

DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES

Jacky CHAUVIN

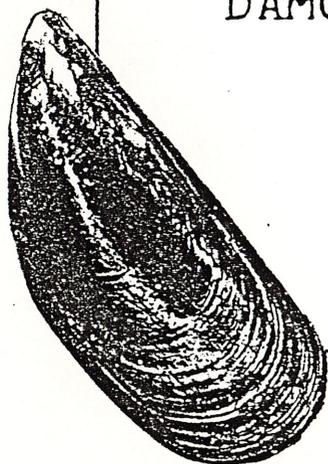
Pierre-Gildas FLEURY

ETUDE SANITAIRE (1984 - 1986)

des MOULIERES de

DAMGAN - AMBON - BILLIERS

(MORBIHAN)



AVRIL 1988



DRV - 88.007 - CSRU / TRINITÉ

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER

G 571.31 CHA E

IFREMER
Laboratoire C.S.R.U.
12, rue des Résistants
56470 La Trinité sur Mer

DIRECTION des RESSOURCES VIVANTES

Département C.S.R.U.

(Contrôle et Suivi des Ressources et de leurs Utilisations)

AUTEUR (S) : J. CHAUVIN et P.G. FLEURY		CODE : N° <u>DRV-88.007-CSRU/Trinité</u>
TITRE ETUDE SANITAIRE (1984-1986) DES MOULIERES DE DAMGAN - AMBON - BILLIERS (Morbihan)		date : avril 1988 tirage nb : 100 Nb pages : 34 Nb figures : 9 Nb photos : 0
CONTRAT (intitulé) N° _____	Programme Suivi Milieu Conchylicole	DIFFUSION libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> confidentielle <input type="checkbox"/>

RÉSUMÉ

— L'importante fréquentation touristique des plages de DAMGAN - AMBON - BILLIERS pose le problème de la salubrité des nombreux gisements mouliers en bas des plages, source de richesse pour la conchyliculture (approvisionnement des bouchots) comme pour le tourisme lui-même (pêche à pied récréative). —

Le suivi bactériologique effectué par IFREMER de novembre 1983 à septembre 1986 montre que la salubrité de ces gisements est bonne, et stable (dans le temps). On ne note pas de problème estival particulier même si certains rejets peuvent poser des problèmes très ponctuels. Les résultats les moins bons apparaissent plutôt à l'automne et sur l'est du gisement (Ambon ; Billiers).

mots-clés : Gisements mouliers, Bactériologie, Salubrité, Morbihan.

key words :

© IFREMER - Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer



SOMMAIRE

<u>INTRODUCTION</u>	p	2
I - <u>ETUDE ECONOMIQUE : LA PRODUCTION DES MOULIERES</u>	P	3
1°) La drague	p	3
2°) La pêche à pied	p	5
II - <u>ETUDE TOPOGRAPHIQUE : L'ENVIRONNEMENT ET LES RISQUES DE POLLUTION</u>	p	7
1°) L'environnement général	p	7
2°) Les pollutions ponctuelles	p	7
III - <u>ETUDE BACTERIOLOGIQUE : LA QUALITE SANITAIRE DES MOULIERES</u>	p	9
1°) Les analyses et les normes sanitaires	p	9
2°) Le déroulement de l'étude bactériologique	p	10
3°) Les résultats globaux	p	14
IV - <u>ETUDE STATISTIQUE : COMPARAISONS et TENDANCES</u>	p	16
1°) La méthode	p	16
2°) La comparaison des secteurs	p	18
3°) Les variations saisonnières	p	21
4°) L'évolution sanitaire en 3 ans	p	24
<u>CONCLUSION</u>	p	27
<u>ANNEXES et DOCUMENTATION</u>	p	28
A-1 - Principe de l'analyse de la variance	p	29
A-2 - Test de normalité de log (CF + 1)	p	30
A-3 - Autres tests statistiques expérimentés	p	31
A-4 - Qualité sanitaire des plages	p	32
DOCUMENTATION	p	34

INTRODUCTION

Dans le Sud-Est du Morbihan, DAMGAN est une station balnéaire en expansion, où la population passe de 1000 habitants à 20 ou 40 000 chaque été. A côté de Damgan, les plages d'AMBON et de BILLIERS accueillent de très nombreux campeurs en camping autorisé ou "sauvage".

Cet afflux de vacanciers attirés par les possibilités de baignade et de pêche à pied pose le problème de la qualité sanitaire des riches gisements de moules situés au bas des plages et qui font l'objet d'une exploitation importante surtout en pêche à pied.

I - ETUDE ECONOMIQUE :
LA PRODUCTION DES MOULIERES

Le gisement étudié s'étend sur tout le plateau de roches au Sud des plages de DAMGAN, de la sortie de la rivière de Pénerf, à l'Ouest, à la pointe de Billiers, à l'Est.

Il constitue en fait la partie centrale de l'ensemble des moulières du quartier maritime de VANNES, de Saint-Gildas-de-Rhuys à Pénestin. (Espèce : *Mytilus edulis*).

La réglementation distingue deux parties dans l'ensemble de ces gisements :

- les secteurs non émergents, (au-delà de la limite des basses-mers de vive eau) ne peuvent être exploités qu'à la drague et donc exclusivement par des professionnels.

- les secteurs émergents (découverts par la marée) sont exploités en pêche à pied, professionnelle ou récréative.

Des arrêtés annuels des Affaires Maritimes règlementent la pêche de ces gisements.

1°) La drague

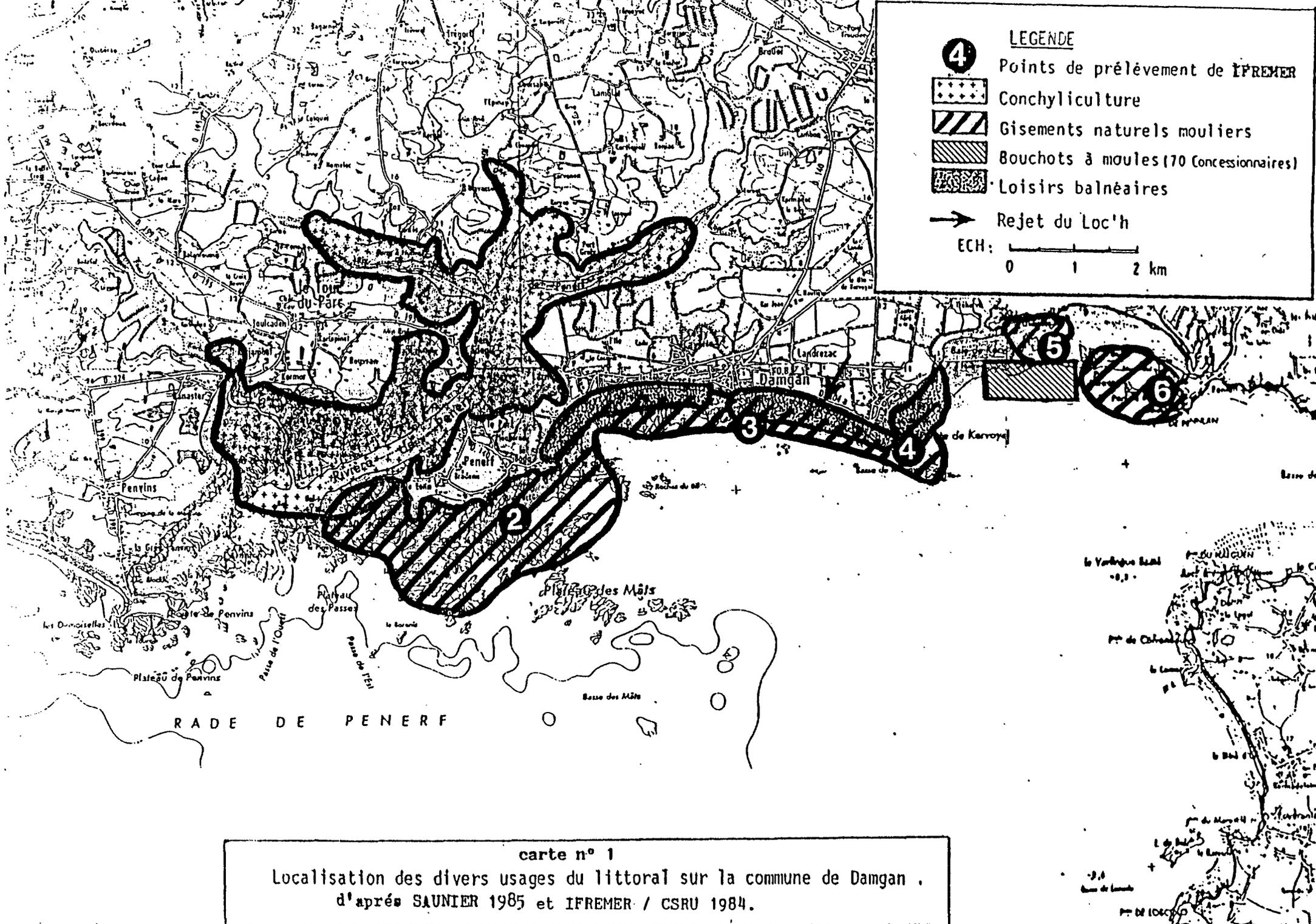
Jusqu'en 1985, la pêche à la drague était ouverte en été, 5 jours par semaine et 3 heures par jour (à marée haute).

Une seule drague était autorisée à bord et la pêche était limitée à 3 tonnes par jour et par bateau. En fait les rendements étaient de 1 à 2 tonnes/jour. 15 à 20 bateaux exploitaient ce gisement qui a produit (entre Pénerf et Kervoyal) :

125 tonnes en 1982
300 tonnes en 1983
184 tonnes en 1984
207 tonnes en 1985

A 3 ou 4 francs le kilogramme de moules, le chiffre d'affaires de cette pêche peut-être estimé à 500 000 ou 1 000 000 de francs par campagne selon les années.

Malheureusement depuis 1986, cette pêche n'est plus ouverte faute de marchandise. Il semble que les moulières basses (secteurs non émergents) aient été en grande partie détruites par les étoiles de mer répertoriées en grand nombre.



LEGENDE

- 4** Points de prélèvement de IFREMER
- Conchyliculture
- Gisements naturels mouliers
- Bouchots à moules (70 Concessionnaires)
- Loisirs balnéaires
- Rejet du Loc'h

ECH: 0 1 2 km

carte n° 1
 Localisation des divers usages du littoral sur la commune de Damgan .
 d'après SAUNIER 1985 et IFREMER / CSRU 1984.

2°) La pêche à pied

Bien qu'ouverte à tous, et tous les jours, la pêche à pied est également réglementée afin de dissocier l'activité récréative de l'activité professionnelle : la pêche à pied récréative est ainsi limitée à 3 Kg par marée et ne doit concerner que des coquillages de taille marchande. L'estimation de la production est plus difficile à appréhender et les secteurs sont diversement productifs. D'Ouest en Est on a ainsi (voir carte n° 1 page 4) :

- la moulière des Mâts (point 2 - commune de Damgan) est un gisement dense, riche en moules de toutes tailles (naissain, jeunes moules, moules de taille marchande). Elle est exploitée à la fois par les pêcheurs et mytiliculteurs professionnels et par des particuliers pour leur consommation personnelle. Ce gisement produit également des palourdes, récoltées par des pêcheuses semi-professionnelles.

- la moulière de Landrézac (point 3 - commune de Damgan) est moins importante. Située au bas de la grande plage de Damgan, elle est exploitée essentiellement par les vacanciers.

- la moulière de la pointe de Kervoyal (point 4 - commune de Damgan) a une exploitation mixte : amateurs et professionnels. De Kervoyal à Cromenac'h ils pêchent aussi des coques.

- la moulière de la pointe de Cromenac'h (point 5 - commune d'Ambon) est exploitée surtout par des particuliers. Ce secteur produit parfois du naissain d'huitre creuse qui est récolté par les conchyliculteurs de la région de Pénerf pour ensemençer leurs concessions.

- la moulière de Pen-lann (point 6 - commune de Billiers) est un gisement important, exploité à la fois par les pêcheurs professionnels et amateurs.

Dans l'ensemble toutes les moules sont d'assez belle qualité.

Pour la campagne 1984/1985 (du 1er juillet 1984 au 30 juin 1985) les Affaires Maritimes estiment que la pêche à pied des moulières du quartier de Vannes (entre Pénerf et Pénestin) a produit :

- 1130 tonnes déclarées par les professionnels (moules le plus souvent reparquées pour engraissement),

- environ 7000 tonnes pêchées par les estivants dont 4500 tonnes entre Damgan et Billiers.

Si l'on estime ainsi à 5000 tonnes la production en pêche à pied du secteur DAMGAN-AMBON-BILLIERS, à 4 francs/kg, la valeur annuelle de ces moulières serait de 20 millions de francs.

Ces moulières sont donc une richesse considérable qui induit en aval des activités mytilicoles (reparcage de jeunes moules à Pénerf et en Vilaine) et touristique (attrait important de la pêche à pied qui y est particulièrement développée : plusieurs milliers de personnes aux grandes marées, d'avril à octobre). Ce gisement unique en Bretagne-Sud n'attire pas les pêcheurs à pieds pour les seules grandes marées ; nombreux sont aussi ceux qui y viennent pour leurs vacances.

Cependant une telle exploitation de ces moulières n'est possible que parce qu'elles sont classées en zone salubre.

Qu'en est-il vraiment, notamment pour celles de pêche à pied, plus exposées aux rejets littoraux ?.

II - ETUDE TOPOGRAPHIQUE :

L'ENVIRONNEMENT ET LES RISQUES DE POLLUTION

A l'Est, la côte de Damgan est largement urbanisée essentiellement en maisons individuelles dont un quart seulement de résidences principales. La population passe de 1000 habitants en hiver à 20 000 ou 40 000 en été.

1°) L'environnement général

Jusqu'en 1987 l'assainissement de DAMGAN était uniquement de type individuel. Depuis, la commune vient de s'équiper d'une station d'épuration en lagunage naturel de 10 000 équivalents-habitants, (en première phase) dont le rejet s'effectue dans le marais du Loc'h derrière la grande plage de Landrézac (voir carte n° 1 page 4). Sa mise en service (été 1987) est postérieure à notre étude.

A AMBON la population hivernale (800 habitants) est en grande partie agglomérée au bourg à quelque 4 kilomètres en arrière du littoral et n'a donc aucune incidence sur les moulières. Par contre en été la population est estimée à 8000 habitants dont une grande partie pratique le camping-caravaning sur les plages de la baie de Cromenac'h (tant en campings autorisés qu'en camping sauvage).

Enfin à Billiers la population de 500 habitants l'hiver décuple également en été. Le bourg est raccordé à une petite station de lagunage.

2°) Les pollutions ponctuelles

Nos enquêtes sur le terrain et celles de la Cellule Anti-pollution du Morbihan (CIPOM) en 1984 ont montré les sources de pollution sur la côte.

Le bourg de Damgan aux eaux de ruissellement contaminées s'évacue essentiellement vers la rivière de Pénerf et contamine donc peu les moulières.

Mais côté plages les rejets existent aussi :

- des Mâts à Landrézac (presqu'île de Pénerf) : de nombreux rejets sont visibles : certains ne servent qu'à l'écoulement des eaux pluviales depuis les fossés ou les marais, mais d'autres sont de nature plus indéterminée.

- A Cromenac'h : le village de Cromenac'h se situe sur une hauteur et se compose essentiellement d'une ferme et de résidences secondaires ; par contre on y compte de nombreux campings. La population hivernale qui se résume à quelques personnes passe en été à plusieurs milliers d'habitants. Les campings sont généralement dotés de fosses étanches sauf à Cromenac'h même, où des eaux usées fortement contaminées s'écoulent directement sur la plage.

- A Pen Lann : la zone est très urbanisée (Billiers) avec un port de plaisance et de petite pêche. On y trouve aussi des terrains de campings. De nombreux rejets d'eaux usées rendent la pointe de Pen Lann très préoccupante sur le plan sanitaire.

Il n'y a pas d'industrie ni d'élevage agricole de quelque importance dans le secteur de Damgan. Aussi les risques de pollution sont donc quasi exclusivement liés aux rejets domestiques d'une population décuplant en été.

C'est dire que le problème sanitaire de ces moulières sera uniquement microbien.

III - ETUDE BACTERIOLOGIQUE :

LA QUALITE SANITAIRE DES MOULIERES

Un des principaux programmes du laboratoire de Contrôle et Suivi des Ressources et de leurs Utilisations (C.S.R.U.) d'IFREMER à La Trinité sur Mer, est le suivi de la qualité sanitaire des coquillages du département du Morbihan.

Comme pour la plupart des coquillages morbihannais, nous avons vu que la qualité des moules de Damgan dépend surtout de la faible contamination microbienne induite par la population locale ou estivale.

1°) Les analyses et les normes sanitaires

a) Rappel sur les germes tests 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), les shigelles (dysentéries), 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 intestinale, 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 tests 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 un milieu de culture liquide. Des tables permettent d'obtenir le nombre le plus probable de coliformes fécaux (C.F.) 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 approximation du nombre réel de germes présents dans l'échantillon analysé. 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) 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 on a pour 26 prélèvements sur 12 mois consécutifs :

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

La directive européenne du 30 octobre 1979 reprend la norme bactériologique de 300 C.F. avec une tolérance de dépassement pour 25 % des analyses.

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. Ils sont en général plus localisés et liés à un environnement particulier (industrie notamment).

C'est pourquoi les normes sanitaires sont essentiellement bactériologiques. Nous avons vu que cette approche paraît tout à fait suffisante sur les gisements moulières de Dangan, Ambon et Billiers où la salubrité dépend essentiellement des contaminations d'origine domestique. Actuellement ces moulières sont classées salubres. L'étude d'IFREMER visait à vérifier la valeur de ce classement.

2°) Le déroulement de l'étude bactériologique

L'étude a porté essentiellement sur 5 points de prélèvements de moules :

- point n° 2 - Le Guervert : sur le Grand Rocher, à 500 m du haut de la côte.
- point n° 3 - Landrézac : à 250 m du haut de la côte, face au restaurant "l'Albatros".
- point n° 4 - Pointe de Kervoyal : à 150 m du haut de la côte.
- point n° 5 - Pointe de Cromenac'h : à 350 m du haut de la côte, face à la chapelle.
- point n° 6 - Pointe de Pen-Lann : à proximité du rocher "Le Men Toul".

Ces prélèvements de moules ont été réalisés tous les 2 à 3 mois pendant 3 ans (de novembre 1983 à septembre 1986), à des coefficients de marée compris entre 73 (marée moyenne) et 117 (très grande marée).

Les moulières sont inaccessibles avec des coefficients de marée plus faibles (pas de prélèvement, pas de pêche à pied non plus).

A partir de 1985 les prélèvements de moules ont été complétés par quelques prélèvements d'eau en haut de la côte pour déceler des problèmes éventuels :

- point n° 13 - L'Albatros : près du restaurant "l'Albatros", à la sortie d'une buse d'évacuation des eaux d'un marais situé en arrière de la route côtière.

- point n° 14 - Le Loc'h : prélèvement d'eau en queue de l'étang, à l'amorce de la canalisation d'évacuation du trop-plein vers la plage, en passant sous la route.

La carte n° 2 page suivante donne la localisation des points de prélèvements.

Le tableau qui suit (tableau n° 1) récapitule tous les résultats d'analyses bactériologiques (nombre le plus probable de coliformes fécaux pour 100 ml de chair de coquillages ; ou pour 100 ml d'eau).



tableau n° 1

ETUDE DE ZONE : Moulières de DAMGAN

Normes dans COQUILLAGES : < 300
Normes pour rejet d'eau : < 20.

Résultats en Coliformes Fécaux / 100 ml

558 résultat défavorable
46 résultat médiocre } (eau)
126 résultat conforme

Année			1983	1984				1985						1986				
Pt de prélèvement	Date	Coef.	7/11	6/02	19/03	16/04	24/09	10/12	21/01	25/03	20/05	1/07	19/08	12/12	27/03	26/6	24/7	04/09
	N°	Nom	nature															
2	LE GUERVERT	Moules	126	0	45	0	0	/	54	/	54	0	0	90	0	0	0	18
3	LANDREZAC	Moules	558	54	0	138	54	258	450	24	0	0	138	0	24	54	24	18
4	POINTE DE KERVOYAL	Moules	126	138	24	45	0	45	0	24	138	0	126	138	54	0	6600	54
5	CROMENAC'H	Moules	/	174	24	18	138	24	126	54	138	0	66	558	0	54	558	90
6	PEN LANN	Moules	/	900	54	138	258	138	24	0	258	0	90	54	54	54	2760	54

13	L'ALBATROS	Eau								>2200	<u>42</u>	/	/	/	8	/	/	/
14	ETANG DU LOCH	Eau								0	/	8	0	<u>46</u>	8	8	<u>86</u>	18

3°) Résultats globaux

a) Sur les coquillages -----

Le tableau récapitulatif des résultats d'analyses montre 7 résultats (9 %) supérieurs à 300 sur 76 analyses colimétriques de coquillages, et 2 seulement (3 %) supérieurs à 1000.

Ces 2 derniers résultats correspondent à une journée particulièrement défavorable sur la partie orientale du gisement (le 24 juillet 1986 sur les points 4, 5 et 6).

Ainsi malgré un résultat supérieur à 3000, il apparaît nettement que les analyses de coquillages confirment le classement sanitaire de ces moulières en zone salubre - (voir figure 1 page suivante).

b) sur les eaux -----

Les analyses d'eau très ponctuelles n'ont été réalisées que pour illustrer des pollutions ponctuelles éventuelles sur la grande plage de Landrézac. En fait un seul résultat est vraiment défavorable : plus de 2200 C.F. le 25 mars 1985 au point 13.

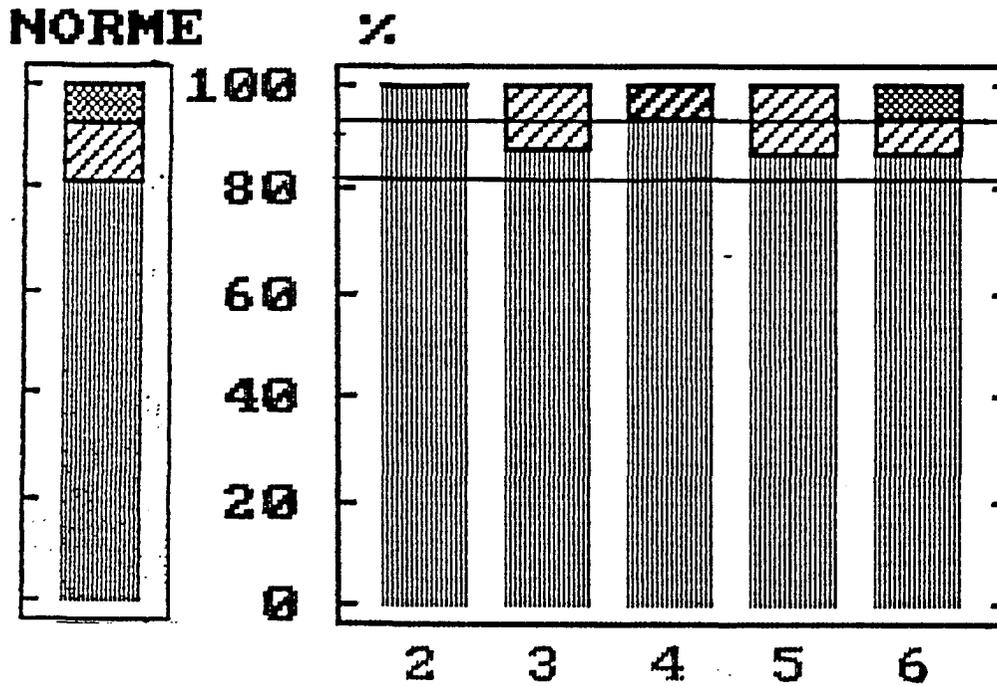
Ce prélèvement fait apparaître une possibilité de forte contamination des eaux en période de crue, et donc la présence de rejets d'origine domestique sur le réseau d'eaux pluviales collectées vers ce marais.

Les quelques autres analyses sont assez satisfaisantes.

Les résultats généraux de l'étude sanitaire confirment la salubrité du gisement, mais font apparaître quelques problèmes que nous allons essayer de mieux cerner par une approche plus sélective des résultats.

figure n° 1

SALUBRITE des différents SECTEURS MOULIERS DE DAMGAN



coli . fecaux
pour 100 ml

- ▤ <300
- ▧ 300-1000
- ▩ 1000-3000
- ▨ 3000-6600

secteurs

- 2- le Guervert
- 3- Landrezac
- 4- Kervoyal
- 5- Cromenac'h
- 6- Pen Lann

IV - ETUDE STATISTIQUE :

COMPARAISONS ET TENDANCES

Pour mieux cerner la qualité bactériologique des gisements mouliers nous allons étudier les variations sectorielles et saisonnières de la colimétrie, ainsi que son évolution sur les 3 ans d'études, essentiellement à l'aide des tests statistiques d'analyse de la variance.

1°) La méthode

a) Echantillonnage -----

Pour commencer il faut évidemment comparer les analyses comparables. Ainsi on doit distinguer les résultats des analyses de moules, coquillages filtreurs où les polluants peuvent être concentrés, de ceux des analyses d'eau. D'autre part la contamination de l'eau peut être très variable, notamment selon l'heure de la marée pour l'eau de mer.

La contamination des coquillages a plus d'inertie et permet davantage de faire l'impasse sur l'influence du cycle de marée. C'est pourquoi notre étude a porté essentiellement sur des analyses colimétriques de moules, les analyses d'eau ne correspondant qu'à des rejets d'eau douce.

Seules les analyses colimétriques de coquillages sont donc ici exploitables statistiquement.

b) L'analyse descriptive -----

Nous allons étudier successivement les 3 facteurs :

- secteurs
- saisons
- différentes années d'étude.

Des diagrammes en bâtons et des "boîtes-à-moustaches" nous donneront l'image de la répartition des analyses selon ces facteurs :

- les diagrammes en bâtons distinguent le nombre d'analyses dans les différentes classes de salubrité :

0 - 300	coliformes fécaux / 100 ml	coquillages
300 - 1000	coliformes fécaux / 100 ml	coquillages
1000 - 3000	coliformes fécaux / 100 ml	coquillages
3000 - 6600	coliformes fécaux / 100 ml	coquillages

- les boîtes-à-moustaches plus figuratives donnent la plus ou moins grande dispersion des résultats autour de la médiane.

c) L'analyse de la variance, test de comparaison

Puis nous essaierons de voir si les 3 facteurs étudiés peuvent induire des différences significatives dans la colimétrie des moules, c'est-à-dire si les différents secteurs, les différentes saisons ou les différentes années d'études, 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 (secteurs, saisons ou périodes d'étude) 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).

Les principes mathématiques de ce test classique sont données en annexe 1.

Pour finir nous comparerons les moyennes deux à deux pour regrouper les données équivalentes (ou homogènes entre elles) et un graphique des intervalles de confiance (à 95 %) de ces moyennes, visualisera davantage encore les différences éventuelles entre les groupes.

d) La variable étudiée : $\log (CF + 1)$

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

Le dénombrement des coliformes fécaux est une donnée qui varie de façon exponentielle (comme la croissance bactérienne elle-même).

Cela n'a pas d'importance en analyse descriptive pour la répartition des analyses en différentes classes de salubrité (diagrammes en bâtons) ou autour de leur médiane (boîtes-à-moustaches).

Par contre cela devient primordial dès qu'on utilise des moyennes. Car la moyenne arithmétique de données variant exponentiellement n'a aucun sens.

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).

Mais en prenant le logarithme du nombre de coliformes fécaux, la courbe prend une distribution à peu près "normale", ce 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 2).

En fait on prendra $\log (CF + 1)$ pour éviter $\log (0)$ qui n'a aucun sens mathématique. Cette modification de 1 CF est tout à fait négligeable comparée à la norme de 300 CF.

2°) La comparaison des secteurs

La comparaison des secteurs mouliers correspond à l'analyse des différents points de prélèvements (voir carte n° 1 page 4). Les tests portent sur 14 à 16 analyses par secteurs.

a) Répartition - voir figures n° 2 a et 2 b page suivante.

La répartition des dénombrements de coliformes fécaux autour des médianes (graphique boîte-à-moustaches, figure 2 b) fait apparaître une élévation progressive de la colimétrie du point 2 au point 6, c'est-à-dire d'Ouest en Est.

b) Analyse de la variance

Cette variation sectorielle est-elle significative ou seulement due au hasard ? Malgré des effectifs assez faibles, l'analyse de la variance (tableau 2) montre qu'il y a bien une différence significative entre les divers secteurs mouliers (avec un risque d'erreur inférieur à 3 %).

En fait la comparaison des points deux à deux montre que seuls les secteurs extrêmes ont une colimétrie vraiment différente ; les moulières intermédiaires peuvent s'apparenter à l'une ou l'autre extrémité avec des moyennes logarithmiques tout de même plus proches du secteur de Pen-Lann.

Ces résultats sont à rapprocher de la qualité sanitaire des plages de Damgan, Ambon et Billiers qui se dégrade aussi d'Ouest en Est (voir annexe 4).

Bien que toutes salubres les moulières de Damgan ne sont pas sanitaires toutes comparables : la salubrité excellente au Guervert se détache un peu de celle des autres moulières qui se dégrade progressivement d'Ouest en Est, comme celle des plages situées plus à terre.

Moulieres de DAMGAN colimétrie selon les secteurs

nombre d'analyses

coli. fécaux
pour 100 ml

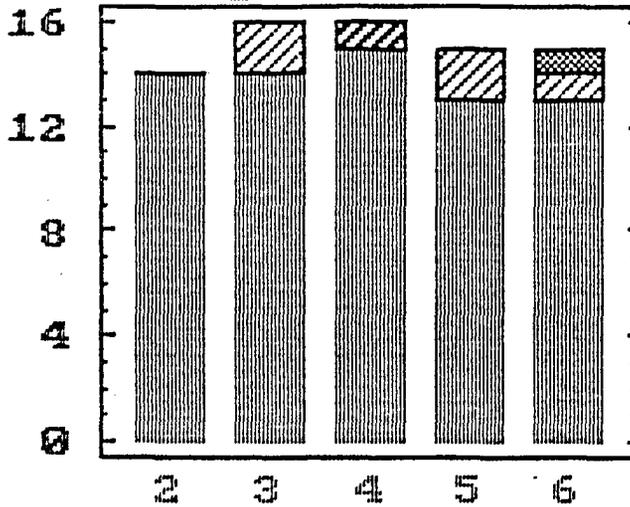


Figure n° 2 a

secteurs:

- 2-1e Guervert
- 3-Landrezac
- 4-Kervoyal
- 5-Cromenac'h
- 6-Pen Lann

log(CF+1)

coli. fécaux

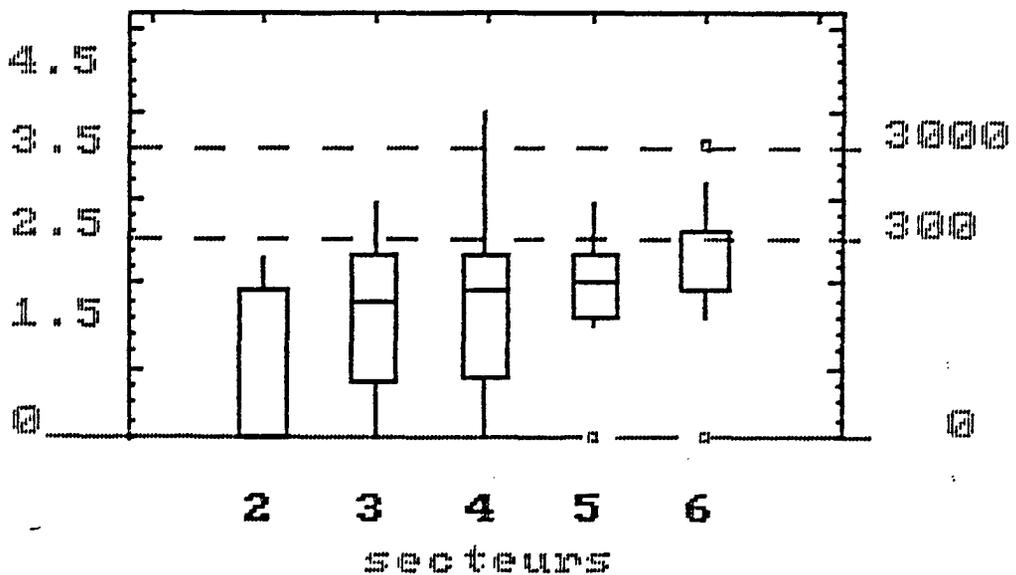


Figure n° 2 b

données extrêmes - - - > o

LEGENDE :

3e quartile
(75%)

médiane (50%)

1er quartile
(25%)

intervalle de
confiance
(à 95%)
de la médiane

Tableau 2 - ANALYSE DE LA VARIANCE sur les SECTEURS MOULIERS de DAMGAN.

Variable : $\log(CF+1)$

Niveau de confiance : 95 %

Source de variation	Somme des carrés	degrés de liberté	Variances	ratio Fc	risque
entre secteurs	10.114482	4	2.528620	2.892	.0281
interieure aux secteurs	62.068204	71	.8742001		
total	72.182686	75			

0 valeur manquante a ete exclue

La table de F (95%) donne $F_t = 2.5$

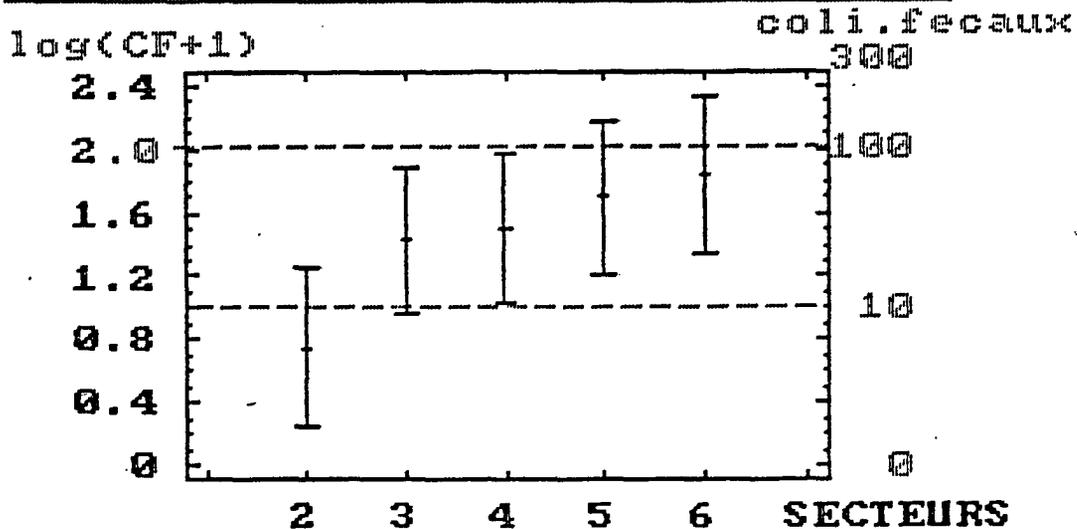
CONCLUSION : $F_c > F_t$ donc
risque $< 3\%$

Il y a une **DIFFERENCE SIGNIFICATIVE**
ENTRE LES DIFFERENTS SECTEURS MOULIERS.
(avec un niveau de confiance de **97%**)

SECTEURS	Nombres d'analyses	Moyennes	Secteurs homogenes pour une CONFIANCE de 95 %
2 (Le Guervert)	14	0.7489344	*
3 (Landrezac)	16	1.4246612	* *
4 (Pte Kervoyal)	16	1.5036489	* *
5 (Cromenac'h)	15	1.6978780	* *
6 (Pen Lann)	15	1.8378143	*

Figure n° 3

COMPARAISON DES SECTEURS MOULIERS DE DAMGAN



intervalles de confiance (à 95 %) des moyennes logarithmiques.

3°) Les variations saisonnières

Des comparaisons mensuelles auraient porté sur trop peu d'analyses par groupes. Aussi les données ont-elles été regroupées par trimestre ou saison :

janvier - février - mars	: HIVER
avril - mai - juin	: PRINTEMPS
juillet - août - septembre	: ETE
octobre - novembre - décembre	: AUTOMNE

Ces saisons regroupent entre 12 et 25 analyses chacune, ce qui constitue des effectifs assez faibles au printemps (15) et à l'automne (12).

a) Répartition - voir figures n° 4 a et 4 b

La répartition des dénombrements de coliformes autour des médianes (graphique boîte-à-moustaches, figure 4 b) montre un profil "automne" concentré près de la limite du seuil de salubrité.

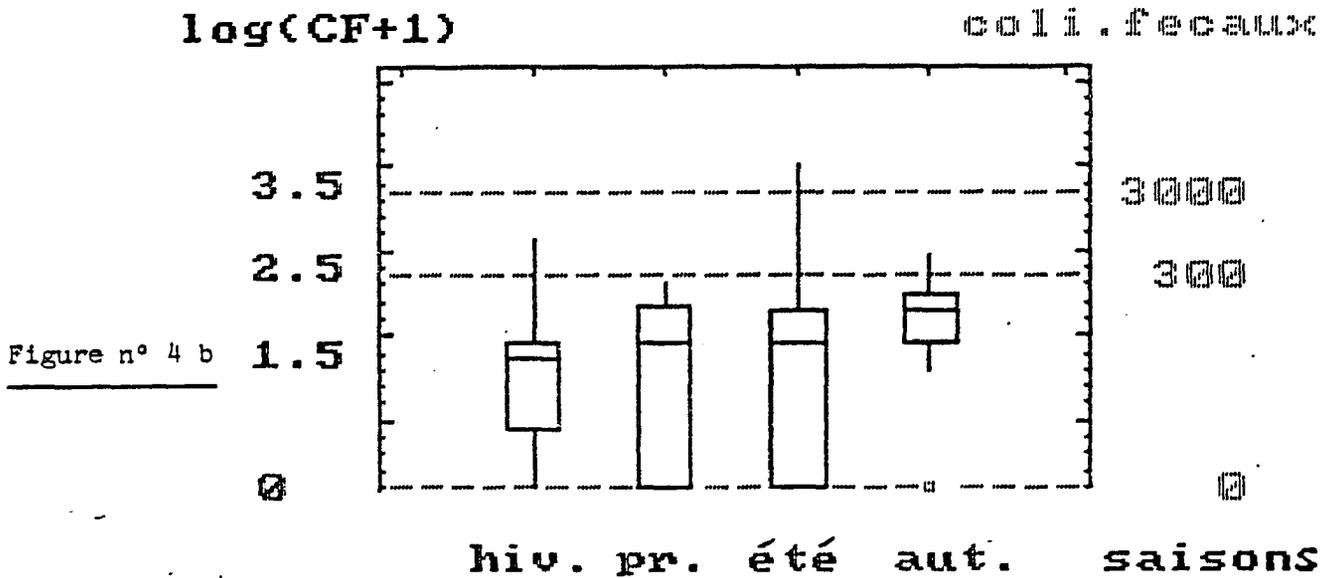
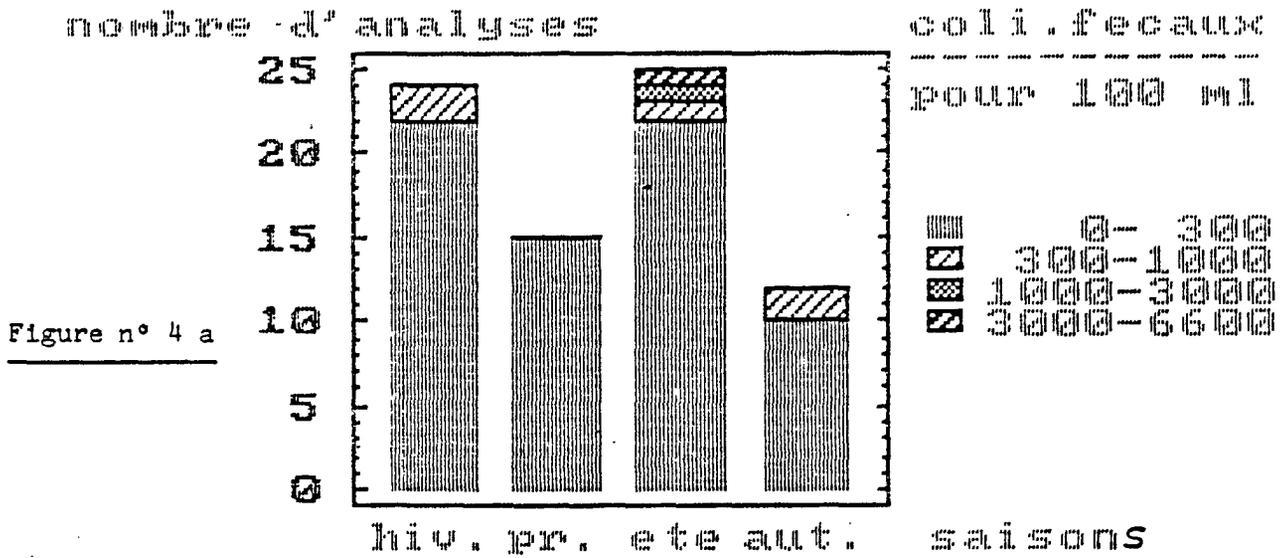
Les autres saisons présentent une plus grande répartition des analyses en dessous de ce seuil.

b) Analyse de la variance

Malgré une moyenne logarithmique légèrement supérieure en automne, l'analyse de la variance (tableau 3) ne met pas en évidence de différence réellement significative entre les saisons. (Pour autant il pourrait s'agir d'une faiblesse du test due au faible effectif des analyses d'automne).

L'augmentation de la colimétrie des coquillages en automne est un phénomène assez général dans le Morbihan. Peu significative, apparemment, sur les moulières de Dangan, cette augmentation peut être considérée ici comme un signal d'alarme, plus que comme une réalité actuelle.

Moulieres de DAMGAN colimetric selon les saisons



LEGENDE :

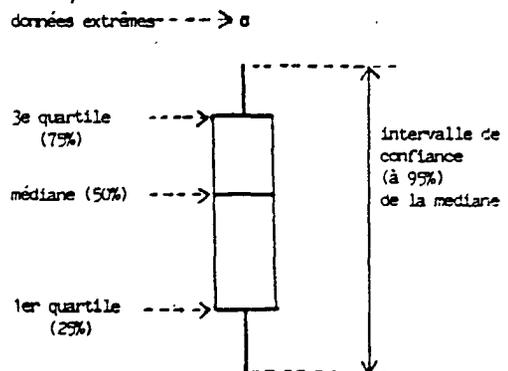


Tableau 3

MOULIERES DE DAMGAN.
ANALYSE DE LA VARIANCE sur les différentes SAISONS.

variable : $\log(CF+1)$.

Niveau de confiance = 95 %

Source de variation	Somme des carrés	degrés de liberté	Variances	ratio Fc	risque
Entre les saisons	3.260131	3	1.0867102	1.138	.3397
Interieure aux saisons	68.765864	72	.9550814		
Total	72.025995	75			

0 valeur manquante exclue

La table de F (95%) donne Ft = 2.75

CONCLUSION : $F_c > F_t$ donc

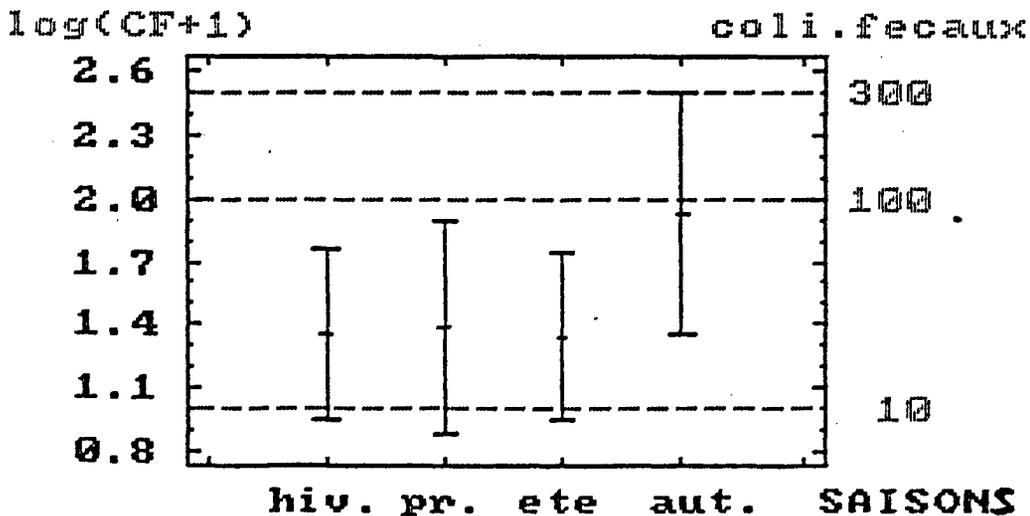
Il n'y a PAS DE DIFFERENCE SIGNIFICATIVE entre les différentes SAISONS (avec un niveau de confiance de 95 %)

SAISONS	Nombre d'analyses	Moyennes	groupes homogenes avec une CONFIANCE de 95 %
ETE	25	1.3472000	*
HIVER	24	1.3550000	*
PRINTEMPS	15	1.3906667	*
AUTOMNE	12	1.9266667	*

CONCLUSION : PAS DE DIFFERENCE SIGNIFICATIVE ENTRE LES SAISONS meme si les analyses d'automne ont une moyenne (logarithmique) legerement superieure.

Figure n° 5

MOULIERES DE DAMGAN
comparaison des saisons



intervalle de confiance à (95 %)
des moyennes logarithmiques

4°) L'évolution sanitaire en 3 ans

Nous allons comparer ici 3 périodes successives d'un an :

période 1 : d'octobre 1983 à octobre 1984

période 2 : d'octobre 1984 à octobre 1985

période 3 : d'octobre 1985 à octobre 1986

Ces périodes regroupent entre 23 et 28 analyses chacune, effectif relativement suffisant pour déceler une tendance éventuelle.

a) Répartition - voir figures n° 6 a et 6 b

C'est au cours de la dernière période seulement qu'apparaissent les analyses les plus défavorables, supérieures à 1000 et même à 3000 CF. Il ne s'agit là que de 2 analyses, effectuées le même jour 24 juillet 1986, et qui peuvent paraître un peu accidentelles. Toutefois ce genre d'"accident" est plus préoccupant sur le plan sanitaire qu'une légère augmentation de la moyenne (logarithmique) des analyses.

On retrouve ces 2 résultats défavorables en données isolées sur le graphique n° 6 b, ce qui confirme leur caractère relativement accidentel.

b) Analyse de la variance

Aucune différence significative entre les 3 périodes n'est mise en évidence par l'analyse de la variance (tableau 4 et figure n° 7).

Il n'y a pas d'évolution sanitaire sensible en 3 ans, malgré 2 résultats défavorables "accidentels" en 1986.

* * * * *

Les analyses bactériologiques effectuées sur les moules montrent que le gisement est salubre.

Toutefois la qualité sanitaire des moulières décroît d'Ouest (Pénerf) en Est (Billiers), comme celle des plages situées au-dessus d'elles.

Il n'y a pas de problème estival marqué, malgré la fréquentation touristique de Damgan. Mais les 2 plus mauvais résultats (les seuls inquiétants) ont été obtenus le 24 juillet 1986. La saison la plus critique serait plutôt l'automne, phénomène assez général dans le Morbihan.

On ne note aucune évolution en 3 ans.

Colimétrie des MOULIERES de DAMGAN

Evolutions annuelles

nombre d'analyses

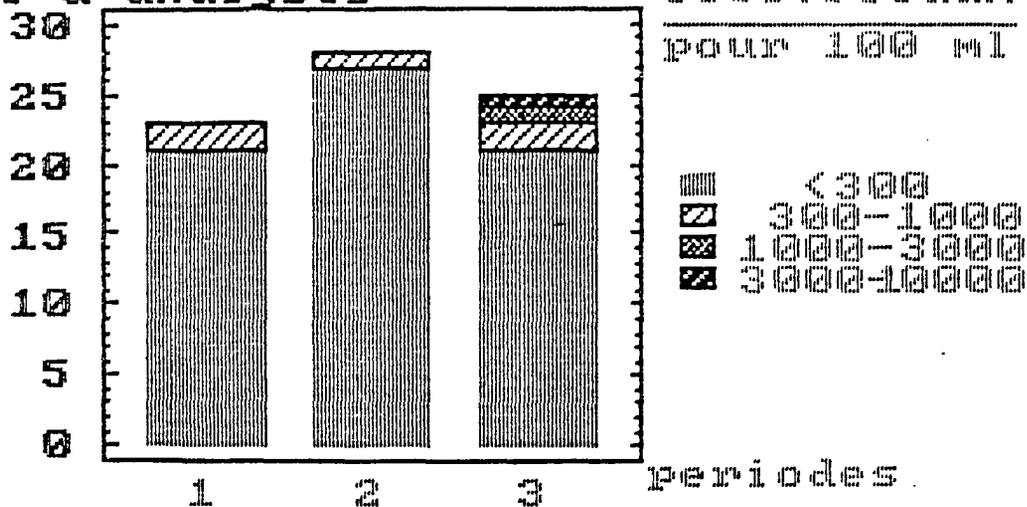


Figure n° 6 a

log(CF+1)

coli. fecaux

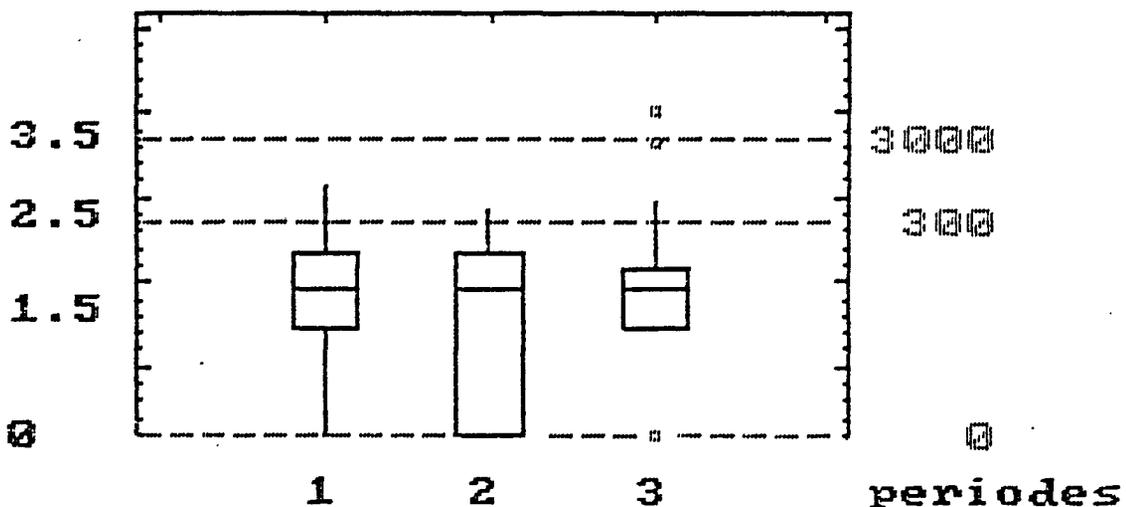


Figure n° 6 b

1: oct. 83 - oct. 84
 2: oct. 84 - oct. 85
 3: oct. 85 - oct. 86

données extrêmes ----> a

LEGENDE :

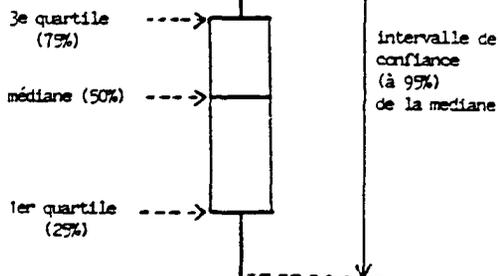


Tableau 4

ANALYSE DE LA VARIANCE
sur les 3 ANNEES D'ETUDE.

Variable : log (CF+1)

Niveau de confiance : 95 %

Source de variation	Somme des carres	degrés de liberté	Variances	ratio Fc	risque
entre les années	.982024	2	.4910121	.503	.6065
interieure aux années	71.200662	73	.9753515		
Total	72.182686	75			

0 valeur manquante exclue

La table de F (95%) donne Ft = 3,1

CONCLUSION : $F_c < F_t$ donc

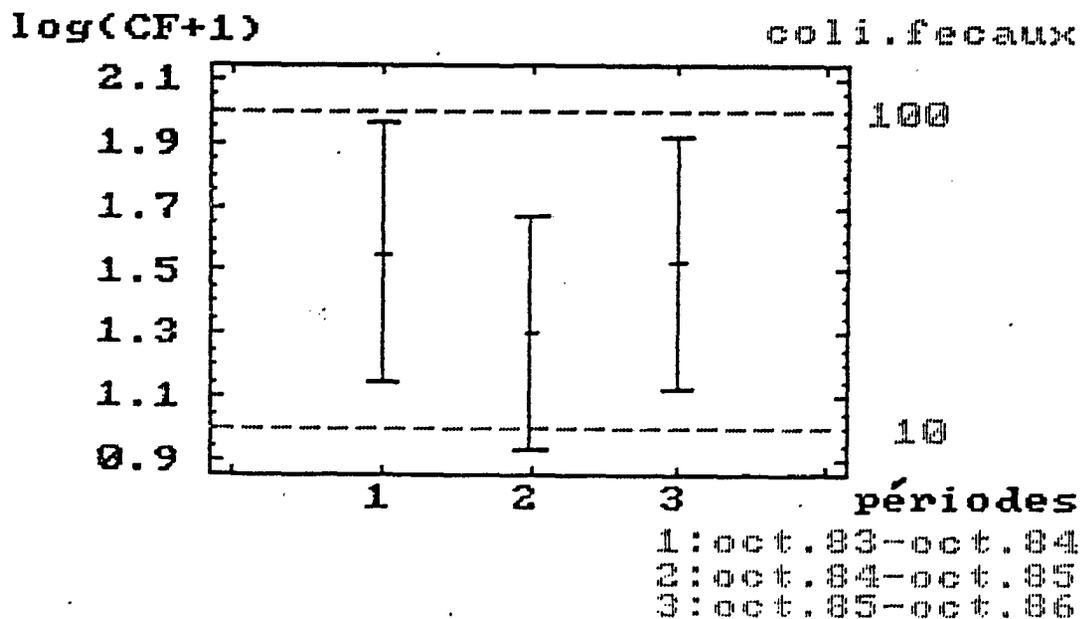
L'analyse de la variance ne montre PAS DE DIFFERENCE SIGNIFICATIVE entre les 3 années d'étude.

AUTREMENT DIT : IL N'Y A PAS D'EVOLUTION SENSIBLE EN 3 ANS.

ANNEES D'ETUDE	Nombre d'analyses	Moyennes	Periodes homogenes pour une CONFIANCE de 95 %
oct.1984-sept.1985	28	1.3043273	*
oct.1985-sept.1986	25	1.5237154	*
oct.1983-sept.1984	23	1.5547556	*

Figure n° 7

COMPARAISON DES PERIODES D'ETUDE



intervalle de confiance (à 95 %)
des moyennes logarithmiques

CONCLUSION

L'important gisement moulier de Damgan - Ambon - Billiers est exploité intensément par les conchyliculteurs du pays et les amateurs locaux ou vacanciers.

La proximité d'une importante population estivale constitue la seule menace sanitaire (pollution domestique).

Elle ne semble pas mettre en cause la salubrité du gisement, condition nécessaire d'une exploitation ouverte à tous.

On doit cependant noter :

- une dégradation sensible de la salubrité d'Ouest en Est,
- l'apparition de résultats défavorables en été (accidentels ?),
- une baisse plus insidieuse de la qualité sanitaire à l'automne.

La station d'épuration de Damgan (10 000 eq.hab) a été mise en service peu après cette étude. L'impact du rejet dans l'étang du Loc'h (en haut de la plage de Landrézac), peut être largement compensé par la suppression des nombreux déversements d'eaux usées brutes en haut de côte.

Cette étude offre donc aussi un état des lieux qui permettra d'évaluer l'impact de ces divers travaux d'assainissement.

* * * * *

ANNEXES

ET

DOCUMENTATION

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.

TEST DE NORMALITE droite de Henry

pourcentage

cumule (échelle d'anamorphose)

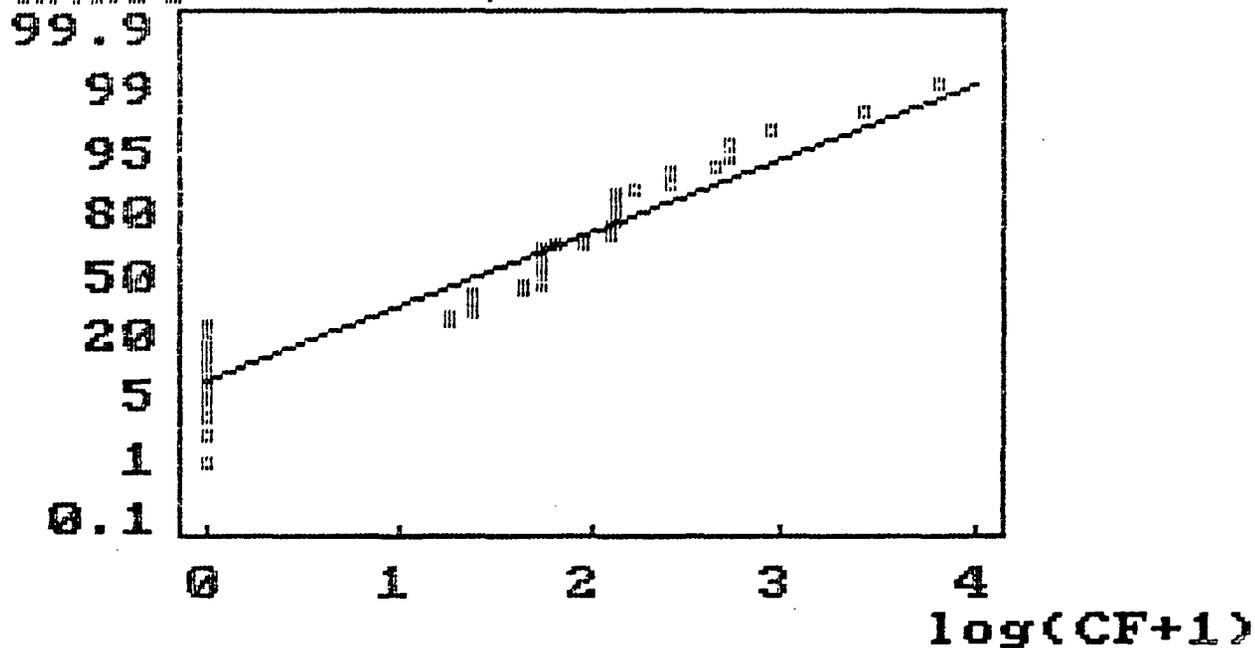


Figure n° 8 : test de normalité de la variable $\log (CF + 1)$
ou CF est le nombre le plus probable de coliforme fécaux / 100 ml
de chair de coquillages.

ANNEXE 3

Autre tests statistiques expérimentés

a) Analyse de la variance à plusieurs facteurs

Pour essayer de démasquer derrière le facteur secteur, des différences significatives entre les saisons ou entre les périodes, on a testé l'analyse de la variance à plusieurs facteurs (secteurs, saisons, périodes), ou par secteur. Cela n'a pas donné plus de résultats.

b) Recherche d'une corrélation de la colimétrie des moulières ----- avec le coefficient de marée -----

Afin de voir si l'importance de la marée jouait un rôle (courants, masses d'eau) dans la salubrité des moulières, on a essayé une régression linéaire entre $\log(CF + 1)$ et le coefficient de marée.

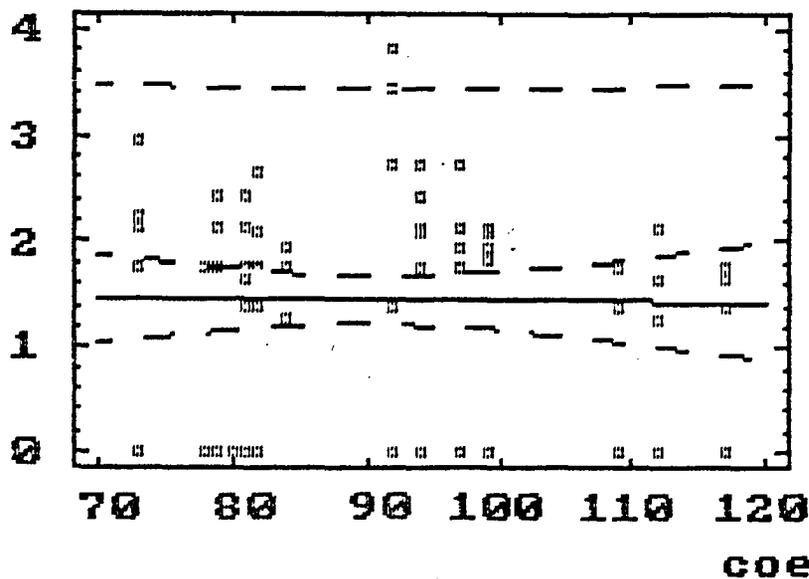
On ne trouve aucune relation linéaire (voir figure 8 ci-dessous).

La seule conclusion qu'on peut en déduire est que si relation il y a, elle n'est pas linéaire. Cela laisse le champ libre à de nombreuses hypothèses malheureusement plus complexes à vérifier.

Figure n° 8

ESSAI de Regression de $\log(CF+1)$ sur les coefficients de marée

$\log(CF+1)$



ANNEXE 4

- Qualité sanitaire des plages

Le tableau 5 page suivante donne le classement sanitaire des plages (entre Landrézac et les Barges) fourni par le Réseau National de Contrôle (R.N.C.) des Ministères de l'Environnement et de la Santé.

Il est important de noter que ces analyses sont effectuées sur des échantillons d'eau, en subsurface (- 30 cm) uniquement en Eté, et de préférence à marée haute. Les classements A, B, C ou D correspondent à un minimum de 10 prélèvements selon les critères suivants en ce qui concerne les coliformes fécaux (CF) :

A (bonne qualité pour la baignade) :

- au moins 80 % des résultats < 100 CF / 100 ml d'eau (nombre guide)
- au moins 95 % des résultats < 2000 CF / 100 ml d'eau (nombre impératif)

B (qualité moyenne) :

- au moins 95 % des résultats < 2000 CF / 100 ml d'eau

C (pollutions momentanées) :

- au moins 66 % des résultats < 2000 CF / 100 ml d'eau

D (mauvaise qualité) :

- plus de 33 % des résultats > 2000 CF / 100 ml d'eau

En fait d'autres germes (coliformes totaux et streptocoques fécaux) sont également pris en compte pour ces normes de baignade.

De 1982 à 1986 on constate une tendance à l'amélioration sur la partie Ouest de notre secteur d'étude (de Landrézac à Tréhervé) et une tendance à la dégradation sur la partie Est (de Cromenac'h aux Barges).

CLASSEMENT DES POINTS

VOICI LA CODIFICATION EMPLOYEE DANS LA LISTE QUI SUIVIT POUR QUALIFIER LES EAUX DES POINTS SURVEILLES :

- A : BONNE QUALITE
- AB : BONNE OU MOYENNE QUALITE
- B : MOYENNE QUALITE
- C : MOMENTANEMENT POLLUEES
- CD : MOMENTANEMENT POLLUEES OU DE MAUVAISE QUALITE.
- D : MAUVAISE QUALITE
- NC : NON CONTROLEES

Salubrité de l'eau des plages de Damgan, Ambon, Billiers.

Source : Réseau National de Contrôle (Ministère de l'Environnement et Ministère de la Santé.

R N C

commune de DAMGAN

CLASSEMENT DES 5 DERNIERES ANNEES

2 : LANDREZAC

1982	1983	1984	1985	1986
C	C	B	B	A

3 : KERVOYAL

1982	1983	1984	1985	1986
C	B	B	B	A

amélioration

R N C

commune de AMBON

CLASSEMENT DES 5 DERNIERES ANNEES

1 : TREHERVE

1982	1983	1984	1985	1986
B	A	B	C	A

2 : CROMENACH

1982	1983	1984	1985	1986
B	A	B	B	C

3 : BETAHON

1982	1983	1984	1985	1986
A	B	B	B	B

dégradation

R N C

commune de BILLIERS

CLASSEMENT DES 5 DERNIERES ANNEES

1 : LES BARGES

1982	1983	1984	1985	1986
C	A	B	C	C

DOCUMENTATION

- Affaires Maritimes Vannes - Monographies annuelles, procès-verbaux de visite de gisements.
- CIPOM, 1984 - Inventaire des rejets sur le littoral d'Arzon à Pénestin.
- IFREMER/CSRU, 1984 - Inventaire des secteurs conchylicoles du littoral français.
- SAUNIER EAU et ENVIRONNEMENT, 1985 - Impact sur l'environnement de la station d'épuration de la commune de Damgan.
- D. SCHWARTZ, 1963 - Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes - FLAMMARION.
- R.N.C. (sur Minitel) : 36.15. / INFOPLAGE.

* * * * *