

F140-301-E

INSTITUT DE BIOLOGIE MARINE D'ARCACHON

UNIVERSITE BORDEAUX I

33120 - ARCACHON Tél. 83.10.22

ESTUAIRE DE LA GIRONDE, ETUDE ECOLOGIQUE GENERALE.
MACROBENTHOS ET MEIOBENTHOS

par

Jean-Marie BOUCHET, Maître de recherches au C.N.R.S.

Jean-Pierre LISSALDE, Chercheur.

Février 1976

Contrat CNEXO N° 75/1205

IFREMER-DERO/EL



0EL00309

MACROBENTHOS ET MEIOBENTHOS DE L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE

INTRODUCTION

Les travaux que nous avons déjà entrepris sur l'Estuaire nous ont démontré la complexité extrême du milieu, selon un gradient croissant des fonds de -30 mètres, au large de Cordouan, jusqu'à la zone fluviale proprement dite (Bec d'Ambès), située à 100 kilomètres en amont.

Cette complexité peut être vérifiée sur plusieurs points principaux:

- Navigation: îles et bancs nombreux, faibles profondeurs, rives basses, très forts courants de marée, clapot très dur et vite impraticable pour un petit bateau.

- Travaux en stations fixes: les appareils à immerger ne peuvent descendre à la verticale qu'une heure par marée, lors des étales. Le matériel lourd est à proscrire sur les petites embarcations.

- Le milieu biologique est complexe, étant donné la complexité du milieu physico-chimique. La faune est riche mais très dispersée et les moyens utilisés en océanographie biosédimentologique côtière sont presque totalement inopérants. Les études quantitatives, seules pouvant donner une évaluation sûre de la richesse du milieu, et l'on pourrait presque dire des milieux, tant l'estuaire est vaste et multiple dans ses aspects, ont échoué jusqu'ici (pour le benthos) faute d'une technologie appropriée.

- Le travail sur les parties découvrantes à marée basse est lui-

même dangereux, car les rives sont très envasées et la plupart du temps inabordable surtout avec le matériel relativement lourd et encombrant dont on ne peut se passer (pour le macrobenthos surtout).

Ces particularités nous obligent à revoir nos conceptions du travail sur le terrain.

Nous avons acquis une certaine expérience des difficultés et pensons pouvoir les surmonter.

Trois chapitres seront abordés successivement:

I METHODOLOGIE

II ETUDE DU MEIOBENTHOS ET DU MACROBENTHOS

III SYNTHESE.

I METHODOLOGIE DES PRELEVEMENTS BENTHIQUES

1/ Appareils utilisés au large et mis en oeuvre dans l'Estuaire de la Gironde.

a) Appareils traditionnels

- drague Rallier du Baty
- drague Charcot
- benne Shipek
- benne Van Veen.

b) Engins nouveaux conçus dans notre laboratoire.

- Benne Suceuse Autonome BSA 200
- drague suceuse Air-Lift.

2/ Méthodes et techniques de prospection quantitative sur les plages exondables.

3/ Résumé des incompatibilités de travail sur le terrain en benthologie estuarienne.

4/ Nouvelle technique de prélèvement proposée et mise en oeuvre à Arcachon et sur l'Estuaire.

I METHODOLOGIE DES PRELEVEMENTS BENTHIQUES

Finalité d'un prélèvement benthique

Pour présenter un intérêt autre qu'anecdotique, une étude écologique doit, au-delà de l'aspect descriptif, déboucher sur une évaluation de la biomasse, de la croissance, et si possible de la production; ceci après détermination du cycle des animaux ou végétaux. Un travail de ce type demande des prélèvements présentant un certain nombre de qualités très précises, souvent contradictoires, et difficilement réalisables.

Critères du prélèvement.

L'ensemble des qualités du prélèvement se résume en un mot: il doit être REPRESENTATIF de la population étudiée, c'est à dire que:

- la position géographique doit être bien connue.
- la surface échantillonnée doit être précise. On peut alors rapporter les valeurs obtenues à une aire déterminée.
- la profondeur du prélèvement (épaisseur du sédiment remonté) doit être régulière et connue.
- la structure verticale ne doit pas être perturbée pour permettre l'étude de la zonation verticale des populations (Mésobenthos).

Ces conditions préliminaires remplies, le prélèvement doit en outre présenter les qualités suivantes:

- il doit comporter des représentants de tous les animaux présents dans le lieu étudié.
- le nombre de chacun de ces animaux doit être le reflet exact du nombre total d'individus de la zone (respect des pourcentages).

- pour chaque espèce, l'échelle des tailles, poids, etc. recueillis doit exprimer la structure de la population totale.

On imagine donc la difficulté d'obtenir un prélèvement parfait.

Ce chapitre sera consacré à un examen critique des moyens de prélèvement que nous connaissons et avons expérimentés ou construits.

1/ Appareils utilisés au large et mis en oeuvre dans l'estuaire de la Gironde.

2/ Méthodes et techniques de prospection sur les plages exondables.

3/ Essai sur les incompatibilités milieu -travail en benthologie estuarienne.

4/ Nouvelle technique de prélèvement proposée et mise en oeuvre à Arcachon et dans l'Estuaire dès la fin du printemps 1976, en fonction des impératifs du milieu.

1/ Appareils utilisés au large et mis en oeuvre dans l'Estuaire.

a) Appareils traditionnels.

LES DRAGUES.

- Drague RALLIER DU BATY: drague à ouverture circulaire, remorquée par un bra central.

Avantages: travaille quelle que soit la position d'arrivée sur le fond, mord sur tous les types de fonds meubles.

Inconvénients: petit volume prélevé.

aucun contrôle de la profondeur du prélèvement.

surface échantillonnée inconnue.

pénètre peu dans le sédiment.

- Drague CHARCOT: drague à ouverture rectangulaire, remorquée par deux bras latéraux munis de "joues".

Avantages: la largeur du prélèvement est connue

la profondeur d'échantillonnage est en principe régulière.

les joues évitent une perte latérale de matériel.

l'utilisation d'une "bosse cassante" permet de la récupérer assez facilement en cas de "croche" accidentelle.

Inconvénients: les irrégularités du fond (rides, ripple-marks) font

que la drague "vole" et "écrème de bosse en bosse sans échantillonner dans les creux. L'épaisseur échantillonnée est irrégulière et mal connue: toujours faible (quelques centimètres).

Les animaux fouisseurs ne sont pas récoltés.

LES BENNES.

- Benne SHIPEK: surface de prélèvement de 20 cm sur 20 cm, soit 1/25 de mètre carré.

déclenchement par poids à l'arrivée sur le fond.

fermeture par ressort préalablement armé.

Avantages: surface du prélèvement parfaitement connue.

perturbe peu le sédiment quand elle travaille dans de bonnes conditions.

Inconvénients: très petite surface et très petit volume prélevé.

profondeur de pénétration irrégulière.

lessivage de la couche superficielle de sédiment pendant la remontée de l'engin.

- Benne VAN VEEN: surface de prélèvement 1/10 de m²

déclenchement par crochet à bascule à l'arrivée sur le fond.
fermeture progressive par traction du câble de remontée sur
des bras.

Avantages: surface de prélèvement très bien connue.

Inconvénients: petit volume prélevé (bien que supérieur à celui de la SHIPEK).

profondeur du prélèvement irrégulière et mal connue.

mauvaise pénétration de l'engin si le sédiment devient grossier.

Dans le cas particulier du travail sur l'Estuaire, aux inconvénients de principe posés ci-dessus, il faut ajouter le problème du courant souvent violent, toujours rapide qui empêche la plupart des appareils de descendre normalement et qui se présentent très mal sur le fond. Les dimensions réduites des embarcations disponibles sont une limite à l'utilisation de certains appareils, mais, même des engins plus lourds, donc plus volumineux offriraient des mêmes inconvénients. Nous y reviendrons.

b) Engins nouveaux conçus dans notre laboratoire.

- Benne Suceuse Autonome B.S.A. 200 m (J.M. BOUCHET 1972).

Cet appareil a été conçu pour la cartographie des fonds meubles du plateau continental. Pas pour l'Estuaire. Il est destiné essentiellement à faire des prélèvements quantitatifs de 1/4 de mètre carré, sans soulever la pellicule superficielle du sédiment à l'arrivée de l'engin sur le fond (descente naturelle lente à 0,30 m/sec).

Il fonctionne par implosion et prélève sédiment et faune en 1/10 de seconde sur une profondeur de coupe de 20 centimètres.

Nous avons effectué la cartographie générale de l'Estuaire, du Verdon au Bec d'Ambès avec un de ces appareils construit à Arcachon.

Il nécessite un bateau relativement grand (poids de l'engin: 130 kilos à vide. Hauteur: 1,30 mètre. Diamètre 80 centimètres).

Il offre une prise importante aux courants et seule l'habitude de l'équipage du chalutier à le manier au large a permis de réussir 90% des prélèvements estuariens.

Pour les petits fonds, il faut faire le vide partiel dans la cloche, ce que l'on oublie de faire, parce que apparemment "ça marche". en effet, la benne aspire toujours du sédiment, mais seule une différence de pression minimale de 2 atmosphères donne de bons résultats.

C'est un engin efficace dans tous les substrats et vraisemblablement le seul capable de prélever galets et graviers.

Cette benne est cependant pas ou peu adaptée aux travaux dans les estuaires.

- Drague suceuse AIR LIFT.

Le fait que la macrofaune soit en faible densité, tant sur le plateau continental, que sur les plages, les estrans vaseux ou les chenaux de l'Estuaire, nous conduit à rechercher des engins effectuant des prélèvements d'au moins un mètre carré. Ces engins doivent donc prélever le fond selon un ruban plus ou moins long, sur une épaisseur de 20 centimètres. Il est alors hors de question de ramener l'engin et son prélèvement complet à bord. Il faut donc remonter le sédiment à bord au fur et à mesure que l'engin travaille, et filtrer immédiatement sur tamis.

La mise au point d'un tel appareil pose un certain nombre de problèmes.

Le remorquage lent par bateau suppose pour être efficace, que l'engin soit assez loin derrière l'embarcation.

La remontée à bord, qui s'effectue par un système AIR LIFT (air injecté à 10 kilos de pression) exige un tuyau de remontée aussi vertical que possible, pour donner le maximum de puissance au système aspirateur.

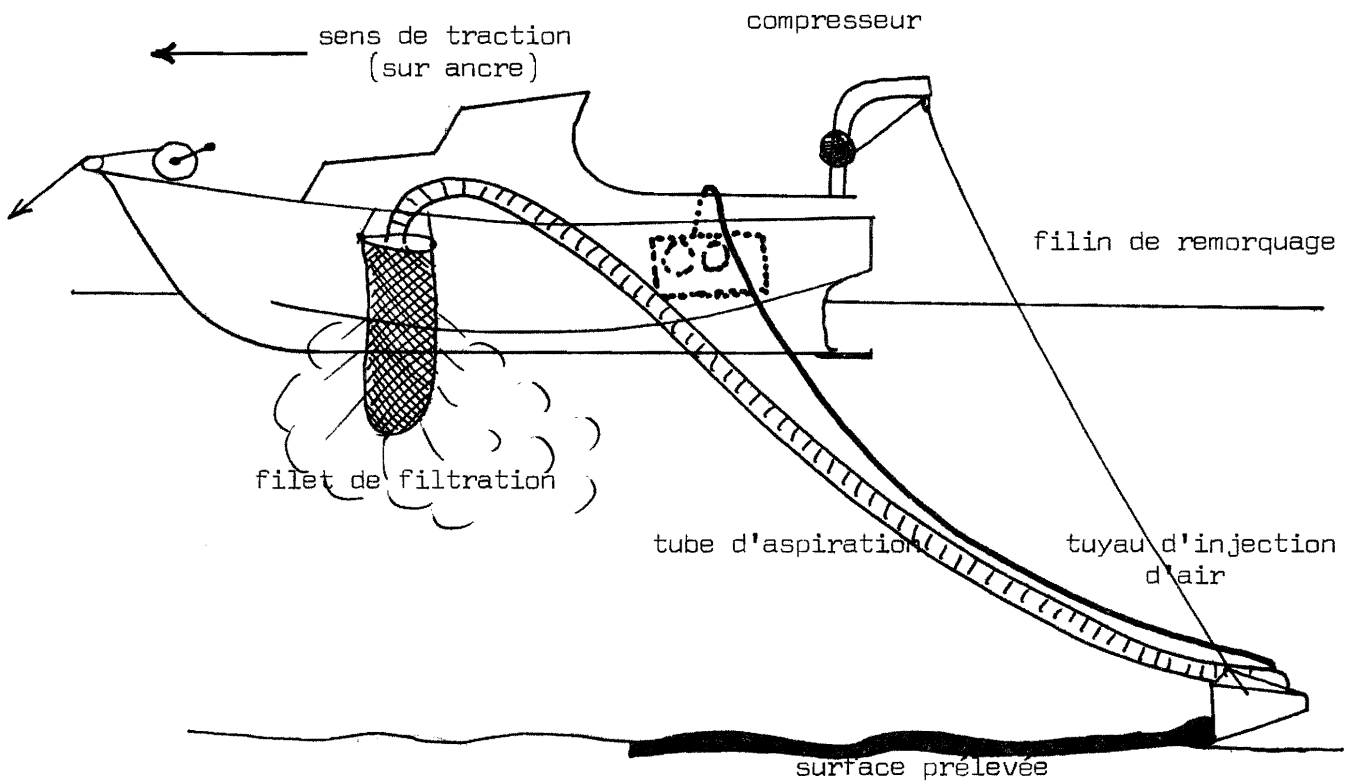
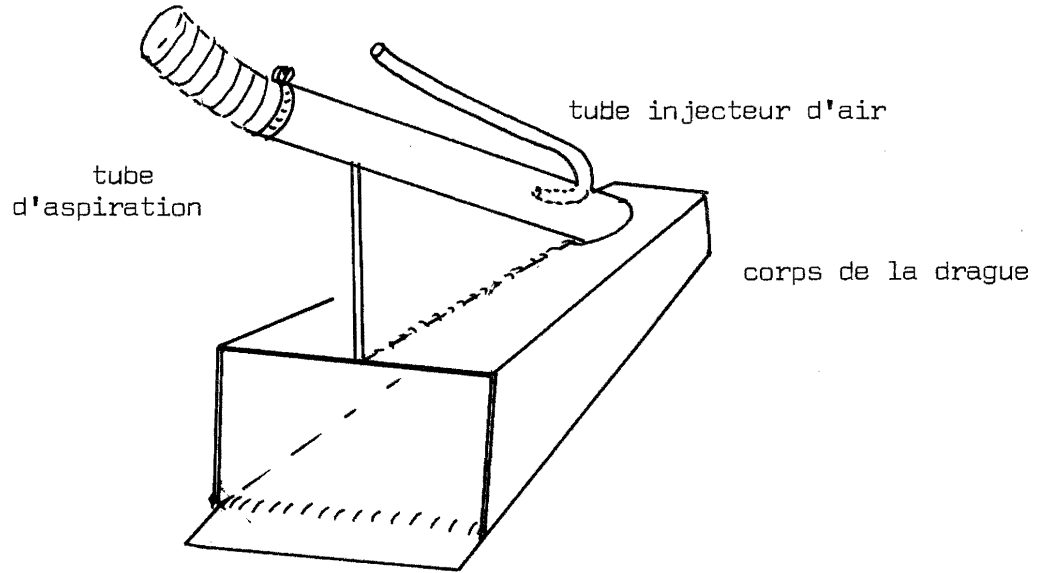
Un compromis satisfaisant entre ces deux exigences contradictoires n'a pas encore été trouvé et lors des essais, la drague avait tendance à s'engorger, l'aspiration n'étant plus suffisante, ou au contraire à travailler de façon irrégulière.

Un bon fonctionnement du système AIR LIFT serait assuré par un compresseur d'air beaucoup plus puissant, dont la taille serait incompatible avec une vedette de 7 mètres.

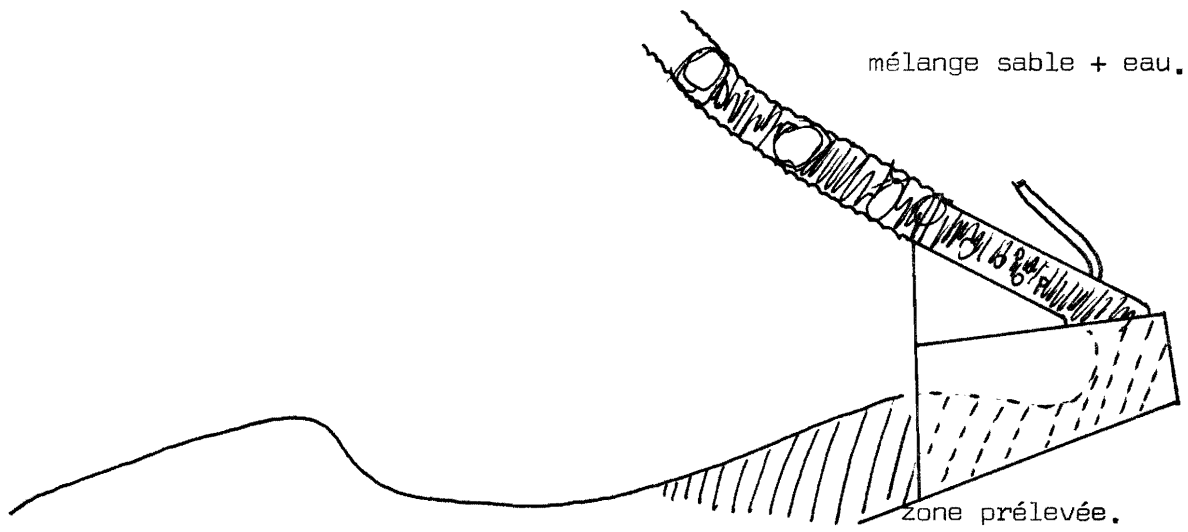
Nous donnons ci-après trois planches explicatives résumé.

Nous avons abandonné pour nos recherches le système air-Lift.

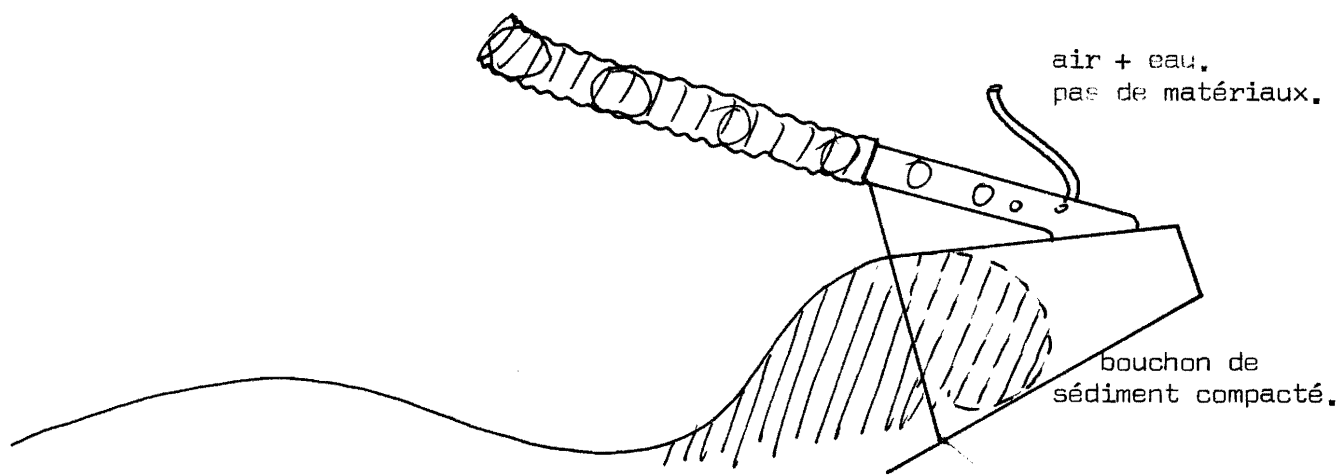
SYSTEME AIR - LIFT



TRAVAIL DE LA DRAGUE AIR-LIFT

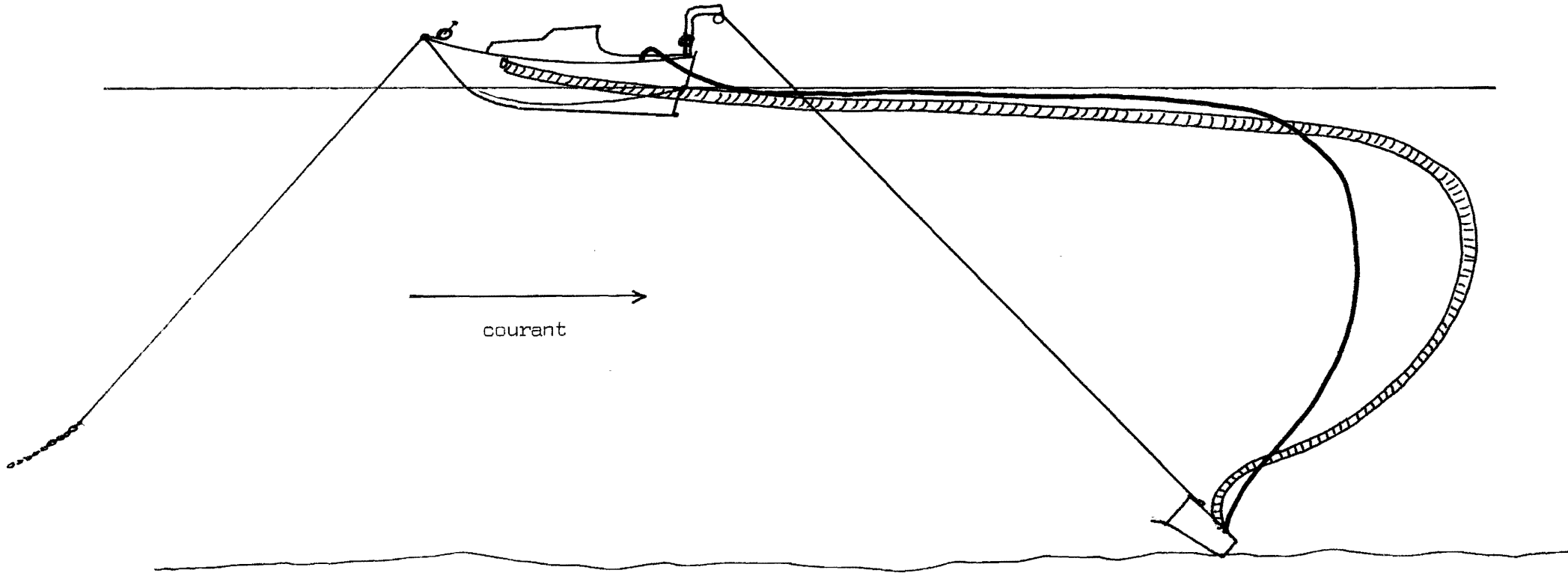


FOND DE SABLE



FOND DE VASE COMPACTE OU DE SABLE VASEUX.

Position réelle observée du tuyau et de la drague. Le tuyau étant plus court, la drague même fortement lestée ne toucherait pas le fond.



2/ Méthode et technique de prospection quantitative sur les plages exondables.

a) Le matériel de prélèvement.

Celui ci est simple et est le même que celui utilisé pour une prospection qualitative.

- bêche
- tamis hémicylindrique en acier inox. Mailles de 2 mm.
- stock de piluliers ou de bocaux en plastique, avec formol.
- seaux de 10 litres en plastique devant contenir le prélèvement non lavé.

Poids total: 30 kilos.

Dans le cas de carottages à étudier ultérieurement, prévoir en supplément deux glacières avec 5 kilos de carboglace chacune.

Le poids total du matériel passe alors à 40 kilos.

b) Le travail.

- a basse mer, délimiter une zone de 1 m² (c'est actuellement la surface minimale d'un prélèvement, tant pour le Bassin d'Arcachon que pour l'Estuaire)
- creuser sur une profondeur de 20 centimètres (200 litres de sédiment).
- mettre le contenu des bêches dans les seaux.
- tamiser sous l'eau, seau après seau.

c) Inconvénients.

- poids du matériel de prélèvement: 30 à 40 kilos au départ.
- tamisage dans l'eau. Il faut parcourir souvent de longs trajets

dans la vase (les estrans sont vastes et la marée basse).

- le prélèvement total pèse au minimum 200 kilos.

- les sables vaseux et les vases plus ou moins compactes passent difficilement à travers les mailles du tamis (durée de tamisage: 1/4 d'heure à 1 heure).

- Il est très pénible de marcher sur des estrans vaseux. C'est quelquefois dangereux.

- le travail (nombre de prélèvements) pour une marée est peu rentable.

3/ Résumé des incompatibilités du travail sur le terrain en benthologie estuarienne.

a) Navigation

- forts courants.
- nombreux bancs à contourner (d'où, perte de temps)
- faibles profondeurs entraînant l'utilisation,
 - soit d'un bateau lourd et large (calant peu) et STABLE
 - soit d'un bateau léger et calant peu et INSTABLE.

le choix d'un bateau léger entraîne l'élimination de tout matériel lourd et l'impossibilité d'embarquer plus de 2 personnes.

b) Prélèvements dans les zones toujours immergées.

- forts courants.

le matériel immergeable lourd ne pourrait travailler qu'aux étales de basses mers et de hautes mers

- la faune très dispersée entraîne obligatoirement des prélèvements sur plusieurs mètres carrés ;:::.. avec des engins lourds.

c) Prélèvements dans les zones exondables.

Sur les substrats vaseux, les prélèvements à pied sont incompatibles avec un matériel lourd et encombrant.

- le lessivage DANS L'EAU des prlèvements est très long.
- la plupart des estrans vaseux sont inabordables à pied.
- ceux qui sont abordables à pied sont rares et il est encore dif-

ficile d'y travailler avec le matériel encombrant et lourd.

En conclusion, il semble qu'il faille imaginer un engin qui puisse prélever et tamiser sous l'eau, et qui soit le même pour les zones immergées et émergées, le travail sur ces dernières s'effectuant au flot ou au jusant. Cet engin ne devra pas dépasser un poids de 30 kilos

4/ Nouvelle technique de prélèvement proposée et mise en oeuvre à Arcachon et dans l'Estuaire dès la fin du printemps 1976, en fonction des impératifs du milieu.

CAHIER DES CHARGES.

- le même appareil doit être utilisé dans les parties exondables et sur les fonds toujours immergés.
- il doit être léger (moins de 30 kilos à terre).
- il doit trier le matériel IN SITU.
- la surface de prélèvement doit être supérieure à 1 m² et peut atteindre 5 mètres carrés.
- la largeur du prélèvement ne doit pas dépasser 25 centimètres.
- la profondeur du prélèvement doit être de 20 centimètres.
- le préleveur doit AFFOUILLER et DECOMPACTER le sol et refouler les matériaux mis en suspension dans un système de tri.
- l'appareil doit être entièrement autonome dans le cas du travail à pied. Il peut à la rigueur, pour une plus grande quantité de prélèvements, être alimenté par une source d'énergie venant du bateau.
- l'appareil doit, tant sur les zones émergeables que sur les fonds immergés, filtrer DANS L'EAU.
- l'appareil doit dépendre au minimum du bateau, et doit être le moins possible REMORQUE. (se souvenir que dans le cas de la suceuse Air lift, le poids du tuyau atteignait ou dépassait celui de la drague, et que la surface portante du tuyau pouvait suffire à empêcher la drague d'atteindre le fond, même pour des courants relativement faibles).

L'APPAREIL EN CONSTRUCTION

Il dérive du principe du préleveur de fond utilisé sur le VARAN 300 (brevet CNRS ANVAR de Septembre 1974. J.M. BOUCHET).

(le VARAN est un véhicule autonome, programmé destiné à effectuer les prélèvements benthiques et ectobenthiques, y compris la photogrammétrie du fond sur le plateau continental, et sur une trajectoire pouvant atteindre 250 mètres).

Description du nouveau préleveur:

C'est une luge profilée, en AG 5

Longueur: 0,80 m

largeur: 0,65 m

hauteur: 0,35 m

Elle comprend, de chaque bord, une turbine électrique 24 v continu, pouvant débiter chacune 12 mètres cubes à l'heure.

la turbine droite est chargée d'affouiller le sédiment. Elle alimente 5 gicleurs orientés à 45° par rapport à la surface du sol et orientés vers l'arrière.

la turbine de gauche injecte les matériaux mis en suspension, vers l'arrière, dans un cône basculant (qui s'abaisse dans la souille créée par la progression de l'engin). Les matériaux sont projetés et filtrés dans une "chaussette" en nylon de maille 1,4 mm.

L'alimentation des moteurs des turbines est assurée par 4 batteries CdN (SAFT) de 24 volts, 7 ampères chacune, assurant une autonomie de 1 heure et demie (dans le cas d'un prélèvement à pied).

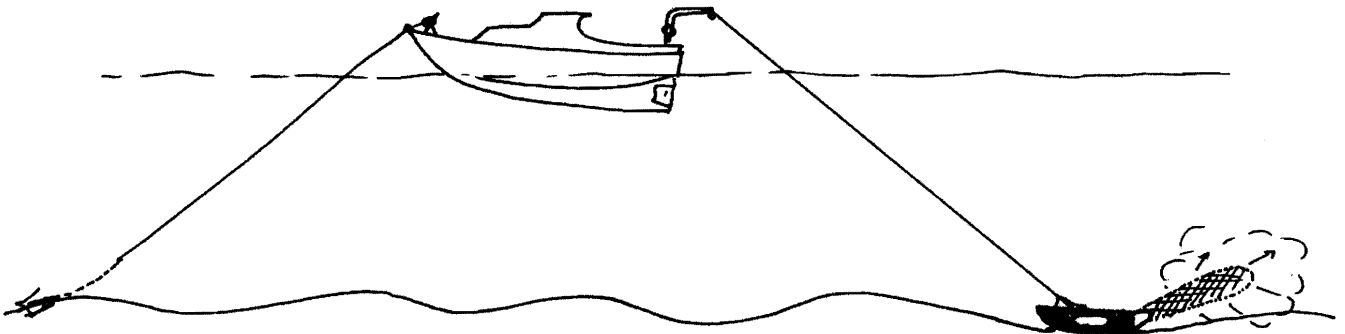
Lorsque l'engin est descendu du bateau, l'alimentation est assurée, soit par un câble électrique branché sur deux batteries 12 volts 70 ampères, soit par deux batteries 30 ampères au plomb remplaçant les batteries CdN. Auquel cas, l'engin pèse 40 kilos environ, à terre.

MODE D'UTILISATION DU PRELEVEUR,

en bateau

Tous les prélèvements doivent être exécutés le bateau étant mouillé sur une ancre légère.

L'appareil étant descendu sur le fond, il suffit de se déhaler sur la ligne de mouillage, sur la distance désirée, à la vitesse approximative de 3 centimètres à la seconde.



à pied

Les prélèvements doivent être exécutés dans 50 centimètres d'eau, et de préférence au flot (et non l'inverse selon la tradition en benthologie), car il s'agit de repérer les stations lors du descendant.

L'appareil, posé sur le fond, est tiré lentement à la main au moyen d'un bout ayant la longueur du prélèvement souhaité. Le prélèvement terminé, il suffit de retirer le filet en mailles de 1,4 mm et de le placer dans un récipient avec du formol, ou dans une glacière. On prépare à l'avance une série de filets, tous interchangeables. L'extraction des espèces les plus petites est ainsi assurée sans perte, au laboratoire. La perte de temps sur le terrain est ainsi limitée.

II ETUDE DU MEIOBENTHOS ET DU MACROBENTHOS DE L'ESTUAIRE .

INTRODUCTION

La méiofaune a été définie longtemps , par opposition à la macrofaune , sur un critère dimensionnel ; à savoir , des individus de taille inférieure à 5 mm (ou 2mm pour certains) . Mais cette définition n'est pas absolument satisfaisante , les très jeunes individus de la macrofaune par exemple , ayant souvent une taille qui les ferait ranger dans un groupe auquel ils n'appartiennent pas réellement .

Actuellement , à ce critère de taille , toujours valable , dans une certaine mesure , la plupart des auteurs ajoutent une notion de groupe zoologique . On classe donc dans la méiofaune les petits métazoaires dont la taille adulte reste inférieure à quelques millimètres . Ce sont essentiellement les Nématodes , Copépodes Harpacticoïdes , Micropolychètes , Oligochètes , Ostracodes , Tardigrades , Kinorhynques, Turbellariés , etc ... Les plus importants , numériquement , et ce , avec des exceptions dans certains milieux , sont les Nématodes et assez loin derrière , les copépodes harpacticoïdes . Le terme de microfaune est plus particulièrement réservé aux unicellulaires comme les protozoaires ciliés , Foraminifères , Flagellés . Les bactéries , quelquefois rangées dans cette rubrique , forment pour nous un troisième groupe .

Ces trois ensembles , extrêmement dépendants les uns des autres , ont longtemps été négligés alors qu'ils forment , numériquement d'abord , mais aussi par leur place dans la chaîne alimentaire , un système de la plus grande importance . C'est pour avoir une première estimation globale de

l'importance de la méiofaune dans l'estuaire de la Gironde que ce travail a été entrepris .

Il serait souhaitable , et possible , en limitant l'effort à quelques problèmes particuliers de préciser et surtout d'approfondir la place réellement occupée par ces animaux dans l'économie générale du système estuarien .

METHODOLOGIE ET CRITIQUE

I. PRELEVEMENTS

Trois modes de prélèvements ont été utilisés avec des succès divers .

Des carottages de 100 cc (surface de la section : 10 cm^2) dans le sédiment remonté par une benne SHIPEK . La structure du sédiment n'est , en principe , pas trop perturbée par l'appareil , mais il se produit un "lessivage" important de la surface du prélèvement lors de la remontée de l'engin ; de plus , celui ci n'étant pas étanche , il se produit une percolation importante dans le prélèvement si la granulométrie est assez grossière . En conséquence , les valeurs de densité obtenues par ce système d'échantillonnage sont à considérer avec précautions .

Des dragages à la drague CHARCOT . Les critiques signalées ci dessus pour la benne sont , dans ce cas aussi , valables , avec des réserves encore plus grandes . De plus , le sédiment est complètement perturbé lors du prélèvement et de la remontée de l'engin . Ces prélèvements ne pourront être utiles que pour compléter une éventuelle étude faunistique .

Des carottages effectués à la main , sous le contrôle visuel direct de l'opérateur , sur l'estran , offrent toutes garanties pour une étude quantitative et de répartition , tant verticale qu'horizontale des méiobenthones . Le carottier est un tube transparent d'environ 10 cm^2 de section . La carotte est découpée en horizons successifs de 1 cm chacun , ceci avec quelques difficultés lorsque le sédiment est une vase fluide . L'échantillon est conservé au

formol à 4 % environ .

II. TRI ET COMPTAGE

La méthode de tri adoptée est celle préconisée par BODIN (1964) qui donne de bons résultats et a été reprise depuis par de nombreux auteurs .

Le sédiment est mis en suspension par un violent courant d'eau douce . On laisse sédimenter quelques instants et l'eau de lavage est filtrée sur un tamis de 40 μ de vide de maille . L'opération effectuée plusieurs fois permet d'extraire la quasi totalité des animaux . L'échantillon ainsi obtenu est observé à la loupe binoculaire et les animaux sont dénombrés . Le repérage des individus est facilité par une coloration préalable au "Rose Bengale" et le comptage par l'utilisation d'une cuvette de DOLLFUS .

III. IDENTIFICATION DES GROUPES

Dans cette première approche de la méiofaune de l'estuaire , l'aspect systématique n'a pas été considéré . C'est en effet un travail long et délicat si on veut l'effectuer dans de bonnes conditions ; travail demandant souvent le recours aux spécialistes des différents groupes . Seuls les grands groupes ont été comptés , avec une attention toute particulière pour les plus importants , à savoir , Nématodes et Copépodes Harpacticoides . Certaines zonation ou caractérisations au niveau spécifiques pouvant être intéressantes et importantes , l'avenir de ce travail tentera de préciser certains de ces aspects .

Les conditions particulières de l'estuaire , fort courant essentiellement , rendent les prélèvements immergés difficiles et peu fiables avec les techniques habituellement utilisées en benthologie . C'est donc l'estran qui est l'objet essentiel de ce travail .

La méthodologie retenue : carottage sous contrôle visuel , découpage en horizons successifs , tri par lévigation et filtration sur tamis de 40 μ , après coloration , comptage in toto en cuvette de DOLLFUS sous loupe bino - culaire , est actuellement utilisée par de nombreux auteurs et offre de bon - nes garanties de fiabilité .

STATIONS ETUDIEES

I. PRELEVEMENTS A LA DRAGUE

Ils ne sont indiqués ici que pour mémoire .

II. PRELEVEMENTS A LA BENNE SHIPEK

Voir la carte . Ils se répartissent en deux groupes :

- 18 points situés très en aval et à l'extérieur de l'embouchure .

- 5 radiales de 3 à 5 points chacune , à savoir :

pK 85 Talmont , St Vivien 5 points

pK 75 Mortagne , Port de Goulée 4 points

pK 64 Charron , Lamena 3 points

pK 56 Les Callonges , St Estèphe 4 points

pK 38 Blaye , Cussac 3 points

Chacun de ces points a été échantillonné régulièrement durant une demi marée , ceci afin de déterminer une influence éventuelle de la marée et sur tout du courant . Cet ensemble représente donc un total de 91 échantillons .

III. PRELEVEMENTS PAR CAROTTAGES SUR L'ESTRAN

Voir la carte . Les dimensions de l'estuaire et diverses contraintes logistiques ont imposé une limitation du nombre de stations prospectées et de la fréquence de l'échantillonnage . Les stations choisies sont donc :

- rive droite :

pK 91 Conche des Nonnes

pK 75 Mortagne

pK 55 La Bretonne

- rive gauche :

pK 94 Plage de la Chambrette

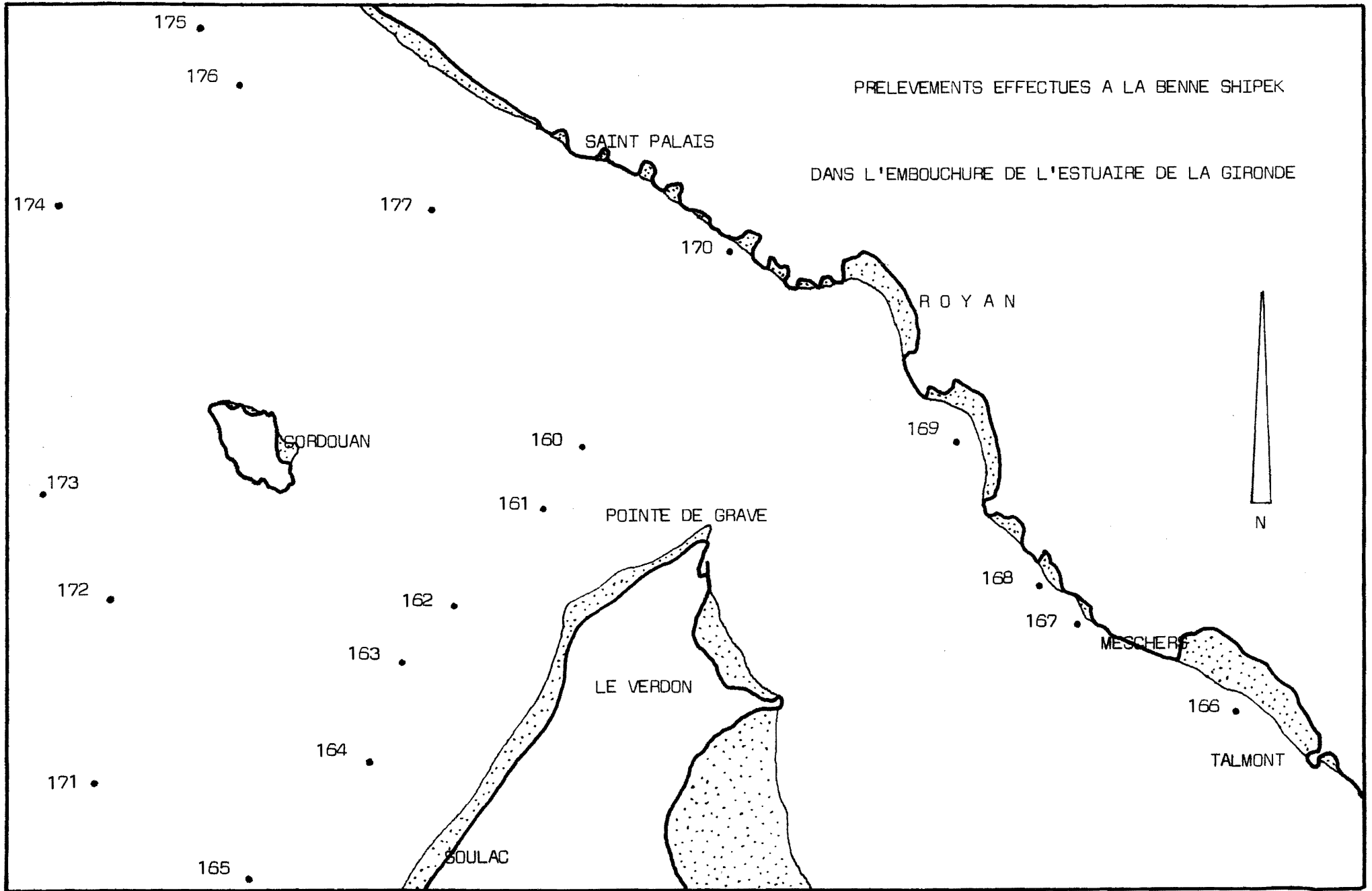
pK 78 Phare de Richard

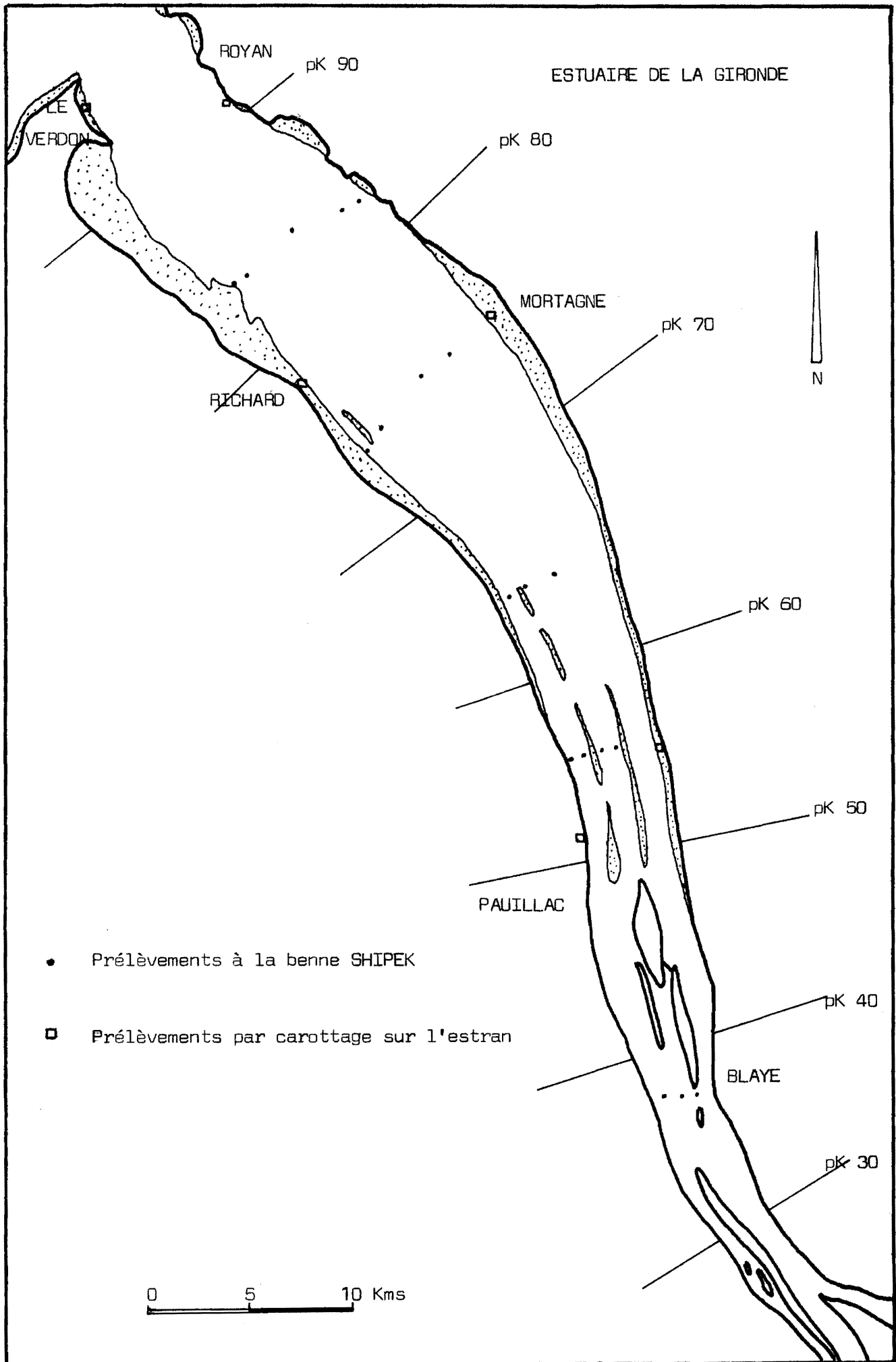
pK 52 Trompeloup

Les marées choisies sont à faible coefficient (de l'ordre de 40) . Dans ces conditions , il est possible d'aller jusqu'au niveau de la basse mer et d'effectuer des prélèvements conservant la couche d'eau superficielle , et donc les populations sans perturbations .

Il sera donc successivement étudié :

- Une répartition des densités de la méiofaune dans l'embouchure de l'estuaire .
- Les variations quantitatives de la méiofaune au cours d'un cycle de marée , au niveau des différentes zones de salinité .
- L'évolution saisonnière quantitative et la répartition du méiobenthos en six stations de l'estuaire .





REPARTITION DES DENSITES DE LA MEIOFAUNE DANS L'EMBOUCHURE DE L'ESTUAIRE

Comme indiqué précédemment , cette étude a été effectuée sur des prélèvements à la benne SHIPEK . Il n'est donc pas possible d'observer dans de bonnes conditions la structure verticale du prélèvement . D'autre part , le "lessivage" du prélèvement lors de la remontée de l'engin est tel que les valeurs rencontrées sont des valeurs par défaut . A noter que ce sont les premiers centimètres du sédiment les plus affectés , premiers centimètres généralement décrits comme les plus riches , et tout particulièrement en copépodes harpacticoides .

Ces problèmes d'échantillonnage apparaissent clairement à la lecture du tableau de résultats . Par exemple , les prélèvements 164 et 167 qui s'intègrent dans un milieu où la densité est de 10 à 70 fois supérieure à celle constatée sont certainement à éliminer .

Pour les prélèvements 176 et 177 , le problème est plus difficile à trancher puisque , situés dans le chenal de navigation , les points de comparaison voisins ne sont pas des références sûres . Toutefois , il semble que ce soit là des valeurs sous estimées .

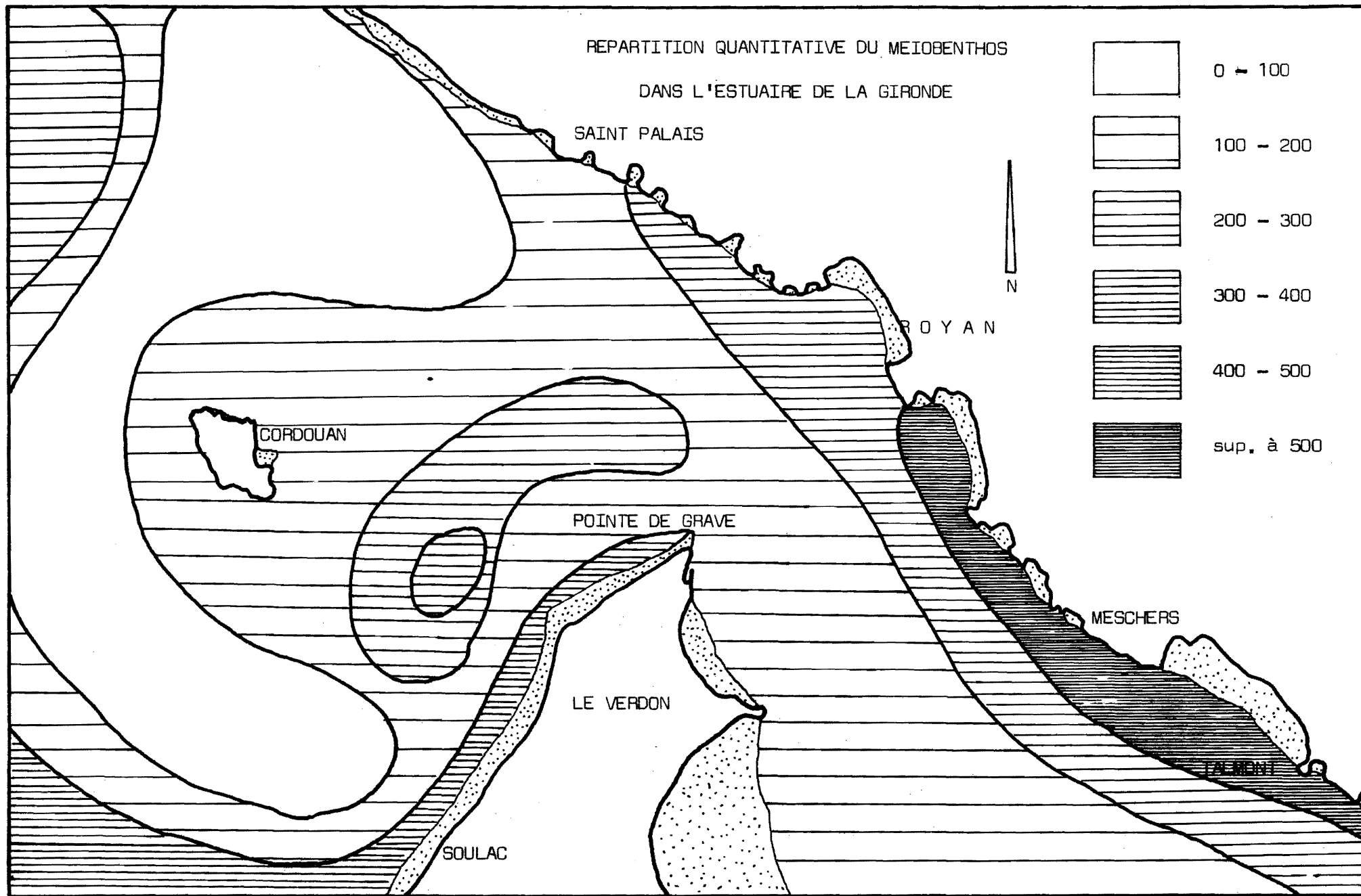
A ces exceptions près , les densités de méiofaune totale varient de 119 à 861 individus / 10 cm² . Signalons que l'ensemble de ces prélèvements présente une fraction sableuse importante , voire exclusive .

L'engin de prélèvement présentant trop de défauts pour une exploitation détaillée : quasi absence des copépodes harpacticoides par exemple , la carte

présentée est un essai sur la répartition quantitative du méiobenthos de l'embouchure . Les isolignes représentent une "distribution" générale que l'on peut considérer comme représentative ; les valeurs absolues n'étant pas à retenir , du fait du moyen de prélèvement .

REPARTITION QUANTITATIVE DU MEIOBENTHOS

DANS L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE



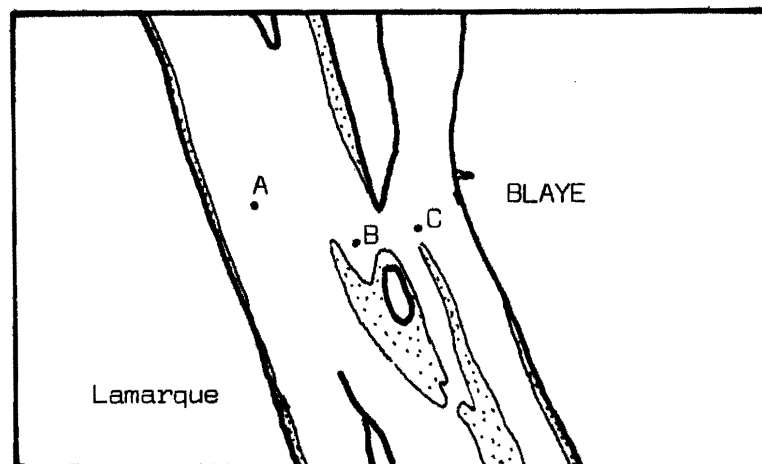
VARIATIONS QUANTITATIVES DE LA MEIOFAUNE AU COURS D'UN CYCLE DE MAREE

ETUDE DE CINQ RADIALES

Les prélèvements effectués à la benne SHIPEK étant entachés d'erreurs d'échantillonnage, et la structure verticale souvent perturbée, seules les densités totales seront ici considérées.

I. BLAYE - CUSSAC : pK 38 .

Trois stations situées dans la partie amont de l'estuaire .

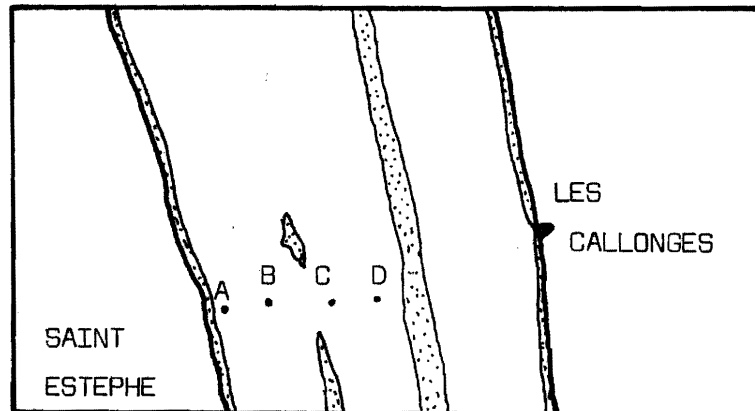


Le fond est vaseux dans les trois cas, avec un courant violent sur le fond ; soit dans le chenal de navigation : station A, soit entre les îles ou devant Blaye : stations B et C où existe un système tourbillonnaire .

Les densités relevées sont assez faibles : de 300 à 530 individus / 10 cm². Elles sont sensiblement identiques aux trois points . Le cycle de marée ne fait apparaître aucune variation significative .

II. LES CALLONGES - SAINT ESTEPHE : pK 56 .

Quatre stations de vase plus ou moins sableuse .



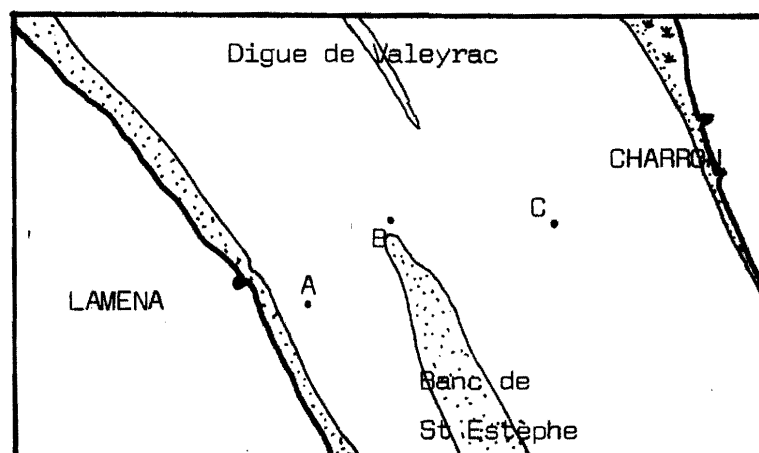
Deux stations dans le chenal de navigation : A et B

Deux stations entre les bancs : C et D , avec une fraction sableuse non négligeable .

Les densités dans le chenal de navigation : 500 à 600 individus / 10 cm² sont plus faibles qu'entre les bancs : 700 à 900 individus / 10 cm² . Deux explications semblent possibles : le courant du chenal de navigation serait un facteur limitatif important du développement du méiobenthos ; le dépôt entre les bancs (zone plus calme) de débris organiques fournirait une nourriture abondante aux animaux . Pas de variations significatives au cours de la marée .

III. CHARRON - LAMENA : pK 64 .

Trois stations dans la zone mésohaline .



une station de vase dans le chenal de grande navigation , densité assez faible comprise entre 419 et 512 individus / 10 cm^2 .

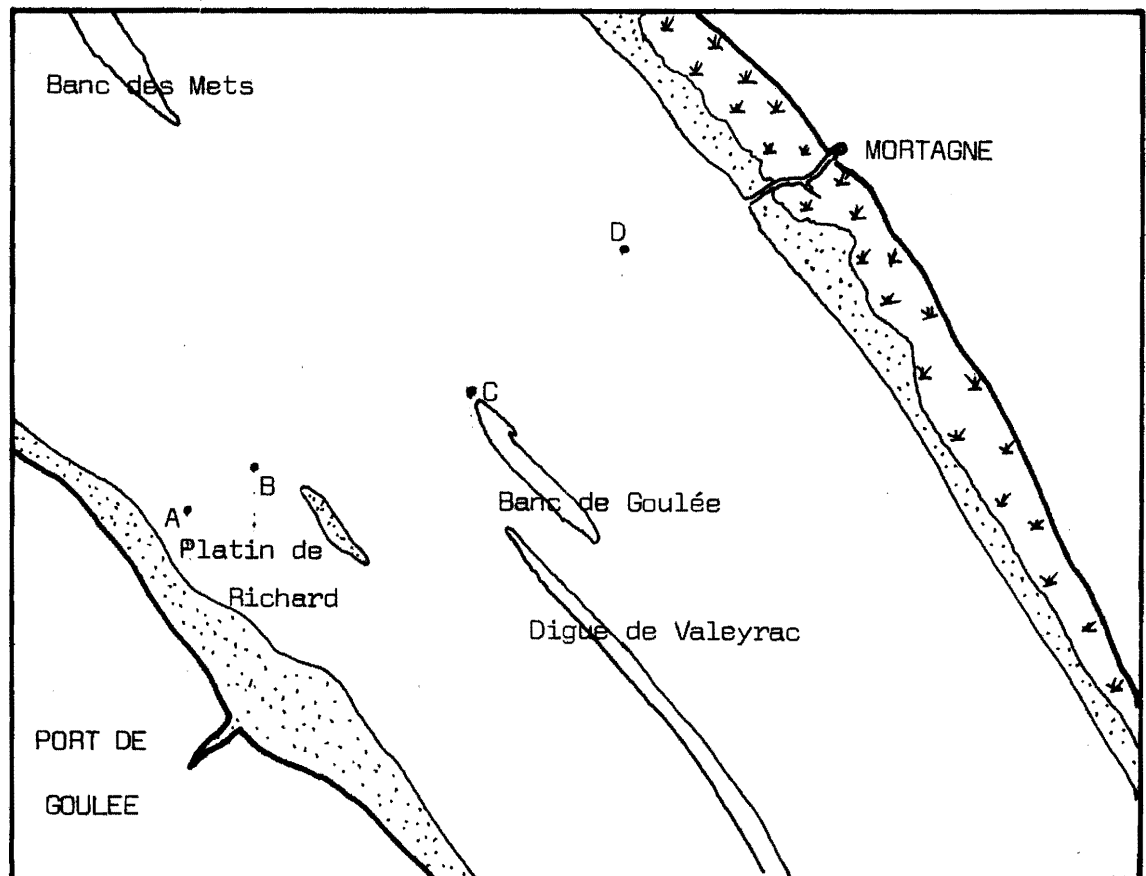
une station de sable sur l'extrémité du banc de St Estèphe ; densité également faible de 470 à 553 individus / 10 cm^2 .

une station de vase , au milieu de l'estuaire présentant une densité d'animaux très supérieure : 725 à 914 individus / 10 cm^2 .

Pas d'influence notable de la marée .

IV. MORTAGNE -- PORT DE GOULEE : pK 75 .

Quatre stations dans la zone polyhaline .



Les stations A , B , D sont vaseuses , la station C , située sur le banc de Goulée est du sable .

Dans la vase , les densités sont assez fortes : 700 à 800 individus / 10 cm^2

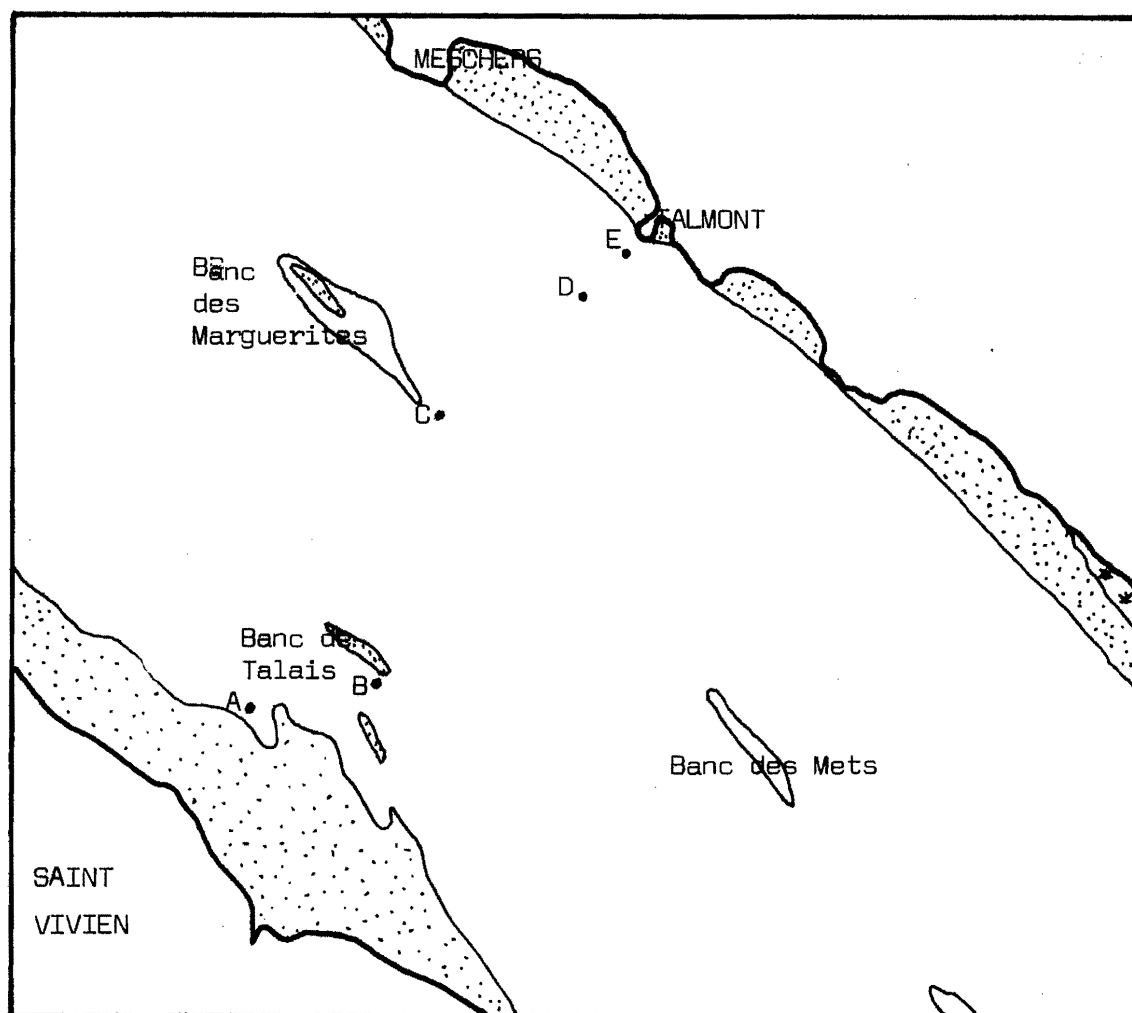
Sur le banc , la densité est seulement de l'ordre de 400 individus / 10 cm^2

Les stations A et B , bien que proches du chenal de navigation sont riches car sans doute bien protégées du courant par le banc de Richard , et formant aussi zone d'accumulation des débris .

La marée ne semble avoir aucune influence sur les densités de méiofaune .

V. TALMONT - SAINT VIVIEN : pK 85 .

Cinq stations de vase et de sable



les stations A , B , D et E sont vaseuses ; C , sur le banc des Marguerites est un fond de vase .

Dans la vase , les densités sont assez élevées , de 650 à 770 individus par 10 cm^2 . Re marquons que les stations A et B sont hors du chenal de navigation .

Sur le banc des Marguerites , la densité est moins forte : de l'ordre de 500 individus / 10 cm² .

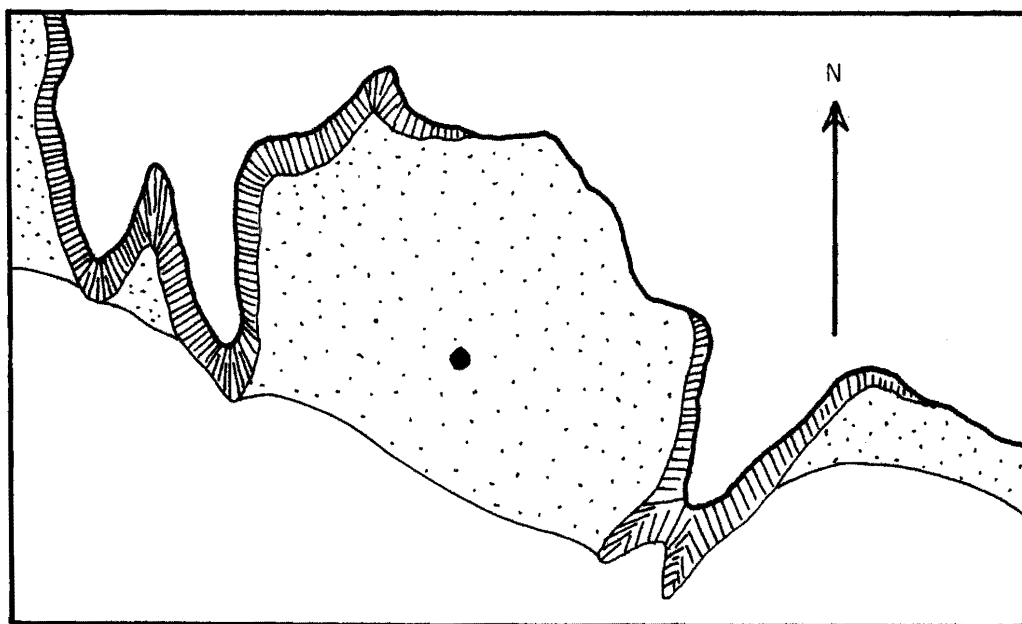
Le cycle de marée ne provoque aucun changement quantitatif dans les populations en place .

D' un point de vue quantitatif , la marée n'apporte aucune variation directe de la méiofaune . Par contre , le courant rapide , lié à la marée , est un facteur limitatif important du développement de la méiofaune . La marée a donc une action indirecte nettement marquée .

EVOLUTION SAISONNIERE QUANTITATIVE DU MEIOBENTHOS DE L'ESTRAN

I . RIVE DROITE

Conche des Nonnes : pK 91



C'est une plage de sable , longue de 800 mètres environ , qui s'inscrit comme toutes les "conches" de cette région , dans une échancrure de la falaise calcaire formant la côte . Dans la partie basse de la plage , et du côté aval , un placage vaseux vient se superposer au sable en une couche qui s'épaissit à mesure que l'on s'éloigne du haut de plage . On y trouve les mollusques Pélécy-podes "Macoma" en assez grande quantité . La station retenue , située à mi plage , est sableuse , sans placage vaseux .

La densité totale de la méiofaune varie de 1800 à 3900 individus / 10 cm²
Les nématodes sont très abondants et représentent toujours plus de 90 % de

la faune . Leur densité varie de 1700 individus / 10 cm² en Février à 3800 individus / 10 cm² en Juillet . Le cycle annuel est marqué par un minimum hivernal , une lente croissance numérique jusqu'à l'été et une chute assez brutale en fin d'automne . La légère diminution observée en Septembre peut être imputée aux problèmes d'échantillonnage .

La distribution verticale suit tout au long de l'année le même schéma : un maximum dans les 5 ou 6 premiers centimètres du sédiment , maximum le mieux marqué à 2 ou 3 centimètres de la surface , puis une décroissance progressive . La bonne circulation de l'eau à travers la maille du sédiment permet son oxygénation et entraîne des conditions favorables au développement de la méiofaune .

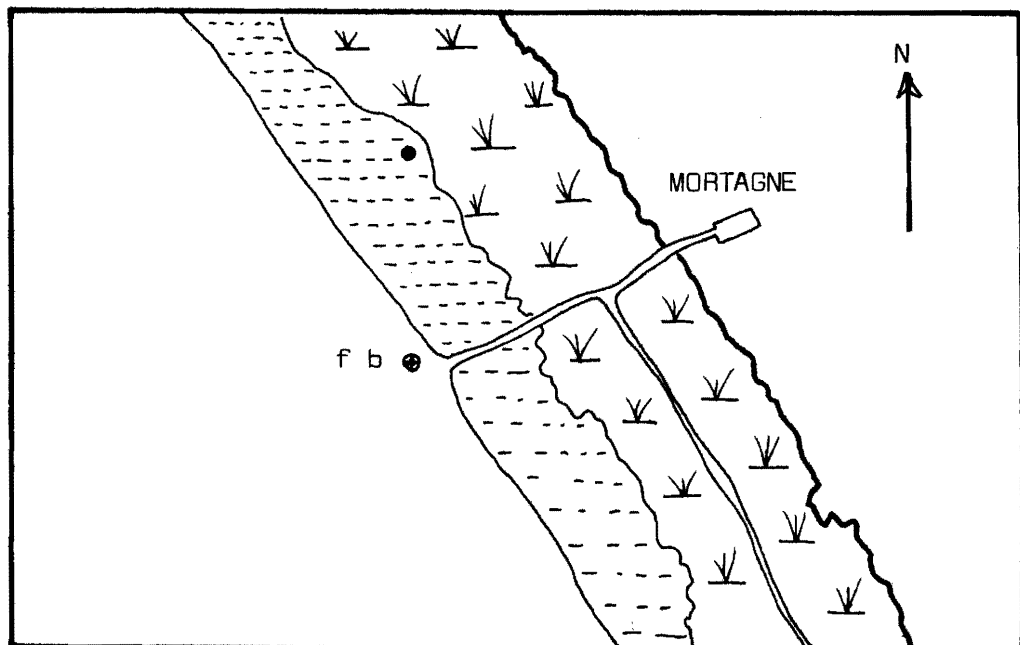
Les copépodes harpacticoides sont bien représentés dans ce sable puisque leur nombre va de 26 à 82 individus / 10 cm² . Le cycle annuel est caractérisé par un minimum de Février à Juillet avec une augmentation en Mars peut être due à des conditions climatiques favorables au moment du prélèvement ; puis une forte croissance estivale qui va donner un maximum à l'automne , suivi d'une chute brutale dès l'apparition des mauvaises conditions d'hiver .

La distribution verticale est très caractéristique , limitée dans les premiers centimètres du sédiment (4 à 5) avec un maximum vers 2 - 3 . Les trois ou quatre individus rencontrés à plus de 10 centimètres ont été entraînés à cette profondeur par une fausse manoeuvre lors du carottage .

Mortagne : pK 75

C'est un estran vaseux , de grande extension , couvert en grande partie de végétation . La station se trouve à la limite de cette couverture végétale , dans une vase peu consolidée , sujette à un certain rema -

niement superficiel lors du passage de l'onde de flot ou de jusant .



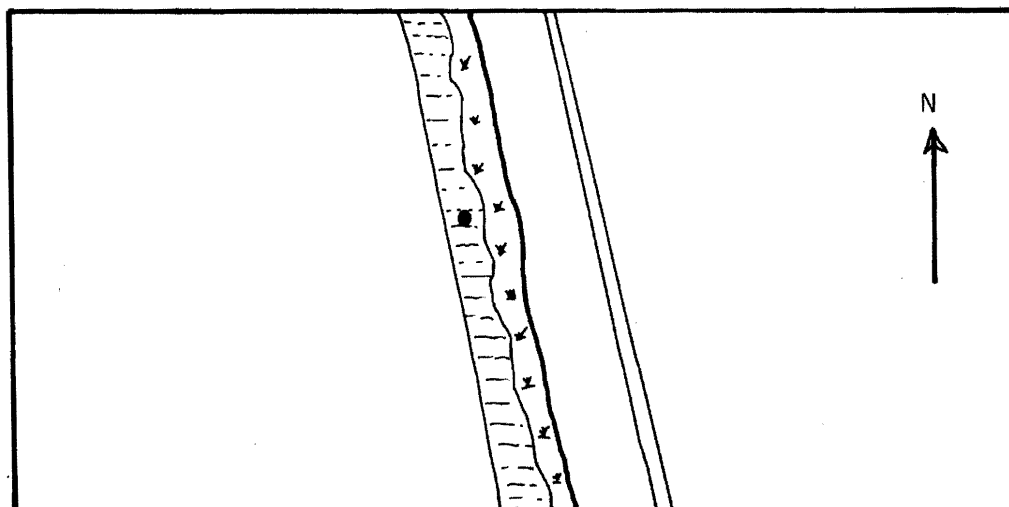
C'est une station très riche en méiofaune puisque des densités de 7700 individus / 10 cm² ont été relevées avec un minimum de 4200 individus / 10 cm² . La présence de végétation permet très certainement un apport important de matière organique , et le "réseau" des racine , tiges , feuilles est un piège à particules , animaux et cadavres . Il y a là , très certainement , un facteur explicatif de la richesse observée .

Les nématodes sont présents en écrasante majorité , avec un minimum hivernal peu marqué de 4000 individus / 10 cm² et un maximum en septembre de 7500 individus / 10 cm² . La valeur plus faible en Octobre est parallèle à la présence dans le sédiment de débris en décomposition . Ces débris (venant de la végétation voisine ?) sont-ils responsables du développement de conditions anoxiques ?

Les nématodes voient leur maximum de développement dans les 8 à 9 premiers centimètres avec un optimum dans la tranche supérieure à 5 cm , ceci lorsque la structure d

lorsque la structure du sédiment est bien stabilisée depuis plusieurs jours .
Ce fait semble être lié à la fluidité de la vase supérieure dans laquelle
la faune peut se déplacer assez facilement et trouver des conditions d'oxy -
génation et de nourriture suffisantes .

La Bretonne : pK 55



L'estran est très réduit à ce niveau , quelques mètres seulement , limité
par une petite falaise de terre . Il s'agit d'un placage de vase fluide sur
un fond très compacté .

La population totale est importante puisque variant de 3100 individus
par 10 cm^2 en Novembre à 5000 individus / 10 cm^2 en Septembre .

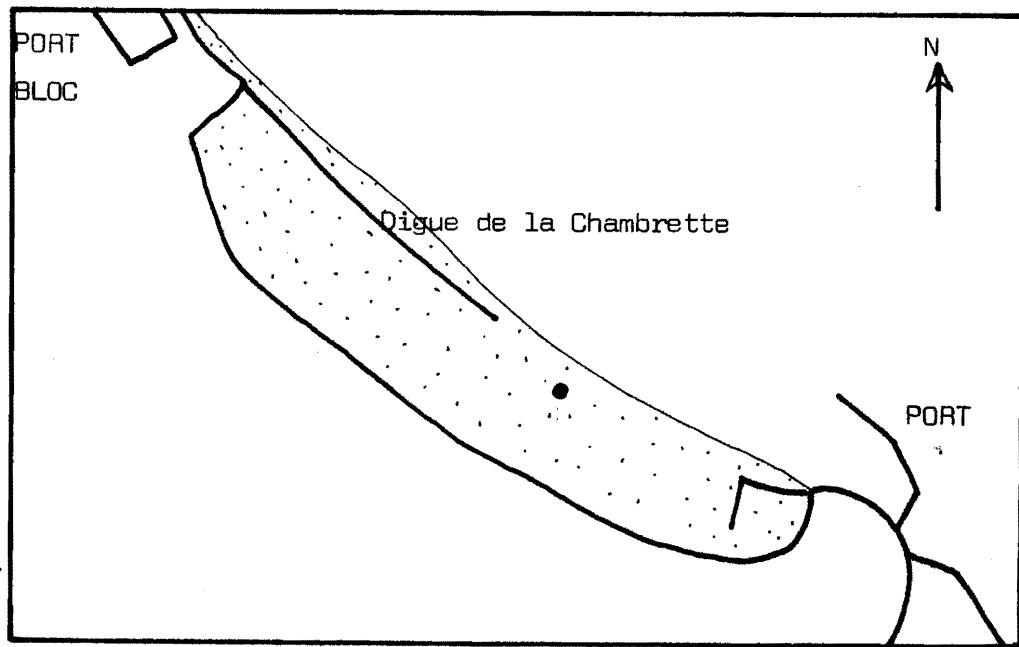
Les nématodes forment la quasi totalité de la faune . Le cycle annuel est
peu marqué et il semble qu'il s'agisse plus d'une population en transit , la
vase étant en perpétuel mouvement , que d'une population fixée . L'ensemble
des conditions ambiantes , dominé par la mobilité du biotope , détermine une
richesse stable pour toute l'année .

La structure verticale est toujours la même et caractéristique : les cinq
centimètres supérieurs bien colonisés , puis brusque décroissance .

Les copépodes harpacticoïdes , eux aussi en nombre relativement stable (autours de 15 à 25 avec tpefois un minimum à 7) sont toujours inféodés aux 3 centimètres supérieurs . Ce sont toujours les conditiond d'oxygénation qui semblent déterminantes pour ces animaux .

II RIVE GAUCHE

Plage de la Chambrette : pK 94



Longue de 2 kilomètres , elle s'étend de la Pointe de Grave au Verdon . C'est une plage de sable fin , la station choisie étant située près de la digue de la Chambrette

La densité totale évolue de 3500 à 4300 individus / 10 cm².

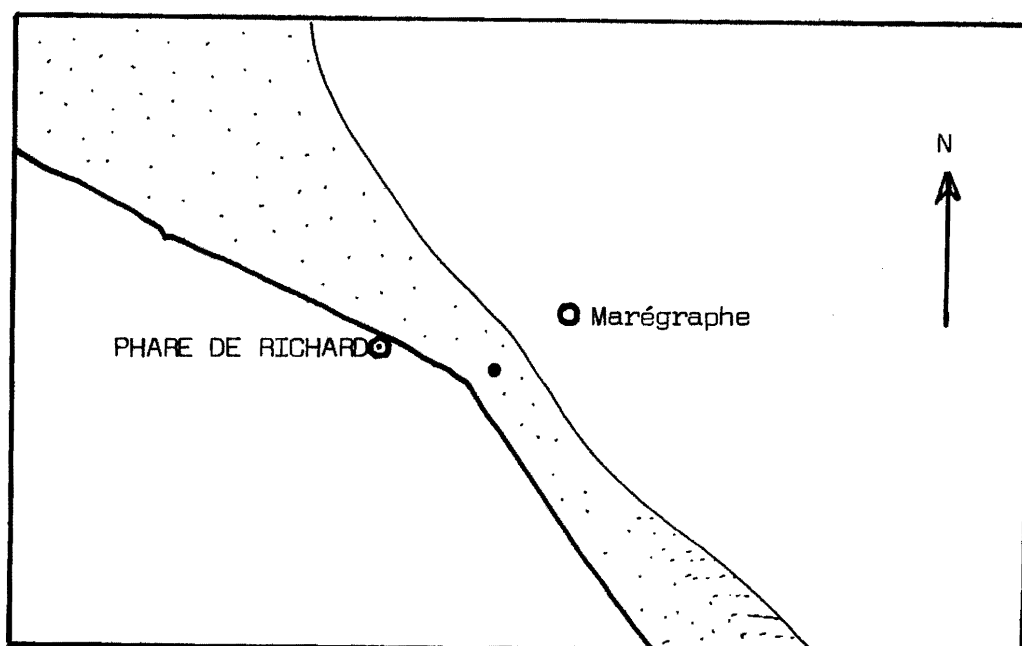
La population de nématodes , fort bien représentée , est homogène tout au long de l'année avec un léger optimum en Septembre (4100 individus / 10 cm²) et un minimum en Novembre (3400 individus / 10 cm²) . Ils trouvent dans cette plage bien drainée de bonnes conditions d'oxygénation , avec probablement

une limitation du développement liée au problème nourriture disponible .

Leur répartition verticale est assez régulière avec toutefois une décroissance à mesure que l'on s'enfonce dans le sédiment . Cet optimum très marqué lié aux premiers centimètres et rencontré dans les autres stations n'a pas été , ici , régulièrement observé .

Les copépodes harpacticoides forment une population de 13 individus / 10cm² en Mai à 43 individus / 10 cm² en Septembre . Ils sont limités aux 5 centimètres supérieurs du sédiment , avec toutefois une extension verticale supérieure à celle des autres stations .

Phare de Richard : pK 78



Une longue berge sablo - vaseuse s'étend rive gauche du pK 75 au pK 90 , avec des passages très vaseux , et d'autres de sable presque pur , et même de véritables "trottoirs de coquilles d'huitres" .

La station retenue , située sous le Phare de Richard , est dans une zone sablo - vaseuse , à forte dominance de sable .

La structure a évolué au cours de l'année . Lors des trois premiers pré -

lèvements (Mars , Mai , Juin), il y avait un placage vaseux de 3 à 4 centimètres sur un sable assez propre . Pour les deux derniers prélèvements (Septembre et Novembre) , la couche sablo-vaseuse était homogène .

La population totale est stable de Mai à Septembre : 3700 à 4100 individus / 10 cm² , puis chute en Novembre à 2600 individus / 10 cm² .

Les nématodes qui constituent là encore l'essentiel de la population ont deux types de répartition verticale , liés à la structure du sédiment . En Mars , Mai , Juin : un fort maximum dans les trois premiers centimètres , puis , discontinuité et un deuxième ensemble présentant lui même un optimum à 6 - 7 centimètres de la surface . Il y aurait deux populations , une liée à la vase , une autre au sable . Celle ci bénéficierait d'une bonne oxygénation grâce à l'importante percolation et ce , malgré le placage vaseux .

Pour les mois de Septembre et Novembre , la structure est plus classique , avec un optimum dans les centimètres supérieurs , mais la circulation de l'eau dans le sédiment permet un développement de la faune assez profondément dans le sédiment .

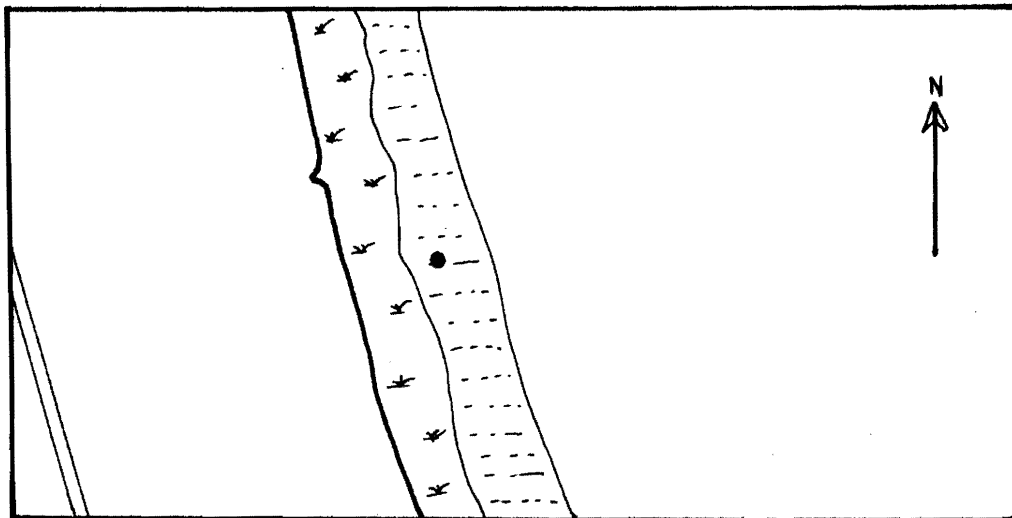
Les copépodes harpactocoïdes ont un cycle annuel assez marqué , avec un minimum de 17 individus / 10 cm² en Mai et un maximum de 68 individus / 10 cm² en Septembre . Ils sont toujours récoltés dans les trois centimètres supérieurs , avec une extension un peu plus profonde quand le sédiment est homogène .

Trompeloup : pK 52

Cette station est située à deux kilomètres en aval de la raffinerie de Pauillac Trompeloup .

L'estran est peu développé , vaseux , formé d'une mince couche de vase fluide

sur un substrat bien consolidé .



La faune totale est de 2900 individus / 10 cm² à 5000 individus / 10 cm² .

La nématofaune forme la quasi totalité du peuplement . Elle présente un optimum estival bien marqué .

La structure verticale , très nette , indique un maximum dans les 5 centimètres supérieurs , correspondant à la vase fluide , puis une chute brusque dans la partie inférieure des carottages .

Les copépodes harpacticoïdes sont peu représentés dans ce biotope , de 5 à 22 pour 10 cm² avec un maximum à l'automne . Ils sont étroitement liés aux trois premiers centimètres du sédiment .

III. COMPARAISON ENTRE LES DEUX RIVES

Si nous comparons d'une rive à l'autre , les prélèvements effectués dans les mêmes zones , nous constatons :

Zone marine :

Les deux biotopes sont sableux , avec une bonne percolation de l'eau à travers le sédiment , assurant une oxygénation favorable au développement en

profondeur de la faune .

La limitation la plus importante au développement de la méiofaune doit être le facteur nourriture .

Le cycle annuel des nématodes est plus accentué rive droite que rive gauche .

La même chose se produit pour les harpacticoïdes de façon encore plus nette .

La distribution verticale des nématodes avec optimum dans l'horizon supérieur et "barrière" à quelque centimètres de la surface pour les copépodes harpacticoïdes est similaire à celle décrite par divers auteurs pour des biotopes semblables .

Zone moyenne :

Des différences notables existent à ce niveau , entre les deux rives , probablement liées à la diversité des deux milieux .

Rive droite - Milieu strictement vaseux , bordé par une végétation importante . Celle ci doit jouer le rôle d'un réservoir potentiel de nourriture (matière organique) mais peut aussi dans certains cas (pourrissement) être un facteur limitatif .

Les nématodes sont très abondants (densités maximales rencontrées) avec un maximum dans la couche supérieure de vase fluide .

Les copépodes harpacticoïdes sont liés aux premiers centimètres du sédiment .

Rive gauche - Biotope sablo-vaseux , présentant selon le niveau considéré les caractères d'une population de sable ou de vase .

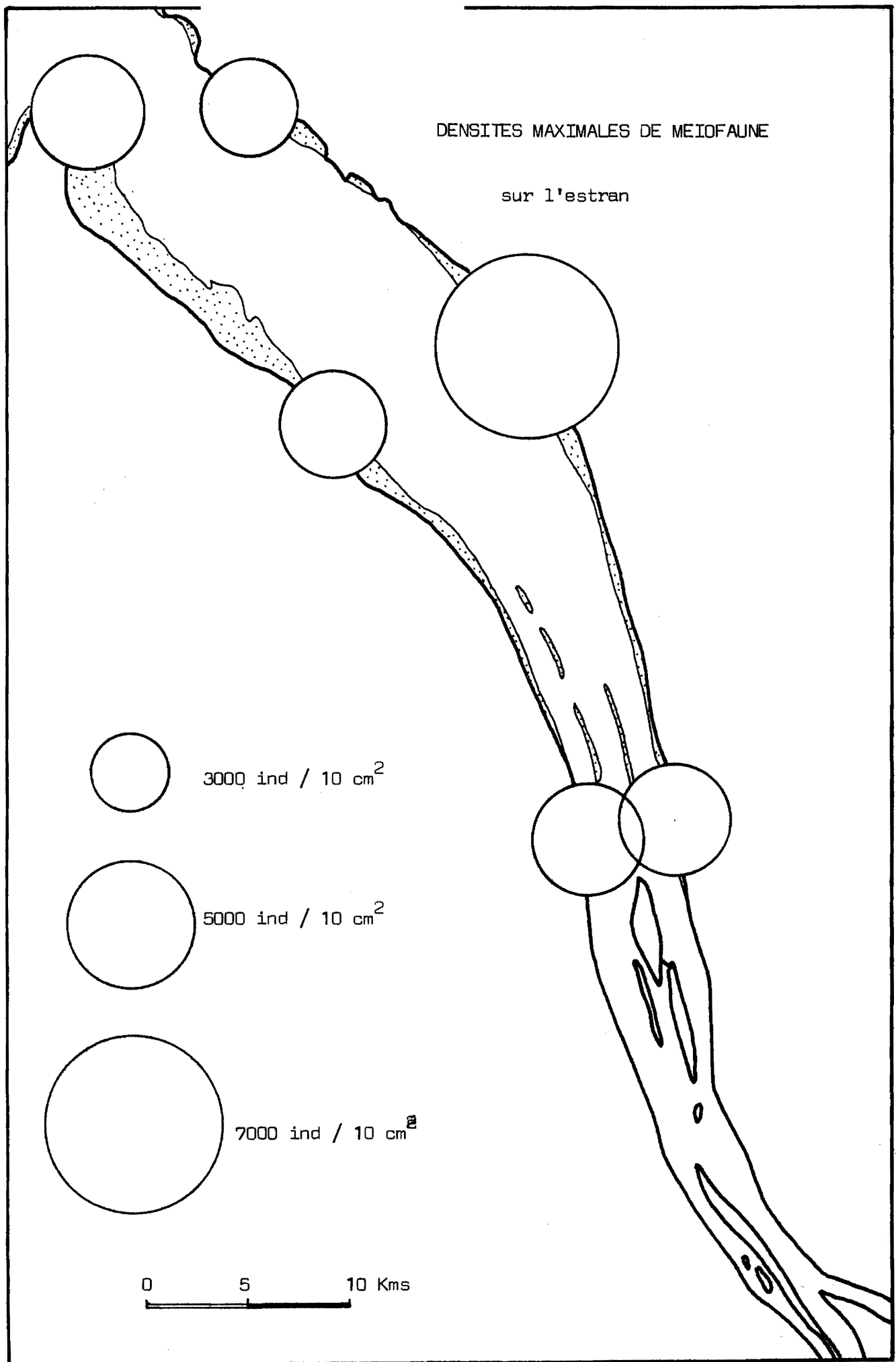
Zone amont :

Grande similitude entre les deux stations . C'est de la vase fluide sur un fond compacté .

Les nématodes sont présents sur toute la hauteur des prélèvements avec un maximum dans la couche supérieure de vase fluide .

Les copépodes harpacticoïdes sont limités aux 3 centimètres supérieurs .

Il n'apparaît pas , dans ce travail , de variation liée à la dessalure .



CONCLUSIONS

L'étude du méiobenthos (comme défini dans l'introduction) est un élément capital de la compréhension d'un écosystème .

La grande importance numérique de ces animaux , ainsi que la maille dimensionnelle qu'ils représentent , les placent à la base de la chaîne alimentaire . Leur cycle de vie relativement court et la décomposition très rapide de leurs cadavres permettent une remise en circuit ("turn over") rapide de la matière organique .

Le travail sur ces groupes se heurte à un certain nombre de contraintes très limitatives .

- échantillonnage difficile : la variabilité numérique et qualitative est telle que des prélèvements extrêmement voisins géographiquement peuvent présenter des caractéristiques très différentes .
- lenteur d'exploitation du matériel : le simple tri conduisant à une évaluation quantitative globale (ce travail par exemple) est déjà , à lui seul , fort long . Cette lenteur est encore plus grande lors d'une étude systématique , demandant souvent un recours aux spécialistes des divers groupes .
- le cycle court de ces animaux , et leur extrême variabilité numérique demanderaient que les prélèvements soient effectués à intervalle de temps très rapprochés pour obtenir des renseignements précis sur la "standing crop" et la productivité du milieu .

L'intérêt de ces groupes nous a conduit à entamer une étude du méiobenthos de l'estuaire de la Gironde . L'absence de travaux antérieurs , les

contraintes exposées ci dessus et les impératifs logistiques ont imposés le schéma de travail préliminaire suivant :

- Quelques prélèvements situent la richesse relative des différents milieux
- Une série de prélèvements tendent à déterminer l'influence possible de la marée .
- Des prélèvements sur l'estran , en trois zones caractéristiques de l'estuaire et couvrant les principaux biotopes . Ces prélèvements donnent une idée de l'évolution saisonnière et de la zonation verticale .

L'estuaire s'est révélé être un milieu riche en méiofaune : jusqu'à 7500 individus / 10 cm² sur l'estran avec des valeurs moyennes de l'ordre de 4000 à 5000 individus / 10 cm² . Un certain nombre de zones de richesse sont apparues :

jusqu'à 500 ind. / 10 cm² : bancs de sable en remaniement permanent

de 500 à 1000 " " " " : zone de l'embouchure

chenal de navigation , toujours beaucoup moins riche que les zones avoisinantes .

de 1000 à 5000 " " " : estran sableux ou vaseux avec une richesse plus grande pour les vases .

de 5000 à 7000 " " " : estran vaseux , dans des zones où une couverture végétale importante joue le rôle de piège et source de nourriture .

La marée ne semble avoir aucune influence directe sur la richesse du fond ; mais par les violents courants qu'elle engendre , elle a un rôle limitatif important . En effet , que ce soit le chenal de navigation où bien les bancs de sable continuellement en mouvements , les zones agitées sont toujours moins riches que les espaces voisins plus calmes .

La distribution verticale est très classique : une colonisation de

toute la partie prospectée (15 cm) par les nématodes qui représentent à eux seuls la majorité de la population . L'optimum de développement se situe vers 4 - 5 cm et il y a une chute brusque de la densité en dessous de 7 - 8 cm environ .

Pour les copépodes harpacticoides , l'optimum se trouve vers 2 - 3 cm et il existe une véritable barrière à 4 - 5 cm .

Pour ces deux groupes , une bonne oxygénation du sédiment est nécessaire et dans certains cas , une réduction trop importante du milieu devient un facteur limitatif .

LES PEUPELEMENTS MACROBENTHIQUES DE L'ESTUAIRE

INTRODUCTION

1/ LE CADRE HYDROLOGIQUE

CARTE N° 1: répartition mensuelle des salinités.

SCHEMA N° 2: évolution des écarts des salinités au cours des marées de moyens et faibles coefficients, entre étiage et crue.

CARTE N° 3: variations des amplitudes des écarts des salinités tout au long de l'Estuaire, au cours d'une année.

2/ LES PEUPELEMENTS BENTHIQUES

CARTE N° 4: les peuplements benthiques de l'embouchure.

PEUPELEMENTS DES SABLES VASEUX MARINS ET ESTUARIENS.

CARTE N° 5: répartition actuelle des Macoma balthica.

CARTE N° 6: les peuplements à Macoma balthica entre Meschers et Talmont (rive droite).

CARTE N° 7: les peuplements à Macoma sur la plage des Nonnes

PLANCHES 8 et 9: Les sables vaseux à Macoma et leurs relations avec la morphologie des chenaux et des estrans de la rive droite.

CONCLUSIONS

LES PEUPELEMENTS MACROBENTHIQUES DE L'ESTUAIRE

INTRODUCTION

Il ne s'agira dans ce chapitre, que des peuplements strictement benthiques: faune ENDOGEE.

Les travaux en cours sur le Nectobenthos doivent faire l'objet d'un rapport spécial, étant donné l'importance de cette faune dans l'Estuaire.

Les prélèvements dans les chenaux ont été effectués à la benne BSA 200 et à la benne SHIPEK. Respectivement 56 stations et 36 stations.

Dans la partie technique de ce rapport, nous avons décrit les avantages et les inconvénients de ces engins. Les résultats que nous exprimons ici sont donc globaux, ce qui ne justifie pas pour l'instant une cartographie détaillée.

Nous restons persuadés que sur ce canevas, et avec les moyens techniques appropriés que nous avons élaborés, nous serons amenés à apporter des modifications fondamentales sur les aspects qualitatifs et quantitatifs des peuplements benthiques.

Les prélèvements sur les estrans ont été effectués exclusivement sur la rive droite, et sur les zones sableuses ou sablo-vaseuses en aval du PK 85. Les méthodes utilisées sont décrites plus haut et traditionnelles.

Pour une exploration quantitative, il est évident que la méthode "bêche et tamis" est fort peu rentable. La surface prélevée doit être égale ou supérieure au mètre carré, et le volume à filtrer, égal ou supérieur à 200 litres (plus de 200 kilos).

Il est difficile de faire plus de deux ou trois prélèvements par marée.

Les résultats d'hydrologie, restreints certes, dans le temps sont destinés uniquement à replacer les peuplements dans ce gradient de dessalure que représente l'Estuaire.

- Cette hydrologie sera présentée tout d'abord.
- Nous examinerons ensuite les peuplements benthiques de l'embouchure et de l'entrée de l'Estuaire, en les reliant au cadre morphologique et sédimentaire.

1/ LE CADRE HYDROLOGIQUE

Cette étude est abordée ici avec l'arrière pensée de déterminer l'enveloppe générale de la position moyenne des masses d'eau, pour expliquer ultérieurement les cassures observées dans la répartition des peuplements benthiques, et l'évolution probable de ces cassures dans le temps.

Nous ne considérerons ici que l'évolution des salinités en surface et sur le fond, à basse mer.

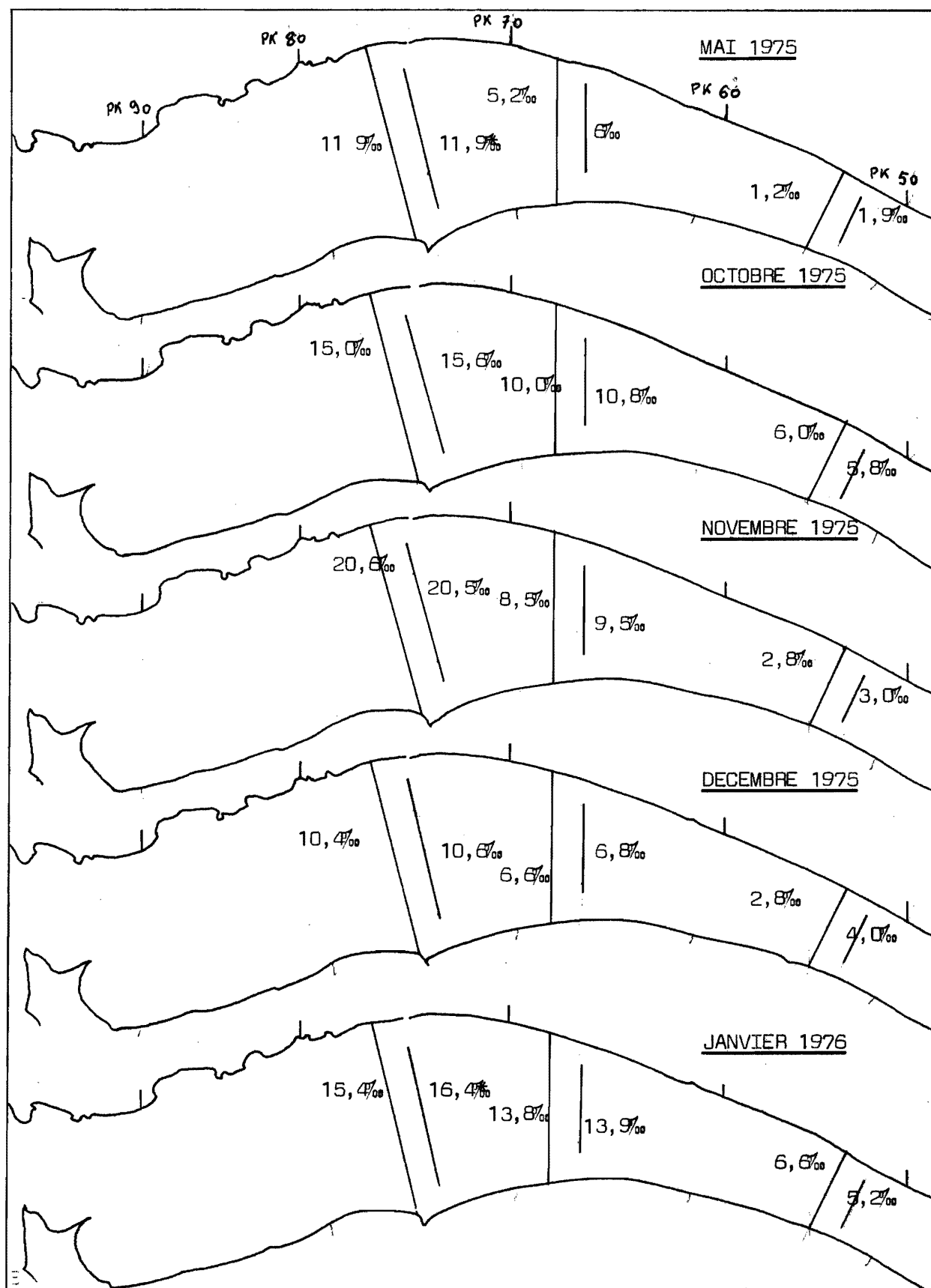
La CARTE 1 représente un résumé de nos mesures, mois après mois. On peut constater en gros que les valeurs trouvées en surface sont celles rencontrées sur les bancs et rives émergées à haute mer.

Ici, les valeurs absolues n'entrent que peu en ligne de compte, la faune estuarienne étant eurytherme et euryhaline. Nous ne considérons que:

- la pénétration des eaux du large et ses affrontements avec les eaux de l'estuaire et du fleuve. Elle détermine l'intrusion de la faune marine.
- l'amplitude des écarts saisonniers et annuels qui déterminent l'euryhalinité et par là, la stabilité des peuplements, ou leur instabilité.

Le SCHEMA GENERAL N° 2 est tiré des valeurs brutes des mesures. Il résume l'évolution des écarts des salinités au cours des marées de moyens et faibles coefficients entre les périodes de crue et d'étiage. Nous rapellons que les mesures exploitées sont celles de la basse mer.

Les valeurs indiquées au PK 90 sont celles tirées du travail de G. ALLEN.



SALINITES RELEVÉES A BASSE MER, DU MOIS DE MAI 1975 AU MOIS DE JANVIER 1976

Les mesures ont été faites aux basses mers de coefficient moyen, en surface (grand trait) et sur le fond (petit trait) . CARTE N° 1

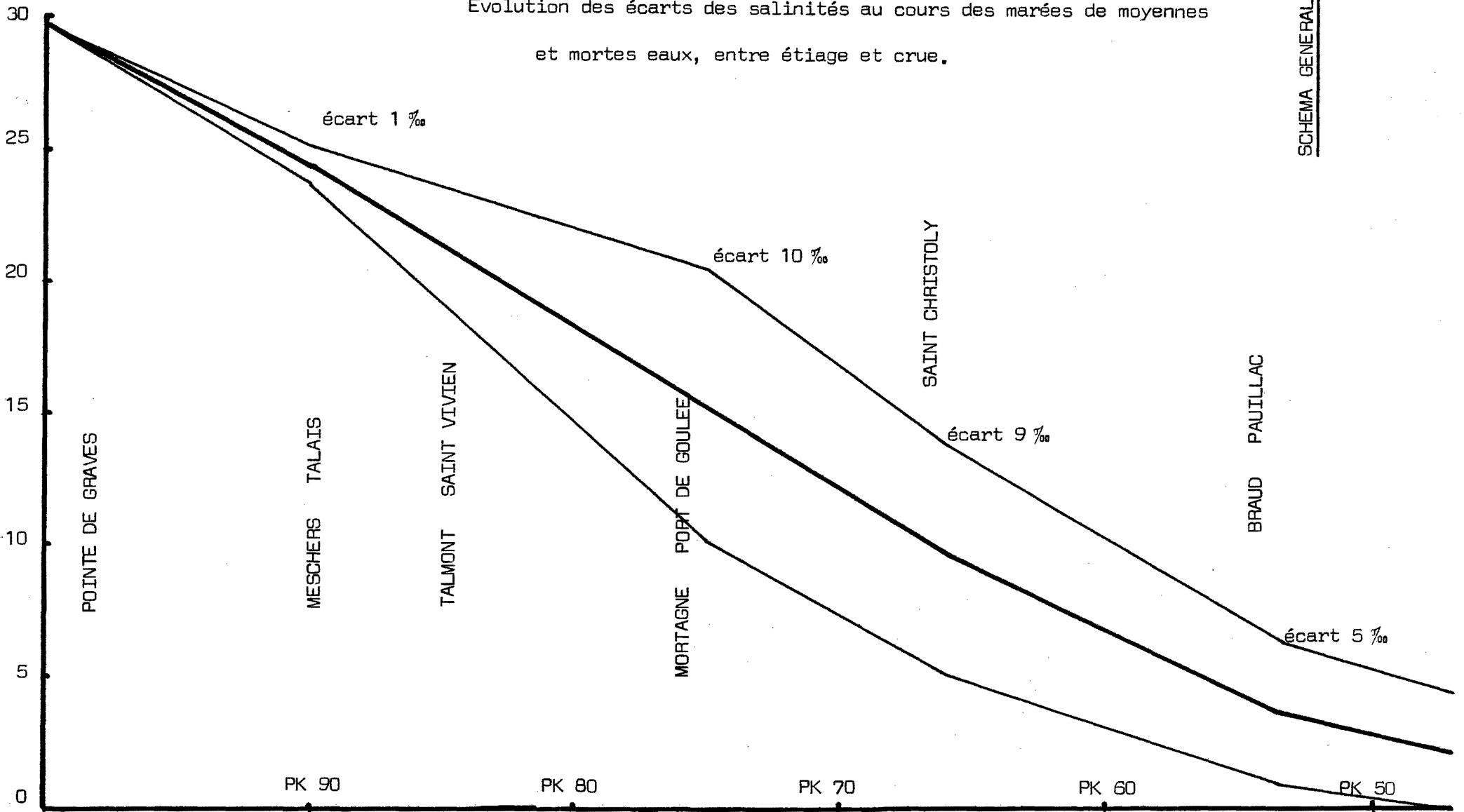
Les stations sont dans l'axe de l'estuaire.

SCHEMA N° 2

SCHEMA GENERAL N° 2

SCHEMA GENERAL N° 2

Evolution des écarts des salinités au cours des marées de moyennes
et mortes eaux, entre étiage et crue.



Ce graphique donne l'enveloppe générale des variations des salinités (maxima et minima) et le gradient général de dessalure entre Cordouan et le PK 52. Au PK 35 (non indiqué sur les courbes, les mesures donnent des salinités comprises entre 2‰ et 0‰.

La courbe inférieure du fuseau donne les salinités les plus faibles supportées par le benthos, pour une marée de coefficient moyen. Ces salinités peuvent être encore inférieures pour les marées de forts coefficients, mais leur influence sur la faune est limitée dans le temps.

On peut considérer qu'en aval du PK 95, les eaux de l'embouchure sont marines.

La courbe centrale représente les moyennes annuelles graphiques, non calculées, des salinités benthiques.

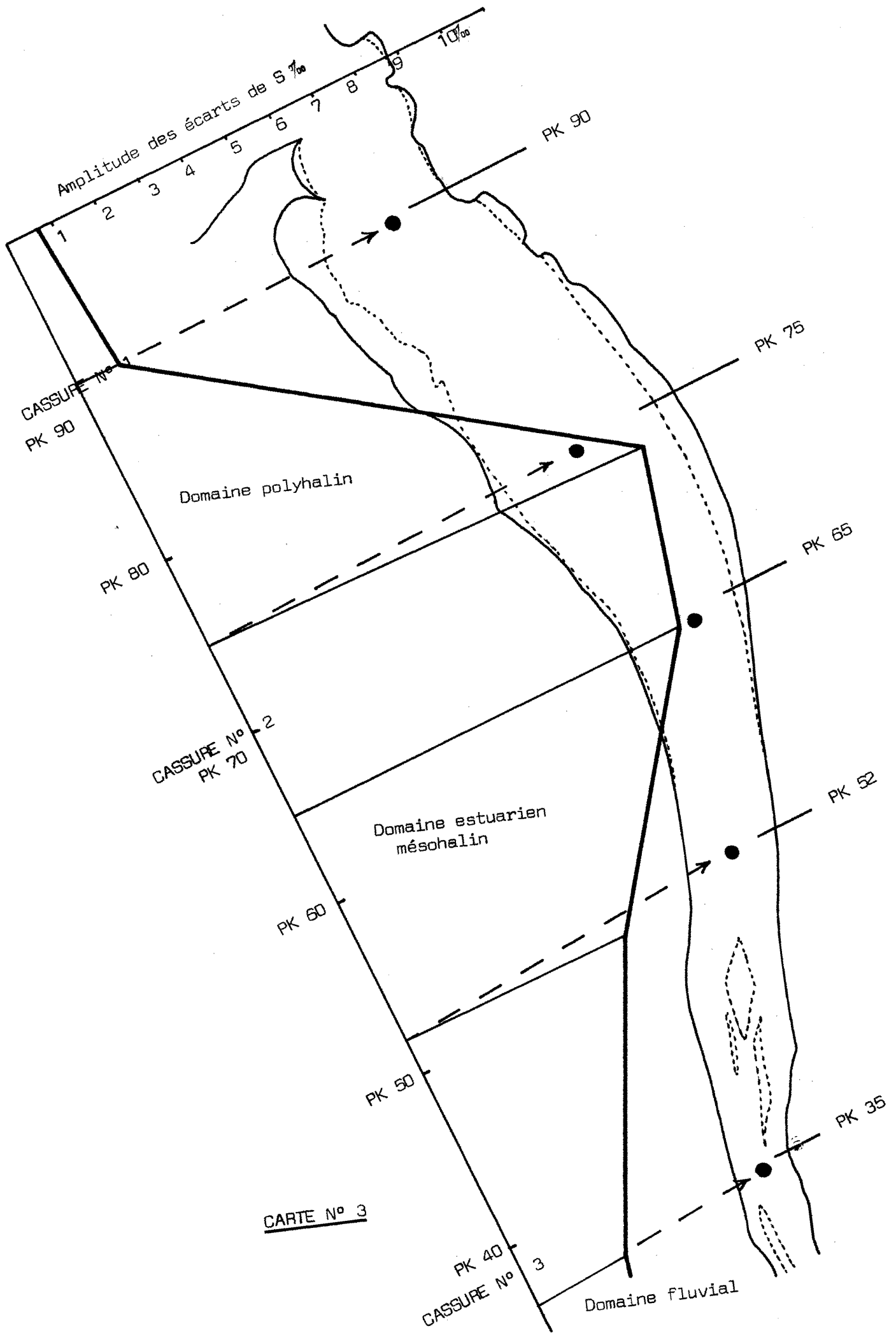
Nous donnons ci-dessous les moyennes arrondies pour chaque point kilométrique, de l'amont à l'aval, en 1975.

PK 50 : 3‰	PK 80: 18‰
PK 60: 7‰	PK 90: 24‰
PK 70: 12‰	PK 100: 30‰

La CARTE GRAPHIQUE N° 3 des variations des amplitudes des écarts des salinités tout au long de l'estuaire au cours d'une année donne la zonation hydrologique que l'on pourra relier à la zonation biologique.

Nous relevons trois cassures dans la courbe:

- la première, au PK 90, qui délimite le domaine marin océanique, du domaine marin polyhalin.
- la deuxième, au PK 70, qui délimite le domaine polyhalin du domaine estuarien.
- la troisième, au PK 35, qui délimite le domaine fluvial situé en amont, du domaine estuarien.

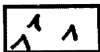






Il est probable, et cela est à suivre, que ces amplitudes de variations évoluent d'une année à l'autre. Il est à remarquer aussi que l'année 1975 a été très peu pluvieuse.

2/ LES PEUPELEMENTS BENTHIQUES

La CARTE N° 4 représente la synthèse de ce que nous savons de la répartition des peuplements benthiques de l'embouchure. Les difficultés techniques rencontrées, ne nous ont pas encore permis de faire une carte plus détaillée, et une analyse plus poussée des peuplements.

Quatre types de peuplements peuvent être retenus:

- | | |
|---|--|
|  | - sables propres marins à <u>Donax vittatus</u> (lamellibranche) |
|  | - sables dunaires marins à <u>Spisula solida</u> (lamellibranche) |
|  | - sables marins à <u>Tellina tenuis</u> (lamellibranche) |
|  | - sables vaseux marins et estuariens à <u>Macoma balthica</u> (lamellibranche) |
-  La présence de coquilles fraîches de Venus gallina et de Mactra

corallina sur les laisses de haute mer indiquent que les sables fins à Venus sont certainement très proches des sables à Tellines. Il ne nous a pas encore été possible de les localiser.

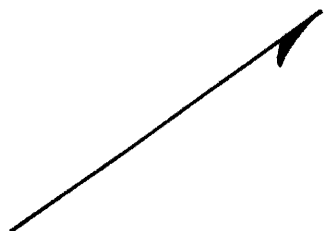
La mobilité extrême des fonds, en particulier des riddens à Spisules entraîne une instabilité remarquable des peuplements.

Cette mobilité, qui accompagne les courants violents ne permet pas à la faune endogée de s'installer de façon durable dans les chenaux ou sur les bancs de graviers. D'où une grande oligospécificité.

Une faune spéciale accompagne les sédiments en transport au-dessus des fonds, ainsi que les dunes hydrauliques. C'est le Nectobenthos..

CARTE GÉNÉRALE N° 5

Bonne Anse



CORDOUAN



fonds sableux très perturbés,
peuplement essentiellement nectobenthique.

fonds de
graviers

Zone présumée de peuplements à Venus

St PALAIS

SOULAC

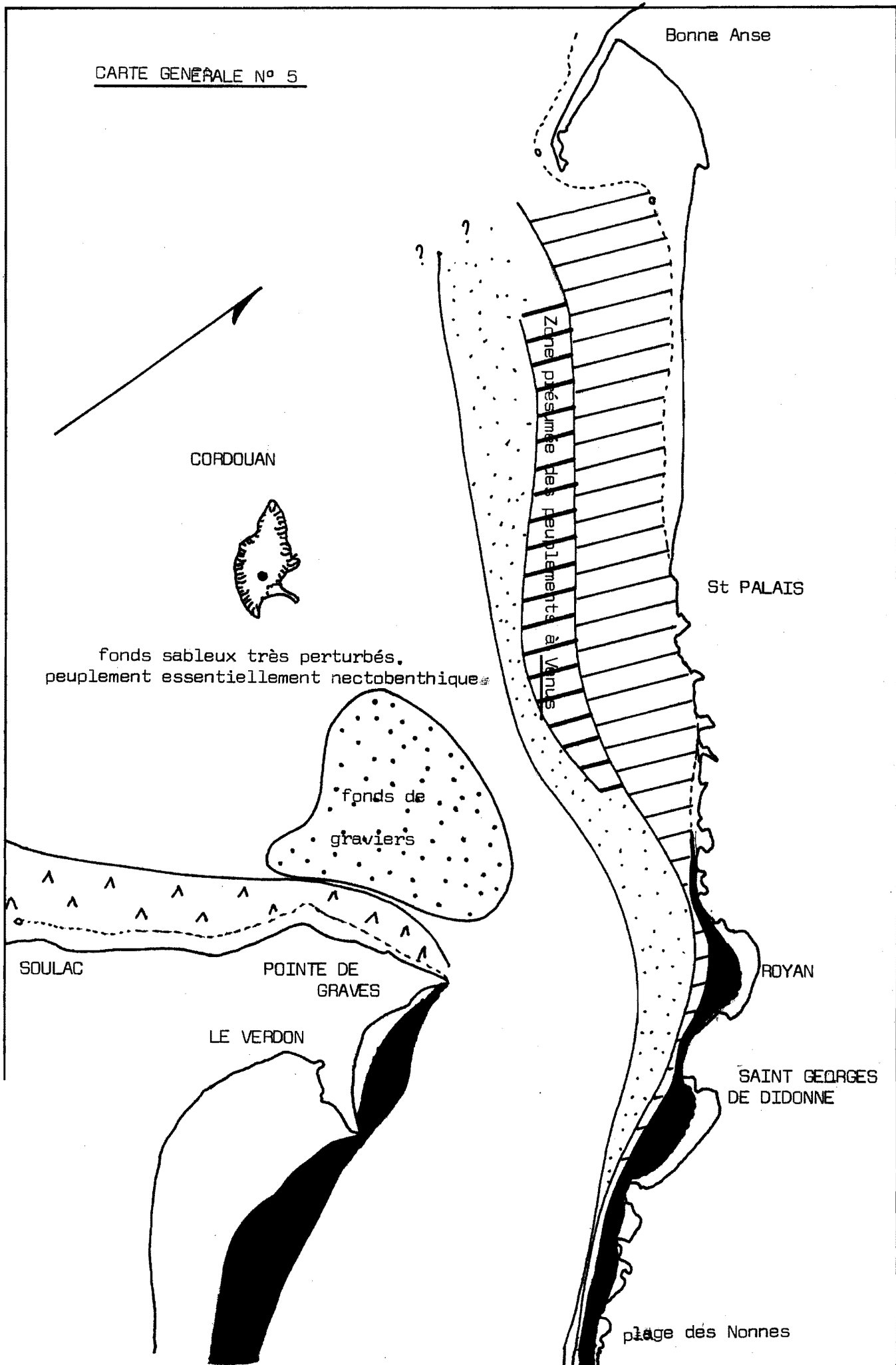
POINTE DE
GRAVES

ROYAN

LE VERDON

SAINT GEORGES
DE DIDONNE

plage des Nonnes



Son étude n'est pas encore abordée en aval du PK 90, faute de moyens navals suffisants.

Sur le canevas que nous présentons ici et qui est notre base de travail, nous apporterons en 1976 des précisions quantitatives surtout. Actuellement, seule l'étude des peuplements des sables vaseux a pu être abordée convenablement.

PEUPELEMENT DES SABLES VASEUX MARINS ET ESTUARIENS

Les sables vaseux à Macoma balthica et ses prolongements dans les hauts niveaux exondables, en?

- sables vaseux à Scrobicularia plana
- sables à Arenicola marina

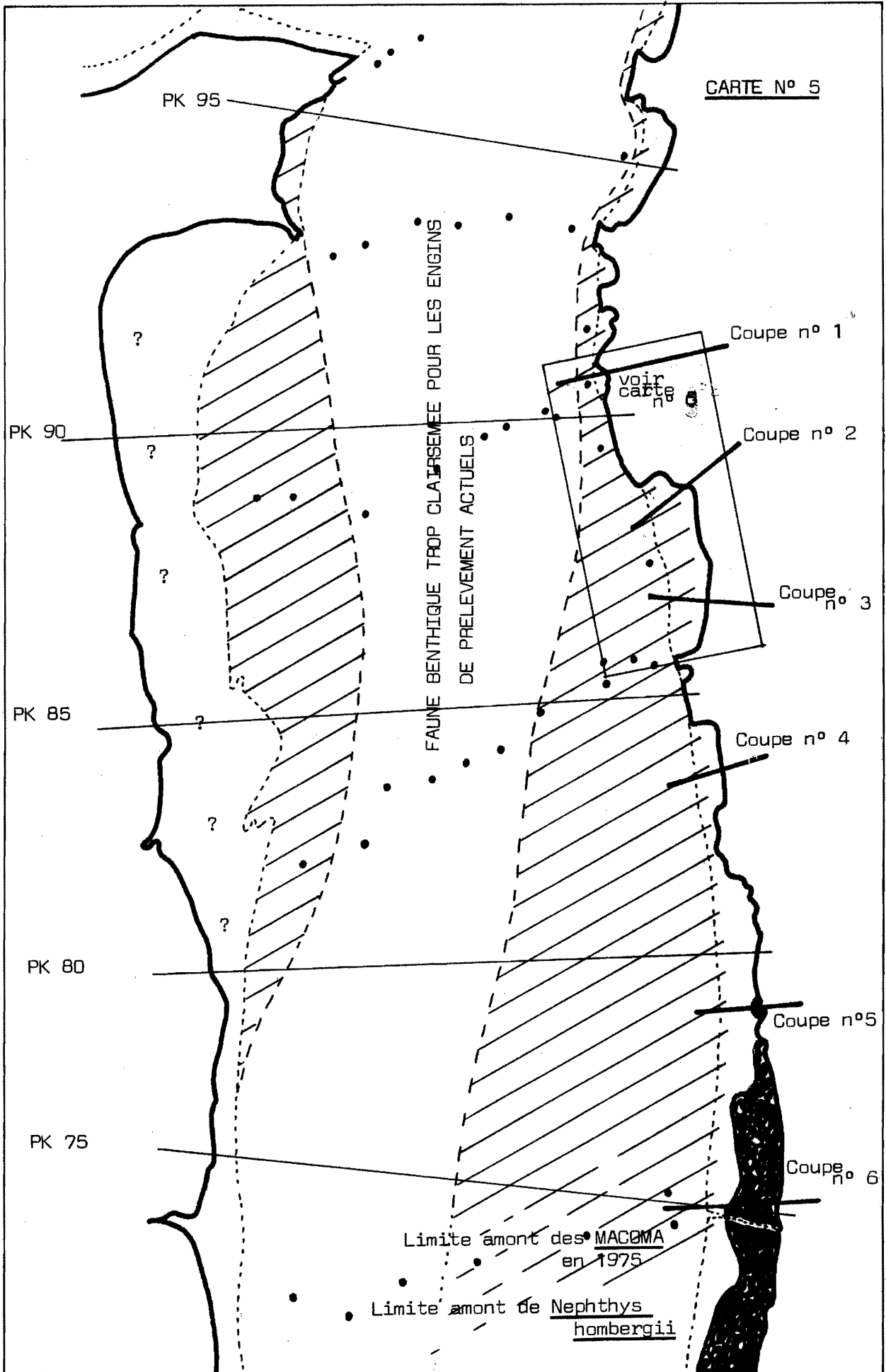
sont plus accessibles avec des moyens traditionnels.

Il est possible de les relier aux peuplements toujours immergés, de définir leur état optimal et leur dégradation.

Macoma balthica est l'espèce éminemment caractéristique. L'estuaire de la Gironde est sa limite sud d'extension. C'est une espèce eurytherme froide, donc sensible dans notre région,

- à l'élévation des températures dues à la présence toute proche des masses d'eaux lusitaniennes qui occupent le fond du Golfe,
- à une élévation de températures accidentelle naturelle ou due à une pollution industrielle.

La CARTE GENERALE N° 5 indique la répartition actuelle des Macoma.



La limite amont passe par le PK 70 où l'amplitude des variations des salinités est maximale, c'est à dire à la cassure hydrologique n° 2: séparation du domaine polyhalin du domaine estuarien.

La limite aval coïncide avec l'apparition des Ridden, indice d'une instabilité permanente des fonds.

Sur le talus envasé du chenal de la rive droite, où la sédimentation est fine et la morphologie relativement stable, on retrouve le peuplement.

La disparition des Macoma paraît totale en aval du PK 98, où elle serait remplacée, sur sables de plus en plus purs, par les Tellines.

Sur la rive gauche, les Macoma sont abondantes (malgré les points d'interrogation de la carte). Nous connaissons encore mal cette rive.

Il semble intéressant d'examiner plus en détail le cartouche indiqué sur la carte 5, et qui fait l'objet de la carte 6

CARTE N° 6.

Nous retrouvons essentiellement trois peuplements:

a) Peuplement à Macoma balthica

De - 10 m au zéro des marées : Macoma + Nephtys hombergii.

Du 0 des marées à + 2 mètres: Macoma + Nephtys caeca.

b) Peuplement à Scrobicularia plana + Nereis diversicolor

Dans ces sables vaseux, la densité (baie de Meschers), des Scrobiculaires atteint 80 individus par mètre carré.

c) Peuplement à Arenicola marina.

Ces sables sont relativement peu vaseux et le peuplement disparaît en amont de Talmont.

La courbe de niveau, limite supérieure de ces deux peuplements

Plage des Nonnes

CARTE N° 6

Zone à Arenicola marina (plage des Nonnes)

Zone à Scrobicularia plana :::::

Zone à Macoma balthica + Nephtys caeca //

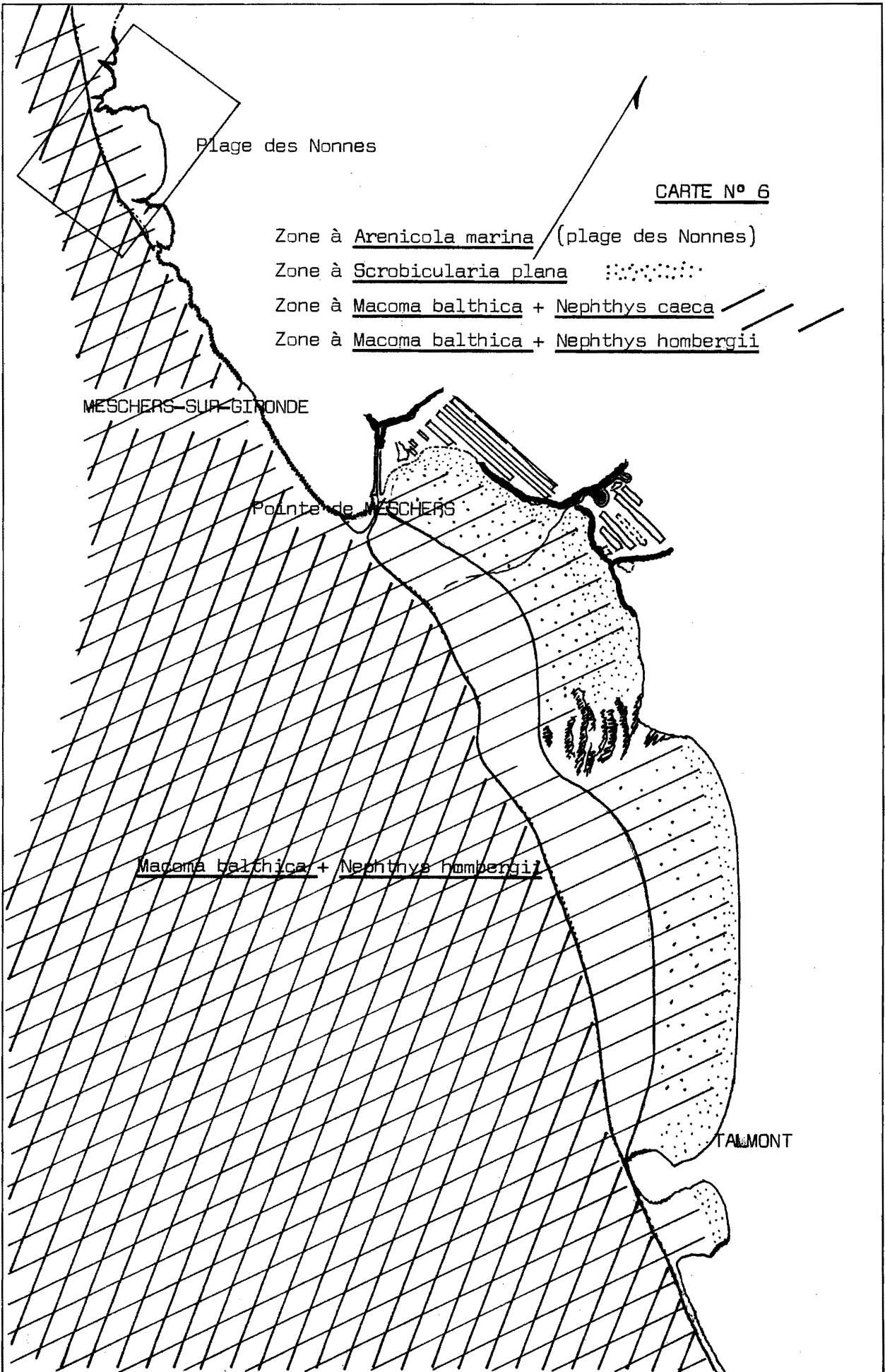
Zone à Macoma balthica + Nephtys hombergii //

MESCHERS-SUR-GIRONDE

Pointe de MESCHERS

Macoma balthica + Nephtys hombergii

TALMONT



se situe à environ + 4 m au-dessus du zéro des marées, soit à 1 m environ au-dessus du zéro NGF.

La dégradation des peuplements exondables est nette dès que s'installe le schorre à Spartina stricta, Salicornia herbacea, Puccinella maritima, c'est à dire dès le PK 80, à Saint Seurin d'Uzet.

CARTE N° 7, plage des Nonnes (voir cartouche sur la carte N° 6)

Cette plage représente un raccourci de la répartition des peuplements sur une plage sableuse.

Nous avons déterminé 6 zones relativement distinctes les unes des autres (en comptant ce que nous savons des zones toujours immergées).

a) Sables propres à Arenicola marina.

Densité: 12 / m².

Les sables vaseux à Scrobiculaires n'existent pas sur cette plage.

b) Sables vaseux à Macoma + Microspio atlantica.

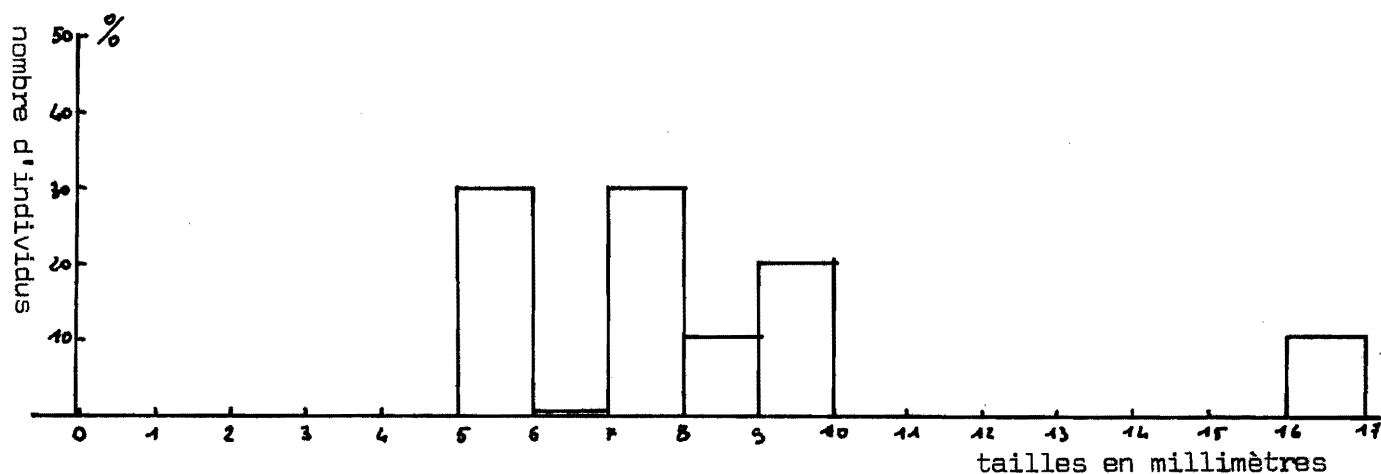
Teneur en eau du sédiment: 19 %

Teneur en Pélites: 8%

Poids sec des débris végétaux / m²: 1,487 gr.

Abondance des Macoma: 10 individus / m².

Histogramme de fréquence des tailles des Macoma:

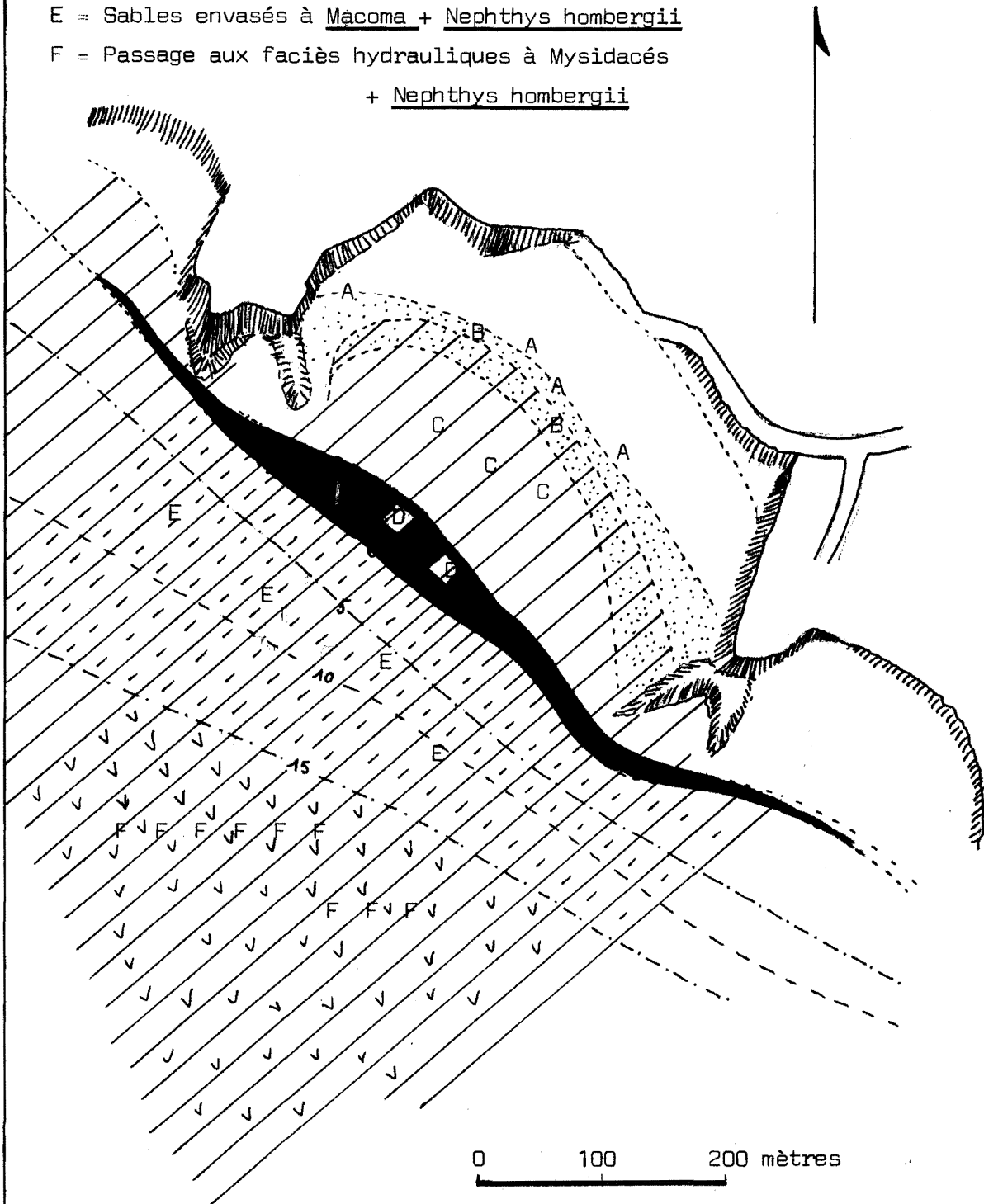


PLAGE DES NONNES

CARTE N° 7

Exemple de succession des peuplements, des hauts de plage sableuse aux fonds de chenaux envasés.

- A = Sables à Arenicola marina
- B = Sables à Macoma balthica + Microspio atlantica
- C = Sables envasés à Macoma balthica + Nephtys caeca
- D = Sables envasés à Macoma balthica + Abra alba
- E = Sables envasés à Macoma + Nephtys hombergii
- F = Passage aux faciès hydrauliques à Mysidacés + Nephtys hombergii



Le faible nombre de jeunes individus indique un recrutement hasardeux et un vieillissement de la population.

c) Sableux vaseux à Macoma balthica + Nephtys caeca

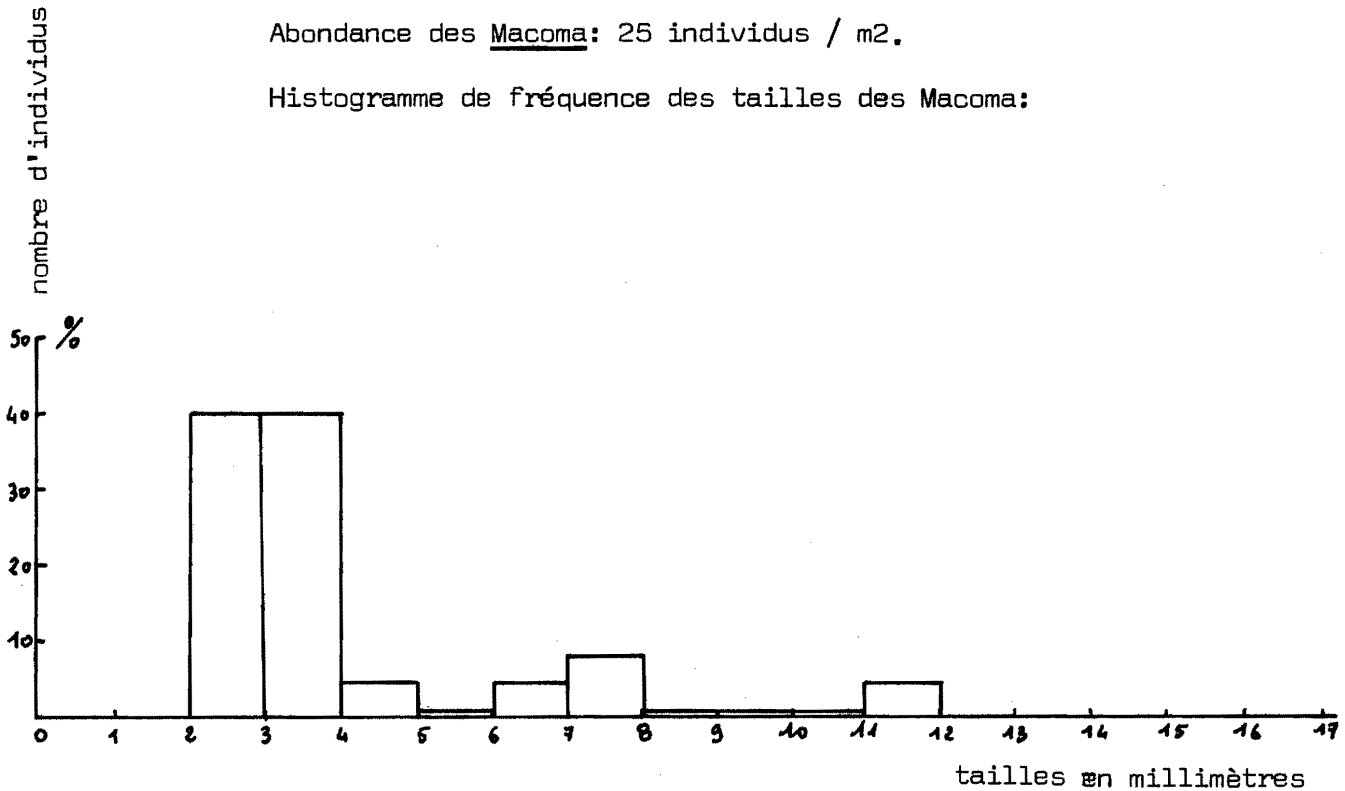
Teneur en eau du sédiment: 22 %

Teneur en Pélites: 17,5 %

Poids sec de débris végétaux / m²: 2,823 gr.

Abondance des Macoma: 25 individus / m².

Histogramme de fréquence des tailles des Macoma:



Les jeunes installés au printemps indiquent un bon recrutement.

La population semble stable.

La biomasse et la production de ces fonds peut être intéressante

c) Sables très envasés à Macoma + Abra alba.

Ce faciès est installé en bordure du chenal et sur le talus. Impraticable à pied, il sera à étudier à marée haute, avec le préleveur à turbines.

d) Sables très envasés à Macoma + Nephtys hombergii.

Ce faciès descend jusqu'à - 10 mètres. Le problème de prélèvement est le même.

e) Sables peu envasés à Nephtys hombergii sans Macoma avec Mysidacés. Ce type de fond est une transition avec les faciès hydrodynamiques proches, très instables, sur lesquels les Polychètes peuvent encore subsister avec les éléments nectobenthiques, mais plus les Lamellibranches mangeurs de film superficiel type Macoma.

Le nombre d'espèces de ces sables vaseux est donc réduit à quelques espèces spécialisées. Il est possible d'y ajouter les Crevettes Crangon crangon et Palaemon serratus, abondants et détritivores.

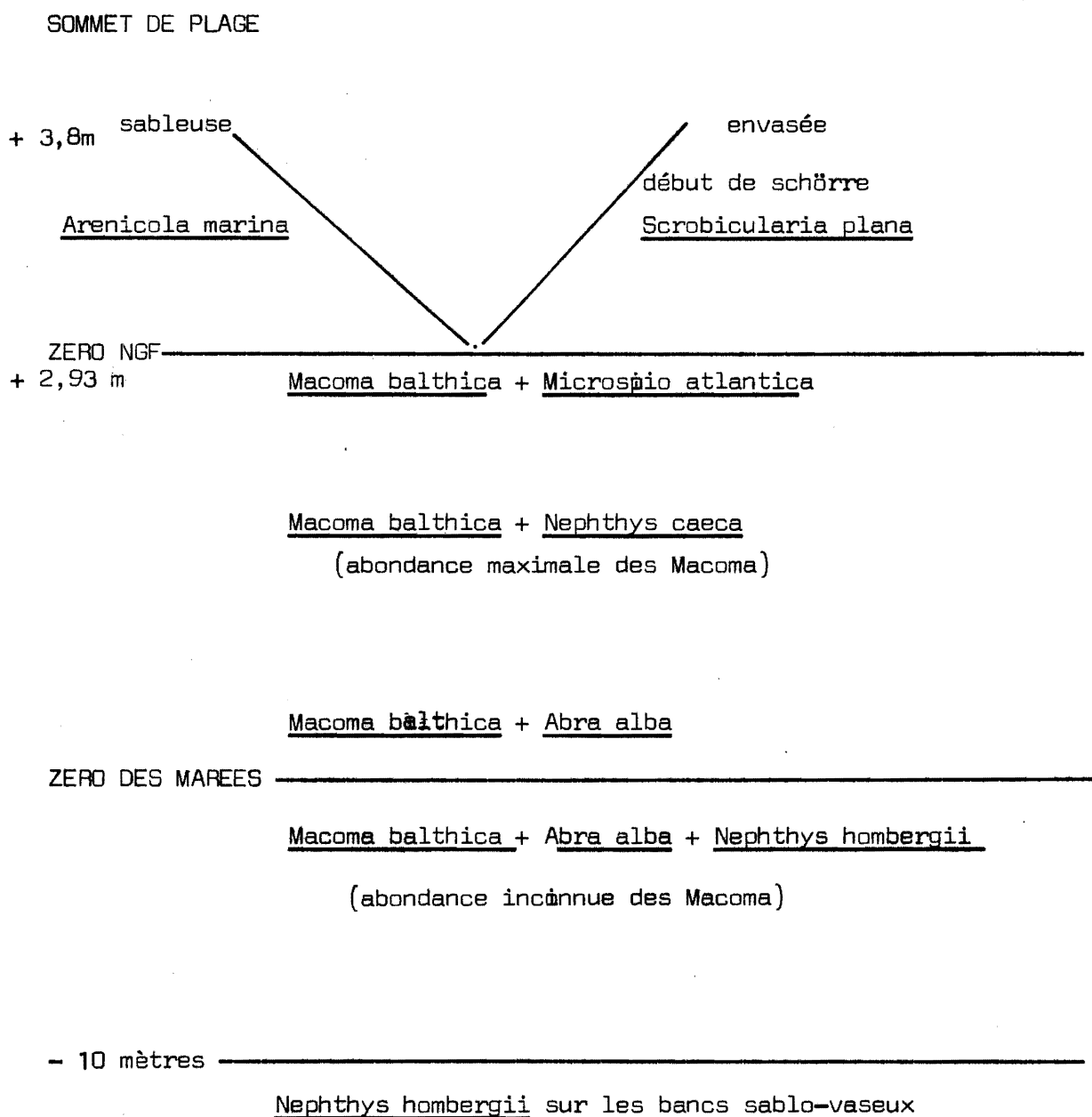
Il est évident qu'une étude quantitative de ces peuplements marins est urgente. Les biomasses paraissent importantes et utilisables par les Poissons benthiques tels que Bars, Carrelets, Soles, Maigres, abondants sur cette côte, et qui sont les prédateurs de ces espèces.

Enfin, seule une étude quantitative nous donnera le schéma exact de la dégradation du milieu avec:

- l'envasement
- la dessalure
- les élévations de températures
- les variations des vitesses des courants
- les apports de débris végétaux et leur dégradation par l'activité microbienne
- les polluants que les organismes filtreurs concentrent.

Nous avons vu en effet que la teneur en vases et la teneur en débris végétaux conditionnent l'installation de ces peuplements qui sont formés de mangeurs de détritits déposés ou en transport: (17,5 %

REPARTITION DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES SUR LA RIVE DROITE
ENTRE LES PK 87 ET 92



de pélites et 2,623 grammes de débris végétaux par mètre carré dans le meilleur des cas).

PLANCHES 8 ET 9: les sables vaseux à Macoma et leurs relations avec la morphologie des chenaux et des estrans.

Cette morphologie sous-marine suit les modalités d'érosion et d'envasement dues aux vitesses très variables des courants, et de transport des sédiments.

Il nous a paru intéressant de suivre la dégradation progressive du peuplement à Macoma, puis sa disparition au niveau du PF 75, disparition liée à la fois à la dessalure, mais aussi à la sédimentation fine de plus en plus intense.

La carte N° 5 porte la position des coupes perpendiculaires à la côte des planches 8 et 9.

Sur ces planches, le trait épais représente le peuplement à Macoma. Les pointillés indiquent le peuplement à Arenicoles. Les hachures indiquent le peuplement à Scrobiculaires.

- Coupes 1 - 2 - 3.

A ce niveau de l'estuaire (PK 90 à PK 85) le peuplement est le plus riche. Sédimentation et érosion paraissent équilibrées sur le talus du chenal. Les sédiments fins se déposent selon un rythme lent. Le transport est efficace.

La pente de la plage au-dessus du zéro des marées est forte, 3 à 4%. La zone exondable est nettement CONCAVE et peut être éventuellement érodée (coupe 2 "La Cabane" où les vases à Scrobiculaires sont décapées par un fort courant. La mortalité des Scrobiculaires est élevée).

PLANCHE N° 8

échelle des distances: 1/25.000 e
 échelle des hauteurs: 1/ 500 e

COUPE 1: plage des Nonnes + 5 m.

500 m.

pentés: de + 3m au 0 NGF: 3%
 du 0 NGF au 0 des marées: 1,7 %
 du 0 des marées à -15 m: 8,5 %

COUPE 2: pointe de Meschers

pentés: de + 3m au 0 NGF: 3%
 du 0 NGF au 0 des marées: 0,5%
 du 0 des marées à -15 m: 10%

COUPE 3: la Cabane

pentés: identiques à coupe 2

COUPE 4: baie de Chant-Dorat

pentés: de + 5 mètres au 0 NGF: 4%
 du 0 NGF au 0 des marées: 0,5%
 du 0 des marées à -10 m: 1,6%

début de sédimentation.

0 NGF
 0 marées

- 5
 - 10
 - 15
 - 20 m

0 NGF
 0 marées

- 5
 - 10
 - 15 m

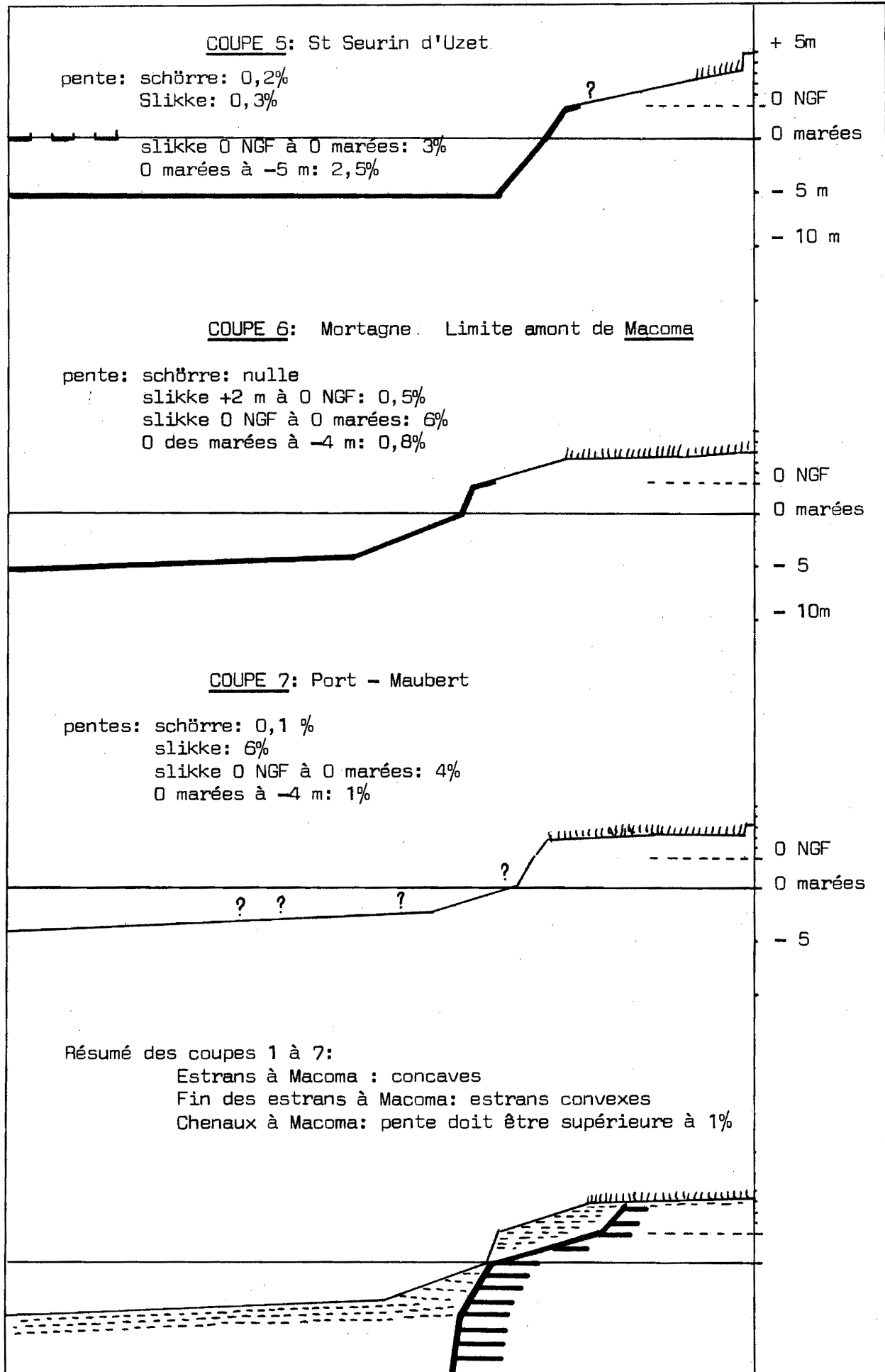
0 NGF
 0 marées

- 5 m
 - 10
 - 15 m

0 NGF
 0 marées

- 5

PLANCHE N° 9



- Coupe 4. PK 84.

On assiste à un début d'envasement. La pente du talus du chenal est faible: 1,6 %.

- Coupe 5. St Seurin d'Uzet.

Le premier schörre apparait sur une pente à 0,2 %.

Le talus du chenal a une pente de 2,5 % et le fond du chenal est plat.

La pente de la Slikke, du zéro NGF au zéro des marées devient CONVEXE, avec une pente de 3 %.

- Coupe 6. Mortagne.

Limite amont des Macoma.

Le schörre est bien installé et la pente de la slikke atteint 6%

La sédimentation est forte sur les berges.

La pente du talus est de 0,8 %, ce qui indique aussi un envasement important.

- Coupe 7. Port-Maubert.

Nous n'avons pas retrouvé de Macoma, ni trace d'aucun peuplement benthique. Mais cela reste à vérifier encore.

La pente du talus est constante.

En résumé, pour le maintien du peuplement à Macoma, en dehors du gradient de dessalure, vitesses de courants et vitesses de sédimentation paraissent être telles que:

. la pente du chenal soit supérieure à 1 %

. la pente de l'estran, du zéro des marées au zéro

NGF soit comprise entre 0,5 et 3%.

D'où, la nécessité de courants sur le fond limitant un envasement trop intense et assurant un transport de débris fins.

Ces vitesses de courants et ces taux de sédimentation sont à surveiller.

CONCLUSIONS

Les peuplements benthiques de l'Estuaire sont caractérisés par un très petit nombre d'espèces.

Le peuplement des sables vaseux à Macoma nous paraît fondamental et son étude est à approfondir.

- les espèces sont très euryhalines et eurybathes (+ 2,50 m à - 15 m).

- Macoma balthica (eurytherme froide) , abondante et caractéristique est susceptible de nous donner une idée des fluctuations du milieu.

- les espèces sont détritivores et filtrauses (comme la majorité des espèces Nectobenthiques et planctoniques rencontrées). Les débris en circulation dans l'Estuaire représentent un tonnage important à définir.

- le peuplement dans son ensemble est sensible à la dessalure.

- il est sensible aussi aux élévations de températures.

- il est sensible à l'envasement.

Toutes les modifications qualitatives et quantitatives des

masses d'eau en amont du PK75 (régime des courants, remise en suspension de la fraction fine, élévations des températures des eaux), auront un contre coup néfaste rapide sur les peuplements des sables envasés marins qui peuvent être considérés comme des détecteurs biologiques de choix de "pollutions" au sens large.

Le faible nombre d'espèces de ces peuplements illustre vraisemblablement déjà une certaine perturbation du milieu d'origine.

III SYNTHESE

III SYNTHESE

Cet essai est un résumé de ce que nous pensons être l'essentiel de nos connaissances sur les relations ou les coïncidences qui existent entre la distribution des faunes benthiques, l'hydrologie, l'hydraulique et les sédiments.

1/ Faune benthique et sources de nourritures.

Les espèces macrobenthiques et méliobenthiques ont pour nourriture essentielle (mais pas exclusive), les débris végétaux et la matière organique en transport ou en dépôt.

Il est parfaitement net que la richesse en macrobenthos et en méliobenthos est liée à celle des particules fines et des débris végétaux déposés et en transport.

Ces débris végétaux, de calibres variés, sont dégradés dans l'estuaire même par action mécanique et par activité microbienne. Leur sédimentation trop rapide dans une zone où la circulation de l'eau est faible, et où l'activité microbienne est intense, entraîne cependant une diminution de la teneur en méliofaune.

Il existe un équilibre fragile à définir entre transport et sédimentation des éléments fins (inférieurs à 63 μ) favorable aux peuplements benthiques.

2/ Faune benthique et sédiments

Lorsque l'action des courants s'exerce

- sur les sédiments sableux, elle inhibe l'accroissement ou même l'installation des peuplements de la méliofaune et de la macrofaune, en particulier dans le chenal de navigation et sur les dunes hydrauliques à

Spisules.

- les fonds de graviers de l'embouchure ne renferment pas de macrofaune, mais ils offrent tout de même un refuge relatif à la méiofaune (200 à 500 individus / 100 cc).

- les sables envasés des talus des chenaux sont le support du peuplement à Macoma, et la méiofaune atteint 500 à 700 individus/100cc.

- les fonds de vase souvent assez compacte en sédimentation relativement rapide ne renferment APPAREMMENT PAS de macrofaune, mais la méiofaune est riche: 700 à 1000 individus/100 cc. Cette méiofaune est localisée dans les premiers millimètres oxydés du sédiment.

Il est à remarquer en passant que le comportement hydraulique des graviers et des vases compactées est comparable à l'érosion. Ils demandent une force tractrice identique pour les déplacer. Leur richesse relative en méiofaune tient à la stabilité et à la circulation aisée de l'eau dans la masse du gravier, et à l'aération de la partie superficielle de la vase, elle même stable grâce à sa cohésion.

3/ CARTE SYNTHETIQUE N° 1

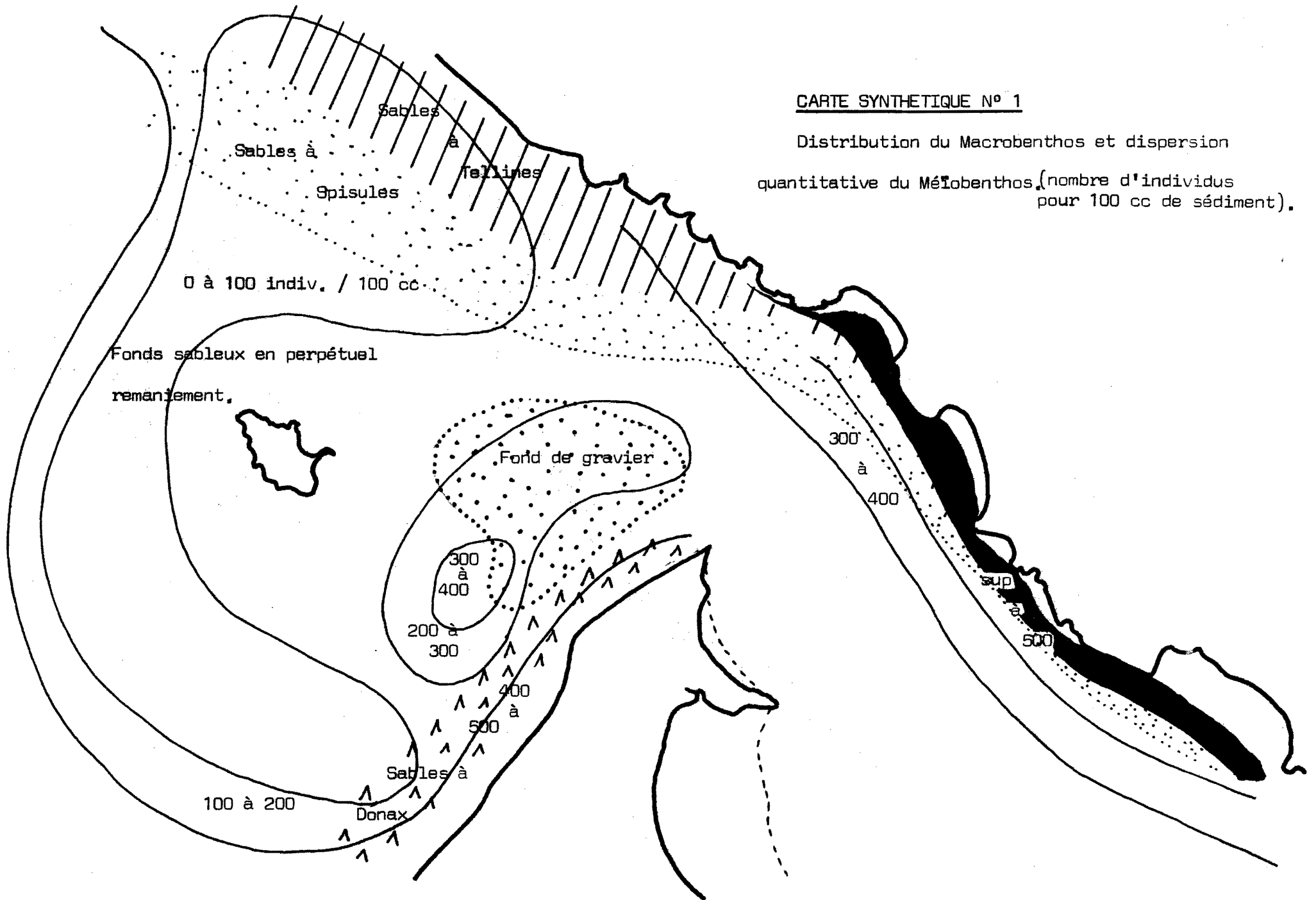
Il nous a semblé utile de rappeler dans cette carte, la distribution du macrobenthos et de la comparer à la dispersion quantitative du méiobenthos de l'embouchure.

Aux fonds à Macoma (en noir), correspondent les plus fortes densités de méiobenthos.

Dans la passe sud, les fonds de graviers renferment une faune interstitielle relativement abondante, y compris les sables de plage très aérés à Donax.

CARTE SYNTHETIQUE N° 1

Distribution du Macrobenthos et dispersion
quantitative du Mélobenthos (nombre d'individus
pour 100 cc de sédiment).

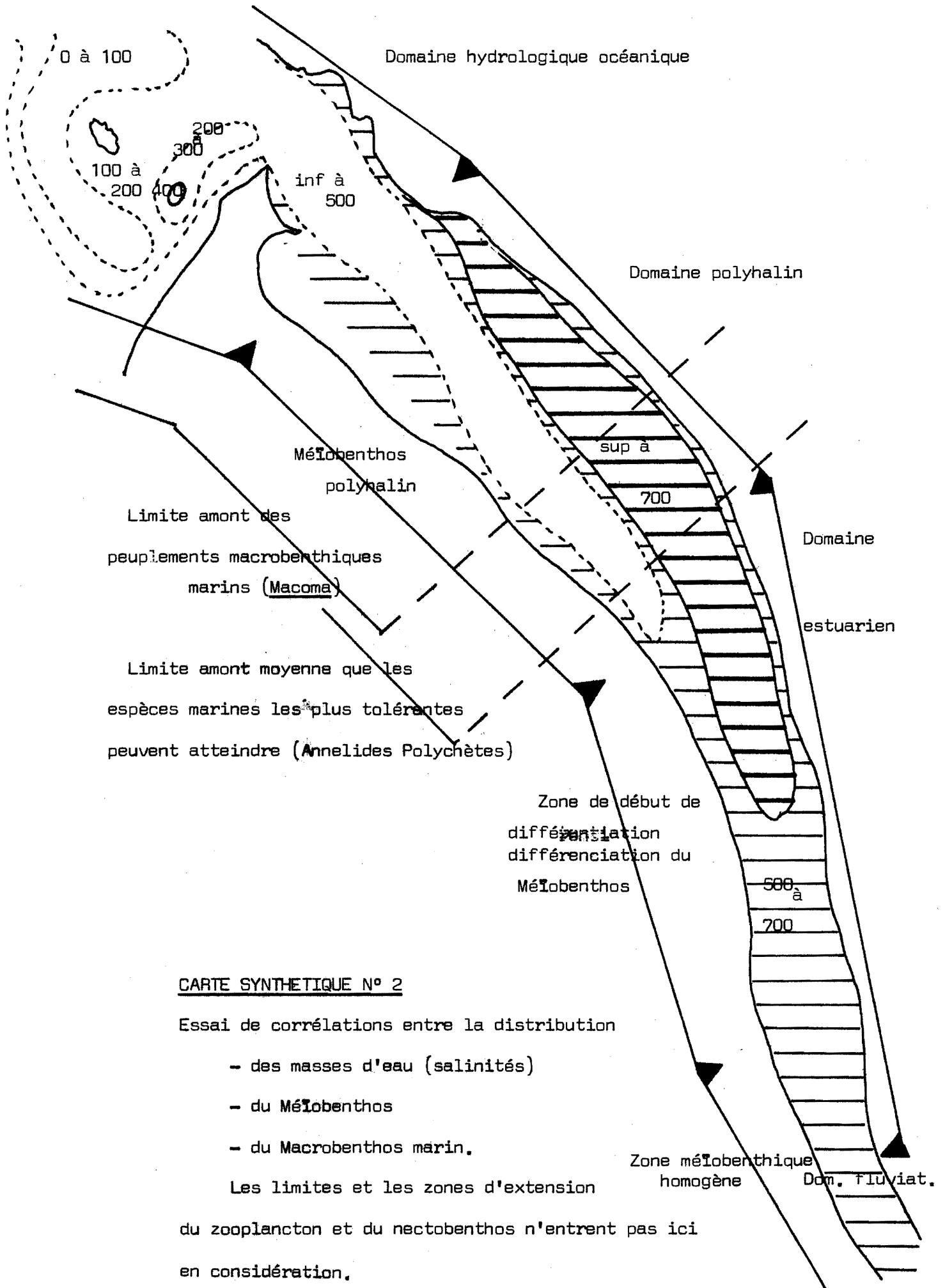


4/ CARTE SYNTHETIQUE N° 2

Cet essai de correlations avec la position moyenne des masses d'eau, les densités estivales de méiofaune, l'intrusion des espèces macrobenthiques marines, démontrent un parallélisme assez net dans leur distribution géographique respective. Il paraît très peu probable de rencontrer des espèces marines macrobenthiques même tolérantes en amont du PK 70, limite entre le domaine polyhalin et le domaine estuarien.

La rive droite supporte une sédimentation fine beaucoup plus accentuée que la rive gauche, en même temps qu'un gradient de dessalure plus important. Seule une étude des différences quantitatives des peuplements macrobenthiques des deux rives et une recherche poussée des petites espèces de Polychètes avec notre nouvel engin de prélèvement quantitatif nous permettra d'apporter des précisions importantes sur ce "front" marin.

Ce "front" de l'intrusion marine benthique est à surveiller car il reçoit de l'amont le choc des pollutions au sens large, et il n'est pas encore perturbé par l'industrialisation de l'embouchure.



CARTE SYNTHETIQUE N° 2

Essai de corrélations entre la distribution

- des masses d'eau (salinités)
- du Méiobenthos
- du Macrobenthos marin.

Les limites et les zones d'extension

du zooplancton et du nectobenthos n'entrent pas ici en considération.

Les valeurs indiquées sont les densités maximales estivales de Méiobenthos (nombre d'individus pour 100 cc).

ANNEXE

EMBOUCHURE

Station	Némat	Harp	Divers	TOTAL
160	251	0	5	256
161	130	0	0	130
162	312	2	0	314
163	297	0	0	297
164	55	0	0	55
165	438	3	9	450
166	854	2	5	861
167	19	0	0	19
168	536	1	0	537
169	611	0	0	611
170	347	0	9	356
171	119	0	0	119
172	78	0	2	80
173	123	0	0	123
174	205	1	4	210
175	98	0	0	98
176	9	0	0	9
177	17	0	0	17

Radiale BLAYE - CUSSAC pK 38

Heure	A	B	C
H M	503	417	534
+ 1 h 30	521	101	391
+ 3 h	332	418	354
+ 4 h 30	519	336	221
+ 6 h	417	427	501
B M	376	447	479

Radiale LES CALLONGES - ST ESTEPHE pK 56

Heure	A	B	C	D
H M	579	623	932	817
+ 1 h 30	612	536	854	743
+ 3 h	577	232	739	817
+ 5 h	506	578	793	906
B M	321	624	755	973

Radiale CHARRON - LAMENA pK 64

Heure	A	B	C
H M	419	543	796
+ 1 h 30	512	509	725
+ 3 h	438	526	914
+ 5 h	497	553	755
B M	449	470	801

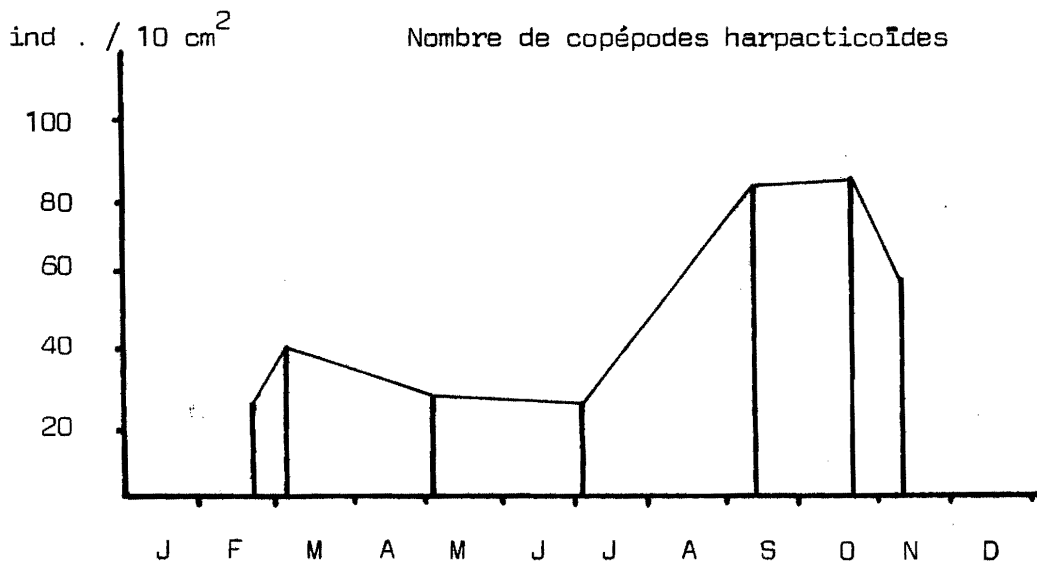
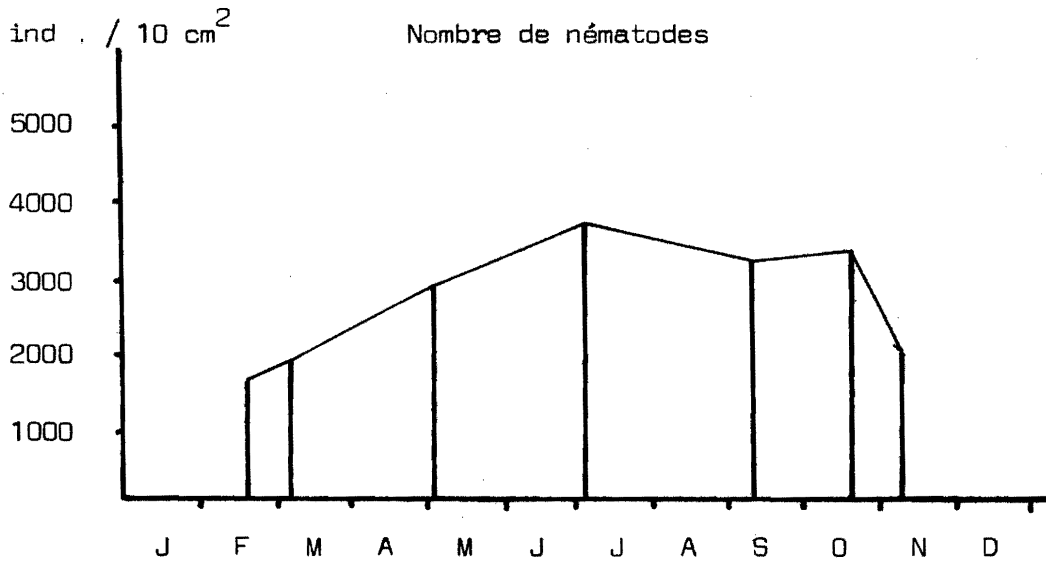
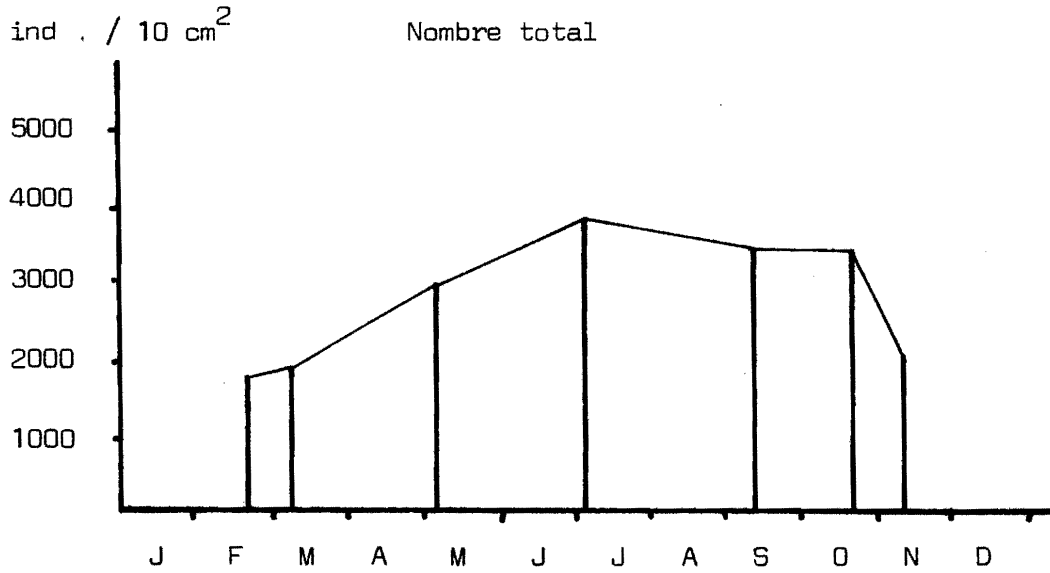
Radiale MORTAGNE - PORT DE GOULEE pK 75

Heure	A	B	C	D
H M	743	809	434	627
+ 2 h	674	695	319	817
+ 4 h	725	753	201	104
B M	619	665	403	803

Radiale TALMONT - ST VIVIEN pK 85

Heure	A	B	C	D	E
H M	723	642	533	645	633
+ 2 h	691	701	604	678	327
+ 4 h	793	772	583	685	711
B M	627	642	502	655	662

PLAGE DES NONNES

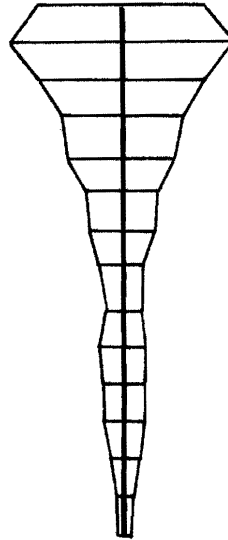


ind / 10 cm²

100



Nombre total



ind . / 10 cm²

5



Nombre de copépodes harpacticoides



PLAGE DES NONNES

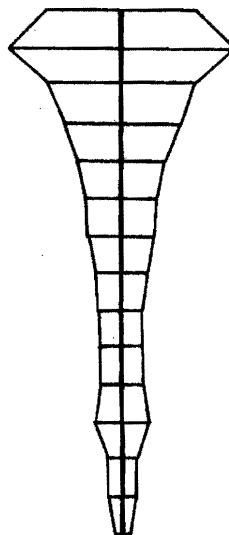
20 / 2 / 75

ind . / 10 cm²

100



Nombre de nématodes

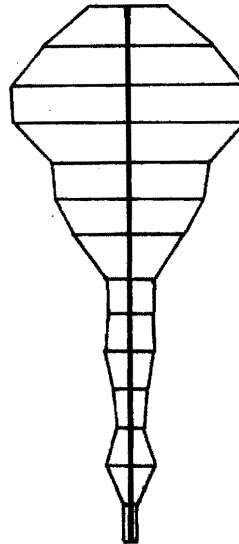


ind / 10 cm²

100



Nombre total

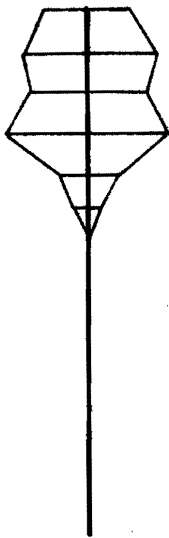


ind / 10 cm²

5



Nombre de copépodes harpacticoïdes



PLAGE DES NONNES

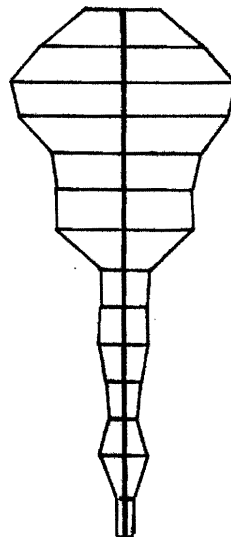
5 / 3 / 75

ind / 10 cm²

100



Nombre de nématodes



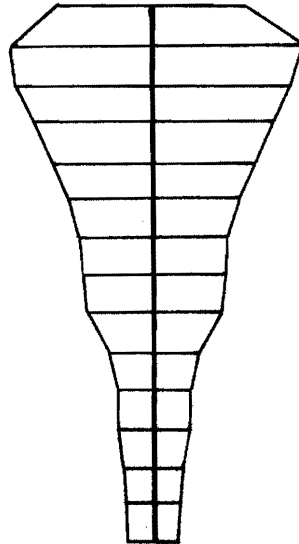
ind / 10 cm²



100



Nombre total



ind / 10 cm²



8



Nombre de copépodes harpacticoides



PLAGE DES NONNES

3 / 5 / 75

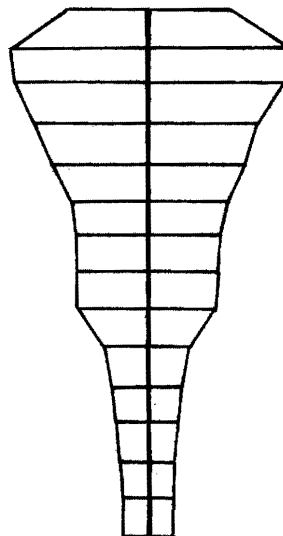
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



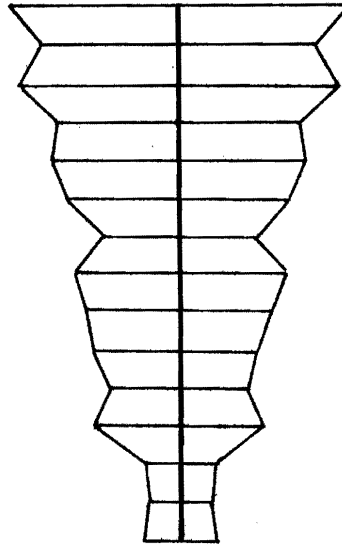
ind / 10 cm²



100



Nombre total



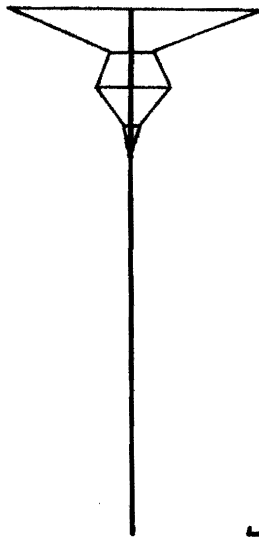
ind / 10 cm²



100



Nombre de copépodes harpacticoïdes



PLAGE DES NONNES

3 / 7 / 75

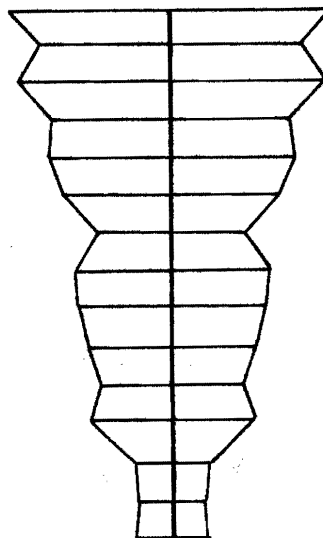
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



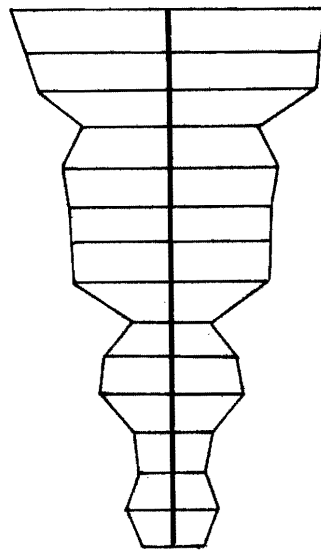
ind / 10 cm²



100



Nombre total



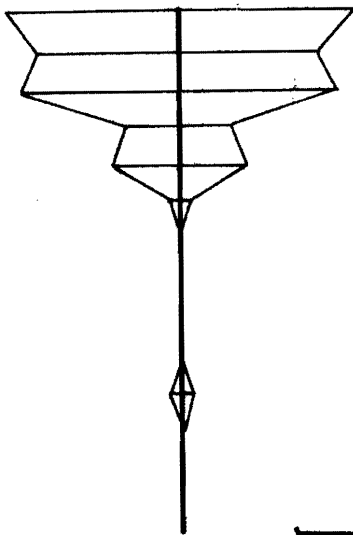
ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoides



PLAGE DES NONNES

13 / 9 / 75

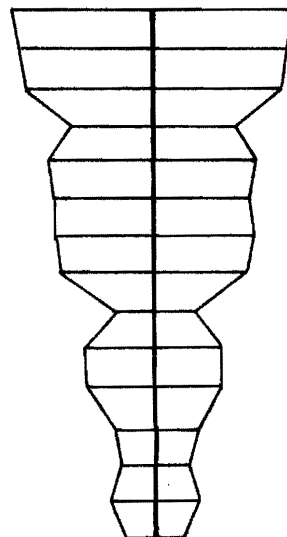
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



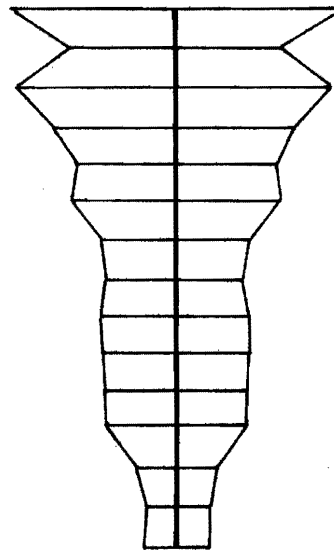
ind / 10 cm²



100



Nombre total



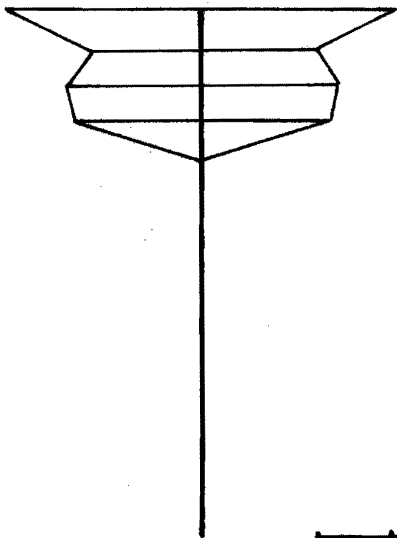
ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoides



PLAGE DES NONNES

26 / 10 / 75

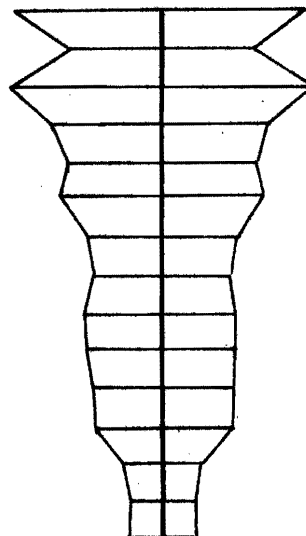
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



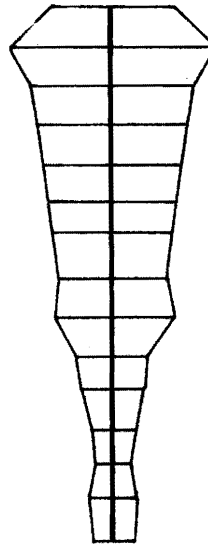
ind / 10 cm²



100



Nombre total



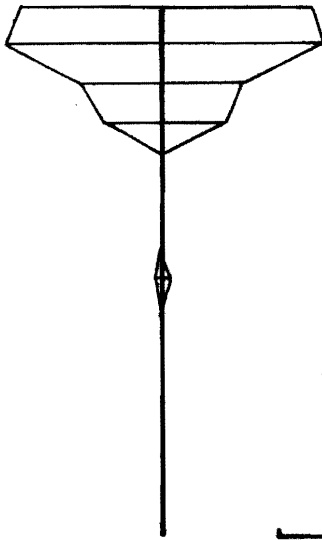
ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoides



PLAGE DES NONNES

9 / 11 / 75

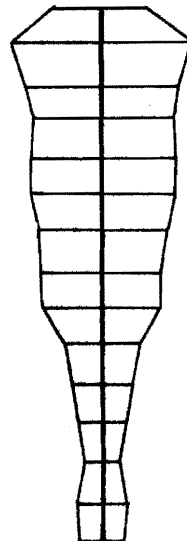
ind / 10 cm²



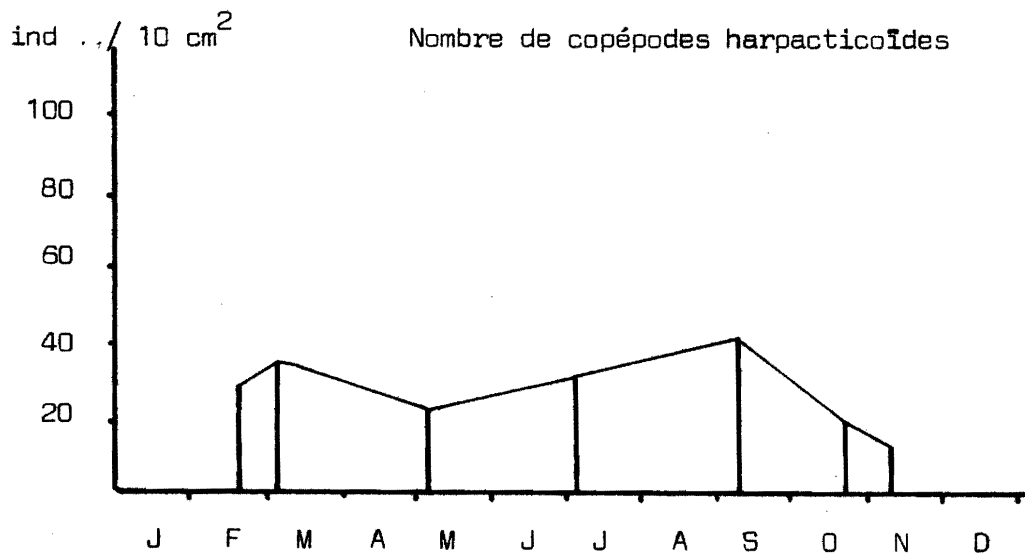
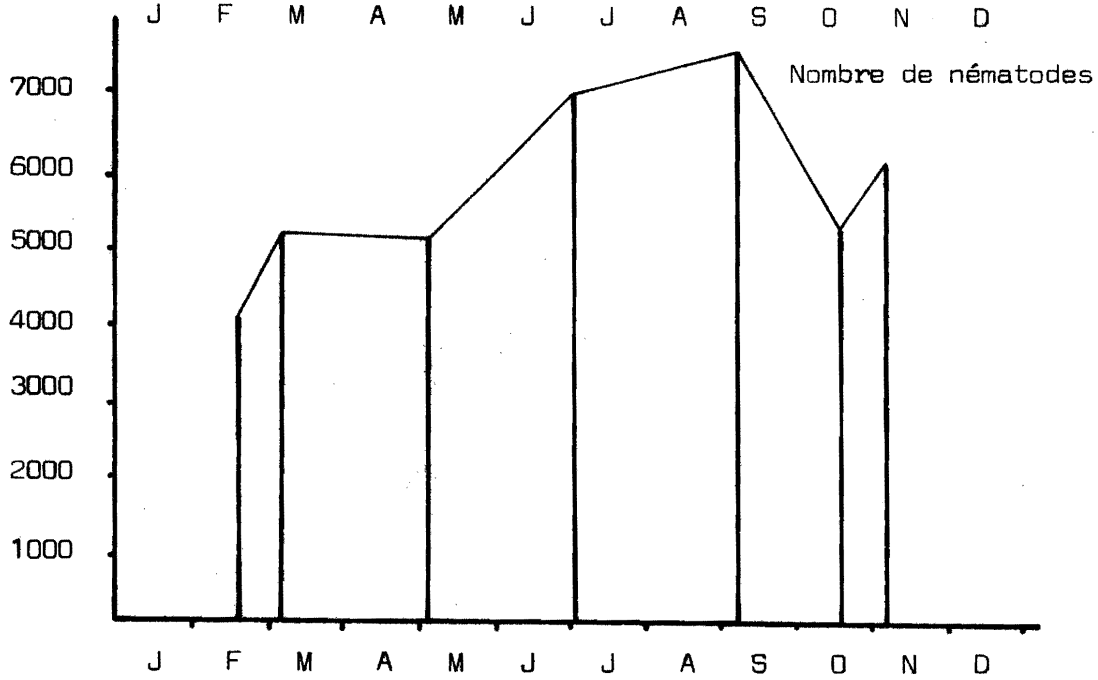
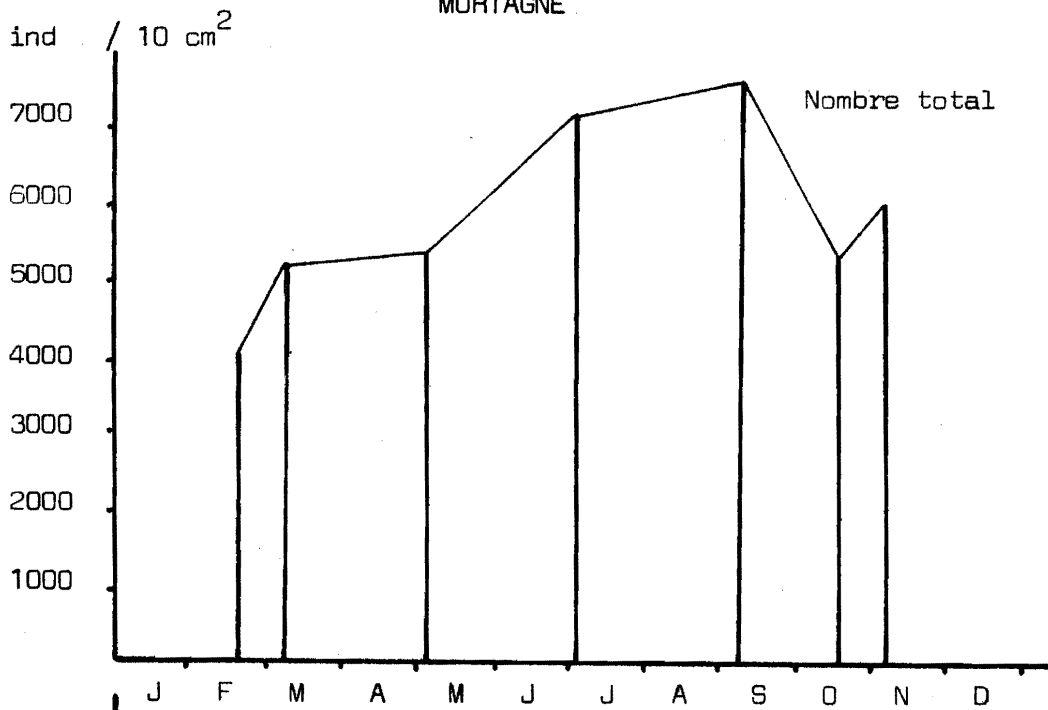
100



Nombre de nématodes



MORTAGNE



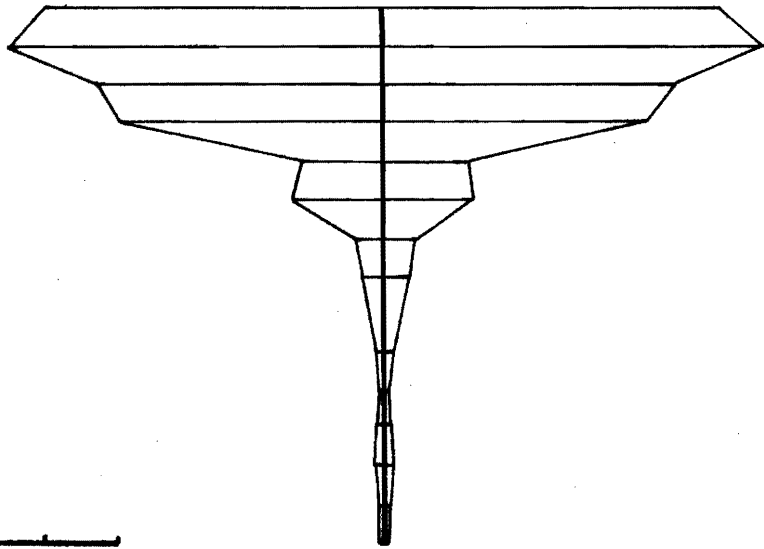
ind / 10 cm²



100



Nombre total



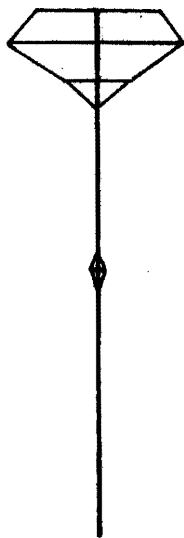
ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoides



MORTAGNE

20 / 2 / 75

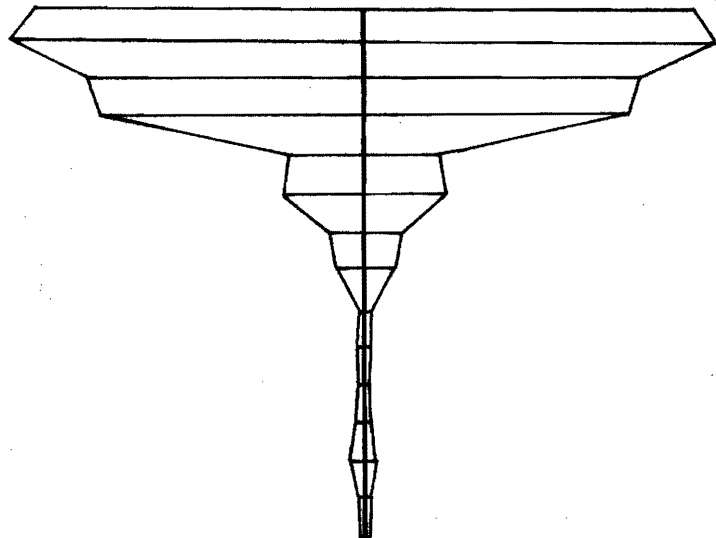
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



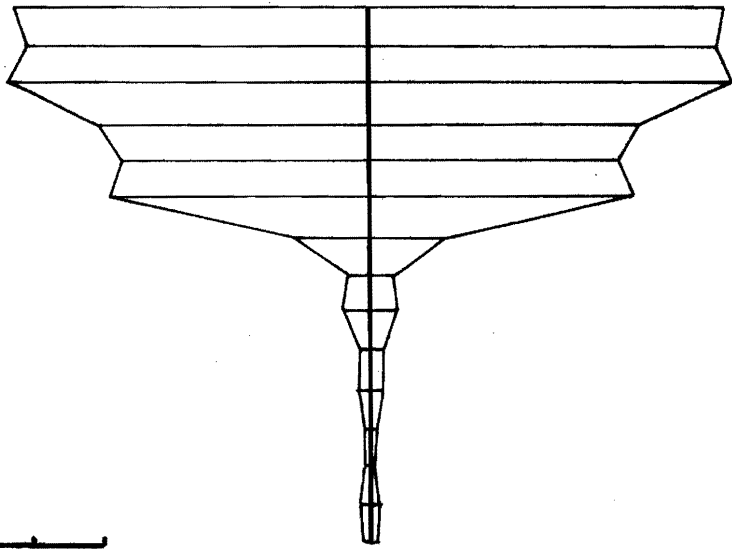
ind / 10 cm²



100



Nombre total



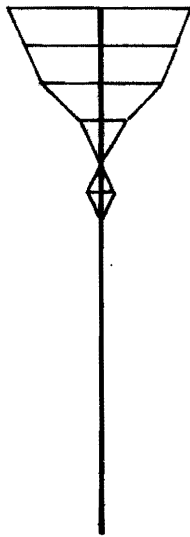
ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoides



MORTAGNE

5 / 3 / 75

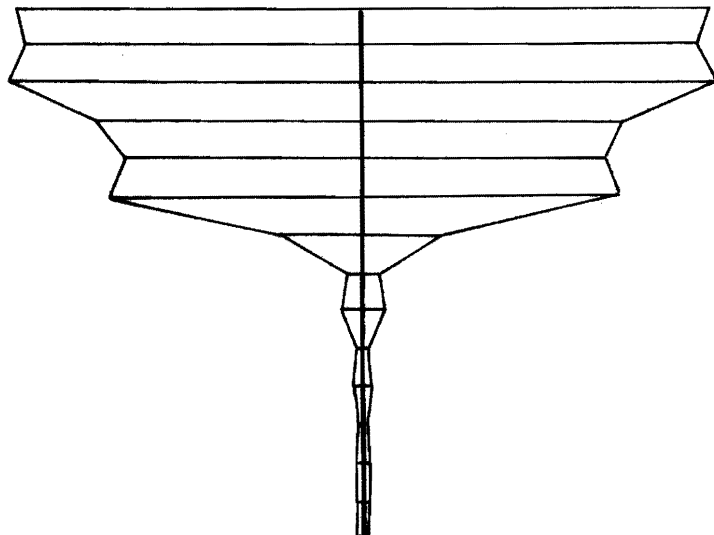
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



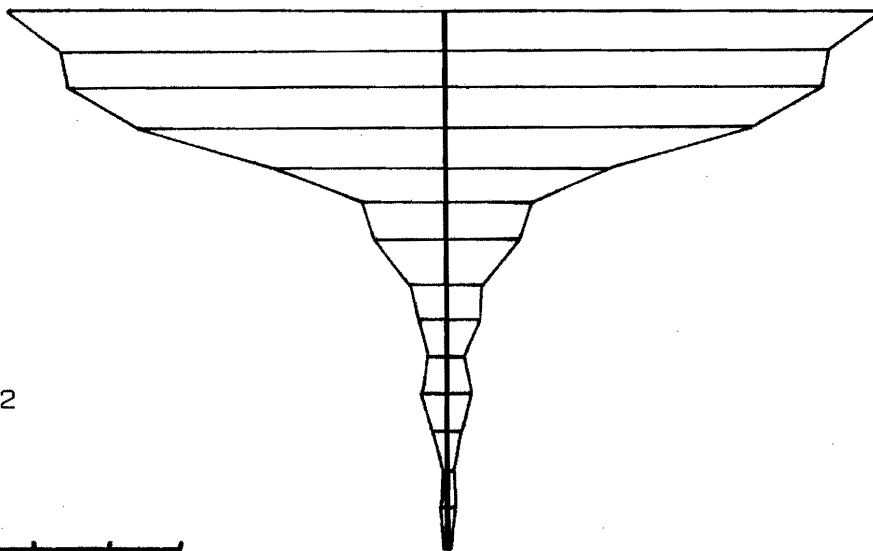
ind / 10 cm²



100



Nombre total



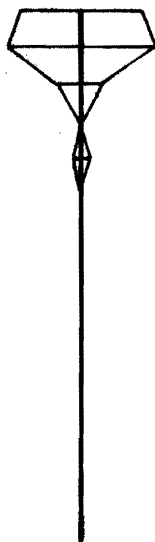
ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoïdes



MORTAGNE

3 / 5 / 75

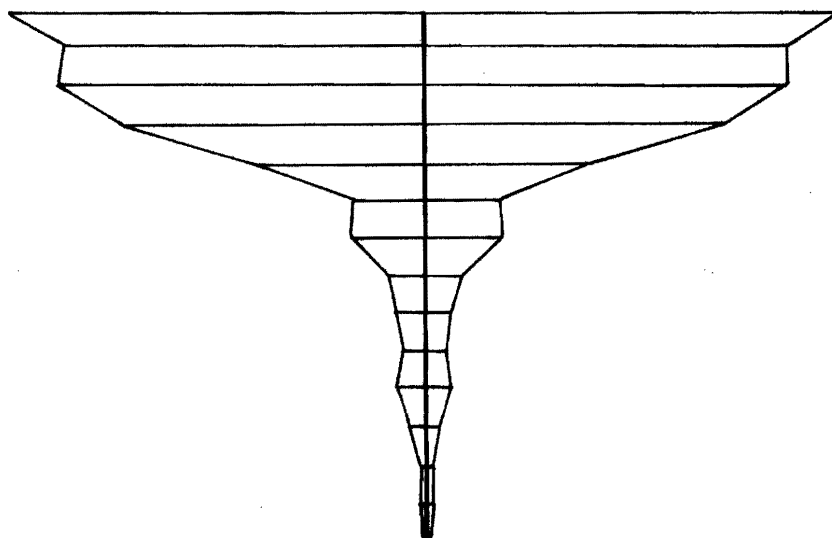
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



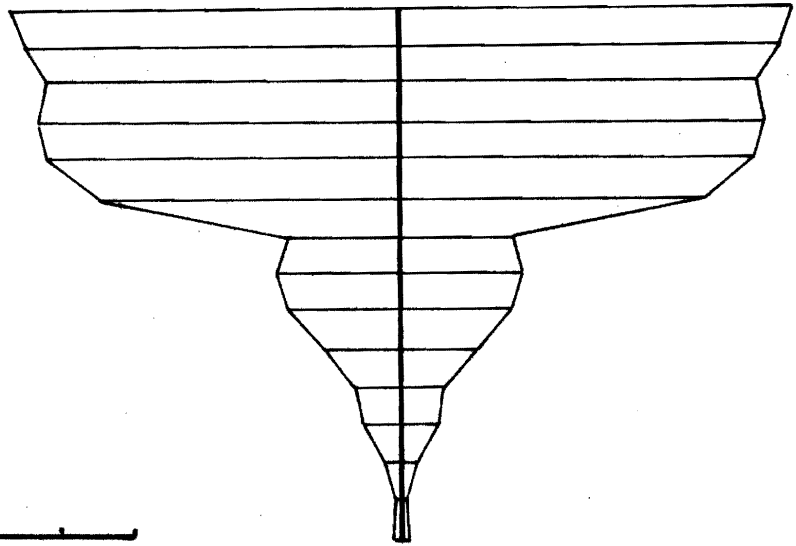
ind / 10 cm²



100



Nombre total



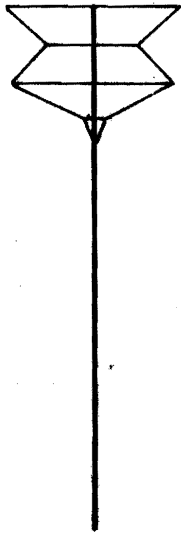
ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoïdes



MORTAGNE

3 / 7 / 75

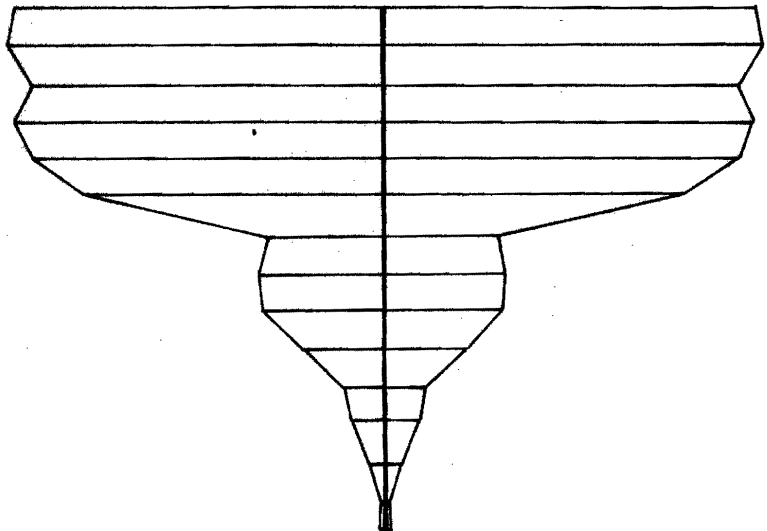
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



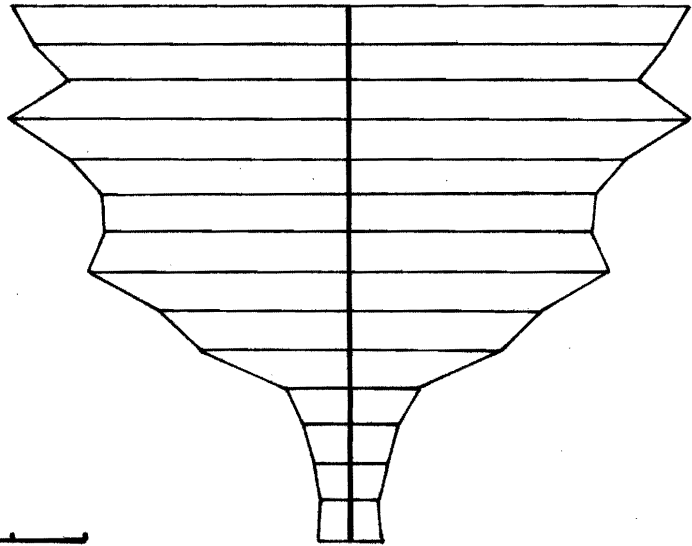
ind / 10 cm²



100



Nombre total



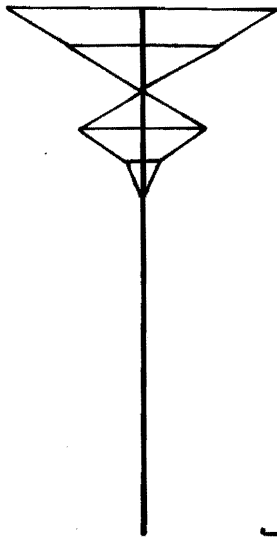
ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoïdes



MORTAGNE

13 / 9 / 75

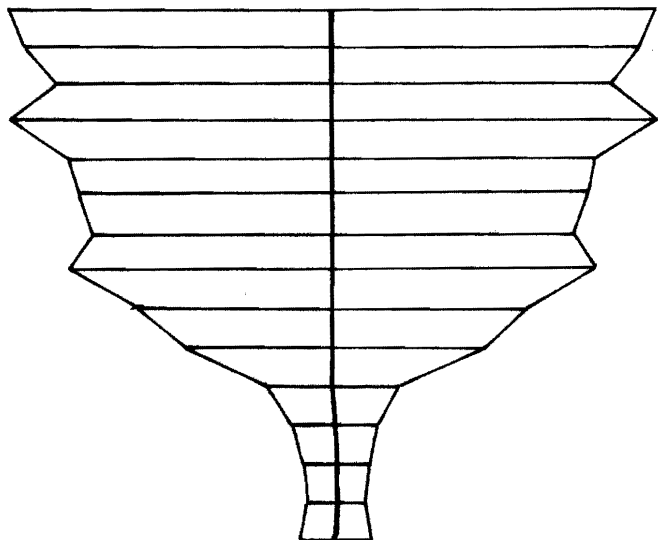
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



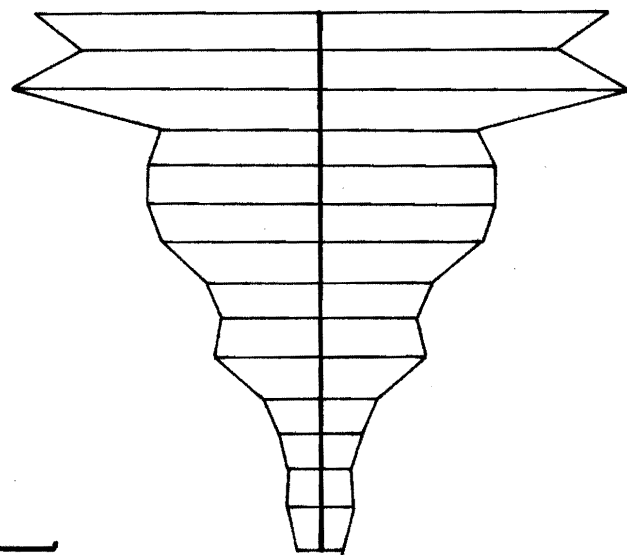
ind / 10 cm²



100



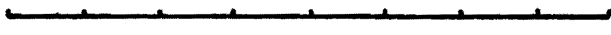
Nombre total



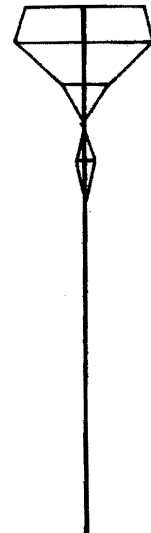
ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoïdes



MORTAGNE

26 / 10 / 75

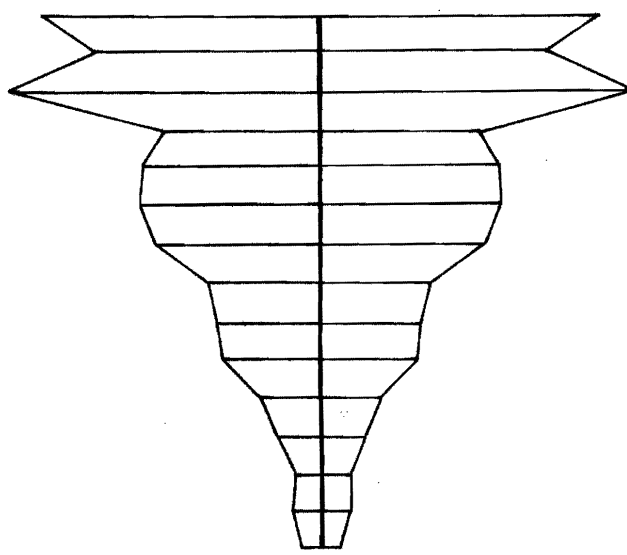
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



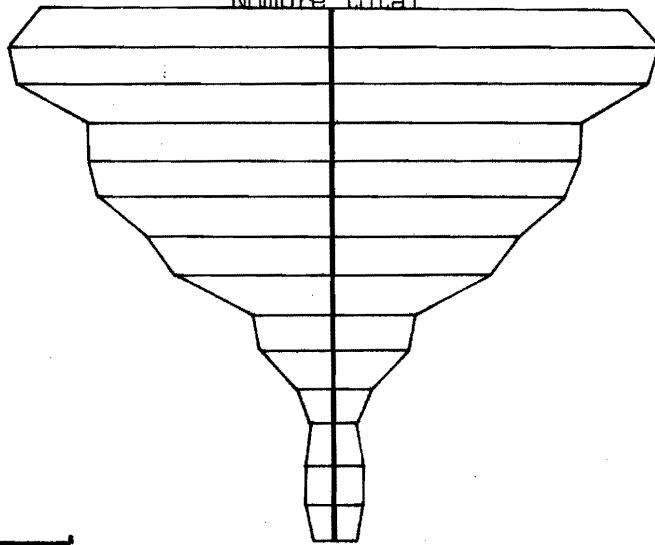
ind / 10 cm²



100



Nombre total



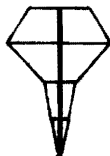
ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoïdes



MORTAGNE

9 / 11 / 75

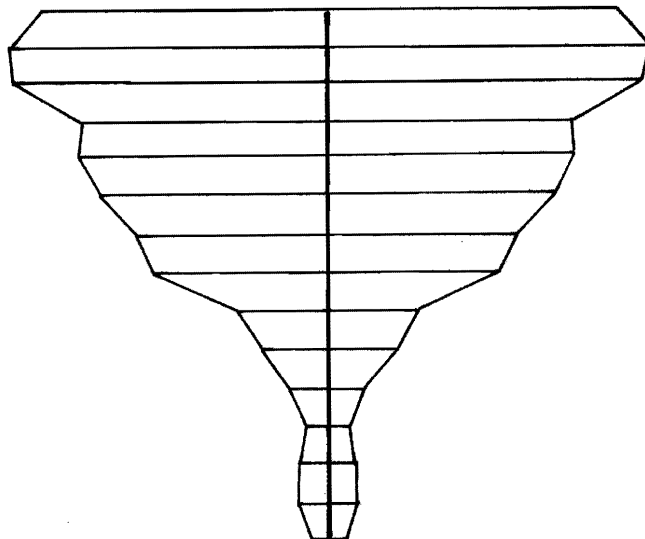
ind / 10 cm²



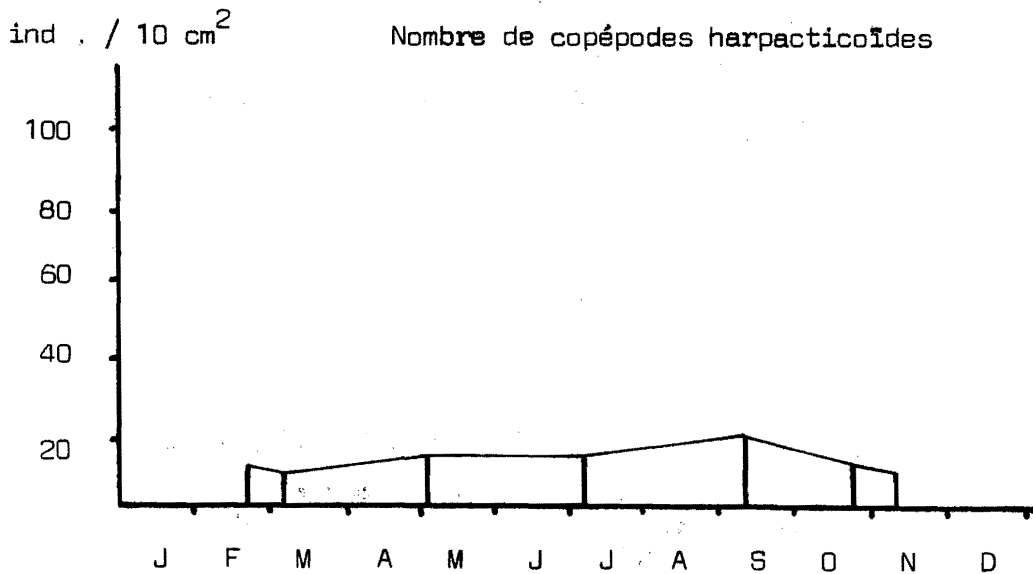
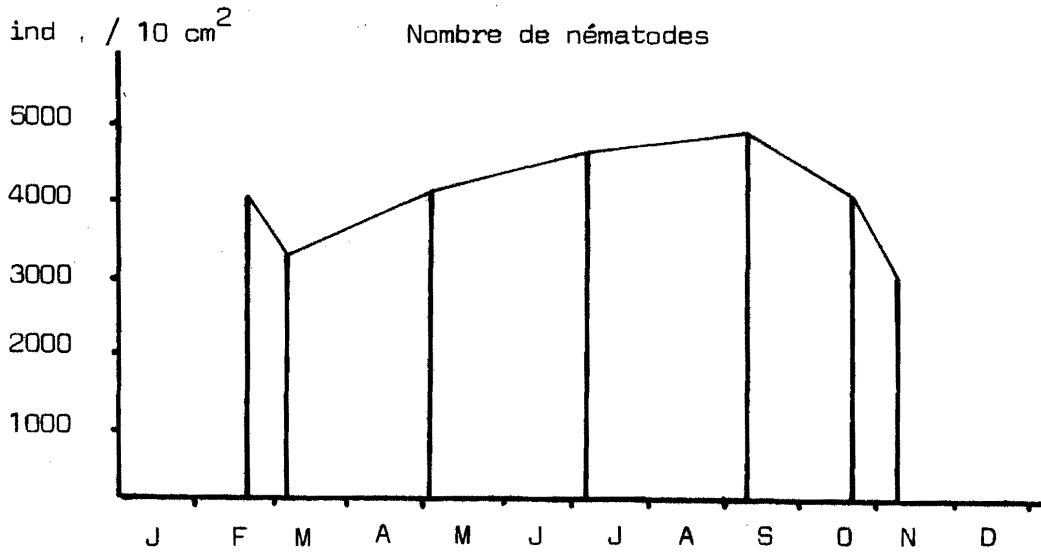
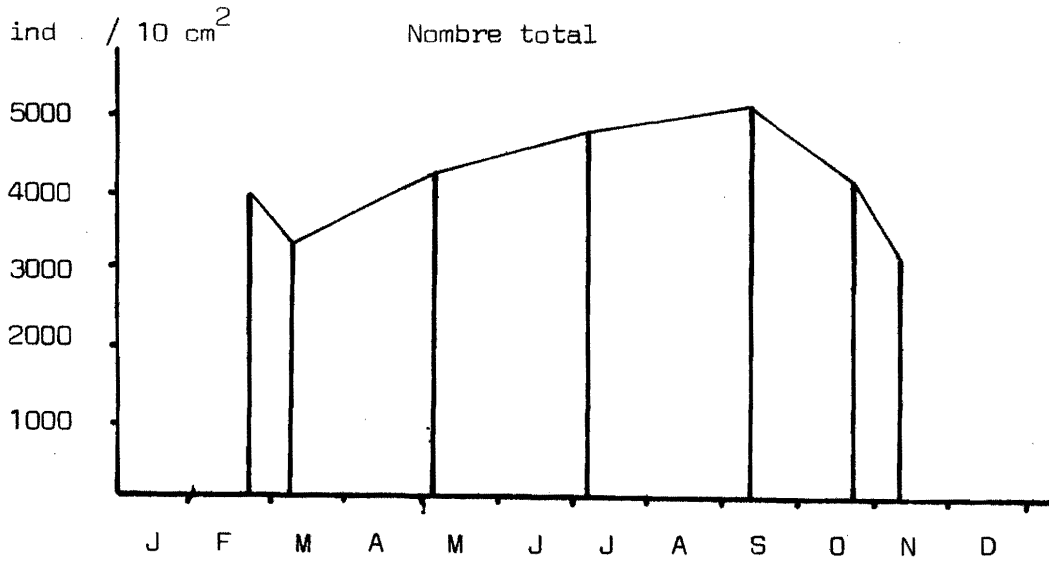
100



Nombre de nématodes



LA BRETONNE



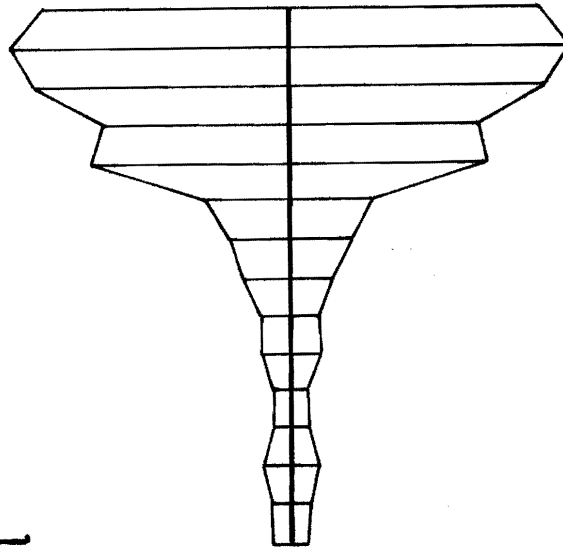
ind / 10 cm²



100



Nombre total



ind / 10 cm²



5



Nombre des copépodes harpacticoïdes



LA BRETONNE

20 / 2 / 75

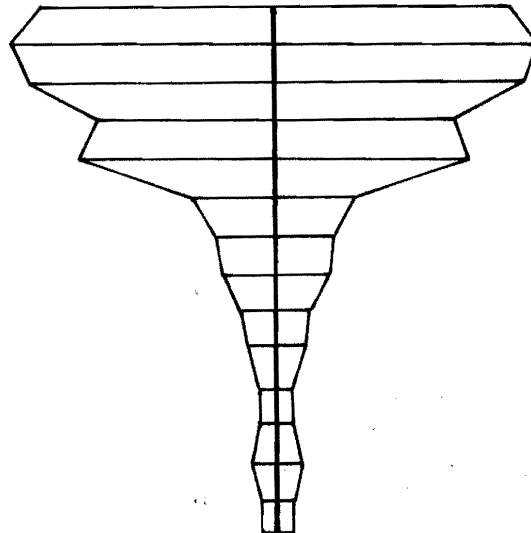
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



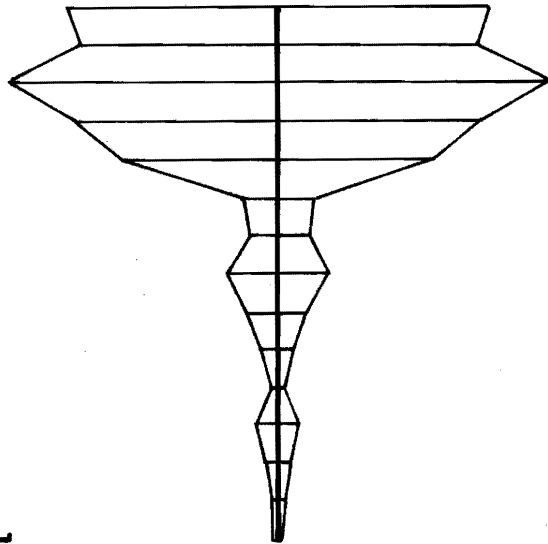
ind / 10 cm²



100



Nombre total



ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoïdes



LA BRETONNE

5 / 3 / 75

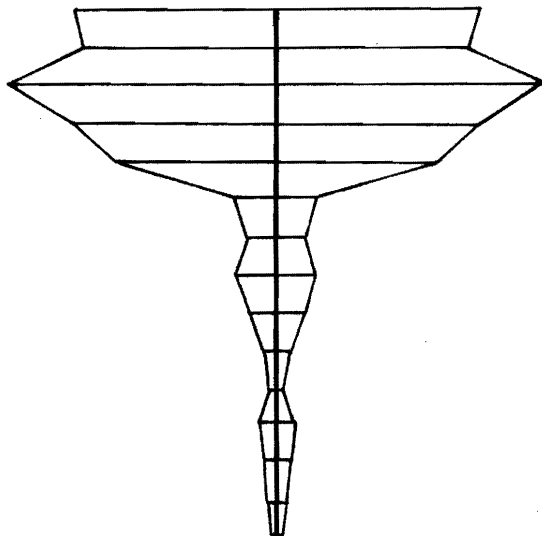
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



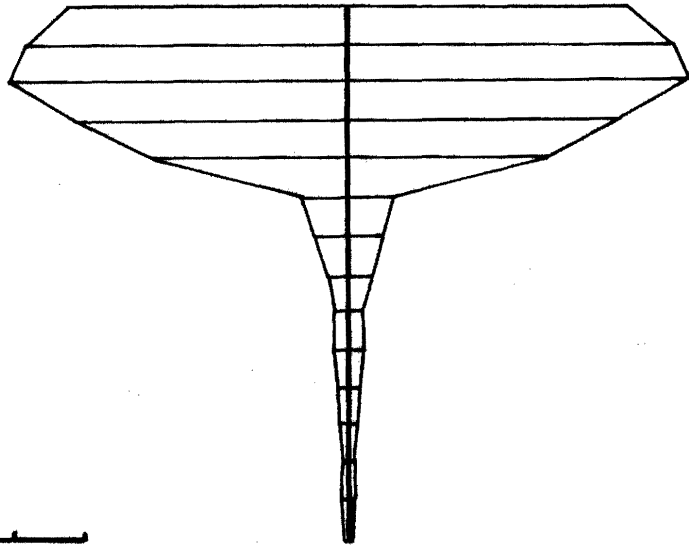
ind / 10 cm²



100



Nombre total



ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoïdes



LA BRETONNE

3 / 5 / 75

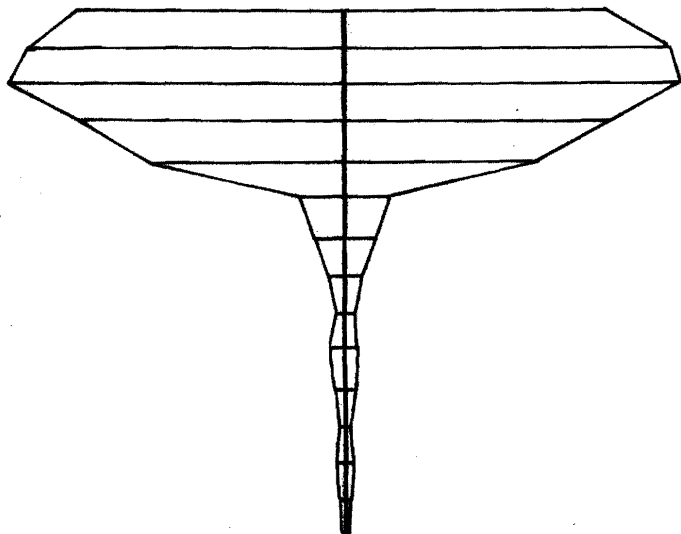
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



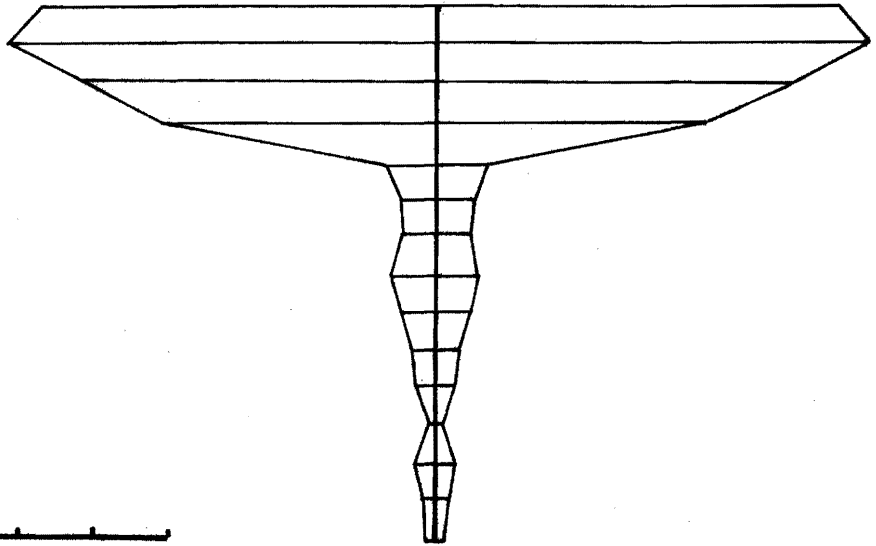
ind / 10 cm²



100



Nombre total



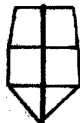
ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoides



LA BRETONNE

3 / 7 / 75

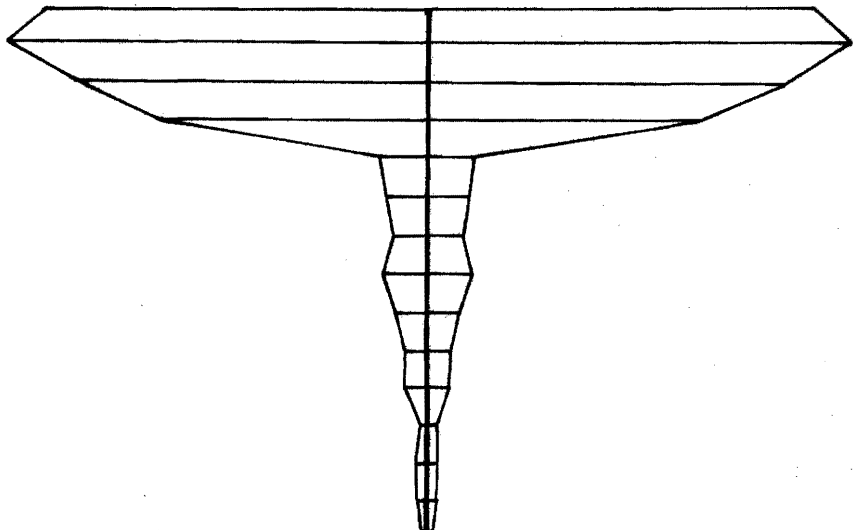
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



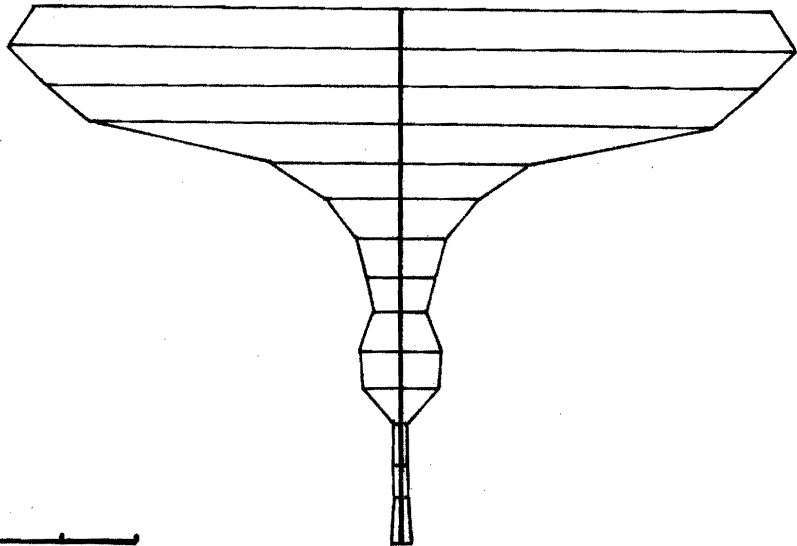
ind / 10 cm²



100



Nombre total



ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoïdes



LA BRETONNE

13 / 9 / 75

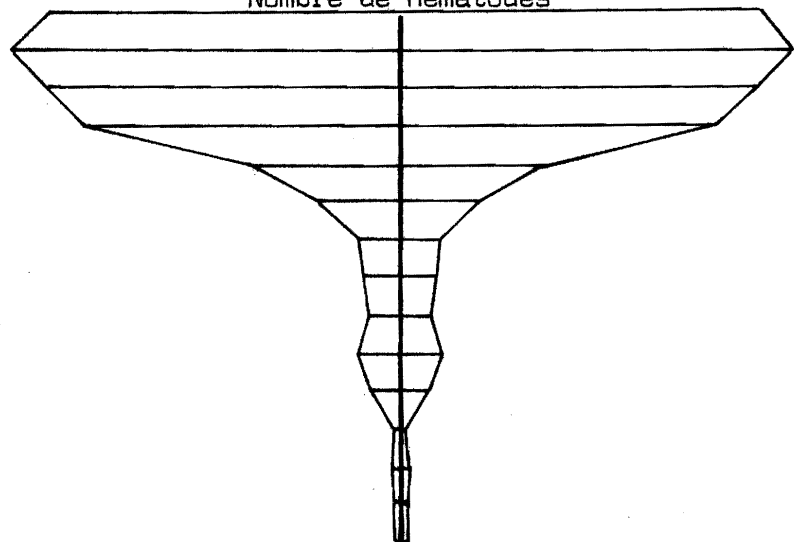
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



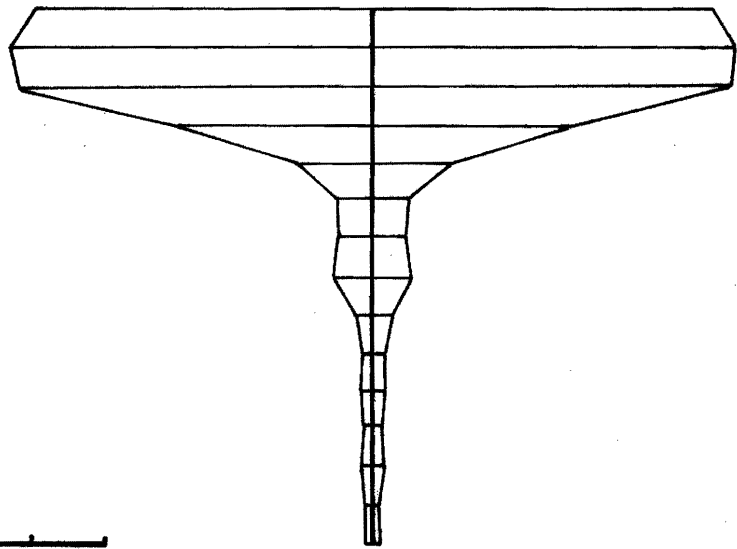
ind / 10 cm²



100



Nombre total



ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoides



LA BRETONNE

26 / 10 / 75

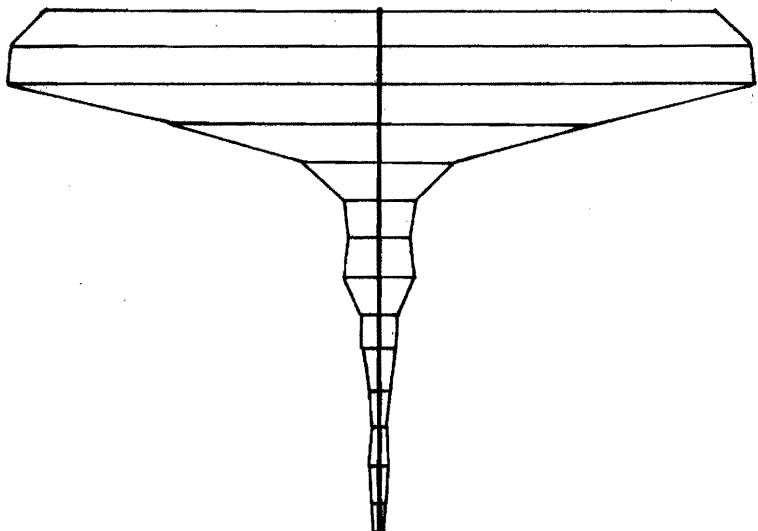
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



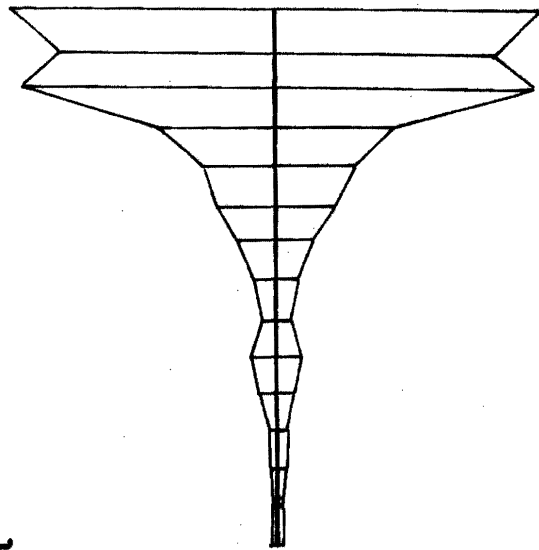
ind / 10 cm²



100



Nombre total



ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoides



LA BRETONNE

9 / 11 / 75

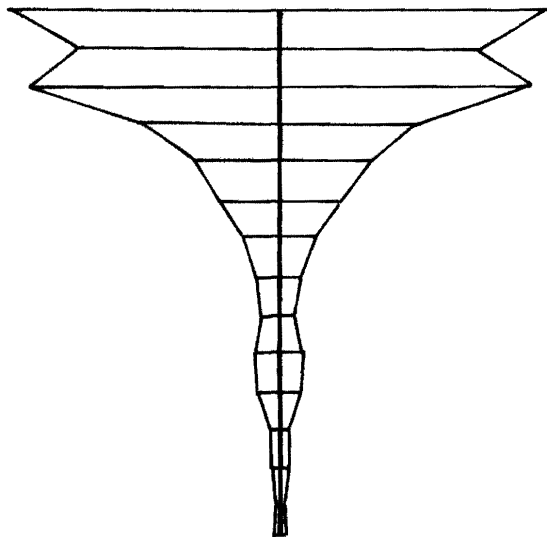
ind / 10 cm²



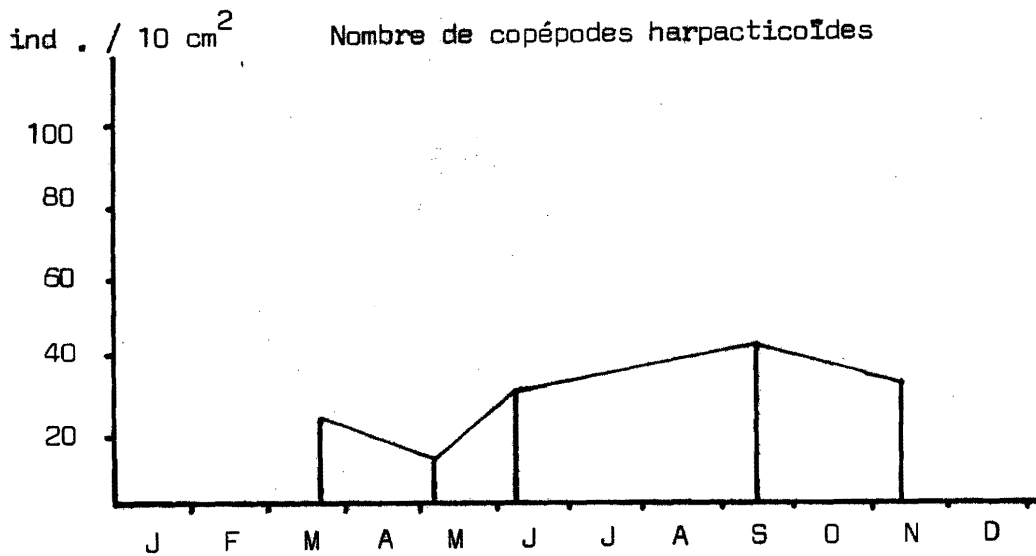
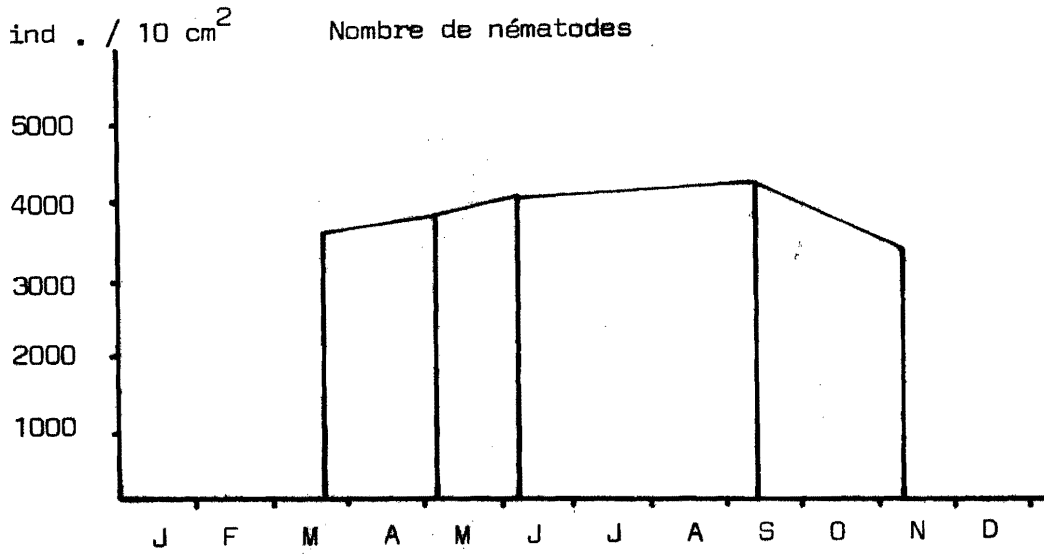
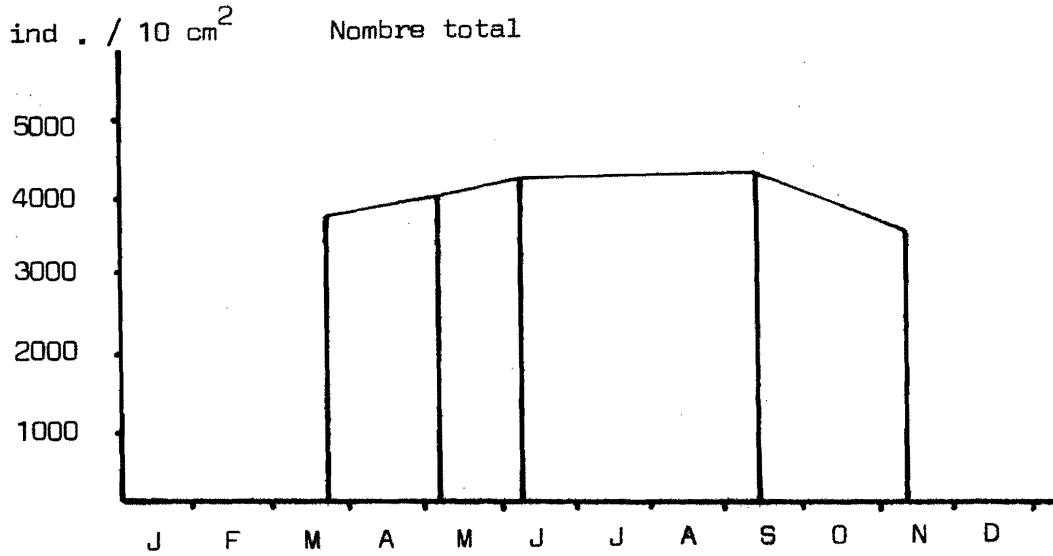
100



Nombre de nématodes



PLAGE DE LA CHAMBRETTE



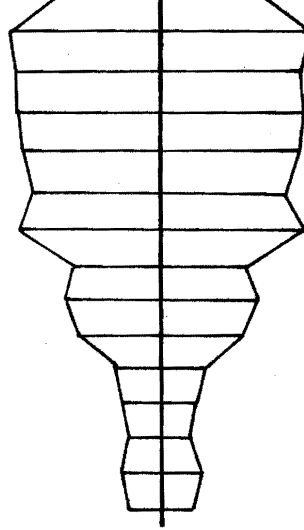
ind / 10 cm²



100



Nombre total



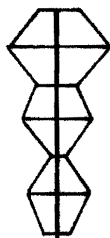
ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoides



PLAGE DE LA CHAMBRETTE

21 / 3 / 75

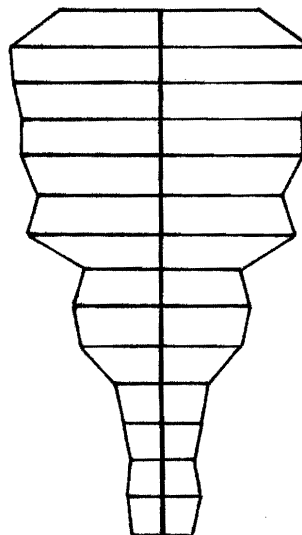
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



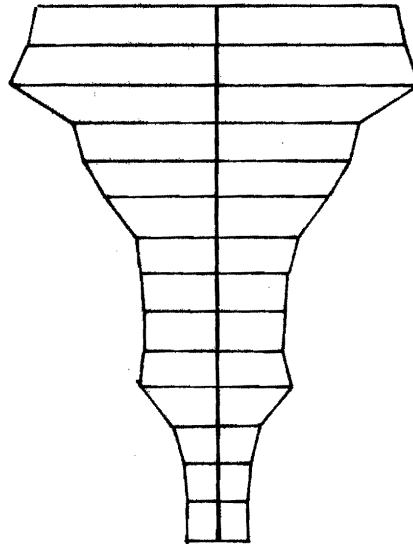
ind / 10 cm²



100



Nombre total



ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoides



PLAGE DE LA CHAMBRETTE

4 / 5 / 75

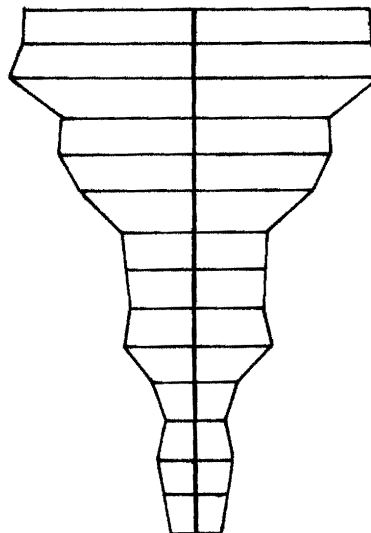
ind / 10 cm²



100



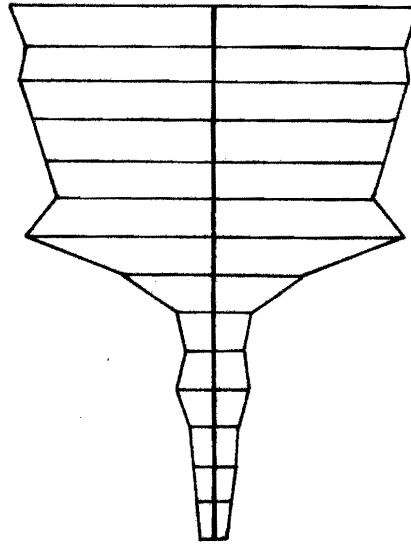
Nombre de nématodes



ind / 10 cm²

100

Nombre total



ind / 10 cm²

5

Nombre de copépodes harpacticoïdes



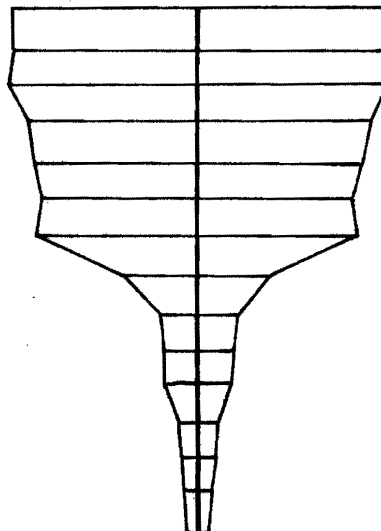
PLAGE DE LA CHAMBRETTE

2 / 6 / 75

ind / 10 cm²

100

Nombre de nématodes

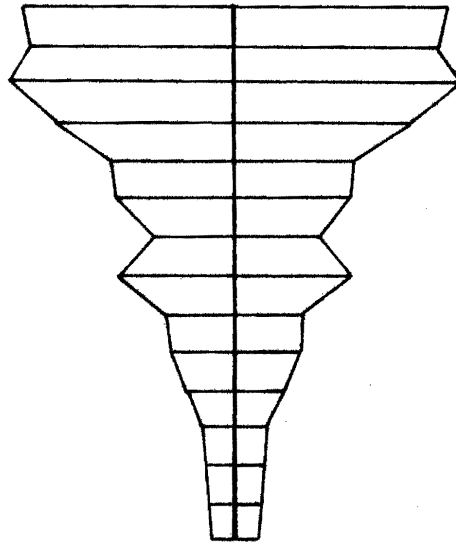


ind / 10 cm²

100



Nombre total

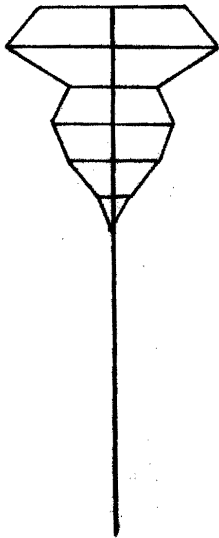


ind / 10 cm²

5



Nombre de copépodes harpacticoides



PLAGE DE LA CHAMBRETTE

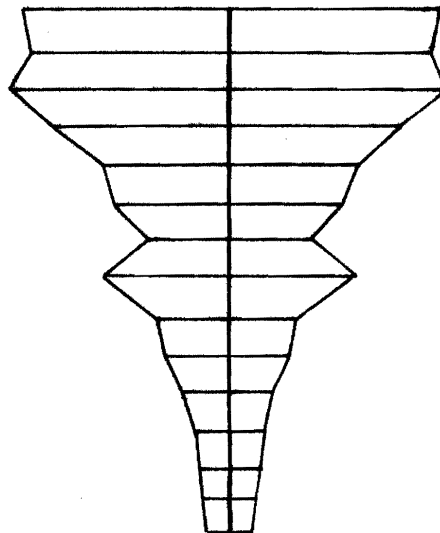
14 / 9 / 75

ind / 10 cm²

100



Nombre de nématodes

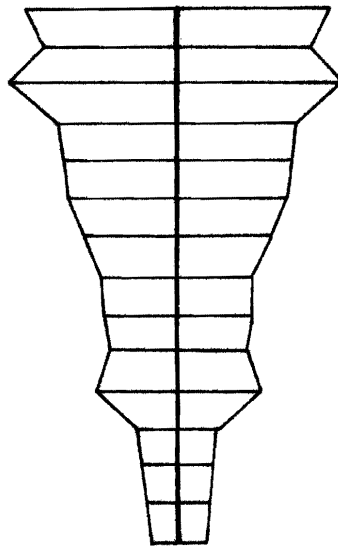


ind / 10 cm²

100



Nombre total

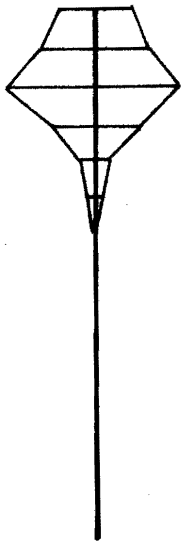


ind / 10 cm²

5



Nombre de copépodes harpacticoides



PLAGE DE LA CHAMBRETTE

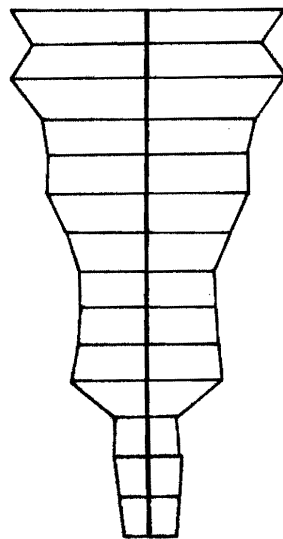
10 / 11 / 75

ind / 10 cm²

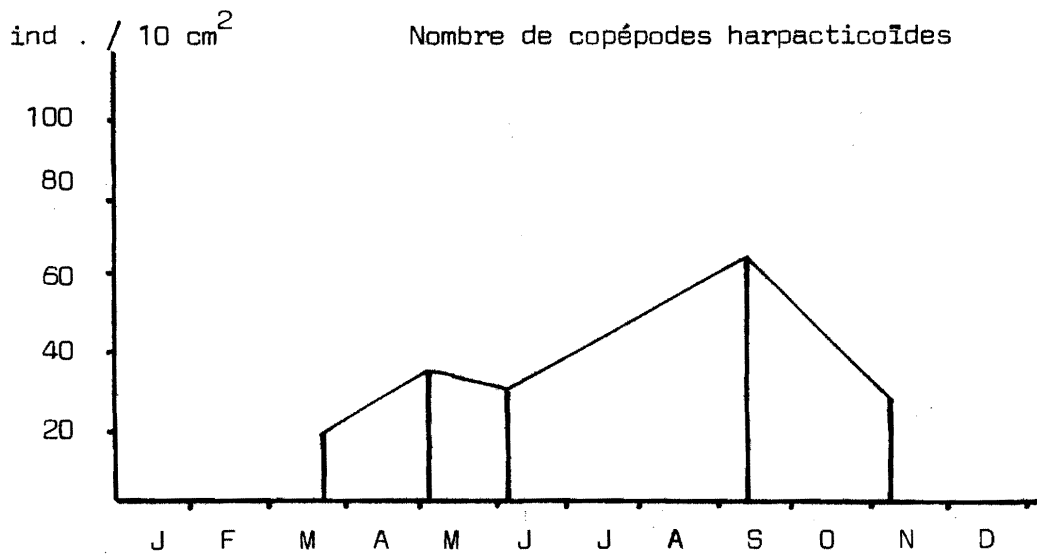
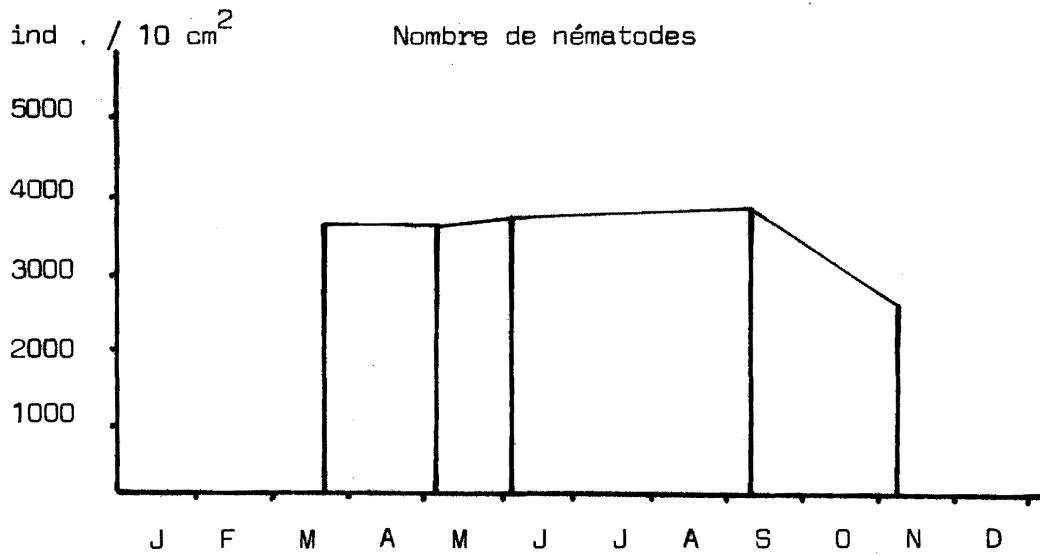
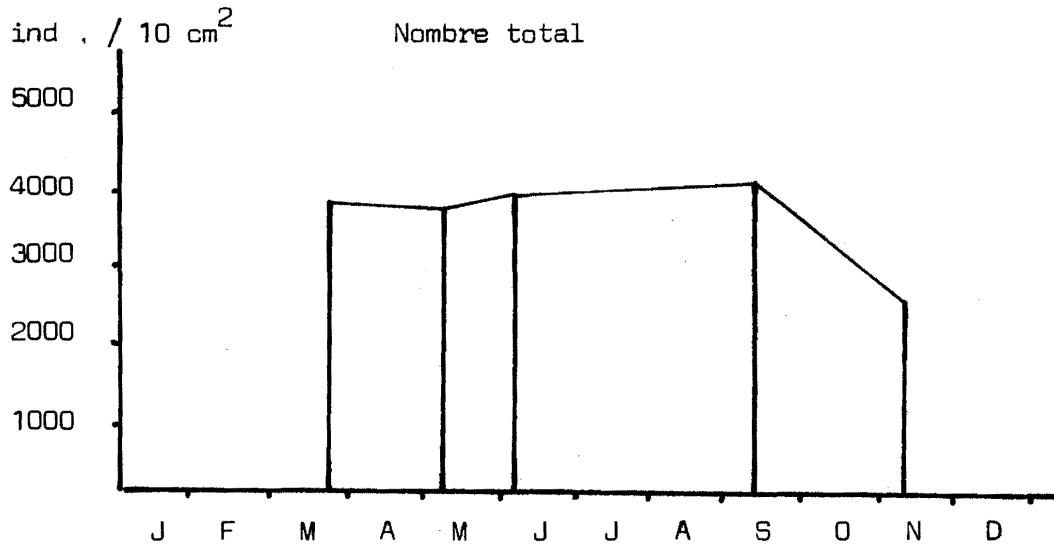
100



Nombre de nématodes



PHARE DE RICHARD



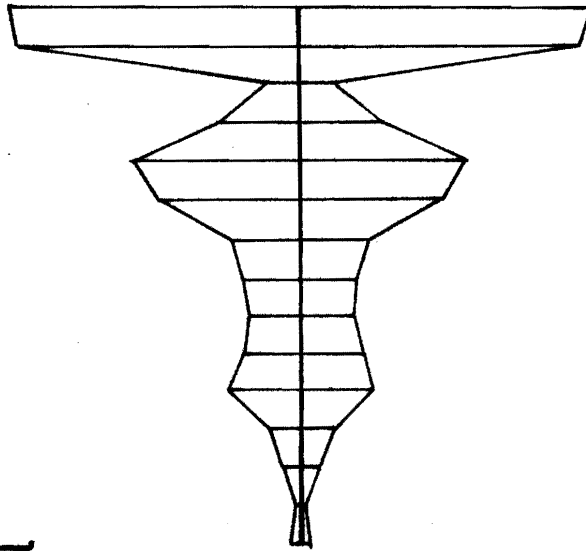
ind / 10 cm²



100



Nombre total



ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoides



RICHARD

21 / 3 / 75

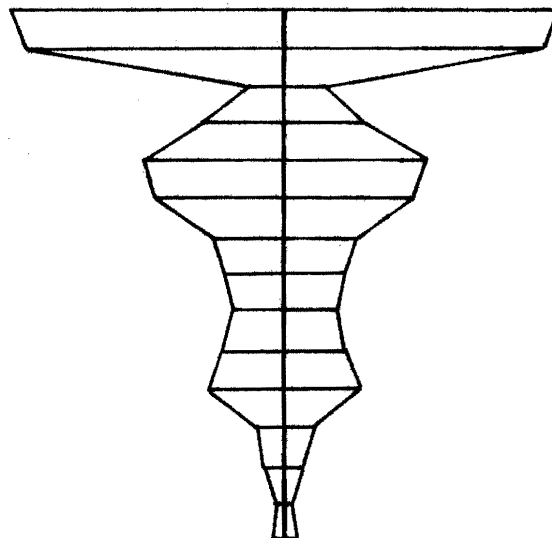
ind / 10 cm²



100



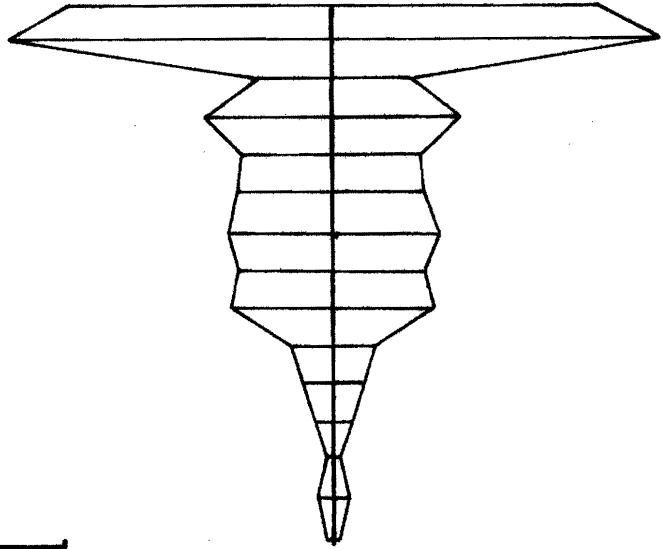
Nombre de nématodes



ind / 10 cm²

100

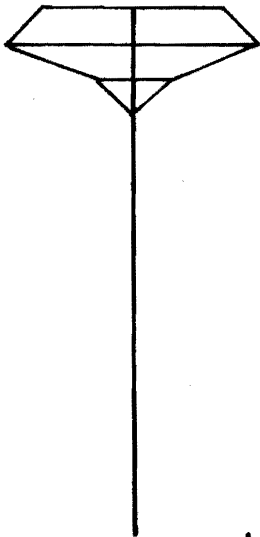
Nombre total



ind / 10 cm²

5

Nombre de copépodes harpacticoïdes



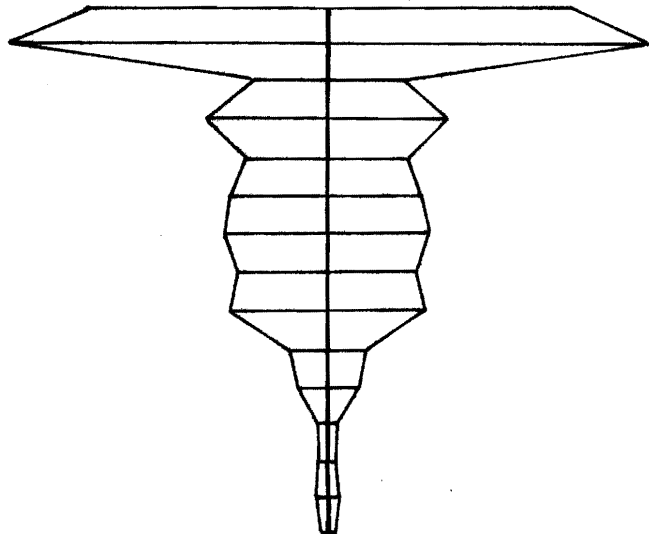
RICHARD

4 / 5 / 75

ind / 10 cm²

100

Nombre de nématodes

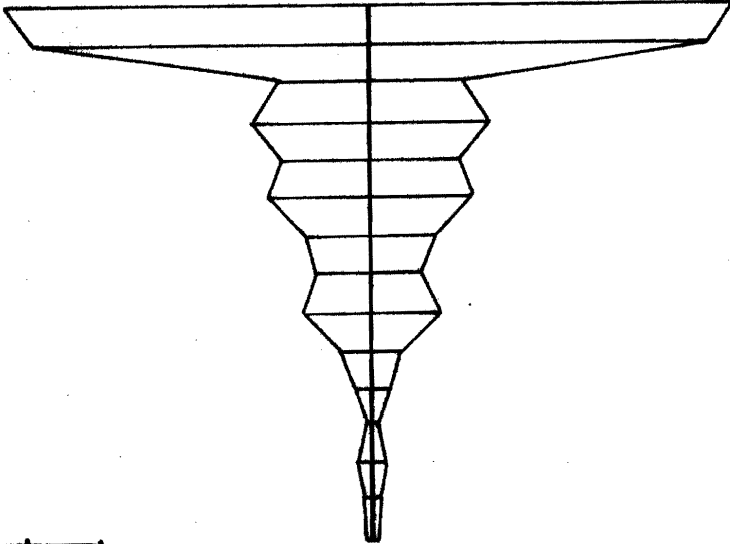


ind / 10 cm²

100



Nombre total

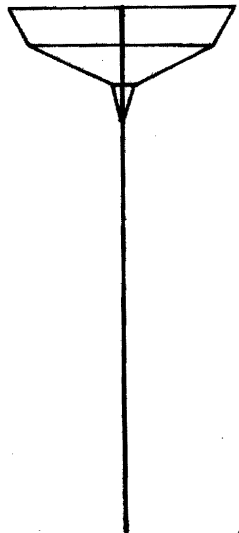


ind / 10 cm²

5



Nombre de copépodes harpacticoides



RICHARD

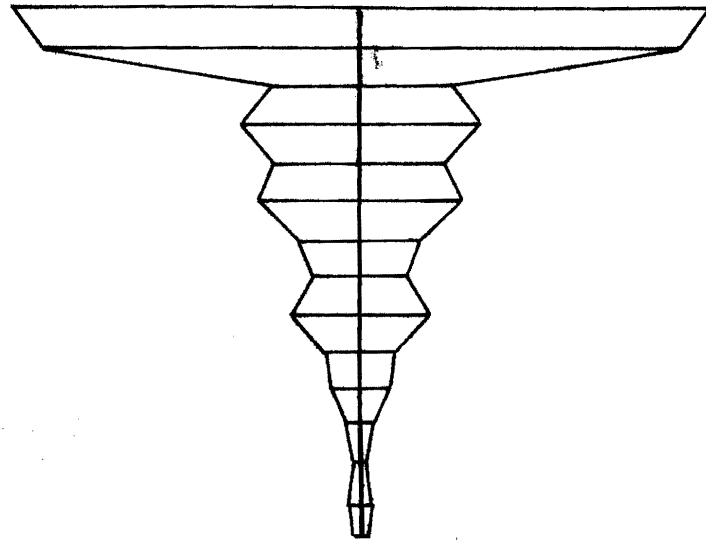
2 / 6 / 75

ind / 10 cm²

100



Nombre de nématodes

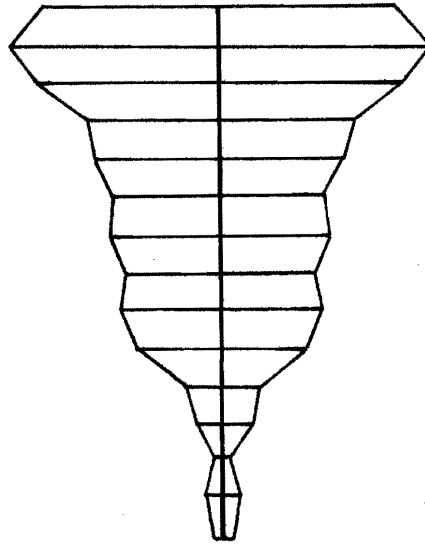


ind / 10 cm²

100



Nombre total

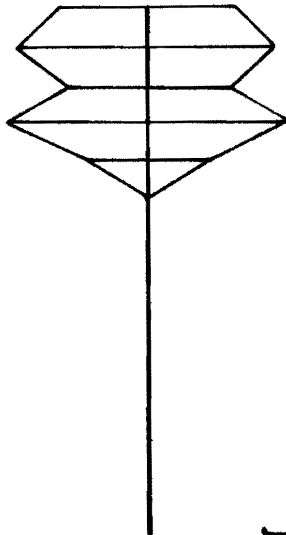


ind / 10 cm²

5



Nombre de copépodes harpacticoides



RICHARD

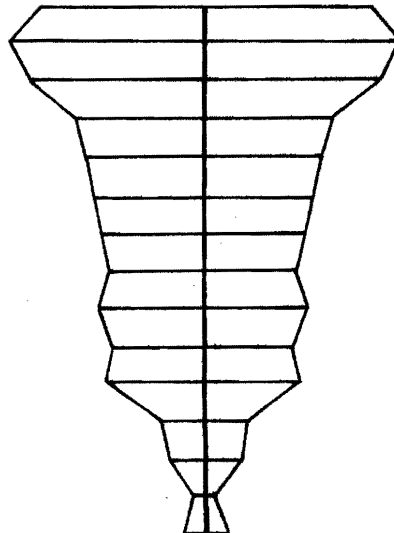
14 / 9 75

ind / 10 cm²

100



Nombre de nématodes



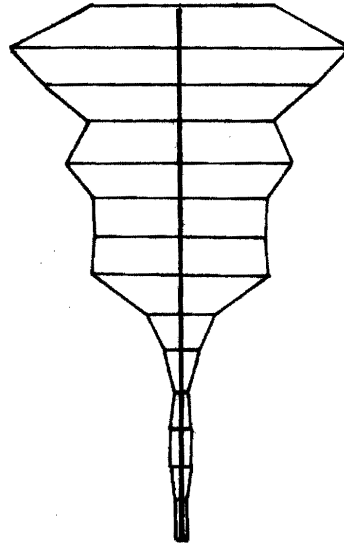
ind / 10 cm²



100



Nombre total



ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoïdes



RICHARD

10 / 11 / 75

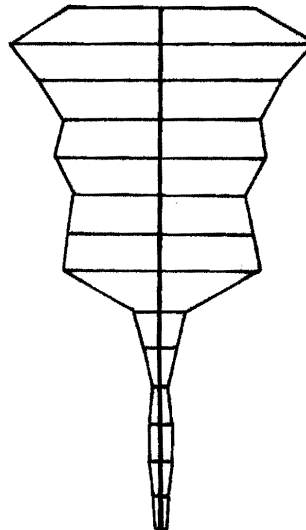
ind / 10 cm²



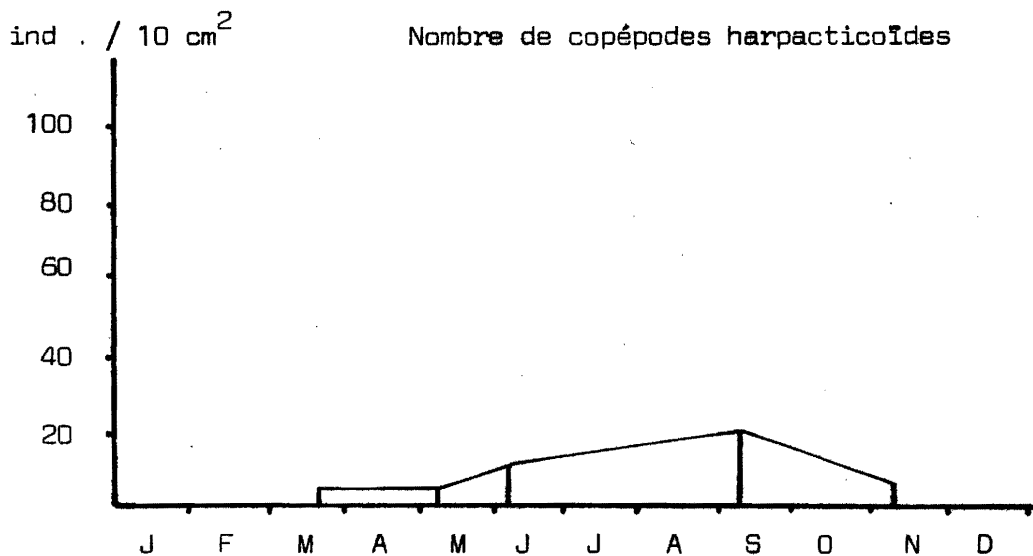
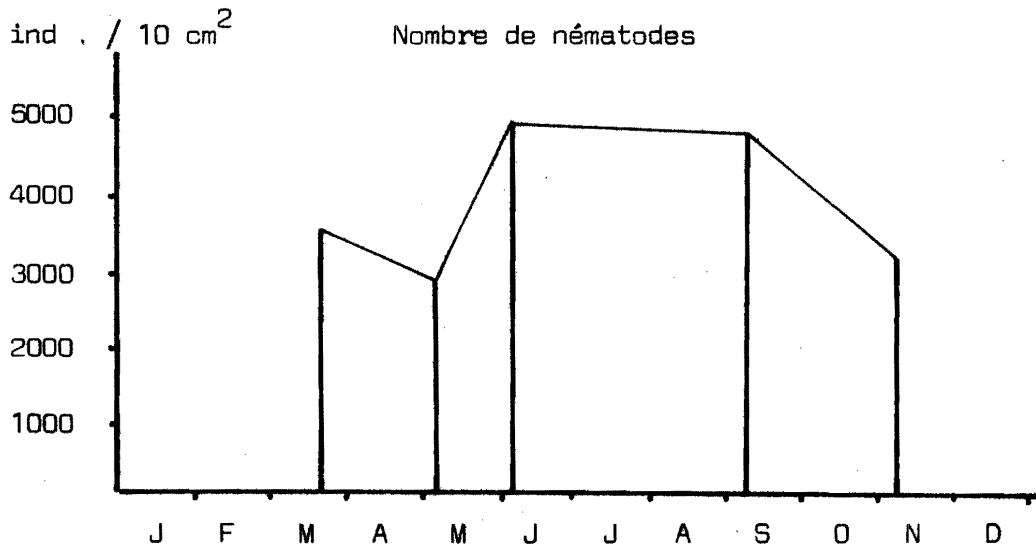
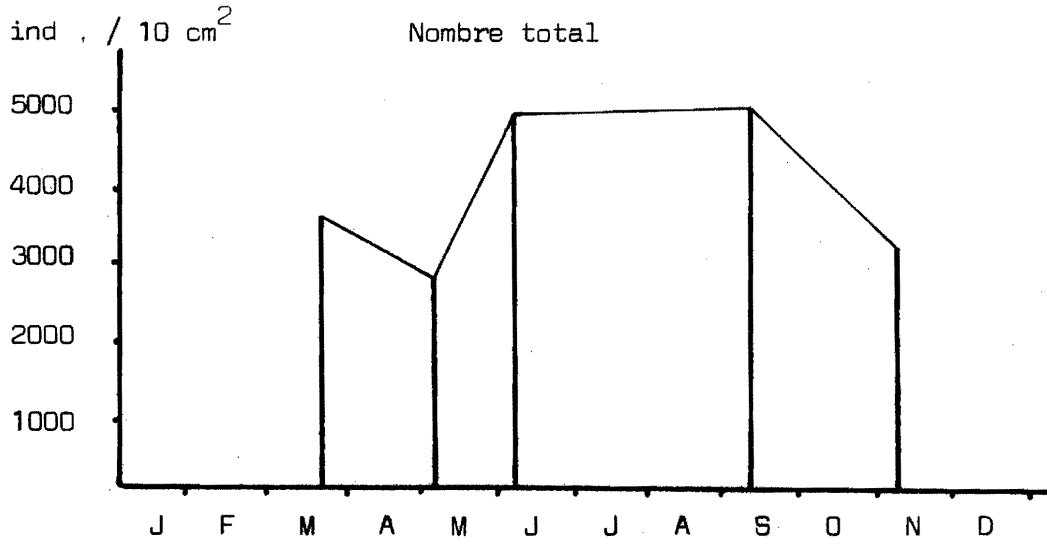
100



Nombre de nématodes



TROMPELOUP

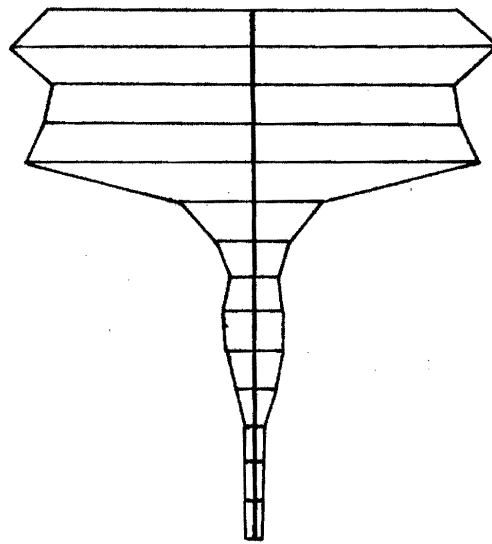


ind / 10 cm²

100



Nombre total



ind / 10 cm²

5



Nombre de copépodes harpacticoïdes



TROMPELOUP

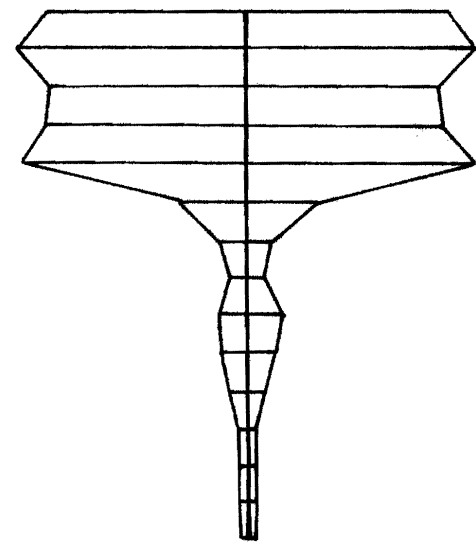
21 / 3 / 75

ind / 10 cm²

100



Nombre de nématodes



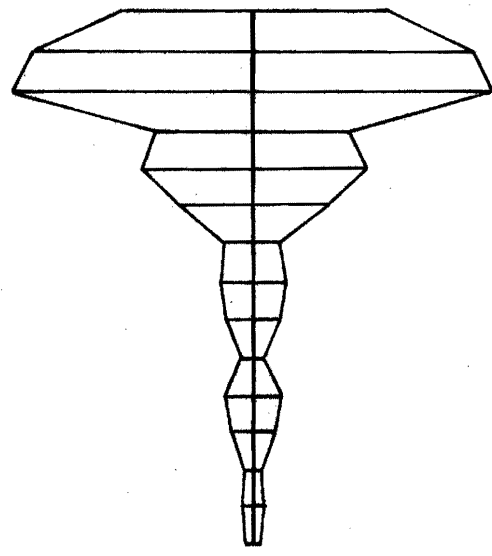
ind / 10 cm²



100



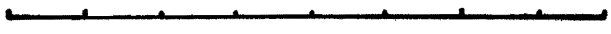
Nombre total



ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoides



TROMPELOUP

4 / 5 / 75

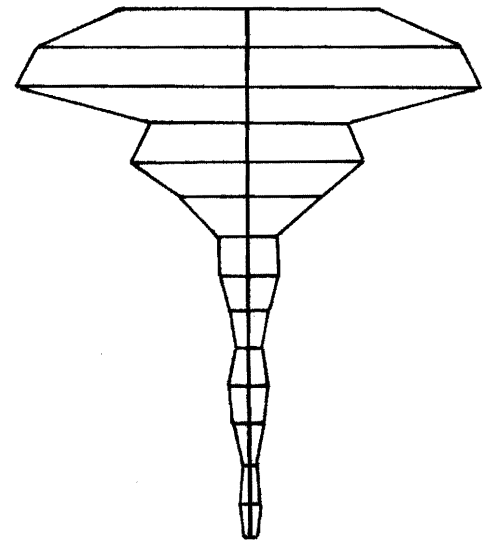
ind / 10 cm²



100



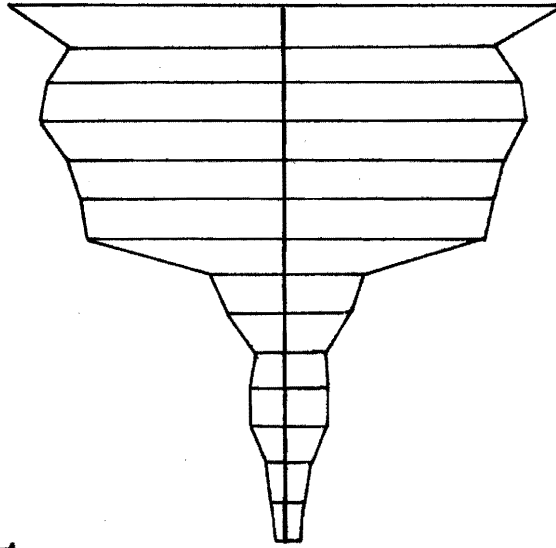
Nombre de nématodes



ind / 10 cm²

100

Nombre total



ind / 10 cm²

5

Nombre de copépodes harpacticoïdes



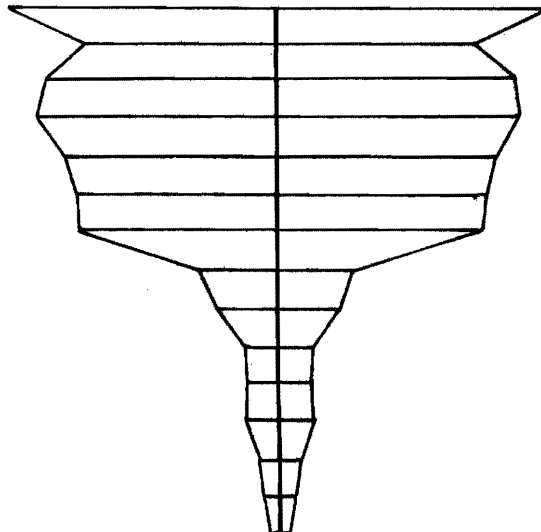
TROMPELOUP

2 / 6 / 75

ind / 10 cm²

100

Nombre de nématodes



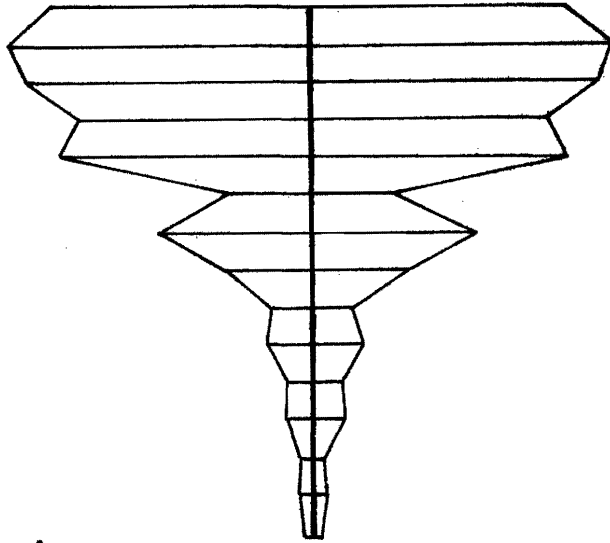
ind / 10 cm²



100



Nombre total



ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoides



TROMPELOUP

14 / 9 / 75

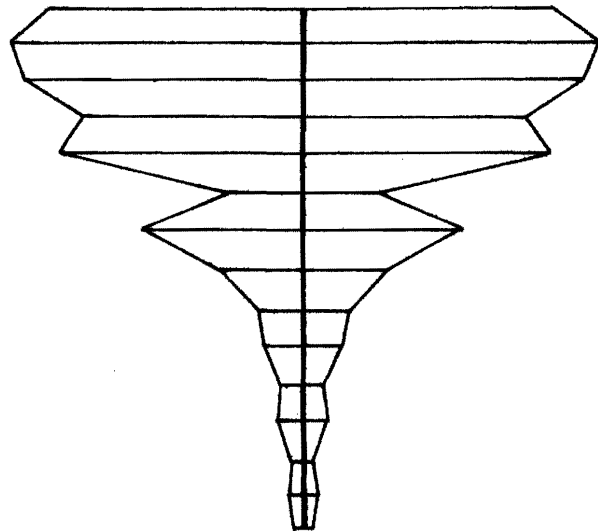
ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes



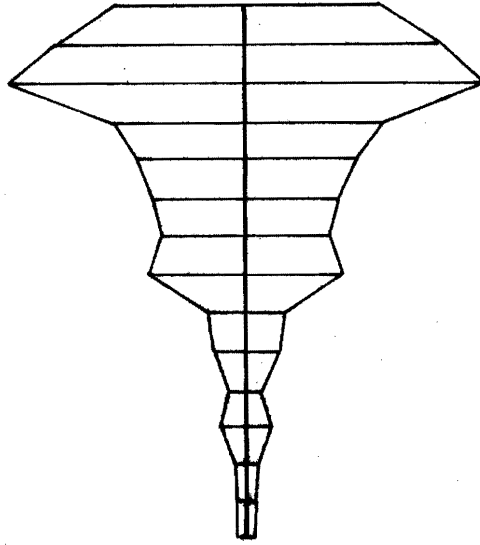
ind / 10 cm²



100



Nombre total



ind / 10 cm²



5



Nombre de copépodes harpacticoïdes



TROMPELOUP

10 / 11 / 75

ind / 10 cm²



100



Nombre de nématodes

