

1981

par M. MERCERON
F. MANAUD
J.F. GUILLAUD
Y. MONBET

Extension du port du Légué (St Brieuc) étude d'impact sur l'environnement marin

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
CADRE DE L'ETUDE	2
Présentation de la zone	2
Caractéristiques des affluents	2
Hydrologie marine	3
Sédimentologie	5
Activités humaines	6
Conclusion	8
DESCRIPTION DU PROJET D'EXTENSION	9
PROGRAMME DE L'ETUDE	11
Hydrologie	11
Benthos	12
Pollution	13
Marais d'Yffiniac	14
Nurserie de poissons plats	14
ÉTAT INITIAL	16
HYDROLOGIE	16
Sels nutritifs	16
Phytoplancton	33
Turbidité, Matières en suspension	34
BENTHOS	38
Sédimentologie	38
Etude des peuplements benthiques	39
Peuplements des substrats durs	39
Peuplements des substrats meubles	41
POLLUTION	46
Chlorobiphényles (PCB)	47
Pesticides	49
Métaux lourds	53
Bactériologie	56
Généralités	56
Affluents	58
En mer	62
Dans les coquillages comestibles	74
Etude particulière	75
Conclusion	77
Marée verte	80

INTRODUCTION

Le port de commerce de la ville de St Briec possède actuellement une capacité limitée. Il n'est accessible qu'à des bateaux de faible tonnage, et pour cette raison, du fret y est refusé, ce qui contribue à limiter son trafic actuel à 450.000 tonnes par an.

Un envasement important du port diminue encore ses possibilités d'accueil. Son avenir semble donc menacé. Un certain nombre d'études, menées par la Chambre de Commerce et d'Industrie des Côtes du Nord, concluent à la nécessité de développer un port de plus grande capacité, permettant de stimuler l'économie régionale. Le trafic de marchandises pourrait alors atteindre 1 million de tonnes par an, et St Briec deviendrait accessible à des caboteurs de plus fort tonnage et suivrait ainsi l'évolution actuelle de cette catégorie de navires.

Le projet d'extension du port du Légué concerne les activités de commerce, de pêche et de plaisance. Il doit être implanté sur un estran sableux dans le Nord-Est du port actuel et doit s'inscrire pour sa plus grande partie dans un rectangle de 1,5 km sur 0,75 km. Un projet de cette importance nécessite la réalisation d'un dossier d'impact, comprenant un volet relatif à ses conséquences sur l'environnement. La Chambre de Commerce et d'Industrie des Côtes du Nord a confié au Centre National pour l'Exploitation des Océans la réalisation de cette étude d'impact sur l'environnement, objet du présent rapport.

Vu l'importance du projet et la quasi absence d'études écologiques de base de cette zone, il a été nécessaire de procéder à une investigation assez large. C'est ainsi que les études de terrain ont porté sur les aspects suivants : hydrologie, benthos, polluants de l'eau, du sédiment, de la matière vivante, marais d'Yffiniac, nurseries de poissons plats.

Du point de vue spatial, le champ de l'étude comprend l'estran du fond de la baie de St Briec soumis à la marée, ainsi que les affluents qui s'y jettent. Il a été étendu à l'anse de Morieux située à l'Est du projet considéré, qui abrite une activité mytilicole développée.

Après une présentation du cadre de l'étude et de l'extension portuaire projetée, le corps du rapport se développe selon le plan habituel : état initial, évolution en l'absence, puis en présence de l'aménagement, et appréciation globale de l'impact sur le milieu.

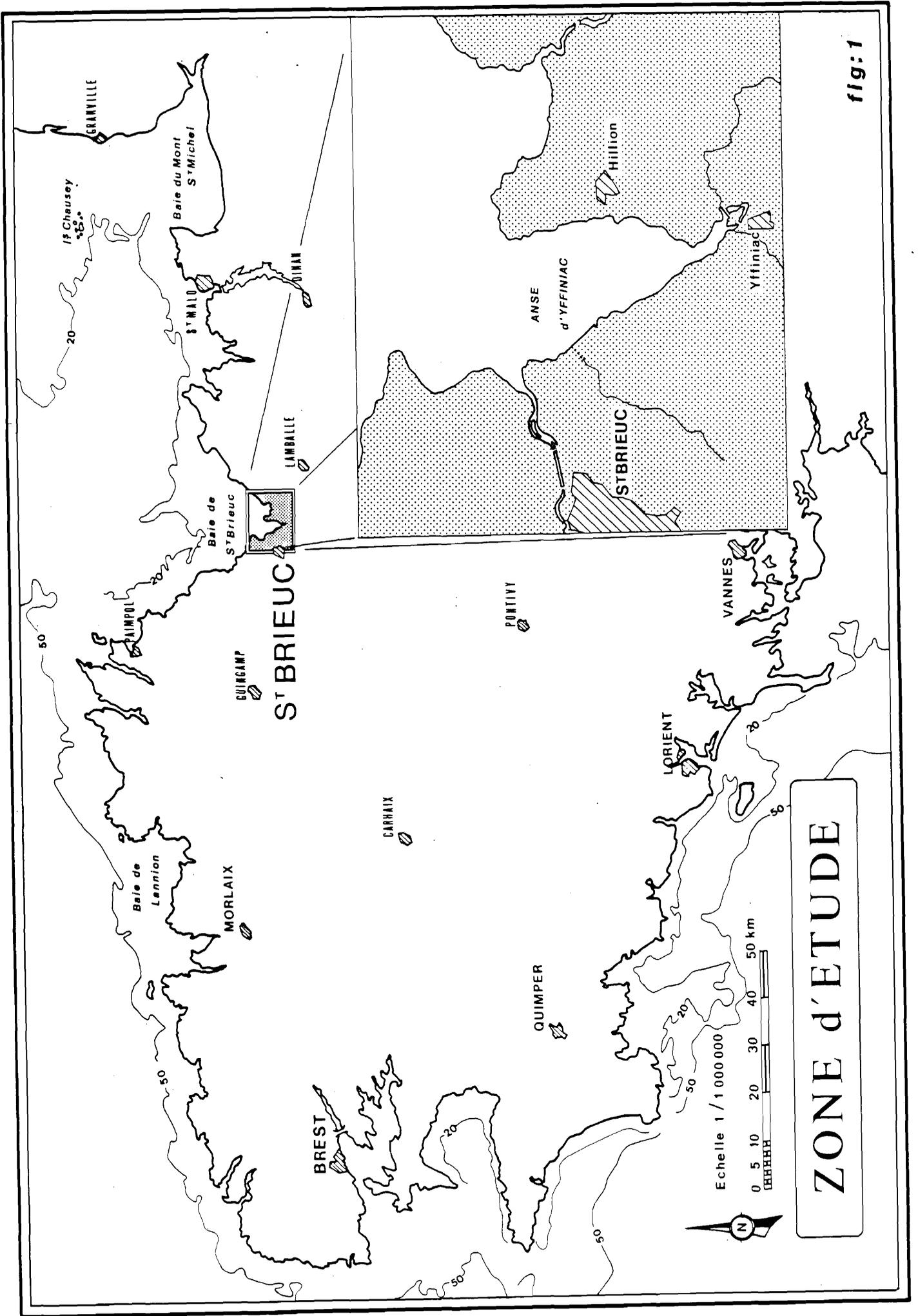


fig:1

ZONE d'ETUDE

Echelle 1 / 1 000 000
 0 5 10 20 30 40 50 km



Le déversement des eaux du Légué dans la baie se fait par l'intermédiaire d'un déversoir, ainsi que par les éclusées de bateaux, les chasses et les baisses de niveau occasionnelles. Il existe un barrage sur le Gouët à quelques kilomètres en amont de St Briec.

Une retenue du Gouessant située juste en amont de son embouchure alimente une petite usine hydroélectrique, dont la marche est intermittente. Ceci engendre une irrégularité dans les apports d'eau douce.

HYDROLOGIE MARINE

Courantologie

Dans l'anse d'Yffiniac, le Laboratoire Central d'Hydraulique de France* signale des vitesses pouvant excéder 0,50 m/s en flot et en jusant. "Les courants de vidange sont orientés au Nord avec une tendance à se rapprocher de la pointe du Roselier, après quoi ils s'inclinent en direction du 310°-320°".

En flot les phénomènes diffèrent selon le coefficient de la marée. "En vive-eau, les courants venant du Nord se propagent en baie suivant une trajectoire orientée au 165° environ. A hauteur de la pointe du Roselier, ils pivotent légèrement jusqu'au 180° et pénètrent dans l'anse d'Yffiniac avec une direction voisine du 190°".

"En morte-eau, les courants en provenance du Nord viennent lécher l'anse d'Yffiniac avant de poursuivre leur trajectoire en direction de l'Est. Seuls les courants qui auront longé la côte, depuis la plage des Rosaires, pénétreront en baie après avoir pivoté autour de la pointe du Roselier".

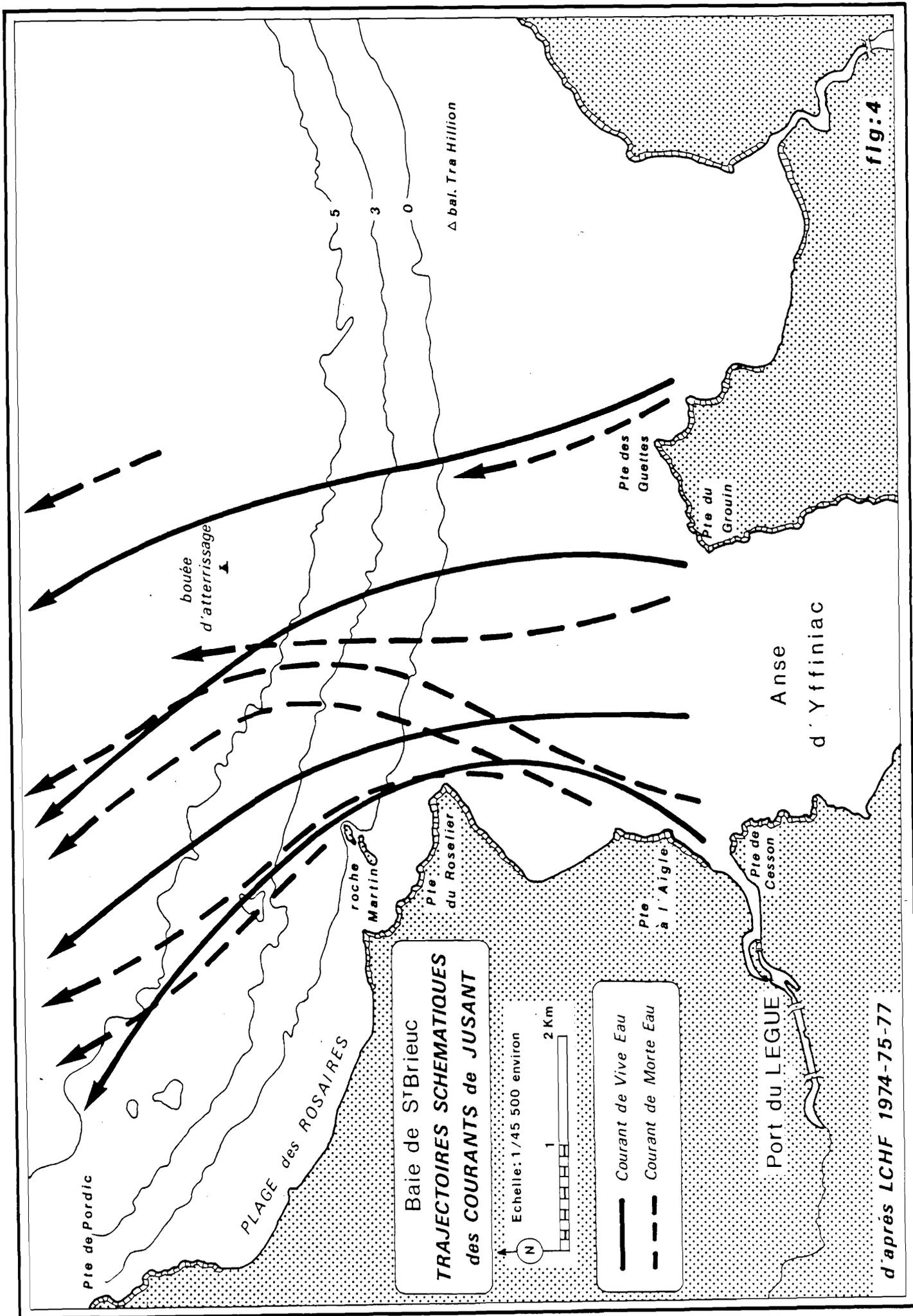
Bien que les courants dans l'anse de Morieux ne soient pas connus, on peut penser qu'ils suivent des trajectoires assez voisines.

Dans le fond de l'Anse d'Yffiniac, la direction et la vitesse des courants n'ont jamais fait l'objet d'études particulières.

Marées et niveaux

D'après le Laboratoire Central d'Hydraulique de France, les principales caractéristiques de la marée au Légué peuvent se résumer comme suit :

* LCHF : Laboratoire Central d'Hydraulique de France qui a été chargé, dans le cadre du projet d'extension du port du Légué, des études d'hydrologie physique et de sédimentologie.



Dans cette optique, le rapport $\frac{\text{volume eau douce débité en 12h}}{\text{volume eau de mer à pleine mer}}$ a été estimé pour l'anse d'Yffiniac et celle de Morieux :

RAPPORT EAU DOUCE / EAU DE MER

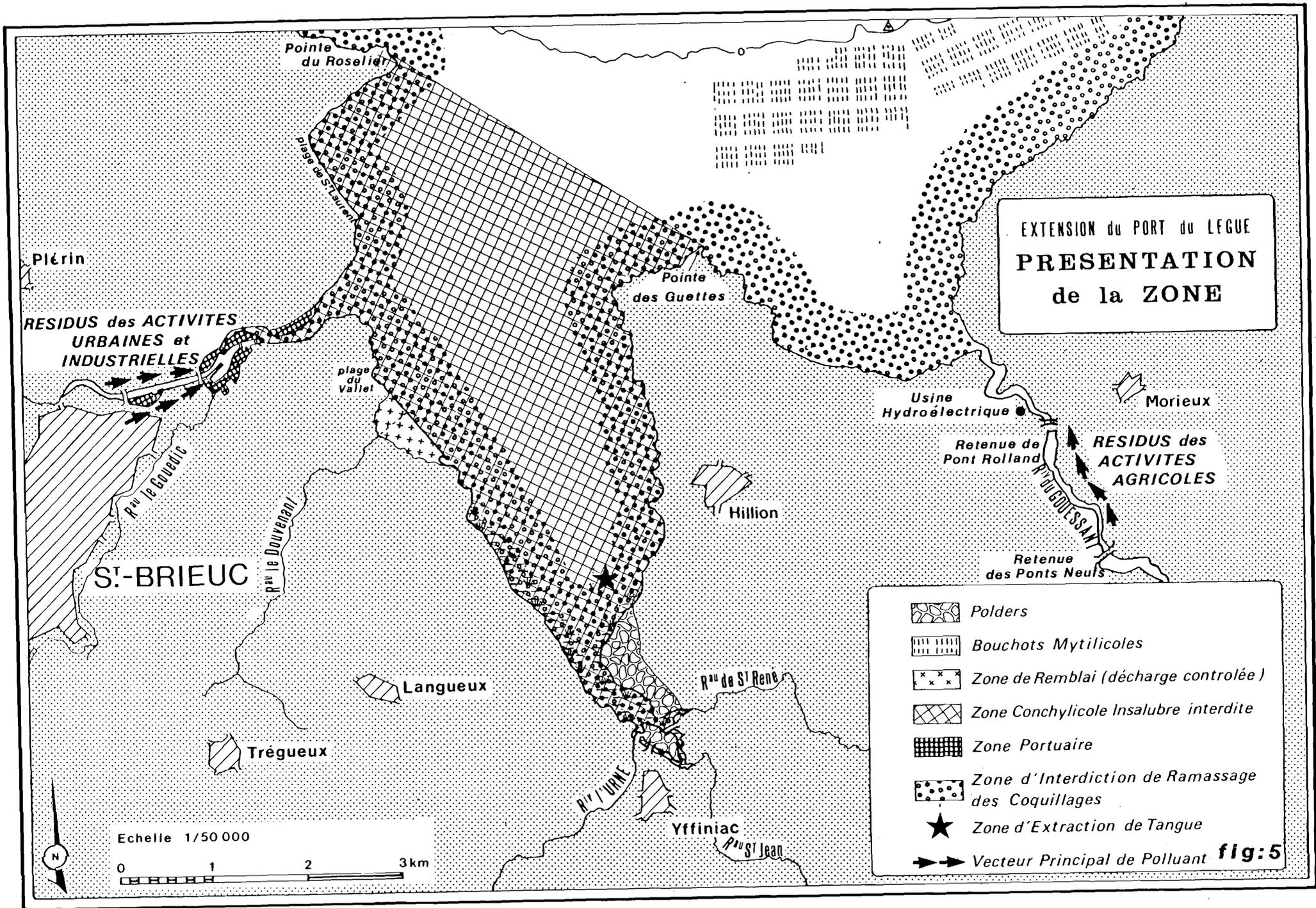
	en PM - VE	en PM - ME
Anse d'Yffiniac	0,23%	0,44%
Anse de Morieux	0,16%	0,24%

On peut noter que les eaux douces ne représentent qu'une proportion très faible des volumes d'eau marine recouvrant ces anses.

SEDIMENTOLOGIE

Selon le L.C.H.F., les fonds de la zone étudiée sont constitués d'un sable fin et propre. Le pourcentage de vase ne dépasse 5% qu'à l'embouchure du Légué et dans une bande située à la bordure Sud-Ouest du fond de l'anse d'Yffiniac. Il s'agit de sables littoraux contenant généralement entre 20 et 40% de carbonate de calcium. Des teneurs supérieures sont toutefois observées dans le Nord de la presqu'île de Hillion. La médiane granulométrique s'abaisse dans les zones d'hydrodynamisme affaibli. Ainsi, dans le marais d'Yffiniac, on constate la présence de sable très fin calcaire en mélange avec de la vase et plus connu sous le nom de tangué, analogue à celui qui couvre le fond de la baie du Mont St Michel.

En fait, l'étude granulométrique a été effectuée sur le sédiment décalcifié. Le comportement de la fraction calcaire d'origine organique ayant un comportement différent de la fraction minérale vis-à-vis des agents hydrodynamiques qui devaient être examinés, il n'était pas souhaitable de la conserver. En revanche, pour une étude écologique, c'est le sédiment total qui constitue un des facteurs principaux régissant la distribution des peuplements benthiques de substrat meuble. Il a donc été procédé à des analyses granulométriques sur le sédiment total dont les résultats sont exposés plus loin en même temps que ceux du benthos.



EXTENSION du PORT du LEGUE
PRESENTATION
de la ZONE

RESIDUS des ACTIVITES
URBAINES et
INDUSTRIELLES

RESIDUS des
ACTIVITES
AGRICOLLES

-  Polders
-  Bouchots Mytilicoles
-  Zone de Remblai (décharge contrôlée)
-  Zone Conchylicole Insalubre interdite
-  Zone Portuaire
-  Zone d'Interdiction de Ramassage des Coquillages
-  Zone d'Extraction de Tangué
-  Vecteur Principal de Polluant

Echelle 1/50 000
0 1 2 3 km

fig:5

En 1971, l'ensemble du gisement de coques du fond de baie a été classé et le ramassage y est interdit sauf autorisation de l'administration ; les limites du gisement classé débordent l'estran du fond de la baie notamment à l'Est. Néanmoins, à basse mer de vive eau, on observe fréquemment des pêcheurs à pieds, en particulier au Nord de la pointe des Guettes. C'est un loisir apprécié.

L'avifaune nombreuse vivant dans la zone exerce sur les coques une prédation non négligeable.

Extraction de sable

Dans le fond de l'anse d'Yffiniac, une entreprise artisanale extrait régulièrement de la tangué. Elle est utilisée comme amendement par les agriculteurs locaux.

Marée verte

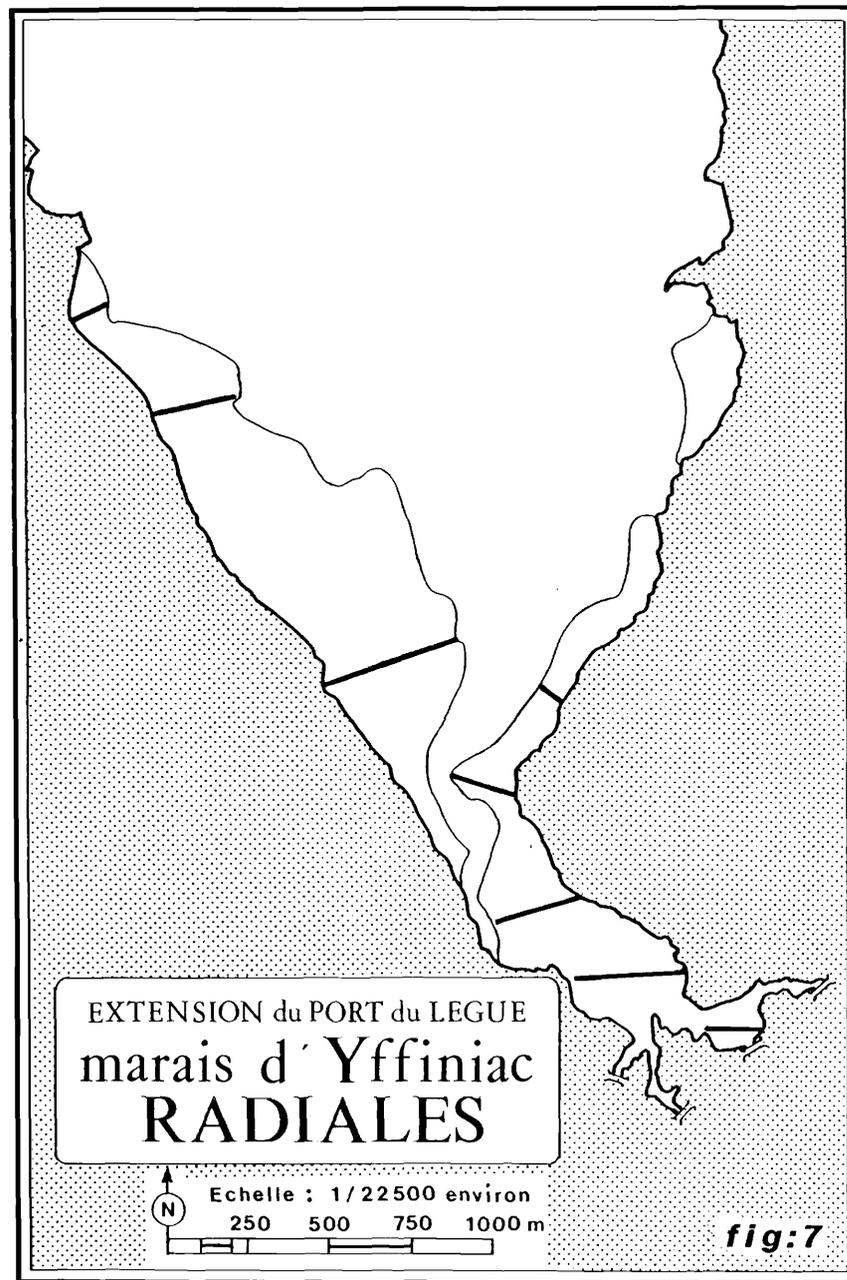
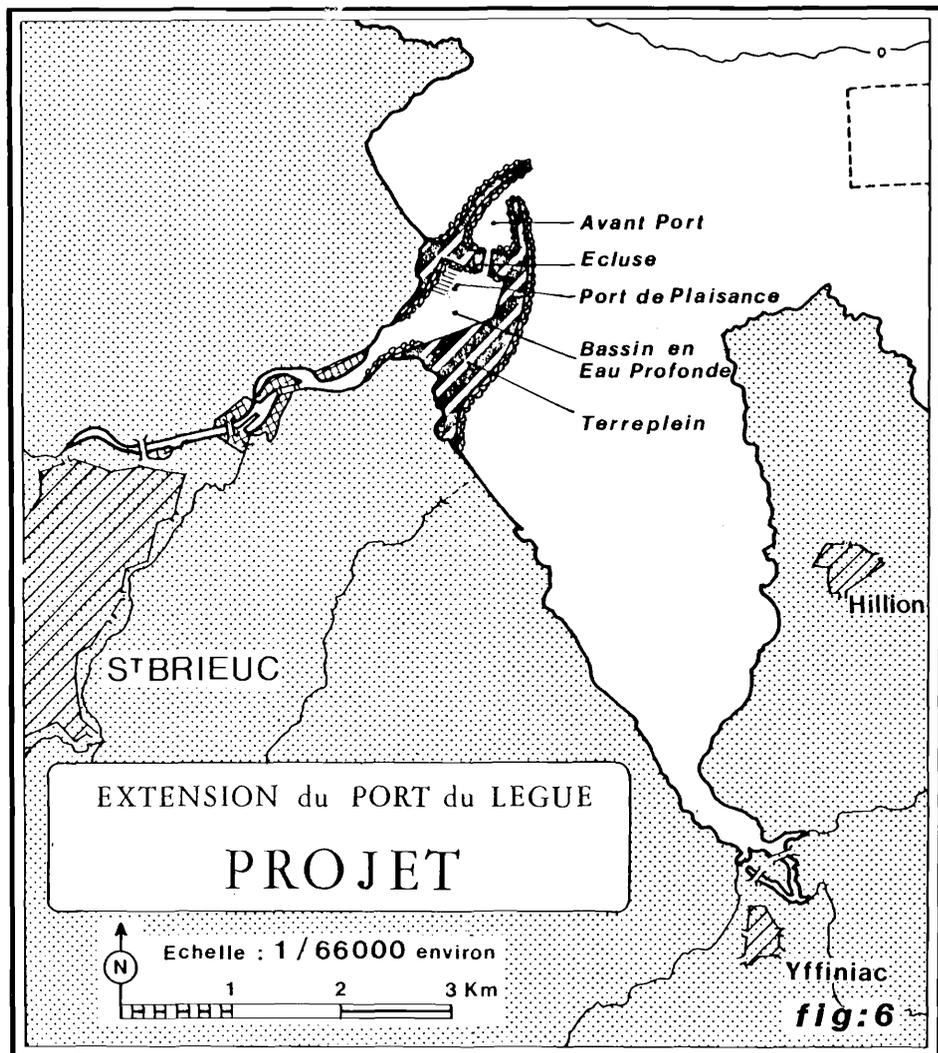
Enfin, il faut rappeler que les deux anses sont un lieu d'atterrissage des algues vertes dont la prolifération maintenant régulière est connue sous le nom de marée verte. Il semble que le lieu de formation des thalles initiaux se situerait près des roches de St Quay. Les causes de ce phénomène paraissent être multiples : augmentation des teneurs en sels nutritifs, modification des fonds et déplétion des populations de brouteurs susceptibles d'entraver la prolifération de ces algues. Les atterrissages sont les plus nombreux au fond de l'anse de Morieux. Cette question est traitée plus en détail dans le chapitre pollution.

CONCLUSION

Située au fond de la baie de St Briec, la zone étudiée est une grande plage découvante de sable fin. Elle est bordée par des falaises qui s'abaissent localement pour former le marais d'Yffiniac. Elle se compose de deux unités de surface inégale, l'anse d'Yffiniac et l'anse de Morieux. Les trois arrivées d'eau douce individualisées sont modestes en comparaison des volumes d'eau de mer mis en jeu par la marée. Les courants sont alternatifs d'axe Nord-Sud, avec une inflexion vers le Sud-Est en période de flot de morte eau.

L'urbanisation et les activités industrielles et portuaires sont limitées à St Briec sur l'Ouest de la zone, et la ria du Légué leur sert de réceptacle. Ailleurs, c'est l'activité agricole qui domine. Les élevages industriels constituent le fait saillant de la région de Lamballe. Entre celle-ci et notre zone d'étude, le trait d'union est constitué par la rivière du Guessant. Sur l'estran, la mytiliculture représente la forme d'exploitation du milieu naturel la plus importante.

Globalement, cette zone se présente comme étant moyennement marquée par les activités humaines avec à l'Ouest le pôle urbain et industriel du Légué, et à l'Est, l'empreinte agricole du Guessant.



PROGRAMME DE L'ETUDE

La prévision des impacts résultant de l'extension du port du Légué nécessite une connaissance précise du milieu dans lequel il s'insère et la compréhension de son fonctionnement. L'importance de l'aménagement projeté et l'absence d'études de base de la zone impliquée ont nécessité l'établissement d'un programme relativement étoffé. Il comprend 5 volets : hydrologie, benthos, pollution, marais d'Yffiniac, nurserie de poissons plats. Le chapitre consacré aux méthodes a été reporté en annexe.

HYDROLOGIE

L'étude des masses d'eau permet d'appréhender l'aspect dynamique du fonctionnement de l'écosystème. C'est par elles que les polluants sont véhiculés et une incidence éventuelle des effluents du port actuel sur les bouchots de Morieux serait susceptible d'être mise en évidence.

Les prélèvements ont été effectués sur une vingtaine de stations dont 15 en mer et 5 réparties entre les différents cours d'eau arrivant dans le fond de la baie et le port (voir fig.8).

Les stations en mer sont échantillonnées à pleine mer de façon quasi-simultanée. Les prélèvements sont effectués au fond et en surface.

Les paramètres mesurés sont la température, la salinité, l'ammoniaque, les nitrates, les nitrites, les phosphates, la turbidité, la chlorophylle (en surface seulement), les 3 germes-tests de contamination fécale en surface aux stations M1, M4, M5, M6, M9, M11, M12, M13 et M15, les micropolluants organiques aux stations M4 et M13 (PCB, α HCH, lindane, heptachlore, aldrine, DDE, DDD, DDT. Le dosage des polluants métalliques a été abandonné au vu des faibles teneurs trouvées dans les sédiments.

Les stations ont été couvertes huit fois, c'est-à-dire aux 4 saisons hydrologiques : en étiage, en période intermédiaire, en crue, en période intermédiaire, et pour chaque saison en morte eau et en vive eau. Les dates exactes sont les suivantes :

- 19 et 20.08.80	H1	ME (morte eau)
- 27 et 28.08.80	H2	VE (vive eau)
- 29 et 30.10.80	H3	ME
- 24 et 25.11.80	H4	VE
- 29 et 30.01.81	H5	ME
- 06 et 07.02.81	H6	VE
- 27 et 28.04.81	H7	ME
- 4, 5, 06.05.81	H8	VE

Les stations dites "à terre" sont les suivantes :

- T1 sur le Gouet en aval du moulin du Bosc ;
- T2 sur le Gouedic en aval de sa confluence avec les effluents de la station d'épuration de St Briëuc ;
- T3 au port de commerce dans le bassin n°2 devant le hangar à kaolin ;
- T4 sur l'Urne au Coquinet, après sa confluence avec les ruisseaux de St Jean et St René ;
- T5 dans la retenue du Gouessant à Pont Rolland, à l'extrémité rive gauche du barrage.

Les prélèvements sont faits en surface, sauf au port où ils sont faits également au fond.

Les paramètres mesurés sont la température, l'ammoniaque, les nitrates, les nitrites, les phosphates, les germes tests de contamination fécale, l'oxygène, la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), les micropolluants organiques (PCB et pesticides) une fois sur deux. Dans le port, on dose en outre la chlorophylle, les matières en suspension et la salinité.

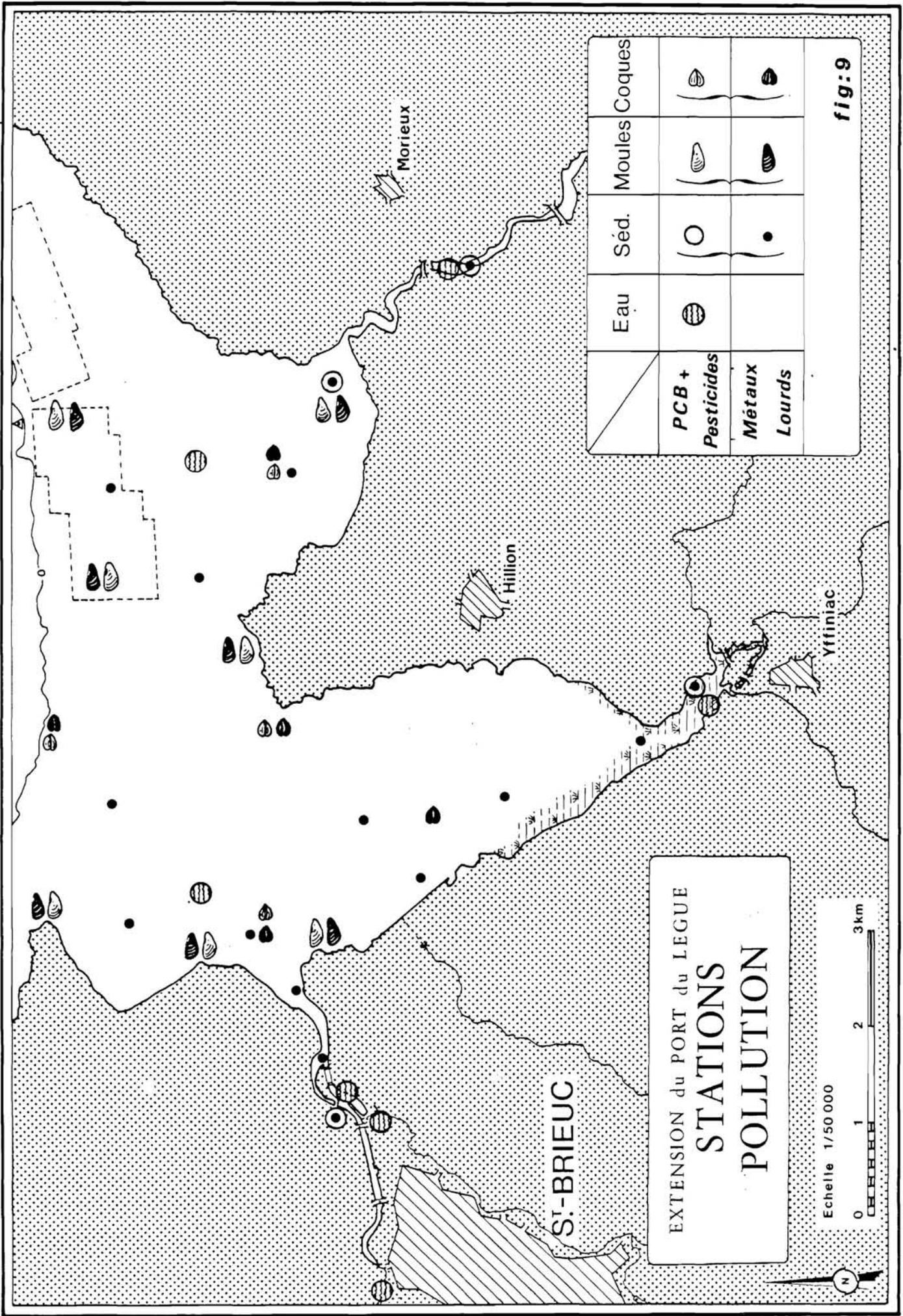
L'échantillonnage a été effectué 8 fois au même moment que les missions en mer. Les dates précises sont les suivantes :

- 20.08.80	H1	de 6h30 à 8h30
- 26.08.80	H2	de 19h à 20h30
- 31.10.80	H3	de 7h à 9h
- 25.11.80	H4	de 15h à 17h
- 30.01.81	H5	de 6h30 à 9h
- 05.02.81	H6	de 17h à 19h
- 29.04.81	H7	de 7h à 8h30
- 05.05.81	H8	de 15h à 17h

BENTHOS

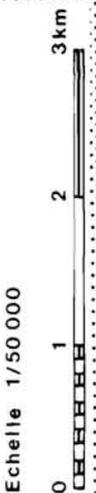
Avec l'étude de la macrofaune benthique, c'est plutôt un état stable que l'on observe. Les variations du milieu de faible importance sont en quelque sorte filtrées dans cette partie de l'écosystème caractérisée par son inertie. Le projet d'aménagement intéresse de façon directe le benthos existant puisqu'il amputera définitivement une fraction que l'on peut estimer à 10 % de l'anse d'Yffiniac et à 6,4% de l'ensemble des anses de Morieux et d'Yffiniac.

Les 49 stations de prélèvement sont réparties sur l'estran meuble de façon équidistante (700 m) sur des axes Nord-Sud et Est-Ouest. Une se trouve dans le port actuel (bassin n°1), une autre dans l'avant-port, au niveau de la jetée de la Douane, 29 sont réparties dans l'anse d'Yffiniac et 18 dans l'anse de Morieux.



	Eau	Séd.	Moules Coques	fig:9
	PCB + Pesticides			
	Métaux Lourds			

EXTENSION du PORT du LEGUE
**STATIONS
 POLLUTION**



Il se trouve que le Comité d'Expansion Economique des Côtes du Nord a entrepris dans le cadre du Schéma d'Aptitude et d'Utilisation de la Mer (S.A.U.M.) de la Baie de St Brieuc l'étude de l'ensemble des nurseries littorales de la baie et les résultats acquis à ce jour pour le fond de la baie seront donc utilisés dans la présente étude.

Les pêches de juvéniles sont pratiquées au haveneau et au chalut à perche. Les traits de prélèvement sont situés en anse d'Yffiniac près du bas de l'eau et dans la filière du Légué.

L'échantillonnage a été assuré une fois au deuxième semestre 1980 et plusieurs fois au cours du premier semestre 1981.

Les prises ont été déterminées, mesurées, comptées. Des histogrammes de taille ont été établis.

- Les surfaces boisées des versants et la retenue d'eau de MEAUGON agissent dans le sens d'un abaissement des teneurs en N et P par consommation et fixation.
- Les rejets partiellement épurés des laiteries et abattoirs et l'influence du développement urbain de St BRIEUC agissent dans le sens d'une augmentation des teneurs.

Les concentrations en sels nutritifs ont été mesurées sur le cours moyen dans la période comprise entre avril 1979 et mars 1980 (SRAE, 1981) et sur le cours inférieur, dans le cadre de la présente étude en parallèle aux campagnes à la mer entre août 1980 et mai 1981. :

- à l'entrée de la retenue de MEAUGON, les concentrations en nitrates ont varié de 177 μ atgN-NO₃/l (Etiage) à 395 μ atg N-NO₃/l (crue) et une moyenne sur onze mois de 274 μ atg/l. Les nitrates représentent 80% de l'apport azoté ; le flux est maximal lors des forts débits hivernaux, phénomène accentué par l'augmentation concomitante des concentrations.

Dans la retenue elle-même, les concentrations ont évolué de 80,6 μ atg N-NO₃/l en été à 322 μ atg N-NO₃/l en hiver.

Les concentrations en orthophosphates à l'entrée de la retenue ont varié de 1,37 μ atg P-P₀₄/l à 11,06 μ atg P-P₀₄/l avec une moyenne de 4,74 μ atg/l. Le flux moyen calculé sur onze mois s'est élevé à 9,78 kilogrammes de phosphore sous forme d'orthophosphates par jour.

Les mesures de concentrations en nitrates et phosphates effectuées dans le cadre de la présente étude sur le cours inférieur au Pont du GOUET (Tableau 1) ont confirmé l'ordre de grandeur des données précédentes :

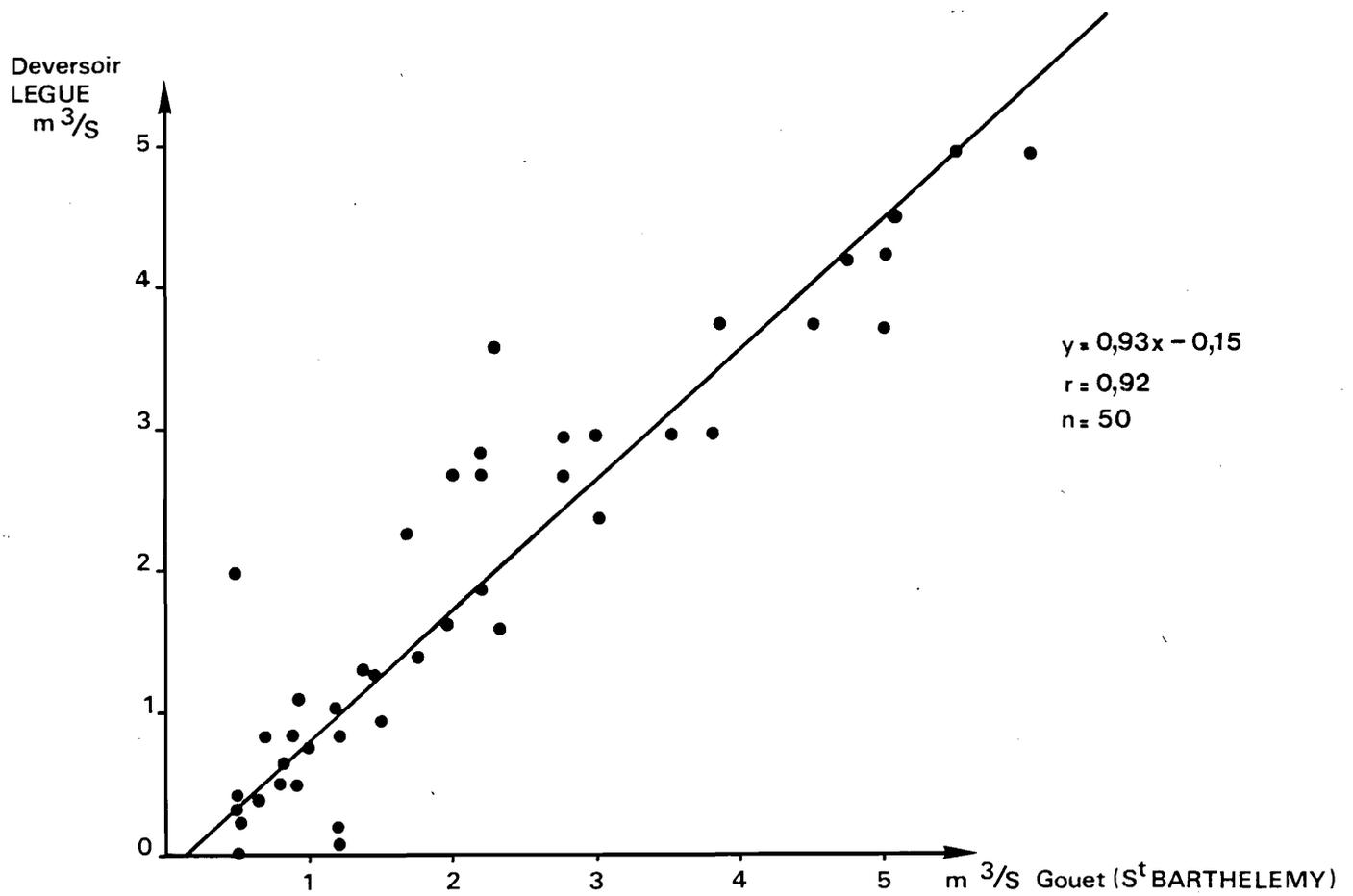
CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES	MEAUGON 1979-1980 (11 Mesures)	PONT DU GOUET 1980-1981 (8 Mesures)
N-NO ₃ en μ atg/l	274	328
P-P ₀₄ en μ atg/l	4,74	3,19

b) le bassin du GOUEDIC (24 km²) très différent du précédent englobe la plus grande partie de St BRIEUC. La rivière qui traverse la ville par un profond ravin, draine les eaux de ruissellement de l'agglomération. Aussi, tout naturellement, la station d'épuration municipale a-t-elle été construite au débouché de cette vallée, près du port du LEGUE.

La comparaison des concentrations et des flux moyens de nitrates, d'ammonium et de phosphate du GOUET et du GOUEDIC met en relief la forte prédominance en ammonium et phosphate des eaux de ce dernier ; c'est le rejet de la station d'épuration, plus ou moins dilué selon la saison, qui imprime aux eaux du GOUEDIC ce caractère d'apport urbain ; cette particularité doit nous servir à différencier l'aire d'influence des eaux du LEGUE (T3) dans la baie de celle des eaux des autres rivières (Tableau n°2).

CORRELATION ENTRE LES DEBITS OBSERVES SUR LA
RIVIERE GOUËT ET AU DEVERSOIR DU PORT

fig:10



APPORTS EN SELS NUTRITIFS PAR LES BASSINS VERSANTS - SAINT BRIEUC

T3 - LEGUE		CONCENTRATIONS EN $\mu\text{atg/l}$ (SURFACE)					FLUX en KG/JOUR				
Dates	Missions	Débit m ³ /s.	N-N03	P-P04	N-NH4	$\frac{\text{N-N03}}{\text{P-P04}}$	N-N03	P-P04	N-NH4	$\frac{\text{N-N03}}{\text{P-P04}}$	
20.08.80	H 1	0	195	33,2	340	5,87	0	0	0	0	
26.08.80	H 2	2,22	210	31,5	350	6,67	563,9	187,3	939,8	3,0	
31.10.80	H 3	2,0	185,2	15,7	155	11,8	448	84,1	375	5,3	
25.11.80	H 4	3,06	131	8,4	154	15,6	484,9	68,8	570	7,0	
30.01.81	H 5	3	437,9	9,22	116	47,5	1 589,1	74,1	420,9	21,4	
05.02.81	H 6	4,64	410,15	6,74	71,8	60,8	2 302	83,8	403	27,4	
29.04.81	H 7	2,5	383	14	166	27,4	1 158,2	93,7	502	12,3	
05.05.81	H 8	4,64	354	5,92	155	59,8	1 986,8	73,6	869,9	26,9	
	MOY.	2,76	288,3	15,6	188,5	18,5	1 066,6	83,2	510,1	12,9	
T4 - YFFINIAC											
20.08.80	H 1	0,35	174,5	25,9	9,0	6,73	73,9	24,3	3,8	3,04	
26.08.80	H 2	0,24	285,0	32,8	8,9	8,68	82,7	21,1	2,6	3,9	
31.10.80	H 3	0,71	274	21,2	9,4	12,9	235,3	40,3	8,1	5,8	
25.11.80	H 4	1,19	258	16,2	14	15,9	371,4	51,6	20,1	7,1	
30.01.81	H 5	1,92	448,5	5,78	20,1	77,5	1 041,6	29,7	46,7	35,0	
05.02.81	H 6	3,14	331,3	7,53	25,7	44,0	1 258,6	63,3	97,6	19,8	
29.04.81	H 7	1,68	348	8,32	8,0	41,8	707,2	37,4	16,2	18,9	
05.05.81	H 8	2,33	312	10	9,0	31,2	879,3	62,4	25,4	14,0	
	MOY.	1,45	303,9	16,0	13,0	19,0	581	41	28	14,2	
T5 - GOUessant											
20.08.80	H 1	0,20	75,0	11,3	12,3	6,63	18,1	6,1	3,0	2,9	
26.08.81	H 2	0,26	84	12,9	13,1	6,51	26,4	9,0	4,12	2,9	
31.10.80	H 3	0,91	243,6	10,6	28,5	22,98	268,1	25,8	31,4	10,3	
25.11.80	H 4	8,10	248	9,56	48,0	25,9	2 429,8	207,4	470,3	11,7	
30.01.81	H 5	5,07	496,9	3,05	31,2	162,9	3 047,3	41,4	191,3	73,6	
05.02.81	H 6	9,94	331,3	4,62	53,0	71,7	3 983,4	123	637,2	32,3	
29.04.81	H 7	4,61	269	3,20	16,7	84,0	1 500	39,5	93,1	37,9	
05.05.81	H 8	7,56	276	3,90	27,6	70,7	2 523,9	79	252,4	31,9	
	MOY.	4,58	253,0	7,4	28,8	34,2	1 725	66	210	26,1	

DISTINCTION DES FLUX DE T3, T4 et T5

Il est nécessaire de distinguer autant que possible les caractéristiques des trois sources d'apports pour pouvoir déterminer leur zone d'influence dans la Baie.

1) Relations Flux-Débits fluviaux

- a/ En règle générale, les nitrates qui ont un faible pouvoir d'adsorption restent très mobiles dans les sols et sont facilement lessivés ; en conséquence leurs concentrations dans les eaux courantes et les flux augmentent en même temps que les débits fluviaux. Ce phénomène étant uniforme pour les trois sources, aucune distinction entre T3, T4 et T5 n'est envisageable en n'utilisant que les seuls flux de nitrates (Fig. n°11).
- b/ Par contre, deux tendances se distinguent dans les flux d'ammonium (Fig.12).
- d'un côté les flux de T3 qui sont à peu près indépendants des débits, hors bien entendu le cas où le débit est égal à zéro ; cette indépendance reflète la dilution plus ou moins poussée de l'effluent constant de la station d'épuration pris en compte dans la source T2.
 - de l'autre T4 et T5 où les flux sont reliés aux débits par une fonction puissance traduisant probablement un effet de lessivage des sols et de rinçage des surfaces.
- c/ En ce qui concerne les apports en phosphates (Fig.13) :
- T5 se distingue par la faiblesse relative de ses flux d'étiage qui dominant cependant en crue, à l'exception de la situation H5 (Janvier 1981).
 - T4 réagit mieux aux débits que T3 qui paraît encore pratiquement insensible avec des flux bien soutenus.
- d/ Les rapports N-NO₃/P-P₀₄ calculés à partir des flux en T3 et T5 (Tableau 1) et rapportés aux débits (Fig.14), ne se distinguent réellement les uns des autres qu'en H5 (Janvier 1981) et à un moindre degré en H7 (Avril 1981).

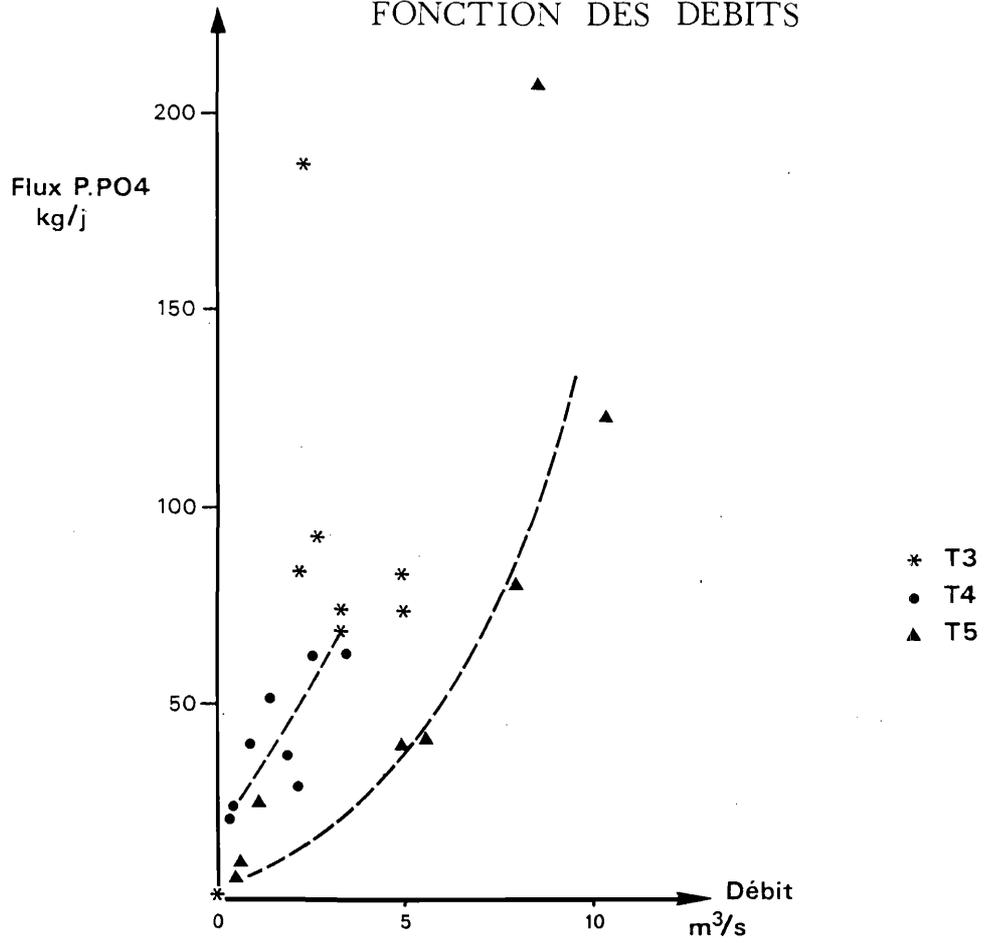
2) Conséquences probables sur la répartition des concentrations dans la baie

Les flux et les salinités sont tous deux fonction des débits fluviaux. La comparaison des concentrations en sels nutritifs dans les eaux de la baie de même salinité doit faire apparaître des anomalies par rapport à une droite de dilution théorique moyenne, anomalies qu'il sera possible de rapprocher des particularités des flux de chaque source.

Or, d'après les particularités évoquées précédemment, il est possible de prévoir les conséquences suivantes :

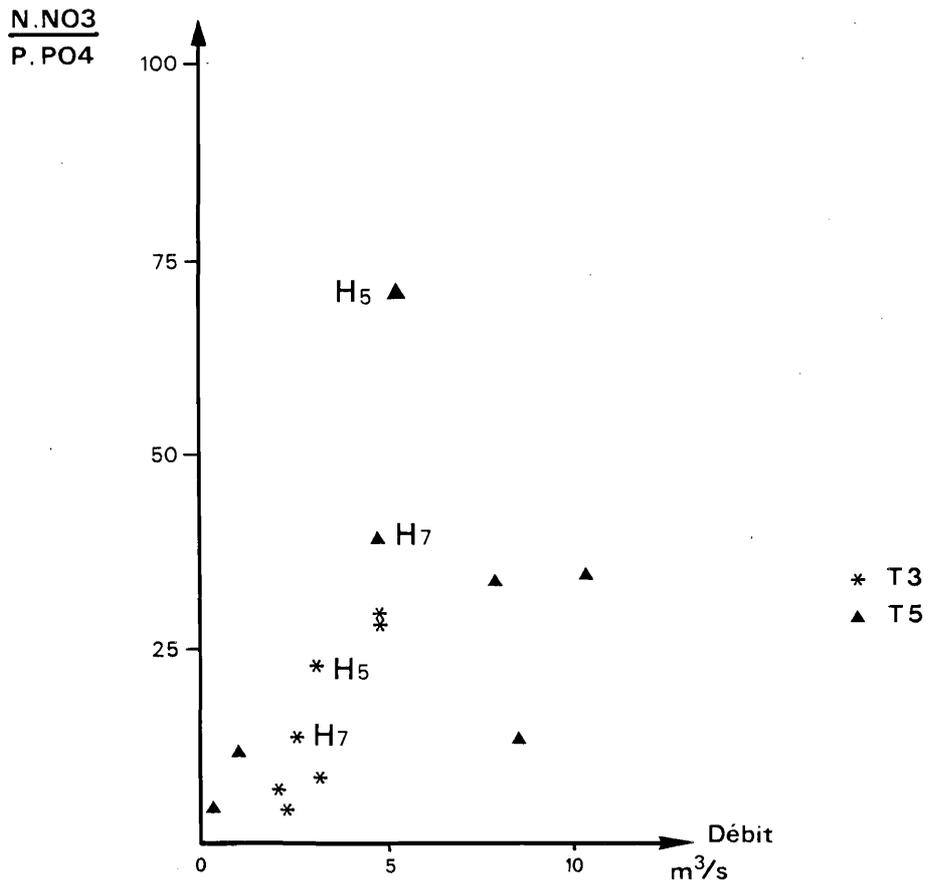
LES FLUX DE PHOSPHATES EN
FONCTION DES DEBITS

fig:13



RAPPORT N/P DES FLUX EN
FONCTION DES DEBITS

fig:14



REPONSE DES EAUX DE LA BAIE AUX INFLUENCES TERRIGENES

1) Appréciation par les variations de la salinité

La comparaison de la salinité des eaux de la baie avec celle des eaux du large permet de calculer le pourcentage d'eau douce au moment de la mesure ; l'influence du continent se manifeste donc par les écarts de salinité des eaux étudiées par rapport aux eaux de référence du large.

a) En Manche, les salinités varient peu durant l'année du fait du brassage continu des eaux par les courants. En Manche-Ouest, les variations de salinité du large se situent entre 35.14 et 35.33 ‰ (BARY, 1963). L'Atlas USN 1974 donne des minima hivernaux et printaniers moyens de 34,75‰ et un maximum automnal de 35.25 ‰.

b) Alors que dans le Golfe Normand-Breton, les salinités sont généralement inférieures à 35 ‰, dans la moitié Ouest de la baie de Saint-Brieuc, la salinité peut légèrement dépasser ce chiffre (SH INC2).

La station n°4 du Point d'Appui R.N.O. n°11 (St Brieuc) paraît bien représentative de cette zone, puisqu'elle est située par 48°42'5" Nord et 2°44'0" Ouest, c'est-à-dire au Nord-Ouest des Roches de St Quay par des fonds de -21m. Les salinités de trois années de mesures exposées fig. n°15 ont varié à cette station entre les valeurs de 34.66 ‰ en 1978 et 35.27 ‰ en 1976 avec un écart entre la surface et le fond toujours inférieur à 0,04 ‰ et une moyenne sur 42 mesures de surface de 34.93 ‰.

c) Les eaux de la baie proches du rivage (sur les fonds compris entre -6 m et -12 m ont été observées aux stations n°1 (48°36'1 Nord et 2°44'4 Ouest) et n°8 (48°35'1 Nord et 2°40'0 Ouest).

Les salinités de ces deux stations diffèrent des précédentes par des variations plus accentuées 34.32 (1978) < 1,02‰ < 35.34 (1976), et une réponse plus rapide aux crues fluviales traduite par plusieurs minima hivernaux et printaniers. La salinité moyenne à la station n°1 sur 36 mesures (1976-1978) s'élève à 34.86 ‰.

Le fait que les minima de la station centrale de la baie (n°4) soient en retard par rapport aux minima des stations proches du rivage (n°1 et n°8) suggère une certaine inertie et un stockage des eaux douces dans la baie.

d) Eaux de la zone d'étude.

Les moyennes des salinités de surface en morte-eau et vive-eau pour chaque station de mesure de la zone d'étude sont présentées dans le tableau 3 : La salinité moyenne en surface des stations situées à l'ouvert de la baie (n°2, 4, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15) s'élève à 34.188 ‰ en morte-eau et à 34.478 en vive-eau.

Comparée à la salinité moyenne de surface (1979) à la station R.N.O. n°4 qui s'élevait à 34.91 ‰, on calcule un pourcentage d'eau douce de 2.1 % en morte-eau et de 1.2 % en vive-eau sur l'ensemble des stations précitées.

La carte (Fig. 16) tend à montrer que l'influence des apports T4 (YFFINIAC) se limite au fond de l'anse, sans interférence avec la zone de mélange aval (M2, 4, 8, 9, 11) entre les apports T3 et T5. Il faut cependant corriger cette impression par le fait que les stations 3, 5, 6 et 7 n'ont été échantillonnées qu'en vive-eau, périodes où les $\Delta S\text{‰}$ sont les plus faibles. En morte-eau, elles restent émergées ou couvertes d'une mince lame d'eau.

2) Appréciation par les teneurs en sels nutritifs

Du fait de la grande variabilité des facteurs climatiques, nous procédons à cet examen, croisière par croisière (H1 à H8).

a) Relations Nitrates-salinité

Les points correspondant aux couples de valeurs concentrations en nitrate-salinité, s'alignent sur des droites d'équation $y = ax + b$ avec des coefficients de corrélation très significatifs (supérieurs à 0,93) ; un exemple est donné par la croisière H6 (Février 1981)(Fig.17).

On peut voir qu'il n'y a pas un écart tel des points par rapport à la droite que nous puissions faire une distinction nette entre les zones. Il en va de même pour les autres croisières.

b) Relations Ammonium-salinité

En période estivale (croisières H1 et H2, Août 1980) où le débit fluvial est faible, on peut s'attendre à trouver une bonne distinction de la zone d'influence de l'apport T3 (LE LEGUE) par rapport aux deux autres.

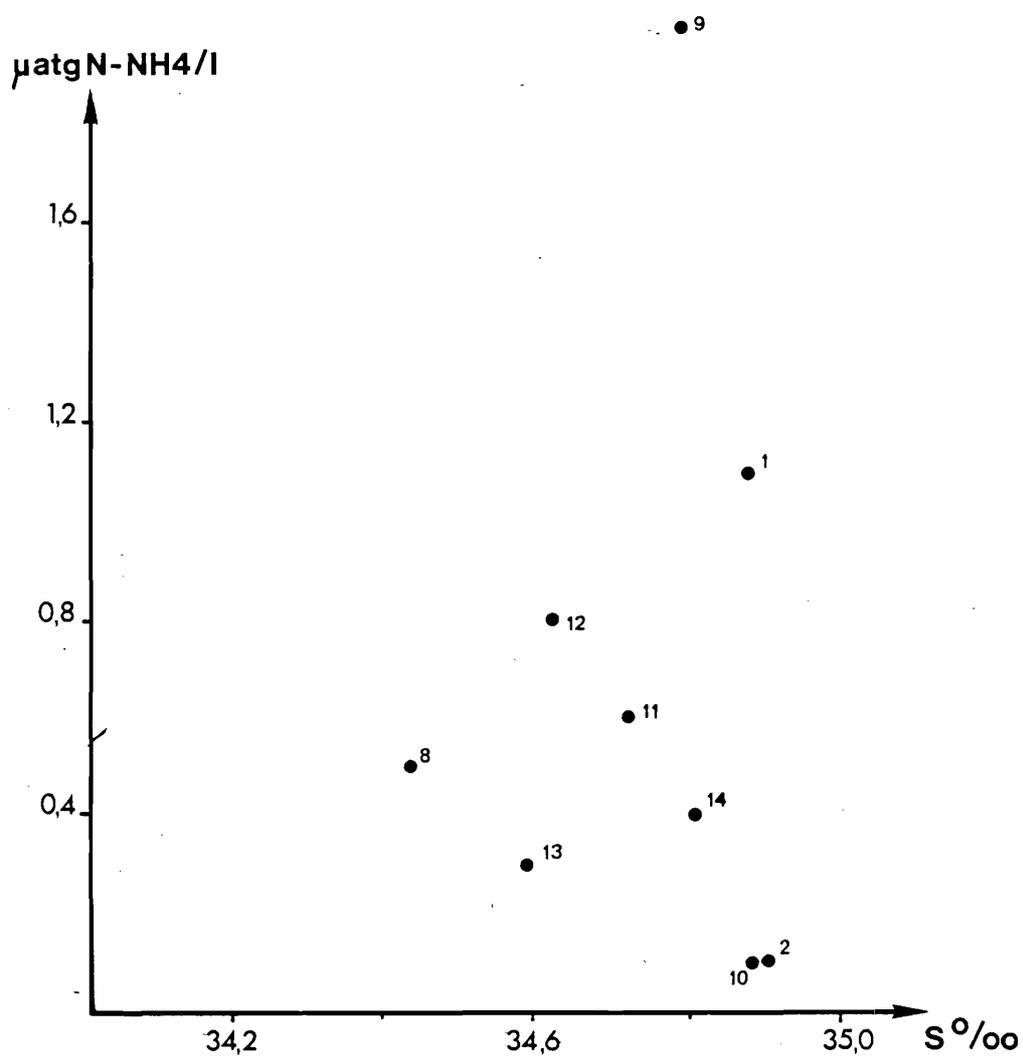
En fait, deux situations se présentent :

- en morte-eau (H1, Août 1980), il ne paraît pas y avoir de corrélation nette entre la concentration en NH_4 et la salinité (Fig.18); les apports d'eau douce sont insignifiants au LEGUE (considérés comme nuls) et la plus forte concentration est mesurée à l'ouvert de l'anse à la station 9.
- en vive-eau (H2, Août 1980), par contre, les concentrations sont mieux corrélées aux salinités ; le débit en T3 est notable et l'influence des apports dans la baie devient sensible : sur le diagramme $\text{NH}_4/\text{S‰}$ (Fig.19) on s'aperçoit que les points correspondant aux stations 6, 7, 12 et 13 se placent au-dessous de la droite, c'est-à-dire présentent un déficit par rapport à la moyenne; les points en excédent (stations 1, 2, 4, 9) se trouvant de l'autre côté de la droite.

La cartographie des points en excédent et des points en déficit (Fig.20) montre l'aire d'influence des apports de T3. Le phénomène est également perceptible en H5 (Janvier 1981, morte-eau, crue). Les stations 12 et 13 sont nettement en déficit par rapport à la droite commandée par le point correspondant à la station 1 (Fig. 21 et 22). La seule différence notable avec la situation H2 est que la station 14 semble très légèrement influencée par les eaux excédentaires en ammonium.

fig:18

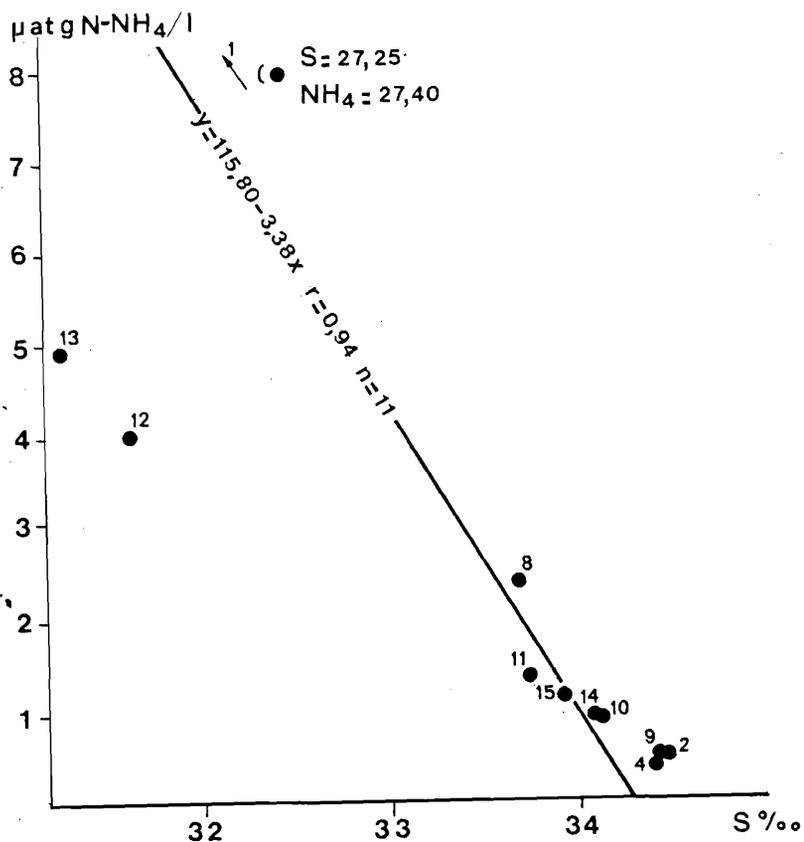
RELATION AMMONIUM SALINITE
(20.08.80 Surface)



Relation Ammonium-Salinité

Fig: 21

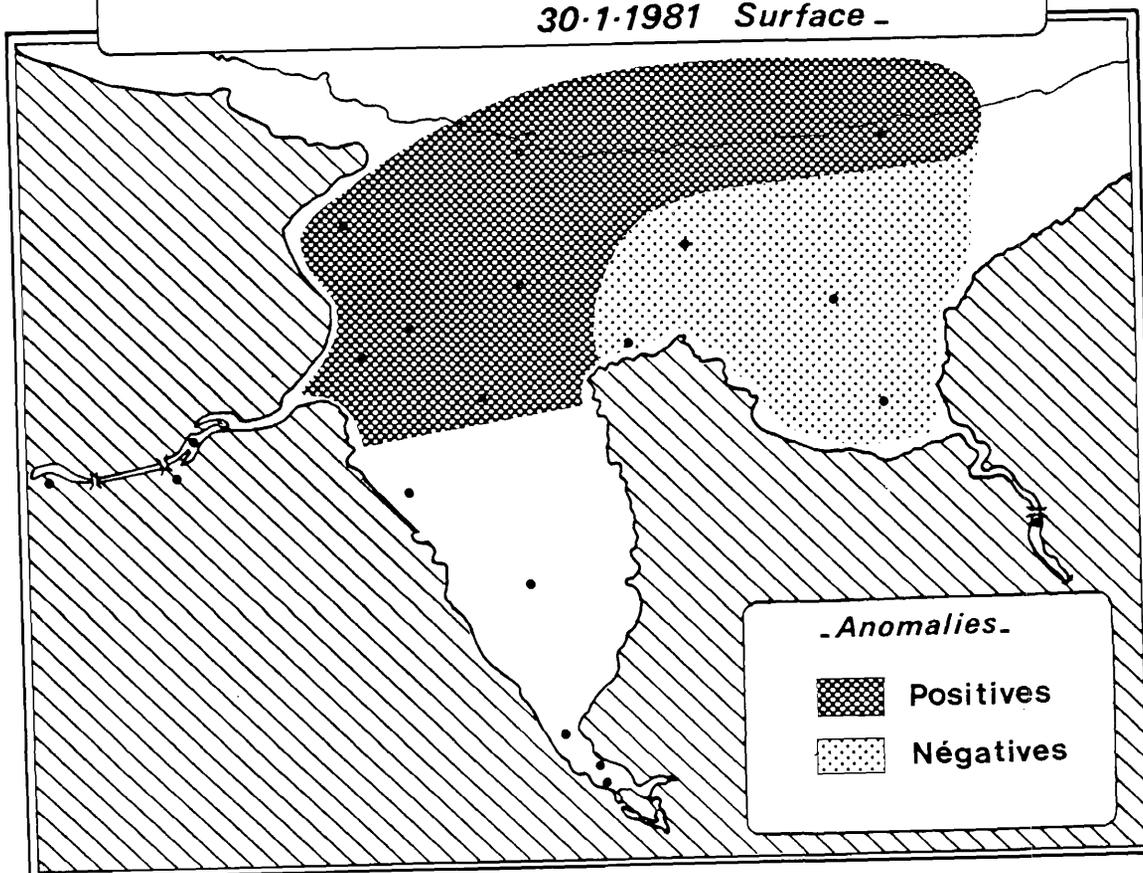
30-1-1981 Surface-



Anomalies des Teneurs en Ammonium

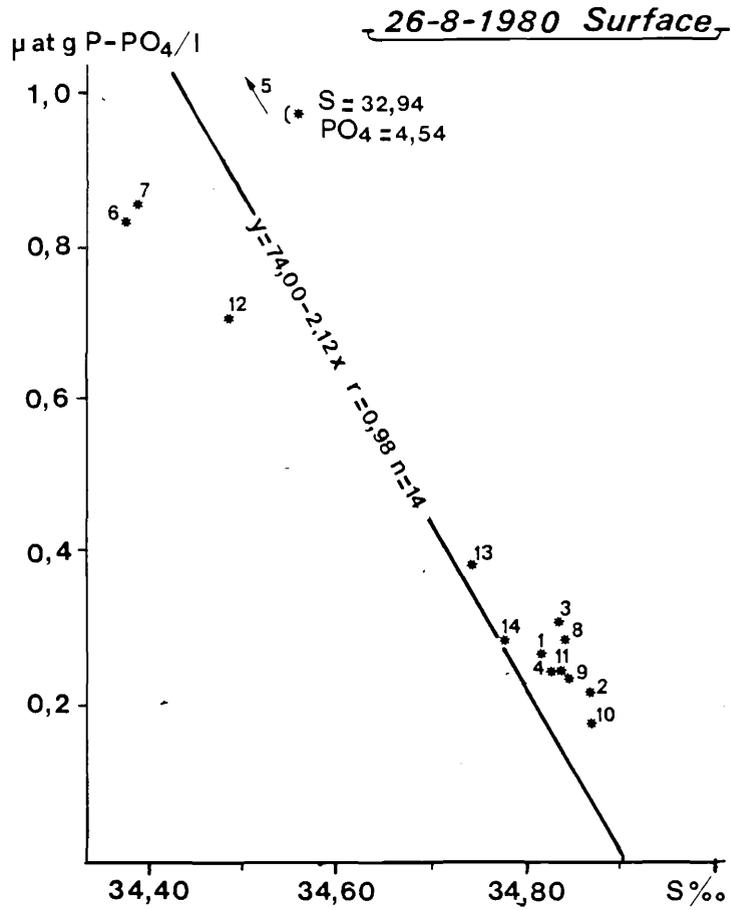
Fig: 22

30-1-1981 Surface -



Relation Phosphates-Salinité

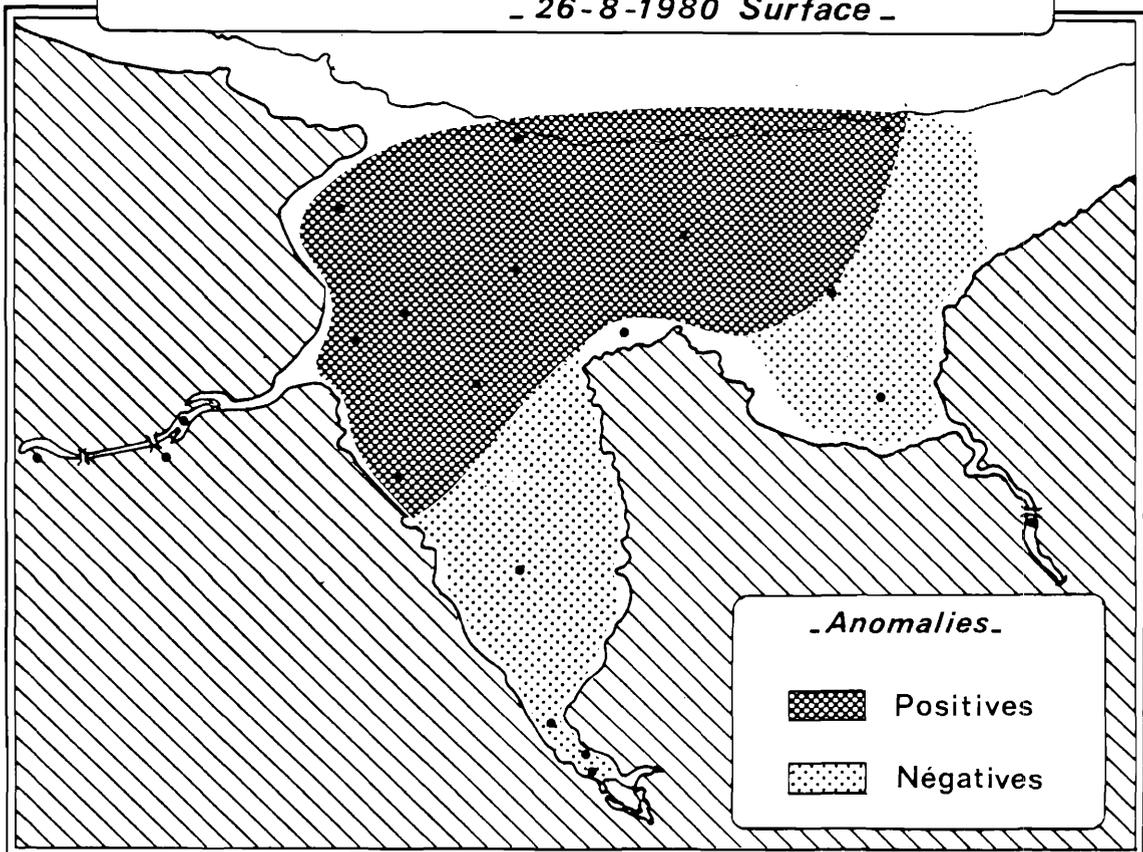
Fig: 23



Anomalies des Teneurs en Phosphates

26-8-1980 Surface

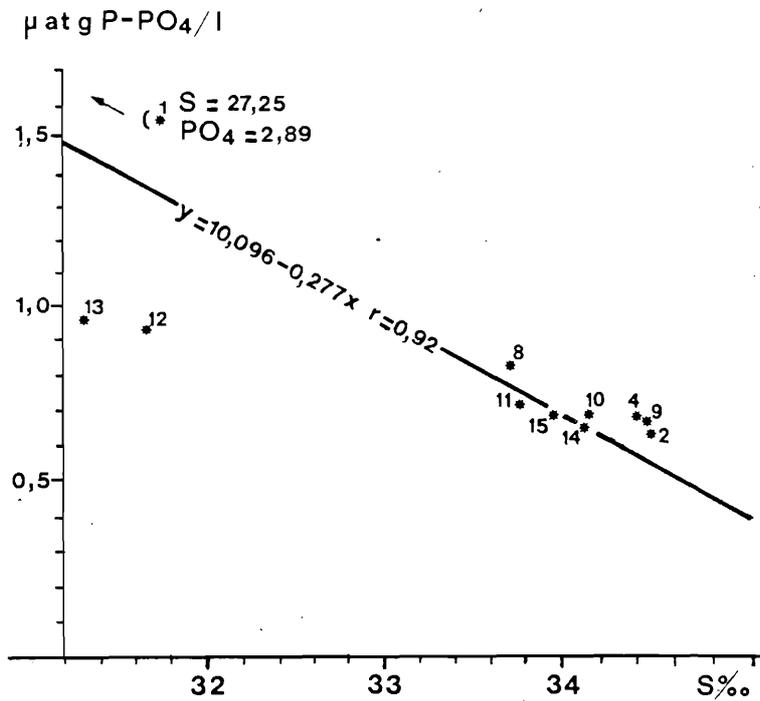
Fig: 24



Relation Phosphates-Salinité

Fig: 27

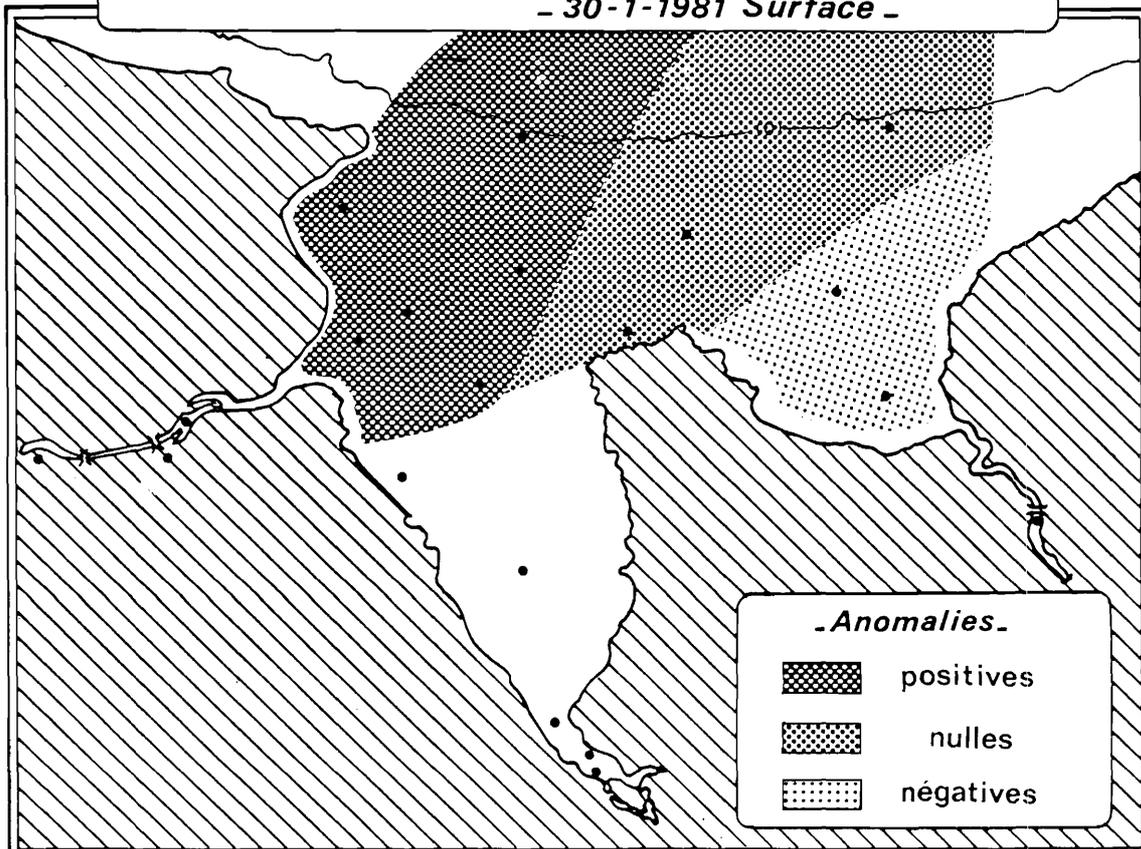
- 30-1-1981 Surface -



Anomalies des Teneurs en Phosphates

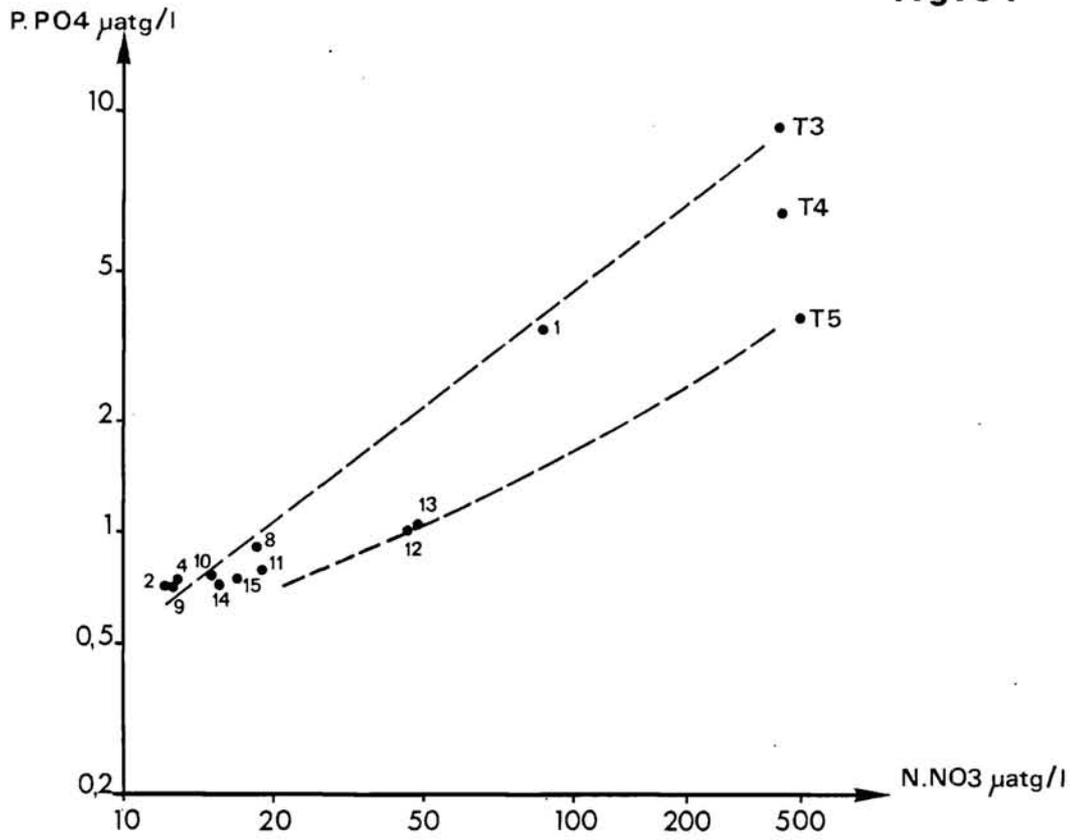
- 30-1-1981 Surface -

Fig: 28



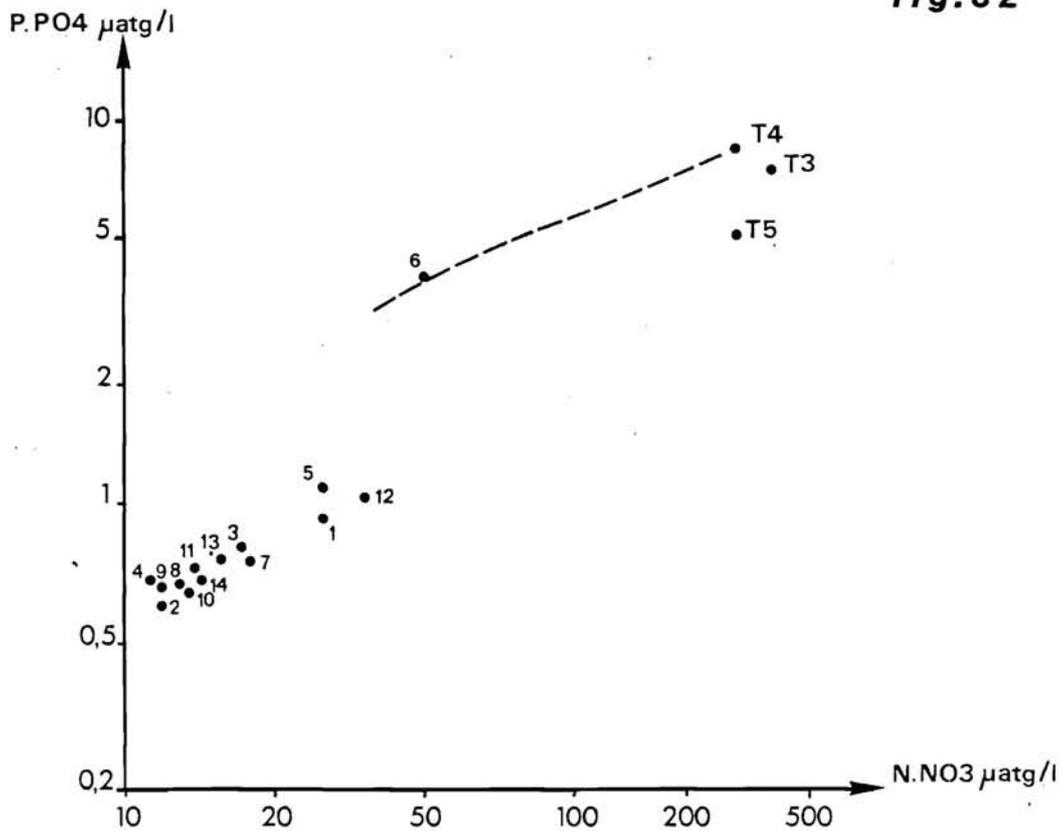
RELATION NITRATES - PHOSPHATES
(30.01.81 - Surface)

fig:31



RELATION NITRATES - PHOSPHATES
(05.02.81 - Surface)

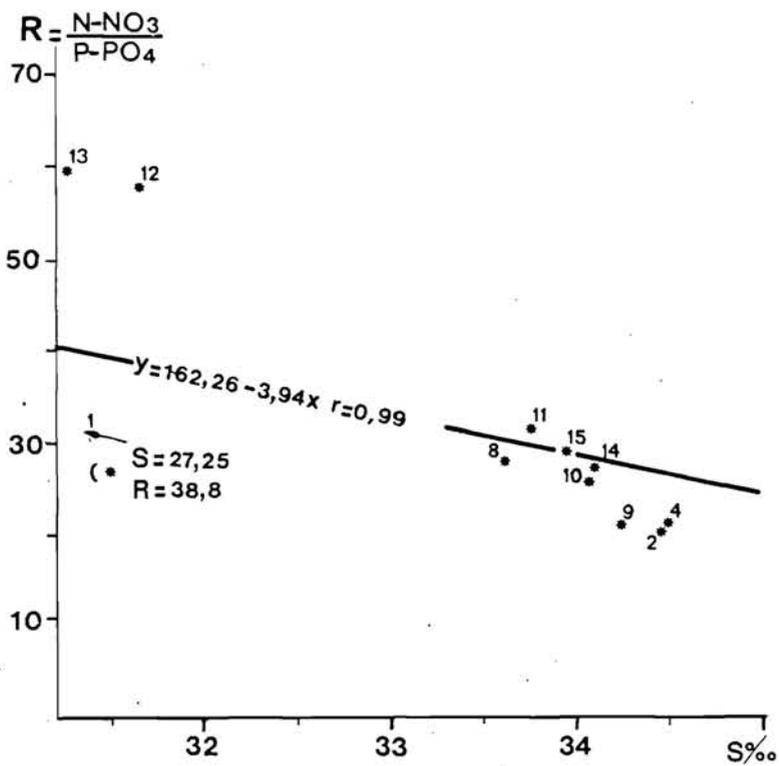
fig:32



Relation N/P-Salinité

Fig: 33

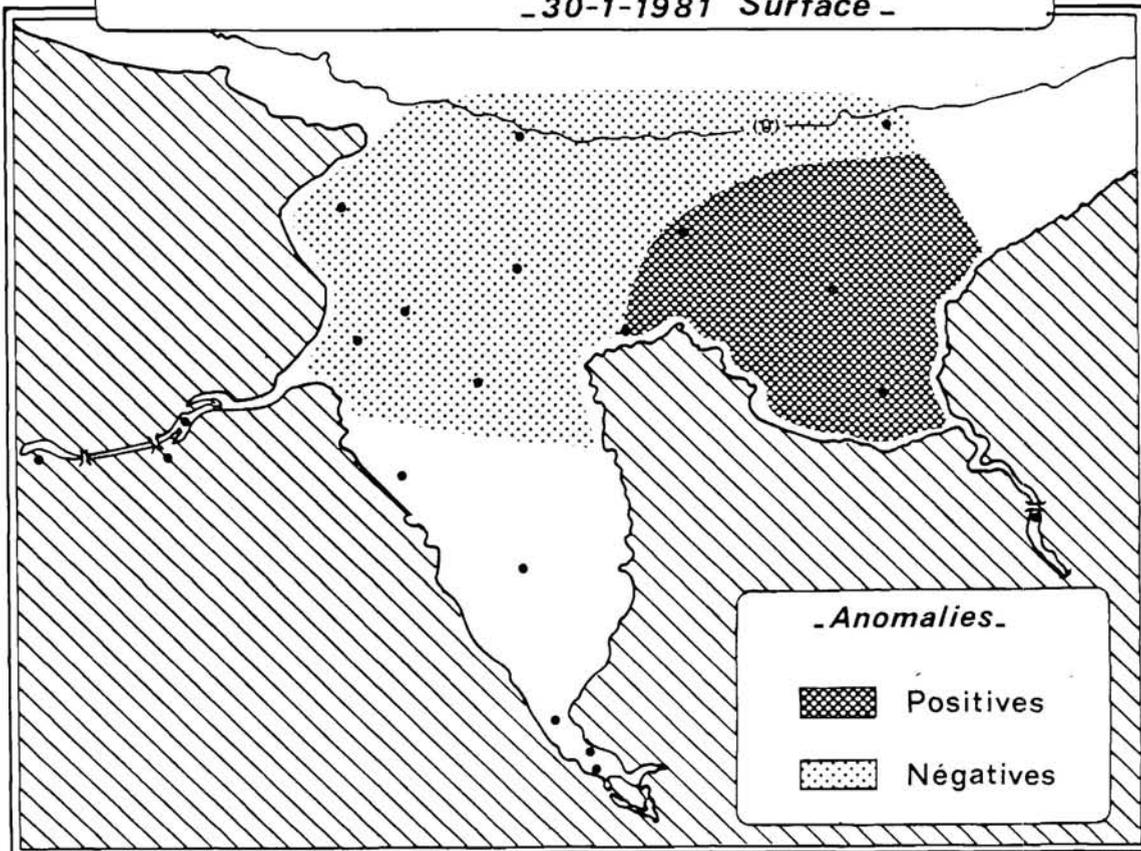
-30-1-1981 Surface-



Anomalie du Rapport N/P

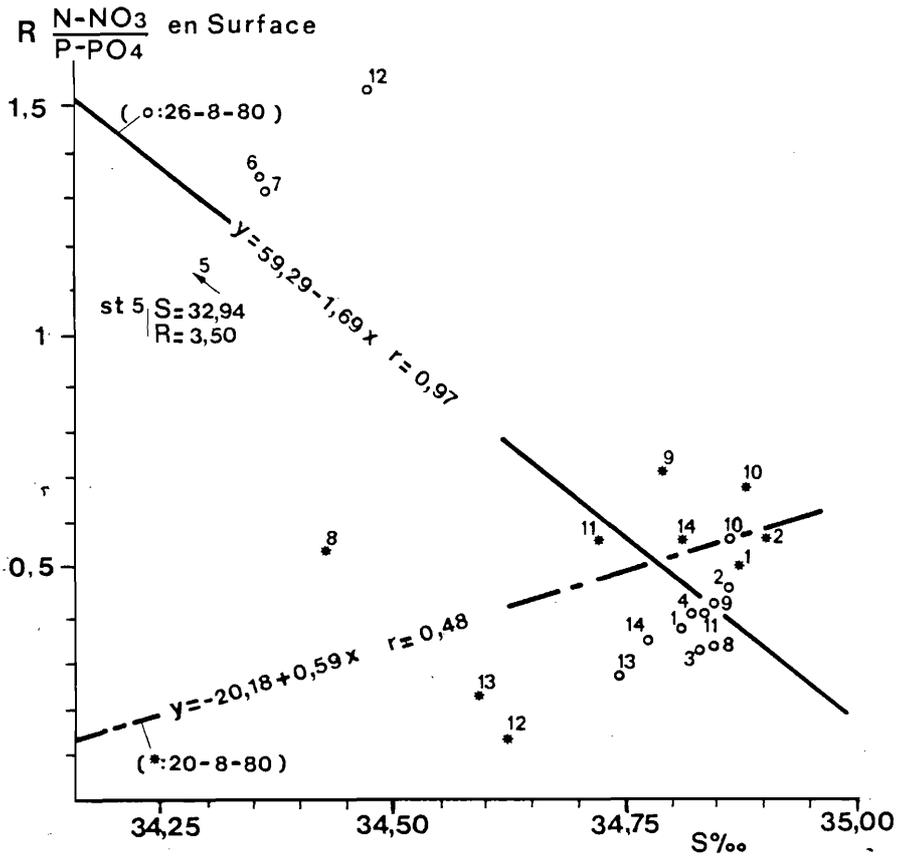
-30-1-1981 Surface-

Fig: 34



Relation N/P - Salinité

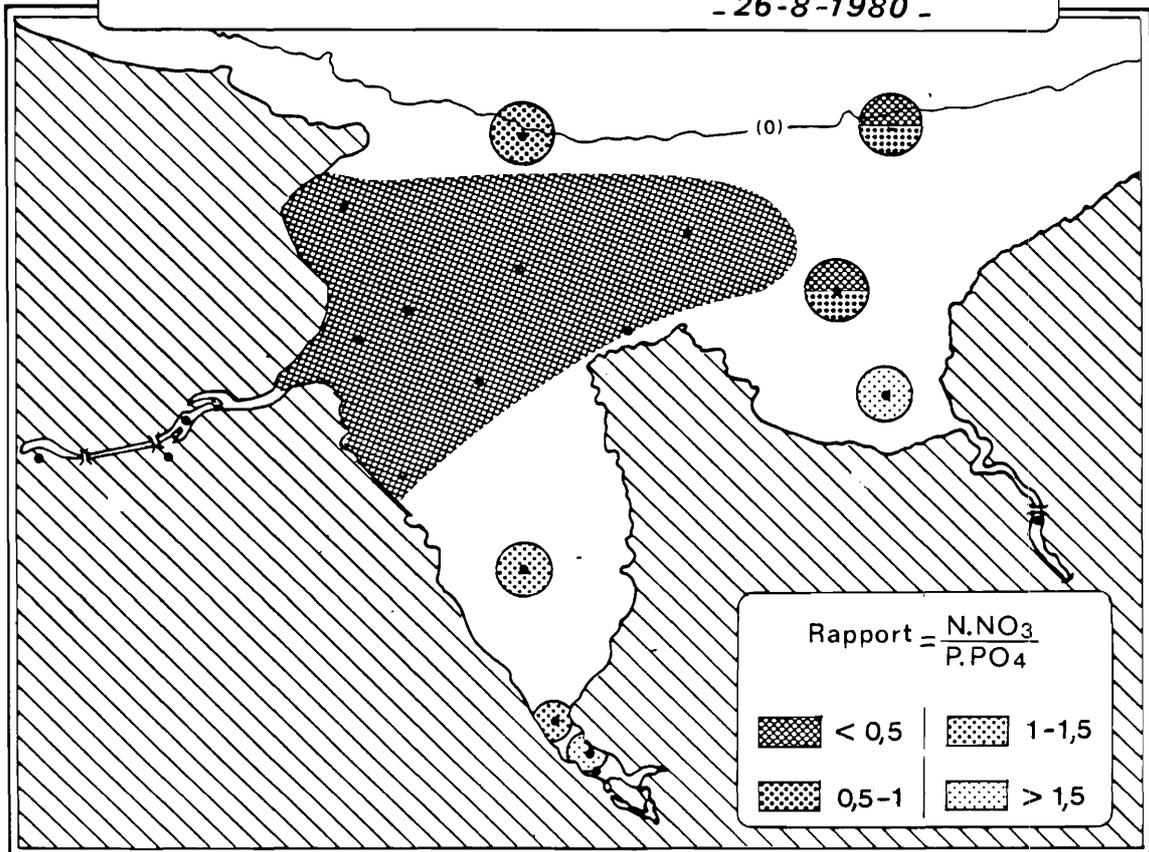
Fig: 37



Valeur du Rapport N/P

-26-8-1980-

Fig: 38



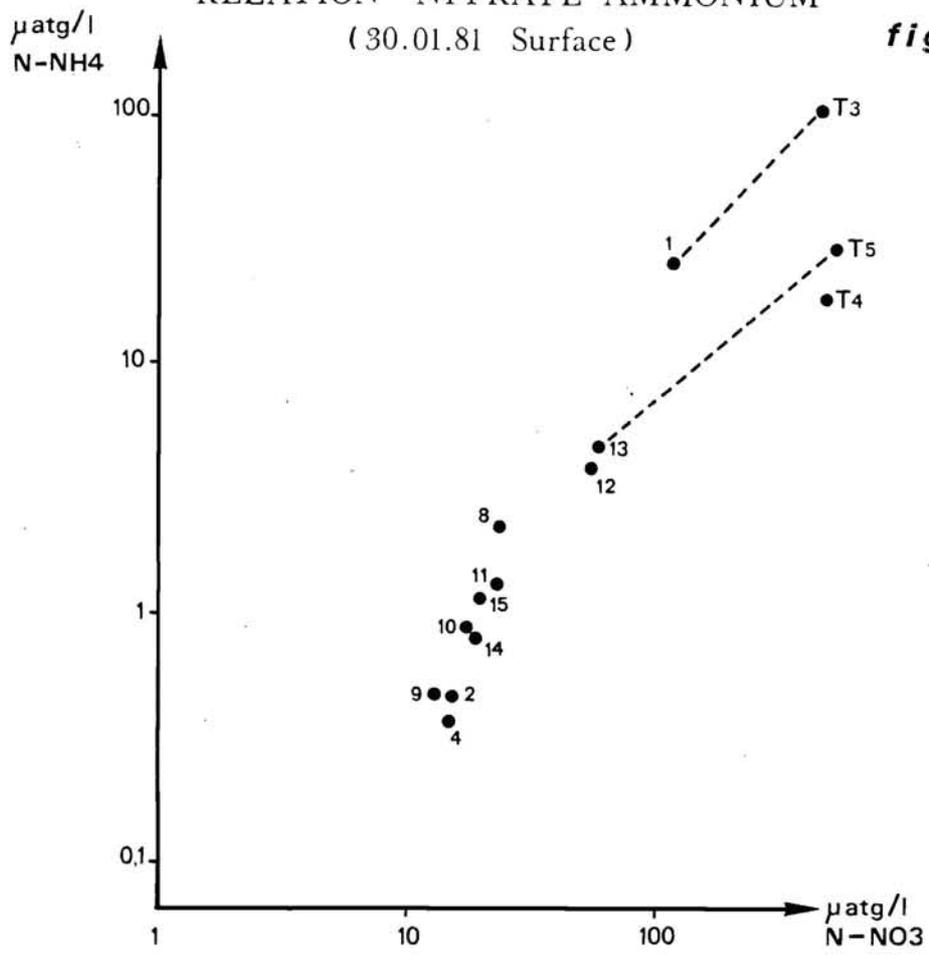
VALEUR DU RAPPORT $\frac{N-NO3}{N-NH4}$

		N-NH4	N-NO3	R $\frac{N-NO3}{N-NH4}$
T3	H1	340	195	0,57
	H2	350	210	0,6
	H3	155	185,2	1,19
	H4	154	131	0,85
	H5	116	437,9	3,77
	H6	71,8	410,5	5,71
	H7	166	383	2,30
	H8	155	354	2,28
	MOY.	188,5	288,3	1,52
T4	H1	9,0	174,5	19,3
	H2	8,9	285	32,0
	H3	9,4	274	29,1
	H4	14,0	258	18,4
	H5	20,1	448,5	22,3
	H6	25,7	331,38	12,89
	H7	8,0	348	43,5
	H8	9,0	312	34,6
	MOY.	13,0	303,9	23,3
T5	H1	12,3	75,0	6,09
	H2	13,1	84	6,41
	H3	28,5	243,6	8,54
	H4	48,0	248	5,16
	H5	31,2	496,9	15,9
	H6	53,0	331,3	6,25
	H7	16,7	269	16,1
	H8	27,6	276	10
	MOY.	28,8	252,9	8,78

Tableau 4

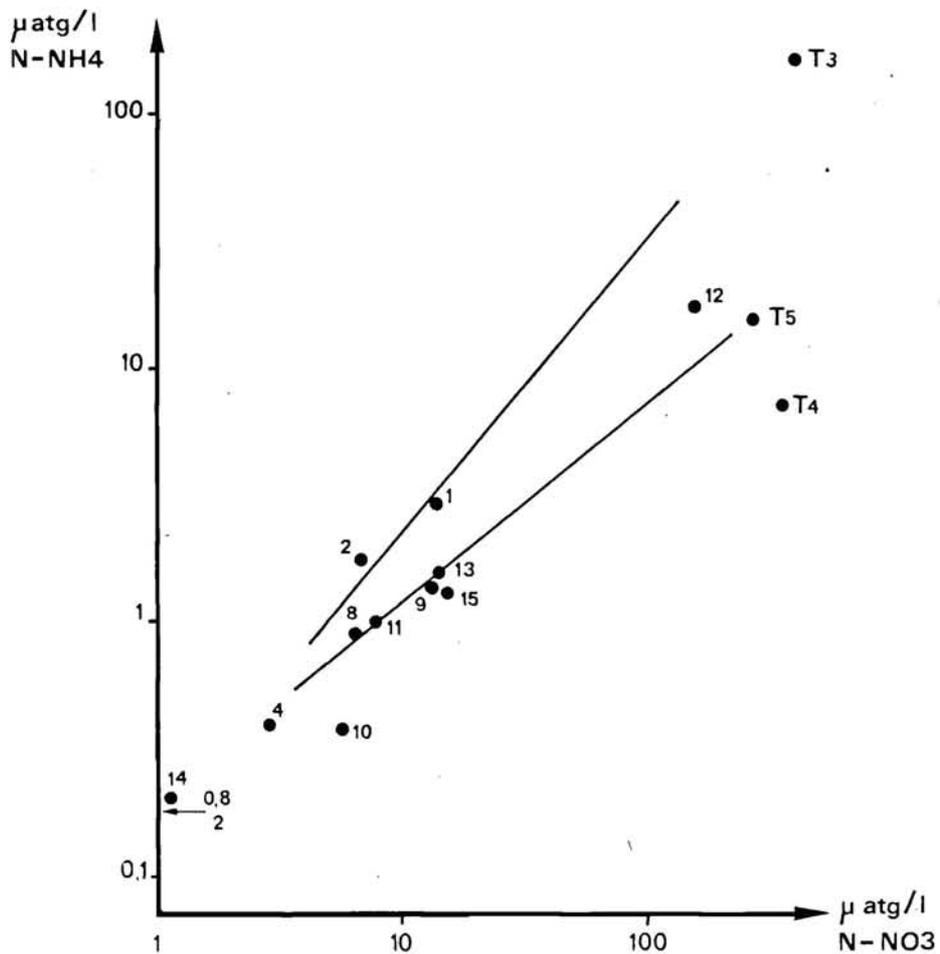
RELATION NITRATE AMMONIUM
(30.01.81 Surface)

fig:40



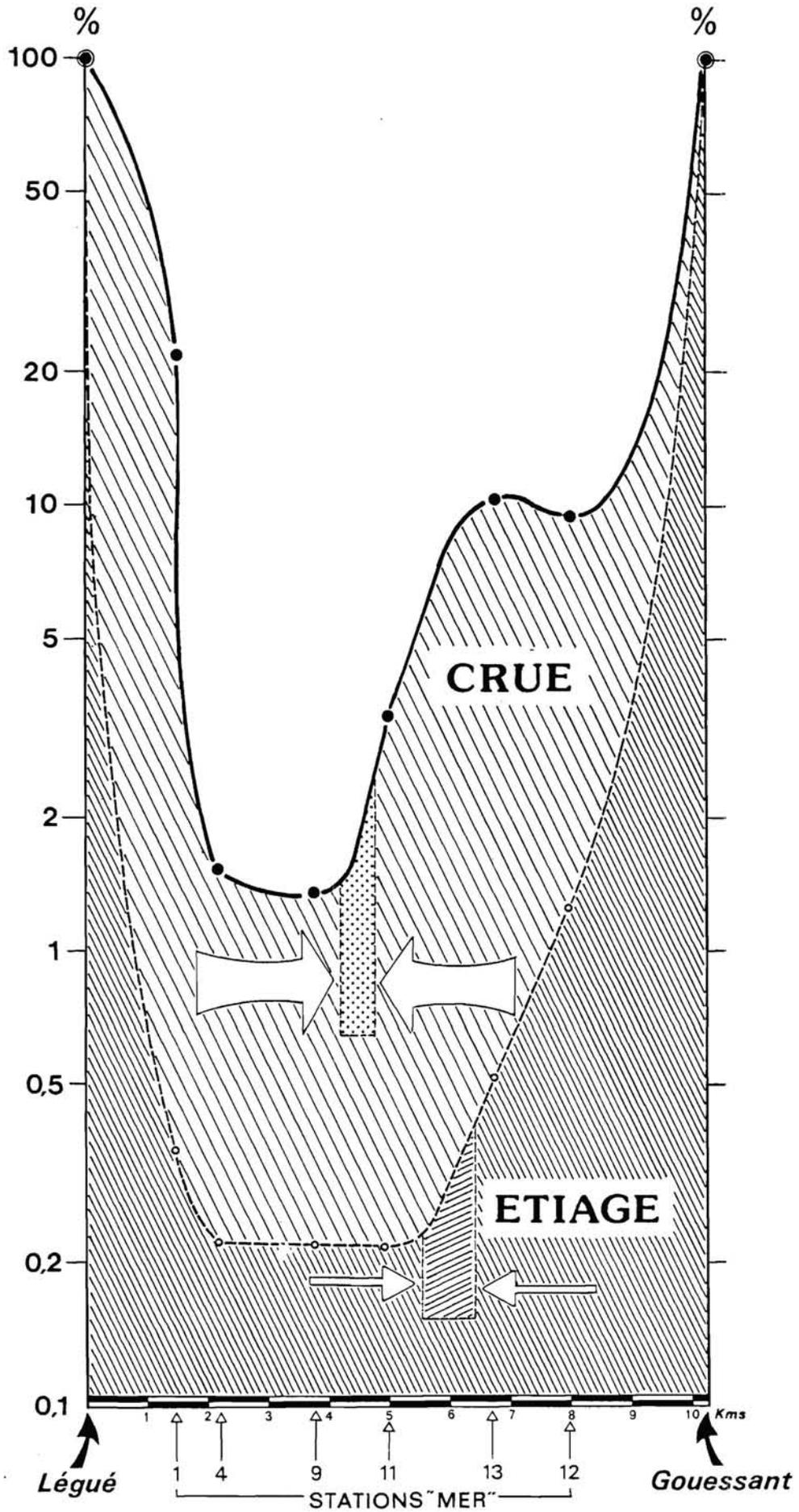
RELATION NITRATE AMMONIUM
(29.04.81 Surface)

fig:41



**POURCENTAGE D'EAU DOUCE
A PLEINE MER
EN BAIE DE SAINT BRIEUC**

fig:43



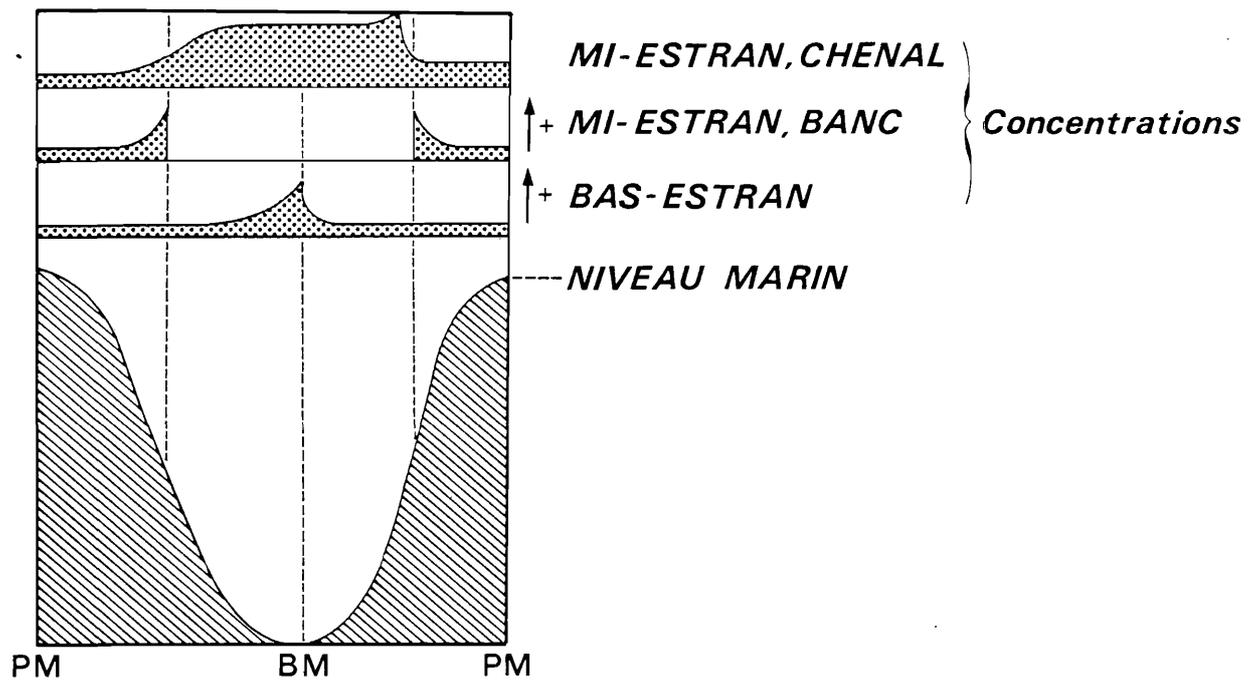
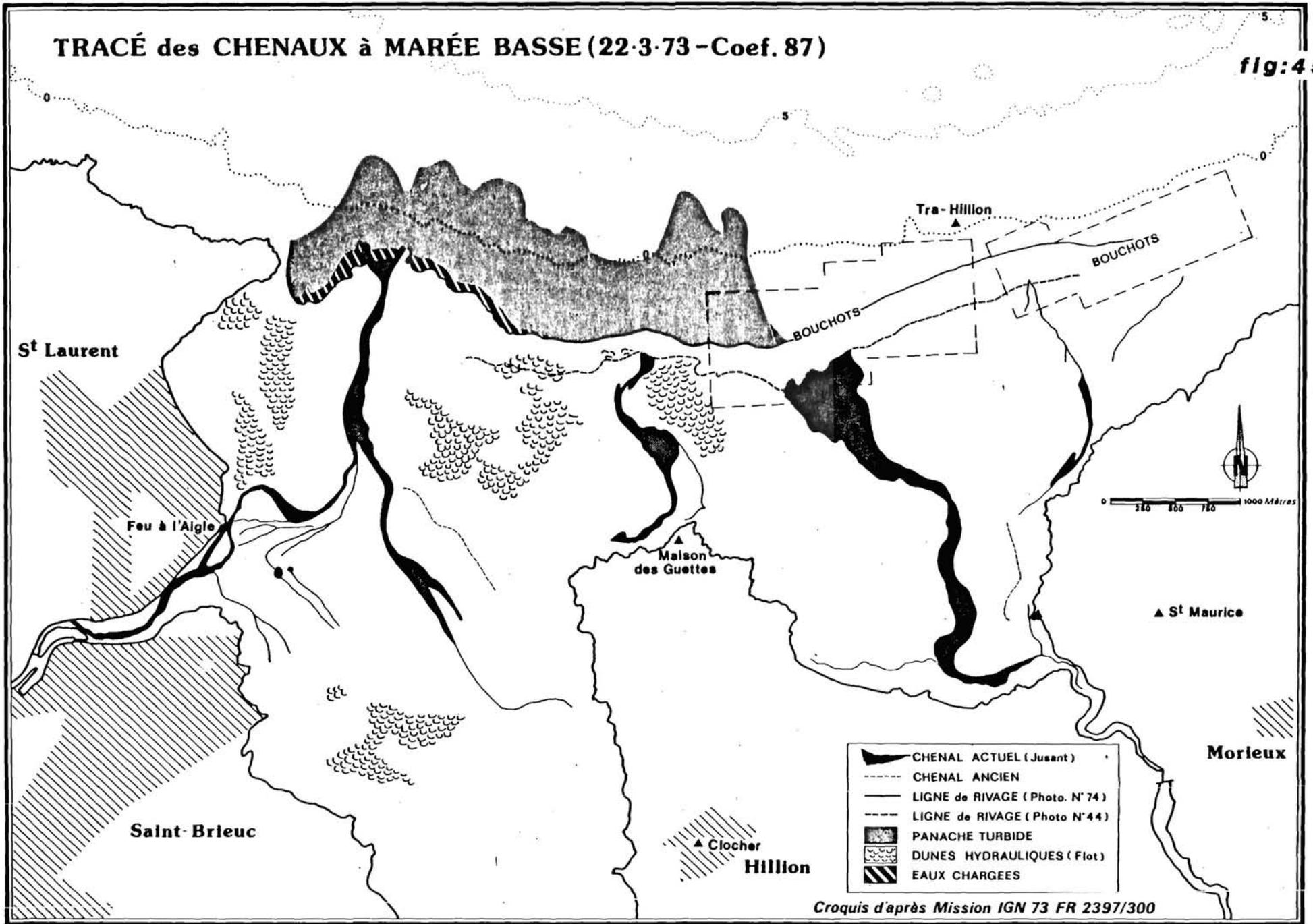


fig:44

Evolution de l'Impact des Eaux Continentales sur les Espaces Intertidaux

TRACÉ des CHENAUX à MARÉE BASSE (22-3-73 - Coef. 87)

fig:45



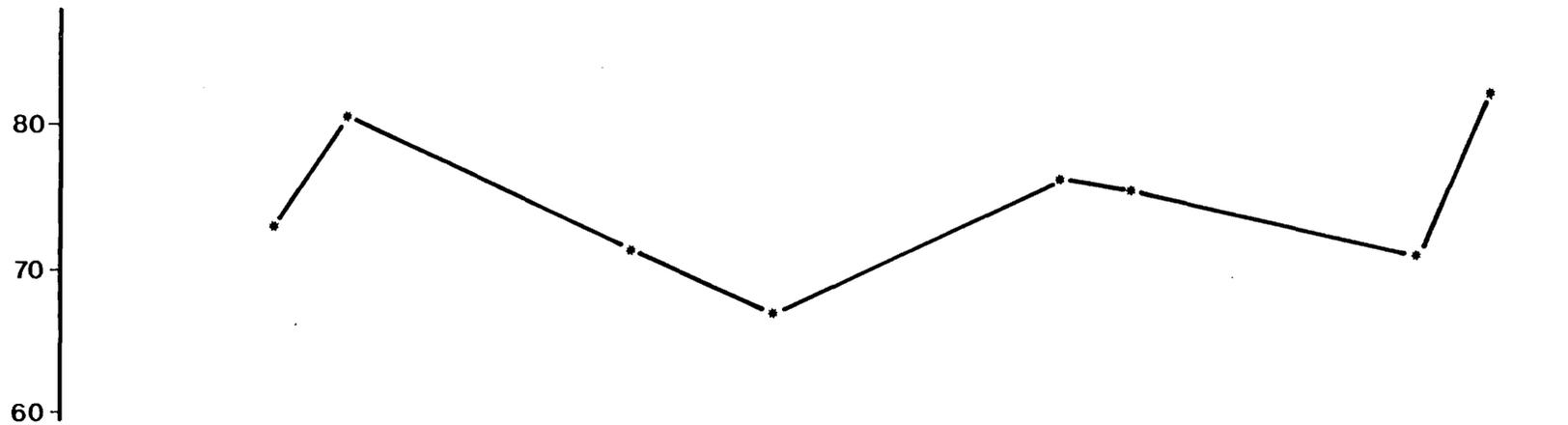
- CHENAL ACTUEL (Jusant)
- CHENAL ANCIEN
- LIGNE de RIVAGE (Photo. N°74)
- LIGNE de RIVAGE (Photo N°44)
- PANACHE TURBIDE
- DUNES HYDRAULIQUES (Flot)
- EAUX CHARGEES

Croquis d'après Mission IGN 73 FR 2397/300

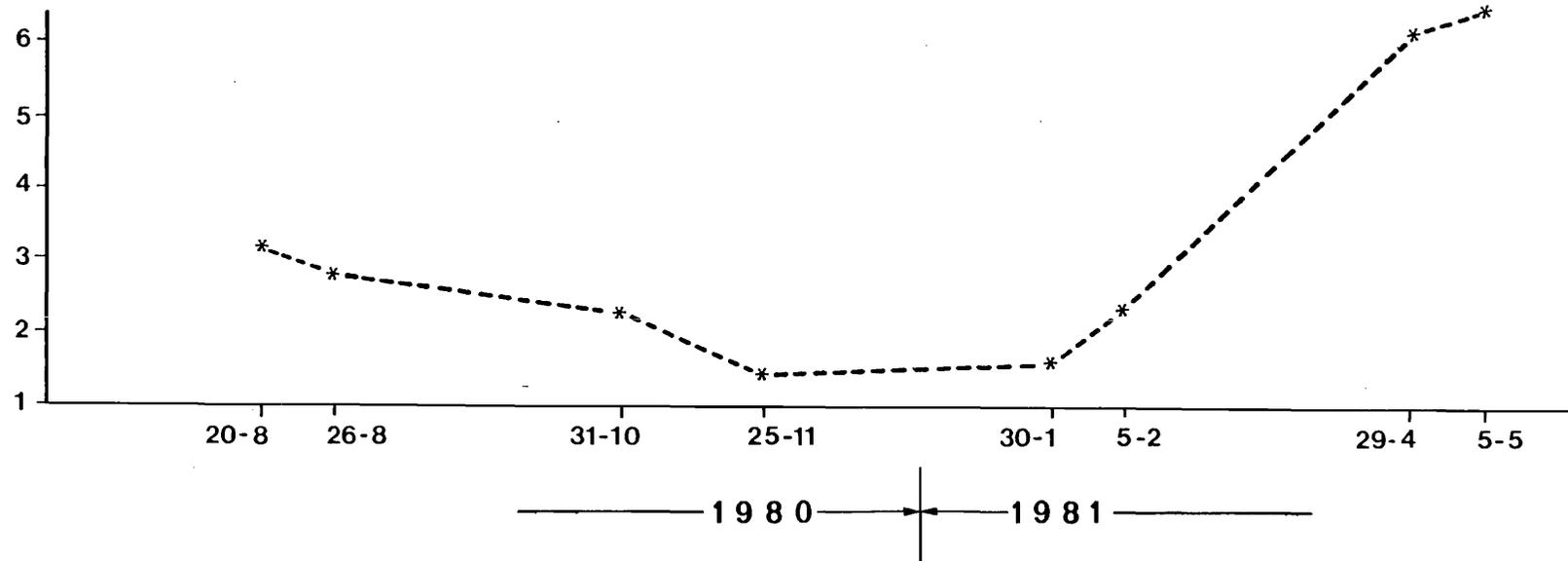
Chlorophylle "a" et pourcentage de chlorophylle active
Valeurs moyennes de l'eau de surface
11 Stations - Fond de l'anse d'Yffiniac exclus

fig:46

% Chlorophylle active



$\mu\text{g/l}$ Chlorophylle "a"



En été : période d'étiage des cours d'eau et de faible agitation. on trouve :

- en M.E. (H1) une répartition équilibrée des turbidités tant en surface qu'au fond entre la partie Ouest (YFFINIAC) et la partie Est (MORIEUX) de la baie. Les concentrations décroissent de l'intérieur vers le centre de la baie.
- en V.E. (H2) la pénétration des eaux à faible turbidité (Manche) est plus accentuée à l'Ouest qu'à l'Est sous l'effet des courants de marée engendrés par le plus fort appel de l'anse d'YFFINIAC.

En automne (H3-H2)

Avec l'accroissement des débits mais le maintien d'une faible agitation on observe un net déséquilibre entre l'Est et l'Ouest :

- panache du GOUessant bien individualisé en baie de MORIEUX,
- caractère particulièrement peu turbide (eau peu chargée et peu agitée) dans l'anse de SAINT LAURENT sous la Pointe du ROSELIER.
- pas de différence entre la surface et le fond : bon mélange.

En hiver :

Les forts débits accentuent le décalage entre l'Ouest et l'Est à concentrations plus fortes sous l'effet du GOUessant. L'agitation accentuée en vive eau, provoque une importante remise en suspension au niveau du fond : Tout ceci aboutit à une stratification notable des matières en suspension.

Au printemps : les mêmes observations peuvent être conduites :

- turbidité décroissante d'Est en Ouest ;
- forte pénétration des eaux peu chargées à l'Ouest ;
- remise en suspension au niveau du fond sous l'effet de l'agitation.

En résumé, on peut dire que :

- les turbidités se répartissent à peu près également entre les deux compartiments (Anse d'YFFINIAC et baie de MORIEUX en étiage - morte eau.
- le déséquilibre se produit :
 - . en vive eau du fait de la plus forte pénétration des eaux marines dans l'anse d'YFFINIAC.
 - . en crue, du fait de l'apport majeur du GOUessant et/ou de la plus forte agitation en baie de MORIEUX qui se trouve en situation plus exposée aux houles de N-W.

Les turbidités moyennes annuelles de surface calculées sur les huit croisières sont exposées fig.47.

c) examen des indices de stratification

Les turbidités de surface et de fond pour chaque croisière et chaque station sont indiquées dans le tableau suivant.

Entre les valeurs de surface et de fond figurent en italique les indices de stratification (1) ; plus celui-ci est élevé, plus la turbidité de surface domine celle de fond et inversement.

Nous pouvons observer les points suivants (Fig.48).

- l'indice de stratification moyen dans la baie (toutes campagnes, toutes stations échantillonnées 8 fois) ressort à - 0,10
ce qui indique une turbidité chronique légèrement plus forte au fond qu'en surface.
- l'indice de stratification moyen des stations situées à l'Ouest (Anse d'YFFINIAC) (Stations 1, 2, 4, 8, 9, 10) n'est que de - 0,06
- l'indice de stratification moyen des stations situées à l'Est (baie de MORIEUX) (Station 11, 12, 13, 14) ressort par contre à - 0,16

Nous avons un moyen d'interpréter cette différence notable entre les Indices de stratification de l'Est et de l'Ouest de la baie en examinant en détail les résultats obtenus lors de la campagne H8 (mai 1981).

Le premier jour (04.05.81) par mer force 5 à Bréhat et vent de NW de 12 à 14 m/s ne purent être échantillonnées que les stations situées à l'Est de la baie (11, 12, 13) leur I.S. moyen ressort à - 0,24
ce qui montre une turbidité nettement dominante au fond par rapport à la surface.

Le deuxième jour, la mer tombait à force 4 et le vent au SW 4 m/s. L'échantillonnage des stations situées à l'Ouest de la baie (1, 2, 4, 8, 9, 10) donnait un IS de +0,36, mais la station 14 échantillonnée ce même jour conserve un IS de -0,63.

Cette comparaison met en relief la différence de comportement notable entre les stations de l'Est et de l'Ouest en ce qui concerne l'influence de l'agitation sur les turbidités et confirme le caractère battu de la baie de MORIEUX, notamment aux environs de TRA-HILLION (station 14).

(1) valeur de surface-valeur de fond
valeur de fond

BENTHOS

Sur le littoral du département des Côtes du Nord, la vaste échancrure qui matérialise le fond de la baie de ST BRIEUC, constitue le plus vaste estran sableux de la région. La résultante des tempêtes et des régimes de vent fait que le littoral de la baie est formé de grandes plages très monotones, constituées de sables fins propres où se développent des organismes tolérant une certaine instabilité du substrat.

Au cours de ce chapitre nous examinerons successivement les caractéristiques granulométriques des estrans sableux et la composition des peuplements de substrats durs et de substrats meubles.

1) Sédimentologie

a) Nature des sédiments

L'estran du fond de la baie de ST BRIEUC dont la superficie totale atteint 2.600 ha est constitué en majeure partie de sables fins propres. Un grand banc central coupe en deux les lignes d'écoulement des eaux de fin de jusant en provenance de l'Anse d'YFFINIAC et du port du LEGUE. Quelques filières sillonnent la partie découvrante de la baie et rendent difficile le cheminement dans cette région.

L'étude sédimentologique a été faite par le L.C.H.F. (1977). Nous reprendrons ici les principales conclusions issues de ce rapport ainsi que celles résultant de nos propres observations effectuées en nature en 1980 et 1981.

Les sédiments meubles de la baie sont le plus souvent des sablons qui ne renferment qu'une faible proportion de particules fines (Pélites) inférieures à 63 microns. Ces sables sont riches en débris de calcaire d'origine bioclastique, et leur taille moyenne est comprise généralement entre 110 et 150 microns.

Dans le fond des anses (YFFINIAC - MORIEUX), dans l'avant-port du LEGUE et sur la plage de ST LAURENT, on peut observer des sédiments envasés dans des proportions variables.

b) Répartition des médianes

La figure 49 illustre la distribution de la taille du grain moyen des sédiments recueillis au cours de la mission effectuée en 1980.

On remarque qu'il existe un gradient d'accroissement des médianes du Sud vers le Nord dans l'Anse d'YFFINIAC. Les valeurs de la médiane oscillent de 70 microns au voisinage des GREVES à 155 microns près de la pointe du ROSELIER.

Les apports vaseux en provenance du LEGUE viennent perturber cette distribution géographique et un affinement du sédiment peut être observé dans la région comprise entre la pointe de CESSON et la pointe du ROSELIER.

L'anse de MORIEUX est constituée de sables légèrement plus fins que ceux de l'Anse d'YFFINIAC. Au débouché du GOUSSANT on note une contamination pélitique importante des sédiments et la médiane s'abaisse à 67 microns.

c) Répartition des teneurs en pélites

Sont appelés pélites tous les sédiments dont le diamètre est inférieur à 63 microns. Ces éléments ont une importance particulière sur le plan écologique car ils induisent selon leur quantité dans le sédiment une modification qualitative et quantitative des peuplements d'invertébrés endogés.

La figure 50 montre que la plupart des sédiments de la baie ne contiennent qu'une très faible proportion de pélites (< 2%). Il faut se rapprocher des débouchés des rivières pour observer des teneurs supérieures à 10%.

En résumé, l'étude sédimentologique montre que l'ensemble du fond de la baie de ST BRIEUC présente une texture granulométrique assez uniforme et en dehors des zones situées au fond des anses, la teneur en sédiments fins reste très faible. En fonction de ces résultats, on peut avancer d'ores et déjà que les peuplements d'invertébrés vivant dans les substrats meubles de la baie ne présenteront pas d'originalité particulière, du fait même de la monotonie des faciès granulométriques.

2) Etude des peuplements benthiques

a) Les peuplements des substrats durs

Dans le fond de la baie de ST BRIEUC, la ligne de côte comporte une proportion importante de falâises. A l'observation, le substrat rocheux présente généralement un relief abrupt dont la base est ennoyée dans les sables. L'ensemble subissant l'influence de la mer ne présente finalement qu'une superficie très restreinte.

Une étude succincte des peuplements vivants sur substrat dur a été effectuée le 9.12.1980 aux trois stations suivantes (voir Fig.8) :

- . Pointe de CHATEL RENAULT,
- . Pointe Est de CESSON,
- . Pointe des PALUS sur la façade Est de l'anse d'YFFINIAC.

La succession verticale des peuplements vivants est commune aux trois stations, à quelques variantes près. Le profil observé à la Pointe Est de CESSON illustre l'ensemble.

La distribution verticale des espèces que l'on observe correspond à un faciès rocheux soumis à un hydrodynamisme moyen. A la pointe de Chatel Renault, on observe une diminution générale des peuplements tant en pourcentage de recouvrement qu'en biomasse (moules exceptées), ce qui indique un hydrodynamisme plus important. A la pointe des Palus au contraire, les peuplements sont plus florissants et la présence de l'algue *Ascophyllum nodosum* par place indique un mode plus abrité.

Le tableau suivant permet de comparer les biomasses de quelques espèces dans ces sites et illustre la présence d'un gradient hydrodynamique croissant du fond de l'anse d'YFFINIAC vers son entrée.

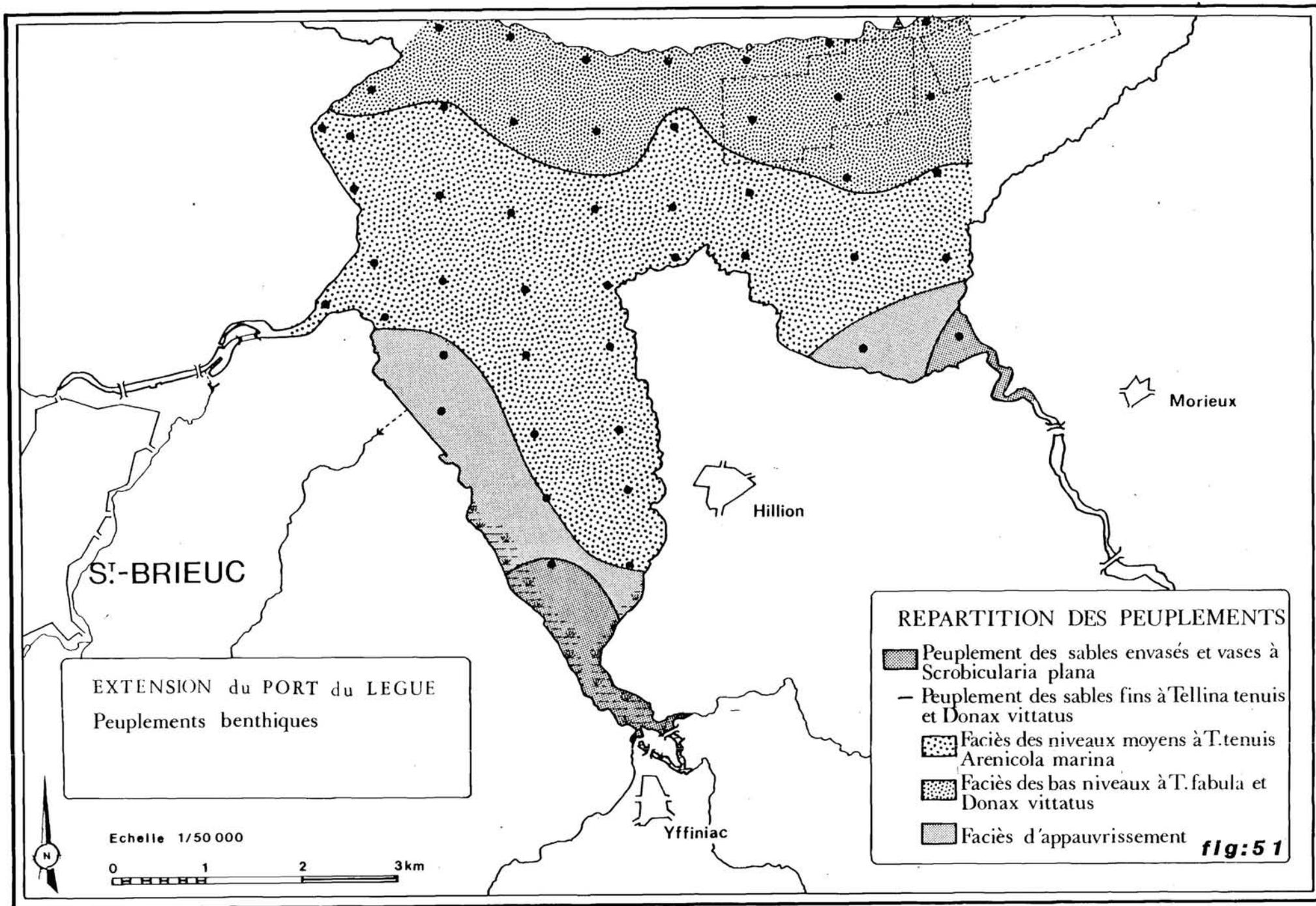
PROFIL DE LA POINTE EST DE CESSON

1,5m	<i>Caloplaca marina</i> <i>Lecanora atra</i> <i>Verrucaria maura</i>		
0,8m	<i>Chthamalus stellatus</i> purs.....	80%	
1,7m	<i>Pelvetia canaliculata</i> <i>Lichina pygmaea</i> <i>Chthamalus stellatus</i>	30% 60%	0,2
1,5 m	<i>Fucus vesiculosus</i> court..... <i>Enteromorpha</i> sp. <i>Balanus balanoïdes</i> <i>Chthamalus stellatus</i>	40%	1,0
1,5 m	<i>Fucus vesiculosus</i> court.... <i>Mytilus edulis</i> <i>Balanus balanoïdes</i>	30% 40%	8,0

(les biomasses sont exprimées en poids frais brut).

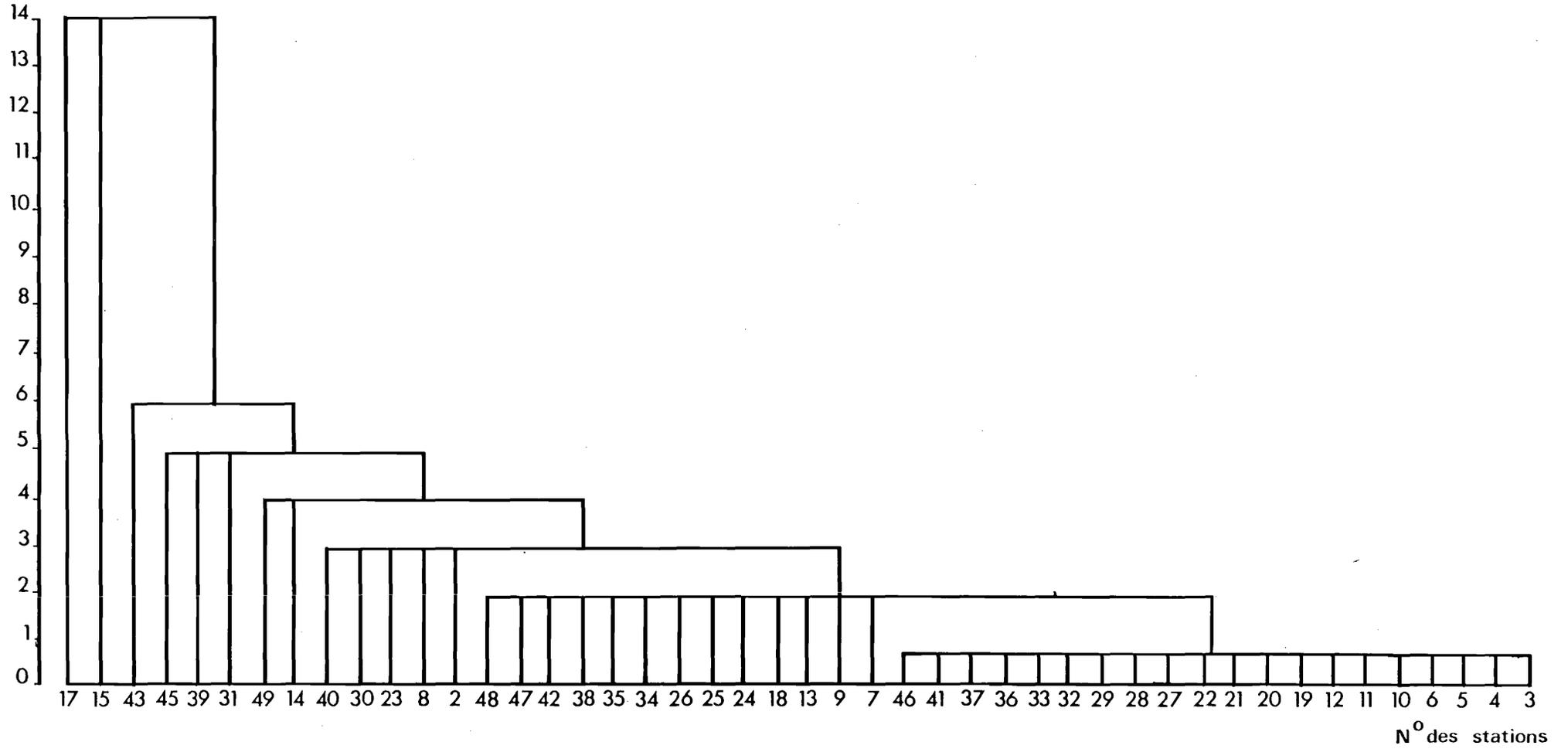
BIOMASSES DE QUELQUES ESPECES AUX 3 STATIONS DE SUBSTRAT DUR
(kg frais brut/m²)

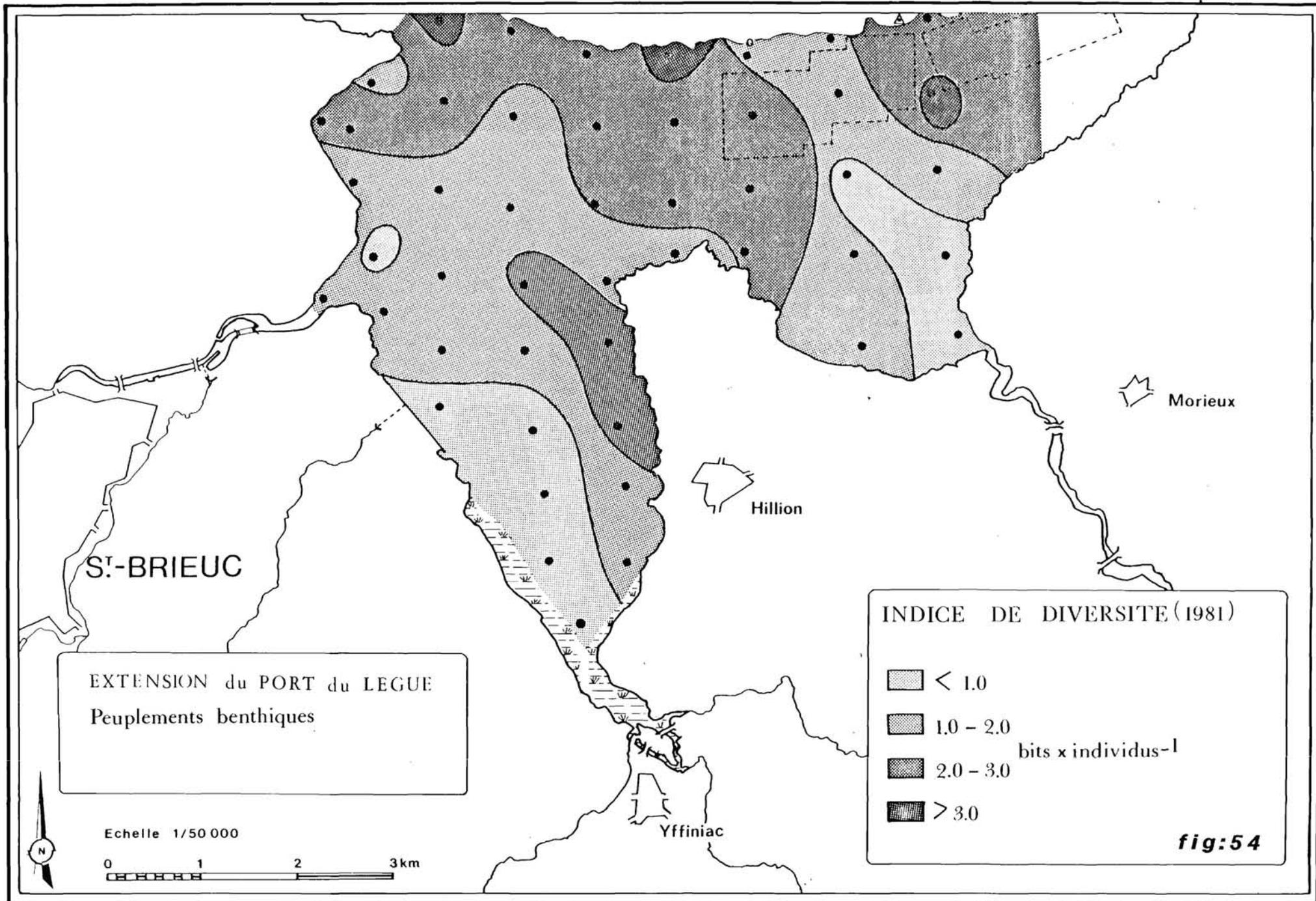
	<i>Pelvetia canaliculata</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Mytilus edulis</i>
Pointe des Palus	0,4	3,6	10,0
Pointe Est de Cesson	0,2	1,0	8,0
Pointe à l'Aigle	0,15	0,08	13,6



DENDROGRAMME
HIERARCHIE DE ROUX — DISTANCE CHI²

Axes des distance CHI²
Niveaux de ressemblance entre les stations





A) Le faciès des niveaux moyens à *Tellina tenuis* et *Arenicola marina*.

Ce faciès occupe la partie médiane de l'estran aussi bien dans l'anse d'YFFINIAC que dans celle de MORIEUX. Le peuplement est dominé par l'espèce *Tellina tenuis* qui peut atteindre des densités élevées à certaines stations (plus de 350 individus par m²). La moyenne de la densité dans ce faciès est égale à 58.3 ind.m⁻² en 1981 et 193 ind. m⁻² en 1980. La moyenne de l'indice de diversité atteint 1.82 en 1980 et 1.86 en 1981 et la biomasse moyenne 8,69 g poids sec m⁻² en 1980 et 6,13 g poids sec m⁻² en 1981.

B) Le faciès des bas niveaux à *Tellina fabula* et *Donax vittatus*

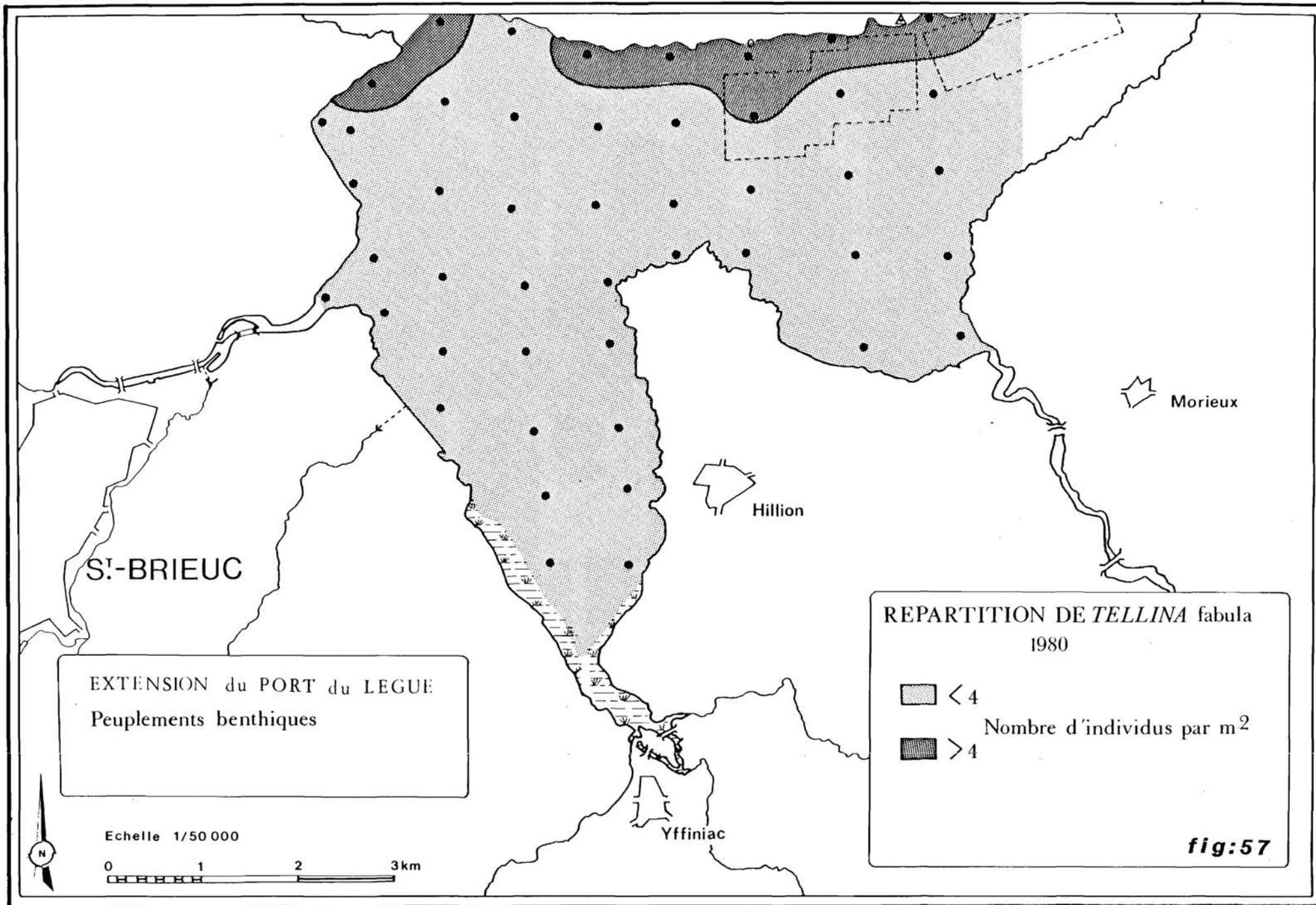
Dans les bas niveaux de la plage, le peuplement se modifie légèrement et *Tellina fabula* remplace *Tellina tenuis*. Cette disposition de ces deux espèces n'est pas liée à des facteurs d'immersion (CHASSE, 1972) mais plus probablement à des différences de stabilité du substrat, *Tellina fabula* exigeant en effet un milieu plus stable que *Tellina tenuis*. La densité moyenne atteint en 1980 180 individus m⁻² et 205 ind. m⁻² en 1981, et la biomasse moyenne de ce faciès est proche de 3 g poids sec par m². (3.08 g.m⁻² en 1980 et 3.35 g.m² en 1981). En comparant ce faciès à celui précédemment décrit, on s'aperçoit que si la densité du faciès à *Tellina fabula* est plus importante, en revanche, la biomasse moyenne est beaucoup plus faible que dans le faciès à *Tellina tenuis*.

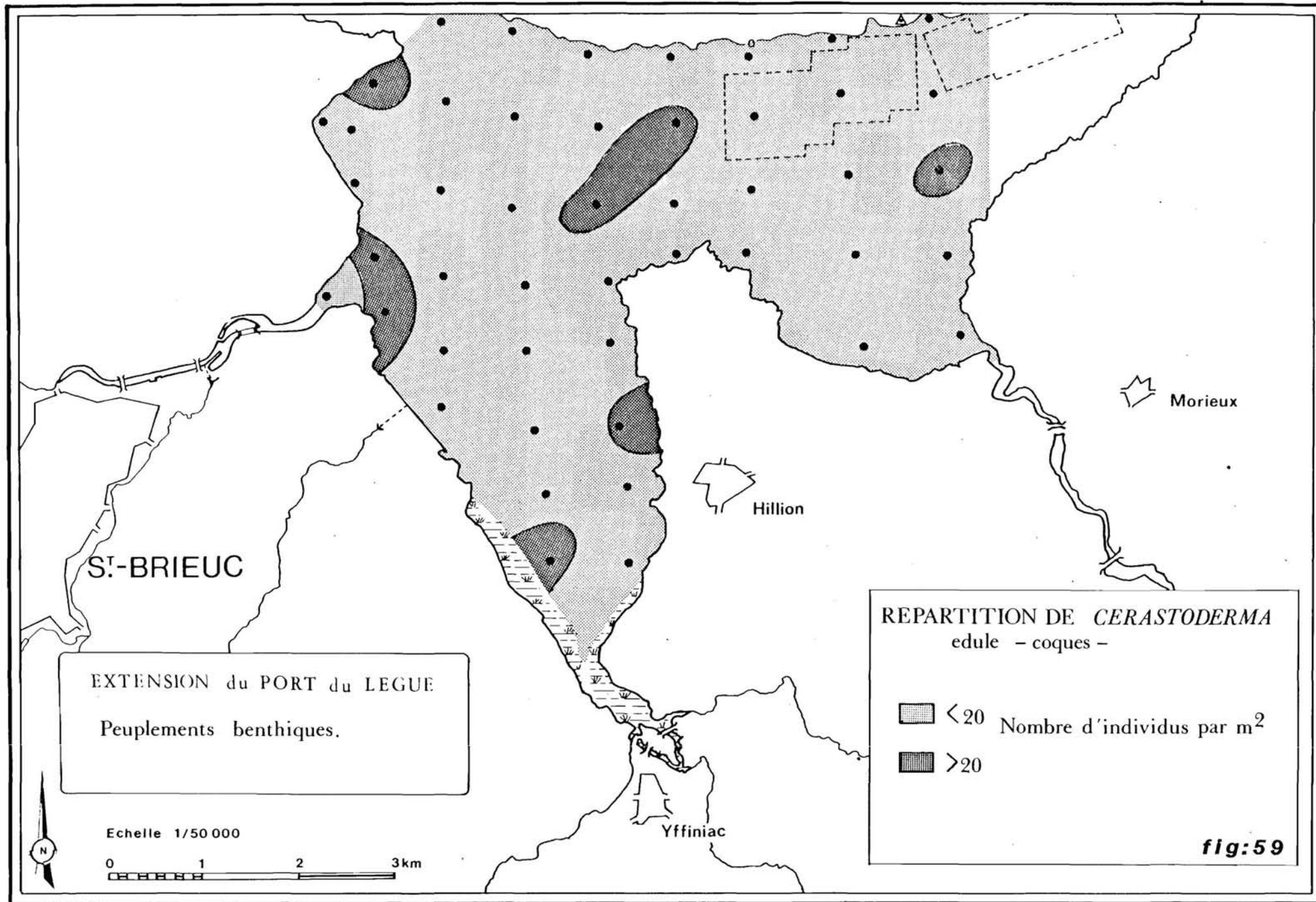
C) Le faciès d'appauvrissement latéral.

Sur la côte Ouest de l'anse d'YFFINIAC, un faciès d'appauvrissement s'individualise. Il constitue une zone de transition entre le peuplement des sables envasés et vases à *Scrobicularia plana* et celui des sables fins à *Tellina tenuis*. L'appauvrissement de cette zone tant au niveau des densités moyennes (110 individus par m² en 1980 et 89 en 1981) qu'au niveau des biomasses quand la valeur atteint 0.81 g.m⁻² en 1980 et 2.76 g.m⁻² en 1981 semble résulter de l'instabilité sédimentaire de cette zone dont une partie importante est constituée par le front de colonisation de la haute slikke. Cette zone de progression des phanérogames est une zone soumise à des variations importantes du facteur granulométrique ainsi que de la micromorphologie et les organismes ont du mal à y trouver des conditions du milieu favorables à un développement optimal.

PEUPELEMENTS	densité moyenne ind.m ⁻²	Biomasse moyenne g.m ⁻²	H̄ = Indice de SHANNON Diversité moyenne bits / ind.
Sables envasés à <i>Scrobicularia plana</i>	362-513	10.1-6.93	1,3
Sables fins à <i>Tellina tenuis</i>	58-193	8.7-6.1	1,84
Sables fins à <i>Tellina fabula</i>	180-205	3.0-3.4	2,29
Faciès d'appauvrissement	110-89	0.8-2.8	1.44

Tableau : Caractéristiques moyennes des peuplements





Il en résulte de ces valeurs que la production totale de l'estran du fond de la baie de ST BRIEUC (moules et marais non compris) serait proche de 275 tonnes de matière organique fraîche par an.

1 - Chlorobiphényles (PCB)

Les PCB constituent une famille de composés originaux puisque ce sont des produits de synthèse. Ils sont utilisés dans l'industrie comme réfrigérant, fluide hydraulique, plastifiant de peinture, agent diélectrique, etc. Ils sont chimiquement très stables et leur dégradation est considérée comme lente. Leur transfert de l'eau douce en eau de mer se fait principalement avec le support des matières en suspension. Très peu solubles dans l'eau, ils sont lipophiles et leurs sites d'accumulation sont constitués par les fractions lipidiques des organismes.

a) dans les eaux douces et marines

Les concentrations de PCB dans les eaux du Gouédic sont en moyenne de 13,50 ng/l \pm 1, et de 9,50 ng/l \pm 5,7 dans les eaux de port. Dans les autres cours d'eau, les valeurs sont toujours ou presque toujours inférieures au seuil de détection qui est de 4 ng/l.

Cette pollution, d'origine industrielle, est donc limitée au Légué où elle arrive en grande partie par le Gouedic, le reste y étant peut être déversé directement par les activités installées autour du port. Le Gouet ne semble pas jouer de rôle significatif en l'occurrence.

Aux stations en mer M4 et M13, situées respectivement devant le Légué et le Gouessant, on n'observe devant le Légué qu'une seule valeur légèrement supérieure au seuil de détection.

b) dans les sédiments

Les PCB ont été recherchés dans les sédiments du Gouessant, du Légué ainsi qu'à l'embouchure de l'Urne et du Gouessant. Les teneurs sont partout inférieures ou égales à 10 ppb, sauf dans le bassin du Légué où la teneur est nettement plus élevée (365 ppb). A titre de comparaison, nous donnons des valeurs observées dans des sites analogues.

CONCENTRATIONS DE PCB DANS LE SEDIMENT SEC TOTAL

29 ppb	Sète *
29 ppb	Nice aéroport (par 100 m de fond)*
30 ppb	Quistreham (avant port)**
84 ppb	Canal de la Somme***
86 ppb	Villefranche (par 100 m de fond)*
365 ppb	Port de St Brieuc
2100 ppb	Port de Brest (valeur maxi)*
2890 ppb	Estuaire de la Clyde (G.B.)*
8400 ppb	Port de New Bedford (Massachusetts)*

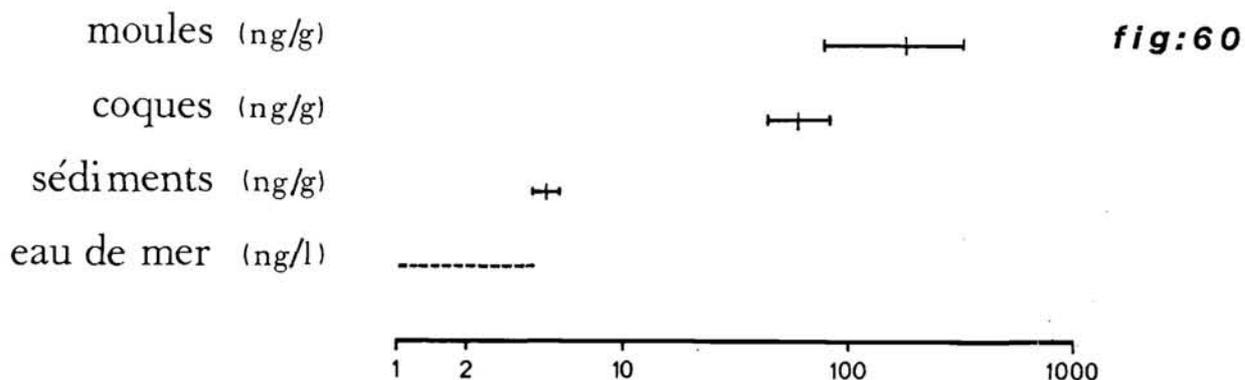
* D'après MARCHAND et al (1979)

** D'après MERCERON (1980)

*** D'après JOANNY (1979)

CONCENTRATION DES RESIDUS DE PCB OBSERVES
AU FOND DE LA BAIE DE SAINT BRIEUC

(par rapport au poids sec pour les sédiments et la matière vivante)



Par ailleurs, on peut noter la présence de PCB dans les moules et les coques de la presqu'île d'Hillion ce qui tendrait à prouver que les eaux du Légué peuvent influencer cette partie de la côte.

2 - Pesticides

Les pesticides comprennent plusieurs groupes de produits dont deux sont utilisés ou l'ont été, en quantités significatives : les organophosphorés, produits plus récents qui sont métabolisés et excrétés - les organochlorés qui ont été utilisés massivement jusque vers 1970, date à laquelle ils ont été interdits, hormis le lindane ; on s'est aperçu que leurs résidus, très stables, pouvaient s'accumuler en quantité importante dans les tissus vivants. Ce sont les produits de ce groupe qui ont été dosés : lindane, hexachlorocyclohexane, heptachlore, aldrine, DDT (ainsi que ses métabolites, DDE et DDD). Ces produits s'accumulent dans les lipides des organismes vivants et on considère classiquement, que leur cheminement s'effectue, pour certains d'entre eux très peu solubles dans l'eau, par adsorption sur les matières en suspension.

b) dans les sédiments

Aux 4 stations (sédiments du Guessant à Pont Rolland, du bassin du Légué, des embouchures de l'Urne et du Guessant), les teneurs du sédiment total sont inférieures au seuil de détectabilité de la mesure (< 1 ng/g) pour tous les polluants dosés, ce qui confirme les données du R.N.O. pour 1979.

c) dans la matière vivante

- dans les moules, les teneurs en α HCH et en heptachlore sont partout inférieures aux seuils de mesure, respectivement de 5 et de 10 ng/g de matière sèche.

TENEURS EN PESTICIDES DES ORGANOCHLORES DES MOULES DU FOND
DE LA BAIE DE SAINT BRIEUC

(en ng/g de matière sèche)

	Lindane	DDT	$\frac{\Sigma \text{ DDT}}{\text{PCB}}$
Pointe du Roselier	36	106	1,01
Pointe de St Laurent	33	50	0,16
Pointe de Cesson	61	69	0,27
Presqu'île d'Hillion	34	76	0,28
Ouest des bouchots	22	43	0,27
Embouchure Guessant	18	46	0,61
Bouchots Tra Hillion	28	53	0,32
Rade de Brest (1977) (1)	de 4 à 78	de 76 à 955	de 0,17 à 2,94
Liverpool (3)		10	
Toulon (2)		de 493 à 3800	
New York (4)		de 150 à 1100	

(1) D'après MARCHAND et al (1979)

(2) D'après MARCHAND et al (1976)

(3) D'après RILEY et al (1975) in MARCHAND et al (1979)

(4) D'après FOEHR EN BACH (1972) in MARCHAND et al (1979)

L'examen des concentrations dans les différents compartiments du milieu marin fait ressortir des niveaux de pesticides indécélables dans les sédiments, bien que l'eau de mer et les mollusques présentent des valeurs faibles mais significatives pour deux composés. Cela pourrait provenir du fait que la proportion de pesticides en phase dissoute et en phase particulaire serait plus importante en phase dissoute que dans le cas des PCB, et ceci conduirait à une impossibilité de déceler les pesticides dans les particules sédimentaires. Cela demande à être confirmé, mais ce "déficit" des sédiments en pesticides dans les analyses du R.N.O. sur les côtes françaises est régulièrement constaté.

PESTICIDES - GAMMES DE CONCENTRATION ET VALEURS MOYENNES POUR LES DIFFERENTS COMPARTIMENTS DU FOND DE LA BAIE DE ST BRIEUC

	eau de mer (ng/l)	sédiments (ng/g)	moules (ng/g)	coques (ng/g)
γ HCH	1	< 1	< 1	< 1
Lindane	2 à 4 (\bar{m} =3)	< 1	18 à 61 (\bar{m} =33)	5 à 28 (\bar{m} =13)
DDT	< 1	< 1	43 à 106 (\bar{m} =63)	< 2 à 13 (\bar{m} =4)

(pour les sédiments et la matière vivante, les valeurs sont exprimées par rapport au poids de matière sèche).

3 - Métaux lourds

Les métaux existent naturellement dans l'environnement terrestre et marin. Certains sont d'ailleurs nécessaires à la vie à faible dose et ne justifient l'appellation de polluant qu'au dessus de certaines concentrations. Les métaux lourds recherchés ici sont le cuivre, le nickel, le zinc, le manganèse, le plomb et le cadmium. L'origine habituelle de ces éléments est industrielle et chacun d'eux est susceptible de provenir d'un éventail d'activités assez large.

Localement, les sources possibles sont groupées à St Brieuc et dans les environs. A titre indicatif et sans qu'elles soient nécessairement en cause, on peut citer les fonderies, les industries de surfacage et de métallisation, les aciéries, les mines, etc.

Le comportement des métaux est complexe et diffère selon la nature de l'élément. Retenons simplement que les suspensions sont souvent le principal agent vecteur de ces polluants (MARTIN J.M. et al, 1976).

treham, ou très peu polluées comme la baie de Somme, montre que le niveau de polluants métalliques dans les sédiments du fond de la baie de St Brieuc est très faible.

c) dans la matière vivante

Les métaux suivants ont été dosés : cuivre, manganèse, zinc et nickel.

- dans la moule (*Mytilus edulis*)

Pour les différentes stations où les métaux ont été dosés dans les moules, les résultats sont comparables (Pointe de Cesson, Pointe de Chatel Renault, Pointe du Roselier, Pointe des Guettes, Ouest des bouchots, centre des bouchots, embouchure du Gouessant).

GAMMES DE CONCENTRATION EN METAUX LOURDS DANS LA MOULE
(*Mytilus edulis*) (en ppm par rapport au poids sec)

	Cuivre	Zinc	Manganèse	Nickel
présente étude	12 à 32	125 à 380	8 à 97	< 4
R.N.O. 1979 St Brieuc (Roselier et Morieux)	4 à 16	95 à 250		
East Looe Estuary (Cornouaille anglaise) (d'après BRYAN et al., 1980)	9	113	6	2,6

La gamme des valeurs du R.N.O. aux mêmes sites que les nôtres, et les concentrations trouvées dans l'estuaire de la East Looe sont un peu moins élevées que celles que nous observons.

Les trois germes-tests classiques ont été dénombrés : coliformes totaux, coliformes fécaux et streptocoques fécaux. Il est classiquement admis qu'ils donnent une image de la contamination fécale du milieu. Sans être eux-mêmes pathogènes, leur concentration représente un indice de l'abondance d'autres germes moins nombreux mais pathogènes.

Les normes bactériologiques en vigueur ont trait aux eaux de baignade et aux eaux conchylicoles.

a/ Normes de qualité des eaux de baignade

NORMES BACTERIOLOGIQUES EUROPEENNES DE QUALITE DES EAUX DE BAINNADE

	Bonne qualité	Qualité insuffisante	Pollué
Coliformes fécaux (nb/100 ml)	< 100	> 100	> 2 000

b/ Normes de qualité des eaux conchylicoles

La qualité des eaux conchylicoles est fixée réglementairement par l'état de salubrité des mollusques qui y sont récoltés. Depuis 1979, les normes européennes en la matière sont applicables en France. En ce qui concerne la bactériologie, elles stipulent que dans 75% des cas au moins, le nombre de coliformes fécaux de 100 ml de chair ne doit pas dépasser 300 (nombre-guide). Le nombre impératif (ne devant être dépassé en aucun cas) n'a pas été fixé à l'échelon européen ; celui précédemment fixé en France était de 3.000 coliformes fécaux pour 100 ml. de chair.

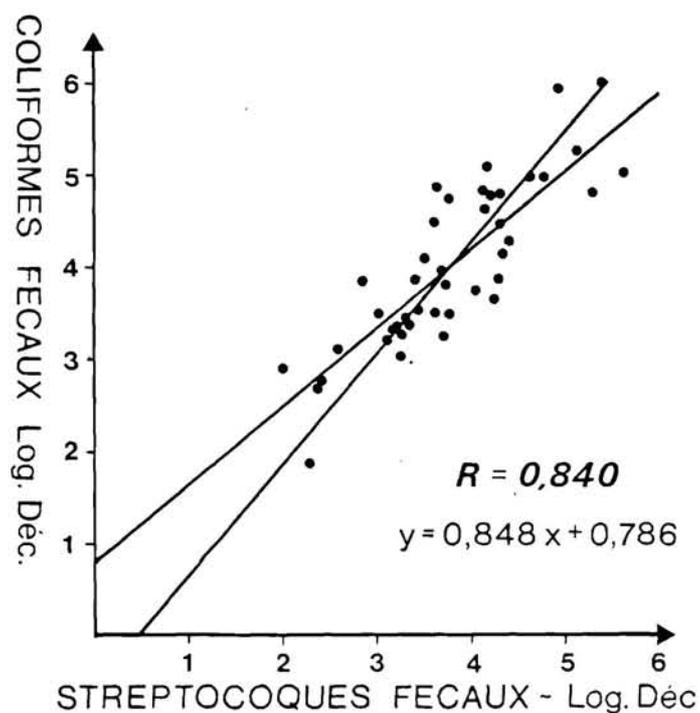
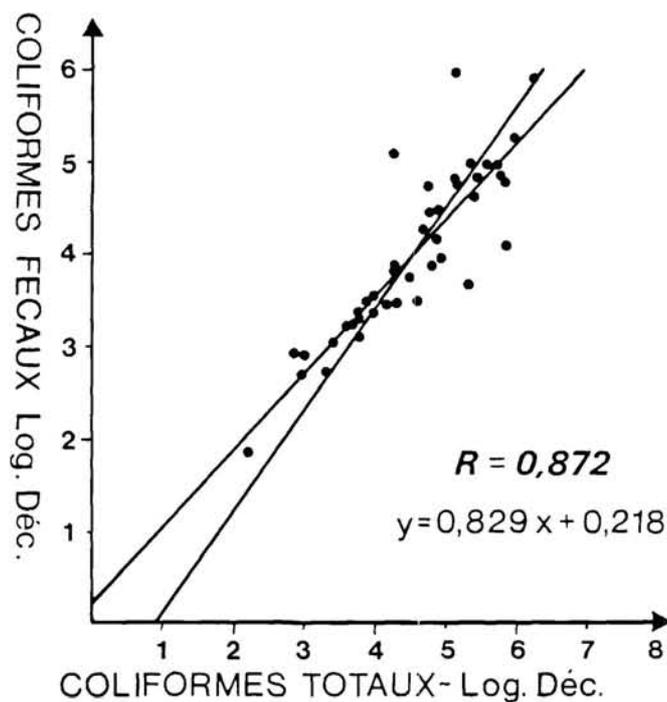
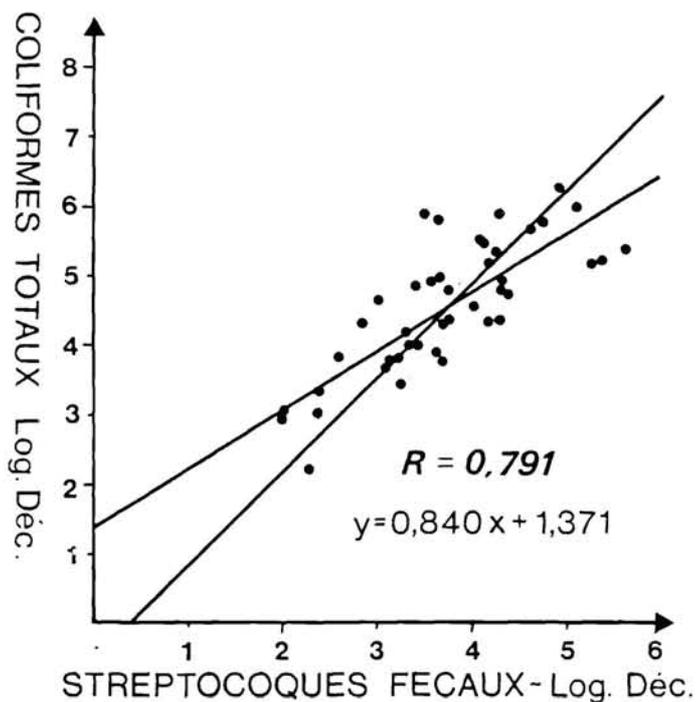
Cependant, pour apprécier les résultats des analyses bactériologiques des eaux elles-mêmes, on se réfère par commodité à une grille de références non officielles (ISTPM, 1974) :

	Nombre de coliformes fécaux pour 100 ml/ d'eau
Qualité satisfaisante	0
Qualité acceptable	de 1 à 60
Qualité suspecte	de 60 à 120
Qualité défavorable	> 120

**CORRELATION DES GERMES-TESTS
DANS LES AFFLUENTS
DU FOND DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC**

Aout 1980 - Mai 1981

nb. = 45



La fig.62 représente l'évolution des concentrations de coliformes fécaux au cours de l'année dans les trois affluents se déversant dans le fond de la baie. Elle permet de constater qu'il ne semble pas exister de tendance générale nettement caractérisée. Les concentrations les plus faibles du GOUESSANT prennent temporairement la première place au moment de la crue au début du mois de février.

4.2.2. Les flux de germes

Plus importants que les concentrations, les flux de coliformes fécaux délivrés par les affluents sont obtenus en multipliant les concentrations par les débits des cours d'eau au moment des échantillonnages.

FLUX MOYENS ANNUELS DE COLIFORMES FECAUX DES COURS D'EAU
DU FOND DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC

	AFFLUENTS DU FOND DE BAIE			(pour mémoire)	
	LEGUE	URNE	GOUESSANT	GOUET	GOUEDIC
Flux de C.F. (x 10 ⁶ /s)	154,9	46,3	26,0	135,8	430,2

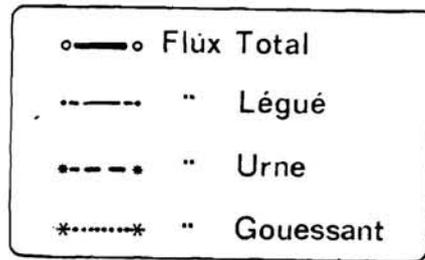
La comparaison des flux moyens arrivant en fond de baie fait ressortir la prépondérance du LEGUE qui représente à peu près 6 fois l'apport du GOUESSANT. On note aussi que l'URNE apporte nettement plus de germes dans le milieu que le GOUESSANT. Par ailleurs, les apports du GOUET et du GOUEDIC subissent un certain abattement dans le bassin du LEGUE. Ces deux cours d'eau constituent ensemble un flux total de 566×10^6 CF/s, soit 27% c'est à dire presque exactement ce qu'indique la SAGETOM (30%). Le rôle de bassin de lagunage joué par le bassin à flot est donc confirmé, mais son importance semble relative.

L'évolution des flux de coliformes fécaux sur l'année est représentée sur la fig.63. La hiérarchie des cours d'eau observée à propos des concentrations en germes est à nouveau constatée pour les flux. Mais on observe ici une tendance d'évolution assez nette. Durant la période considérée, le flux total de coliformes fécaux augmente depuis l'étiage jusqu'à la crue de Février pour diminuer ensuite. Le flux global minimum est de $1,5 \times 10^8$ CF/s, et le flux maximum de $7,8 \times 10^{10}$ CF/s.

La comparaison de l'évolution annuelle des flux permet d'observer que les trois sources présentent une tendance analogue jusqu'à la crue. A ce moment, le flux du GOUESSANT devient prépondérant.

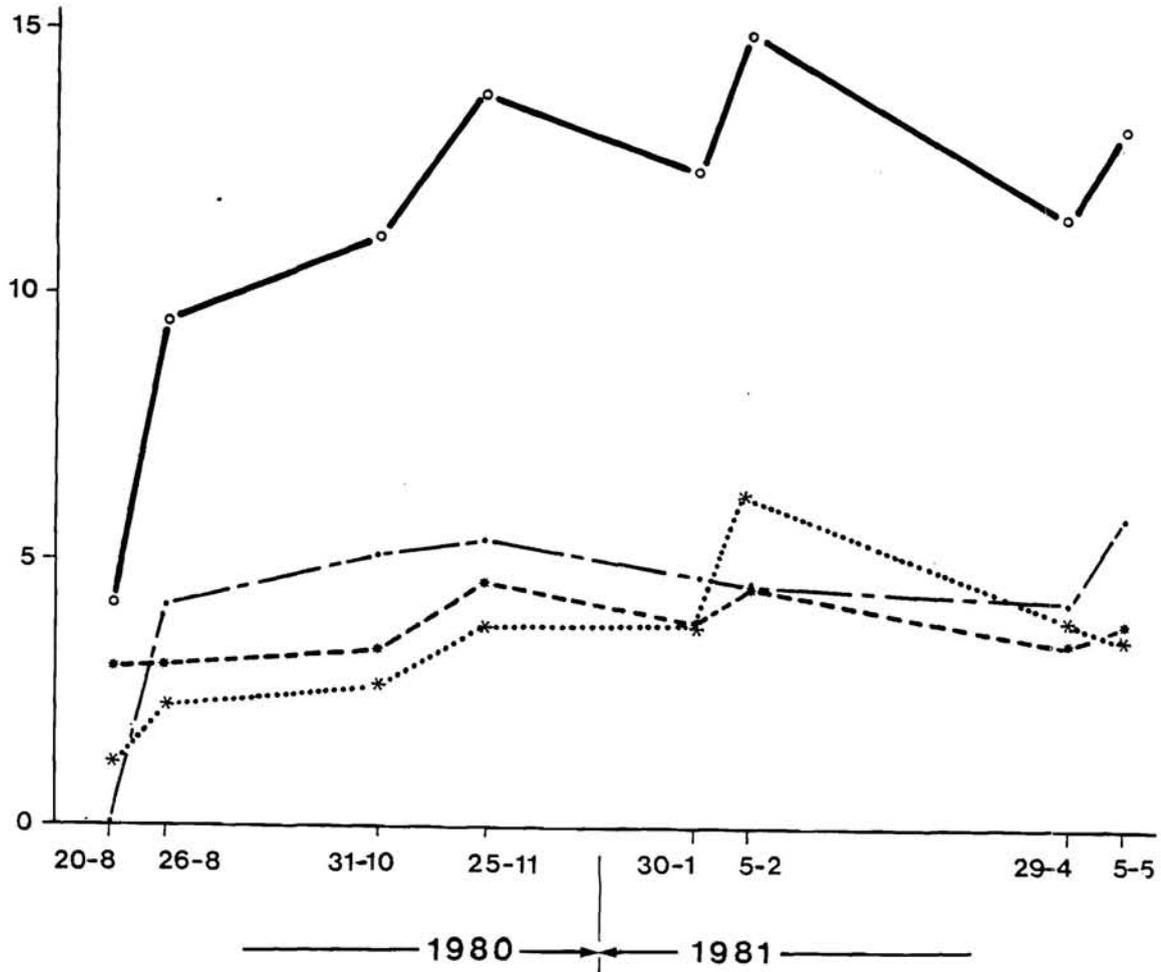
Les flux sont significativement corrélés avec les débits pour l'URNE et le GOUESSANT mais non pour le LEGUE dont la pollution bactérienne est d'origine principalement urbaine. Dans les autres cours d'eau, un accroissement du débit implique un accroissement du lessivage des sols et par conséquent une augmentation de la quantité de polluants véhiculés, alors que dans le cas du LEGUE l'impact de l'agglomération de SAINT BRIEUC et de sa station d'épuration à réseau partiellement unitaire est prédominant. Un accroissement des précipitations et des eaux de ruissellement aura pour effet de diluer un contingent de pollution domestique et industrielle dont le niveau est indépendant de la pluviométrie.

Flux de coliformes fécaux des affluents du fond
de la baie de S^t BRIEUC en fonction du temps



nb. colif. fécaux /s

en valeur log₁₀



4.3. En mer

On dispose de 3 sortes de données bactériologiques sur la zone :

- nos mesures qui sont constituées par l'échantillonnage de 9 stations dont 7 disposées sur un arc joignant l'embouchure du LEGUE à celle du GOUSSANT, et 2 situées à l'embouchure de l'URNE. Ces stations sont échantillonnées à PM en surface ;
- les mesures de la CIPOLMAR constituées par l'échantillonnage à pleine mer et en surface également d'une cinquantaine de stations réparties sur la moitié Nord de cette zone d'étude ;
- une série de 6 prélèvements effectués en surface début mai 1981 en condition de vive-eau et analysée par le Laboratoire de bactériologie de la Faculté de Médecine de RENNES. Les analyses ont porté sur des groupes différents des germes-tests classiques.

Il ne nous a pas été possible de réaliser des prélèvements à point fixe durant un cycle de marée, mais les données de courants dont on dispose permettent de se faire une idée de l'évolution de la situation avec la marée.

4.3.1. Situation à pleine mer

a) données CNEXO (aspects spatiaux)

Comme pour les affluents, on observe sur la fig. 64 que les concentrations en mer des différents types de germes sont corrélées de façon hautement significative. Pour les 67 couples de valeurs incluant toutes nos données en mer, les coefficients de corrélation sont compris entre 0,801 et 0,916.

Les valeurs maximum (hivernales) et minimum (estivales) observées durant l'année pour chaque station en mer ont été groupées dans le tableau suivant.

Les stations M5 et M6 situées au débouché de l'URNE sur le marais d'YFFINIAC par très faibles profondeurs se distinguent par des valeurs minimum plus élevées que celles de toutes les autres stations, sans que les valeurs maximales atteignent les niveaux des stations M1 et M12 situées près des embouchures du LEGUE et du GOUSSANT. Cela résulte probablement de l'influence de l'URNE, mais pourrait également être dû, comme nous le verrons plus loin, au retour de la côte à PM par très petits fonds, de la fraction de l'effluent provenant du LEGUE, qui s'est accumulée au bord de l'eau au moment de la basse mer, et dont la dispersion semble a priori très réduite. Par ailleurs, le marais serait susceptible d'assurer une certaine épuration.

Pour les stations autres que M5 et M6 on observe que les valeurs minimum de coliformes fécaux et de streptocoques fécaux sont nulles ou presque nulles et que les coliformes totaux présentent des valeurs faibles. Les différences entre les niveaux maximum atteints aux différentes stations reflètent leur position par rapport aux sources de pollution. Les stations M1 et M12 présentent les niveaux maximum les plus élevés dans les 3 catégories de germes. En revanche, les niveaux maximum les moins élevés sont observables à la station M4 pour les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux et à la station M9 pour les coliformes totaux.

GERMES-TESTS DE CONTAMINATION FECALE - CONCENTRATIONS MINIMUM
ET MAXIMUM OBSERVEES DANS LES STATIONS EN MER DU FOND DE LA
BAIE DE SAINT-BRIEUC (Nb/100 ml)

		Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Streptocoques fécaux
M 1	min.	11	0	2
	max.	64000	11000	7000
M 4	min.	4	0	0
	max.	750	250	80
M 5	min.	800	400	230
	max.	4500	950	4400
M 6	min.	940	130	60
	max.	4400	1200	880
M 9	min.	10	0	0
	max.	360	310	120
M 11	min.	22	0	1
	max.	550	500	86
M 12	min.	4	0	2
	max.	20000	5200	3900
M 13	min.	14	0	4
	max.	1000	260	150
M 15	min.	18	10	0
	max.	500	300	100

Les trois cartes suivantes illustrent la distribution géographique dans les eaux superficielles à pleine mer des valeurs suivantes :

- concentrations moyennes des coliformes fécaux, (fig.65)
- concentrations maximum et minimum des coliformes fécaux, (fig.66)
- concentrations moyennes des streptocoques fécaux.(fig.67)

Concentrations en coliformes fecaux dans les eaux
de surface du fond de la baie de S^tBRIEUC

nb/100 ml d'eau

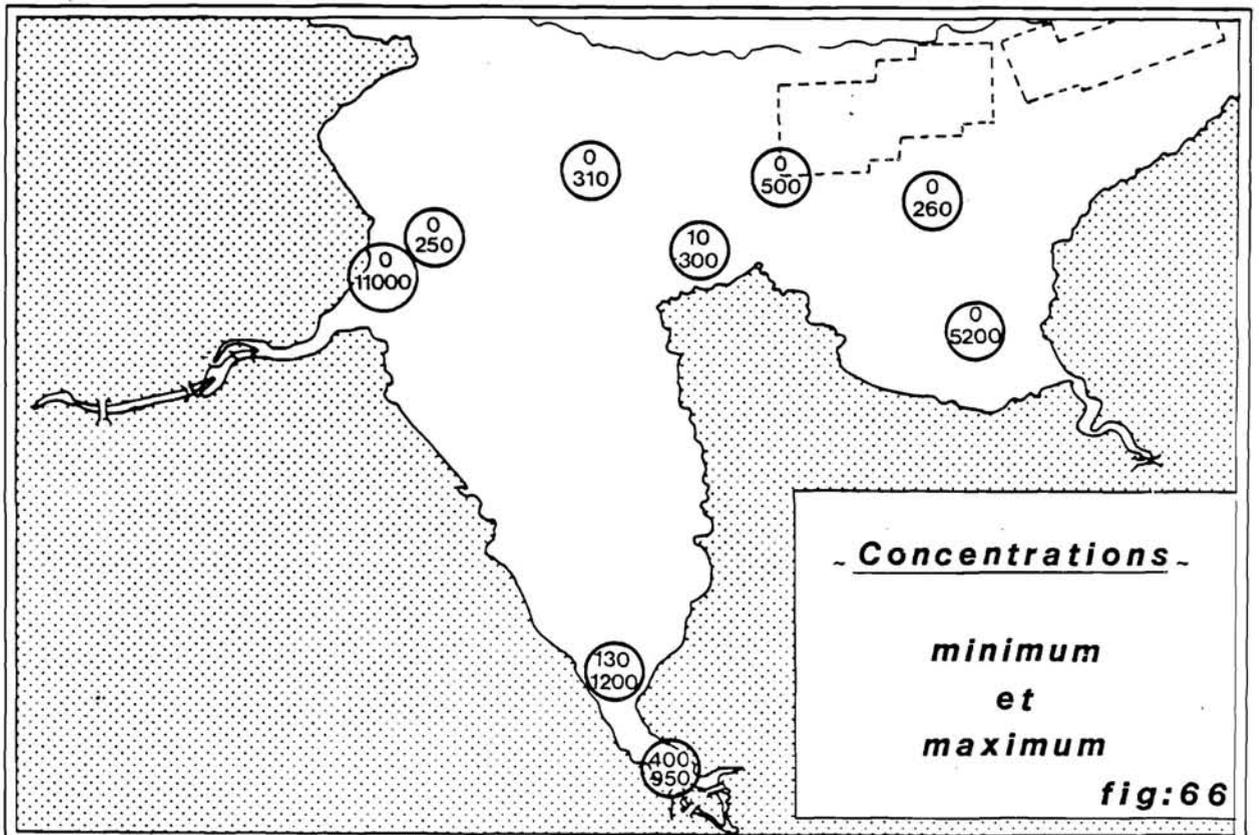
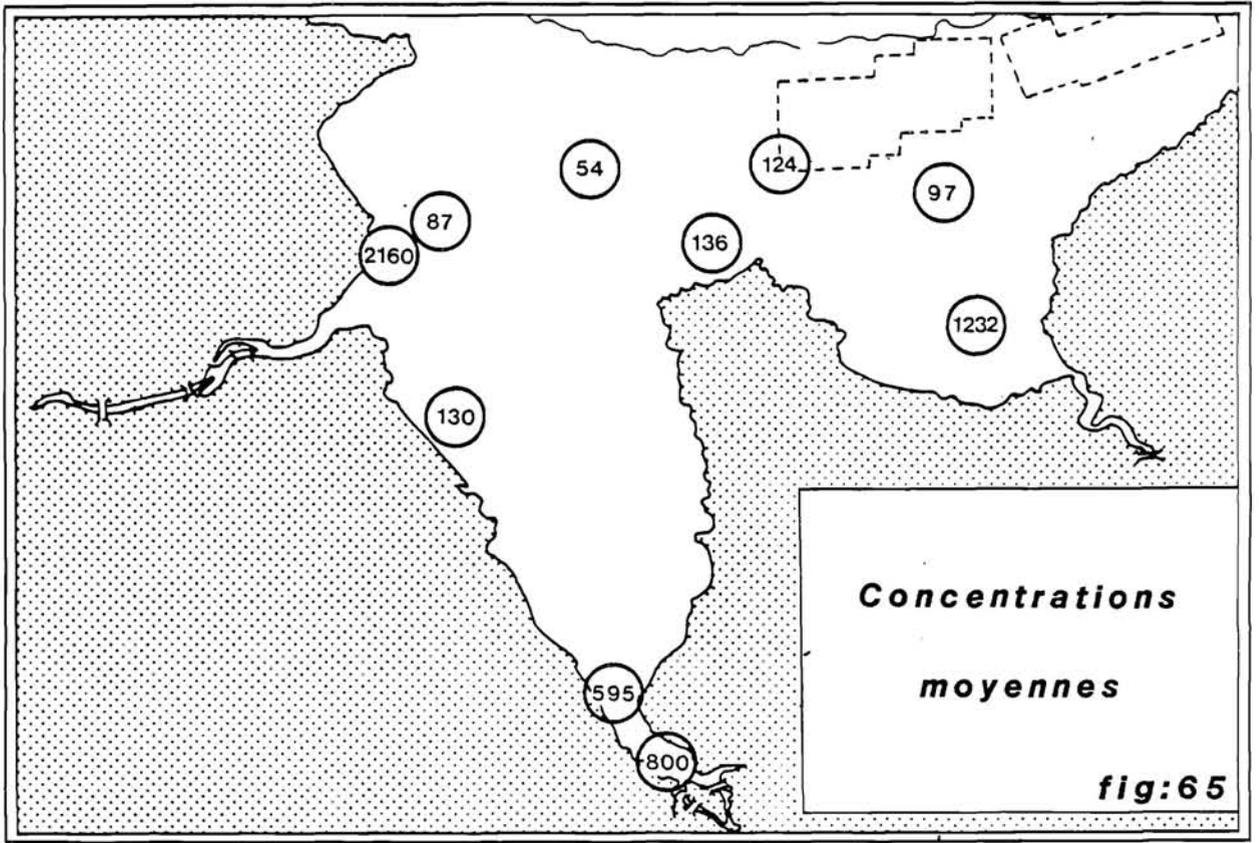
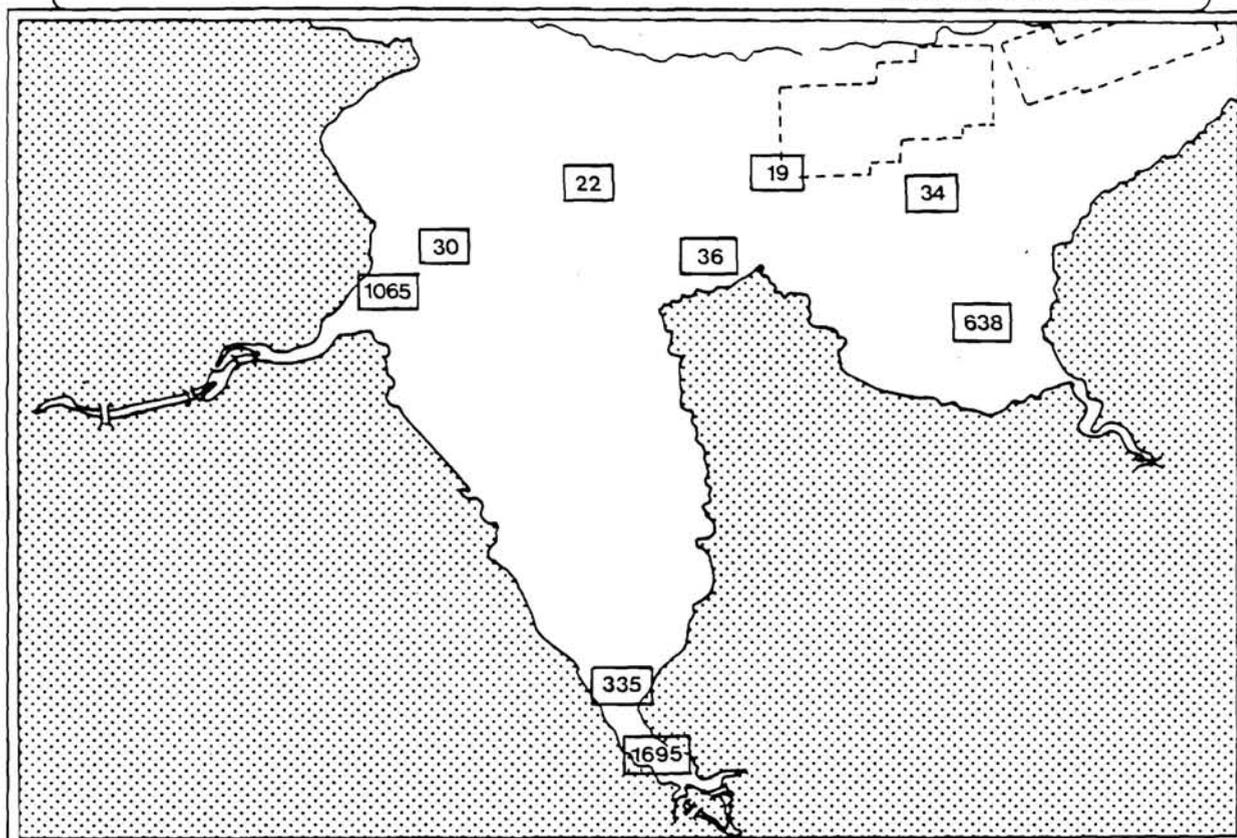


fig:67

Concentrations moyennes de streptocoques fécaux
dans les eaux de surface du fond de la baie de S^tBRIEUC
- nb/100 ml d'eau -



Ces cartes appellent quelques remarques.:

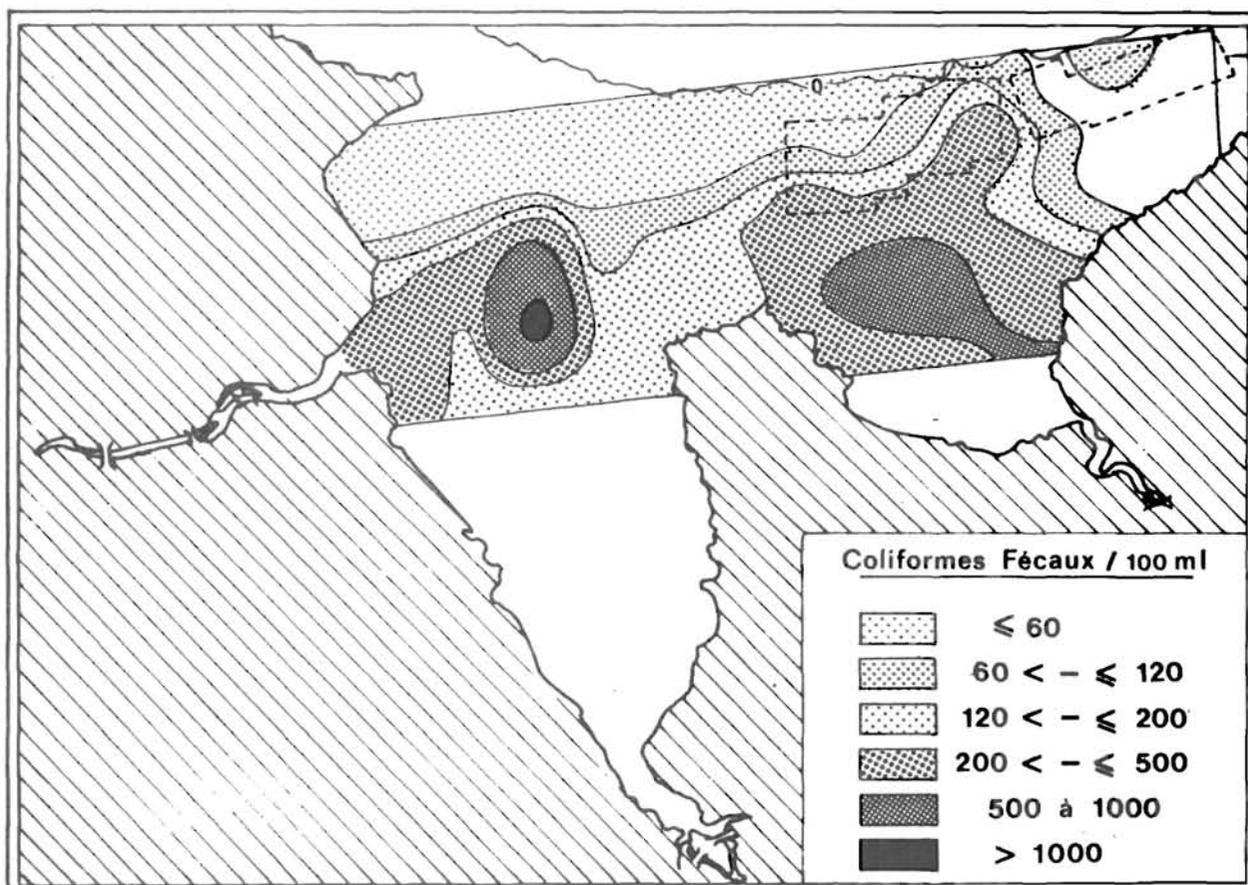
- Dans leur ensemble, les valeurs observées sont élevées. Aucune station n'est en permanence indemne d'une contamination, qu'il s'agisse de coliformes ou de streptocoques. Entre l'embouchure du LEGUE et celle du GOUessant, on n'observe pas d'interruption dans la présence des germes en quantité significative.
- La modulation spatiale des valeurs est nette : les contaminations maximum sont situées près des embouchures et les contaminations minimum entre les deux anses. Par ailleurs, au Nord de la presqu'île de Hillion, on observe la présence d'une concentration conséquente, sans qu'on puisse incriminer un apport tellurique direct. Ceci est peut être lié au phénomène de placage à la côte d'un effluent accumulé au bord de l'eau à basse mer tel qu'il sera présenté plus loin.
- Globalement, on constate que l'anse de MORIEUX ne semble pas moins contaminée que celle d'YFFINIAC, bien qu'elle ne reçoive que le 1/8 de la quantité de germes reçue par l'anse d'YFFINIAC. La différence entre les cubatures d'eau de mer recevant les effluents dans chaque cas contribue certainement à expliquer cette similitude de contamination, mais n'y suffit pas car le rapport $\frac{\text{flux moyen de germes}}{\text{volume diluant moyen}}$ est de 3,1 pour l'anse d'YFFINIAC et de 0,5 pour l'anse de MORIEUX.

D'autres processus seraient également susceptibles d'exercer une influence dans le même sens, tels une plus longue survie des germes délivrés par le GOUessant par rapport à ceux de l'anse d'YFFINIAC, due à la disponibilité d'un support organique (DBO_5) plus important, ou un déplacement résiduel des masses d'eau de l'anse d'YFFINIAC vers l'anse de MORIEUX comme le suggèrent les données courantologiques du L.C.H.F.

b) données CIPOLMAR

Le maillage serré de l'échantillonnage effectué à trois reprises par la CIPOLMAR permet de se faire une idée plus précise des modalités de distribution des germes dans le fond de la baie de SAINT BRIEUC. Sur les trois situations, l'une (1.9.80) permet de constater une quasi absence de germes sur l'ensemble de la zone sauf le long de la portion de côte située au Sud du débouché de la ria du LEGUE. Les deux autres (Janvier 1980 et Janvier 1981) montrent une grande similitude et nous n'en représentons qu'une (fig.68).

fig:68



CONCENTRATIONS EN COLIFORMES FECAUX DANS LES EAUX DE SURFACE
DU FOND DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC

(52 stations échantillonnées le 7.01.1980 de PM à PM+2, coefficient 69)
(d'après CIPOLMAR)

Cette carte met en évidence les sources polluantes du LEGUE et du GOUessant, mais celle de l'URNE ne peut être décelée ici, car le champ d'échantillonnage ne couvre pas le fond de l'anse d'YFFINIAC. La continuité de la pollution entre le LEGUE et le GOUessant est illustrée une fois de plus.

La forme de "bouffées" que revêtent les tâches de contamination élevée provenant du LEGUE et du GOUessant est particulièrement intéressante. Au cours de nos missions d'hiver, nous avons pu observer souvent des auréoles turbides à l'embouchure de ces rivières entre PM et PM+1. Ces auréoles présentaient une concentration bactérienne importante. Leur superficie était plus réduite que celle représentée ici, mais tendait à s'agrandir. La situation observée par le CIPOLMAR entre PM et PM+2 constitue un état d'évolution plus avancé d'un processus assez courant en période de crue. Une explication à ces "bouffées" pourrait être recherchée dans le blocage des effluents dans l'avant-port du LEGUE et la ria du GOUessant à la fin du flot. A l'étale de pleine mer, l'effluent accumulé se répand en une auréole superficielle que nous pouvons observer sur la cart n° 68. Ce phénomène est décrit ultérieurement avec plus de détail.

c) données CNEXO (aspects temporels)

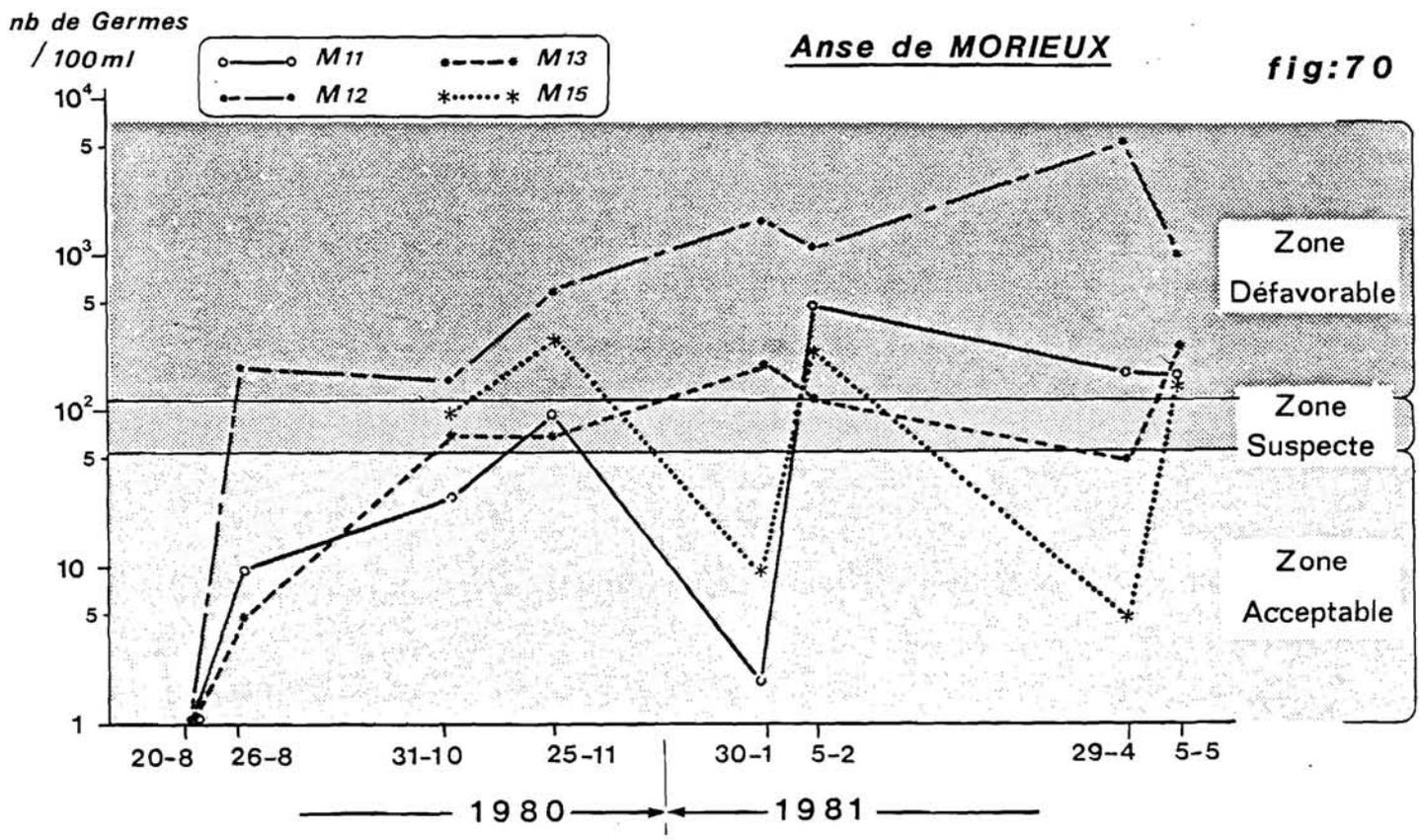
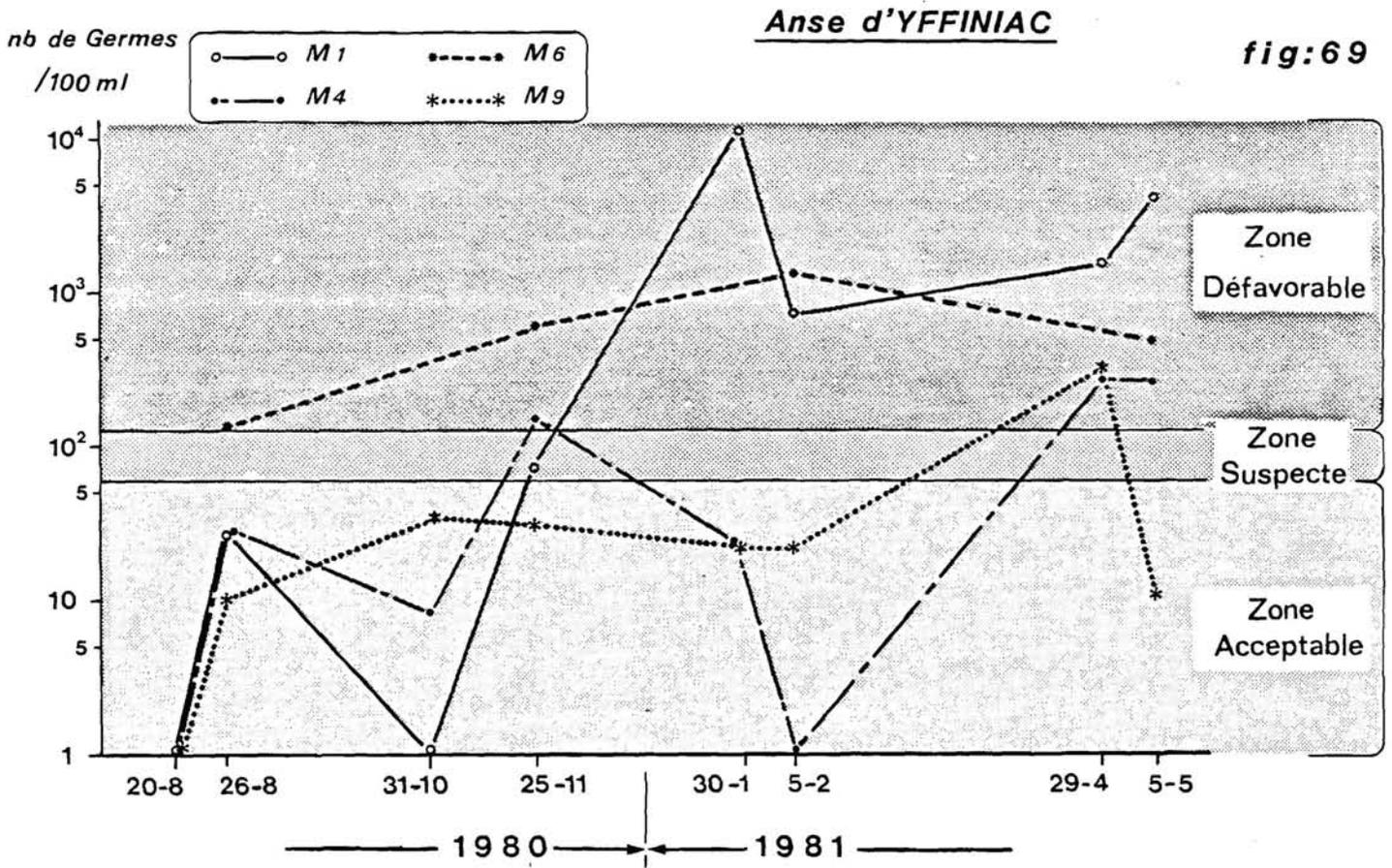
Nos propres résultats sont repris ci-dessous et les concentrations en coliformes fécaux sont représentées en fonction du temps dans l'anse d'YFFINIAC et l'anse de MORIEUX ; elles sont comparées aux normes officielles de l'ISTPM (1974) concernant les eaux (fig.69 et 70).

On constate que, au cours de l'année, l'anse de MORIEUX présente une gamme de concentrations assez semblable à celle de l'anse d'YFFINIAC, ainsi que nous l'avons déjà noté plus haut à propos des concentrations moyennes annuelles.

A propos des deux anses, on observe que la contamination bactérienne présente un caractère très variable dans le temps, sans que l'on puisse y déceler une régularité qu'on aurait pu imputer à l'alternance des coefficients forts et faibles. Au 15.08.80 la contamination est nulle à toutes les stations, ce que l'on peut rapprocher des comptages très faibles observés par la CIPOLMAR le 1.09.80. Il semble donc bien exister une période de contamination très faible ou nulle en été.

L'évolution temporelle des valeurs ne présente pas de particularités susceptibles de caractériser une anse par rapport à l'autre. Les stations les plus proches des embouchures présentent la plupart du temps les valeurs les plus élevées. Les stations ne semblent pas présenter entre elles d'évolution analogue permettant un regroupement, sauf les stations M11 et M15. Le fait le plus important reste le caractère très significatif de l'état général de la contamination qui est illustré par le tableau suivant.

Concentrations en coliformes fécaux de l'eau de surface
du fond de baie en fonction du temps



CONTAMINATION EN COLIFORMES FECAUX DES EAUX DE SURFACE DE L'ANSE DE MORIEUX
COMPARAISON AVEC LES VALEURS DE REFERENCE
DES EAUX CONCHYLICOLES

	Nombre de résultats		
	Acceptables	Suspects	Défavorables
20.08.80	3	0	0
26.08.80	2	0	1
31.10.80	1	2	1
25.11.80	0	2	2
30.01.81	2	0	2
05.02.81	0	1	3
29.04.81	1	0	2
05.05.81	0	0	4
	10	5	15

(I.S.T.P.M., 1974).

Ce tableau prend en compte les valeurs aux stations M11, M12, M13, M15 à pleine mer et concerne donc la proximité immédiate des bouchots mytilicoles, ainsi que d'autres stations telle que M12 où l'eau de pleine mer est celle qui baignera les parcs lors du jusant.

On constate que le degré de pollution des eaux de surface est préoccupant puisque la moitié des valeurs sont défavorables et qu'un tiers seulement est acceptable.

Par ailleurs, il était important de connaître l'évolution des concentrations bactériennes en mer par rapport aux autres paramètres hydrologiques, et une série de corrélation a été testée. Avec les coliformes fécaux, nous avons tenté de relier la salinité, l'ammonium, les nitrates, les phosphates, la chlorophylle a. Les valeurs de toutes les stations en mer de toutes les missions ont été exploitées (64 couples de valeurs). Les coefficients de corrélation obtenus sont groupés dans le tableau suivant.:

COEFFICIENTS DE CORRELATION (R) ENTRE LES COLIFORMES FECAUX ET LES AUTRES
PARAMETRES HYDROLOGIQUES (n = 64)

	Salinité	Ammoniac	Nitrates	Phosphates	Turbidité	Chlorophylle a
CF y=ax+b	- 0,57	0,45	0,42	0,15	0,27	0,00
CF y=ax ² + bx+c	- 0,60	0,46	0,43	0,18	0,36	0,03

Pour 64 couples de valeurs, la corrélation est significative avec :

- 95% de probabilité si le coefficient est $\geq 0,24$
- 99% de probabilité si le coefficient est $\geq 0,31$

Pour chaque paramètre, on observe une faible différence entre le coefficient de corrélation de la fonction du premier degré et celui de la fonction du second degré, et il semble que la forme de la relation soit linéaire, sauf peut être pour la turbidité.

La liaison est significative avec la salinité, l'ammonium, les nitrates et la turbidité, elle ne l'est pas avec les phosphates et la chlorophylle a (voir fig. 71).

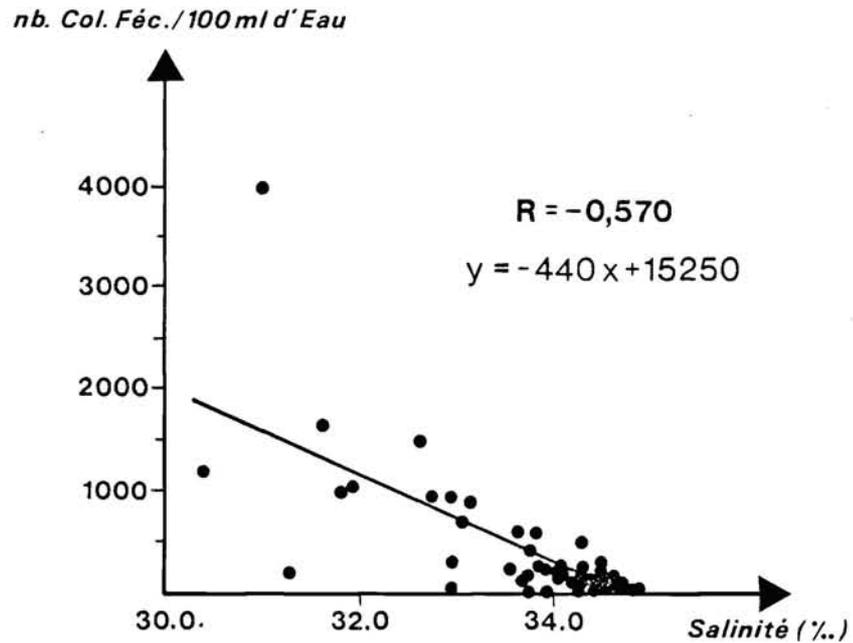
L'absence de corrélation significative entre les coliformes fécaux et les phosphates est vraisemblablement à rapprocher d'une particularité de ceux-ci par rapport aux autres sels nutritifs. Les phénomènes complexes d'adsorption-désorption qui concernent ces sels ont pour conséquence de maintenir leur concentration dans une gamme de valeurs assez constante. Cette régulation pourrait expliquer l'absence de corrélation que nous observons entre les phosphates et les coliformes fécaux.

Au vu des corrélations, il semble que les bactéries d'origine fécale aient un comportement passif au cours duquel elles seraient transportées et diffusées de la même façon que l'eau douce, les nitrates et l'ammonium. Dans l'état actuel de nos connaissances, cette similitude de comportement avec certains paramètres conservatifs pourrait s'expliquer soit par une stabilité des populations bactériennes qui seraient en phase de latence ou de résistance, soit par une dominance très marquée des phénomènes physiques qui seraient capables de masquer une évolution des populations. A cet égard, une meilleure connaissance des phénomènes généraux régissant le devenir des bactéries fécales en mer serait profitable.

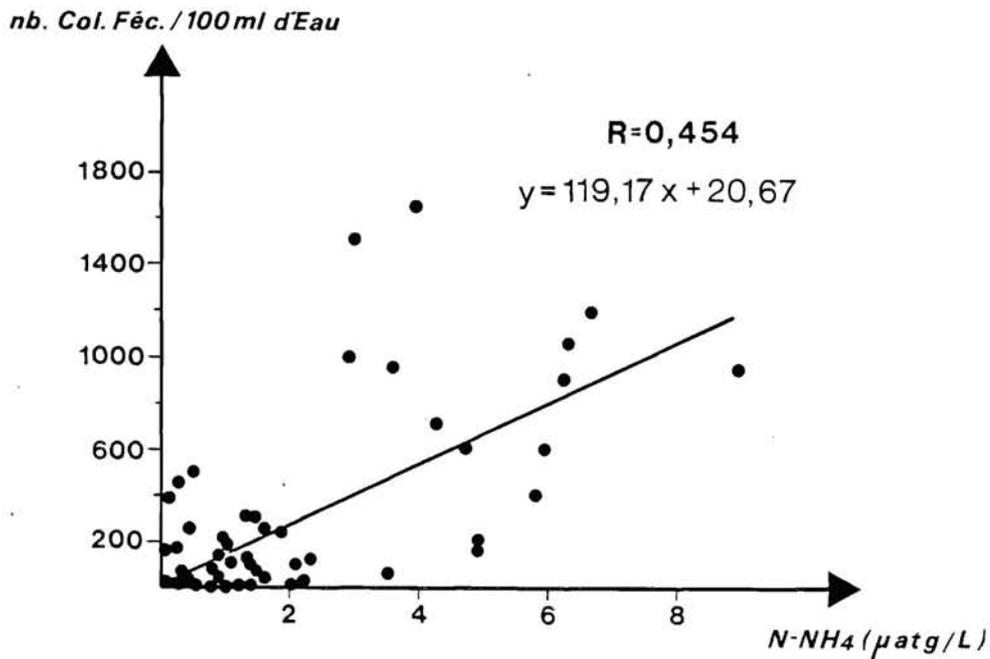
CORRELATIONS ET DROITES DE REGRESSION ENTRE COLIFORMES FECAUX ET PARAMETRES HYDROLOGIQUES

nb= 64 Couples de Valeurs

Coliformes fécaux et Salinité



Coliformes fécaux et Azote ammoniacal



Les données acquises à marée haute sur la contamination bactérienne des eaux superficielles du fond de la baie à pleine mer peuvent se résumer ainsi :

- le niveau de pollution bactérienne d'origine fécale est élevé (voir tableau p.67) d'autant que la situation de pleine mer peut être considérée comme la plus favorable ;
- le degré de contamination de l'anse d'YFFINIAC et de l'anse de MORIEUX paraît être grosso modo équivalent ;
- les concentrations observées près des sources de contamination sont les plus importantes, mais les concentrations minimum généralement localisées entre les deux anses restent à un niveau non négligeable (voir cartes 65 et 67) ; aux embouchures, on observe lors des crues des nappes superficielles de contamination très élevée (plusieurs milliers de coliformes fécaux/100 ml) en "bouffées" ;
- l'évolution temporelle des niveaux de pollution fait apparaître une période plus favorable en été ; la contamination peut alors devenir faible à nulle ;
- les corrélations significatives que nous observons en mer entre les coliformes fécaux d'une part et la salinité, l'ammoniac et les nitrates d'autre part semble indiquer que les germes se comportent comme ces paramètres, c'est-à-dire selon un mode conservatif dans lequel les processus physiques de dispersion et d'advection sont dominants.

4.3.2. Evolution pendant la marée

La situation à pleine mer correspond à un état temporaire et il est intéressant de connaître la façon dont elle se modifie avec la marée et les courants. A cet égard, nous disposons de l'étude de dispersion du CETE de NANTES et de l'étude courantologique du L.C.H.F.

- a) L'étude de dispersion menée par le CETE de NANTES et le Laboratoire Régional de l'Équipement d'ANGERS s'est intéressée :
- au déplacement lors du jusant des masses d'eau situées aux embouchures du LEGUE, de l'URNE et du GOUSSANT au moment des pleines mers ;
 - aux phénomènes de dispersion qui ont lieu simultanément.

Elle aboutit aux principaux résultats suivants :

En courantologie

Les mouvements de l'eau de surface en vive eau s'effectuent vers le Nord au jusant et vers le Sud-Sud Est au flot ; en fond de baie, le déplacement résiduel se ferait donc vers l'Est et les eaux du LEGUE au cours des marées successives balayeraient l'anse d'YFFINIAC, pour pénétrer ensuite dans l'anse de MORIEUX et la zone des bouchots. La vitesse du déplacement résiduel vers l'Est n'est pas déterminée. Les mêmes remarques concernent les effluents de l'URNE. Les eaux situées à l'embouchure

du GOUessant à pleine mer, effectuent au jusant une excursion moins importante et ne dépassent guère la limite Nord des bouchots à basse mer.

Cette étude confirme le mauvais renouvellement de l'eau du fond de baie ; il est particulièrement accusé pour l'anse de MORIEUX qui ne bénéficie pas de l'effet de chasse de l'anse d'YFFINIAC.

En dispersion

Les coefficients de dispersion sont établis pour chacun des affluents selon les modalités classiques et il est observé à basse mer des dilutions pour le LEGUE et l'URNE supérieures à celles observées pour le GOUessant.

Ces données de courantologie et de dilution sont combinées avec une estimation du facteur auto-épurateur du milieu marin vis-à-vis des bactéries coliformes. Et, partant des concentrations limites à ne pas dépasser sur les zones d'élevage pour leur conserver un caractère salubre à basse mer, l'étude propose des seuils de contamination maximum à pleine mer au niveau des embouchures des cours d'eau.

Les données les plus importantes du CETE à ce propos sont regroupées dans le tableau suivant :

SEUILS BACTERIOLOGIQUES CALCULES PAR LE CETE (1978)

	GOUESSANT	URNE	LEGUE
Zone sensible concernée	bouchots de MORIEUX	bouchots de MORIEUX	parcs ostréicoles au Nord des Rosairès
Seuil de salubrité choisi (nb CF/100 ml d'eau)	30	30	30
Facteur de dilution globale	70	5 000	3 000
Concentrations maximum admises aux embouchures (nb. CF/100 ml d'eau)	2 000	150 000	90 000

Le seuil de salubrité choisi pour les eaux des parcs conchylicoles est inférieur de moitié à celui adopté par l'I.S.T.P.M. (1974). Le facteur de dilution globale entre les zones sensibles et les embouchures est le résultat du produit du coefficient de dilution physique (dispersion) et du coefficient de disparition des germes lié au pouvoir auto-épurateur de l'eau de mer. Ce type d'approche implique un certain nombre d'approximations que nous verrons plus loin.

Les résultats de nos observations en nature groupés dans le tableau suivant, diffèrent très notablement des valeurs calculées précédemment.

CONCENTRATIONS BACTERIENNES MOYENNES (8 observations)
(nb moyen de coliformes fécaux/100 ml d'eau)

	GOUESSANT	URNE	LEGUE
Valeurs près des zones sensibles (stations)	97 - 124 (M11-M13)	97 - 124 (M11-M13)	
Valeurs aux embouchures (stations)	1230 (M12)	800 (M5)	2160 (M1)

Dans ce tableau, les teneurs correspondent à des valeurs moyennes observées en situation de pleine mer. Nous ne possédons pas d'observations sur les parcs ostréicales au Nord de la pointe du ROSELIER.

Les stations M11 et M13 ne correspondent pas exactement aux bouchots et, dans le cas de M13 située entre la côte et les bouchots, on tendrait à faire état de résultats pessimistes. Néanmoins, les analyses bactériologiques pratiquées sur les moules par l'ISTPM (voir plus loin) confirment le niveau élevé de la pollution des eaux.

La comparaison des deux tableaux met en relief leur différence. Alors que les concentrations de germes observées à proximité des parcs sont quatre fois supérieures aux seuils proposés par le CETE, les valeurs observées aux embouchures sont en revanche très inférieures aux seuils calculés. Cette différence est en réalité plus accusée encore, puisque nos observations près des parcs sont effectuées à pleine mer et sont minorées par rapport à ce qu'elles auraient été à basse mer ou en début de flot, lorsque les effluents plus ou moins dilués sont au niveau des zones sensibles.

Les facteurs de dilution globale adoptés par le CETE semblent donc trop élevés. Plusieurs raisons peuvent être avancées pour expliquer cette différence d'avec la réalité. Les calculs de dispersion physique postulent que :

- la masse d'eau de mer dispersant l'effluent à son arrivée dans le milieu est indemne de contamination, donc que le temps de résidence de l'eau est nul, et cette condition s'applique mal ici, car les eaux du fond de la baie sont caractérisées par leur très faible renouvellement. Ceci se traduit d'ailleurs par une concentration résiduelle en germes fécaux analogue à un "bruit de fond" que l'on peut observer par exemple entre les deux anses ;

- L'effluent est introduit dans le milieu récepteur en régime permanent de pleine mer ; en réalité, le rejet se faisant assez haut sur l'estran, l'effluent chemine fréquemment dans les filières (ou chenaux de plage) avant de stagner et de s'accumuler au bord de l'eau par très faibles profondeurs, dans des conditions de dispersion particulièrement médiocres.
- Le pouvoir auto-épurateur de l'eau de mer représenté par le T90 (durée nécessaire à la disparition de 90% des germes) est estimé à 4 h ; si le schéma de survie des populations bactériennes en mer qui, avec AUBERT et al (1980-81) fait succéder latence-décroissance-résistance-reprise éventuelle est admis, en revanche le concept de T90 utilisé pour décrire la phase de décroissance est de plus en plus discuté.

En résumé, l'approche mathématique utilisée par le CETE ne semble pas permettre d'éclairer totalement les processus régissant la pollution bactérienne du fond de la baie de SAINT BRIEUC, et les conditions particulières qu'on y rencontre inciteraient à se tourner vers une approche plus globale nécessitant un travail de terrain plus important. Néanmoins, le rôle majeur du GOUessant dans la contamination de la zone mytilicole est confirmé, ainsi que la dérive vers l'Est des effluents du LEGUE en certaines conditions au moins.

- b) L'étude courantologique du L.C.H.F. reprenant les travaux réalisés en 1975 conjointement avec le CNEXO fait état pour l'anse d'YFFINIAC de courants alternatifs Nord-Sud quasiment purs en vive eau et d'une composante de flot dirigée vers l'Est en morte eau (fig.3 et 4).

En bref, dans un contexte de faible renouvellement des eaux du fond de la baie, il semble bien exister une dérive des eaux de l'anse d'YFFINIAC vers celle de MORIEUX, encore qu'on ne puisse préciser ni la constance du phénomène, ni les facteurs qui la favorisent, le vent mis à part. Pour connaître avec précision les modes de circulation de l'eau sur de larges estrans comme celui-ci une étude courantologique spécifique fine prenant en compte l'anse de MORIEUX, l'anse d'YFFINIAC et ses bords serait nécessaire.

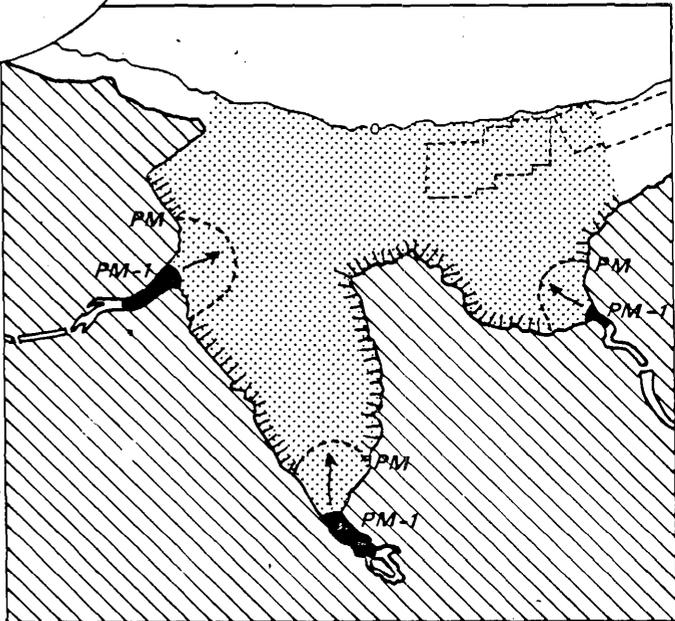
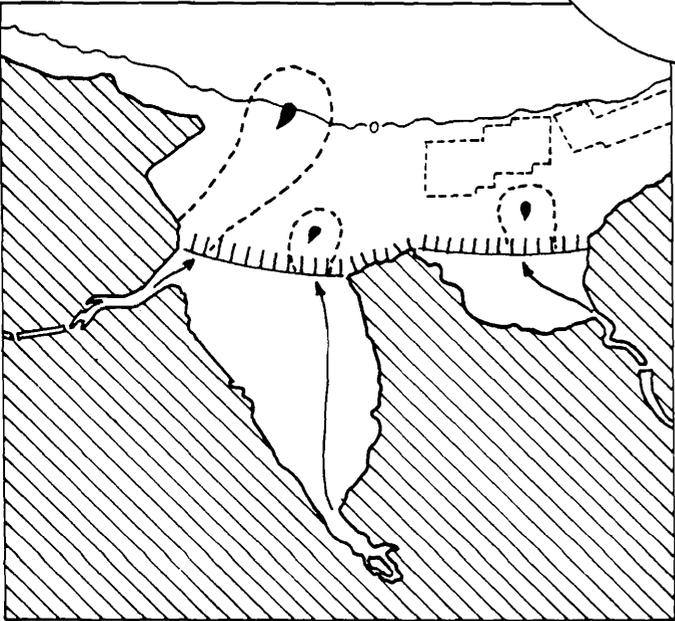
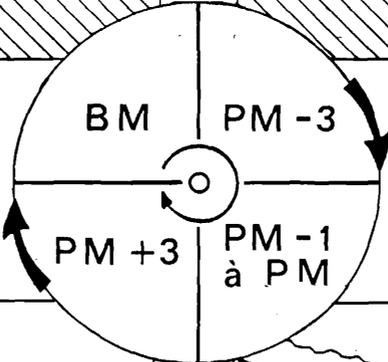
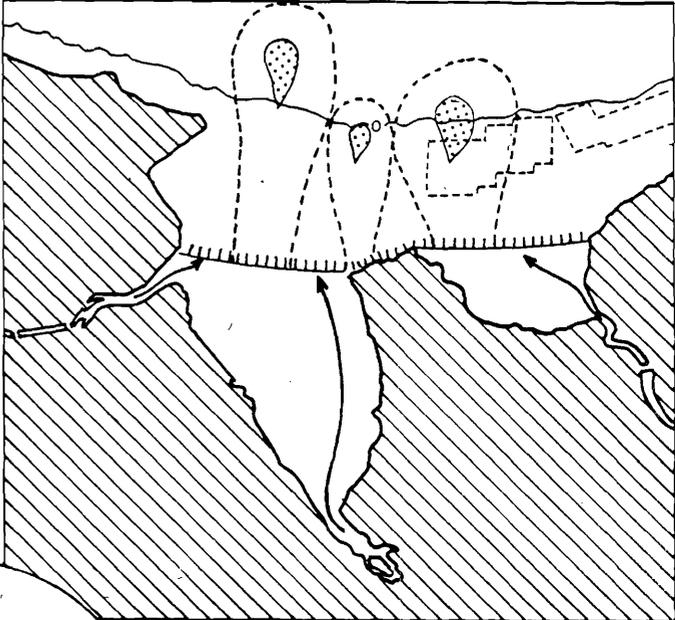
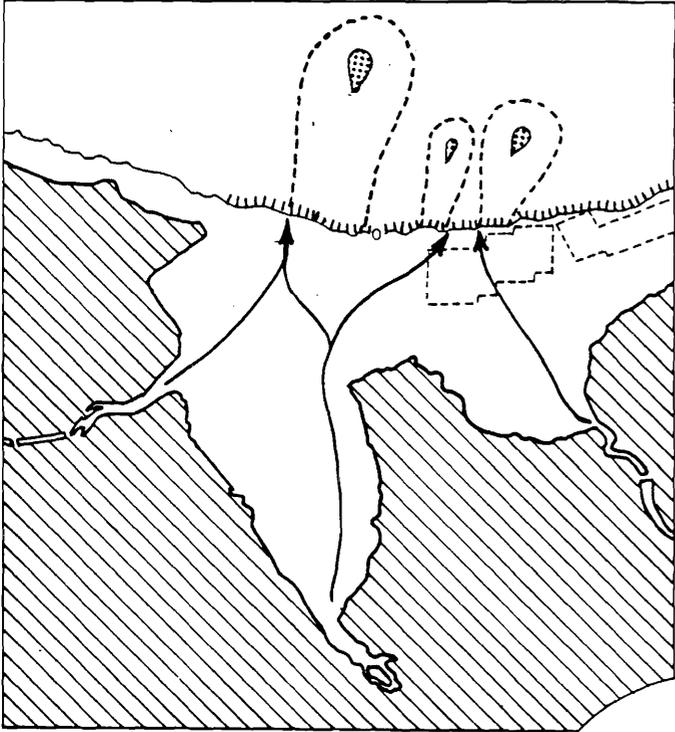
- c) Nos observations directes et les analyses bactériologiques effectuées permettent d'avancer un schéma descriptif hypothétique des processus qui semble rendre compte au mieux des phénomènes constatés.

A basse mer la frange d'eau marine est affectée en plusieurs endroits par les effluents qui s'y accumulent après avoir cheminé dans les filières de la plage. A priori, il semble que les effluents y subissent une dispersion limitée. Au flot cette frange d'eau très peu profonde continue d'accumuler les effluents délivrés par les cours d'eau, au fur et à mesure de sa remontée. A la fin du flot, le bord de l'eau parvient au même niveau que le point de rejet des affluents et ceux-ci se trouvent alors bloqués. La frange d'eau marine également chargée d'effluents est dans le même temps plaquée à la côte. Lors de la pleine mer, les effluents bloqués se trouvent libérés et commencent à se répandre à l'extérieur en auréoles superficielles. Avec le jusant, ces nappes se déplacent vers le large en subissant une dispersion notable. Lorsque le jusant découvre les fonds des rias, les effluents s'écoulent à nouveau en filières et vont s'accumuler dans la frange d'eau qui se retire. La fig. 72 illustre 4 situations de ce schéma de comportement des effluents.

— SCHÉMA de COMPORTEMENT
des EFFLUENTS avec la MAREE

fig:72

— Polluants —
 *au bord de l'eau*
 *en bouffée*



Au LEGUE, les éclusages contribuent à augmenter les rejets à pleine mer. On observe une moyenne de 3 sassées à chaque pleine mer. Le volume maximum du sas étant de 12.200 m³ environ, si l'on suppose que la moitié de ce volume d'eau douce est remplacée par de l'eau marine de fond, on arrive à un rejet maximum de 18.300 m³ par marée, soit l'équivalent d'un peu plus d'une heure de débit moyen de l'effluent (4,6 m³/s).

Il semblerait donc exister trois modalités d'introduction des effluents dans la masse d'eau :

- un écoulement en filière au moment où les eaux sont basses, aboutissant à une accumulation des effluents au bord de l'eau où ils sont affectés par une dispersion médiocre ;
- une accumulation aux embouchures durant la fin du flot ;
- la délivrance de bouffées superficielles d'effluents à pleine mer, suivies en début de jusant par des écoulements plus réguliers et mieux dispersés par les masses d'eau encore présentes.

Le volume total de chaque effluent délivré en un cycle de marée se scinderait en mer en deux masses d'eau : l'une présente dans les très faibles profondeurs (quelques dizaines de cm) ne subissant, semble-t-il, qu'une dispersion faible et dont le trajet reste inscrit dans la zone d'étude ou à proximité, l'autre introduite à pleine mer et en début de jusant, subissant une dispersion certaine au cours d'une excursion qui l'éloigne du fond de la baie.

Pour chaque effluent, les proportions respectives de ces deux contingents sont conditionnées par le niveau du point de rejet par rapport à celui de la marée.

En résumé, le comportement des effluents du fond de la baie à la marée ne semble pas être explicité de façon pleinement satisfaisante par l'étude de dispersion de ces effluents réalisée par le CETE de NANTES ; le LCHF, quant à lui établit l'existence d'une dérive des eaux vers l'Est en période de morte eau. Nous proposons une hypothèse de comportement des effluents qui semble rendre compte au mieux des observations effectuées. Elle fait état de 3 phases successives de rejet dont les modalités sont différentes :

- une d'accumulation au bord de l'eau,
- une d'accumulation à proximité immédiate du point de rejet,
- une d'émission de "bouffées" d'effluents à pleine mer suivies de rejets en pleine eau.

Chaque effluent serait scindé en 2 contingents dont l'un accumulé au bord de l'eau et peu dispersé semble-t-il, ne sortirait pour ainsi dire pas de la zone d'étude et l'autre, mieux dispersé par un volume diluant plus important ne réapparaîtrait dans la zone d'étude qu'au moment de la pleine mer.

Si ce schéma rend compte d'un certain nombre d'observations telles que la continuité de la pollution entre l'embouchure du LEGUE et celle du GOUESSANT, les comptages assez importants régulièrement trouvés devant la prequ'île de HILLION en l'absence d'apports directs, les "bouffées" observées par nous et la CIPOLMAR juste après la pleine mer, les accumulations d'effluents dans la frange d'eau dans les heures proches de la basse mer, il conviendrait cependant de vérifier cette hypothèse et, éventuellement, de préciser ce schéma par un ensemble de mesures effectuées à point fixe durant un cycle de marée.

Par ailleurs, une étude courantologique fine du fond de la baie permettrait de connaître les modalités exactes du déplacement résiduel des masses d'eau et par conséquent l'impact exact des effluents du LEGUE sur la zone mytilicole de l'anse de MORIEUX.

4.4. Dans les coquillages comestibles

L'I.S.T.P.M. effectue régulièrement des analyses bactériologiques sur les mollusques comestibles de notre zone d'étude, et nous présentons ici sous une forme résumée les données communiquées.

CONTAMINATION BACTERIENNE MOYENNE DES COQUILLAGES EN FOND DE BAIE DE ST BRIEUC (1976-1980)

en nombre de coliformes fécaux/100 ml de chair (d'après ISTPM)

	Période d'étiage	Période de crue
Coques de l'anse d'Yffiniac	410	6 670
Réserves de moules (près de la Pointe des Guettes)	180	890
Moules du bloc Ouest des bouchots	490	960
Moules du bloc central des bouchots	350	670
Moules du bloc Est des bouchots	170	400

Rappelons que la norme bactériologique officielle (ISTPM, 1974) prévoit que 100 g de chair de coquillage ne doivent pas contenir plus de 300 coliformes fécaux dans 75% des cas au moins.

L'examen de ces données confirme le caractère très significatif de la pollution de cette zone. On remarque que les valeurs en crue sont constamment supérieures aux valeurs en étiage, dans le rapport de deux à un en général. Il semble, par ailleurs, que la contamination des bouchots décroisse lorsqu'on s'éloigne vers l'Est.

En regroupant les valeurs par année, on obtient une tendance d'évolution temporelle.

CONTAMINATION BACTERIENNE MOYENNE DES MOULES DE BOUCHOTS
DU FOND DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC
(d'après ISTPM)
(nombre coliformes fécaux/100 ml de chair)

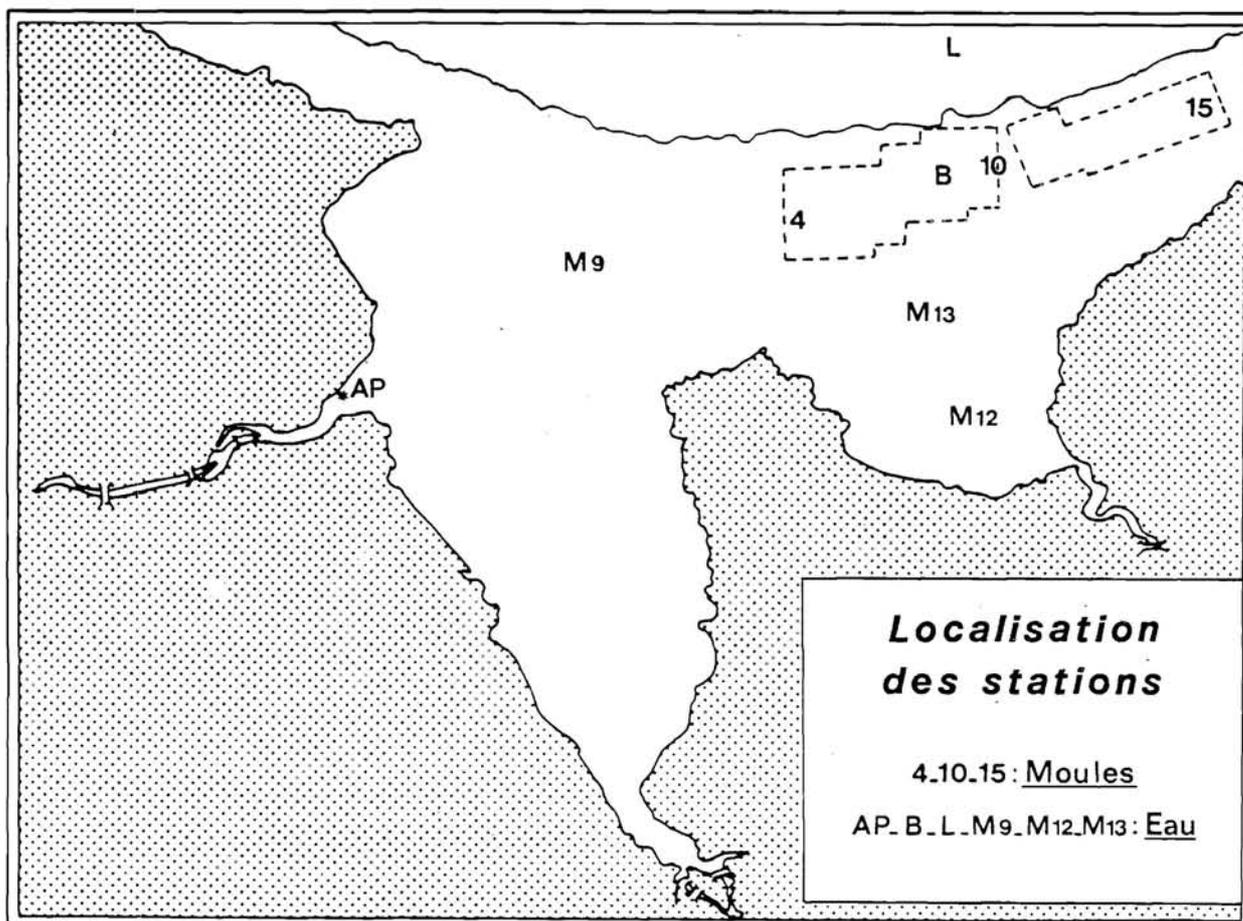
	1976	1977	1978	1979	1980
nb de coliformes fécaux/100 ml de chair.	620	609	441	400	430

Au vu de ces données concernant l'ensemble des bouchots, il semble qu'entre 1977 et 1978 il y ait eu une amélioration certaine et que depuis, l'état de contamination soit stable.

4.5. Etude particulière

Une investigation bactériologique spéciale a été menée ponctuellement sur les moules de bouchots et sur l'eau de surface des 2 anses à pleine mer. Cette investigation, réalisée par le Laboratoire de Bactériologie de la Faculté de Médecine de RENNES (CORMIER), a été effectuée par l'étude de catégories de germes différentes de celles des germes tests classiques. Les stations d'échantillonnage d'eau sont différentes pour certaines, de celles qui ont été régulièrement visitées.

fig:73



Les prélèvements ont été effectués à la vive eau du début du mois de mai 1981 (H8).

Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

COMPTAGES BACTERIENS REALISES SUR L'EAU DE SURFACE ET LES MOULES DU FOND DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC EN PERIODE DE CRUE (4 et 5 mai 1981)
(Laboratoire de bactériologie de la Faculté de Médecine de RENNES)

Stations Milieux de culture		Nb de germes/100 ml d'eau						nb de germes/100 ml de chair de moule (bou- chots).		
		AP	M9	L	B	M13	M12	4	10	15
D 42	L+	17 000	70	0	36	120	2 900	1 100	400	100
	L-	0	70	0	32	10	0	200	800	0
DD		9 000	48	190	750	800	13 000	5 000	9 000	4 600
DS		20 000	2 100	800	12 000	6 000	17 000	2 800	3 500	3 000
CHAPMAN		28 000	2 000	1 300	2 700	5 500	50 000	100 000	50 000	35 000
TCBS		6 600	800	17 000	30 000		30 000	40 000	120 000	40 000
NEGRAM								7 000	16 000	20 000

D 42 = milieu de Drigalski à l'eau douce à 42° C, température recommandée par certains auteurs pour la numération des bactéries fécales, mais le nombre de germes isolés est très nettement supérieur à celui des coliformes fécaux obtenu par la méthode des germes tests.
L+/L- - différencie les germes utilisant ou non le lactose du milieu.

DD = milieu de Drigalski à l'eau douce à 37°C, qui isole des bactéries des mêmes familles que ci-dessus, tout en étant moins sélectif.

DS = milieu de Drigalski à l'eau de mer à 25°C, qui isole des entérobactéries et des bactéries marines probables.

Milieu de Chapman qui permet d'isoler les bactéries halophiles fragiles et les staphylocoques.

TCBS ou milieu de Nakanishi, qui permet d'isoler les vibrions halophiles.

Negram = milieu sélectionnant les entérobactéries résistantes à ce type d'antibiotique, et les streptocoques.

Quoique limitée, cette investigation permet d'observer une tendance générale. A la station B située au milieu du bloc Ouest des bouchots, les numérations de bactéries halotolérantes dans l'eau sont élevées et il semble que ce point soit situé dans une zone de courants giratoires ou dans une zone enrichie en matière organique. A cette même station, les entérobactéries présentes proviendraient principalement du GOUSSANT et probablement pour une part du LEGUE sans que l'on connaisse l'influence des effluents de l'URNE.

A la station M9 située entre le LEGUE et le GOUSSANT, il demeure un nombre non négligeable d'entérobactéries.

Rappelons que la fréquence de concentrations beaucoup plus élevées que celles évoquées auparavant est due à l'utilisation de milieux volontairement moins sélectifs que ceux utilisés classiquement dans la recherche des germes-tests.

CONCLUSION

Une étude bactériologique s'appuyant sur des numérations de germes tests de contamination fécale a été menée au fond de la baie de SAINT-BRIEUC. A son terme, on aboutit aux conclusions suivantes :

Les apports

- Les trois affluents existants introduisent dans le milieu marin des quantités significatives de germes d'origine fécale et par ordre d'importance décroissante on observe la séquence suivante : le LEGUE recevant deux cours d'eau et les effluents septiques de la station d'épuration de SAINT BRIEUC et dont le flux moyen de coliformes fécaux est de 154×10^6 germes/s, l'URNE recevant les effluents d'une station d'épuration intercommunale et dont le flux moyen est de $46,3 \times 10^6$ C.F./s, et enfin le GOUSSANT dont le bassin versant abrite une concentration importante d'élevages porcins et avicoles industriels et qui délivre $26,0 \times 10^6$ CF/s ;
- si l'anse d'YFFINIAC reçoit des apports bactériens globalement 8 fois plus importants que ceux rejetés dans l'anse de MORIEUX, ces derniers bénéficient en revanche d'un support alimentaire supérieur (DBO) susceptible d'améliorer la survie des germes dans le milieu marin ;
- dans le bassin du LEGUE, les flux bactériens du GOUET et du GOUEDIC (avec les effluents de la ville de SAINT BRIEUC) subissent un abattement moyen de 70% ;
- les flux bactériens de l'URNE et du GOUSSANT sont significativement corrélés avec les débits, alors que celui du LEGUE d'origine essentiellement urbaine ne l'est pas. Globalement, les apports en période de crue sont supérieurs aux apports en période d'étiage de 5 ordres de grandeur, la différence étant nettement plus sensible dans l'anse de MORIEUX que dans celle d'YFFINIAC.

en mer à marée haute

- le niveau général de la contamination des eaux superficielles du fond de la baie est durant la moitié du temps supérieur à la norme officielle de l'ISTPM (1974), et on peut considérer que la pollution bactérienne de la zone d'étude est élevée. L'anse de MORIEUX semble aussi contaminée que l'anse d'YFFINIAC alors que les apports dans la première sont en moyenne largement inférieurs à ceux observés dans la seconde. Les volumes diluants respectifs n'expliquent que très partiellement cette homogénéité et on présume qu'un déplacement résiduel des masses d'eaux vers l'Est et le meilleur soutien énergétique accompagnant le flux bactérien provenant du GOUessant pourraient contribuer à fournir une explication.
- à l'intérieur de la zone d'étude, les concentrations moyennes observées en surface sont maximum à proximité des sources : 2160 CF/100 ml devant le LEGUE, 1232 CF/100 ml devant le GOUessant et 800 CF/100 ml devant l'URNE. Les concentrations moyennes les moins élevées sont observées entre les deux anses où elles gardent cependant des niveaux consistants compris entre 54 et 127 CF/100 ml, tandis qu'à proximité de la côte on observe des valeurs soutenues même en l'absence d'apport direct.
- le fléchissement que l'on constate au niveau des apports en période d'étiage se répercute dans les concentrations en mer observées à la même époque où la quasi totalité de la zone est indemne de germes. Le reste du temps, on ne décèle pas de tendance manifeste, et l'état de contamination semble globalement assez stable.
- la comparaison des concentrations de coliformes fécaux avec celles des autres paramètres hydrologiques conservatifs suggère que ces germes ont un comportement similaire à celui de l'eau douce, de l'ammoniaque et des nitrates. On présume que les processus intrinsèques d'accroissement ou de diminution des populations de germes sont soit inexistantes à ce stade, soit insuffisamment marqués pour apparaître vis-à-vis des processus physiques de dispersion et d'advection qui affectent l'effluent et ses composantes conservatifs.

évolution avec la marée

- l'étude de dispersion des effluents du fond de baie par le CETE de Nantes (1978) a adopté une démarche qui ne semble pas pouvoir rendre pleinement compte des faits que l'on a pu observer, les simplifications indispensables dans ce type de démarche aboutissant ici à une surestimation importante de la décroissance bactérienne. Néanmoins, les opérations de marquage des effluents effectués à cette occasion permettent d'établir que la zone des bouchots mytilicoles est sous l'influence très directe de l'effluent du GOUessant, sauf autour de la pleine mer.
- par ailleurs, dans son étude courantologique, le LCHF indique qu'en période de morte-eau le flot montre une composante vers l'Est qui oriente ainsi le déplacement résiduel de la masse d'eau ;

- l'ensemble de nos analyses et de nos observations directes nous suggère une hypothèse de comportement des effluents lors de la marée mieux affirmée en période de crue et de vive eau et dont les principaux points sont les suivants : les effluents semblent pénétrer dans l'eau marine selon trois modalités successives, avec un écoulement en filière et une stagnation dans la frange marine lorsque les eaux sont basses, une accumulation aux embouchures en fin de flot, une émission de "bouffées" à pleine mer suivie d'écoulement en pleine eau jusqu'au moment où les filières sont de nouveau individualisées. Chaque effluent semble ainsi scindé au long de la marée en deux fractions ayant une destinée différente, l'une cantonnée dans les très faibles profondeurs de l'estran et ne subissant a priori qu'une dispersion faible, l'autre introduite à pleine mer et peu après, mieux dispersée et effectuant une excursion qui ne la ramènerait dans la zone d'étude qu'au moment des pleines mers ;
- si cette hypothèse permet d'expliquer la plupart de nos observations il reste à la soumettre à une vérification par le biais d'une campagne de mesures à point fixe durant un cycle de marée par exemple. Une étude de courantologie détaillée de la zone d'étude permettrait en outre de connaître l'importance et les modalités du déplacement résiduel vers l'Est, l'ensemble permettant d'avoir une vue à peu près complète des processus ;

dans les coquillages

- les numérations bactériennes effectuées par l'ISTPM sur les coquillages comestibles de la zone d'étude (moules et coques) mettent en évidence des concentrations moyennes en germes d'origine fécale encore très fréquemment supérieures à la norme, quoique depuis 1978 une amélioration générale ait pu être constatée, le nombre moyen de coliformes fécaux dans les moules de bouchots passant alors de 610 à 420 germes par 100 ml de chair. On constate un certain fléchissement du degré de contamination en période estivale ;
- par ailleurs, une étude particulière effectuée par le Laboratoire de Bactériologie de la Faculté de Médecine de Rennes sur des catégories de germes différentes des germes tests, a été menée de façon ponctuelle à haute mer en période de crue. Elle confirme la participation de l'effluent du LEGUE à la contamination de l'anse de MORIEUX et met en évidence une recrudescence des bactéries halotolérantes au niveau même des bouchots.

Dans un contexte général de contamination bactérienne, les anses d'YFFINIAC et de MORIEUX sont, de façon inattendue, atteintes de façon équivalente et la présence de bouchots mytilicoles dans l'anse de MORIEUX confère son importance au problème. Avec les éléments dont nous disposons, on peut admettre que la contribution du LEGUE à la contamination de l'anse de MORIEUX est minoritaire mais réelle sans que l'on puisse en préciser l'étendue ni les modalités exactes, et que l'essentiel de cette contamination est redevable au GOUessant. Nous présumons que l'influence du LEGUE sur l'anse de MORIEUX existerait durant tout le cycle de marée, mais ne serait perceptible à l'état isolé qu'autour de la pleine mer, l'impact direct du GOUessant la masquant durant le reste du cycle.

5 - Phénomène de "marée verte"

Ce phénomène a été étudié en détail par KOPP (1977) auquel nous empruntons l'essentiel de ce qui suit.

Depuis 1968, les plages des baies de St Briec et de Lannion sont envahies chaque été par d'innombrables épaves d'algues vertes appartenant aux espèces *Ulva lactuca* et *Ulva rigida* (laitue de mer). Le flux tasse ces épaves en un cordon littoral de plusieurs mètres de largeur à l'intérieur duquel les algues fermentent en dégageant une odeur très désagréable.

Il en résulte une difficulté d'accès à la plage qui, jointe à l'odeur putride, nuit considérablement à la vocation touristique de la région.

En fait, le développement printanier des ulves a toujours existé, mais ce qui rend le phénomène de "marée verte" exceptionnel, c'est l'importance de la prolifération des algues et leur rassemblement en des zones plus ou moins localisées. Au fond de la baie de St Briec, il en atterrit 17.000 T, dont 9100 T dans l'anse de Morieux et 2900 T dans celle d'Yffiniac.

Le champ de production de ces algues sont les roches de St Quay et la côte située plus au Nord. Le tonnage produit est estimé à 56.000 T. Le trajet exact n'est pas connu, mais des expériences de marquage permettent d'affirmer que le trajet dure à peu près 14 j. Sur le stock produit 60% disparaissent et 40% arrivent à la côte dont les 3/4 dans notre zone d'étude.

L'importation d'une telle quantité de matière organique n'est probablement pas sans effet. On peut penser qu'elle est susceptible de servir de support à l'entretien de populations bactériennes et par ailleurs sa minéralisation devrait contribuer à soutenir la productivité primaire de la zone.

Les causes du phénomène ne semblent pas parfaitement élucidées, mais elles seraient multiples. L'ensablement progressif des chausses rocheuses de l'Ouest de la baie induirait une disparition des laminaires et des herbiers qui seraient remplacés par les ulves qui s'accommodent mieux de conditions instables.

Des conditions locales de faible renouvellement des eaux entraîneraient une persistance de concentrations relativement élevées de sels nutritifs, ceci favorisant particulièrement les ulves bien adaptées aux milieux riches. Enfin, la pêche à pied des littorines, espèce prédatrice et régulatrice des ulves, a pu par ses excès, conduire à une prolifération de ces algues.

Mais, indiscutablement, il apparaît que seule la courantologie particulière de la baie est à l'origine des dépôts observés sur les plages. Il ne semble pas exister de moyens de lutte réalistes qui soient évidents. Actuellement, la meilleure action semble être le simple ramassage des épaves qu'une méthanisation éventuelle pourrait peut être valoriser. Des études sont d'ailleurs menées en ce sens.

Même s'il n'est pas totalement élucidé quant à ses mécanismes, le phénomène de marée verte constitue probablement un exemple d'interaction et d'impact à distance.

MARAIS D'YFFINIAC

Le fond de l'anse d'YFFINIAC est utilisé par l'homme depuis plusieurs siècles, et dès avant le XV^{ème} siècle, les bords du marais d'YFFINIAC abritaient des marais salants. Trois siècles plus tard, ils furent transformés en polders agricoles et à la fin du XVIII^{ème} siècle, les flancs Ouest, Sud et Est étaient définitivement soustraits à l'action de la mer. A l'heure actuelle ce sont des zones de culture légumière, le reste du marais étant paturé par quelques bovins dans sa partie très méridionale.

Schématiquement, un marais maritime tel que celui d'Yffiniac se compose de 2 parties. Le schorre et la slikke. Le schorre est la partie la plus haute, totalement couverte de végétation. La slikke se subdivise en une haute slikke, également couverte de végétation et une basse slikke constituée de vase nue. A la limite entre slikke et schorre, on observe parfois une microfalaise de quelques centimètres à quelques décimètres de hauteur. L'ensemble schorre et slikke est entaillé de chenaux de vidange souvent très encaissés.

Le marais d'Yffiniac ne présente pas de basse slikke vaseuse nettement différenciée de la plage. Nous avons donc limité nos investigations à l'ensemble schorre et haute slikke qui est généralement considéré comme assurant les fonctions les plus intéressantes. Ainsi défini, le marais actuel se présente comme un V ouvert au Nord et formé de 2 bandes de végétation s'appuyant sur la côte entre le parallèle de Hillion et les Grèves de Langueux. A ce niveau, elles se réunissent pour former un ensemble unique jusqu'aux Grèves d'Yffiniac au Sud. L'ensemble représente une superficie de 104 ha. La filière de l'Urne réunissant les ruisseaux de St Jean et de St René creuse son lit dans le marais avant d'emprunter la plage entre les deux branches latérales de marais. Au passage elle reçoit les eaux du drainage naturel du marais.

Lors des coefficients de marée supérieurs à 70, le marais est inondé deux fois par jour par les eaux de la pleine mer. Le va-et-vient de la marée assure par intermittence les échanges avec l'écosystème voisin.

Le marais d'Yffiniac assurerait *a priori* un certain nombre de fonctions écologiques parmi lesquelles les plus importantes seraient :

- une fonction sédimentologique : la végétation du marais ralentit considérablement les courants et crée une zone de calme hydraulique favorisant le dépôt des particules. Le matériel déposé serait soustrait au stock mobile, qui est susceptible d'encroûter le chenal de navigation.
- une fonction de production primaire et paraprimaire : de tous les biotopes du globe, ce sont les marais qui peuvent soutenir la production primaire la plus élevée. Celle-ci, avant d'être utilisée sur place ou en dehors du marais, est généralement convertie en débris colonisés par des micro-organismes et mieux assimilables par les échelons trophiques supérieurs.

- une fonction antipollution : ce rôle est lié aux deux fonctions précédentes. Beaucoup de polluants sont adsorbés sur des particules argileuses qui, pour une part, sédimentent dans le marais et y restent souvent définitivement. Sa capacité de production primaire rend le marais apte à transformer des quantités importantes de matière organique et de les restituer au milieu environnant sous une forme assimilable par la chaîne trophique.

Nous avons vu plus haut que la contamination bactérienne observée à pleine mer sur le marais en M5 et M6 était nettement moindre que ce que laissait prévoir le flux polluant délivré par l'Urne.

- une fonction d'habitat pour l'avifaune et pour les formes juvéniles de poissons en particulier.

Pour tenter de préciser l'importance de ces fonctions dans le cas du marais d'Yffiniac, on s'est intéressé à ses niveaux d'altitude, à sa végétation phanérogamique et à son microphytobenthos.

1 - Nivellement

Le sédiment du marais d'Yffiniac est constitué par un mélange de sable fin et de vase à forte teneur en calcaire. Comme celui de la baie du Mont St Michel, il est utilisé pour l'amendement des sols sous le nom de tange.

Dans le fond de l'anse d'Yffiniac l'atténuation de facteurs hydrodynamiques font du marais et de sa végétation un piège de particules et un lieu de sédimentation. En revanche, la divagation de filières ou le démaigrissement du sédiment sur le front du marais peuvent induire son érosion.

Le L.C.H.F. estime dans son étude sédimentologique que les limites et le fond de l'anse d'Yffiniac (au Sud d'une ligne pointe du Grouin - pointe de Cesson) sont actuellement exhausées à une vitesse moyenne de 2 à 4 cm/an, et localement à plus de 5 cm/an. Cette estimation est effectuée par analogie avec des sites comparables en baie de Seine, baie de Somme et baie du Mont St Michel. Comme nous le verrons plus loin, les valeurs avancées semblent élevées.

On ne dispose malheureusement pas de levé topographique ancien de cette zone qui aurait permis de conduire à un résultat sûr. Il convient de posséder un état de référence avant la réalisation de l'ouvrage, qui permettra de quantifier l'évolution en présence de l'aménagement. Dans le cadre de la préparation du projet, un plan topographique a été établi en 1979 pour l'ensemble de l'anse jusqu'au bas de l'eau. Les points côtés sur le marais sont trop espacés pour être utilisables. Il a donc été nécessaire de réaliser un levé plus détaillé du relief (voir fig. 74, hors texte).

Le nivellement a été réalisé en plusieurs missions échelonnées entre Octobre 1980 et Mai 1981. L'exposé des méthodes est reporté en annexe. Le marais se développe sur une hauteur d'environ 2 mètres. Les parties les plus hautes sont côtées à 11,5 m C.M., et la limite basse de la végétation est située entre 9 et 10 m C.M.

2 - Végétation

La végétation des marais maritimes est composée d'espèces particulières adaptées à une immersion intermittente et à un milieu saumâtre.

La végétation du marais d'Yffiniac a été étudiée au long de 8 radiales dont la position est signalée sur la carte n° 7. Les études de terrain ont eu lieu en Septembre 1980. On considère qu'à cette époque de l'année, la végétation des marais atteint son développement maximum.

Les unités apparentes de population ont été reconnues, positionnées ; les biomasses des espèces notablement représentées ont été déterminées. La macrofaune a également été observée. A partir de ces relevés, l'examen de photographies aériennes verticales et obliques a permis de dessiner la trame d'une carte de végétation. Certains points ont pu être précisés à l'occasion de quelques retours sur le terrain. La carte de végétation est présentée hors texte. Le schorre constitue la totalité du fond du marais à l'exception d'un bec sur la rive droite où le niveau est plus bas, reste d'un ancien passage du chenal de l'Urne. Sur les deux bras du V le schorre forme une bande parallèle à la côte. La haute slikke se développe en avant du schorre. La profondeur de ces 2 zones est plus importante à l'Ouest qu'à l'Est. Globalement, le schorre représente 62% de la superficie et la haute slikke 38% (en négligeant les filières).

Dans le schorre, les espèces les mieux représentées sont : *Obione portulacoides*, *Limonium vulgare*, *Puccinellia maritima*, *Agropyron sp.* *Triglochin maritima*, *Cochlearia sp.*, *Phragmites communis*, *Aster tripolium*. Deux espèces dominent largement cette partie du marais : *O. portulacoides* et *P. maritima* qui sont deux espèces vivaces.

Dans la haute slikke, il a été observé : *Salicornia europaea*, *S. ramosissima*, *Suaeda maritima*, *Spartina townsendii*. Deux espèces dominent : *Salicornia europaea* et *Suaeda maritima*, elles sont annuelles.

Les biomasses des parties aériennes des principales espèces ont été mesurées (voir méthodes en annexe). Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

BIOMASSES AERIENNES ESTIVALES MOYENNES DES PHANEROGAMES DU
MARAI D'YFFINIAC (SAINT BRIEUC)
(en kg sec/m²) (Septembre 1980)

	<i>Phragmites communis</i>	<i>Puccinellia maritima</i>	<i>Limonium Vulgare</i>	<i>Obione portulacoides</i>	<i>Salicornia europaea</i>	<i>Spartina townsendii</i>
Marais d'Yffiniac	1,94	1,04	0,64	1,70	0,49	1,30
Estuaire de la Canche (DUVAL)			0,56 (rosette) 1,0 (fleur)	2,60	0,31	0,41
Estuaire de l'Aulne (PANTCHENKO)				0,57		

Nous avons fait l'hypothèse courante que la consommation des végétaux est négligeable et que les pertes de matériel ne sont sensibles qu'à partir des grandes marées d'automne. La plupart des plantes vivaces perdent chaque année leurs parties aériennes et on peut considérer qu'il y a équivalence entre biomasse maximum instantanée et production annuelle. Dans le cas de l'Obione cependant, la persistance d'une fraction importante des parties aériennes rend cette approximation impossible et pour cette espèce nous avons appliqué ici un rapport $\frac{\text{production}}{\text{biomasse}}$ calculé pour un biotope comparable.

PRODUCTION PRIMAIRE AERIENNE DES PHANEROGAMES DU MARAIS
D'YFFINIAC (SAINT BRIEUC)
(1980 - en tonnes sèches/ha)

	<i>Phragmites communis</i>	<i>Puccinellia maritima</i>	<i>Limonium vulgare</i>	<i>Obione portulacoides</i>	<i>Salicornia europaea</i>	<i>Spartina townsendii</i>
Marais d'Yffiniac	19,4	10,4	6,4	13,5	4,9	13
Estuaire de la Canche (DUVAL)			{ 5,6 (rosette) 10,0 (fleur)	20,7	3,1	4,1
Rade de Brest (PANTCHENKO)				12,1		
Mont St Michel (GUILLON)		7,1				

D'une façon générale, les valeurs de biomasse et de production sont comparables à ce qui est observé dans d'autres marais estuariens.

Phragmites communis présente un point particulier. INGRAM et al. (1980) fait état d'une production annuelle de 10 à 15 T/ha en Grande Bretagne. Dans les marais de l'estuaire de la Seine, elle est de 13,6 T/ha BINET, (1980) ; par contre, DUPONT (1978) cite des valeurs plus élevées pour ceux de la Loire (30 à 40 T/ha). Cette espèce présente une répartition géographique assez large et on peut supposer qu'il existe un gradient de production qui serait fonction inverse de la latitude. Ce phénomène a été mis en évidence aux Etats Unis pour *Spartina alterniflora* par TURNER (1976).

L'application de ces données spécifiques de production aux surfaces concernées à Yffiniac permet d'obtenir une estimation de la production des macrophytes de l'ensemble du marais.

PRINCIPALES DONNEES QUANTITATIVES CONCERNANT LA VEGETATION
MACROPHYTE DU MARAIS D'YFFINIAC (ST BRIEUC) (en matière sèche)

	Schorre	Hte slikke	Total marais
Superficie (en pourcentage)	62	38	100
Superficie (ha)	64,4	39,7	104,1
Production annuelle (T/an)	768	163	931
Production(en pourcentage)	82,5	17,5	100
Productivité annuelle moyenne (T/ha/an)	11,9	4,1	8,9

Ce tableau appelle quelques remarques :

- en valeur absolue, le schorre du marais d'Yffiniac produit 5 fois plus de matériel macrophytique que la haute slikke.
- à unité de surface égale, le schorre est 3 fois plus productif que la haute slikke; il faut rappeler que la végétation du schorre est représentée principalement par *Obione* et *Puccinellia*.
- la productivité de l'ensemble du marais est de 8,9 T/ha/an, ce qui est très inférieur à ce qu'observe DUVAL en Canche (23.6). Ceci est attribuable en partie au plus grand développement d'espèces productives comme l'*Obione* ou la *Phragmite* appartenant au schorre. Le plus grand développement du schorre vis-à-vis de la haute slikke en Canche est probablement dû à une plus grande protection hydrodynamique.

Deux facteurs contribuent à altérer le développement naturel du marais d'Yffiniac vers son état d'équilibre : l'extraction de la tange et le pâturage. L'extraction de tange est le fait d'une entreprise artisanale. Elle s'effectue au Nord de la jonction des 2 bras des marais (voir fig.n°5) dans ce que l'on peut considérer comme la basse slikke. Sans être important, le prélèvement de quelques milliers de m³ par an au pied du marais équivaut pour les 104 ha du marais à un déficit de sédimentation de l'ordre de quelques millimètres.

La moitié Sud du fond du marais est régulièrement pâturée par un petit troupeau. Le piétinement des bovins détruit la population naturelle d'*Obione* qui est remplacée par un gazon de *Puccinellia maritima*, ce qui constitue un phénomène classique. La modification de production qui en résulte est peu importante.

A la mauvaise saison, la chute des parties aériennes de la plupart des plantes du marais provoque la formation de débris. Par flottation, les grandes marées d'automne les déplacent au gré des courants et des vents rendant ainsi leur site de décomposition aléatoire. Cependant, il a été observé plusieurs fois un façonnage des débris en une sorte de cordon. Cette formation était abandonnée sur les bords du marais au niveau des

hautes mers et la décomposition des débris s'effectuait sur place. Par ailleurs, des feuilles d'Obione ont été fréquemment observées sur l'estran à basse mer. Il semble donc qu'une partie du matériel détritique reste dans le marais tandis qu'une autre est exportée; les proportions respectives sont inconnues.

La macrofaune a fait l'objet d'observations. Dans la végétation des crabes verts (*Carcinus moenas*) sont fréquemment présents ainsi que des *Hydrobia* spp., localement très nombreux, et des littorines. Dans les chenaux, on observe les bivalves *Scrobicularia plana*, dans les flaques des *Corophium* sp. et des *Hydrobia*. Lorsque la surface du sédiment est colorée par un revêtement d'algues unicellulaires, on observe par place des traces de brouillage par les mulets. Il est probable que certains poissons plats tels les flets doivent également faire des incursions à marée haute de vive eau.

3 - Microphytobenthos

Le microphytobenthos participe également à la production primaire du marais. Si les biomasses sont très faibles en comparaison de la végétation macrophyte, on admet généralement que sa production est loin d'être négligeable. Il est composé d'un feutrage de cyanophycées auxquelles sont associées de très nombreuses diatomées. GOULEAU (1976) a montré que ces diatomées abandonnent à la surface du sédiment des mucilages qui contribuent activement au processus de sédimentation.

Dans le marais d'Yffiniac, le microphytobenthos a été étudié sommairement par le dosage des pigments chlorophylliens du sédiment superficiel (1er cm). Quatre stations ont fait l'objet d'un échantillonnage :

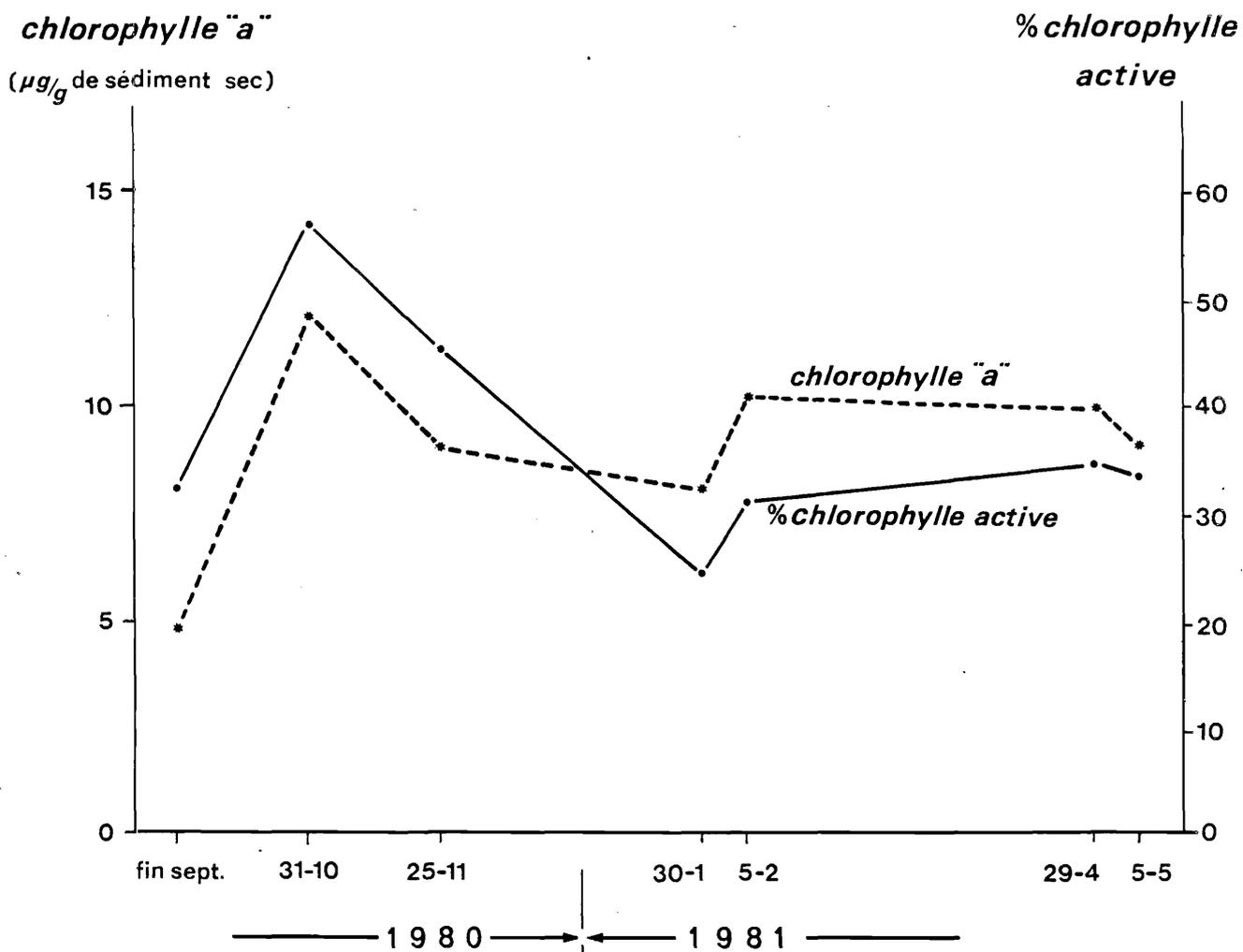
- 1) sur une banquette de vase nue du chenal,
- 2) dans la zone pionnière de la haute slikke parmi les salicornes éparses (zone pionnière),
- 3) dans la zone de salicornes denses (haute slikke)
- 4) dans la végétation dense de Puccinellia et Limonium (schorre)

Ces stations ont été visitées à 7 reprises (fin septembre 1980, 31.10.80- ME, 25.11.1980 - VE, 30.01.81 - ME, 5.02.81 - VE, 29.04.81 - ME, 5.05.81 - VE). Les méthodes sont exposées en annexe. Les résultats sont résumés ci-après sous leur aspect temporel et spatial. Le graphique schématisant l'évolution de la concentration de chlorophylle a du sédiment et celle du pourcentage de chlorophylle active appelle quelques remarques (fig.74) :

- . les valeurs portées correspondent à la moyenne des 4 stations du marais (chenal, zone pionnière, haute slikke et schorre) ;
- . l'évolution de la chlorophylle a et celle du pourcentage de chlorophylle active montrent une similitude très nette ;
- . il ne semble pas exister de modifications systématiques des valeurs selon un rythme morte eau/vive eau ;
- . au vu des données disponibles, on ne décèle ni explosion printanière ni minimum hivernal net ;
- . le pourcentage de chlorophylle active ne dépasse qu'une fois 50%.

Pigments chlorophylliens du sédiment superficiel
du marais d'YFFINIAC (S^t Briec)

moyennes par missions



PIGMENTS CHLOROPHYLLIENS DU SEDIMENT SUPERFICIEL DU MARAIS
D'YFFINIAC (ST BRIEUC)
(moyennes par stations)

	Vase nue du chenal	zone pionnière	haute slikke	schorre
Chlorophylle a ($\mu\text{g/g}$ de sédiment sec)	6,3	5,2	13,0	11,7
Phaeophytine a ($\mu\text{g/g}$ de sédiment sec)	11,7	6,7	28,6	20,8
Pourcentage de chlorophylle active	34,9	43,6	31,2	36,0

On observe que dans les stations sans végétation ou à végétation clairsemée les concentrations en chlorophylle a et phaeophytine a sont plus faibles que dans les stations à végétation dense. Il ne semble donc pas que la végétation macrophytique entrave l'existence d'une biomasse microphytobenthique, au contraire.

PIGMENTS CHLOROPHYLLIENS DU SEDIMENT SUPERFICIEL DU MARAIS
DE L'ILE GRANDE (COTES-DU-NORD)

(d'après LE CAMPION - ALSUMARD et al., 1980)

	chenal	haute slikke	schorre
Chlorophylle a ($\mu\text{g/g}$ de sédiment sec)	95,0	85,1	89,9
Pourcentage de chlorophylle active	72,2	60,3	72,3

Les marais de l'Ile Grande près de Trégastel ont été étudiés à la suite de la pollution pétrolière causée par le naufrage de l'Amoco Cadiz. Les valeurs citées représentent des moyennes effectuées sur des sites peu pollués, échantillonnés aux mêmes époques de l'année que les nôtres.

HARGRAVE (1981), étudiant un marais de Nouvelle Ecosse, fait état de valeurs moyennes de chlorophylle a sédimentaire comprise entre 21 et 57 $\mu\text{g/g}$ de sédiment sec.

Il semble que, d'une façon générale, les concentrations pigmentaires observées dans le sédiment du marais d'Yffiniac soient peu élevées.

Conclusion

Le L.C.H.F. estime qu'actuellement, le marais d'Yffiniac est en état de sédimentation, mais la vitesse du processus n'est pas établie. Le nivellement que nous avons effectué constitue un état de référence à partir duquel des mesures pourront être faites ultérieurement.

Les espèces végétales observées sont classiques ; les plus connues sont :

- dans le schorre, *O. portulacoïdes*, *Puccinellia maritima*, *Limonium vulgare*,
- dans la haute slikke, *Salicornia europaea*, *Sueda maritima*, *Spartina townsendii*.

Les 104 hectares de végétation phanérogamique produisent annuellement 930 T. de matière sèche, à raison de 8,9 T/ha. Cette production est principalement le fait du schorre qui avec 62% de la superficie, assure 82,5% de la production totale. A titre de comparaison, le marais de la Canche en Manche Est produit 23,6 T/ha, avec un schorre constituant les 5/6 de la superficie totale.

L'étude du microphytobenthos a été traitée par le dosage des chloropigments du sédiment superficiel ; les valeurs de chlorophylle a observées sont comprises entre 5 et 13 µg/g de sédiment sec. Les comparaisons effectuées permettent de conclure que ces valeurs sont peu élevées, pour un marais.

Globalement, on peut dire que le marais d'Yffiniac est couvert d'une végétation dont la composition spécifique est classique ; au vu des éléments dont nous disposons, sa productivité primaire semble être assez peu élevée pour un biotope de ce type. Une raison pourrait en être sa disposition ouverte à l'action des agents hydrodynamiques, ou le volume modéré des apports d'eau douce qui le concernent.

NURSERIE

L'écosystème du fond de la baie exerce une influence sur l'ensemble de la baie, et en ce qui concerne la fonction de nurserie, cette influence revêt une importance privilégiée. En effet, les poissons plats qui constituent un groupe recherché par la pêche, effectuent leurs premiers stades de croissance, sur des fonds sableux, analogues à ceux identifiés ici. Il était intéressant de rechercher si le fond de baie assurait réellement cette fonction et dans quelles conditions.

Dans le cadre du Schéma d'Aptitude et d'Utilisation de la Mer de la baie de St Brieuc, le Comité d'Expansion Economique des Côtes du Nord a été chargé d'effectuer le recensement et l'étude des nurseries de l'ensemble de la baie. Nous ferons donc état des résultats qu'il nous a aimablement communiqués.

Pour son étude, le Comité d'Expansion a pratiqué des pêches au haveneau, à la senne et au chalut à perche. Cette étude, dont la première phase est achevée, permet cependant de faire un certain nombre de constats (LE DEAN et MOREAU (1980-1981) :

- il semble exister, en baie de St Brieuc, 3 nurseries principales : la plage d'Erquy-Val André, celle d'Etables et celle du fond de baie ;
- dans le fond de baie, les juvéniles de 2 espèces de poissons plats sont plus particulièrement abondants : la plie (*Pleuronectes platessa*), et la sole commune (*Solea vulgaris*) ;

Au bas de l'eau, la répartition des individus semble être à peu près homogène le long du rivage ; cependant, en période de vive eau, les arrivées de filières dans l'eau de mer paraissent drainer les juvéniles alentour et les concentrer.

Les données quantitatives exploitables ne sont pas encore disponibles. Ces résultats partiels appellent quelques remarques :

- . il n'est pas étonnant que le fond de baie revête une certaine importance en tant que nurserie. Sur les 5180 ha de plages découvrantes de la baie entre la Pointe de Minard et le Cap Fréhel, les plages du fond de baie (anses de Morieux et d'Yffiniac) en constituent la moitié. (2600 ha). Le fond de baie accueille trois cours d'eau totalisant un débit moyen de 9 m³/s., ce qui lui confère un avantage par l'apport de nourriture que cela représente et par la capacité d'appel de l'eau douce vis-à-vis des juvéniles. Enfin, du fait de son enfoncement relatif dans les terres et donc de son caractère semi-abrité, on observe une granulométrie plus fine du sédiment et corrélativement, une plus grande richesse en matière vivante. La plage de St Quay de mode battu présente un peuplement benthique comparativement peu riche et faiblement diversifié (MONBET, 1981).
- . Le régime alimentaire des plis d'âge 0, les plus abondantes, est constitué de polychètes de taille réduite, de siphons de bivalves qui sont des proies communément rencontrées sur la zone.
- . Les premiers résultats obtenus à propos des nurseries feront l'objet d'une vérification et d'une précision dans le futur.

Pour être complet, il faut signaler la présence de mulets dans le marais d'Yffiniac. Les flaques dont le fond est tapissé de diatomées colorées laissent souvent voir à mer basse des traces toujours jumelées caractéristiques du broutage par ces poissons.

En conclusion, on peut tenir pour certain que le fond de baie remplit la fonction de nurserie de poissons plats vis-à-vis de la baie elle-même. Les premiers résultats montrent que la plie et la sole commune sont les espèces concernées. La poursuite des travaux devrait permettre de confirmer ceci et d'apporter des précisions utiles sur les aspects quantitatifs de cette question.

EVOLUTION DU MILIEU

HYDROLOGIE

1) Evolution en l'absence d'aménagement

Les modifications de l'influence des eaux fluviales, en l'absence d'aménagement, dans la baie de Saint Briec, peuvent provenir de deux types de phénomènes qui sont :

- soit une évolution de la circulation des eaux dans la Baie due à des changements de la morphologie des fonds ;
- soit une modification de la qualité des eaux douces arrivant dans la baie.

En ce qui concerne le premier point, les études sédimentologiques en nature et sur modèle ont montré que les fonds étaient dans une situation de quasi-équilibre, avec cependant une faible tendance au colmatage dans l'Anse d'YFFINIAC ; ce régime sédimentologique de la baie ne devrait pas être susceptible de modifier à court terme la circulation des eaux dans la zone considérée ; c'est ainsi qu'il ne semble pas y avoir d'évolution prévisible importante des filières qui intéressent directement la circulation des eaux à B.M. ; de même l'évolution des fonds est trop faible pour entraîner des modifications des caractéristiques courantologiques au cours de la marée.

Par contre, la qualité des eaux douces parvenant à la baie de Saint Briec peut évoluer pour de multiples raisons :

- modifications des techniques agricoles (fertilisation, pratiques culturales...)
- modifications des rejets industriels et urbains (accroissements en volume, épuration).

2) Evolution en présence de l'aménagement

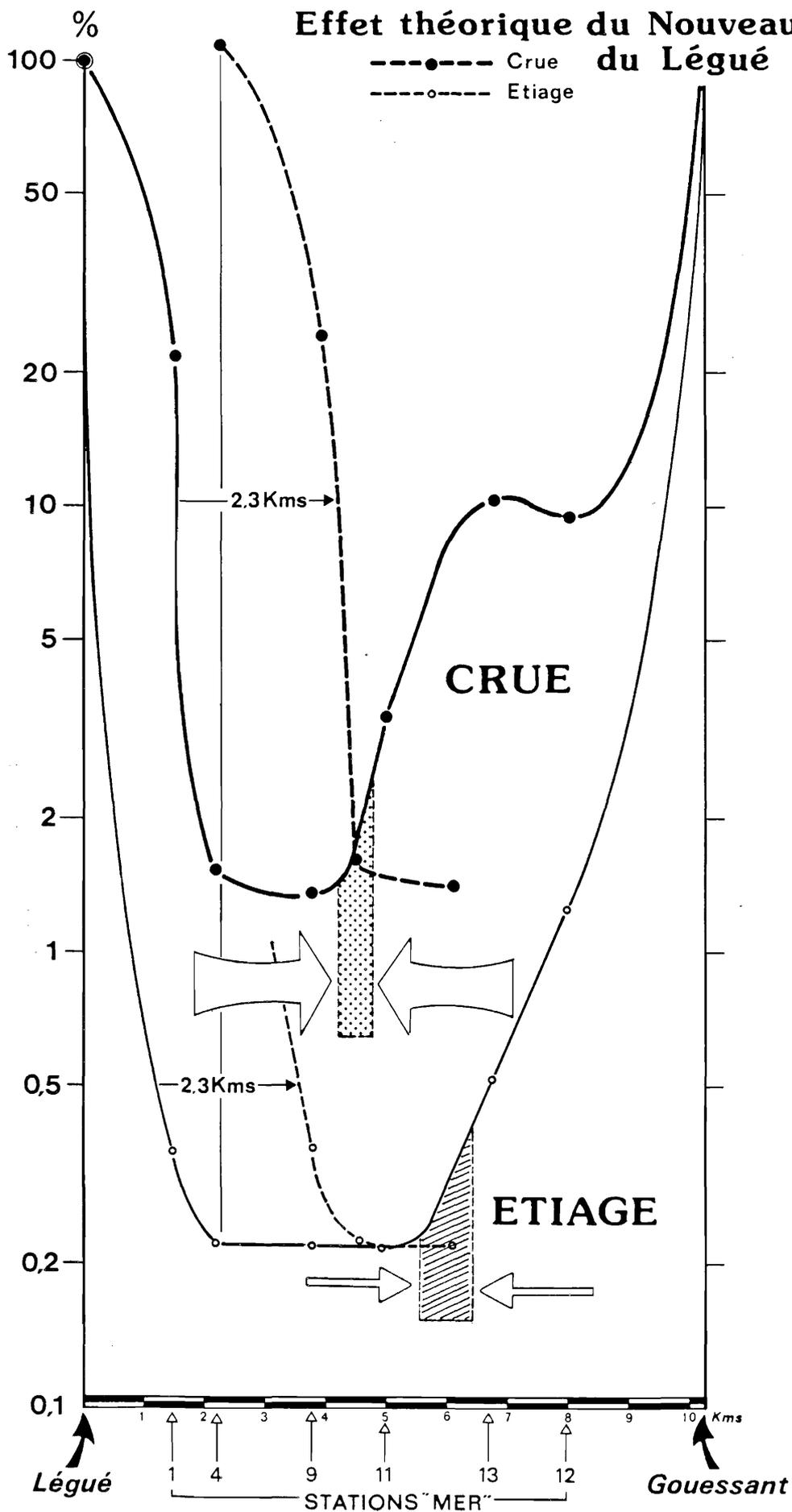
a) Déplacement du rejet dans un plan horizontal

La première conséquence de la création du nouveau port est le déplacement du point de rejet des eaux douces en provenance du Légué ; cette translation vers le Nord-Est sera de l'ordre de 2,3 km et rapprochera donc ce point de rejet de la zone des bouchots.

Une première approche théorique pour juger de l'effet à PM de ce déplacement sur la répartition des masses d'eau dans la baie consiste à considérer la courbe en U définie précédemment et qui donne le pourcentage d'eau douce le long d'une radiale LEGUE-GOUSSANT pour une situation d'étiage et une situation de crue (Fig.75) ; il est possible sur ce diagramme d'effectuer une simple translation de 2,3 km de la branche gauche de la courbe en U, correspondant au déplacement le long de la radiale étudiée, du point d'arrivée en mer des eaux du LEGUE ; cette translation montre (Fig.75) que le pourcentage d'eau douce au niveau de la station II actuelle (en bordure Ouest des bouchots)

**POURCENTAGE D'EAU DOUCE
A PLEINE MER
EN BAIE DE SAINT BRIEUC**

fig:75



n'augmenterait que de 0,2% en crue et serait inchangé en étiage. Cette approche reste théorique car le milieu n'est pas morphologiquement homogène le long de la radiale LEGUE-GOUSSANT ; elle donne sans doute un résultat par excès car le déplacement du point de rejet des eaux douces du LEGUE s'accompagnera d'un changement et, probablement, d'une amélioration des conditions de dispersion de ces eaux douces.

La création du nouveau port entraîne aussi un éloignement du point de rejet par rapport au fond de l'Anse d'YFFINIAC et peut donc contribuer à limiter le retour des eaux douces du LEGUE vers le fond de l'Anse ; cependant, la création du nouveau port provoquera des modifications courantologiques (cf. étude de L.C.H.F.) qui risquent de s'accompagner d'une accélération du transport des masses d'eau en flot vers l'anse d'YFFINIAC ; la résultante de ces deux effets antagonistes reste dans l'état actuel des connaissances difficile à cerner. Enfin, il faut signaler que dans le cas où il y a dérive de la masse d'eau due à des forts vents d'Ouest, les éléments rejetés au niveau du nouveau port parviendront plus rapidement dans la partie Est de la baie du fait même de la translation du point de rejet.

b) Déplacement du rejet sur la verticale

A son arrivée en mer l'effluent provenant du LEGUE subit l'influence de la marée et des déplacements de la masse d'eau. La construction de l'ouvrage projeté modifiera substantiellement les conditions d'introduction de l'effluent dans le milieu marin.

A propos des études bactériologiques, une hypothèse de comportement des effluents au long du cycle de marée a été développée. Elle aboutit à différencier pour chaque effluent deux contingents ayant chacun leur destinée propre (fig.72) et il apparaît que leurs proportions respectives sont conditionnées par le niveau du point de rejet par rapport à la marée, et en ce qui concerne le Légué, la construction du nouveau bassin devrait avoir une incidence.

La cote de l'écluse du nouveau bassin est prévue à +3 m CM, soit 2m au-dessous de l'écluse actuelle. La figure 76 illustre les modifications que l'on peut prévoir :

- diminution du temps d'écoulement en filière,
- allongement du temps d'accumulation dans l'avant-port au cours du flot,
- allongement du temps d'écoulement en pleine eau avant que les fonds n'assèchent.

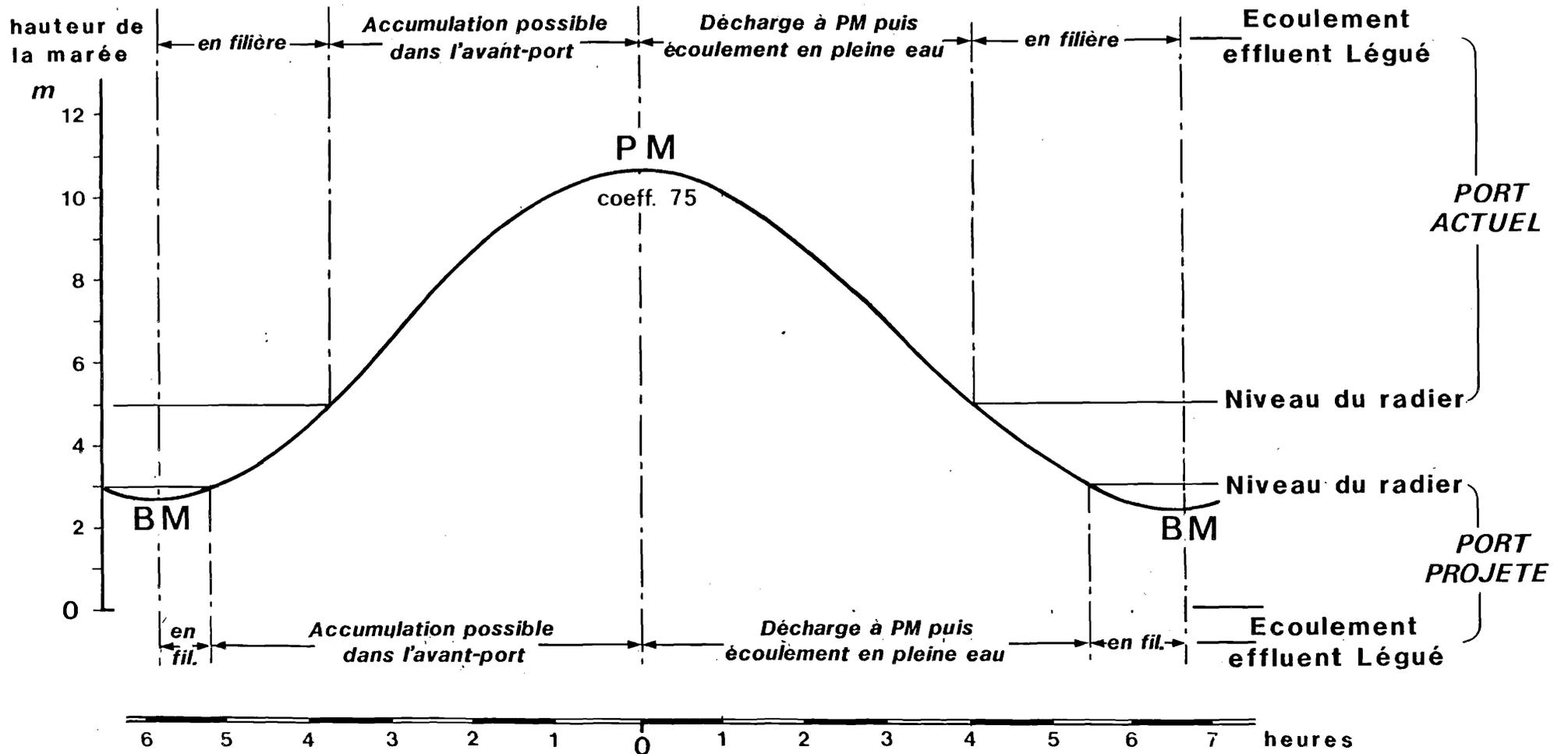
Globalement, l'abaissement du niveau de rejet aurait pour conséquence un accroissement du contingent d'effluent mieux dispersé, et une diminution du contingent balayant l'anse d'YFFINIAC.

Le phénomène se modifierait avec le coefficient de la marée.

fig:76

ECOULEMENT de l'EFFLUENT du LEGUE en MER
COMPARAISON PORT ACTUEL - PORT PROJETE
d'après LCHF

Coeff. 75



DUREE D'ECOULEMENT DU LEGUE EN FILIERE EN FONCTION DU COEFFICIENT DE MAREE

Coefficient	33	75	108
Port actuel (cote +5m CM)	0 h 45 mn	4 h 30 mn	5 h 0 mn
Port projeté (cote +3m CM)	0 h 0 mn	1 h 45 mn	3 h 30 mn

(d'après les courbes de marée du L.C.H.F.).

En morte eau la différence porterait moins sur le temps de trajet en filière toujours très long, que sur la hauteur d'eau susceptible de diluer l'effluent lors de son introduction dans le milieu. Par forts coefficients, la durée du trajet en filière passerait de 5 h à 3 h 30, mais c'est pour les marées moyennes que la différence serait la plus importante.

Si la répartition de l'effluent du LEGUE entre les deux contingents est modifiée par la construction de l'aménagement, la destinée de chacun est également susceptible d'être modifiée par les nouvelles conditions de dispersion et d'advection induites par l'ouvrage.

L'aménagement du nouveau port du LEGUE entraînera aussi une modification des courants entre la future digue Est et la Pointe du Grouin ; en particulier les expériences sur maquette du L.C.H.F. ont montré qu'il y aurait au droit de l'avant-port une augmentation des vitesses due au rétrécissement de la section ; cet accroissement des vitesses devrait permettre une meilleure dispersion des effluents en provenance du LEGUE.

Par ailleurs, les trajectoires étudiées sur le modèle entre le mi-flot et le mi-jusant indiquent une diminution du déplacement résiduel vers l'Est ; ceci devrait donc contribuer à diminuer le transport des effluents vers la partie Est de la baie et notamment vers la zone des bouchots.

En définitive, il semble donc que les effluents du LEGUE parvenant dans l'anse d'YFFINIAC subiront une diffusion plus importante qu'actuellement. Par contre, les conclusions concernant les phénomènes advectifs sont plus difficiles à tirer.

En ce qui concerne l'anse de MORIEUX, la dispersion des effluents du LEGUE susceptibles d'y parvenir peut être considérée comme plus favorable, et la diminution de la vitesse résiduelle vers l'Est pourrait compenser les effets du rapprochement du point de rejet vis-à-vis des bouchots.

1) Evolution en l'absence d'aménagement

Les études en nature et sur modèle réduit ont montré qu'il existait une tendance naturelle au colmatage de la petite baie par des sédiments d'origine marine. 200.000 m³ de sédiments pourraient se déposer annuellement sur les 7 km² de l'anse d'YFFINIAC. Le L.C.H.F. note en particulier l'exhaussement des deux principaux bancs sableux de la petite baie de SAINT BRIEUC qui est à rattacher à des mouvements sédimentaires dont la résultante est dirigée vers le Nord.

Cette tendance naturelle au colmatage, associée aux divagations aléatoires des filières, induira des modifications de faible ampleur au niveau des peuplements benthiques. L'exhaussement des bancs sableux, sans modifier la composition qualitative des peuplements marins, favorisera probablement l'extension du faciès d'appauvrissement latéral situé sur la rive Ouest de l'Anse d'YFFINIAC. Le petit crustacé *Corophium volutator* pourrait profiter de cet exhaussement pour établir des populations denses aux dépens des *Macoma balthica*. La divagation des filières étant un phénomène aléatoire, il est difficile d'en prévoir les effets. Il est toutefois vraisemblable qu'un équilibre s'établira entre les effets érosifs dans le nouveau cours emprunté par la filière et la colonisation par les organismes benthiques dans l'ancien chenal, après que l'équilibre sédimentaire du secteur concerné se soit effectué. Les valeurs moyennes de la biomasse et de la production devraient rester sensiblement identiques à celles observées actuellement.

2) Evolution en présence de l'aménagement

Les études sur modèle réduit menées par le L.C.H.F. montrent que l'implantation des digues selon le projet n°2 conduit à une altération du régime sédimentologique actuel, plus faible que celle constatée avec le projet n°1. C'est l'analyse des effets du projet n°2 qui sera examinée ci-dessous.

Les conclusions du L.C.H.F. permettent d'évaluer les modifications hydrauliques résultant d'un rétrécissement de la section de passage des eaux qui, au rythme des marées, entrent ou sortent de l'anse d'YFFINIAC. Cet étranglement de la veine liquide conduit à une concentration et une accélération des courants sur environ la moitié Ouest de la section subsistant entre la digue Est et la Pointe du GROUIN. L'extension du port isole en outre du reste de la baie la plage de SAINT LAURENT et les fonds qui la bordent et abrite partiellement des vagues des secteurs Nord et des courants le littoral situé au Sud de la Pointe de CESSON.

Ce nouvel état des conditions hydrodynamiques va modifier sensiblement le régime sédimentologique des fonds proches de l'aire d'extension du nouveau port. En particulier, une zone d'érosion d'ampleur limitée va se manifester à l'Est immédiat de la digue Est. Dans cette région, on constate la création d'une filière. On observe aussi une tendance au colmatage de l'anse d'YFFINIAC bien que ces modifications soient de faible ampleur. Sur les plages, la plage de SAINT LAURENT se comporte comme le fond d'une anse limitée au Nord Ouest par l'avancée de la Pointe du Roselier et au Sud Est par la digue Ouest de l'extension du port. Il est donc prévisible que cette plage continue à se garnir de la même façon que dans sa situation actuelle, mais que la sédimentation fine qui existe d'ores et déjà augmente sensiblement et abaisse la taille moyenne des grains.

La plage de CESSON se situe dans un secteur sédimentologiquement instable et le modèle n'a pas pu prévoir quelle sera l'évolution ultime de cette zone.

Compte tenu de ces modifications, l'évaluation des impacts sur les peuplements benthiques portera successivement sur les points suivants :

- Effets de l'emprise du Port,
- Effets des opérations de dragage et de la construction du bassin à flot,
- Colonisation des digues par des organismes sessiles,
- Evolution des peuplements benthiques des plages de SAINT LAURENT et CESSON.

a) Effets de l'emprise du port

La zone d'extension du futur port va s'étendre sur une superficie d'estran égale à 158 ha digues et terre-pleins compris. L'étude de l'état initial a montré que cette zone était occupée par un peuplement dominé par l'espèce *Tellina tenuis*, caractéristique des sables fins modérément brassés par les vagues. La zone d'emprise est établie sur un secteur dont la production est sensiblement égale à la production moyenne des estrans de la baie, c'est-à-dire environ 100 kg ha⁻¹an⁻¹ de matière organique fraîche. L'implantation du port ne touche donc pas une zone particulièrement riche par rapport aux autres secteurs du fond de baie. Sur les zones occupées par les terre-pleins et les digues, soit en tout environ 100 ha, il y aura destruction de l'ensemble des organismes qui vivent actuellement sur le secteur considéré.

La biomasse sur la zone d'emprise du port étant voisine de 5g poids sec par mètre carré, l'édification des ouvrages portuaires entraînera la perte de 5 tonnes de matière sèche, soit environ 17 tonnes de matière organique fraîche.

b) Effets des opérations de dragages et de la construction d'un bassin à flot

Dans le cadre du projet, il est prévu d'abaisser la cote du bassin à flot et celle du chenal d'accès à +3 m. CM ce qui correspond approximativement à 1,5 million de mètres cubes de sédiment à draguer. Dans les zones draguées, le bassin à flot constitue une superficie de 58 ha et le chenal d'accès une surface d'environ 15 ha. Sur ces 73 ha, les opérations de dragage aboutiront à la destruction temporaire de la faune vivant dans le sédiment. 3,6 tonnes de matière organique vivante (poids sec) seront ainsi détruites temporairement.

Dans la zone du chenal d'accès au port, la recolonisation des fonds par la faune benthique est peu probable du fait de la vitesse des courants et de la circulation des bateaux qui maintiendront une instabilité permanente du substrat.

Dans le bassin à flot, de nouvelles conditions climatiques et édaphiques s'établiront. Elles seront très différentes de celles qui existent actuellement, et la recolonisation par des peuplements différents de ceux qui vivent actuellement à cet endroit est indubitable.

Les éléments majeurs qui influenceront l'établissement du peuplement seront :

- l'évolution des eaux du bassin à flot vers une salinité faible à nulle favorisant les espèces euryhalines ou franchement dulçaquicoles.
- les modifications hydrodynamiques s'accompagnant d'un changement notable de la granulométrie.
- le niveau du bassin à flot soumis à un régime artificiel sans rapport avec le rythme actuel d'exondation et d'immersion successives.

Cet ensemble de modification va se traduire au niveau de la faune benthique par une baisse importante de la diversité spécifique et un remplacement des espèces marines par des espèces saumâtres puis des espèces dulçaquicoles. La vitesse d'évolution de cette succession n'est pas prédictible et elle dépendra en grande partie du taux de renouvellement des eaux du bassin à flot. Il est fort probable qu'à terme, les peuplements benthiques se réduisent à un peuplement pauvre dominé par des nématodes et des oligochètes.

c) Colonisation des digues par des organismes sessiles.

Les importantes surfaces d'enrochements mises à la disposition des organismes marins seront rapidement colonisées par des organismes fixés (balanes, moules, algues).

L'endroit le plus propice à cette recolonisation est la face Ouest de la digue Ouest, qui est relativement bien abritée des houles de secteur Nord et Nord Est.

Dans ce secteur, les ceintures algales seront probablement bien développées (*Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum*) et la biomasse de ces algues pourrait atteindre 3 à 5 kg x m² poids frais si la turbidité n'est pas trop importante.

Sur la digue Est, il est probable que les peuplements associés aux enrochements seront plus clairsemés et leur biomasse beaucoup plus faible. La proximité d'un rejet d'eau douce (eau du bassin à flot) riche en sels nutritifs pourrait favoriser le développement d'espèces algales nitrophiles telles que les entéromorphes et les ulves.

d) Evolution des peuplements benthiques des plages de ST LAURENT et CESSON.

Sur la plage de ST LAURENT les modifications hydrodynamiques et sédimentologiques créées par la construction du port devraient contribuer à accroître de façon sensible la diversité et la biomasse de ce secteur. En effet, le mode plus abrité de cette petite baie et l'augmentation prévisible de la teneur en particules fines du sédiment vont favoriser à la fois le recrutement des jeunes individus (notamment mollusques et polychètes) et le développement des adultes.

Aux côtés des tellines des arénicoles et des lanices, les *Macoma balthica* devraient trouver dans cette zone des conditions environnementales correspondant mieux qu'actuellement à leurs exigences écologiques.

A l'Est de la digue Est, au droit de la Pointe de CESSON, au contraire il est probable que l'instabilité sédimentaire liée à l'augmentation de la vitesse des courants le long de la jetée Est provoquera une diminution de la diversité et de la biomasse des peuplements benthiques en ce moment en place.

e) Bilan récapitulatif des impacts

L'édification du futur Port du LEGUE, sur 158 ha d'espaces intertidaux, va entraîner une série de modifications sur la faune et la flore benthique qui peuplent ce secteur. Ces modifications seront surtout sensibles au voisinage du futur port et elles affecteront à des degrés divers environ 15% de l'ensemble de l'Anse d'YFFINIAC.

L'implantation des ouvrages portuaires ne touche pas une région particulièrement riche de la baie puisque dans ce secteur la production de la macrofaune benthique est sensiblement égale à la production moyenne de l'ensemble des estrans du fond de la baie de St Briec (YFFINIAC et MORIEUX), soit environ 100 kg ha⁻¹ an⁻¹ de matière organique fraîche. En outre, les peuplements benthiques de l'Anse de MORIEUX ne seront pas, du moins de façon directe, affectés par la réalisation du projet.

Les modifications qui résulteront de la construction du port, se traduiront par un impact négatif sur les secteurs occupés à la fois par les zones de remblai, l'emprise des digues, celle du bassin à flot et du chenal d'accès. On peut estimer que 7 % des peuplements du fond de la baie de St Briec (marais non compris) seront détruits définitivement, ce qui équivaut à une perte annuelle de 20 tonnes de matière organique fraîche susceptible de servir de nourriture aux poissons.

Cet effet négatif sera partiellement compensé par une augmentation prévisible de la biomasse sur la plage de ST LAURENT. Cette zone qui sera bien abritée devrait voir sa diversité spécifique et sa biomasse moyenne augmenter sensiblement du fait d'un abaissement de la médiane granulométrique et du développement des algues sur les enrochements constituant la digue Ouest du port. Ces nouveaux peuplements pourront se développer et prospérer à condition que la turbidité des eaux ne soit pas trop importante.

Compte tenu de son exposition à un hydrodynamisme plus violent, la digue Est ne pourra supporter que des peuplements algaux clairsemés. Il est, par ailleurs probable que la proximité d'eau douce provenant du bassin à flot favorise le développement d'espèces algales nitrophiles telles que les entéromorphes et les ulves.

L'ensemble des résultats obtenus par cette étude sur les peuplements benthiques de la baie de ST BRIEUC, montre donc que les impacts du projet sur cette portion de l'écosystème sont d'importance mineure et localisés à proximité immédiate du futur port. On ne peut donc raisonnablement pas prévoir de conséquences particulièrement néfastes susceptibles d'endommager sérieusement le potentiel biologique de la zone intéressée par l'extension du port du LEGUE.

POLLUTION

1) Micropolluants (chlorobiphényles, pesticides, métaux lourds)

Le LEGUE et plus spécialement le GOUEDIC constituent la principale source de chlorobiphényles (PCB), de pesticides et probablement de métaux lourds du fond de la baie de SAINT BRIEUC. Les analyses effectuées permettent de constater que les polluants ne sont présents en quantité significative que dans le bassin à flot actuel, dans l'avant-port et accessoirement au Nord de la presqu'île de HILLION, sans que les concentrations observées dans chaque type de milieu puissent être considérées comme importantes.

a) Evolution en l'absence d'aménagement

Les PCB sont présents dans de très nombreux secteurs industriels et l'évolution de leurs concentrations dépendra du niveau général du développement industriel et urbain sur lequel il est difficile de faire actuellement des pronostics. Les métaux lourds proviennent d'activités plus spécifiques et leurs niveaux futurs dépendront du développement des industries concernées. Quant aux pesticides, paradoxalement leur origine semble urbaine sans que l'on puisse exactement discerner leur source, et il ne paraît pas possible de prévoir l'évolution de leurs apports.

Les niveaux de pollution sont également sous la dépendance des processus de transfert qui sont liés à la présence d'éléments sédimentaires fins. Or, en fond de baie, les sédiments fins sont en faible proportion, sauf aux embouchures des cours d'eau. A moins d'éléments nouveaux tels que des changements importants des structures agricoles induisant des arrivées massives de matières fines, il semble que l'évolution naturelle probable des micropolluants en fond de baie ne conduise pas à faire déborder leur répartition de la zone du LEGUE où ils sont actuellement confinés pour leur plus grande part.

b) Evolution en présence de l'aménagement

b.1. Durant la période des travaux, les matières fines de l'actuel avant-port et les polluants qui y sont adsorbés sont susceptibles d'être partiellement remis en suspension. Il conviendra de retenir au maximum les eaux chargées et d'assurer leur clarification avant rejet dans le milieu.

Il est prévu que les matériaux provenant des dragages d'établissement du port soient utilisés pour la confection des terre pleins. Ceux-ci seront protégés intérieurement et extérieurement par des enrochements. Ces derniers devront être étanches vis-à-vis des vases qu'on serait éventuellement amenés à déverser entre eux.

b.2. En situation de routine, et en supposant les apports de polluants semblables à ce qu'ils sont actuellement, il est vraisemblable que la zone impactée s'étendra aux fonds du futur bassin à flot et à ceux du futur avant-port, décalquant ainsi en l'agrandissant la situation actuelle. Mais l'augmentation probable du pourcentage de matières fines en certains points de l'anse de SAINT LAURENT implique l'apparition possible de concentrations significatives de polluants. Quant aux valeurs susceptibles d'être atteintes, leur niveau est très directement lié à l'évolution des activités que le nouvel équipement portuaire et les circonstances pourront induire, et il sera affecté à l'inverse par l'efficacité des moyens de traitement qui pourront être mis en place.

En résumé, l'extension du port du LEGUE aura pour effet d'étendre la répartition des micropolluants vers le Nord-Est, mais ils devraient rester confinés dans les futures installations et l'anse de SAINT LAURENT. Des précautions sont à prendre durant la phase de travaux.

2) Bactériologie

Les eaux des anses d'YFFINIAC et de MORIEUX sont affectées par une contamination bactérienne d'origine fécale dont le niveau est préoccupant. Cette contamination provient des affluents qui s'y déversent et du faible renouvellement du milieu récepteur. Le LEGUE délivre le flux le plus important suivi de l'URNE et du GOUessant, sauf au moment de la crue où ce dernier devient prépondérant. En ce qui concerne les bouchots mytilicoles, ils sont principalement sous l'influence du GOUessant, mais le LEGUE contribue avec l'URNE à leur contamination. C'est probablement cette contribution que l'on peut observer à pleine mer lorsque le GOUessant ne la masque pas.

a) Evolution en l'absence d'aménagement

L'évolution de la pollution en fond de baie est liée à l'évolution des sources de polluants. Pour le LEGUE et pour l'URNE, elle sera surtout conditionnée par l'accroissement de l'urbanisation et l'augmentation de la population raccordée aux stations d'épuration de SAINT BRIEUC et d'YFFINIAC.

Pour sa part, le flux de pollution du GOUessant est lié au développement des élevages industriels porcins et avicoles du bassin versant.

En l'absence de l'aménagement projeté, les processus de dispersion et d'advection des polluants ne devraient pas subir de changements notables.

En résumé, on peut simplement constater que l'évolution de la pollution bactérienne du fond de baie en l'absence d'aménagement dépendra uniquement de l'évolution des sources.

b) Evolution en présence de l'aménagement

b.1. Les apports

La réalisation de l'aménagement projeté devrait avoir pour conséquence une augmentation des activités et donc du flux polluant du LEGUE, sans que l'on puisse prévoir avec précision le niveau qui sera atteint.

En revanche l'effet de "lagunage" devrait être notablement amélioré par rapport à la situation actuelle. Le terme de lagunage ne correspond d'ailleurs pas exactement à la réalité, puisque ce processus requiert des bassins d'une profondeur de 0,30 m ou de 0,80 m selon le procédé mis en oeuvre, alors que le bassin actuel a une profondeur de 5 m environ (le futur bassin aura une hauteur d'eau de 7 m).

Actuellement, le séjour des polluants dans le bassin du LEGUE induit un abattement de 70% du nombre de germes. Comparativement à l'importance des flux, cela reste faible. Les rejets sont superficiels et la diffusion dans la masse d'eau n'affecte que le premier mètre superficiel. Les trajets dans le bassin sont courts (1200 m pour le GOUET et 350 m pour le GOUEDIC) et la SAGETOM a calculé que le temps de séjour moyen était de l'ordre de 12h.

Les améliorations qu'elle suggère sont l'introduction des effluents en tête du bassin n°2 par un diffuseur placé sur le fond, et l'équilibrage de la température des rejets avec celle du bassin pour prévenir leur remontée rapide. L'étude prévoit que dans de telles conditions le temps de séjour pourrait être porté à 2,5 ou 3 jours dans les meilleures conditions, et on reste loin des 30 jours préconisés par l'Agence de Bassin Loire-Bretagne pour un lagunage de finition.

Dans la situation où le nouveau bassin à flot serait construit, les conditions de "lagunage" seraient améliorées. Sans modifier les conditions actuelles d'introduction de l'effluent, la distance minimum à parcourir avant rejet serait multipliée par 3 pour le GOUET (3.700 m) et par 8 pour le GOUEDIC (2.850 m) et la plus grande largeur du futur bassin à flot devrait faciliter la diffusion horizontale. Néanmoins, il est très vraisemblable qu'on restera très éloigné du temps de séjour souhaitable cité plus haut.

En supposant que les aménagements proposés par la SAGETOM dans le port actuel soient réalisés, que la communication entre les anciens bassins et le nouveau s'effectuent dans les conditions idéales et que les modalités de dispersion et d'advection dans le nouveau bassin soient optimum, le temps de séjour moyen serait de l'ordre de 13 jours pour un débit entrant moyen de 4,6 m³/s.

On constate donc que si l'aménagement projeté doit accroître la quantité d'effluents, il augmentera également leur temps de séjour avant rejet dans le milieu marin, sans que cette durée puisse cependant conduire à une épuration véritable, même dans le meilleur des cas.

b.2. En mer

A propos de l'évolution des paramètres hydrologiques du milieu, il a été noté que l'aménagement du nouveau port améliorerait la dispersion des effluents provenant du LEGUE et diminuerait leur déplacement résiduel vers l'Est entre le mi-flot et le mi-jusant, ce dernier point étant susceptible de compenser les effets du rapprochement du point de rejet vis-à-vis des bouchots.

Ces prévisions concernent également la composante bactérienne de l'effluent du LEGUE dont on ne peut pas prévoir le niveau futur, mais dont le devenir en mer devrait se présenter plus favorablement vis-à-vis de l'anse de MORIEUX tout au moins.

Au total, du point de vue bactériologique, nous sommes en présence d'un ensemble de facteurs d'évolution dont certains sont positifs et d'autres négatifs, mais qui ne sont pas connus avec suffisamment de précision pour qu'une pondération puisse être effectuée. Tout au plus peut-on prévoir que, par rapport à la situation actuelle dans laquelle le LEGUE contribue de façon minoritaire à la contamination de la zone des bouchots et de façon conséquente à celle de l'anse d'YFFINIAC, la construction du nouveau port du LEGUE ne devrait pas apporter de modifications très importantes. Néanmoins, devant les incertitudes du pronostic, il paraît souhaitable de s'entourer de certaines garanties en prévoyant des mesures de type conservatoire. Ainsi, il serait judicieux d'inclure dans le projet technique un équipement de temporisation programmable permettant de rejeter l'effluent du nouveau bassin aux heures de marée souhaitées. Une accumulation de 10h des eaux du GOUET et du GOUEDIC en débit moyen équivaldra à une hauteur de 20 cm de l'ensemble des plans d'eau. De plus, la possibilité de choisir le niveau de prélèvement de l'eau dans le port permettrait d'accroître la qualité du rejet.

Enfin, on ne saurait insister trop sur l'intérêt qu'il y aurait à traiter le problème à son origine, en désinfectant l'effluent de la station d'épuration de SAINT BRIEUC. Celle-ci est responsable des trois quarts des apports bactériens dans le LEGUE et la suppression quasi totale des germes qui en proviennent par le biais d'un traitement au dioxyde de chlore par exemple, améliorerait considérablement l'état bactériologique de l'ensemble du fond de la baie de SAINT BRIEUC.

3) Marée verte

L'échouage de grandes quantités d'algues vertes sur les estrans des anses de MORIEUX et d'YFFINIAC et leur pourrissement sur place constituent le phénomène de marée verte. Ces algues proviennent des roches de SAINT QUAY et de leurs abords.

a) Evolution en l'absence d'aménagement

La méconnaissance des causes précises du phénomène et de ses mécanismes ne permet pas d'avancer de véritables prévisions à ce sujet. A notre connaissance, un relevé objectif et régulier des productions d'algues et des atterrissements reste à faire. On peut penser que toutes choses égales par ailleurs, une augmentation des apports généraux de sels minéraux ne pourrait qu'accentuer le phénomène.

b) Evolution en présence de l'aménagement

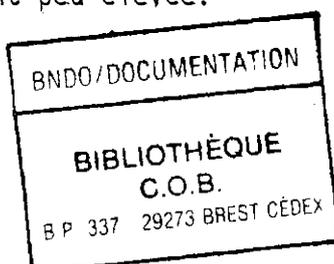
Si le déplacement des masses d'eau de l'anse d'YFFINIAC s'effectue actuellement vers l'Est, l'étude courantologique du L.C.H.F. montre que ce courant résiduel serait probablement affaibli ou annulé par le nouvel ouvrage. Cependant, les données à disposition ne permettent pas de déterminer si une partie d'éventuels apports supplémentaires de sels nutritifs dus à l'accroissement des activités portuaires serait susceptible de se faire sentir jusque dans la zone de production d'algues de SAINT QUAY.

Localement, la modification des courants induite autour du nouveau port pourrait donner lieu à une certaine redistribution des atterrissements.

En tout état de cause, si des modifications devaient se produire à ce point de vue en liaison avec l'extension du port du LEGUE, elles ne devraient pas a priori présenter d'importance particulière.

MARAIS

Dans son état actuel, le marais d'YFFINIAC serait le siège d'une sédimentation dont la vitesse n'est pas connue et qui est estimée par le L.C.H.F. à quelques centimètres par an. Les espèces végétales observées sont classiques, et la production de l'ensemble schorre et haute-slikke est moyenne. La biomasse du microphytobenthos semble également peu élevée.



1) Evolution en l'absence d'aménagement

L'examen des photographies aériennes de 1926-1961-1966-1973-1978 et celui du levé effectué par nos soins en 1980, nous renseignent utilement sur l'évolution récente du marais. La limite de végétation a fluctué avec le temps, mais il ne semble pas se dégager une tendance générale d'évolution des superficies du schorre et de la haute slikke (fig.77 et 78).

La planimétrie du schorre et de la haute slikke pour les différentes situations représentées permet d'apporter quelques précisions. Les données chiffrées sont regroupées dans le tableau ci-après :

EVOLUTION TEMPORELLE DES SUPERFICIES DU MARAIS D'YFFINIAC (en hectares)

	1961	1966	1973	1978	1980
Schorre	81	75	79	72	59
Haute slikke	4	43	32	33	36
Total	85	118	111	105	95

La couverture 1926 étant incomplète a été exclue. Par ailleurs, les manipulations d'échelle nécessaires conduisent à une certaine imprécision des résultats de la planimétrie.

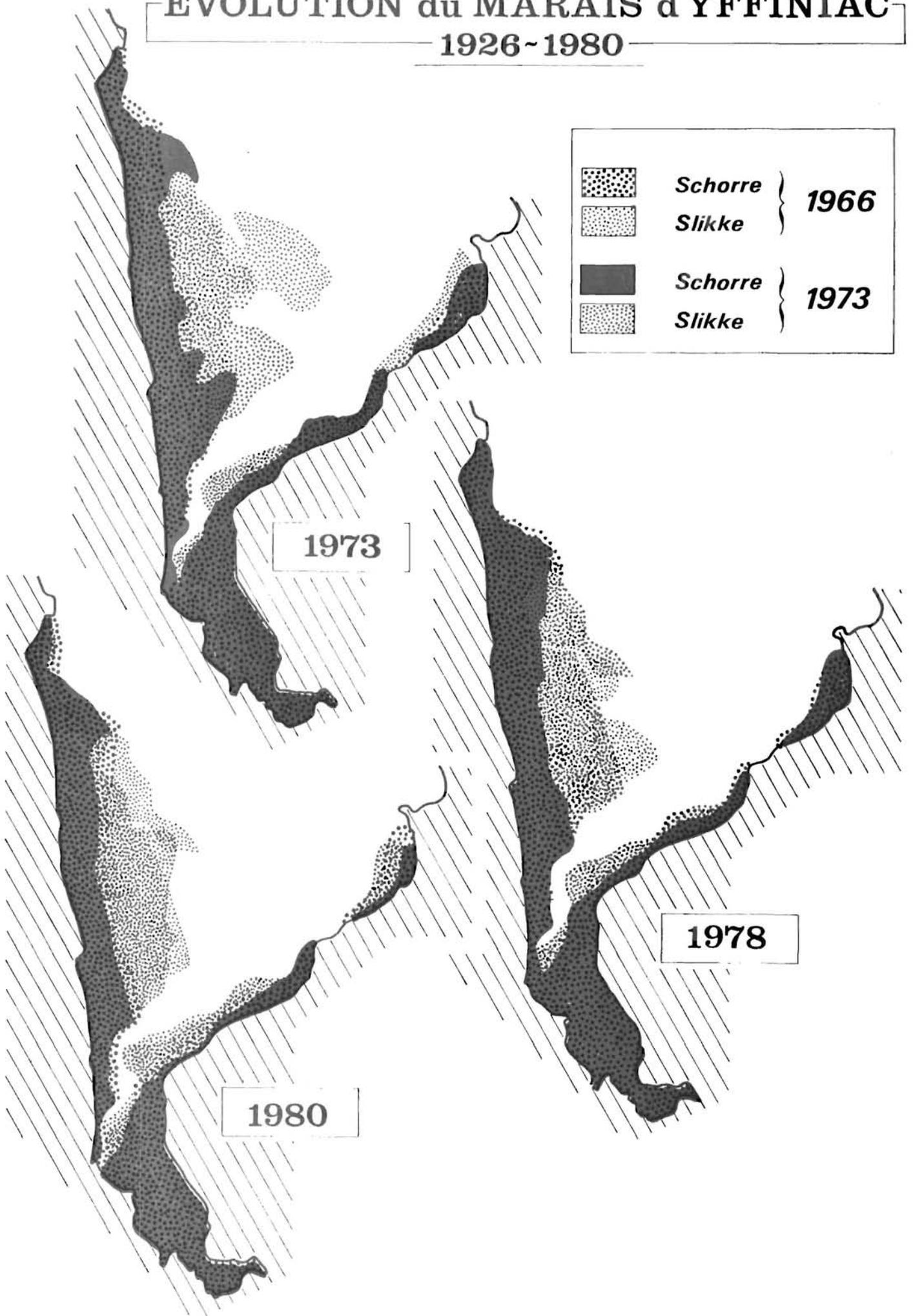
Cependant, l'examen des 5 dernières situations permet de constater que :

- la surface totale du marais a augmenté entre 1961 et 1966 pour décroître ensuite ;
- le schorre a fluctué jusqu'en 1973, date à partir de laquelle sa surface s'est réduite ;
- la haute slikke a progressé très rapidement entre 1961 et 1966 et reste depuis dans un état de stabilité.

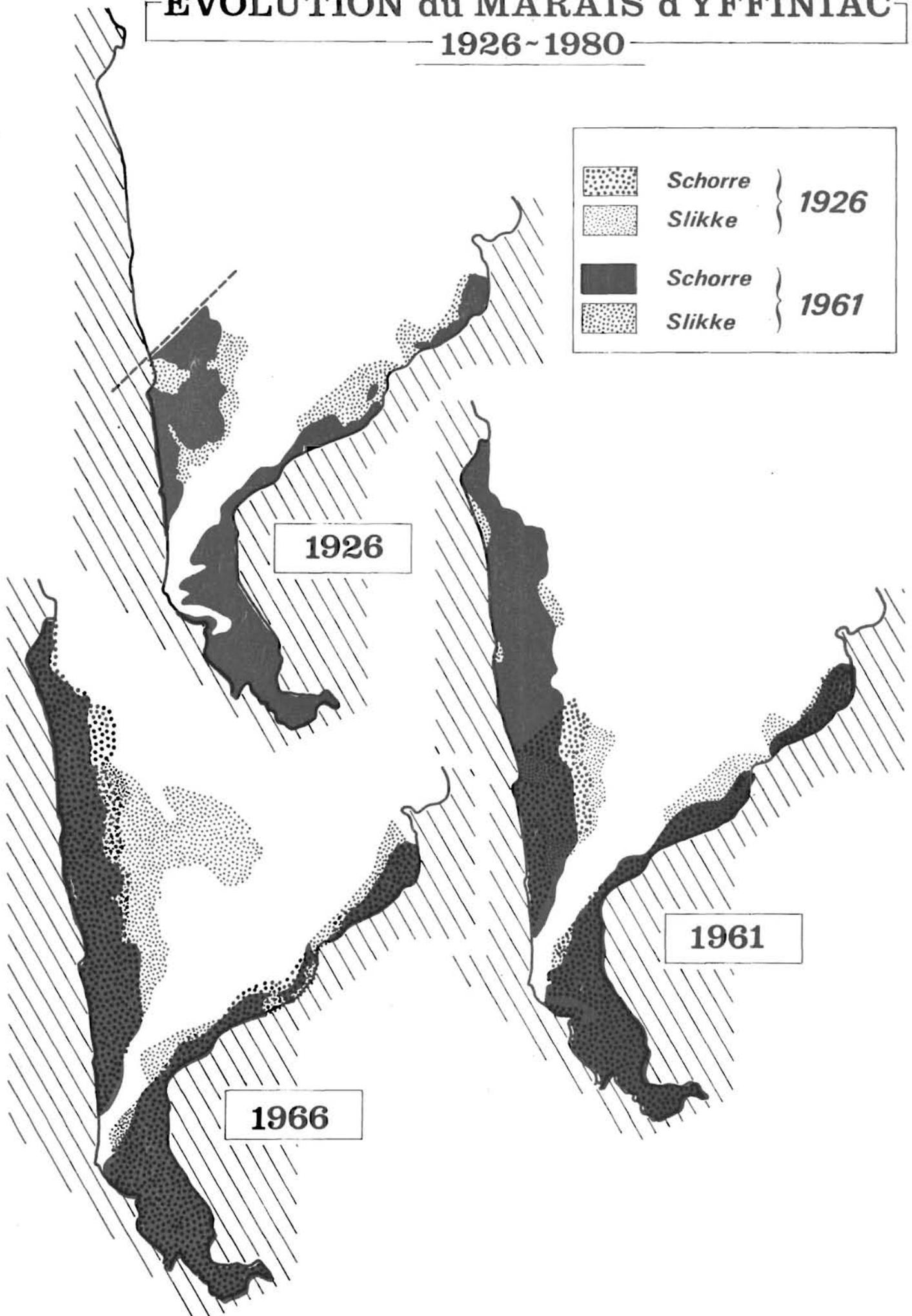
Du point de vue spatial, la répartition des phénomènes est assez nette :

- le fond du marais est d'une remarquable stabilité ;
- au raccordement des deux branches du V, la section de passage s'est réduite entre 1926 et 1966 et n'a que peu varié ensuite ;
- la branche orientale du marais est relativement stable hormis son extrémité Nord, qui est d'ailleurs actuellement en phase d'érosion ;
- la branche Ouest évolue nettement depuis 1966 ; la haute slikke présente un contour différent à chaque situation tout en conservant une superficie équivalente ; le schorre semble suivre le même processus mais de façon atténuée.

EVOLUTION du MARAIS d'YFFINIAC 1926~1980



EVOLUTION du MARAIS d'YFFINIAC
1926-1980



	<i>Schorre</i>	} 1926
	<i>Slikke</i>	
	<i>Schorre</i>	} 1961
	<i>Slikke</i>	

1926

1961

1966

En résumé, l'évolution spatiale du marais semble globalement nulle ou légèrement régressive. Si les parties méridionale et orientale semblent évoluer peu ou pas, la branche occidentale en revanche paraît constituer la fraction la plus mobile du marais.

L'absence d'extension des surfaces du marais peut laisser penser qu'il n'y a pas de sédimentation. Mais la réalité pourrait être plus nuancée. Le processus dans lequel alterneraient un exhaussement général des niveaux et une érosion frontale, pourrait induire une élévation du schorre sans qu'aucune partie du marais ne s'étende. Mais cela devrait être marqué par l'existence d'une microfalaise, qui n'est pas observée ici. Par ailleurs, un phénomène de compactage progressif serait susceptible de masquer la sédimentation. En attendant que des mesures de niveaux ultérieures nous permettent de trancher à l'aide de données chiffrées, on peut valablement supposer que la sédimentation est faible ou nulle.

La relative stabilité du marais depuis 50 ans peut être a priori extrapolée au futur et si d'autres facteurs tels qu'une poldérisation ou une modification des conditions d'extraction de la tange n'interviennent pas, il ne semble pas y avoir de raison pour que le marais se modifie notablement avec le temps.

2) Evolution en présence de l'aménagement

La construction de l'ouvrage projeté provoquera un certain rétrécissement de la section de passage des eaux entrant dans l'anse d'YFFINIAC et en sortant. Selon le L.C.H.F. on peut en attendre une augmentation des processus de sédimentation dans la partie Sud. Il devrait s'ensuivre pour le marais soit une stabilisation, soit plus probablement une extension des surfaces en végétation. D'un point de vue spatial, c'est sur la branche Ouest dont le caractère actif a été noté plus haut, que le phénomène a la plus grande probabilité de se produire, à condition qu'aucun déplacement important de la filière à ce niveau ne vienne renverser la situation actuelle.

Au cas où la branche Ouest du marais s'étendrait, cela se ferait en direction du Nord-Est, en colonisant une zone de sable fin où la macrofaune benthique est relativement pauvre. Cette pauvreté du benthos est probablement à mettre en relation avec une instabilité du sédiment soumis à des érosions et des accrétions successives, phénomène lié à sa position en bordure du marais. Dans l'hypothèse où nous nous plaçons, il est probable que cette zone appauvrie sera elle-même déplacée vers l'aval (vers le Nord-Est) et remplacera une surface équivalente d'estran où le benthos présente une richesse moyenne.

Globalement, cela se traduira par le remplacement d'une biomasse de macrofaune benthique de 5,1 g de matière sèche/m² par une biomasse végétale phanérogame comprise entre 490 et 1940 g secs/m² selon l'espèce considérée. En ce qui concerne la production, chaque hectare transformé équivaldra au remplacement d'une production de macrofaune benthique de 32 kg de matière sèche/an par une production végétale halophile de 8900 kg secs/an. Bien qu'il ne s'agisse pas du même échelon trophique, la différence est cependant très significative.

Parrapport aux 1660 hectares de l'anse d'YFFINIAC, les 104 ha du marais ne représentent que 6,3%, le reste étant constitué d'une grande grève sableuse. Une augmentation de ce pourcentage peut être considéré comme bénéfique par le fait qu'il constitue un accroissement de la diversité des biotopes du fond de la baie. L'extension de la surface du marais serait d'autant plus favorable que le marais d'YFFINIAC, contrairement à d'autres marais maritimes tels ceux du Mont SAINT MICHEL n'est pas associé à un marais doux situé dans l'arrière pays, et serait probablement mise à profit en tant qu'abri par une avifaune assez importante.

En résumé, la réalisation de l'ouvrage projeté devrait augmenter les processus de sédimentation au niveau du marais. Cela aurait pour conséquence la stabilisation ou plus probablement l'extension des surfaces en végétation. Dans ce dernier cas, on aboutirait au remplacement d'une certaine superficie de benthos de richesse moyenne par une superficie équivalente de marais. Du point de vue des biomasses et des productions en jeu, le bilan net serait une augmentation importante des valeurs. Par ailleurs, une extension du marais constituerait un accroissement de la diversité des biotopes, favorable à l'avifaune.

NURSERIE

Les premiers résultats de l'étude menée par le Comité d'Expansion Economique des Côtes du Nord sur les nurseries de l'ensemble de la baie de SAINT BRIEUC fait apparaître une fréquentation du fond de baie par des juvéniles de plie (*Pleuronectes platessa*) et de sole commune (*Solea vulgaris*). Nous ne disposons pas de données quantitatives.

1) Evolution en l'absence d'aménagement

La morphologie des fonds est stable et ne semble pas susceptible d'induire une évolution des peuplements benthiques et de la nurserie. Une reconversion éventuelle des activités de pêche à la coquille St Jacques par exemple, au profit du chalutage pourrait avoir des répercussions sur le stock de poissons plats et par conséquent sur le nombre de juvéniles fréquentant le fond de baie.

2) Evolution en présence de l'aménagement

En ce qui concerne les peuplements benthiques, l'extension du port sur l'estran se traduira par la disparition d'une production annuelle de 20 tonnes de macrofaune exprimées en matière organique fraîche, soit 7% de la production de l'ensemble du fond de baie. L'enrichissement attendu de l'anse de St LAURENT devrait contribuer à minorer ces chiffres. Par ailleurs, la modification prévue du marais d'YFFINIAC conduira à une augmentation de la production primaire dont la macrofaune benthique voisine devrait profiter.

Sans supposer une proportionnalité stricte entre production de macrofaune benthique et valeur de la zone en tant que nurserie, on peut penser que les 7% cités plus haut représentent un ordre d'idée très vraisemblable de la perte d'intérêt maximum que pourrait subir la zone d'étude à ce point de vue.

Par ailleurs, les enrochements du port devraient constituer un support favorisant la présence de certaines espèces de poissons (mulets, bars) et de crustacés.

L'impact de l'extension du port sur la fonction de nurserie assurée de la zone peut être appréciée dans son ensemble comme relativement mineure.



Le site du Légué



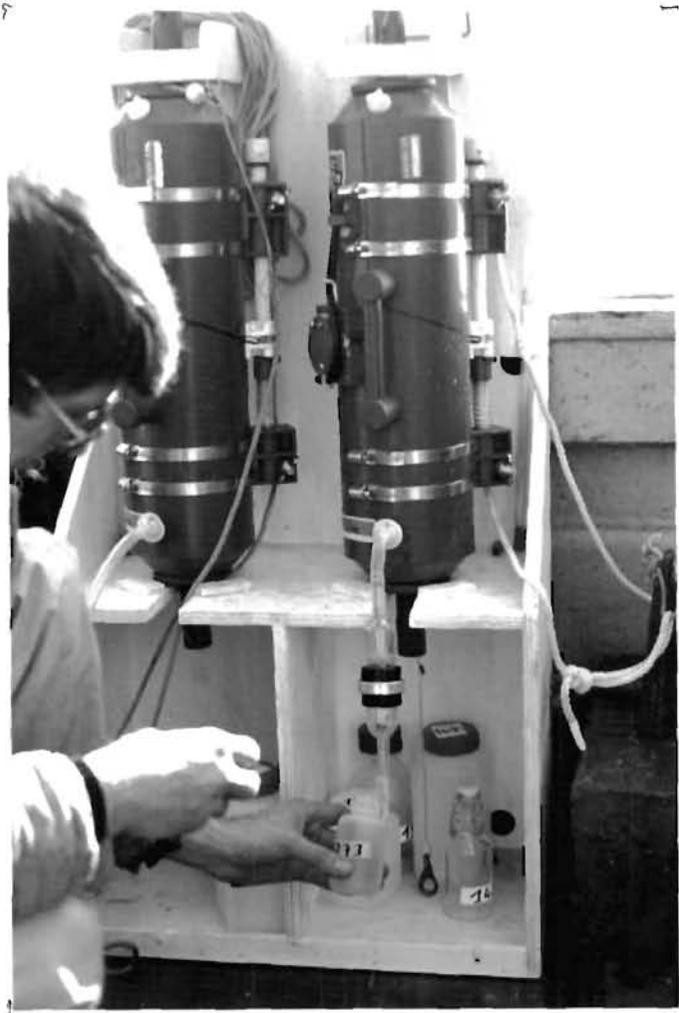
Le marais d'Yffiniac et le chenal de l'Urne



Bouchots mytilicoles dans l'anse de Morieux



Prélèvements de benthos sur l'estran



*Prélèvements d'échantillons hydrologiques
à la mer*



RESUME ET CONCLUSIONS

L'importance du projet d'extension du Port du Légué (Saint Briec) et l'absence d'étude de base sur l'environnement marin de cette zone justifiaient qu'une étude d'impact assez développée soit menée. Dans cette zone située au fond de la baie de Saint Briec, les points *a priori* sensibles étaient les suivants : les zones conchylicoles avoisinantes (bouchots mytilicoles de Morieux et coques de l'anse d'Yffiniac), les peuplements benthiques de la zone d'emprise portuaire au débouché de la ria du Légué, et le marais d'Yffiniac dont la végétation abrite une avifaune intéressante.

L'aire d'étude retenue comprend donc l'anse d'Yffiniac et l'anse de Morieux entre la ligne de côte et le zéro des cartes marines. A l'est l'anse de Morieux reçoit les eaux d'un bassin versant marqué par sa densité d'élevages porcins et avicoles, tandis que l'anse d'Yffiniac est plutôt sous l'influence de la ville de Saint Briec et de ses rejets industriels et domestiques.

La présente étude d'impact comporte cinq volets : hydrologie - pollution - benthos - marais d'Yffiniac - nurseries, dont les principaux résultats sont résumés ci-après.

HYDROLOGIE

Les eaux douces proviennent de trois cours d'eau :

- Le Légué (débit moyen : 4,6 m³/s) drainant les effluents de Saint Briec et provenant de la jonction du Gouet et du Gouédic, est remarquable par ses teneurs élevées en ammonium (de 72 à 350 µatg N - NH₄/l).
- L'Urne (débit moyen : 2,0 m³/s) est caractérisée par ses valeurs élevées en phosphate (de 5,8 à 32,8 µatg P - P₀₄/l) et faibles en ammonium (de 8 à 25,7 µatg N - NH₄/l),
- Le Gouessant (débit moyen : 2,4 m³/s) se distingue par des rapports azote assez élevés, phosphore marque de son bassin versant agricole.

L'ordre précédent correspond à celui de l'importance moyenne des flux de sels nutritifs délivrés, sauf en période de crue où le Gouessant prend la première place. Globalement les débits en jeu sont modestes vis à vis du milieu récepteur où les salinités ne s'abaissent de façon importante qu'à proximité des embouchures ; les concentrations de sels nutritifs observées à pleine mer dans la zone sont généralement inférieures à celles de la Rade de Brest. Le brassage des eaux sur cet estran de 2600 hectares induit une homogénéité des valeurs sur la verticale et rend plus délicate la détermination des zones d'influence respectives des affluents. Néanmoins le marquage des différents cours d'eau par les sels nutritifs a permis de situer la limite d'influence des eaux du Légué à pleine mer - au milieu de l'anse de Morieux en étiage et - à la presqu'île d'Hillion en crue. Avec la marée les effluents plus ou moins dilués balayent l'estran qui est soumis périodiquement à des concentrations variables d'éléments nutritifs et de polluants. Le mouvement résiduel des masses d'eaux étant orienté vers l'Est

(L.C.H.F.), les eaux du Légué parviendraient donc dans l'anse de Morieux. La turbidité paraît dépendre à la fois des apports des cours d'eau et des remises suspension dues à l'agitation de l'eau. Le phytoplancton montre une évolution classique, et les valeurs observées ne présentent pas de particularités notables pour ce type de milieu.

Le L.C.H.F. indique par ailleurs que les fonds sont stables et l'évolution des paramètres hydrologiques en l'absence d'aménagement devrait provenir surtout d'une éventuelle modification des apports. L'évolution que l'on peut prévoir en présence de l'extension du port est la résultante d'un ensemble de facteurs :

- les apports du Légué seront probablement augmentés du fait de l'accroissement des activités sans qu'on puisse prévoir leur niveau futur,
- le déplacement du point de rejet de 2,3 km vers le nord-est (donc vers les bouchots) est en quelque sorte contrebalancé par la suppression de la résiduelle vers l'est, que le L.C.H.F. a noté durant la moitié du cycle de marée,
- la dispersion des effluents devrait être meilleure du fait d'une accélération des courants près de l'ouvrage et du fait de l'abaissement du point de rejet sur la verticale qui assure à ce dernier un plus grand volume diluant. De ce point de vue on peut dire que le nouveau port jouera le rôle d'un émissaire.

Mais chacun de ces facteurs n'est pas connu avec assez de précision pour que nous puissions les pondérer et parvenir à un bilan. Tout au plus peut-on dire qu'*a priori* l'impact ne devrait pas être nécessairement négatif, et que quel que soit son signe, il ne devrait pas être marqué. Une étude courantologique fine de la zone et des mesures à point fixe durant un cycle de marée permettraient d'obtenir une réponse plus précise.

POLLUTION

Les micropolluants étudiés sont les polychlorobiphényles (P.C.B.), les métaux lourds (cuivre, zinc, nickel, manganèse, plomb et cadmium) et les résidus de pesticides organochlorés. Ils proviennent en majeure partie du Légué et plus spécialement du Gouëdic. Parmi les pesticides, le lindane est le plus abondant. Parmi les métaux, le zinc, le cuivre et le plomb présentent les valeurs les plus élevées. Toutefois, ces polluants n'atteignent pas de niveau critique.

Ces trois types de polluants qui ont été dosés dans la matière vivante (moules et coques), dans les sédiments et l'eau (sauf dans le cas des métaux) montrent une répartition sensiblement identique, limitée au bassin du Légué et à l'avant port actuel, où d'ailleurs les valeurs observées sont normales pour ce type de milieu (P.C.B. dans le port : 365 ppb de sédiment sec). Le reste du fond de baie peut être considéré comme à peu près indemne de pollution par les micropolluants organiques et métalliques.

Du fait de la rareté des particules fines dans la zone et de la stabilité sédimentaire naturelle, l'évolution de ce type de pollution en l'absence d'aménagement devrait être très limitée. La construction de l'ouvrage projeté devrait se traduire par une extension de la zone polluée aux nouvelles installations (bassin à flot et avant-port), ainsi qu'éventuellement l'anse de Saint Laurent dont on peut prévoir qu'elle s'enrichira en matériel fin.

Globalement la nouvelle situation décalque l'ancienne en l'agrandissant, mais la contamination restera confinée à la partie Nord Ouest de la zone d'étude.

L'étude des germes-tests de contamination fécale a permis de montrer que les apports les plus importants étaient dus au Légué, suivi de l'Urne, puis du Gouessant en dehors de la période de crue. Le Légué est formé de la réunion des flux du Gouët et du Gouédic, ce dernier recevant lui-même les effluents septiques de la station d'épuration de la ville de Saint Briec. Dans les bassins du port ces flux réunis subissent un abattement de 70 %. Globalement l'anse d'Yffiniac reçoit un flux de $201,2 \cdot 10^6$ CF/s et l'anse de Morieux un flux de $26 \cdot 10^6$ CF/s. Entre le flux maximum en crue et le flux minimum en étiage, la différence est de 5 ordres de grandeur. En mer au moment de la pleine mer, les germes sont généralement présents en quantité significative aux différentes stations échantillonnées. Sur un arc joignant l'embouchure du Légué à celle du Gouessant, les valeurs moyennes sont maximum aux embouchures (respectivement 2160 CF/100ml et 1232 CF/100ml) et se maintiennent à des niveaux constants (de 54 à 124 CF/100ml) entre les deux anses. Il n'existe pas de discontinuité entre ces deux anses. En dépit de la différence des flux bactériens délivrés dans chaque anse, leur niveau moyen de contamination est très comparable. La différence des volumes diluants ne suffit pas à rendre compte totalement de cette homogénéité. On présume que le courant résiduel portant à l'Est et le meilleur soutien trophique (matière organique) accompagnant les bactéries délivrées par le Gouessant contribuent également à expliquer le phénomène.

Les corrélations significatives observées entre les coliformes fécaux et la salinité, l'ammoniac et les nitrates, conduisent à penser que la dynamique propre des populations de germes-tests est nulle ou très faible en regard des processus physiques de dispersion et d'advection, et que les bactéries se comportent comme des paramètres conservatifs. La comparaison des concentrations observées avec la grille de référence de l'I.S.T.P.M. montre que les deux tiers des valeurs sont soit suspectes, soit défavorables. En période estivale il semble exister une époque de contamination générale faible ou nulle.

En ce qui concerne le comportement des effluents durant la marée, l'étude de dispersion du CETE de Nantes présente des résultats différents des observations que nous avons effectuées, les postulats classiques dans ce type d'étude convenant mal, semble-t-il, à la zone étudiée. En revanche, elle indique le trajet et les modalités de diffusion physique en jusant des effluents rejetés au moment de la pleine mer, et elle établit l'influence prépondérante du Gouessant sur la zone des bouchots mytilicoles.

Nous avançons une hypothèse de comportement des effluents durant la marée, selon laquelle une fraction peu dispersée effectue des va et vient sur l'estran et se trouve plaquée à la côte à pleine mer, tandis que l'autre répartie dans une certaine hauteur d'eau effectue une excursion au large qui ne la ramènerait dans la zone d'étude qu'au moment de la pleine mer. Cette hypothèse mériterait d'être vérifiée par des observations à point fixe sur un cycle de marée.

Les numérations effectuées par l'I.S.T.P.M. sur les coquillages permettent d'établir des valeurs moyennes qui sont supérieures aux normes, quoique depuis 1978 une certaine amélioration ait pu être constatée. A l'intérieur des bouchots, il semble exister un gradient de contamination décroissante d'Ouest en Est. Une amélioration estivale est également observée.

Le Légué exerce une influence minoritaire mais réelle sur l'anse de Morieux et les bouchots mytilicoles, ce que confirme d'ailleurs une étude particulière de la Faculté de Médecine de Rennes, réalisée avec d'autres types de germes. La plupart du temps cette influence est masquée par celle du Gouessant qui est directe et prépondérante, et ce n'est qu'à pleine mer qu'on peut en avoir une idée. Les concentrations observées alors entre les deux anses constituent une sorte de bruit de fond qui serait dû principalement au Légué ainsi qu'à l'Urne.

En l'absence d'aménagement l'évolution de la pollution bactérienne est directement liée à celle des apports. Dans l'hypothèse où l'aménagement serait réalisé, ce qui a été signalé à propos des paramètres hydrologiques est applicable à la pollution bactérienne d'origine fécale : de nombreux facteurs d'évolution rentrent en jeu, certains favorables, d'autres défavorables, mais en l'état actuel ils ne peuvent donner lieu à un bilan. Bien que l'évolution attendue soit *a priori* mineure, étant donné la présence d'une activité conchylicole importante dans le champ possible de l'impact, des mesures conservatoires sont préconisées : temporisation des rejets du Légué et possibilité de choix du niveau altitudinal des eaux rejetées. En tout état de cause, il serait éminemment souhaitable que la station d'épuration de la ville de St Briec désinfecte ses effluents qui représentent la majeure partie du flux total de germes-tests rejeté en fond de baie.

Le phénomène de marée verte dont l'étude a été abordée par KOPP se traduit localement par l'échouage à la belle saison de très grandes quantités d'algues provenant de la région de St Quay. Les causes de la prolifération de ces algues ne sont pas totalement élucidées, et plusieurs facteurs seraient susceptibles d'intervenir : ensablement progressif du plateau situé devant St Quay, teneurs élevées en sels nutritifs, et diminution des stocks de consommateurs de ces algues.

L'évolution naturelle de ce phénomène peut difficilement être prédite en raison de l'absence d'observations scientifiques répétées. La construction du nouveau port serait susceptible d'induire une certaine redistribution des atterrissements dans les parties de l'anse d'Yffiniac dont la courantologie sera modifiée.

BENTHOS

La plus grande partie de cet estran monotone est colonisée par un peuplement benthique caractéristique des sables fins modérément brassés par les vagues. Près des embouchures du Gouessant et de l'Urne, il est remplacé localement par le peuplement des sables envasés et des vases. Les deux peuplements sont numériquement dominés par les bivalves qui représentent plus de la moitié des effectifs de la macrofaune.

Le premier peuplement est installé dans un sable dont le grain moyen est de 120 microns environ, très peu contaminé par les pélites (particules inférieures à 63 μ). Le faciès normal, représenté en milieu de plage est caractérisé par la présence abondante de *Tellina tenuis* qui est fréquemment accom-

pagnée d'*Arenicola marina*. La biomasse moyenne est comprise entre 6 et 8 g de matière sèche par m², et l'indice de diversité (SHANNON) est de 1,84. Dans les bas niveaux où le substrat est plus stable, on observe un faciès où *Tellina fabula* remplace *T. tenuis* et où apparaît *Donax vittatus*, deuxième caractéristique du peuplement (biomasse moyenne : 3,0 à 3,4 g/m², indice de SHANNON : 2,29). Enfin, en partie haute on observe au contact du second peuplement un faciès d'appauvrissement où les mêmes sables subissent des remaniements fréquents (biomasse moyenne de 0,8 à 2,8 g/m² et indice de SHANNON de 1,44). Le peuplement des sables envasés et des vases est caractérisé par la présence de *Scrobicularia plana* à laquelle est souvent assez associée *Macoma balthica* et *Nereis diversicolor*. Les biomasses moyennes sont comprises entre 7 et 10 g de matière sèche par m², la faiblesse de l'indice de SHANNON (1,3) illustrant l'instabilité des conditions édaphoclimatiques.

Dans son ensemble l'estran meuble du fond de baie abrite une biomasse moyenne de 5,4 g de matière sèche/m², et on a pu estimer sa production moyenne de macrofaune à 3,24 g secs/m²/an, soit en matière organique fraîche 275 T/an pour la zone étudiée (moules et marais non compris).

L'équilibre sédimentaire actuel implique une évolution du benthos très limitée en l'absence de l'aménagement. La construction du nouveau port entraînera selon le L.C.H.F. une modification des fonds et les 158 hectares du futur port auront une incidence sur les peuplements benthiques locaux bien que le site d'implantation ne soit pas situé dans une zone présentant un intérêt particulier. Les peuplements seront totalement détruits au niveau de l'emprise des terre-pleins, des quais et des jetées. Les fonds du futur bassin à flot après une phase de destruction des peuplements seront recolonisés par des populations dont la nature dépendra du régime salin qui s'établira, mais dont l'intérêt sera sans doute mineur. On estime que 7% de la production du fond de baie serait ainsi supprimée soit 20 T de matière organique fraîche décalcifiée par an. L'avifaune limicole bien développée dans la zone et caractérisée par la présence de plusieurs milliers de bécasseaux maubèches et d'huitriers pie pourrait en être affectée dans une certaine mesure. Néanmoins la production supplémentaire qu'on peut attendre de l'anse de St Laurent du fait de son enrichissement en matières fines contribuera à limiter cette diminution. De plus, la création d'une superficie non négligeable de substrats durs réalisée par l'édification des enrochements et des jetées aura une incidence favorable sur la richesse générale du benthos du fond de la baie et sur la diversité des biotopes de l'écosystème.

Au total, la construction du futur port se soldera par une diminution de production de la macrofaune benthique, qui pourrait éventuellement se répercuter sur l'alimentation de l'avifaune limicole et sur les juvéniles de poissons plats. Le niveau de dévalorisation des peuplements benthiques ne devrait pas excéder 7% et ne paraît pas susceptible d'endommager très sérieusement le potentiel biologique de la zone intéressée.

MARAI

En l'absence de documents topographiques suffisamment précis concernant le marais d'Yffiniac, nous avons effectué un levé en 1980 dont un choix de points est présenté. Ceci devrait servir de référence pour une comparaison des niveaux qui pourra être effectuée ultérieurement. L'étude de la végétation a permis de montrer que les populations végétales étaient constituées principalement des espèces classiques : *Obione*

portulacoïdes et *Puccinellia maritima* pour le schorre et *Salicornia europaea* pour la haute slikke. La production moyenne de l'ensemble est de 8,9 T de matière sèche par hectare et par an, soit pour les 104 ha de marais un montant de 930 T dont 82,5% sont redevables au schorre. Cette production semble relativement peu élevée pour la région, ce qui pourrait être lié à une protection hydrodynamique peu marquée.

En comparant des clichés photographiques aériens successifs, nous avons pu déterminer la tendance d'évolution actuelle du marais. La partie méridionale est stable, tandis que le contour de la branche ouest subit des fluctuations assez marquées dont la résultante est presque nulle, le même phénomène concernant la branche Nord-Est avec une amplitude réduite.

Ceci remet en question l'estimation du L.C.H.F. concernant le taux de sédimentation dans le marais, qui selon nous devrait être faible ou nul.

La construction de l'aménagement projeté aura pour conséquence un accroissement du taux de sédimentation dans le fond de l'anse d'Yffiniac, et il est très probable que l'extension du marais qui en résultera se produira préférentiellement au niveau de sa branche nord-ouest. Ceci se soldera par le remplacement d'une superficie de benthos par une superficie équivalente de marais, et en ce qui concerne les productions par un bilan fortement positif. On peut également penser qu'une extension du marais représente une augmentation de la diversité des biotopes du fond de baie et un supplément d'intérêt pour l'avifaune qui y trouve un abri apprécié. Globalement on peut donc considérer que la construction du port représente un impact positif vis à vis de ce milieu.

NURSERIE

Tous les estrans de la baie de St Briec susceptibles d'être des nurseries de poissons plats, sont actuellement étudiés par le Comité d'Expansion Economique des Côtes du Nord. Les résultats disponibles permettent de constater que la zone étudiée est utilisée comme nurserie par la plie (*Pleuronectes platessa*) et la sole commune (*Solea vulgaris*). Les données quantitatives sont en cours d'acquisition. A cet égard, on peut noter simplement que la superficie de la zone d'étude représente environ la moitié de la superficie de tous les estrans de la baie.

Nous n'avons pas d'éléments nous permettant de prévoir une évolution de cette fonction de l'estran en l'absence d'aménagement nouveau. Dans l'hypothèse de la construction du nouveau port, on rappellera simplement que la perte de 7% maximum que subiront les peuplements benthiques de la zone est susceptible de se répercuter au niveau des juvéniles de poissons plats.

En définitive, la construction du nouveau port se traduit pour l'hydrologie par l'apparition de plusieurs facteurs dont l'influence est contradictoire et dont on ne peut faire le bilan en l'état actuel des connaissances, mais dont on peut raisonnablement penser que la résultante devrait être modérée pour la zone. Le même propos peut être tenu pour les germes tests de contamination fécale qui semblent se comporter en l'occurrence comme un paramètre conservatif classique.

Néanmoins, l'existence d'une zone conchylicole dans le champ d'influence du Légué nous conduit à préconiser des mesures conservatoires simples et à recommander de traiter le problème à son origine : la station d'épuration de St Briec. La répartition des autres formes de pollution devrait suivre l'extension des installations et pénétrer éventuellement dans l'anse de St Laurent. La perte de production benthique a été évaluée à 7% maximum de son niveau actuel, soit 20 T de matières fraîches décalcifiées, ce qui permet de se faire une idée de l'impact que pourraient éventuellement subir de ce fait, l'avifaune et les formes juvéniles de plie et de sole commune. Le marais d'Yffiniac verrait vraisemblablement sa superficie augmenter, ce qui constitue un point positif pour l'avifaune comme pour la production générale de l'écosystème et pour sa diversité.

Globalement, et dans l'état actuel des connaissances, l'incidence de l'extension du port du Légué sur l'environnement marin du fond de la baie de St Briec apparaît comme mineure, et sous réserve que les précautions formulées à propos des rejets du Légué soient prises, elle ne semble pas de nature à remettre en cause le projet.

BIBLIOGRAPHIE

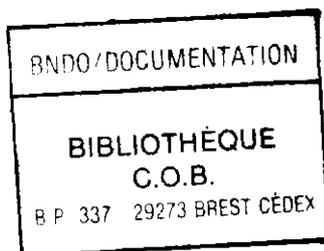
- Agence de Bassin Loire-Bretagne (1979). Lagunage naturel et lagunage aéré. Procédés d'épuration des petites collectivités. *Etude inter-agences*, 74 p.
- Aubert M., Gauthier M., Aubert J., Bernard P. (1980-1981). Les systèmes d'information des micro-organismes marins. *Rev. Intern. Océanogr. Méd.* Tomes 60 et 61. 231 p.
- Bary B. Mc (1963). Temperature, salinity and plankton in the North-Atlantic and Costal Waters of Britain, 1957, in "Characteristics and distribution of surface waters". *J. Fish. Res. Bd. Canada*, vol. 20, n° 3, p. 789-828.
- Binet P., Thammavong B., (1980). Productivité et dynamique de la végétation des marais de l'estuaire de la Seine. Relations avec les propriétés des sols. *Université de Caen. Laboratoire de Physiologie végétale*. Rapport 40 p.
- Bryan G.W., Langston W.J., Hummestone L.G., (1980). The use of biological indicators of heavy metal contamination in estuaries. *Mar. Biol. Assoc. UK., occasion publ.* n° 1, 73 p.
- Cabane F., (1981). Pollution bactérienne du milieu marin. Etat des connaissances *CNEXO. Doc. interne*.
- Caillot A., Massias J., Mouyon P., Santos-Cottin H., Sauzay G. (1976). Etude des propriétés dispersives du milieu marin en baie de Saint Brieuc. Contrats *CEA-CNEXO 765282-765283*. 29 p.
- C.E.T.E. Nantes (1978). Etude de la dispersion des effluents du Gouët, du Gouessant, et de l'Urne à l'aide d'un tracteur radio actif. St Brieuc 22. Rapport *C.E.T.E. Nantes. Laboratoire Régional d'Angers*. 3 volumes 18 p. 22 p. 68 p.
- Chassé C. (1972). Economie sédimentaire et biologique (production) des estrans meubles des côtes de Bretagne. *Thèse doct. Paris 6*, 293 p.
- CIPOLMAR, (1980-1981). Communication de résultats bactériologiques.
- CNEXO-COB (1978). SAUM de la Rade de Brest. Rapport préliminaire à la Sous-Commission "Environnement-Cadre de Vie", 27 p.
- Cormier M., Wallyn P., Geoffroy F., Delcaux L., Venien J., Mamez C., Jamot S., Pommepuy M., (1981). Capacité d'acceptation du milieu marin. Rapport d'activité 1980. 20 p.
- Danais M. (1976). L'anse d'Yffiniac face à son avenir. *Penn ar Bed*, n° 86, p. 431-440.
- Dupont P., (1978). La végétation des zones humides bordant l'estuaire de la Loire. Etude générale d'environnement de l'estuaire de la Loire. *Université de Nantes*. 8ème partie. 250 p.
- Duval J. (1973). La productivité primaire en baie de Canche. *Thèse de 3ème cycle*, Lille, 91 p.

- Establier R. (1978). Contenido en mercurio, cobre y zinc en moluscos de diferentes zonas del golfo de Cadiz y estrecho de Gibraltar durante el periodo 1976-1977. *Inf. Tech. Inst. Inv. Pesq.* Vol. 54, p. 1-19.
- Foehrendbach J., Mahmood G. et Sullivan D. (1971). Chlorinated hydrocarbon residues in shellfish (pelecypoda) from estuaries of Long Island, New York. *Pest. Monit. J.* Vol. 5, P 242-247.
- GEPN (1975). La pollution du fond de la baie de St Brieuc, *Doc. Ronéo.* 76 p. St Brieuc.
- GEPN (1977). Richesses de la baie de St Brieuc. *Doc. Roneo,* 117 p. St Brieuc.
- Goerke H., Eder G., Weber K., Ernst W., (1979). Patterns of organochlorine residues in animals of different trophic levels from the Weser estuary. *Mar. Poll. Bull.* vol. 10, n° 5, p. 127-133.
- Gore P.S., Raveendran O, Unnithan R.V., (1979). Pollution of Cochin beach. *Ind. J. Mar. Sci.*, vol. 8, p. 187-190.
- Gore P.S., Raveendran O., Unnithan R.V., (1979). Pollution in Cochin backwaters with reference to indicator bacteria. *Indian J. Mar. Sci.*, vol. 8, p. 43-46.
- Gouleau D., (1976). Le rôle des diatomées benthiques dans l'engraissement rapide des vasières atlantiques découvrantes. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 283, série D., p. 21-23.
- Guillaume M. (1974). Richesses de l'anse d'Yffiniac. *Penn ar Bed*, n° 78, p. 399-402.
- Guillon L.M., (1980). Les moutons de prés salés en baie du Mont St Michel. *D.A.A., E.N.S.A.I.A. Nancy*, 100 p.
- Hargrave B.T., Phillips G.A., (1981). Annual *in situ* carbon dioxide and oxygen flux across a subtidal marine sediment. *Est., Coast. and Shelf Science*, vol. 12, p. 725-737.
- Holme N.A. (1953). The biomass of the bottom fauna in the English Channel of Plymouth. *J.M.B.A.* Vol. 32, p. 1-49.
- Ingram H.A.P., Barclay A.M., Coupar A.M., Glover J.G., Lynch B.M., Sprent J.I. (1980). Phragmites performance in reed beds in the Tay estuary. *Proc. Roy. Soc. Edinb.* vol. 78 B, p. 89-107.
- I.S.T.P.M., (1974). La conchyliculture française I. Le milieu naturel et ses variations. *Rev. Trav. Inst. Pêches Mar.* vol. 38, n° 3, p. 217-337.
- Joanny M., (1979). Contrôle des micropolluants dans les sédiments de la baie de Somme. Rapport interne CNEXO, 8p.
- Kopp J., (1977). Etude des phénomènes de "marée verte" affectant les baies de Lannion et de St Brieuc. Rapport de synthèse. *ISTPM*, 102 p.
- Laboratoire de Bactériologie de la Faculté de Médecine de Rennes, (1981) (communication personnelle).
- Lambert L., (1943). La coque (*Cardium edule* L.). *Rev. Trav. ISTPM*, Tome 13, fascicules 1 à 4, p. 442-475.

- L.C.H.F. (1977). Etudes relatives à l'extension du port du Légué. Tome 1. Mission d'étude sur site. A. Hydrographie-océanographie, 111 p. B. Sédimentologie, 63 p. *Rapport à la CCI et à la DDE des Côtes du Nord.*
- L.C.H.F. (1980). Etudes relatives à l'extension du port du Légué. Tome 3. Etudes sur modèle physique, 65 p. *Rapport à la CCI et à la DDE des Côtes du Nord.*
- Le Campion-Alsumard T., Plante-Cuny R.M., Vacelet E. (1980). Impact écologique de la pollution due à l'échouage de l'Amoco Cadiz : peuplements bactériens et microphytiques des sédiments des marais maritimes de l'Ile Grande. *Contrats CNEEXO n° 78/5750 et 78/5889*, 114 p.
- Le Dean E. et Moreau Y. (1980-1981). Nurseries littorales de la Baie de St Brieuc. *Rapport d'étude*. 39 p.
- Manaud F., Monbet Y. (1980). Evaluation des zones humides estuariennes et littorales (Etude documentaire). *Rapport à l'OREAM des Pays de Loire*, 263 p.
- Marchand M., Caprais J.C., Cosson-Manevy M.A., Morinière P. (1979). Etude des apports et de la distribution des résidus organochlorés à haut poids moléculaire dans la rade de Brest. *Rapport interne CNEEXO*, 46 p.
- Martin J.M., Meybeck M., Salvadori F., Thomas A. (1976). Pollution chimique des estuaires. Etat actuel des connaissances 1974. *Rapp. Sci. Techn. CNEEXO*, n° 2 284 p.
- Menestrier Y., Buson C., (1977). Bilan de trois années d'études sur les sols limoneux bretons recevant du lisier de porc. Document dactylographié, 14 p.
- Merceron M. (1980). Contribution à l'étude d'impact pour l'extension du Port de Ouistreham. *Rapport CNEEXO/CCI Caen*, 22 p.
- Monbet Y. (1981). Etude écologique préalable à l'extension du port de St Quay Portrieux. *Rapport CNEEXO-DDE Côtes du Nord*, 25 p.
- Oger C., Philippo A., Leclerc H. (1974). Sur la pollution microbienne des plages de la Mer du Nord et de la Manche. *Ann. Microbiol. (Inst. Pasteur)* 125 B p. 513-527.
- Pantchenko G., (en préparation).- Etude de *Obione portulacoïdes* dans un marais de la rade de Brest. *Thèse de 3ème cycle, Brest.*
- Riley J.P. et Wahby S. (1977). Concentrations of PCBs, dieldrin and DDT residues in marine animals from Liverpool Bay. *Mar. Poll. Bull.*, n° 8, P. 9-11.
- R.N.O. - Bulletin n° 13 - Résultats statistiques du 1er semestre 1979.
- R.N.O. - Bulletin n° 14 - Résultats statistiques du 2ème semestre 1979.
- SAGETOM (1976-1977). Etude du comportement de rejets épurés en bassins à flots. Bassins de St Brieuc, Pléneuf, Binic. *Rapport à l'Agence Financière de Bassin Loire-Bretagne*. en 4 vol. 51 p. x P, 20 p. 34 p.
- S.H.O.M. (1974). Instructions nautiques de France, côtes Nord et Ouest. INC 2.
- SRAE (1981). Etude de l'eutrophisation de la retenue de Méaugon. Synthèse des études réalisées par le Laboratoire d'Hydrobiologie de l'Université de Rennes, le SRAE Bretagne et la Société SAUNIER, avec le concours de l'Agence de Bassin Loire-Bretagne, 26 p.

Turner R.E. (1976). Geographic variations in salt marsh macrophyte production :
a review. *Contrib. in Mar. Sci.* vol. 20, p. 47-68.

U.S. Navy (1974). Atlas of hydrology.



Ont contribué à ce travail :

- A. AMINOT et R. KEROUEL pour le dosage des sels nutritifs,
- J.P. CRASSOUS pour le dosage des pigments de l'eau de mer et du sédiment du marais,
- G. ARZUL et M. RYCKAERT pour les examens taxonomiques du phytoplancton,
- E. POULIQUEN et R. ROBERT pour le tri et la détermination du macrozoobenthos,
- G. PANTCHENKO et M. KERDREUX pour les analyses granulométriques relatives aux études de benthos,
- J.C. CAPRAIS pour le dosage des PCB et des pesticides,
- J.L. CHARLOU, M.P. CAPRAIS et A.M. LE GUELLEC pour le dosage des métaux lourds,
- le Laboratoire Municipal de Brest (M. FOLL) pour la numération des germes tests de contamination fécale,
- le Docteur CORMIER et ses collaborateurs de la Faculté de Médecine de Rennes pour l'étude bactériologique particulière,
- l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes (M. LOREAL) pour les données bactériologiques concernant les mollusques,
- M. POMMEPUY pour ses conseils concernant le chapitre bactériologie,
- J. L'YAVANC pour le nivellement du marais d'Yffiniac,
- J.Y. CREZE pour l'interprétation des clichés aériens du marais d'Yffiniac,
- A. SALAUN, M. BRETON, M.M. DANIELOU pour le traitement mathématique des données,
- le G.E.P.N. pour les données ornithologiques,
- le Comité d'Expansion Economique des Côtes du Nord pour les données concernant le chapitre nurserie,
- le Service Maritime (M. QUERO) de la Direction Départementale de l'Équipement des Côtes du Nord et la CIPOLMAR pour la mise à disposition de documents et de nombreux renseignements,
- tous les participants aux opérations de terrain,
- G. QUILLIOU et J.P. ANNEZO qui ont assuré le dessin,
- M.T. VERMEEREN qui a dactylographié le manuscrit,
- A. LE VERGE qui a réalisé la couverture,
- M. PLASSARD qui a dupliqué le document.

