



**IFREMER**  
**Laboratoire DEL**  
B.P. 171  
1, rue Jean Vilar - 34203 SETE CEDEX  
Tél. 04 67 46 78 00  
Fax 04.67.74.70.90



**CONTRAT DE PLAN**

**ETAT REGION LANGUEDOC-ROUSSILLON**

*THEME*

*GESTION INTEGREE DES ETANGS LITTORAUX*

**CARTOGRAPHIE ET CARACTERISTIQUES DES SEDIMENTS  
SUPERFICIELS DU SECTEUR CONCHYLICOLE DE  
L'ETANG DE THAU**



*Calligée*  
SCIENCES ET TECHNIQUES GÉOLOGIQUES



*Avril 1991*

**DIRECTION DES RESSOURCES OCEANIQUES**  
**Laboratoire Environnement Méditerranéen Rapport DRO/EM 91.03**



**DIRECTION DES RESSOURCES OCEANIQUES**

**LABORATOIRE ENVIRONNEMENT MEDITERRANEEN**  
**Rapport DRO/EM 91.03**

***CARTOGRAPHIE ET CARACTERISTIQUES DES SEDIMENTS SUPERFICIELS DU  
SECTEUR CONCHYLICOLE DE L'ETANG DE THAU.***

**Responsable scientifique :**

**DESLOUS-PAOLI J.-M.**

**Participants :**

**SORNIN J.-M., DURAND F.**  
ECOCEAN, Hôtel d'entreprises, Av. Marillac, 17000 La Rochelle

**CHEVALIER M.**  
CALLIGEE, Nantes Créatic, 2 rue R. Le Ricolais, 44086 Nantes Cedex

**LAGABRIELLE R., PELISSIER M.**  
Laboratoire Central des Ponts et Chaussés, BP 19, 44340 Bouguenais

**DESLOUS-PAOLI J.-M., TOURNIER H., JUGE C.**  
IFREMER Laboratoire Environnement Méditerranéen, 1 rue J. Vilar, 34200 Sète

*Avril 1991*

Ce travail a été réalisé grâce aux financements consentis par le Ministère de l'Environnement et la Région Languedoc-Roussillon dans le cadre d'un contrat de Plan Etat-Région 1989 sur le thème "Gestion intégrée des étangs littoraux", et par l'IFREMER.

IFREMER - STATION DE SÈTE - 1 RUE JEAN VILAR - 34200 SÈTE - TEL. : 67 74 77 67

PRÉFECTURE DE RÉGION - 22 RUE DE CLARET - 34100 MONTPELLIER - TÉL. : 67 27 34 66  
HÔTEL DE RÉGION - 201 AV. DE LA POMPIGNANE - 34064 MONTPELLIER CÉDEX 02 - TÉL. : 67 22 80 00  
DELEGATION REGIONALE A L'ARCHITECTURE ET A L'ENVIRONNEMENT - 38, RUE PITOT 34965 MONTPELLIER CEDEX 2 - TEL : 67 61 09 09

**IFREMER**

Station de Sète  
 1 rue Jean Vilar 34000 SETE  
 Tél : 67 74 77 67  
 Télex : 490 503  
 Télécopieur : 67 74 70 90

**DIRECTION RECHERCHES  
 OCEANIQUES**

**LABORATOIRE ENVIRONNEMENT  
 MEDITERRANEEN**

<b>AUTEURS :</b> DESLOUS-PAOLI J.M., SORNIN J.M., DURAND F., CHEVALIER M., LAGABRIELLE R., PELLISSIER M., TOURNIER H., JUGE C.	<b>CODE :</b> N° DRO/EM 91.03
<b>TITRE :</b> Cartographie et caractéristiques des sédiments superficiels du secteur conchylicole de l'étang de Thau	<b>DATE :</b> avril 1991 <b>TIRAGE Nb :</b> 60 <b>Nb page :</b> 88 <b>Nb figure :</b> 31 <b>Nb photos :</b>
<b>CONTRAT :</b> Plan Etat-Région Languedoc-Roussillon	<b>DIFFUSION</b> Libre <input checked="" type="checkbox"/> Restreinte <input type="checkbox"/> Confidentielle <input type="checkbox"/>

<b>RESUME :</b> <p>Les sédiments des zones conchylicoles de l'étang de Thau sont principalement constitués d'éléments sablo-vaseux coupés par un horizon plus grossier entre 80 cm à 1 m de profondeur. Ces sédiments sont plus argileux dans les coins nord-est de chaque zone et d'une manière générale plus riches en matière organique que les autres secteurs de l'étang, avec des potentiels d'oxydo-réduction très négatifs.</p> <p>Les teneurs en ammoniacque et phosphate des eaux interstitielles sont très élevées. Un gradient de concentration de la profondeur vers la surface du sédiment est marqué, provoquant ainsi des flux diffusifs vers la colonne d'eau.</p>
<b>ABSTRACT :</b> <p>Sediments from the shell-fish culture areas in the Lagoon of Thau are mainly constituted of sand and mud elements ; at a depth of about 80 cm to 1 meter in the sediment, much coarser elements are found.</p> <p>These sediments are more clayey in the N-E corners of each area and in a general way, richer in organic matter than the other areas of the lagoon, with very negative oxido-reduction potentials. Ammonia and phosphate amounts in interstitial waters are very high. A gradient of concentration from the bottom towards the surface of the sediment is observed, thus inducing diffusing flows in the water column.</p>
<b>MOTS-CLES :</b> sédiment, secteur conchylicole, étang de Thau, azote, phosphore, carbone.
<b>KEY-WORDS :</b> sediment, shell-fish cultural area, lagoon of Thau, nitrogen, phosphorus, carbon.



institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

# SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	2
Situation du sujet .....	2
Contexte géologique.....	3
1. MATERIELS ET METHODES .....	5
1.1. Buts de l'étude .....	5
1.2. Moyens et techniques mis en oeuvre.....	5
1.2.1. Géophysique électrique en continu .....	5
1.2.1.1. Méthodologie.....	5
1.2.1.2. Matériel utilisé à Thau. ....	6
1.2.2. Analyses sédimentaires .....	6
1.2.2.1. Carottages préliminaires .....	6
1.2.2.1.1. Localisation. ....	9
1.2.2.1.2. Méthodologie .....	9
1.2.2.2. Caractéristiques des sédiments de surface.....	9
1.2.2.2.1. Situation des prélèvements. ....	9
1.2.2.2.2. Méthodologie et analyses. ....	9
2. CAROTTAGES PRELIMINAIRES .....	12
2.1. Description des carottes. ....	12
2.2 Interprétations. ....	19
3. RECONNAISSANCE DES UNITES SEDIMENTAIRES PAR METHODE GEOPHYSIQUE ELECTRIQUE EN CONTINU .....	23
3.1. Résultats annexes .....	23
3.1.1. Topographie des fonds.....	23
3.1.2. Résistivité de l'eau.....	23
3.2. Cartographie des unités sédimentaires.....	25
3.2.1. Analyse de profils .....	25
3.2.2. Cartographie les unités sédimentaires. ....	30
3.3 Conclusion.....	30
4. RECONNAISSANCE DES UNITES SEDIMENTAIRES SUPERFICIELLES.....	35
4.1. Caractéristiques physicochimiques des sédiments superficiels. ....	35
4.1.1 Teneur en eau, densité, porosité, matière sèche.....	35
4.1.2 Fraction fine (annexes 1-2 ; figure 23).....	37
4.1.3. Potentiel d'oxydoréduction.....	37
4.1.4. Matière organique (annexe 3-4, figure 24). ....	37
4.1.5. Carbonate de calcium (annexe 5-6 ; figure 25).....	37
4.1.6. Phosphore total et phosphore échangeable (annexes 5-6). ....	41
4.1.6.1. Phosphore total (figure 26). ....	41
4.1.6.2. Phosphore échangeable (figure 27). ....	41
4.2. Eaux interstitielles (annexes 7-8).....	41
4.2.1. Sels azotés. ....	41
4.2.2 Phosphates (figure 29).....	44
4.2.3 La diffusion moléculaire dans le sédiment superficiel (annexe 9). ....	44
4.3. Les stocks dans les secteurs conchylicoles.....	47
4.3.1. Les stocks solides.....	47
4.3.2. Les stocks dissous et la diffusion moléculaire .....	52
4.4. Interprétation générale. ....	52
5. DISCUSSION .....	55
6. CONCLUSION.....	58
7. BIBLIOGRAPHIE.....	59

## INTRODUCTION

### Situation du sujet.

La gestion des lagunes côtières nécessite la connaissance des apports exogènes et endogènes des éléments favorables ou néfastes pour le développement des organismes qui y vivent, maillons primaires et secondaires. Les apports exogènes sont essentiellement originaires du bassin versant. Les apports endogènes sont le fait d'une part, des processus de stockage et de transformation de la matière organique accumulée dans les sédiments et d'autre part, de l'activité des organismes vivant en liberté ou en élevage. Ces paramètres sont interdépendants. Par exemple, les apports du bassin versant en azote et phosphore sont utiles au développement des maillons primaires, mais peuvent, s'ils sont trop importants, entraîner des dérèglements de type dystrophique (Tournier et al., 1979, Frisoni et Cejpa, 1989). De même les sédiments peuvent jouer un rôle de tampon, stockant les sels nutritifs à certaines périodes de l'année et les relarguant à d'autres (Sornin et al. 1990). Mais au total, lorsqu'un étang méditerranéen est atteint, souvent gravement, par un dérèglement dystrophique du type "malaïgue", la cause principale, hormis l'absence de vent, en est l'accumulation de matière organique dans les sédiments et leur minéralisation intense par les bactéries hétérotrophes (Caumette et Baleux, 1980).

Dans l'étang de Thau, l'un des principaux facteurs d'accumulation de la matière organique dans les sédiments est l'importante activité conchylicole qui s'y développe (32 150 tonnes d'huîtres et 6 000 tonnes de moules en 1986). De par leur nature les installations conchylicoles agissent sur deux aspects de la sédimentation. D'une part la dynamique sédimentaire est modifiée par la présence depuis 1970 de 2800 tables de culture qui freinent les courants induisant une augmentation de la fraction fine des sédiments et limitant leur remise en suspension pendant les périodes de fortes agitations. D'autre part, les coquillages, du fait de leur mode alimentaire, génèrent une biodéposition de particules fines et une accumulation dans les sédiments sous jacents de matière organique (Kusuki 1978, Gouleau et al. 1981, Mariojouis et Kusuki 1987, Deslous-Paoli et al. 1991) avec un taux de reminéralisation lent (Chassany de Casabianca 1979). Cette biodéposition est estimée à 50 000 tonnes de matière sèche par an pour l'étang de Thau (Hamon et Tournier 1986, Grenz 1989). Son accumulation peut entraîner une élévation estivale des teneurs en sulfure et en azote ammoniacal (Sornin et al. 1983, Boucher et Boucher-Rodoni 1988, Feuillet-Girard et al. 1988) qui peuvent être néfastes pour le développement de la conchyliculture (Kusuki 1977, Mariojouis et Sornin 1987, Lasram 1989, Tournier et al. 1990).

Actuellement, la connaissance de l'état de dégradation des sédiments de la zone conchylicole, par rapport à ce qu'ils étaient avant le développement de la conchyliculture (Kurc 1961, Chassefière 1968) dans l'étang de Thau, ainsi que l'estimation de la capacité d'échange de ces sédiments sont un préliminaire à l'estimation des flux à l'interface eau-sédiment et à la compréhension des baisses estivales d'oxygène que l'on rencontre dans l'étang (Tournier et al. 1990). Les études antérieures (Pena. 1989) restant relativement imprécises dans le secteur conchylicole du fait de la méthodologie employée, il est nécessaire de préciser de façon exhaustive la nature des sédiments, leurs stocks ainsi que les flux théoriques qui en découlent.

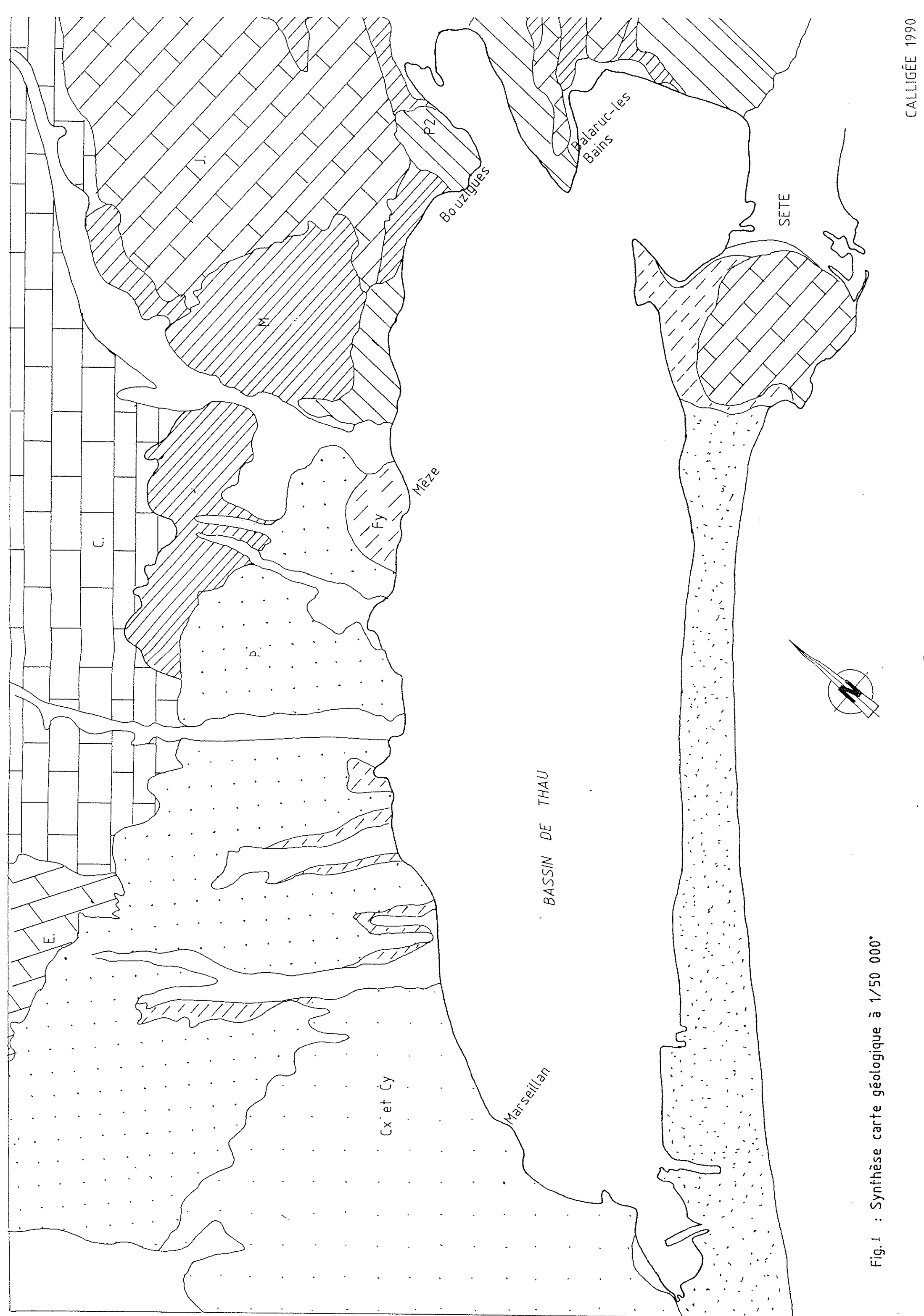


Fig.1 : Synthèse carte géologique à 1/50 000'

## **1 - MATERIELS ET METHODES**



## 1. MATERIELS ET METHODES

### 1.1. Buts de l'étude

Devant les problèmes de qualité des eaux en période estivale, rencontrés depuis des années dans l'étang de Thau, un programme d'étude a été mis en oeuvre durant l'été 1990. Il devait établir la cartographie sédimentaire des zones conchylicoles.

Dans un premier temps, il a consisté à localiser précisément et rapidement les zones sédimentaires de même tendance (sable, vase et vase, vase).

Ensuite, les principales caractéristiques physiques et géochimiques des sédiments ont été déterminées, afin de préciser la qualité des matériaux identifiés dans chaque zone sédimentaire.

Enfin, à partir de ces caractéristiques, des flux d'azote et de phosphore ont été calculés permettant ainsi d'estimer les quantités de sels nutritifs qui sont théoriquement relargués depuis le sédiment vers la colonne d'eau.

### 1.2. Moyens et techniques mis en oeuvre

#### 1.2.1. Géophysique électrique en continu

##### 1.2.1.1. Méthodologie

La prospection électrique par courant continu en site aquatique est semblable à celle pratiquée à terre (méthode du trainé électrique). Elle consiste à injecter du courant basse fréquence entre deux électrodes A et B et à mesurer la différence de potentiel entre deux autres électrodes M et N. La profondeur d'investigation est fonction de la résistivité des premières couches de terrain et de l'écartement des deux électrodes MN (Lagabrielle et Chevalier, 1990).

Le dispositif de mesure est ici fixe et comprend, suivant les longueurs de flûte utilisées, six à sept paires d'électrodes MN (figure 2). Les mesures se font à partir d'un bateau traînant sur le fond un câble souple multiconducteur. Elles peuvent se faire sous une tranche d'eau de quelques centimètres à 15 m environ. Le positionnement du bateau est réalisé fréquemment par visée géométrique.

L'intérêt de la méthode réside dans le caractère continu des mesures, ce qui permet une bonne résolution latérale, évitant ainsi les pièges liés à la fréquente hétérogénéité des couches superficielles du sous-sol. Ainsi, on mesure simultanément la résistivité apparente correspondant à plusieurs longueurs du dispositif, la résistivité propre de l'eau et sa profondeur. Le dépouillement et l'interprétation des courbes obtenues, conduisent à déterminer la profondeur de l'eau, la qualité du recouvrement sédimentaire et son épaisseur si un socle résistant a été atteint.

Classiquement, la résistivité apparente est plus forte dans des sédiments sableux que dans les sédiments argileux. En site aquatique ceci n'est pas forcément vérifié. L'influence de



la résistivité de la couche d'eau et de la texture des dépôts peut entraîner une inversion du schéma habituel.

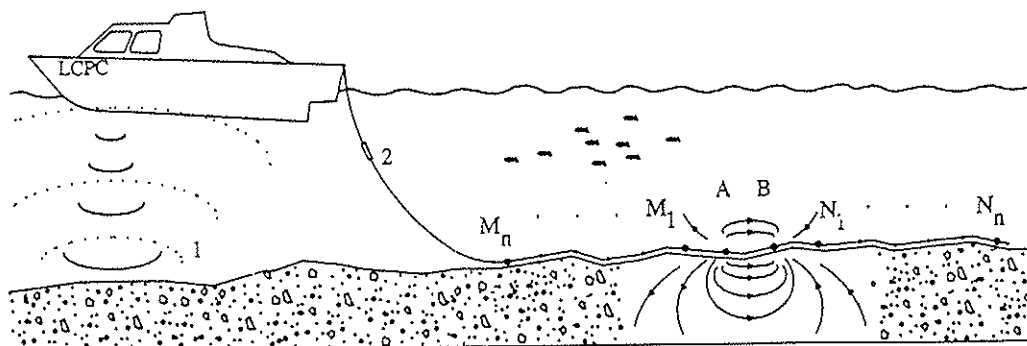


Figure 2 - Schéma illustrant la mise en oeuvre de la prospection électrique par courant continu avec électrodes au fond de l'eau. Le courant est injecté par les électrodes A et B et circule à la fois dans l'eau et dans les matériaux subaquatiques. Les paires d'électrodes M, N, ...,  $M_1, N_1, \dots, M_n, N_n$ , servent à mesurer n résistivités apparentes. Simultanément, on mesure la résistivité de l'eau au moyen d'une petite sonde (repère 2) et la profondeur au moyen d'un écho-sondeur (repère 1). Ces n + 2 données sont interprétées pour connaître la structure géoélectrique du milieu. L'ensemble est déplacé en continu à une vitesse de quelques km/h.

#### 1.2.1.2. Matériel utilisé à Thau.

Dans l'étang de Thau, trois flûtes différentes ont été employées : les flûtes 200 m, 100 m, et 10 m pour la zone A et 100 m pour les zones B et C. La flûte de 10 m a été recouverte par un tapis en vue d'expérimenter un nouveau système de mesure. Les mesures ont été faites dans les zones conchylicoles A, B et C, du large des zones vers le rivage. Un courant basse fréquence de trois ampères a été injecté continuellement.

Les profils sont numérotés de 1 à l'extérieur à 10 vers la côte (fig. 3). Tous les profils, parallèles et de sens nord-sud ou sud-nord, suivent les grands couloirs longitudinaux. Les points de repérage portés sur les profils correspondent au début ou à la fin d'un groupe de tables, à la croisée d'un grand couloir transversal.

### 1.2.2. Analyses sédimentaires

#### 1.2.2.1. Carottages préliminaires

Une première série de carottages a été effectuée le 9 juillet 1990, à l'aide d'un carottier léger, à marteau vibrant immergé (prototype mis au point par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées de Nantes). Trois sites en zone A, trois en zone B et un au large de la zone C ont été prospectés. Cette technique a permis de prélever 11 carottes de près d'un mètre de longueur (fig. 4).

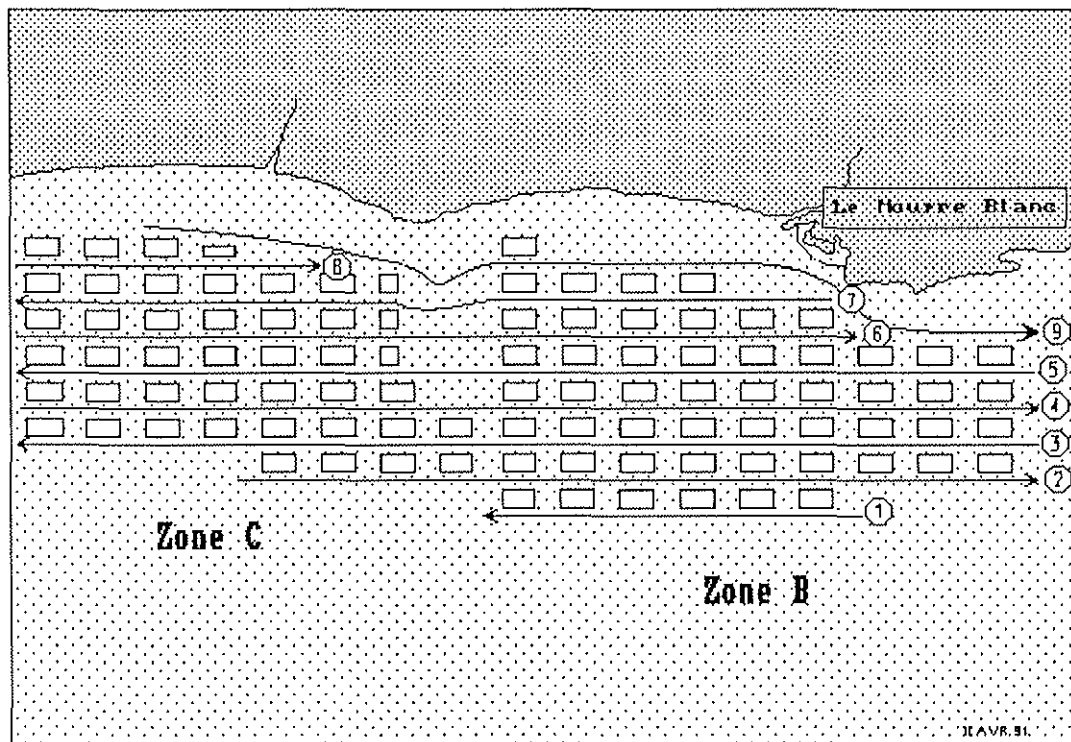
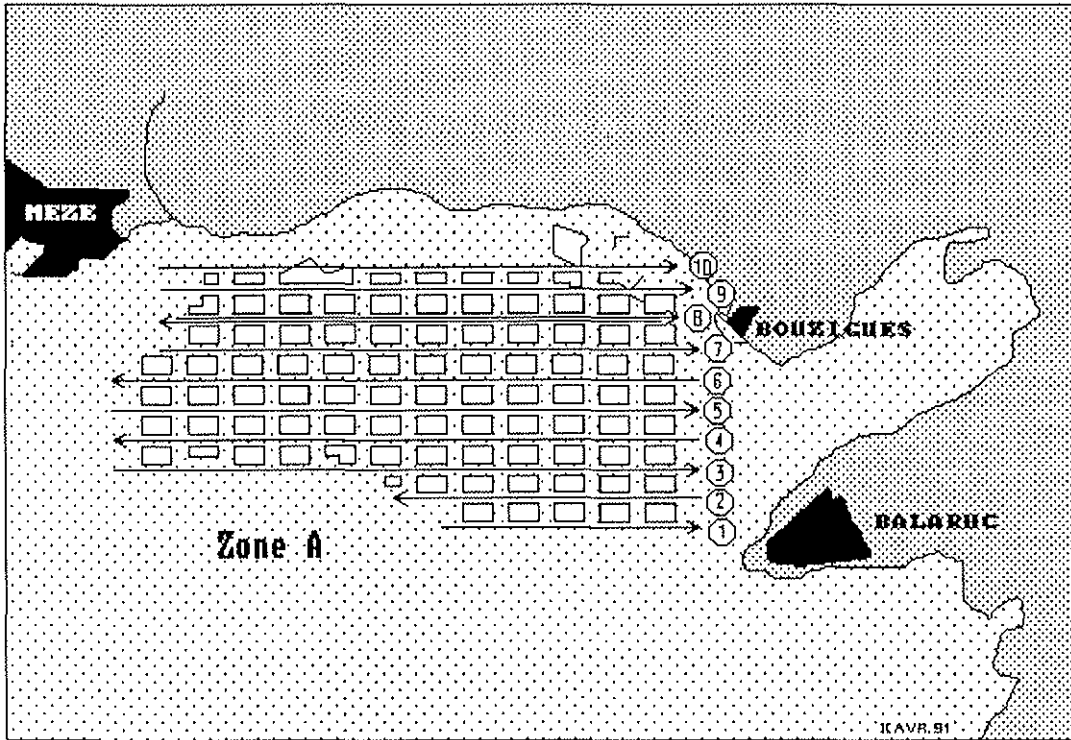


Figure 3 : situation des profils d'enregistrement en géophysique électrique en continu dans les zones conchylicoles A et BC de l'étang de Thau.

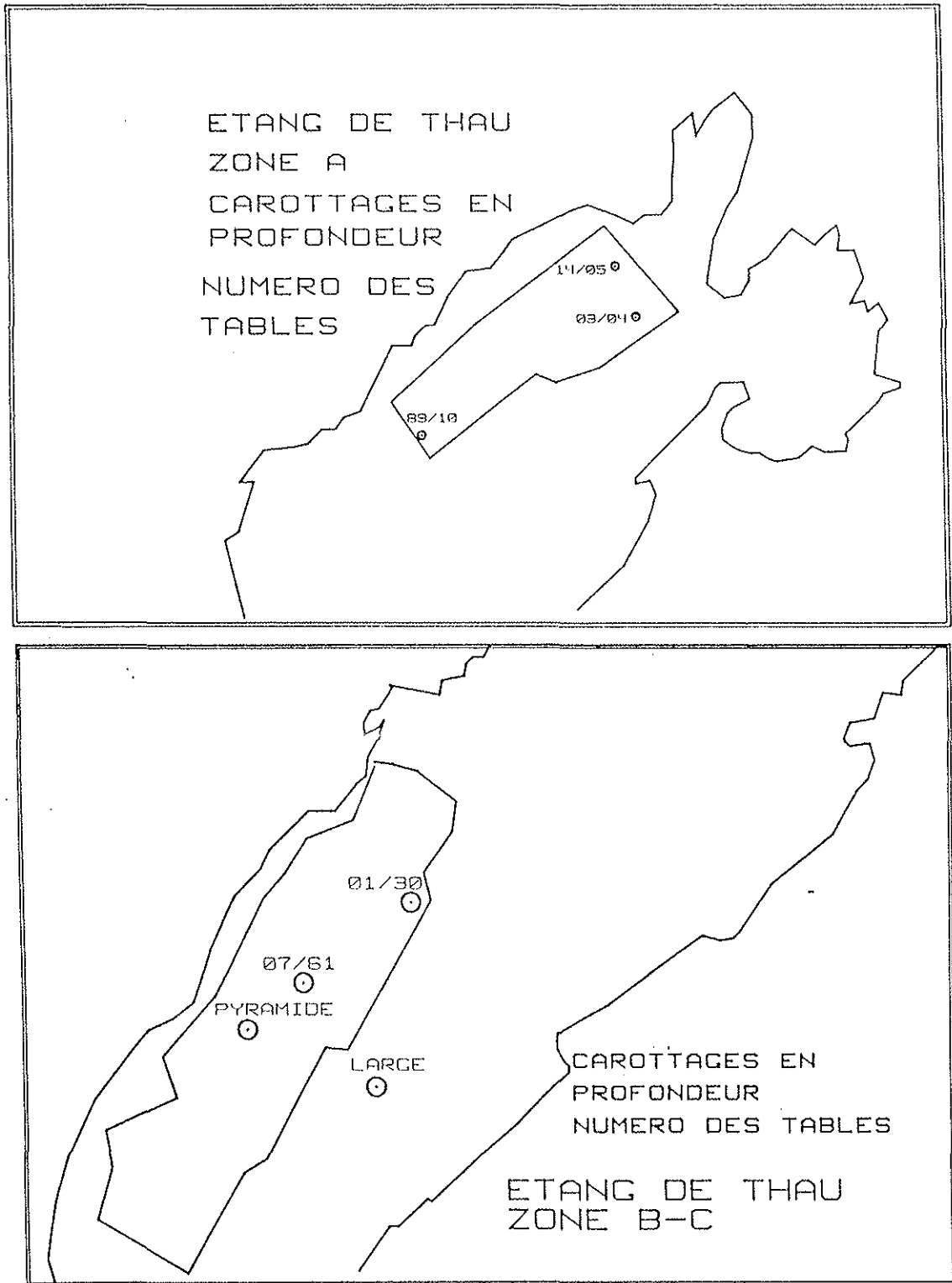


Figure 4 : situation des carottages préliminaires dans les secteurs conchylicoles A et BC de l'étang de Thau.

### 1.2.2.1.1. Localisation.

En zone A, dans la partie Nord, à proximité des tables n°14/05 et 03/04, deux carottages ont été effectués à chaque fois: sous la table elle-même, et dans le couloir proche. Dans la partie Sud, une seule carotte sous la table n°89/10 a été prélevée.

En zone B, un carottage a été réalisé sous la table n°01/30. Trois carottes ont été prélevées à proximité de la table n°07/61 : dans le couloir, sous une table vide sans culture et sous la table en exploitation.

A la limite des zones B et C, à proximité de "La Pyramide" et au large de la zone C, deux derniers carottages ont été réalisés.

### 1.2.2.1.2. Méthodologie

Chaque carotte est démoulée sur le bateau, puis décrite en fonction des différents horizons sédimentaires mis à jour. Pour chaque niveau caractéristique, un prélèvement permet l'analyse granulométrique sur une colonne de 12 tamis. Les principaux indices sédimentologiques sont calculés: mode, grain moyen, classement...

### 1.2.2.2. Caractéristiques des sédiments de surface.

#### 1.2.2.2.1. Situation des prélèvements.

Les sédiments superficiels ont été prélevés du 22 au 24 août 1990 sur 50 stations en secteurs conchylicoles, au moyen de tubes en PVC transparents, permettant le forage de petites carottes de 30 cm de profondeur sur 6 cm de diamètre. Pour chaque point, quatre carottages ont été effectués à la main par un plongeur autonome.

La répartition des stations de carottages dans les secteurs conchylicoles est réalisée à partir d'un échantillonnage aléatoire stratifié au sens défini par Scherrer dans Frontier (1983). Six strates sont définies à partir des résultats préliminaires de la géophysique électrique en continu par regroupement des secteurs de réponse isoélectrique (fig. 5). Dix stations sont tirées aléatoirement, par ordinateur, dans chaque strate, à l'exception de la strate 4 (nord du secteur B-C). Ce type d'échantillonnage permet d'augmenter la précision et de réduire les biais pour l'estimation des stocks d'éléments présents dans les sédiments et dans l'eau interstitielle. Cependant le trop faible nombre de stations prévues (50) ne pourra permettre d'obtenir une précision importante dans les estimations réalisées.

Le traitement des données est réalisé à l'aide d'un logiciel de calcul de stock élaboré par Maurer et Dreno (1991).

#### 1.2.2.2.2. Méthodologie et analyses.

Immédiatement après le prélèvement, des mesures de potentiels d'oxydoréduction sont réalisées à l'intérieur du tube avec une sonde spécifique.

Au laboratoire, les deux premières carottes sont extraites du tube par pistonage. Pour les analyses physico-chimiques, deux sous-échantillons sont prélevés par micro-carottage (seringue de 10 ml) entre 0 et 5 cm, puis entre 10 et 15 cm de la partie supérieure de la carotte.

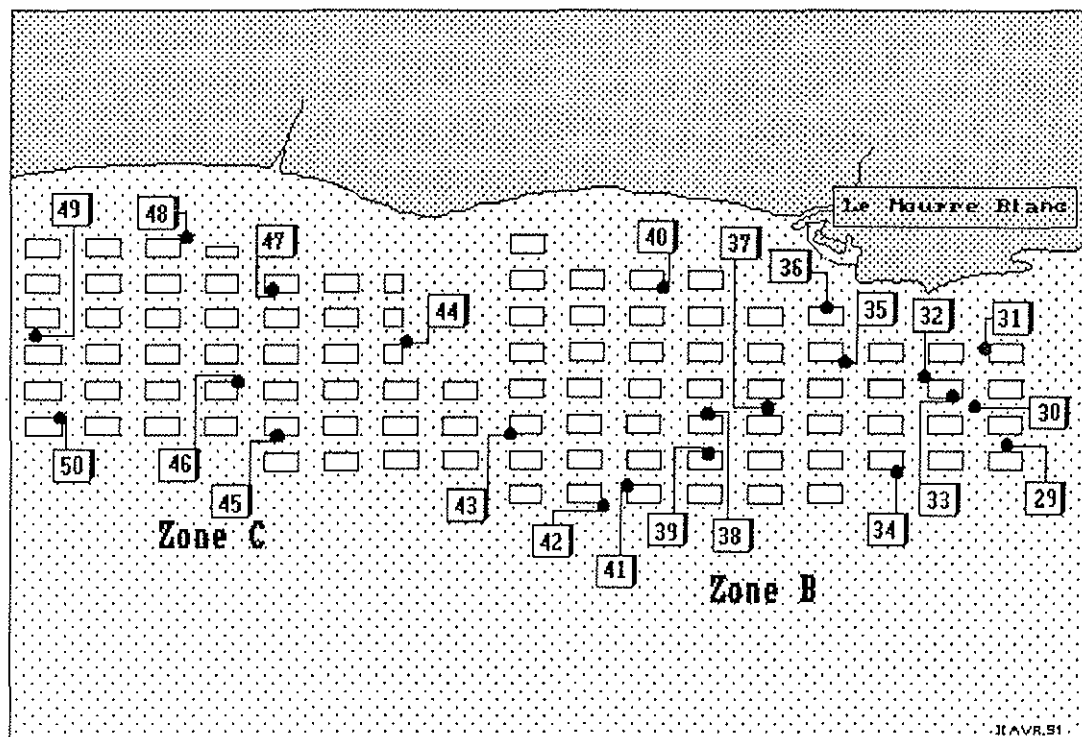
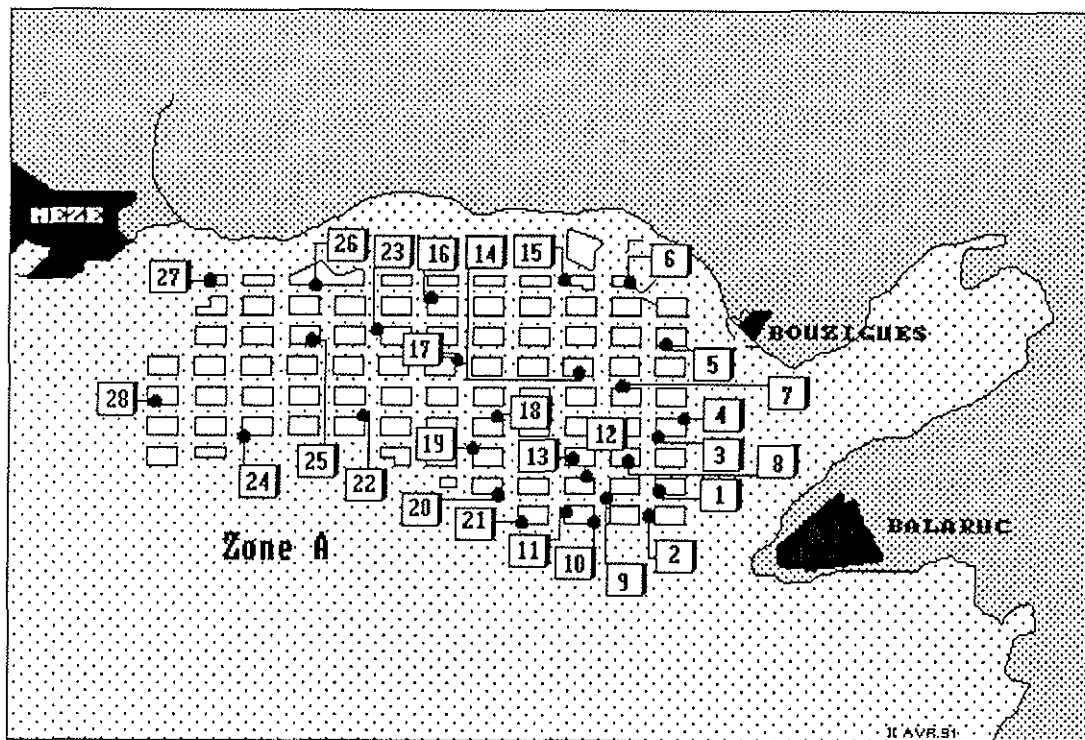


Figure 5 : situation des points de carottages superficiels dans les zones conchylicoles A et BC de l'étang de Thau :

Strate 1 (1.2.3.4.9.10.11.12.13), 2 (7.14.17.18.19.20.21.22.23.25),  
3 (5.6.15.16.24.26.27.28), 4 (29.34), 5 (30.31.32.33.35.37.38.39.41.42),  
6 (36.40.43.44.45.46.47.48.49.50)

Cette partie aliquote est séchée à l'étuve à 60°C pendant 48 heures. Elle permet de déterminer la densité, la teneur en eau et les paramètres directement associés (porosité, matière sèche etc..).

Une partie de ce sédiment desséché est ensuite calcinée (4 heures à 550°C) pour estimer la Perte Au Feu, ou Matière Organique Totale calcinable exprimée en pourcentage du poids sec.

Le sédiment restant est utilisé pour les analyses suivantes:

- Carbone organique et azote total, par chromatographie avec un appareil CHN Carlo Erba

- Carbonate de calcium, par mesure des volumes de gaz carbonique dégagés dans un calcimètre Bernard

- Phosphore total par attaque acide à chaud (mélange sulfo-nitrique)

- Phosphore échangeable extrait par l'oxalate d'ammonium selon la méthode Joret-Hébert, employée dans le cas d'échantillons riches en calcaire (pH > 7).

Le sédiment des deux autres carottes a été extrait par pistonnage, puis découpé selon les profondeurs 0-5 cm et 10-15 cm. Chaque échantillon a été centrifugé pour extraction de l'eau interstitielle. Le sédiment a ensuite été séché puis tamisé à 63 µm pour détermination des pourcentages de vase et de sable.

L'eau interstitielle est analysée sur une chaîne automatique SKALAR pour les Nitrites, Nitrates, Ammoniaque et Phosphates suivant la méthode de Treguer et Le Corre (1975).

A partir des concentrations en ammoniaque et phosphates aux deux profondeurs étudiées (0-5 cm et 10-15 cm), on calcule la diffusion moléculaire théorique :

$$F = \Phi D \frac{dC}{dx}$$

avec  $\Phi$  = porosité du sédiment,  $D$  = coefficient de diffusion (d'après les travaux de Billen (1982) on prends ici  $10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ ),  $dC/dx$  = gradient de concentration entre les deux profondeurs.

Ainsi, ces diffusions moléculaires sont positives lorsqu'elles sont dirigées du sédiment vers la colonne d'eau, les concentrations du niveau inférieur étant les plus fortes.

**2 - CAROTTAGES PRELIMINAIRES**

**3 - RECONNAISSANCE DES UNITES SEDIMENTAIRES  
PAR METHODE GEOPHYSIQUE ELECTRIQUE EN  
CONTINU**

**4 - RECONNAISSANCE DES UNITES SEDIMENTAIRES  
SUPERFICIELLES**



## 2. CAROTTAGES PRELIMINAIRES

### 2.1. Description des carottes.

#### ZONE A :

*POSITION CAROTTE: Table 14/05 (figure 6) :*

Sous table:

0-10 cm: Couleur noire, putride, algues en surface, débris grossiers, coquilles

10-40 cm: Couleur noire, débris coquilliers

>40 cm: couleur grise, débris coquilliers, grosse coquille vers 60 cm

GRANULOMETRIE: Peu d'évolution entre 0 et 60 cm, avec une répartition équivalente (environ 30%) pour les fractions granulométriques Vase (<63  $\mu$ m), Sable (<2 mm) et Gravier (composés ici principalement de débris coquilliers >2mm). L'analyse granulométrique du sable donne un grain moyen compris entre 0.8 et 0.91 mm (sable grossier) et un indice de tri (SO Trask) de 1.81 (bien classé).

Hors table:

0-9 cm: Couleur noire

>9 cm: Couleur grise jusqu'à 75 cm

GRANULOMETRIE: Peu d'évolution entre 0 et 70 cm, avec une légère prépondérance de la fraction sableuse (entre 44 et 59%). La proportion de Vase ne dépasse pas 20%. L'analyse du sable donne un grain moyen compris entre 0.89 et 0.92 mm (sable grossier) et un indice de tri compris entre 1.75 et 1.91 (bien classé).

*POSITION CAROTTE: Table 03/04 (figure 7) :*

Sous table:

0-15 cm: Couleur noire, putride, débris grossiers, coquilles

15-45 cm: Couleur noire, débris grossiers

45-100 cm: Couleur grise, sédiment plus fin

GRANULOMETRIE: Forte teneur en vase (> 40%) entre 0 et 90 cm, avec notamment un passage à 91% vers 50 cm. L'analyse des sables donne un grain moyen de 0.85 mm (sable grossier) pour un indice de tri de 2.17 et 2.24 (bien classé).

Hors table:

0-18 cm: Couleur noire, putride, débris grossiers

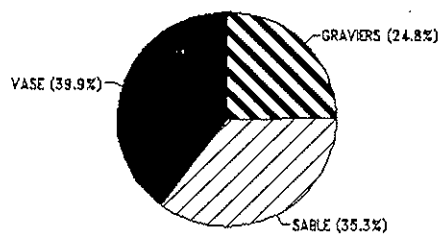
18-45 cm: Couleur noire, plus ou moins grossiers

45-100 cm: Couleur grise, sédiment plus fin

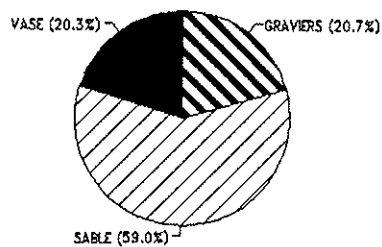
# FIGURE 6 :

## ETANG DE THAU - ZONE A CAROTTAGES EN PROFONDEUR - REPARTITION GRANULOMETRIQUE

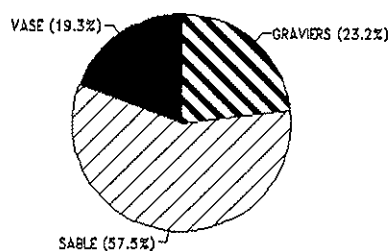
THAU 14/5 TABLE 0-15cm



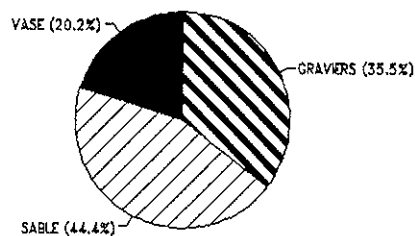
THAU 14/5 ALLEE 0-9cm



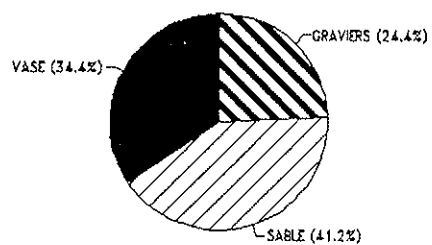
THAU 14/5 TABLE 25-35cm



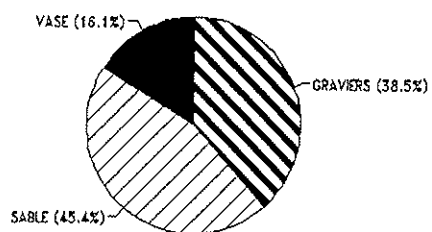
THAU 14/5 ALLEE 30-40cm



THAU 14/5 TABLE 45-60cm



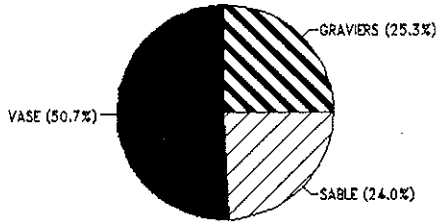
THAU 14/5 ALLEE 60-70cm



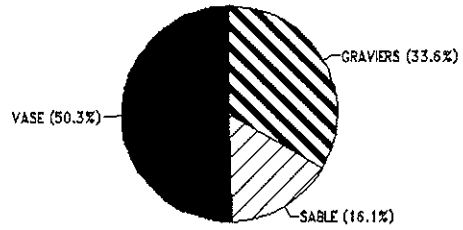
# FIGURE 7 :

## ETANG DE THAU - ZONE A CAROTTAGES EN PROFONDEUR - REPARTITION GRANULOMETRIQUE

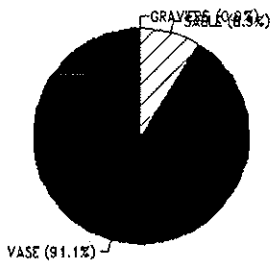
THAU 03/04 TABLE 0-10cm



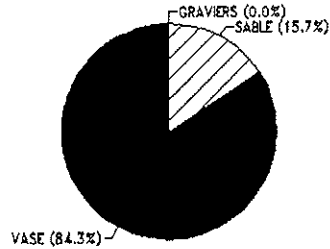
THAU 03/04 ALLEE A 0-10cm



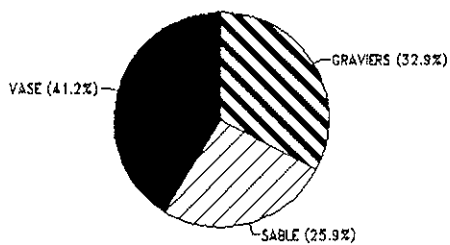
THAU 03/04 TABLE 40-50cm



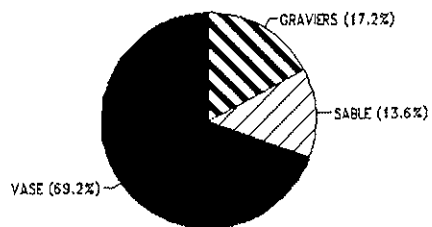
THAU 03/04 ALLEE A 40-50cm



THAU 03/04 TABLE 80-90cm



THAU 03/04 ALLEE A 80-90cm



GRANULOMETRIE: Même distribution que dans la carotte précédente avec des teneurs en vase >50% de 0 à 90 cm, et un passage à 84% vers 50 cm. L'analyse des sables donne un grain moyen de 0.86 mm en surface et de 0.76 mm vers 90 cm. L'indice de tri est de 2.54 et 2.63 (faiblement classé).

*POSITION CAROTTE: Table 89/10 (figure 8) :*

0-9 cm: Couleur grise avec passages noirs

9-65 cm: Couleur grise

>65 cm: Couleur grise, avec niveau coquillier très riche en débris vers 70 cm

GRANULOMETRIE: Fortes teneurs en vase (>70%) entre 0 et 50 cm, puis apparition d'un horizon riche en fraction Gravier (surtout des débris coquilliers, 36%) vers 70 cm. Le grain moyen du sable de surface est de 0.74 mm pour un indice de tri de 2.29. En profondeur, ils sont respectivement de 0.81 mm et 2.41 .

#### **ZONE B :**

*POSITION CAROTTE: Table 07/61 :*

Sous table vide (figure 9) :

0-10 cm: Couleur noire, putride, plus ou moins grossier

10-30 cm: Couleur noire, plus ou moins fin

30-80 cm: Couleur noire

>80 cm: Couleur grise, grossier

GRANULOMETRIE: Très fortes teneurs (>65%) en vase de 0 à 110 cm, présence de débris coquilliers en surface (fraction graviers environ 20%), puis absence jusqu'à 80 cm/1 m. Vers 110 cm, 23% de graviers supérieurs à 2 mm. En surface le grain moyen du sable est de 0.79 mm. Il est bien classé (SO=2.25). Vers 1 m, le grain moyen est de 0.80 mm, mais faiblement classé (SO=2.56).

Sous table pleine (figure 10) :

0-10 cm: Couleur noire, putride, débris grossiers

10-40 cm: Couleur noire

40-90 cm: Couleur grise

>90 cm: Couleur grise, sédiment très grossier

GRANULOMETRIE: Jusqu'à 90 cm, absence de fraction gravier, très fortes teneurs en vase (>87%). Vers 1 m, apparition d'un niveau à graviers (34%), avec un sable de grain moyen 0.87 mm, bien classé (SO=2.32).

Allée (figure 10) :

0-9 cm: Couleur noire

9-70 cm: Couleur noire, avec des passages gris plus ou moins fins

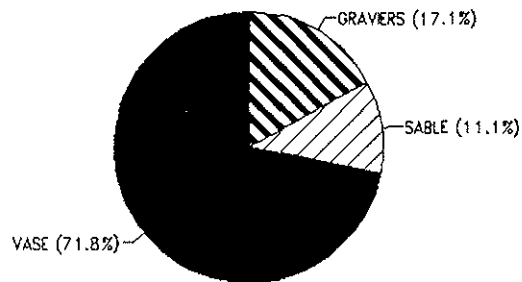
>70 cm: Couleur grise, débris coquilliers grossiers

GRANULOMETRIE: Description identique à la carotte précédente, avec de fortes teneurs en vase jusqu'à 1 m, où il y a apparition d'un niveau grossier (33% graviers), avec un sable de grain moyen 0.80 mm, bien classé (SO=2.33).

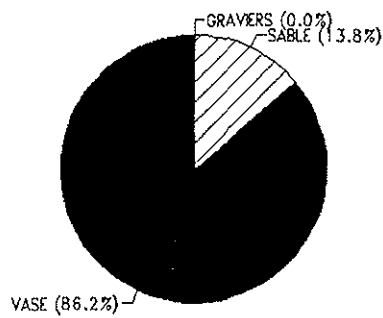
FIGURE 8 :

ETANG DE THAU - ZONE A  
CAROTTAGES EN PROFONDEUR - REPARTITION GRANULOMETRIQUE

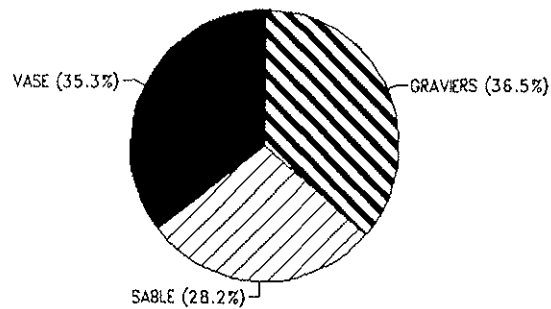
THAU 89/10 A ALLEE 0-9cm



THAU 89/10 A ALLEE 30-40cm



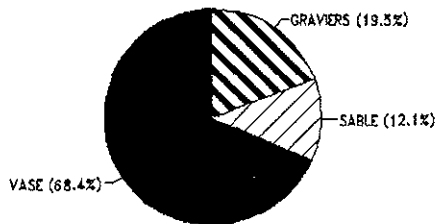
THAU 89/10 A ALLEE 70-80cm



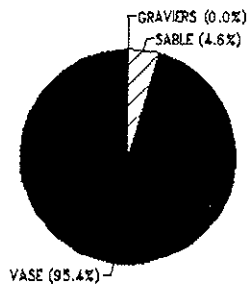
# FIGURE 9 :

## ETANG DE THAU - ZONE B CAROTTAGES EN PROFONDEUR - REPARTITION GRANULOMETRIQUE

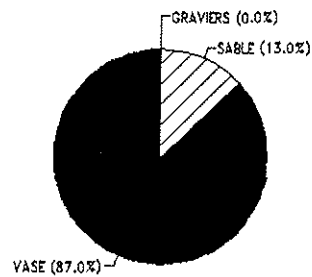
THAU 07/61 B TABLE 0-10cm



THAU 07/61 B TABLE 15-25cm



THAU 07/61 B TABLE 50-60cm



THAU 07/61 B TABLE 100-110cm

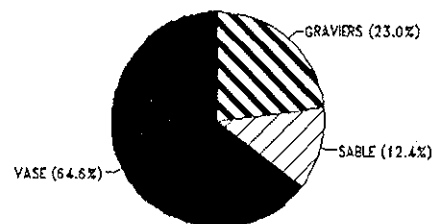
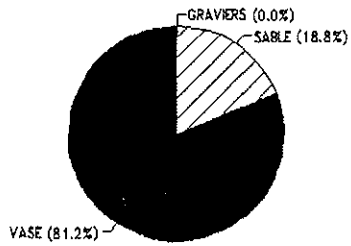


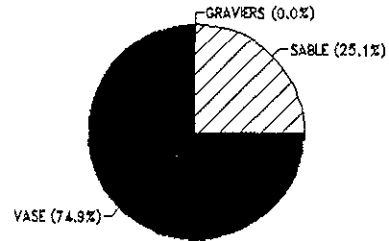
FIGURE 10 :

ETANG DE THAU - ZONE B  
CAROTTAGES EN PROFONDEUR - REPARTITION GRANULOMETRIQUE

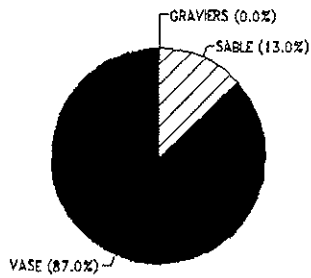
THAU 07/61 B TABLE PLEINE 0-10cm



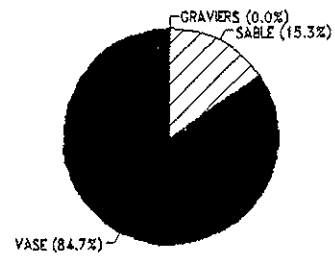
THAU 07/61 B ALLEE 0-10cm



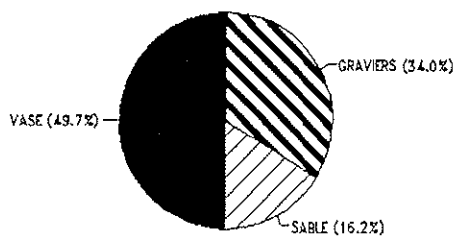
THAU 07/61 B TABLE PLEINE 30-40cm



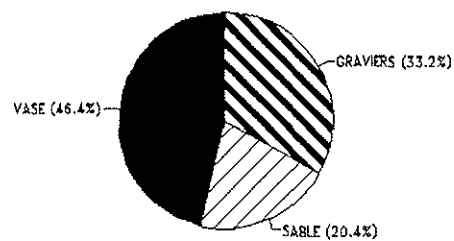
THAU 07/61 B ALLEE 50-60cm



THAU 07/61 B TABLE PLEINE 90-100cm



THAU 07/61 B ALLEE 80-90cm





*POSITION CAROTTE: Table 01/30 (figure 11) :*

0-16 cm: Couleur noire, sédiment très réduit, débris coquilliers

16-88 cm: Couleur grise/marron, plus ou moins fin

GRANULOMETRIE: Très fortes teneurs en vase >70% jusqu'à 1 m, avec uniquement en surface une fraction grossière (25%) constituée de débris coquilliers. Le sable associé est grossier (grain moyen = 0.92 mm), bien trié (SO=2.11).

**ENTRE B ET C :***POSITION CAROTTE : La Pyramide (figure 12)*

0-5 cm: Couleur grise avec passages noirs, plus ou moins grossier

5-15 cm: Couleur grise, claire, sédiment fin à grossier

> 15 cm: Couleur jaunâtre, altérite argilo-sableuse, refus du carottier.

GRANULOMETRIE: Peu d'évolution entre 0 et 15 cm, avec une fraction sableuse de l'ordre de 70%, et environ 15% de vase. C'est un sable moyen (grain moyen 0.56 mm et 0.67 mm), très bien classé (SO 1.76 et 1.79).

*POSITION CAROTTE: Large zone B et C (figure 12)*

0-15 cm: Couleur noire, putride, plus ou moins grossier

15-55 cm: Couleur grise avec passages noirs, assez fin

> 55 cm: Couleur grise, sédiment très grossier

GRANULOMETRIE: Fortes teneurs en vase (60%) entre 0 et 70 cm, avec présence de débris coquilliers en surface (20%), puis disparition et retour vers 70 cm (24%). La fraction sableuse est stable (environ 15%), avec un grain moyen de 0.7 mm en surface et de 0.86 mm vers 80 cm. C'est un sable bien classé (SO 2.33 et 2.23).

**2.2 Interprétations.**

Cette reconnaissance préliminaire a permis de préciser quelques caractéristiques du premier mètre de sédiment. On s'aperçoit ainsi que la vase peut être présente en grande proportion qu'il y ait ou non actuellement des cultures en exploitation. Cette vase se retrouve sur toute l'épaisseur étudiée.

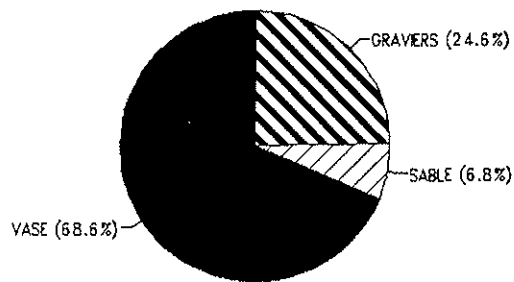
La fraction la plus grossière est principalement constituée de débris coquilliers. Elle est presque toujours présente en surface. Elle disparaît généralement en profondeur, pour réapparaître très distinctement vers 1 m.

Le sable, atteignant exceptionnellement 70%, est généralement compris entre 10 et 30%, sur toute la profondeur étudiée. C'est un sable grossier, d'un grain moyen proche de 0.8mm, bien classé. Une distinction peut être faite dans la zone proche de "La Pyramide", où le socle est presque affleurant, avec un sable plus fin de grain moyen proche de 0.6 mm, très bien classé.

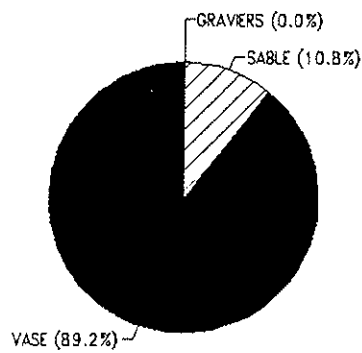
FIGURE 11 :

ETANG DE THAU - ZONE B  
CAROTTAGES EN PROFONDEUR - REPARTITION GRANULOMETRIQUE

THAU 01/30 B TABLE 0-10cm



THAU 01/30 B TABLE 40-50cm



THAU 01/30 B TABLE 70-80cm

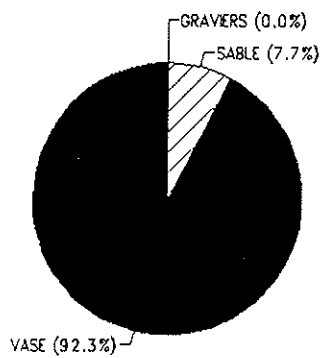
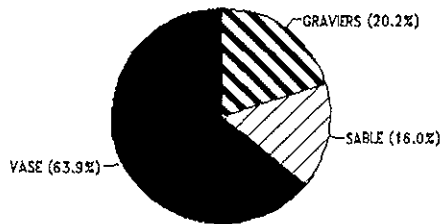


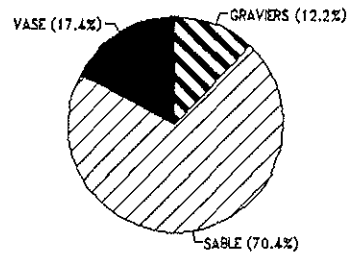
FIGURE 12 :

ETANG DE THAU - ZONE B ET C  
CAROTTAGES EN PROFONDEUR - REPARTITION GRANULOMETRIQUES

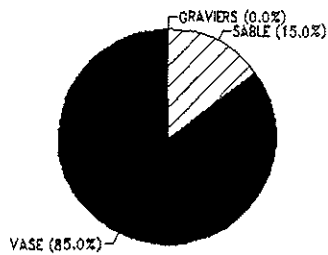
THAU LARGE C 0-10cm



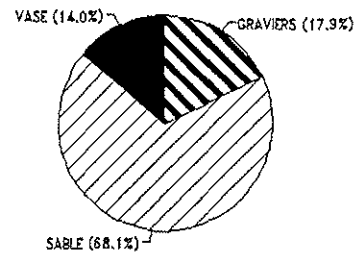
THAU PYRAMIDE 0-5cm



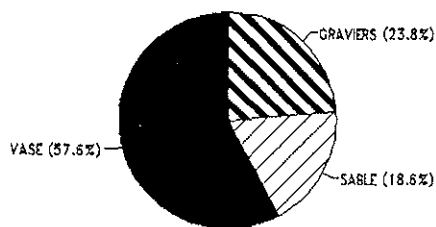
THAU LARGE C 30-40cm



THAU PYRAMIDE 5-15cm



THAU LARGE C 60-70cm



Les sédiments de l'étang de Thau sont caractérisés par de fortes teneurs en vase (environ 80%) et la présence, surtout en surface, de coquilles et débris coquilliers (15%).

Un horizon nettement plus grossier constitué de graviers, coquilles et sables grossiers apparaît régulièrement vers 1m de profondeur.

### 3. RECONNAISSANCE DES UNITES SEDIMENTAIRES PAR METHODE GEOPHYSIQUE ELECTRIQUE EN CONTINU

Sur le plan des mesures géophysiques électriques, la forte conductivité de l'eau de l'étang a eu pour conséquence d'empêcher une forte pénétration du courant électrique dans le sous-sol. De plus les vases et les sédiments de surface sont salés. Les profondeurs d'investigation ont donc été plus faibles qu'habituellement, mais elles sont parfaitement adaptées ici pour l'étude des premiers mètres de sédiment.

En prenant appui sur les quelques carottages réalisés à titre d'étalonnage avec un tube de deux mètres, on peut considérer que la profondeur d'investigation a été faible. Elle serait de l'ordre de :

- 0.30 m avec l'écartement le plus faible (ligne=2 m),
- 1.50 à 2.50 avec les écartements intermédiaires (lignes 40 et 60 m),
- un maximum de 5 m avec les lignes les plus longues (lignes= 100 à 200 m).

Les 3 longueurs différentes d'écartement d'électrodes utilisées, permettent d'analyser le sous-sol en surface, à mi profondeur et en fond (maximum de la profondeur d'investigation possible). Cette terminologie va donc être utilisée dans la légende des cartes.

#### 3.1. Résultats annexes

##### 3.1.1. Topographie des fonds

Les zones A et BC sont assez différentes quant aux hauteurs d'eau et à la topographie des fonds.

La zone A occupe des fonds allant de 2 à 10 mètres d'eau. Les fonds sont localement assez irréguliers, surtout vers le centre de l'étang. L'exemple retenu (figure 13) donne un aperçu de ces variations. Les dômes observés correspondent à ce qui est appelé localement "cadoules".

En zone BC, les hauteurs d'eau vont de 2 à 6 mètres. Les fonds sont beaucoup plus homogènes et plats. Autour de la balise dite de la Pyramide, les hauts fonds nombreux sont constitués de sable et de blocs de calcaire. Entre les dernières tables et la côte, les faibles hauteurs d'eau n'ont pas permis de passer avec le bateau.

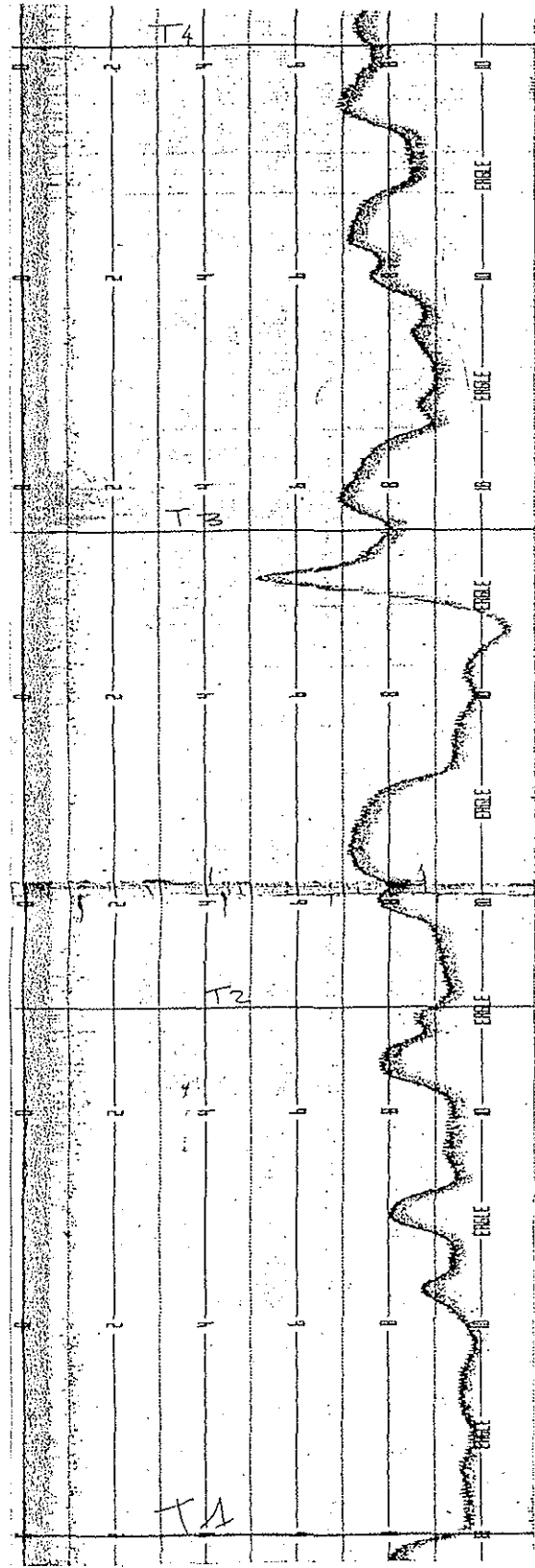
On retrouve donc la disposition générale observée par Hamon et Tournier (1981).

##### 3.1.2. Résistivité de l'eau.

Durant toute la campagne, les mesures de la résistivité de l'eau se font en continu et en parallèle des autres mesures. Les valeurs obtenues ont varié entre 0,200 et 0,400 ohm.m. Ces valeurs très faibles sont dues à l'existence d'une eau particulièrement salée comprise entre 37,9 et 38,7 ‰ dans les zones prospectées et pendant toute la durée de la prospection (données IFREMER-DEL-Sète).

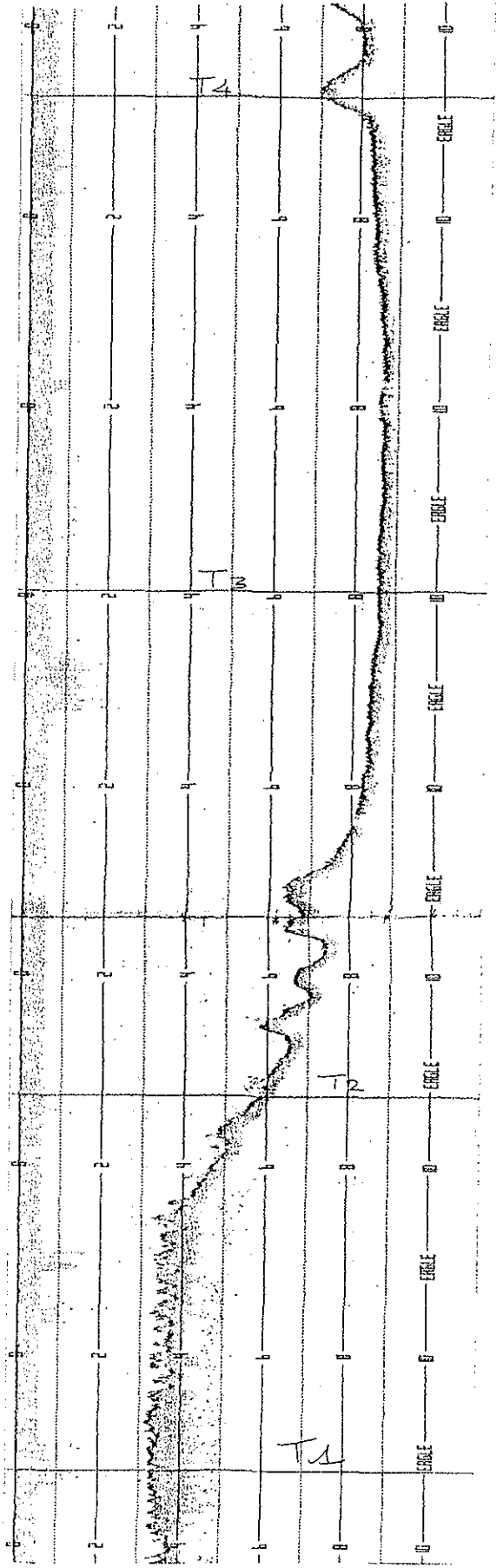
Les mesures de polarisation spontanée stables n'ont pas permis de détecter des arrivées d'eau douce dans l'étang, alors que certaines sont bien connues dans la zone karstique de Balaruc-les-bains.

Fig. 13: Extraits des courbes bathymétriques



Profil A3

vers Bouzigues



Profil A8

Bouzigues

## 3.2. Cartographie des unités sédimentaires

### 3.2.1. Analyse de profils

Dans le secteur A, la partie est (passage 1 à 7) a été faite avec la grande flûte longue de 200 mètres et la partie proche de la côte (passages 7 à 10) avec la flûte moyenne longue de 100 mètres (annexe 10). Dans le secteur B où la profondeur d'eau est moins forte, la flûte moyenne longue de 100 m a été employée (annexe 11). A titre d'exemple, plusieurs profils sont commentés.

Sur le profil n° 1 de la zone A (figure 14) on observe une augmentation de la résistivité de 0.300 ohm.m à 25 ohm.m suivant l'écartement des électrodes de mesures, les écartements les plus petits donnant des valeurs plus faibles. Au début du profil, au centre de l'étang, les valeurs de résistivité sont moins fortes que vers la fin du profil (ligne 7 particulièrement). Sur la ligne 6, ceci s'observe au centre du profil. Sur les lignes 2, 3 et 4, les contrastes sont moins importants. Sur cet exemple, on constate donc la présence d'un milieu plus homogène en surface qu'en profondeur (lignes 6 et 7).

Toujours sur le secteur A, mais plus près de la côte, le profil 8 (figure 15) réalisé de Bouzigues vers Mèze rend compte de valeurs de résistivité apparentes très faibles sur la ligne 1 (moins de 0.100 ohm.m). Les courbes sont également peu contrastées sur les lignes les plus courtes 1 et 2. Les lignes 3, 4 et 6, parallèles entre-elles, présentent des variations plus fortes ; la ligne 5 a une allure singulière. Rappelons que la profondeur d'investigation étant liée au terrain et à l'écartement des électrodes de mesures, il est possible de dire que nous sommes en présence d'un sous-sol qui comprend au-moins trois couches de nature différente.

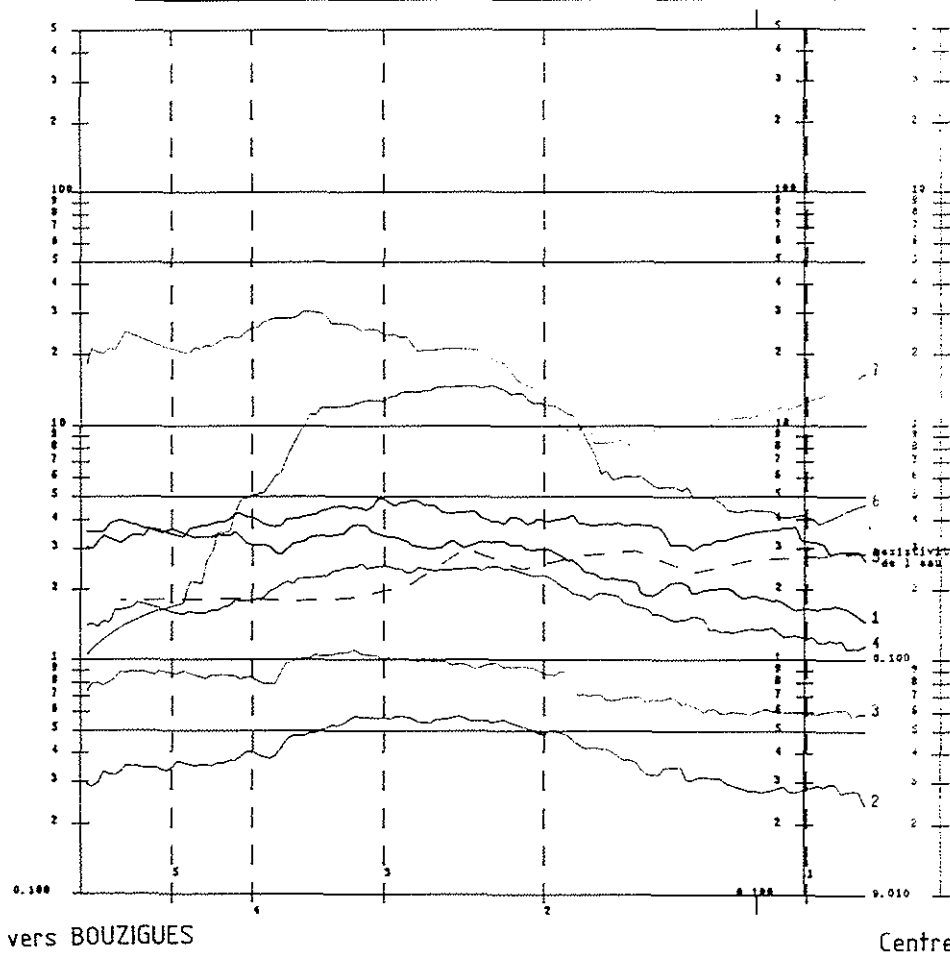
Dans le secteur B-C, l'ensemble des profils donnent des courbes nettement plus plates que sur le secteur A. Les contrastes de résistivité sont donc faibles. Sur les premiers profils 1 à 3 (figure 16), les résistivités fortes au début de la zone conchylicole nord-est décroissent en direction de Marseillan. Les autres profils présentent une particularité. En effet comme sur le profil 4 (figure 17), on constate l'existence d'une brusque remontée des résistivités entre les points 10 et 12 et ce, quelque soit l'écartement des électrodes de mesures. Ceci correspond géographiquement au passage entre la zone B et la zone C. Le socle calcaire serait ici peu profond.

La comparaison de l'ensemble des mesures géophysiques réalisées sur les deux zones permet de concevoir l'organisation du proche sous-sol comme étant une superposition de trois couches.



Etang de Thau - zone A, 1er passage - juillet 90

Résistivité en Ohm.m

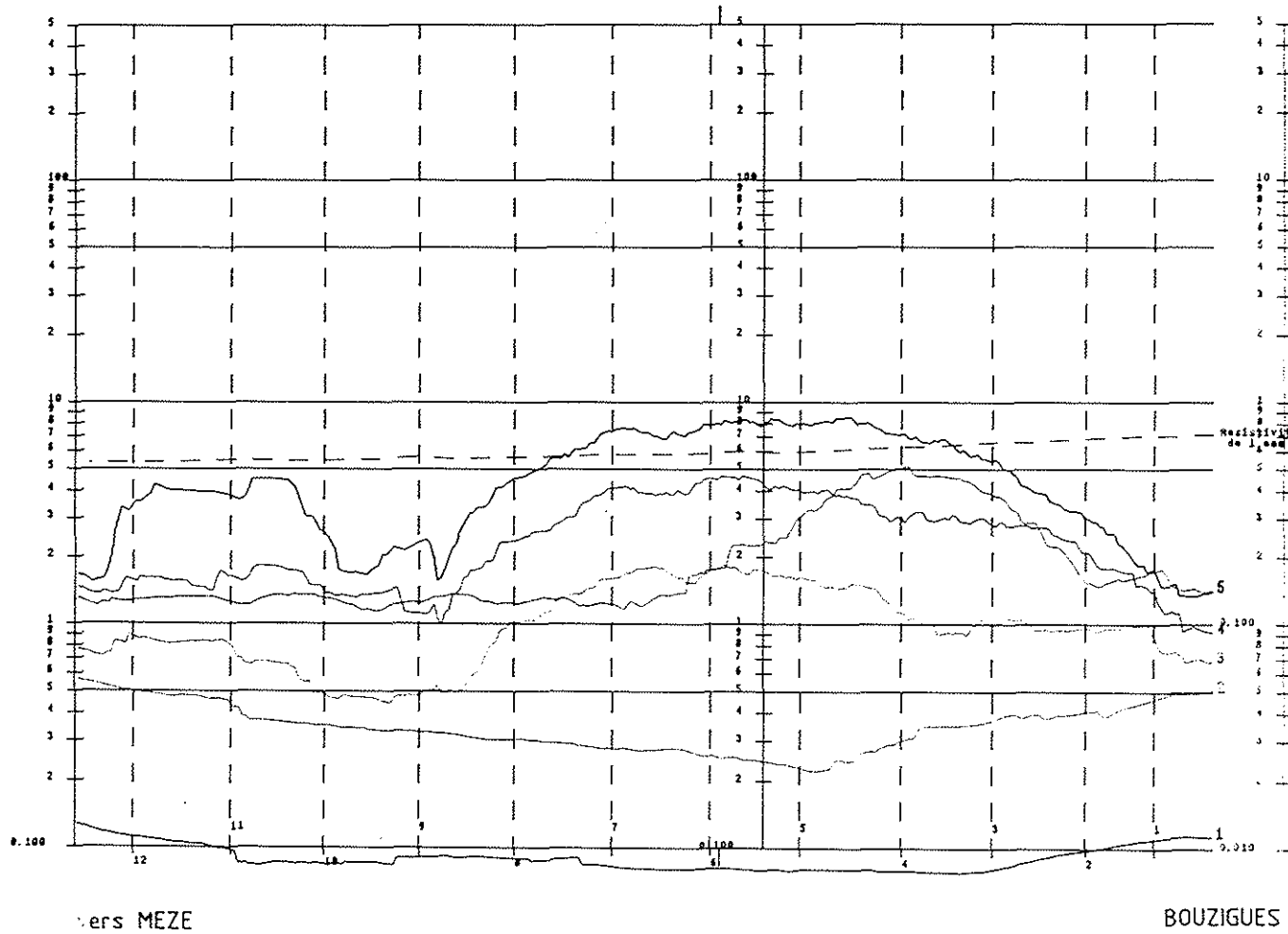


1	:	AB = 22.0 MM = 2	K = 188
2	:	AB = 22.0 MM = 12	K = 22
3	:	AB = 22.0 MM = 42	K = 44
4	:	AB = 22.0 MM = 62	K = 120
5	:	AB = 22.0 MM = 102	K = 354
6	:	AB = 22.0 MM = 142	K = 703
7	:	AB = 22.0 MM = 202	K = 1439

Figure 14 : courbes de résistivité des 7 lignes d'électrodes durant le profil 1 (zone A).

Etang de Thau - zone A, 8eme passage - juillet 90

Résistivité en Ohm.m

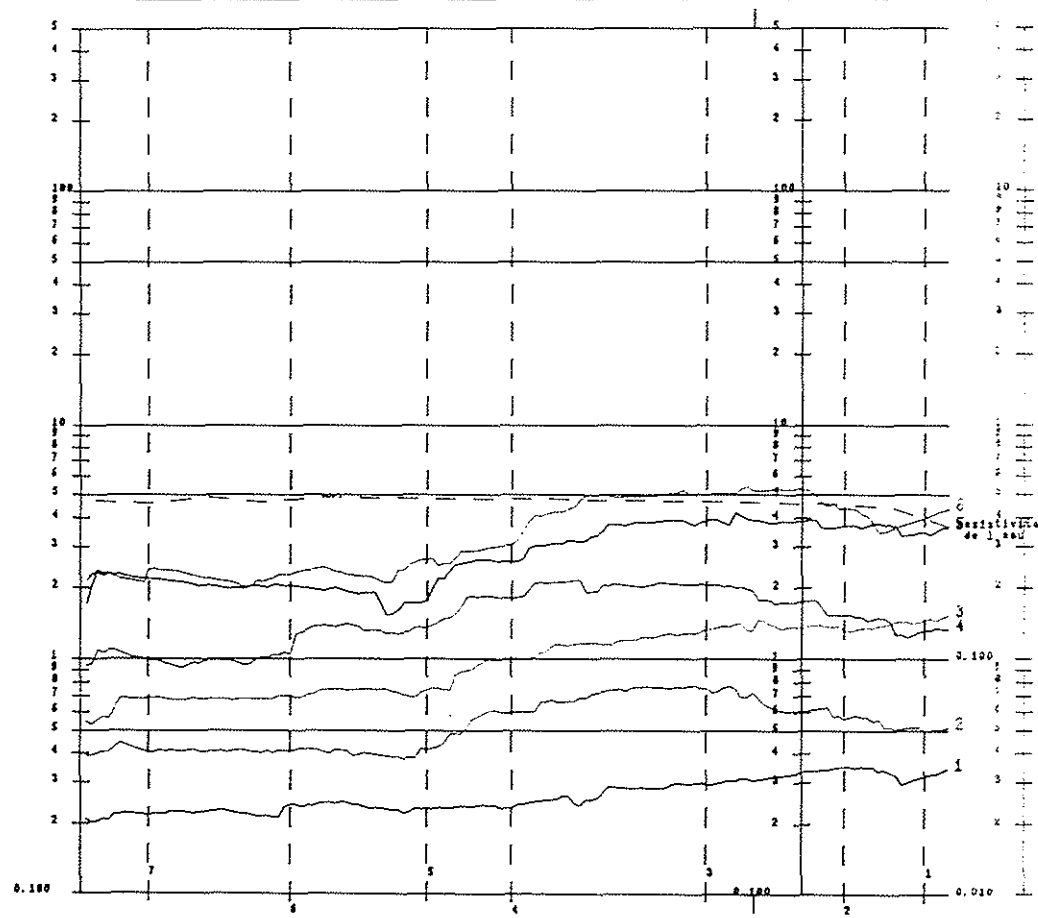


1 :	AB = 10.2	HM = 2	K = 39
2 :	AB = 10.2	HM = 30	K = 61
3 :	AB = 10.2	HM = 40	K = 115
4 :	AB = 10.2	HM = 60	K = 269
5 :	AB = 10.2	HM = 80	K = 485
6 :	AB = 10.2	HM = 100	K = 762

Figure 15 : courbes de résistivité des 7 lignes d'électrodes durant le profil 8 (zone A).

Etang de Thau - zone BC, 1er passage - juillet 90

Résistivité en Ohm.m



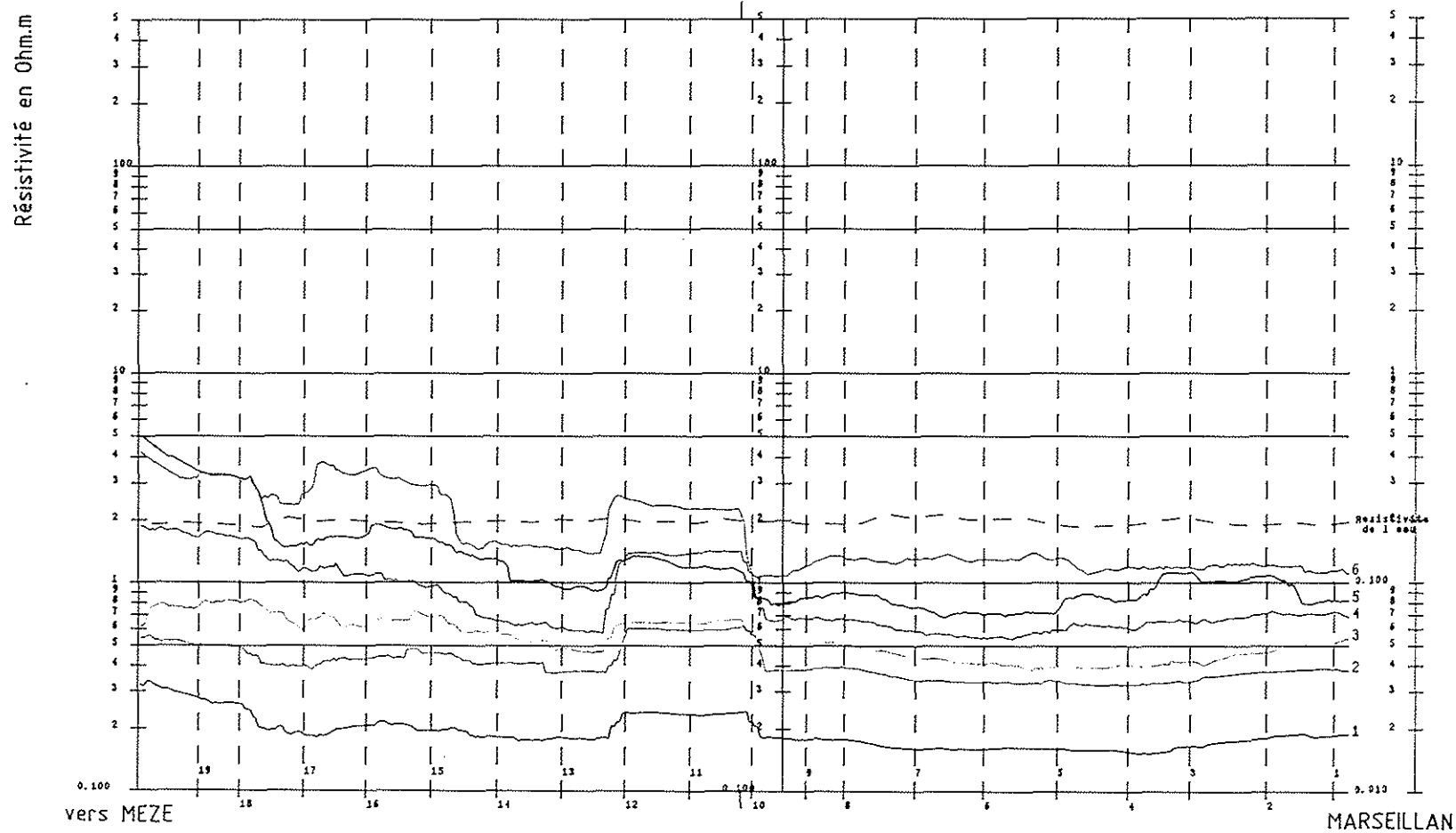
1	:	AB = 10.2	MM = 2	K = 35
2	:	AB = 10.2	MM = 30	K = 61
3	:	AB = 10.2	MM = 40	K = 115
4	:	AB = 10.2	MM = 60	K = 269
5	:	AB = 10.2	MM = 90	K = 485
6	:	AB = 10.2	MM = 100	K = 762

vers MARSEILLAN

MEZE

Figure 16 : courbes de résistivité des 7 lignes d'électrodes durant le profil (zone B-C)

Etang de Thau - zone BC, 4eme passage - Juillet 90



1 :	AB = 10.2 MM = 2	K = 39
2 :	AB = 10.2 MM = 30	K = 61
3 :	AB = 10.2 MM = 40	K = 115
4 :	AB = 10.2 MM = 60	K = 269
5 :	AB = 10.2 MM = 80	K = 485
6 :	AB = 10.2 MM = 100	K = 762

Figure 17 : courbes de résistivité des 7 lignes d'électrodes durant le profil 4 (zone B-C).

### 3.2.2. Cartographie les unités sédimentaires.

Suite aux observations précédentes, la cartographie a été effectuée pour les trois profondeurs d'investigations globalement pressenties. Le traçage des isovaleurs s'est fait suivant un découpage en cinq classes de résistivités identiques pour les zones A et BC (figures 18 et 19). La zone A, a ensuite bénéficié d'un traitement plus précis afin de mettre en évidence les hétérogénéités du milieu (figure 20). Les fortes valeurs de résistivités sont la traduction d'un milieu à dominante argileuse pauvre en eau interstitielle (zones blanches sur les cartes) tandis que les faibles valeurs (zones noires) sont à dominante sableuse riche en eau salée;

#### Caractéristiques des zones A et BC :

La figure 18 de la zone A, présente une prépondérance du pôle argileux en surface et en profondeur, alors que le pôle sableux est étendu en bordure du rivage. Le pôle argileux occupe une surface plus restreinte. Il est présent sur les trois cartes mais encore plus réduit sur la carte de mi-profondeur. La cartographie des dépôts de surface (ligne 1 = 2 m) dégage un gradient de résistivité régulier depuis le coin nord-est de la zone conchylicole vers la côte. Ce gradient est tronqué sur les deux autres cartes en face de la pointe de Montpénèdre. La présence de la barre rocheuse séparant la zone B et C est vraisemblablement à l'origine des modifications de la qualité des dépôts vers le sud.

**La zone A se distingue de la zone BC par l'étendue du secteur à dominante argileuse.**

#### Précision sur la zone A :

En modifiant les coupures de résistivités (figure 20), on obtient alors une cartographie détaillée du secteur argileux. Celui-ci est séparé par une barre moins argileuse orientée nord-sud, depuis le centre de l'étang vers Bouzigues.

### 3.3 Conclusion.

Les mesures géophysiques en continu par la méthode électrique ont permis de dégager rapidement l'environnement sédimentaire des trois zones conchylicoles A, B et C.

Un résultat également important est celui de l'observation d'un modèle stratifié. Trois couches superposées ont pu être mises ainsi en évidence. Celles de surface (0 à 1,50 m) et de profondeur (jusqu'à 5 m) sont proches en terme de qualité de sédiments. Elles sont séparées par une couche plus sableuse certainement riche en coquillages calcaires (figure 21).

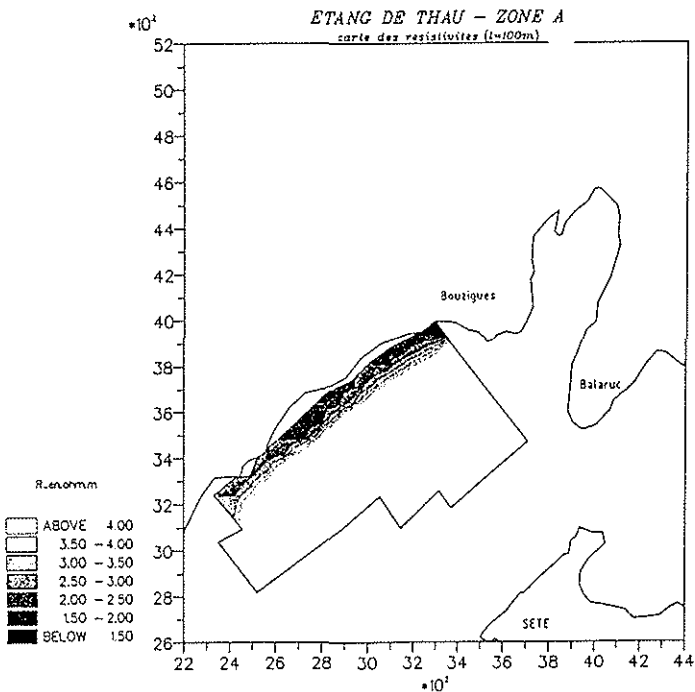
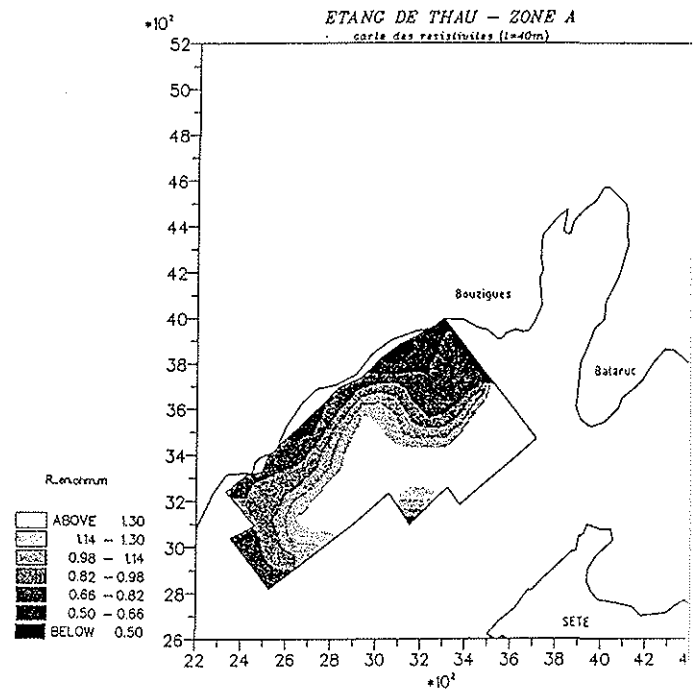
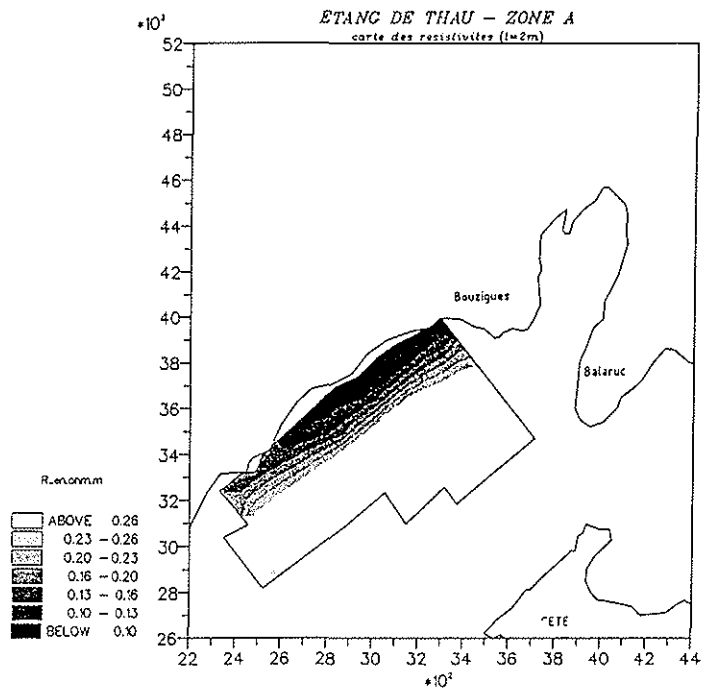
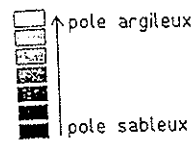
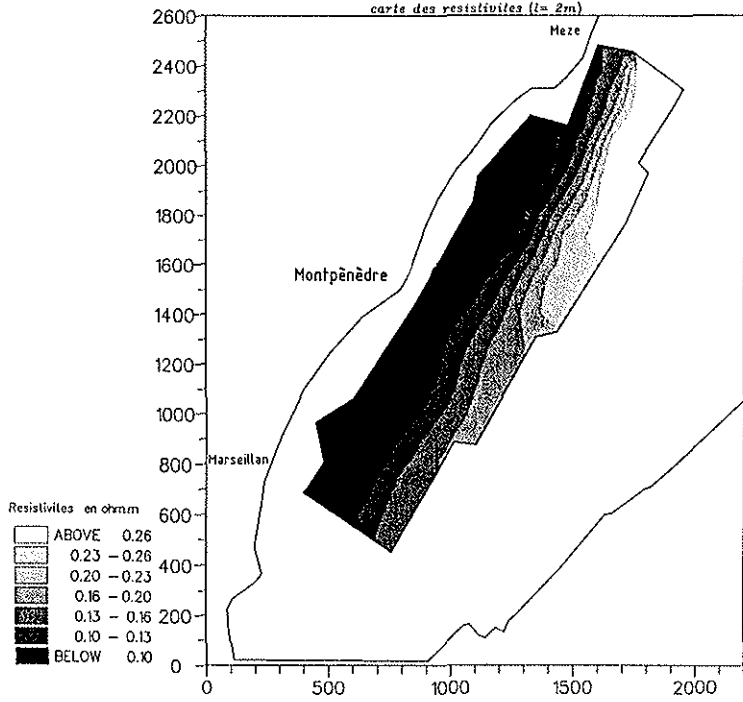


Fig.18: Cartographie des unités sédimentaires

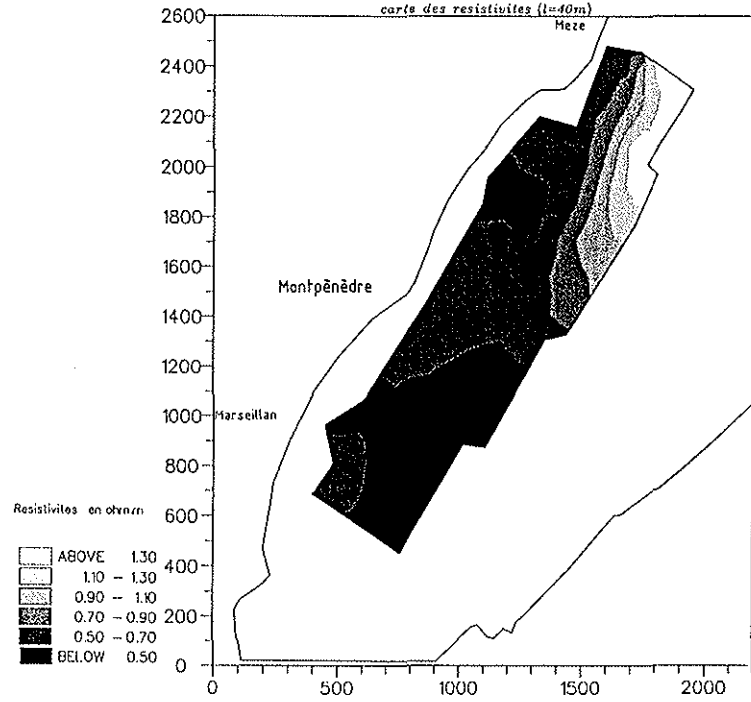
l=2m : en surface  
l=40m : à mi-profondeur  
l=100m : au maximum de la profondeur d'investigation



ETANG DE THAU - ZONE BC  
carte des resistivites (l=2m)



ETANG DE THAU - ZONE BC  
carte des resistivites (l=40m)



ETANG DE THAU - ZONE BC  
carte des resistivites (l=100m)

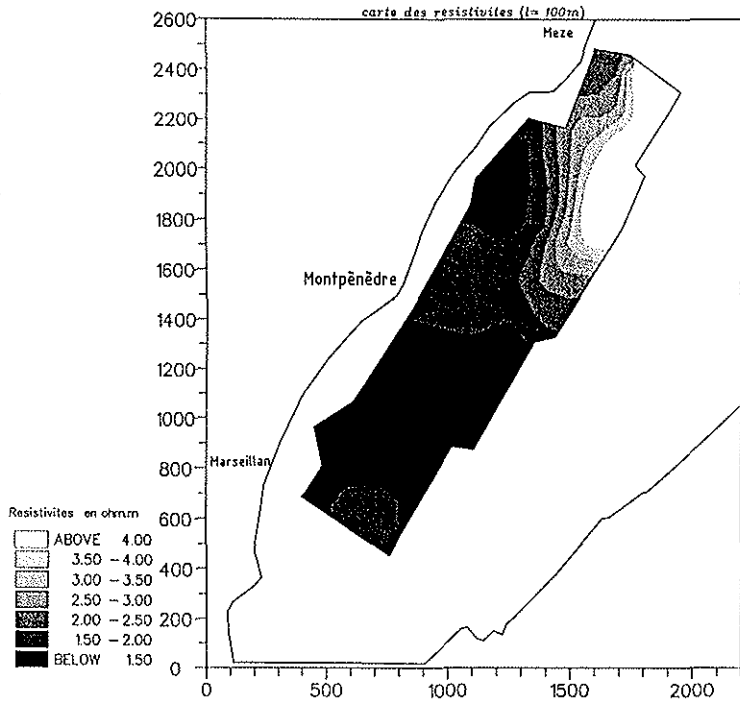
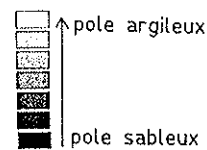


Fig. 19: Cartographie des unités sédimentaires

l=2m : en surface

l=40m : à mi-profondeur

l=100m : au maximum de la profondeur d'investigation



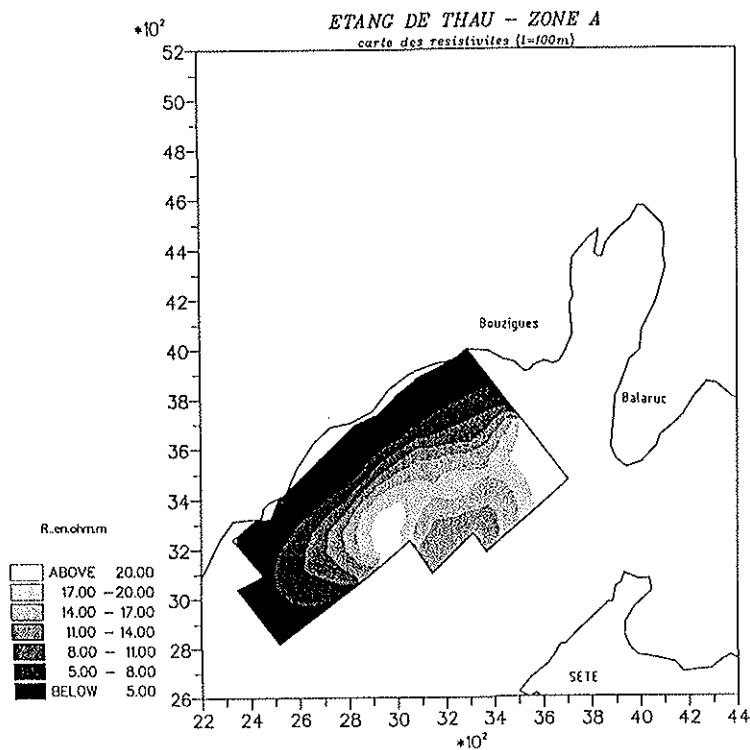
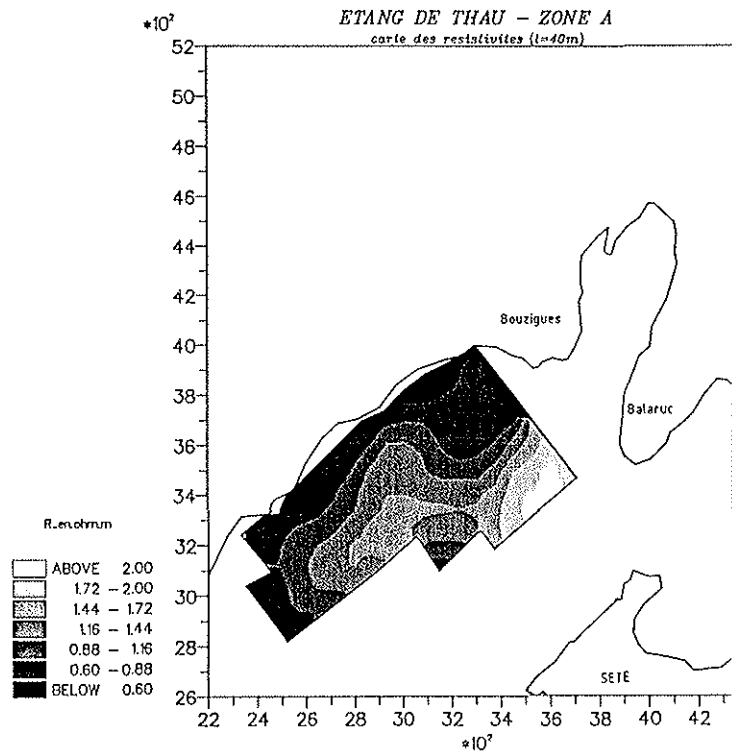
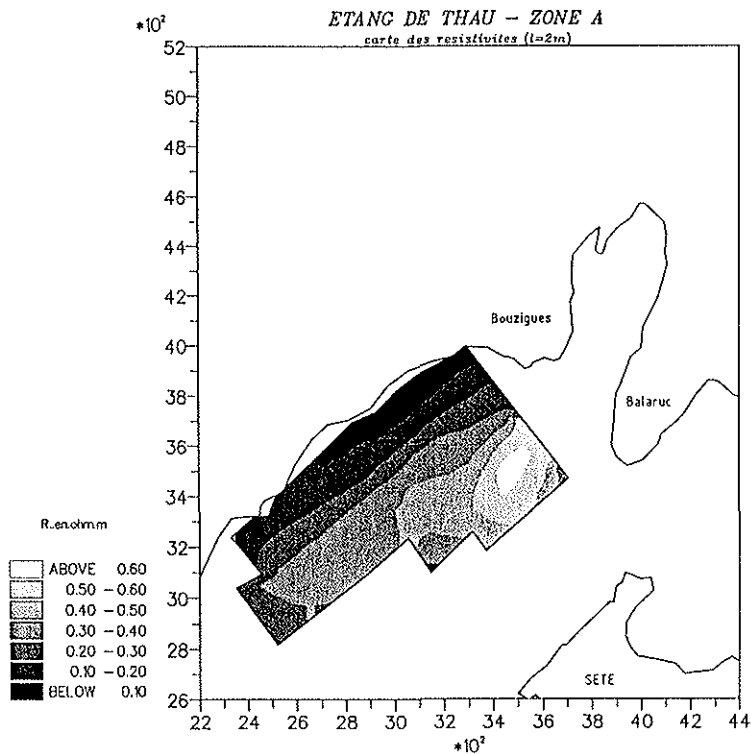
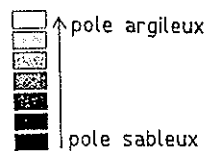


Fig.20: Cartographie des unités sédimentaire

l=2m : en surface

l=40m : à mi-profondeur

l=100m : au maximum de la profondeur d'investigation





Les dépôts sont plus argileux dans les coins nord-est de chaque zone et plus étendus dans la zone A que BC. Les dépôts à dominante sableuse sont bien représentés vers la côte.

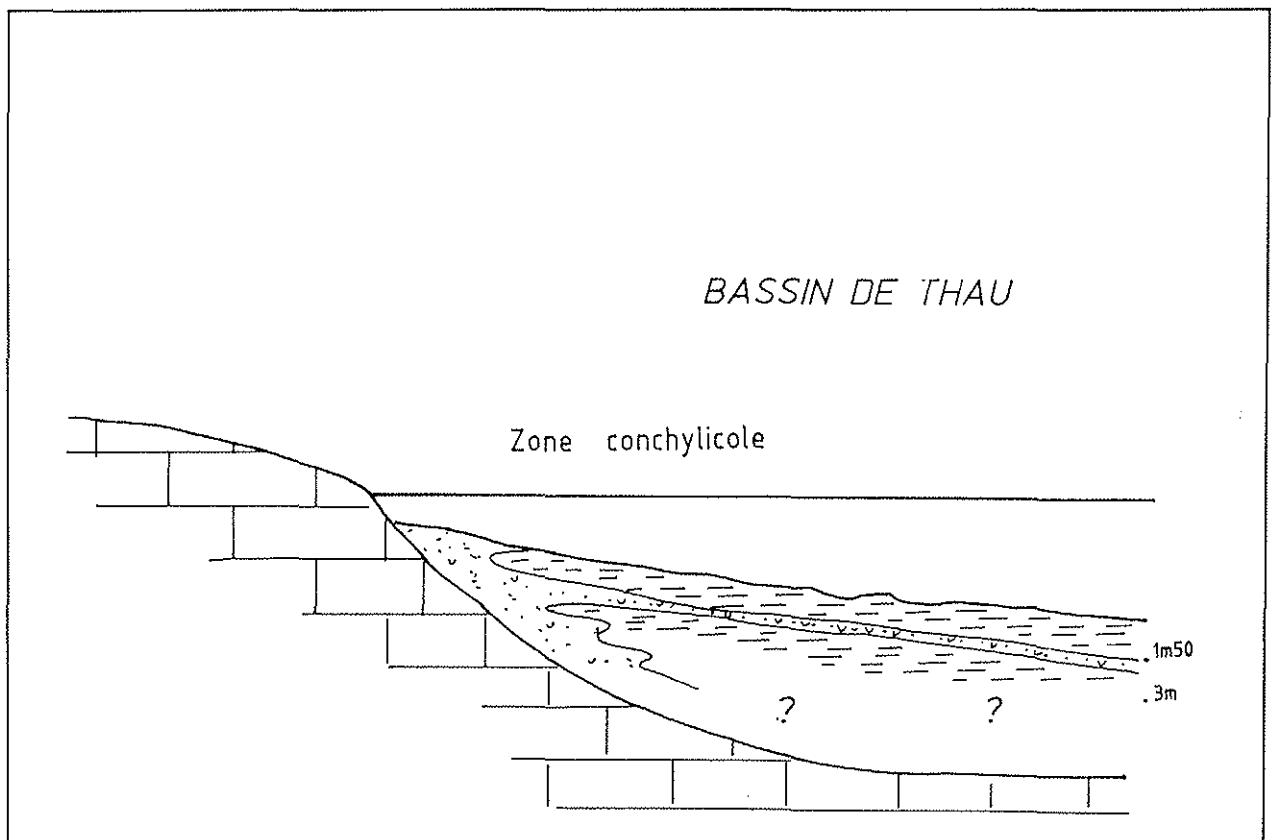


Figure 21 : Coupe interprétative du remplissage sédimentaire de surface dans les secteurs conchylicoles de l'étang de Thau.

- tirets : vaseux (> 1,5 m), sablo-vaseux
- pointillés : sables et graviers

## 4. RECONNAISSANCE DES UNITES SEDIMENTAIRES SUPERFICIELLES

En respectant le plan d'échantillonnage décrit auparavant, 50 séries de 4 carottages d'un diamètre de 6 cm ont été effectuées par plongeur. Deux niveaux de profondeur sont étudiés sur chaque carotte: 0-5 cm et 10-15 cm.

### 4.1. Caractéristiques physicochimiques des sédiments superficiels.

#### 4.1.1 Teneur en eau, densité, porosité, matière sèche.

Ces 4 paramètres sont caractéristiques de l'état d'imbibition du sédiment en eau (annexes 1-2). Ils sont tous issus de la même méthodologie d'analyse, mais correspondent à des calculs différents. Ils sont donc extrêmement liés.

**Les teneurs en eau** (exprimées par rapport au poids sec), varient en zone A entre 1351% et 93% avec une moyenne de 365% en surface. A 15cm de profondeur, ces valeurs sont comprises entre 377% et 72%, pour une moyenne de 235%. En zone B-C, on retrouve les mêmes écarts: de 1066% à 72% en surface avec 368% de moyenne, et de 298% à 77% en profondeur avec une moyenne de 177%.

**Les densités** montrent des amplitudes de variations beaucoup plus réduites, dues au mode de calcul. Elles sont comprises entre 1,9 et 1,0, toutes zones confondues. En moyenne, elles sont légèrement plus élevées en profondeur et en zone B-C: 1,4 pour le niveau 10/15 cm en zone B-C et 1,2 en surface de la zone A.

**Les porosités** sont comprises entre 0,6 et 1,2, avec une moyenne de l'ordre de 0,9 quels que soient la zone et le niveau.

**Les taux de matière sèche** (exprimés par rapport au poids humide) (figure 22) suivent avec des amplitudes moindres, le même type de variation que les mesures de teneurs en eau décrites précédemment. Les valeurs sont comprises en surface de la zone A entre 52 et 7% pour une moyenne de 25%, et entre 58 et 21% avec une moyenne de 31% à 15 cm de profondeur. En zone B-C, les valeurs sont comprises entre 58 et 9% avec une moyenne de 25% en surface, et entre 25 et 56% avec une moyenne de 37% en profondeur.

C'est en utilisant seulement ce dernier paramètre qu'une **cartographie** a été réalisée, montrant ainsi que la partie Nord de la zone A a des sédiments moins riches en eau, tant en surface qu'en profondeur. En zone B-C, on ne distingue pas de différenciation très marquée: il ne semble pas qu'il y ait d'unité bien distincte vis-à-vis de la richesse en eau des sédiments.

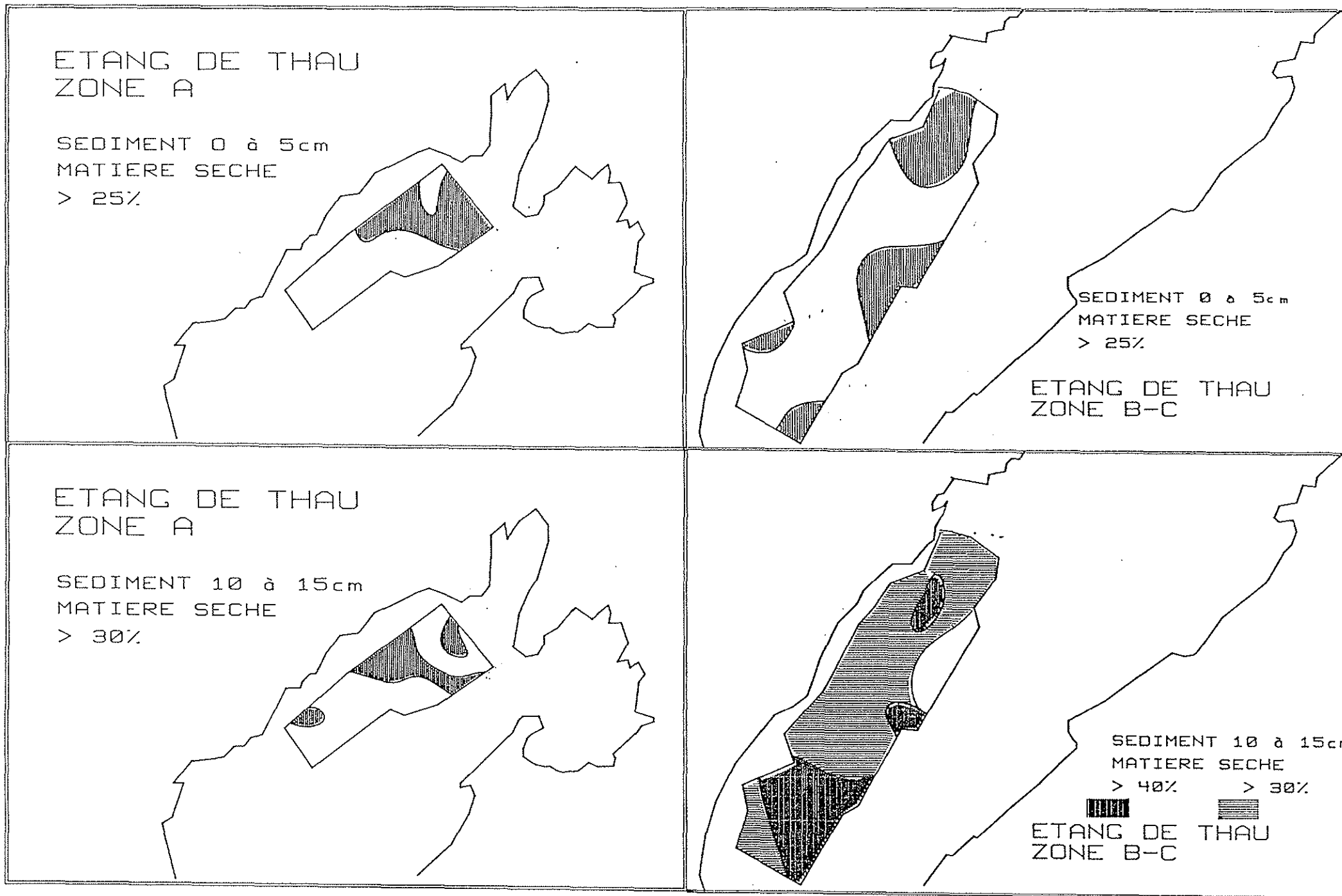


Figure 22: cartographie des pourcentages de matière sèche dans les sédiments de surface (0-5 cm) et à 10-15 cm de profondeur.

#### 4.1.2 Fraction fine (annexes 1-2 ; figure 23)

En zone A, le pourcentage de vase inférieure à  $63 \mu\text{m}$  est compris entre 98 et 33% avec une moyenne de 79% en surface. En profondeur, il est compris entre 95 et 38% avec 78% de moyenne. Il n'y a donc pas réellement de différence significative entre les 2 niveaux. La cartographie montre que la majeure partie des sédiments ont une teneur en vase supérieure à 80%. Seule l'extrémité sud de la zone semble s'individualiser avec des teneurs légèrement plus faibles.

En zone B-C, les teneurs sont un peu moins élevées. Comprises entre 98 et 42%, avec une moyenne de 79% en surface, elles sont en profondeur entre 96 et 32%, avec une moyenne plus faible de 69%. La cartographie montre les teneurs les plus fortes dans la moitié Nord de la zone.

#### 4.1.3. Potentiel d'oxydoréduction.

Sur toutes les zones, et quelle que soit la profondeur, les valeurs sont comprises entre -320 et -460 mV, et sont donc particulièrement faibles. Il n'y a pas cependant de variations significatives, les moyennes sont comprises entre -400 mV et -428 mV.

#### 4.1.4. Matière organique (annexe 3-4, figure 24).

La matière organique totale comprise entre 9 et 23% en zone A, ne montre pas de différence significative suivant le niveau: en moyenne 18.2% en surface et 18.5% à 15 cm. En zone B, les valeurs sont comprises entre 7 et 24%, avec des moyennes proches de 17%. Ces valeurs sont toutes très élevées. La cartographie montre un domaine avec les valeurs les plus fortes dans le Nord de la zone A, et dans le 2<sup>e</sup> quart Nord de la zone B-C, mais les différences restent quand même faibles.

Les analyses plus fines de la matière organique confirment cette uniformité des sédiments : le carbone organique compris entre 8.4 et 2.7% du poids sec, présente des moyennes entre 6 et 6.8% sans qu'on puisse distinguer de répartition significative. Il en est de même avec l'azote total compris entre 1 et 0.2%, avec des moyennes proches de 0.6%.

#### 4.1.5. Carbonate de calcium (annexe 5-6 ; figure 25).

En zone A, les teneurs en  $\text{CaCO}_3$  sont comprises entre 15 et 38%, avec une moyenne de 25%, pour les 2 niveaux. La cartographie montre que les valeurs les plus élevées ont tendance à se trouver dans la partie nord.

En zone B-C, les valeurs sont légèrement plus fortes: entre 17 et 48% en surface pour une moyenne de 26%, et entre 17 et 58% avec 29% de moyenne à 15 cm. C'est dans la partie Sud de la zone que se trouvent ces valeurs plus élevées.

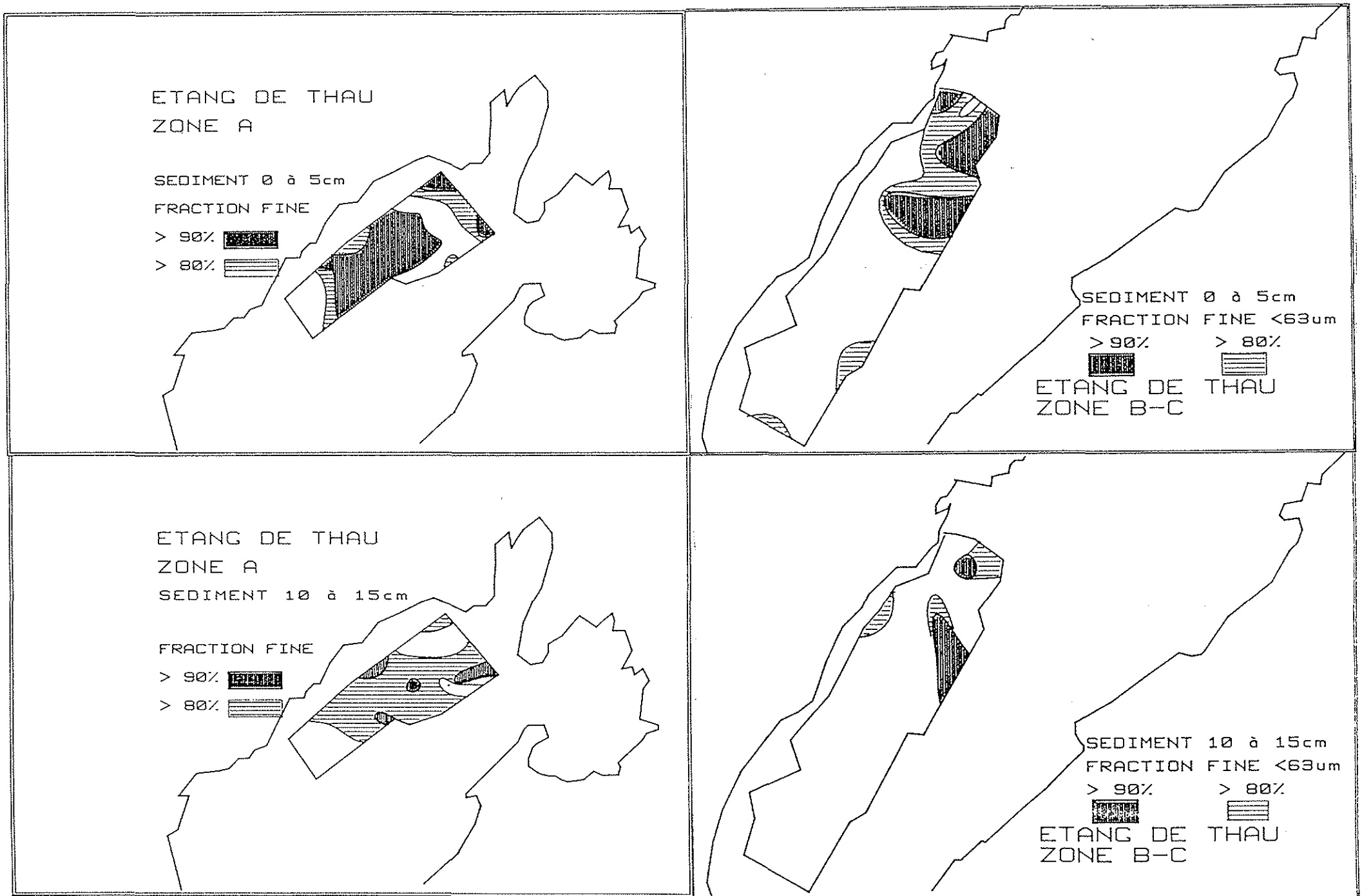


Figure 23 : cartographie des pourcentages de fraction fine inférieure à 63  $\mu\text{m}$  dans les sédiments de surface (0-5 cm) et à 10-15 cm de profondeur.

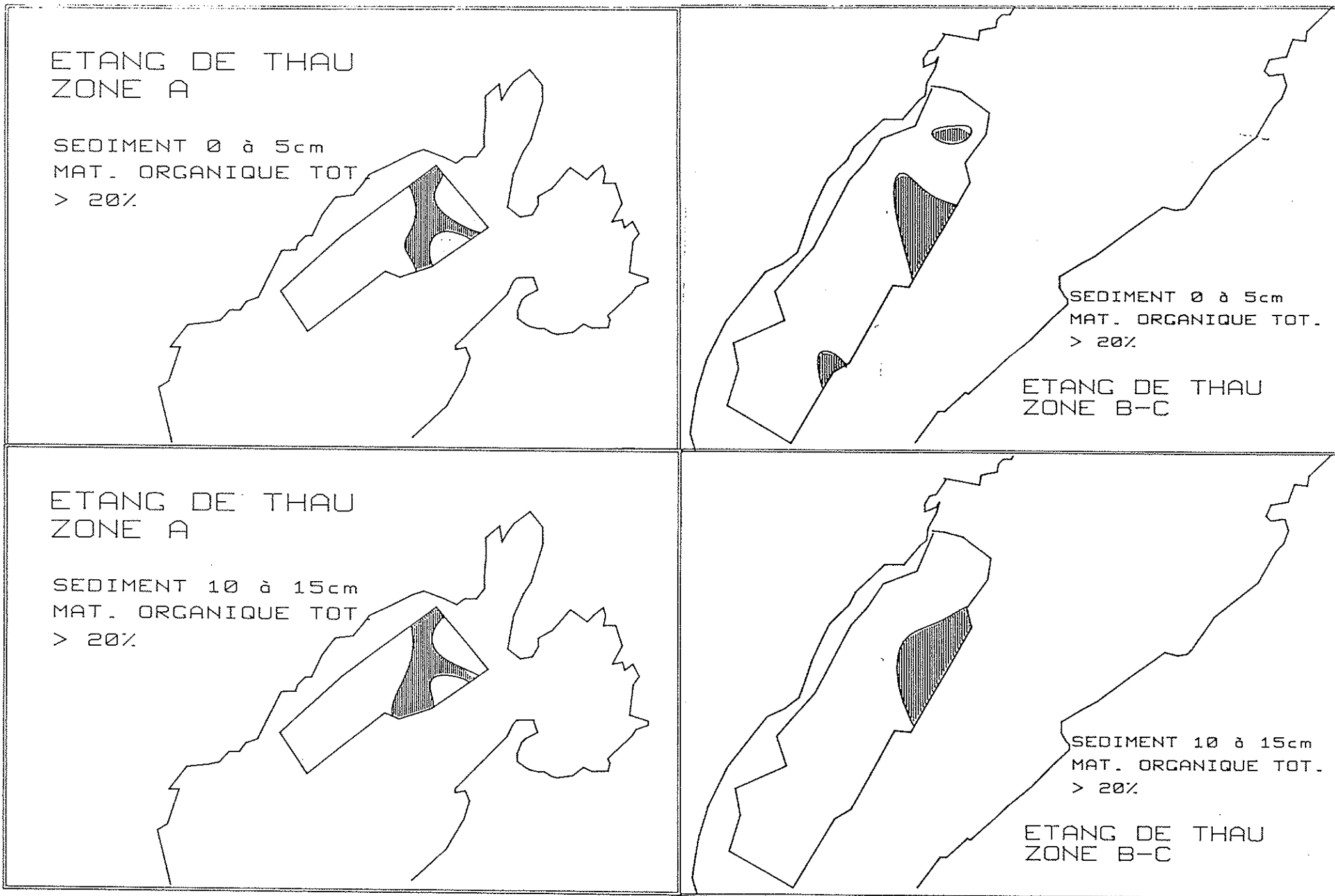


Figure 24 : cartographie de la teneur en matière organique des sédiments secs de surface (0-5 cm) et à 10-15 cm de profondeur.

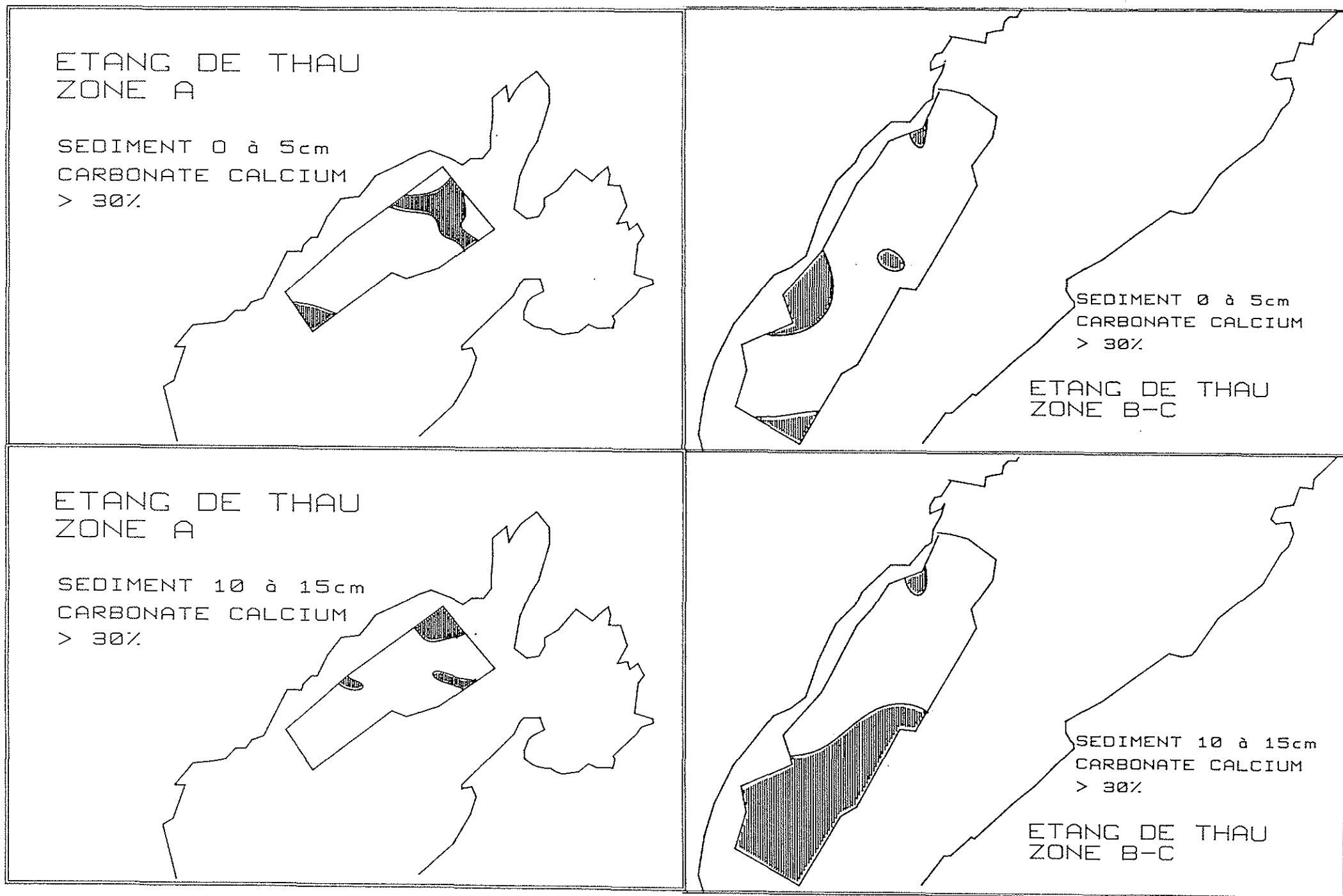


Figure 25 : cartographie des teneurs en carbonate des sédiments secs de surface (0-5 cm) et à 10-15 cm de profondeur.

#### 4.1.6. Phosphore total et phosphore échangeable (annexes 5-6).

##### 4.1.6.1. Phosphore total (figure 26).

En zone A, les teneurs en phosphore total du sédiment de surface, sont en moyenne inférieures à  $2,00 \text{ g kg}^{-1}$ . Par contre, 10 cm en dessous, elles sont supérieures à  $2,00 \text{ g kg}^{-1}$  pour la majorité de la zone. C'est une fois encore la partie Nord de cette zone qui présente les valeurs les plus fortes.

En zone B, on ne retrouve pas cette augmentation des concentrations avec la profondeur. En effet, entre 0 et 5 cm la teneur moyenne est de  $1,47 \text{ g kg}^{-1}$ , alors qu'elle n'est que de  $1,42 \text{ g kg}^{-1}$  en dessous.

Quelle que soit la profondeur, les teneurs en phosphore total sont bien inférieures en zone B.

##### 4.1.6.2. Phosphore échangeable (figure 27).

Le phosphore échangeable est la fraction du phosphore des sédiments pouvant passer facilement de la phase fixée à la phase dissoute pour enrichir l'eau interstitielle. Cette fraction est extraite par une méthode douce (voir 1.2.2.2.2).

La même tendance que pour le phosphore total est développée avec le phosphore échangeable:

- en zone A, les teneurs sont plus élevées en profondeur (moyenne proche de  $0,15 \text{ g kg}^{-1}$ )
- en zone B, les teneurs sont généralement moins fortes, et peu différentes suivant la profondeur (proches de  $0,12 \text{ g kg}^{-1}$ ).

#### 4.2. Eaux interstitielles (annexes 7-8).

##### 4.2.1. Sels azotés.

Mises à part quelques rares exceptions, les nitrates sont absents des eaux interstitielles analysées ici. Ceci est à mettre en relation avec les très faibles valeurs de potentiels d'oxydoréduction et donc le manque d'oxygène dans les sédiments à la période où la campagne a été effectuée.

Les nitrites sont eux aussi en très faibles concentrations pour des eaux interstitielles et ne dépassent pas  $2 \mu\text{moles l}^{-1}$  ( $28 \mu\text{g l}^{-1}$ ).



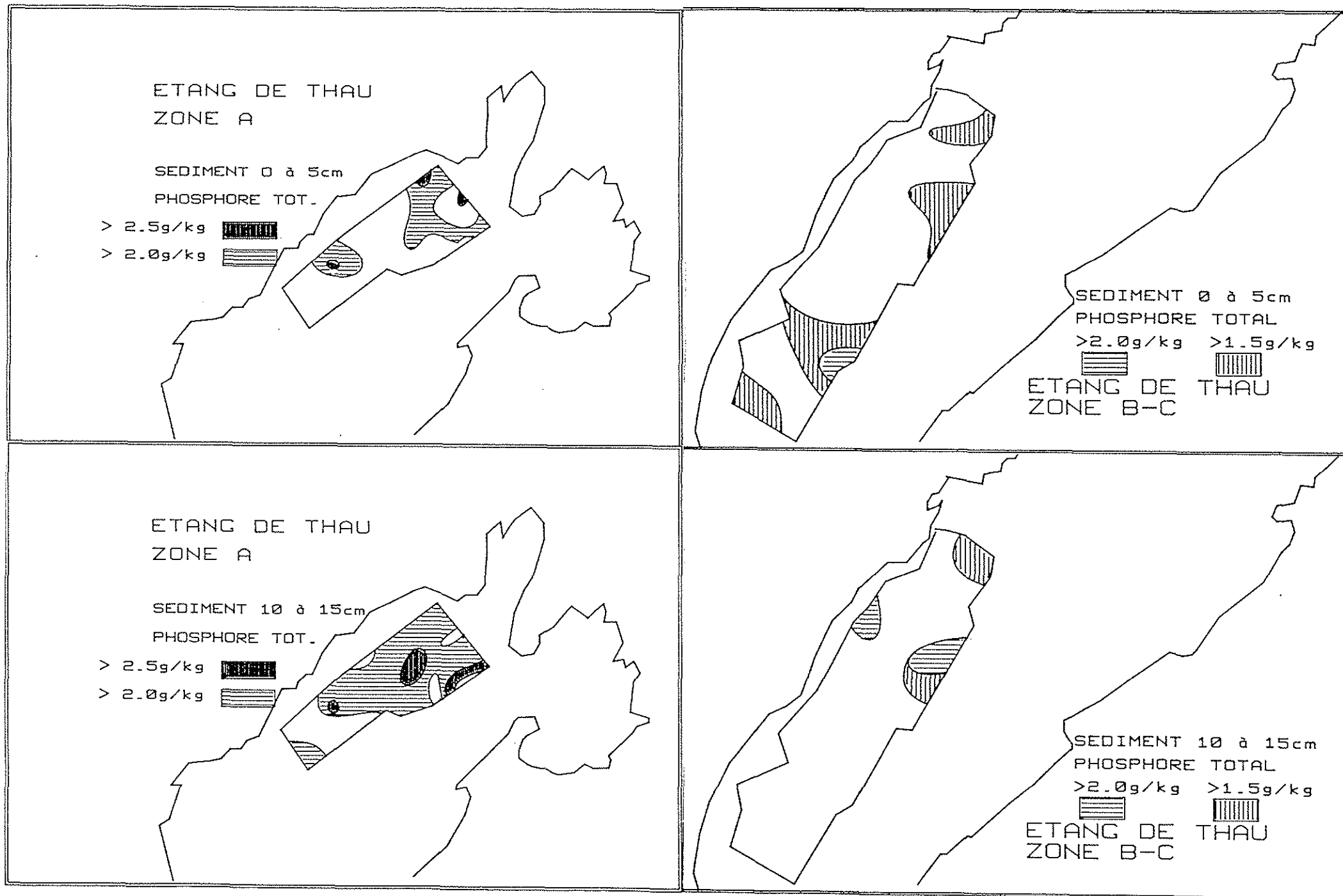


Figure 26 : cartographie des teneurs en phosphate total des sédiments secs de surface (0-5 cm) et à 10-15 cm de profondeur.

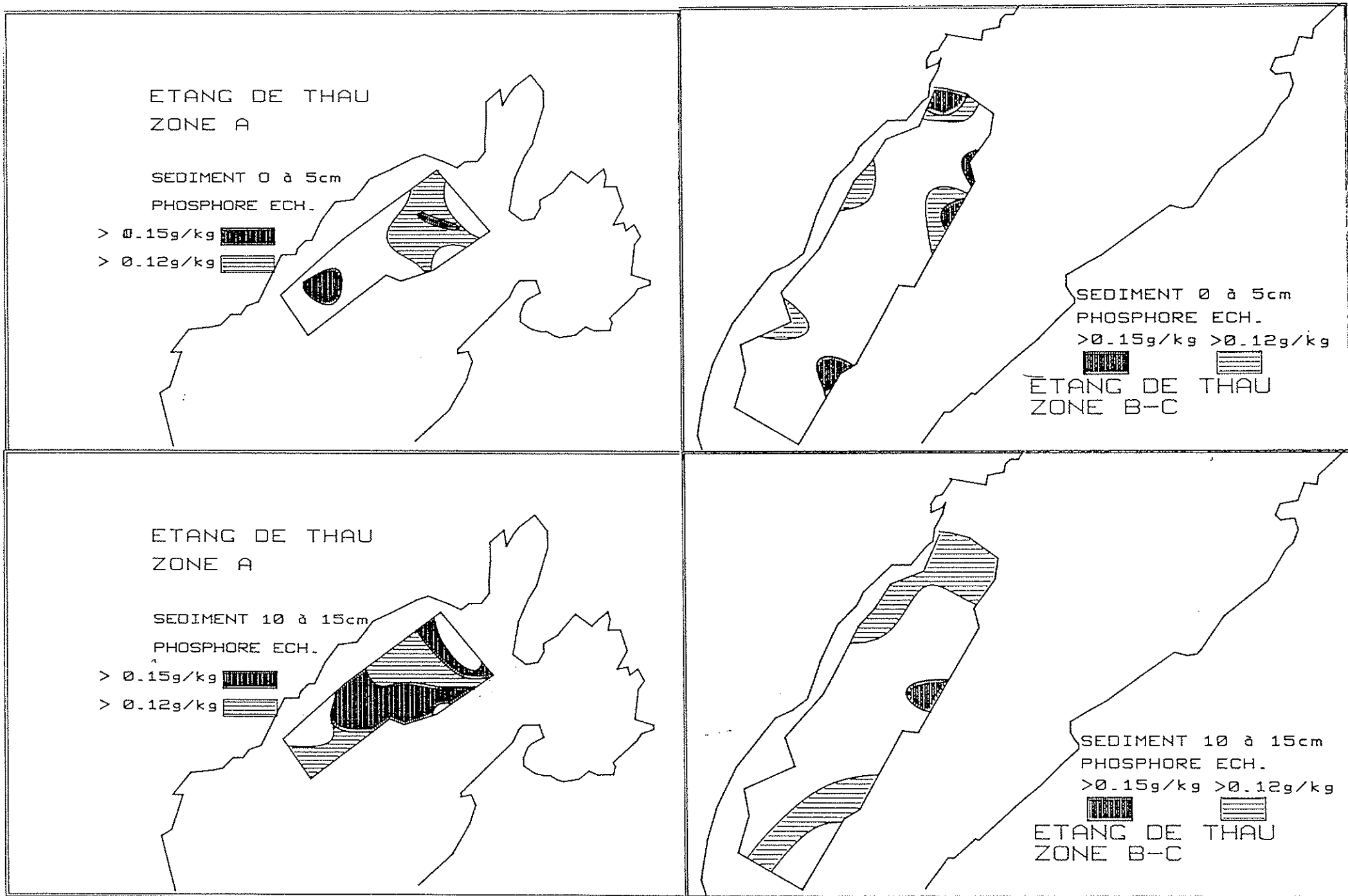


Figure 27: cartographie des teneurs en phosphate échangeable des sédiments secs de surface (0-5 cm) et à 10-15 cm de profondeur.

Par contre, les teneurs en **Ammonium** sont très élevées (figure 28). En zone A, elles sont comprises entre 56 et 1443  $\mu\text{moles l}^{-1}$  dans le sédiment de surface (moyenne 730  $\mu\text{moles l}^{-1} = 10,2 \text{ mg l}^{-1}$ ), et entre 113 et 1447  $\mu\text{moles l}^{-1}$  entre 10 et 15 cm (moyenne 977  $\mu\text{moles l}^{-1} = 13,7 \text{ mg l}^{-1}$ ). On distingue nettement une augmentation de la concentration avec la profondeur. La cartographie montre les valeurs les plus élevées dans la partie Nord de cette zone. A 15 cm, il semble que seule l'extrémité Sud ait des teneurs inférieures à 700  $\mu\text{moles l}^{-1}$  (9,8  $\text{mg l}^{-1}$ ).

En zone B, bien que les amplitudes soient du même ordre de grandeur (entre 81 et 1341  $\mu\text{moles l}^{-1}$  en surface et entre 56 et 1365  $\mu\text{moles l}^{-1}$  à 15 cm), les moyennes sont moins élevées: 495  $\mu\text{moles l}^{-1}$  pour le sédiment de surface et 543  $\mu\text{moles l}^{-1}$  en profondeur. De fait, la cartographie montre peu d'étendue pour les teneurs supérieures à 700  $\mu\text{moles l}^{-1}$  (9,8  $\text{mg l}^{-1}$ ).

#### 4.2.2 Phosphates (figure 29).

En zone A, les concentrations varient entre 3 et 96  $\mu\text{moles l}^{-1}$  en surface pour une moyenne de 28  $\mu\text{moles l}^{-1}$  (0,87  $\text{mg l}^{-1}$ ). A 15 cm de profondeur, ces teneurs sont plus élevées, entre 2 et 152  $\mu\text{moles l}^{-1}$  avec une moyenne de 43  $\mu\text{moles l}^{-1}$  (1,33  $\text{mg l}^{-1}$ ). En surface, comme en profondeur, la cartographie montre les plus fortes teneurs dans la moitié Nord de cette zone A.

En zone B-C, les teneurs sont nettement plus faibles, comprises entre 2 et 40  $\mu\text{moles l}^{-1}$  en surface, avec une moyenne de 17  $\mu\text{moles l}^{-1}$  (0,53  $\text{mg l}^{-1}$ ). Dans le sédiment à 15 cm, l'augmentation est à peine sensible avec des valeurs comprises entre 1 et 76  $\mu\text{moles l}^{-1}$  pour une moyenne de 19  $\mu\text{moles l}^{-1}$  (0,59  $\text{mg l}^{-1}$ ). La cartographie montre nettement les valeurs les plus fortes réparties dans la moitié Nord de cette zone B.

#### 4.2.3 La diffusion moléculaire dans le sédiment superficiel (annexe 9).

La diffusion du phosphore en zone A (figure 30) est en moyenne de l'ordre de 4,7  $\mu\text{moles m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ , mais elle varie fortement de 31,6  $\mu\text{moles m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  à des valeurs négatives. Ces dernières représentent des sédiments ayant une concentration plus faible en profondeur et ne pouvant donc pas théoriquement générer de flux vers la colonne d'eau. La représentation cartographique montre une zone transversale où la diffusion dépasse 10  $\mu\text{moles m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ .

En zone B (figure 30), la répartition des sédiments dont l'eau interstitielle ne libère pas de phosphore représente plus de la moitié de la surface. En moyenne, la diffusion est de 0,3  $\mu\text{moles m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ , avec une seule valeur supérieure à 15  $\mu\text{moles m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ .

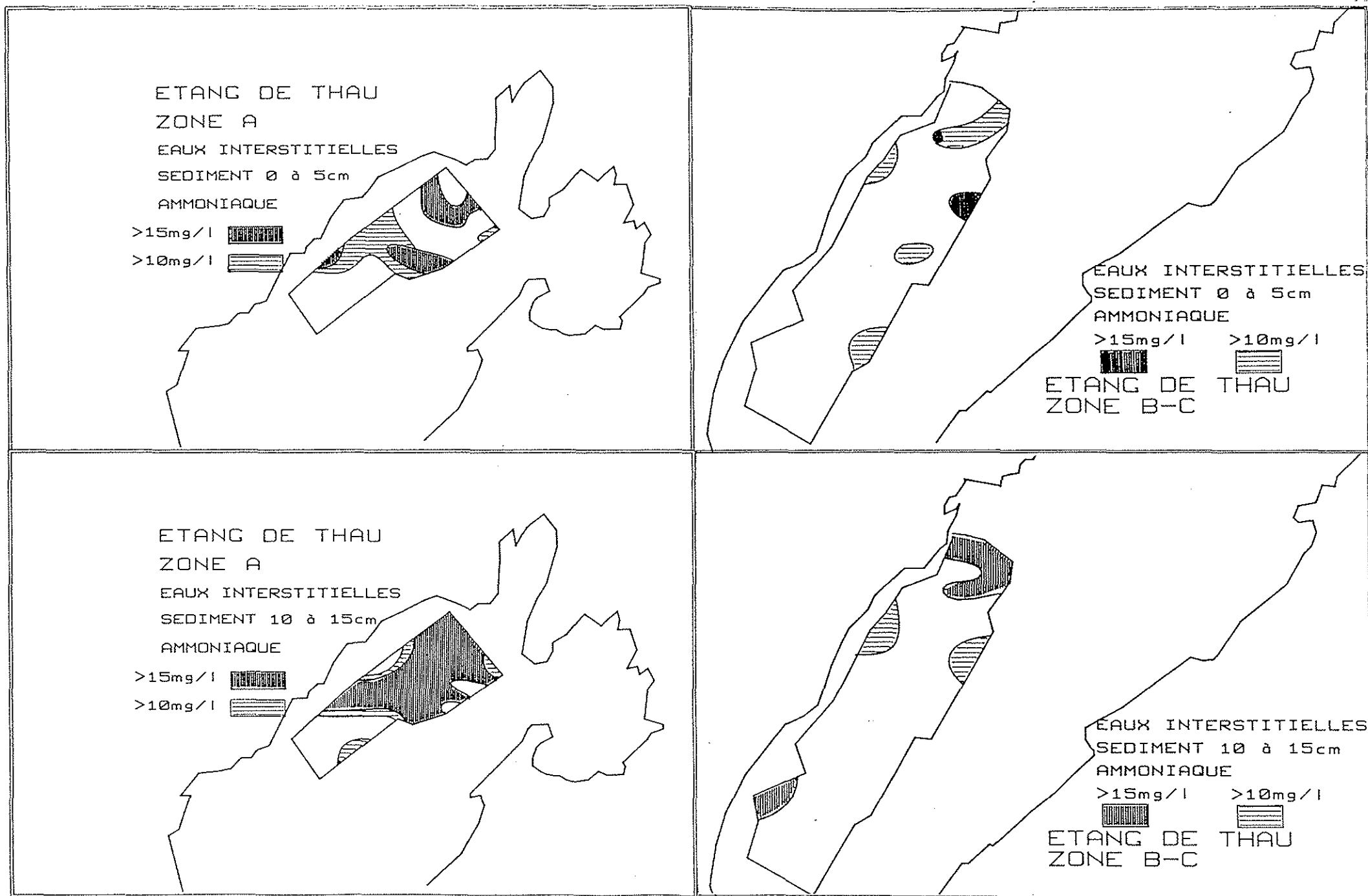


Figure 28 : cartographie des teneurs en ammoniacque des eaux interstitielles des sédiments de surface (0-5 cm) et à 10-15 cm de profondeur.

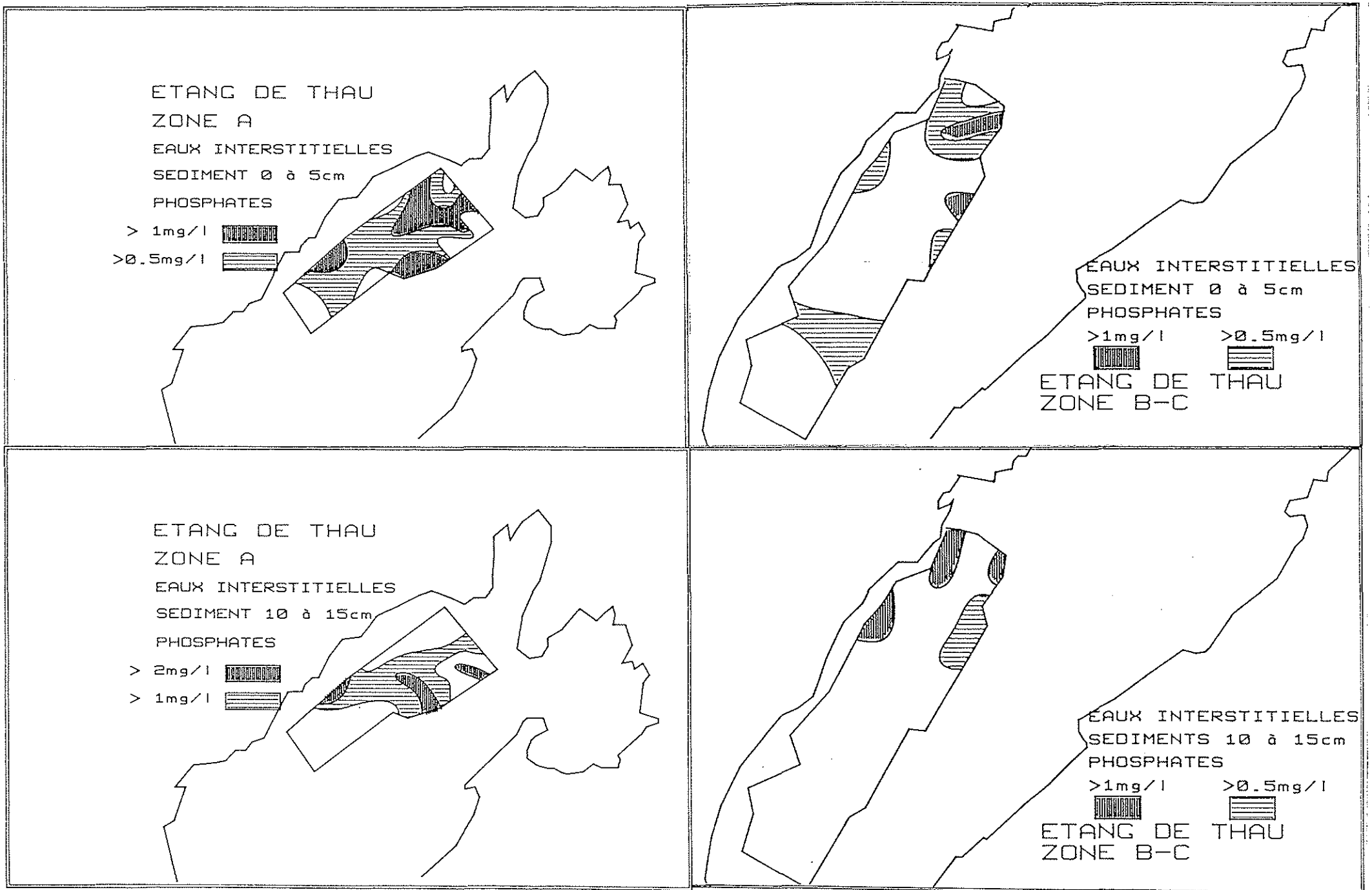


Figure 29 : cartographie des teneurs en phosphates des eaux interstitielles des sédiments de surface (0-5 cm) et à 10-15 cm de profondeur.

La diffusion d'ammonium (figure 31) qui est très forte (fréquemment supérieure à  $100 \mu\text{moles m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ) suit à peu près la même tendance avec des valeurs plus faibles en zone B (moyenne zone A =  $71,3 \mu\text{moles m}^{-2} \text{h}^{-1}$  et moyenne zone B =  $15,3 \mu\text{moles m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ).

### 4.3. Les stocks dans les secteurs conchylicoles

#### 4.3.1. Les stocks solides

Les tableaux 1 et 2 fournissent les résultats des estimations de stocks, en tonnes, respectivement pour les tranches 0-5 cm et 10-15 cm par strates, pour les zones A et B-C et pour l'ensemble du secteur conchylicole.

Les précisions obtenues pour les estimations sur l'ensemble du secteur sont relativement faibles puisqu'elles sont de 25% pour le phosphore total, de 30% pour la matière organique et le carbone, de 45% pour le phosphore échangeable et de plus de 50% pour l'azote pour la tranche superficielle du sédiment (0-5 cm). Pour le niveau plus profond (10-15 cm) l'estimation des stocks est meilleure traduisant une hétérogénéité moins marquée à l'intérieur des sédiments qu'en surface. Ces précisions sont de 14% pour le phosphore total, 17% pour la matière organique, 18% pour le carbone, 20% pour le phosphore échangeable et 40% pour l'azote.

En interpolant les valeurs calculées pour les tranches 0-5 et 10-15 cm, les estimations des stocks contenus dans les 15 premiers centimètres de sédiments des secteurs conchylicoles de l'étang de Thau sont de :

- STOCK DE MATIERE ORGANIQUE SECHE : **138 232 tonnes**
- STOCK DE CARBONE : **48 642 tonnes C**
- STOCK D'AZOTE : **5 312 tonnes N**
- STOCK DE PHOSPHORE :
- PHOSPHORE TOTAL : **1 231 tonnes P**
- PHOSPHORE ECHANGEABLE : **101 tonnesP**

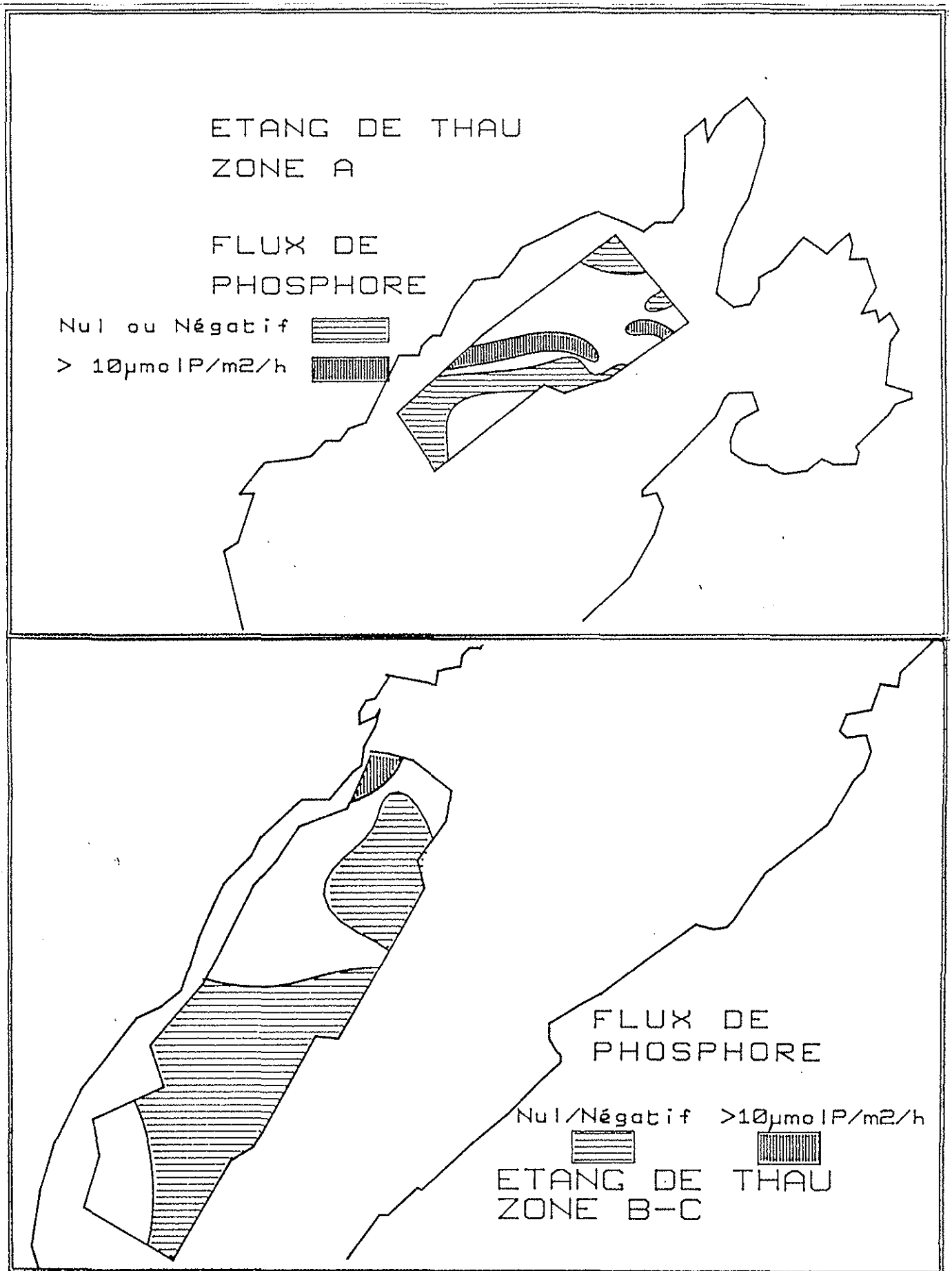


Figure 30 : flux de phosphore en  $\mu\text{mol P/m}^2/\text{h}$  dans les secteurs conchylicoles de l'étang de Thau

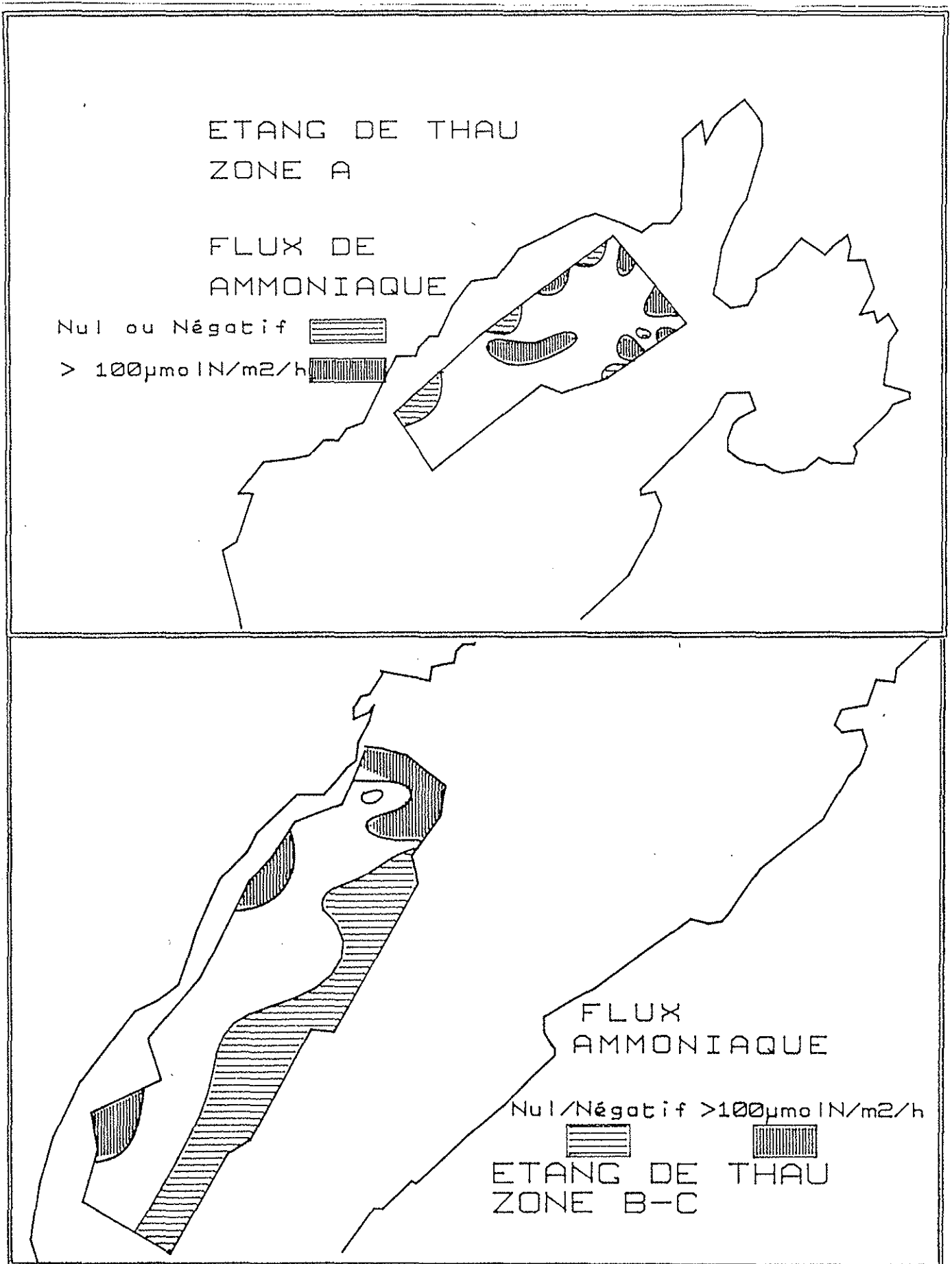


Figure 31 : flux d'ammoniaque en  $\mu\text{mol N/m}^2/\text{h}$  dans les secteurs conchylicoles de l'étang de Thau



**Tableau 1** : stocks (en tonnes) par strate et totaux pour la matière organique, le carbone organique, l'azote total, le phosphore total et le phosphore échangeable des 5 premiers centimètres des sédiments des secteurs conchylicoles de l'étang de Thau.  
( ) : écart type.

Strate	n	Surface (km <sup>2</sup> )	Matière organique	Carbone organique	Azote total	Phosphore total	Phosphore échangeable
1	9	0,983	3096,5 (362,4)	1130,2 (111,6)	278,9 (187,7)	31,9 (0,9)	2,22 (0,3)
2	10	2,797	7076,0 (1336,2)	2462,7 (540,2)	237,9 (52,1)	67,2 (6,4)	4,95 (1,11)
3	8	2,070	4577,6 (814,1)	1681,1 (299,4)	173,9 (31,1)	51,2 (8,2)	3,11 (0,42)
4	2	0,809	2107,1 (506,3)	769,4 (180,9)	77,6 (14,8)	16,8 (2,9)	1,38 (0,59)
5	10	1,463	4390,0 (268,3)	1609,7 (94,4)	157,2 (13,0)	35,5 (1,8)	2,68 (0,49)
6	10	5,398	13636,1 (2517,6)	4446,4 (725,9)	362,6 (54,5)	97,6 (17,7)	10,13 (2,73)
A	27	5,85	14750,1 (2412,7)	5274,0 (951,2)	690,7 (270,9)	150,3 (15,5)	10,28 (1,85)
BC	22	7,67	20133,2 (3292,2)	6825,5 (1001,2)	597,4 (82,2)	150,9 (22,4)	14,18 (3,81)
ABC	49	13,52	34883,3 (5805,0)	12099,5 (1952,4)	1288,1 (353,1)	301,2 (37,9)	24,46 (5,65)

**Tableau 2** : stocks (en tonnes) par strate et totaux pour la matière organique, le carbone organique, l'azote total, le phosphore total et le phosphore échangeable des sédiments de 10 à 15 cm de profondeur du secteur conchylicole de l'étang de Thau.

( ) : écart-type.

Strate	n	Surface (km <sup>2</sup> )	Matière organique	Carbone organique	Azote total	Phosphore total	Phosphore échangeable
1	9	0,983	4243,5 (487,5)	1443,2 (160,0)	149,3 (16,5)	45,5 (1,9)	3,38 (0,70)
2	10	2,797	9862,6 (440,0)	4130,2 (491,1)	749,5 (315,0)	107,6 (7,4)	9,22 (1,19)
3	8	2,070	7119,7 (623,7)	2595,2 (221,5)	267,3 (28,5)	81,4 (5,5)	5,18 (0,38)
4	2	0,809	3648,9 (578,3)	1325,0 (169,5)	119,5 (8,7)	27,9 (1,6)	2,37 (0,17)
5	10	1,463	5854,8 (681,1)	2145,6 (253,0)	197,0 (23,2)	49,2 (3,0)	4,06 (0,42)
6	10	5,398	26542,1 (2032,6)	8689,0 (604,7)	770,8 (71,6)	207,7 (17,1)	18,85 (1,51)
A	27	5,85	21225,8 (1155,2)	8168,6 (872,6)	1166,1 (360)	234,5 (14,8)	17,78 (2,27)
BC	22	7,67	36045,9 (3292)	12159,6 (1037,2)	1087,2 (103,5)	284,7 (21,7)	25,28 (2,1)
ABC	49	13,52	57271,7 (4843,2)	20328,2 (1899,8)	2253,4 (463,4)	519,2 (36,4)	43,06 (4,36)

### 4.3.2. Les stocks dissous et la diffusion moléculaire

Une estimation globale des quantités de sels nutritifs stockés par les sédiments et des apports de ces sels à l'eau des deux zones conchylicoles est possible grâce à l'échantillonnage aléatoire stratifié aux deux niveaux analysés (0-5 cm, 10-15 cm.). Mais la faiblesse de l'échantillonnage ne permet pas d'obtenir des précisions intéressantes (40% pour l'azote et de 50 à 75% pour le phosphore) pour les eaux interstitielles et encore moins pour la diffusion totale. Les résultats présentés ici ne seront à prendre que comme un ordre de grandeur (tableau 3).

- STOCK DE PHOSPHATE : 1,31 kg P
- STOCK D' AMMONIAQUE : 13,31 kg N
- DIFFUSION DE PHOSPHORE : 18,62 Kg P j<sup>-1</sup>
- DIFFUSION D'AMMONIUM : 169,4 Kg N j<sup>-1</sup>.

Malgré une superficie de la zone A qui ne représente que la moitié de B-C, ces évaluations permettent de montrer que des 2 zones c'est la zone A qui potentiellement fournirait les quantités les plus importantes de sels nutritifs dans la colonne d'eau.

Dans ces conditions, on peut estimer que les zones conchylicoles dans leur totalité fournissent en fin d'été, 19 kg de P-PO<sub>4</sub> et 169 kg de N-NH<sub>4</sub> par jour.

### 4.4. Interprétation générale.

L'analyse des différents coefficients de corrélation met en évidence des relations hautement significatives ( $p < 0.01$ ) entre la matière organique totale et le carbone organique, et entre les phosphates et l'ammoniaque des eaux interstitielles. Ceci est vérifié pour les 2 zones à chaque niveau de profondeur du sédiment.

Vis-à-vis des teneurs en fraction fine, les corrélations avec la matière organique sont significatives ( $p < 0.05$ ) en surface de la zone A et hautement significative en profondeur. C'est l'inverse en zone B, où la relation apparaît très bonne en surface, alors qu'elle n'est pas significative ( $p > 0.05$ ) à 15 cm.

Hormis cette dernière exception, on peut considérer que les différents compartiments (particulaire ou dissous) de la matière organique du sédiment superficiel sont très liés en toute zone et pour les 2 niveaux analysés.

**Tableau 3** : stocks (en kg) par strate et totaux d'azote ( $\text{NH}_4$ ) et de phosphore ( $\text{P0}_4$ ) dans les eaux interstitielles et flux théorique en découlant (en kg/heure).  
( ) : écart type

Strate	N	0 - 5 cm		10 - 15 cm		Flux	
		Azote	Phosphore	Azote	Phosphore	Azote	Phosphore
1	9	0,28 (0,08)	0,026 (0,009)	0,42 (0,09)	0,038 (0,014)	1,36 (0,64)	0,123 (0,057)
2	10	1,39 (0,18)	0,128 (0,029)	1,55 (0,14)	0,266 (0,098)	2,59 (1,00)	0,462 (0,229)
3	8	0,78 (0,21)	0,076 (0,021)	0,86 (0,17)	0,075 (0,041)	1,20 (1,02)	0,214 (0,273)
4	2	0,28 (0,07)	0,027 (0,009)	0,31 (0,15)	0,025 (0,012)	0,55 (0,77)	0,015 (0,030)
5	10	0,42 (0,10)	0,034 (0,007)	0,39 (0,09)	0,035 (0,011)	0,64 (0,55)	0,050 (0,018)
6	10	1,20 (0,26)	0,090 (0,024)	0,97 (0,27)	0,059 (0,018)	0,72 (3,05)	- 0,089 (0,228)
A	27	2,44 (0,47)	0,229 (0,059)	2,84 (0,40)	0,379 (0,153)	5,15 (2,66)	0,799 (0,559)
BC	22	1,91 (0,43)	0,150 (0,04)	1,68 (0,51)	0,118 (0,041)	1,91 (4,37)	- 0,023 (0,339)
ABC	49	4,35 (0,90)	0,379 (0,099)	4,52 (0,92)	0,497 (0,193)	7,06 (7,03)	0,776 (0,897)

Une série d'**analyses en composantes principales** effectuée sur tous les résultats ne fait pas apparaître de distinction notable entre le sédiment de surface et le sédiment à 15 cm. Mis à part, l'augmentation de concentration des eaux interstitielles, il y aurait une relative homogénéité du sédiment depuis la surface, jusqu'à au moins 15 cm.

Par contre cette même ACP, permet assez bien d'individualiser les échantillons prélevés en surface et en profondeur dans la moitié Nord de la zone A. Les autres échantillons étant mêlés sans distinction nette.

**5 - DISCUSSION**

**6 - CONCLUSION**

## 5. DISCUSSION

La répartition des sédiments de surface, dans les secteurs conchylicoles de l'étang de Thau, entre pôles vaseux et pôles sableux, déterminée en continu par une méthode électrique, précise les résultats obtenus dans le cadre du programme ECOTHAU par analyse granulométrique des sédiments de surface prélevés à l'aide d'une drague à main en 31 points répartis de façon systématique (Péna, 1989). Même si la réponse électrique est une intégration de l'ensemble des constituants depuis la surface du sédiment jusqu'à la profondeur investiguée, selon l'écartement des électrodes réceptrices, les résultats obtenus mettent nettement en évidence les secteurs vaseux (au large de la crique de l'Angle, au centre de l'étang et en face de Marseillan) déjà présentés par Péna (1989). De plus, le secteur A paraît présenter une hétérogénéité supérieure à celle de l'ensemble des secteurs B et C réunis. Kurc (1961) signalait déjà les modifications que la conchyliculture, alors limitée en bordure de côte à 616 tables sur 233 ha, apportait sur la sédimentation et l'état du sédiment de l'étang de Thau. En effet, comparant les sondages qu'il réalise en 1958 à ceux effectués par Sudry (1910), avant le développement de la conchyliculture, dans les mêmes secteurs de l'étang, Kurc (1961) constate que *"la texture superficielle du sol avait évolué"* vers un envasement net quelquefois enrichi en fragments de coquilles. De plus, il constate, là où les parcs étaient implantés depuis 10 à 30 ans (entre le Mourre blanc et Marseillan), des dépôts de vase récents de 4 à moins de 10 cm d'épaisseur. Au large de Bouzigues, sur des concessions installées depuis 50 ans, il signale 11 à 15 cm de dépôts.

Les observations faites en 1990 confirment la présence, entre 80 et 100 cm de profondeur dans le sédiment, d'une fraction coquillière déjà décrite par Kurc (1961) entre 50 et 60 cm. Cette observation grossière laisse donc supposer un envasement compris entre 30 et 40 cm en 32 ans, ce qui corroborerait les chiffres habituellement avancés pour l'étang de Thau, soit un exhaussement un peu supérieur à 1 cm par an dans les secteurs conchylicoles. Résultant de la concentration des matières en suspension, due principalement à l'activité alimentaire des mollusques en élevage, c'est environ 36800 tonnes de biodépôts secs qui contribuent annuellement à cet exhaussement (1 page suivante), sans compter le matériel issu de l'activité des épibiontes et de leur dégradation. Ce tonnage est à rapporter à ce que représente un envasement d'un centimètre par an sur 13,5 km<sup>2</sup> concédés, soit 42500 tonnes de sédiment sec.

Ces estimations très globales devront cependant être affinées pour parfaire la compréhension de la dynamique du remplissage sédimentaire de l'étang de Thau induit par les cycles d'activités des cultures. Toute solution curative au problème de l'envasement de cet étang passe par une maîtrise des conditions et des vitesses de sédimentation. Cette concentration de matière, due à l'activité conchylicole sur un secteur restreint, a des conséquences importantes sur l'accumulation des matières organiques dans les sédiments. Les plus fortes concentrations, associées à des potentiels d'oxydoréduction très faibles, se retrouvent dans les secteurs à la fois les plus profonds et les plus denses en biomasse élevée comme le nord de la zone A, ainsi qu'au nord de la zone B. De plus, ces secteurs nord sont sous l'influence des eaux les plus riches en phytoplancton, servant de nourriture aux coquillages (Tournier et Pichot, 1985). Si, au début de l'activité conchylicole, Kurc (1961) n'observait pas, en dehors de l'envasement décrit plus haut, de changement notable de la composition en

carbone et azote des sédiments qu'ils soient à l'intérieur ou à l'extérieur des secteurs conchylicoles (tableau 4), il n'en est plus de même actuellement.

Dutrieux (1991) met en évidence un impact de la zone A principalement sur la composition faunistique du macrobenthos de substrat meuble. En effet, dans ce secteur, la disparition des bivalves qui constituent la plus grande part de la biomasse du benthos dans les autres secteurs de l'étang, et la dominance des populations de polychètes *Capitella capitata* et *Scololepis fuliginosa* sont indicatrices d'un fort engraissement organique.

De plus, la concordance de nos observations avec celles de Pena (1989) met en évidence l'impact des élevages sur le stockage du carbone, de l'azote et du phosphore dans les sédiments. Ce stockage est en moyenne 2 fois plus fort pour l'azote, 3 fois pour le carbone et de 3 à 4 fois pour le phosphore par rapport aux secteurs non concédés pour la conchyliculture.

A ces fortes teneurs en matière organique et en éléments qui la constituent est associé un enrichissement important des eaux interstitielles en sels nutritifs et donc des diffusions qui en découlent à l'intérieur du sédiment superficiel.

Si l'on compare la fourniture d'azote à la masse d'eau sus-jacente par la diffusion moléculaire au sein des sédiments ( $7,06 \text{ kg h}^{-1}$ ) des secteurs conchylicoles à ce qu'apportent les cultures de mollusques, sans prendre en compte l'activité des épibiontes, en terme d'excrétion ammoniacale ( $43,32 \text{ kg h}^{-1}$ )(1), on peut estimer que le rôle des sédiments ne représente que **14% du recyclage de l'azote** par les secteurs conchylicoles dans leur ensemble (mollusques cultivés + sédiments). Il n'a pas été possible de quantifier la part que représente l'apport de phosphore par les sédiments dans le système conchylicole, aucune donnée n'existant sur la solubilisation des phosphates par les mollusques, cependant celle-ci devrait être très faible en regard des apports du sédiment puisque le métabolisme des animaux ne fonctionne pas sur le cycle du phosphore.

Deux précisions doivent être cependant apportées sur les résultats obtenus dans cette étude :

- la première concerne l'apport réel des éléments azotés et phosphorés par les sédiments dans la colonne d'eau. En effet les mesures réalisées ici ne donnent des indications

(1) Elements du calcul de la biodéposition annuelle et de l'excrétion horaire des élevage de mollusque dans l'étang de Thau:

- Stocks en place : 32000 tonnes d'huîtres *Crassostrea gigas* et 6000 tonnes de moules *Mytilus galloprovincialis* (Hamon et Tourmier, 1986).

- Chair sèche représentant 3% et 5% du poids total frais respectivement pour *C. gigas* et *M. galloprovincialis*.

- Teneur moyenne en Matières En Suspension (MES) :  $3,2 \text{ mg l}^{-1}$  (Pichot et al., 1990)

- Biodéposition totale (BT) en  $\text{mg jour}^{-1} \text{ g de chair sèche}^{-1}$  :

- *C. gigas* : BT =  $46,32 \text{ MES} - 71,04$  (Deslous-Paoli et al., 1991)

- *M. galloprovincialis* : BT =  $15,03 \text{ MES} + 40,94$  (Grenz et Massé 1990)

- Excrétion ammoniacale :

- *C. gigas* :  $0,042 \text{ mgN g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  (Outin, 1990)

- *M. galloprovincialis* :  $0,01 \text{ mgN g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  (Baudinet et Alliot, non publié)



que sur la diffusion moléculaire au sein du sédiment superficiel en direction de l'interface eau-sédiment, c'est à dire le simple déplacement physique des molécules depuis un milieu à plus forte concentration vers un milieu à moins forte concentration. Les flux à cet interface sont vraisemblablement supérieurs car s'y ajoutent les activités biologiques quelles soient métaboliques ou de bioturbation entraînant une augmentation de la libération de ces éléments, libération d'autant plus facilitée que les eaux au-dessus de l'interface sont pauvres en sels nutritifs. De plus, cette estimation n'a été réalisée que durant l'été 1990 et ne prend donc pas en compte la variabilité saisonnière,

**Tableau 4** : teneur des sédiments en carbone organique, phosphore total et azote des sédiments dans les secteurs conchylicoles A et BC et hors secteurs.

Auteur	Secteur	Nb prél.	Carbone mg/g	Phosphore mg/g	Azote mg/g
KURC 1961	A	2	33,1 (0,14)		5,1 (0,1)
	BC	2	33,5 (4,9)		4,95 (1,2)
	Hors	11	30,0 (11,1)		4,26 (1,5)
PENNA 1989	A	3	40,6 (10,7)	1,03 (0,35)	5,90 (1,80)
	BC	5	30,0 (19,4)	0,55 (0,30)	3,81 (2,70)
	Hors	17	21,4 (14,2)	0,55 (0,25)	2,76 (1,98)
Ce travail	A	29	67 (9)	1,94 (0,43)	6 (1)
	BC	19	62 (16)	1,47 (0,41)	6 (2)

- la deuxième concerne la méthodologie utilisée. La totalité des carottages a été faite sous les installations conchylicoles par souci d'homogénéité. Or, le calcul des stocks a été réalisé en considérant l'ensemble des secteurs concédés comme ayant subi une influence homogène des élevages. L'existence de cette homogénéité, ou d'une éventuelle hétérogénéité devra être vérifiée par des prélèvements réalisés simultanément sous les installations et dans les différents couloirs présents dans ces secteurs, comme cela a été démontré par Sornin et al. (1990) dans les claires à huîtres de la côte Atlantique.

Pour ces deux raisons, le travail présenté ici servira de base à la mise en place d'un programme sur 5 ans visant à mieux comprendre les mécanismes d'échanges verticaux et leurs variabilités spatiales saisonnières et évènementielles.

## 6. CONCLUSION

Le premier mètre des sédiments des zones conchylicoles de l'étang de Thau est principalement constitué d'éléments sablo-vaseux. Cette unité se termine vers 80 cm à 1 m par un niveau grossier, riche en débris coquilliers, auquel succède une nouvelle formation argilo-sableuse. Les deux niveaux "argilo-vaseux" sont particulièrement développés aux deux extrémités du secteur étudié: nord de la zone A et nord de la zone B.

L'installation depuis 1970, lors du réaménagement des secteurs conchylicoles, de 2800 tables d'élevage, a modifié la dynamique sédimentaire de l'étang de Thau. Ces modifications, provoquées par un freinage probable des courants par les installations et par la biodéposition induite par les activités alimentaires des coquillages, se traduisent par :

- un envasement un peu supérieur à 1 cm par an dans les secteurs conchylicoles,
- par rapport au reste de l'étang, un enrichissement des secteurs conchylicoles en matières organiques, carbone organique (3 fois plus), azote total (2 fois plus) et phosphore total (3 à 4 fois plus), avec des potentiels d'oxydoréduction très négatifs,
- un enrichissement en ces éléments plus marqué dans la zone A (entre Mèze et Bouzigues) que des les secteurs B-C (entre Mèze et Marseillan), du fait d'une profondeur moyenne plus importante et d'une densité de culture plus élevée,
- dans chaque secteur A et B-C réunis, un enrichissement plus élevé des secteurs nord-est, directement en contact avec les eaux les plus chargées en phytoplancton.

A la période considérée (fin du mois d'août), les teneurs en ammoniacque et phosphate des eaux interstitielles sont très élevées, et nettement supérieures dans la zone A. De plus, un gradient de concentration de la profondeur du sédiment vers la surface provoque des diffusions vers la colonne d'eau. Cette diffusion représente 14 % du recyclage de l'azote par l'ensemble du secteur conchylicole (sédiment + coquillage) exception faites des épibiontes se développant sur les élevages.

## 7 - BIBLIOGRAPHIE

## 7. BIBLIOGRAPHIE

- Boucher G., Boucher-Rodoni R., 1988. In situ measurement of respiratory metabolism and nitrogen fluxes at the interface of oysters beds. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 44 : 229-238.
- Billen G., 1982. Modelling the processes of organic matter degradation and nutrient recycling in sedimentary systems. In *sediment microbiology*, Nedwel D.B. et Brown C.M. eds, Academic Press London : 15-52.
- Caumette P., Baleux B., 1980. Etude d'une eau rouge due à la prolifération de bactéries photoxynthétiques (étang du Prévost, France) *Mar. Biol.*, 56 (3) : 138-194.
- Chassany de Casabianca, 1979. Evolution du recyclage à court terme des foecés d'huîtres et des dépôts de biodéposition générale (Etang d'Orbino, Corse). *J. Rech. Oceanogr.*, IV (4).
- Chassefière B., 1968. Sur la sédimentation et quelque aspect de l'hydrologie de l'étang de Thau (Hérault). Thèse de doctorat de 3ème cycle, Univ. de Montpellier : 131 pp.
- Deslous-Paoli J.M., Lannou A.M., Geairon P., Bougrier S., Raillard O., Héral M., 1991. Effects of the feeding behavior of *Crassostrea gigas* (Bivalve Molluscs) on biosedimentation of natural particulate matter. *Hydrobiologia* : sous presse.
- Dutrieux E., 1991. Répartition spatiale des peuplements benthiques de l'étang de Thau. Synthèse ECOTHAU : sous presse.
- Feuillet-Girard M., Héral M., Sornin J.M., Deslous-Paoli J.M., Robert J.M., Mornet F., Razet D., 1988. Eléments azotés de la colonne d'eau et de l'interface eau-sédiment du bassin de Marennes-Oléron : influence des cultures d'huîtres. *Aquat. living. Resour.* 1 : 251-265.
- Frisoni G.F., Cejpa A.M., 1989. La malaïgue dans les étangs littoraux du Languedoc-Roussillon. Rapport CEPRALMAR : 48 pp.
- Frontier S., 1983. Stratégies d'échantillonnage en écologie. Masson ed., Les Presses de l'Université Laval-Québec PUL : 494 pp.
- Gouleau D., Ottman F., Sornin J.M., 1981. Répercussion de la conchyliculture sur la sédimentation, gestion régionale des sédiments. Séminaire de Propriano, mai 1981, BRGM.

- Grenz C., 1989. Quantification et destinée de la biodéposition en zones de production conchylicole intensive en Méditerranée. Thèse de Doctorat, Université d'AIX-MARSEILLE 2 : 145 pp + publications.
- Grenz C., Massé H., 1990. Influence des opérations de dévasage sur la régénération de l'azote et du phosphore sous les tables conchylicoles. Rapport de contrat IFREMER : 17 pp+ annexes.
- Hamon P.Y., Tournier H., 1986. Evolution de la biomasse des mollusques en élevage dans l'étang de Thau de 1980 à 1984. Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., 48 (1-2) : 33-44.
- Kurc G., 1961. Foraminifères et ostracodes de l'étang de Thau. Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 25(2) : 134-246.
- Kusuki Y., 1977. Fundamental studies on the deterioration of oyster grazing grounds II : organic content of faecal materials. Bull. J. soc. Sci. Fish., 43 (2) : 167-171.
- Kusuki Y., 1978. Relationship between quantities of faecal produced and quantities of the suspended matter removed by the japanese oyster. Bull. J. Soc. Sci. Fish, 44 (11) : 1183-1185.
- Lagabrielle R., Chevalier M., 1990. Prospection électrique par courant continu en site aquatique. 6 Intern. IAEG Congress, 6-10 août 1990, Amsterdam, D.G. Price ed. A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield : 111-115.
- Lasram A., 1989. Impact d'un dévasement expérimental sur le milieu et sur les coquillages élevés dans l'étang de Thau. Mémoire de spécialisation INAT, Université de Tunis : 189 pp + annexes.
- Mariojous C., Kusuki Y., 1987. Appréciation des quantités de biodépôts émis par les huîtres en élevage suspendu dans la baie d'Hiroshima. Haliotis, 16 : 221-231.
- Mariojous C., Sornin J.M., 1987. Surexploitation et détérioration de la qualité des terrains conchylicoles : conséquence sur les systèmes d'exploitation - exemples en France et au Japon. Norois, 133 : 51-61.
- Maurer D., Dreno J.P., 1991. STOC. Programme réalisé par IFREMER Arcachon : 19 pp+ disquette.
- Outin V., 1990. Ecophysiologie de l'huître *Crassostrea gigas* (Thunberg) en milieu naturel. Rôle des populations d'une lagune méditerranéenne dans le transfert de matières particulaire et dissoute. Thèse de Doctorat, Université de Paris VI : 130 pp.
- Pena G., 1989. Sels nutritifs et micropolluants métalliques dans un écosystème lagunaire : l'étang de Thau. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier III : 143 pp + annexes.

- Pichot P., Juge C., Guillou J.L., 1990. La malaïgue de l'été 1990 dans l'étang de Thau. Rapport interne IFREMER DRO.90.01.EM/SETE : 15 pp.
- Sornin J.M., Collos Y., Delmas D., Feuillet-Girard M., Gouleau D., 1990. Nitrogenous nutrient transfers in oyster ponds : role of sediment in deferred primary production. Mar. Ecol. Prog. Ser., 68 : 15-22.
- Sornin J.M., Feuillet M., Héral M., Deslous-Paoli J.M., 1983. Effet des biodépôts de l'huître *Crassostrea gigas* (Thunberg) sur l'accumulation de matières organiques dans les parcs du bassin de Marennes-Oléron. J. moll. Stud., Suppt. 12A : 185-197.
- Sornin J.M., Feuillet M., Héral M., Fardeau J.C., 1986. Influence des cultures d'huîtres *Crassostrea gigas* sur le cycle du phosphore en zone intertidale : rôle de la biodéposition. Océanologica Acta, 9 (3) : 313-322.
- Sudry L., 1910. L'étang de Thau. Essai de monographie océanographique. Ann. Inst. océanogr., 1(10) : 210 pp.
- Tournier H., Audabram D., Landrein S., Deslous-Paoli J.M., 1990. L'oxygène en été dans l'étang de Thau, contribution à l'étude du risque de "malaïgue". Rapport interne IFREMER DRO.90.02.EM/SETE : 27 pp.
- Tournier H., Hamon P.Y., Arnaud P., 1979. Développement de la "malaïgue" en 1975 dans l'étang de Thau. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 25-26/03 : 103-104.
- Tournier H., Pichot Y., 1985. Répartition de la chlorophylle a dans l'étang de Thau : richesse nutritive pour les mollusques d'élevage. Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 49 (1 et 2) : 13-24.
- Treguer P., Le Corre P., 1975. Manuel d'analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer (utilisation de l'autoanalyser II technicon). Manuel de l'Université de Bretagne Occidentale : 110 pp.

## **ANNEXES**

# ANNEXE 1 :

## ETANG DE THAU - ETUDE SEDIMENTAIRE DES ZONES CONCHYLICOLES

### CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES SEDIMENTS - NIVEAU 0-5cm

ZONE A						ZONE B-C					
POINTS	TENEUR EN EAU %	DENSITE	POROSITE	MATIERE SECHE %	FRACTION FINE %	POINTS	TENEUR EN EAU %	DENSITE	POROSITE	MATIERE SECHE %	FRACTION FINE %
1	280.3	1.2	0.9	26.3	98.2	29	415.4	1.0	0.8	19.4	98.6
2						30	250.1	1.3	0.9	28.6	73.8
3	276.8	1.1	0.8	26.5	84.0	31	185.4	1.3	0.8	35.0	91.8
4	297.9	1.1	0.9	25.1	82.7	32	252.2	1.2	0.9	28.4	87.0
5	232.7	1.1	0.7	30.1	87.4	33	229.1	1.3	0.9	30.4	87.8
6	387.8	1.4	1.1	20.5	95.1	34	297.8	1.3	0.9	25.1	96.2
7	99.0	1.5	0.8	50.3	51.6	35	266.8	1.2	0.8	27.3	90.5
8	259.3	1.3	0.9	27.8	57.2	36	181.4	1.4	0.9	35.5	48.6
9	294.6	1.2	0.9	25.3	66.8	37	244.4	1.2	0.9	29.0	78.4
10	93.5	1.4	0.7	51.7	45.7	38	278.2	1.2	0.9	26.4	89.6
11	283.4	1.2	0.9	26.1	88.7	39	401.6	1.1	0.9	19.9	94.4
12	326.7	1.3	1.0	23.4	94.8	40	795.8	1.1	1.0	11.2	90.4
13	198.5	1.3	0.9	33.5	53.2	41	362.9	1.2	0.9	21.6	90.8
14	322.4	1.0	0.8	23.7	96.5	42	297.3	1.3	0.9	25.2	88.3
15	167.7	1.0	0.6	37.4	75.8	43	71.9	1.8	0.7	58.2	54.0
16	300.3	1.2	0.9	25.0	90.3	44	586.6	1.2	1.0	14.6	
17	375.9	1.1	0.9	21.0	92.8	45	327.8	1.2	0.9	23.4	85.0
18	372.8	1.0	0.8	21.1	94.1	46	1066.0	1.1	1.0	8.6	
19	480.4	1.1	0.9	17.2	93.4	47	640.1	1.3	1.1	13.5	42.3
20	439.9	1.0	0.8	18.5	33.4	48	289.4	1.5	1.1	25.7	64.5
21	843.7	1.0	0.9	10.6	71.8	49	454.2	1.1	0.9	18.0	80.5
22	350.0	1.2	0.9	22.2	95.9	50	200.9	1.7	1.1	33.2	57.1
23	290.5	1.1	0.8	25.6	88.7						
24	1351.6	1.1	1.0	6.9	91.0						
25	360.3	1.1	0.9	21.7	88.0						
26	611.8	1.0	0.9	14.0	96.8						
27	315.4	1.0	0.8	24.1	68.0						
28	256.8	1.1	0.8	28.0	62.8						
Moyen	365.6	1.2	0.9	25.3	79.4	Moyen	368.0	1.3	0.9	25.4	79.5
Ecartt	242.0	0.1	0.1	9.5	18.0	Ecartt	222.0	0.2	0.1	10.2	16.5
Maxi	1351.6	1.5	1.1	51.7	98.2	Maxi	1066.0	1.8	1.1	58.2	98.6
Mini	93.5	1.0	0.6	6.9	33.4	Mini	71.9	1.0	0.7	8.6	42.3



## ANNEXE 2 :

### ETANG DE THAU - ETUDE SEDIMENTAIRE DES ZONES CONCHYLICOLES

#### CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES SEDIMENTS - NIVEAU 10-15cm

ZONE A						ZONE B-C					
POINTS	TENEUR EN EAU %	DENSITE	POROSITE	MATIERE SECHE %	FRACTION FINE %	POINTS	TENEUR EN EAU %	DENSITE	POROSITE	MATIERE SECHE %	FRACTION FINE %
1	274.3	1.3	1.0	26.7	95.5	29	231.9	1.3	0.9	30.1	88.6
2						30	240.4	1.2	0.9	29.4	93.9
3	221.7	1.2	0.8	31.1	87.8	31	181.3	1.2	0.8	35.8	67.2
4	268.3	1.3	0.9	27.1	83.2	32	110.3	1.4	0.7	47.6	42.9
5	211.1	1.6	1.1	32.1	51.1	33	188.8	1.1	0.7	34.6	90.5
6	268.4	1.2	0.9	27.1	87.5	34	164.9	1.4	0.9	37.7	49.7
7	71.8	1.4	0.6	58.2	38.2	35	156.3	1.5	0.9	39.0	87.0
8	251.4	1.6	1.2	28.5	92.3	36	165.7	1.3	0.8	37.6	57.2
9	298.2	1.2	0.9	25.1	65.8	37	182.8	1.3	0.8	35.4	96.3
10	78.9	1.8	0.8	55.9	43.0	38	132.0	1.3	0.7	43.1	72.9
11	219.9	1.4	1.0	31.3	86.4	39	246.5	1.4	1.0	28.9	95.2
12	252.5	1.3	0.9	28.4	94.8	40	183.1	1.3	0.9	35.3	80.7
13	148.9	1.6	0.9	40.2	59.5	41	267.8	1.3	0.9	27.2	72.9
14	288.6	1.3	1.0	25.7	89.4	42	297.9	1.2	0.9	25.1	94.9
15	215.3	1.3	0.9	31.7	62.4	43	77.5	1.9	0.8	56.3	34.7
16	203.9	1.4	0.9	32.9	92.7	44	219.0	1.1	0.7	31.3	
17	219.4	1.3	0.9	31.3	84.9	45	117.5	1.3	0.7	46.0	49.7
18	246.0	1.5	1.0	28.9	92.2	46	136.4	1.6	0.9	42.3	
19	317.8	1.2	0.9	23.9	67.4	47	150.2	1.8	1.1	40.0	
20	260.8	1.2	0.9	27.7	87.0	48	137.3	1.8	1.0	42.1	32.2
21	377.3	1.2	0.9	21.0	86.2	49	176.7	1.7	1.1	36.1	59.9
22	232.1	1.2	0.8	30.1	92.4	50	137.0	1.7	1.0	42.2	51.3
23	250.1	1.3	0.9	28.6	82.3						
24	242.2	1.3	0.9	29.2	73.5						
25	240.9	1.3	0.9	29.3	84.6						
26	258.5	1.1	0.8	27.9	90.1						
27	180.2	1.3	0.8	35.7	57.6						
28	271.3	1.3	1.0	26.9	70.4						
Moyen	235.9	1.3	0.9	31.2	77.7	Moyen	177.3	1.4	0.9	37.4	69.4
Ecartt	62.4	0.2	0.1	8.2	16.2	Ecartt	53.5	0.2	0.1	7.2	21.2
Maxi	377.3	1.8	1.2	58.2	95.5	Maxi	297.9	1.9	1.1	56.3	96.3
Mini	71.8	1.1	0.6	21.0	38.2	Mini	77.5	1.1	0.7	25.1	32.2

### ANNEXE 3 :

## ETANG DE THAU - ETUDE SEDIMENTAIRE DES ZONES CONCHYLICOLES

### MATIERES ORGANIQUES DES SEDIMENTS - NIVEAU 0-5cm

ZONE A						ZONE B-C					
POINTS	MAT.ORG. TOTALE %	CARBONE %	AZOTE %	C/N	REDOX mV	POINTS	MAT.ORG. TOTALE %	CARBONE %	AZOTE %	C/N	REDOX mV
1	18.5	6.6	0.6	11.8	-368	29	20.4	7.5	0.8	9.6	-414
2	20.5	7.1	0.7	10.0	-398	30	17.6	6.4	0.6	10.2	-415
3	15.7	6.5	0.4	16.9	-392	31	11.6	4.2	0.5	9.2	-425
4	18.2	6.7	0.6	12.0	-406	32	23.7	8.7	1.0	8.9	-407
5	18.8	6.5	0.7	9.8	-397	33	11.8	4.5	0.4	11.9	-402
6	21.0	7.7	0.8	9.8	-403	34	19.8	7.2	0.7	11.0	-408
7	17.6	6.3	0.6	11.4	-411	35	13.7	5.0	0.4	13.8	-416
8	22.1	7.8	0.8	9.6	-410	36	11.7	4.3	0.4	11.6	-417
9	16.3	5.6	0.4	13.3	-411	37	18.8	6.7	0.6	11.9	-425
10	15.9	5.4	0.5	10.3	-320	38	21.3	7.9	0.7	10.6	-412
11	18.7	6.8	0.7	10.3	-405	39	22.4	8.4	0.8	9.9	-422
12	15.7	7.3	0.7	10.0	-392	40	17.4	6.2	0.5	12.9	-401
13	14.2	4.8	0.4	12.2	-397	41	22.6	8.5	0.9	9.9	-439
14	20.1	8.1	0.9	9.3	-404	42	21.1	7.5	0.7	10.9	-413
15	17.8	6.8	0.7	9.1	-401	43	10.8	3.0	0.2	17.7	-424
16	17.8	6.9	0.7	10.6	-391	44	16.8	5.5	0.4	13.5	-418
17	18.2	6.8	0.6	10.5	-409	45	20.9	7.2	0.7	9.9	-422
18	22.3	8.4	0.9	9.8	-419	46	23.3	7.9	0.8	10.4	-404
19	19.1	7.9	0.8	10.0	-424	47	14.4	4.6	0.4	12.9	-435
20	21.5				-421	48	17.8	5.8	0.5	11.7	-410
21	17.9	6.2	0.6	10.1	-410	49	18.0	6.2	0.5	12.3	-413
22	17.1	6.9	0.6	11.2	-385	50	12.9	4.3	0.3	14.8	-406
23	16.8	6.1	0.5	11.1	-410						
24					-388						
25	20.4	7.9	0.8	9.7	-407						
26	19.7	7.5	0.8	9.8	-422						
27	15.2	5.8	0.6	10.0	-420						
28	15.3	5.1	0.5	10.3	-410						
Moyen	18.2	6.7	0.6	10.7	-401.1	Moyen	17.7	6.2	0.6	11.6	-415.8
Ecartt	2.2	0.9	0.1	1.6	19.9	Ecartt	4.1	1.6	0.2	2.0	9.7
Maxi	22.3	8.4	0.9	16.9	-320.0	Maxi	23.7	8.7	1.0	17.7	-401.0
Mini	14.2	4.8	0.4	9.1	-424.0	Mini	10.8	3.0	0.2	8.9	-439.0

# ANNEXE 4 :

## ETANG DE THAU - ETUDE SEDIMENTAIRE DES ZONES CONCHYLICOLES

### MATIERES ORGANIQUES DES SEDIMENTS - NIVEAU 10-15cm

ZONE A						ZONE B-C					
POINTS	MAT.ORG. TOTALE %	CARBONE %	AZOTE %	C/N	REDOX mV	POINTS	MAT.ORG. TOTALE %	CARBONE %	AZOTE %	C/N	REDOX mV
1	17.5	5.5	0.6	9.8	-398	29	19.4	7.3	0.7	10.0	-436
2	20.3	6.9	0.7	10.6	-419	30	16.3	6.4	0.6	11.4	-421
3	19.8	5.1	0.7	7.6	-394	31	7.6	2.7	0.3	10.0	-436
4	19.4	7.3	0.7	10.9	-423	32	19.2	6.9	0.6	10.7	-438
5	18.7	6.4	0.7	9.7	-427	33	14.3	5.0	0.4	11.4	-412
6	21.7	7.5	0.8	8.9	-409	34	19.8	7.0	0.6	11.1	-439
7	8.8	7.2	0.8	9.6	-423	35	14.6	5.2	0.4	12.4	-436
8	22.7	8.1	0.9	9.1	-413	36	12.9	4.3	0.4	11.4	-428
9	19.0	6.6	0.6	10.4	-417	37	18.9	7.1	0.6	11.6	-435
10	15.3	4.8	0.5	9.8	-382	38	21.9	8.2	0.8	10.8	-456
11	20.3	7.4	0.7	10.4	-415	39	21.7	8.2	0.8	10.7	-402
12	20.2	7.8	0.8	10.2	-407	40	15.9	5.7	0.5	11.8	-404
13	14.9	5.3	0.5	11.3	-391	41	21.2	7.8	0.7	10.5	-440
14	20.4	7.7	0.8	9.4	-420	42	23.3	8.1	0.9	9.4	-422
15	18.0	7.0	0.8	9.3	-417	43	12.0	3.7	0.3	14.0	-462
16	17.4	6.7	0.7	9.7	-417	44	19.2	6.6	0.5	12.1	-423
17	18.9	7.0	0.7	10.2	-426	45	19.0	6.3	0.7	9.2	-430
18	20.2	8.1	0.9	9.4	-428	46	18.7	6.0	0.6	10.2	-402
19	21.2	7.8	0.8	9.2	-437	47	15.7	5.1	0.4	11.4	-442
20	21.5	7.9	0.8	9.3	-434	48	13.5	4.7	0.4	11.4	-414
21	19.8	7.2	0.7	10.6	-430	49	16.5	5.4	0.5	11.6	-422
22	19.5	7.3	0.7	10.4	-415	50	13.4	4.0	0.3	14.3	-429
23	19.5	7.1	0.7	9.7	-435						
24	20.0	7.2	0.7	10.2	-426						
25	19.9	7.3	0.8	9.5	-443						
26	18.2	7.2	0.7	9.6	-441						
27	8.9	3.3	0.3	11.9	-430						
28	16.1	5.4	0.5	9.8	-422						
Moyen	18.5	6.8	0.7	9.9	-419.3	Moyen	17.1	6.0	0.5	11.3	-428.6
Ecartt	3.2	1.1	0.1	0.8	14.6	Ecartt	3.8	1.5	0.2	1.2	15.5
Maxi	22.7	8.1	0.9	11.9	-382.0	Maxi	23.3	8.2	0.9	14.3	-402.0
Mini	8.8	3.3	0.3	7.6	-443.0	Mini	7.6	2.7	0.3	9.2	-462.0

## ANNEXE 5 :

### ETANG DE THAU - ETUDE SEDIMENTAIRE DES ZONES CONCHYLICOLES

#### CARBONATES ET PHOSPHORE DES SEDIMENTS - NIVEAU 0-5 cm

ZONE A				ZONE B-C			
POINTS	CaCo3 %	P-tot g/kg	P-éch g/kg	POINTS	CaCo3 %	P-tot g/kg	P-éch g/kg
1	24.6	2.02	0.096	29	23.6	1.78	0.101
2	26.9	2.40	0.129	30	20.0	1.37	0.137
3	30.3	1.88	0.110	31	25.0	1.24	0.184
4	23.8	2.50	0.113	32	18.7	1.78	
5	34.0	2.02	0.119	33	26.1	1.47	0.097
6	26.2	2.56	0.141	34	21.2	1.49	0.149
7	31.3	0.92	0.130	35	28.6	1.32	0.075
8	23.1	1.73	0.171	36	30.3	0.97	0.089
9	34.0	2.40	0.124	37	26.3	1.30	0.088
10	37.8	0.89	0.121	38	25.9	1.61	0.119
11	28.9	1.92	0.105	39	18.1	1.87	0.147
12	24.5	2.36	0.127	40	16.7	1.26	0.126
13	34.1	1.49	0.123	41	19.0	1.44	0.109
14	23.6	2.20	0.149	42	24.0	1.66	0.121
15	31.2	1.92	0.100	43	47.6	0.68	0.115
16	20.0	1.92	0.090	44	30.8		0.087
17	22.7	1.88	0.123	45	29.5	1.91	0.112
18	22.9	2.46	0.139	46	18.2	2.59	0.166
19	27.5	2.09	0.120	47	34.2	1.70	0.133
20		1.91	0.128	48	27.6	0.97	0.100
21	20.0	1.72	0.087	49	30.2	1.51	0.092
22	20.0	1.99	0.077	50	40.0	0.91	0.093
23	30.0	1.98	0.112				
24		1.45	0.163				
25	20.0	2.58	0.232				
26	20.7	2.04	0.093				
27	14.5	1.51	0.146				
28	33.8	1.63	0.115				
Moyen	25.4	1.94	0.124	Moyen	26.4	1.47	0.116
Ecartt	7.5	0.43	0.030	Ecartt	7.3	0.41	0.028
Maxi	37.8	2.58	0.232	Maxi	47.6	2.59	0.184
Mini	0.0	0.89	0.077	Mini	16.7	0.68	0.075

## ANNEXE 6 :

### ETANG DE THAU - ETUDE SEDIMENTAIRE DES ZONES CONCHYLICOLES CARBONATES ET PHOSPHORE DES SEDIMENTS - NIVEAU 10-15 cm

ZONE A				ZONE B-C			
POINTS	CaCo3 %	P-tot g/kg	P-éch g/kg	POINTS	CaCo3 %	P-tot g/kg	P-éch g/kg
1	22.7	2.50	0.159	29	25.7	1.86	0.139
2	28.0	2.48	0.132	30	20.3	1.66	0.125
3	23.2	2.12	0.108	31	24.3	1.16	0.146
4	23.1	2.45	0.098	32	25.5	1.20	0.143
5	36.3	2.06	0.110	33	27.9	1.46	0.118
6	33.3	2.40	0.166	34	22.3	1.23	0.119
7	21.5	1.05	0.151	35	32.0	1.26	0.117
8	22.2	2.34	0.168	36	31.6	1.18	0.119
9	27.8	2.63	0.135	37	21.6	1.27	0.083
10	35.4	1.01	0.173	38	22.8	1.35	0.113
11	25.3	2.52	0.167	39	20.0	2.07	0.104
12	23.6	2.47	0.123	40	23.4	2.23	0.145
13	32.3	1.42	0.123	41	23.0	2.31	0.107
14	27.3	2.56	0.135	42	17.5	1.85	0.196
15	29.7	2.13	0.110	43	57.7	0.75	0.083
16	22.7	1.90	0.148	44	29.3	1.16	0.086
17	21.6	2.13	0.135	45	37.9	1.19	0.134
18	21.8	2.69	0.171	46	32.4	1.29	0.132
19	23.3	2.17	0.158	47	36.3	1.42	0.088
20	20.7	2.08	0.176	48	40.7	1.19	0.108
21	21.1	1.68	0.118	49	37.4	1.26	0.118
22	23.6	2.05	0.173	50	40.0	0.85	0.095
23	31.1	2.39	0.197				
24	30.0	1.62	0.125				
25	24.4	2.68	0.244				
26	24.8	2.05	0.107				
27	15.9	1.43	0.096				
28	28.2	2.26	0.147				
Moyen	25.8	2.12	0.145	Moyen	29.5	1.42	0.119
Ecartt	4.8	0.46	0.033	Ecartt	9.2	0.40	0.026
Maxi	36.3	2.69	0.244	Maxi	57.7	2.31	0.196
Mini	15.9	1.01	0.096	Mini	17.5	0.75	0.083

## ANNEXE 7 :

## ETANG DE THAU - ETUDE SEDIMENTAIRE DES ZONES CONCHYLICOLES

## ANALYSES DES EAUX INTERSTITIELLES - NIVEAU 0-5cm

ZONE A				ZONE B-C			
POINTS	P-PO4 µMoles	N-NH4 µMoles	N-NO2 µMoles	POINTS	P-PO4 µMoles	N-NH4 µMoles	N-NO2 µMoles
1	13.84	479.45	0.58	29	35.54	772.21	0.13
2	25.11	910.46	0.52	30	8.83	235.47	0.19
3	10.08	190.74	1.06	31	25.11	593.30	0.49
4	45.14	1247.96	0.60	32	40.13	869.80	0.09
5	10.50	471.31	0.42	33	16.76	316.80	0.04
6	45.14	1443.14	0.47	34	18.43	503.84	0.08
7	26.78	1048.72	0.29	35	33.45	1341.48	0.34
8	78.95	1300.82	1.38	36	5.91	268.00	0.45
9	9.25	471.31	0.35	37	7.58	194.81	0.17
10	5.91	72.82	1.40	38	8.41	227.34	0.15
11	14.25	471.31	0.90	39	34.29	1056.85	0.42
12	25.94	609.56	0.03	40	27.61	723.42	0.32
13	4.24	125.69	0.19	41	9.25	154.15	0.08
14	41.38	1073.11	0.15	42	20.93	601.43	0.02
15	8.41	442.85	0.42	43	1.73	80.96	0.54
16	18.01	804.74	1.62	44	9.25	337.13	0.35
17	32.62	1036.52	0.08	45	27.61	918.60	0.15
18	20.52	552.64	0.64	46	22.18	284.27	0.12
19	35.12	1170.70	0.27	47	19.26	422.52	0.80
20	96.89	1341.48	0.45	48	7.58	442.85	0.14
21	55.99	1203.23	0.61	49	3.40	97.22	0.09
22	11.33	300.53	0.25	50	5.49	463.18	1.15
23	15.51	723.42	0.13				
24	20.10	690.89	0.51				
25	38.46	723.42	0.20				
26	55.16	1276.42	1.01				
27	17.59	219.21	0.17				
28	3.40	56.56	0.32				
Moyen	28.06	730.68	0.54	Moyen	17.67	495.71	0.29
Ecartt	22.36	419.40	0.41	Ecartt	11.46	326.05	0.27
Maxi	96.89	1443.14	1.62	Maxi	40.13	1341.48	1.15
Mini	3.40	56.56	0.03	Mini	1.73	80.96	0.02

## ANNEXE 8 :

## ETANG DE THAU - ETUDE SEDIMENTAIRE DES ZONES CONCHYLICOLES

## ANALYSES DES EAUX INTERSTITIELLES - NIVEAU 10-15cm

ZONE A				ZONE B-C			
POINTS	P-PO4 μMoles	N-NH4 μMoles	N-NO2 μMoles	POINTS	P-PO4 μMoles	N-NH4 μMoles	N-NO2 μMoles
1.00	17.59	772.21	0.14	29.00	41.80	1170.70	0.45
2.00	80.20	1300.82	1.97	30.00	5.07	276.14	0.22
3.00	6.74	1447.20	1.11	31.00	76.05	1154.44	0.01
4.00	52.65	1365.88	0.73	32.00	55.16	1308.95	0.28
5.00	4.24	1349.61	0.08	33.00	4.24	231.41	0.08
6.00	25.11	1280.49	0.15	34.00	18.76	446.92	0.40
7.00	35.12	1170.70	0.44	35.00	35.12	1365.88	0.17
8.00	126.94	1333.35	0.32	36.00	7.99	385.92	0.12
9.00	13.42	235.47	0.07	37.00	9.66	251.74	0.17
10.00	7.16	113.49	0.22	38.00	1.32	56.56	0.10
11.00	25.11	1219.50	1.04	39.00	29.28	792.54	0.12
12.00	55.99	1203.23	0.35	40.00	34.29	1016.19	0.54
13.00	9.90	186.68	0.37	41.00	14.67	341.19	0.09
14.00	51.82	1247.96	1.12	42.00	12.59	300.53	0.04
15.00	17.59	1040.58	1.06	43.00	2.15	109.42	0.50
16.00	30.95	633.96	0.32	44.00	9.25	259.87	0.18
17.00	71.02	1105.64	0.66	45.00	5.91	243.61	0.03
18.00	84.37	1365.88	0.14	46.00	2.57	76.89	0.07
19.00	32.62	1317.09	0.14	47.00	14.25	520.11	0.32
20.00	145.30	1414.67	0.50	48.00	25.94	1109.71	0.55
21.00	36.37	1036.52	0.35	49.00	8.41	235.47	0.08
22.00	9.66	511.98	0.19	50.00	3.82	292.40	0.81
23.00	55.99	1268.29	1.09				
24.00	25.11	829.14	0.08				
25.00	32.62	951.13	0.75				
26.00	152.82	1292.69	1.18				
27.00	6.74	219.21	0.00				
28.00	2.57	154.15	0.34				
Moyen	43.42	977.41	0.53	Moyen	18.92	543.03	0.24
Ecartt	40.89	434.78	0.47	Ecartt	18.96	426.14	0.21
Maxi	152.82	1447.20	1.97	Maxi	76.05	1365.88	0.81
Mini	2.57	113.49	0.00	Mini	1.32	56.56	0.01

# ANNEXE 9 :

## ETANG DE THAU - ETUDE SEDIMENTAIRE DES ZONES CONCHYLICOLES

### CALCUL DES FLUX DANS LES 15 PREMIERS CENTIMETRES

NIVEAUX: 0/5cm et 10/15cm      dz (cm) =            10

COEFFICIENTS DIFFUSION (cm<sup>2</sup>/s) :

PO4 =    0.0001      NH4 =    0.0001

ZONE A			ZONE B-C		
POINTS	FLUX PO4	FLUX NH4 μmol/m <sup>2</sup> /h	POINTS	FLUX PO4	FLUX NH4 μmol/m <sup>2</sup> /h
1	1.1	89.7	29	1.8	116.4
2	15.9	112.4	30	-1.3	13.6
3	-0.9	353.2	31	15.5	171.3
4	2.3	36.2	32	4.8	140.7
5	-1.7	234.7	33	-4.1	-28.1
6	-8.1	-65.7	34	-0.6	-19.3
7	2.3	33.1	35	0.5	7.4
8	16.1	10.9	36	0.7	38.4
9	1.4	-78.1	37	0.7	17.8
10	0.3	10.0	38	-2.3	-55.0
11	3.5	237.9	39	-1.6	-83.2
12	10.8	212.5	40	2.3	100.6
13	1.8	18.9	41	1.8	61.6
14	3.0	50.1	42	-2.8	-102.2
15	2.1	135.0	43	0.1	7.6
16	4.2	-55.0	44	0.0	-27.5
17	12.3	22.1	45	-7.3	-228.1
18	18.4	234.9	46	-7.2	-75.8
19	-0.8	47.2	47	-2.0	39.4
20	14.6	22.1	48	7.2	263.2
21	-6.3	-53.8	49	1.6	45.3
22	-0.6	70.4	50	-0.7	-67.8
23	12.2	164.7			
24	1.8	50.7			
25	-1.8	71.0			
26	31.6	5.3			
27	-3.0	0.0			
28	-0.2	26.6			
Moyenne	4.7	71.3	Moyenne	0.3	15.3
Ecarttype	8.5	103.3	Ecarttype	4.6	102.5
Maxi	31.6	353.2	Maxi	15.5	263.2
Mini	-8.1	-78.1	Mini	-7.3	-228.1

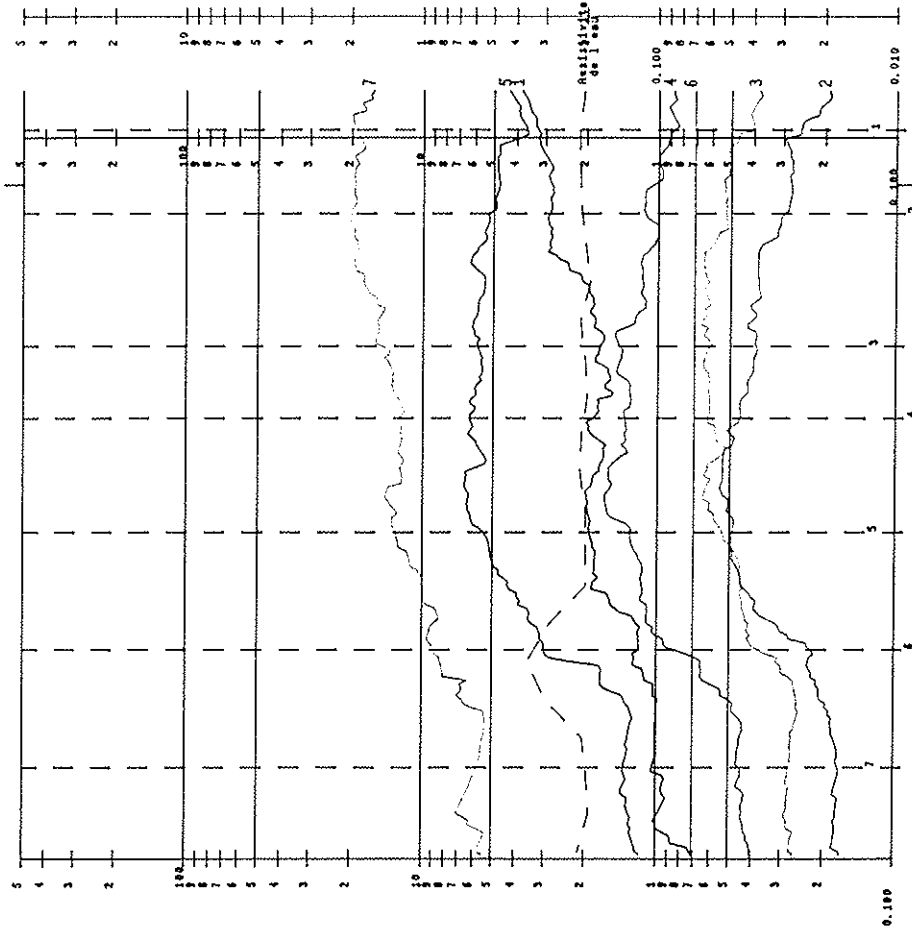


## **ANNEXE 10**

**Profils de géophysique électrique en continu effectués en zone A.**

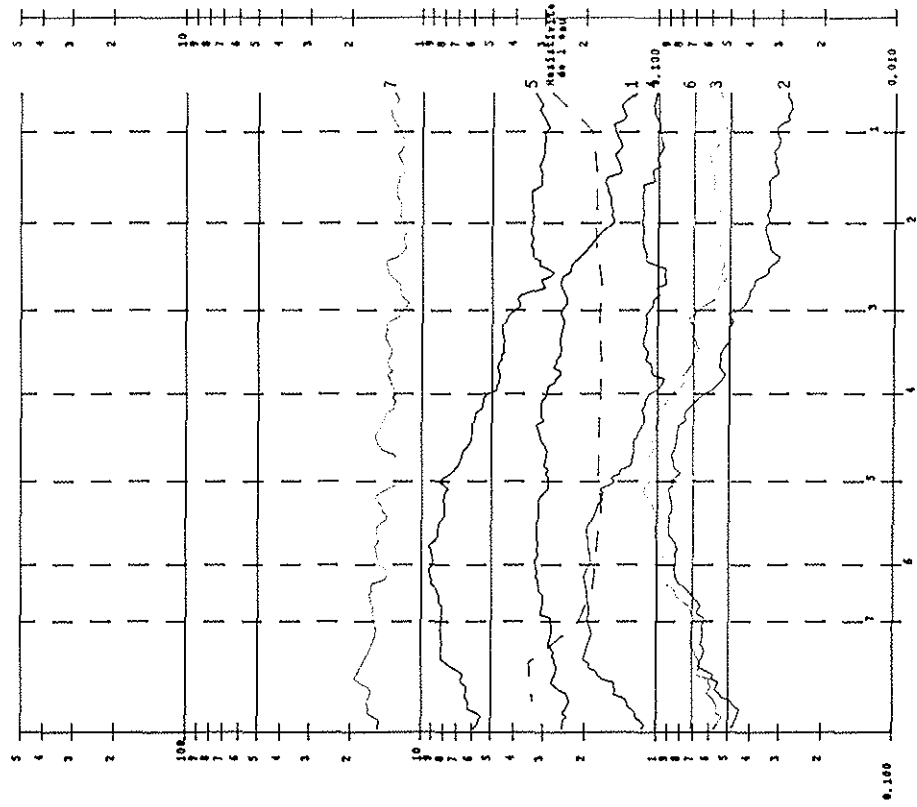
Profils de 2 à 10 (les profils 1 et 8 sont dans le texte).

Etang de Thau - zone A, 2eme passage - juillet 90



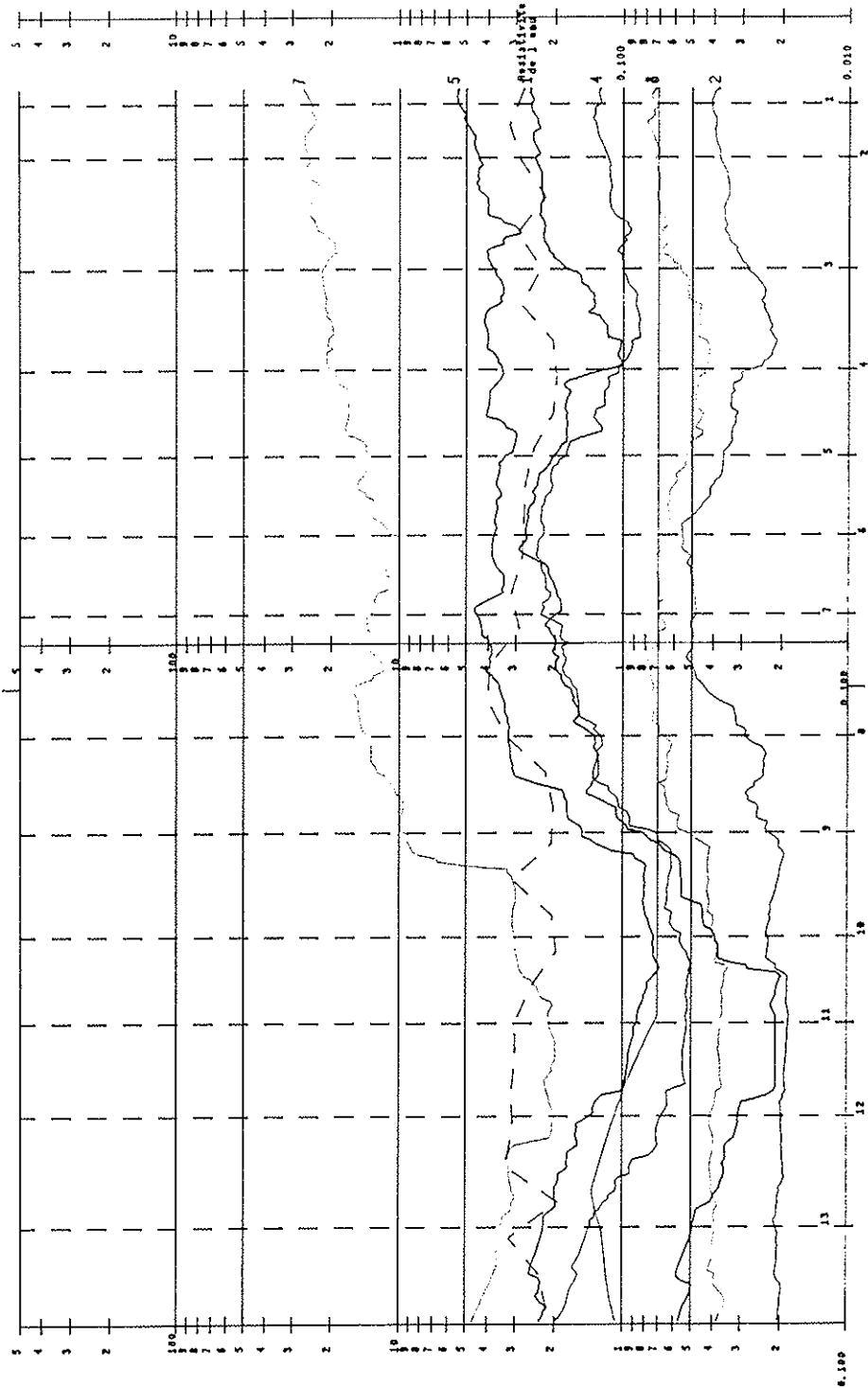
1 :	AB = 22.0 MN = 2	K = 188
2 :	AB = 22.0 MN = 12	K = 22
3 :	AB = 22.0 MN = 42	K = 46
4 :	AB = 22.0 MN = 62	K = 120
5 :	AB = 22.0 MN = 102	K = 354
6 :	AB = 22.0 MN = 142	K = 703
7 :	AB = 22.0 MN = 202	K = 1439

Etang de Thau - zone A, 3eme passage - Juillet 90



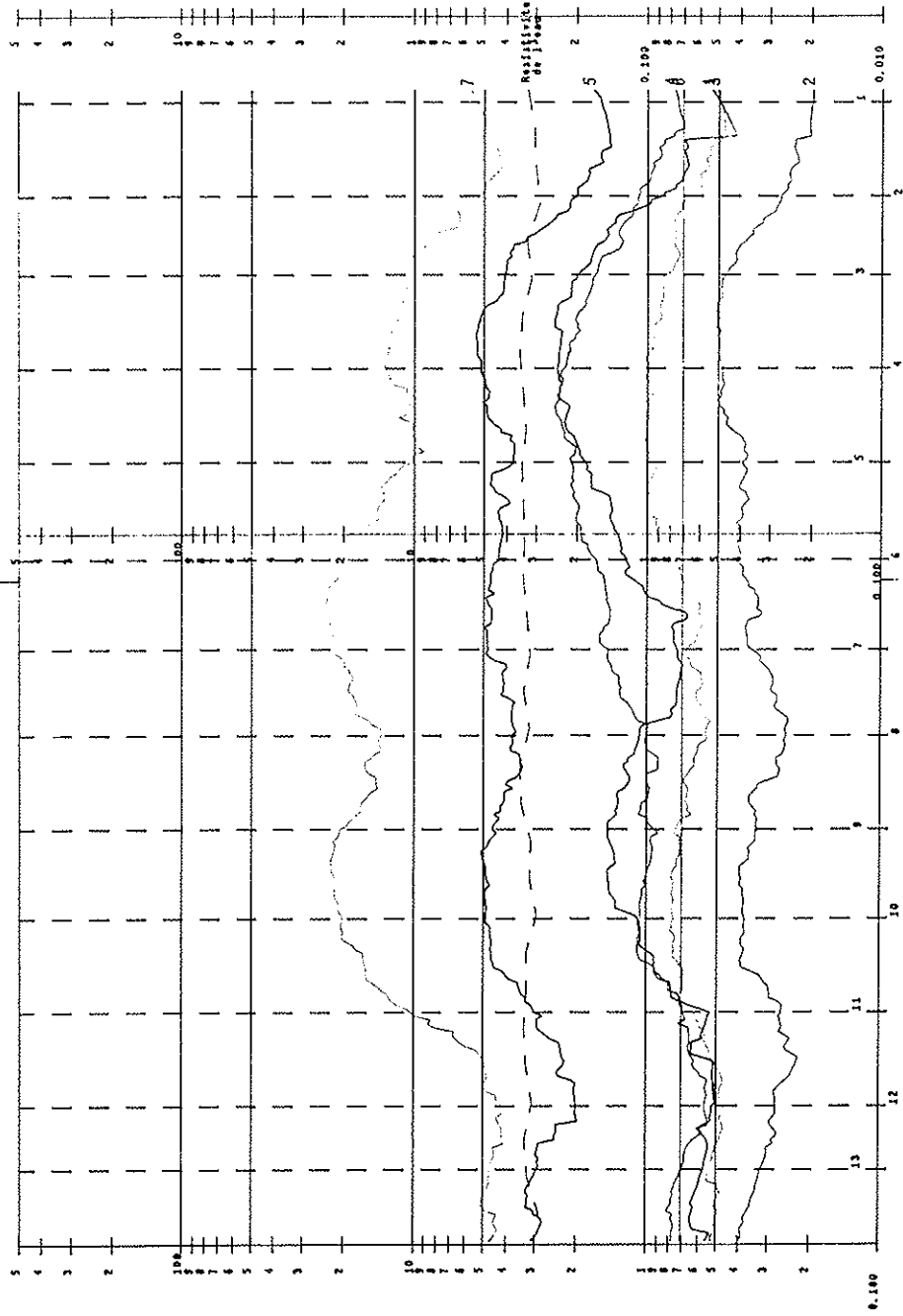
1 :	AB = 22.0 MN = 2	K = 188
2 :	AB = 22.0 MN = 32	K = 22
3 :	AB = 22.0 MN = 42	K = 46
4 :	AB = 22.0 MN = 62	K = 120
5 :	AB = 22.0 MN = 102	K = 351
6 :	AB = 22.0 MN = 142	K = 703
7 :	AB = 22.0 MN = 202	K = 1439

Etang de Thau - zone A, 4eme passage - juillet 90



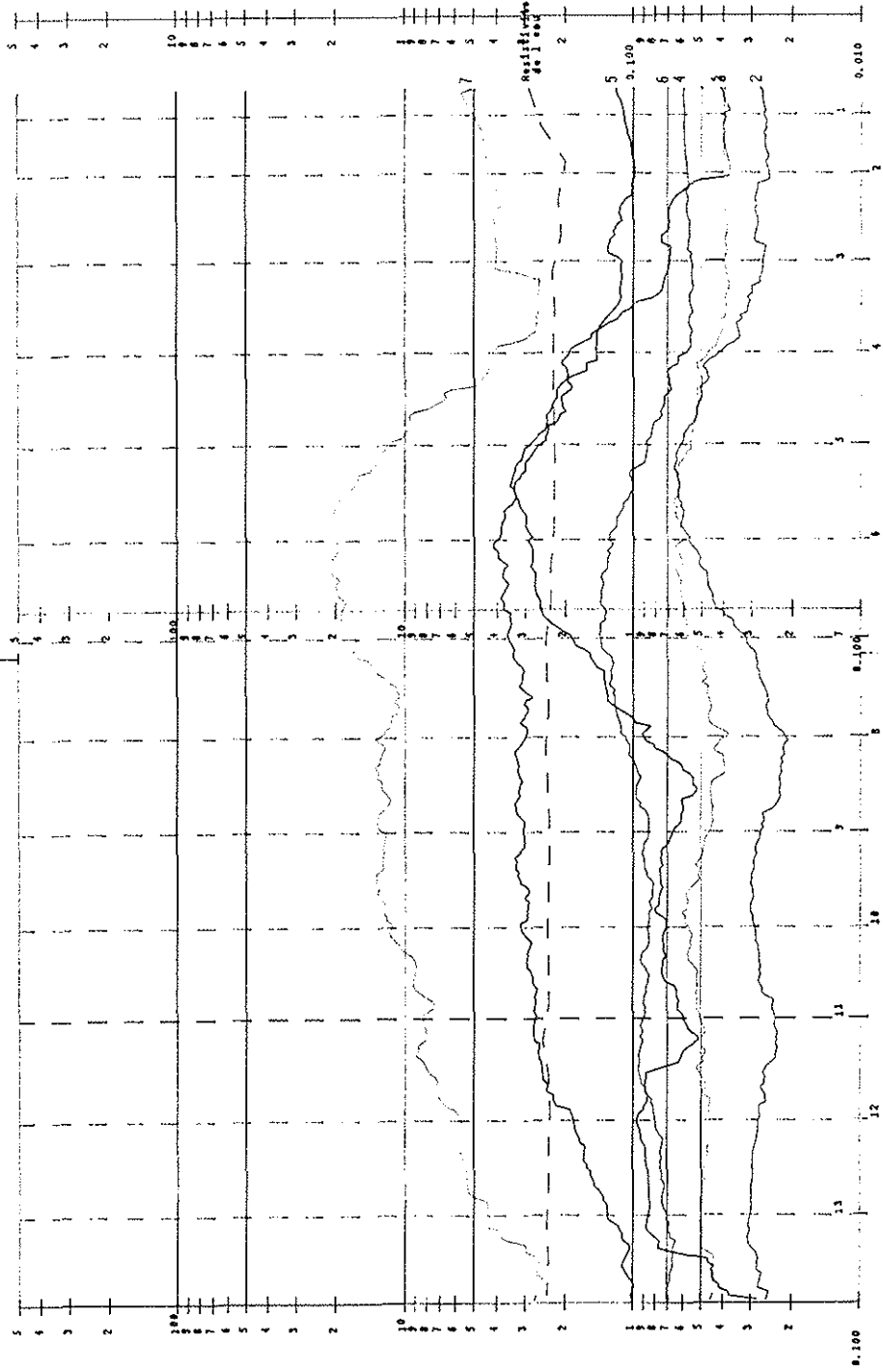
1 :	AB = 22.0 MN = 2	K = 188
2 :	AB = 22.0 MN = 12	K = 22
3 :	AB = 22.0 MN = 42	K = 46
4 :	AB = 22.0 MN = 62	K = 120
5 :	AB = 22.0 MN = 102	K = 354
6 :	AB = 22.0 MN = 142	K = 704
7 :	AB = 22.0 MN = 202	K = 1438

Etang de Thau - zone A, Seme passage - Juillet 90



1	:	AB = 22.0 MN = 2	K = 188
2	:	AB = 22.0 MN = 12	K = 22
3	:	AB = 22.0 MN = 42	K = 48
4	:	AB = 22.0 MN = 62	K = 120
5	:	AB = 22.0 MN = 102	K = 354
6	:	AB = 22.0 MN = 142	K = 793
7	:	AB = 22.0 MN = 202	K = 1439

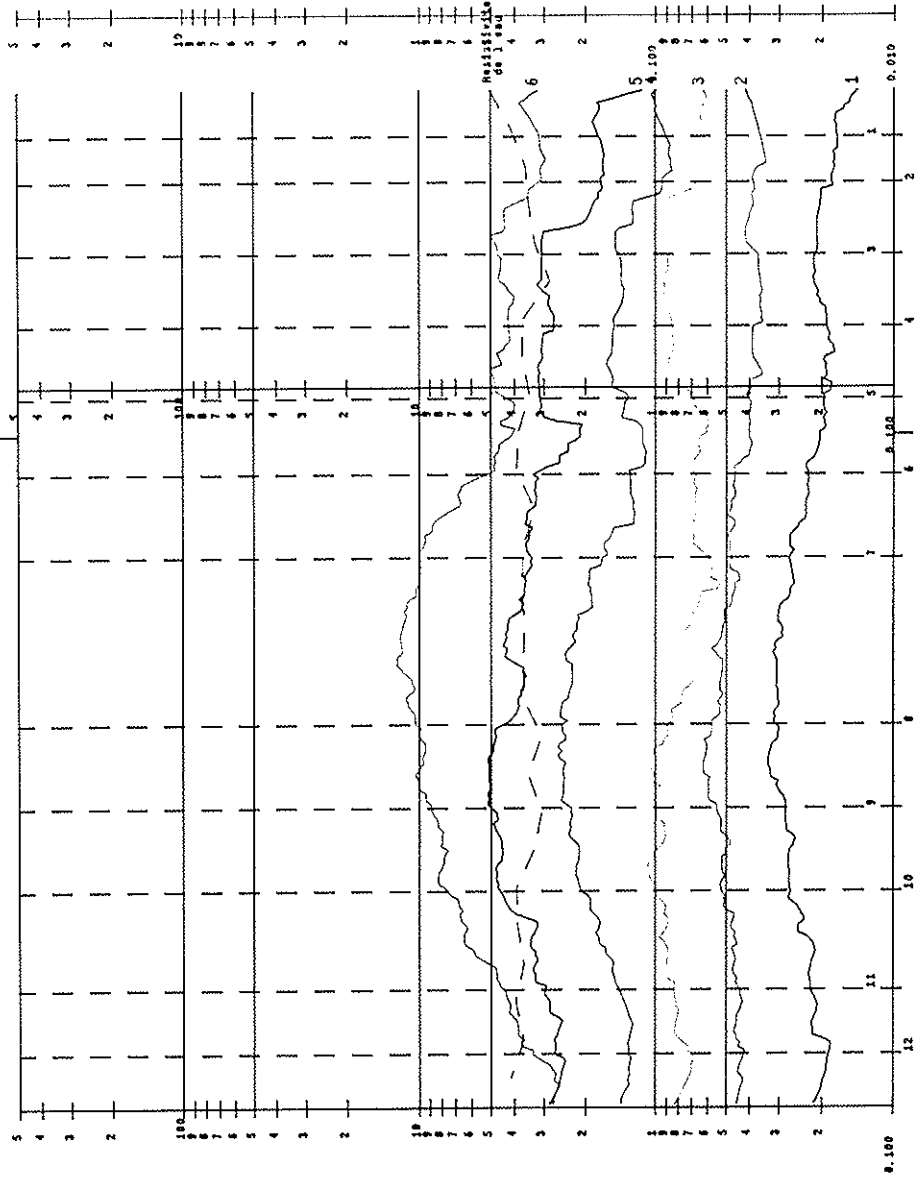
Etang de Thau - zone A, 6eme passage - juillet 90



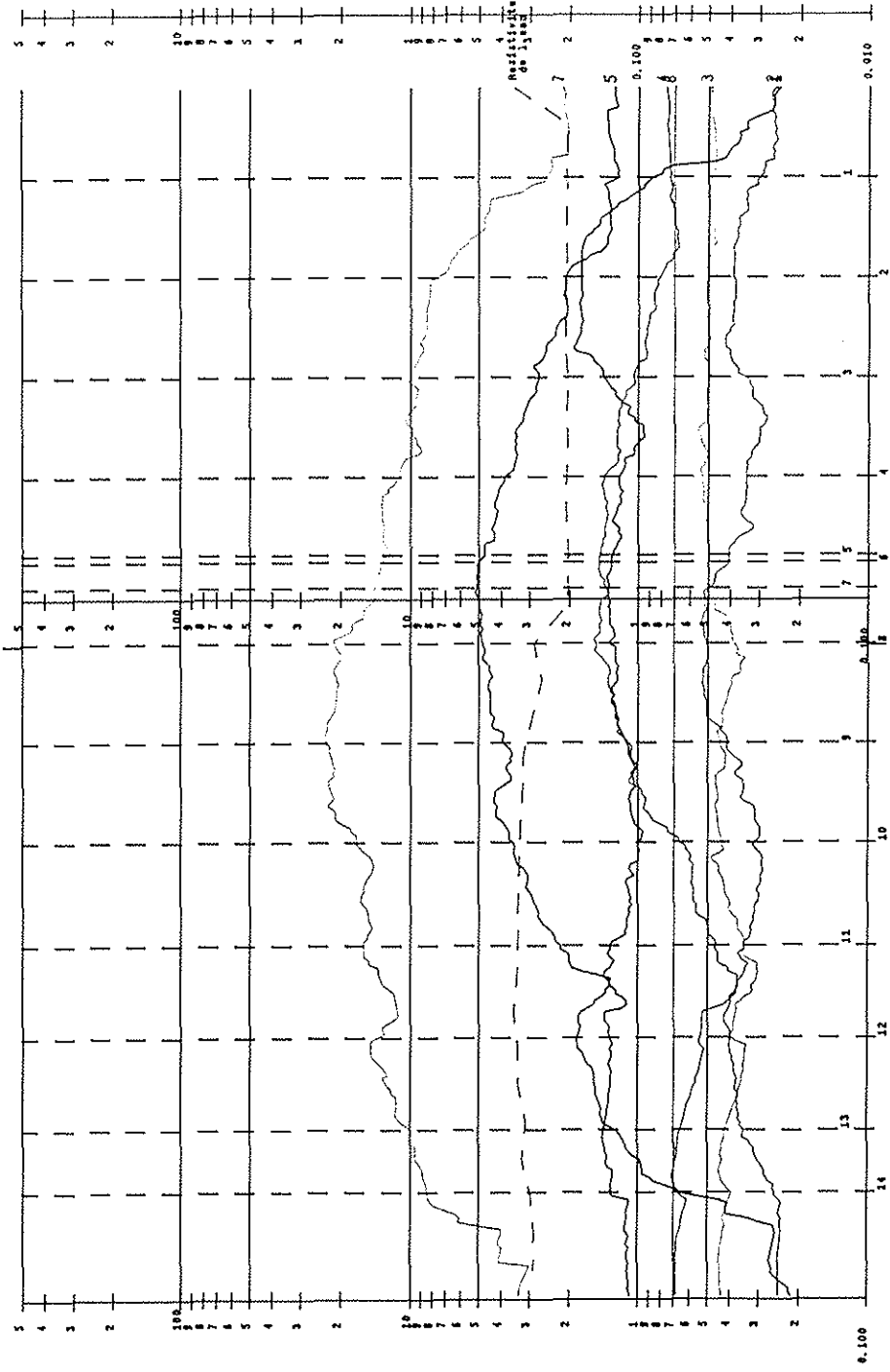
1	AS = 22.0 MM = 2	K = 188
2	AS = 22.0 MM = 12	K = 32
3	AS = 22.0 MM = 42	K = 64
4	AS = 22.0 MM = 62	K = 120
5	AS = 22.0 MM = 102	K = 354
6	AS = 22.0 MM = 142	K = 703
7	AS = 22.0 MM = 202	K = 1438

Etang de Thau- zone A-7eme passage(flute moy.),

1	:	AB = 10.2 MM = 2	K = 38
2	:	AB = 10.2 MM = 30	K = 61
3	:	AB = 10.2 MM = 40	K = 115
4	:	AB = 10.2 MM = 49	K = 249
5	:	AB = 10.2 MM = 80	K = 485
6	:	AB = 10.2 MM = 100	K = 762



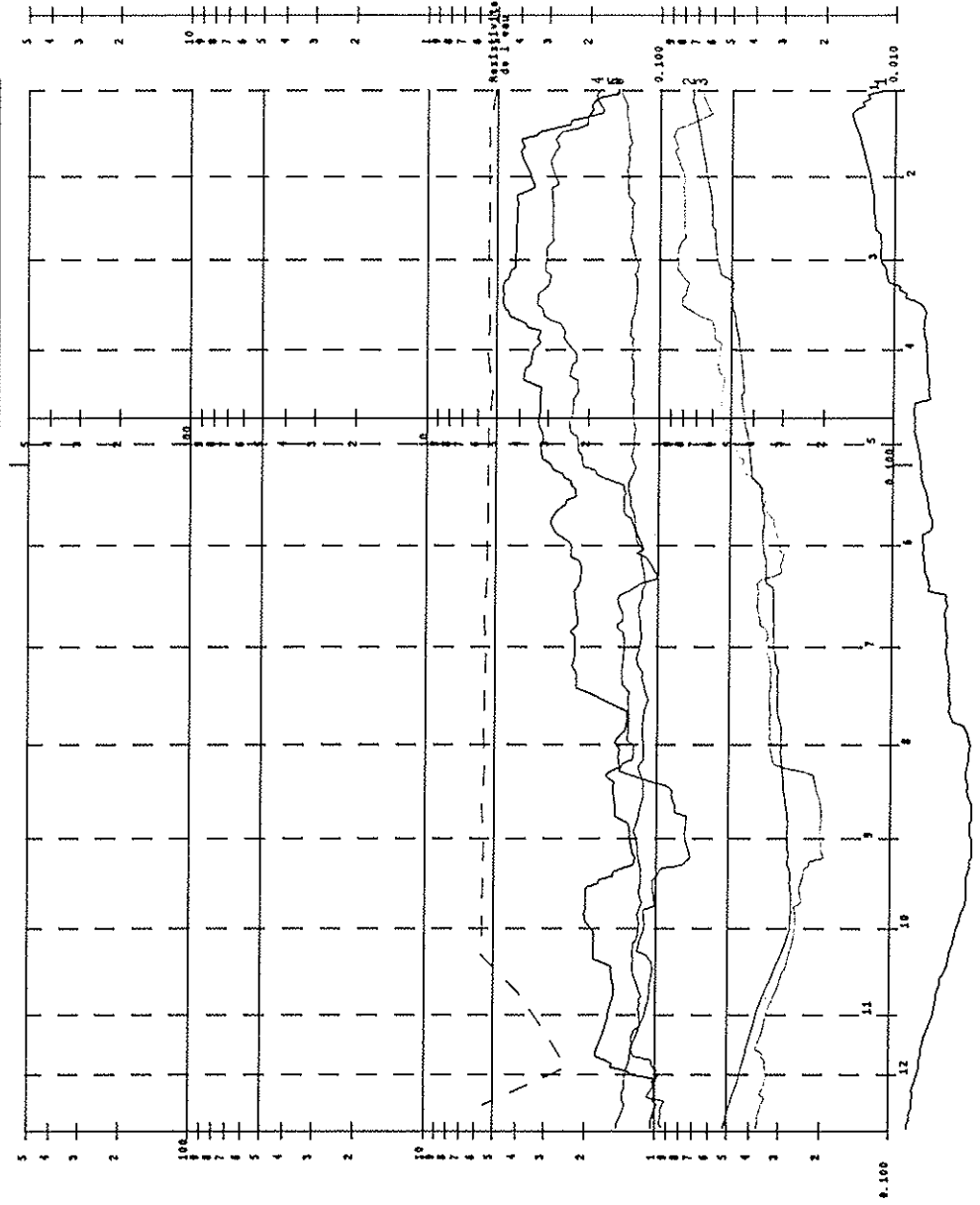
Etang de Thau-zone A, 7eme passage (grande flute),



1	:	AB = 22.0 MM = 2	K = 288
2	:	AB = 22.0 MM = 22	K = 22
3	:	AB = 22.0 MM = 42	K = 46
4	:	AB = 22.0 MM = 62	K = 120
5	:	AB = 22.0 MM = 102	K = 354
6	:	AB = 22.0 MM = 142	K = 703
7	:	AB = 22.0 MM = 202	K = 1433



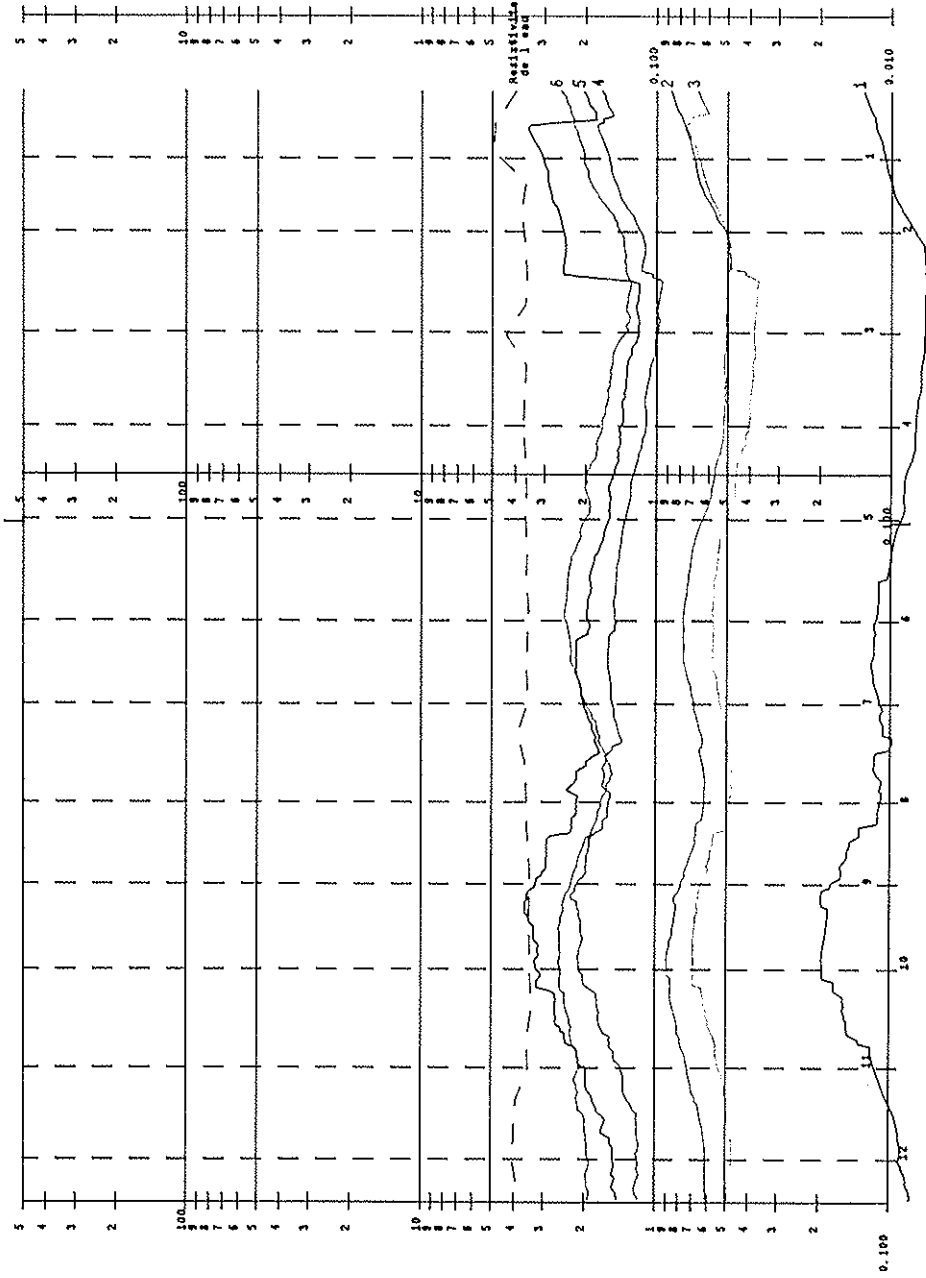
Etang de Thau - zone A, 9eme passage - juillet 90



1 :	AB = 10.2 MN = 2	K = 37
2 :	AB = 10.2 MN = 30	K = 51
3 :	AB = 10.2 MN = 40	K = 115
4 :	AB = 10.2 MN = 80	K = 249
5 :	AB = 10.2 MN = 80	K = 485
6 :	AB = 10.2 MN = 100	K = 712

Etang de Thau - zone A, 10eme passage - Juillet 90

1 :	AS = 15.2	KH = 2	K = 39
2 :	AS = 15.2	KH = 30	K = 41
3 :	AS = 15.2	KH = 60	K = 218
4 :	AS = 15.2	KH = 80	K = 485
5 :	AS = 15.2	KH = 100	K = 742



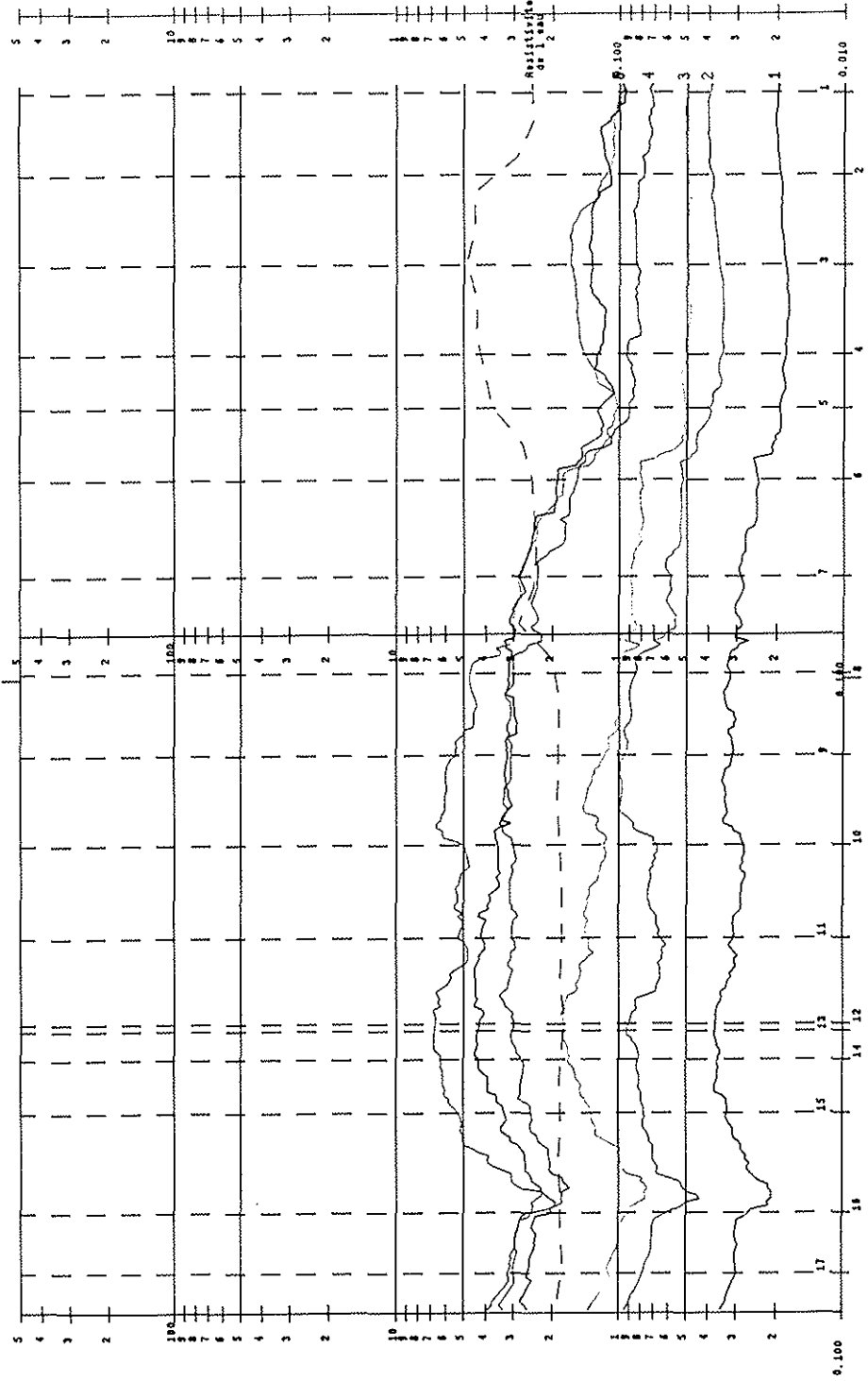
## ANNEXE 11

**Profils de géophysique électrique en continu effectués en zone B-C.**

Profils de 2 à 9 (les profils 1 et 4 sont dans le texte).

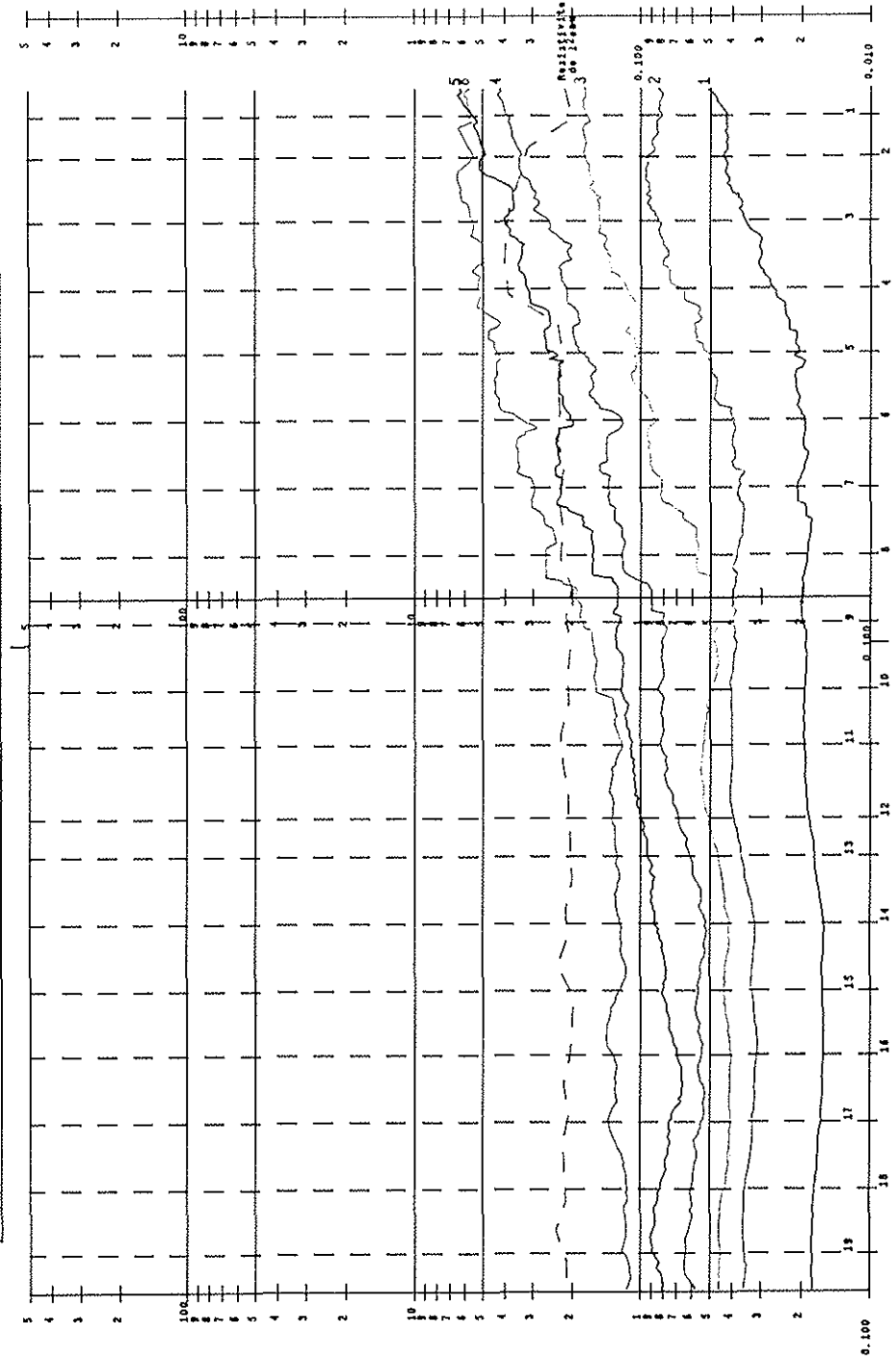
Etang de Thau - zone BC, 2eme passage - Juillet 90

1 :	AB = 10.2 MN = 2	K = 39
2 :	AB = 10.2 MN = 30	K = 61
3 :	AB = 10.2 MN = 40	K = 115
4 :	AB = 10.2 MN = 65	K = 269
5 :	AB = 10.2 MN = 80	K = 485
6 :	AB = 10.2 MN = 100	K = 762



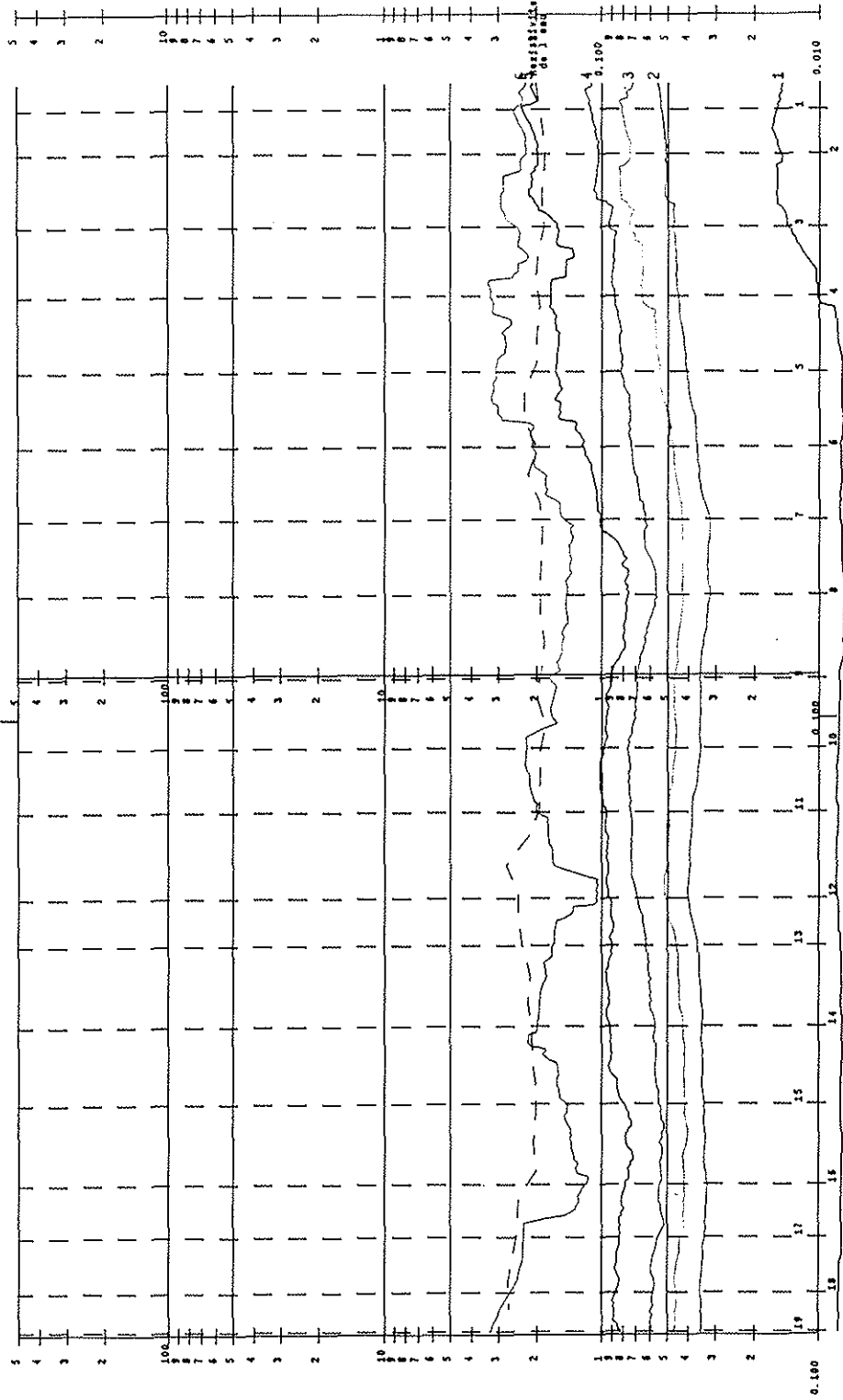
Etang de Thau - zone BC, 3eme passage - juillet 90

1	:	AB = 10.2 NM = 2	K = 39
2	:	AB = 10.2 NM = 30	K = 41
3	:	AB = 10.2 NM = 40	K = 115
4	:	AB = 10.2 NM = 60	K = 445
5	:	AB = 10.2 NM = 80	K = 742
6	:	AB = 10.2 NM = 100	K = 742

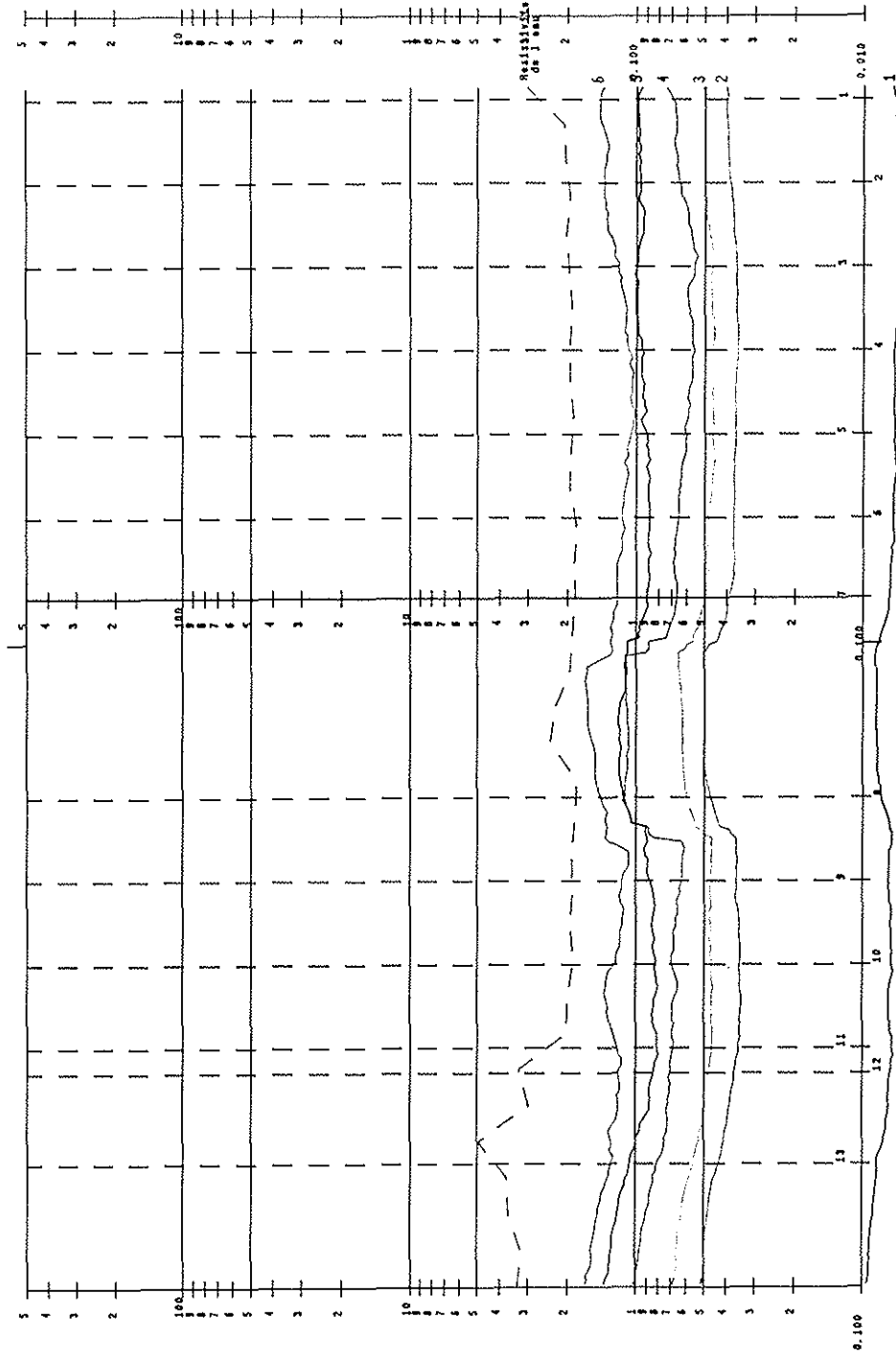


Etang de Thau - zone BC, 5eme passage - juillet 90

1 :	AB = 10.2 MN = 2	K = 39
2 :	AB = 10.2 MN = 30	K = 61
3 :	AB = 10.2 MN = 40	K = 115
4 :	AB = 10.2 MN = 60	K = 289
5 :	AB = 10.2 MN = 80	K = 485
6 :	AB = 10.2 MN = 100	K = 782



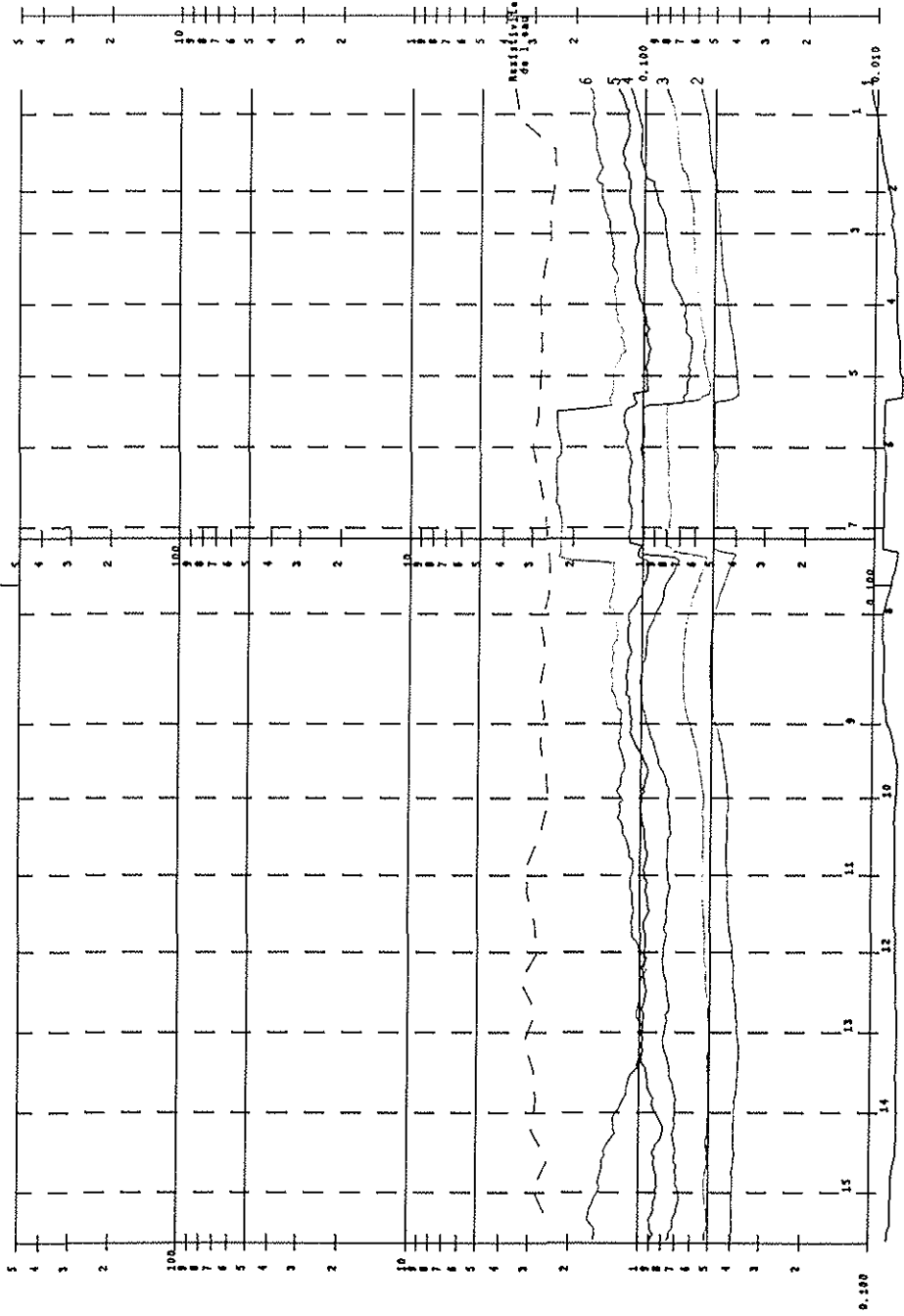
Etang de Thau - zone BC, 6eme passage - juillet 90



1	AB ~ 10.2 KM ~ 2	K ~ 38
2	AB ~ 10.2 KM ~ 30	K ~ 41
3	AB ~ 10.2 KM ~ 40	K ~ 115
4	AB ~ 10.2 KM ~ 60	K ~ 288
5	AB ~ 10.2 KM ~ 80	K ~ 485
6	AB ~ 10.2 KM ~ 100	K ~ 762

Etang de Thau - zone BC, 7eme passage - juillet 90

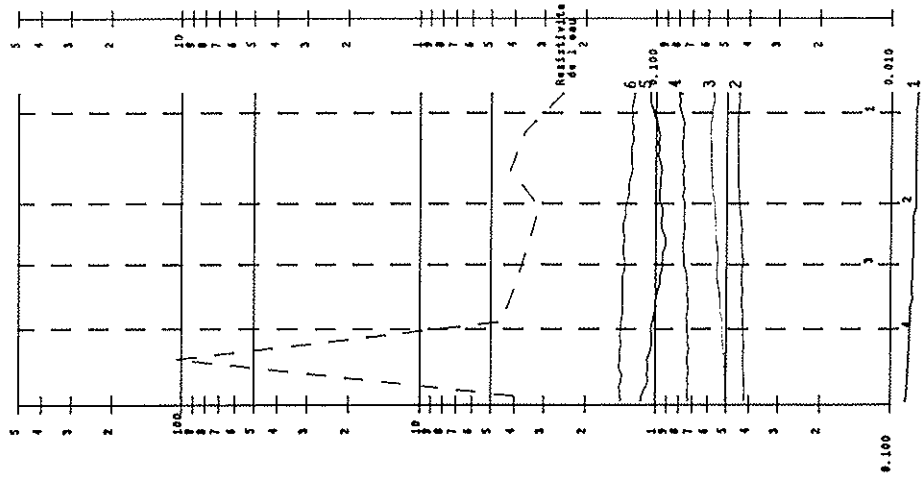
1	:	AB = 10.2 MN = 2	K = 79
2	:	AB = 10.2 MN = 20	K = 81
3	:	AB = 10.2 MN = 40	K = 115
4	:	AB = 10.2 MN = 80	K = 269
5	:	AB = 10.2 MN = 80	K = 485
6	:	AB = 10.2 MN = 100	K = 762





Etang de Thau - zone BC, 8eme passage - juillet 90

1	AB = 10.2 MN = 2	K = 78
2	AB = 10.2 MN = 20	K = 41
3	AB = 10.2 MN = 40	K = 15
4	AB = 10.2 MN = 60	K = 248
5	AB = 10.2 MN = 80	K = 485
6	AB = 10.2 MN = 100	K = 782



Etang de Thau - zone Bc, 9eme passage - Juillet 90

1	:	AB = 10.2 MN = 2	K = 39
2	:	AB = 10.2 MN = 30	K = 61
3	:	AB = 10.2 MN = 40	K = 115
4	:	AB = 10.2 MN = 60	K = 269
5	:	AB = 10.2 MN = 80	K = 485
6	:	AB = 10.2 MN = 200	K = 762

