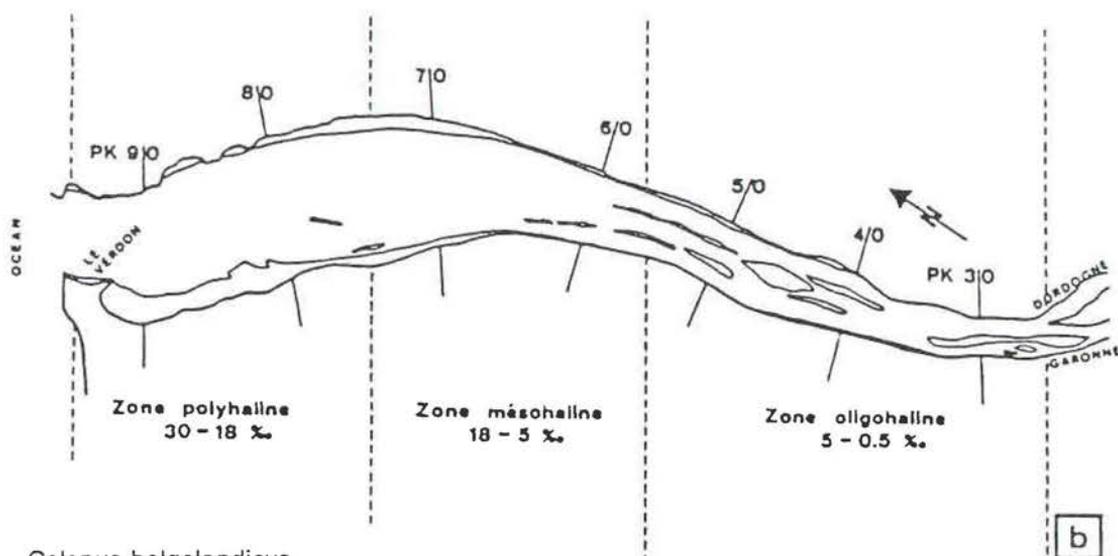
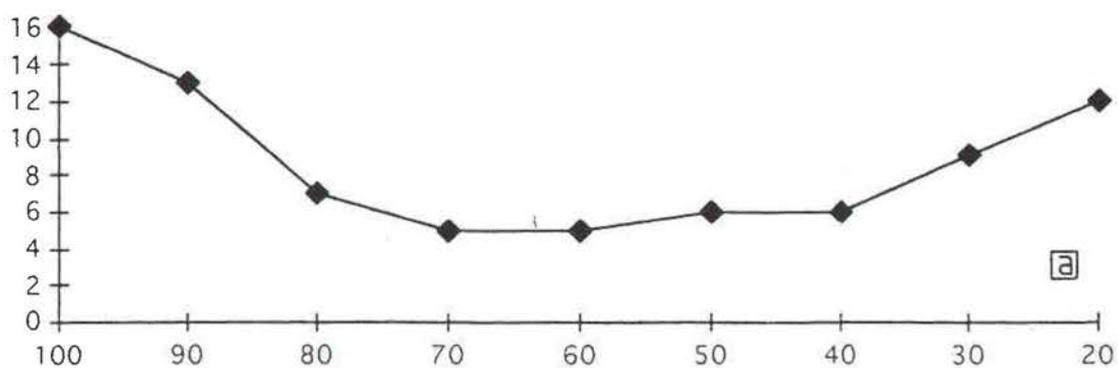
lusques et de Cirripèdes, est presque inexistant dans l'estuaire. Cette absence de larves dans le plancton s'explique par le mode direct de reproduction (= sans phase larvaire pélagique) de la plupart des invertébrés benthiques typiquement estuariens.

phylle a + phéopigments). D'une manière générale, il existe deux périodes de production maximale, au printemps et en automne, où le taux de chlorophylle active est supérieur à 50%.

La production primaire mesurée par la méthode du ^{14}C est nulle dans la partie médiane de l'estuaire du fait de la turbidité. L'origine de la chlorophylle reste donc à déterminer d'autant plus que le nombre de diatomées observées dans quelques échantillons semble insuffisant pour expliquer la quantité de chlorophylle mesurée (Fig. 4.2). Plusieurs explications peuvent être suggérées : origine non phytoplanctonique de la chlorophylle a, débris végétaux provenant des apports fluviaux et du bassin versant, intervention des microphytes des vasières ; ces dernières doivent largement contribuer à la production primaire globale de l'estuaire.

L'étendue de la gamme de salinité des eaux ne permet pas à un même groupe d'espèces de coloniser l'ensemble du milieu.

On assiste donc à une succession de groupements d'espèces le long de l'estuaire. Le nombre d'espèces récoltées est impor-



Calanus helgolandicus
Pseudocalanus elongatus
Centropages typicus
Oithona nana

Paracalanus parvus
Euterpina acutifrons
Temora longicornis

Mesopodopsis slabberi
Acartia tonsa

Acartia bifilosa

Eurytemora affinis

Neomysis integer

Bosmina
Ceriodaphnia
Acanthocyclops
Eudiaptomus

Fig. 4.4 : rôle du gradient de salinité dans la répartition du zooplancton de l'estuaire de la Gironde : distribution longitudinale du nombre d'espèces (a) et des principales espèces (b).

tant dans la partie la plus influencée par les eaux océaniques (16) et dans la partie de faible salinité (12).

Dans la partie médiane de l'estuaire, le nombre d'espèces est faible (6) et sensiblement constant.

La répartition des différents assemblages dans l'estuaire dépend des conditions hydrologiques. Dans une grande partie de l'estuaire, du PK 20 au PK 60 le zooplancton est dominé en permanence par le Copépode *Eurytemora affinis*.

Quand les conditions hydrologiques le permettent (c'est-à-dire à l'étiage) *Acartia bifilosa* peut constituer des populations d'importance non négligeable.

■ Distribution temporelle (Figure 4.5)

L'évolution temporelle du zooplancton est particulièrement bien connue dans la partie moyenne de l'estuaire.

Pour *Eurytemora affinis*, copépode le plus abondant, l'évolution des effectifs se révèle assez reproductible d'une année à l'autre. Le pic annuel d'abondance (15 000 ind./m³) s'observe entre fin avril et début juin pour une température comprise entre 12 et 18°C et une salinité de 0 à 4‰.

L'abondance moyenne d'*Eurytemora* semble être conditionnée en grande partie par les variations de débits. A de fortes turbidités sont associées des abondances faibles.

Pour *Acartia bifilosa*, le maximum d'abondance (700 ind./m³) est décalé et se situe en juillet-août.

Son abondance moyenne dépend très nettement de l'intrusion saline et ceci explique les variations observées d'une année à l'autre qui peuvent atteindre une proportion de 1 à 10.

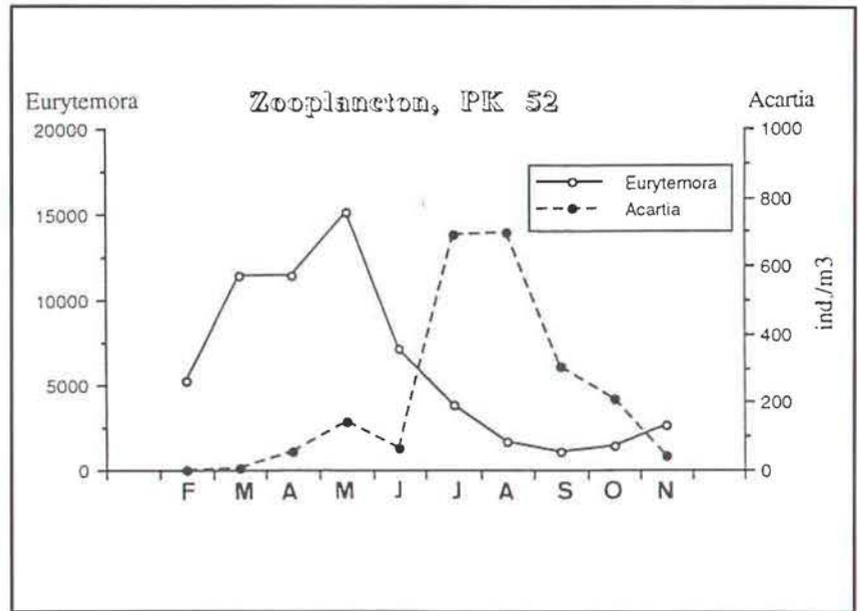


Fig. 4.5 : variation temporelle de l'abondance de 2 espèces zooplanctoniques dominantes dans la partie médiane de l'estuaire : *Eurytemora affinis* (= *hirundoides*) et *Acartia bifilosa* (moyennes 1978/91)

■ Actions des facteurs du milieu

Les densités maximales d'*Eurytemora affinis* sont observées pour des salinités inférieures à 5‰, des turbidités inférieures à 1 g/l et des pourcentages de saturation en oxygène dissous supérieurs à 80 %. Ces trois conditions sont réunies au printemps dans la zone moyenne de l'estuaire.

En été ces conditions ne sont plus du tout réunies, ce qui provoque un déclin rapide des populations. La diminution estivale est sans doute accentuée par la présence de prédateurs (crevettes et alevins de poissons) abondants en cette saison.

La turbidité joue un rôle primordial dans la biologie du zooplancton. Les organismes planctoniques ont le même comportement hydrodynamique que les particules en suspension et de ce fait, les Copépodes ont tendance à s'accumuler dans la zone du maximum de turbidité. Les populations situées en amont du bouchon

vaseux bénéficient de conditions optimales de développement. Les populations piégées dans le bouchon vaseux ou plus en aval ont à faire face à des conditions de milieu défavorables, en particulier des concentrations en matières en suspension (> 1 g/l) ou des salinités trop élevées. Des études expérimentales réalisées sur *Eurytemora affinis* ont permis de montrer que la nourriture de cette espèce est en grande partie constituée de matière organique inerte mais que des apports phytoplanctoniques seraient nécessaires pour une bonne production d'oeufs.

Macrofaune vagile

Les mysidacés constituent l'élément dominant de la macrofaune vagile pendant toute l'année et dans tout l'estuaire. Ces mysidacés sont omnivores mais se nourrissent surtout de débris organiques. D'autres crustacés sont également bien représentés comme les Isopodes et les Amphipodes. On trouve également un assez grand nombre de crevettes, des larves de poissons ainsi que de nombreux alevins : aloses, éperlans, muges, gobies, flets, soles.

La reproduction des espèces est contrôlée en grande partie par l'évolution saisonnière des températures. Deux modes de reproduction ont été observés : reproduction continue dans le cas d'une seule espèce (*Gammarus*), reproduction saisonnière dans tous les autres cas.

Plusieurs types de régime alimentaire ont été mis en évidence : petits crustacés omnivores, crevettes prédatrices et nécrophages, poissons pélagiques herbivores, poissons pélagiques planctonophages (copépodes), poissons pélagiques prédateurs (proies pélagiques), poissons plats benthiques (proies benthiques de l'estran vaseux). Comme dans le cas du zooplancton, la chaîne trophique détritique semble prépondérante.

Parmi l'ensemble de cette macrofaune vagile, trois groupes d'espèces peuvent être distingués :

■ Espèces autochtones

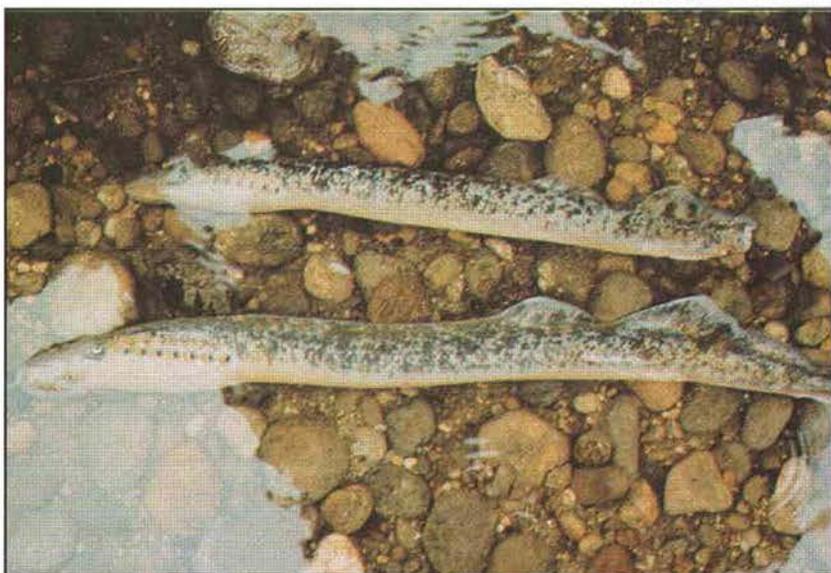
Le Gobie buhotte

C'est un poisson de petite taille (3 à 10 cm) qui est le plus abondant dans l'estuaire de la Gi-



Crevette blanche

Lamproie marine



ronde. Il montre une certaine stabilité depuis 1981, et il n'y a apparemment pas de problèmes avec cette espèce.

La crevette blanche

Les individus adultes ont une longueur d'environ 70 mm. L'espèce est très abondante dans l'estuaire.

La centrale du Blayais détruit annuellement environ 40 tonnes soit l'équivalent de la pêche professionnelle. Cette destruction a pour origine le circuit de

refroidissement de la centrale nucléaire qui prélève d'importantes quantités d'eau dans l'estuaire. L'analyse a mis en évidence qu'en aspirant de l'eau, on aspirait également de nombreuses espèces : crevettes blanches, larves ou alevins.

Depuis une dizaine d'années, l'abondance de cette espèce a diminué et on a assisté à un déplacement de la population de la rive Saintonge vers la rive Médoc.

■ Espèces amphihalines

Ces espèces effectuent leur croissance et leur reproduction dans des milieux de salinités différentes et ne peuvent passer de l'un à l'autre qu'à des moments précis de leur cycle biologique. De par leur écologie, ces espèces sont plus sensibles aux impacts anthropiques que les autres.

Cela explique la fragilité actuelle d'un grand nombre de leurs populations, ainsi que la menace de disparition qui existe chez certaines espèces.

La lamproie marine

La taille varie de 60 à 80 cm pour un poids de 700 à 900 g. Les fluctuations d'abondance

observées depuis une dizaine d'années semblent chaotiques. La durée importante de la phase larvaire la rend sensible à la pollution.

La lamproie de rivière

Plus petite que la lamproie marine (25 à 40 cm pour un poids de 60-70 g), cette espèce subit des fluctuations d'abondance importantes sans explications valables. Elle est très fortement braconnée sur certains affluents de l'estuaire de la Gironde.

L'esturgeon Européen

Sa taille peut varier de 1,6 m à 5 m et sont poids de 30 kg à 300 kg. C'est une espèce à renouvellement lent : l'âge de la pre-

mière reproduction est de 8 à 12 ans pour les mâles, 13 à 16 ans pour les femelles. C'est une espèce extrêmement menacée qui ne compte plus que quelques milliers d'individus et dont la structure en âge, très déséquilibrée, rend compte de sa fragilité.

L'espèce a fortement souffert de la destruction de ses zones de frayère et d'une pêche incontrôlée. Les captures accidentelles aux filets dormants à l'entrée de l'estuaire entraînent une forte mortalité à l'occasion des migrations. Espèce protégée, elle fait l'objet d'un important programme de restauration.

L'aloise vraie ou grande aloise

D'une taille de 35 à 60 cm et d'un poids variant de 1 à 2,5 kg pour les mâles et 1,3 à 3,5 kg pour les femelles, cette espèce est relativement abondante. Actuellement la population n'a pas accès à l'ensemble de ses zones de frayères traditionnelles (obstacles infranchissables, dégradation ...).

L'aloise feinte ou gatte

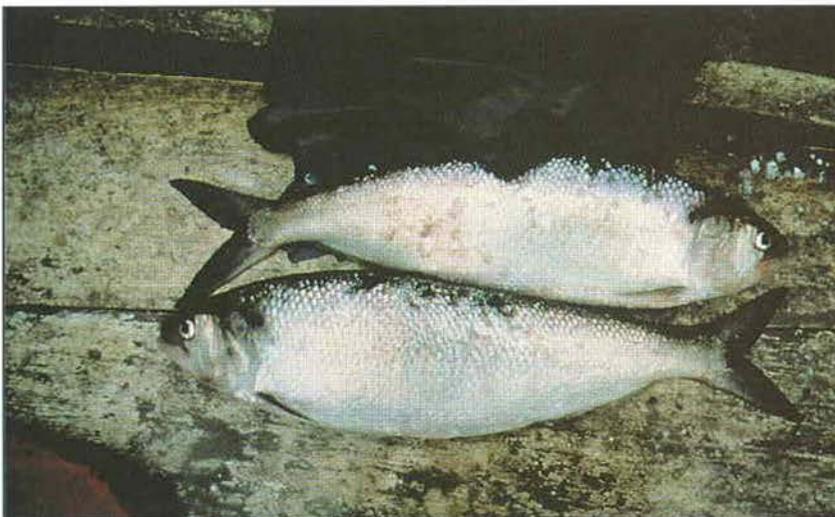
D'un poids de 0,2 à 0,7 kg pour les mâles et de 0,2 à 1,2 kg pour les femelles, cette espèce est beaucoup moins abondante que l'aloise vraie. La pêche sportive est en plein essor. Il est en est de même pour l'aloise vraie. Les pertes par captures accidentelles sont importantes.

Le saumon atlantique

D'une taille de 50 à 130 cm pour un poids variant de 1,5 à 15 kg (exceptionnellement 35 kg), cette espèce a été autrefois très abondante dans le Sud-Ouest. Elle a atteint un seuil critique dans l'estuaire de la Gironde. Espèce protégée, elle fait l'objet d'un important programme de restauration dans le bassin versant de la Dordogne.



Anguille



Alose

La truite de mer

De 40 à 90 cm pour un poids variant de 800 g à 10 kg, c'est une espèce protégée dont l'abondance est mal connue. Si la truite de mer n'est pas menacée, les populations fréquentant le bassin de la Gironde sont encore extrêmement fragiles.

L'anguille

La taille subadulte varie de 30 à 40 cm pour les mâles à 40-60 cm pour les femelles.

Cette espèce est exploitée au stade alevin et au stade subadulte. L'espèce a tendance à se raréfier dans l'ensemble de son aire de répartition européenne.

En Gironde, les quantités de civelles et d'anguilles sont en baisse, cette diminution étant due aux obstacles à la migration et à la pêche intensive aussi bien au stade civelle qu'aux

stades anguille jaune et anguille argentée.

L'éperlan

D'une taille variant de 16 à 18 cm, cette espèce a progressivement disparu de l'estuaire de la Gironde. Cette disparition est actuellement inexplicable.

Le flet

D'une taille de 15 à 30 cm, cette espèce ne subit aucune exploitation spécifique. Ces captures accidentelles sont cependant commercialisées. L'abondance de cette espèce n'est pas connue.

Le mulet

D'une taille variant de 30 à 70 cm pour un poids moyen de 850g, cette espèce est pêchée par les professionnels et les amateurs. Son abondance n'est pas connue. Il n'y a, apparem-

ment, pas de problème.

■ Espèces eurhalines

Dans l'estuaire de la Gironde, les espèces eurhalines sont dans quelques cas d'origine dulçaquicole (Epinoche, Sandre, Carpe, Perche) mais pour la plupart d'origine marine (Congre, Raie, Sole, Anchois, Bar ...). Ces espèces ne sont pas inféodées de façon stricte à l'estuaire.

Elles ne pénètrent généralement en estuaire que lors de certaines écophases de leur cycle biologique.

Elles y ont une aire de répartition plus ou moins importante et leur présence dépend grandement des facteurs physico-chimiques. Elle est alors liée à des facteurs climatiques et/ou trophiques, en liaison avec des accidents météorologiques ou hydrauliques.

Benthos

Les peuplements benthiques de l'estuaire sont caractérisés par un petit nombre d'espèces comprenant généralement un grand nombre d'individus.

■ Microphytobenthos

Le microphytobenthos n'a été étudié qu'en terme de biomasse chlorophyllienne. Quelle que soit la saison, les stations subissant la plus grande influence marine présentent les plus fortes valeurs de chlorophylle et la biomasse est souvent plus élevée en haut de l'estran qu'en bas.

■ Méiobenthos

Le méiobenthos est essentiellement composé de Nématodes avec une densité de 750 à 7500 ind./10 cm² sur les estrans. Il existe une grande différence entre les berges et les

chenaux, ces derniers étant faiblement peuplés (10 à 100 ind./10 cm²). Ceci s'explique par le très fort courant qui ne permet pas aux organismes benthiques de s'établir durablement dans les chenaux.

Sur les berges, les densités sont moins importantes en période de crue qu'en période d'étiage. Les peuplements sont plus denses dans les stations hautes, probablement à cause d'une plus forte quantité de matière organique. Les stations situées dans la zone polyhaline présentent des densités plus élevées qu'en amont. L'abondance est particulièrement faible en zone oligohaline, ce qui est couramment observé en estuaire. Des différences significatives sont toujours trouvées entre le premier centimètre et les niveaux inférieurs, le

méiobenthos colonisant surtout la surface du sédiment..

■ Macrobenthos

Le macrobenthos endogé (invertébrés vivant dans le sédiment et retenus par un tamis à mailles de 0,5 à 1 mm) est caractérisé, dans l'estuaire, par sa rareté sur les fonds toujours immergés, son abondance sur les estrans vaseux, et un faible nombre d'espèces.

Sur les pentes et les fonds des chenaux, la macrofaune benthique est extrêmement dispersée, voire totalement absente, en particulier en amont du PK 65. La turbidité des eaux, surtout à proximité du fond, provoquant un colmatage des organes de la nutrition et de la respiration, est la cause probable de la quasi-absence de benthos subtidal. Dans la zone

polyhaline située en aval du PK 75, l'intrusion saline permet la survie de quelques espèces d'origine marine dans les chenaux. Dans l'estuaire amont, un très petit nombre d'espèces adaptées aux eaux saumâtres persistent entre les bancs de

sable et les îles, profitant de la stabilité relative du milieu. Le macrobenthos est donc localisé essentiellement sur les estrans vaseux des deux rives. D'un point de vue qualitatif, le gradient de salinité détermine la distribution longitudinale des

espèces. Il n'existe cependant pas de véritables frontières tranchées entre les diverses unités de peuplement, caractérisées par l'extension maximale des principales espèces. Sous l'influence de la salinité, les espèces s'ordonnent plutôt

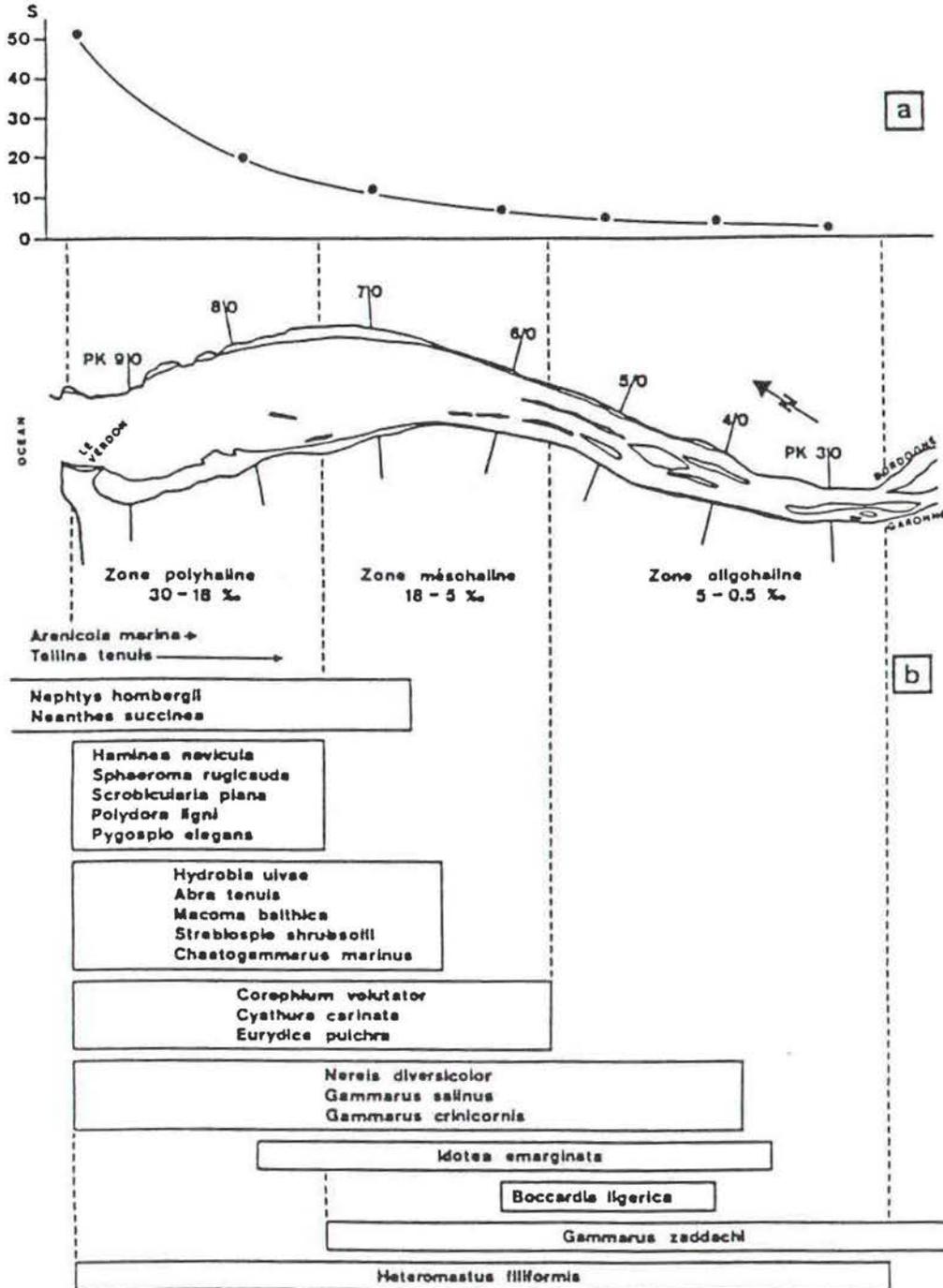


Fig. 4.6 : rôle du gradient de salinité dans la répartition des peuplements benthiques de l'estuaire de la Gironde : distribution longitudinale du nombre total d'espèces (a) et des principales espèces (b)

selon un continuum depuis l'embouchure jusqu'aux eaux douces (Fig. 4.6), constituant ainsi divers faciès de la communauté à *Macoma balthica*, caractéristique des milieux estuariens du nord-ouest de l'Europe.

La richesse spécifique décroît rapidement de l'aval vers l'amont, passant d'une cinquantaine d'espèces au PK 95 à une vingtaine d'espèces au PK 80, et diminuant ensuite jusqu'à deux ou trois espèces au PK 30 (Fig. 4.6).

Les densités d'organismes (Fig. 4.7) sont extrêmement élevées dans les vases situées entre le PK 95 et 65 (de l'ordre de 10^5 à 10^6 indiv./ m^2), plus faibles dans la zone amont (de 10^2 à 10^3 indiv./ m^2). La biomasse annuelle moyenne (mesurée en poids de matière organique) est également très forte dans les vasières aval (de l'ordre de 10 g/ m^2 au Verdon) ; elle reste supérieure à 1 g/ m^2 jusqu'au PK 65, et diminue jusqu'à 0,1 g/ m^2 ou même moins dans les secteurs plus en amont (Fig. 4.8). D'une manière générale, les biomasses sont, par ailleurs, plus élevées dans la partie supérieure de l'estran que dans la zone inférieure : ceci est particulièrement net au Verdon où l'estran supérieur est colonisé par de fortes densités du bivalve *Scrobicularia plana* (Fig. 4.8). Ce phénomène est l'inverse de ce qui peut être observé sur un estran marin sableux, et ceci est certainement lié à la turbidité élevée des eaux et à la granulométrie des sédiments.

Le cycle biologique de la plupart des espèces passe par une phase de reproduction intervenant généralement entre mars et juillet, et se poursuivant, lors d'années favorables sur le plan thermique, jusqu'en automne. D'un point de vue physiologi-

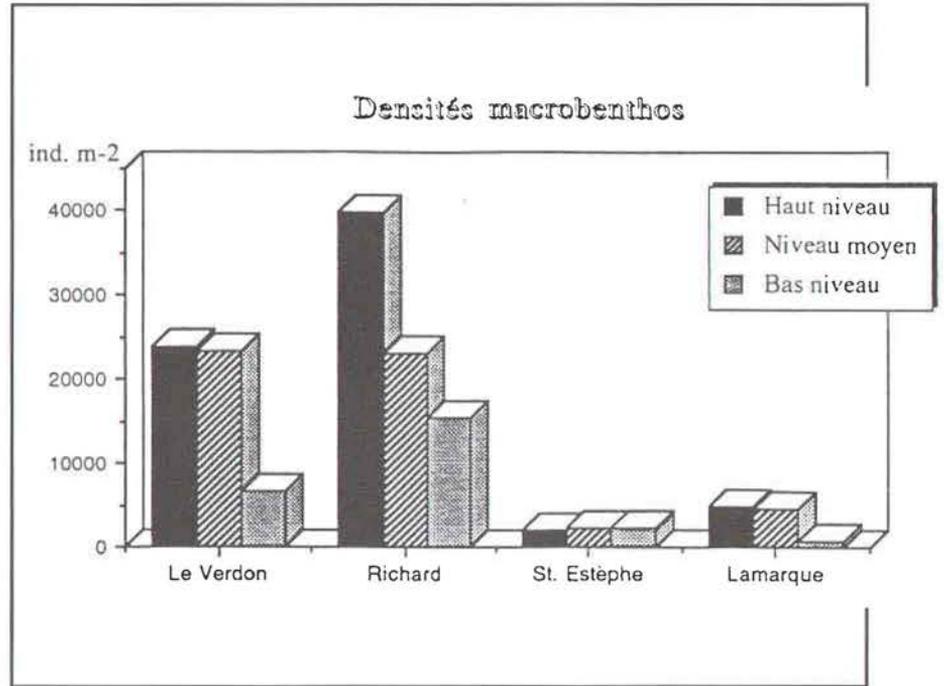


Fig. 4.7 : distribution longitudinale de l'abondance du macrobenthos sur la rive gauche. Moyennes des prélèvements effectués en crue et en étiage à 3 niveaux sur l'estran (années 1991/92)

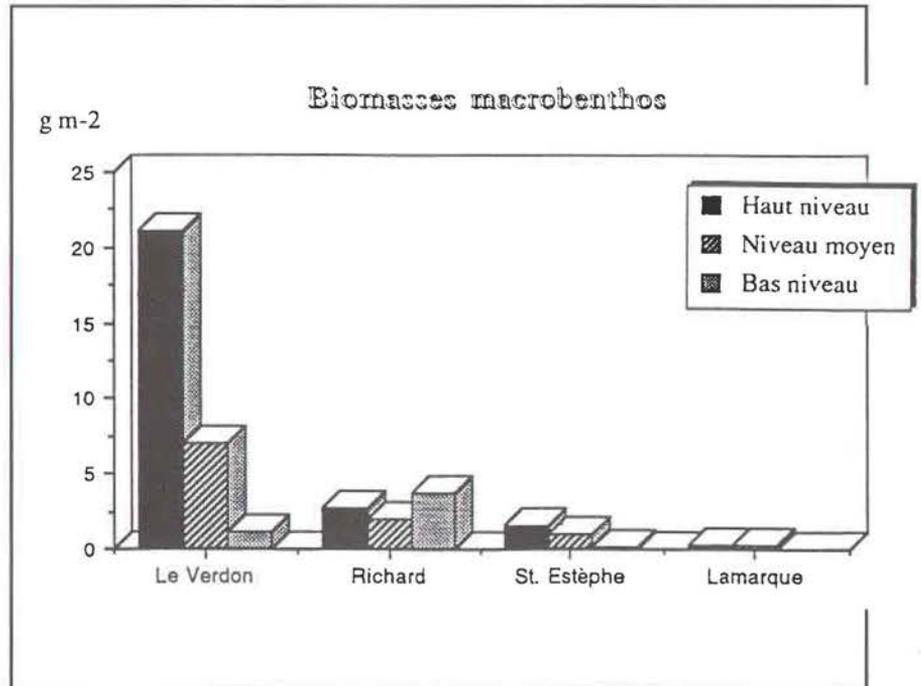


Fig. 4.8 : distribution longitudinale de la biomasse du macrobenthos sur la rive gauche. Moyennes des prélèvements effectués en crue et en étiage à 3 niveaux sur l'estran (années 1991/92)

que, le macrobenthos de la Gironde, comme celui des estuaires du même type, doit s'adapter à des conditions particulièrement défavorables, notam-

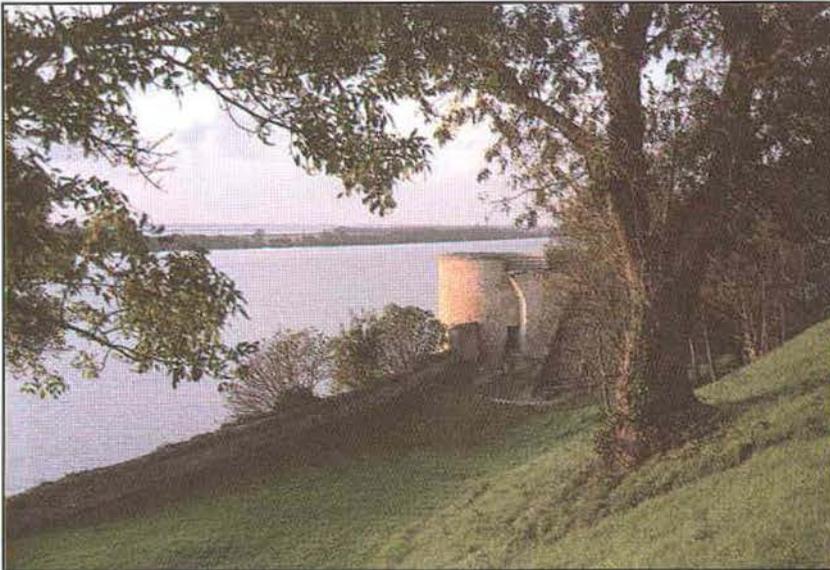
ment la dessalure et la turbidité des eaux. Ces conditions sont d'autant plus sévères qu'elles sont exacerbées périodiquement : accroissement de la

turbidité et de l'hydrodynamisme lors des crues, énormes écarts thermiques sur les estrans, etc. Les organismes vivent ainsi souvent dans des conditions proches du seuil de tolérance et les conséquences de perturbations additionnelles peuvent leur être particulièrement néfastes. Ainsi, chez le bivalve *Macoma balthica*, qui vit là à la limite méridionale de son aire d'extension, les animaux présentent la constitution génétique d'une population stressée et sont très sensibles à tout

stress supplémentaire. Les communautés benthiques qui se développent sur les vasières intertidales jouent un rôle essentiel dans les réseaux trophiques. La grande majorité des organismes présente un régime alimentaire de type dépositivore, tirant sa nourriture de la microflore bactérienne et de la matière particulaire adsorbée sur les grains de sédiment, du microphytobenthos, de la méiofaune, etc. Les organismes filtreurs sont, quant à eux, peu abondants en

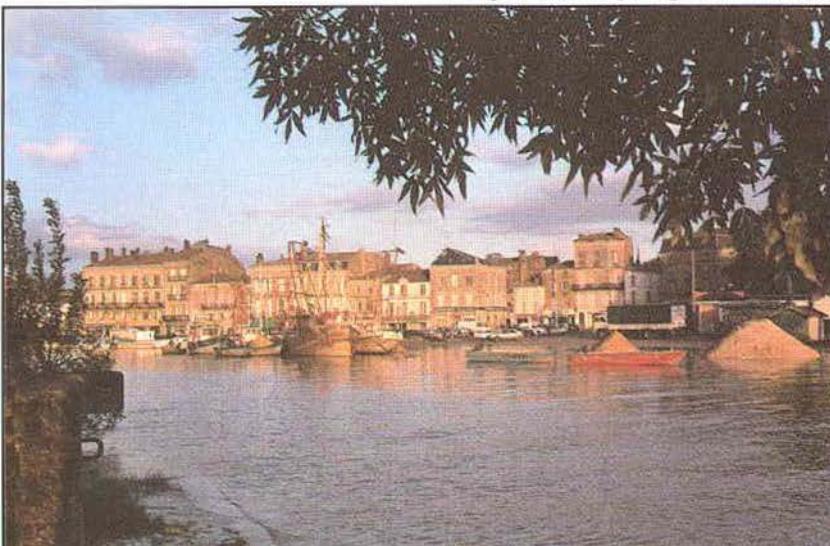
raison de la trop forte turbidité et de la faible production phytoplanctonique. Le groupe des «mangeurs de dépôts» représente donc un maillon primordial dans l'économie alimentaire du système estuarien, d'autant plus que ces organismes présentent une productivité (= vitesse de renouvellement de la biomasse) élevée et que l'essentiel de l'endofaune est localisé dans les deux centimètres superficiels du sédiment et est donc très accessible pour les niveaux trophiques supérieurs.

Conclusion



Ile nouvelle vue depuis la Citadelle de Blaye

Blaye, le soir par grande marée



La distribution spatiale des peuplements dans l'estuaire est essentiellement conditionnée par le gradient de salinité. Les communautés autochtones typiquement estuariennes sont divisées en deux groupes : espèces supportant les faibles salinités et espèces à préférence plus marine-polyhaline. Elles sont encadrées par des peuplements dulcicoles en amont et des peuplements néritiques à l'aval. La distribution dans l'espace n'est pas immuable ; elle dépend du débit fluvial. Ceci est particulièrement net pour les populations pélagiques dont le centre de distribution peut être déplacé de plusieurs dizaines de kilomètres suivant le débit.

Les variations temporelles sont bien évidemment sous la dépendance de la température qui détermine les cycles biologiques.

La particularité essentielle de l'estuaire de la Gironde est l'existence de très fortes turbidités qui s'étendent sur une grande distance. Cette masse turbide a une influence considérable sur le fonctionnement de l'écosystème : limitation de

la lumière et donc de la production primaire, diminution de la concentration en oxygène dissous. Par ailleurs la production secondaire planctonique et benthique de l'estuaire semble reposer essentiellement sur la consommation de bactéries, de matière organique détritique et de microphytobenthos du fait de la faiblesse de la production primaire pélagique au sein du système. Les peuplements benthiques présents dans les vasières latérales constituent un maillon essentiel des réseaux

trophiques de l'estuaire. D'un point de vue biochimique et géochimique le nuage turbide est très stable.

Il a été montré que le bouchon vaseux agit comme un filtre entre les apports continentaux et la mer.

Etant donné sa masse considérable, le bouchon vaseux semble également se comporter comme un tampon permettant de réguler l'influence des apports. Il en résulte que les quelques espèces vivant dans la zone du maximum de

turbidité sont en quelque sorte «protégées» contre les perturbations éventuelle du milieu.

En définitive, l'estuaire de la Gironde apparaît comme un écosystème «en bonne santé» sur le plan biologique. Trois facteurs essentiels conditionnent la vie des organismes : l'oxygène dissous, la salinité et la turbidité. La réflexion, en terme de gestion, devra s'effectuer en direction d'un impact possible sur ces trois facteurs des aménagements au sein de l'estuaire et de son bassin versant.

Prospective

■ Biologie

La microbiologie (au sens large = bactéries naturelles + protozoaires) a été très peu étudiée. Il s'agit probablement de la lacune la plus importante dans les études biologiques menées sur l'estuaire de la Gironde.

Les études à entreprendre devraient s'orienter suivant trois directions :

- meilleure connaissance des cycles de minéralisation, notamment du cycle de l'azote dont le déséquilibre peut être à l'origine d'eutrophisations ;
- approfondissement des connaissances concernant les réseaux trophiques, surtout au niveau des échelons trophiques inférieurs (bactéries, microalgues, protozoaires, micrométabolites). Cette connaissance est indispensable en cas de présence d'un contaminant si l'on veut prévoir quelle voie de bioaccumulation ou de transformation est prépondérante ;
- établissement de séries chronologiques de longue durée portant sur des compartiments ou des espèces bien choisis, de façon à faire la part entre évolution naturelle et perturbation

de l'environnement.

■ Espèces d'intérêt halieutique

En premier lieu, une analyse des fluctuations d'abondance de populations fortement liées au milieu estuarien devrait être entreprise en relation avec certains paramètres du milieu, pour la crevette blanche, le gobie, l'éperlan (diminution drastique entre 1981 et 1993 - comparaison avec d'autres estuaires d'Europe du Nord).

La réalisation d'un modèle de fonctionnement biologique de l'estuaire de la Gironde permettrait, par le suivi de quelques populations, de détecter des anomalies.

L'étude du déterminisme et des modalités de migration des amphihalins dans l'estuaire de la Gironde, et la réalisation d'un modèle de migration couplé à un modèle hydraulique (modèle réalisé, dans un premier stade, pour la civelle et adapté ensuite à la lamproie marine et à l'aloose vraie), devraient être développées.

Par ailleurs on devrait acquérir des connaissances scientifi-

ques et techniques nécessaires à la restauration de la population ouest européenne d'esturgeon :

- dynamique de population - amélioration des connaissances écologiques,
- connaissance et caractérisation des habitats en vue de leur restauration,
- évaluation des captures accidentelles en vue de la régulation des pêches futures,
- production d'alevins en vue de repeuplement.

Il conviendrait aussi d'étudier la phase larvaire des lamproies marines et de rivières, et de cartographier leur aire de répartition à l'échelle du bassin versant.

Enfin la modélisation de la dynamique des populations d'aloose vraie à l'échelle du bassin versant et l'étude d'un dispositif permettant le franchissement de petits obstacles par les flets, devraient être réalisées. Sur un plan général, le suivi statistique et biologique des prélèvements par pêche professionnelle présenterait un intérêt à la fois scientifique et socioéconomique.

5

Pêche commerciale

Après une baisse due au premier conflit mondial, les effectifs de pêcheurs augmentèrent pour culminer aux environs de 500 dans les années 30, la pêche en Gironde devenant une affaire de spéculation grâce au caviar.

On comptait, dans le quartier de Bordeaux, plus de 200 inscrits maritimes en 1950.

L'esturgeon demeurait le poisson roi (prix d'achat au pêcheur : 3500 F/kg en 1955).

A partir des années 1960, l'esturgeon, surexploité, se raréfia et la production de caviar s'effondra (3,5 t en 1950 -

250 kg en 1963).

Les pêcheurs, pour subsister, durent trouver une espèce de substitution : ce fut la civelle.

Mais, depuis 1984, la ressource a fortement baissé alors qu'elle intéresse un nombre important d'amateurs et de braconniers qui la commercialisent.

La pêche, dans l'estuaire de la Gironde, représente aujourd'hui une activité économique importante.

La législation est complexe, certaines zones étant sous réglementation maritime, d'autres sous réglementation fluviale.

Sur la Garonne et

la Dordogne, d'anciennes réglementations sont encore en vigueur.

Certaines espèces sont strictement interdites de pêche (saumon, esturgeon ...), d'autres ont des périodes de pêche très précises, voire des heures de pêche.

La taille minimale des poissons à pêcher est également réglementée de même que l'utilisation, la dimension et le nombre des engins de pêche.

Enfin les pêcheurs professionnels doivent se voir accorder des licences pour exercer leur activité.

Administration - Règlementation - Organisation

■ Les limites administratives

La zone sous réglementation maritime s'étend en Gironde de la Pointe de Grave au Bec d'Ambès (fig. 5.1). La gestion et la police de la pêche sont assurées par les quartiers des Affaires Maritimes de Bordeaux et de Marennes.

Les nouvelles zones mixtes sous réglementation fluviale vont jusqu'à Bordeaux pour la

Garonne et Libourne pour la Dordogne et l'Isle. La gestion et la police de la pêche sont assurées par la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt de la Gironde dans le cas de la Garonne et par le Service Maritime et de la Navigation pour la Dordogne et l'Isle. Les anciennes zones mixtes permettent à l'administration de délivrer des licences jusqu'à Casseuil sur la Garonne, Cas-

tillon la Bataille sur la Dordogne et Laubardemont sur l'Isle.

■ La réglementation de la pêche maritime

Les catégories de pêcheurs présents sont :

- les marins pêcheurs professionnels,
- les plaisanciers maritimes en bateau,
- les pêcheurs à pied maritimes,
- les pêcheurs à pied fluviaux

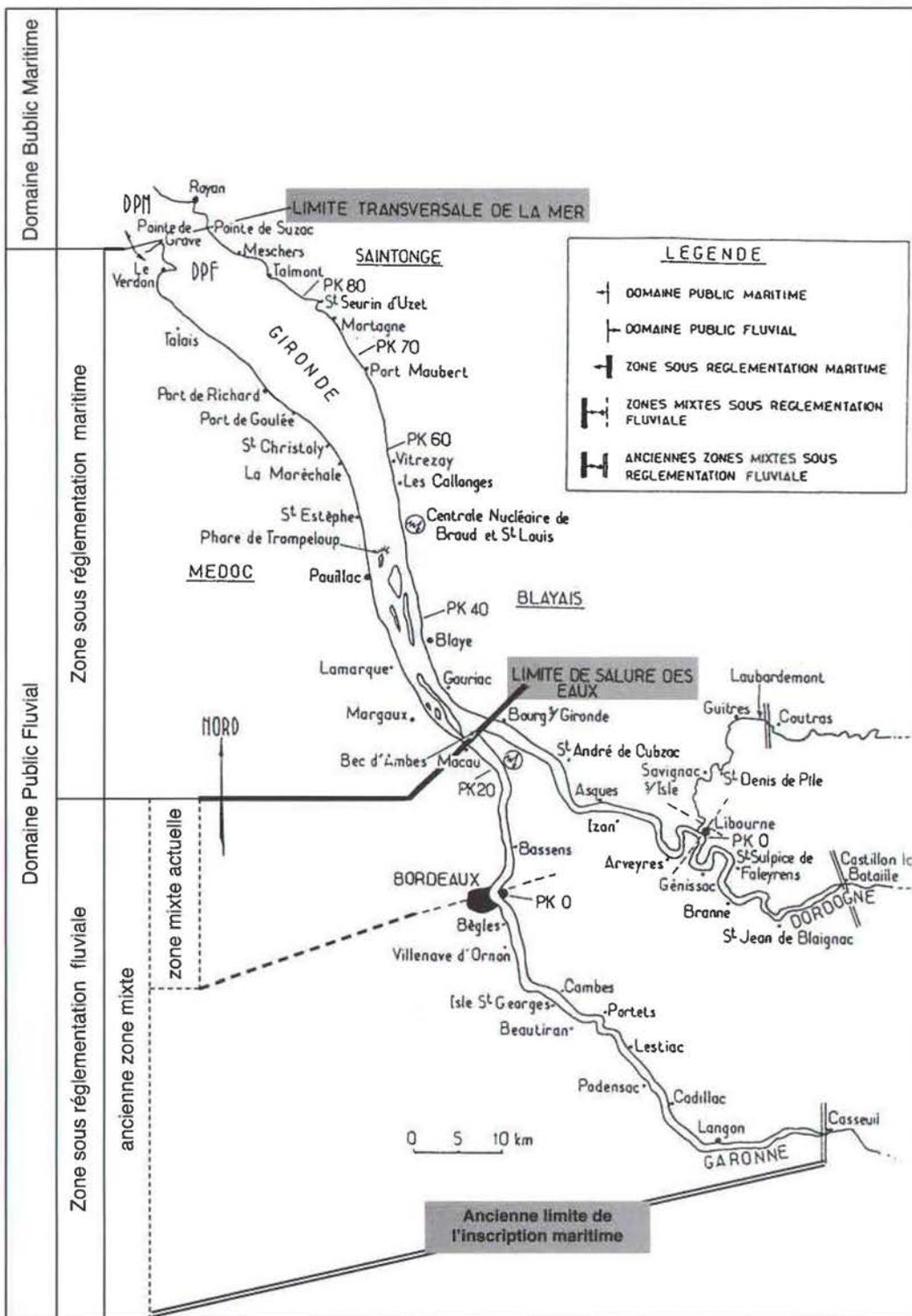


Fig. 5.1 : carte administrative du système fluvio-estuarien de la Gironde

dans les étiers.

Le marin pêcheur est soumis à des règles d'exercice :

- inscription au rôle d'équipage,
- contrôle de la qualification professionnelle maritime,
- délivrance et maintien du permis de mise en exploitation en fonction des critères tenant au navire et à son activité,
- délivrance des titres de sécurité et leur contrôle annuel,

- obligation de déclaration de captures.

La mise en exploitation des navires de pêche professionnels est soumise à un régime d'autorisation préalable.

La pêche est interdite (saumon, truite de mer, esturgeon) ou limitée à certaines périodes (pibale).

Les poissons et crustacés pêchés doivent avoir une certaine

taille (par exemple, 24 cm pour la sole, 38 cm pour le bar ...). Les engins de pêche sont également réglementés.

Sur le plan de l'organisation professionnelle, l'exercice de la pêche maritime dans les estuaires est soumis à la détention d'une licence de pêche.

Des comités locaux de pêche maritime existent pour les quartiers de Bordeaux et de Maren-

nes. La pêche des plaisanciers maritimes est également réglementée. La liste et le nombre des engins de pêche autorisés à bord des navires de plaisance est définie de manière limitative.

■ La réglementation de la pêche fluviale

Les catégories de pêcheurs présents sont :

- les professionnels en eau douce,
- les marins-pêcheurs professionnels,

- les inscrits maritimes viagers (en voie de disparition),
- les amateurs aux filets et engins à pied et en bateau.

Tout pêcheur doit être membre d'une association et doit s'acquitter de la taxe parafiscale. Des arrêtés préfectoraux définissent les conditions de pêche (engins autorisés, captures, carnet de pêche, heures de pêche ...).

La pêche des espèces suivantes est interdite dans les eaux de première et deuxième caté-

gorie :

- grenouilles autres que vertes ou rousses,
- esturgeon,
- saumon,
- truite de mer,
- ombre commun,
- anguille d'avalaison argentée,
- écrevisses autres qu'américaines.

Les pêcheurs professionnels sont regroupés dans des associations agréées départementales ou interdépartementales.

Les pêcheurs

En 1991, on recense 222 pêcheurs professionnels :

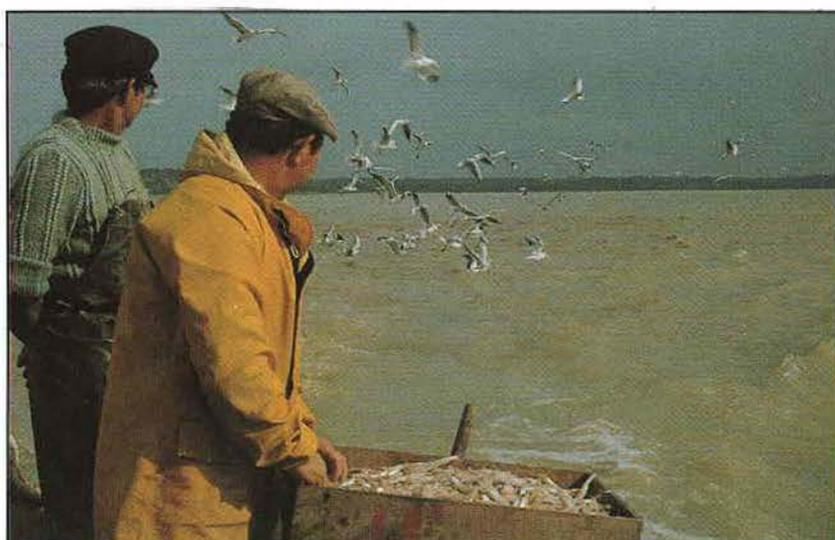
- dont 115 marins pêcheurs,
- 104 professionnels en eau douce,
- 3 inscrits maritimes viagers*.

Il y a une baisse des effectifs de 42% par rapport à 1982. 60% des professionnels en eau douce et 25% des marins pêcheurs ont plusieurs activités.

La seconde est le plus souvent agricole, en particulier viticole. La baisse des effectifs tend à limiter le phénomène de pluriactivité qui a largement contribué, jusqu'à présent, à la stabilité de la communauté des pêcheurs et à la permanence de l'activité, eu égard à la richesse biologique de l'estuaire.

L'analyse de la structure d'âge des deux populations de pêcheurs en 1982 et en 1989 montre qu'il y a un certain rajeunissement (fig. 5.2 et 5.3), la majorité des pêcheurs se situant entre 30 et 50 ans au lieu de 40-60 ans. Cependant l'entrée des jeunes de 20-30 ans dans la profession reste figée au même niveau faible.

* quelques inscrits maritimes viagers qui avaient acquis des droits particuliers avant le 1/01/1928, exercent encore la pêche dans les zones mixtes "sans fermage ni licence".



Pêcheurs de crevettes sur l'estuaire

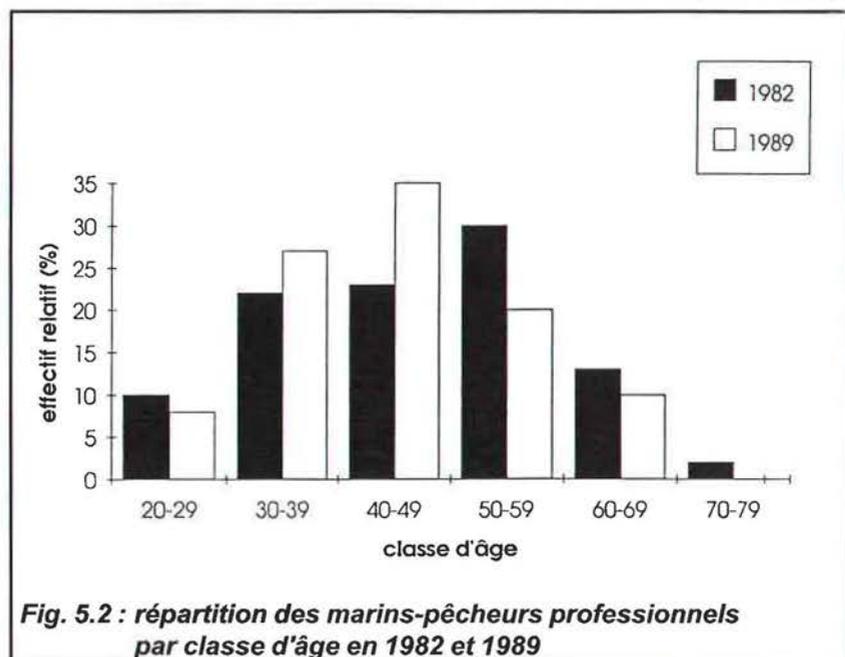


Fig. 5.2 : répartition des marins-pêcheurs professionnels par classe d'âge en 1982 et 1989

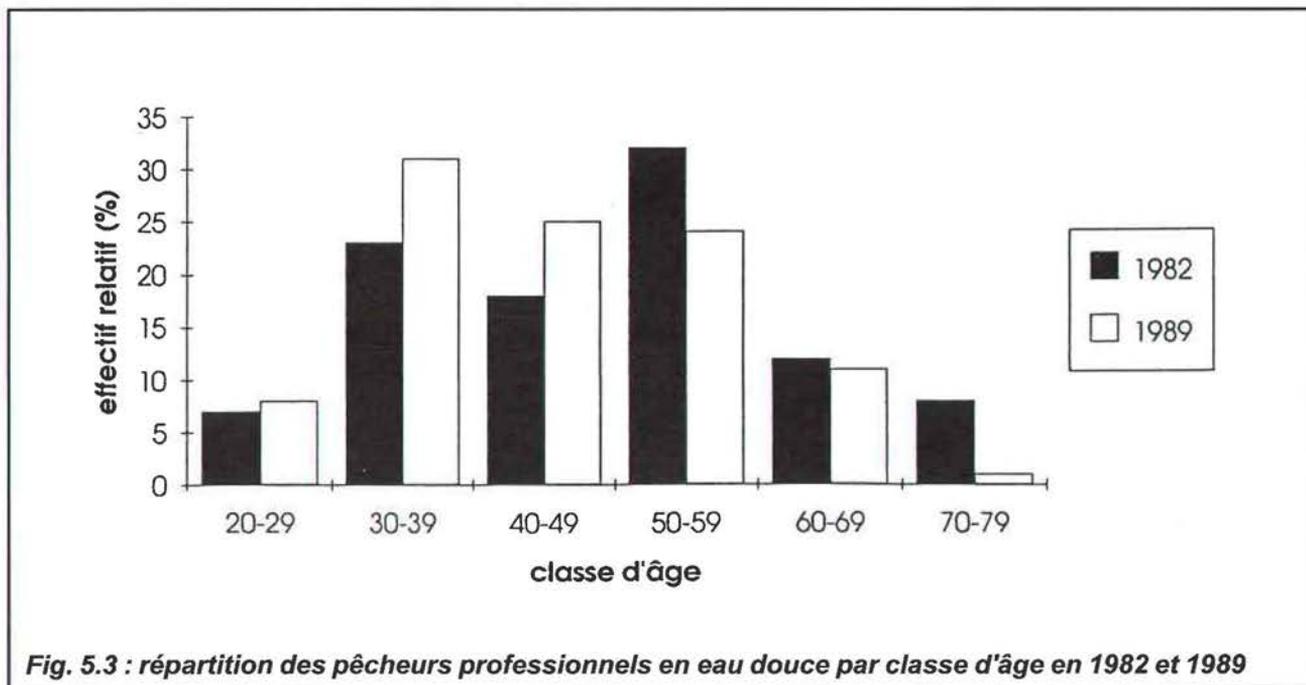


Fig. 5.3 : répartition des pêcheurs professionnels en eau douce par classe d'âge en 1982 et 1989

La pêche

■ Présentation générale

La pêche aux filets et engins sur le système fluvio-estuarien de la Gironde est une activité saisonnière, aléatoire, au caractère artisanal et individuel très marqué. Elle est traditionnellement axée sur les migrateurs.

Avec le déclin de la population d'esturgeon, la désaffection du mulot, la raréfaction du flet et des salmonidés, l'effort de pêche s'est reporté sur les aloses, les lamproies, l'anguille et les crevettes. De plus, la pêche des poissons de mer (maigre, bar, sole) s'est redéployée ces dernières années.

Les embarcations utilisées ont généralement une taille et une autonomie très modeste : yoles, plates, petits canots, chaluquiers polyvalents de 10-12 m de long. Les sorties de pêche s'étalent sur une ou deux marées, sauf pour la civelle où quelques pêcheurs poussent le pibalour presque en continu pendant la saison de forte capturabilité. Les points d'ac-



Yole en Gironde

costage et de débarquement sont très nombreux et regroupent entre 2 et 10 navires ; l'estuaire maritime est bordé de petits ports auxquels on accède par des chenaux ; sur les fleuves on trouve le plus souvent des embarcadères de fortune. En pratique, le pêcheur n'est jamais très loin d'un abri et peut souvent pêcher près de chez lui.

Le calendrier de pêche de base pour la Gironde maritime et les zones mixtes de Garonne-Dordogne-Isle est présenté à la figure 5.4. On note que le maigre et les autres espèces d'origine marine comme la sole et le bar ne sont logiquement présentes que pour la Gironde maritime. La lamproie fluviatile ne fait pas l'objet de pêche dirigée dans

ESPECES		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CIVELLE	E												
	ZM												
ANGUILLE	E												
	ZM												
ALOSE VRAIE	E												
	ZM												
ALOSE FEINTE	E												
	ZM												
LAMPROIE MARINE	E												
	ZM												
LAMPROIE FLUVIATILE	E												
	ZM												
MULET	E												
	ZM												
FLET	E												
	ZM												
CREVETTE	E												
	ZM												
MAIGRE.BAR.SOLE	E												
	ZM												



Période de forte production

Période de production plus limitée, début et fin de saison

E = Gironde maritime

ZM = Zone mixte fluviale Garonne-Dordogne-Isle

Fig. 5.4 : calendrier de pêche de base de la Gironde et de la zone mixte de Garonne-Dordogne-Isle

l'estuaire et celle-ci est limitée en zones mixtes. La pêche de la civelle commence plus tôt dans l'estuaire, au contraire de la lamproie marine et de l'alose. La durée des saisons de pêche, variable pour chaque espèce selon les années, est globalement plus longue en estuaire pour l'anguille et la crevette, et plus courte pour la lamproie marine et l'alose.

La plupart des pêcheurs assidus suivent un calendrier de base avec en hiver-printemps : civelle, lamproie, alose et ensuite en été-automne, ils diversifient leur pêche selon leur

équipement et les opportunités : anguille, crevette, mullet, flet ou maigre, bar, sole et autres poissons de mer. Quelques pêcheurs se consacrent toute l'année uniquement à la pêche de la crevette.

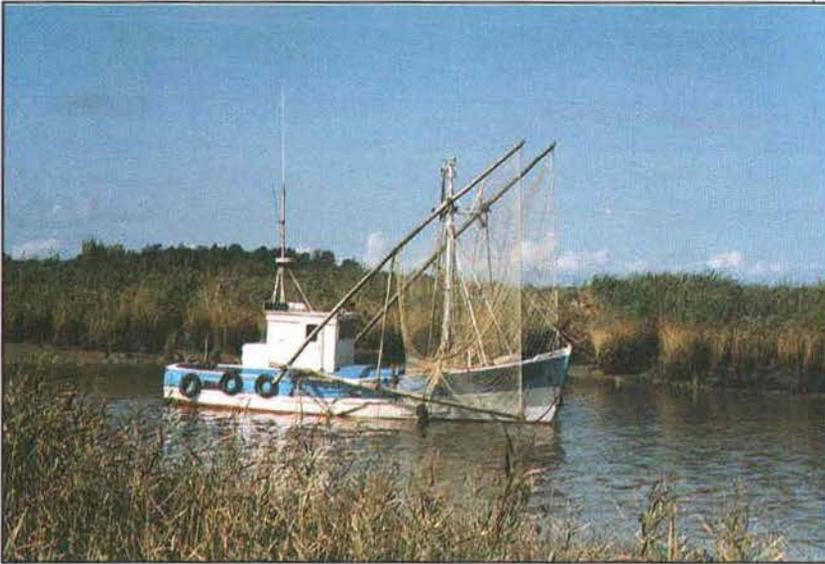
Les métiers de pêches les plus importants du système fluvio-estuarien sont :

- grande alose (filet tramail) ;
- lamproie marine (filet tramail - bourgne) ;
- anguille stade civelle (tamis à main - pibalour) ;
- anguille stade subadulte (nasse) ;
- crevettes (haveneau - nasse).

Les autres métiers pratiqués sont :

- grande alose (baro) ;
- alose feinte (filet tramail - baro) ;
- lamproie marine (baro) ;
- anguille (ligne de fond) ;
- flet (filet tramail - haveneau) ;
- maigre, bar, sole, autres poissons de mer (filet tramail - filet maillant - ligne de fond).

Le métier peut être pratiqué sur l'ensemble du système fluvio-estuarien ou seulement dans certaines parties. Il concerne généralement une espèce cible, mais il est fréquent que des prises accessoires d'autres espè-



Crevettiers à la Maréchale

ces d'intérêt halieutique ou non soient réalisées dans le même temps.

Exemples : pêche de l'espèce cible, lamproie marine au filet tramail dérivant, avec captures accessoires d'alose, mullet ; pêche de l'espèce cible anguille, stade civelle au pibalour avec captures accessoires d'éperlan, de lamproie fluviale, d'alevins et juvéniles de nombreuses espèces.

A partir de la composition des calendriers de pêche individuels et des espèces jugées prioritaires par la majorité des pêcheurs, on peut dire que l'anguille au stade civelle est la première espèce recherchée, suivie de près par la grande alose et la lamproie marine ; viennent ensuite l'anguille au stade sédentaire, la crevette et le mullet. Ces cinq espèces constituent actuellement la base de la pêche professionnelle. En 1982, les espèces les plus pêchées étaient dans l'ordre : la grande alose, l'anguille au stade civelle, la lamproie marine, l'anguille au stade sédentaire et ensuite le mullet et la fausse alose.

La pêche de la crevette, de l'anguille et des poissons de mer sont des spécialités de la Gironde maritime. La Garonne est

plus le fleuve de la pêche de l'alose et la Dordogne le fleuve de la pêche de la lamproie marine. L'Isle, comme les parties amont de la zone mixte des fleuves Garonne et Dordogne, est plutôt le lieu de pose des nasses à anguilles et des bourgnes à lamproies. Les carnassiers et toutes sortes de cyprinidés y sont aussi pêchés au filet fixe. Le tramail dérivant est devenu, après la quasi disparition de la senne (appelée ici tresson ou escave), le principal instrument de pêche de la région. On trouve encore quelques baros dans le haut de la zone mixte de la Garonne, qui capturent la lamproie fluviale, l'alose feinte, le mullet.

Il y a une forte corrélation entre zone de résidence et lieu de pêche, mais de plus en plus de pêcheurs se déplacent : il y a des pêcheurs «grands migrants» qui partagent leur activité entre l'estuaire maritime, les zones mixtes et parfois la mer (marins-pêcheurs uniquement) et «petits migrants» qui pratiquent à partir de plusieurs ports sur une même berge de l'estuaire ou sur les deux (marins pêcheurs uniquement) ou qui passent d'un fleuve à l'autre en zone mixte (professionnels

en eau douce et quelques marins-pêcheurs). Il résulte de cette situation, un morcellement extrême de la production et des modes de commercialisation très hétérogènes dans un même secteur ; la mise en marché est totalement inorganisée. La pêche amateur fluviale se calque sur la pêche professionnelle au niveau des espèces cibles, des périodes, des filets et engins sauf qu'en ce qui concerne ces derniers, leur nombre et dimensions sont plus limités. La pêche de plaisance maritime s'exerce essentiellement l'été et utilise surtout des palangres ; filets, nasses, pibalours, haveneaux sont réservés au professionnels. Le carrelet, engin typiquement amateur, est très utilisé sur l'ensemble du système fluvio-estuarien de la Gironde ; il permet la capture de nombreuses espèces et son efficacité peut être augmentée par différentes techniques et adaptation prohibées du type positionnement en travers du courant pour la pêche de la crevette.

■ Les pratiques et les matériels de pêche

La force des courants, la nature et l'état du substrat délimitent des «lans de pêche», appellation locale des zones propices à l'utilisation du filet dérivant. Ces zones, antérieurement aux dragages intensifs et destructeurs qui ont sévi depuis les années 50 jusqu'aux années 80 en Dordogne et jusqu'à ces dernières années en Garonne, correspondaient à de larges plages de gravier où se pratiquait la pêche au tresson ou escave (nom local de la senne ; ce type de pêche a disparu dans les zones mixtes). Plusieurs d'entre elles constituaient semble-t-il, aussi, des frayères à esturgeon et à alose feinte (zo-

nes de concentration et de captures importantes de géniteurs, observations d'ébats nuptiaux par les pêcheurs).

Une cartographie de lans de pêche et des frayères à esturgeon a été réalisée en 1980 par le CEMAGREF à partir de sondages et diverses investigations de terrain sur la zone mixte de la Garonne et de la Dordogne. La figure 5.5 illustre le phéno-

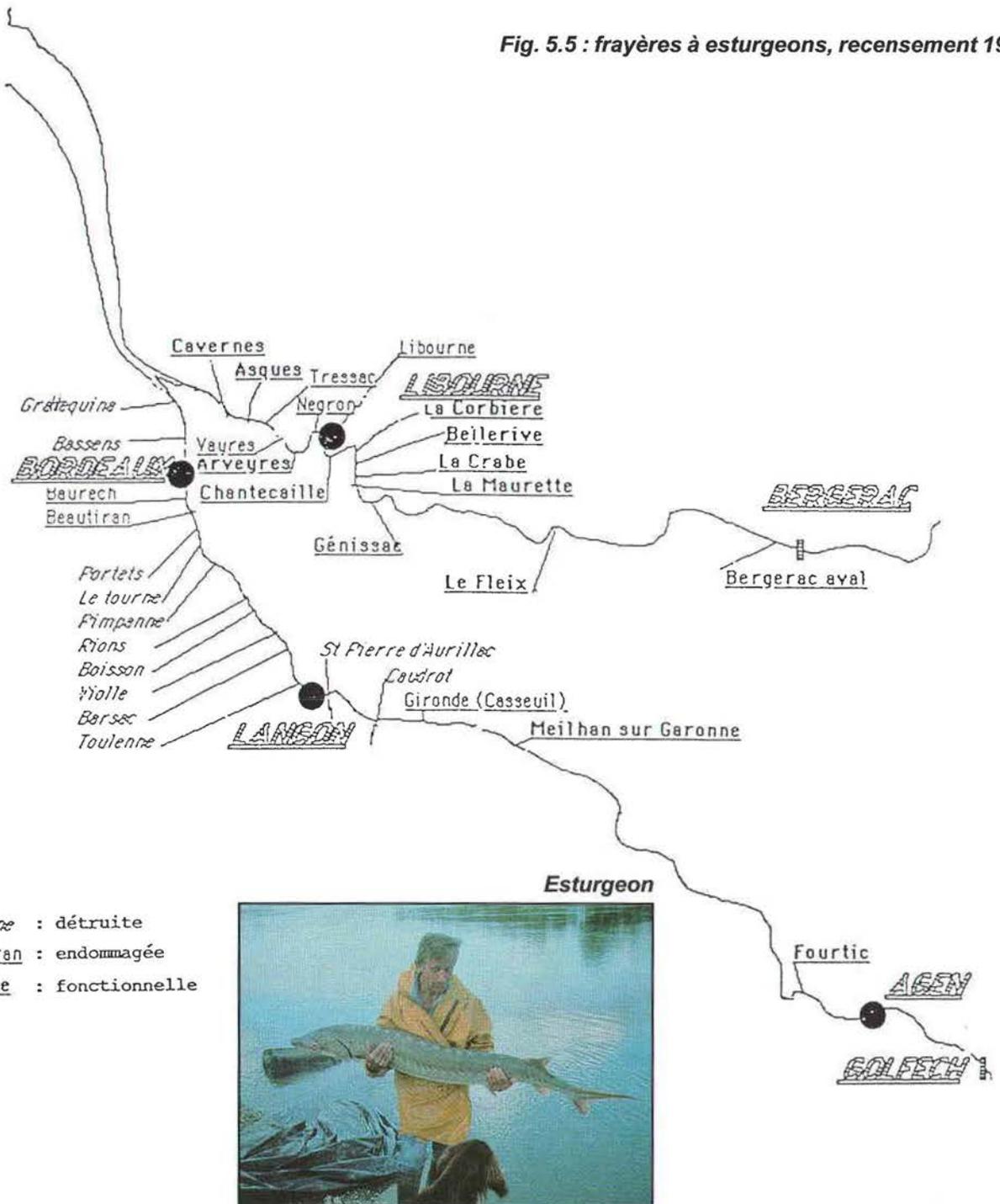
mène de destruction des frayères à esturgeon.

Des lans de pêche existent aussi sur la Gironde maritime, mais compte tenu de son étendue et de l'importance des pêcheurs qui utilisent d'autres instruments que le filet dérivant, ils sont moins nettement identifiés. Signalons que l'emprise de la centrale nucléaire a condamné un de ces lans de pêche et qu'il

est interdit de pêcher dans le chenal de navigation rive droite. Parmi les principaux matériels de pêche utilisés en Gironde, on peut citer :

- le filet maillant pour l'alose et la lamproie,
- les bourgnes pour la pêche des lamproies,
- les nasses à anguilles et à crevettes,
- les haveneaux à crevettes,

Fig. 5.5 : frayères à esturgeons, recensement 1980



- le tamis et le pibalour pour la civelle.

■ La production et la commercialisation

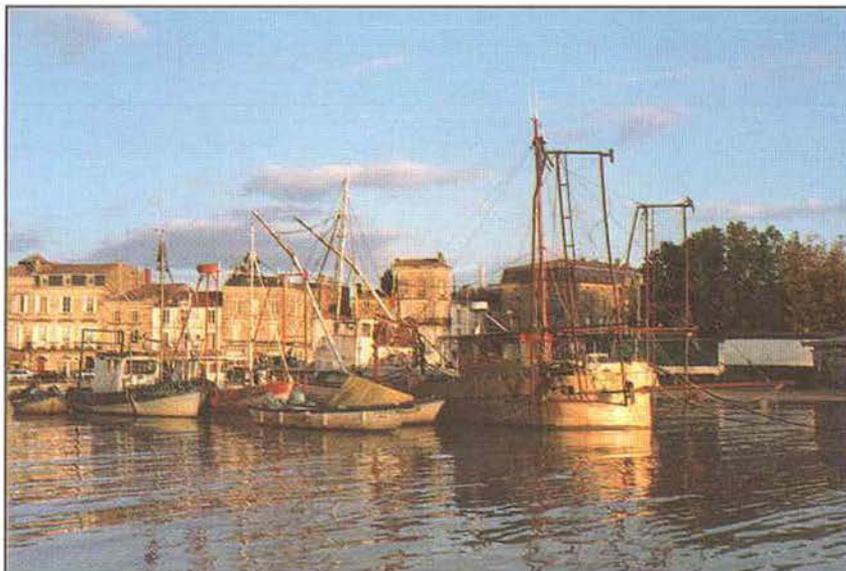
Globalement, les stratégies de vente pour les principales espèces sont les suivantes : les lamproies marine et fluviatile, l'anguille sédentaire, les crevettes, le flet sont essentiellement vendus en direct ; les aloses vraies ou feintes passent en grande partie par les mareyeurs, mandataires et poissonniers. Maigres, bars, soles et autres poissons de mer sont livrés aux mareyeurs de Royan et de la côte Saintonge. La civelle est vendue uniquement sur le réseau spécialisé de ramasseurs et mareyeurs.

Certains pêcheurs transforment eux-mêmes le poisson : crevettes cuites aromatisées, anguilles vendues pelées vivantes, conserves d'aloise vraie et de gatte, conserves de lamproie à la bordelaise.

Les conserveurs deviennent plus rares car les contrôles sanitaires sont fréquents. Les pêcheurs doivent se mettre aux normes et il en coûte environ 200 000 F d'installation. L'usine de Bègles qui achetait l'aloise feinte et traitait la chair et les oeufs a fermé.

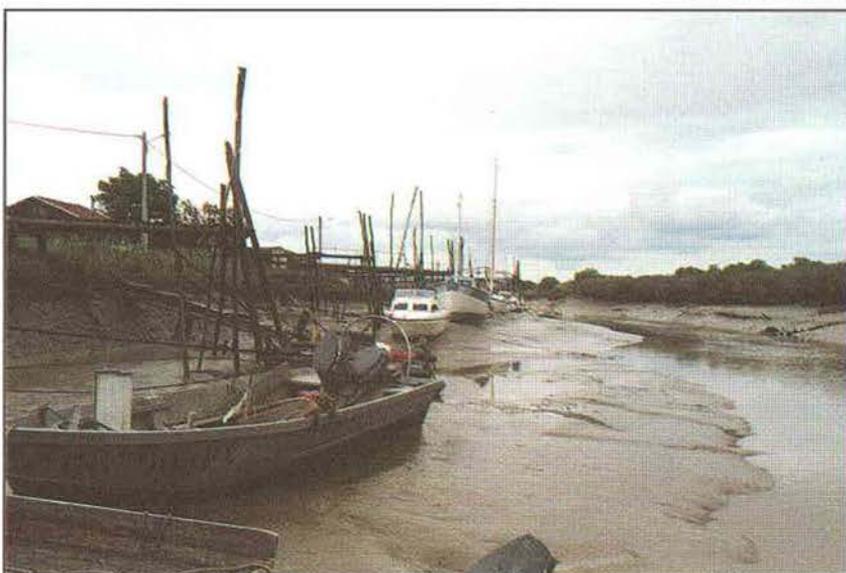
Il y a des difficultés d'écoulement des espèces telles que cyprinidés, mulot, mais aussi alose vraie et alose feinte, crevette. L'aloise, fort beau poisson, est bradé par moment, à cause des débarquements trop importants ; il y a un problème de fraîcheur du produit, bien que les 3/4 des professionnels soient équipés en moyens de stockage et la moitié en moyens de transport.

La production girondine de poissons migrateurs amphihalins et de crevettes d'estuaire est la plus importante de France



Bâteaux de pêche devant Blaye

Port de Goulée



au niveau régional. La production de l'ensemble du système fluvio-estuarien de la Gironde atteint une valeur de 40 à 45 MF; elle rivalise avec les valeurs des débarquements des ports d'Arcachon et de Royan.

Elle représente 1/5e de la valeur de la production totale des pêches des eaux intérieures françaises qui avoisine les 240 MF qui se répartissent de la façon suivante :

- lagunes méditerranéennes : 60 MF (marins-pêcheurs) ;
- estuaires maritimes : 100 MF (marins-pêcheurs) ;
- fleuves et lacs : 80 MF (60 MF

professionnels eau douce et 20 MF marins-pêcheurs).

Les tableaux 5.1 et 5.2 présentent l'évolution des productions en tonnage et en valeur des principales espèces du système fluvio-estuarien de la Gironde de 1978 à 1990.

Ces productions sont évaluées à partir du suivi statistique des captures effectué par le CEMAGREF. On observe une baisse continue des apports depuis 1978 imputable essentiellement aux captures d'anguilles (civelle et subadulte) ; la diminution du tonnage d'aloses en 1990 est due au fait que le

Année Espèces	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Alose vraie	500	638	840	826	863	1096	615	620	583	628	1007	762	487.2
Lamproie marine	74	93	96	98	112	83	105	77	83	108	107	124	90.2
Anguille (civelle)	190	304	387	318	138	82	81	64.5	45.2	69.8	31.9	51	36.8
Anguille subadulte	400	471	337	336	291	148	267	276	285	229	206	107	78.5
Crevettes	65	72	72	92	92	92	100	100	100	70	68	56	50
Alose feinte	127	192	146	?	?	?	?	60	187	84	75		
Mulets	?	320	320	?	?	?	120	88	69	64	86	150	150
Autres espèces	200	50	50	500*	500*	500*	400*	399*	88	90	?		
TOTAL	1556	2156	2268	2170	1996	2000	1692	1668	1441	1344	1582	1250	893

* valeurs très nettement surestimées

Tableau 5.1 : *évolution des productions dans le système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne entre 1978 et 1990 (en tonnes).*

Année Espèces	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Alose vraie	7.6	9.6	12.6	14	14.7	16.4	12.3	12.4	11.7	9.4	15.1	9.9	6.3
Lamproie marine	3.7	6.5	6.7	7.4	8.4	6.3	9.5	7.1	7.9	10.5	10.7	12.4	9
Anguille (civelle)	5.7	12	17.4	23.8	12.4	8	9.8	7.8	8.6	15.4	7	22.3	16.2
Anguille subadulte	8	9.4	6.7	8.4	7.3	4.4	8.5	9.6	10	9.2	10.3	5.2	3.9
Crevettes	2	2.2	2.2	2.7	2.7	2.8	3	3	3.7	2.4	2.7	2.8	2.5
Alose feinte	1	1.5	1.2	?	?	?	?	0.3	0.9	0.2	0.4		
Mulets	?	1.3	1.3	?	?	?	0.8	0.6	0.5	0.3	0.4	2	2.2
Autres espèces	2	1	1	5*	5*	5*	4*	4.1*	5.3	2.7	?		
TOTAL	30	45.5	50.3	61.3	50.5	42.9	48.1	45	48.6	50.1	46.6	52.6	40.1

* valeurs très nettement surestimées

Tableau 5.2 : *évolution des productions dans le système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne entre 1978 et 1990 (en millions de francs)*

pois moyen des individus était incomparablement faible cette année-là. La valeur de ces apports se maintient à cause des prix de vente de la civelle. Pour les autres espèces, les prix moyens n'ont guère varié depuis plusieurs années ; ils sont restés bas pour l'alose à cause de la chute systématique des cours en milieu de saison et ont légèrement augmenté pour la lamproie. La baisse des apports peut être mise en relation avec la diminution progressive et importante des effectifs de pêcheurs professionnels constatée depuis 1982, à laquelle correspond, théoriquement, une diminution de l'effort de pêche global total.

Mais certains pêcheurs professionnels ont changé leur stratégie de pêche et leur puissance de pêche s'est parfois modifiée. Pour la pêche de la civelle par exemple, les pêcheurs au tamis se déplacent davantage dans le haut des zones mixtes et se regroupent là où la civelle «lève»; certains pêcheurs au pibalour, en estuaire, ont diminué le tirant d'eau et augmenté la puissance de leur moteur, la surface des pibalours, le nombre et la durée des sorties de pêche. Pour la pêche de la crevette, certains bateaux armés au haveneau se déplacent systématiquement dans tout l'estuaire. Certains pêcheurs ont augmenté leur nombre de nas-

ses, de bourgnes, la longueur et la hauteur de leurs filets ...

On manque d'éléments pour se prononcer sur l'évolution de l'effort de pêche des amateurs. Mais il semble que l'effort global de cette catégorie de pêcheurs pour les métiers «pêche de la lamproie et de l'alose au filet», «pêche de l'anguille et de la lamproie aux nasses» et «pêche de la civelle au tamis» en zone mixte diminue moins vite que celui des professionnels; celui des braconniers aurait même plutôt tendance à augmenter.

Au total, on peut considérer que l'effort de pêche global total est stationnaire, le départ des uns étant probablement compensé

par l'augmentation de la puissance de pêche des autres. Ainsi, la baisse des apports serait donc liée à l'état des stocks. Le suivi statistique des captures montre au travers du calcul et de l'interprétation des captures par unité d'effort de pêche, que la tendance des stocks est

à la baisse pour l'anguille tous stades confondus et la crevette blanche. Un diagnostic sûr ne pourrait être avancé qu'avec des connaissances biologiques supplémentaires, mais l'exemple de l'esturgeon doit nous inciter à une grande vigilance, faute d'actions de gestion va-

riable. Gestion de la pêche, certes, mais aussi gestion des autres impacts et du milieu car la pêche, systématiquement visée, ne représente peut être, dans les eaux intérieures, que la partie visible de l'iceberg sur lequel buttent les espèces migratrices.

Conclusion

La pêche, dans le système fluvio-estuarien de la Gironde, apparaît comme une activité en crise ou, tout au moins, en difficulté. Certaines espèces sont toujours en déclin alors que la pêche est interdite : l'esturgeon, les salmonidés ...

Certains stocks sont en baisse [anguille (civelle et adulte), crevette blanche, divers ...] malgré un effort de pêche apparemment stationnaire, l'augmentation de la puissance de pêche compensant la baisse des effectifs. Globalement, les tonnages pêchés sont passés de 2000 t dans les années 80 à 1000 t dans les années 90.

Les raisons de cette crise sont diverses :

- une production très morcelée, des modes de commercialisation hétérogènes, un marché inorganisé ;

- un non respect de la réglementation, du reste différente dans le domaine maritime et fluvial (dates de pêche ...) et un manque de contrôle et de répression dissuasifs, pêches sans permis, en dehors des heures autorisées, inadaptation de la réglementation pour sanctionner les fraudes, manque de moyens de contrôle, importance économique des enjeux : «la pêche de la civelle relève plus aujourd'hui du banditisme que de la banale infraction de pêche» ...

■ Propositions pour tenter de réduire cette crise de la pêche

● Créer une cellule de contrôle départementale pour : s'opposer au braconnage (en particulier l'esturgeon), contrôler la pêche de plaisance, l'entrée des gros bateaux de pêche dans le bas estuaire et la mise en conformité des instruments de pêche avec les règlements.

● Compléter la réglementation : taille légale de capture pour la crevette, l'anguille, le flet, le maigre, engins de pêche permis (caractéristiques, nombre maximal autorisé, pour les nasses, par exemple).

● Améliorer la collecte des statistiques de pêche, simplifier la collecte des informations et les utiliser pour définir les quotas de licence, en particulier en zone mixte, et obtenir une bonne connaissance de la dynamique des principales espèces.

A terme, on se propose de modéliser l'évolution des stocks. Il prévoit, en relation avec les futures commissions de structure de la pêche fluviale, la mise en place d'un certain nombre d'outils de gestion. Ces outils pourraient être mis au point et testés prioritairement en Gironde.

Un projet national de suivi statistique des pêches aux filets et aux engins est en cours d'analyse.

● Mettre en place un appui technique de l'interprofession maritime et fluviale :

. valorisation - transformation des produits,
. création de structures de commercialisation,
. restauration des espèces (anguille, esturgeon),
. information sur les actions de l'administration,
. formation à l'économie des entreprises de pêche.

● Aménager les conditions de pêche :

. accessibilité à des ports pour les bateaux de pêche,
. entretien des cales et des berges,
. restauration de certains lacs, de certaines frayères,
. balisage des bancs.

● Etablir un diagnostic scientifique sur l'état «biologique» de l'estuaire de la Gironde et prendre des mesures pour restaurer la qualité biotique du milieu. En effet, dans des zones où la dégradation de l'environnement atteint des niveaux importants, la seule régulation de l'exploitation ne suffit pas. Le gestionnaire doit essayer, avant tout, d'accroître la capacité biotique du milieu en prenant un ensemble de mesures visant à permettre le libre accès des géniteurs aux frayères et à augmenter la qualité de celles-ci.

6

Géologie de l'estuaire aquifères associés

*L'aquifère des sables
et calcaires de l'éocène
est la principale ressource
en eau potable
du département
de la Gironde.
60 millions de m³ par an
y sont pompés par forages.
Cette ressource est-elle
menacée ?
Y a-t-il risque
de contamination par les
eaux de la Gironde ?
Les dragages
dans l'estuaire,
en supprimant la couche
imperméable de surface,
peuvent-ils favoriser les
échanges entre l'estuaire
et la nappe de l'éocène ?*

Le cadre géologique

Au cours de la période anté-flandrienne et principalement lors des épisodes de glaciations et de réchauffements du Quaternaire, les Garonne et Dordogne « primitives » creusent leur lit dans le substratum tertiaire. Des alternances de creusements profonds et de mises en place de terrasses étagées, subhorizontales ont lieu lors des glaciations et réchauffements des Günz-Mindel-Riss-Würm. Les épisodes torrentiels déposent des sables, graviers et galets grossiers provenant des stocks amont (Massif Central et Pyrénées) accompagnés de lignites dus aux destructions des forêts. Les périodes calmes accumulent des tourbes et argiles à végétaux.

Conjointement à la baisse du niveau marin, les fleuves et affluents creusent leurs lits créant des hautes, moyennes et basses terrasses.

Au cours de la période flandrienne (fig. 6.1)

- - 20 000 ans, le niveau marin est vers - 100 m. Le creusement de l'estuaire a mis à nu le substratum tertiaire. Les terrasses anciennes sont très entaillées, le comblement de l'estuaire débute ;

- de - 20 000 à - 6 000 ans, le niveau marin remonte de - 100 m à - 15 m ; de grandes épaisseurs de sables, graviers et galets sont déposées dans la to-

talité de l'estuaire puis des sables fins et des argiles en bourrelets alluviaux ;

- de - 6 000 à nos jours, le niveau passe de - 15 m à la topographie actuelle. L'estuaire, qui est très largement ouvert, est envahi par de volumineuses quantités d'eaux plus salées que celles actuelles. Elles pénètrent et stagnent, car les taux de sédimentation de vases à végétaux, de sables coquilliers vers l'aval, sont insuffisants. Les dépôts estuariens antérieurs sont pollués par des eaux salées, qui sont retrouvées de nos jours lorsque des lessivages par des eaux douces continentales n'ont pu se faire.

Les hautes terrasses sont perchées et sans liaison avec l'estuaire. Certaines terrasses basses peuvent être en contact avec les eaux de l'estuaire. Elles permettent des échanges d'eaux de qualités différentes.

Géologie du substratum

Quatre coupes géologiques perpendiculaires à l'estuaire et s'étendant de Royan à Langon et deux coupes parallèles à l'estuaire permettent de dresser une carte géologique simplifiée de la Gironde (fig. 6.2) ainsi que celle du substratum (fig. 6.3).

Cette carte montre l'importance des sables et calcaires de l'éocène dans le complexe estuarien Gironde/Dordogne/Garonne, une fois la couverture

EVOLUTION SCHEMATIQUE
de la
MORPHOLOGIE de L'ESTUAIRE

(Region de PAULLAC au VERDON)

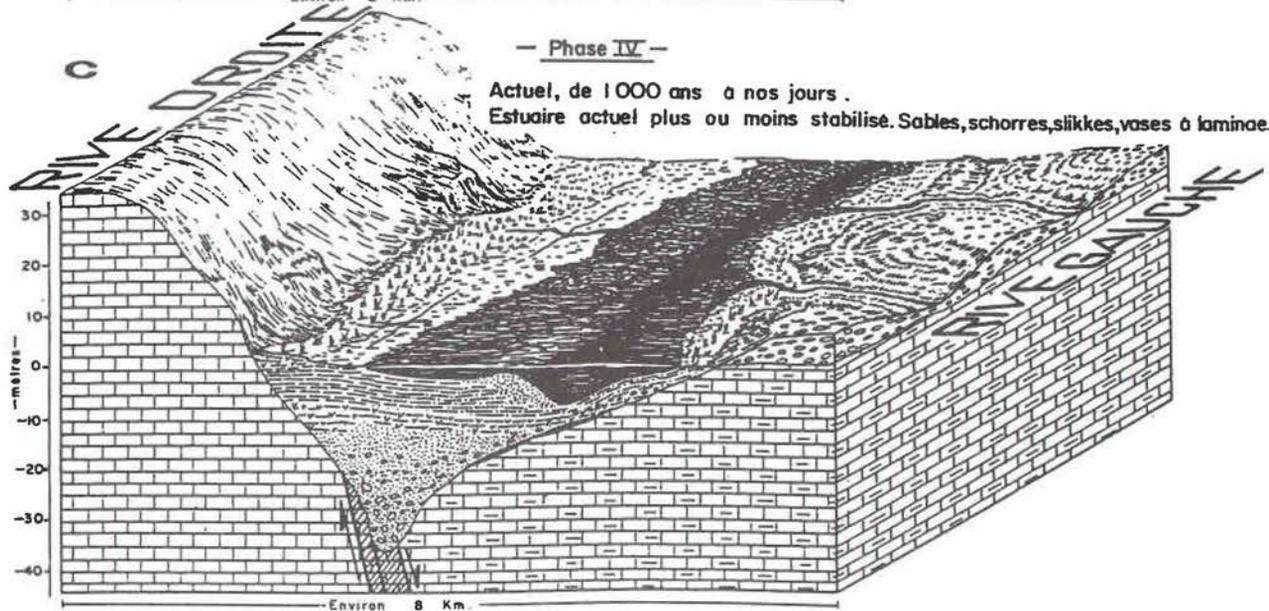
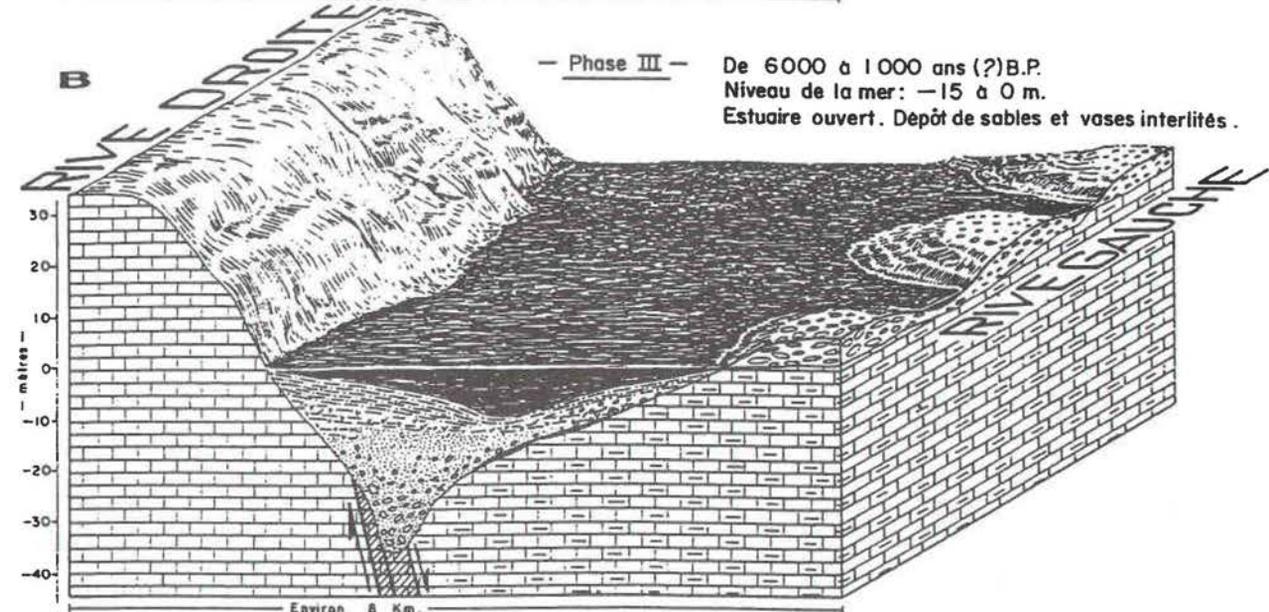
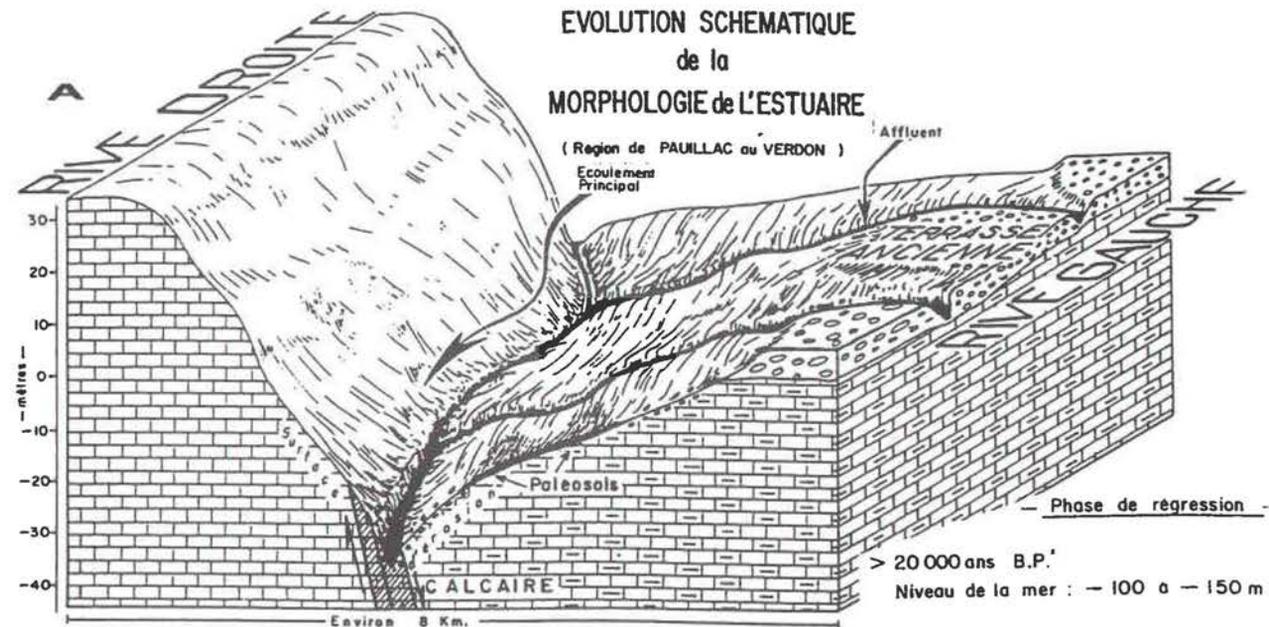


Fig. 6.1 : évolution schématique de la morphologie de l'estuaire

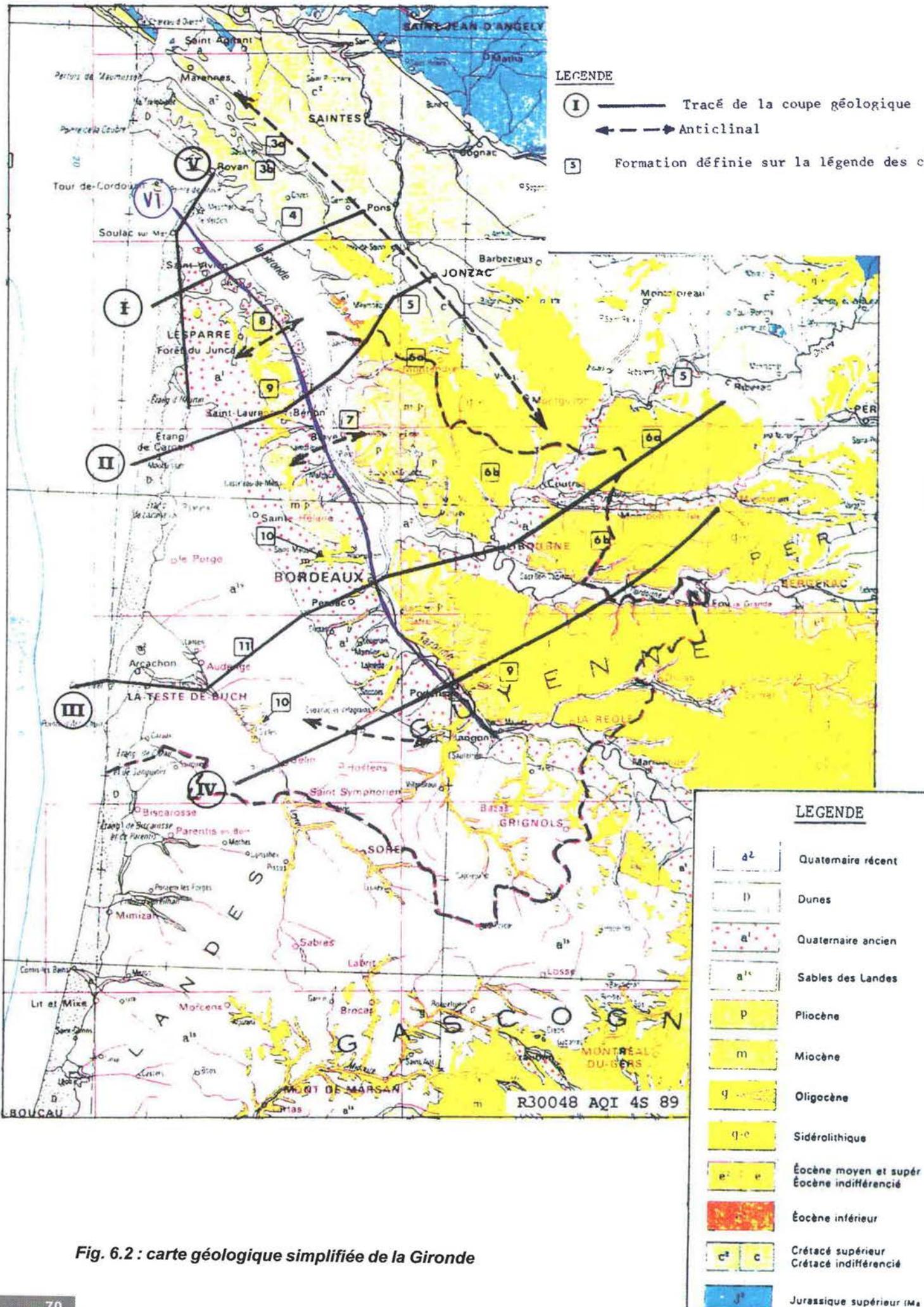
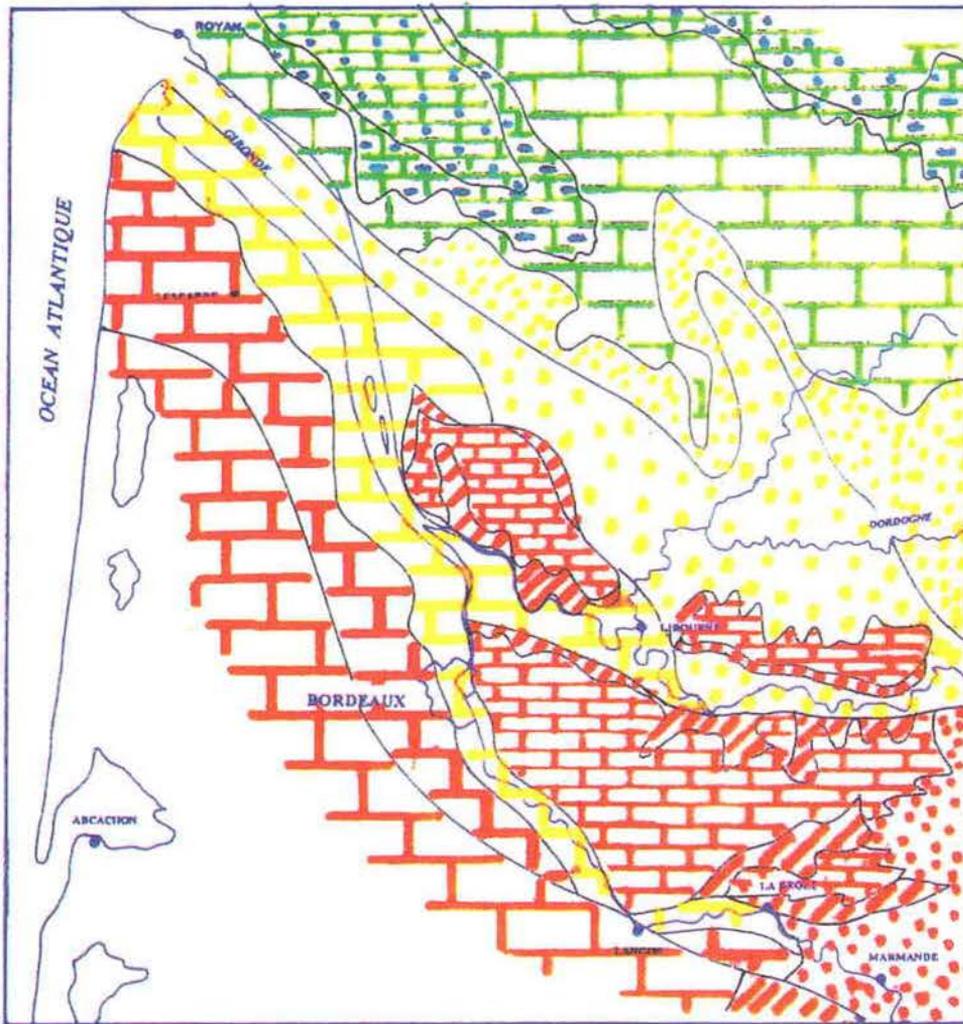


Fig. 6.2 : carte géologique simplifiée de la Gironde



Nota : seuls les faciès perméables prédominants sont représentés ; les passages argileux et marneux ne sont pas différenciés (à l'exception de certaines molasses)

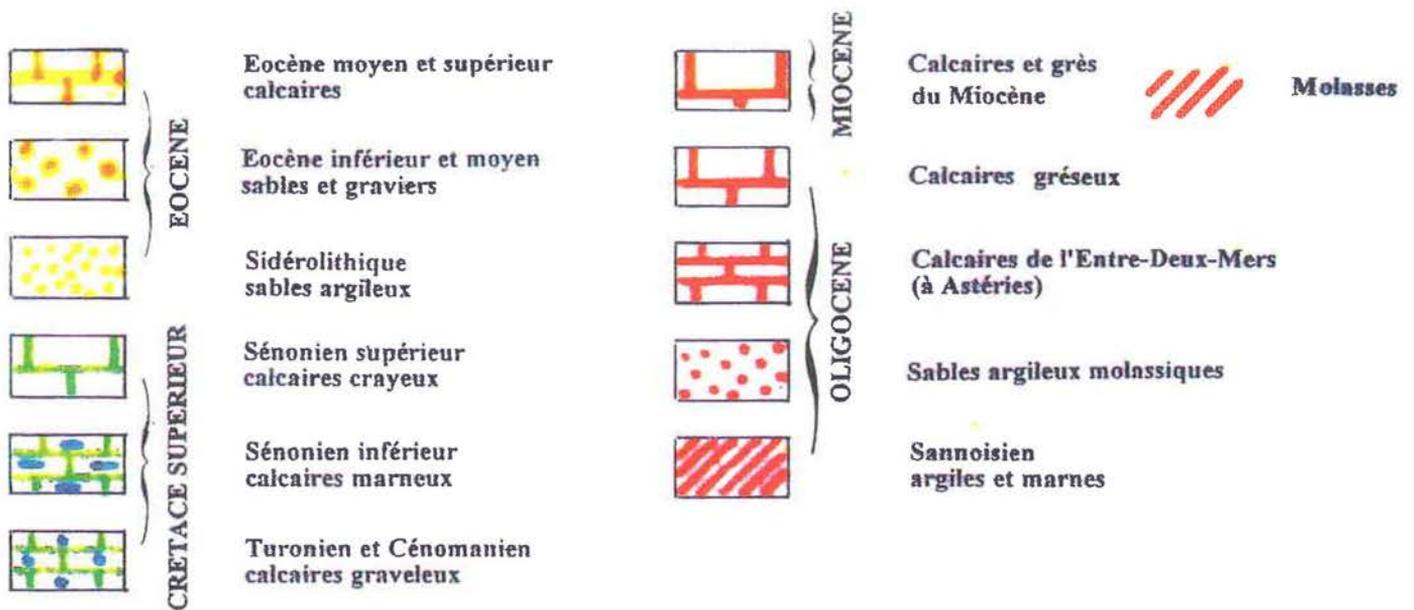


Fig. 6.3 : géologie simplifiée du substratum dans l'estuaire de la Gironde (premier terrain rencontré à l'affleurement ou sous le Plio-quaternaire)

plio-quaternaire décapée. On peut constater, en particulier, que les calcaires de l'éocène supérieur et moyen affleurent en de nombreux pointements le long d'une bande qui va du phare de Cordouan à La Réole, le long de la partie occidentale de l'estuaire, des vallées de la Garonne et de la Dordogne. Les coupes géologiques I à V (fig. 6.2), réalisées perpendiculairement à l'axe d'écoulement du système estuarien, illustrent les plongements des couches

du nord-est vers le sud-ouest dus à la présence du dôme anticlinal de Jonzac. Ce dernier fait remonter en surface les couches profondes formant l'ossature régionale. Ces diverses coupes géologiques permettent de mettre en évidence les contacts entre formations perméables et eaux estuariennes. Les formations géologiques concernées sont :

- **pour le domaine marin de l'estuaire**
 - les calcaires du crétacé supé-

rieur,

- les calcaires de l'éocène moyen et supérieur (fond et rive gauche de l'estuaire en particulier)

- **pour le domaine estuarien**

- les sables de l'éocène moyen (fond et rive droite)
 - les calcaires de l'éocène moyen (fond et rive gauche).
- Les risques de contamination potentielle des aquifères profonds par des eaux saumâtres existent principalement dans ces deux domaines.

Piezométrie de l'aquifère éocène (Figure 6.4)

L'aquifère des sables et calcaires de l'éocène fournit 60 millions de m³ par an d'eau potable. Les prélèvements dont les historiques sont connus (fig. 6.5) ont provoqué d'importants abaisssements de la pression. Dans le sous-sol bordelais, les forages, autrefois artésiens jaillissants, ont des niveaux situés à - 35 m par rapport au fleuve.

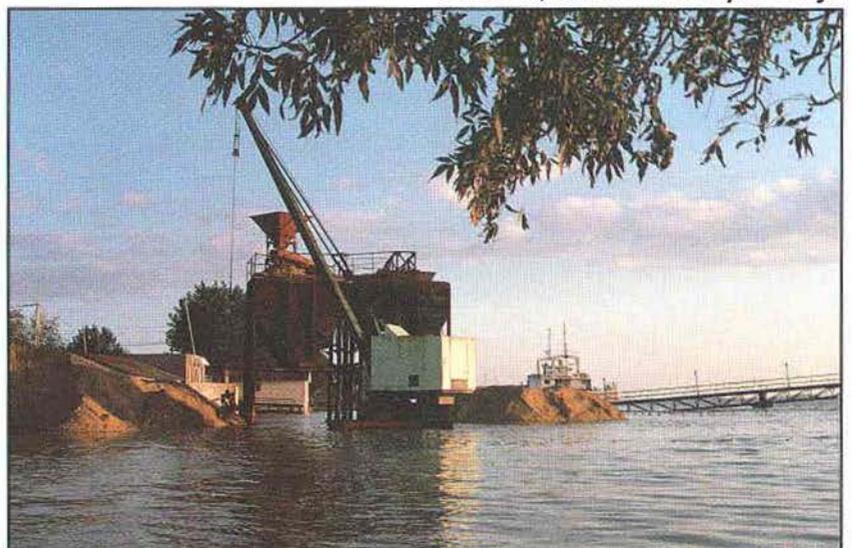
Dans la région du Verdon, la nappe est en équilibre avec les eaux océaniques. Elle est salée. Dans les zones d'affleurement des calcaires et des sables éocènes en fond d'estuaire, la pression de la nappe n'est pas connue avec certitude. Il est supposé que celle-ci est comprise entre + 1 et + 2,5 NGF. Les travaux d'extraction des vases pour la navigation peuvent mettre à nu les sables et les calcaires de l'éocène.

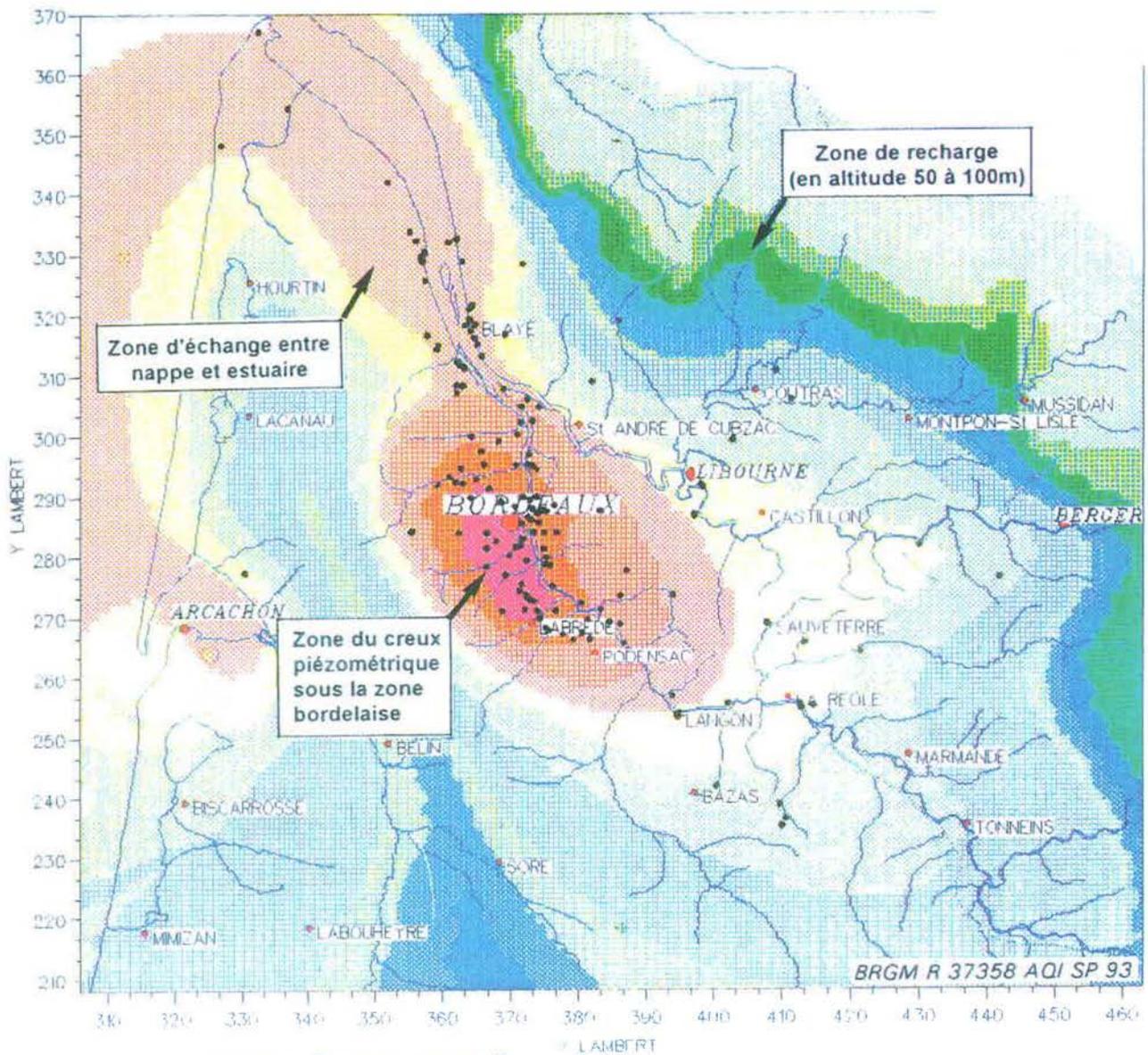
Entre Blaye et le Bec d'Ambès, la nappe est captive et la pression est de l'ordre de + 2,5 NGF. Cette «charge hydraulique» provoque une contre-pression entre la zone marine d'affleurement et l'important creux piézométrique bordelais. Elle



Falaise, Talmont

*Port aux Graves
Au fond, le bac Lamarque-Blaye*





Extrait "Zone centrale"

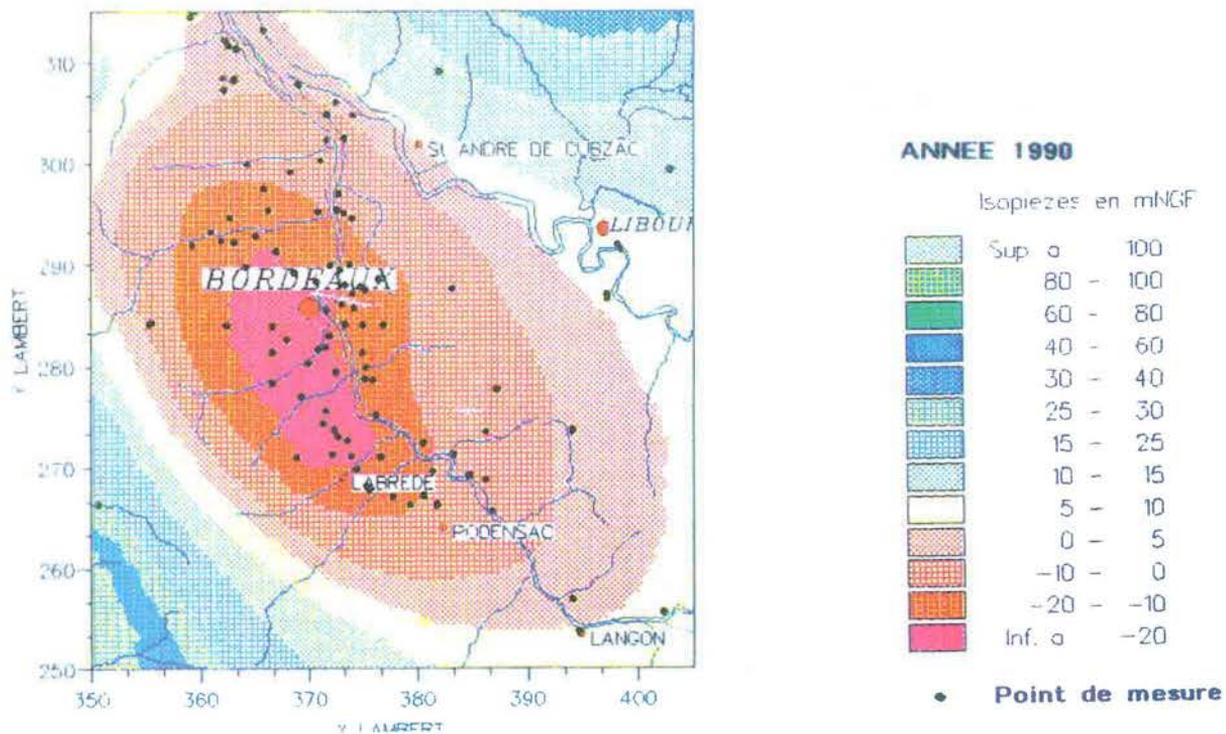
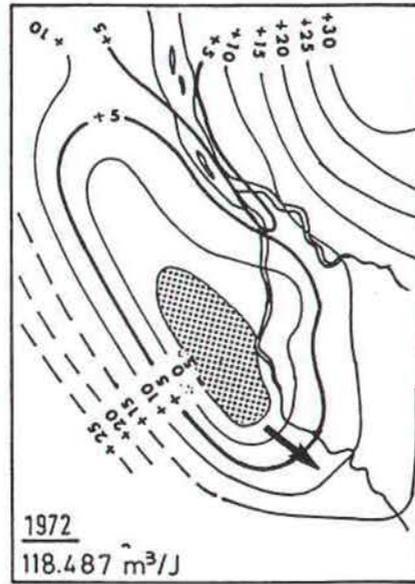
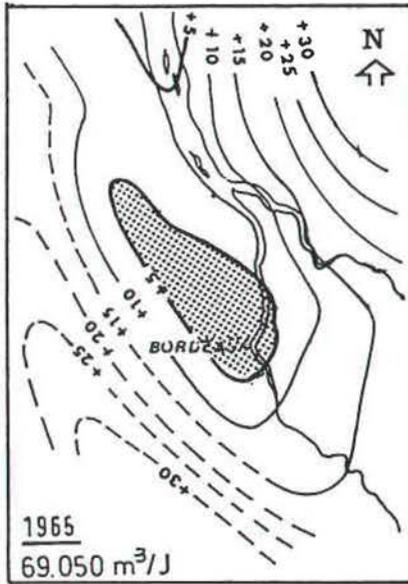


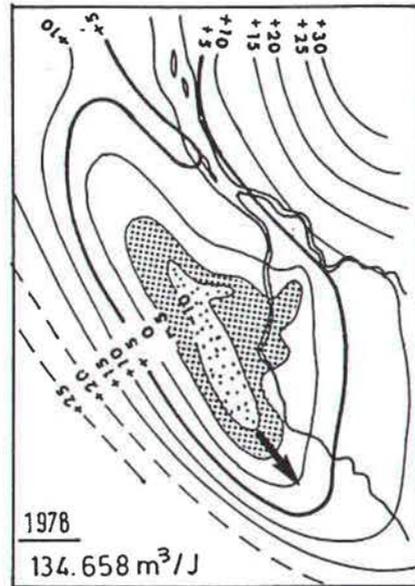
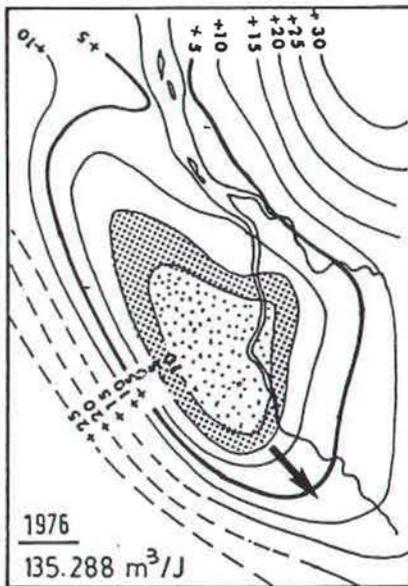
Fig. 6. 4 : nappe de l'éocène moyen - carte piézométrique



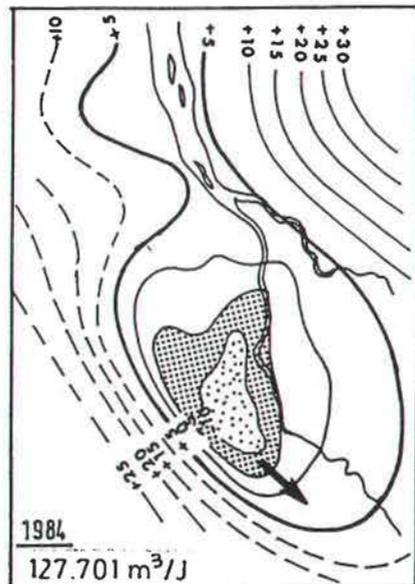
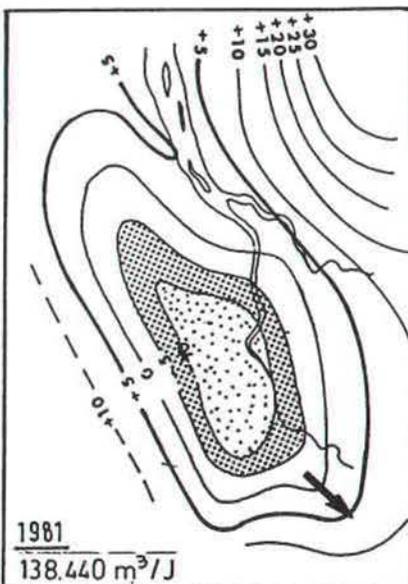
LEGENDE

- + 5 N.G.F
- 0 N.G.F
- ▨ - 5 N.G.F
- ▩ -10 N.G.F

118.487 m³/J - Prélèvement dans le département de la Gironde



Nota: à partir de 1972 implantation des ouvrages nouveaux vers le Sud-Est, pour y déplacer le creux piézométrique



BRGM R 37358 AQI SP 93

Fig. 6. 5 : nappe de l'éocène moyen - Historique de la piézométrie dans la zone bordelaise

interdit aux eaux de l'estuaire de pénétrer dans la nappe et de progresser. Si cette surcharge est détruite par pompage, une pollution difficilement réversible envahira la principale ressource en eau potable du département

qui ne sera plus potable dans le sous-sol bordelais. On notera le déplacement vers le sud-est (fig.6.5) des pompages, au cours des deux dernières décennies. Aussi, depuis trente ans, un décret-loi de pro-

tection des nappes a été mis en place en Gironde. Le Conseil Général de la Gironde avec l'appui du Ministère de l'Industrie, gère avec le Service Régional Aquitaine du BRGM les aquifères profonds.

Conclusion et propositions

L'amélioration des connaissances géologiques et une meilleure gestion des ressources en eau nécessiteraient trois types d'action prioritaire.

■ Synthèse sur la géologie du substratum

D'importantes inconnues demeurent sur la nature et le gisement des couches géologiques entre les affleurements des rives droite et gauche et les accidents tectoniques qui les affectent.

Une représentation en trois dimensions permettrait d'évaluer les relations possibles entre les aquifères et les eaux de l'estuaire, d'optimiser les travaux d'aménagements et de préconiser des mesures efficaces de protections environnementales.

■ Synthèse sur les nappes alluviales

Une synthèse des études hydrogéologiques sectorielles d'évaluation qualitative et quantitative des ressources en eau de la nappe des graviers sous-flandriens, permettrait:

- d'apprécier les relations de cette nappe avec les aquifères latéraux des coteaux et les eaux de l'estuaire ;
- de sauvegarder cet aquifère, là où les prélèvements agricoles risquent d'induire une salure

irréversible et inversement d'exploiter les zones où les ressources permettraient des prélèvements utilisables en solution alternative aux nappes profondes, et/ou de diversifier les usages de l'eau.

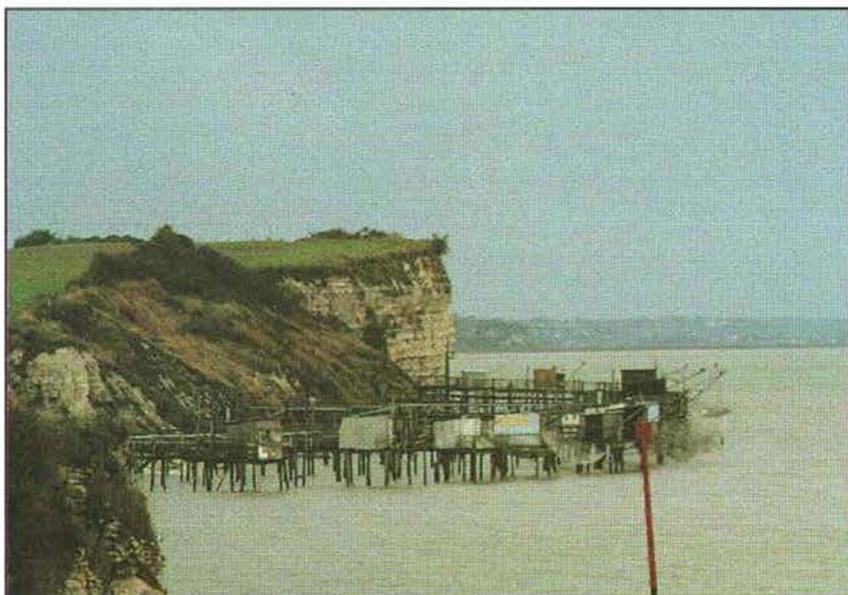
■ Positionnement de l'exutoire de la nappe de l'éocène moyen

Il faut positionner avec précision, au fond de l'estuaire, l'exutoire de la nappe des sables et calcaires de l'éocène. En amont de celui-ci, là où la nappe est toujours captive, des piézomètres seront réalisés afin de contrôler la pression rési-

duelle à proximité du niveau de base et d'identifier un éventuel biseau d'intrusion d'eau estuarienne minéralisée. Ces forages constitueront un réseau de suivi et d'alerte.

Ce réseau d'alerte permettra de moduler, si nécessaire, les prélèvements de la région bordelaise, avant que des eaux polluées n'atteignent le creux piézométrique. Il viendra compléter l'opération de gestion des nappes menée depuis 30 ans par le service géologique régional Aquitaine du BRGM avec le ministère de l'industrie et le conseil général de la Gironde.

Falaise de Talmont



7

Occupation de l'espace et protection de l'environnement

La Gironde recèle de grandes richesses biologiques et les paysages de l'estuaire constituent un patrimoine important qu'il convient de conserver. La bibliographie consultée sur l'occupation de l'espace et les contraintes d'environnement comporte plus de cent ouvrages de nature très diverse :

- ouvrages grand public (atlas, cassettes ...),
- rapports spécialisés écrits, le plus souvent, par des administrations (DIREN, Agence de l'Eau, Equipement, Conservatoire du Littoral, Port Autonome, Université...)
- ou des bureaux d'étude ou associations (SEPANSO ...),
- travaux scientifiques (thèses ...).

La lecture de cette bibliographie permet de constater que la connaissance de l'estuaire de la Gironde comporte encore quelques lacunes.

Tout d'abord on note la quasi absence de références pour plusieurs régions, notamment pour les vallées de l'Isle et de la Dordogne. Pour d'autres secteurs comme le Bec d'Ambès, le Médoc, les données demeurent partielles. D'autre part on remarque que la bibliographie ne comporte pratiquement aucun ouvrage de synthèse sur les grands thèmes traités (faune, flore, paysage, occupation du sol).

Les carences concernant l'occupation du sol sont les plus nettes. Les rares ouvrages consultés étaient des monographies de communes.

Les renseignements fournis étaient très ponctuels et ne permettaient pas la généralisation à une plus vaste région.

Seules les cartes de l'I.P.L.I. offrent une synthèse, mais elles sont déjà anciennes. En ce qui

concerne les milieux naturels, il est surprenant de constater que les marais, si caractéristiques de l'estuaire, n'ont fait l'objet d'aucune synthèse. Seule la thèse d'Enjalbert considère les marais de Gironde dans leur ensemble, mais elle n'aborde que les aspects géologiques et morphologiques. Ce manque de vision synthétique révèle que l'estuaire de la Gironde n'est pas considéré comme une véritable entité géographique ou que les problèmes existants n'ont pas une acuité telle qu'ils nécessitent une étude globale.

Occupation de l'espace

■ Démographie et taux d'activité dans l'estuaire

Population (Fig. 7.1)

La zone de l'estuaire apparaît en 1990 peu peuplée, à l'exception de quelques pôles constitués par Royan, Blaye et Pauillac. Au contraire, la population des vallées affluentes est importante grâce à la présence des agglomérations de Bordeaux (Bourgeois, Sud-Médoc), et autour de Royan. Néanmoins la région de l'es-

Libourne, et d'un chapelet de bourgs de petites villes : Langon, La Réole, Cadillac, Castillon-la-Bataille ...

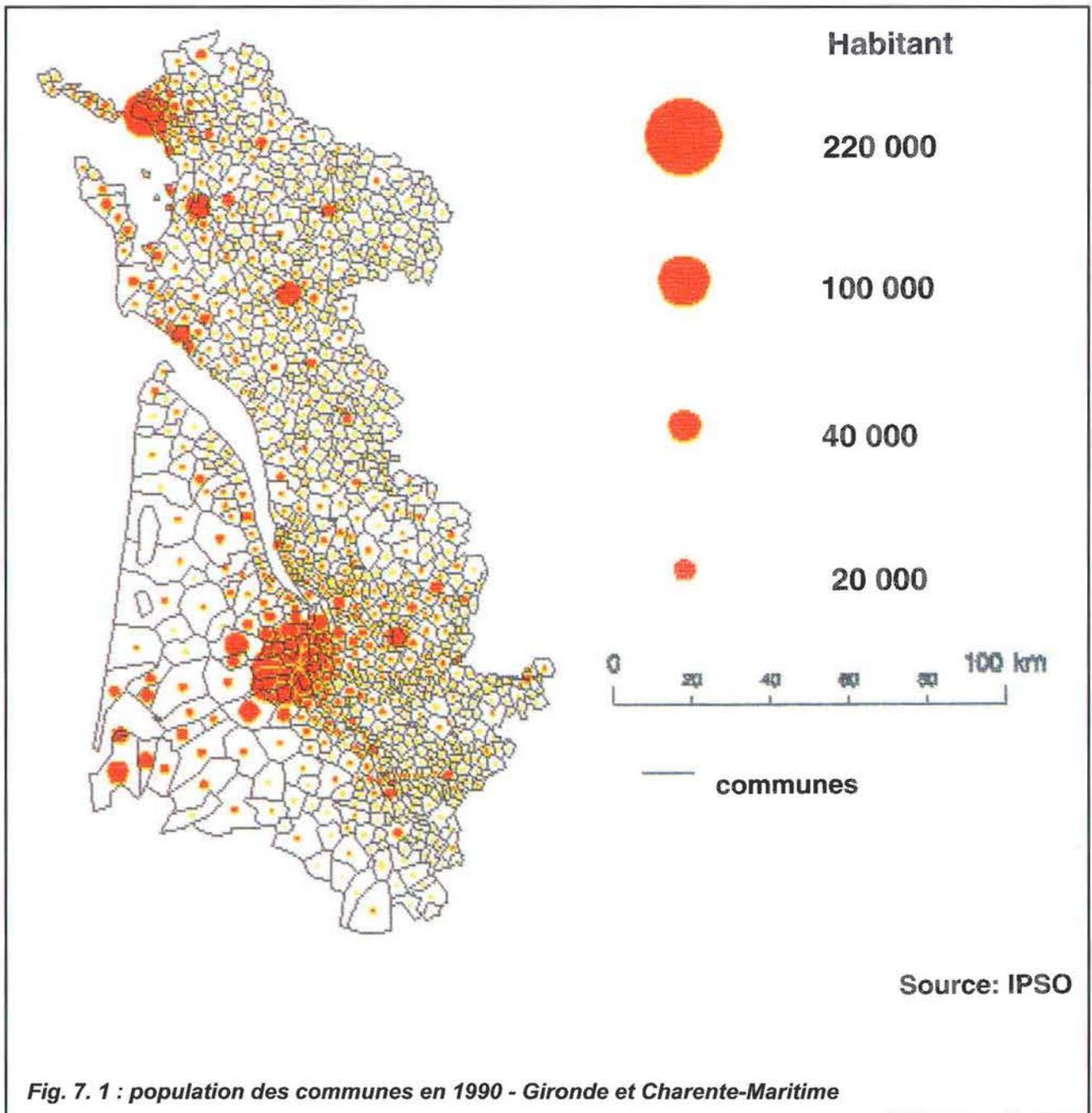
Sur les rives de la Gironde, les marais de Braud-et-St-Louis et du Nord-Médoc sont les secteurs les moins peuplés, alors que des zones plus peuplées se trouvent à proximité de Bordeaux (Bourgeois, Sud-Médoc), et autour de Royan. Néanmoins la région de l'es-

tuaire de la Gironde est faiblement urbanisée. Bordeaux mis à part, seuls Libourne et Royan excèdent 20 000 habitants.

Densité de population

(Fig. 7.2)

L'estuaire de la Gironde se distingue par ses faibles densités de population, surtout au nord (Marais du Nord-Médoc, de Braud-et-St-Louis) où elles



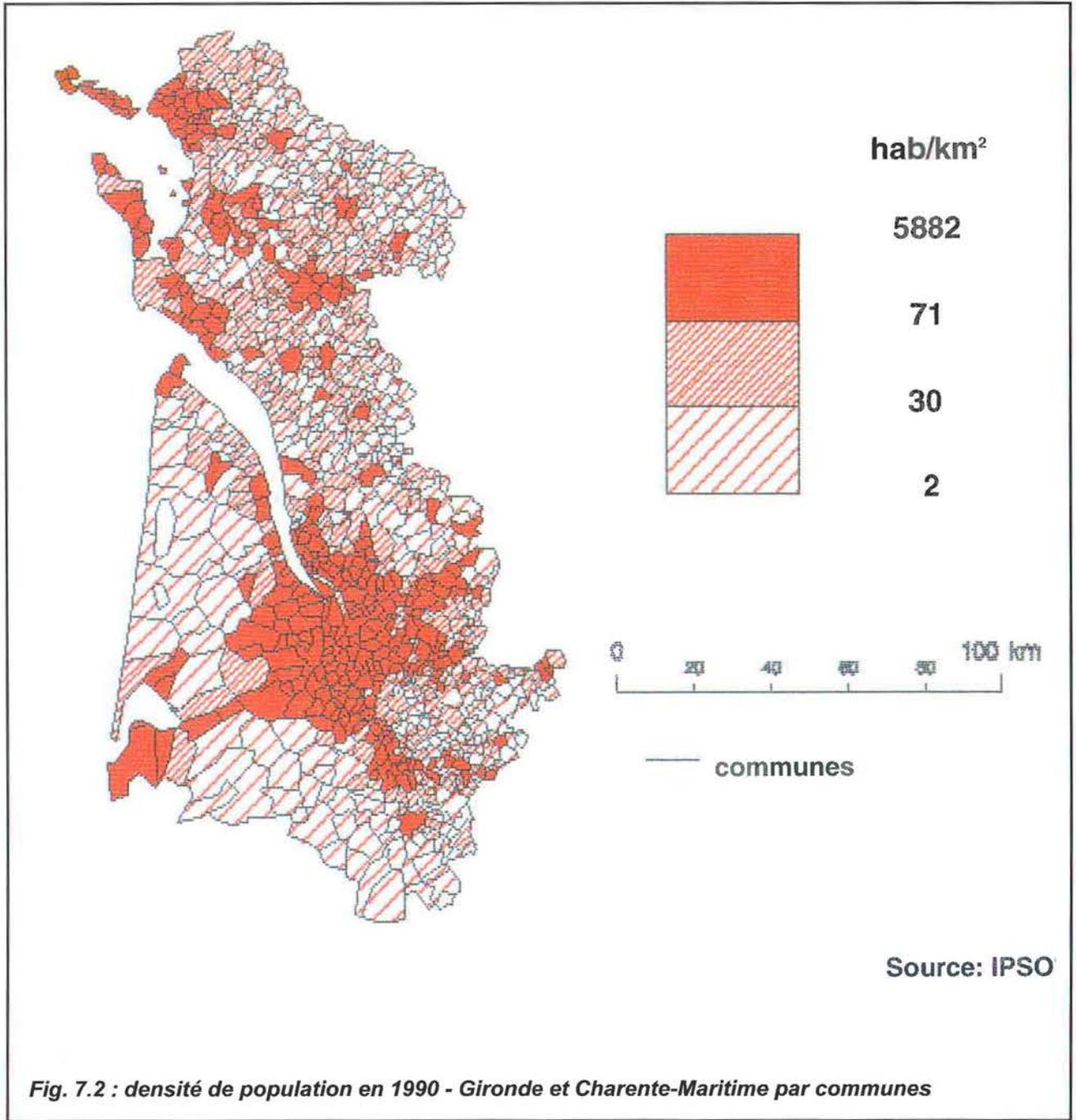


Fig. 7.2 : densité de population en 1990 - Gironde et Charente-Maritime par communes

sont comprises, en 1990, entre 2 et 30 habitants au km². Toutefois, les densités sont plus élevées, autour de l'agglomération bordelaise, dans les régions viticoles (Blayais, Bourgeais, Haut-Médoc) et dans la zone touristique de la presqu'île d'Arvert.

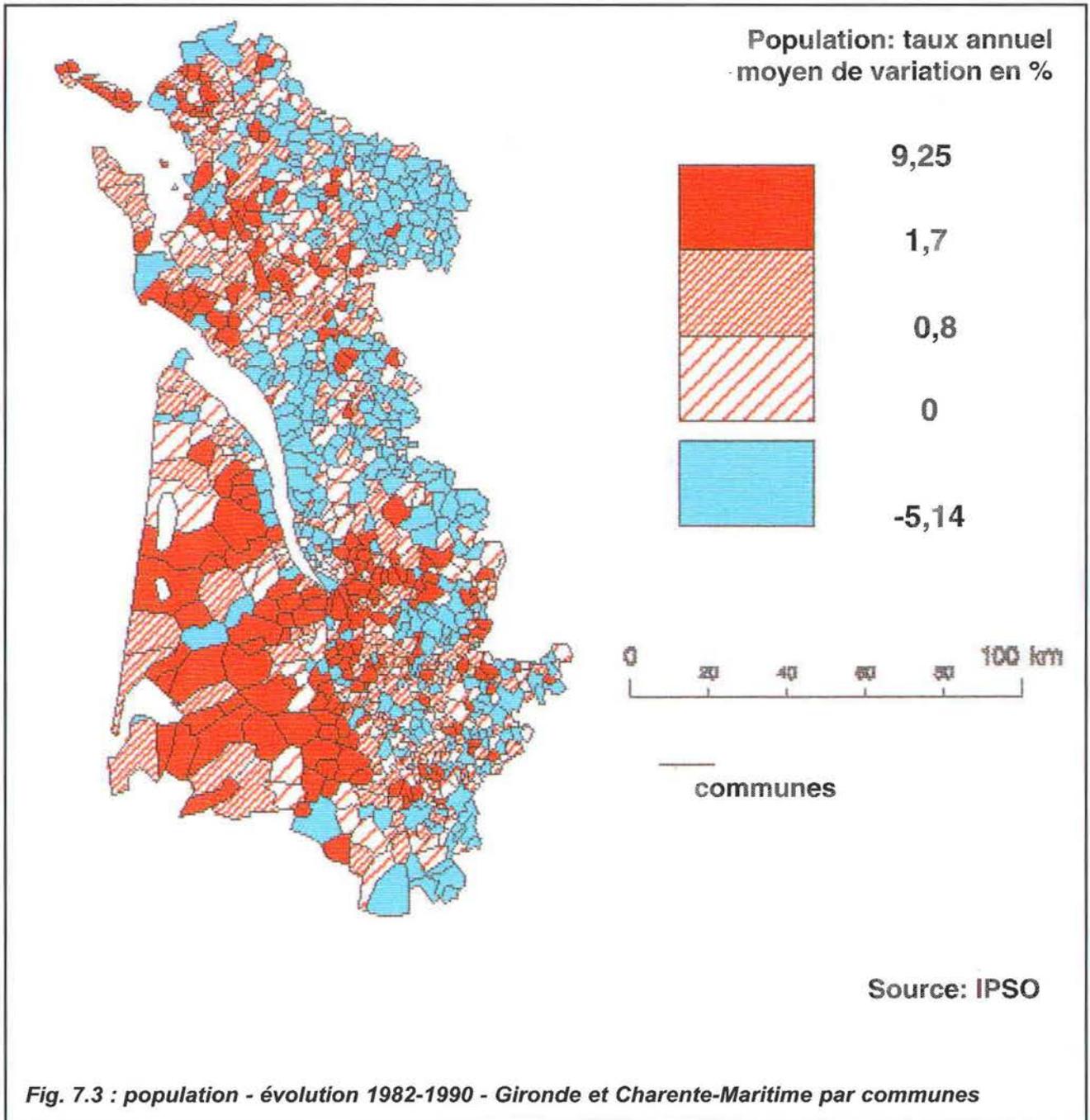
Les vallées de la Garonne, de la Dordogne et de l'Isle ont de plus fortes densités (supérieures à 71 habitants au km²) qui diminuent au fur et à mesure que l'on s'éloigne de Bordeaux. L'agglomération bordelaise

exerce en effet une forte attraction qui diminue avec la distance.

L'estuaire de la Gironde et les vallées affluentes connaissent depuis 1982 une très faible croissance, voire pour certains secteurs, une décroissance de la population (Fig. 7.3). La rive droite de Bourg-sur-Gironde à Meschers est la plus touchée par cette baisse de population (plusieurs communes ont perdu plus de 5 % de leur population). Le Médoc résiste mieux : seules les zones de Pauillac et du

Verdon enregistrent une diminution. Les vallées de la Garonne et de la Dordogne sont moins affectées par ce phénomène de décroissance mais ne connaissent pas de progrès spectaculaire du nombre de leurs habitants. Seules les communes proches de Bordeaux voient leur population s'accroître de manière significative.

Cette baisse quasi-générale de population traduit une situation socio-économique en difficulté. Les régions les plus touchées



cumulent plusieurs handicaps : une population faible, de faibles densités et une économie peu dynamique.

En ce qui concerne le nombre de logements construits depuis 1982, l'estuaire apparaît défavorisé : le rythme de la construction est dans l'ensemble assez médiocre (moins de 17% des logements ont été construits entre 1982 et 1990). Seuls quelques secteurs sont dynamiques : la presqu'île d'Arvert, pôle touristique, le Blayais, qui

a bénéficié de l'installation des personnes employées à la centrale nucléaire de Braud et St-Louis.

Les vallées de la Garonne, de la Dordogne et de l'Isle semblent aussi plus dynamiques car elles connaissent un phénomène de périurbanisation lié à la présence de Bordeaux. Cependant, après Langon et Libourne, le rythme de construction baisse. Cette faible croissance du parc immobilier peut-être l'une des conséquences

d'un accroissement démographique médiocre.

Emploi : taux d'activité et chômage (Fig. 7.4)

En ce qui concerne le taux d'activité, deux secteurs s'individualisent nettement en 1990. La Gironde, du Bec d'Ambès à la pointe de la Coubre possède de très faibles taux d'activité, souvent compris entre 52,7 et 77,6%. Seul le secteur de Pauillac atteint 81 % d'actifs. Au contraire, les communes rive-

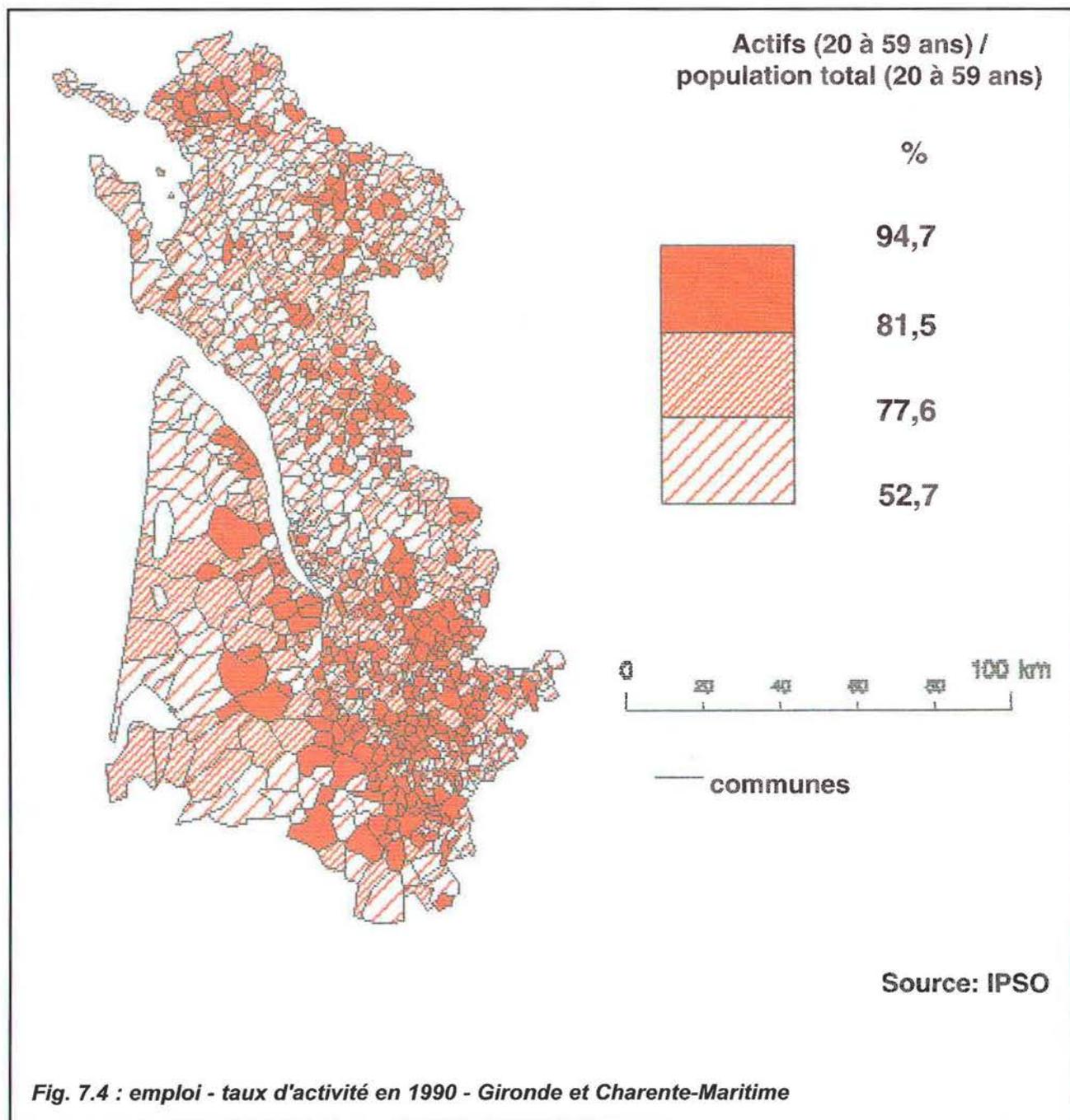


Fig. 7.4 : emploi - taux d'activité en 1990 - Gironde et Charente-Maritime

raines de la Garonne, de la Dordogne et de l'Isle ont des taux d'activités plus élevés.

Ces faibles taux d'activités observés sur les rives de la Gironde peuvent s'expliquer par la faible part occupée par les femmes dans la population active, et par un secteur tertiaire peu développé.

En ce qui concerne le taux de chômage (Fig. 7.5), la situation est contrastée d'une région à l'autre de l'estuaire. Le nord-Médoc, la presqu'île d'Arvert, le

Bec d'Ambès et la vallée de l'Isle apparaissent particulièrement touchées par le chômage compris entre 13 et 35 % de la population active. Au contraire, l'agglomération bordelaise, les vallées de la Garonne et de la Dordogne sont relativement épargnées.

Le chômage affecte surtout les zones sous-industrialisées (marais du Nord-Médoc), les zones marquées par la mono-industrie (Pauillac, Le Verdon, presqu'île d'Ambès) et la région

de Royan, qui vit essentiellement du tourisme. Il touche en fait de plein fouet les secteurs de mono-activité économique. Les vallées de la Dordogne et de la Garonne, de même que l'agglomération de Bordeaux résistent mieux, car leurs activités sont plus diversifiées : industrie de pointe ou plus traditionnelle, artisanat, agriculture ... L'estuaire de la Gironde connaît des difficultés économiques et démographiques qui se traduisent par des taux de chômage



**Citadelle, remparts
et échauguette sud - Blaye**

**Eglise Ste Radegonde
- Talmont**



Médoc et Jau-Dignac-et-Loirac. Le long de la Gironde, de la Garonne, de la Dordogne et de l'Isle, la plupart des communes sont dotées d'un Plan d'Occupation des Sols, ou ont entamé une procédure pour disposer d'un P.O.S. (POS «prescrits»). Parmi ces communes, beaucoup sont en train de réviser leur POS, notamment autour de Bordeaux et dans la presqu'île d'Arvert. Il s'agit en effet des deux secteurs où la pression urbaine est la plus forte (influence de Bordeaux sur les communes de l'agglomération, développement touristique autour de Royan). On remarque

que les deux départements connaissent une situation différente. En Gironde, une proportion non négligeable de communes n'ont aucun document d'urbanisme à leur disposition. Il s'agit de petites communes, qui reçoivent très peu de demandes de permis de construire. Deux communes ont un MARNU (Modalités d'Application du Règlement National d'Urbanisme), et appliquent la règle de la constructibilité limitée, en continuité avec le bâti existant, ceci afin d'éviter le mitage. Au contraire en Charente Maritime, toutes les communes, même les moins peu-

plées (Arces sur Gironde, St-Bonnet sur Gironde, St-Dizant-du-Gua...) ont un POS. Ceci correspond à une volonté de maîtriser l'urbanisme le long de l'estuaire de la Gironde. Il apparaît donc que la région de l'estuaire de la Gironde est peu industrialisée. Les communes, conscientes de cette faiblesse, prévoient dans leur POS des zones réservées aux activités industrielles ou artisanales. Toutefois, pour attirer les entreprises, elles doivent disposer d'autres atouts (voies de communication performantes, situation économique favorable), qui font parfois défaut.

■ Activités agricoles

Il n'existe, à notre connaissance, aucun document décrivant les activités agricoles le long de l'estuaire.

Les seuls documents facilement accessibles concernent le recensement agricole de 1988 réalisé par les Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt des départements de Charente Maritime et de Gironde. Mais les informations ne sont pas traitées de la même manière et, lorsqu'elles le sont, les cartes ne sont pas à la même échelle. Il n'était pas dans la vocation du travail de synthèse de reprendre les informations de base et de les retraiter pour avoir une cartographie unique.

En Charente Maritime, la superficie agricole utilisée (SAU) occupe les deux tiers de la surface départementale alors que la Gironde ne consacre qu'un tiers de sa surface à l'agriculture (dans ce département 50 % du territoire est recouvert par la forêt).

Comme dans toute la France les effectifs agricoles et le nombre d'exploitations diminuent. 15800 exploitants en Charente

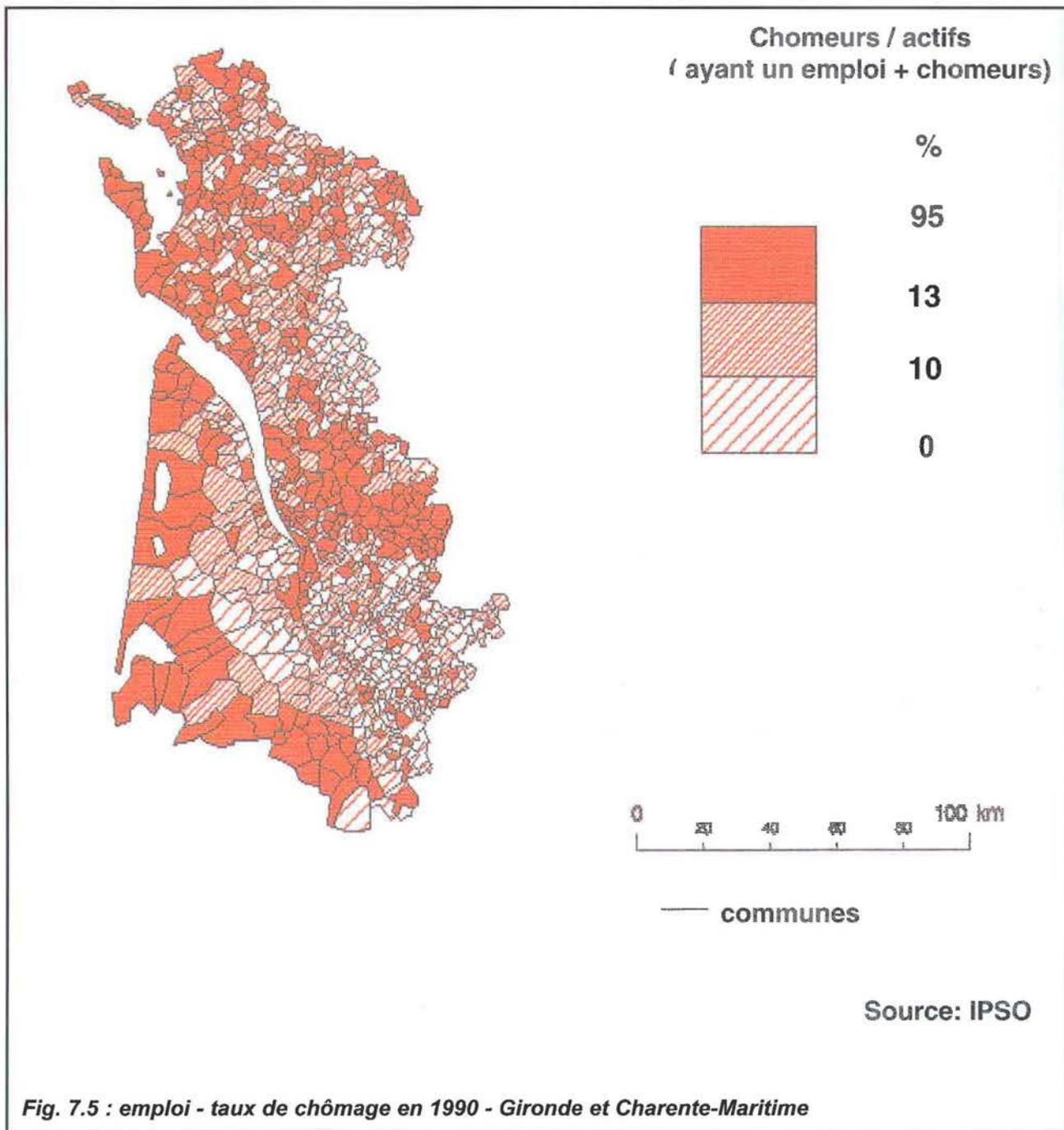


Fig. 7.5 : emploi - taux de chômage en 1990 - Gironde et Charente-Maritime

élevés, et une baisse de population. Une population plus dense, une économie relativement diversifiée, mais aussi un réseau de transport aux mailles serrées permettent aux régions situées en amont du Bec d'Ambès de connaître une situation socio-économique plus favorable. Cependant l'équilibre demeure précaire, comparé à d'autres régions de France. Le taux de chômage dans le département de la Gironde comme dans celui de Charente Mari-

time atteint 15 % ce qui situe ces départements nettement au-dessus de la moyenne nationale.

■ Zones d'activité et urbanisation le long de l'estuaire

Le long de la Gironde, les zones d'activités sont peu nombreuses. Elles sont surtout situées dans les communes ayant une installation portuaire: Le Verdon, Pauillac, Blaye, Ambès. Royan possède une

zone d'activités importante près de l'aéroport de Royan-Médis. Sur les rives de l'Isle, de la Garonne et de la Dorgone, les zones d'activités sont également peu nombreuses. Toutefois, le long de la Garonne, les POS comportent de nombreuses zones qui pourront plus tard accueillir des activités d'industrie, de commerce ou d'artisanat. Cette situation se retrouve dans le Nord Médoc, notamment dans les communes de Soulac-sur-Mer, Talais, St-Vivien-de-

Maritime regroupent une population familiale qui approche 50000 personnes dont près de 29 000 actives. Près de 10 000 exploitations ont disparu depuis 1970, dont 85 % dans la taille de moins de 20 hectares. 12000 hectares ont été soustraits à l'agriculture depuis 1970.

Le vignoble, avec 44 000 ha en 1988, revient à son niveau de 1970.

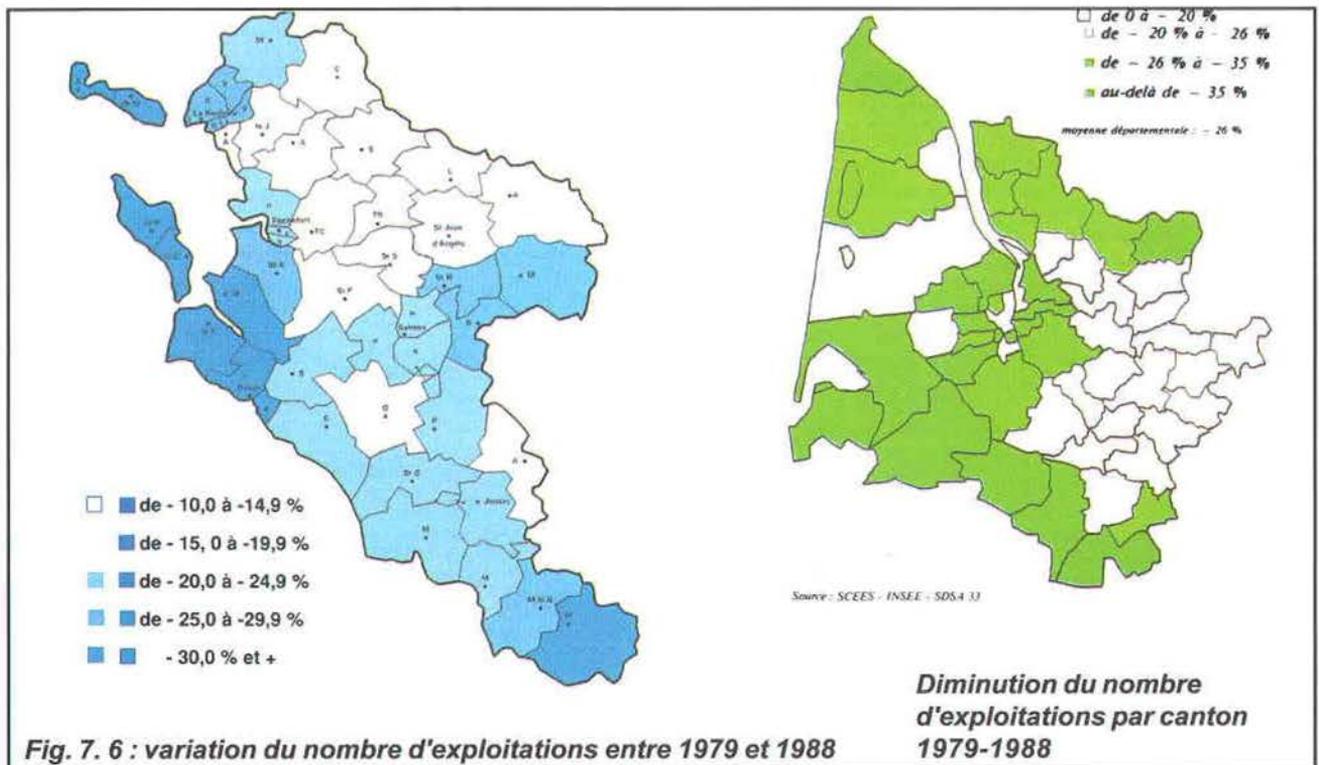
Les surfaces fourragères ont régressé de 50 % en moins de vingt ans (231 000 ha en 1970, 122 000 en 1988). A l'opposé, il est observé une augmentation spectaculaire de l'ensemble céréales-oléo-protéagineux : 171 000 ha en 1970, 271 000 en 1988.

La SAU girondine a perdu 19200 ha depuis le dernier recensement (1979), soit moins qu'entre les deux recensements précédents (27 900 ha entre 1970 et 1979). La SAU a progressé dans les zones de viticulture et de grande culture. Elle a régressé dans les zones d'élevage et autour des agglomérations urbaines. Le nombre d'exploitations est passé de 32000 en 1970 à 18 300 en 1988.

Comme en Charente maritime, il y a augmentation de la taille des exploitations. Certaines formes d'agriculture se maintiennent : la viticulture de qualité, les «grandes cultures», les cultures spéciales (maraîchage,

horticulture, pépinières) et fruitières, la polyculture (le maïs, par exemple, voit sa surface augmenter considérablement. Il occupe près de la moitié des terres labourables).

La régression la plus forte concerne les orientations animales: 23 % des exploitations en 1988 contre 30 % en 1979. L'orientation bovine régresse de 50 %. La spécialisation laitière ne retrouve que le tiers de son effectif de 1979. Les surfaces fourragères ont perdu 37 300 ha. La figure 7.6 représente l'évolution du nombre d'exploitations entre 1979 et 1988 pour les départements de Gironde et de Charente Maritime. Ces graphiques sont extraits du recen-



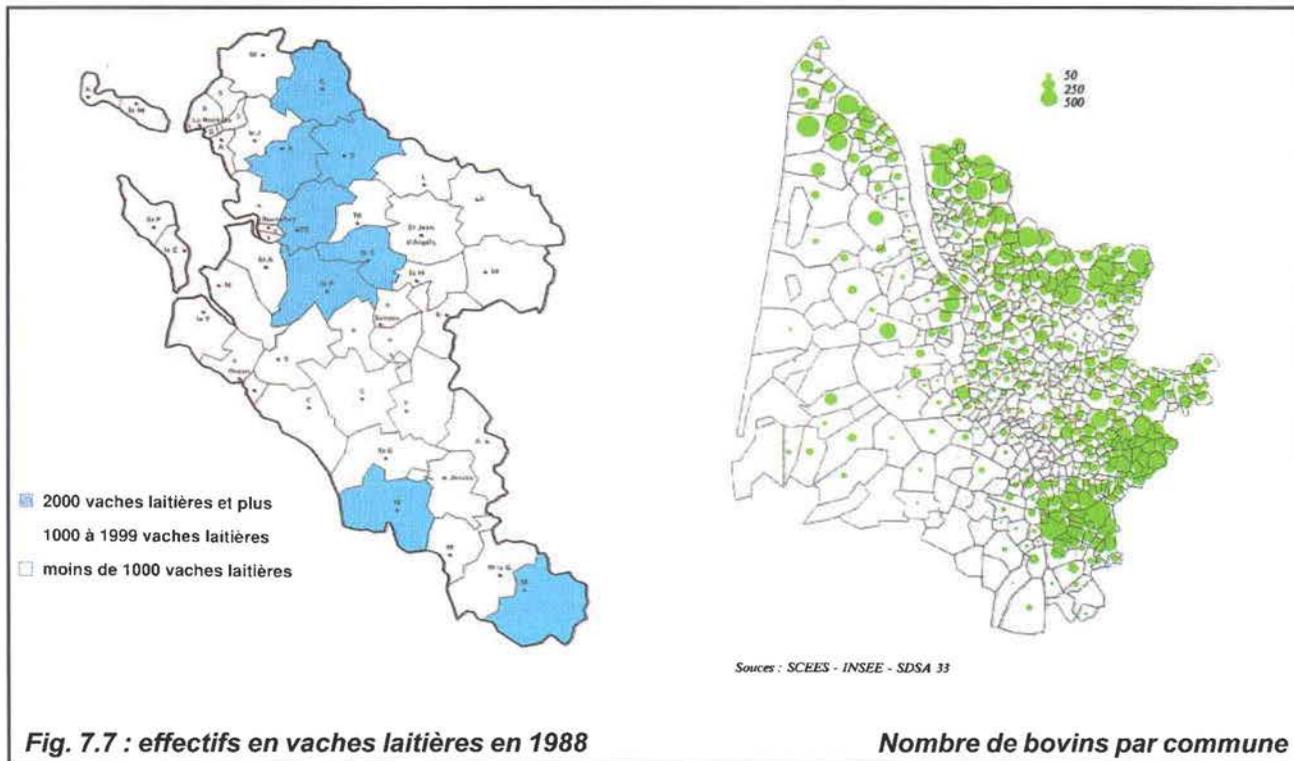
sement agricole de 1988.

Le nombre d'exploitations est en régression le long de l'estuaire, les secteurs les plus touchés étant la zone du Verdon et la région bordelaise sur la rive gauche et l'ensemble de la rive droite. Le nombre de bovins est représenté fig. 7.7 ; certaines

zones riveraines de l'estuaire ont des densités relativement importantes ce qui peut occasionner, localement, une contamination bactérienne par ruissellement.

L'importance des surfaces cultivées en vigne est montrée fig. 7.8 : le sud du département de

la Charente Maritime, les rives droite et gauche de la Gironde en aval du bec d'Ambès, la vallée de la Dordogne et le sud de la vallée de la Garonne sont des zones où la culture de la vigne est très développée. Cela peut avoir des conséquences sur les teneurs en cuivre dans les eaux



de ruissellement. La progression des surfaces irriguées se fait à un rythme spectaculaire (fig. 7.9). En Gironde il y avait en 1988 près de 33 000 ha irrigués contre 20 000 en 1979, le maïs représentant les 4/5 de l'irrigation. En Charente, la capacité totale d'irrigation (surface

irrigable au moins une fois/an) dépasse 58000ha soit 13 % de la S.A.U. Les surfaces irriguées ont été multipliées par 3,5 entre 1979 et 1985. Le maïs occupe les 3/4 de la surface irriguée. La capacité cumulée des débits des installations d'irrigation s'élève à 118 000 m³/heure. Il

peut donc y avoir, à terme, un problème d'accès à la ressource, d'autant plus qu'il ne faut pas perdre de vue les remarques établies au chapitre précédent. La gestion de la ressource en eau devient, pour la Gironde et la Charente Maritime, une priorité.



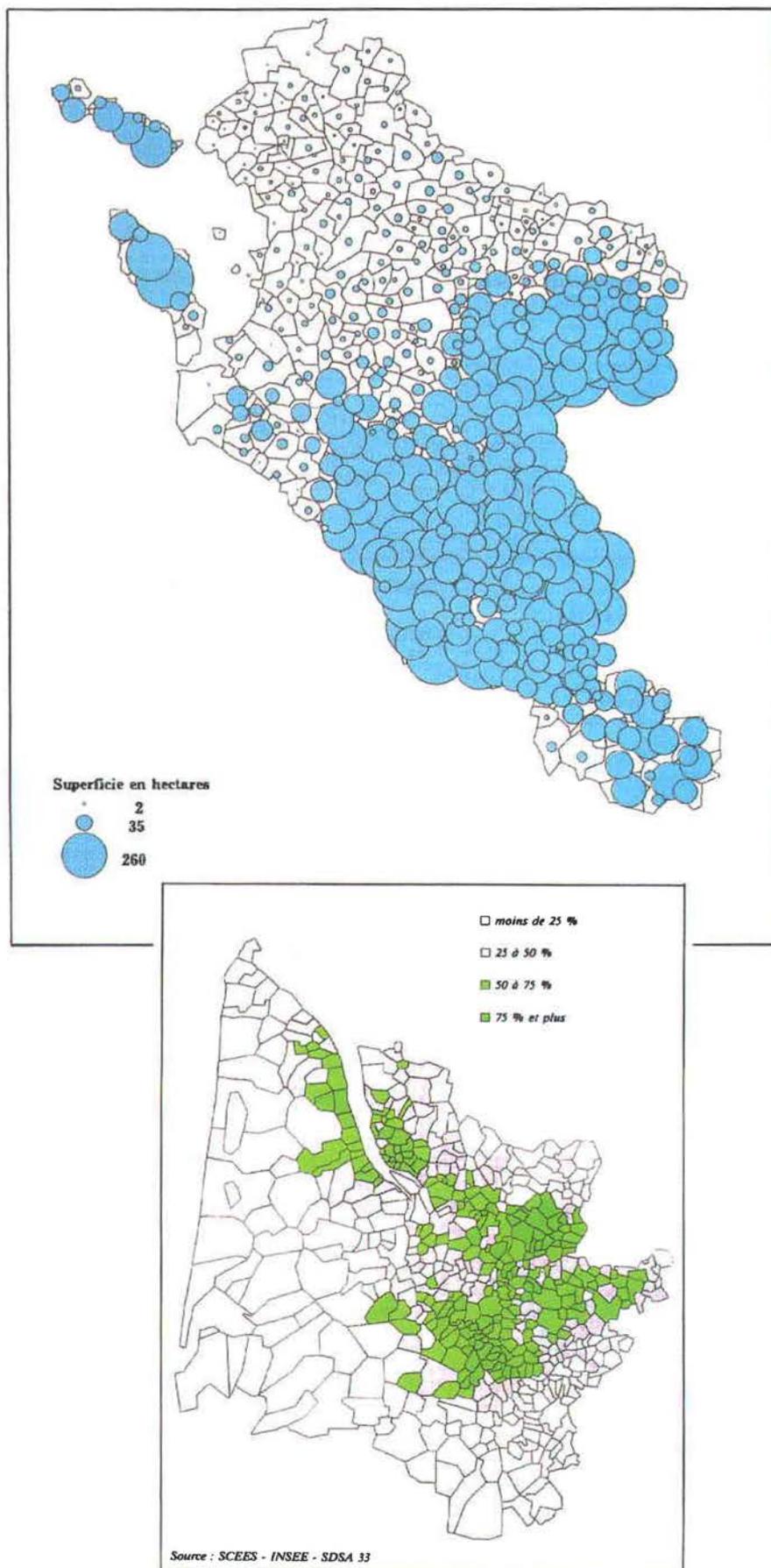
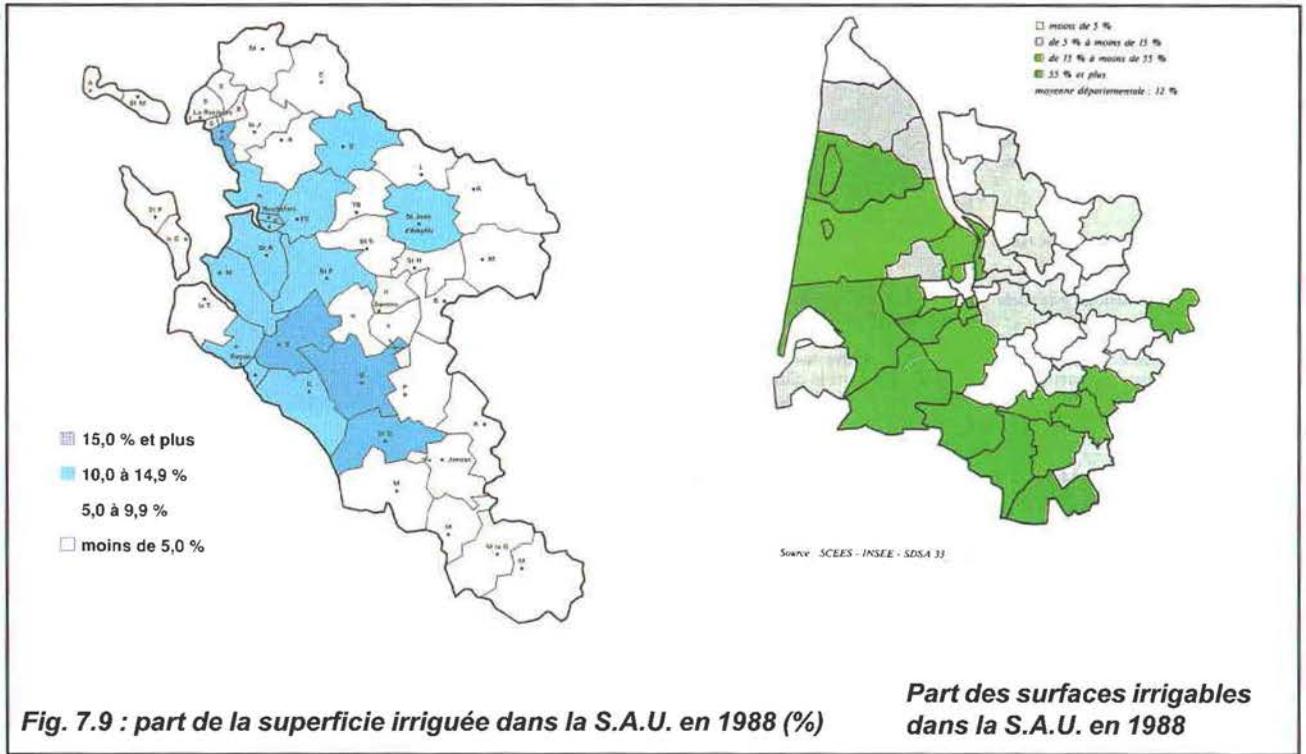


Fig. 7.8 : part de la superficie totale en vigne dans la S.A.U. en 1988
Part de la vigne dans la S.A.U. en 1988 (par commune)



Intérêt faunistique, floristique et paysager des rives de l'estuaire

L'estuaire de la Gironde, le plus vaste d'Europe occidentale, recoupe des régions aux faciès différents. Au nord, le bourg de Talmont et ses petites maisons blanches appartient déjà aux pays charentais. Sur la rive gauche, les châteaux sont caractéristiques du Bordelais viticole. Entre Langon et La Réole, la vallée de la Garonne, perdant peu à peu ses vignes et se couvrant de maïs annonce le Lot et Garonne.

Il concerne donc une extraordinaire richesse de paysages et de milieux, chacun d'eux abritant une faune et une flore différentes.

La variété des milieux naturels est en effet un élément majeur de l'estuaire de la Gironde. Les marais couvrent d'immenses étendues le long des rives de l'estuaire, mais ils ne sont pas uniformes. Il faut distinguer le «marais mouillé», souvent

tourbeux, mal drainé, laissé aux prairies, du «marais desséché», sillonné de canaux et mis en culture. Ces marais constituent des milieux très riches sur le plan de la faune et de la flore : espèces aquatiques, oiseaux, amphibiens et reptiles peuplent ces marais. Toutefois, s'ils sont très vastes, les marais n'occupent pas la totalité des rives de l'estuaire. En amont du confluent, les vallées alluviales de la Garonne, de la Dordogne et de l'Isle recèlent aussi des milieux intéressants : bocages, prairies, où vivent de nombreuses espèces (petit gibier, rapaces ...).

Le long de la Gironde, les marais cèdent parfois la place aux falaises mortes et aux coteaux, échancrés entre St-Bonnet sur Gironde et Mortagne par de profondes vallées sèches. Enfin à l'aval, l'estuaire devient plus maritime et l'on voit appa-

raître de nouveaux milieux (vases salées, abris formés par les conches ...) et de nouvelles espèces, oiseaux de mer notamment.

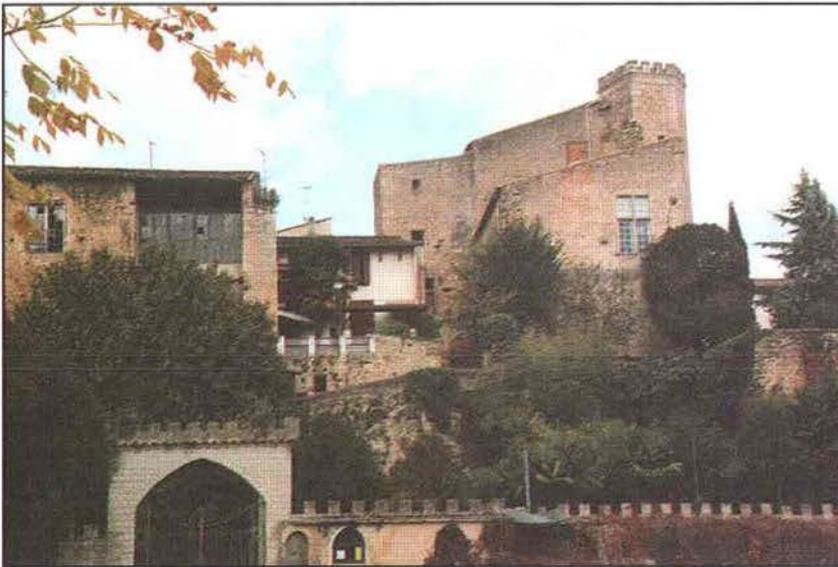
■ Les espèces rares ou protégées des rives de l'estuaire

Les espèces observées le long de l'estuaire sont très nombreuses, et certaines sont rares voire protégées, ce qui contribue à faire de l'estuaire de la Gironde un espace naturel d'intérêt majeur : *Fritillaria meteagris*, *Orchis laxiflora*, *Ranunculus lingua*, *Artemisia maritima*, *Inula critnoïdes*. Trois plantes méritent une attention particulière car elles sont endémiques aux estuaires de l'Ouest de la France (Loire, Charente, Gironde, Adour) et contribuent donc à leur originalité. Il s'agit d'*Oenanthe foucaudii*, *Angelica heterocarpa* et *Leucoïum*



Château dans le Médoc

Saint Macaire



aestivum. Ces espèces poussent dans les parties hautes des vases soumises aux marées. De nombreuses espèces d'amphibiens et de reptiles fréquentent le bord de l'estuaire, notamment le très rare crapaud à couteaux et une tortue, la cistude d'Europe. Les marais constituent également une zone de prédilection pour plusieurs mammifères, menacés d'extinction. La loutre et le vison d'Europe sont présents le long de l'estuaire de la Gironde, alors qu'ils ont disparu de nombreuses régions françaises. Enfin, l'estuaire est riche de nombreuses espèces d'oi-

seaux. Il joue un rôle essentiel pour l'ensemble des oiseaux migrateurs de l'Ouest Paléarctique dont le flux se concentre entre les pointes de Grave et de la Coubre lors des migrations pré-nuptiales. Les zones humides en bordure de l'estuaire accueillent, durant cette période, de grandes concentrations d'oiseaux et en particulier des limicoles (chevaliers, bécasseaux, gravelots, courlis, spatules, vanneaux, bécassines...), des anatidés (canards, souchets, pilets, colverts, sarcelles, tadornes). Une partie de ces individus peuvent hiverner dans ces milieux. Enfin de nom-

breuses espèces nichent en bordure de l'estuaire, parmi lesquelles certaines sont rares et prestigieuses : busards, milans noirs, cigognes blanches, aigrettes, hérons (pourpres et cendrés), grêles ...

Cette richesse naturelle est d'autant plus précieuse qu'elle évolue dans un milieu encore relativement intact. Comparé aux autres grands estuaires français, Loire et Seine, la Gironde apparaît épargnée. L'industrie et l'urbanisation ne sont pas très développées le long de la Gironde, ou de manière très ponctuelle (complexe du Verdon, côte royannaise, Bec d'Ambès ...). De vastes espaces, souvent organisés par l'homme pour des productions agricoles extensives laissent se développer librement les phénomènes biologiques naturels. Dans ces zones, les milieux naturels ont un fonctionnement biologique peu perturbé, et conservent un certain équilibre. Ces secteurs constituent des points privilégiés pour l'observation et la connaissance des espèces végétales et animales.

L'estuaire de la Gironde est donc remarquable par la richesse des milieux et des espèces qu'il abrite, par leur originalité, et par leur caractère encore «naturel» et préservé. Il constitue également une région exceptionnelle par la qualité et la diversité des paysages. Ceux-ci, outre leur valeur purement esthétique, ont souvent un intérêt historique, culturel ou pittoresque.

■ L'intérêt paysager de l'estuaire

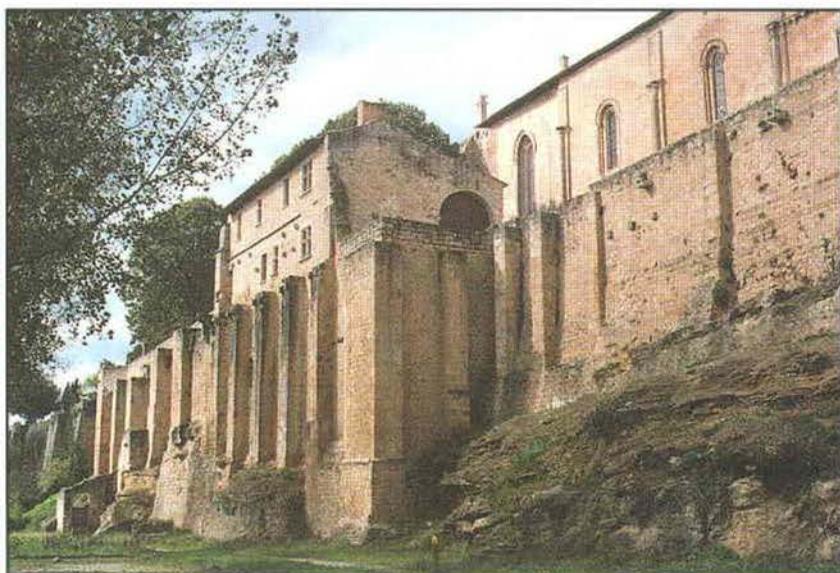
A la variété des milieux naturels correspond une variété de paysages, souvent frappants par leur originalité. Le long du fleuve, de l'amont vers l'aval, plusieurs séquences paysagè-

res se succèdent, enserrées de coteaux : la partie fluviale de l'estuaire, Garonne, Dordogne et Isle, en amont du Bec d'Ambès, l'archipel de la Gironde jusqu'à Pauillac, l'estuaire maritime, jusqu'à La Pointe de Grave, et enfin la partie océane, de Royan à la Pointe de la Coubre.

- A l'amont du confluent, les vallées de la Garonne, de la Dordogne et de l'Isle étalent leurs plaines alluviales, ourlées de coteaux. Le long de la Garonne, de Langon à Bordeaux, on distingue plusieurs types de paysages à forte identité : le bocage humide, cloisonné par les multiples haies, le paysage du vignoble de palus, le coteau boisé de la rive droite, identifiable depuis l'ensemble de la plaine alluviale, et les terrasses de rive gauche. Les villages se nichent le plus souvent en pied de coteau sur la rive droite, tandis qu'ils s'étalent sur les terrasses de la rive gauche, où se sont développés les infrastructures de transport et l'habitat pavillonnaire récent.

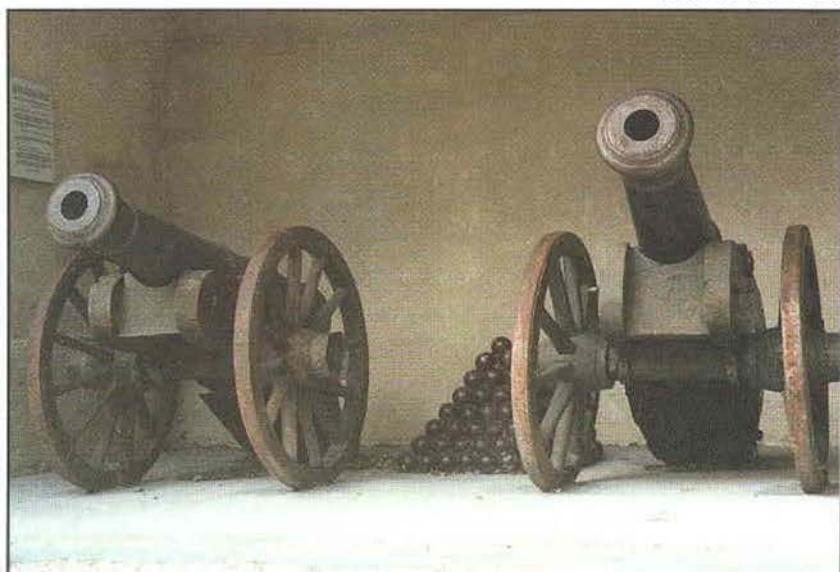
- Le long de la Gironde et dans la presqu'île d'Ambès, les marais sont omniprésents et forment de vastes entités bien circonscrites. Ces espaces rigoureusement plats, où l'arbre est quasiment absent constituent des paysages très ouverts, d'une extrême homogénéité, caractérisés par la présence de roselières bordant fossés ou canaux.

- Les coteaux du Blayais du Bourgeais, les falaises mortes de Mortagne rompent nettement cette platitude. Ces points perchés offrent des vues très vastes sur l'estuaire et permettent de percevoir son immensité. Entre Bourg et Blaye, sur la corniche de Gironde, la configuration de la rive permet une ouverture exceptionnelle sur



Les fortifications de Saint Macaire

Guitres, pièces de marine datées de 1750



l'ensemble du confluent : on distingue parfaitement le Bec d'Ambès et son paysage industriel marqué, l'ensemble Ile verte-Ile du Nord-Ile Cazaux, la rive médocaine et au-delà la forêt des Landes. Un bâti homogène de pierres renforce l'intérêt de ce site qu'il s'agisse de maisons modestes en bordure du fleuve, ou de châteaux viticoles au sommet du plateau dominant la falaise boisée.

- La rive gauche, de plus faible altitude et au relief moins contrasté, offre sur le fleuve des vues plus basses. Le coteau planté de vignes du Médoc, ponctué de châteaux presti-

gieux, forme un paysage ordonné qui, par endroits, descend en pente douce jusqu'à la Gironde. Celle-ci le plus souvent bordée de prairies humides et d'une ligne de roseaux, seulement entrecoupée par les petits ports pittoresques où stationnent quelques embarcations.

- Les îles, dépôts alluvionnaires récents viennent ponctuer l'estuaire, ajoutant variété et profondeur à ce paysage. Elles jouent un rôle fondamental dans la perception du paysage. Depuis les îles on embrasse des vues remarquables sur le fleuve : vue exceptionnelle vers

l'aval de l'estuaire lorsqu'on se place à la pointe nord des îles, vue unique vers les coteaux du Blayais et du Bourgeais, et sur le Haut-Médoc. Les îles constituent donc des lieux privilégiés pour l'observation des paysages du fleuve et de ses rives, baignées dans la lumière ocre des eaux limoneuses.

- A l'aval d'une ligne Pauillac Braud et St-Louis, le coteau de rive gauche s'estompe, les îles disparaissent, et la Gironde s'étale en une largeur impressionnante. Depuis la falaise de Talmont, promontoire baigné de lumière, ou à Meschers, l'estuaire est alors si large que l'on ne distingue que faiblement l'autre rive. Seules les grues du port du Verdon émergent d'une ligne que l'on suppose être la rive du Bas Médoc.

- A l'aval de Meschers les paysages changent encore de nature et deviennent plus maritimes. Le trait de côte, perdant son caractère rectiligne se fait beaucoup plus découpé. Les marais et laisses de Gironde cèdent définitivement la place à une côte rocheuse, entrecoupée de conches sableuses regardant vers le sud. Vers la Pointe de la Coubre, la forêt, quasiment absente des rives de la Gironde, devient omniprésente. Le changement dans le paysage est également marqué par le recul des espaces natu-

rels et l'omniprésence de l'urbanisation de Meschers à la Palmyre, par suite du développement de la station balnéaire de Royan.

L'intérêt esthétique des paysages de l'estuaire est donc indéniable, et leur authenticité est renforcée par le patrimoine architectural, culturel et rural des communes bordant le fleuve.

Les rives de l'estuaire sont jalonnées de lieux chargés d'histoire et de joyaux architecturaux. Entre la Pointe de la Coubre et la Pointe de Grave, la tour majestueuse du Phare de Cordouan, achevé au début du XVII^e siècle, garde l'entrée de l'estuaire. A Talmont, la silhouette trapue de l'église Ste-Radegonde domine le fleuve. En remontant la Gironde on aperçoit de nombreux châteaux prestigieux du Médoc (Château Margaux, Château Beychevelle, Château Pichon, Longueville, Lalande ...) témoins de l'art de vivre des XVIII^e et XIX^e siècles. Le verrou de l'estuaire (citadelle de Blaye, Fort Paté, Fort Médoc) édifié par Vauban forme un ensemble exceptionnel d'architecture militaire. Enfin la façade des quais et la place de La Bourse de Bordeaux rappellent le XVIII^e siècle et l'âge d'or de la ville et du port, lorsque le commerce avec les «Isles» était florissant. D'autres sites, moins connus, dégagent également

beaucoup de charme (villages de Rions et de St-Macaire, abbaye de Guîtres, ermitage troglodyte de Mortagne ...).

Au-delà de l'apparente diversité des paysages et de leur aspect parfois intact, l'empreinte humaine se lit bien souvent, et contribue à unifier les rives de l'estuaire. La vigne, omniprésente le long de la Garonne, de la Dordogne, dans le Médoc, et jusqu'aux portes des marais de Braud-et-St-Louis est un élément essentiel d'unité du paysage. Le bâti de pierres calcaires, de même que les petits ports de pêche et les carrelets qui jalonnent les deux rives aux berges marquées par l'oscillation de la marée jouent le même rôle d'unification et donnent à la Gironde un aspect vivant et pittoresque. L'estuaire girondin et ses rives forment un ensemble exceptionnel sur le plan des richesses naturelles et paysagères. Cet espace aux multiples facettes, unifié cependant par le fleuve, constitue un ensemble naturel d'intérêt majeur, dont on ignore trop souvent la beauté. La Gironde mérite donc d'être mieux connue du public.

Toutefois, il convient de porter une attention particulière à la préservation de ces richesses que des aménagements non maîtrisés pourraient faire disparaître rapidement de manière irréversible.

Mesures de protection de l'environnement

L'estuaire de la Gironde offre de par sa richesse faunistique et floristique des milieux variés. Ces milieux n'en sont pas moins sensibles et fragiles, d'où un certain nombre de mesures de protection : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF), arrêté de biotope, sites inscrits et classés,

Zone de Préemption des Espaces Naturels Sensibles (ZPENS), Zone d'Intérêt pour la Conservation des Oiseaux (ZICO), réserve naturelle. Ces différentes mesures reconnaissent l'intérêt et la fragilité des milieux concernés mais ne sont pas toutes de véritables protections.

Les mesures de protection directe sont limitées en nombre et dans l'espace. Elles concernent les secteurs parmi les plus menacés, soit par l'urbanisation (côte Royannaise, alentours de Bordeaux), soit par l'extension des activités économiques (pointe du Verdon). Pour cartographier ces zones,



l'échelle du 1/50 000 a été choisie parce qu'il s'agissait du meilleur compromis pour une représentation correcte des surfaces concernées. L'assemblage des cartes est représenté en fig. 7.10.

Pour des problèmes de coût, ces cartes ne peuvent être diffusées en un grand nombre d'exemplaires. Sont donc représentées ici des cartes de synthèse qui ne reproduisent pas les surfaces mais uniquement les localisations avec une certaine indication sur les surfaces occupées.

■ Les réserves et zones d'intérêt écologique

Sur la figure 7.11 apparaissent les réserves et zones d'intérêt écologique :

Les réserves naturelles, définies par la loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature permettent de protéger, conserver et gérer des espaces naturels à forte valeur écologique, rares, très menacés, et présentant un intérêt spécifique sur le plan scientifique. Des mesures de protec-

tion, prises par décret, sont adaptées aux caractéristiques de chaque réserve naturelle (chasse, pêche, restrictions d'accès ...). La gestion de la réserve est confiée à une collectivité locale, une association ou un établissement public. L'arrêté ou le décret de classement ainsi que le dossier de classement doivent figurer en annexe du POS. Aucune modification de l'état d'une réserve naturelle ne peut être effectuée sans l'avis du Ministère de l'Environnement. Il n'y a qu'une seule réserve naturelle, celle du marais de Bruges.

Les arrêtés de biotope. Les biotopes et les formations naturelles nécessaires à l'alimentation, la reproduction, le repos et la survie des espèces animales et végétales protégées peuvent être délimités par arrêté préfectoral. Par l'arrêté de biotope, le Préfet peut interdire toute action susceptible de porter atteinte à l'équilibre biologique de ces milieux. Il existe deux arrêtés de biotope : la pointe de la Coubre et le lit mineur de la Garonne, de

Castets-en-Dorthe à la limite départementale avec le Lot-et-Garonne.

Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

Une ZNIEFF se définit par l'identification scientifique d'un secteur du territoire national particulièrement intéressant sur le plan écologique. On distingue deux types de ZNIEFF :

- ZNIEFF de type 1 : secteurs caractérisés par leur intérêt biologique remarquable,
- ZNIEFF de type 2 : grands ensembles naturels riches et peu modifiés qui offrent des potentialités biologiques importantes.

La distinction entre les deux types de ZNIEFF n'apparaît que sur les cartes au 1/50000.

Les Zones d'Intérêt pour la Conservation des Oiseaux (Directive CEE). A l'intérieur de ces périmètres, l'Etat s'engage à prendre les mesures nécessaires pour éviter la pollution, la détérioration des habitats, les perturbations touchant les oiseaux.

Fig. 7.10

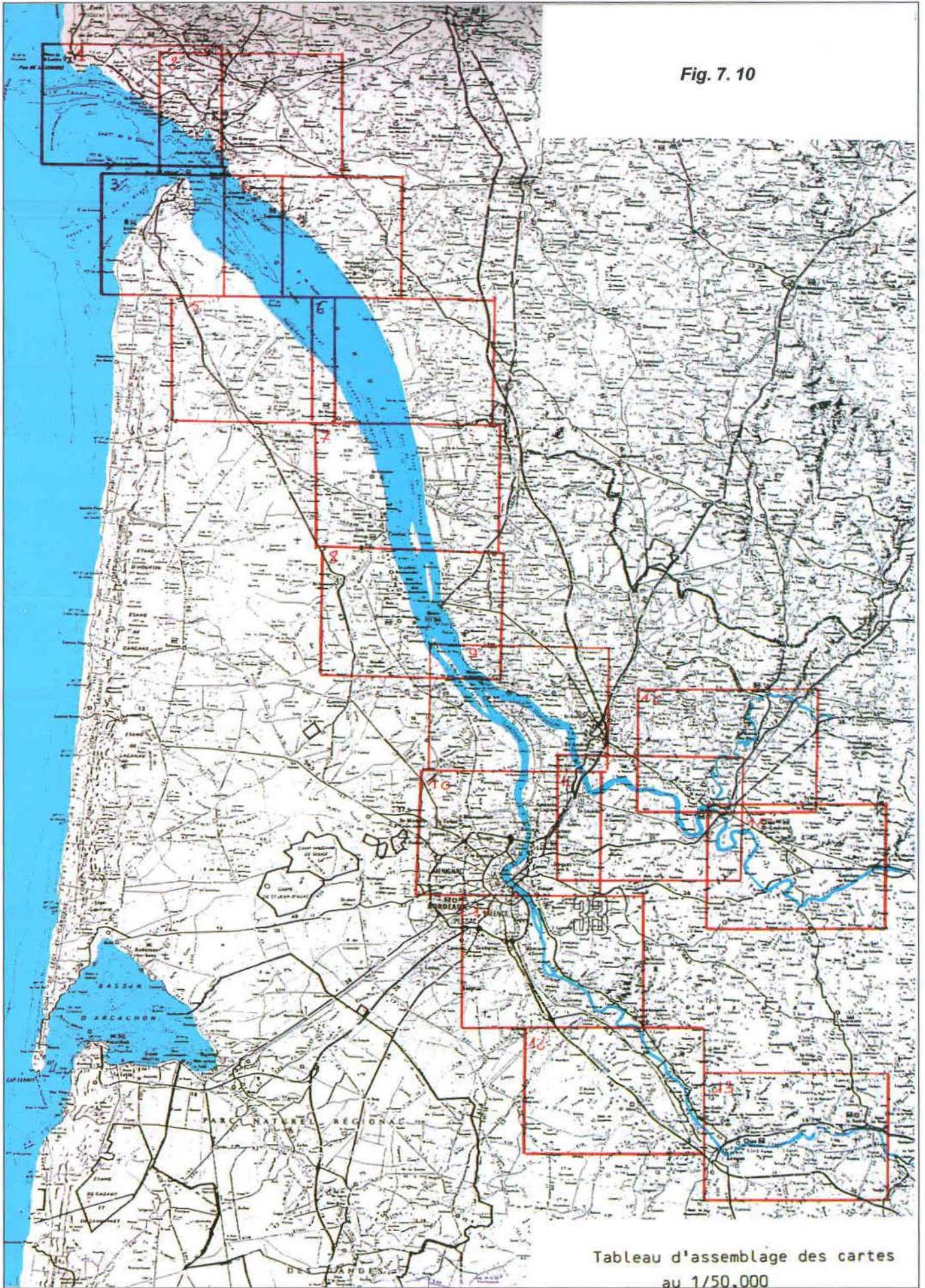


Tableau d'assemblage des cartes
au 1/50,000

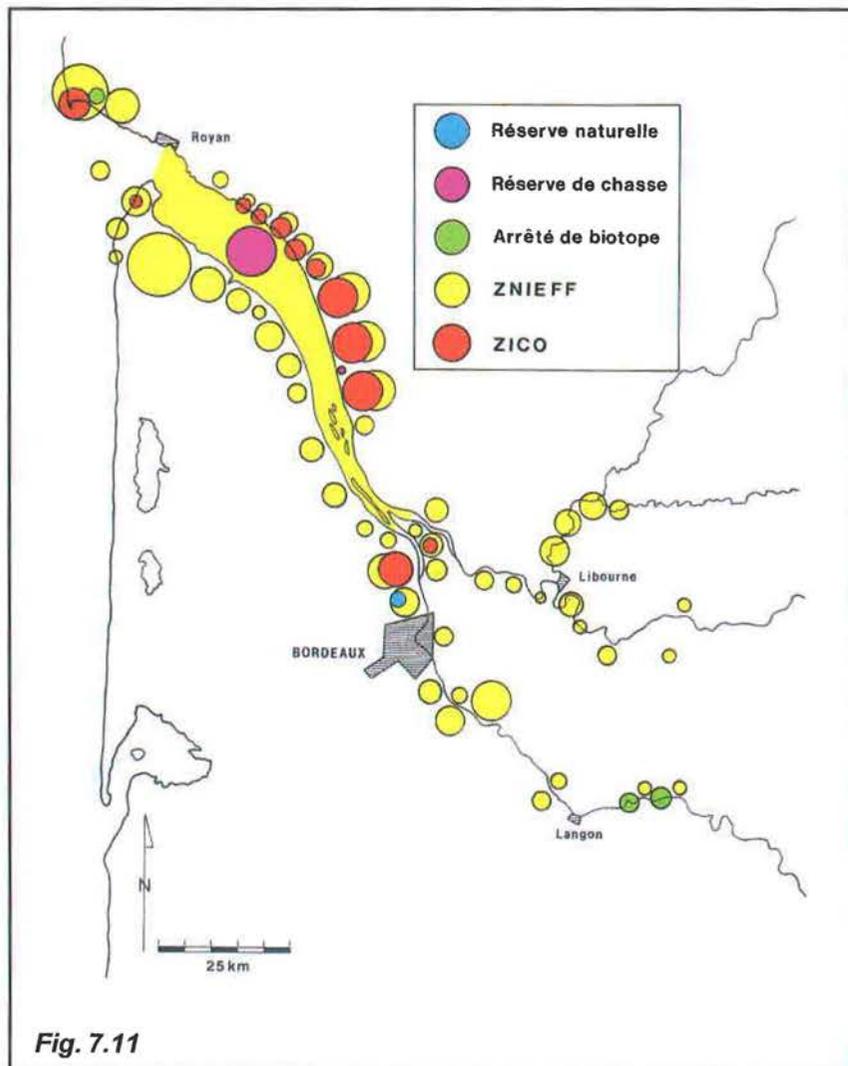


Fig. 7.11

Les réserves de chasse.

Il apparaît donc que les ZNIEFF forment l'essentiel des contraintes le long de l'estuaire. Ainsi la partie aquatique de l'estuaire, de l'embouchure au Bec d'Ambès est une ZNIEFF.

Les ZNIEFF et les ZICO sont essentiellement des outils de connaissance qui n'ont pas en elles-mêmes de valeur juridique directe. Cependant, elles doivent être prises en compte pour tout aménagement.

■ Les mesures de protections foncières

Sur la Figure 7.12, sont représentées les protections foncières.

Les propriétés du Conservatoire du Littoral,

Le Conservatoire du Littoral a

pour mission de mener une politique foncière de sauvegarde de l'espace littoral, de respect des sites et des équilibres écologiques afin de constituer un patrimoine inaliénable, qu'il restaure et ouvre au public, en confiant la gestion aux collectivités locales. Les propriétés du Conservatoire, acquises au 1er janvier 1992, sont : l'île Bouchaud, île Nouvelle et la pointe de Suzac (Charente Maritime).

Les forêts domaniales et de protection

Les forêts domaniales appartiennent à l'Etat ou à des collectivités publiques. Les forêts de protection sont soumises au régime forestier et gérées par l'ONF. La protection de ces forêts est forte.

Les espaces naturels sensibles

Les politiques départementales d'espaces naturels sensibles visent à assurer la protection et l'ouverture au public de ces espaces grâce à une politique d'acquisition foncière, d'aménagement et de gestion.

Les espaces naturels sensibles peuvent être classés en deux catégories :

- zones de préemption des espaces naturels sensibles à l'intérieur desquelles le département dispose d'un droit de préemption pour acquérir tout terrain à caractère naturel ;
- propriétés du département: ces terrains doivent être aménagés pour être ouverts au public dans le respect des sites et des paysages. Seuls peuvent être autorisés les équipements légers d'accueil du public ou nécessaires à la gestion des sites.

Les départements de la Gironde et de la Charente Maritime ont une politique active en matière d'acquisition de terrains en zones sensibles ou menacées. La maîtrise foncière des espaces naturels sensibles ou menacés est un outil particulièrement efficace de préservation de leur qualité ou de leur équilibre. En effet ces secteurs sont définitivement soustraits aux aménagements de grande ampleur.

■ Les mesures de protection directe

Sur la figure 7.13, apparaissent les sites « remarquables » soumis à des mesures de protection directe (classés, soumis à la loi littoral) ou les périmètres de risque technologique.

Les sites soumis à la loi Littoral.

Cette loi impose de préserver, dès lors qu'ils constituent un site ou un paysage remarquable ou

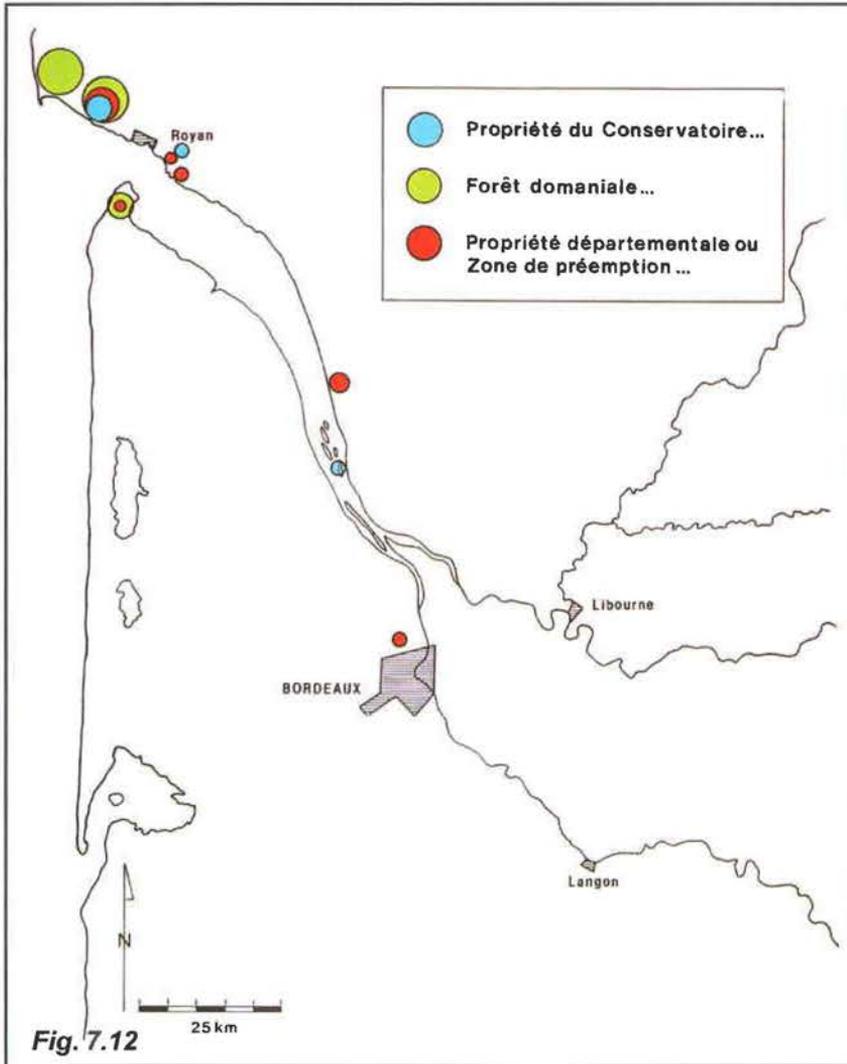


Fig. 7.12

caractéristique du patrimoine naturel et culturel du littoral, ou qu'ils sont nécessaires au maintien des équilibres biologiques, ou encore qu'ils présentent un intérêt biologique, les espaces tels que : dunes, plages, marais, vasières, forêts, îlots inhabités ... Ces espaces sont identifiés et délimités dans les documents d'urbanisme. Ils sont par définition inconstructibles. Seuls les aménagements légers destinés à la gestion des sites sont autorisés. Cette loi s'applique à la portion maritime de l'estuaire et pourrait être étendue aux communes de l'estuaire jusqu'à Blaye en rive

droite et Lamarque en rive gauche.

Les sites protégés.

La loi du 2 mai 1930 institue deux niveaux de protection des sites :

- les sites classés : il s'agit d'une protection forte qui donne lieu à une enquête publique. Sont susceptibles d'être classés, les sites dont l'intérêt paysager, artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque exceptionnel justifie une politique de conservation. L'Etat peut, néanmoins, pour les projets de très faible ampleur, déléguer ses pouvoirs à une administra-

tion décentralisée.

- les sites inscrits : alors que le site classé correspond à une logique de conservation, le site inscrit est un mode de surveillance. Les travaux doivent être déclarés à l'architecte des Bâtiments de France. Son avis est indispensable, mais demeure consultatif. La distinction entre sites classés et sites inscrits n'apparaît que sur la cartographie au 1/50000. Les sites classés (Talmont) ou inscrits (Meschers sur Gironde) sont en fait peu nombreux.

Les monuments historiques.

Sont susceptibles d'être classés ou inscrits les immeubles dont la conservation présente, du point de vue de l'art ou de l'histoire, un intérêt public.

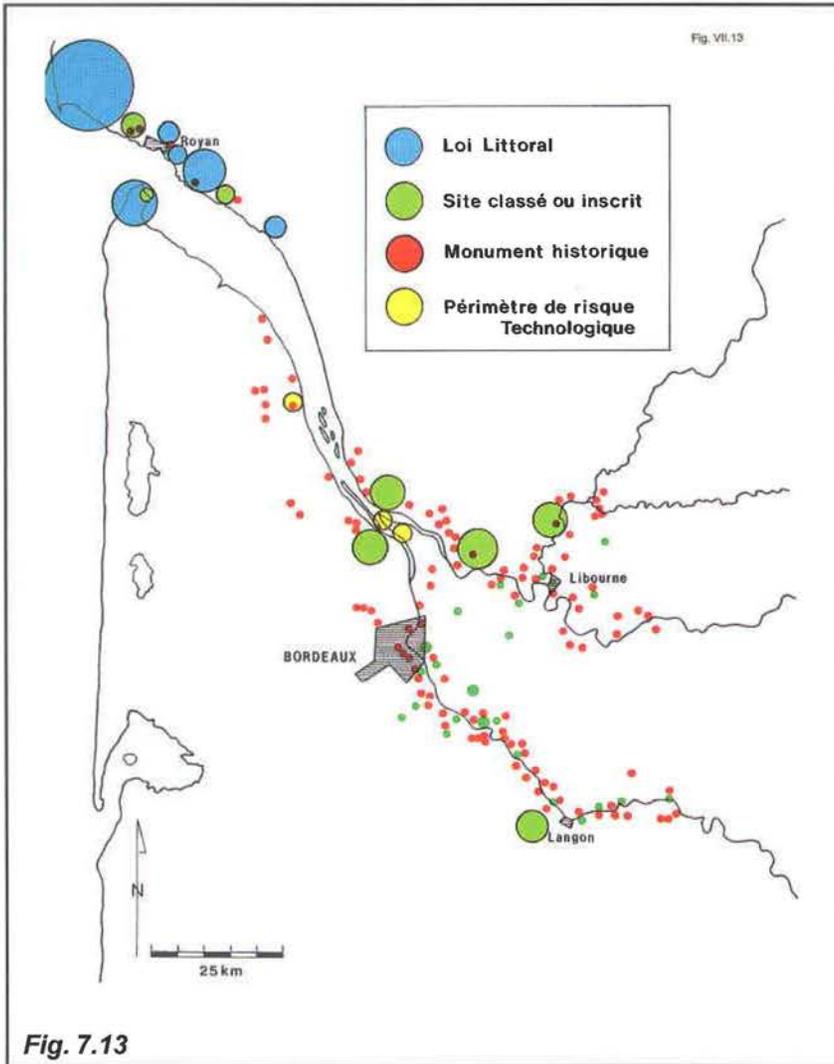
Les périmètres de risque technologie.

Autour des installations classées dangereuses sont définis des périmètres variables selon le type d'industrie et la quantité de produits stockés, à l'intérieur desquels l'urbanisation est strictement réglementée.

Deux types de protection sont définies :

- Les zones de protection rapprochée : à l'intérieur de la ZPR sont interdites les nouvelles constructions à usage d'habitation, les immeubles de grande hauteur et les locaux recevant du public ;
- Les zones de protection éloignée : à l'intérieur de la ZPE, les mêmes règles s'appliquent. Toutefois, l'agrandissement de constructions existantes peut être autorisé.

Cette distinction n'apparaît que sur la cartographie au 1/50 000.



Conclusion

Les protections directes le long de l'estuaire sont pour le moment en nombre limité. Toutefois on peut penser que ces protections sont globalement adaptées puisque l'estuaire de la Gironde, défini par la remontée de la marée, reste encore relativement préservé, ou du moins ne subit pas de dégradation massive.

Ceci est lié à un dynamisme économique et démographique modéré. Cependant une revitalisation par l'installation d'industries ou par le tourisme n'est pas à exclure. Au vu du contexte socio-économique, les collectivités locales peuvent être tentées de développer l'économie régionale au détriment des mi-

lieux naturels, par exemple en accueillant des industries polluantes, mais créatrices d'emplois.

Il convient donc de rester vigilant afin de conserver un certain équilibre le long de l'estuaire entre le milieu naturel et les zones urbanisées ou industrialisées.

Pour les zones de très grand intérêt paysager, écologique ou scientifique, l'application des diverses réglementations et les acquisitions foncières demeurent indispensables mais elles ne peuvent concerner que des secteurs limités, car elles impliquent des procédures longues et coûteuses et de très fortes contraintes.

Une gestion raisonnée de l'espace paraît donc nécessaire si l'on veut assurer à la fois un développement économique et une protection efficace aux rives de l'estuaire. Cette gestion nécessite une concertation entre des acteurs aux intérêts parfois divergents (élus, associations, représentants de l'Etat, population locale). Elle suppose, pour tout aménagement des rives de l'estuaire, l'adaptation à l'identité des milieux et le respect des biotopes.

Cette politique de gestion est essentielle à la sauvegarde de l'estuaire de la Gironde, et ses principes devraient guider toute intervention sur les rives de la Gironde et de ses affluents.

Propositions d'action : vers une politique globale de protection ?

L'estuaire de la Gironde et les vallées affluentes sont peu peuplées et connaissent, depuis 1982, une très faible croissance. Les atteintes à l'environnement ne proviendront donc pas d'une situation «galopante».

La situation agricole est plus préoccupante. Le danger ne vient pas de l'utilisation de terres vierges pour l'agriculture puisque, dans ce domaine, la SAU diminue régulièrement.

Le problème vient de l'évolution des pratiques agricoles.

Il y a une augmentation spectaculaire de l'ensemble céréales-oléo-proteagineux.

En particulier la progression du maïs est très importante et avec elle les besoins d'irrigation, ce qui risque de poser à terme un problème d'accès à la ressource. Lorsque l'on sait qu'il importe de protéger la nappe profonde de l'éocène, il existe

donc un problème sérieux concernant la gestion des ressources en eau de la nappe alluviale.

Sur les rives de l'estuaire de la Gironde, les protections directes, qu'elles soient foncières ou réglementaires sont encore peu nombreuses. Ceci est dû en partie à l'absence de pressions sur certains milieux qui connaissent une industrialisation et une urbanisation modérées. Cependant le manque de moyens financiers ralentit l'achat de terrains dans quelques secteurs dégradés (presqu'île d'Arvert, presqu'île d'Ambers ...). Malgré la présence de quelques «points noirs», l'estuaire de la Gironde reste relativement intact comparé à ceux de la Loire ou de la Seine. Il serait donc intéressant de prévoir des protections dans les vastes espaces encore préservés

(marais de Braud-et-St-Louis, vallée de la Dordogne ...).

Plusieurs projets ont été mis au point : réserve naturelle de Bonne Anse, site inscrit allant de Meschers à la Pointe de la Coubre, site classé autour de l'archipel de la Gironde. En outre une convention de protection a été signée entre le Conseil Général de la Gironde, la SEPANSO, l'Etat et la CEE pour la sauvegarde de vingt trois sites remarquables des bordures de la Garonne et de la Gironde (opération «Garonne vivante»)..

Si tous ces projets aboutissent, la protection sera plus efficace et cohérente car elle aura pris l'estuaire dans son ensemble. De plus elle sera mieux acceptée car les différents acteurs (Etat, associations, collectivités locales) auront été associés à son élaboration.



8

Le port de Bordeaux : acteur de l'aménagement de l'estuaire et de l'économie régionale

Camille JULLIAN a écrit, dans son histoire de Bordeaux : «La ville est un présent que la Garonne a fait à la France. Ce fleuve qui l'a créée - plutôt que les hommes - a été la raison d'être de son existence avant de devenir l'arbitre de la Cité». En Belgique, il est coutume de dire : «Anvers doit l'Escaut à Dieu, tout le reste à l'Escaut».

Ces formules traduisent parfaitement les lieux privilégiés de transit et de concentration de populations représentés par des sites localisés en fond d'estuaire. La pénétration à l'intérieur des terres de la navigation maritime avec ses faibles coûts de transport constitue un facteur favorable pour le développement économique. C'est ainsi que s'est créé et développé à Bordeaux un port dont les origines sont fort anciennes.

Certains travaux font état de l'existence entre le premier et le troisième siècle d'une ville romaine ouverte dotée d'un vaste port intérieur.

Actuellement, six pôles portuaires sont répartis le long de la Garonne maritime et de l'estuaire de la Gironde, d'amont en aval (Fig. 8.1) : Bordeaux - Bassens - Ambès - Blaye-Pauillac - Le Verdon.

Selon le code des ports maritimes, le port autonome est chargé, à l'intérieur des limites de sa circonscription des travaux d'extension, d'amélioration, de renouvellement et de reconstruction, ainsi que de l'exploitation, de l'entretien et de la police du port et de ses dépendances et de la gestion du domaine immobilier qui lui est affecté. Il peut être autorisé, dans le cadre de la réglementation en vigueur, à créer

et aménager des zones industrielles portuaires ou à participer à une telle création ou à un tel aménagement.

Les actions et travaux menés par le Port autonome visent à l'accomplissement des trois fonctions portuaires essentielles qui confèrent au port un rôle d'outil structurant pour le développement économique de la Région et du grand Sud-Ouest.

Les trois types de fonction :

- maillon dans la chaîne des transports, elle-même élément du système production-distribution,
- zones de manutention, de stockage et de commercialisation des marchandises,
- zones de transformation des produits transportés, conduisent l'établissement portuaire à la réalisation d'aménagements :
- maintien et amélioration

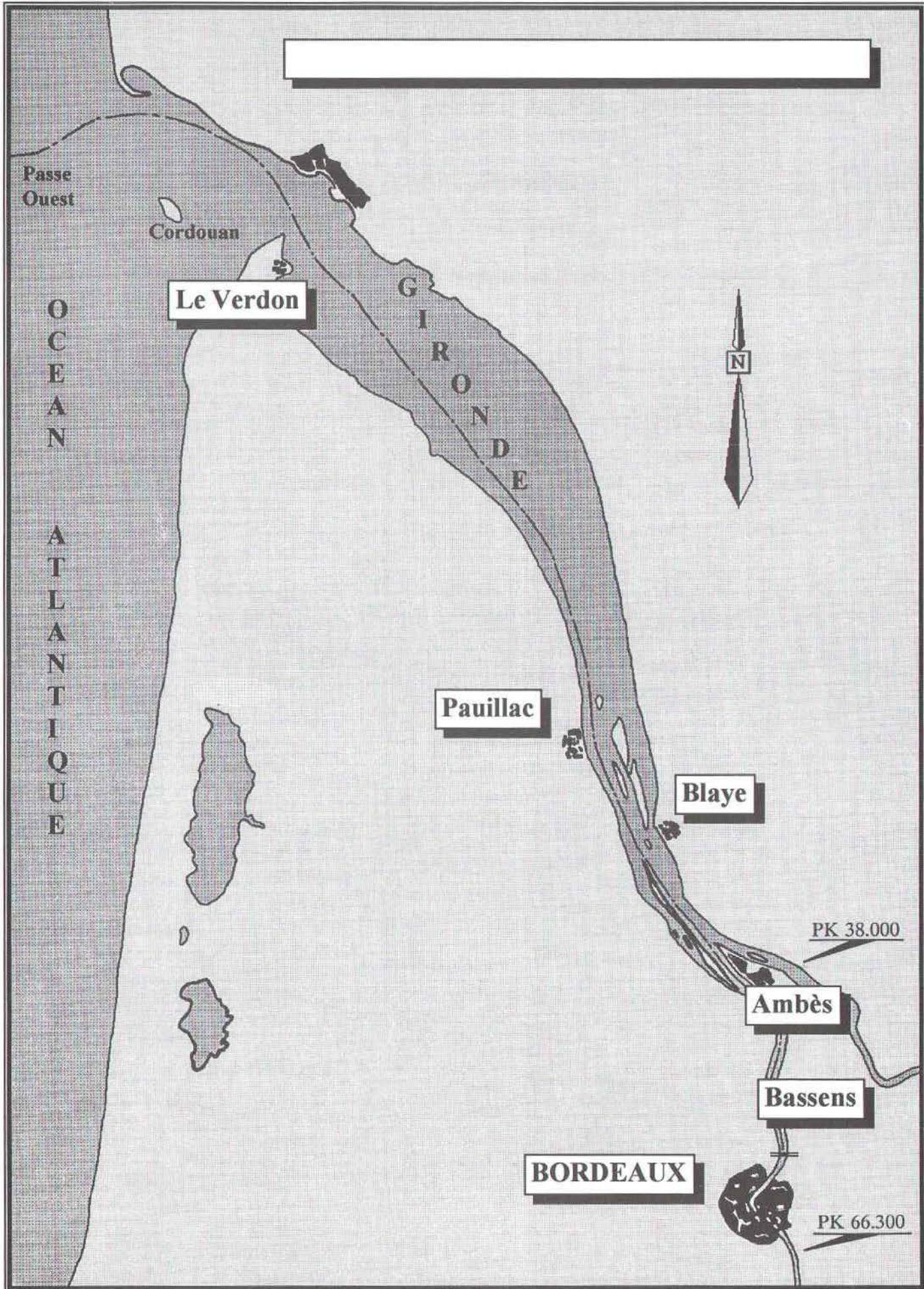


Fig. 8. 1 :localisation des sites portuaires et limites de la circonscription du port autonome de Bordeaux
 Décret n° 93-1043 du 31 août 1993

du chenal de navigation, élément vital pour la desserte d'un port d'estuaire,

- modernisation et construction

d'appontements,

de quais, de terre-pleins,

- réalisation

de plates-formes pour l'accueil d'implantations industrielles ou d'autres activités.

Après une présentation générale des six pôles portuaires et du trafic du port en 1992, les différents travaux d'aménagement

entrepris sont relatés (travaux de dragage et exemple d'une opération de remblaiement pour la réalisation d'une plate-forme industrielle) puis le rôle du port en tant qu'acteur de l'économie régionale est précisé.

Présentation générale des pôles portuaires - Trafic 1992-

(Fig. 8. 2)

■ Bordeaux

Situés au coeur de la ville, devant les splendides façades du XVIII^e siècle, les quais de Bordeaux sont un lieu d'escale privilégié pour les navires de croisière, les grands voiliers et les navires militaires.

En 1987 s'achevait le transfert à Bassens du trafic portuaire de marchandises des bassins à flot et du site de la rive gauche au centre de la ville de Bordeaux. Les caractéristiques techniques générales de ce site : dessertes routières et ferroviaires, exigüité des terre-pleins, limitation de la profondeur de dragage près des quais... ne correspondaient plus aux impératifs du transport maritime moderne.

Un trafic modéré de marchandises subsiste :

- 30 000 t d'huile importée du Sénégal pour la raffinerie locale,
- 115 000 t de produits forestiers et d'engrais sur le site de Queyries localisé en rive droite.

■ Bassens

S'étendant sur plus de 3 km aux portes de Bordeaux, les installations de Bassens répondent parfaitement aux exigences liées à la taille des navires et à leurs spécificités : trafics céréaliers, agro-alimentaires, vrac

industriels, produits forestiers, marchandises sous froid... Bassens est le premier site portuaire, avec 3,6 millions de tonnes.

Parmi les 1,4 million de tonnes importées, on remarque les agrumes (Maroc et Afrique du Sud), les bois d'Afrique de l'Ouest, d'Amérique et d'Europe du Nord, les aliments de bétail du Brésil, le charbon et le coke

de pétrole.

Sur les 2,2 millions de tonnes à l'exportation, plus de 1,8 million de tonnes de céréales en vrac (dont 1,450 million de tonnes de maïs, 260 000 t de blé et le reste en orge et sorgho) étaient principalement destinées aux partenaires de la Communauté économique européenne. Bassens est le premier port européen exportateur de maïs.

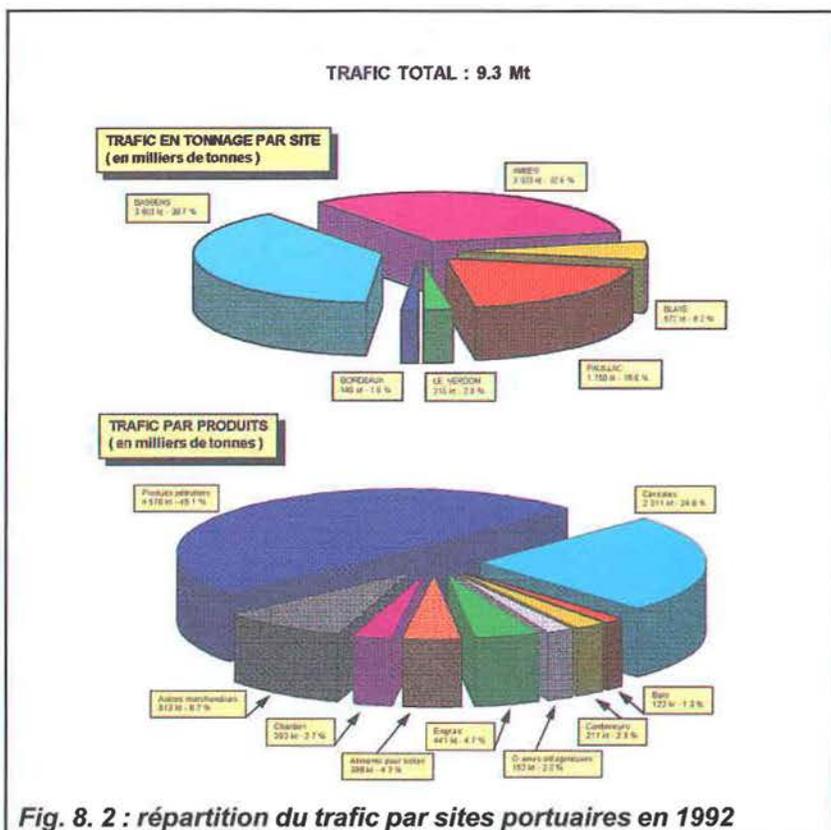


Fig. 8. 2 : répartition du trafic par sites portuaires en 1992

■ Ambès

La proximité des deux fleuves Garonne et Dordogne (en particulier du chenal de navigation pour la desserte du port de Bordeaux) et la disponibilité de vastes espaces ont conféré naturellement à la presqu'île d'Ambès une vocation maritime et une tradition d'accueil d'activités industrielles et dérivées à proximité de Bordeaux, métropole régionale.

Ambès, avec 3 millions de tonnes, a exporté près de 500 000 tonnes de pétrole brut des Landes et a reçu des produits pétroliers raffinés et des gaz (butane et propane) pour l'approvisionnement du Sud-Ouest.

A signaler les trafics d'ammoniac (190 000 t) pour l'usine NORSK-HYDRO, d'huiles aro-

matiques pour COFRABLACK (83 000 t) et de chlorure de sodium pour EKA-NOBEL (15 000 tonnes), usines implantées sur la zone industrialo-portuaire.

■ Blaye

Seule installation portuaire implantée sur la rive droite de la Gironde, Blaye a battu un record de trafic en 1992 (572 000 tonnes). Les importations (33 000 t) ont porté essentiellement sur des produits liquides transitant par un dépôt spécialisé. Les exportations (539 000 tonnes) ont surtout été constituées de céréales et graines oléagineuses en vrac (225 000 tonnes) et en sacs (300 000 t). Grâce à une installation spécialisée, Blaye est devenu le principal port français pour les ex-

portations au titre de l'aide alimentaire vers les pays du tiers monde.

■ Pauillac

A mi-chemin entre Bordeaux et la mer, Pauillac est avant tout connu pour ses installations destinées au trafic pétrolier : 1,750 million de tonnes de produits pétroliers raffinés liquides et gazeux.

■ Le Verdon

Réputé pour ses possibilités et son efficacité, le terminal conteneurs du Verdon est accessible 24 h sur 24, à tous les navires de 12,5 m de tirant d'eau, quelle que soit la marée et a traité 215 000 tonnes de marchandises en 1992 dont 211 000 tonnes conteneurisées.

Les travaux d'aménagement

■ Maintien et amélioration du chenal de Navigation

Estuaire de la Gironde et Garonne maritime

L'aménagement et le maintien des chenaux de navigation, ainsi que la compréhension des processus estuariens ont toujours été des problèmes vitaux pour les ports d'estuaires. L'activité de ces ports est liée aux possibilités offertes aux navires pour la montée et la descente des fleuves.

Des travaux d'aménagement similaires à ceux réalisés en Gironde et en Garonne maritime ont été menés dans de nombreux autres estuaires (en France : Loire - Seine, à l'étranger : Escaut - Elbe...).

En Gironde, pendant très longtemps, la navigation s'est effectuée sans que les profondeurs aient été gênantes pour les bateaux de mer qui profitaient de la marée pour remonter à Bor-

deaux. Avec l'augmentation progressive des tirants d'eau des navires, des sujétions de navigation virent le jour et vers le milieu du XIXe siècle, furent décidés les premiers travaux d'aménagement.

Les divers aménagements réalisés depuis cette époque et qui ont permis de stabiliser le tracé du chenal navigable, de l'approfondir pour l'adapter aux tirants d'eau sans cesse croissants des navires desservant les installations portuaires, sont rapportés ci-après.

On considère, généralement, que la situation «de référence» avant aménagement est celle de 1842 définie par un levé hydrographique (Fig. 8. 3 - 8. 4). Ce plan met bien en évidence les difficultés qui se présentaient aux navigateurs au milieu du XIXe siècle, à savoir :

- des chenaux nombreux,
- des passages sinueux entre des bancs et des îles,

- des franchissements de seuils ou passes.

En 1850, la situation nautique était très mauvaise et les passes en Garonne n'offraient qu'une profondeur de 1 m à basse-mer. La menace que la détérioration de ces seuils faisait peser sur le trafic du port de Bordeaux et l'apparition des bateaux à vapeur nécessitaient d'entreprendre des travaux d'amélioration des accès nautiques.

Les travaux tout d'abord réalisés en se basant sur des connaissances empiriques applicables localement vont progressivement s'orienter vers un aménagement rationnel en améliorant le tracé des rives puis en augmentant d'amont vers l'aval les sections offertes à l'écoulement.

Après la seconde guerre mondiale, le développement de la technique des modèles réduits, autorisant à la fois l'analyse des

Fig. 8. 3 : aménagement de la Garonne Maritime

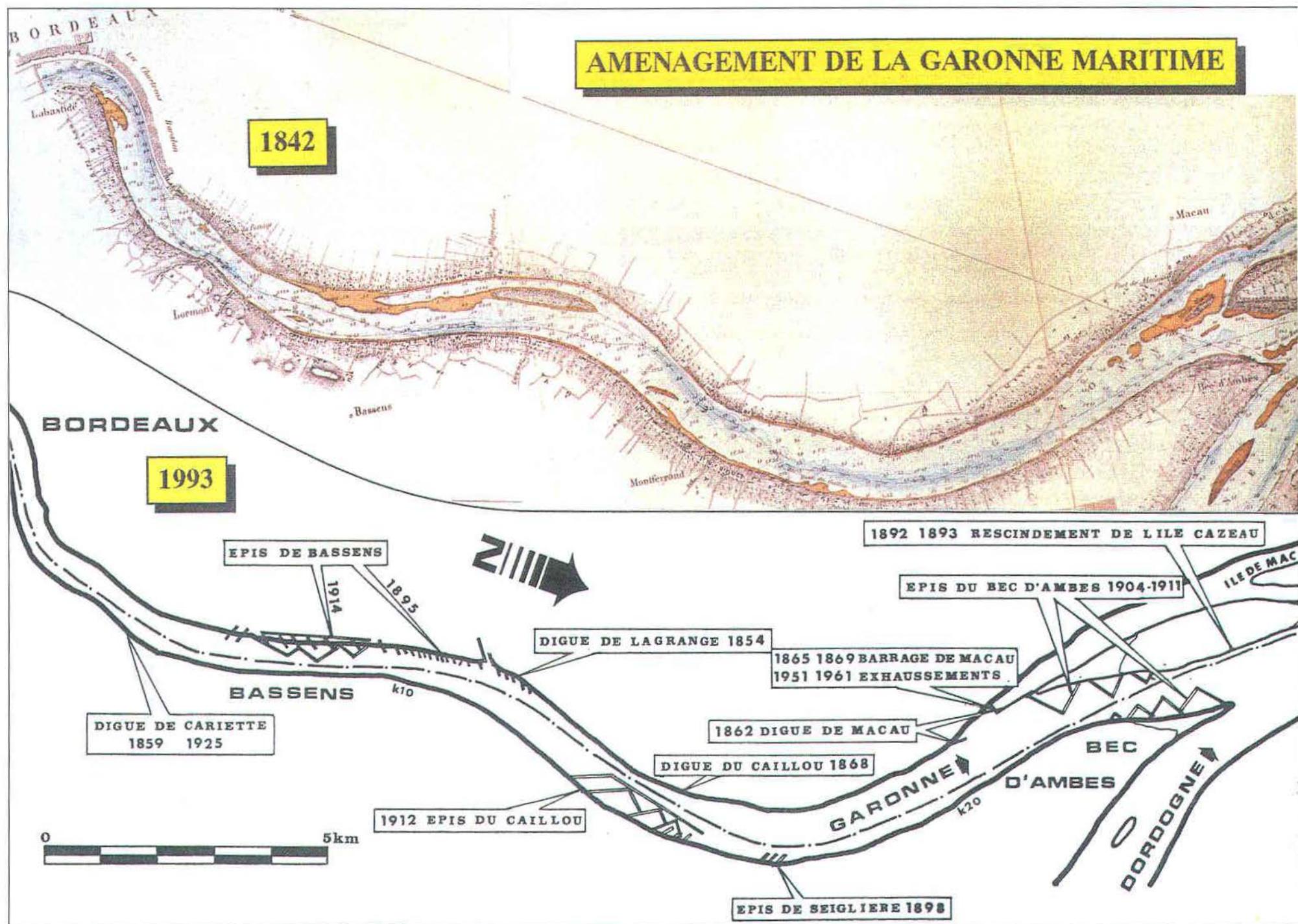
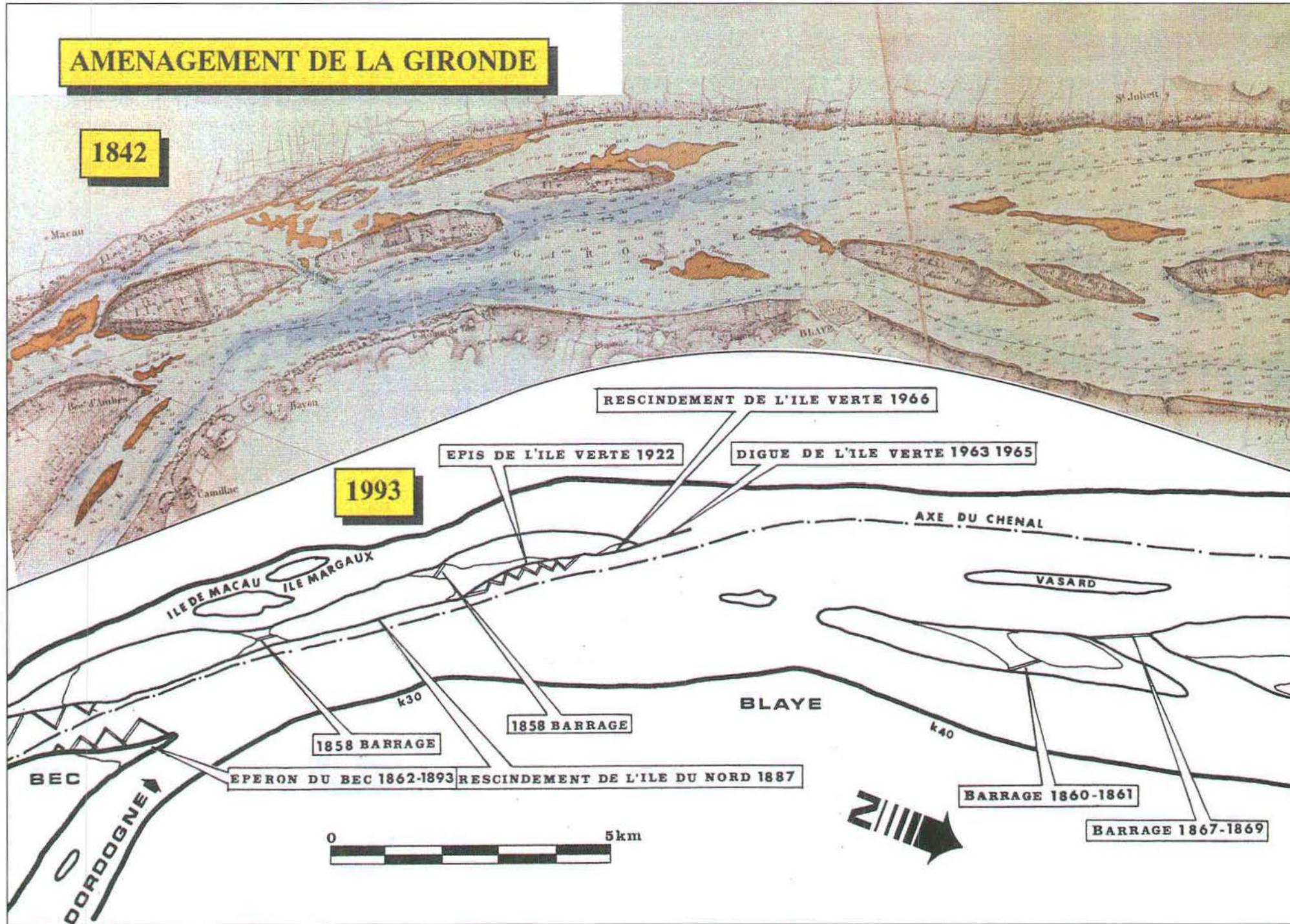


Fig. 8. 4 : aménagement de la Gironde



mécanismes hydrauliques et sédimentaires et la prévision des effets de travaux, a permis une optimisation de la définition des projets d'aménagement.

Pour plus de clarté, deux périodes d'aménagement ont été distinguées: 1850-1939 et 1939-1993.

Période 1850-1939

L'aménagement a consisté essentiellement à régulariser les rives et à construire des ouvrages de calibrage des courants (fig. 8.4 et 8.5). Les dragages ont débuté en 1885 ; ils étaient alors de faible importance. Schématiquement, les principaux travaux effectués ont consisté:

- à calibrer la Garonne par des

épis sous-marins destinés à obtenir des largeurs satisfaisantes puis des sections adaptées,

- à aménager la zone d'Ambès en améliorant la puissance hydraulique dans le chenal de navigation:

. en prolongeant le Bec d'Ambès par une plate-forme,

. en édifiant des digues submersibles à l'amont du bras de Macau,

. en fermant les passages secondaires entre l'île Cazeau et l'île du Nord puis entre l'île du Nord et l'île Verte,

- à relier le groupe d'îles à l'aval de Blaye,

- à construire dans le bas estuaire la digue de Valeyrac.

Les premiers travaux ont per-

mis de porter en 1865 les profondeurs minimales sur les différents seuils situés entre Ambès et Bordeaux de 1 m à près de 3 m sous étiage. A la fin du XIXe siècle, le tracé du chenal et les profondeurs entre Bordeaux et le Bec d'Ambès étaient nettement améliorés : maintien des fonds entre - 3,50 m et - 4,00 m. En 1939, grâce aux travaux de calibrage et aux dragages d'approfondissement, le chenal navigable présentait, sur une largeur de 200 m environ, des profondeurs de l'ordre de 5 m sous étiage.

Période 1939-1993

Cette période est marquée par:

- une interruption presque totale des travaux d'amélioration et d'entretien pendant la guerre,

- la possibilité d'entreprendre des dragages importants en utilisant des dragues aspiratrices en marche,

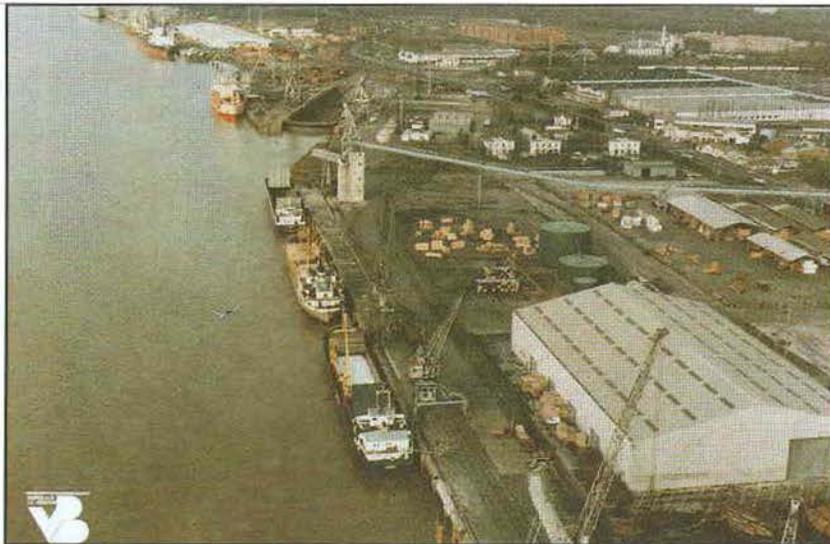
- la réalisation de programmes d'études sur modèles réduits physiques.

• Les travaux d'approfondissement du chenal

Les travaux d'amélioration par dragage vont devenir prépondérants en raison de la mise en oeuvre de dragues aspiratrices en marche. Ces nouveaux engins présentent une forte capacité de dragage due à une grande puissance de pompage. Leur haut rendement a permis d'abaisser considérablement le prix de revient du m³ dragué. Le volume annuel moyen dragué au titre de l'approfondissement du chenal depuis le début des années soixante est de l'ordre de un million de m³.

• Les dragages d'entretien

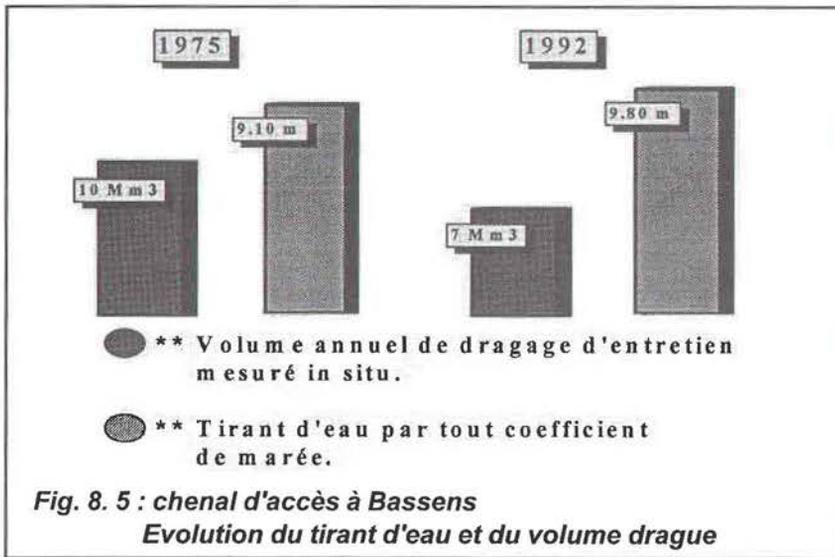
Les dragages d'entretien ont pour but de limiter la dégradation des chenaux de navigation par les dépôts sédimentaires. Vers 1975, le volume annuel dragué était de l'ordre de 10



Le port de Bassens

Le port du Verdon





millions de m³/an (80% de vase - 20 % de sable). Afin de réduire ce volume, le Port autonome de Bordeaux a engagé un effort très important pour améliorer la productivité du processus d'entretien du chenal. Cet effort est fondé sur :

- une meilleure connaissance des processus sédimentaires à l'origine de l'envasement des seuils et des passes du chenal,
- une meilleure définition du tracé du chenal à l'aide des études sur modèles réduits,
- le développement des méthodes modernes d'hydrographie,
- la mise en service d'un nouveau parc de dragues performantes,
- le développement, par le port, de systèmes électroniques d'aides au dragage,
- des études spécifiques sur la navigabilité dans la crème de vase.

Des gains d'efficacité d'intervention ont été obtenus: les volumes dragués dans l'estuaire de la Gironde et la Garonne maritime ont diminué environ d'un tiers en une quinzaine d'années (10 millions de m³ en 1975 - 7 millions de m³ en 1992) alors que les tirants d'eau des navires reçus à Bassens ont, dans le même temps, augmenté de 0,70 m (Fig.8. 5).

L'amélioration des dragages d'entretien

Jusqu'au milieu des années 70, la politique traditionnelle d'entretien du chenal consiste à effectuer des travaux de dragage sur la ou les passes critiques où les exhaussements décelés lors de relevés bathymétriques périodiques entraînent des cotes limitant le tirant d'eau des navires.

Cette méthode d'intervention au coup par coup ne prend pas en compte les aspects suivants:

- pendant le dragage, une autre passe peut à son tour devenir critique ;
- l'efficacité du dragage dépend de la nature et de l'état du matériau dragué ;
- les moyens de dragage que l'on peut mettre en oeuvre ne sont pas toujours à l'échelle des mouvements sédimentaires.

Or, l'étude des transports de sédiment et l'expérience ont montré que les évolutions naturelles des fonds sur les passes étaient cycliques et donc prévisibles pour une large part. Schématiquement, il est possible de décomposer le cycle en quatre phases de trois mois :

- 1ère phase : présence du bouchon vaseux et formation de lits de crème de vase,
- 2ème phase : passage de la

crème de vase à l'état de vase consolidée,

- 3ème phase : prédominance des érosions naturelles,
- 4ème phase : période transitoire : apports sédimentaires réduits.

Il est donc apparu possible d'en déduire un programme d'utilisation des engins de dragage en fonction :

- des prévisions des évolutions naturelles des fonds,
 - de l'état de consolidation des matériaux à draguer constitués essentiellement par de la vase.
- La nouvelle politique de dragage d'entretien du chenal prend en compte ces considérations. Un exemple d'application est présenté pour des passes localisées à l'aval de Pouillac :

- février à avril : période critique en raison de la présence du bouchon vaseux. Dragage déconseillé, inefficace par suite de remaniement de vases «fluides». De plus les études sur la navigation dans les chenaux soumis à envasement ont montré la possibilité de chenalage des navires jusqu'à une densité de 1.2 correspondant à une teneur en sédiment sec d'environ 300 g/l ;
- mai à juillet : dragage curatif de la vase consolidée ;
- août à octobre : dragage préventif : surapprofondissement pour minimiser les effets de l'envasement futur ;
- novembre à janvier : dragages d'entretien réduits avant la période critique.

L'immersion des déblais de dragages

Les déblais de dragage sont immergés dans des zones localisées dans l'estuaire de la Gironde sur la rive droite du chenal de navigation et en Garonne maritime dans les casiers constitués par les anciens épis sous-marins, éléments de



Bac Le Verdon

Blaye, par grande marée
Quai de chargement
des granulats



l'aménagement décrit précédemment.

Cette méthode d'immersion des produits dragués a été choisie pour éviter aux engins de dragage des temps de transport trop importants. Les produits immergés, constitués essentiellement par de la vase, représentent en moyenne 4,5 millions de tonnes par an. Déversées dans l'estuaire, les vases présentent après dragage des rigidités initiales faibles et se diluent facilement dans les courants au moment du rejet. Les résultats des études réalisées sous l'égide d'un groupe de travail institué par le

Ministère de l'Environnement et la Direction des Ports Maritimes pour l'établissement d'un mémorandum situant la position globale des ports français sur l'immersion des déblais de dragage ont été publiés dans un rapport établi en mars 1985.

En Garonne maritime, 10 à 20% des matériaux vidés dans les casiers peuvent rester en place; dans l'estuaire, la majeure partie des déblais est reprise par les courants. La remise en suspension de produits contribue uniquement à une augmentation locale et temporaire des turbidités. Ainsi, selon M. Migniot, co-auteur du rap-

port : «En Gironde, les quantités de matières en suspension qui peuvent osciller au cours des différentes marées atteignent des chiffres considérables de 450 millions de tonnes par an à Saint-Christoly.

Ces sédiments sont alternativement déposés sur les fonds en marées de mortes-eaux, repris par les courants dès que le coefficient de marée dépasse 80, transportés alternativement vers l'amont et vers l'aval sur une distance d'une vingtaine de kilomètres sous le jeu des courants de marées ou déplacés successivement vers l'amont ou vers l'aval de l'estuaire suivant que le débit fluvial est en étiage ou en crue. Le brassage subi par ces matériaux uniquement sous les actions naturelles est donc très supérieur à celui qui peut être réalisé par un dragage, même «dit à l'américaine», le rapport étant de l'ordre de 1 à 50, voire 1 à 100.»

Ce résultat montre que les masses de sédiment remaniées par les dragages sont sans commune mesure avec celles mises en jeu par les mécanismes naturels et illustre le bien fondé du parti-pris de la dilution retenue par le Port autonome de Bordeaux pour l'immersion des produits dragués.

Passe d'entrée - Embouchure de la Gironde

Jusqu'en 1930, les navires qui accédaient à l'estuaire de la Gironde franchissaient le banc du Matelier (Fig. 8. 6) en empruntant les meilleures profondeurs naturelles. Le grand chenal d'entrée en Gironde, qui s'était ouvert naturellement à travers les hauts fonds à la fin du XVIIIe siècle, était orienté à l'origine vers l'ouest-nord-ouest. Ensuite, il a pivoté peu à peu vers le nord et les profondeurs se sont progressivement altérées.

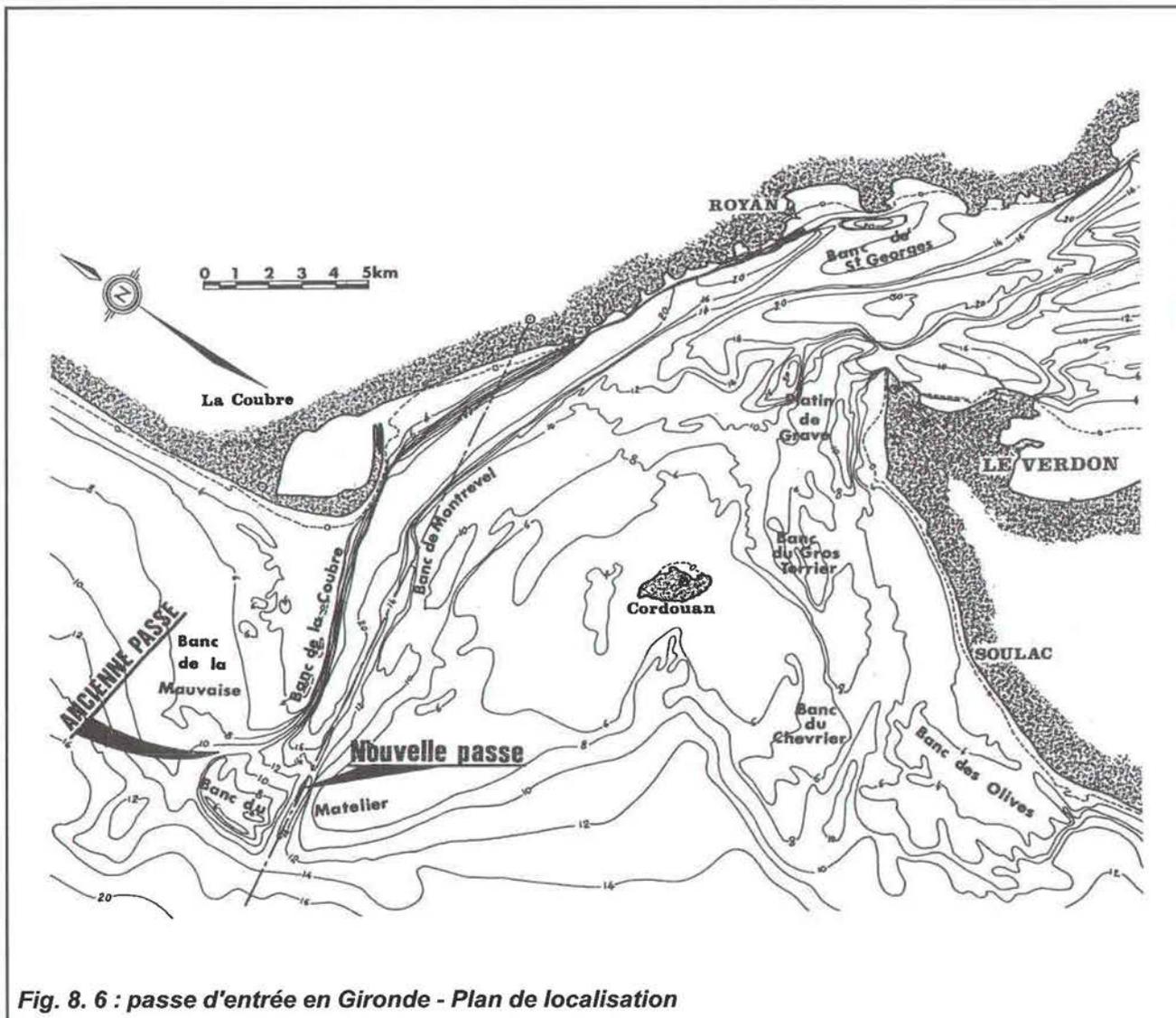


Fig. 8. 6 : passe d'entrée en Gironde - Plan de localisation

Pour offrir un chenal plus sûr pour la navigation, la solution retenue a consisté à ouvrir une passe orientée exactement est-ouest suivant l'axe commun du jusant et de la direction moyenne des tempêtes. De 1930 à 1932, 10 millions de m³ ont été extraits et déposés à 5 km au large.

A partir de 1950, le tracé du chenal s'est peu à peu déformé entre La Coubre et la passe extérieure. L'évolution du tracé (Fig. 8. 7) se caractérise par :

- une progression du banc de La Coubre vers le sud-ouest,
- une translation vers le nord du banc du Matelier.

La poussée du banc du Matelier pouvait être partiellement contenue par des actions de dra-

gage. Par contre, la progression du banc de La Coubre n'aurait pu être stoppée qu'avec des moyens de dragage considérables. En raison de l'accélération de la déformation de l'ancienne passe de l'ouest, son maintien en service comportait des risques de limitation du tirant d'eau et des dimensions des navires et l'obligation éventuelle d'interdire aux navires pétroliers le chenalage de nuit.

C'est pourquoi dès 1970, le Port autonome de Bordeaux a lancé un vaste programme d'études destinées à déterminer un aménagement pour rectifier le tracé de l'ancienne passe.

La solution retenue a consisté à implanter la nouvelle passe dans le prolongement de la

fosse naturelle de jusant qui existe au sud du banc de La Coubre. Les travaux de dragage de la nouvelle passe (Fig. 8. 6),

400 m de largeur à la côte (-13,50m), se sont déroulés entre juin 1978 et octobre 1981. Les matériaux sableux extraits (14,6 Mm³) ont été déposés dans une zone localisée au sud de la nouvelle passe et choisie d'après les critères suivants :

- proximité de la zone draguée pour que le coût des dragages reste acceptable ;
- éloignement de la future passe pour éviter des retours éventuels de matériaux ;
- déplacements faibles des sédiments préférentiellement vers l'ouest ;
- pas de gêne à l'exercice de la

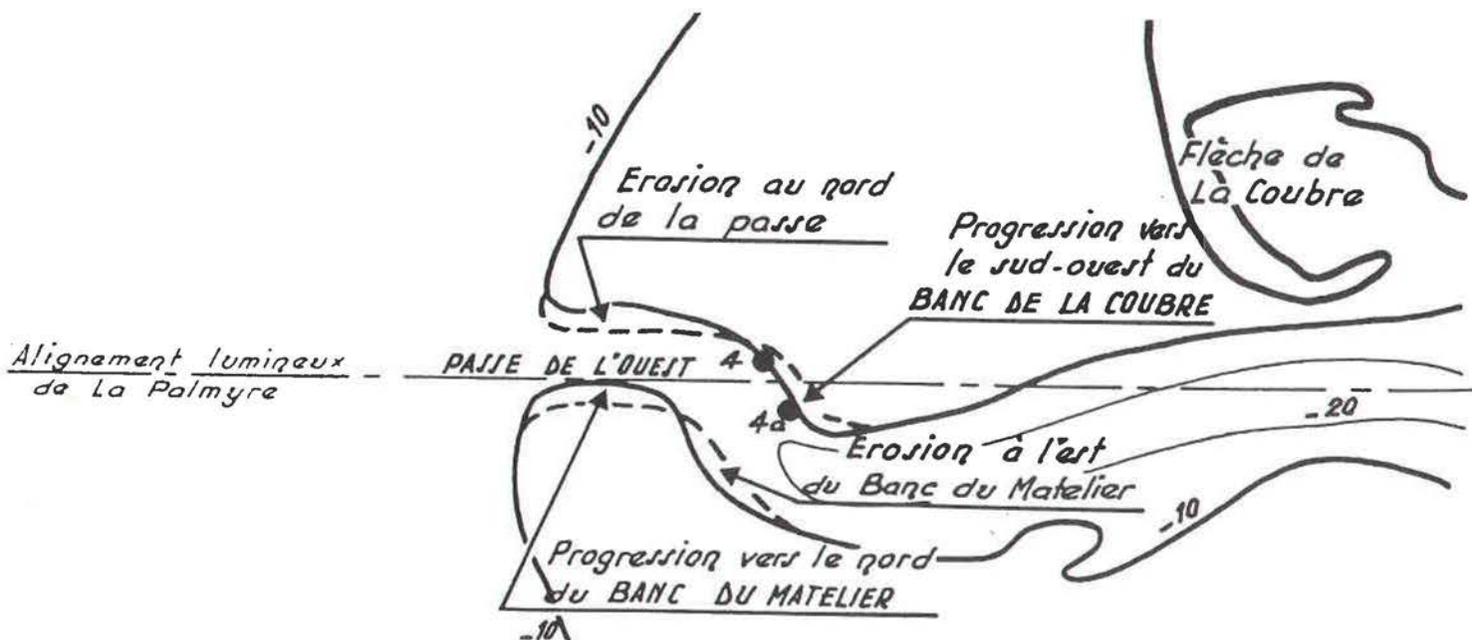


Fig. 8. 7 : schéma d'évolution de l'ancienne passe de l'ouest

navigation et de la pêche, - zone de peuplements benthiques limités.

La mise en service de la nouvelle passe a considérablement amélioré la sécurité de la navigation pour l'entrée en Gironde. Le tracé du nouveau chenal présente jusque-là une parfaite stabilité.

Le volume annuel moyen (environ 300 000 m³) dragué pour l'entretien de la nouvelle passe est plus de 6 fois inférieur à celui prélevé sur l'ancienne passe au cours des 10 dernières an-

nées de son utilisation (1,9 million de m³) (Fig. 8. 8). Ces résultats confirment l'intérêt technique et économique de la solution retenue.

Résultats des travaux d'aménagement - Incidence sur la navigation

L'ensemble des travaux réalisés a permis d'améliorer très sensiblement les possibilités d'accès aux installations portuaires en augmentant les profondeurs offertes sur les différentes passes et donc en as-

surant l'adaptation des accès nautiques à l'accroissement des caractéristiques des navires (tirant d'eau, longueur...).

Le tirant d'eau admissible actuellement pour la desserte de Bassens par tout coefficient de marée est de 9,80 m alors que ce dernier était limité à environ 5 m avant les travaux d'aménagement (Fig. 8. 9).

L'adaptation permanente de la nouvelle donne du trafic maritime est justifiée par les économies qu'entraînent :

- une meilleure utilisation des navires en limitant le "dead freight" (retour à vide) et permettant ainsi un meilleur remplissage d'espace,
- le transport de marchandises par des navires plus importants engendrant des économies,
- la réduction des délais d'attente des navires pour remonter et descendre l'estuaire,
- le traitement des marchandises par quantités plus importantes autorisant une meilleure répartition des coûts fixes tant en main-d'oeuvre qu'en outillage,
- la souplesse d'exploitation du



Fig. 8. 8 : rectification de la passe d'entrée en Gironde

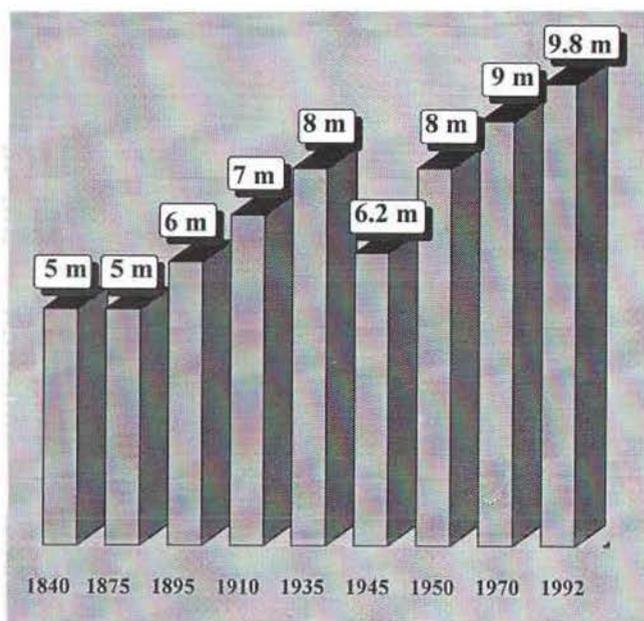


Fig. 8. 9 : *desserte du port de Bassens
Evolution des tirants d'eau des navires
par tout coefficient de marée*

chenal par des navires de plus faibles tirants d'eau par suite de l'augmentation des plages temporelles disponibles.

Ces économies se traduisent par un abaissement du coût du transport. Elles représentent un gain : pour l'économie régionale, pour l'économie nationale, une diminution des coûts des importations et un accroissement de la compétitivité pour les exportateurs.

■ Un exemple d'aménagement : la plate-forme industrielle à Ambès

Après une période difficile découlant de la fermeture, au milieu de la décennie écoulée, des raffineries girondines, l'action concertée des acteurs économiques et des collectivités territoriales (Conseil Général de la Gironde, Conseil Régional d'Aquitaine, Communauté ur-

baine de Bordeaux, Chambre de commerce et d'industrie et Port autonome de Bordeaux) avec le concours de l'Etat a conduit à une revitalisation industrielle du site d'Ambès, récemment amorcée et traduite par l'implantation de 1990 à 1993 de groupes importants (NORSK-HYDRO, EKA-NOBEL, Entrepôt pétrolier de la Gironde) (Fig. 8. 10).

En 1988, le groupe norvégien NORSK-HYDRO décide d'implanter une usine de fabrication d'ammonitrates à Ambès. Ce projet va entraîner des travaux d'aménagement et, en particulier, des opérations de remblaiement pour la viabilisation du terrain sur une surface d'environ 40 ha à Ambès.

Travaux en site terrestre

Les travaux préparatoires réalisés en site terrestre ont com-

porté des opérations de déboisement et de dessouchage en veillant, toutefois, à conserver au maximum des zones vertes (bois et bosquets) compatibles avec le plan masse de l'usine. Des digues en terre ont été construites pour la réception des matériaux sableux de remblai. Ces digues avaient non seulement pour but de retenir le sable refoulé par voie hydraulique, mais aussi d'orienter les eaux issues du refoulement vers un nouveau système de fossés. Les eaux de drainage de l'ensemble de la zone ainsi récupérées étaient dirigées vers la Garonne.

Les matériaux sableux refoulés étaient nivelés à l'aide de chargeurs à une cote de l'ordre de + 4,80 m NGF, soit 0,30 m au-dessus de la cote définitive du remblai (+ 4,50 m NGF) pour tenir compte des tassements estimés des sols compressibles sous le remblai.

Travaux en site nautique

Une souille était draguée en Garonne au moyen d'une drague aspiratrice stationnaire au droit du futur appontement sur une longueur de 350 m et une largeur de 55 m à la cote (-11 m). Une fois la souille draguée à (-11m), une drague aspiratrice en marche venait mettre en place du sable, refoulé ensuite à terre par la drague stationnaire. Le sable était issu de dragages effectués au titre de l'entretien du chenal de navigation. L'opération a constitué une valorisation des déblais de dragage. Les travaux se sont déroulés de mai 1988 à janvier 1989, 900 000 m³ de matériaux sableux ont été mis en place.

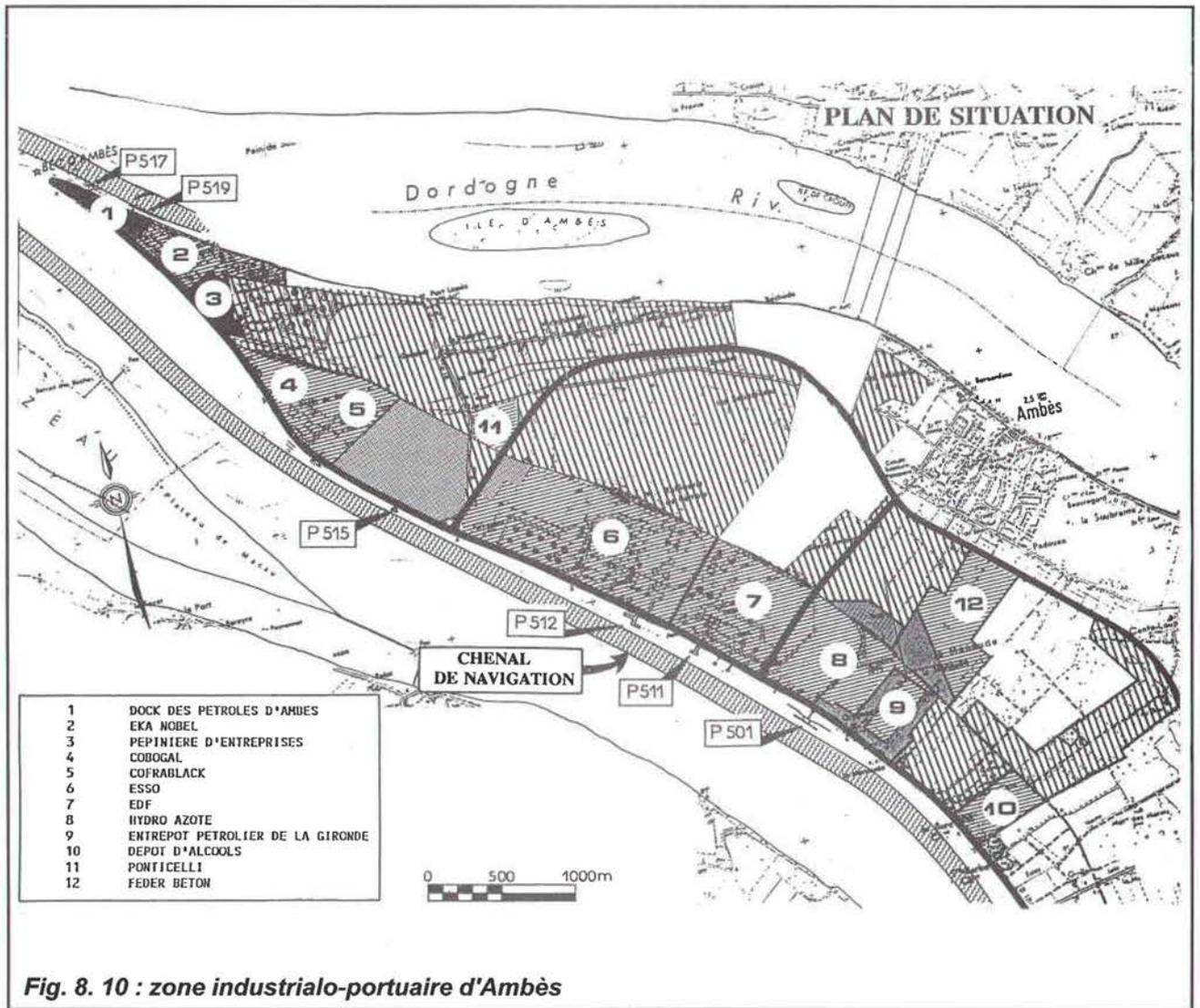


Fig. 8. 10 : zone industrialo-portuaire d'Ambès

Le port de Bordeaux, acteur de l'économie

Les données présentées sont extraites d'une étude réalisée par l'Institut Economique Régional du Sud-Ouest (I.E.R.S.O.) et le Comité d'Expansion d'Aquitaine ; cette étude était destinée à évaluer le poids économique lié à l'activité portuaire et son importance vis-à-vis de l'économie de l'Aquitaine et d'autres régions en quantifiant la place, le rôle et l'influence du port de Bordeaux (Fig. 8. 11).

■ Emplois

Le port de Bordeaux a généré 20 000 emplois en 1992 :

- 2 700 emplois directs :
- Port et professions portuaires,

pilotage, remorquage, lamanage, agences maritimes, consignataires, courtage, transitaires et commissionnaires en douane, armement, maintenance, dockers...

- 12 400 emplois indirects (industries liées au port, sous-traitants de ces industries, secteur des transports, BTP...), dont :

- . 3 500 emplois commandés qui n'existeraient plus si le port venait à disparaître (réparation navale, production d'énergie, industries de fabrication d'engrais, transports...),

- . 8 900 emplois utilisateurs du port, mais non contraints par son existence pour l'exercice de

l'activité correspondante (chimie, industrie agro-alimentaire, métallurgie, papier-carton),

- 4 900 emplois induits : commerces, autres services, administrations.

Sur ces 20 000 emplois :

- 82 %, soit 16 300 ont été générés en Aquitaine dont 71 % (14 300) en Gironde,

- 18 %, soit 3 700 ont été générés hors Aquitaine (Poitou-Charentes, Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon et Limousin).

A titre de comparaison, ces 20 000 emplois représentent :

- 10 % des emplois salariés des secteurs privés de la zone d'emploi de Bordeaux

EMPLOIS : 20 000 GENERES PAR L'ACTIVITE PORTUAIRE

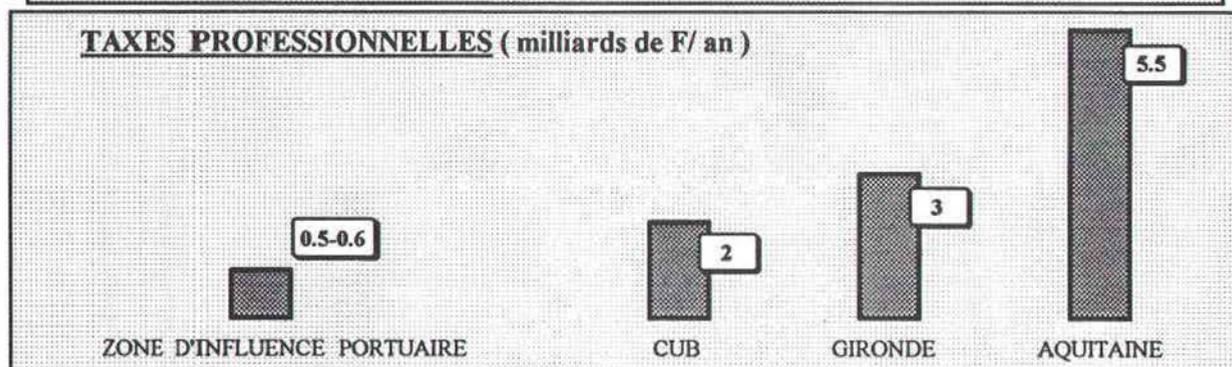
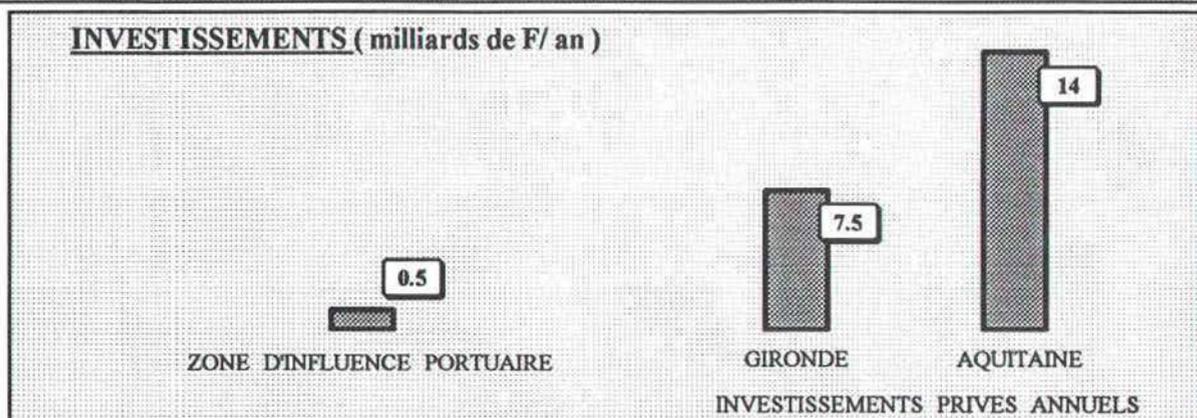
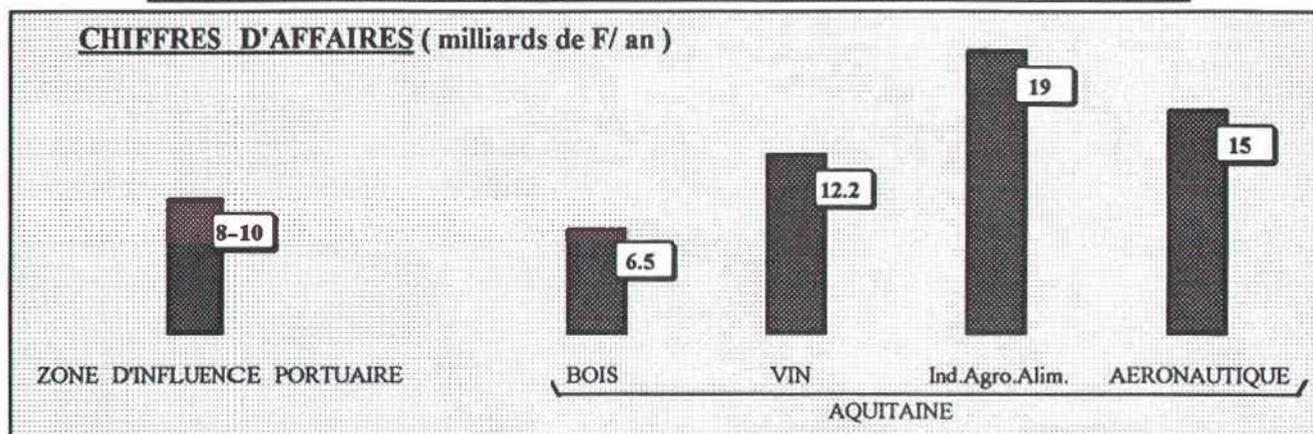
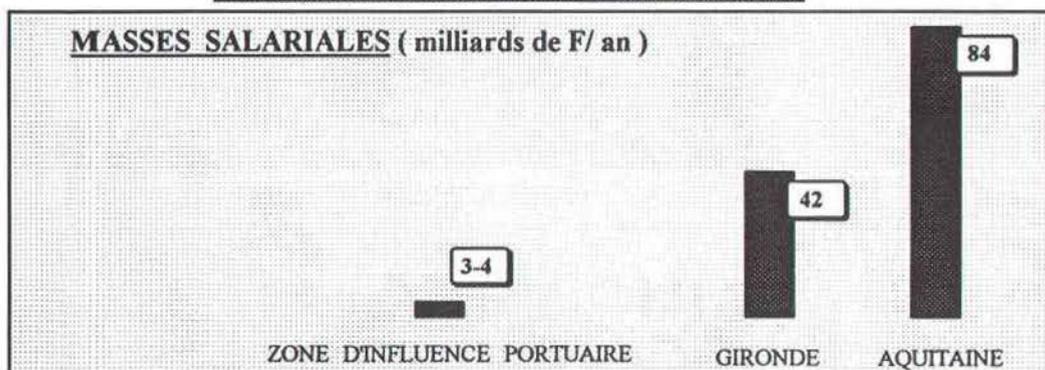
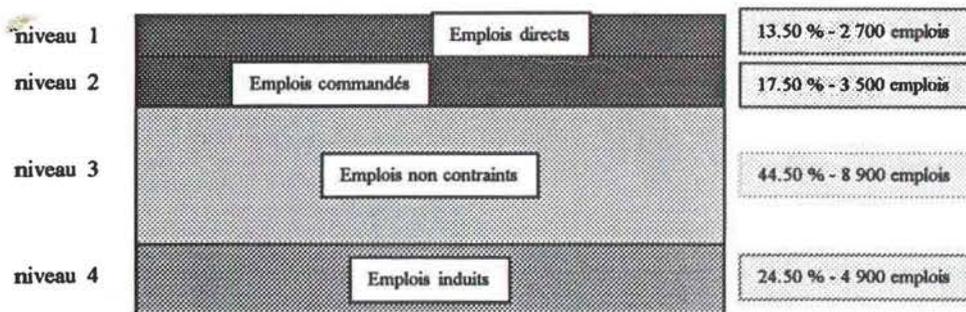


Fig. 8. 11 : poids économique du port de Bordeaux



Z.I.P. d'Ambès

(200000 emplois, source ASSEDIC),
 - 7,8 % des emplois salariés des secteurs privés de la Gironde (256 000 emplois, source ASSEDIC),
 - 3,6 % des emplois salariés des secteurs privés de l'Aquitaine (547 000 emplois, source ASSEDIC).

■ Masse salariale

La zone d'influence portuaire génère 3 à 4 milliards de francs (évaluation sur base d'enquête).
 A comparer aux :
 - 42 milliards de francs de la Gironde (soit 7 à 10 %) selon l'évaluation sur base de données INSEE,
 - 84 milliards de francs de l'Aquitaine (soit 3,6 à 5 %) selon l'évaluation sur base de

données INSEE.

■ Chiffre d'affaires

La zone d'influence portuaire génère 8 à 10 milliards de francs (évaluation sur base d'enquête).
 A comparer, pour l'Aquitaine, aux chiffres d'affaires :
 - du bois : 6,5 milliards de francs (Service des Statistiques Industrielles du Ministère de l'Industrie),
 - du vin de Bordeaux : 12,2 milliards de francs (Conseil Interprofessionnel du Vin de Bordeaux),
 - des industries agro-alimentaires : 19 milliards de francs (Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt),
 - du secteur aéronautique : 15 milliards de francs (Groupement des Industries Françaises

Aéronautiques et Spatiales).

■ Investissements

De 1988 à 1992, soit sur cinq ans, le port autonome a investi 412 MF et les entreprises situées sur la zone d'influence portuaire 1,9 milliard de francs, soit un total de 2,3 milliards de francs (près de 0,5 milliard de francs par an).

A comparer aux :

- 7,5 milliards de francs d'investissements privés annuels en Gironde (6,7 %),
- 14 milliards de francs d'investissements privés annuels en Aquitaine (3,6 %).

■ Taxe professionnelle

La taxe professionnelle versée par les entreprises liées au port est de l'ordre de 500 à 600 millions de francs par an.

A comparer aux :

- 2 milliards de francs de taxe professionnelle de la Communauté Urbaine de Bordeaux (25%),
- 3 milliards de francs de taxe professionnelle de la Gironde (16 %),
- 5,5 milliards de francs de taxe professionnelle d'Aquitaine (9%).

Cette étude permet donc de constater et surtout de mesurer combien l'activité portuaire est génératrice d'emplois, d'investissements et de richesses, réinjectées dans l'économie locale et régionale.

Conclusion - propositions

En 1989/1990, le Port autonome de Bordeaux a mené une vaste étude prospective PORT Avenir 2000, opération originale par l'association à la réflexion de l'ensemble des intervenants dans l'activité portuaire : clients mais aussi partenaires naturels du port : collectivités territoria-

les, administrations, décideurs locaux et régionaux, représentants socio-professionnels, et qui a conduit à l'élaboration d'une charte de développement du port pour la décennie. Les mutations socio-économiques entraînées par d'importants facteurs de changement

survenus depuis 1990 ont conduit à une actualisation de l'opération PORT Avenir 2000.

La stratégie de la communauté portuaire est traduite dans la nouvelle charte de développement qui exprime une politique de productivité et de qualité ga-

rant d'une reconquête durable des activités portuaires, commerciales et industrielles.

La charte s'accompagne d'un programme d'actions concrètes à mettre en oeuvre en association avec les différents partenaires.

En particulier, les actions suivantes sont prévues :

- amélioration progressive du chenal de navigation et recherche d'une réduction des coûts d'entretien des accès nautiques,
- développement des zones industrielles et d'activités comportant notamment la réalisation de remblais limités et adaptés aux besoins économiques,
- réalisation d'une plate-forme logistique à l'aval de Bassens,
- amélioration des dessertes terrestres des sites portuaires et de l'hinterland du Port de Bordeaux.

Une nouvelle charte confirmera les engagements antérieurs, en particulier : «Le Port autonome de Bordeaux et ses partenaires réaffirment leur volonté d'assurer à chacune des plates-formes portuaires un développement cohérent et maîtrisé dans le respect et la qualité de l'environnement de l'estuaire».

Confronté aux exigences de l'environnement sur les différents maillons requis pour l'exercice de la fonction portuaire (travaux de dragage, transport maritime, manutention et stockage des marchandises, implantations industrielles), l'établissement portuaire s'est doté d'une politique en matière d'environnement.

Cette politique a pour objectif la recherche de la conciliation en-

tre le développement nécessaire des différentes activités économiques, la sauvegarde de la qualité de l'environnement de l'estuaire et la préservation des conditions de sécurité des populations. La traduction concrète de cette politique comprendra notamment le développement de deux axes majeurs : la qualité de l'eau de l'estuaire et la valorisation des paysages. La traduction concrète de cette politique comprendra notamment le développement de deux axes majeurs : la qualité de l'eau de l'estuaire et la valorisation des paysages.

Les usages multiples de l'estuaire conditionnés par la qualité de l'eau et des milieux aquatiques ont conduit le Port autonome à établir un projet visant à la définition d'une méthodologie pour l'aide à la gestion du système estuarien.

Le programme s'intègre dans des réflexions menées à l'échelle européenne dans le cadre de la plate-forme ECEPA* avec l'appui de la CEE et de ESPO** et comporte 4 étapes :

- analyse de l'évolution hydrosédimentaire de l'estuaire,
- modélisation des processus hydrauliques,
- modélisation des mécanismes sédimentaires,
- modèles biologiques.

Les résultats attendus visent à :

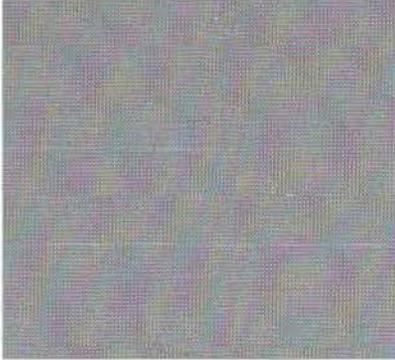
- l'application d'une meilleure méthode de gestion de l'estuaire par la possibilité de prévoir les réactions de l'écosystème à des projets d'aménagements ;
- l'amélioration des débats sur des bases scientifiques et tech-

niques renforcées pour la recherche du meilleur équilibre possible entre le développement économique et la préservation de la qualité de l'environnement.

Les paysages sont un élément essentiel de l'environnement quotidien. Les activités implantées dans les zones industrialo-portuaires ont façonné les paysages depuis des décennies sans toujours prendre en compte des préoccupations d'insertion équilibrée dans l'environnement. Or la présentation des paysages, le soin mis à les faire évoluer, l'accès à la mémoire sont autant de facteurs pour l'image de marque des zones industrialo-portuaires. C'est pourquoi l'amélioration de ces zones en terme d'image, élément qui contribuera à la notoriété et à la qualité de service, est envisagée dans un premier temps pour les pôles de Bassens et d'Ambès, dans un deuxième temps pour les sites de Pauillac et du Verdon.

En conclusion, la qualité de l'environnement de l'estuaire, en particulier la disponibilité de vastes espaces, constitue un atout pour le développement d'activités portuaires industrielles et commerciales.

Mais la préservation de cette qualité, du cadre de vie et de la sécurité des populations, offre un véritable défi à la communauté portuaire : concilier en permanence les préoccupations de protection des milieux naturels et du cadre de vie et d'essor économique régional qui requiert une politique de développement portuaire et de promotion industrielle.



Conclusion générale - Prospective

Les connaissances scientifiques se rapportant à l'estuaire de la Gironde sont importantes. L'estuaire est encore dans une situation relativement privilégiée tant en ce qui concerne la qualité des eaux que les paysages et les espaces naturels.

Cependant ce constat ne doit pas conduire à un excès d'optimisme : certains acquis scientifiques datent ; les études importantes ont plus de vingt ans et il manque, pour gérer l'estuaire, les outils modernes que sont les modèles : modèle 3D de courantologie sur lequel pourraient venir se coupler des modèles de transport de sédiment et de qualité des eaux.

- La qualité des eaux est globalement satisfaisante. Toutefois, on peut constater que les concentrations en nitrate ont augmenté environ de 20 % en dix ans, ce qui peut, à terme, poser des problèmes d'eutrophisation dans la Dordogne et surtout dans la Garonne et entraîner une accumulation de matière organique d'origine fluviale dans l'estuaire.

En ce qui concerne les teneurs en oxygène, on a observé, en étiage, des valeurs faibles en oxygène dissous (30 % de saturation) en dessous desquelles il ne faut pas descendre si l'on veut éviter des phénomènes de mortalité de la faune.

Les mesures de contaminants métalliques faites sur les coquillages en aval de l'estuaire

montrent que celui-ci est source d'une contamination non négligeable en cuivre et zinc et d'une pollution importante par le cadmium.

Les connaissances sur les contaminants organiques montrent que les concentrations dans les mollusques à la sortie de l'estuaire traduisent une contamination faible par les hydrocarbures polycycliques aromatiques, les polychlorobiphényles et les composés du DDT ; par contre la contamination par le lindane est notable ; pour les autres produits phytosanitaires les connaissances sont très limitées.

Il apparaît nécessaire non seulement de poursuivre les programmes de surveillance de la qualité des eaux (RNO - EDF - Agence de l'Eau) mais aussi de mieux les coordonner et de les compléter.

- Les études traitant de la biologie de l'estuaire sont partielles et en grande partie liées à la surveillance de la centrale du Blayais. Elles méritent d'être complétées, notamment en ce qui concerne les échelons inférieurs des réseaux trophiques (bactéries, protozoaires, microalgues).

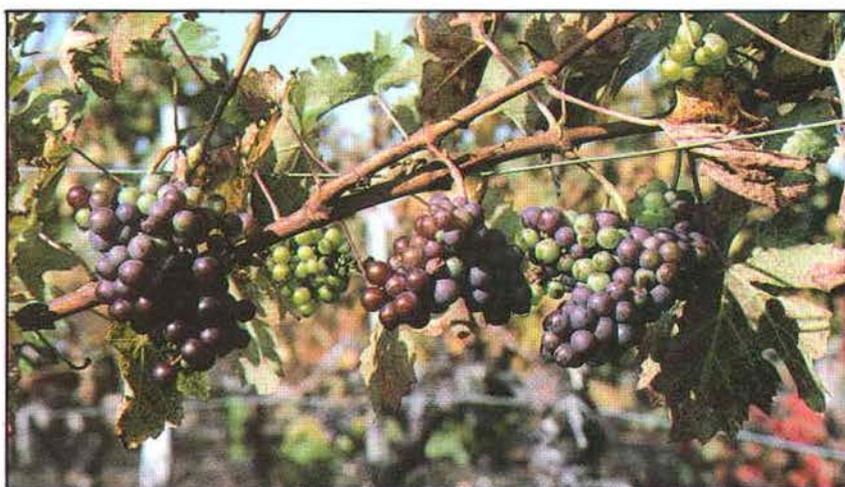
- La pêche, dans le système fluvio-estuarien de la Gironde, apparaît comme une activité en crise ou, tout au moins, en difficulté. Globalement, les tonnages pêchés sont passés de 2000t dans les années 80 à

1000t dans les années 90. Les actions à entreprendre pour améliorer la situation nécessitent plus la mise en place de mesures administratives ou d'aménagement que l'amélioration des connaissances. Toutefois l'établissement d'un diagnostic scientifique sur «l'état biologique» de l'estuaire de la Gironde apparaît indispensable.

●L'état de l'aquifère des sables et calcaires de l'éocène qui fournit à la région bordelaise 60millions de m³ par an d'eau potable apparaît préoccupant. La nappe, autrefois en surpression, est actuellement en dépression et pourrait être envahie par des eaux saumâtres, ce qui provoquerait une situation irréversible. Des mesures urgentes s'imposent pour com-

pléter les connaissances sur la géologie du substratum, réaliser une synthèse sur les nappes alluviales et définir une politique régionale de gestion de l'eau. Cela intéresse tout particulièrement les prélèvements à des fins agricoles et ceux opérés par la Communauté Urbaine de Bordeaux.

●La situation caractérisant l'occupation de l'espace et la protection de l'environnement semble, globalement, satisfaisante. Les connaissances sur les milieux naturels comportent, toutefois, quelques lacunes qu'il conviendrait de combler. Il serait souhaitable, en particulier, de réaliser une synthèse sur les marais de la Gironde. En ce qui concerne les mesures de protection, elles sont peu



Vigne à Saint Estèphe

*Détail du monument
des Girondins (Bordeaux)*



nombreuses, ce qui peut s'expliquer par l'absence de pression. Il serait bon de profiter d'une situation «calme» pour mieux protéger certains espaces encore préservés.

Compte tenu de la situation économique que connaît l'estuaire de la Gironde, les atteintes à l'environnement sont encore limitées. Une politique globale de gestion de l'environnement de l'estuaire pourrait donc se montrer efficace à un coût acceptable.

L'évolution de la situation agricole est plus préoccupante. L'augmentation spectaculaire de l'ensemble céréales-oléoprotagineux pose des problèmes majeurs en matière d'irrigation.

A terme, il peut aussi y avoir une menace sur certaines espèces aquatiques consécutive aux traitements phytosanitaires.

Situation au débouché de l'estuaire

Le bilan ne serait pas complet si l'on n'abordait pas «l'état du milieu marin» à l'ouvert de la Gironde. On n'a recensé ni phénomènes d'eutrophisation, ni anoxies au large de la Gironde. Par contre une concentration légèrement supérieure à la moyenne nationale des huîtres de Marennes en Cuivre, Mercure, Zinc et surtout Cadmium pose le problème de la responsabilité de la Gironde.

Un modèle 3D de circulation, mis au point à IFREMER, montre qu'en l'absence de vent, le panache de la Gironde contourne l'île d'Oléron et pénètre (lentement) dans le secteur de Marennes-Oléron par le pertuis d'Antioche.

Le vent a une importance considérable sur le devenir du panache : un vent du nord va con-

trarier les déplacements. Les vents dominants de sud-ouest vont au contraire accélérer le processus.

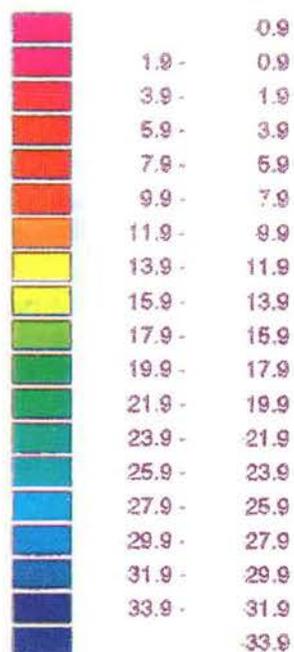
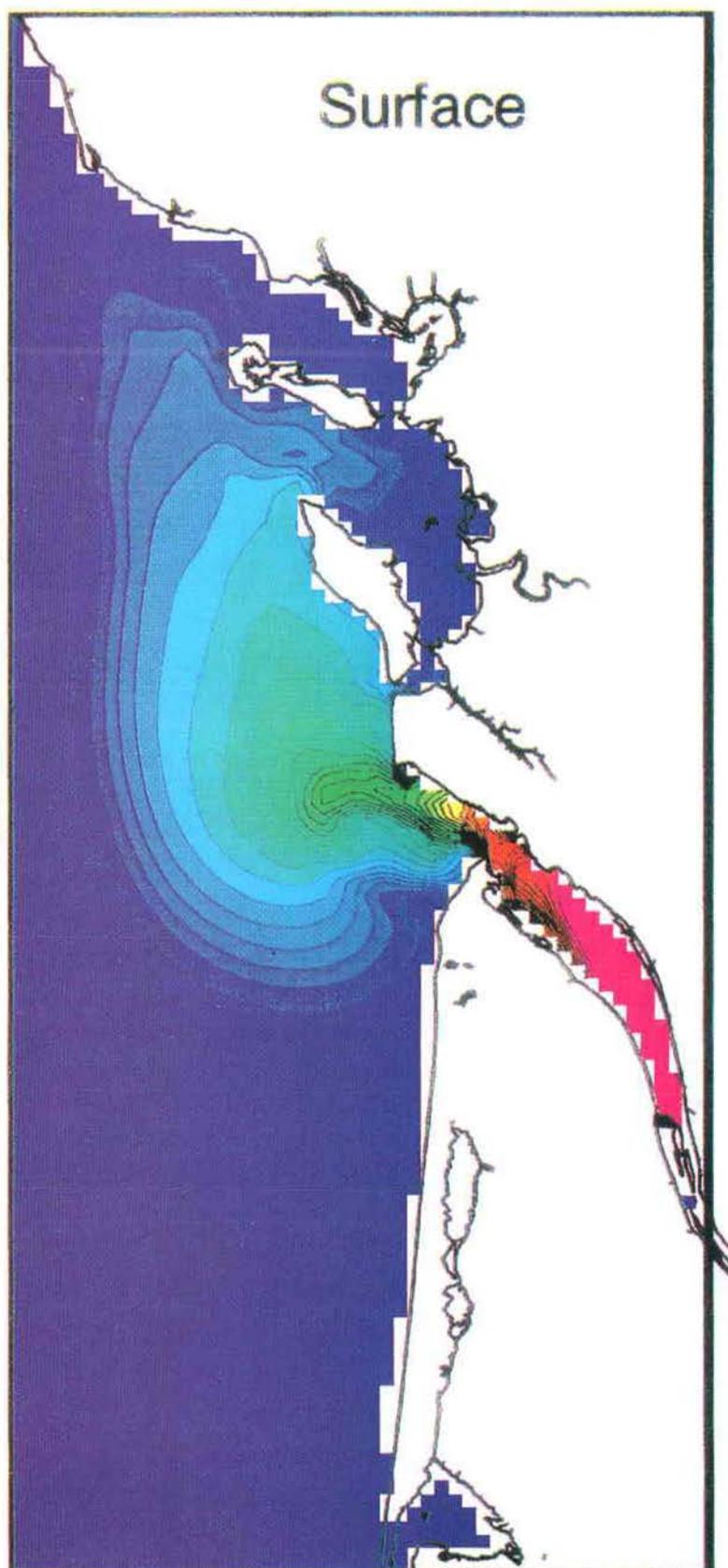
On peut donc affirmer, au vu des connaissances scientifiques actuelles que les eaux de la Gironde influencent le secteur de Marennes-Oléron.

Cette influence n'existera pas pour des polluants microbiens (bactéries, virus ...) dont la durée de vie dans le milieu marin est courte (quelques jours voire quelques dizaines de jours pour les virus), mais elle existera pour des polluants conservatifs (Cd, Cu ...) ainsi, peut-être, que pour les sels nutritifs. La dilution est telle qu'il ne faut pas craindre de phénomènes d'eutrophisation à Marennes mais qu'il faille toutefois s'interroger sur les risques d'apparition de plancton toxique.

On ne connaît pas, actuellement, les causes d'apparition du plancton toxique. Mais la communauté scientifique s'accorde à reconnaître que des déséquilibres dans les apports de nutriments peuvent constituer un risque : les apports d'azote et de phosphore ont fortement progressé depuis vingt ans alors que les apports de silice sont restés constants.

La silice pourrait donc être, dans certains cas, le paramètre limitant de la production primaire des diatomées ; d'autres espèces, telles que les dinoflagellés (comprenant des espèces toxiques), pourraient alors se développer.

Il conviendrait donc de s'assurer qu'au débouché de l'estuaire et jusqu'au pertuis d'Antioche il n'y a pas limitation excessive de la production primaire par la silice, et de déséquilibres importants des peuplements phytoplanctoniques.



Crédit photos

IFREMER Brest
CEMAGREF Bordeaux
Université Bordeaux 1

Mise en page

Agence de l'Eau
Adour-Garonne
Service communication

Impression

Rapidocolor France

Copyright

Agence de l'Eau
Adour - Garonne

Juin 1994

Panachage de la Gironde -Crue- sans vent
(d'après P. Lazure : 3D, en cours de publication)

Agence de l'Eau Adour Garonne



90, rue du Férétra – 31078 Toulouse Cedex
Tél. : 61 36 37 38 – Fax : 61 36 37 28

Délégation de Bordeaux
7, allées Haussmann – 33300 Bordeaux
Tél. : 56 11 19 99 – Fax : 56 11 19 98



Centre de Brest

B.P. 70 – 29280 Plouzané
Tél. : 98 22 40 13 – Fax : 98 22 45 86

*Etude coordonnée par IFREMER,
réalisée avec la collaboration de*



UNIVERSITE
BORDEAUX 1
DEPARTEMENT
DE GEOLOGIE ET OCEANOGRAPHIE



UNIVERSITE
BORDEAUX 1
LABORATOIRE D'OcéANOGRAPHIE BIOLOGIQUE
CENTRE D'OcéANOGRAPHIE ET DE BIOLOGIE MARINE

