

**ETUDE SANITAIRE (1986-1987) DE LA PETITE MER DE GAVRES
(MORBIHAN)**

Pierre-Gildas FLEURY

Jean-Claude LE GARS



La Direction des Ressources Vivantes (DRV)
de l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)

produit une série non-périodique de documents scientifiques et techniques

Les RAPPORTS INTERNES DE LA DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES

Cette série est destinée à permettre la diffusion en série limitée des travaux de recherche et développement réalisés par les laboratoires et stations de la Direction des Ressources Vivantes et des équipes associées dans le domaine de :

- la protection
- la conservation
- l'évaluation
- l'exploitation
- la valorisation

des ressources vivantes marines

et de l'environnement des pêches maritimes et cultures marines

La cotation des rapports RIDRV est constituée par : RIDRV-89. 001- RH/BOULOGNE

↑ ↑ ↑ ↑
Année. N°d'ordre- Département / Laboratoire d'origine

La Direction des Ressources Vivantes est constituée de 5 départements :

CSRU : CONTROLE ET SUIVI DES RESSOURCES ET DE LEUR UTILISATION

RA : RESSOURCES AQUACOLES

RH : RESSOURCES HALIEUTIQUES

SDA : STRATEGIES DE DEVELOPPEMENT ET D'AMENAGEMENT

UVP : UTILISATION ET VALORISATION DE LA RECHERCHE

Cote	Liste des Rapports Internes de la Direction des Ressources Vivantes	Laboratoires
Année 1988		
DRV-88.002-RA	Estimation des stocks de moules dans le Pertuis Breton en 1987.	L'Houmeau
DRV-88.003-RH	Evaluation des ressources démersales potentielles des bancs de Saint-Martin et de Saint-Barthélémy	Martinique
DRV-88.004-RH	Analyse des puissances de pêche des chalutiers et des abondances apparentes des espèces de la pêcherie démersale de mer Celtique.	Lorient
DRV-88.005-CSRU	Bilan des perturbations phytoplanctoniques observées sur les côtes françaises en 1985.	Nantes
DRV-88.006-RH	Surveillance écologique et halieutique du site de Flamanville Année 1986.	Nantes
DRV-88.007-CSRU	Etude sanitaire (1984-1986) des moulières de DAMGAN - AMBON - BILLIERS (Morbihan)	La Trinité
DRV-88.008-CSRU	Bilan des perturbations phytoplanctoniques observées sur les côtes françaises en 1986.	Nantes
DRV-88.009-RA	Programme de recherche pour la mise au point d'une méthode d'élevage de la coquille Saint-Jacques en Méditerranée. Résultats obtenus en 1987.	Sète
DRV-88.010-CSRU	Influence de l'apport de la Charente sur la la qualité bactériologique des eaux de l'estuaire.	La tremblade
DRV-88.011-RA	L'élevage de l'huitre creuse à Marennes-Oléron en 1987 : estimation des stocks cultivés.	La Tremblade
DRV-88.012-RA	Estimation des stocks de moules de gisements naturels dans la baie de Bourgneuf en 1986.	Bouin
DRV-88.013-RA	Diversification de la production conchylicole : cultures de palourdes sur estran.	La Tremblade
DRV-88.014-RA	Incidence du débit de la Charente sur la capacité biotique du bassin ostréicole de Marennes-Oléron.	La Tremblade
DRV-88.015-SDA	Analyse des résultats et des comportements économiques des entreprises de pêche artisanale.	Paris
DRV-88.016-RH	La pêcherie de langouste rouge en Corse.	Martinique
DRV-88.017-RH	Descriptif des flottilles et des activités halieutiques des quartiers du Sud Golfe de Gascogne, en 1986 - de Noirmoutier à Bayonne -	La Rochelle
DRV-88.018-RA	Estimation du captage en huîtres plates sur coques de moules en 1987.	La Trinité

DRV-88.019-CSRU	Etude sanitaire (1984-1986) de la rivière de Penerf (Morbihan).	La Trinité
DRV-88.020-CSRU	Etude sanitaire (1986-1988) de la zone de Kerjean en rivière de Crac'h.	La Trinité
DRV-88.021-RH	Filets, lignes et palangres utilisés en Bretagne Nord (Brest à Paimpol).	Brest
DRV-88.022-RH	Analyse typologique de la flottille du Mor-Braz	Nantes
DRV-88.023-SDA	Analyse économique de la pêche crevettière de Guyane Française.	Paris
DRV-88.024-RA	Diversification de la production conchylicole. Approche d'une stratégie d'élevage de la palourde japonaise (<i>R. Philippinarum</i>) dans la région de la Baie de Bourgneuf.	Bouin
DRV-88.025-RA	Estimation de la biomasse d'huitres <i>Crassostrea gigas</i> en élevage dans le bassin d'Arcachon : étés 1986-1987.	Arcachon
DRV-88.026-RH	Analyse et modélisation des composantes biologiques de la pêche crevettière de Guyane Française.	Cayenne
DRV-88.027-RH	Séminaire d'initiation à la théorie et à la pratique des sondages.	Nantes
DRV-88.028-RA	Estimation de la capacité biotique des marais maritimes et des eaux côtières atlantiques; valorisation par l'aquaculture semi-extensive.	L'Houmeau
DRV-88.029-UVP	Les marinades de produits de la mer.	Nantes
DRV-88.030-RH	Utilisation de l'écho-intégration en recherche halieutique (analyse de 5 campagnes effectuées dans le Golfe de Gascogne de 1983 à 1987).	Nantes
DRV-88.031-RA	Mise au point d'une stratégie de pré-grossissement intensif en nurserie de naissains de palourdes (<i>Ruditapes philippinarum</i>) et d'huitres (<i>Crassostrea gigas</i>) dans la région de la Baie de Bourgneuf.	Bouin
DRV-88.032-RA	Surveillance écologique et halieutique Site de PENLY - Année 1987	Nantes
DRV-88.033-RH	Elevage, Pêche et Programmes d'étude des stocks du «Lambi» <i>Strombus gigas</i> (Gastéropode : Strombidae) dans deux pays de la Caraïbe : îles Turks et Caicos, Porto-Rico.	Brest
Année 1989		
DRV-89.001-RH	Chaîne de traitement des statistiques de pêche Maritime.	Boulogne
DRV-89.002-CSRU	Etude sanitaire (1986-1987) de la petite mer de Gavres (Morbihan)	La Trinité

SOMMAIRE

INTRODUCTION	p. 3
I - <u>LA PRODUCTION COQUILLIERE DE LA PETITE MER DE GAVRES</u>	p. 4
1°) Les gisements coquilliers	p. 4
2°) Les pêcheurs à pied et les techniques de pêche	p. 5
3°) La commercialisation et l'estimation de la production	p. 6
4°) La conchyliculture	p. 7
Conclusion	p. 7
II - <u>L'ENVIRONNEMENT SANITAIRE</u>	p. 8
1°) L'assainissement des communes riveraines	p. 8
2°) Le bassin versant et les pollutions diffuses	p. 8
3°) Les apports de la Rade de Lorient	p. 9
Conclusion	p. 10
III - <u>LES DONNEES BACTERIOLOGIQUES</u>	p. 11
1°) Les analyses et les normes sanitaires	p. 11
2°) Le déroulement de l'étude de suivi	p. 13
3°) Les résultats bruts	p. 16
4°) Les différences de contaminations entre les coquillages	p. 17
Conclusion : résultats pondérés	p. 19
IV - <u>L'INTERPRETATION STATISTIQUE - COMPARAISONS et TENDANCES</u>	p. 20
1°) La méthode	p. 20
2°) La fiabilité des différences entre les espèces de coquillages	p. 23
3°) La comparaison des différentes zones	p. 25
4°) Les variations saisonnières	p. 27
5°) Autres tests	p. 28
Conclusion des tests	p. 28
CONCLUSION GENERALE	p. 29

.../...

ANNEXES et DOCUMENTATION

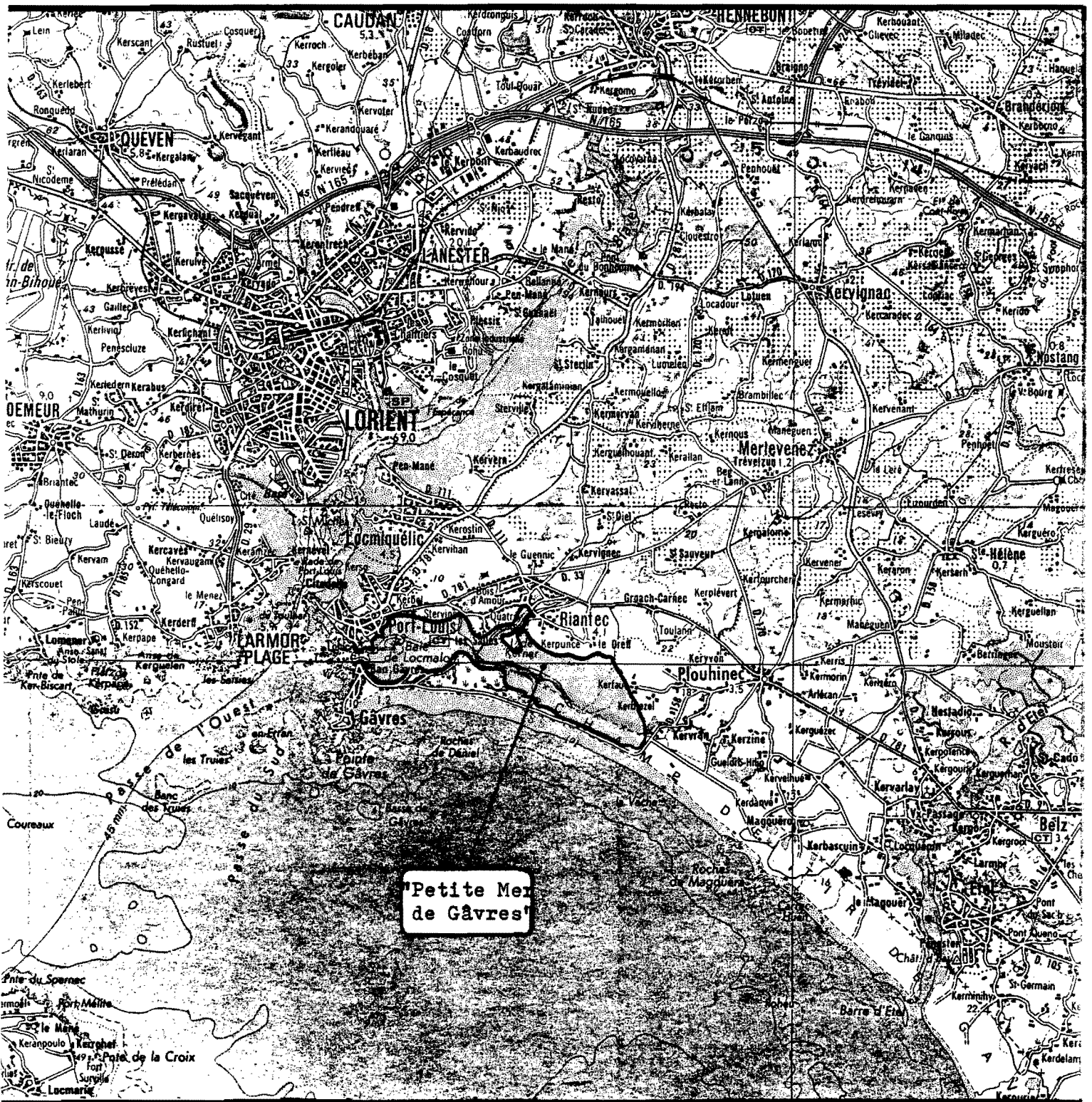
- A 1 - Etude de comparaison huîtres creuses / palourdes
en rivière d'Auray
- A 2 - Principe de l'analyse de la variance
- A 3 - Test de normalité de "log(CF+1) pondéré"
- A 4 - Comparaison des points (huîtres seulement)
- A 5 - Comparaison des zones (huîtres seulement)
- A 6 - Comparaison des saisons (huîtres seulement)
- A 7 - Précipitations et phénomènes à Port-Louis, 1986-1987
- A 8 - Essai de régression de "log(CF+1) pondéré" sur les
coefficients de marée

DOCUMENTATION

figure 1 :

SITUATION DE LA ZONE PAR RAPPORT A LA REGION

(1/100.000ème)



INTRODUCTION

Les analyses des Services Vétérinaires ou d'IFREMER révèlent depuis quelques années des résultats bactériologiques périodiquement défavorables sur les prélèvements de coques et de palourdes supposées provenir de la Petite Mer de Gâvres (zone classée salubre) près de Lorient. (figure 1)

Nous avons suspecté, au début, des interférences avec des coquillages pêchés en fraude dans la Rade de Lorient (zone insalubre, interdite à la pêche des coquillages). Mais les enquêtes sanitaires effectuées sur le terrain (analyses bactériologiques et enquêtes dans les "dépôts" de coquillages de Riantec) nous ont confirmé l'existence d'un problème sanitaire en Petite Mer de Gâvres.

Aussi le 2 avril 1984, le Chef du Quartier des Affaires Maritimes de Lorient intervenait auprès des "dépôts" pour que les coquillages ne soient plus commercialisés directement mais après reparcage, dans des établissements conchylicoles agréés (en rivièrre d'Etel).

De son côté, le laboratoire IFREMER/CSRU (Contrôle et Suivi des Ressources et de leurs Utilisations) de la Trinité-sur-Mer engageait l'étude présentée ici qui est un suivi sanitaire global de la Petite Mer dans le but principal de **décèler les secteurs insalubres**, et éventuellement les causes de pollution.



I - LA PRODUCTION COQUILLIERE DE LA PETITE MER DE GAVRES

Au Sud-Est de la Rade de Lorient la Petite Mer de Gâvres est une vaste anse sablo-vaseuse de 200 hectares. Le renouvellement d'eau à chaque marée et les apports de petits ruisseaux et marais littoraux en font un milieu biologique riche, très favorable aux mollusques.

Cette richesse conchylicole est exploitée essentiellement en pêche à pied. Seuls 6 hectares au Sud de Kerner sont concédés à l'élevage.

1°) Les gisements coquilliers (figure 2)

On rencontre des coquillages en abondance dans toute la Petite Mer de Gâvres, et notamment des coques et des palourdes.

* La palourde est la principale espèce recherchée par les pêcheurs à pied avec 3 grandes zones :

- La Côte Rouge, au Nord (de Port-Louis aux Salles),
- La vasière de Ban-Gâvres, au Sud,
- Le Sud de l'Ile Kerner.

* Les coques sont également présentes un peu partout.

* Les bigorneaux se rencontrent plutôt dans le fond de la Petite Mer.

* Enfin les praires et les huîtres plates se cantonnent au chenal : les praires dans la Baie de Locmalo et les huîtres plates au Sud de Kerner. Elles sont devenues assez rares (surexploitation et parasitoses de l'huître plate).

Malgré des variations d'une année sur l'autre, la situation et la nature des gisements sont donc bien connues.

Par contre on ne sait quasiment rien de l'importance des stocks.

Seules les centaines de pêcheurs qu'on peut dénombrer aux grandes marées indiquent les grandes potentialités de ces gisements.



photo n° 1 - Pêcheuse à la cuillère.



photo n° 2 - Pêcheurs à la "piguelle".

Pêcheurs à pied de la Petite Mer de Gâvres.



photo n° 3 - Pêcheur d'huîtres plates.



photo n°4 - Pêcheurs de coques et de praires
à Ban-Gâvres.

2°) Les pêcheurs à pied et les techniques de pêche

Riche en quantité comme en diversité de coquillages, la Petite Mer de Gâvres est un paradis pour toutes sortes de pêcheurs à pied, tant "professionnels" qu'"amateurs".

a) les "professionnels" habitent pour leur grande majorité les communes voisines. Seule la pêche à la palourde les intéresse car plus lucrative que celle des autres coquillages tels que coques ou bigorneaux. Ces pêcheurs sont :

* des femmes âgées qui ont toujours pratiqué cette pêche, pour la consommation familiale dans le passé, comme complément à leur pension. Ce sont d'excellentes pêcheuses, de moins en moins nombreuses, pratiquant une pêche sélective "au trou" à l'aide d'une cuillère. Elles sont capables de rapporter de 5 à 10 kg de coquillages par marée (photo n° 1).

* des hommes retraités, moins nombreux et souvent moins experts que ces femmes, mais capables également de bonnes récoltes. Certains pêchent à la cuillère comme les femmes. D'autres grattent la vasière caillouteuse avec un croc (fourche recourbée à 4 ou 5 dents) ou à la "piguelle" (binette à fer en forme de coeur), outils réclamant plus de force physique et de technique (voir la position du manche entre les jambes) mais moins d'expérience que la pêche "au trou" (photo n° 2).

* Enfin depuis quelques années, des chômeurs de 20 à 50 ans pour certains très habiles à la pêche au "croc" ou à la "piguelle".

b) Les pêcheurs amateurs gardent leur pêche pour leur consommation personnelle ou pour des amis. Ce sont :

* des habitants des communes voisines et de l'agglomération lorientaise venant grossir le nombre des pêcheurs à chaque marée, été comme hiver. Ils pratiquent cette pêche pour leur plaisir : la quantité de coquillages amassés importe souvent davantage que l'espèce ! mais certains d'entre eux sont doués et équipés comme des "professionnels" (photo n° 3).

* les estivants, mal ou pas équipés du tout, sont spécialisés dans la pêche aux coques et bigorneaux, espèces faciles à récolter (photo n° 4). Leurs récoltes individuelles sont faibles, mais ils peuvent être nombreux. La pêche à pied est d'ailleurs un des attraits touristique de la région.

La pêche à pied au "Pays de Port-Louis" est donc un phénomène social. Elle occupe nombre d'"inactifs" depuis des générations : femmes de tous âges et hommes retraités auxquels s'ajoutent, de nos jours, chômeurs et vacanciers. La pêche tend de plus en plus à se "professionnaliser" comme en témoigne l'existence des "dépôts" de Riantec, véritables centres de collecte des coquillages destinés à la commercialisation.

3°) La commercialisation et l'estimation de la production

En principe récréative, donc non soumise à déclaration, la production échappe en grande partie aux statistiques officielles. De fait une bonne part est auto-consommée par les familles de pêcheurs (professionnels ou amateurs).

Mais la part vendue à la consommation est également importante puisqu'elle justifie le service de plusieurs "dépôts" à Rianteo, qui regroupent les pêches de "professionnels" pour les livrer à la consommation locale : poissonneries, restaurants, marché de Lorient.

Depuis la mise en évidence de problèmes sanitaires en Petite Mer de Gâvres, les dépôts ne doivent plus livrer leurs produits qu'après retrempage dans un établissement conchylicole agréé (en rivièrè d'Etel), ce qui doit permettre d'améliorer la qualité des coquillages (Directive des Affaires Maritimes de Lorient, du 2 avril 1986).

* Les livraisons globales des pêcheurs aux dépôts sont les seuls chiffres qu'on connaisse pour estimer la production totale de la Petite Mer. En 1987, 11 tonnes de palourdes, 5 tonnes de coques et 4 tonnes de bigorneaux ont été livrés aux dépôts (chiffres qui seraient en régression par rapport aux années précédentes). Aux prix (payés aux pêcheurs) respectivement de 45 F, 15 F et 20 F au kilogramme, ces livraisons donnent un chiffre d'affaire de 650 000 F :

11 tonnes de palourdes	X	45 F/Kg	=	495 000 F
5 tonnes de coques	X	15 F/Kg	=	75 000 F
4 tonnes de bigorneaux	X	20 F/Kg	=	80 000 F
---				-----
total : 20 tonnes			=	650 000 F

Mais ceci ne représente qu'une partie de la production. Les pêcheurs à pied "professionnels" gardent une partie de leur pêche pour leur consommation, notamment les palourdes invendables n'atteignant pas la taille marchande (35 mm). Quelques uns encore vendent directement aux conchyliculteurs de la rivièrè d'Etel ou à certains restaurants locaux. On peut donc au moins doubler le tonnage de palourdes livré aux dépôts, soit 20 tonnes pêchées par an.

Par ailleurs les faibles quantités de coques et de bigorneaux qui ont été livrées aux dépôts sont en rapport avec la faible valeur marchande de ces coquillages et ne représentent que les "extras" des "professionnels". Elles sont très éloignées des tonnages extraits en réalité, notamment pour les coques très abondantes.

* On peut aussi estimer la production, directement en fonction de l'effort de pêche : en comptant 20 grandes marées par an, de 3 jours chacune, et 200 pêcheurs (un peu plus en été, un peu moins en hiver) pêchant 5 kg chacun en moyenne, on obtient un ordre de grandeur de : 20 X 3 jours X 200 pêcheurs X 5 kg = 60 tonnes, soit le triple de ce qui passe par les dépôts, ce qui paraît un minimum.

On peut répartir ce tonnage en :

20 tonnes de palourdes	X 45 F/Kg	=	900 000 F
30 tonnes de coques	X 15 F/Kg	=	450 000 F
10 tonnes de bigorneaux	X 20 F/Kg	=	200 000 F
(+ huîtres plates, praires et moules pour mémoire)			
---			-----

Total : 60 tonnes = 1 550 000 F

Le chiffre d'affaire de la pêche à pied en Petite Mer de Gâvres est donc de 1,5 million de francs, au minimum.

4°) La conchyliculture

Les pêcheurs à pied ont toujours jalousement défendu "leur Petite Mer" contre les tentatives d'implantation de concessions conchylicoles. Un syndicat a même été créé dans ce but.

Seul un grand parc de 6 hectares a été concédé au Sud de l'Ile Kerner. Autrefois exploité pour l'élevage de l'huître plate il produisait jusqu'à 80 tonnes/an, soit 13 tonnes/hectare, excellent rendement. Il serait maintenant remis en exploitation pour l'élevage de palourdes. En haut de ce parc, un bâtiment ostréicole et 2 grands bassins offrent une structure à terre démesurée par rapport à la production actuelle à peu près nulle.

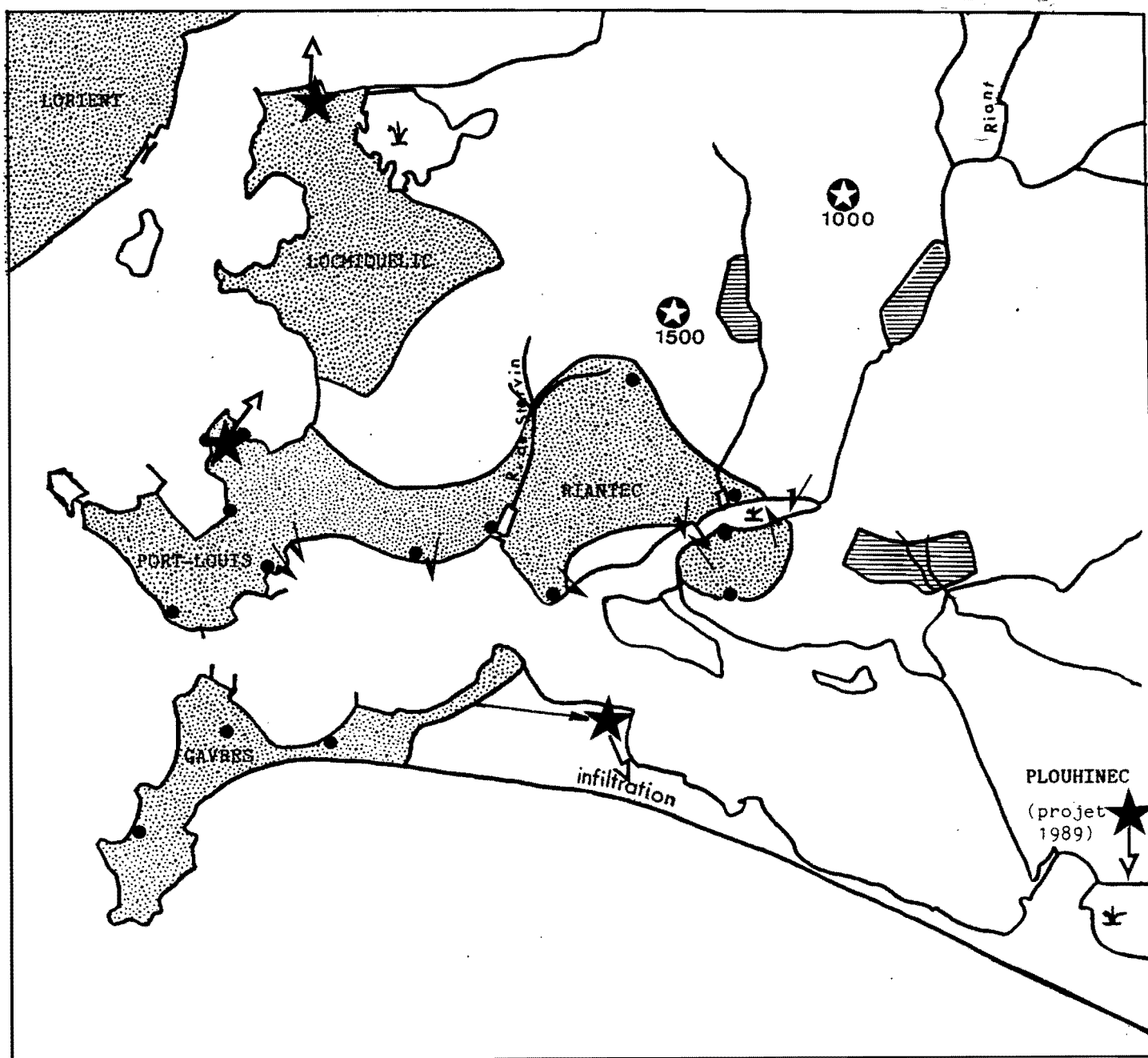
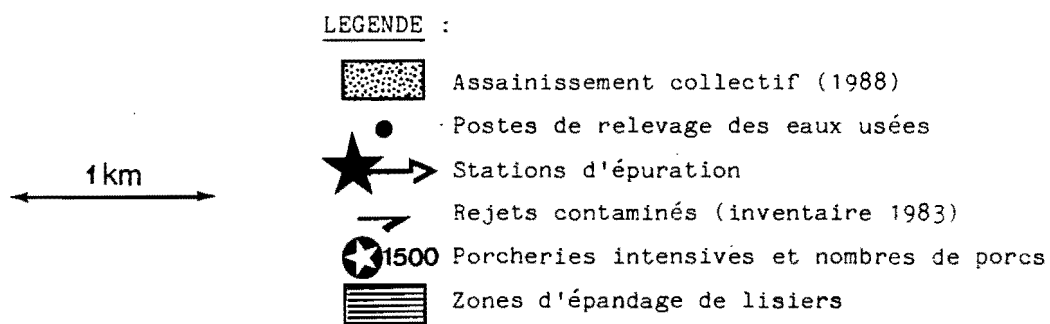
Conclusion

La production coquillière de la Petite Mer de Gâvres est relativement faible (60 tonnes ou un peu plus) car uniquement extraite par pêche à pied. Celle-ci est une tradition sociale jalousement défendue par une population fortement maritime pour qui elle représente une forme d'"assurance-vieillesse" (complément de "pensions") voire, de nos jours, une "assurance-chômage".

Cette forme d'exploitation induit une commercialisation locale en circuits courts qui n'est pas sans poser des problèmes de garantie sanitaire : circuits difficiles à appréhender, absence d'un dégorgement systématique des coquillages en bassin.

Il est donc nécessaire de bien connaître la salubrité de cette zone.

Figure 3 : ENVIRONNEMENT SANITAIRE de
la PETITE MER DE GAVRES.



II - L'ENVIRONNEMENT SANITAIRE

La Petite Mer de Gâvres est le réceptacle des eaux douces d'un bassin versant très modeste (4000 hectares).

Seulè la rive Nord, avec Port-Louis et Riantec en bordure de côte, est fortement urbanisée. A l'Est, le bourg de Plouhinec est assez en retrait (2 km) derrière des terres agricoles et des marais. Au Sud, la Petite Mer est isolée de l'océan par le long cordon dunaire de la presqu'île et commune de Gâvres, avec le bourg à son extrémité (figure 3).

1°) L'assainissement des communes riveraines

. Port-Louis (3000 habitants) et Riantec (4500) sont équipées depuis 1976 d'une station d'épuration commune, à boues activités, de 12 000 équivalents-habitants et dont le rejet se fait à la pointe de Kerzo au Nord de Port-Louis, bien à l'extérieur de la Petite Mer de Gâvres. Les 2 bourgs sont maintenant largement raccordés mais des rejets d'eaux usées existent encore à Locmalo et Riantec. La population augmente relativement peu en été, et il n'y a pas d'industrie particulièrement polluante.

. La commune de Plouhinec n'est concernée ici que par quelques villages agricoles dont l'assainissement consiste en fosses septiques individuelles. La réalisation en 1988 - 1989 d'une station d'épuration par lagunage naturel est postérieure à notre étude. Le rejet prévu dans les étangs de Kerzine et de Kervran au fond de la Petite Mer de Gâvres serait à surveiller à l'avenir bien qu'il soit largement "filtré" par les étangs.

. Le bourg de Gâvres à l'entrée de la Petite Mer, est surtout orienté vers le large. Il compte 900 habitants en hiver, mais accueille quelque 5000 touristes en été. Il est raccordé à une station d'épuration par lagunage naturel, de 7000 équivalents-habitants, dont le rejet s'infiltré dans le sable dunaire. Le reste de la commune, constitué par le cordon dunaire, est occupé par un terrain militaire (champ de tir).

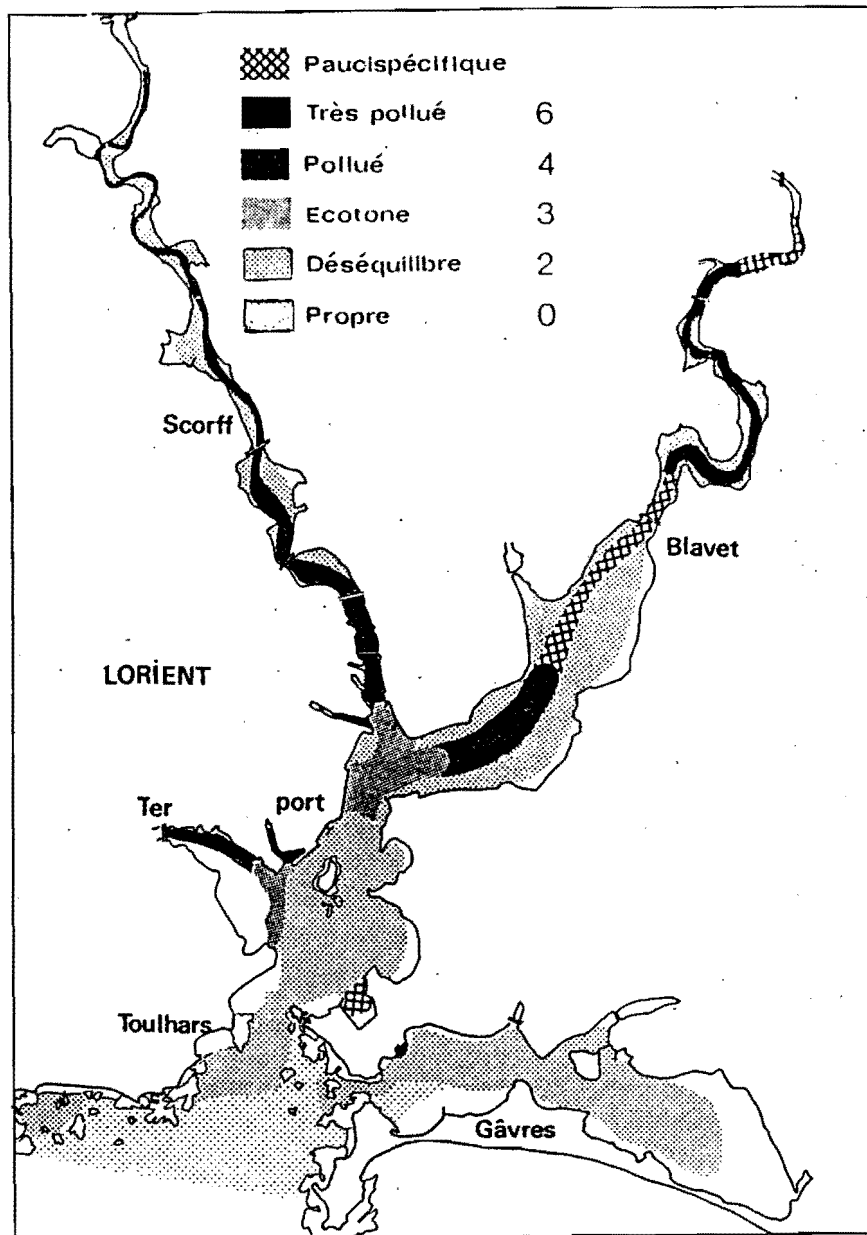
2°) Le bassin versant et les pollutions diffuses

Le bassin versant de la Petite Mer de Gâvres s'étend sur quelques kilomètres, au Nord et à L'Est seulement. Les courts ruisseaux qui le drainent traversent des terres agricoles avant de rejoindre les zones urbanisées de Riantec sur le dernier kilomètre de leur parcours.

Le principal cours d'eau est le Riant (7 Km) dont le débit de pointe approche 3 m³/seconde en période de crue. On notera aussi le ruisseau de Stervin (2 km) qui draine un secteur urbain. Dans l'Est les cours d'eau ont des débits encore plus faibles quasiment nuls en été.

Figure 4 :

Pollution de la rade de Lorient
d'après les peuplements benthiques



Les peuplements des fonds meubles confirment la variété sédimentaire et la richesse de la rade, milieu récepteur de deux estuaires et en communication étroite avec la mer. L'ensemble de la rade est enrichi par la matière organique liée au développement industriel, urbain et agricole. Si les zones polluées sont restreintes aux aires portuaires, les secteurs aval des estuaires et leur confluence avec la rade témoignent de profondes perturbations.

Source : H. Le Bris, 1984 - Les Peuplements benthiques de la rade de Lorient (Université de Bretagne Occidentale)

La pollution diffuse du bassin versant est donc à la fois agricole et urbaine. Sur le plan agricole on notera quelques élevages laitiers et surtout 2 porcheries intensives à Kerastel (1500 porcs) et Kervassal (1000 porcs) avec des zones d'épandage très proches des ruisseaux.

Nous retiendrons aussi que plus en aval dans les bourgs de Riantec et Port-Louis, l'assainissement collectif n'exclue pas les pollutions ponctuelles des habitations non encore raccordées.

3°) Les apports de la Rade de Lorient

La proximité de la Rade de Lorient pose le problème de contaminations éventuelles de la Petite Mer de Gâvres par l'aval, apportées par les eaux marines qui la remplissent à chaque marée.

a) courantologie

De nombreux ouvrages décrivent les courants des abords de Lorient. On retiendra que dans les courreaux de Groix les courants sont de 1 à 2 noeuds (0,5 à 1 mètre / seconde).

En entrant dans la Rade, le courant forçait (jusqu'à 4 noeuds) et se sépare en deux veines de chaque côté du plateau des Errants. La plus grande partie des masses d'eau entre et sort de la Rade par la passe Ouest (au Sud de Larmor-Plage).

L'entrée de la Petite Mer de Gâvres sur la rive Est se situe donc à l'écart des principaux flux de pollution transitant dans la Rade. L'alimentation de la Petite Mer à chaque marée se fait essentiellement par intrusion d'eau du large (non polluée).

b) La pollution globale de la Rade de Lorient (figure 4)

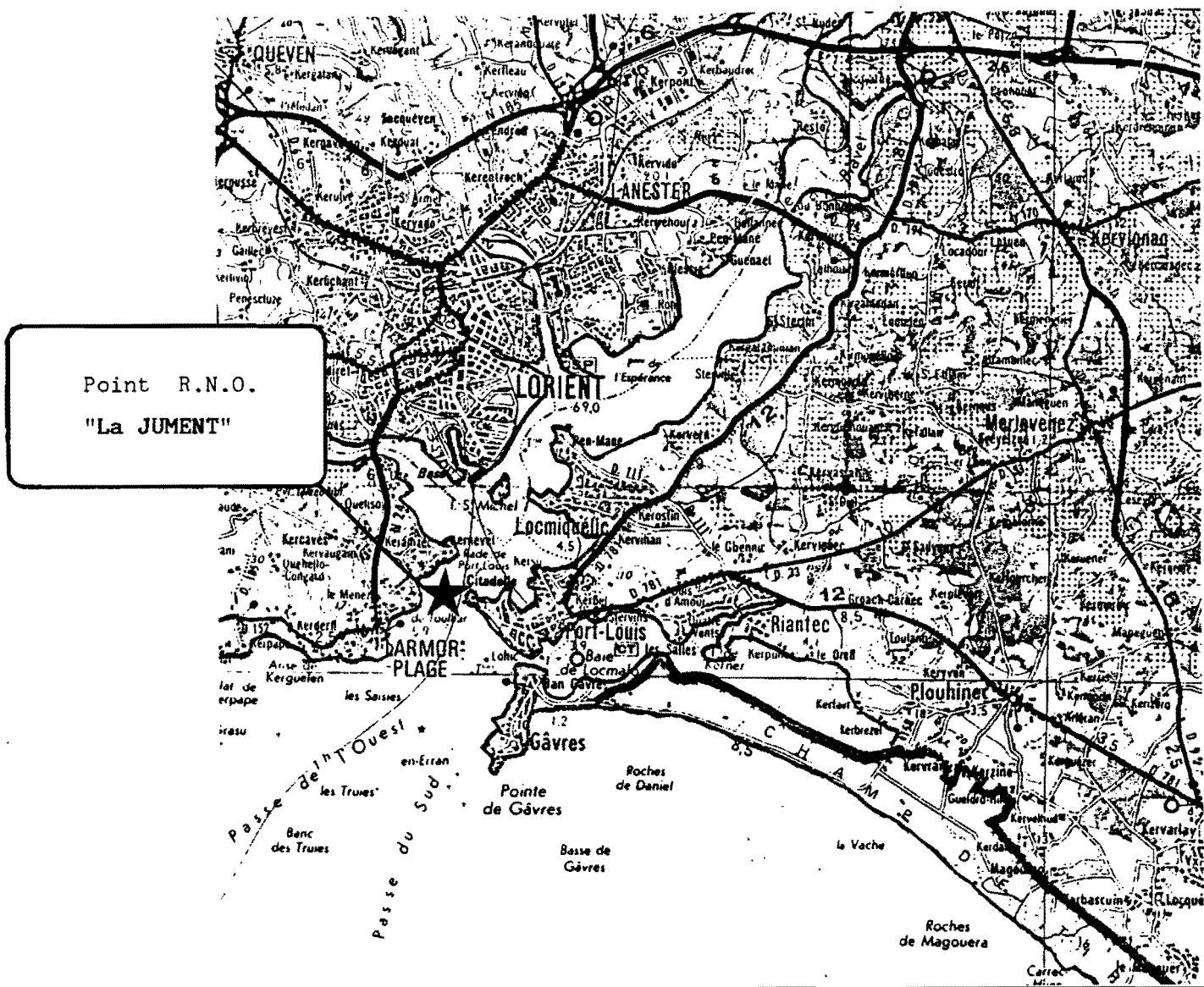
L'étude des peuplements benthiques de la Rade de Lorient effectuée par H. LE BRIS en 1984 donne une image stable de l'état sanitaire de la Rade (les peuplements benthiques ne se modifient que lentement).

Ils montrent que la Rade de Lorient est un milieu largement pollué dans sa partie amont (chenaux du Scorff et du Blavet, jusqu'à la Rade de Pen-Mané). Plus en aval, y compris dans la partie Nord de la Petite Mer de Gâvres, les fonds sont moins chargés mais traduisent néanmoins un net déséquilibre (peuplements déséquilibrés).

Dans la Petite Mer le contraste est assez significatif entre la rive Nord urbanisée et "déséquilibrée" et les rives Est et Sud quasi désertiques et "propres".

Figure 5 : POLLUANTS REMANENTS EN AVAL DE LA RADE DE LORIENT

(source : R.N.O point "La Jument" (Goulet de Port-Louis))



Point R.N.O.
"La JUMENT"

Prélèvements				Métaux (en p.p.m / poids sec)					Pesticides (en p.p.b / poids sec)					
Date	Espèce	Taille moyenne (en mm)	% de matière sèche	zinc	cuivre	mercure	cadmium	plomb	PCB	DDT	DDD	DDE	AHCH	Lindane
02/12/85	Moule	45	25	338	8,6	0,17	1,14	1,1	1206	18,6	16,5	16,8	1,2	4,0
03/03/86	"	60	22	252	8,0	0,25	1,23	1,8	362	8,5	7,4	6,2	0,5	1,0
07/07/86	"	37	24	520	8,5	0,07	1,95	3,3	2330	13,6	1,5	1,5	4,1	7,0
27/08/86	"	48	28	271	7,0	0,18	1,09	1,8	544	3,5	7,1	13,2	3,0	3,0
08/12/86	"	51	25	271	7,0	0,18	1,09	1,8	930	10,8	10,4	3,4	3,0	7,0
12/02/87	"	55	23	207	7,3	0,17	1,20	1,7	772	8,5	14,0	16,3	0,8	4,1
21/05/87	"	40	21	367	8,1	0,18	1,54	2,9	512	8,6	10,1	9,2	1,0	9,0
20/08/87	"	47	23	407	8,4	0,11	1,64	2,3	441	6,7	8,3	9,0	1,7	6,1
23/11/87	"	48	25	307	7,3	0,14	0,96	2,0	633	15,8	13,3	14,5	0,6	4,2
03/03/88	"	62	17	546	12,1	0,23	2,58	4,3	423	2,4	3,2	7,6	2,0	2,0
18/05/88	"	48	21	385	8,6	0,18	1,77	3,5	418	7,4	6,9	6,5	0,4	4,6
Tendance							↗	↗	↘	↘				
Moyennes nationales (Moules 1979-1987)				119	7,5	0,16	1,29	2,9	831	34,7	24,3	29,0	2,3	7,6
Comparaison par rapport aux moyennes nationales				+	+	+	+	+	=	-	-	-	-	-

Conclusions : Par rapport aux moyennes observées dans les moules du littoral français, les contaminations sont légèrement supérieures dans les métaux et nettement inférieures dans les pesticides. Malgré de légères tendances, on n'a pas d'évolution sensible (persistante et significative) des différents contaminants rémanents. Ces polluants ne semblent donc pas poser de problème sanitaire particulier dans la Rade de Lorient.

c) les polluants rémanents (figure 5)

Le Réseau National d'Observation de la Qualité du Milieu Marin (R.N.O.) géré par IFREMER, observe un suivi régulier des polluants rémanents éventuels (métaux lourds et pesticides) des coquillages du littoral français.

Un point de ce Réseau ("La Jument") est situé dans le Goulet de Port-Louis entre la Rade de Lorient et la Petite Mer de Gâvres.

Par rapport aux moyennes observées dans les moules du littoral français les contaminations sont légèrement supérieures en métaux et nettement inférieures en pesticides. Malgré de légères tendances, on n'a pas d'évolution sensible (persistante et significative) des différents contaminants rémanents.

Ces polluants ne semblent donc pas poser de problème sanitaire particulier dans la Rade de Lorient, ou dans sa partie aval tout au moins.

Conclusion

On retiendra que :

L'examen de l'environnement sanitaire de la Petite Mer de Gâvres explique mal les problèmes de salubrité observés dans les coquillages :

L'influence de la Rade de Lorient paraît minime.

Quant à la Petite Mer elle-même, son bassin versant est très réduit. Il n'est urbanisé que dans son secteur Nord-Ouest (Port-Louis et Riantec), secteur raccordé à un réseau d'assainissement conduisant les effluents domestiques bien en dehors de la Petite Mer.

Les stations d'épuration largement dimensionnées permettent d'accueillir une population estivale relativement peu importante (autour de la Petite Mer de Gâvres, la population double seulement en été).

Les ruisseaux sont insignifiants. Seuls le Riant et le ruisseau de Stervin ont un débit quelque peu conséquent en période de crue et peuvent drainer une pollution diffuse en hiver.

III - LES DONNEES BACTERIOLOGIQUES

Parallèlement à l'enquête sanitaire topographique cherchant à déceler les sources de pollution, nous avons mis en place un suivi analytique de différents points de la Petite Mer de Gâvres pour localiser les secteurs contaminés et leurs causes d'insalubrité. Devant une pollution essentiellement agricole (élevages) et domestique (habitations) nos analyses ont porté sur la contamination bactériologique des coquillages.

1°) Les analyses et les normes sanitaires

a) Rappel sur les germes témoins de contamination fécale

Les germes pathogènes éventuels de l'homme et des animaux à sang chaud, transmis par voie hydrique, tels que les salmonelles (fièvres typhoïdes, et gastro-entérites), les shigelles (dysenteries), ou certains vibrions (choléra) se retrouvent en nombre très limité dans le milieu et les coquillages ; ceci rend leur mise en évidence difficile et aléatoire, et donc d'interprétation délicate ou même douteuse.

Cependant ces germes étant rejetés par voie digestive, l'estimation d'une contamination fécale dans les coquillages peut constituer un excellent signal d'alarme et permet d'évaluer les risques encourus par le consommateur éventuel. Les **germes témoins de contamination fécale** les plus communément recherchés (car assez proches des bactéries pathogènes, notamment) sont les coliformes fécaux, essentiellement représentés par la bactérie Escherichia coli.

La méthode d'analyse se fait par dénombrement indirect, (estimation statistique) après répartition de l'inoculum et de ses dilutions dans des milieux de culture liquides (ensemencement). Des tables permettent d'obtenir le **nombre le plus probable de coliformes fécaux (CF)** à partir des résultats des cultures dans les tubes.

Quel que soit le type de méthode employé, le résultat de la numération n'est toujours qu'une probabilité, donc une approximation du nombre réel de germes présents dans l'échantillon analysé avec un certain intervalle de confiance (de l'ordre d'un demi-logarithme décimal pour une confiance de 95 %). Pour pallier cette incertitude et pour tenir compte de la sensibilité variable du consommateur, les normes bactériologiques imposées sont telles que la limite de sécurité n'est pas dépassée même si le nombre de germes trouvé est sous-estimé par rapport à la valeur réelle.

b) les normes sanitaires

L'arrêté du 12 octobre 1976 fixe les normes bactériologiques de salubrité des zones conchylicoles : la norme de référence pour la salubrité d'une zone est de **300 coliformes fécaux pour 100 ml de chair de coquillages**. Compte-tenu de l'approximation statistique (voir ci-dessus) une certaine tolérance est admise :

la zone doit être considérée comme salubre si pour 26 prélèvements sur 12 mois consécutifs, on a :

5 analyses	(19 %)	maximum	>	300 CF
dont 2	(8 %)	maximum	>	1000 CF
et 0			>	3000 CF

La directive européenne du 30 octobre 1979 sur la qualité des eaux conchylicoles reprend la norme bactériologique de 300 CF (nombre guide) dans les coquillages avec une tolérance de dépassement pour 25 % des échantillons.

On remarque que ces normes portent sur des **analyses de coquillages**, car ils intègrent mieux la salubrité globale d'une zone que l'eau de mer elle-même sujette à des variations importantes selon l'heure de la marée (flot ou jusant) et la tranche d'eau (en surface ou au fond) notamment.

Les autres polluants éventuels (métaux lourds, pesticides, hydrocarbures, ...) sont surveillés au niveau du Réseau National d'Observation de la Qualité du Milieu Marin (R.N.O.) géré par IFREMER. Nous avons vu (chapitre II) qu'un point de surveillance R.N.O. existait juste en aval de la Petite Mer de Gâvres et de la Rade de Lorient. Les analyses ne traduisent pas de problèmes particuliers du côté de ces polluants liés d'ailleurs à un environnement spécifique (industrie notamment) qu'on ne trouve pas de toute façon en Petite Mer de Gâvres.

Ainsi les normes sanitaires sont essentiellement bactériologique. Nous avons vu que cette approche paraît tout à fait suffisante ici où la salubrité dépend surtout des contaminations d'origines agricoles et domestiques.

Actuellement la Petite Mer est classée en zone salubre. Des résultats défavorables d'analyse de coquillages mettant en doute la valeur de ce classement, notre étude vise à déceler d'éventuels secteurs insalubres.

2°) Le déroulement de l'étude de suivi

Cette étude visait une première approche de la salubrité de la Petite Mer de Gâvres avec des analyses de bactériologie quasi mensuelles réparties sur un cycle annuel.

En fait la difficulté de stocker des coquillages sur ce site (problèmes de vols) ont entraîné de nombreuses données manquantes pendant l'été 1986 qui nous ont conduit à prolonger l'étude jusqu'à la fin de l'été 1987. Au total 13 tournées de prélèvements ont été effectuées, à des coefficients de marée compris entre 71 (marée moyenne) et 104 (grande marée) correspondant aux conditions d'accès au site pour la pêche à pied.

Ces séries de prélèvements ont donné lieu à 89 analyses de coquillages et 56 analyses d'eaux. Elles ont porté sur la recherche des germes témoins de contamination fécale dans les coquillages (estimation du nombre de coliformes fécaux). Les échantillons d'eau ont été prélevés pour analyser la qualité des apports des ruisseaux en amont, et de ceux de la rade de Lorient par le goulet de Gâvres-Port-Louis en aval.

a) Les points de prélèvements de coquillages (figure 6 page suivante)

8 points de prélèvements de coquillages ont été fixés, répartis dans toute la zone : 5 dans la partie Nord et 3 du côté Sud, moins urbanisé.

Au départ, nous avons placé une poche d'huîtres creuses à chaque point de prélèvement : soit suspendue au bas d'une cale soit fixée sur une petite table ostréicole. Les poches étaient réapprovisionnées en huîtres (salubres) d'une fois sur l'autre.

Malheureusement nous avons dû abandonner ce processus dans les secteurs trop fréquentés à la suite de vols de nos coquillages et parfois du matériel (voir les nombreuses données manquantes de l'été 1986).

Dès lors, nous avons, soit récolté des coquillages dans le gisement, (coques et moules), soit réapprovisionné les poches en huîtres 2 à 3 semaines avant les prélèvements, permettant un séjour tout de même suffisant pour que les coquillages représentent la qualité bactériologique de leur nouveau milieu.

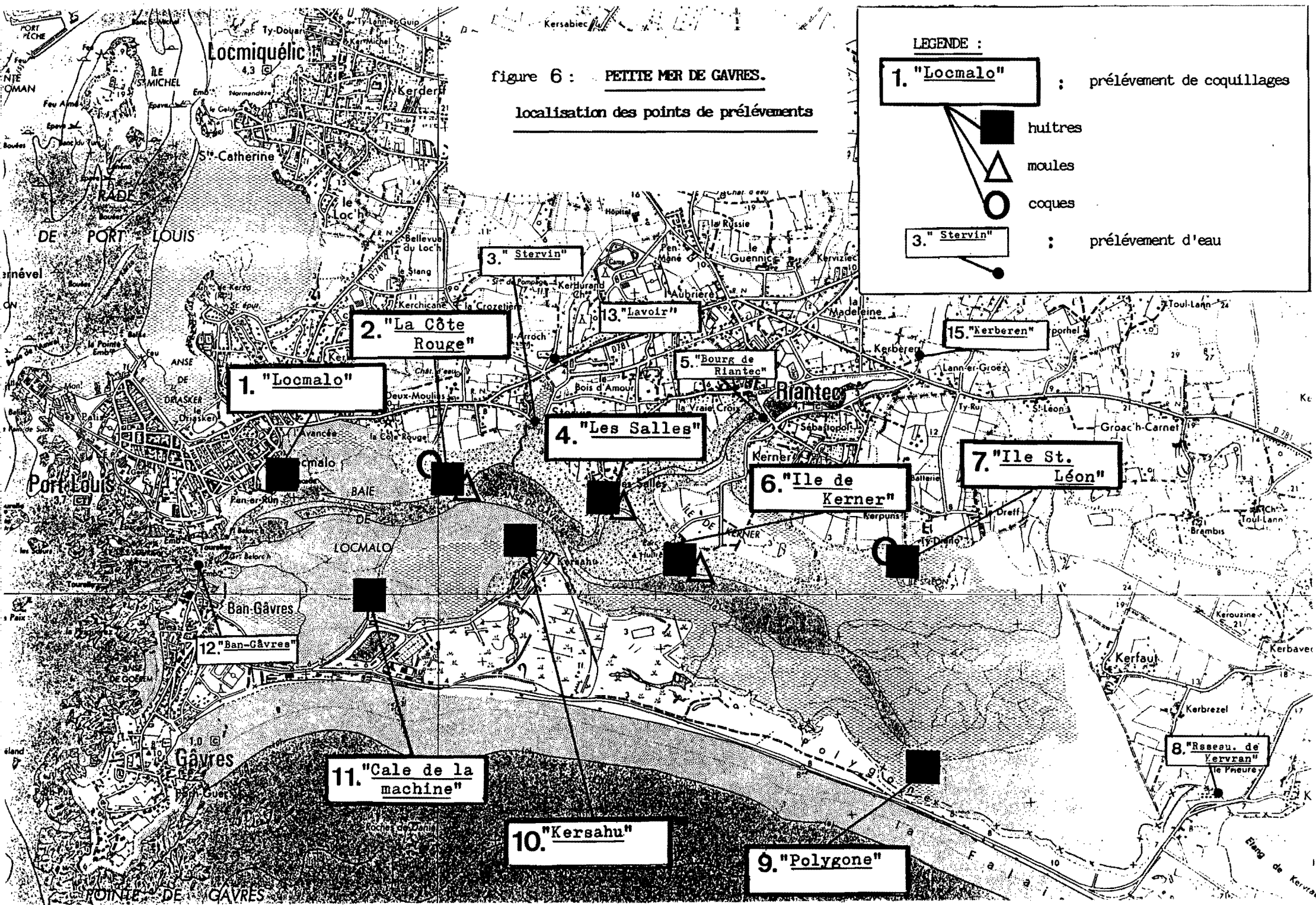


figure 6 : PETITE MER DE GAVRES.
 localisation des points de prélèvements

LEGENDE :

- 1. "Locmalo" : prélèvement de coquillages
 - huitres
 - ▲ moules
 - coques
- 3. "Stervin" : prélèvement d'eau

1. "Locmalo"

2. "La Côte Rouge"

3. "Stervin"

4. "Les Salles"

13. "Lavoir"

5. "Bourg de Riantec"

6. "Ile de Kerner"

7. "Ile St. Léon"

15. "Kerbereren"

12. "Ban-Gavree"

11. "Cale de la machine"

10. "Kersahu"

9. "Polygone"

8. "Rseeu. de Yervran"

Les points de prélèvements de coquillages sont :

- point 1 "Locmalo" : huîtres creuses, en poche fixée sur une table, au Nord-Est de la jetée du port de Locmalo.

- point 2 "La Côte Rouge" : huîtres creuses, en poche fixée sur une table, à une centaine de mètres de la côte. Moules et coques du gisement naturel à l'occasion (vol des huîtres).

- point 4 "Les Salles" : huîtres creuses, en poche fixée sur une table au bas de la cale ; et un prélèvement de moules naturelles, suite aux vols de l'été 1986.

- point 6 "Ile de Kerner" : huîtres creuses, puis moules, au sol, au pied du bassin submersible de l'établissement ostréicole.

- point 7 "Ile St-Léon" : huîtres creuses en poche fixée sur une table, puis coques extraites du sédiment.

- point 9 "Polygone" : huîtres creuses, en poche fixée sur une table, à une centaine de mètres environ de la côte.

- point 10 "Kersalu" : huîtres creuses, en poche suspendue le long du quai . Il manque plus d'un tiers des analyses pour cause de vol des coquillages.

- point 11 "Cale de la machine" : huîtres creuses, en poche suspendue au bout du quai.

b) Les points de prélèvements d'eau (figure 6)

Les prélèvements d'eau ont été effectués au niveau des "principales" arrivées d'eau dans la Petite Mer. Cela concerne :

- . le ruisseau et l'étang de Stervin,
- . le Riant et l'étang de Riantec
- . le ruisseau de Kervran en aval des marais de Kervran et Kerzine
- . l'arrivée d'eau de mer par le goulet de Ban-Gâvres

- point 3 "Stervin" : prélèvements d'eau effectués en aval du clapet de l'étang de Stervin.

- point 13 "Lavoir" : point rajouté en cours d'étude, à la demande du maire de Riantec, à l'entrée du lavoir, en amont de l'étang de Stervin.

- point 5 "Bourg de Riantec" : en aval du clapet de l'étang.

- point 15 "Kerbereren" : sur le ruisseau du Riant en amont du lavoir (point également rajouté en cours d'étude).

- point 8 "Ruisseau de Kervran" : en aval des étangs de Plouhinec, à la sortie de la buse passant sous la route de Gâvres (débit très faible).

- point 12 "Ban-Gâvres" : prélèvement d'eau de mer à l'entrée de la Petite Mer, réalisé en principe en début de flot (donc en fin de tournée) à l'extrémité de l'embarcadère de Ban-Gâvres.

En ce qui concerne le déroulement de l'étude, on retiendra surtout que le problème des vols de coquillages a eu deux conséquences :

* nombreuses données manquantes pendant l'été 1986.

- hétérogénéité des prélèvements de coquillages : huîtres en poches, moules au sol, coques du sédiment.

Pour pallier cette hétérogénéité, d'une part, et mieux apprécier les divers niveaux de contaminations des différentes espèces de coquillages, d'autre part, une étude complémentaire a été menée d'août à octobre 1988 au point 6 avec des huîtres et des palourdes (voir 4° l'étude complémentaire de comparaison des coquillages).



Huîtres creuses
Moules
Coques

Figure 7 : ETUDE DE ZONE : PETITE MER DE GAVRES
BACTERIOLOGIE DES COQUILLAGES

Normes pour COQUILLAGES <

(résultats bruts en coliformes fécaux / 100 ml chair)

Année		1 9 8 6						1 9 8 7						
Pt de Prélèvement	Date	26 juin	24 juil.	07 août	04 sept.	17 nov.	18 déc.	29 janv.	26 fév.	30 mars	14 mai	11 juin	13 août	10 sept.
	Coeff	74	90	81	84	82	71	86	73	104	96	84	92	104
N°	Nom													
1	Locmalo	258	54	138	138	558	/	1440	558	138	54	258	138	138
2	La Côte Rouge	258	/	258	558	138	558	138	258	258	90	234	258	1440
4	Les Salles	258	/	/	258	900	900	558	450	558	54	558	1440	558
6	Ile de Kerner	138	0	84	24	1440	4500	6600	14400	558	24	138	138	138
7	Ile de St-Léon	54	54	/	/	1440	1380	1440	558	558	2760	558	1440	2760
9	Polygone	138	54	/	24	138	558	54	1440	138	24	0	54	258
10	Kersahu	258	24	/	/	138	/	/	558	258	/	138	558	258
11	Côte de la Machine	54	/	/	54	258	/	90	900	258	24	258	1440	138

Figure 8 : ETUDE DE ZONE : PETITE MER DE GAVRES
BACTERIOLOGIE DES EAUX

(résultats en Coliformes Fécaux / 100 ml)

Année		1 9 8 6						1 9 8 7						
Pt de Prélèvement	Date	26 juin	24 juil.	07 août	04 sept.	17 nov.	18 déc.	29 janv.	26 fév.	30 mars	14 mai	11 juin	13 août	10 sept.
	Coeff	74	90	81	84	82	71	86	73	104	96	84	92	104
N°	Nom													
3	Stervin	86	0	480	18	480	860	86	480	86	86	86	0	18
13	Lavoir	/	/	/	/	/	/	/	/	46	86	300	6 600	86
5	Bourg de Riantec	86	0	24	8	9 200	460	420	2 200	920	18	480	18	0
15	Kerberen	/	/	/	/	/	/	/	/	18	86	450	6 600	6 600
8	Ruisseau de Kervran	/	/	/	/	/	/	8	14	8	186	18	46	186
12	Ban Gâvres (flot)	0	0	0	0	46	/	/	/	/	/	46	/	/
	Ban Gâvres (basse-mer)	/	/	/	/	/	480	8	46	18	0	/	0	8

3°) Les résultats bruts

Les résultats d'analyse de l'étude bactériologique de 1986 -1987 sont donnés dans les tableaux de la figure ci-contre. Dans l'ensemble la salubrité apparaît très médiocre.

- a) des contaminations importantes dans les coquillages

(figure 7)

Le grand nombre de résultats supérieurs à 300 CF fait nettement nettement apparaître qu'il y a un problème de salubrité dans la Petite Mer de Gâvres.

Il est cependant difficile, au seul vu de ces résultats bruts, de dégager une causalité géographique (lignes du tableau) ou temporelle (colonnes) dans l'apparition de résultats défavorables.

A priori on peut juste dire que la rive Sud paraît poser moins de problème globalement que la rive Nord.

- b) une pollution par les eaux du bassin versant (figure 8)

La bonne qualité de l'eau à Ban-Gâvres, notamment au flot, montre qu'il n'y a pas pollution de la Petite Mer de Gâvres par les eaux marines qui l'envahissent à chaque marée. Ceci rejoint l'étude courantologique de la rade de Lorient (voir page 9) qui conclue que les eaux de la rade pénètrent peu dans la Petite Mer de Gâvres : ce sont les eaux du large, non contaminées, qui alimentent la Petite Mer.

Par contre les analyses effectuées sur les apports d'eau douce révèlent des contaminations fréquentes et importantes du Riant et du ruisseau de Stervin. Les quelques mauvais résultats obtenus en amont des étangs montrent que ces ruisseaux sont pollués aussi bien au niveau du bourg de Riantec (points 3 et 5) que plus en amont (points 13 et 15) et collectent donc des rejets tout au long de leur parcours.

Au fond de la Petite Mer, le ruisseau de Kervran apparaît de bien meilleure qualité malgré 2 résultats médiocres à 186 CF.

C'est donc surtout le bassin versant Nord qui contaminerait la Petite Mer.

4°) Les différences de contaminations entre les coquillages

L'espèce du coquillage semblerait avoir une incidence sur les résultats bactériologiques obtenus. En d'autres termes, il semble qu'il existe une prédisposition de la palourde et de la coque à se "surpolluer" par rapport à d'autres coquillages comme l'huître par exemple (cela pourrait être dû à l'enfouissement de ces coquillages dans la vase, souvent plus chargée en microorganismes que l'eau elle-même).

Mais les seuls résultats de l'étude 1986 - 1987 ne permettent pas de savoir si un mauvais résultat tient à l'espèce même de coquillage ou à son lieu de prélèvement : un taux, par exemple de 1440 coliformes fécaux pour 100 ml de chair de coques, le 17 novembre 1986 à l'Ile Saint-Léon, est-il dû aux coques ou au site de l'Ile Saint-Léon ?

a) L'étude de comparaison des coquillages à Kerner -----

Pour pouvoir répondre à une telle question, il convenait d'effectuer une comparaison de la salubrité des coquillages en un même point, aux mêmes dates.

C'est l'étude que nous avons mise en place d'août à octobre 1988, sur le parc conchylicole de Kerner (point 6 du suivi bactériologique). Le choix de ce point tient :

- à sa position centrale dans la Petite Mer de Gâvres, permettant une meilleure extrapolation des résultats à l'ensemble de la Petite Mer.

- à sa bonne protection contre les vols (gardiennage).

Pour évaluer le degré de précision des résultats obtenus, 2 points ont en fait été choisis :

. l'un sur le parc, dit "en élevage à plat"

. l'autre dans le grand Bassin Submersible à une côte 2 mètres plus élevée, et dit "en B.S".

Chaque point comportait 3 lots de coquillages (HUITRES, MOULES et PALOURDES) stockés en mannes.

Les 6 lots ont fait l'objet d'analyses de colimétrie tous les 7 à 10 jours. Au total 7 séries de 6 prélèvements ont été réalisées.

b) les coefficients d'intercalibration (figure 9) -----

Les résultats de ces analyses sont donnés dans la partie gauche du tableau de la figure 9.

Figure 9 : ETUDE DE COMPARAISON DES COQUILLAGES

A KERNER (point 6)

Résultats en Coliformes Fécaux/100 ml

Année	1988							Moyennes logarithmiques (en logarithme base 10)	Conclusion : coeff-correcteur de log CF par rapport aux Huîtres	
	Date → Pt de prélèvement	31 août	8 sept	18 sept	26 sept	3 oct.	10 oct.			
		102	67	44	114	32	85	38		
<u>Espèce</u>										
Huître Creuse	A plat	24	138	54	258	54	1 440	258	2,13 } 1,80 1,48 } → CF = 63	Global 1 Elevage 1 A plat seulement
	en BS.*	0	258	24	258	0	258	54		
Moule	A plat	258	558	258	900	54	1 440	258	2,55 } 2,33 2,11 } → CF = 213	0,77 0,83 <u>0,8</u>
	en BS.*	0	558	138	1 440	138	258	138		
Palourde	A plat	1 440	1 440	1 440	1 440	558	2 760	558	3,00 } 2,68 2,42 } → CF = 479	0,67 0,71 <u>0,7</u>
	en BS.*	258	450	24	2 760	138	558	138		

* en Bassin Submersible

Figure 10 : TABLE DE CONVERSION

des colimétries des différents coquillages
en "équivalents colimétriques huîtres"

MOULES		VALEURS CORRIGÉES	
CF/100 ml	log(CF)	log COR = log (CF) x 0,8	"Equivalent huîtres" = 10 log Cor
24	1,38	1,10	13
138	2,13	1,71	52
258	2,41	1,93	85
558	2,75	2,20	158
<u>1 248</u>	<u>3,10</u>	<u>2,48</u>	<u>300</u>
1 440	3,16	2,52	336
4 500	3,66	2,92	837
6 600	3,82	3,06	1 137
14 400	4,16	3,33	2 122

PALOURDES ET COQUES		VALEURS CORRIGÉES	
CF/100 ml	log(CF)	log COR = log (CF) x 0,7	"Equivalent huîtres" = 10 log Cor
558	2,75	1,92	84
1 380	3,14	2,80	158
1 440	3,16	2,21	162
2 760	3,44	2,41	256
<u>3 457</u>	<u>3,54</u>	<u>2,48</u>	<u>300</u>

Il convenait ensuite de déterminer un moyen de comparaison entre les différentes séries d'analyses.

Les dénombrements des coliformes fécaux (CF) sont des données qui varient de façon exponentielle (comme la croissance bactérienne elle-même) et leur moyenne arithmétique n'a donc aucun sens.

Pour comparer les séries de résultats nous devons prendre des moyennes logarithmiques. En fait on prendra $\log(CF+1)$ pour éviter, lorsque $CF = 0$, d'avoir $\log(0)$ qui n'a aucun sens mathématique. Cette modification de 1 CF est tout à fait négligeable.

Des moyennes logarithmiques de chaque série nous avons tiré des coefficients d'intercalibration entre coquillages.

Par exemple, le coefficient correcteur des moules par rapport aux huîtres est :

$$\text{coeff (moule/huître)} = \frac{\text{moyenne log. huître}}{\text{moyenne log. moule}}$$

$$\text{soit (en élevage à plat)} : \frac{2,13}{2,55} = 0,83$$

A partir des comparaisons entre coquillages sur parcs seulement (élevage "à plat") et globales ("à plat" + en "B.S."), nous avons retenu les coefficients d'intercalibration de :

0,8 entre moules et huîtres
0,7 entre palourdes et huîtres

Les comparaisons entre coquillages en B.S. seulement, donnent des coefficients plus faibles (0,7 et 0,6), donc des différences plus fortes.

Une autre étude (en cours) des contaminations comparées d'huîtres creuses et de palourdes en 4 points de la rivière d'Auray donne (sur les 10 premières sorties de prélèvements, soit 39 couples huîtres/palourdes) des coefficients d'intercalibration également comparables :

- entre 0,58 et 0,69, soit 0,63 plus ou moins 10 %, en élevage à plat
- entre 0,68 et 0,89, soit 0,77 plus ou moins 15 %, en élevage surélevé

ces chiffres confirment l'ordre de grandeur du coefficient d'intercalibration huître-palourde trouvé à Kerner ($C = 0,7$).

Figure 11 : ETUDE DE ZONE : PETITE MER DE GAVRÉS

VALEURS PONDEREES par rapport aux HUITRES

en Coliformes fécaux / 100 ml de chair.

138 : analyse d'huîtres

(336) : valeur pondérée en
équivalent-huitre.

558 : résultat défavorable

(norme pour coquillages : < 300)

Année			1 9 8 6						1 9 8 7						
Pt de Prélèvement	Date	Coef	26 juin	24 juil.	7 août	4 sept.	17 nov.	18 déc.	29 janv.	26 fév.	30 mars	14 mai	11 juin	13 août	10 sept.
			74	90	81	84	82	71	86	73	104	96	84	92	104
N°	Nom	Zone													
1	Locmalo	A	258	54	138	138	<u>558</u>	/	<u>1440</u>	<u>558</u>	138	54	258	138	138
2	La Côte Rouge	A	258	/	258	(158)	138	<u>558</u>	138	258	258	90	234	258	(162)
10	Kersahu	A	258	24	/	/	138	/	/	<u>558</u>	258	/	138	<u>558</u>	258
11	Côte de la Machine	A	54	/	/	54	258	/	90	<u>900</u>	258	24	258	<u>1440</u>	138
4	Les Salles	B	258	/	/	(85)	<u>900</u>	<u>900</u>	<u>558</u>	<u>450</u>	<u>558</u>	54	<u>558</u>	<u>1440</u>	<u>558</u>
6	Ile de Kerner	C	138	0	84	24	(336)	(837)	(1137)	(2122)	<u>558</u>	(13)	(52)	(52)	(52)
7	Ile St-Léon	C	54	54	/	/	(162)	(158)	(162)	(84)	(84)	(256)	(84)	(162)	(256)
9	Polygone	C	138	54	/	24	138	<u>558</u>	54	<u>1440</u>	138	24	0	54	258

Ces résultats montrent bien que les coquillages se contaminent différemment suivant les espèces. Mais les coefficients d'intercalibration ne peuvent, être appréhendés avec une grande précision, ce qui paraît inhérent à leur nature (fortes variabilités des phénomènes biologiques).

c) L'intercalibration des résultats (figure 10)

Malgré leur manque de précision, les coefficients d'intercalibration vont donner une meilleure vision de la salubrité en permettant de transformer les colimétries des différents coquillages en colimétries "équivalents" d'huîtres.

Prendre les huîtres comme référence donne évidemment la vision la plus optimiste de la salubrité. Elle n'en paraît pas moins la plus réaliste :

- d'une part, c'est la "référence" la plus souvent utilisée sur tout le littoral français,

- d'autre part, la norme de 300 CF / 100 ml rapportée aux moules ou aux palourdes paraît beaucoup trop sévère puisqu'elle correspond respectivement à 85 et 48 CF dans les huîtres. La plupart des zones salubres du littoral français seraient alors au-dessus des normes, alors qu'elles ne posent pas de problème sanitaire.

La table de la figure 10 donne les conversions des colimétries des différents coquillages en colimétries équivalents d'huîtres. Ces conversions sont effectuées en pondérant $\log(CF+1)$ par le coefficient d'intercalibration (0,8 pour les moules et 0,7 pour les coques assimilées aux palourdes). Ceci donne un logarithme corrigé ($\log COR$) d'où on extrait la colimétrie équivalente d'huîtres ($= 10^{\log COR}$)

Conclusion : les résultats pondérés (figure 11)

En appliquant cette intercalibration à la Petite Mer de Gâvres, on voit que cela modifie sensiblement les analyses de notre suivi sanitaire, avec des résultats en partie estimés (20 analyses sur 89) mais plus fiables que les résultats bruts.

Les comparaisons avec la norme de 300 CF ne sont évidemment valables que si on accepte de prendre les huîtres comme coquillages de référence.

Par contre les comparaisons dans l'espace (lignes du tableau) et dans le temps (colonnes) sont réalisables quelque soit le coquillage de référence.

Nous allons les analyser plus en détail à l'aide de tests statistiques de comparaisons.

IV - L'INTERPRETATION STATISTIQUE - COMPARAISONS ET TENDANCES

Nous avons vu que l'exploitation brute des analyses du suivi bactériologique ne permet que des conclusions assez globales sur la mauvaise qualité sanitaire de la Petite Mer de Gâvres ; et ceci d'autant plus que les contaminations différentes selon les coquillages masquent considérablement les autres facteurs de variation.

L'utilisation d'un test statistique simple (l'analyse de la variance) va nous permettre :

- de tester la fiabilité des différences de contamination entre les espèces de coquillages,

- d'étudier plus finement les variations sectorielles et saisonnières de la colimétrie dans la Petite Mer.

1°) La méthode

a) l'échantillonnage -----

Pour commencer il faut évidemment comparer des analyses comparables. Ainsi on doit distinguer les résultats de prélèvements de coquillages, organismes filtreurs où les polluants peuvent être concentrés, de ceux de prélèvements d'eau.

De plus, la contamination de l'eau peut varier assez rapidement et n'est donc qu'un indicateur peu exploitable statistiquement.

Au contraire, la contamination des coquillages a plus d'inertie et permet davantage de faire l'impasse sur des variations de courtes périodes.

Seules les analyses colimétriques de coquillages seront donc ici exploitées statistiquement.

Cependant, les différences de contamination entre les différents coquillages nous donnent le choix entre 2 possibilités :

- soit n'exploiter que les analyses d'huitres creuses : 69 sur 89 analyses de coquillages au total ; ceci représente un effectif encore intéressant mais assez disproportionné selon les points : entre 2 et 12 analyses par points.

- soit utiliser les coefficients d'intercalibration des coquillages (0,7 pour les coques et 0,8 pour les moules pour les rapporter aux huitres), c'est-à-dire travailler sur le tableau des analyses pondérées de la figure 11 page précédente : 69 analyses réelles + 20 analyses estimées.

Les 2 méthodes ont été testées. Elles donnent des **résultats très comparables**. Nous présenterons ici les résultats de la méthode de pondération qui a l'avantage de prendre en compte toutes les données et donc :

- de porter l'analyse sur plus de données qu'avec les huitres seules,

- d'avoir des groupes de résultats mieux répartis entre les points de prélèvements (une dizaine par point).

On pourra vérifier dans les annexes 4, 5 et 6 que les résultats de l'interprétation statistique sur les seules analyses d'huitres sont très voisines des tableaux et graphiques de la méthode d'inter-calibration.

b) l'analyse de la variance, test de comparaison

Le but est d'essayer de voir si les facteurs étudiés peuvent induire des **différences significatives** dans la colimétrie des coquillages, c'est-à-dire si les différents points ou zones, les différentes saisons sont équivalents ; ou si au contraire certains groupes se démarquent des autres (différence significative).

L'analyse de la variance qui étudie (par les variances) la dispersion des moyennes des groupes de résultats observés permet de répondre à la question : **serait-il plausible que les différents groupes (points, zones, saisons) d'où proviennent ces séries de mesures, aient la même moyenne ?** Si la réponse est négative, on dira que les moyennes observées diffèrent significativement, et donc qu'il y a une différence réelle entre les groupes (avec un certain degré de confiance = 95 %).

Les principes mathématiques de ce test classique sont donnés en annexe 2.

Pour compléter ce test nous comparerons deux à deux les moyennes de chaque groupe pour voir les données équivalentes (ou homogènes entre-elles) et un graphique des intervalles de confiance (à 95 %) de ces moyennes, visualisera davantage encore les regroupements éventuels des différents points, zones ou saisons.

c) la variable étudiée : $\log(CF+1)$

Soit CF = nombre de coliformes fécaux / 100 ml de chair
de coquillages

Nous avons vu que le dénombrement des coliformes fécaux est une donnée qui **varie de façon exponentielle** comme la croissance bactérienne elle-même.

Ainsi l'analyse de la variance, ne saurait s'appliquer aux moyennes arithmétiques des dénombrements de coliformes fécaux. Ce test suppose même que la variable étudiée soit à peu près distribuée selon une loi "normale" (courbe en cloche).

Comme précédemment nous travaillerons sur les **logarithmes du nombre de coliformes fécaux**, en fait $\log(CF+1)$; la courbe prend alors une distribution à peu près "normale", qui peut être vérifié par le test de normalité de HENRY où les pourcentages cumulés sur une échelle adéquate (dite d'anamorphose) doivent suivre une droite (annexe 3).

Après comparaison statistique des différentes espèces de coquillages, nous corrélons les analyses entre elles en multipliant $\log(CF+1)$ par le coefficient d'intercalibration correspondant à l'espèce de coquillage. Autrement dit, nous travaillerons sur les logarithmes des résultats pondérés de la figure 11.

Figure 12 :

COMPARAISON des ESPECES de COQUILLAGES en données brutes

● Analyse de la variance de LOG (CF + 1) PAR ESPECE DE COQUILLAGES

Source de variation	sommes des carrés	degrés de liberté	Variances	Fc (calculé)	Risque
Entre les espèces de coquillages	8,417	2	4,208	11,110	0,0001
Intérieure aux espèces de coquillages	32,576	86	0,379		
Total	40,993	88			

La table de F(95 %) donne $F_t = 3,12$

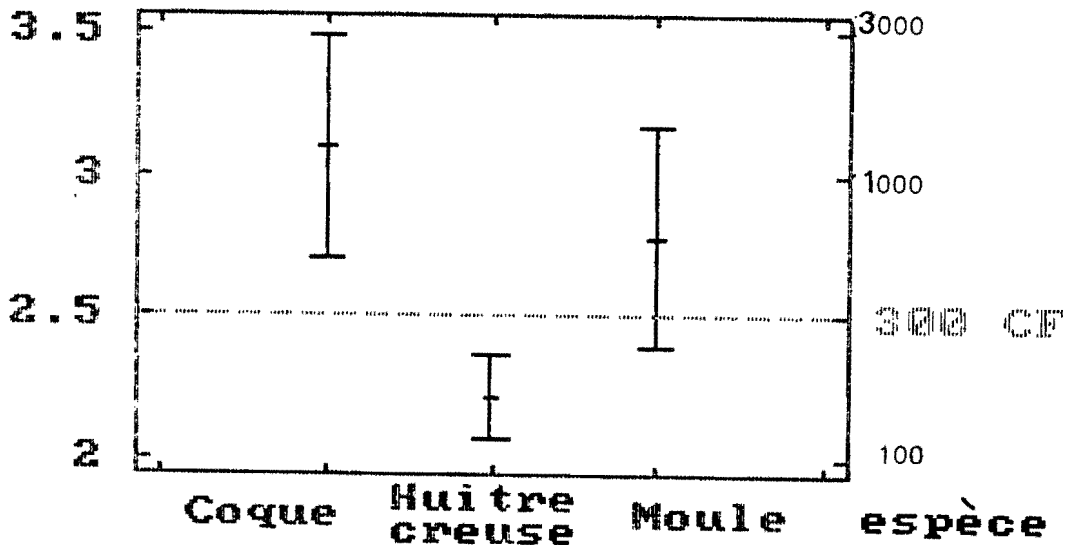
CONCLUSION : $F_c > F_t \rightarrow$ Il y a une DIFFERENCE SIGNIFICATIVE ENTRE LES DIVERSES ESPECES DE COQUILLAGES

● Comparaisons 2 à 2 :

Espèce de coquillages	Nombres d'analyses	Moyennes (logarithmiques)	Regroupements
Huîtres	69	2,219	*
Moules	10	2,777	*
Coques	10	3,091	*

**intervalles de confiance (95%)
des moyennes de log(CF+1)**

log(CF+1)



2°) La fiabilité des différences de contamination entre espèces de coquillages

Avant de pouvoir analyser les différences sectorielles ou saisonnières sur le tableau des colimétries pondérées, le premier test à faire est de valider ce tableau en testant la fiabilité des coefficients de pondération obtenus dans les études de comparaison des coquillages.

- a) mise en évidence d'une différence significative entre les

espèces (figure 12 ci-contre)

L'analyse de la variance de $\log(\text{CF}+1)$ selon les espèces montre une différence significative entre les moules et les coques d'une part, et les huîtres creuses à colimétrie nettement plus faible d'autre part.

Bien que les effectifs soient un peu faibles pour les moules et les coques (10 pour chaque espèce) on remarquera aussi que les rapports entre les moyennes logarithmiques donnent des coefficients d'intercalibration très comparables à ceux obtenus à Kerner ou en rivière d'Auray :

Pour les moules : $\frac{2,219}{2,777} = 0,80$
(par rapport aux huîtres)

Pour les coques : $\frac{2,219}{3,019} = 0,72$
(par rapport aux huîtres)

Les coefficients d'intercalibration utilisés pour obtenir le tableau des colimétries pondérées (0,8 pour les moules et 0,7 pour les coques) semblent donc pouvoir s'appliquer à l'analyse d'ensemble de la Petite Mer de Gâvres.

On le vérifiera encore à l'aide d'une analyse de la variance sur "log(CF+1) pondéré" :

- b) Fiabilité des coefficients de pondération

(figure 13 page suivante)

Les valeurs des coefficients d'intercalibration obtenus en Petite Mer de Gâvres étant très proches de ceux utilisés pour le calcul de "log(CF+1) pondéré", l'analyse de la variance de cette variable ne donne évidemment plus de différence significative entre les diverses espèces de coquillages.

Ce test ne valide que l'ordre de grandeur des coefficients d'intercalibrations (pour des valeurs voisines, le résultat pourrait être analogue) ; par nature (fortes variabilités biologiques) les valeurs de ces coefficients ne peuvent pas être beaucoup plus précises.

Il importe surtout qu'avec les valeurs pondérées, on a bien éliminé les variations dues aux différentes espèces de coquillages. Il est donc tout à fait possible d'effectuer maintenant des tests de comparaisons sectorielles ou saisonnières sur les résultats pondérés.

Figure 13 :

**COMPARAISON des ESPECES de COQUILLAGES en données pondérées
(validité des coefficients de pondération)**

● Analyse de la variance de "LOG (CF + 1) PONDERE", PAR ESPECE DE COQUILLAGES

Source de variation	sommes des carrés	degrés de liberté	Variances	F _c (calculé)	Risque
Entre les espèces de coquillages	0,025	2	0,0127	} 0,037	} 0,9638
Intérieure aux espèces de	29,698	86	0,3453		
Total	29,723	88			

La table de F(95 %) donne $F_t = 3,12$

CONCLUSION : $F_c < F_t \rightarrow$ Il n'y a plus de DIFFERENCE SIGNIFICATIVE ENTRE LES DIVERSES ESPECES DE COQUILLAGES

● Comparaisons 2 à 2 :

Espèces de coquillages	Nombre d'analyses	Moyennes (logarithmiques)	Regroupements
Coques	10	2,166	*
Huîtres creuses	69	2,219	*
Moules	10	2,222	*

COLIMETRIES PONDEREES SELON COQUILLAGES
Intervalles de confiance des moyennes
par ESPECE DE COQUILLAGE.

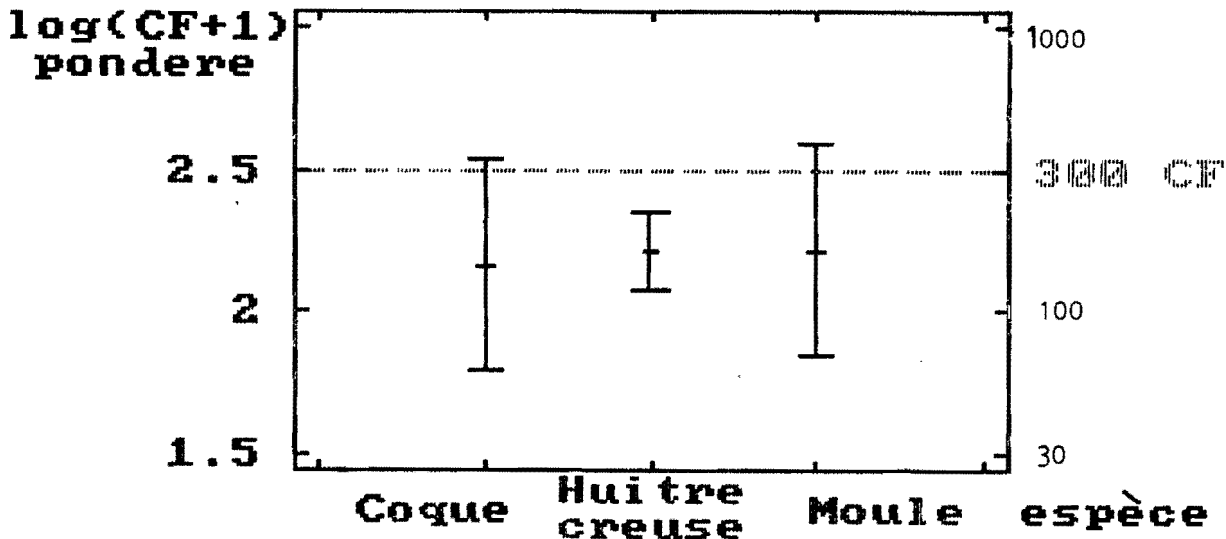


Figure 14 :

COMPARATSON des POINTS D'ETUDE

● Analyse de la variance de "LOG (CF +1) pondéré, par POINTS D'ETUDE

Source de variation	sommes des carrés	degrés de liberté	Variances	Fc (calculé)	Risque
Entre les points d'étude	3,946	7	0,564	1,771	0,1044
Intérieure aux points d'étude	25,778	81	0,318		
Total	29,724	88			

La table de F(95 %) donne $F_t = 2,14$

CONCLUSION : $F_c < F_t \rightarrow$ L'analyse de la variance ne met pas en évidence de de différence significative entre les points.

Cependant les effectifs trop faibles (une dizaine de résultats par points) peuvent expliquer un manque de performance du test.

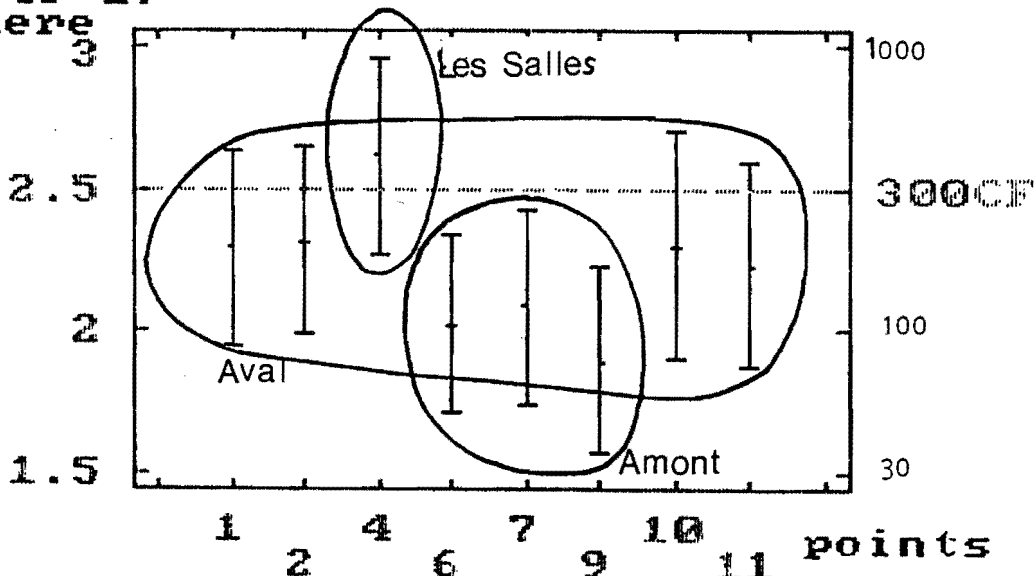
On observe quand même 3 groupes de points à moyennes comparables et se regroupant en zones bien différenciées. Il conviendra donc de refaire le test sur les zones à effectifs plus conséquents. (**voir Zones**)

● Comparaisons 2 à 2 :

Points d'étude	Nombres d'analyses	Moyennes (logarithmiques)	Regroupements	→ Zonage
9	12	1,897	* * * * * * * * * * * *	} Zone Amont (Baie de Riantec)
6	13	2,024		
7	11	2,085		
11	10	2,232	* * * * * * * * * * * *	} Zone Aval (Baie de Locmalo)
10	8	2,301		
1	12	2,305		
2	12	2,318		
4	11	2,617	*	→ Les Salles (Bourg de Riantec)

COLIMETRIES PONDEREES PAR COQUILLAGES
Intervalles de confiance des moyennes
par POINTS

log(CF+1)
pondere



3°) La comparaison des différentes zones

Les comparaisons des différents points de prélèvement portent sur 8 à 13 analyses par point. Ces effectifs relativement faibles nécessiteront une comparaison complémentaire par zones plus larges.

Mais l'analyse de la variance sur les points va permettre d'identifier justement les points à salubrités comparables, et de voir s'ils correspondent à des regroupements géographiques bien définissables.

a) La comparaison des points de prélèvements (fig.14 ci-contre)

L'analyse de la variance ne met pas en évidence de différence significative entre les différents points : les analyses trop peu nombreuses donnent de trop grands intervalles de confiance pour les moyennes, et ceux-ci se recoupent tous. La faiblesse des effectifs entraîne donc une faiblesse du test.

Cependant la comparaison 2 à 2 des moyennes donnent 3 groupes de points assez distincts :

- points 9, 6, 7 : moyenne logarithmique voisine de 2,0
- points 11, 10, 1 et 2 : moyenne logarithmique = 2,2 ou 2,3
- point 4 : moyenne logarithmique = 2,6

On constate surtout que ces regroupements de points correspondent à des zones remarquablement bien différenciables géographiquement :

- zone amont (baie de Riantec) : points 6, 7 et 9
- zone aval (baie de Locmalo) : points 10, 11, 1 et 2
- Les Salles (Bourg de Riantec) : point 4

La comparaison des différents points de prélèvements nous a donc permis d'identifier 3 zones sur le plan sanitaire.

Nous allons maintenant les comparer directement entre elles :

b) La comparaison des zones (figure 15 page suivante)

En regroupant les données en 3 zones, on obtient des groupes de données plus importants, donc mieux exploitables statistiquement (seul la zone des Salles conserve un effectif assez faible : 11 analyses).

L'analyse de la variance montre une différence significative entre les 3 zones : la zone amont (baie de Riantec) diffère notablement de la zone des Salles ; la zone aval (baie de Locmalo) est à salubrité intermédiaire, avec une moyenne logarithmique pondérée juste en dessous de la norme de salubrité (donc plutôt salubre).

Figure 15 :

COMPARAISON des 3 ZONES

• Analyse de la variance de "LOG (CF + 1) PONDERE", par ZONES

Source de variation	sommes des carrés	degrés de liberté	Variances	Fc (calculé)	Risque
Entre les 3 zones	3,685	2	1,842	6,085	0,0034
Intérieure aux 3 zones	26,039	86	0,303		
Total	29,724	88			

La table de F(95 %) donne Ft = 3,12

CONCLUSION : Fc > Ft → Il y a une DIFFERENCE SIGNIFICATIVE ENTRE LES 3 ZONES.

• Comparaisons 2 à 2 :

zones	Nombres d'analyses	Moyennes (logarithmiques)	Regroupements
AMONT (Baie de Locmalo)	36	2,000	*
AVAL (Baie de Riantec)	42	2,291	* *
Les Salles	11	2,617	* *

COLIMETRIES PONDEREES SELON COQUILLAGES
Intervalles de confiance des moyennes
par ZONES

log(CF+1) pondere

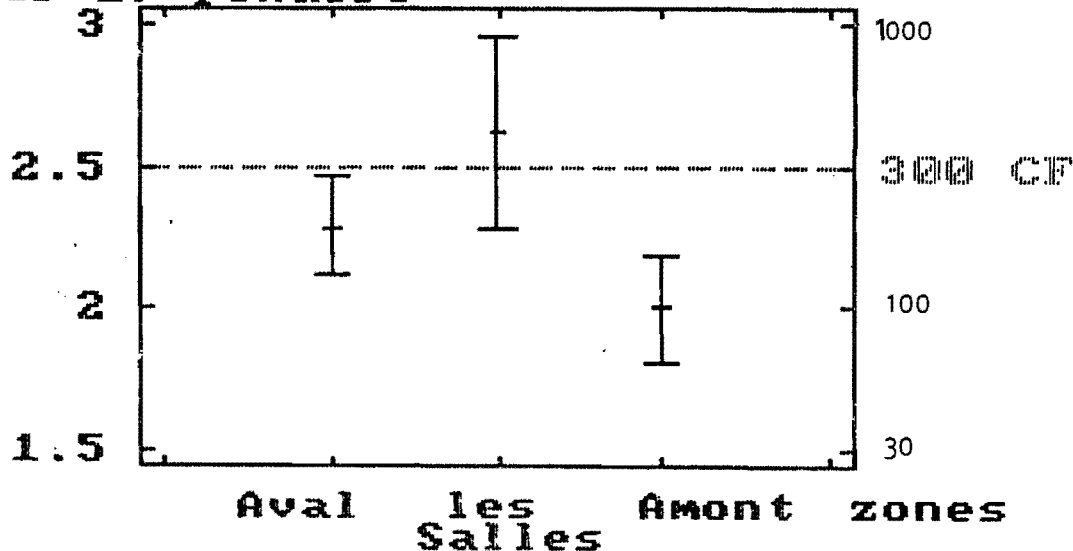


Figure 16 : SALUBRITE de la PETITE MER DE GAVRES
rapportée aux huîtres

(Arrêté du 12 octobre 1976)

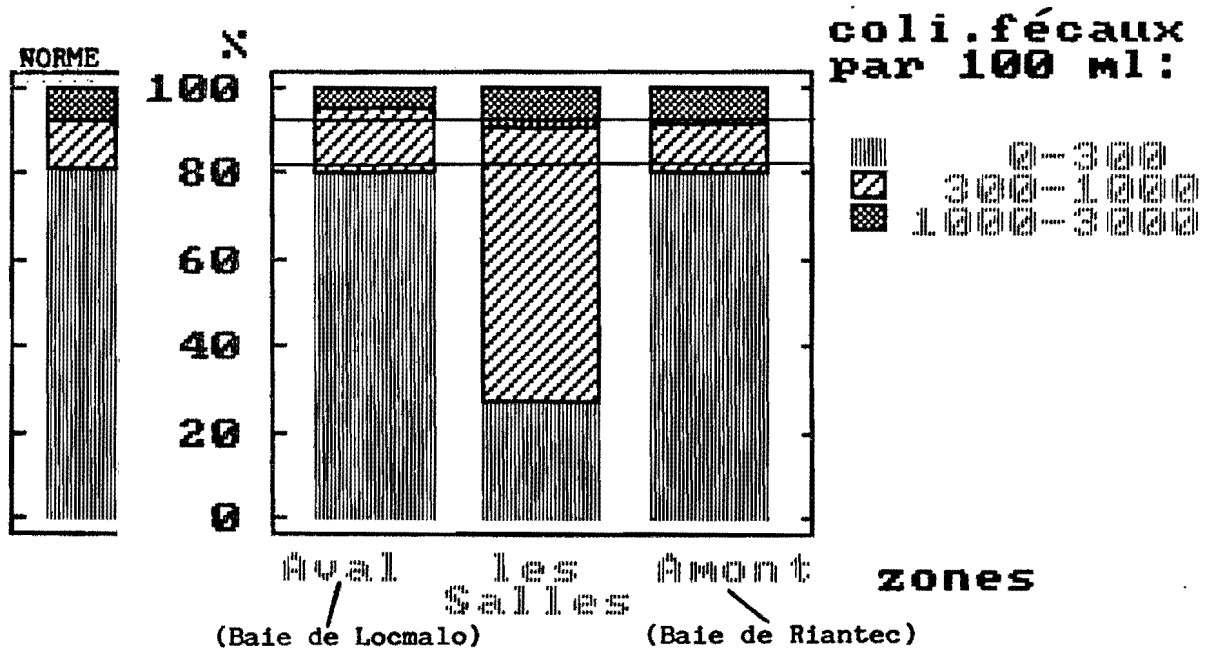
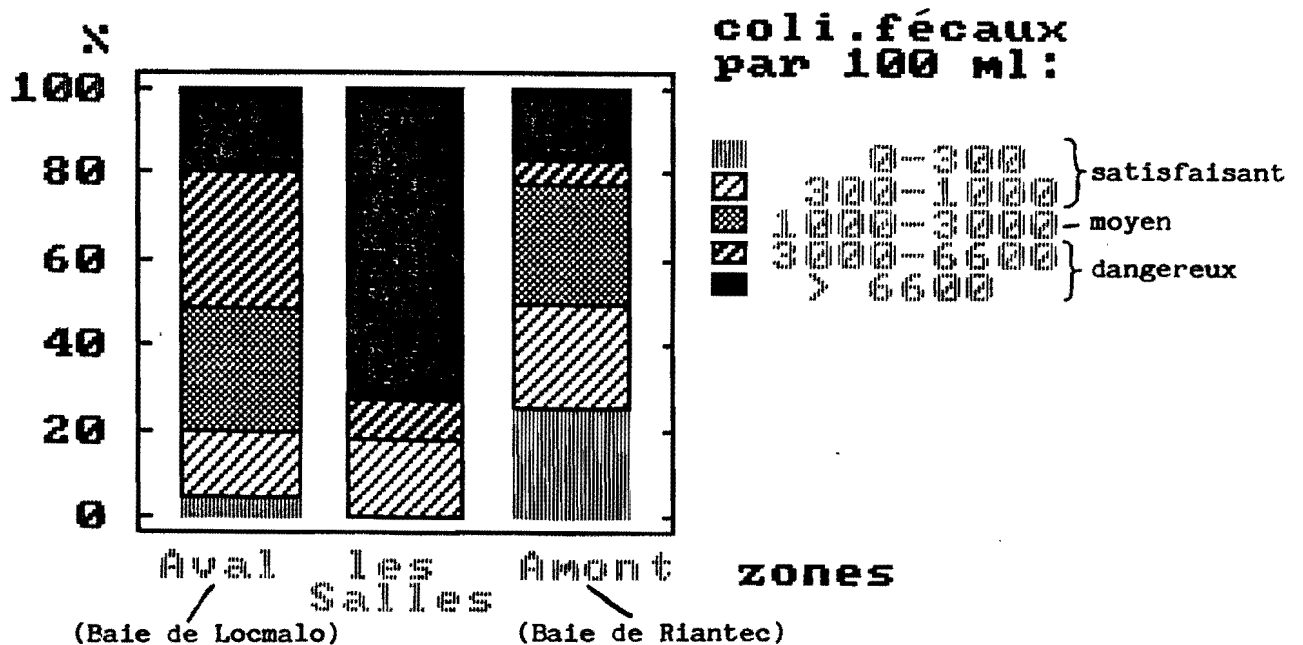


Figure 17 : ESTIMATION de la QUALITE SANITAIRE
des COQUES et des PALOURDES.

(Circulaire du 28 avril 1988)



c) La répartition des résultats d'analyses suivant les zones

(figures 16 et 17 ci-contre)

Les diagrammes en bâtons des figures ci-contre donnent la répartition des analyses de chaque zone en différentes classes de salubrité :

0 -	300	CF/100 ml	coquillages
300 -	1 000	"	"
1 000 -	3 000	"	"
3 000 -	6 600	"	"
>	6 600	"	"

Les différences de contamination entre les huîtres (coquillage de référence de l'étude) et les coques ou palourdes (plus polluées) nous conduisent à faire 2 diagrammes aux interprétations très différentes :

figure 16 : colimétries pondérées par rapport aux huîtres :

figure 17 : l'autre des colimétries pondérées par rapport aux coques ou palourdes.

* Le premier présente l'image de la salubrité des 3 zones (qualité du milieu marin vue à travers les coquillages selon les normes de 1976 - voir page 11). Nous avons vu que les huîtres comme coquillages de référence donne évidemment la vision la plus optimiste de cette salubrité, mais qui ne nous paraît néanmoins la plus réaliste (voir page 19),

on constate alors que :

- . le secteur des Salles est nettement insalubre ;
- . le reste de la Petite Mer est à la limite de l'insalubrité.

* Le deuxième diagramme représente une estimation (car portant sur peu d'analyses réelles) de la qualité sanitaire des coques et palourdes extraites des différentes zones (qualité des coquillages eux-mêmes). En se référant à la circulaire interministérielle du 28 avril 1988, relative aux procédures et règles de contrôle de la salubrité des coquillages, on considérera :

- . satisfaisants les coquillages ayant moins de 1000 CF / 100 ml de chair
- . moyens les coquillages entre 1000 et 3000 CF
- . dangereux les coquillages présentant plus de 3000 CF

On constate que dans toute la Petite Mer de Gâvres les coques et palourdes présentent un risque sanitaire important pour leurs consommateurs.

Ces conclusions vont être affinées maintenant en fonction des différentes saisons de l'année.

Figure 18:

COMPARAISON des SAISONS

● Analyse de la variance de "LOG (CF + 1) PONDERE", par SAISONS

Source de variation	sommes des carrés	degrés de liberté	Variances	Fc (calculé)	Risque
Entre les Saisons	5,816	3	1,939	6,892	0,0003
Intérieure aux Saisons	23,908	85	0,281		
Total	29,724	88			

La table de F(95 %) donne Ft = 2,73

CONCLUSION : Fc > Ft → Il y a une DIFFERENCE SIGNIFICATIVE selon les SAISONS

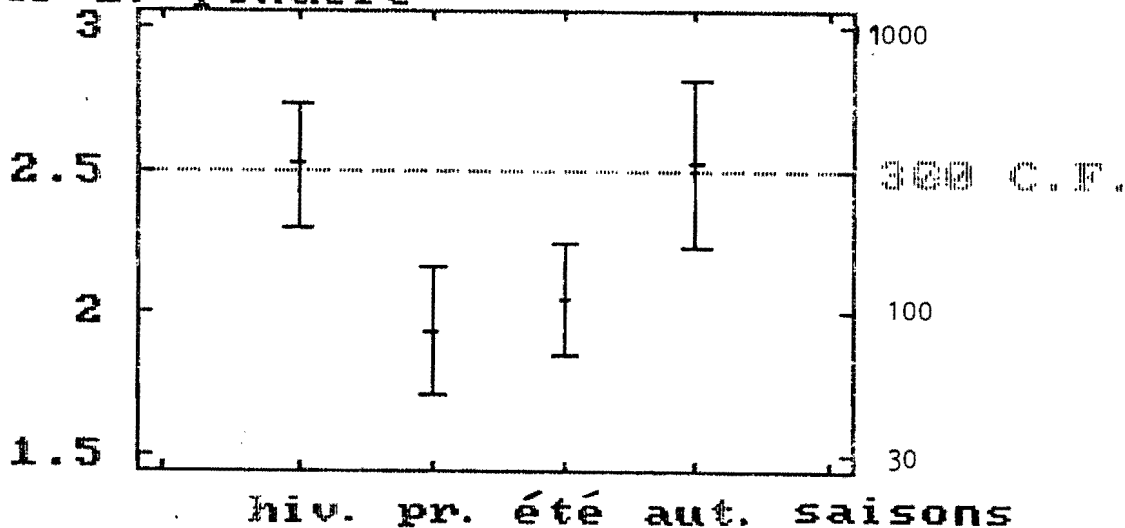
● Comparaisons 2 à 2 :



Saisons	Nombres d'analyses	Moyennes (logarithmiques)	Regroupements
Printemps	23	1,952	} * *
Eté	30	2,046	
Hiver	23	2,517	} * *
Automne	13	2,526	

COLIMETRIES PONDEREES SELON COQUILLAGES
Intervalles de confiance des moyennes
par SAISONS

log(CF+1) pondere



4°) Les variations saisonnières

Soient : Hiver = Janvier - Février - Mars
Printemps = Avril - Mai - Juin
Eté = Juillet - Août - Septembre
Automne = Octobre - Novembre - Décembre

a) La saisonnalité globale (figure 18 ci-contre)

Le Suivi Sanitaire de la Petite Mer de Gâvres n'ayant duré qu'un seul cycle annuel, les résultats ci-après ne sont pas forcément reproductibles d'année en année.

Sur l'année d'étude, l'analyse de la variance montre cependant une saisonnalité très marquée entre :

- Printemps-Eté où les analyses sont nettement satisfaisantes (autour de 100 CF / 100 ml huître)
- Automne-Hiver où la salubrité dépasse facilement le seuil sanitaire de 300 CF.

On notera toutefois l'absence de relation directe entre la pluviométrie d'une période de prélèvement (annexe 7) et les résultats bactériologique correspondants (figure 11 page 19). Le caractère saisonnier est donc plus complexe que la seule pluviométrie récente au moment du prélèvement.

b) La saisonnalité par zones (figure 19 page suivante)

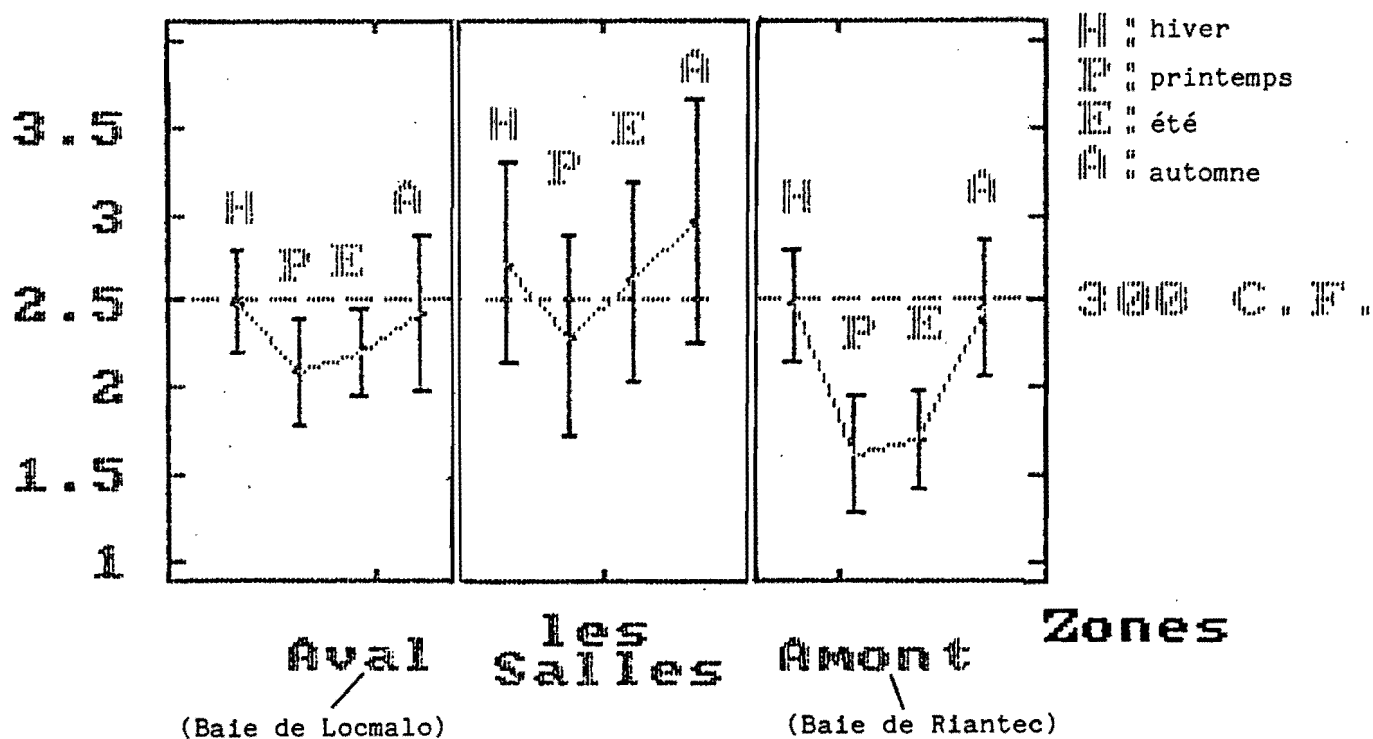
La figure 19, issue d'une double analyse de la variance (saisons par zones), précise les variations saisonnières de chaque zone :

- le secteur des Salles (bourg de Riantec) dépasse le seuil sanitaire en toutes saisons
- le reste de la Petite Mer ne pose problème qu'en automne-hiver (d'octobre à mars). Les analyses de printemps-été sont satisfaisantes mais elles s'approchent de la norme en zone aval (baie de Locmalo).

Cette insalubrité de la Petite Mer de Gâvres en automne-hiver (saison "humide") paraît devoir être rapprochée des résultats obtenus sur les cours d'eau qui nous avaient montré qu'ils étaient les principales sources de pollution de la Petite Mer. Le problème est évidemment accentué aux Salles juste en aval du Riant et du ruisseau de Stervin.

COLIMETRIES PONDEREES SELON COQUILLAGES :
Intervalles de confiance des moyennes
des SAISONS par ZONES

log(CF+1)
pondéré



5°) Autres tests

a) influence du coefficient de marée ?

Un essai de corrélation (régression linéaire) entre la colimétrie et le coefficient de marée n'a pas donné de résultat (voir annexe 7).

b) L'évolution sanitaire ?

L'étude n'ayant porté que sur un cycle annuel, la tendance de l'évolution sanitaire (amélioration ou dégradation ?) est masquée par la saisonnalité très marquée.

Seule une étude ultérieure permettra donc d'apprécier la tendance, en comparaison avec les données de ce suivi 1986 - 1987.

Conclusion des tests

L'analyse de la variance appliquée aux variations potentielles de salubrité de la Petite Mer de Gâvres nous a permis de déceler 3 facteurs d'insalubrité des coquillages de la Petite Mer :

- coquillages fouisseurs (coques ou palourdes)
- coquillages pêchés aux Salles
- coquillages pêchés d'octobre à mars

Une seule de ces conditions suffit à rendre les coquillages insalubres.

CONCLUSION GENERALE

L'insalubrité de certains coquillages de la Petite Mer de Gâvres est particulièrement évidente pour les fousseurs (coques et palourdes).

Malgré la proximité des pollutions de la Rade de Lorient et la petitesse du bassin versant de la Petite Mer, c'est ce dernier qui la contamine, notamment aux abords du bourg de Riantec (point 4 - Les Salles) qui apparaît nettement insalubre.

Cette pollution par les eaux douces d'un bassin versant très limité induit évidemment une forte saisonnalité des contaminations qui augmentent significativement en automne-hiver.

Cependant cette étude ne constitue qu'une première approche sanitaire. Certaines données restent à confirmer ou à compléter :

- contaminations spécifiques des coques, praires, palourdes (non dissociées dans cette étude),

- évolution à terme de la qualité sanitaire, facteur d'autant plus capital que la majeure partie du site est à la limite de la salubrité.

Pour finir, on notera que la contamination importante de la Petite Mer par ses apports d'eau douce est assez paradoxale en regard des travaux d'assainissement effectués et de la petite taille du bassin versant. Des sites comparables (Anse de Plouharnel, Rivière de Saint-Philibert) sont au contraire des plus salubres. Cette mauvaise qualité sanitaire ne paraît donc pas rédhibitoire : la petitesse du bassin versant est au contraire une chance pour une meilleure maîtrise de la pollution diffuse, agricole (épandages) ou urbaine (rejets contaminés). On peut donc espérer que la Petite Mer de Gâvres retrouvera un état sanitaire satisfaisant, propre à rassurer tous les pêcheurs à pied et amateurs de coquillages.

ANNEXES

ETUDE DE COMPARAISON HUITRES CREUSES / PALOURDES

EN RIVIERE D'AURAY

Résultats en coliformes fécaux / 100 ml
sur les 10 premières séries de prélèvements

Résultats provisoires

Année			1 9 8 8										Moyenne logarithmique (en log 10)		Rapport HC/PAL		
Pt de Prélèvement	Date	Coef.	18 janv.	18 fév.	17 mars	14 avr.	17 mai	02 juin	04 juil.	01 août	26 sept	24 oct	Nov.	Déc.	A plat	Surélevé	
	N°	Nom	nature*														
1	A Plat	HC	558	138	54	138	24	258	24	54	0	54			1,63	0,60	
		PAL	6600	2760	258	558	54	450	1440	1260	558	258			2,71		
	Surélevé	HC	558	258	54	138	258	24	138	45	258	258			2,14	0,89	
		PAL	2760	2760	138	558	0	138	1440	138	258	258			2,40		
2	P	HC	900	1440	54	258	0	0	24	45	0	138			1,54	0,58	
		PAL	1440	558	450	258	138	138	558	2760	558	138			2,63		
	S	HC	258	138	54	258	24	0	54	1440	54	258			1,91	0,68	
		PAL	2760	2760	258	1260	54	138	2760	900	138	1440			2,79		
3	P	HC	258	138	90	138	0	24	0	138	90	258			1,65	0,67	
		PAL	2760	1440	138	138	54	138	120	258	126	1440			2,45		
	S	HC	1440	258	54	138	0	138	258	138	54	558			2,06	0,72	
		PAL	2760	258	1440	258	54	558	258	2760	1440	6600			2,87		
4	P	HC	90	558	258	54	138	54	18	24	258	138			1,86	0,69	
		PAL	258	2760	2760	558	138	1440	1440	258	900	1440			2,69		
	S	HC	138	558	258	258	1440	558	900	54	558	900			2,65	0,80	
		PAL	6600	558	6600	1440	2760	2760	6600	558	2760	1440			3,31		
* HC : huitres creuses PAL : palourdes													MOYENNES ---->		558 6600 : données inexploitablees	$0,63 \pm 0,06$ (± 10 %)	$0,77 \pm 0,12$ (± 15 %)
0,7																	

ANNEXE 1

Principe de l'Analyse de Variance

(source : D. SCHWARTZ, 1963 - Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes).

La comparaison des moyennes de c séries de mesures d'une quantité x , inscrites dans les c colonnes d'un tableau, est basée sur le rapport F dont :

— le numérateur est la variance « entre colonnes » :

$$\frac{\sum(T_i^2/n_i) - T_G^2/N}{c - 1}$$

— le dénominateur est la variance « résiduelle » :

$$\frac{\sum x^2 - \sum(T_i^2/n_i)}{N - c}$$

avec :

n_i = nombre de mesures de la colonne i , N = nombre total des mesures = $\sum n_i$

T_i = total des mesures de la colonne i , T_G = total général des mesures = $\sum T_i$

Les moyennes diffèrent significativement dans leur ensemble au risque 5 % si F dépasse la limite F_{N-c}^{c-1} lue dans la table de F « point 5 % » pour les degrés de liberté $(c - 1)$ et $(N - c)$. Elles diffèrent au seuil 1 % si F dépasse la limite lue dans la table « point 1 % ».

La présentation du test est faite par le tableau d'analyse de la variance

(1) Origine	(2) Somme des carrés des écarts	(3) Nombre de degrés de liberté	Variance = (2)/(3)	F
Entre colonnes	$\sum(T_i^2/n_i) - T_G^2/N$	$c - 1$
Intra-colonne ou résiduelle.	$\sum x^2 - \sum(T_i^2/n_i)$	$N - c$
Total	$\sum x^2 - T_G^2/N$	$N - 1$		

Légende :

c = nombre de colonnes
 n_i = nombre de mesures dans la colonne i , N = nombre total des mesures = $\sum n_i$
 T_i = total des mesures dans la colonne i , T_G = total général des mesures = $\sum T_i$

Conditions d'application

Le test n'est valable que si les diverses séries proviennent de populations distribuées normalement et ayant toutes la même variance.

Ces conditions sont, nous le rappelons, très fréquemment réalisées en biologie.

On montre, en outre, que le test est « robuste », c'est-à-dire encore valable lorsque les conditions ne sont qu'« à peu près » vérifiées; ceci d'autant plus que les effectifs des diverses séries sont plus grands et plus voisins les uns des autres.

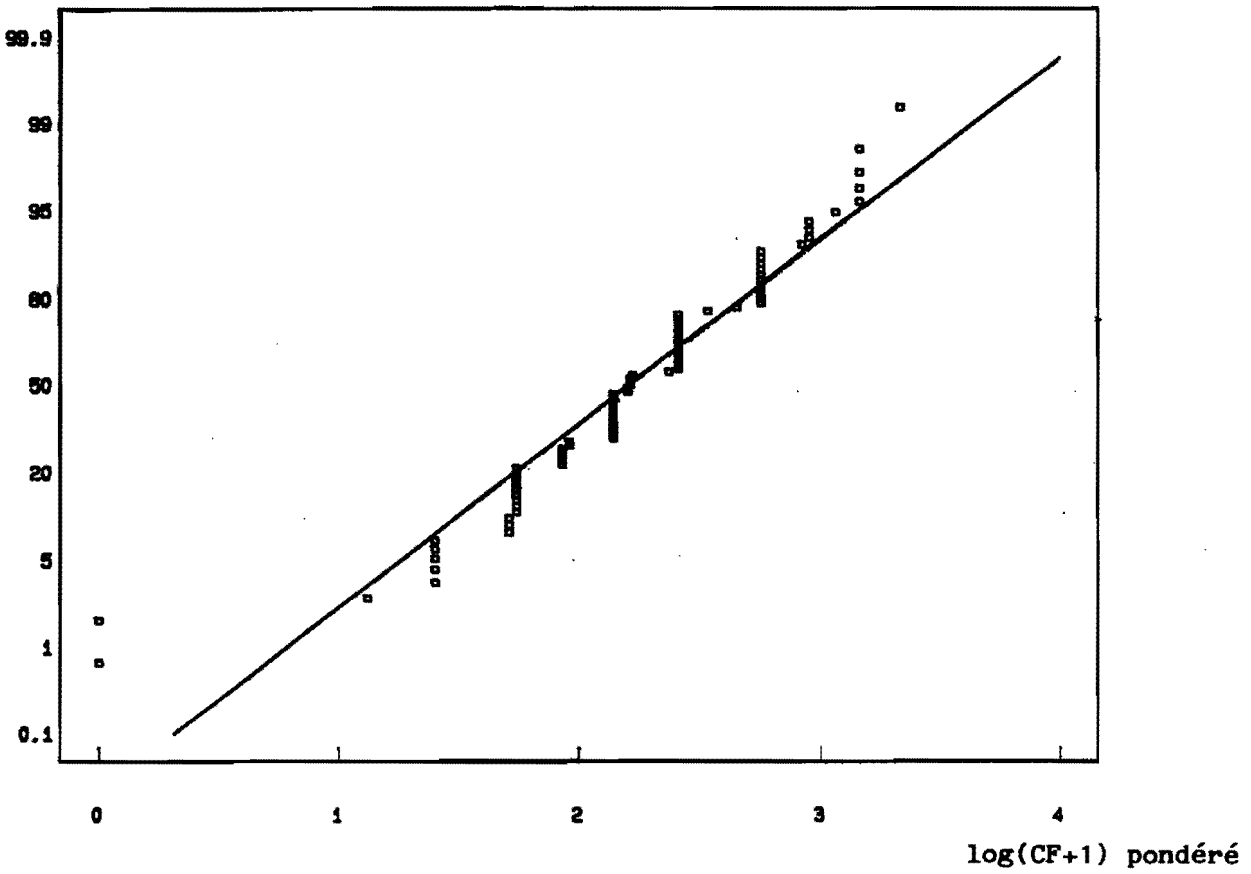
Enfin, lorsque les conditions requises ne sont pas vérifiées, il est possible qu'elles le deviennent par un changement de variable approprié.

ANNEXE 3

TEST DE NORMALITE de "log(CF+1) pondéré"

(droite de Henry)

%



● Analyse de la variance de LOG (CF + 1) par POINTS (analyses d'HUITRES seulement)

Source de variation	sommes des carrés	degrés de liberté	Variances	Fc (calculé)	Risque
Entre les points (huîtres)	5,833	7	0,833	2,679	0,0174
Intérieure aux points (huîtres)	18,970	61	0,311		
Total	24,803	68			

La table de F(95 %) donne $F_t = 2,17$

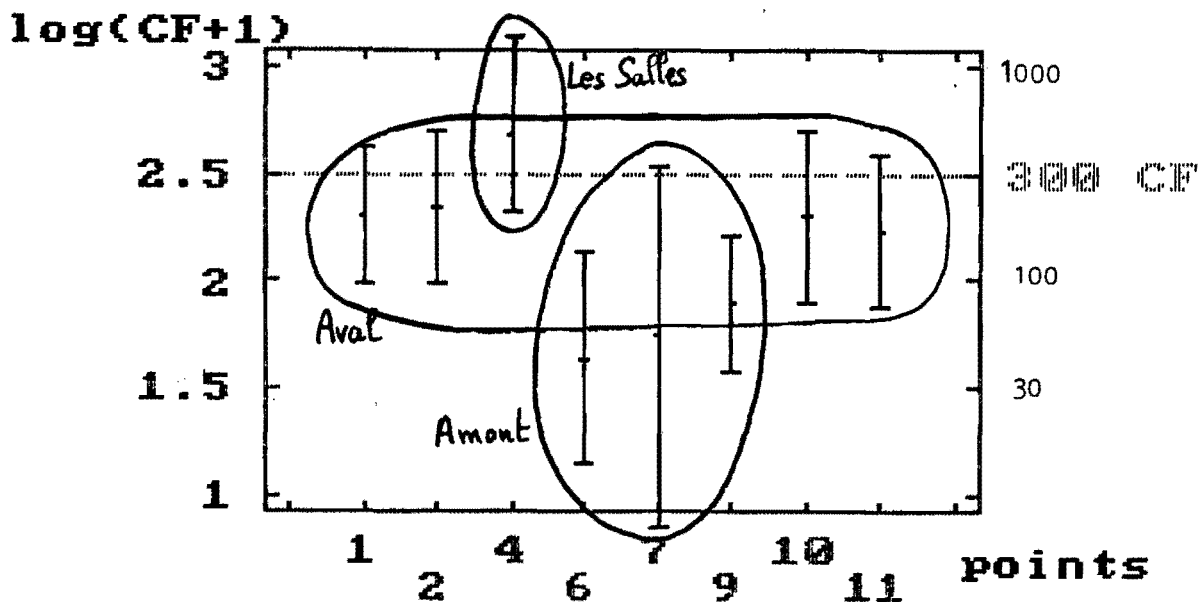
CONCLUSION : $F_c > F_t \rightarrow$ Il y a une DIFFERENCE SIGNIFICATIVE ENTRE LES POINTS.

Mais effectifs faibles \rightarrow regrouper les points sur des zones à effectifs plus importants (voir annexe suivante)

● Comparaisons 2 à 2 :

Points (huîtres seulement)	Nombres d'analyses	Moyennes (logarithmiques)	Regroupements \rightarrow Zonage
6	5	1,644	* * * } Zone Amont (Baie de Riantec)
7	2	1,740	
9	12	1,897	
11	10	2,232	* * * * } Zone Aval (Baie de Locmalo)
10	8	2,301	
1	12	2,305	
2	10	2,341	
4	10	2,686	* * } Les Salles (Bourg de Riantec)

COLIMETRIES DES HUITRES SEULES
Intervalles de confiance des moyennes
par POINTS



Remarque : On retrouve les mêmes 3 groupes de points (mêmes zones) qu'avec la méthode par pondération des résultats suivant la nature des coquillages (voir figure 14 page 24)

• Analyse de la variance de LOG (CF + 1) par ZONES (analyses d'HUITRES seulement)

Source de variation	sommes des carrés	degrés de liberté	Variances	Fc (calculé)	Risque
Entre les zones (huîtres)	5,533	2	2,767	9,476	0,0002
Intérieure aux zones (huîtres)	19,270	66	0,292		
Total	24,803	68			

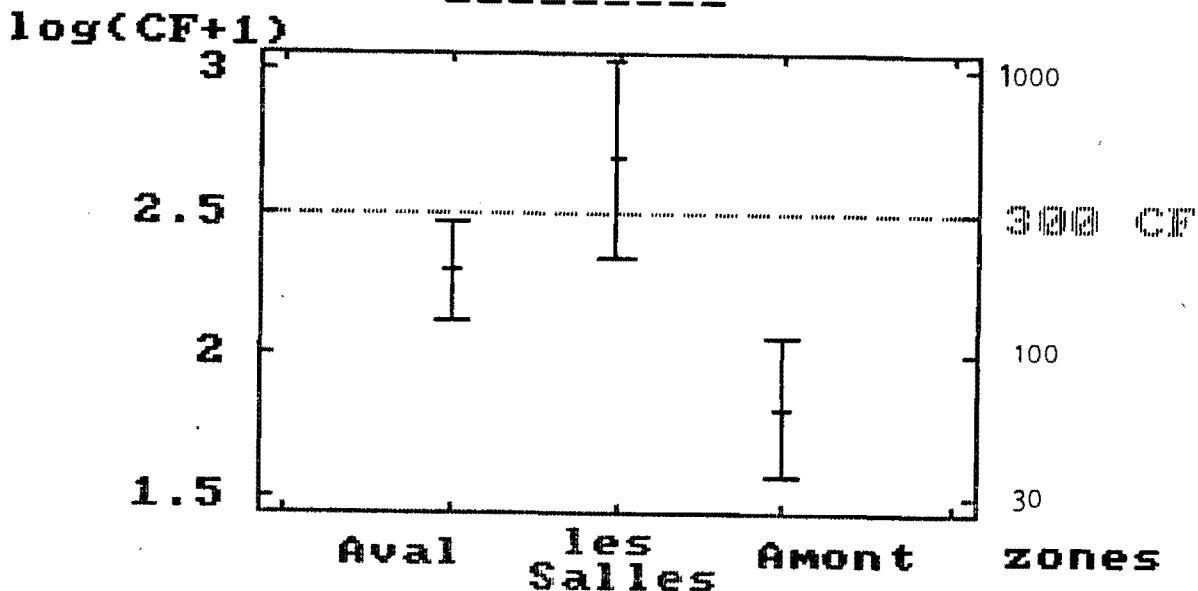
La table de F(95 %) donne $F_t = 3,15$

CONCLUSION : $F_c > F_t \rightarrow$ Il y a une DIFFERENCE SIGNIFICATIVE ENTRE LES ZONES.

• Comparaisons 2 à 2 :

Zones (huîtres seulement)	Nombres d'analyses	Moyennes (logarithmiques)	Regroupements
Amont (Baie de Riantec)	19	1,814	*
Aval (Baie de Locmalo)	40	2,295	*
Les Salles	10	2,686	*

COLIMETRIES des HUITRES SEULES
Intervalles de confiance des moyennes
par ZONES



Remarque : On retrouve les mêmes résultats qu'avec la méthode par pondération des résultats suivant la nature des coquillages (voir figure 15. page 24)

● Analyse de la variance de LOG (CF+ 1) par SAISONS (analyses d'HUITRES seulement)

Source de variation	sommes des carrés	degré de liberté	Variances	Fc (calculé)	Risque
Entre les Saisons	4,429	3	1,476	4,710	0,0049
Intérieure aux Saisons	20,374	65	0,313		
Total	24,803	68			

La table de F(95 %) donne $F_t = 2,76$

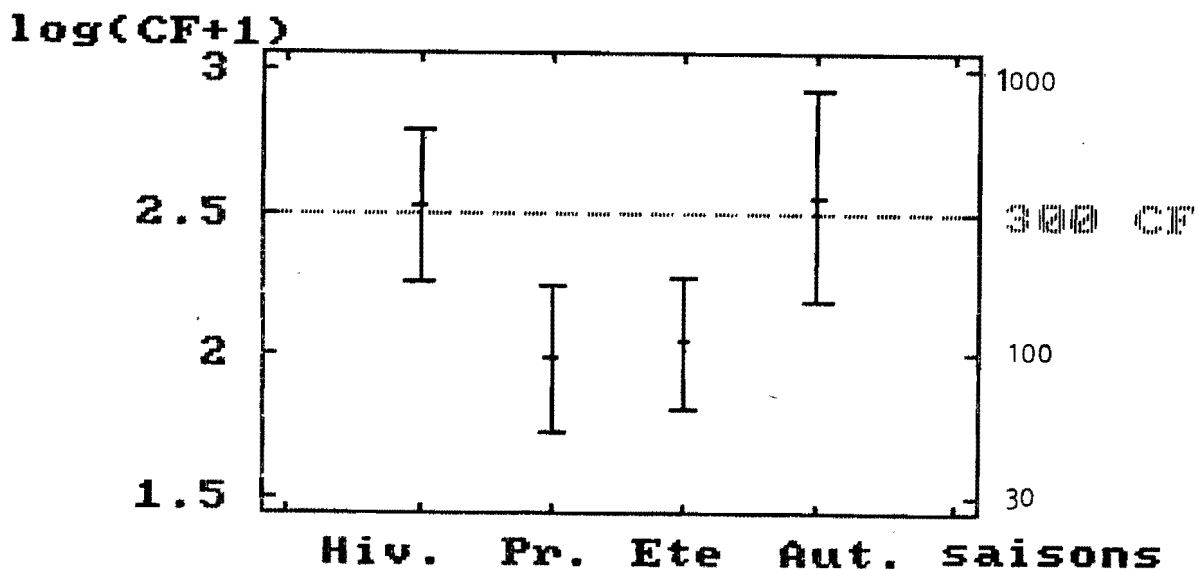
CONCLUSION : $F_c > F_t \rightarrow$ Il y a une DIFFERENCE SIGNIFICATIVE selon les SAISONS.

● Comparaisons 2 à 2 :

Saisons	Nombre d'analyses	Moyenne (logarithmiques)	Regroupements
Printemps	19	1,985	* * *
Eté	23	2,043	
Hiver	18	2,524	* * *
Automne	9	2,553	

COLIMETRIES DES HUITRES SEULES

Intervalles de confiance des moyennes par SAISONS



Remarque : On retrouve la même saisonnalité qu'avec la méthode par pondération des résultats suivant la nature des coquillages (voir figure 18 page 26)

PRECIPITATIONS ET PHENOMENES

période de
prélèvements
bactériologiques

PORT-LOUIS

1986	HAUTEURS DES PRECIPITATIONS (RR) EN MM ET DIXIEMES				HAUTEUR MAXI en 24 H		NOMBRE DE JOURS AVEC					NB JRS MAXI CONSECUTIFS		NOMBRE DE JOURS AVEC			
	DEC. 1	DEC. 2	DEC. 3	MOIS	HAUTEUR	DATE	RR => 0.1mm	RR => 1 mm	RR => 5 mm	RR => 10 mm	RR => 20 mm	AVEC RR	SANS RR	NEIGE	ORAGE	GRELE	BROU.
JANVIER 86	74.9	17.9	56.7	149.5	20.2	4	29	22	10	7	1	26	1	0	0	0	0
FEVRIER 86	6.4	25.0	[30.3]	[61.7]	10.4	13	15	11	5	2	0	6	5	4	0	0	2
MARS 86	12.4	20.9	[83.4]	[116.7]	21.9	27	26	19	8	4	1	16	2	0	0	1	10
AVRIL 86	1.3	26.7	14.6	42.6	10.4	22	15	10	4	1	0	11	5	0	1	4	0
MAI 86	37.4	22.0	13.1	72.5	13.2	4	21	15	5	1	0	8	2	0	0	0	1
JUIN 86	4.3	37.6	32.2	74.1	34.1	20	10	8	4	2	1	4	8	0	2	0	0
JUILLET 86	20.0	.	5.0	25.0	20.0	5	5	3	1	1	1	3	19	0	0	0	0
AOUT 86	22.9	6.5	27.0	56.4	18.3	3	14	9	3	2	0	3	5	0	1	0	0
SEPTEMB. 86	0.	[75.8]	0.6	[76.4]	32.6	12	9	5	4	4	1	7	10	0	0	0	3
OCTOBRE 86	.	11.3	66.7	78.0	15.9	27	14	11	7	3	0	11	13	0	1	0	4
NOVEMBRE 86	[9.0]	28.3	[21.6]	[58.9]	15.5	14	19	14	4	2	0	10	5	0	0	0	3
DECEMBRE 86	9.6	57.5	12.9	80.0	12.7	17	17	15	6	4	0	9	5	0	0	0	1
TOTAL	/	/	/	[891.8]	34.1	20/6	194	142	61	33	5	/	/	4	5	5	24

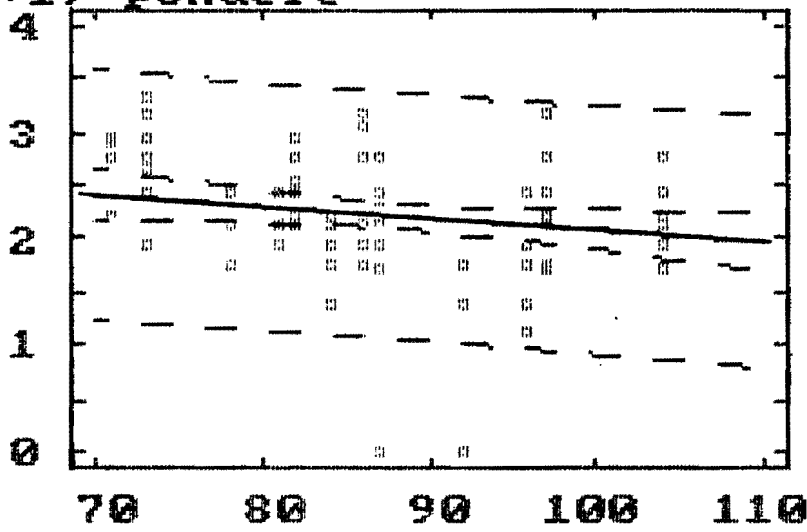
PORT-LOUIS

1987	HAUTEURS DES PRECIPITATIONS (RR) EN MM ET DIXIEMES				HAUTEUR MAXI en 24 H		NOMBRE DE JOURS AVEC					NB JRS MAXI CONSECUTIFS		NOMBRE DE JOURS AVEC			
	DEC. 1	DEC. 2	DEC. 3	MOIS	HAUTEUR	DATE	RR => 0.1mm	RR => 1 mm	RR => 5 mm	RR => 10 mm	RR => 20 mm	AVEC RR	SANS RR	NEIGE	ORAGE	GRELE	BROU.
JANVIER 87	8.9	traces	7.8	16.7	6.5	1	5	4	1	0	0	3	21	0	0	0	2
FEVRIER 87	28.3	9.1	12.9	50.3	16.2	1	18	9	5	1	0	5	3	3	0	0	7
MARS 87	12.6	10.2	39.7	62.5	11.3	23	20	14	5	2	0	13	7	0	0	2	2
AVRIL 87	39.5	7.5	15.6	62.6	24.9	2	16	9	4	1	1	4	6	0	0	0	3
MAI 87	.	4.8	33.2	38.0	23.5	26	8	4	2	1	1	4	10	0	0	0	0
JUIN 87	47.4	27.0	5.6	80.0	19.0	18	19	11	5	2	0	6	3	0	0	0	5
JUILLET 87	.	68.3	6.6	74.9	22.1	13	11	7	6	3	1	8	12	0	1	0	0
AOUT 87	4.5	0.1	18.9	23.5	14.8	23	9	4	1	1	0	2	9	0	0	0	3
SEPTEMB. 87	11.0	1.9	3.9	16.8	8.8	4	14	4	1	0	0	6	7	0	0	0	0
OCTOBRE 87	80.8	58.6	7.9	147.3	28.4	2	18	17	11	5	2	11	4	0	0	0	6
NOVEMBRE 87	9.8	34.2	0.6	44.6	15.2	12	12	5	3	2	0	8	7	0	0	1	4
DECEMBRE 87	7.5	35.4	17.5	60.4	16.4	15	16	13	4	1	0	9	5	0	2	0	4
TOTAL	/	/	/	677.6	28.4	2/10	166	101	48	19	5	/	/	3	3	3	36

ANNEXE 8

ESSAI DE REGRESSION de "log(CF+1) pondéré"
sur les coefficients de marée.

log(CF+1) pondéré



coef. marée

DOCUMENTATION

DDE/CIPOM, 1983 - Inventaire des rejets sur le littoral du Morbihan -
Communes de Port-Louis, Riantec et Gâvres.

FLEURY P.G. et MERCERON M., 1981 - Inventaire des sites potentiels
pour l'aquaculture sur le littoral du Morbihan -
CNEXO (IFREMER) / CCI Morbihan.

GROVEL A.P., 1970 - Etude d'un estuaire dans son environnement : le
Blavet Maritime et la région de Lorient - Thèse Doctorat d'Etat
Nantes.

IFREMER / CSRU, 1984 - Inventaire des secteurs conchylicoles du
littoral français.

LE BRIS H., 1984 - Les peuplements benthiques de la rade de Lorient -
Université de Bretagne Occidentale.

SCWARTZ D., 1963 - Méthodes statistiques à l'usage des médecins et
biologistes - Flammarion.