

LA MYTILICULTURE
DANS LE PERTUIS BRETON

Rapport provisoire des travaux
effectués de 1985 à 1987
par la station RA de L'Houmeau

36900
H742.2R201
DAR.M.
1048.

par M.J. DARDIGNAC



LA MYTILICULTURE DANS LE PERTUIS BRETON

ETUDE DES CONDITIONS DE REAMENAGEMENT D'UN SECTEUR DE BOUCHOTS

AVANT-PROPOS

La Région Poitou-Charentes fournit près de 20% de la production mytilicole nationale. Cette participation monte à 30% si l'on y ajoute la partie nord du Pertuis Breton qui, administrativement, relève de la Région Pays de Loire mais dont la majeure partie est en fait exploitée par des charentais.

Cependant, les rendements des élevages mytilicoles situés sur la côte atlantique sont médiocres. En effet, la moitié des bouchots existant en France est située entre la Vilaine et la Gironde mais elle fournit à peine plus du tiers de la production nationale. On peut alors se demander si les stocks de moules en culture ne sont pas trop importants, ce qui entrainerait un épuisement des capacités biotiques du milieu avec pour conséquence un ralentissement de la croissance. La réponse à cette question demande que soit connue la relation entre le stock présent et la production biologique et il faut donc être capable d'estimer ces deux paramètres. C'est l'objectif que s'est fixé l'IFREMER de l'Houmeau.

Avec ses 8 000 à 9 000 tonnes par an le Pertuis Breton est le secteur le plus important de la façade atlantique. C'est par conséquent dans cette zone que les efforts ont été orientés en priorité.

Jusqu'à présent l'estimation des stocks de moules sur bouchots n'a pas fait l'objet d'une étude particulière, aussi était-il nécessaire avant tout de mettre au point une stratégie d'échantillonnage adaptée à ce mode de culture. Ce travail a été réalisé en 1987 dans la zone située au sud de la Sèvre niortaise mais nous n'en rendrons pas compte dans le présent document car il a fait l'objet d'un rapport spécial : "Estimation des stocks de moules dans le Pertuis Breton en 1987." par J. MAZURIE et M. J. DARDIGNAC-CORBELL, DRV 88.002-RA/L'Houmeau.

Par ailleurs, les problèmes rencontrés par les mytiliculteurs dans la partie sud du Pertuis Breton ont conduit l'IFREMER à engager une recherche particulière dans ce secteur. Ce sont les observations qui ont été effectuées au cours de cette étude qui vont être exposées ici.

1. INTRODUCTION

Les rendements particulièrement faibles observés depuis de nombreuses années dans les bouchots situés au sud de la Sèvre niortaise (fig.1, zone hachurée) ont conduit les Professionnels à envisager une restructuration de cette zone. Les restructurations antérieures ayant été faites empiriquement, la Profession a demandé à l'IFREMER de lui fournir des éléments susceptibles de permettre une meilleure réorganisation.

L'étude entreprise a concerné la croissance des moules, la courantologie et les caractéristiques du milieu.

Le recueil des données commencé en 1985 s'est achevé fin 1987. L'exploitation est en cours et les résultats prévus fin 1988. Le présent rapport n'est donc qu'un document provisoire.

2. CROISSANCE DES MOULES

La figure 2 montre le détail du secteur étudié et l'emplacement des diverses stations expérimentales.

Des travaux réalisés antérieurement (juillet 1979 à mai 1980) avaient montré, à niveau d'émersion identique, une différence significative de croissance selon l'emplacement des stations. Les essais avaient été réalisés aux points 1, 2, 3, 4, 5 et 6 et la figure 3 montre que la croissance à la station 3, qui reçoit les premières eaux de flot, avait été nettement meilleure qu'aux stations 4 et 5 alimentées par des eaux ayant traversé tout le champ de bouchots.

Au vu de ces constatations, des suivis de croissance ont été mis en place en 1985, 1986 et 1987.

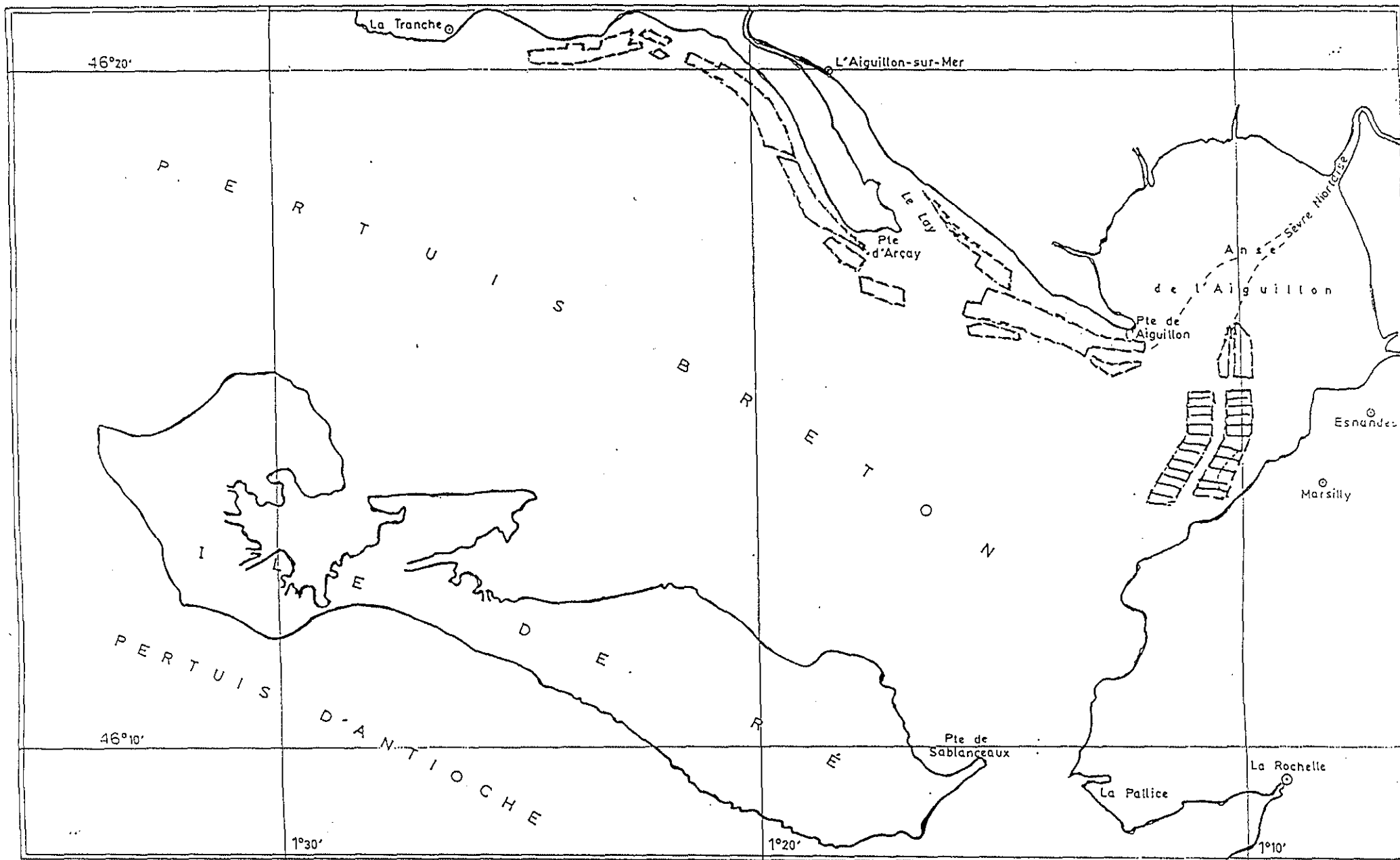
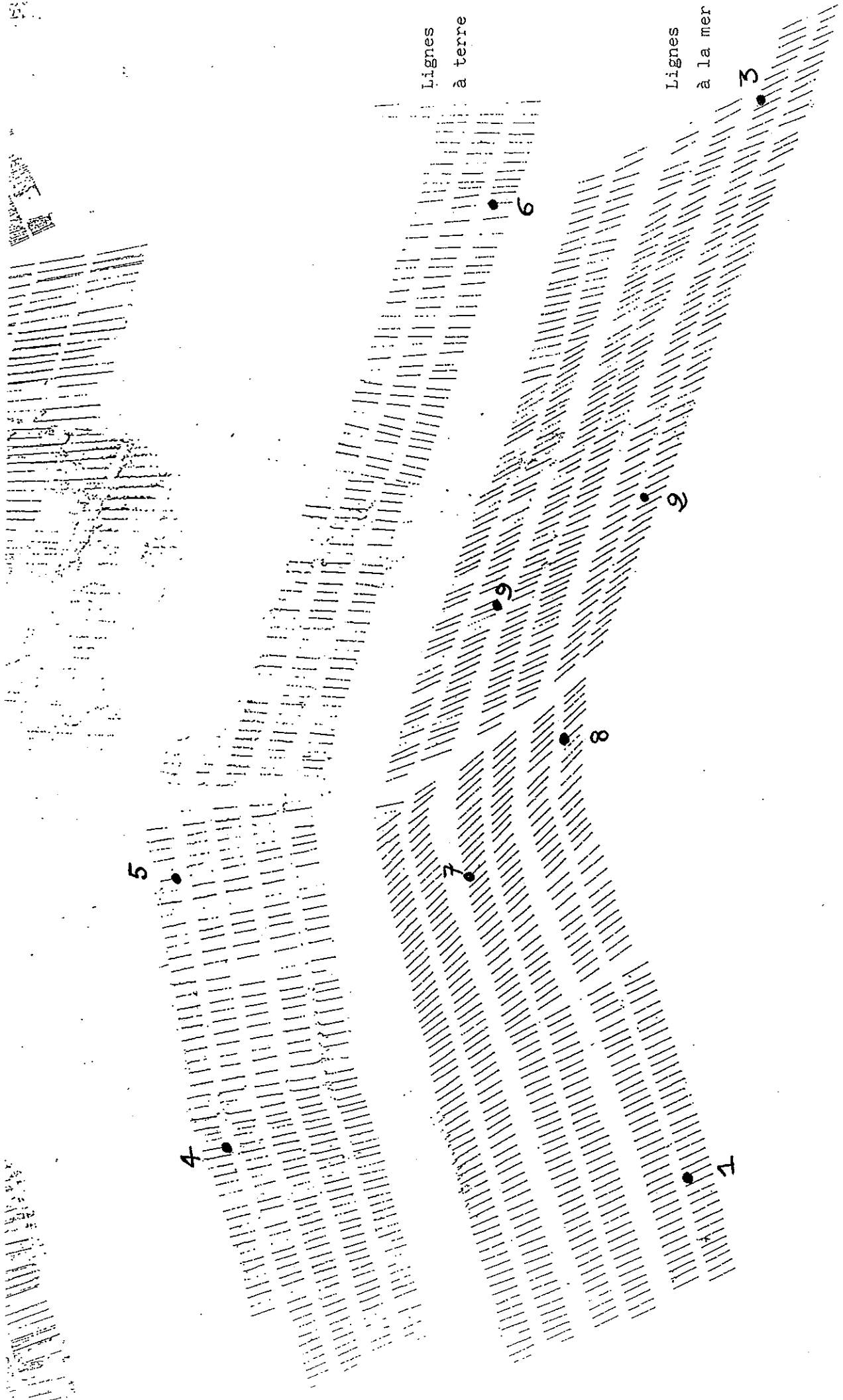


Fig. 1 - Emplacement des bouchots dans le Pertuis Breton



Lignes
à terre

Lignes
à la mer

Fig. 2 - Bouchots du Sud de la Passe d'Esnandes

2.1. Déroulement des essais

- 1985 - Stations : 1 à 9. Deux pieux par station.
Matériel : Naissain sur cordes
Début essai : 19 juillet
Arrêt : 12 novembre
Durée suivi : 115 jours
- 1986 - Stations : 1 à 9. Quatre pieux par station.
Matériel : Moules de 1 an en boudins
Début essai : 12 mars
Arrêt : 7 octobre
Durée suivi : 209 jours
- 1987 - Stations : 1,2,3,4,5 et 9. Quatre pieux par station.
Matériel : Naissain sur cordes
Début essai : 15 juillet
Arrêt : 3 novembre
Durée suivi : 111 jours

2.2. Paramètres étudiés

- Longueur : un échantillon est prélevé sur chaque pieux pour mensuration au début et à la fin de la période de suivi.

- Poids : le poids total au début et à la fin de l'expérience est noté. L'augmentation est ensuite calculée et rapportée au mètre de corde (ou de boudin) ou encore, compte tenu de la mortalité, à un nombre de moules fixé (1000 par exemple).

- Mortalité : A la mise à l'eau un échantillon de corde (ou de boudin) de longueur connue est prélevé sur chaque pieu et les moules comptées. Le nombre total est estimé en rapportant à la longueur totale de corde mise sur le pieu. Au moment de la récolte, un échantillon de poids connu est prélevé et les moules comptées. On rapporte ensuite au poids total pêché sur le pieu.

2.3. Résultats

L'exploitation des données "longueur" est actuellement trop incomplète pour qu'une interprétation correcte puisse être faite. Il n'en sera donc pas question ici.

Les histogrammes des figures 4,5 et 6 montrent les augmentations de poids obtenues sur chacun des pieux expérimentaux. Des analyses de variance, réalisées avec le logiciel STAT-ITCF, nous ont permis de vérifier si les différences observées étaient ou non significatives.

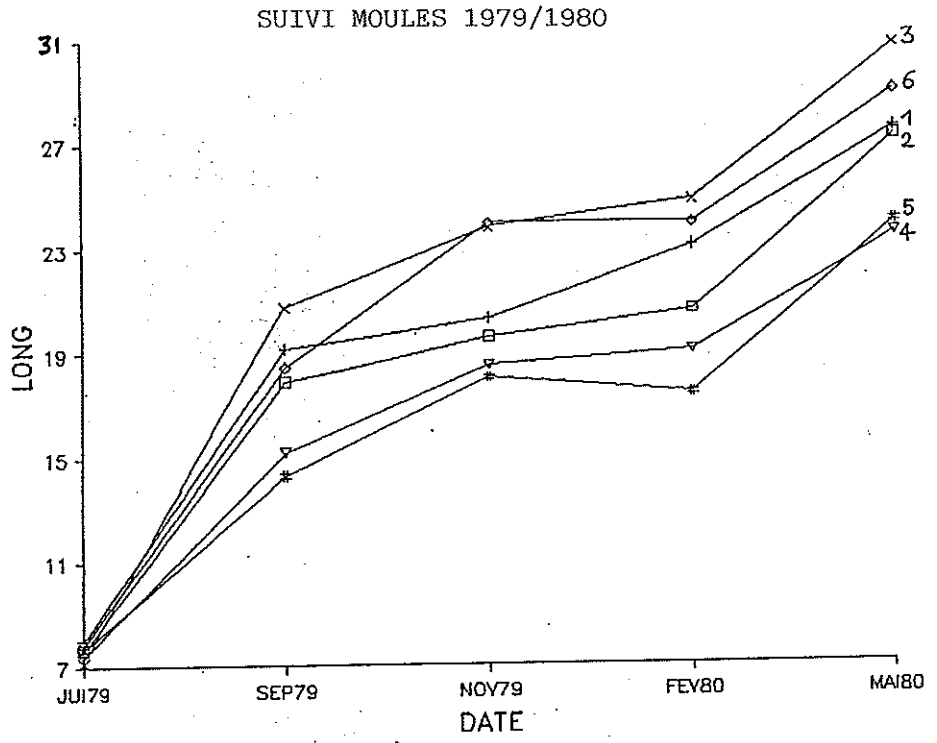


Fig. 3

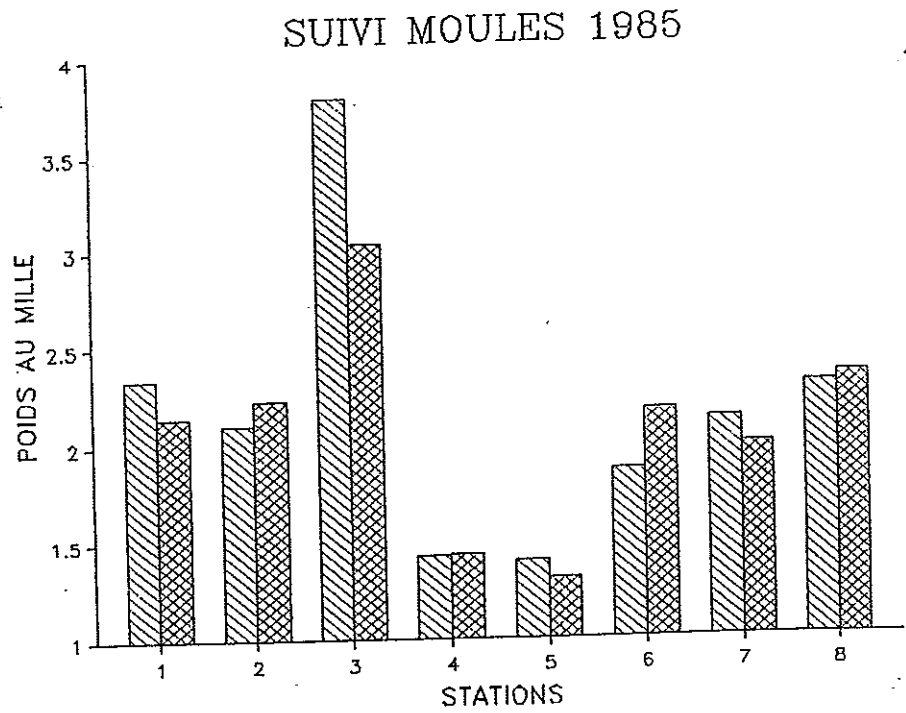


Fig. 4

SUIVI MOULES 1986

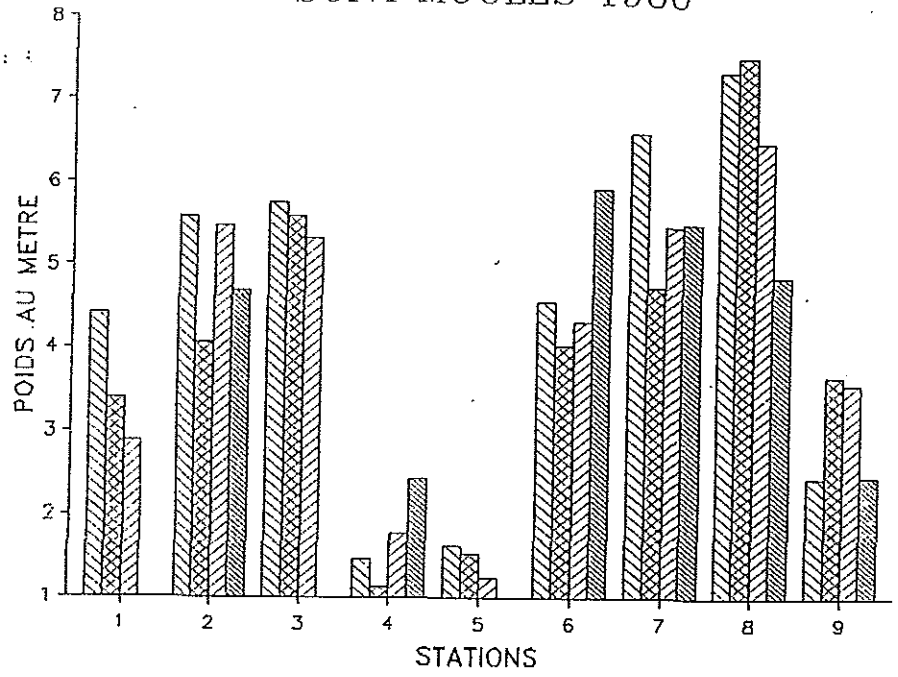


Fig. 5

SUIVI MOULES 1987

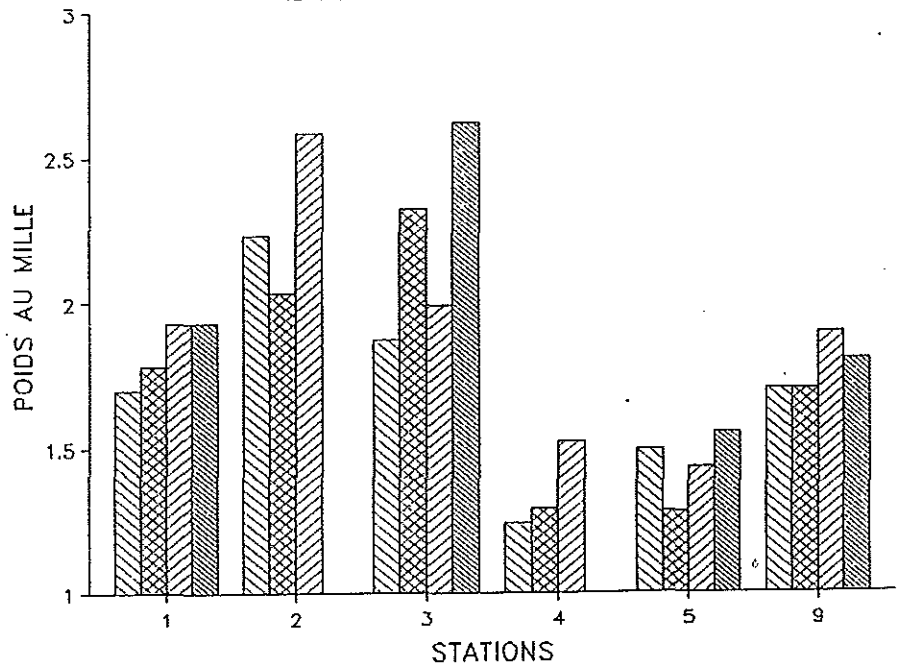


Fig. 6

Dans l'état actuel de nos travaux, nous pouvons faire les remarques suivantes :

- les stations 4 et 5 ont toujours des rendements significativement inférieurs à ceux de n'importe quelle autre station ;
- la station 3, qui apparaissait nettement meilleure en 1979/1980, l'est toujours en 1985. En revanche, en 1986 son rendement est inférieur à celui de la 8 et analogue à ceux de la 7 et de la 2. En 1987 elle est de nouveau parmi les meilleures mais la 2 ne lui est pas inférieure. Il faut préciser que les résultats obtenus en 1986 et 1987 sont malaisés à interpréter. En effet, il a été difficile en 1986 de distinguer le naissain fixé au printemps sur les pieux expérimentaux et par conséquent d'évaluer le taux de disparition des moules dans les différentes stations. En 1987 les tempêtes qui ont sévi en septembre ont fait tomber une partie des grosses moules sans qu'il soit possible de connaître pour chaque station l'importance exacte des pertes.

Nous nous sommes demandé s'il était possible de mettre en évidence une relation entre les rendements dans les différentes stations et le nombre de pieux que les masses d'eau traversent avant d'arriver à la station considérée. Nous avons choisi de compter les pieux situés entre la station et les bouchots les plus à la mer dans une bande de 200 mètres de large orientée selon l'axe des courants de flot de marée moyenne. Cette orientation, qui varie de 50° à 80° selon les endroits, nous a été précisée par l'étude courantologique du LCHF (voir plus loin). Enfin, le nombre de pieux par bouchot a été estimé à partir de la réglementation actuellement en vigueur. Les résultats de ces comptages sont donnés dans le tableau 1 et les diagrammes des figures 7, 8 et 9 représentent les relations entre le rendement et le nombre de pieux traversés.

STATION	DIR. FLOT	NOMBRE PIEUX
1	50°	1 300
2	60°	3 530
3	70°	2 860
4	80°	10 370
5	80°	13 160
6	80°	4 000

Tab.1 - Nombre de pieux que les courants rencontrent avant d'arriver à une station.

Cette première tentative d'explication est encore très sommaire et incomplète : le nombre de pieux situés en avant des stations 7,8 et 9 n'a pas été calculé, la largeur de la bande (200 mètres) n'est pas forcément significative, les orientations des courants demandent à être affinées et la réglementation n'étant pas toujours respectée le nombre de pieux est plus ou moins juste. Cependant, en dépit de toutes ces incertitudes, les diagrammes semblent bien indiquer une relation entre le nombre de pieux traversés et les rendements, excepté pour la station 1. Ceci peut peut-être s'expliquer par le fait qu'en 1985, 1986 et 1987 nous n'avons pas tenu compte du facteur émergence, or la station 1 est légèrement plus haute sur l'estran.

Ce n'est que lorsque nos données auront été totalement exploitées que nous pourrons confirmer ou infirmer ce qui précède.

3. ETUDE DU MILIEU

Elle a été réalisée en quatre points du champ de bouchots (fig.2) : une station située à l'arrivée du flot (station 3), deux stations intermédiaires (2 et 9) et une plus en amont (5).

Deux stratégies ont été successivement adoptées .

1 - Suivis de cycles de marée (flot et jusant), en vive eau et en morte eau avec prélèvements toutes les deux heures et mesures de courant chaque 1/2 heure. Période : octobre 1985 - septembre 1986.

2 - Prélèvements effectués, dans la mesure du possible, chaque semaine et au même moment de la marée (mi-flot). Période : avril - décembre 1987.

3.1. Paramètres suivis et techniques d'analyse

Température : relevée directement avec un thermomètre à mercure.

Salinité : méthode de MOHR-KNUDSEN.

Seston minéral et organique : pesée de filtres préalablement calcinés avant et après crémation à 450°C.

Chlorophylle a et Phaeopigments : dosés par fluorimétrie (méthode de YENTSCH et MENZEL, 1963).

Glucides, Protides et Lipides particuliers :

Glucides : méthode de DUBOIS (1956),

Protides : méthode de LOWRY et al. (1951),

Lipides : méthode de MARSH et WEINSTEN (1966).

La nourriture disponible pour les moules peut être représentée par la somme des glucides ,protides et lipides que nous avons remplacée ici par la valeur calorique de ces trois constituants. Les coefficients de conversion utilisés sont ceux de BRODY (1945) soit 4.10 cal/mg pour les glucides,5.65 cal/mg pour les protides et 9.45 cal/mg pour les lipides.

La courantométrie a été réalisée à l'aide d'appareils BRAYSTOKE et TOHO-DENTAN.

3.2. Résultats

3.2.1.Cycles de marée

En 1985 les prélèvements ont été effectués en surface et au fond ; en 1986 ils ont tous été faits à un même niveau correspondant à la mi-hauteur des pieux à moules,soit,selon les endroits,entre 1 et 1,50 mètre au dessus du fond.

Nous examinerons ici les variations de la matière en suspension au cours de quatre des cycles suivis en 1986.Le tableau 2 indique pour chacun de ces cycles le coefficient de la marée et les heures théoriques de pleine mer (PM) et de basse mer (BM).La courantométrie nous a permis de constater que le moment où la renverse des courants avait réellement lieu pouvait différer du moment théorique d'une demi-heure ,voire même d'une heure, mais nous n'en tiendrons pas compte dans ce document.

DATE	COEFFICIENT	HEURES PM et BM
19 juin	70/74	BM : 8.56 PM : 15.23 BM : 21.19
2 juil.	47/48	BM : 8.10 PM : 14.58 BM : 20.44
29 août	28	BM : 6.19 PM : 13.58 BM : 19.24
10 sept.	70/73	PM : 9.11 BM : 15.45 PM : 21.27

Tableau 2 - Coefficients et heures des PM et BM de quatre des cycles suivis en 1986.

a) Seston (fig.10 à 13)

Les fluctuations peuvent être très importantes au cours d'une même marée. Ainsi le 19 juin, à la station 9, le seston passe de 50 mg/l à 15h à près de 200 mg à 19h, soit 4 heures plus tard.

Dans l'ensemble, la concentration des éléments en suspension est plus élevée aux alentours de la basse mer ou dans la première partie du flot et plus faible au moment de la pleine mer. Ce phénomène paraît d'autant plus marqué et les écarts plus grands que le coefficient de marée est élevé. La position de la station joue aussi un rôle : la station 3, située plus vers le large, subit des variations moins importantes. Certains écarts restent cependant difficiles à expliquer. Ainsi l'augmentation du seston au moment de la pleine mer en station 5 le 19 juin ; sa diminution, au contraire, le 10 septembre, un peu après la basse mer en station 5, 9 et, dans une moindre mesure, 2. Il semble aussi peu probable que la houle qui a régné le 29 août suffise à expliquer les teneurs extraordinairement élevées observées en station 5 ce jour là.

En ce qui concerne une différence éventuelle entre les quatre stations, nous avons fait la moyenne des teneurs observées au cours de chaque cycle (tableau 3). La figure 22 montre que les stations 5 et 9 sont plus chargées en seston que les autres, la différence étant plus marquée en marée moyenne qu'en petite marée. Toutefois, au mois d'août, alors que le coefficient est très faible (28) les stations 2, 3 et 9 sont comparables ; en 5 nous retrouvons les teneurs très fortes signalées plus haut.

b) Chlorophylle a (fig.14 à 17)

Les fluctuations de la chlorophylle a peuvent aussi être très importantes au cours d'une même marée. Le 19 juin, par exemple, les teneurs passent, à toutes les stations, d'environ 3 à 3,5 $\mu\text{g/l}$ à 9h à moins de 1 $\mu\text{g/l}$ à 13h.

Au cours du cycle du mois de juin nous observons un apport important de chlorophylle a dès le début du flot, suivi d'une diminution très rapide qui se poursuit jusqu'à la pleine mer et même un peu au delà. Une remontée légère semble ensuite se produire. En juillet cette évolution est beaucoup moins nette aux stations 2 et 3, et notamment l'apport de chlorophylle après la basse mer n'est pas évident. Il n'est pas impossible, sans que nous puissions l'affirmer, que ceci provienne du fait qu'en dépit d'une basse mer théorique à 8h10, les courants de flot étaient en réalité déjà bien établis à 7h45 ce qui fait que le prélèvement de 8h aurait été réalisé trop tard après la renverse. En septembre, en revanche, si nous observons bien la diminution des teneurs au cours du jusant, nous ne constatons pas d'apport au moment de l'arrivée du flot. Il faut remarquer que les quantités sont très faibles à cette époque, moins de 1 $\mu\text{g/l}$. Doit-on penser que la pauvreté du milieu a entraîné une consommation immédiate du moindre apport, empêchant ainsi de mettre ce dernier en évidence ?

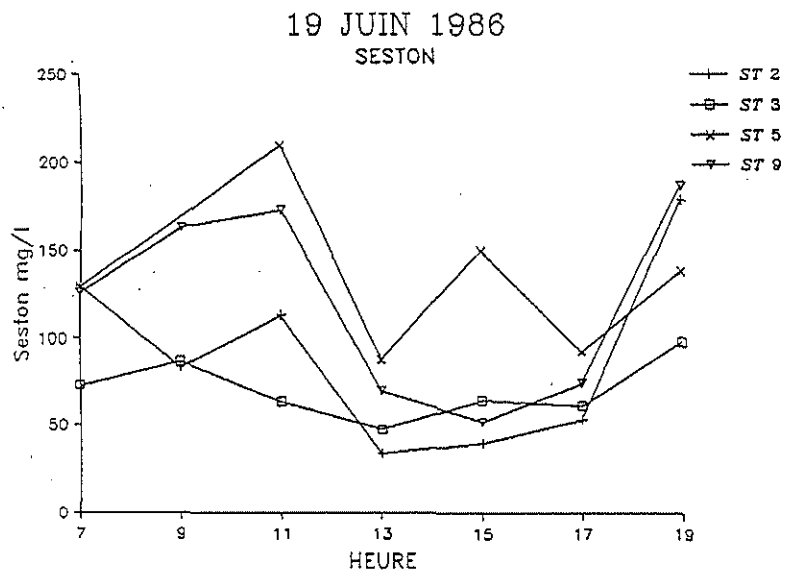


Fig. 10

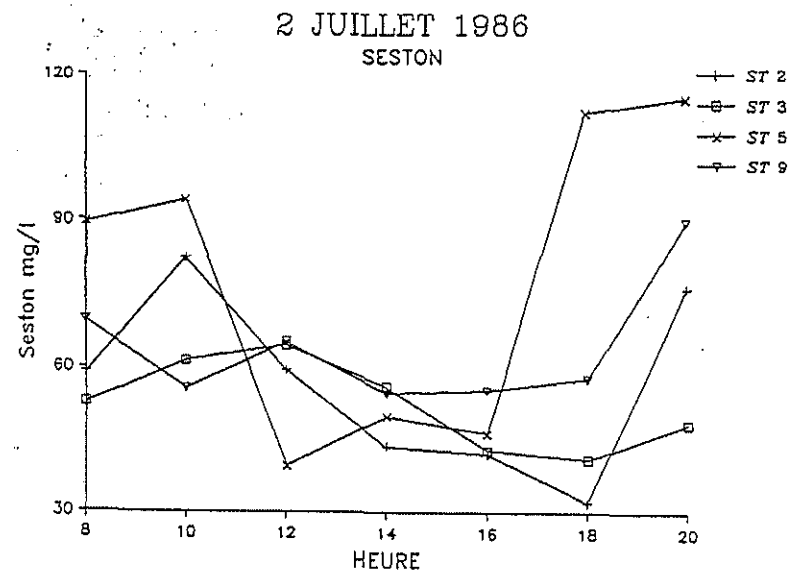


Fig. 11

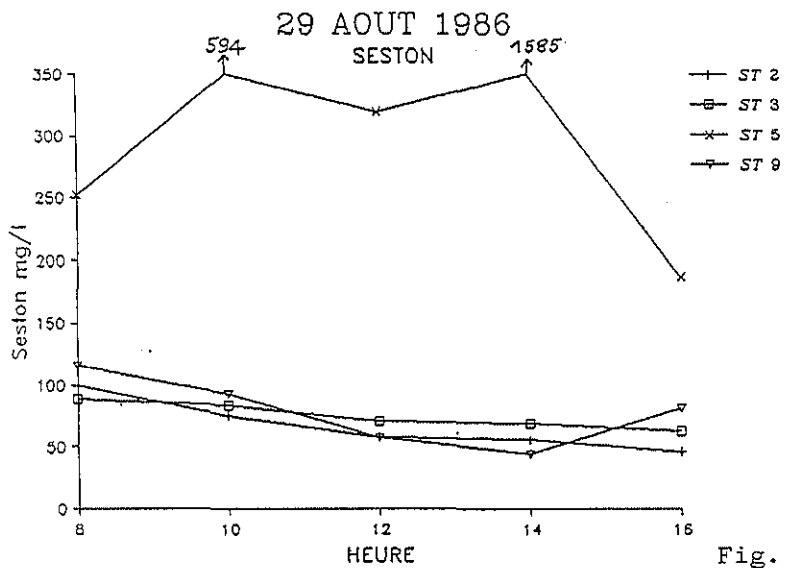


Fig. 12

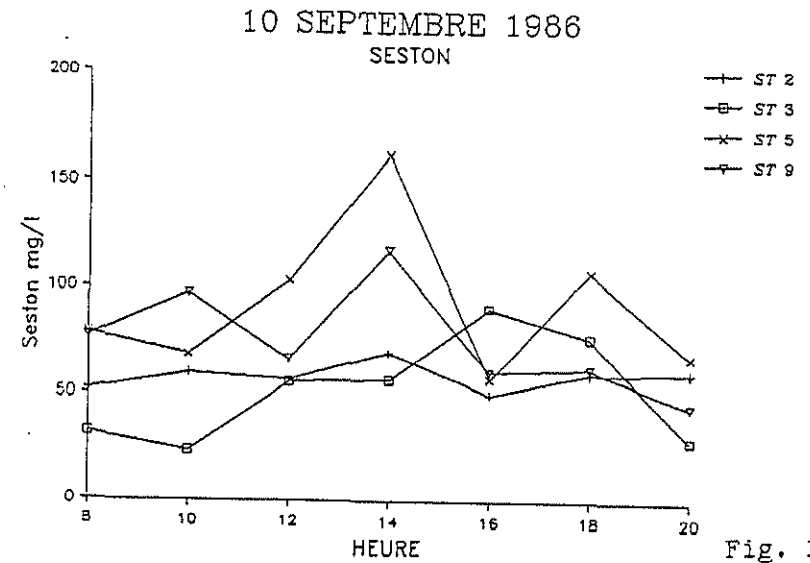


Fig. 13

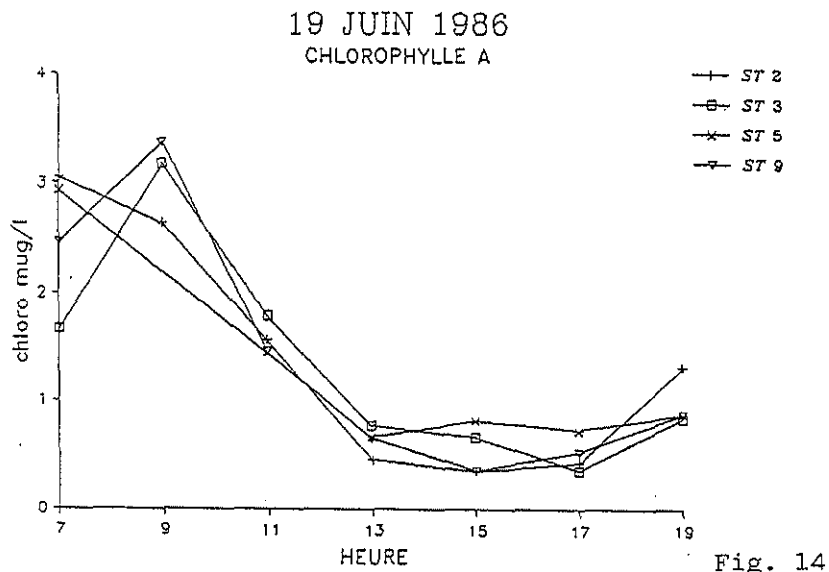


Fig. 14

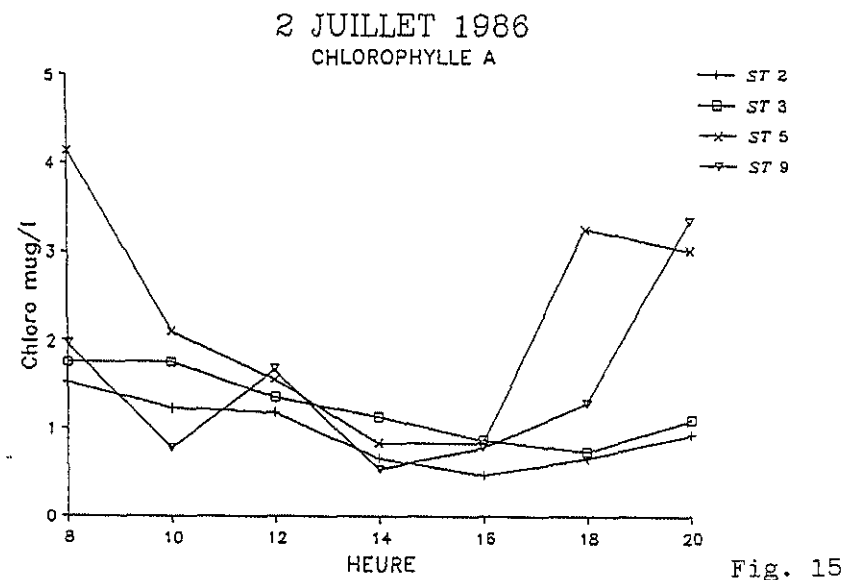


Fig. 15

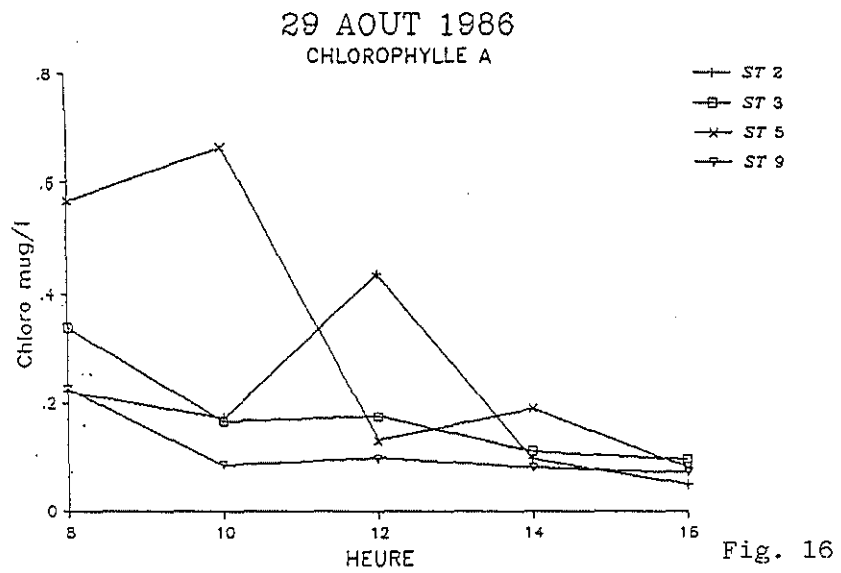


Fig. 16

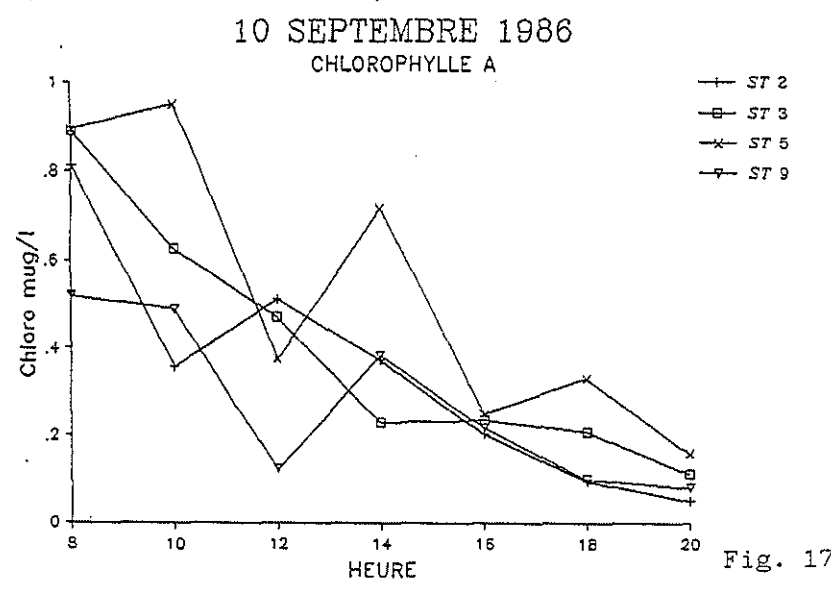


Fig. 17

Pour ce qui est d'une différence entre les stations, la figure 23 montre des teneurs analogues dans les quatre stations en juin et des concentrations meilleures à la station 5 au cours des trois autres cycles, particulièrement celui de juillet.

Il est intéressant de remarquer que la forte teneur en seston du mois d'août ne s'est pas accompagnée d'une augmentation de la chlorophylle.

c) Phaeopigments (fig.18 à 21)

Nous observons au cours des cycles de juin, juillet et septembre une très nette relation avec le moment de la marée : teneurs très fortes au moment de la basse mer, et même un peu avant, puis diminution jusqu'à l'heure de pleine mer.

Il est particulièrement intéressant de remarquer les mêmes anomalies que pour le seston : augmentation étonnante le 19 juin au moment de la pleine mer à la station 5 ; forte diminution au moment de la basse mer pour les stations 5, 9 et 2 le 10 septembre ; teneurs extrêmement élevées tout au long de la marée le 29 août. Enfin, l'histogramme de la figure 24 a une très forte ressemblance avec celui de la figure 22. Tout ceci tendrait à indiquer que les phaeopigments, dans leur majeure partie tout au moins, appartiendraient à des particules sédimentées sur le fond et remises en suspension au moindre mouvement des masses d'eau.

d) Glucides, Protides et Lipides particuliers

Comme nous l'avons indiqué précédemment, la nourriture disponible pour les moules peut être représentée par la somme des protides, lipides et glucides particuliers que nous avons remplacée ici par sa valeur calorique. Nous ne présenterons pas dans ce rapport, comme nous l'avons fait pour le seston et les pigments, l'évolution des PLG au cours de chacun des cycles étudiés. L'histogramme de la figure 25 présente les moyennes par station et par cycle. On peut voir immédiatement qu'il ressemble de très près aux histogrammes 22 et 24.

3.2.2. Suivi 1987

Les moyennes mensuelles ont été calculées pour les différentes stations (tableau 4) et représentées graphiquement (fig. 26 à 30). Des moyennes annuelles ont aussi été calculées (tableau 5).

a) Température et salinité

Les figures 26 et 27 montrent une grande homogénéité entre les stations. Ce n'est qu'au moment des dessalures observées en avril, novembre et décembre qu'une légère différence est constatée, la station 5 recevant les eaux les moins salées.

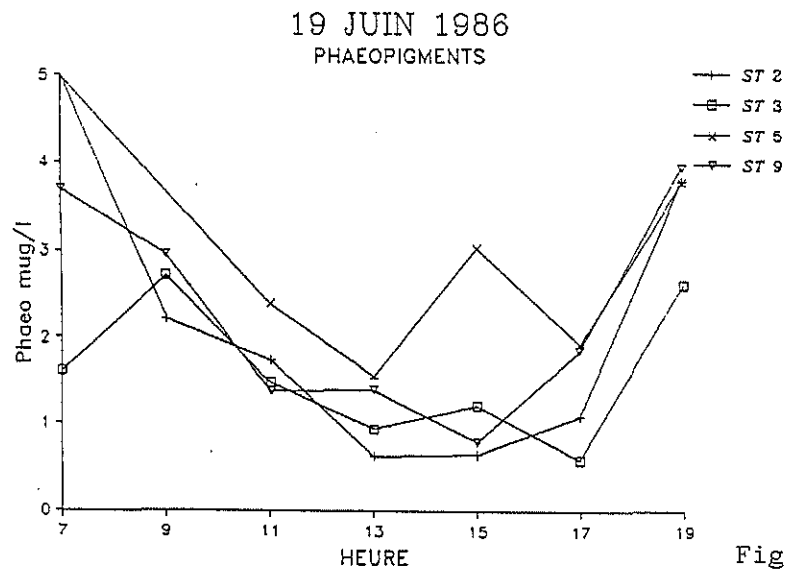


Fig. 18

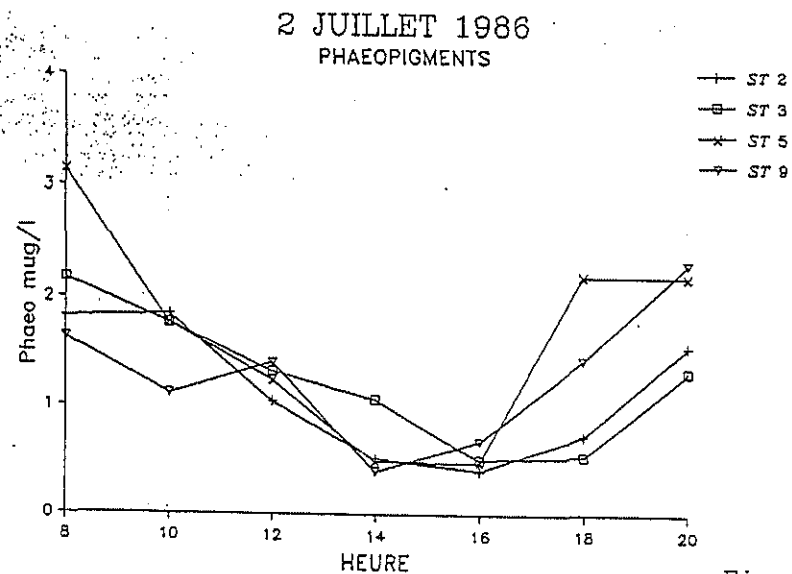


Fig. 19

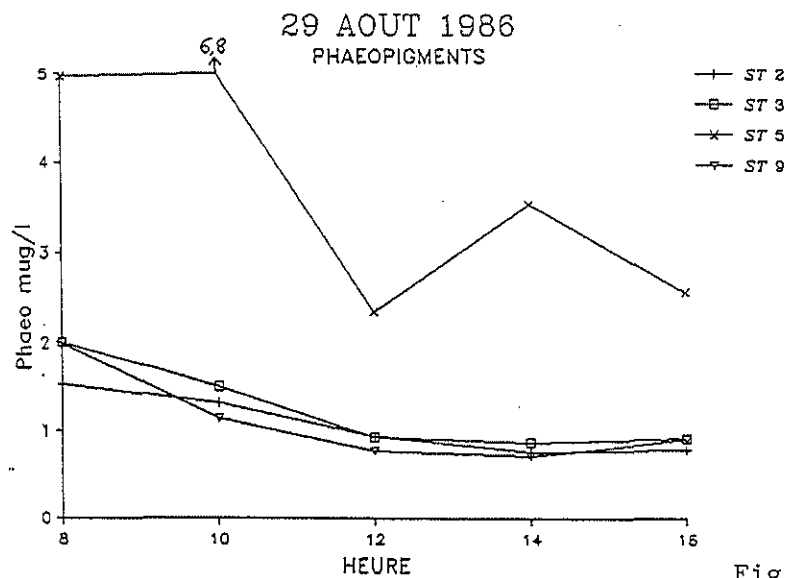


Fig. 20

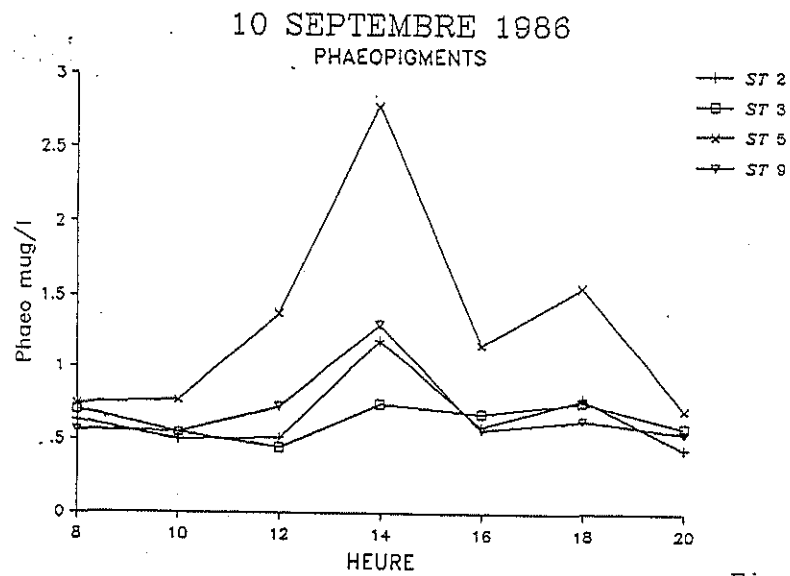


Fig. 21

DATE	STATION	SESTON	CHLORO. A	PHAEOPIG.
19.06.86	2	90,12 (49,04)	1,4 (1,0)	2,17 (1,56)
	3	70,54 (15,74)	1,3 (0,89)	1,59 (0,75)
	5	134,59 (40,59)	1,2 (0,80)	2,97 (1,20)
	9	120,61 (51,18)	1,4 (1,05)	2,28 (1,15)
02.07.86	2	56,30 (17,10)	0,95 (0,35)	1,12 (0,56)
	3	52,30 (8,35)	1,24 (0,37)	1,23 (0,56)
	5	78,01 (29,82)	2,25 (1,17)	1,64 (0,91)
	9	63,93 (11,69)	1,48 (0,89)	1,28 (0,58)
29.08.86	2	67,06 (19,07)	0,19 (0,14)	1,06 (0,32)
	3	75,25 (9,52)	0,18 (0,10)	1,24 (0,45)
	5	587,50 (517,59)	0,33 (0,24)	4,04 (1,65)
	9	78,52 (25,30)	0,11 (0,04)	1,11 (0,47)
10.09.86	2	58,24 (5,87)	0,34 (0,24)	0,66 (0,24)
	3	52,08 (23,56)	0,40 (0,26)	0,64 (0,10)
	5	92,29 (33,34)	0,53 (0,30)	1,30 (0,68)
	9	75,20 (22,85)	0,27 (0,17)	0,70 (0,24)

Tableau 3 - Moyennes et écarts-type (-) par station et par cycle de marée en 1986

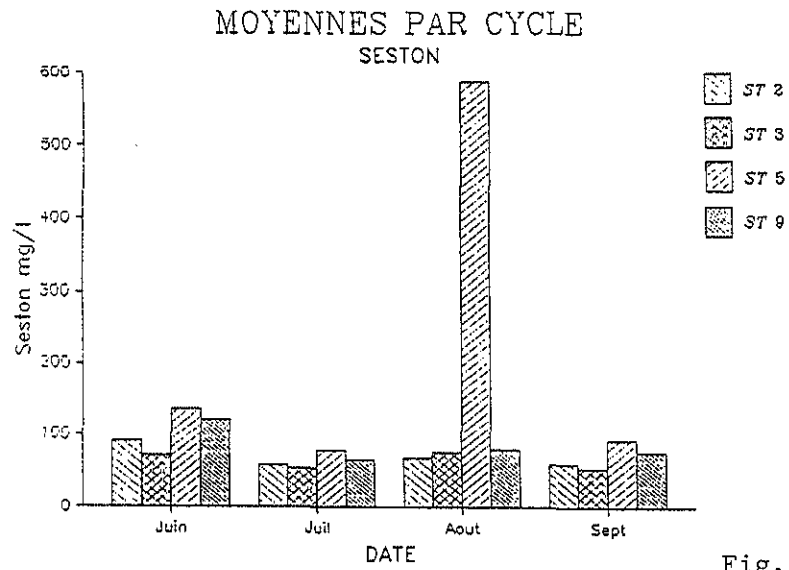


Fig. 22

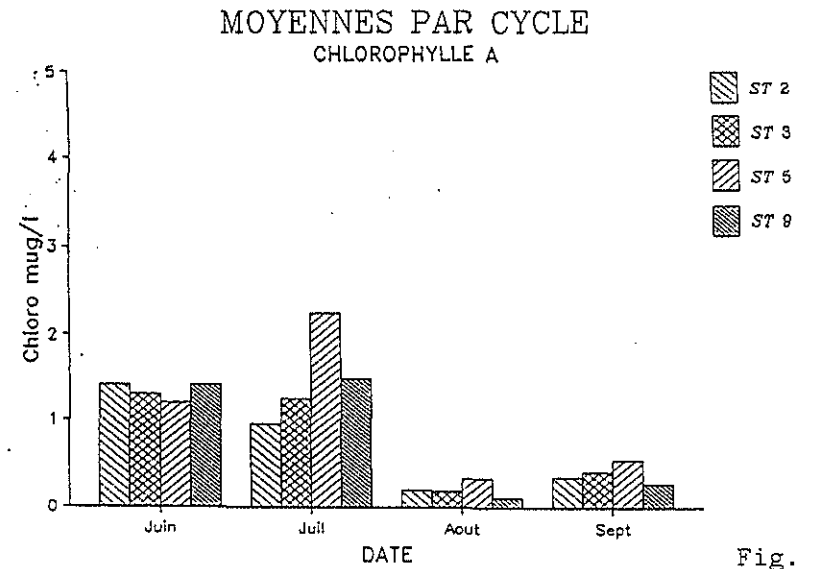


Fig. 23

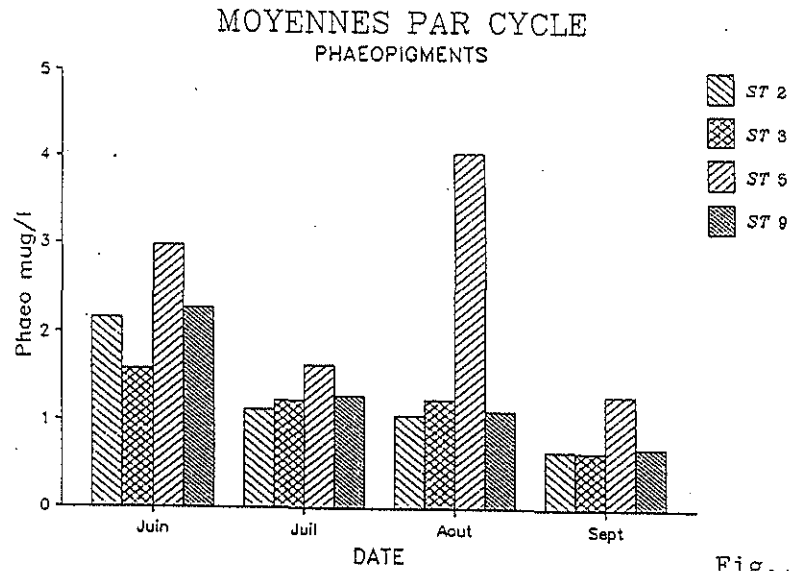


Fig. 24

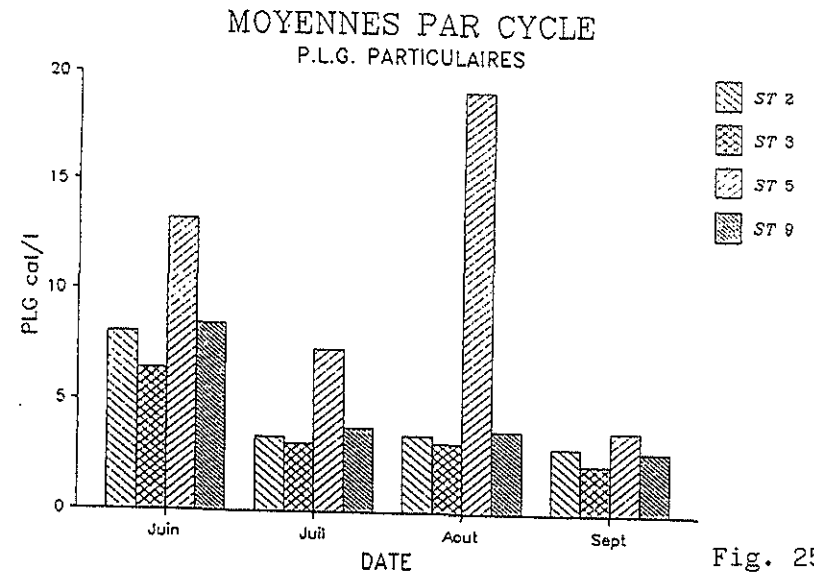


Fig. 25

STATION	MOIS	TEMP	SAL	SESTOT	MIN % CHLORO A	PHAEO	
2	avril	14.3	30.9	56.488		7.58	7.03
2	mai	13.2	33.5	23.115		11.93	3.70
2	juin	18.4	34.4	94.104	79.96	5.26	6.88
2	juil	21.5	35.1	68.535	86.90	1.57	2.18
2	aout	21.1	34.8	110.066	82.59	2.18	3.87
2	sept	21.8	34.5	60.560	80.87	15.03	1.59
2	oct	15.0	33.1	66.828	73.20	4.13	2.01
2	nov	12.3	30.5	139.450	89.37	3.28	5.46
2	dec	8.5	32.4	59.503	85.24	.48	2.66
3	avril	13.8	31.6	91.252		12.59	5.76
3	mai	13.4	33.7	19.245		14.89	3.35
3	juin	19.5	34.3	57.906	77.27	5.20	4.00
3	juil	21.7	34.3	48.275	79.71	2.84	1.71
3	aout	21.0	34.6	78.237	81.84	2.73	5.48
3	sept	21.8	34.6	47.110	79.61	17.52	.69
3	oct	14.8	33.0	44.545	74.91	2.85	1.44
3	nov	12.2	30.3	134.838	89.85	3.67	5.29
3	dec	8.6	33.0	59.633	83.66	.97	4.36
5	avril	14.5	29.8	115.005		11.85	14.63
5	mai	13.5	33.4	46.975		8.88	3.40
5	juin	18.7	34.1	79.695	79.90	6.60	6.59
5	juil	21.9	34.7	61.710	84.78	1.28	3.67
5	aout	21.2	34.6	177.339	83.45	1.87	7.15
5	sept	22.1	34.5	100.620	87.41	10.28	2.74
5	oct	14.9	32.8	66.862	74.56	2.46	1.51
5	nov	12.2	28.9	163.575	88.60	4.44	4.36
5	dec	8.2	31.1	77.833	87.00	.01	3.00
9	avril	14.3	30.9	68.233		18.39	7.00
9	mai	13.3	33.4	16.535		8.02	3.03
9	juin	18.6	34.0	77.855	82.67	6.10	5.55
9	juil	21.7	34.5	65.080	86.66	3.21	1.04
9	aout	21.1	34.6	119.081	81.03	2.25	6.12
9	sept	22.0	34.5	66.488	82.92	8.39	2.32
9	oct	14.9	32.7	53.148	64.45	2.57	1.17
9	nov	12.3	29.4	126.483	88.00	2.93	5.00
9	dec	8.3	32.2	64.290	85.62	.67	2.53

TABLEAU 4 - Moyennes mensuelles 1987.

MOYENNES MENSUELLES 1987

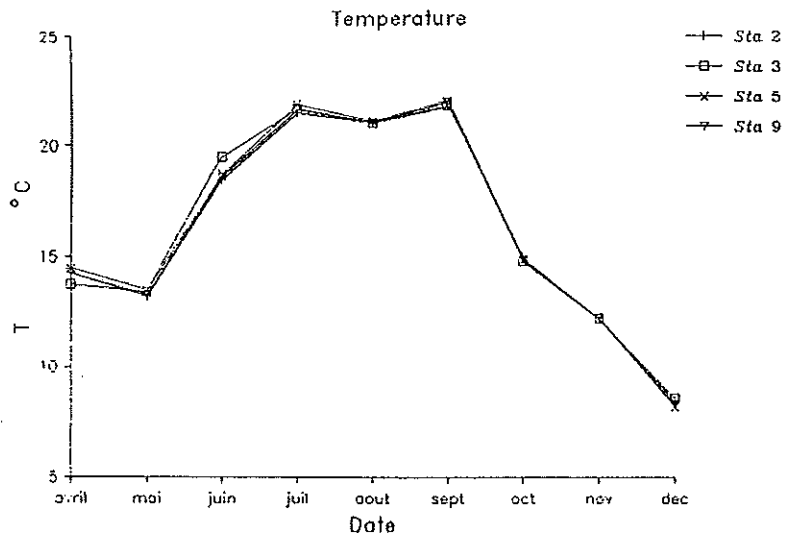


Fig. 26

MOYENNES MENSUELLES 1987

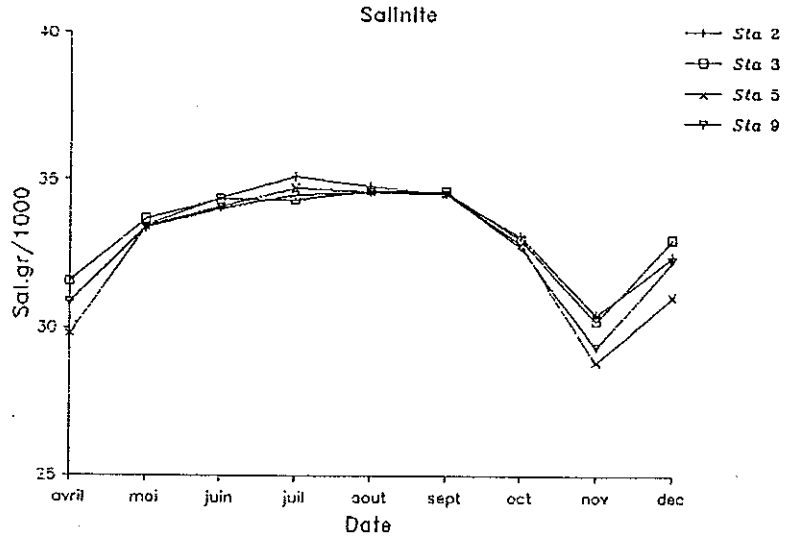


Fig. 27

b) seston (fig.28)

les fortes teneurs observées en août et novembre sont dues à des prélèvements réalisés avec une mer très agitée (27 août, 4 et 20 novembre). Des teneurs fortes, consécutives au mauvais temps, sont aussi observées les 8 septembre, 1 et 30 décembre, mais elles n'apparaissent pas dans les moyennes car elles ont été compensées par des périodes très calmes accompagnées d'eaux relativement claires.

Le graphique semble montrer une turbidité pratiquement toujours plus grande en station 5 et toujours plus faible en 3. Ceci est confirmé par les moyennes annuelles du tableau 5.

La teneur en particules minérales évolue entre 60 et 98,5% du seston total ; elle représente en moyenne 80 à 83% de ce total et il n'apparaît pas de différence entre les stations.

c) Chlorophylle a (fig.29)

Deux pics apparaissent très nettement : en avril-mai et en septembre. En mai comme en septembre on observe le même classement des stations avec les plus fortes teneurs en 3, puis en 2, 5 et enfin 9.

Au cours des autres mois de l'année les teneurs restent beaucoup plus faibles et sont même presque nulles en décembre. Par ailleurs, les stations se classent différemment selon les mois. Cependant, l'examen du tableau 5 indique, pour l'ensemble de l'année, une teneur plus grande en 3, les autres stations étant pratiquement équivalentes.

d) Phaeopigments (fig.30)

Comme cela a déjà été vu lors du suivi par cycle, nous observons une très nette ressemblance avec le graphique du seston (fig.28); les pics ont en effet lieu exactement aux mêmes périodes : avril, juin, août et novembre. Le nuage de points de la figure 31 montre qu'il existe manifestement une relation entre les phaeopigments et la partie organique du seston. En revanche, la figure 32 ne fait pas apparaître de liaison entre le seston organique et la chlorophylle.

MOYENNES MENSUELLES 1987

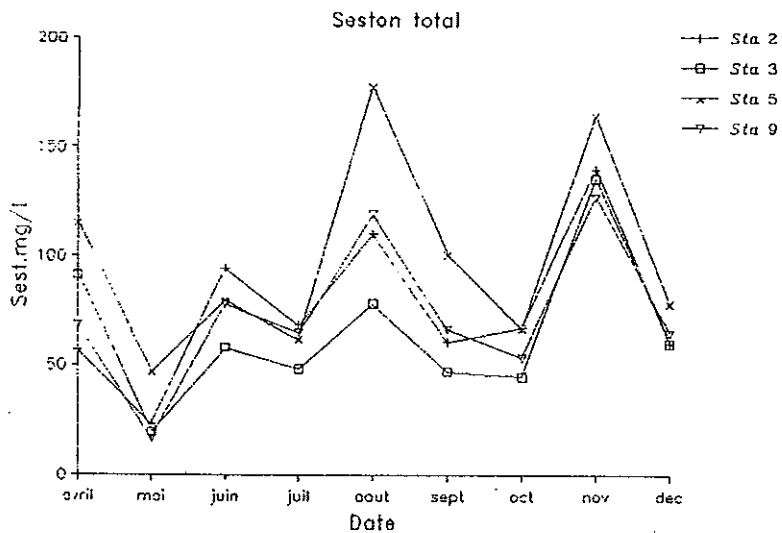


Fig. 28

MOYENNES MENSUELLES 1987

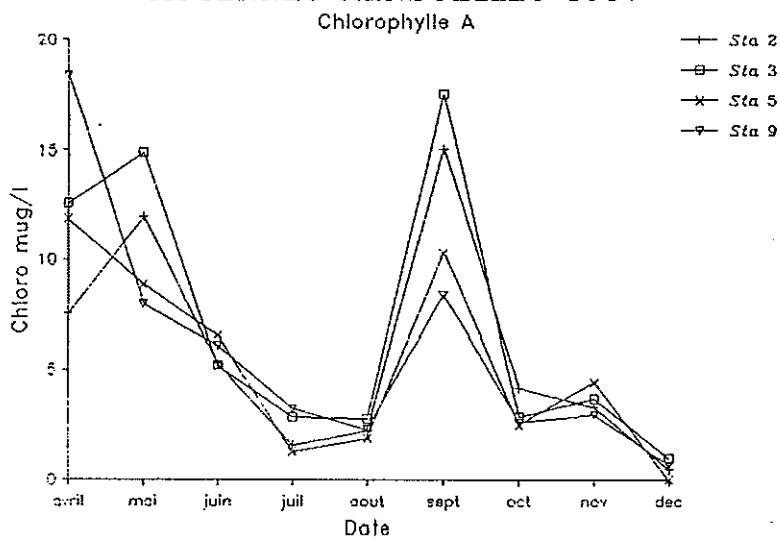


Fig. 29

MOYENNES MENSUELLES 1987

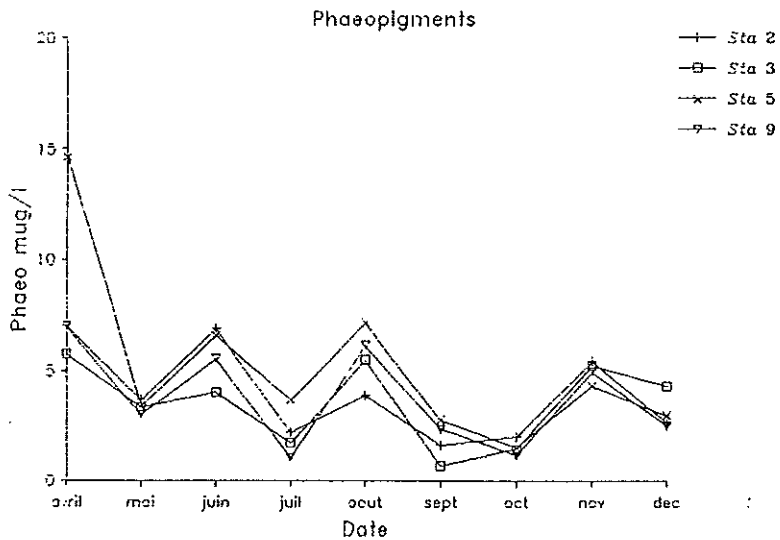


Fig. 30

MOYENNES MENSUELLES 1987
Relation Sest.Org.-Phaeopigments

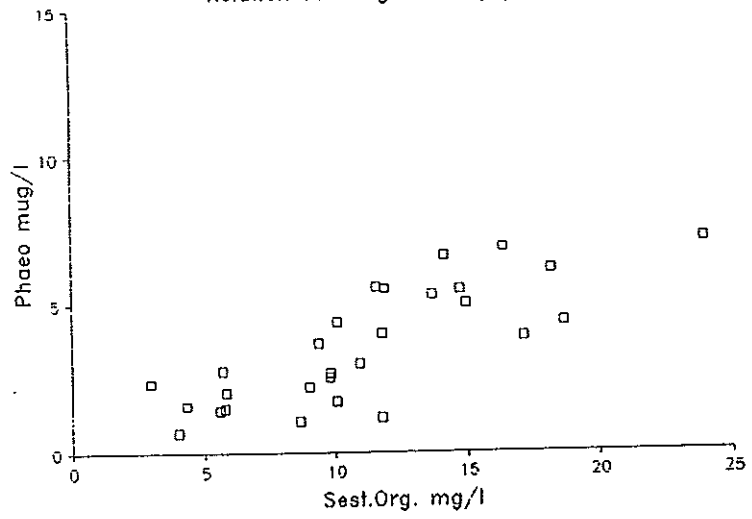


Fig. 31

MOYENNES MENSUELLES 1987
Relation Sest.Org.-Chlorophylle A

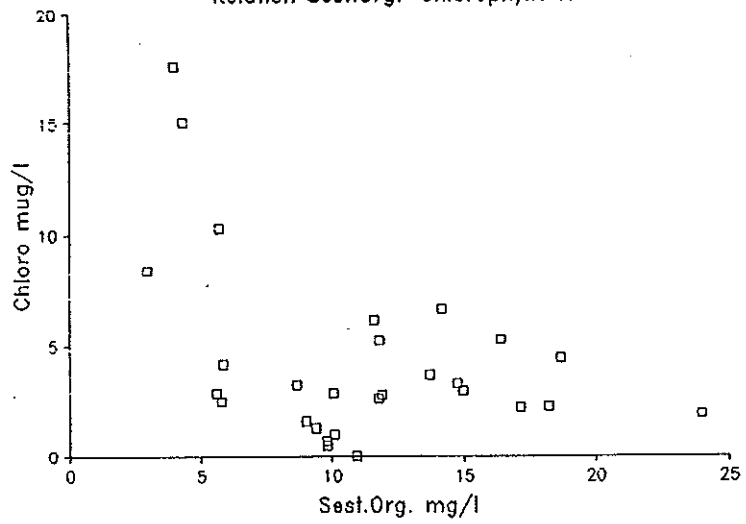


Fig. 32

STATION	SESTON		CHLORO A	PHAEOPIG.
	TOTAL	MINERAL		
2	81,27 (66,89)	74,42 (63,09)	5,52 (5,89)	4,22 (3,27)
3	64,62 (48,29)	55,07 (41,44)	6,59 (8,07)	3,77 (2,94)
5	106,83 (93,06)	95,43 (90,44)	5,23 (5,34)	5,68 (5,47)
9	79,32 (67,81)	73,15 (65,51)	5,61 (7,97)	4,28 (3,73)

Tableau 5 - Moyennes et écarts-type (-) de l'année 1987 par station.

3.3. Résumé. Relation avec la croissance

Au stade où nous en sommes de l'exploitation de nos données, nous pouvons résumer ainsi nos observations .

- La concentration des éléments en suspension, qu'il s'agisse du seston minéral ou d'éléments chlorophylliens, peut subir des variations importantes au cours d'un laps de temps relativement court : elle peut tripler et même quadrupler en l'espace de 2 à 4 heures.

- Les mêmes phénomènes ne sont pas toujours observés aux mêmes moments de la marée. Par exemple, les fortes concentrations en seston ont lieu tantôt à la basse mer, tantôt à mi-flot.

- Bien que le coefficient de la marée puisse avoir une influence, ce sont les conditions météorologiques locales qui, en agissant sur l'état de la mer, sont le facteur prépondérant en ce qui concerne la teneur des éléments en suspension.

- Le phytoplancton vivant, estimé à l'aide de la chlorophylle a, semble apporté par les courants de flot et consommé très rapidement.

- L'évolution des phaeopigments indiquerait au contraire que le phytoplancton mort ou senescent serait, pour l'essentiel, sédimenté sur le fond et remis en suspension par le mouvement des masses d'eau. Il est probable qu'il s'agit en grande partie des fecès produites par les moules elles-mêmes.

- Les cycles de marée réalisés en 1986 montrent à la station 5, où la croissance est la plus mauvaise, une turbidité plus élevée et une plus grande richesse en éléments nutritifs grâce aux teneurs plus fortes en chlorophylle et surtout en phaeopigments. Le suivi réalisé en 1987 confirme une concentration plus élevée en seston minéral et en phaeopigments à la station 5. En revanche, les teneurs moyennes en chlorophylle sont plus faibles. Ainsi, en ce qui concerne ce dernier paramètre, les résultats ne concordent pas. Il est certain que les cycles de marée réalisés en 1986 sont trop peu nombreux pour que l'on puisse espérer avoir un bon reflet de l'évolution des divers paramètres tout au long de l'année. Par ailleurs, on peut penser que si un cycle de marée avait été réalisé à un moment de bloom planctonique comme ceux qui ont eu lieu le 6 mai ou le 8 septembre 87, les résultats auraient été différents.

Les données que nous avons sur la croissance et la qualité du milieu semblent montrer la très grande importance des apports planctoniques au moment des blooms. En effet, ce n'est qu'à ces époques que les stations qui se révèlent être les plus productives semblent nettement mieux approvisionnées que les autres en éléments nutritifs. Le fait que la turbidité y soit aussi moins forte n'est sans doute pas non plus à négliger. Enfin, le facteur émergence joue certainement aussi un rôle important.

L'exploitation des données que nous sommes en train de réaliser prend tous ces facteurs en compte. Ce n'est que lorsqu'elle sera terminée que nous pourrons dépasser le stade des hypothèses et avancer des conclusions.

4. COURANTOLOGIE

Le but de l'étude sous-traitée par l'IFREMER au laboratoire Central d'Hydraulique de France (LCHF) était de définir les conditions courantologiques du secteur de bouchots situé au sud de la Sèvre niortaise et de déterminer un mode d'implantation des pieux (orientation, largeur des passes ...etc.) susceptible de permettre une meilleure circulation des masses d'eau.

Cette étude a débuté en décembre 1984 et s'est achevée en 1987. Elle a comporté trois phases qui sont :

- une campagne de mesures sur le terrain destinée à définir les caractéristiques des courants dans le site étudié et obtenir ainsi les données nécessaires à la mise au point d'un modèle mathématique;
- la détermination des coefficients de pertes de charge à travers différentes configurations de bouchots à l'aide d'un modèle physique;
- la mise au point et l'exploitation du modèle mathématique.

4.1. Campagne de mesures sur le site

Elle a permis de mieux connaître ou de remettre à jour :

- les caractéristiques de la marée,
- la bathymétrie,
- les caractéristiques des courants en fonction des coefficients de marée et du vent.

Les figures 33 et 34 montrent l'évolution des fonds au Sud de la Sèvre entre 1864 et 1959, puis entre 1959 et 1984. La comparaison effectuée en 1959 pour la totalité de la baie de l'Aiguillon, avec les réserves qui doivent être faites à cause de la faible densité des cotes du levé de 1864, a montré que les atterrissements avaient été d'environ 70 millions de m³, soit un taux annuel de 750 000 m³ en moyenne. Les dépôts les plus importants ont eu lieu au large de la Pointe Saint Clément où ils ont atteint 2 mètres, ce qui correspond à un taux annuel d'environ 2 cm.

Dans le chenal de la Sèvre, les fonds ont peu varié là où la largeur du lit mineur est faible, c'est à dire sur les 3 à 4 km en aval du Pavé de Charron. Plus au sud, là où le chenal commence à s'élargir, on constate la formation d'une sorte de barre dont la position correspond au confluent des canaux vendéens.

Il faut aussi remarquer la tendance du chenal, à l'entrée de la Baie, à se rapprocher de la Pointe de l'Aiguillon, ce que l'on peut expliquer par la présence des champs de bouchots très abondants sur la rive gauche qu'ils ont fixée, canalisant ainsi le courant dans la direction WSW.

EVOLUTION DES FONDS ENTRE 1864 ET 1959

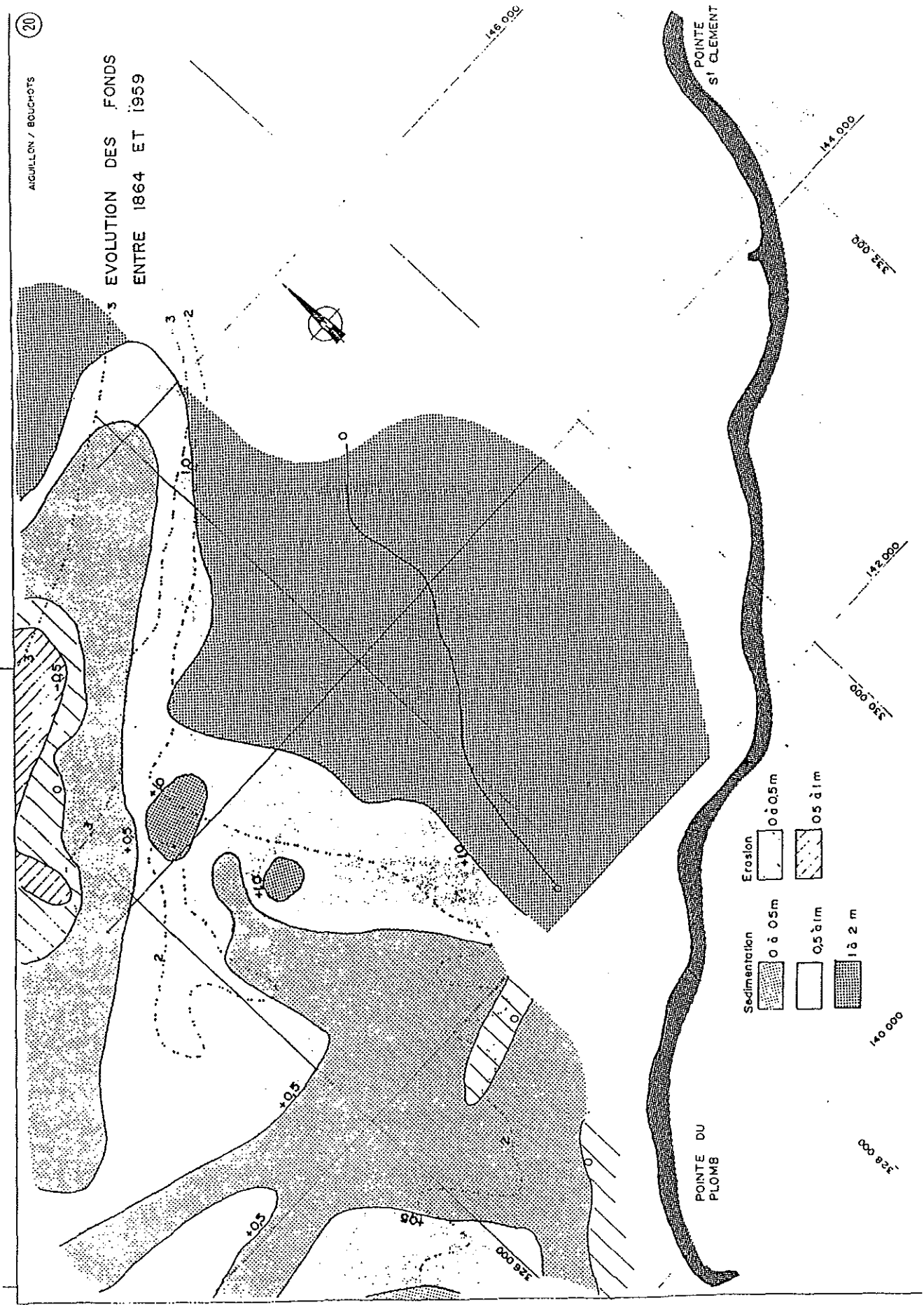
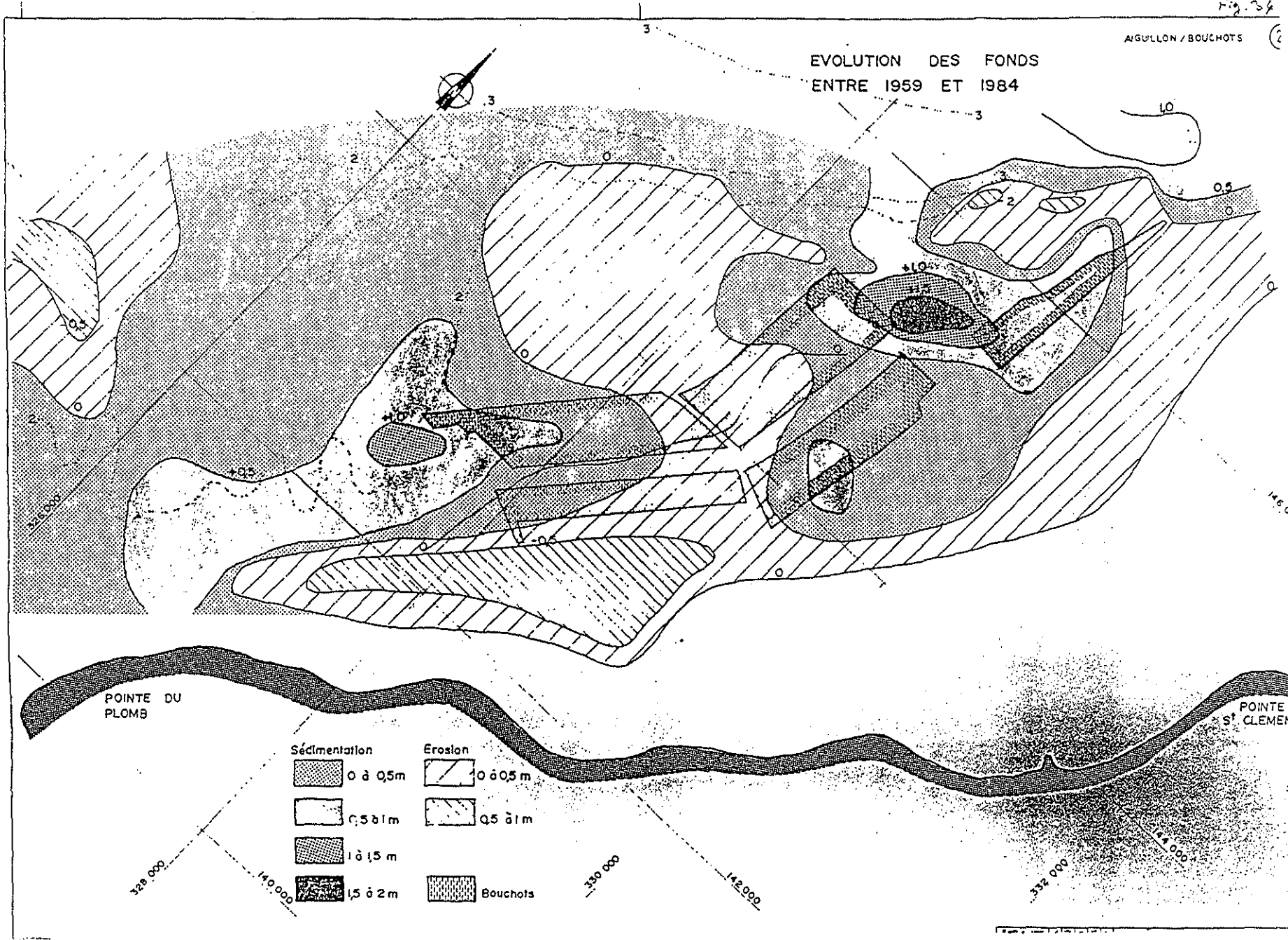


Fig. 33

EVOLUTION DES FONDS ENTRE 1959 ET 1984



Sédimentation		Erosion	
	0 à 0,5m		0 à 0,5 m
	0,5 à 1 m		0,5 à 1 m
	1 à 1,5 m		
	1,5 à 2 m		Bouchots

Fig. 34

En ce qui concerne l'évolution des fonds entre 1959 et 1984, on remarque tout de suite que la tendance à la sédimentation n'a pas été, dans la zone considérée, aussi générale qu'entre 1864 et 1959. On trouve ainsi, dans la partie Nord des bouchots et au-delà, ainsi que dans leur partie Sud-Ouest et au droit de la Pointe du Plomb, une sédimentation dépassant le mètre, c'est à dire un taux moyen d'environ 5 cm par an. Par contre, entre ces deux zones, ce qui correspond à la partie centrale des bouchots, on a assisté à une érosion qui n'a cependant pas dépassé en moyenne 2 cm par an. En outre, cette zone d'érosion se prolonge sur une plus grande longueur entre la Pointe du Plomb et la Pointe Saint Clément, à l'Est des bouchots. Ce couloir d'érosion entre les champs de bouchots et la côte, déjà amorcé avant 1959 devant la Pointe du Plomb, s'est vu accentué avec l'implantation des nouveaux bouchots à l'Ouest et l'abandon partiel des bouchots situés à l'Est.

La figure 35 montre l'emplacement des postes de mesures du courant et le tableau 6 rassemble l'essentiel des résultats

Les mesures faites dans les bouchots et hors des bouchots en marée moyenne de coefficient 70/80 ont permis de mettre en évidence un certain nombre de points intéressants. Au flot, la vitesse maximale du courant est réduite de façon sensible (de l'ordre de 40% en moyenne) au passage dans les bouchots ; par contre la direction est peu ou pas modifiée (40 à 60°). Dans les bouchots plus à terre (postes D et E), le flot porte plus à l'Est (80° en moyenne) et les vitesses sont nettement plus élevées, presque aussi grandes en D qu'au poste 2 situé hors de la zone des bouchots. Ceci est vraisemblablement dû à une densité moindre des pieux dans cette zone et à un alignement des lignes de bouchots par rapport à l'orientation générale des courants tel que les pertes de charge y sont plus faibles que dans les autres zones de bouchots. En jusant, la réduction des vitesses par les bouchots est moins marquée et la direction n'est pas modifiée (240 à 260° en moyenne), la bathymétrie semblant être le facteur prépondérant pour l'orientation des écoulements.

La figure 36 permet de comparer les caractéristiques des courants aux postes 2, 3 et 4 pour une marée moyenne de coefficient 80.

La figure 37 montre les trajectoires de flot dans la zone de bouchots par coefficient moyen. On retrouve pour l'essentiel les résultats qu'ont fournis les mesures à poste fixe, sauf pour la trajectoire n°30 pour laquelle aucune explication valable n'a pu être fournie.

L'étude des trajectoires hors bouchots tend à montrer que les courants arrivant dans la zone des bouchots auraient deux origines distinctes correspondant au Pertuis Breton d'une part et au Coureau de La Pallice d'autre part. Ceci modifie la conception générale

POSITION DES POSTES DE MESURE DE COURANTS

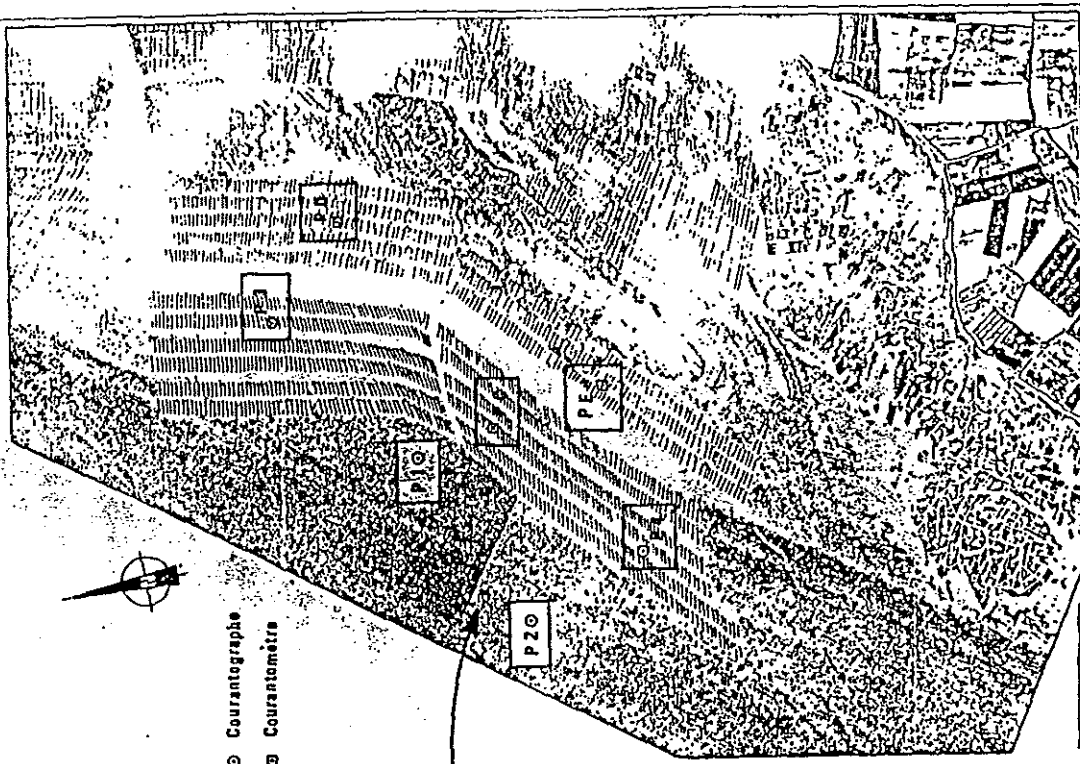
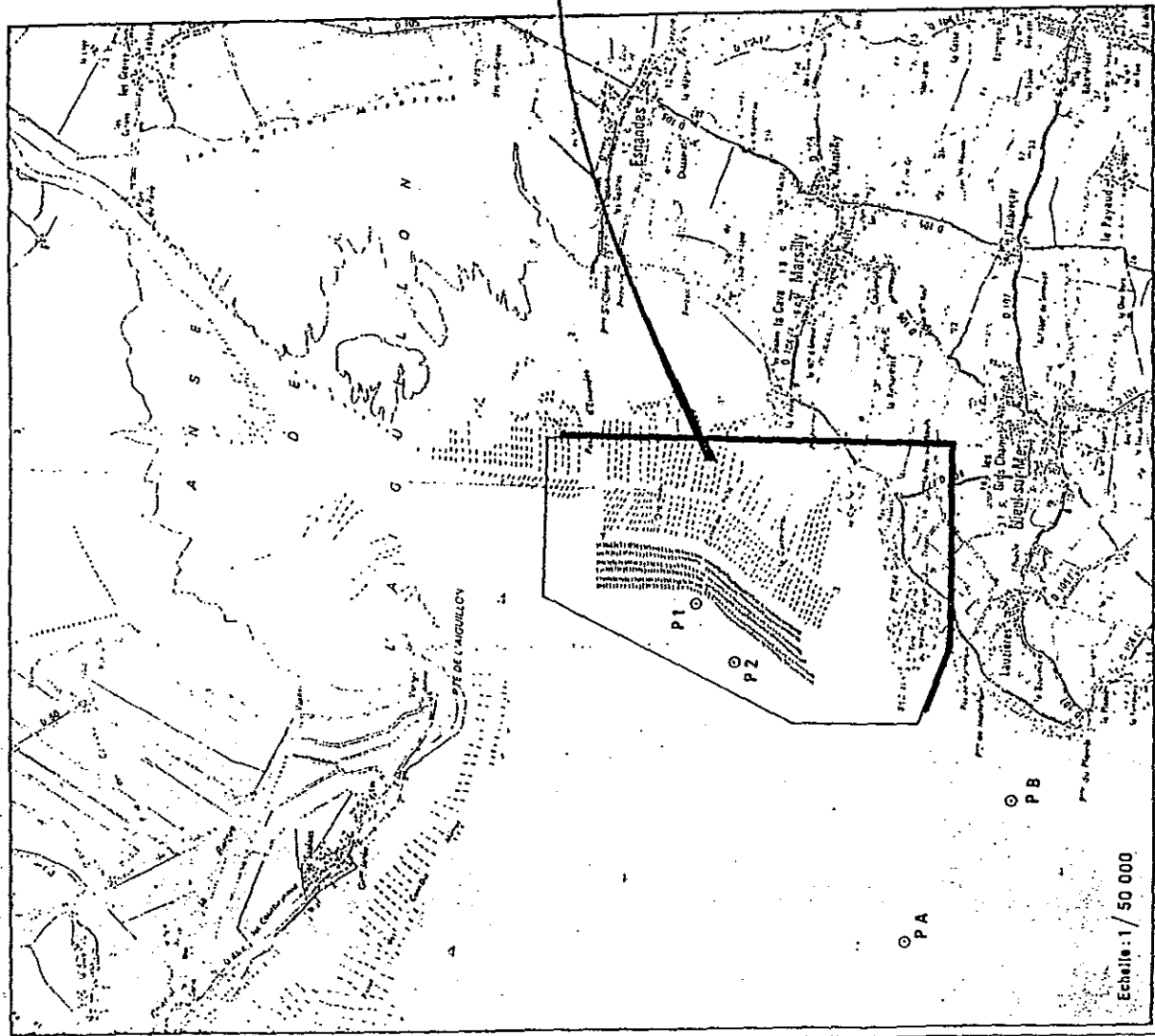


Fig. 35

		Hors bouchots				Bouchots Ouest			Bouchots Est		
Postes		A	B	1	2	3	C	4	D	E	
Marée moyenne	FLOT	Vit. m/s	0,30- 0,35	0,50	-	0,45	0,25	0,20	0,15	0,40	0,25
		Dir. °	60- 80	40	-	40	40- 60	40- 60	40- 60	80	80
(Coef. 70-80)	JUSANT	Vit. m/s	0,30	0,30	-	0,30	0,20	-	0,20	-	-
		Dir. °	240- 280	180- 220	-	240- 280	240- 260	-	240- 260	-	-
Vive eau	FLOT	Vit. m/s	0,30- 0,35	-	0,77	0,65	-	-	-	-	-
		Dir. °	100- 120	-	40	40	-	-	-	-	-
(Coef. 90-100)	JUSANT	Vit. m/s	-	-	0,40	0,30	-	-	-	-	-
		Dir. °	-	-	260- 280	240- 260	-	-	-	-	-
Morte eau	FLOT	Vit. m/s	0,25	0,25- 0,30	-	0,35	-	-	-	-	-
		Dir. °	60- 120	40	-	40	-	-	-	-	-
(Coef. 38-45)	JUSANT	Vit. m/s	0,20- 0,25	0,15	-	-	-	-	-	-	-
		Dir. °	240- 280	240- 280	-	240- 280	-	-	-	-	-

Tableau 6 - Vitesses et directions du courant aux postes de mesure

COMPARAISON DES COURANTS AUX POSTES Nos 2, 3 et 4

Coefficient de marée : 80

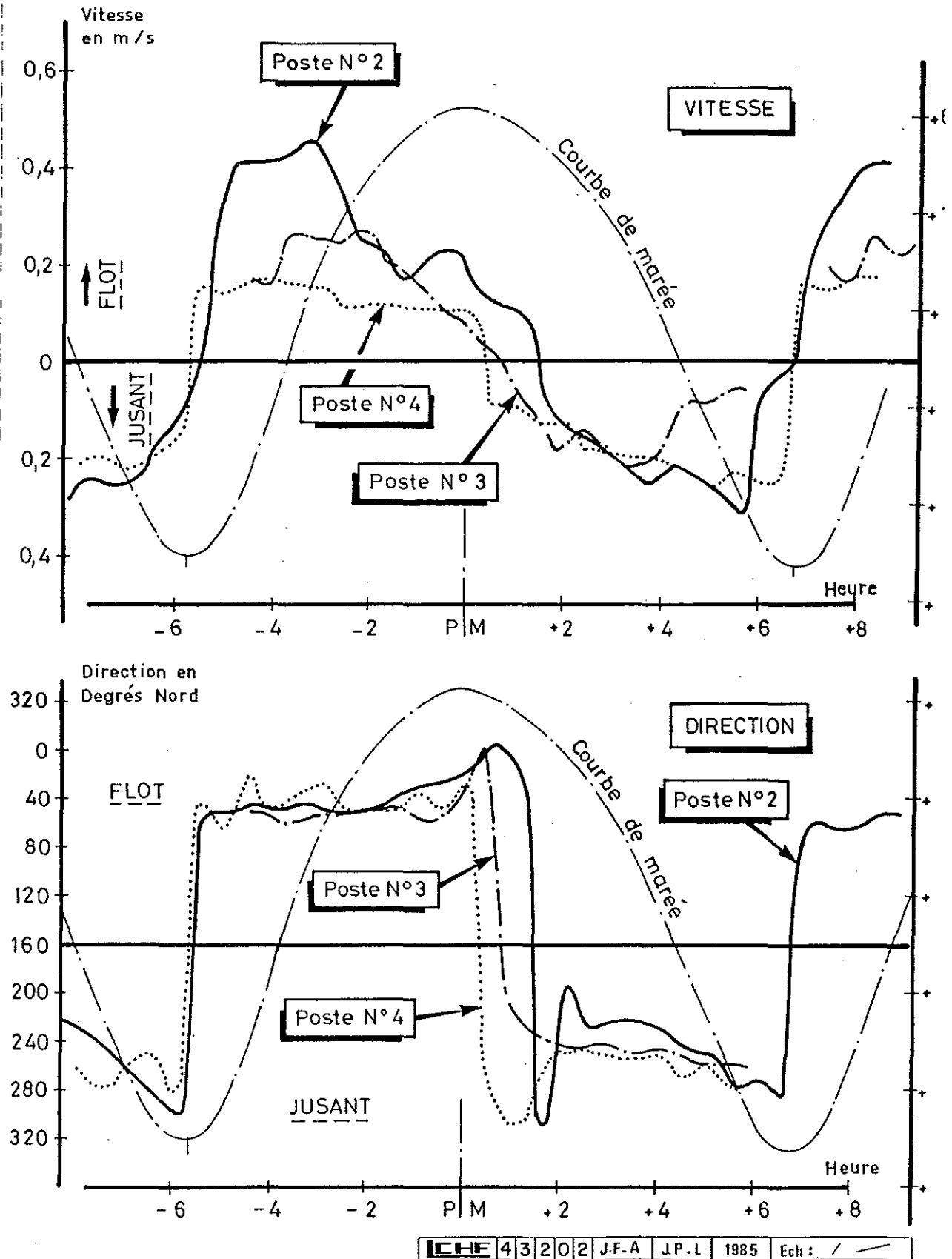


Fig. 36

que l'on avait de la circulation des eaux dans la Baie. En effet, si on savait déjà que les eaux qui pénètrent dans la Baie de l'Aiguillon venaient en partie du Pertuis et en partie du Coureau, on considérerait que le secteur situé au SE de la Sèvre niortaise n'était alimenté que par des eaux venant du Coureau.

Enfin, l'effet du vent sur les courants a aussi été étudié. Dans la zone des bouchots l'orientation et la vitesse du courant de flot peuvent être modifiées par le vent. Ce dernier peut aussi agir sur la vitesse du jusant mais non sur sa direction ; celle-ci en effet dépend beaucoup plus de la ligne de plus grande pente des fonds et des alignements des files de bouchots.

4.2. Détermination des coefficients de pertes de charge

L'influence des bouchots sur les courants a été étudiée à l'aide d'un modèle physique et en fonction de chacun des paramètres suivants : distance entre pieux et entre rangées, disposition sur une ou deux rangées, densité des bouchots, orientation par rapport aux courants, pourcentage de bouchots garnis.

En ce qui concerne la disposition sur une ou deux rangées, les comparaisons faites par le LCHF ont concerné des bouchots construits avec un même écartement entre les pieux et deux fois plus de pieux pour les bouchots à deux rangées. Dans ces conditions la vitesse des courants est diminuée d'environ un tiers après passage dans les bouchots à deux rangées. Par contre, à nombre de pieux égal, il semble qu'il y ait une meilleure circulation des eaux si le bouchot est construit sur deux rangées.

La densité des pieux par unité de surface est aussi un facteur important. Une relation a été établie entre le coefficient de STRICKLER (indicateur de l'importance de l'écoulement : plus ce coefficient est faible, plus les frottements sont importants) et le nombre de pieux par unité de surface :

$$S = A \sqrt{N} \quad (A \text{ étant une constante indépendante de } N)$$

Le diamètre des bouchots est de même un facteur non négligeable. Dans les essais les pieux vides ont été considérés avoir un diamètre moyen de 20 cm et les garnis de 32 cm. Le fait de passer de 25 à 75% les bouchots non garnis a augmenté le Strickler d'environ +3 à +3,5.

Enfin, l'orientation par rapport aux courants joue aussi un rôle, bien que moins important que ce que nous pensions. En effet, entre 90 et 60° l'angle sous lequel arrivent les courants n'a pas d'influence. Par contre, au fur et à mesure que la direction des

courants se rapproche de celle des bouchots, on observe une augmentation de la vitesse qui n'est cependant pas très importante : 7% environ lorsque l'angle passe de 60 à 30°.

En résumé, l'étude de l'influence des différents facteurs étudiés montre que chacun pris individuellement exerce une influence qui est cependant relativement faible sur le régime d'écoulement. Par contre la combinaison de ces facteurs peut apporter une modification notable.

4.3. Exploitation du modèle mathématique

L'étude sur modèle mathématique a permis de tester quatre configurations, deux portant sur des modifications de la bathymétrie et deux portant sur la modification de la répartition des champs de bouchots.

La première configuration de bathymétrie testée a consisté en un approfondissement de 25 cm de la zone de bouchots (volume dragué : 1 350 000 m³). Les résultats montrent une diminution des vitesses due à l'approfondissement de la zone, mais faible et très localisée. En revanche, la hauteur d'eau étant accrue, le débit est légèrement augmenté. A mi-flot de vives eaux cette augmentation serait respectivement d'environ 5% et 12% pour des bouchots implantés au niveau du zéro marin et à +1,5 mètre. Par ailleurs, le fait d'abaisser l'ensemble des bouchots (fond et pieux) de 25 cm augmente le taux d'immersion de 6 à 3% pour des niveaux situés entre +1 et +4 mètres.

La deuxième configuration de bathymétrie testée a consisté en un dragage d'un million de m³ à l'Est de la zone de bouchots de sorte que la "langue" caractérisée par la ligne +3m disparaisse (fig.38). La surface concernée représentait environ deux millions de m². D'une manière générale on constate que seule la zone 5 et ses abords sont affectés par le changement de bathymétrie. Le flux traversant ce secteur est effectivement augmenté, ceci est surtout vrai au jusant pour lequel on note qu'une partie du flux traversant la zone des bouchots ne l'a pas fait lors du flot mais l'a contourné par le Nord. Ainsi, lors du jusant il y a un apport d'eau qui n'aurait pas été appauvri au flot précédent en traversant des zones de bouchots.

Les modifications de configuration du champ de bouchots ont consisté d'une part à faire glisser une partie des pieux vers le chenal (situation étudiée par la Profession et les Affaires Maritimes), d'autre part à retirer 10 000 pieux dans les zones 1 et 2 (fig.39). Le modèle a montré que cette dernière modification avait des conséquences négligeables sur les courants .

Fig. 38

5405

AIGUILLO - BOUCHOTS

SCHEMA DU MODELE MATHEMATIQUE

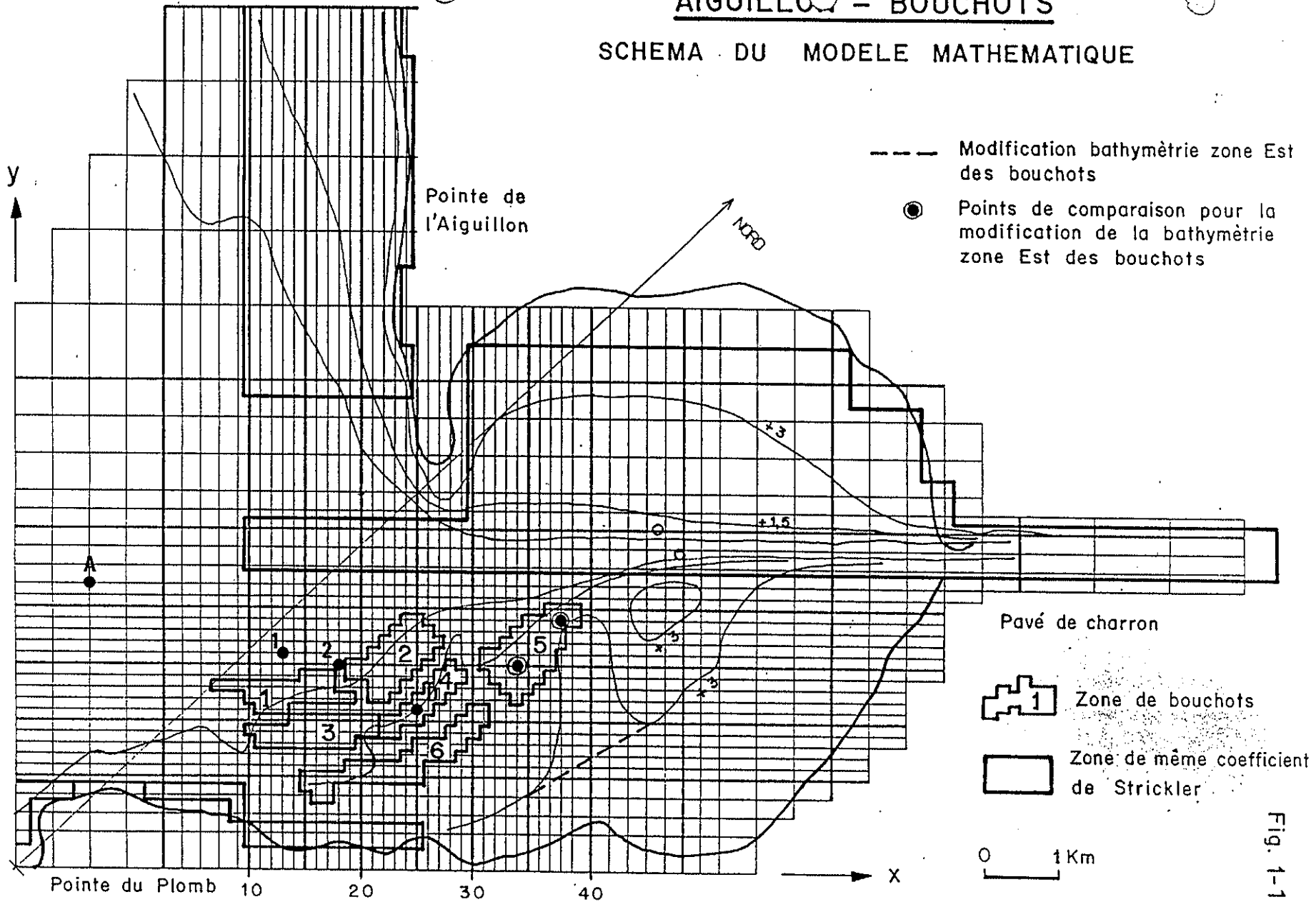
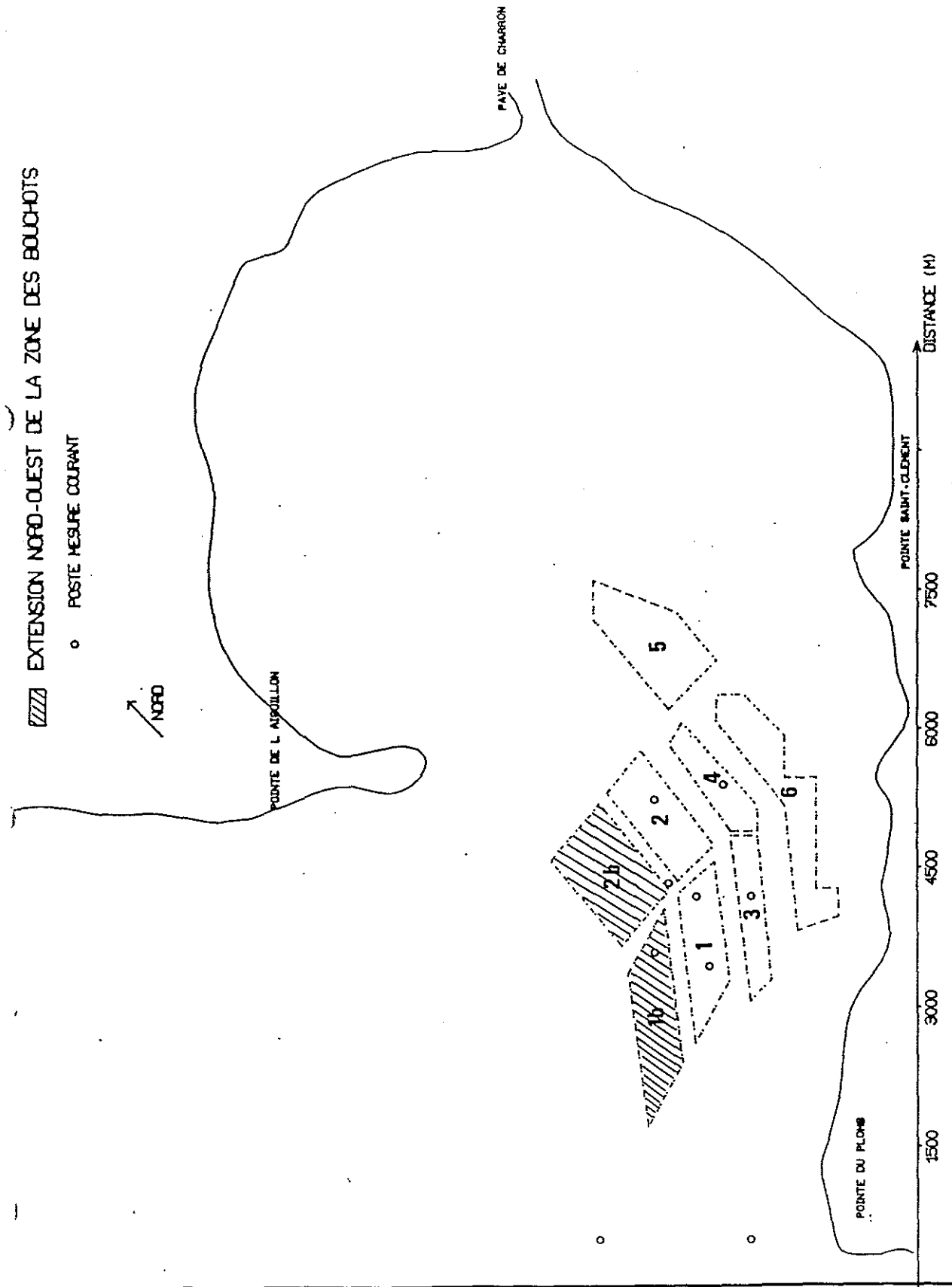


Fig. 38

Fig. 1-1



Dans le cas du glissement, le nombre total de pieux ne change pas mais la moitié des pieux est enlevée dans les zones 1 et 2 puis replantée dans les zones 1bis et 2bis (fig.39). Le fait de supprimer la moitié des pieux en 1 et 2 permet, malgré l'extension, de conserver dans ces zones les mêmes vitesses. Dans les zones 1bis et 2bis, du fait de la relativement faible densité des pieux et de leur mode d'implantation, les vitesses sont diminuées selon les secteurs de 10 à 20 %. Ainsi, une extension des bouchots avec diminution de la densité ne modifiera que peu la courantologie actuelle. Par contre, les nouvelles zones bénéficieront de l'apport de "veines" de courant actuellement inexploitées (fig.40).

5. CONCLUSION

De l'étude confiée au LCHF il ressort que la courantologie seule n'explique pas totalement les différences de croissance observées dans les bouchots du Sud de la Sèvre niortaise. En effet, contrairement à ce que nous pensions, ce n'est pas dans la zone la plus mauvaise que les courants sont les plus faibles, au contraire. Ainsi les courants, véhicules des éléments nutritifs, ne sont pas l'élément le plus important pour la croissance; en réalité il semble bien que l'élément prépondérant soit la position des pieux dans le champ de bouchots : situés trop "en arrière", les masses d'eau arrivent trop appauvries pour pouvoir permettre une croissance satisfaisante. L'exploitation complète des données que nous avons recueillies devrait nous permettre de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse.

MAREE DE VIVE EAU

Début de Flot

— Zone d'extension
prévue.

NORD

POINTE DE L'AIQUILLON

POINTE DU PLOMB

POINTE SAJ

1500

3000

4500

6000

7500

Fig. 40

