

THESE présentée
pour l'obtention
du
DIPLOME de DOCTEUR de 3^e CYCLE
à
L' UNIVERSITE DE PARIS VI

spécialité : Océanographie
mention : biologie

par Christian AUGER

Sujet de la thèse :

Etude de deux variétés de Crassostrea gigas THUNBERG
leur acclimatation en rivière d'Étel (Morbihan)

Soutenu le 1976.

devant la Commission composée de :

M.	P. DRACH	Président
M.	A. FRANC	Rapporteur
M.	L. MARTEIL	Invité

AVANT PROPOS

Avant d'entreprendre l'étude qui fait l'objet de cette thèse, c'est pour moi un très agréable devoir que d'exprimer ma profonde et respectueuse gratitude à Monsieur MAURIN, Directeur de l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, qui m'a confié ce travail et qui l'a toujours suivi avec intérêt.

J'assure de ma sincère reconnaissance Monsieur le Professeur DRACH qui m'a conseillé et m'a fait l'honneur de présider ce jury.

Je remercie Monsieur le Professeur FRANC qui a bien voulu juger ce travail, ainsi que Monsieur MARTEIL, Directeur de recherches à l'I. S. T. P. M. dont la profonde connaissance des questions ostréicoles m'a été précieuse.

Que Monsieur MARIN, Chargé de recherches à l'I. S. T. P. M. ne soit pas oublié pour l'aide qu'il m'a apportée en me facilitant la rédaction de ce travail.

Je voudrais que Monsieur P. GUYOMARD et Monsieur J. YVON, ostréiculteurs de la rivière d'Etel, trouvent ici l'expression de ma reconnaissance.

Je remercie enfin Les chercheurs du Centre de la Trinité Sur Mer et tous ceux qui à titre divers ont facilité ma tâche.

SOMMAIRE

I -	INTRODUCTION	p.	1
II -	L'OSTREICULTURE DANS LA RIVIERE D'ETEL	p.	3
III -	LA RIVIERE D'ETEL		
	A - <u>Présentation de la rivière</u>	p.	6
	B - <u>Les conditions de milieu</u>		
	1 - méthodes de mesure et de dosage	p.	8
	2 - les résultats	p.	9
IV -	ACCLIMATATION DES <u>CRASSOSTREA GIGAS</u>		
	A - <u>Présentation</u>	p.	15
	B - <u>Les C. gigas de Sendaï</u>		
	1 - Croissance linéaire	p.	17
	2 - Evolution de la forme des huîtres	p.	22
	3 - Croissance pondérale	p.	23
	4 - Condition des huîtres	p.	24
	5 - Mortalité	p.	28
	6 - Conclusion	p.	29
	C - <u>Les C. gigas d'Hiroshima</u>		
	1 - Croissance linéaire	p.	30
	2 - Evolution de la forme des huîtres	p.	33
	3 - Croissance pondérale	p.	34
	4 - Condition des huîtres	p.	35
	5 - Mortalité	p.	36
	6 - Conclusion	p.	36
	D - <u>Les C. gigas de Sendaï et d'Hiroshima élevées en caisse</u>		
	1 - Croissance linéaire	p.	38
	2 - Evolution de la forme des huîtres	p.	41
	3 - Croissance pondérale	p.	41
	4 - Condition des huîtres	p.	43
	5 - Mortalité	p.	43
	6 - Conclusion	p.	44

E - <u>Comparaison des C. gigas de Sendaï et d'Hiroshima élevées en suspension</u>		
1 - Croissance linéaire	p.	45
2 - Evolution de la forme des huîtres	p.	47
3 - Condition des huîtres	p.	48
4 - Mortalité	p.	48
5 - Conclusion	p.	48
F - <u>Evolution des rapports longueur/largeur</u>		
1 - Les C. gigas de Sendaï	p.	49
2 - Les C. gigas d'Hiroshima	p.	49
3 - Les C. gigas élevées en caisse	p.	49
4 - Les C. gigas élevées en suspension	p.	50
5 - Conclusion	p.	50
G - <u>Evolution des classes de taille</u>		
1 - Longueur	p.	51
2 - Largeur	p.	51
3 - Conclusion	p.	52
H - <u>La gamétogénèse</u>		
1 - Gamétogénèse naturelle		
a - Présentation	p.	53
b - Gamétogénèse des huîtres de Sendaï	p.	56
c - Gamétogénèse des huîtres d'Hiroshima	p.	58
d - Rôle des facteurs écologiques	p.	60
e - Condition et gamétogénèse	p.	62
f - Répartition des sexes	p.	63
2 - Gamétogénèse expérimentale		
a - Gamétogénèse en fonction de la salinité	p.	64
b - Gamétogénèse en fonction de la température	p.	67
c - Discussion	p.	70
V - CONCLUSION	p.	73-74
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	p.	75 à 79
ANNEXE : TECHNOLOGIE OSTREICOLE	p.	80
PLANCHES		

I - INTRODUCTION

De 1970 à 1972, les élevages de Crassostrea angulata LAMARCK furent décimés. Ce phénomène apparut d'abord en Bretagne, provoquant vers la fin de l'année 1970, leur disparition à Etel et Penderf. Puis en 1971, les centres de Paimpol, de Cancale, du Croisic et de Mesquer furent touchés. Une légère mortalité réapparut en Bretagne au début de 1972.

Les premières huîtres frappées furent les C. angulata importées du Portugal. Elles présentaient pourtant jusque là une croissance satisfaisante. Celles originaires de France semblèrent mourir moins massivement. Pour reconstituer leurs élevages, les ostréiculteurs avaient importé des Crassostrea gigas THUNBERG, communément appelées huîtres japonaises.

Introduites massivement à partir de 1969, cette huître n'a jamais été touchée par cette mortalité, même lorsqu'elle était élevée dans les centres consacrés aux C. angulata ou huîtres portugaises.

Les résultats satisfaisants obtenus avec ces importations ont favorisé l'abandon des C. angulata. Certes du fait de leur introduction en France sous forme de naissain fixé sur coquille collectrice, les C. gigas demandent plus de travail aux ostréiculteurs, mais pour l'instant cette difficulté est largement compensée par une croissance plus rapide.

Le naissain de l'huître japonaise importé en France provient pour sa plus grande part du Japon et plus précisément de la Baie de Sendaï, s'ouvrant sur l'Océan Pacifique à une latitude voisine de 38° N. Dans cette baie le captage et l'élevage se répartissent suivant plusieurs centres. Le naissain de la Baie de Sendaï donne rapidement de grandes huîtres dont le volume de chair est assez faible.

En France est parvenu aussi du naissain de C. gigas originaire des centres ostréicoles d'Hiroshima. Les huîtres d'Hiroshima, à la différence de celles de Sendaï, ont en Bretagne une croissance moins rapide mais un volume de chair supérieur.

La croissance rapide du naissain originaire de la Baie de Sendaï présente un inconvénient. En effet, si au moment des fêtes de fin d'année, période de la plus forte vente, les huîtres de cette origine n'ont pu être commercialisées, soit parce qu'elles n'ont pas été vendues, soit parce qu'elles étaient trop petites, l'année suivante elles risquent d'être trop grosses pour la vente. Ceci entraîne l'augmentation des quantités d'huîtres de grande taille.

L'ostréiculture n'ayant pas encore la maîtrise de la croissance des huîtres, il était tentant de chercher une solution à ce problème. La solution pouvait être apportée par l'introduction d'une variété de C. gigas présentant la même résistance que la variété de Sendai aux mortalités affectant les C. angulata mais dont la croissance moindre permettrait d'augmenter les réserves d'huîtres de petites tailles.

Les huîtres en provenance d'Hiroshima pouvaient présenter ces caractéristiques : résistance aux mortalités des C. angulata et taux de croissance moyen. De plus, leur chair est de meilleure qualité. Nous avons donc voulu voir s'il était intéressant d'associer à l'élevage des huîtres de Sendai celui des huîtres d'Hiroshima. Pour cela, nous avons comparé entre elles les deux variétés élevées suivant deux techniques différentes.

Enfin nous avons étudié et comparé l'évolution de la gamétogénèse en milieu naturel et observé l'influence de certains paramètres sur la sexualité des C. gigas de Sendai.

II - L'OSTREICULTURE DANS LA RIVIERE D'ETEL

Avant de présenter l'ostréiculture de la rivière d'Étel, il convient de placer cette rivière parmi les centres ostréicoles du Morbihan. Les côtes de ce département peuvent être divisées en trois centres qui se succèdent du Sud au Nord :

- celui de Penerf-Vilaine
- celui de la Baie de Quiberon qui comprend les rivières de Crach, de Saint-Philibert, d'Auray et le golfe du Morbihan
- celui d'Étel et de la rade de Lorient où confluent le Scorff et le Blavet.

Dans chacun d'eux les ostréiculteurs élèvent les huîtres du genre Crassostrea et du genre Ostrea. Dans la rivière d'Étel, la partie en amont du pont Lorois est principalement consacrée à l'élevage des huîtres japonaises.

Les différentes phases de l'élevage des C. gigas varient selon que le naissain est déjà séparé de son collecteur ou qu'il y adhère encore. Parmi les collecteurs les plus employés pour ce deuxième type de naissain, nous trouvons des coquilles de C. gigas ou de Pectinidae.

La couche de vase recouvrant le sol des parcs de la rivière d'Étel ne permet pas en général de semer le naissain séparé de son collecteur, dès son arrivée en France. Il risquerait d'être enfoui très rapidement à cause de sa taille comprise entre 1 et 2 cm. Il doit séjourner quelques temps en poche ou en caisse avec couvercle. Lorsque sa taille lui permet de résister à l'action du courant, du clapot et à l'envasement, il peut être semé sur le sol. Ou bien sa croissance continue en poche ou en caisse.

Le naissain sur collecteur peut subir différentes manipulations dépendant de la densité des fixations. Pour une forte densité, le collecteur est passé au concasseur ou découpé au sécateur. Cette opération permet de donner plus d'espace aux jeunes huîtres pour se développer. En cas de faibles quantités de fixations, il peut subir les précédentes opérations ou être mis en caisse ou directement sur sol (cas des parcs à sol dur) ou bien il peut être enfilé sur un fil de fer, l'écartement entre les collecteurs étant maintenu à l'aide d'un tube de matière plastique.

Lorsque les huîtres fixées ont atteint une longueur de 4 à 6 cm, elles subissent l'opération du décollage qui consiste à les séparer de leur collecteur. Après cette opération, elles sont élevées suivant deux techniques principales : en caisse ou en poche d'une part et sur sol d'autre part. Les blessées séjournent quelques temps dans des caisses à maille fine, fermées par un couvercle où à l'abri des prédateurs elles peuvent reformer leur coquille cassée.

On remarque les morceaux de collecteur qui peuvent porter des naissains n'ayant pas pu se développer. Lorsque celles-ci ont atteint une longueur de 4 à 6 cm, elles sont à leur tour séparées de leur support. Après un an d'élevage les plus grosses peuvent être vendues à la consommation. A terre, elles sont lavées, triées, calibrées puis expédiées.

Suivant l'importance du chantier où elles sont travaillées, une fois débarquées, elles sont lavées à la lance ou à l'aide de machines équipées de puissants jets d'eau de mer qui les débarrassent des épibiontes et des sédiments y adhérant. Puis elles passent, dans beaucoup d'établissements, sur une bande transporteuse à vitesse de déplacement lente, où manuellement elles sont séparées des coquilles vides, des algues, des cailloux, etc...

L'opération suivante est le classement par le poids. Pour les Crasostrea, sept classes de poids existent. En fait, on parle plutôt de calibre ; le plus léger correspondant au numéro 6 et le plus lourd au numéro 0. Un certain nombre de machines ont été mises au point pour effectuer ce travail. Auparavant le calibrage se faisait à la main.

Après ce classement les C. gigas placées dans des civières subissent le "trompage". Le temps d'exondation des parcs d'élevage n'est que de quelques heures par jour. Or une fois emballées, les huîtres subiront une émergence pouvant durer jusqu'à 200 heures.

Pour les préparer à ce nouveau rythme, on place les civières à un niveau de marée assez haut, où l'immersion ne sera que de quelques heures par jour. Elles s'habituent ainsi à rester fermées pendant de nombreuses heures. Pour l'emballage elles sont lavées, puis posées bien à plat dans des caissettes ou des paniers de bois déroulé. Au fond comme sur le dessus, on dispose des algues brunes destinées à conserver l'humidité. Si elles sont bien tassées, elles ne peuvent pas s'ouvrir et perdre leur eau intervalvaire.

Le couvercle de la caissette ou du panier est solidement maintenu par de fortes agraphes ou par un cerclage de nylon ; ce qui permet de conserver les mollusques d'une façon satisfaisante pendant près d'une semaine.

III. LA RIVIERE D'ETEL

A - Présentation de la rivière

La rivière d'Etel se jette dans l'Océan Atlantique, entre la presqu'île de Quiberon et la rade de Lorient où confluent le Scorff et le Blavet. Elle présente essentiellement deux secteurs très différents situés de part et d'autre du pont Lorois :

- En amont du pont, la rivière s'étend suivant un axe Nord-Est/Sud-Ouest.

- En aval du pont, elle s'écoule suivant une direction grossièrement Nord-Sud.

La partie en amont du pont, la plus large, comprend plusieurs bras de rivière : la rivière de Nostang, celle de Landévant, l'anse du Listrec, celle de Saint-Jean. Certains de ces bras sont coupés par des digues sur lesquelles sont parfois construits des moulins à marée. Dans le sud de cette partie, se trouvent de nombreuses îles reliées ou non au continent par une chaussée.

Enfin les courants de marée y sont forts mais non violents à l'opposé de la partie en aval du pont. Car le bassin formé par ces bras de rivière se vide par un chenal, qui traversé par le pont Lorois à son endroit le plus étroit n'a que 120 m de large, alors que la largeur de la partie en amont du pont est voisine de 4 kilomètres.

Le secteur le plus nord de la partie en aval du pont suit, sur une distance de 700 m, un axe Sud-Ouest, Nord-Est. Son secteur Sud prend réellement une direction Nord-Sud. Une seule rivière se jette dans cette partie : la rivière ou anse du Sach. Un banc de sable, le banc du Stang, s'étend au sud de la ville d'Etel et gêne la navigation entre Etel et l'embouchure de la rivière.

L'autre particularité de cette partie de la rivière est constituée par l'existence d'une barre. Des bancs de sable envahissent l'embouchure de la rivière, freinant l'écoulement des eaux. Sur ces bancs, la houle venant du large déferle, repousse les eaux qui descendent le chenal. Si de plus, les vents viennent du secteur Ouest à Sud, l'action conjuguée du goulet du pont Lorois, de la barre et des vents empêche la rivière de se vider à marée descendante. Le niveau de l'eau reste élevé. Il peut alors arriver que les huîtres demeurent plusieurs jours sans émerger.

Les conséquences de ce phénomène ne sont pas étudiées dans ce travail ; nous pouvons cependant penser à une raréfaction de la nourriture et à l'accumulation d'eau douce, les mois de fortes précipitations, dans la partie en amont du pont Lorois.

FRANCIS-BOEUF (1947) définit un estuaire comme étant le cours inférieur des fleuves remontés sur une certaine distance par le flot périodique des marées. Les marées remontant très haut dans les bras des rivières qui forment ce que l'on appelle "la rivière d'Etel", nous pouvons dire qu'il s'agit bien d'un estuaire, mais d'un type peut-être particulier, car ces bras de rivière en se réunissant forment un bassin qui se vide par un chenal étroit.

B - Les conditions de milieu

Nous n'avons suivi l'évolution des conditions de milieu que dans l'amont de la rivière, car peu de parcs s'étendent en aval du pont Lorois. Les huîtres que nous avons étudiées dans ce travail ont été parquées au lieu-dit : Rock-Vianec, situé sur la partie ouest de l'île de Locoal, en amont du pont Lorois. Nous avons mesuré les paramètres régissant le biotope en deux stations situées l'une en amont et l'autre en aval des huîtres étudiées. La station en amont des huîtres se situe à la pointe du Listrec et la station en aval des huîtres est située entre l'île de Saint-Cado et la chapelle de Saint-Guillaume.

A chacune des stations nous avons mesuré en surface et au fond, la température, la salinité, les matières organiques dissoutes, les phosphates et les nitrates. L'oxygène dissous ne l'a été qu'au fond.

Les prélèvements ont été effectués chaque mois, pendant un an, de janvier 1973 à janvier 1974, le jour où la mer est pleine aux environs de 14 heures dans la rivière d'Étel. Ce jour correspond au jour de coefficient minimal, donc de mouvements moindres des eaux ; ce qui permet de mesurer des conditions moyennes de milieu. Une différence de deux heures existe entre l'heure de la pleine mer dans l'océan et celle de la pleine mer dans la rivière. Ce décalage, dû à la difficulté de l'écoulement des eaux dans la partie étroite du chenal, nous oblige à effectuer nos prélèvements non pas à 12 heures mais à 14 heures.

Cette étude des conditions de milieu ne saurait être une étude hydrologique complète de la rivière d'Étel ; les nombreuses rivières la formant, le bassin se vidant difficilement suivants les vents, l'existence de la barre la rendent si complexe que les deux stations que nous avons exploitées chaque mois ne peuvent nous donner que des indications sur les variations des facteurs de milieu. Il s'agit donc d'une approche limitée de la connaissance de cette rivière.

1 - Méthodes de mesures et de dosages.

Température : la température a été repérée au thermomètre donnant le dixième de degré. La précision obtenue est suffisante, vu l'espacement des mesures dans l'année.

Salinité : la technique de dosage au nitrate d'argent de KNUDSEN a été utilisée pour mesurer les salinités que nous avons corrigées grâce aux données de HARVEY (1949).

Oxygène dissous : seules les eaux de fond aux deux stations ont fait l'objet de mesures d'oxygène dissous par la méthode au thiosulfate.

Nitrates : leur dosage a été conduit grâce à la méthode de MULLIN et RILEY (1955). Une solution alcaline d'hydrazine, en présence de cuivre, réduit les nitrates. La réaction est complète en 22 heures. Une solution de chlorhydrate de naphtylamine provoque une teinte rose dont on mesure la densité optique, fonction de la concentration en nitrates, à une longueur d'onde de 524 m μ .

Phosphates inorganiques dissous : ces phosphates furent dosés suivant la méthode de MURPHY et RILEY (1962). En présence d'acide sulfurique et de molybdate d'ammonium, le phosphate inorganique forme un complexe phosphomolybdique. Le complexe en solution réduit par l'acide ascorbique en présence d'antimoine, prend une coloration bleu violacé dont la densité optique est fonction de la concentration en ion phosphate.

Matières organiques dissoutes : nous avons employé la méthode de BOURY (1929) où les matières organiques sont oxydées par le permanganate de potassium en milieu acide et en présence de sulfate de manganèse pour remédier à l'action des chlorures.

2 - Les résultats

- Les températures

Dans la rivière d'Étel, la faible profondeur de l'eau à marée haute, ne permet pas d'importants écarts de température entre le fond et la surface d'une station. Au Listrec, la hauteur d'eau à pleine mer de mort-eau se situe autour de 3 m et à Saint-Cado autour de 4,5 m. Des écarts de températures existent cependant. Comme ils se situent aux environs de quelques dixièmes de degrés, nous utiliserons les moyennes des températures entre la surface et le fond pour chaque station.

Nous avons retrouvé dans la rivière d'Étel un phénomène général caractérisant les estuaires et dû au volant thermique des eaux océaniques, à savoir que l'hiver l'eau en amont se refroidit plus qu'en aval ; en été par contre son réchauffement est plus fort en amont qu'en aval où les

eaux sont plus mélangées avec celles de l'océan.

De janvier 1973 à janvier 1974, la moyenne annuelle des températures a été plus élevée au Listrec qu'à Saint Cado (Tableau 1). Mais l'écart est faible. Par contre, la rivière subit des écarts importants (PL. I) entre le mois le plus froid et le mois le plus chaud : en février au Listrec nous avons trouvé 6,05° et 6,5° à Saint-Cado. Les températures maximales en août atteignent 21,30° au Listrec et 19,90° à Saint Cado. Ce qui nous donne respectivement des écarts de 15,3° et 13,4°.

	maximum	minimum	écart	moyenne
Listrec	21,3	6,0	15,3	12,35
St Cado	19,9	6,5	13,4	12,17

Tableau 1 . Température de la
rivière d'Étel (en °C)

- Les salinités

Dans la rivière d'Etel nous remarquons d'abord de très importants écarts de salinité au cours de l'année 1973 (PL. II). Ces écarts permettent de montrer que les salinités de la rivière peuvent baisser brutalement. Ceci doit être en rapport avec les difficultés d'écoulement de la rivière, surtout lorsque les vents sont établis dans le secteur Sud-Ouest. Ces écarts peuvent se faire sentir rapidement puisque de janvier 1973 à juin 1973 les valeurs moyennes des salinités ont varié de 34 à 18‰. A partir de juin 1973, les salinités sont au contraire restées stables et supérieures à 34‰. Ce n'est qu'en janvier 1974 qu'elles sont descendues à 24,49‰ au Listrec et à 31,59‰ à Saint Cado. On voit ainsi l'influence que peuvent avoir les mois pluvieux sur les salinités de la rivière.

	maximum	minimum	écart	moyenne
Listrec	34,95	18,30	16,65	31,48
St Cado	34,95	18,10	16,85	30,72

Tableau 2. Les salinités de la rivière d'Etel en ‰.

- L'oxygène dissous

L'oxygène dissous (PL. VI) n'a jamais été un facteur limitant pour le développement des huîtres d'Etel. Au fond, nous avons souvent eu, aux deux stations, des teneurs d'oxygène dissous supérieures

à la saturation. Ce phénomène qui est caractéristique des eaux superficielles se retrouve dans les estuaires. Dans la rivière de Belon (MARIN 1971), les teneurs ont été voisines de la saturation surtout au printemps.

Cette sursaturation s'explique par la faible profondeur de la rivière, les courants, le vent, la photosynthèse et les remous créés dans les chenaux par la marée. Au Listrec, la teneur la plus forte en oxygène en juillet 1974 de 113,3% de la saturation est passée à 74,8% en janvier mois de teneur minimale. A Saint Cado, elle a varié de 71,2% en avril à 118,2% de la saturation en août. Le pourcentage moyen de saturation en oxygène dissous est de 94,6% au Listrec et 96,3% à Saint Cado ; il n'existe donc pas de différence significative entre les deux stations.

- Les nitrates

Les nitrates (PL. III) comme les phosphates jouent un rôle extrêmement important en tant que sels biogènes dans le développement des organismes phytoplanctoniques. Aussi avons-nous voulu suivre l'évolution de ces composés tout au long de l'année 1973.

	maximum		minimum		moyenne	
	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond
Listrec	17,7	19,6	1,1	1,2	1,2	5,2
St Cado	25,0	23,0	0,5	0,7	6,0	5,2

Tableau 3. Les teneurs en nitrates (en $\mu\text{atg/l}$)

En janvier 1973, les teneurs de nitrates se situaient autour de 4,7 $\mu\text{atg/l}$. Durant les deux derniers mois de l'hiver, ces teneurs ont diminué pour augmenter brutalement au printemps. Les concentrations sont devenues très faibles l'été. Enfin, à partir d'octobre, on assiste à une nouvelle augmentation des concentrations puisqu'en janvier 1974, nous observons des teneurs de 9,9 $\mu\text{atg/l}$ à Saint Cado et de 5,8 $\mu\text{atg/l}$ au Listrec. Les teneurs en nitrates évoluent en même temps aux deux stations avec toutefois une amplitude plus faible au Listrec.

- Les phosphates inorganiques dissous

Les teneurs en phosphates évoluent dans des limites plus faibles que les teneurs en nitrates. L'allure générale des courbes montre l'existence des différences entre le Listrec et Saint Cado.

Au Listrec (PL. IV), après les teneurs importantes de janvier 1973, nous trouvons au printemps un minimum suivi d'une forte remontée en juin (5,1 $\mu\text{atg/l}$). Puis les concentrations diminuent jusqu'en octobre où elles demeurent très basses (0,2 $\mu\text{atg/l}$). A Saint Cado comme au Listrec, les valeurs élevées de janvier 1973 chutent jusqu'à l'été. Elles remontent alors jusqu'en septembre, pour diminuer brutalement en octobre et devenir faible durant l'automne. (0,25 $\mu\text{atg/l}$)

	maximum		minimum		moyenne	
	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond
Listrec	5,10	3,95	0,37	0,37	1,43	1,31
St Cado	3,30	4,20	0,42	0,34	1,33	1,37

Tableau 4 . Les phosphates inorganiques dissous (en $\mu\text{atg/l}$)

- Les matières organiques dissoutes

La méthode de dosage des matières organiques dissoutes est assez imprécise. Elle permet cependant de suivre l'évolution de la concentration des matières organiques de la rivière. Nous distinguons deux périodes dans l'évolution des matières organiques durant 1973. La première, allant de janvier 1973 à mai, montre pour les deux stations des valeurs élevées supérieures à 2 mg d'O₂ par litre. Ceci correspond à la richesse en particules nutritives due à la floraison de printemps. La seconde période qui s'étale de juin à janvier 1974, est caractérisée par des valeurs inférieures comprises entre 0 et 2 mg d'O₂ par litre ; certains mois, nous n'avons trouvé que des traces de matières organiques dissoutes.

Nous observons que comme l'a montré LE DANTEC (1968), les teneurs en matières organiques dissoutes varient à l'inverse des salinités. Ainsi les mois de février et d'avril ont montré à Saint Cado des salinités voisines de 23‰ et de 18‰. Or ces mêmes mois les matières organiques dissoutes atteignaient 4 et 3 mg d'O₂ par litre. Et de juin à décembre 1973 où les salinités sont élevées, les concentrations en matières organiques dissoutes atteignent leurs plus basses valeurs.

- Conclusion

Cette étude nous montre l'existence de brusques variations de températures et de salinités. L'étroit goulet de Pont-Lorois permet un écoulement difficile des eaux, entraînant quelquefois une accumulation d'eau douce ; le manque de renouvellement favorise alors les salinités basses. Les courants de marées joints aux tourbillons créés par les différents bras de rivière et les îles donnent lieu parfois à une sursaturation de l'eau en oxygène. La rivière d'Etel s'avère donc un milieu ostréicole à hydrologie complexe.

IV. ACCLIMATATION DES CRASSOSTREA GIGAS DE SENDAI ET D'HIROSHIMA

A - Présentation

Cette étude a pour objet l'examen de deux variétés de Crassostrea gigas dont les comportements doivent leur être propres dans la rivière d'Etel, car elles proviennent de régions aux caractéristiques différentes. Comme l'a expliqué MARTEIL (1972), les conditions de milieu sont voisines l'été, pour les centres ostréicoles de Sendaï et d'Hiroshima, mais s'opposent l'hiver. En été, nous trouvons généralement des températures de 22° à 26° dans les baies de Matsushima et de Mangoku-ura (Baie de Sendaï) comme dans la mer Intérieure d'Hiroshima. Nous avons vu que dans la rivière d'Etel les températures n'ont pas atteint ce niveau en 1973. Mais au Nord de Sendaï, des baies plus ouvertes comme celle d'Onogawa montrent des températures estivales plus proches de celles observées à Etel.

En général durant l'hiver, les températures moyennes de la Mer Intérieure atteignent 10° alors qu'on relève 4° dans la Baie de Sendaï. A Etel, les températures en janvier étaient de 6,8°, en février de 6,2°, en mars de 7,0°. Ce qui nous donne des eaux plus chaudes l'hiver et plus froides l'été pour les huîtres d'Hiroshima.

Les salinités subissent aussi des modifications par rapport à celles du Japon. Les fontes des neiges y entraînent une dessalure au printemps et en été; il faudra une salinité basse et une température élevée pour un bon déroulement de la métamorphose des larves. Ces deux conditions n'ont pas été observées en rivière d'Etel pendant l'été 1973 où les salinités sont restées supérieures à 34‰.

Dans ce chapitre nous étudierons les réactions des deux variétés d'huîtres aux nouvelles conditions de milieu qui leur sont imposées. Pour cela, nous avons réalisé divers élevages en empruntant leurs techniques aux ostréiculteurs. Quatre types d'essais ont été lancés : les élevages en caisse, en poche, et sur sol (voir annexe : technologie ostréicole).

Mais pour nous ces élevages présentaient l'inconvénient de casser parfois la jeune coquille "fine" secrétée par l'huître. Aussi avons-nous voulu fixer des huîtres. Nous nous sommes inspirés d'un procédé utilisé pour l'élevage des huîtres plates ; sur un filin de nylon les huîtres sont collées par groupe de trois, à l'aide d'un ciment à prise rapide. Ainsi les huîtres ne seront plus brassées par la mer et les coquilles resteront intactes.

Une première partie de l'étude de l'acclimatation des huîtres consistera à comparer pour chaque variété, les différences apportées par les techniques d'élevage. Une seconde partie permettra de préciser, pour un élevage donné, les différences et les similitudes des réactions de chaque variété. On essaiera à chaque fois de relier les résultats aux exigences écologiques des deux variétés. Ainsi, nous examinerons successivement la croissance linéaire, l'évolution de la forme des huîtres, la croissance pondérale, la condition et la mortalité des huîtres.

B - Les C. gigas de Sendaï

Nous comparerons simultanément entre elles les évolutions des paramètres des quatre élevages : en caisse, en poche, sur sol, et en suspension.

1 - La croissance linéaire.

La croissance linéaire a été caractérisée à l'aide de trois mesures effectuées sur chaque huître :

- La longueur, qui est le plus grand axe que l'on puisse mesurer sur l'huître ; l'une des extrémités de cet axe se situant au niveau de la charnière.

- La largeur : pour cette mensuration nous avons arbitrairement choisi le plus grand axe que l'on puisse mesurer perpendiculairement à la longueur.

- L'épaisseur, chez les C. gigas, est difficile à mesurer étant donnée l'irrégularité de la coquille. Nous prendrons pour épaisseur, le plus grand axe que l'on puisse mesurer, perpendiculairement au plan théorique formé par la longueur et la largeur.

Toutes les mesures ont été effectuées au pied à coulisse en arrondissant au millimètre supérieur les valeurs trouvées.

- Longueur

Pour les quatre essais, les longueurs ont évolué suivant trois périodes distinctes (PL. VII). La première, allant de décembre 1972 à mars 1973, montre une croissance lente. Durant la deuxième période, la croissance s'accélère fortement et s'arrête quasiment à partir de la fin-juillet, où commence la troisième.

Les huîtres cultivées en caisse ont été suivies, mois par mois, à l'opposé de celles élevées en poche, sur sol et en suspension, étudiées seulement tous les trois mois. Les huîtres en caisse nous permettent de suivre de plus près le comportement de chaque variété.

Chez ces dernières durant la première période, le mois de janvier 1973, est caractérisé par une forte croissance (2,7 mm soit un gain ou longueur de 6,7 %). Mais en février, nous remarquons une diminution de la

longueur moyenne des huîtres ; cette diminution retrouvée le même mois chez les huîtres d'Hiroshima, correspond à un brassage dans les caisses, qui casse la jeune coquille formée durant la croissance.

Lors de la seconde période, nous observons que du 11 mai au 9 juin, les huîtres ont une croissance moyenne de 0,43 mm par jour, soit 0,8 % de leur longueur en moyenne.

La troisième période est marquée par un arrêt brutal de la croissance et par une très légère reprise en novembre, suivie d'une diminution de la taille moyenne des huîtres en caisse en janvier 1974. Les vents violents qui ont soufflé à partir de la mi-décembre 1973, ont entraîné en brassant les huîtres, une diminution de la longueur, surtout visible chez les huîtres en caisse.

Si nous examinons les croissances en longueur obtenues en mars pour chaque essai, l'étude de t de STUDENT nous montre qu'aucune différence significative n'apparaît. Par contre en juin, la longueur des huîtres sur sol et celle des huîtres en poche sont significativement différentes ($t = 3,0$). De même la longueur des premières est significativement différente de celle des huîtres en caisse ($t = 2,1$). Mais aucune différence significative n'apparaît entre la longueur moyenne des huîtres sur sol et en poche d'autre part ($t = 1$).

La croissance la plus forte apparaît en poche et en caisse. Mais dès septembre les longueurs ne présentent plus de différence significative. Les longueurs deviennent indépendantes du substrat. D'autre part la croissance en longueur est sous la dépendance de deux types de facteurs. En effet, dès mars, lorsque les températures deviennent favorables, la croissance apparaît suivant un taux élevé. Elle dépend donc des facteurs externes. Mais malgré les températures favorables d'août, de septembre et d'octobre, nous n'observons plus de croissance. Des facteurs internes doivent agir alors. Nous pensons qu'il y a une relation étroite entre l'arrêt de croissance en longueur et les phénomènes de gamétogénèse.

	caisse	poche	sol	suspension
Déc.72	41,7 $\bar{\pm}$ 10,55	41,7 $\bar{\pm}$ 10,55	41,7 $\bar{\pm}$ 10,55	41,7 $\bar{\pm}$ 10,55
Déc.73	68,6 $\bar{\pm}$ 12,6	69,7 $\bar{\pm}$ 10,9	69,0 $\bar{\pm}$ 10,7	69,0 $\bar{\pm}$ 15,8
Gain	26,9	28,0	27,3	27,3
%	64,5	67,1	65,4	65,4

Tableau 5 . Croissance en longueur des huîtres de Sendaï (en mm)

- Largeur

La croissance en largeur (PL. VIII) des quatre essais a suivi la même évolution en trois périodes. Une première période de croissance lente s'étend de décembre 1972 à mars 1973. D'avril à juillet nous observons une deuxième période : celle de croissance rapide. La troisième dure jusqu'en décembre 1974. Elle est marquée par une croissance très ralentie.

Chez les huîtres en caisse, nous retrouvons la diminution de taille de janvier correspondant à un fort brassage. Les huîtres en caisse montrent une croissance en largeur faible, en juin et en juillet, par rapport aux autres essais. Les mêmes mois, ce sont les huîtres en suspension qui ont les largeurs moyennes les plus élevées.

En mars nous n'avons pas observé de différences significatives entre les quatre essais. Mais en juin, la largeur des huîtres en suspension devient significativement différente de celle des huîtres en poche ($t = 2,9$), sur sol ($t = 3,8$), en caisse ($t = 4,3$). Nous retrouvons en septembre une différence significative entre la largeur des huîtres en suspension et celle des autres essais. En décembre, les huîtres en suspension ont une largeur moyenne significativement différente de celle des huîtres sur sol ($t = 2,2$), des huîtres en poche ($t = 5,2$) et en caisse ($t = 7,6$). Mais on voit qu'en décembre les largeurs se différencient les unes aux autres puisque les huîtres sur sol ont une largeur moyenne significativement différente de celle des huîtres en poche ($t = 2,8$) et en caisse ($t = 2,1$).

Les largeurs moyennes de décembre 1973 semblent dépendre du substrat de l'huître. En effet, les largeurs moyennes se classent en fonction de la mobilité des huîtres sur leur substrat ; les plus fortes largeurs s'observent sur les huîtres fixées, et les huîtres les plus mobiles, les huîtres en caisse, montrent la largeur moyenne finale la plus faible. Le brassage des huîtres a donc une influence très nette sur la largeur.

Les largeurs moyennes ne montrent plus de croissance en fin juillet, et cela malgré les températures favorables d'août, septembre et octobre. Si malgré des facteurs externes favorables, la croissance en largeur est arrêtée, il faut faire intervenir des facteurs internes. Les phénomènes de croissance en largeur, nous le pensons aussi, sont sous la dominance des phénomènes de reproduction.

	caisse	poche	sol	suspension
Déc.72	25,0 ± 5,6	25,0 ± 5,6	25,0 ± 5,6	25,0 ± 5,6
Déc.73	41,0 ± 7,1	42,6 ± 5,7	44,9 ± 7,4	47,9 ± 6,3
Gain	16,0	17,6	19,9	22,9
%	64,0	70,4	79,6	91,6

Tableau 6 . Croissance en largeur des huîtres de Sendaï (en mm)

- Epaisseur

A l'opposé des longueurs et des largeurs, les épaisseurs (Pl. IX) ont montré une croissance presque constante durant l'année 1973. Cependant, l'aspect général de la courbe est semblable à celui des courbes des longueurs et des largeurs. Durant l'hiver la croissance fut lente. D'avril à juin elle s'accélère et ne se ralentit qu'à partir de novembre pour les huîtres en caisse et de septembre pour les huîtres fixées. Les huîtres en caisse ont montré un arrêt brutal de croissance durant le mois d'août.

	caisse	Poche	sol	suspension
Déc. 72	13,7 + 3,9	13,7 + 3,9	13,7 + 3,9	13,7 + 3,9
Déc. 73	21,4 + 4,4	23,4 + 4,4	24,1 + 3,6	24,8 + 4,0
Gain	7,7	9,7	10,4	11,1
%	61,4 %	70,8 %	75,9 %	81,0 %

Tableau 7 Croissance en épaisseur des huîtres de Sendaï (en mm)

Les huîtres en suspension montrent de juin à décembre la plus forte croissance en épaisseur et la croissance la moins forte apparaît chez les huîtres en caisse. En septembre et en décembre, nous trouvons un classement ressemblant à celui des largeurs en fonction du brassage des huîtres.

En juin nous ne trouvons pas de différence significative entre les épaisseurs des divers élevages. Mais en septembre une différence significative apparaît entre les suspensions et les huîtres en caisse ($t = 3,6$) et entre les suspensions et les huîtres en poche ($t = 2,1$)

En décembre, les huîtres en suspension ne sont pas significativement différentes des huîtres sur sol ($t = 1,1$) mais le sont des huîtres en poche ($t = 2,1$) et des huîtres en caisse ($t = 4,6$). Aucune différence significative n'apparaît entre les huîtres sur sol et en poche ($t = 1,0$), mais celle-ci existe entre les huîtres sur sol et en caisse où elles sont libres de rouler ($t = 3,6$) ; de même entre les élevages en poche et en caisse ($t = 2,8$).

Le classement des épaisseurs moyennes en fonction du brassage est particulièrement évident. L'influence du clapot est donc prépondérante sur la croissance apparente en épaisseur. Ce qui signifierait que le taux de croissance en épaisseur des huîtres serait indépendant de la technique d'élevage. D'autre part, l'arrêt de croissance en longueur et en largeur observé au début de l'été semble beaucoup moins net pour l'épaisseur. L'influence des phénomènes de reproduction semble moins importante sur l'épaisseur.

2 - Evolution de la forme des huîtres

Nous avons voulu savoir comment évoluait la forme des huîtres, (PL. X) c'est à dire comment évoluait la croissance suivant les trois dimensions de l'huître. Le coefficient employé dans cette étude a déjà été utilisé par différents auteurs japonais. Il s'agit du coefficient d'épaisseur d'IMAI et SAKAI qui exprime un rapport calculé entre l'épaisseur et la moyenne de la longueur et de la largeur. Ainsi une huître très plate voit son coefficient se rapprocher de 0 et le coefficient d'une huître qui serait sphérique se rapprocher de 100. La formule de ce coefficient est :

$$C = \frac{e}{\frac{L + l}{2}} \times 100$$

où L est la longueur et l la largeur, e l'épaisseur.

La forme d'une huître peut évoluer de deux façons opposées : elle peut s'allonger ou se creuser. L'allongement est déterminé par une croissance en longueur et en largeur supérieure à la croissance en épaisseur. Mais un creusement peut avoir pour origine trois phénomènes différents :

- la longueur et la largeur diminuent alors que l'épaisseur reste (ou presque)inchangée,
- la longueur et la largeur n'augmentent pas, seule l'épaisseur croît,
- le taux de croissance en longueur et en largeur est inférieur au taux de croissance en épaisseur.

Durant l'année 1973, les formes ont suivi grossièrement les mêmes évolutions. Deux périodes principales apparaissent. De décembre au début de l'été allongement des huîtres ; de juillet à décembre : creusement des huîtres. En effet les quatre élevages à partir de décembre montrent un allongement qui devient maximum en juin ; ce qui s'explique par les très forts taux de croissance en longueur et en largeur.

Si nous examinons l'évolution de la forme de chaque élevage, nous voyons que les huîtres en caisse entre décembre 72 et juin 73 montrent une succession d'allongement. De juin à août, on observe une période stationnaire. Les huîtres deviennent ensuite plus creuses (arrêt de la croissance en longueur et en largeur), jusqu'en octobre, où leur forme s'allonge de nouveau.

Les huîtres sur sol et en suspension suivent une évolution semblable à partir de juin. Ce qui nous montrerait que les huîtres fixées ou immobiles voient leur croissance se manifester harmonieusement. Au contraire les huîtres en caisse brassées ont une croissance finale dépendant des causes extérieures.

Les formes de décembre 1973 diffèrent peu entre elles pour les élevages en suspension, sur sol et en poche. Par contre une différence significative apparaît nettement entre ces trois essais et les huîtres en caisse.

La valeur du t de STUDENT entre les élevages en poche et en caisse atteint 6,3, ces dernières étant particulièrement sensibles au brassage.

	caisse	poche	sol	suspension
Déc. 72	40,9 $\bar{+}$ 8,9	40,9 $\bar{+}$ 8,9	40,9 $\bar{+}$ 8,9	40,9 $\bar{+}$ 8,9
Déc. 73	39,0 $\bar{+}$ 6,3	41,6 $\bar{+}$ 6,9	42,3 $\bar{+}$ 4,7	42,4 $\bar{+}$ 6,4

Tableau 8 Evolution de la forme des huîtres de Sendai
coefficient d'IMAI ET SAKAI

3 - Croissance pondérale

La croissance en poids (PL. XI) suit une évolution en trois périodes : croissance lente en hiver et début du printemps, puis croissance rapide jusqu'en septembre, enfin arrêt jusqu'en décembre 73. Il semble que la croissance en poids soit plus sous la dépendance de la température de l'eau que les autres phénomènes de croissance. Les huîtres en caisse que nous avons suivies chaque mois, ne montrent une croissance pondérale qu'à partir de mai où la température de l'eau avoisine 13,28. Celle-ci ne s'arrête qu'en octobre, à une température se situant autour de 13,38.

Le gain en poids maximum apparaît chez les élevages sur sol et en poche. Les huîtres sur sol dont le manteau est en contact direct avec les sédiments souvent riches en diatomées, ont une croissance en poids excellente. Celles élevées en poche ont aussi une croissance pondérale importante. En effet, les poches bien qu'agitées par le clapot offrent un milieu favorable à la sédimentation donc à la multiplication des diatomées benthiques. A l'opposé, les huîtres en caisse brassées et lavées par le clapot, ne sont pas recouvertes régulièrement par des sédiments. Leur brassage et une nourriture moins riche peuvent expliquer l'écart existant entre les différentes croissances pondérales.

	caisse	poche	sol
Déc.72	7,6	7,6	7,6
Déc.73	30,0	36,0	37,2
Gain	22,4	28,4	29,6
%	294,7 %	373,3 %	398,5 %

Tableau 9 . Croissance pondérale des huîtres de Sendaï (en g)

4 - Condition des huîtres

La mesure de la quantité de chair d'une huître, son engraissement ou sa condition, représente sa qualité. En général, en ostréiculture, on parle d'engraissement. L'emploi de ce terme constitue une erreur. Les réserves d'une huître ne se présentent pas sous forme de lipides, mais de glycogène (RANSON 1927, WALNE 1970).

Cette qualité peut être rapidement mesurée à l'aide de deux index. L'index de BAIRD fait intervenir le volume de la cavité intervalvaire et le volume des chairs :

$$I_B = \frac{\text{Vol. de chair (ml)}}{\text{Vol. de la cavité (ml)}} \times 100$$

Ceci donne le pourcentage du volume de cavité intervalvaire occupé par l'huître.

L'index de MEDCOF et NEEDLER utilise le volume de la cavité intervalvaire, mais aussi le poids sec des chairs :

$$I_{MN} = \frac{\text{Poids sec des chairs (g)}}{\text{Volume de cavité (ml)}} \times 1000$$

Il rend mieux compte de la quantité réelle de chair et de réserves que l'index de BAIRD ; dans ce dernier il est difficile d'éliminer complètement l'eau restant prisonnière entre les branchies et le manteau ; ce volume d'eau résiduel faussant la mesure du volume des chairs. Pour cela, nous n'utiliserons que l'index de MEDCOFF et NEEDLER, puisqu'il fait intervenir non pas le volume des chairs, mais leur poids sec.

La mesure de la condition ne met pas en évidence que les réserves des huîtres. En effet, le poids sec comporte le glycogène mais aussi les produits génitaux. Elle permet de suivre aussi les périodes d'engraissement, de gamétogénèse et de ponte. Pour avoir la quantité réelle de glycogène il faudrait doser directement celui-ci. Malheureusement dans cette étude, cela ne nous a pas été possible. Aussi nous contenterons-nous de montrer l'évolution de la condition au sens large : engraissement et gamétogénèse.

	caisse	poche	sol	suspension
Déc.72	28,7	28,7	28,7	28,7
Mars	35,5	37,2	43,1	81,7
Juin	65,1	58,2	90,7	134,5
Septembre	36,9	36,4	47,5	66,6
Déc.73	31,0	40,4	42,4	45,1

Tableau 9 bis .Condition des huîtres de Sendai
(Index de MEDCOFF et NEEDLER)

L'évolution de la condition (PL.XII) montre que celle-ci passe par un maximum. L'hiver nous avons eu des huîtres maigres (index compris entre 20 et 30). Pendant la formation des produits génitaux, la condition a doublé (entre 60 et 70) pour les huîtres en caisse, en poche ou sur sol, c'est à dire en début d'été ; mais elle a triplé pour les suspensions. Ces dernières ont montré en mars, juin, et septembre une condition nettement supérieure à celle des autres élevages, ce qui correspond à une reconstitution plus importante des réserves de glycogène.

Nous observons, tableau 10, qu'aux longueurs moyennes fortes correspondent des conditions moins élevées. Nous trouvons ce phénomène en juin, septembre, et décembre. Mais ce dernier mois, les huîtres en caisse ont considérablement souffert du clapot et ont vu leur coquille brutalement cassée. On entrevoit, à partir de ces données, qu'il y a deux fonctions qui semblent s'opposer chez l'huître : la croissance en longueur et la mise en réserve du glycogène. Par contre, nous ne retrouvons pas ce phénomène avec la croissance en largeur ; ceci pouvant s'expliquer par l'influence plus forte du brassage des huîtres sur la largeur.

Examinons maintenant la condition des huîtres en suspension. La condition reflète l'état physiologique d'une huître. Elle constitue alors un critère pour choisir la méthode d'élevage. En effet, les huîtres en suspension ont vu leur condition devenir élevée très rapidement et le rester jusqu'en septembre. Ces huîtres ne subissent aucune agression. Leur coquille n'est pas cassée, leur croissance gênée ni par d'autres huîtres ni par les sédiments soulevés par les courants. Cela expliquerait leur condition élevée. Or les élevages en caisse et en poche, eux aussi en surélévation, ont une condition moins bonne que celle des huîtres sur sol qui subissent l'envasement

	élevage	longueur	index
Juin	poche	64,4	58,2
	caisse	63,75	65,1
	susp.	62,45	134,5
	sol	59,0	90,7
Septembre	poche	70,9	36,4
	caisse	69,9	36,9
	susp.	67,7	66,6
	sol	67,2	47,5
Décembre	poche	69,7	40,4
	sol	69,0	42,4
	susp.	69,0	45,1
	sol	68,6	31,0

Tableau 10 Longueur moyenne (en mm) et condition
des huîtres de Sendai.

LEROUX (1956) montre que les huîtres sur pignots ont un bol alimentaire moins riche que celui des huîtres sur sol, mais une condition meilleure. Les huîtres en poche et en caisse subissent des contraintes : brassages, voisinages d'autres huîtres, attaques des crabes (sauf pour les poches). Elles doivent donc réagir contre ces agressions dont ne souffrent pas les suspensions. La condition de ces dernières est donc meilleure. Mais les huîtres sur sol bien qu'agressées (sable, envasement, crabes) ont une nourriture plus riche que celles des huîtres en surélévation. Leur condition peut donc être supérieure à celle des huîtres en caisse ou en poche.

5 - Mortalité

Nous ne parlerons que de mortalité cumulée (PL. XIII). Les huîtres mortes étaient en général de petites huîtres. Nous n'avons que très rarement observé de mortalité sur des huîtres de plus de 5 cm. Les mortalités les plus faibles sont apparues en poche. Une mortalité est survenue entre mars et juin : 7,9 %. Elle semble avoir aussi affecté les huîtres sur sol (entre mars et juin : 7 %).

Une très forte mortalité a, en été, presque décimé notre élevage sur sol. Les huîtres étaient enfermées dans un petit barrage (grillage de 30 cm de haut limitant une surface de 4 m²). Les fortes chaleurs de juillet et d'août ont entraîné la putréfaction des algues qui y étaient retenues et qui recouvraient les huîtres. Le phénomène eu lieu très rapidement. En quinze jours, 10,2 % des huîtres sur sol mouraient. Il s'agit bien d'une mortalité due au barrage car aucune mortalité n'a été observée sur les huîtres sur sol situées à l'extérieur du barrage mais qui n'étaient pas l'objet de notre étude.

Les huîtres en caisse ont une mortalité régulière qui stagne à partir d'octobre à 11 %. Par contre les huîtres en suspension, dès le début des essais, ont montré une mortalité qui s'est étalée sur six mois. A partir de juin, elle devient nulle. Elle semble être une réaction au ciment qui peut avoir dans certains cas gêné l'huître dans sa croissance en l'empêchant de bien s'ouvrir par exemple.

En conclusion, nous dirons que l'élevage en poche semble avoir donné la mortalité la plus faible. Ne serait-ce que parce que les huîtres sont protégées des prédateurs.

	caisse	poche	sol	suspension
Mars	4	0	2,5	10,3
Juin	5,5	7,9	9,5	13,9
Septembre	9,7	7,9	19,7	13,9
Décembre	11,3	9,1	21,7	13,9

Tableau 11 Mortalité cumulée des huîtres de Sendaï (en %)

6 - Conclusion

Cette première partie de l'étude des huîtres de Sendaï nous a montré que la croissance en longueur et en largeur est indépendante de la croissance en épaisseur. Nous avons vu que la croissance linéaire est sous la dépendance des facteurs externes mais aussi des facteurs internes. D'autre part, la croissance pondérale est indépendante de la croissance linéaire et des phénomènes de reproduction, car les huîtres ont vu leur poids augmenter pendant les arrêts de croissance en longueur et en largeur. Enfin avec les huîtres de Sendaï nous avons pu montrer l'importance du type de l'élevage sur le "comportement" des huîtres. Aussi les suspensions ont donné des huîtres épaisses, larges à condition belle ; l'élevage en surélévation (caisse et poche) : des huîtres "longues", moins épaisses, légères en caisse et lourdes en poche, et à condition médiocre ; enfin l'élevage sur sol : des huîtres plus "petites", lourdes, à condition assez belle.

C - Les *C. gigas* d'Hiroshima

Nous n'avons pu nous procurer qu'une assez faible quantité de naissains d'Hiroshima. Le nombre d'huîtres obtenues à partir de ce naissain était en décembre 1972, d' à peine 700 individus. Nous ne connaissons pas le taux de mortalité des huîtres d'Hiroshima. Comme il fallait prévoir aussi les pertes dues aux coups de vents nous n'avons pu mettre en route que deux élevages : l'élevage en caisse et celui en suspension.

1 - Croissance linéaire.

- Longueur

Les huîtres de la variété d'Hiroshima ont présenté durant leur croissance, en 1973, trois périodes distinctes (PL. VII). Une première s'étale sur 4 mois, allant de décembre à avril pendant laquelle la croissance est lente. D'avril à juin, durant la seconde période, la croissance s'accélère. La longueur augmente de 43,5 %. En juillet la croissance devient nulle et le clapot, brassant les huîtres, fait diminuer la longueur moyenne de la population.

Les huîtres en suspension ont eu une croissance en longueur inférieure à celles des huîtres en caisse ; ceci entre les mois d'avril et juillet. Nous avons déjà trouvé ce phénomène chez les huîtres de Sendaï.

En juin, nous observons une différence significative entre les longueurs des huîtres en suspension et en caisse ($t = 3,4$). Mais cette différence que l'on retrouve aussi en septembre ($t = 2,2$), n'apparaît plus en décembre ($t = 0,5$). Ceci s'explique par le brassage des huîtres dû au mauvais temps de la fin de l'automne.

Il semble donc que l'élevage en caisse favorise la croissance en longueur. D'autre part, le mois où se manifeste l'arrêt brutal de la croissance correspond aussi au mois de condition élevée c'est à dire au mois où les phénomènes de gamétogénèse intéressent toutes les huîtres d'Hiroshima.

	caisse	suspension
Déc.72	36,0	36,0
Déc.73	55,6	54,9
Gain	19,6	18,9
%	54,4 %	52,5 %

Tableau 12. Longueur moyenne des huîtres
d'Hiroshima (en mm)

- Largeur

La croissance en largeur (PL. VIII) suit les mêmes phases que la croissance en longueur. De décembre à mars, la première période est celle des croissances lentes. Puis jusqu'en juin, la croissance en largeur devient très rapide. L'huître s'étale et la jeune coquille formée prend une coloration bordeaux bleu (blanche pour la variété de Sendai). Cette croissance dans la troisième phase est arrêtée brutalement. Et l'on observe qu'en fin 1973, la largeur moyenne de l'échantillon en caisse, subit une diminution de 6,1 % due au brassage. Celle-ci est bien due au brassage puisque chez les huîtres en suspension nous observons ^{un} arrêt de la croissance en largeur et non une diminution de la largeur.

La différence significative observée en décembre ($t = 2,7$) entre les largeurs moyennes des élevages en suspension et en caisse, n'a été trouvée ni en mars ($t = 1,2$), ni en juin ($t \ll 1$), ni en septembre ($t \ll 1$). Le substrat semble n'avoir eu aucune influence sur la largeur de cette variété (sauf en cas de fort brassage), à l'opposé de la longueur qui, nous l'avons vu, a été supérieure chez les huîtres en caisse.

Nous n'avons observé aucune relation entre la largeur moyenne et la condition ; sauf que, comme la longueur, la largeur n'a plus montré de croissance au moment où les phénomènes de gamétogénèse ont été les plus intenses.

	caisse	suspension
Déc.72	23,7	23,7
Déc.73	36,7	39,4
Gain	13,0	15,7
%	54,8	66,2

Tableau 13. Largeur moyenne des huîtres d'Hiroshima (en mm)

- Epaisseur

Comme la longueur et la largeur, les taux de croissance en épaisseur (PL. XI) évoluent en trois périodes dont la première allant de décembre 72 au début du printemps 73 montre des taux de croissance faible. Dans la deuxième période, nous observons une forte augmentation de l'épaisseur. Celle-ci débute en fin mars et s'achève en juin. Durant ces deux périodes, les taux de croissance sont très voisins pour les deux élevages. Mais durant la troisième période, les huîtres en suspension ont une croissance en épaisseur plus forte que celle de l'élevage en caisse. Pour expliquer ce phénomène, nous pouvons penser au brassage des huîtres.

Les taux de croissance au début sont très voisins pour les deux élevages. En effet, ni en mars ni en juin nous n'observons de différences significatives. Nous en trouvons une en septembre ($t = 3,4$) et en décembre ($t = 3,5$). Or il semble que les huîtres en caisse aient vu leur croissance être freinée plus brutalement en juin que les huîtres en suspension. Ce ralentissement correspond au moment où 100 % des huîtres ont des produits génitaux. La condition des huîtres d'Hiroshima en caisse étant moins belle que celles des suspensions, elles ont plus subi l'influence des phénomènes de reproduction. Ceci permettrait d'expliquer l'écart existant entre les taux de croissance en épaisseur des deux élevages.

	caisse	suspension
Déc.72	11,0	11,0
Déc.73	17,9	20,0
Gain	6,9	9,0
%	62,7 %	81,8 %

Tableau 14. Epaisseur moyenne des huîtres d'Hiroshima (en mm)

2 - Evolution de la forme des huîtres

La forme des huîtres d'Hiroshima (Pl. X) a évolué différemment pour les deux élevages. Alors que celle des huîtres en caisse a peu changé durant l'année, celle des suspensions est marquée par une phase d'allongement suivie d'une longue phase de creusement. En effet, la forme des huîtres en caisse

reste inchangée jusqu'en mai. Ensuite l'huître s'allonge jusqu'en août, pour se creuser jusqu'en novembre. Mais ces variations sont faibles puisque le coefficient d'IMAI varie entre les valeurs de 36,4 et 39,1 alors que le coefficient des suspensions varie entre 33,8 et 42,7.

Les suspensions ont commencé par s'allonger jusqu'en mars. Puis elles se sont creusées fortement. C'est à dire que leur croissance en épaisseur a été beaucoup plus forte que leur croissance en longueur et largeur jusqu'en septembre.

3 - Croissance pondérale

Nous retrouvons encore une évolution en trois périodes pour la croissance en poids des huîtres d'Hiroshima (PL. XI). Durant cinq mois, de décembre 1972 à mai 1973, celle-ci s'est montrée très régulière. Puis de mai à août, le taux de croissance en poids augmente. De mai à juin, il atteint 34 %. Ce qui donne une augmentation journalière moyenne voisine de 1 %. Les températures sont en effet favorables pour ces huîtres, bien qu'elles présentent un mois de retard sur les températures moyennes d'Hiroshima.

La troisième période se caractérise par un arrêt de la croissance en poids. Les températures baissant brutalement en septembre, le poids stagne. On observe même une diminution du poids moyen des huîtres en caisse. Cette diminution doit être en relation avec les conditions extérieures de milieu, puisqu'au début de l'automne les longueurs et les largeurs moyennes ont diminué. En novembre, une reprise de la croissance apparaît. Seule l'épaisseur croît d'une façon importante pendant ce mois. Cela nous montre l'importance du rapport gain en épaisseur et gain en poids.

	caisse
Déc. 72	5,7
Déc. 73	17,8
Gain	12,1
%	212,2

Tableau 15. Poids moyen des huîtres d'Hiroshima (en g)

4 - Condition des huîtres

La comparaison des deux élevages d'Hiroshima montre une même évolution de leur condition (PL. XI). Celle-ci s'améliore rapidement à partir de février chez les huîtres en caisse et devient maximale en mai. Puis elle décroît régulièrement jusqu'en septembre. Une légère amélioration se produit de septembre à novembre.

La condition des suspensions augmente plus rapidement encore que celle des huîtres en caisse. Comme chez ces dernières, elle devait montrer un maximum en mai. Ensuite l'"engraissement" diminue jusqu'en décembre. On peut dire que l'élevage en suspension favorise plus l'accumulation de réserves que l'élevage en caisse. Le peu d'agressions que subissent les suspensions peut expliquer cet écart.

En juin, septembre et décembre nous observons que l'élevage ayant la longueur moyenne la plus élevée montre une condition moins bonne (tab. 16). Nous retrouvons cet antagonisme de la croissance en longueur et de la mise en réserves au glycogène ou des phénomènes de gamétogénèse.

mois	élevage	longueur	condition
Mars	caisse	37,4	51,7
	suspension	38,5	97,6
Juin	caisse	56,4	73,6
	suspension	51,6	101,2
Septembre	caisse	57,9	44,5
	suspension	54,8	65,1
Décembre	caisse	55,6	35,7
	suspension	54,9	58,1

Tableau 16. Longueur moyenne (en mm) et condition des huîtres d'Hiroshima.

5 - Mortalité

Comme pour la condition, nous observons un parallélisme très net dans l'évolution de la mortalité affectant les deux élevages (PL. XIII). Dans ceux-ci, la mortalité cumulée d'un an s'élève à plus de 15 %. Cette mortalité se caractérise par un taux quasiment constant. A partir de septembre la mortalité des suspensions se ralentit alors que celle des huîtres en caisse devenue nulle entre les prélèvements de septembre et d'octobre reprend plus fort avec les températures basses de novembre et décembre. D'autre part il semble que le type d'élevage n'ait pas influé sur la mortalité des huîtres d'Hiroshima.

	caisse	suspension
Déc.72	0	0
Mars	4,5	4,0
Juin	8,6	9,5
Septembre	12,5	14,9
Déc.73	15,9	15,3

Tableau 16 bis. Mortalité cumulée des huîtres d'Hiroshima (en %)

6 - Conclusion

Les huîtres en caisse ont montré un rendement intéressant dans la mesure où elles ont demandé peu de soins. Leur condition a été belle

de mars en décembre. Celle des suspensions s'est avérée être meilleure. De plus elles ont été creuses. Il semble donc que l'élevage en suspension donne des résultats plus intéressants. Mais ces huîtres sont restées petites. On attendait l'obtention d'huîtres de petits calibres. En fait, elles sont restées à un poids moyen qui ne permet pas la commercialisation de l'ensemble. Il leur faudrait des eaux plus chaudes, plus longtemps. Les eaux de la rivière d'Étel ne leur sont pas favorables sur le point de la croissance linéaire et pondérale.

D - Les C. gigas de Sendai et d'Hiroshima élevées en caisse

Nous nous sommes jusqu'ici attaché à comparer entre eux les différents élevages de chaque variété. Nous comparerons entre eux maintenant les "comportements" des huîtres en caisse des deux variétés. Ce type d'élevage nous apportera le maximum d'éléments de comparaison, car nous avons suivi mois par mois les huîtres de Sendai et d'Hiroshima.

1 - Croissance linéaire

- Longueur

Nous avons trouvé pour toutes les mesuratiⁿons (longueur, largeur, épaisseur) une évolution en trois périodes : une période de croissance lente, une période de croissance rapide, enfin une période de croissance lente. Mais la comparaison entre elles des courbes de croissance de chaque variété met en évidence des similitudes et des différences intéressantes.

Ainsi entre les prélèvements de mai et de juin (PL. VII) les deux variétés ont montré des taux de croissance en longueur égaux ; (Sendai = 23,7 %, Hiroshima 23,4 %). Ce qui nous donne un taux moyen de croissance journalière de 0,4 mm pour les huîtres de Sendai et de plus de 0,3 mm pour celles d'Hiroshima.

Alors que l'arrêt brutal de la croissance en longueur apparaît en août pour la variété de Sendai, elle se manifeste dès juillet pour celle d'Hiroshima.

	Sendai	Hiroshima
Déc72	41,7	36,0
Déc73	68,6	55,6
Gain	26,9	19,6
%	64,5	54,4

Tableau 17. Evolution des longueurs moyennes des C. gigas élevées en caisse (en mm).

En fin de cycle, nous observons une diminution de la longueur moyenne de chaque variété. La croissance maximale de la longueur atteinte en novembre pour les huîtres de Sendaï est de 69,8 % de la longueur initiale. Celle des huîtres d'Hiroshima, atteinte en août, est de 61,3 %. Or ce bilan d'un an est de 64,5 % pour la variété de Sendaï et de 54,4 % pour celle d'Hiroshima. Cela nous indique que ces dernières ont beaucoup plus souffert des conditions externes (température, brassage) que celles de Sendaï. Ceci pouvant s'expliquer par la température de l'eau qui en septembre a bloqué la croissance en longueur, laissant l'huître sans réaction contre le brassage.

- Largeur

Comme la croissance en longueur, la croissance en largeur (PL. VIII) présente, pendant quelques mois de l'année, un taux très fort, suivi d'un arrêt quasi total. Cette croissance intense n'a pas commencé simultanément pour les deux variétés. Elle débute en février pour celle de Sendaï et en mars pour celle d'Hiroshima. La fin de cette croissance rapide se manifeste en juillet pour les premières et en juin pour les secondes. Ce qui donne une durée de forte croissance respectivement de cinq mois et de trois mois.

Si nous examinons les taux de croissance de chacune de ces deux variétés nous voyons que les huîtres de Sendaï ont un taux final de croissance de 66,0 % alors que celui des huîtres d'Hiroshima atteint 54,8 %. Mais de juillet à décembre 1973, les huîtres d'Hiroshima ont perdu 6,8 % de leur largeur moyenne alors que celles de Sendaï n'ont perdu que 4,1 %.

	Sendaï	Hiroshima
Déc.72	25,0	23,7
Déc.73	41,5	36,7
Gain	16,5	13,0
%	66,0	54,8

Tableau 18. Evolution des largeurs moyennes des C. gigas élevées en caisse (en mm).

Si l'on ne regarde que le mois de mai où pour les deux variétés la croissance en largeur a été très forte, nous obtenons des taux voisins : huîtres de Sendaï 20,0 % et huîtres d'Hiroshima 18,5 %. Dans certaines conditions de milieu favorables, les deux variétés peuvent avoir des taux de croissance en largeur très voisins.

- Epaisseur

Les croissances en épaisseur (PL. IX) des deux variétés suivent la même évolution. Alors que la croissance des huîtres de Sendaï s'étale sur toute l'année, celle des huîtres d'Hiroshima n'apparaît pour ainsi dire qu'au printemps et un peu en automne. Si nous comparons les taux de croissance en épaisseur nous trouvons que celui de la variété de Sendaï est inférieur à celui de la variété d'Hiroshima. Ils s'élèvent respectivement de 56,3 % à 62,7 % pour une période d'un an.

	Sendaï	Hiroshima
Déc.72	13,7	11,0
Déc.73	21,4	17,9
Gain	7,7	6,9
%	56,2	62,7
% de mars à juin	34,5	52,6

Tableau 19. Evolution des épaisseurs moyennes
des C. gigas élevées en caisse (en mm)

De décembre 1972 à novembre 1973, les taux de croissance atteignent

63,5 % pour les huîtres de Sendaï et 71,8 % pour celles d'Hiroshima. Il s'agit des taux maxima puisqu'en décembre 1973, les épaisseurs diminuent considérablement en raison du mauvais temps. Comme nous le verrons, leur condition est supérieure à celle de la variété de Sendaï. Or les huîtres d'Hiroshima sont plus creuses que celles de Sendaï (CAHN 1950). Nous pouvons donc penser à une relation chez les C. gigas entre l'épaisseur et la condition.

D'autre part, l'arrêt de croissance en épaisseur correspondant à la période de reproduction dure un mois pour la variété de Sendaï et deux mois pour celle d'Hiroshima. La première variété trouve dans la rivière d'Etel des conditions plus favorables. Elle peut donc reprendre sa croissance plus tôt ; le maximum d'intensité de gamétogénèse commençant en juillet et finissant en août. Pour la variété d'Hiroshima, ce maximum s'étale sur deux mois : juillet et août.

2 - Evolution de la forme des huîtres

L'évolution de la forme de la variété de Sendaï élevée en caisse montre durant l'année d'étude une succession d'allongements et de creusements alors que celle d'Hiroshima montre une forme qui a subi peu de changements (PL. X.). Chez les huîtres de Sendaï, nous avons déjà vu la succession des phases de creusement et d'allongement. La comparaison des variétés entre elles montre que pendant que se creusent les huîtres d'Hiroshima de décembre à mai celles de Sendaï s'allongent après un creusement brutal en février. Pendant que de mai à août celles d'Hiroshima s'allongent, celles de Sendaï ont une forme stationnaire.

Jusqu'en décembre 1973, leur "comportement" est similaire. Nous trouvons donc pour les deux variétés une évolution de la forme qui s'oppose en début d'année, suivie d'une évolution semblable est due aux arrêts de croissance et au brassage des huîtres.

3 - Croissance pondérale

L'augmentation du poids des deux variétés montre des différences intéressantes (PL. XI) : durant l'hiver, celle-ci s'observe chez les huîtres d'Hiroshima et non chez celles de Sendaï. Ce phénomène est difficilement explicable dans la mesure où ces dernières, durant cette saison, rencontrent des eaux plus froides que les huîtres d'Hiroshima.

En mai, la croissance en poids s'accélère fortement. Les conditions de température favorisent les deux variétés. Mais un arrêt brutal se manifeste à la fin d'août pour les huîtres d'Hiroshima et à la fin de septembre pour celles de Sendaï qui trouvent encore durant ce mois des températures leur convenant. Un autre phénomène intéressant observé en novembre chez les deux variétés est l'augmentation du poids due sans doute à l'épaississement apparu pendant ce mois.

Les gains en poids sont élevés pour les huîtres de Sendaï comme pour celles d'Hiroshima. Les taux maximum ont été observés en août et septembre avec 322 % pour les premières et 226 % pour les secondes. Durant l'automne, malgré la reprise de la croissance pondérale le C. gigas ont subi des pertes en poids résultant des mauvaises conditions météorologiques.

	Sendaï	Hiroshima
Déc. 72	7,6	5,7
Déc. 73	30,0	17,8
Gain	22,4	12,1
%	295	213

Tableau 20. Croissance en poids des C. gigas de Sendaï et d'Hiroshima élevées en caisse.

4 - Condition des huîtres

La condition des deux variétés élevées en caisse suit une même évolution (PL. XII). Durant l'hiver, c'est à dire durant la période d'"engraissement", elle évolue peu pour les huîtres de Sendaï alors qu'elle s'améliore rapidement pour celles d'Hiroshima.

En avril, avec le printemps, commence la gamétogénèse. L'index de MEDCOFF et NEEDLER atteint 62,7 pour la variété de Sendaï et 86,0 pour celle d'Hiroshima. La réplétion maximale dure deux mois pour la première qui a, dans son ensemble, libéré en une seule fois ses produits génitaux. Les gamètes des huîtres d'Hiroshima ne sont évacués qu'à partir de juillet et d'une façon progressive.

A l'opposé des huîtres d'Hiroshima, celles de Sendaï ne montrent pas d'importantes réserves de glycogène durant l'automne, bien que les températures de la rivière d'Etel se rapprochent plus des températures moyennes de Sendaï que de celles d'Hiroshima.

5 - Mortalité

Les taux de mortalité de chaque variété diffèrent fortement (PL. XIII). Chez celle de Sendaï, elle s'est manifestée de façon assez peu régulière. Nous observons en effet une succession de mois de mortalité suivis de mois sans mortalité. Chez celle d'Hiroshima, au contraire, elle est apparue très régulière pendant toute l'année.

Cette opposition assez nette est complétée, par un taux de mortalité moins élevé chez les huîtres de Sendaï (mortalité cumulée 11,3 %) que celles d'Hiroshima (mortalité cumulée 15,9 %) ; soit 40,7 % de mortalité de plus chez les huîtres d'Hiroshima. Ce qui nous montre, une fois de plus, que les conditions de milieu trouvées dans la rivière d'Etel ne sont pas particulièrement favorables à la variété d'Hiroshima.

6 - Conclusion

Les huîtres de Sendaï élevées en caisse ont donné des résultats plus intéressants que celles d'Hiroshima. En effet, leur croissance en longueur, en

largeur et en poids a été supérieure à celle des huîtres d'Hiroshima, bien que ces dernières aient montré une croissance en épaisseur plus forte. Leur mortalité a aussi été moins élevée. Nous avons observé chez les huîtres d'Hiroshima deux phénomènes intéressants : une croissance en poids et un engraissement durant des mois où la température de l'eau était plus basse que celle rencontrée normalement par ces huîtres au Japon.

E - Comparaison des *C. gigas* de Sendai et d'Hiroshima élevées en suspension

1 - Croissance linéaire

L'intérêt de l'élevage en suspension est d'offrir à l'huître la possibilité de croître sans les contraintes dues au support ou au contact d'autres huîtres.

- Longueur

Plusieurs différences existent entre les croissances en longueur des deux variétés (PL. VII). Ainsi les huîtres de Sendai élevées en suspension ont montré une croissance débutant vraisemblablement en janvier 1973 et ne s'arrêtant qu'en décembre 1973. A cette croissance continue s'oppose celle des huîtres d'Hiroshima qui commence au début de l'hiver et s'arrête vers août ; ce qui correspond à une durée d'environ 6 mois. D'autre part, le taux de croissance est plus élevé de mars à septembre pour les huîtres de Sendai.

Le taux final de croissance en longueur de ces dernières atteint 65,5 % alors que celui de la variété d'Hiroshima est de 52,5 %. L'écart important met en évidence l'arrêt de croissance automnale des huîtres du Sud.

	Sendai	Hiroshima
Déc.72	41,7 ± 10,5	36,0 ± 6,2
Déc.73	69,0 ± 15,8	54,9 ± 5,8
Gain	27,3	18,9
%	65,4	52,5

Tableau 21 Croissance en longueur des *C. gigas* de Sendai et d'Hiroshima élevées en suspension (en mm)

- Largeur

Les huîtres en suspension n'ayant pas été roulées par la mer, on pouvait s'attendre à une forte croissance en largeur. Cependant une différence entre les largeurs des huîtres en caisse et celles des suspensions n'apparaît que chez les huîtres de Sendaï. Chez celles d'Hiroshima, les largeurs des huîtres en caisse et en suspension sont très voisines. Il semble que les suspensions de cette variété aient eu une croissance plus proche de celle des huîtres en caisse, que les suspensions de Sendaï ; ceci pour la longueur et la largeur.

Il n'empêche que l'évolution générale des largeurs (PL. VIII) est semblable pour les deux origines ; la croissance est faible durant l'hiver, très forte au printemps et quasi nulle durant l'été et l'automne. On remarquera cependant que le bilan final est plus intéressant pour la variété du Nord : 91,6 % de croissance en largeur au lieu de 66,2 % pour celle du sud.

	Sendaï	Hiroshima
Déc.72	25,0 $\bar{+}$ 5,6	23,7 $\bar{+}$ 4,6
Déc 73	47,9 $\bar{+}$ 6,3	39,4 $\bar{+}$ 5,6
Gain	22,9	15,7
%	91,6	66,2

Tableau 22 Croissance en largeur des C. gigas de Sendaï et d'Hiroshima élevées en suspension (en mm).

- Epaisseur

La durée de la croissance en épaisseur a été de 9 mois pour la variété de Sendaï et de 6 mois pour celle d'Hiroshima. A partir du mois de mars, chez la variété du Nord, la croissance est devenue très rapide pour ne se ralentir que de septembre à décembre. Les huîtres d'Hiroshima ont montré

une forte croissance entre mars et juin, plus lente entre juin et septembre puis nulle à partir de ce mois.

Les taux de croissance ne sont pas différents ; ils atteignent 81,0 % pour Sendai et 81,8 % pour Hiroshima. Mais si les taux sont égaux, les vitesses de croissance sont différents puisque les huîtres de Sendai se sont épaissies pendant 9 mois et celles d'Hiroshima pendant 6 mois.

	Sendai	Hiroshima
Déc.72	13,7 ± 3,9	11,0 ± 2,5
Déc.73	24,8 ± 4,0	20,0 ± 3,4
Gain	11,1	9,0
%	81,0	81,8

Tableau 23 Croissance en épaisseur des C. gigas de Sendai d'Hiroshima élevées en suspension (en mm)

2 - Evolution de la forme des huîtres

L'évolution de la forme des C. gigas de Sendai et d'Hiroshima cultivées en suspension (PL. X.) est caractérisée par un allongement important pendant les mois d'hiver. Il est suivi par un creusement. Mais à partir de mars, le "comportement" des deux variétés diffère.

Alors que le creusement apparaît dès mars chez les huîtres d'Hiroshima réputées pour leur forme creuse, celui-ci n'apparaît qu'en juin chez l'autre variété qui ne change pas de forme de mars à juin. La croissance des huîtres d'Hiroshima s'arrêtant en septembre en raison des conditions atmosphériques, il fallait s'attendre à ce qu'à partir de ce mois, leur forme n'évolue plus. Par contre, la forme des huîtres de Sendai évolue jusqu'en décembre puisque nous avons vu que la croissance en épaisseur se manifestait jusqu'en décembre.

Les huîtres d'Hiroshima, durant l'année 1973, se sont plus creusées que celles de Sendai puisque leur coefficient d'épaisseur est passé de 36,7 à 42,4 alors que celui des huîtres de Sendai ne passa que de 40,9 à 42,4 :

Ceci n'étant pas en contradiction avec la croissance globale en épaisseur qui est égale en pourcentage pour les deux variétés.

Nous retiendrons que l'allongement est commun pour les deux variétés en début de cycle et que les huîtres d'Hiroshima se sont plus creusées que celles de Sendaï quoique leur coefficient d'épaisseur soient égaux en décembre 1973 ; ceci parce que les huîtres d'Hiroshima s'étaient allongées en mars.

4 - Condition des huîtres.

Avec l'augmentation de la température au printemps nous assistons à une amélioration de la condition (PL. XII). Les huîtres en suspension présentent un engraissement supérieur à celui des huîtres élevées suivant les autres techniques. La condition croît plus rapidement durant l'hiver pour la variété d'Hiroshima car elle subit les phénomènes de la gamétogénèse plus rapidement et plus tôt que la variété de Sendaï. Par contre en juin, la condition de cette dernière est supérieure à celle de la variété d'Hiroshima. L'index de condition est, ce mois, de 134,5 au lieu de 101,2.

L'autre différence se situe au niveau de l'automne. L'index de condition des huîtres de Sendaï s'élève à 45,1 et celui des huîtres d'Hiroshima à 58,1. Cet index plus élevé est dû en partie aux produits génitaux résiduels trouvés durant l'automne et qui en raison des températures trop basses n'ont pu être émis par les huîtres.

Nous constatons donc que les huîtres d'Hiroshima ont formé plus longtemps des produits génitaux que celles de Sendaï, mais que leur engraissement a été meilleur en fin d'année car en décembre 1973 seulement 12 % des huîtres n'avaient pu expulser leurs ovules, aucun mâle n'ayant été trouvé ; ce pourcentage ayant été observé chez les huîtres en caisse.

5 - Mortalité

Une mortalité moyenne a touché les deux variétés (PL. XIII). Celle de Sendaï a surtout été touchée en début de cycle. Au printemps la mortalité a diminué pour s'arrêter totalement à partir de juin. La variété d'Hiroshima au contraire a montré une mortalité régulière jusqu'en septembre et qui s'est arrêtée durant l'automne.

En juin, la mortalité cumulée est 13,9 % pour les huîtres de Sendaï et de 9,5 % pour celles d'Hiroshima. Mais la mortalité des premières s'arrête à 13,9 %, celle des secondes continue. Ainsi en décembre 1973, leur mortalité cumulée atteignait 15,3 %. Ce taux reste voisin de celui de la variété de Sendaï.

L'écart peut être dû aux températures trop basses qu'a rencontré l'huître d'Hiroshima dans la rivière d'Etel.

6 - Conclusion

L'élevage en suspension est intéressant pour son rendement en taille (huîtres plus larges et plus épaisses) et en qualité de chair (condition plus élevée). Mais la main-d'oeuvre qu'il demande est assez importante, ce qui diminue son intérêt. Sur ces huîtres immobilisées se fixent de nombreux épibiontes dont certains peuvent être des compétiteurs.

F - Evolution des rapports longueur/largeur

1 - Les C. gigas de Sendaï

L'évolution du rapport longueur/largeur (L/l) (PL. XIV) présente différents accidents intéressants à noter. Les croissances en longueur et en largeur ne sont pas harmonieuses : elles n'ont pas en même temps la même intensité. Ainsi en règle générale, les huîtres de Sendaï ont vu leur croissance en longueur dominer.

Les variations du rapport L/l sont assez faibles mais il est intéressant de noter que les rapports évoluent de la même façon dans tous les modes d'élevages durant l'été. Nous avons montré que les huîtres avaient été brassées et que la jeune coquille formée l'été avait été plus ou moins cassée. Les rapports des mois de septembre à décembre montrent plutôt le rapport des cassures de la jeune coquille que celui des croissances.

Une mesure tous les trois mois ne permet pas de suivre nettement l'évolution d'un critère. Mais si en mars les rapports L/l des huîtres élevées en poches, sur sol et en suspension sont à peu près égaux, en juin ils se diversifient déjà ; les huîtres en suspension, du fait de leur immobilité montrent le plus petit rapport L/l. Et dès le mois de juin, nous retrouvons le classement des élevages en fonction de la mobilité des huîtres. Nous trouvons que les rapports L/l se répartissent ainsi : caisse, poche, sol, suspension.

2 - Les C. gigas d'Hiroshima

Les huîtres d'Hiroshima ont un rapport L/l qui évolue peu (PL. XIV) surtout chez les huîtres en caisse. Au printemps, la croissance en largeur est surtout importante chez les huîtres en caisse. Les huîtres en caisse présentent une série de périodes où l'allongement et l'élargissement dominent tour à tour. Mais chez cette variété, les taux de croissance en longueur et en largeur restent toujours proches l'un de l'autre.

3 - Les C. gigas élevées en caisse

Nous avons déjà montré que la forme des huîtres d'Hiroshima avait peu évolué (PL. XIV) ; à l'opposé les huîtres de Sendaï après être devenues plutôt plates s'étaient fortement creusées. Cette même opposition se

retrouve dans l'étude des rapports L/l des deux variétés. Les huîtres de Sendai montrent une succession plus nette de périodes de croissance en longueur et en largeur. Nous trouvons quatre périodes distinctes chez les huîtres de Sendai : croissance en longueur dominante jusqu'en février, croissance en longueur jusqu'en septembre, enfin rapports égaux jusqu'en décembre. Nous ne retrouvons pas ces périodes chez les huîtres d'Hiroshima. Pour cette variété, il s'agit d'une succession de deux périodes : une phase de croissance en longueur dominante suit, à partir de mai, une période de croissance en largeur dominante.

En fait, la phase de croissance en longueur n'est due qu'à la diminution plus forte de la largeur des huîtres.

4 - Les C. gigas élevées en suspension

Les huîtres de Sendai et d'Hiroshima présentent la même évolution (PL. XIV). La croissance en largeur domine de décembre à juin. La croissance en longueur domine à son tour jusqu'en septembre pour la variété d'Hiroshima et en décembre pour celle de Sendai. De décembre à septembre la croissance en largeur non négligeable des huîtres d'Hiroshima, entraîne une diminution du rapport L/l.

5 - Conclusion

Les huîtres de Sendai montrent une évolution du rapport L/l plus nette et d'amplitude plus grande que les huîtres d'Hiroshima.

6 - Evolution des classes de taille

Jusqu'ici nous n'avons envisagé que la croissance globale des huîtres de Sendai et d'Hiroshima. Et nous n'avons pas étudié l'évolution des classes de taille dans les différents élevages. Nous suivrons cette évolution chez les huîtres des quatre élevages. Mais nous ne nous intéresserons qu'aux données de décembre 1972 et décembre 1973.

- Longueur

Les faibles variations du rapport L/l permettent, pour connaître l'évolution des mesurations, de se limiter à l'étude de la longueur et de l'épaisseur (PL. XV). La population des huîtres de Sendai montre une évolution homogène de la longueur. En décembre 1973, les huîtres sur sol et en suspension présentent une classe modale de taille inférieure à celle des huîtres en poche et en caisse. Les écarts-type ont peu varié entre le début et la fin de l'expérimentation. En décembre 1972, nous trouvons un écart-type de 10,5 et en décembre 1973, nous avons 12,6 pour les caisses, 11,0 pour les poches et 10,7 pour les huîtres sur sol. Seules les huîtres en suspension montrent une dispersion plus importante, avec un écart type de 15,8. Mais chez les huîtres aucune longueur n'est inférieure à 50 mm en décembre 1973.

Ce même phénomène se retrouve chez les huîtres en suspension d'Hiroshima où aucune huître n'a une longueur inférieure à 40 mm. Chez cette variété, on observe la même classe modale pour les huîtres en suspension et en caisse ; et la dispersion est beaucoup plus forte chez l'élevage en caisse (\bar{x} 9,0) au lieu de 5,8 pour l'élevage en suspension. Nous avons noté l'inverse chez la variété de Sendai.

- Epaisseur

Les huîtres de Sendai ont peu évolué en épaisseur, puisque la classe modale des quatre élevages ne s'est déplacée que de 10 mm ; et tous les élevages ont la même classe modale (PL. XV). Les huîtres en caisse montrent la plus grande dispersion : \bar{x} 4,4 mm et celles sur sol, la plus petite : \bar{x} 3,6 . En effet, 56 % de ces dernières ont une épaisseur comprise entre 20 et 24 mm contre 37 % pour celles en caisse.

Les huîtres d'Hiroshima présentent une classe modale qui diffère suivant l'élevage : 15-19 mm pour l'élevage en caisse et 20-24 mm pour l'élevage en suspension. Notons enfin que la dispersion des huîtres de Sendai est plus grande que celle des huîtres d'Hiroshima.

3 - Conclusion

Les populations sont restées assez homogènes vis à vis de la distribution des classes de taille, tant pour la longueur que pour l'épaisseur, chez la variété de Sendai. Chez celle d'Hiroshima, nous n'observons pas la même homogénéité. Les longueurs de l'élevage en caisse sont beaucoup moins homogènes que celles des suspensions.

H - La gamétogénèse

1. gamétogénèse naturelle

a - Présentation

Nous avons voulu montrer comment évoluait la gamétogénèse chez les deux variétés de C. gigas. Ainsi, à partir des prélèvements mensuels, nous avons essayé de montrer l'évolution des phénomènes d'élaboration des produits génitaux en montrant les différentes particularités de chacun des deux cycles : début, intensité, et fin des phénomènes de gamétogénèse.

Il ne nous a pas été possible, malheureusement, de faire l'étude histologique des diverses phases de la gamétogénèse de nos deux variétés. Mais de grands travaux ont été fait sur ce sujet, tant chez les Crassostrea que chez d'autres lamellibranches. (COE, ORTON, ROUGHLEY, GALTSOFF, LOOSANOFF, LUBET, KORRINGA). Ces études ont montré les changements que la gamétogénèse apporte dans l'organisation des tissus chez les lamellibranches. Ainsi ont été décrits la formation des follicules, la différenciation des gonies, l'aspect des follicules durant la période de repos sexuel. Nous reprendrons ces descriptions pour montrer les modifications que l'on peut observer.

Mais puisque nous n'avons pas pu effectuer d'observations histologiques, nous avons utilisé, pour étudier la gamétogénèse, une méthode macroscopique s'appuyant sur l'aspect général de la gonade. Là encore, de nombreux auteurs ont précisé les divers stades de développement de la gonade. Pour notre étude nous avons utilisé la classification de LE DANTEC (1960) que cet auteur a mise au point en s'inspirant des nombreux travaux de CHIPPERFIELD (1953), VILLELA (1954), LUBET (1959) et MARTEIL (1960).

Cette classification met en évidence sept stades :

- Stade 1 : début de la gamétogénèse ; apparition des follicules qui recouvrent au plus la moitié de la masse viscérale. Il est difficile d'obtenir des gamètes, même par forte pression sur la gonade.
- Stade 2 : les follicules sont bien développés et recouvrent entièrement la glande digestive ; les gamètes ne sont pas mûrs ; on les obtient par pression modérée mais leur dissociation est difficile.
- Stade 3P : état moyen de réplétion de la gonade ; gamètes abondants et facilement dissociables.

- Stade 3H : état de réplétion maximale de la gonade ; une épaisse couche blanc crème enveloppe la masse viscérale ; les gamètes sont très abondants et obtenus par pression très légère.

- Stade 4 : il y a régression du volume de la gonade dont la coloration devient jaunâtre ; la glande digestive est visible dans la partie antérieure notamment ; les gamètes sont moins abondants ; ce stade correspond à une déplétion partielle de la gonade.

- Stade 5 : la déplétion est presque complète sinon même complète ; l'animal est d'apparence maigre bien que l'on distingue encore quelques follicules. Ce stade ne doit pas être confondu avec le stade 0, ou stade de repos sexuel.

La maturité est atteinte au stade 3P. Elle est maximale et entre dans la phase instable au stade 3H et 4. L'émission est totale lorsque l'on passe directement du stade 3H au stade 5.

Mais ces stades qui permettent de classer les huîtres en fonction de l'état de réplétion des gonades correspondent à des phénomènes histologiques précis concernant les follicules, les gamètes et le tissu conjonctif.

- Stade 0 : après les émissions des gamètes, les huîtres entrent dans une période de repos sexuel jusqu'en février ou mars. C'est essentiellement une période de restauration caractérisée par l'accumulation de réserves. Les dernières émissions ont complètement vidé les follicules (cas des huîtres de Sendaï) qui se trouvent comprimés par l'accroissement des cellules conjonctives. Les follicules contiennent des gonies qui forment le matériel à partir duquel se reconstituent les gamètes.

- Stade 2 : les follicules recouvrent toute la glande digestive. En effet ils se sont fortement multipliés et organisés. Le tissu conjonctif est alors le siège de profonds remaniements. Les oogonies de la paroi conjonctive des follicules sont alors le siège de profonds remaniements. Ces oogonies entrent en méiose. Mais une certaine quantité de cellules reste inchangée ; elle constitue une importante réserve d'oogonies.

Les spermatogonies forment dans les acini gonadiques une ou deux assises périphériques. Elles entrent en méiose. Et on peut retrouver les stades de la spermatogénèse : spermatocytes I et II, les spermatides et les spermatozoïdes.

- Stade 3H : les gonades ne renferment pour ainsi dire plus que des gamètes susceptibles d'être émis. Chez les femelles, la forme des ovocytes se modifie légèrement. Les contours des cellules deviennent plus réguliers, le pédicelle a une allure plus grêle. Les follicules mâles ne renferment que quelques amas de gonies en une assise périphérique de spermatogonies. Les spermatocytes I et II sont rares ainsi que les spermatides. La lumière des follicules est pleine de spermatozoïdes fonctionnels. La disposition de ces gamètes en travées rayonnantes a totalement disparue.

- Stade 4 : c'est le stade de vidange partielle. Il apparaît lorsque la ponte n'a pas touché l'ensemble des gamètes. Chez les mâles en plus des gamètes mûrs, on observe le long des parois des follicules, que les spermatogonies se multiplient et que des gonies donnent des spermatogonies. Chez les femelles, un certain nombre d'oocytes de petites tailles ne sont pas émis. Les coupes montrent des gonies qui seront responsables des nouveaux phénomènes de gamétogénèse.

- Stade 5 : les follicules apparaissent vides à l'exception de quelques gamètes résiduels. Sur les parois folliculaires subsistent des cellules germinales souvent dispersées. Les éléments germinaux restent à l'état de repos pendant la durée du stade 0. Ils sont très difficilement visibles à ce stade car ils ont noyés dans la masse conjonctive.

Le cycle sexuel s'est déroulé complètement pour les deux variétés. C'est à dire qu'il a été possible d'observer tous les stades de la gamétogénèse et que la ponte des produits génitaux a eu lieu. Mais des différences apparurent au niveau des dates de début d'élaboration des produits génitaux, et des pourcentages maxima de chaque stade.

Les huîtres de Sendaï ne montrent des produits génitaux qu'à partir de mars alors que celles d'Hiroshima en ont montré depuis décembre 1972. Ces gamètes sont issus de l'été 1972 et n'ont pas pu être évacués en raison des températures insuffisamment élevées. Si ce phénomène de rétention des produits génitaux s'est produit après l'été 1972, il fallait s'attendre à le retrouver après l'été 1973. Or les huîtres d'Hiroshima ont bien pondu durant l'été 1973, mais en décembre 12 % avaient encore des produits génitaux. Ces produits génitaux résiduels ont déjà été signalés par différents auteurs (LE DANTEC, MARTEIL), VILLELA (1954) signale qu'il a trouvé 1 individu mâle ayant des produits génitaux résiduels. D'ailleurs, LOOSANOFF et DAVIS (1951) ont montré que l'on pouvait retarder la ponte d'huîtres mûres en les faisant vivre à une température suffisamment basse. Cette technique, employée pour garder une réserve de géniteurs, permet d'étudier hors saison, l'évolution des larves obtenues à partir des produits génitaux conservés et pondus par les huîtres lorsque celles-ci sont remises dans des eaux dont la température favorise la ponte.

La deuxième différence se situe dans le processus de gamétogénèse qui suit les pontes de l'été. Alors que les huîtres de Sendaï ont pondu jusqu'en septembre, et qu'une faible partie de la population ait refait des produits génitaux, celles d'Hiroshima ont entamé, dès le mois d'août, un nouveau cycle de gamétogénèse dont l'évolution a été bloquée en octobre par les températures

basses de l'automne. Nous trouvons en août que la variété de Sendaï présente 20 % de stade 1 et 12 % de stade 2, et en septembre 4 % de stade 2. Celle d'Hiroshima montre en août 12 % de stade 1 et 24 % de stade 2, et en septembre 16 % de stade 1, 40 % de stade 2 et 12 % de stade 3P. Partant de ces deux observations, nous pouvons examiner stade par stade l'évolution de la gamétogénèse de chaque variété.

b - Gamétogénèse des huîtres de Sendaï (PL. XVI)

Le stade 0, stade de repos sexuel, est caractérisé chez cette variété par le nombre important d'huîtres à ce stade durant l'hiver et le début du printemps d'une part et durant la fin de l'été et l'automne d'autre part. Il faut attendre juin pour que le pourcentage d'huîtres à ce stade tombe à 5 % (mai : 75 %, juillet et août : 0 %) Par contre il remonte brutalement à 96 % en septembre, et à 100 % en octobre. La gamétogénèse de cette variété a débuté en mars et s'est achevée en août, au cours de l'année 1973.

Le stade 1 apparaît en mars. Le premier maximum est atteint en avril avec 15 %. Nous trouvons des huîtres à ce stade jusqu'en juin. En effet la gamétogénèse est trop avancée pour avoir des huîtres à ce stade en juillet. Enfin en août on observe un nouveau maximum à 20 %. Il s'agit du début d'un nouveau cycle de gamétogénèse affectant quelques huîtres de la population. Les huîtres subissant cette nouvelle maturation sont vraisemblablement celles ayant pondu en juillet.

En mars nous trouvons aussi des huîtres au stade 2. L'effectif de ce stade croît en mai et passe par un maximum important de 68 % en juin, mois où le pourcentage des huîtres au stade 0 tombe à 5 %. Le stade 2 n'est pas représenté en juillet, mais montre un nouveau maximum de 12 % en août, qui correspond au nouveau cycle de gamétogénèse que quelques huîtres ont entamé.

Le stade 3P s'observe à partir de mai. Son maximum se situe en juin. A l'opposé des stades 1 et 2, nous l'avons trouvé représenté en juillet. Les huîtres au stade 3P en juin, proviennent des stades 1 et 2 de mai. Le mois de juillet est le dernier mois de l'année où l'on a observé des huîtres au stade 3P, puisque le nouveau cycle de gamétogénèse entamé en août s'est arrêté au stade 2.

Le stade 4 qui est aussi un stade instable a été rencontré en juillet et en août. Le maximum apparaît en juillet avec 65 % d'huîtres à ce stade. Le fait de trouver à ce stade un pourcentage aussi important montre qu'un grand

nombre d'huîtres sont prêtes à pondre et qu'au moindre stimulus elles évacueront complètement leurs produits génitaux. Déjà une partie de ceux-ci ont été relâchés. On peut, d'autre part, estimer qu'il a fallu un mois aux huîtres de Sendaï pour passer du stade 2 au stade 4.

Le stade 5 est intéressant car il rassemble les huîtres ayant pondue la totalité de leurs produits génitaux. Seuls quelques follicules restent visibles. A ce stade, les huîtres sont maigres et sans réserve. Les huîtres au stade 4 en juillet (65 %) se retrouvent en août au stade 5. Ces 20 % ont été retrouvés au stade 1 en août. Le stade 5 n'a été rencontré que deux mois en 1973. Il est possible que les dernières huîtres au stade 4, en août, aient pondue en septembre, car nous avons observé que d'autres C. gigas de la rivière sont passées massivement au stade 5 à la mi-septembre.

Nous avons donc vu l'évolution de la gamétogénèse des huîtres de Sendaï. Mais un problème reste à expliquer. Que sont devenus les produits génitaux des stades 1 et 2 trouvés en août et en septembre ? Il est peu probable qu'ils aient pu être pondus. La température de l'eau était en septembre de 14,7 °C en moyenne et en octobre de 13,38 ; les températures étaient trop basses pour une évolution normale. Les stades 1 et 2 d'août et septembre ont donc vu leurs produits génitaux être phagocytés et disparaître.

c - Gamétogénèse des huîtres d'Hiroshima (P. XVII)

Le stade 0 de cette variété se différencie de celui de la variété de Sendaï. En effet, le niveau de 100 % d'huîtres au stade 0 n'a jamais été observé. C'est à dire que durant toute l'année 1973, nous avons trouvé des huîtres ayant des produits génitaux. De plus, nous n'observons pas en automne de remontée brutale du pourcentage d'huîtres au stade 0. En octobre, par exemple nous avons 60 % d'huîtres à ce stade contre 100 % ce même mois pour la variété de Sendaï.

Les huîtres d'Hiroshima présentent deux périodes nettes de gamétogénèse. La première commence en février, et s'achève fin juin ; l'autre commence en août et évolue jusqu'en novembre. La première conduit à la ponte, la seconde n'a pas dépassé le stade 3P. Nous allons donc trouver les premiers stades pendant deux périodes séparées.

Le stade 1 apparaît au mois de février avec un maximum de 36 % en mars. Ce stade n'a été observé ni en juin, ni en juillet. Il apparaît de nouveau en août avec un maximum à 16 % en septembre. Les dernières huîtres à ce stade ont été trouvées en octobre.

Ce stade a été trouvé pendant 7 mois pour les huîtres d'Hiroshima et pendant 5 mois chez celles de Sendaï.

Le stade 2 apparaît en février. Il pouvait d'ailleurs s'agir d'huîtres ayant conservé des produits génitaux résiduels. Ce stade atteint son maximum en mai avec 70 %. Il faut donc deux mois aux huîtres de stade 1 pour parvenir au stade 2 en début d'année. Ceci peut s'expliquer par les températures basses de mars et d'avril : 7,95 °C et 9,5 °C. En juillet les stades 2 sont absents. Ils réapparaissent en août (24 %). En septembre ils représentent 40 % des huîtres d'Hiroshima. Cette valeur tombe à 10 % et s'y maintient jusqu'en décembre. Il s'agit là d'une deuxième période de gamétogénèse. Ce stade 2 a été observé 11 mois de l'année et 5 mois pour les huîtres de Sendaï.

Le stade 3P que nous avons trouvé pendant 2 mois n'a été vu que 3 mois chez les huîtres de Sendaï. Ce stade apparaissant en mars, montre un maximum à 56 % en juin, suivi d'un autre en octobre à 20 %. Le maximum de juin des stades 3P se situe un mois après le premier maximum des stades 2 et le second, un mois après le second maximum des stades 2.

Nous pouvons donc penser qu'il faut un mois aux huîtres d'Hiroshima pour passer du stade 2 au stade 3P.

Nous avons vu que le stade 3H, comme le stade 4, était un stade fugitif et qu'il était difficile à saisir. Aussi, n'avons nous pu l'observer que 3 mois. Le maximum se situe en juillet avec 40 %. Il s'écoule encore un mois entre le maximum du stade 3P et celui du stade 3H, car dès la fin juillet nous trouvons des huîtres au stade 5. D'autre part, nous n'observons pas d'huîtres à ce stade en septembre et en octobre. Les huîtres de la deuxième phase de reconstitution des gamètes ne parviennent pas à la maturité représentée par ce stade en raison des conditions de température.

Le stade 4, stade très fugace, nous l'avons vu, n'a été observé qu'en juillet, alors que ce stade est représenté de juillet à septembre chez les huîtres de Sendai. Cela peut s'expliquer ainsi : en septembre nous trouvons 40 % d'huîtres au stade 2. Il s'agit d'huîtres ayant entièrement évacué leurs produits génitaux. Ces huîtres sont vraisemblablement passées du stade 3H au stade 5, sans passer par le stade 4. Si elles évacuent en une seule fois leurs gamètes, les huîtres d'Hiroshima ne passent pas ou peu par le stade 4.

Nous observons, comme chez les huîtres de Sendai, le stade 5 de juillet à août. Il semble que les 10 % de stade 5 du mois de juillet se retrouvent au stade 1 en août.

D'autre part, alors que les 64 % d'huîtres de Sendai au stade 5 ayant pondu passent au stade 0, les 24 % de stade 5 d'Hiroshima ayant pondu en août passent pour une part au stade 0, stade de repos sexuel, et pour une autre part, au stade 1.

L'étude de la gamétogénèse de deux variétés nous ont permis de préciser diverses observations que nous résumons ici :

- il y a eu pontes des produits génitaux durant l'été.
- celles-ci ont été suivies d'une reprise de la gamétogénèse chez les deux variétés.
- les huîtres de Sendai ont arrêté leur gamétogénèse en août au stade 2.
- les huîtres d'Hiroshima ont arrêté leur gamétogénèse en août au stade 3P en octobre et les stades 2 ont gardé leurs produits génitaux.

d - Rôle des facteurs écologiques

Parmi les facteurs écologiques intervenant dans la gamétogénèse, nous n'étudierons que les deux plus importants : la température et la salinité.

- La température

De nombreux auteurs (LOOSANOFF et DAVIS, MATHIESEN...) ont étudié les conditions requises pour la maturation sexuelle des Crassostrea. Pour C. Virginica LOOSANOFF et DAVIS (1952) montrent que :

- la température de 10° est proche de l'arrêt de l'activité génétique.
- à 15,8° la maturation des gonades et la ponte se déroulent normalement.
- la maturation des mâles a lieu avant celle des femelles.

LOOSANOFF (1954) d'autre part : 1) avance ou retarde la ponte des C. virginica en abaissant la température ou en la maintenant toujours élevée.

2) montre qu'il est possible d'obtenir deux cycles complets de gamétogénèse par an si les conditions de température, de salinité et de nourriture sont convenables.

SENO (1927) précise que le développement normal des C. gigas s'effectue entre 15 et 30°, mais que l'optimum de croissance et de gamétogénèse se situe entre 23° et 26°. Cependant la ponte peut se produire à 20° (SATO 1952)

Si les travaux de LE DANTEC confirment ces données pour C. angulata, nos observations sur C. gigas dont le naissain provient du Japon montrent une différence essentielle avec l'évolution normale de la gamétogénèse chez C. virginica. En effet, s'il faut que la température de l'eau atteigne 10° pour observer la gamétogénèse, celle-ci ne devrait pas commencer avant la fin avril puisque ce mois la température moyenne de la rivière d'Etel est de 9,5°. Or nous trouvons en février et en mars des huîtres subissant la gamétogénèse : (en février : 15 % des huîtres d'Hiroshima et 0 % pour celles de Sendai, en mars : 60 % des huîtres d'Hiroshima et 20 % pour celles de Sendai). Et les températures moyennes de l'eau en février étaient à Etel de 6,3° en février et 7,9° en mars.

En moyenne, au Japon, les huîtres de Sendai vivent en février dans une eau à 7,58, en mars à 88 et en avril à 118. Celles d'Hiroshima vivent dans une eau à 98 de moyenne en février, à 108 en mars et à 12,58 en avril. La gamétogénèse de chacune des variétés peut donc commencer respectivement en fin-février et en fin-mars. Nous avons observé que la gamétogénèse des huîtres d'Hiroshima commençait en février et que celle de la variété de Sendai débutait en mars dans la rivière d'Etel. Il est possible que les huîtres de nos élevages provenant de naissain du Japon, aient gardé le rythme de la gamétogénèse des huîtres du Japon. Ce phénomène a d'ailleurs déjà montré par différents auteurs chez Ostrea edulis. (MARTEIL, MILAR, ...).

- La salinité

La salinité semble jouer, sur la gamétogénèse des C. virginica, un rôle moins important que la température. LOOSANOFF (1952) note que le développement des gonades peut se faire si la salinité dépasse 7,5‰. Elle influence la gamétogénèse en diminuant le taux de filtration. Une salinité de 27, 20, 15, 10 ou 5‰ abaisse le taux de filtration de 24, 89, 91, et 99,6‰.

Chez les C. angulata MARTEIL (1960) note qu'une légère dessalure favorise, à température égale, le développement des gonades. Dans le Morbihan, la gamétogénèse des C. angulata se déroule de mars à juillet à des températures comprises entre 10 et 188 et à des salinités comprises entre 26 et 35‰.

LE DANTEC (1968) montre que dans le bassin d'Arcachon la gamétogénèse se déroule aux mêmes températures qu'en Bretagne de mars à juin, mais à des salinités plus faibles comprises entre 25 et 32 ‰ et le plus souvent inférieures à 30‰. Ce même auteur signale qu'au dessous de 25‰, l'abaissement de la salinité provoque un retard dans l'évolution de la gamétogénèse.

Notre étude de la salinité de la rivière d'Etel nous a montré les importants écarts des mois de janvier à juin, mois à partir duquel la salinité se stabilise entre 33,7 et 34,9‰. La salinité moyenne des mois de janvier à mai est de 26,9‰. Mais les écarts de salinité étant très rapides, il est difficile d'utiliser la valeur moyenne. Il faudrait pour bien juger de l'influence de la salinité sur la gamétogénèse des huîtres du Japon dans la rivière d'Etel, faire des mesures beaucoup plus rapprochées qu'une tous les mois.

e - Condition et gamétogénèse

Différents facteurs agissent sur la condition. Parmi des facteurs internes citons la gamétogénèse (PL. XVIII). Mais des phénomènes externes interviennent comme la température et la salinité. L'âge ou le développement de l'huître influe sur la condition. BAIRD (1958) montre que chez Mytilus edulis la condition optimale s'observe chez les moules de longueur comprise entre 5 et 6 cm. Les M. edulis de 3 ans ont une condition plus élevée que celle des huîtres plates de 1 an. Et de nombreux auteurs ont étudié les rapports existant entre la condition et la gamétogénèse.

Cependant des différences propres aux variétés peuvent apparaître dans l'évolution de la condition chez des huîtres élevées suivant la même technique et dans des conditions de milieu semblables : ainsi entre la variété de Sendaï et celle d'Hiroshima. Nous avons vu que la gamétogénèse des huîtres de Sendaï commençait en mars. L'étude de la condition montre que leur engraissement a commencé avant la gamétogénèse, soit en février, et s'est poursuivi jusqu'en avril-mai. Pour la variété d'Hiroshima, cette période d'engraissement commence en janvier et s'arrête en avril-mai.

La condition maximale est atteinte, pour les deux variétés avant que toutes les huîtres ne possèdent des produits génitaux. Après ce maximum, sans doute en raison des premières pontes plus intenses, la condition de la variété de Sendaï baisse plus vite que celle de la variété d'Hiroshima. Ainsi chez les premières, de juin à août, la condition va passer de 65 à 36 (et le pourcentage des huîtres ayant des produits génitaux de 100 % à 4 % entre juillet et septembre). La condition des huîtres d'Hiroshima montre une baisse moins rapide, car les conditions de milieu sont moins favorables pour ces huîtres. L'index de condition montre une diminution régulière de 86 à 44,5 (et un pourcentage d'huîtres ayant des produits génitaux qui passe de 100 % à 20 % d'août à novembre).

Les huîtres d'Hiroshima sont caractérisées par une condition plus élevée en octobre où 30 % des huîtres ont encore des produits génitaux (0 % pour Sendaï). Elles le sont aussi par une période de léger engraissement durant l'automne que nous ne retrouvons pas chez la variété de Sendaï. Malgré des facteurs écologiques moins favorables cette variété a toujours montré une condition meilleure que celle des huîtres de Sendaï. Mais d'autre part, nous avons montré grâce à l'étude de la condition, que l'évolution de la gamétogénèse est brutale chez les huîtres de Sendaï et beaucoup plus régulière chez celles d'Hiroshima.

f - Répartition des sexes

Les huîtres dont nous avons suivi la croissance ont été captées au Japon durant l'été 1971. En été 1973, elles étaient donc âgées de deux ans. GALSTOFF, LOOSANOFF, COE ont montré que les espèces du genre Crassostrea sont protandres alternantes. VILLELA (1954) observe chez C. angulata plus de 10 à 12 % de mâles que de femelles. LE DANTEC montre que chez C. angulata : "le pourcentage de mâles est plus important chez les huîtres d'un an (sex-ratio 219) et celle de 3 à 5 ans. (sex-ratio 126)".

Les données de LE DANTEC proviennent d'observations effectuées sur les huîtres d'Arcachon. Nos propres observations ont montré un nombre supérieur de mâles chez les deux variétés (Pl. XIX). Pour celle de Sendaï, nous avons mesuré un sex-ratio de 114, et pour celle d'Hiroshima, celui-ci atteint 157. Les mâles ont en moyenne dominé comme cela a pu être observé quelques années chez les C. angulata de deux ans.

Les pourcentages d'huîtres femelles suivent une courbe en cloche dont le maximum se trouve en juillet pour la variété de Sendaï, et en juillet août pour celle d'Hiroshima. En juillet, nous trouvons 60 % d'huîtres femelles pour 40 % d'huîtres mâles chez les deux variétés. En août pour celle d'Hiroshima nous trouvons 40 % de femelles pour 36 % de mâles. Durant la deuxième période de gamétogénèse des huîtres d'Hiroshima, on assiste à la diminution de de l'effectif des huîtres femelles. La gamétogénèse est donc plus rapide et précoce chez les mâles que chez les femelles de C. gigas.

2 - Gamétogénèse expérimentale

Nous avons suivi durant l'année 1973, la gamétogénèse naturelle des C. gigas de Sendai dans la rivière d'Etel. Il était alors intéressant d'observer son évolution au laboratoire en modifiant les conditions de milieu. Ainsi nous avons fait vivre des huîtres de Sendai à différentes salinités d'une part et à différentes températures d'autre part, afin de connaître les modifications apportées au déroulement des phénomènes d'élaboration des produits génitaux.

a - Gamétogénèse en fonction de la salinité

Des C. gigas de Sendai furent mises dans des bacs de quarante litres, la température étant maintenue constante à 24°C. Chaque bac contenait 24 huîtres et nous disposions de 2 bacs par salinité étudiée. Les salinités essayées étaient : 20, 25, 30, et 35‰. Les huîtres sur lesquelles ont porté les essais provenaient de la rivière de Penerf (Morbihan). Leur poids moyen s'élevait à 22,6 g. Il s'agissait d'huîtres de 2 ans.

La condition fut mesurée au début et à la fin de l'expérience à l'aide de l'index de BAIRD. Des huîtres du lot, reparquées en début d'expérience ont été sacrifiées en fin d'essai pour suivre l'évolution normale du lot en mer. Certaines des huîtres expérimentées présentaient déjà des produits génitaux. En effet, nous avons trouvé un pourcentage de 20,8 % d'huîtres au stade 1 et 2 de la classification de LE DANTEC. Entre le début de l'expérience et le moment où les huîtres ont été ouvertes, 32 jours se sont écoulés.

- Condition

En début d'expérimentation, les huîtres présentaient une condition moyenne, qui mesurée à l'aide de l'index de BAIRD donnait un index de 35,8. Au 32^e jour, les huîtres montraient les index de condition suivants : 35‰ : 18,4, 30‰ : 21,4, 25‰ : 23,7 et 20‰ : 23,0 et celles reparquées : 37,3.

Les basses salinités ont permis à 24°C une meilleure conservation de la condition.

- Mortalité

La mortalité en mer a été nulle. Par contre, dans les bacs d'essais, nous avons observé les résultats suivants :

35°/‰ : 10,6 %, 30°/‰ : 12,5 %, 25°/‰ : 12,7 % et 20°/‰ : 14,6 %.

Comme l'échantillon est de faible taille, il est difficile de conclure sur l'influence de la salinité sur la mortalité, vu les écarts faibles entre les différents effectifs d'huîtres mortes.

- Gamétogénèse :

Certaines huîtres du lot étudié présentaient au départ des produits génitaux. Nous avons vu que 20,8 % des huîtres étaient déjà au stade 1 et 2. Cependant après 32 jours à 24°C, 78,8 % présentaient des produits génitaux. Le gain est donc de 58 %. Si nous regardons pour chaque salinité le nombre d'huîtres ayant des produits génitaux, nous voyons : 35°/‰ : 78,5 %, 30°/‰ : 83,3 %, 25°/‰ : 60,9 % et 20°/‰ : 92,6 %.

En raison du nombre peu élevé d'huîtres expérimentées nous avons rassemblé les stades 1 et 2 et les stades 3P, 3H et 4. Les résultats sont groupés dans le tableau suivant :

	Stades 1 et 2	Stades 3P 3H et 4	Stades 5	Stades 0
35°/‰	63,8	14,9	0	21,3
30°/‰	52,3	21,3	9,4	17,0
25°/‰	38,9	21,9	0	39,2
20°/‰	55,6	36,9	0	7,5

Tableau 24 Evolution de la gamétogénèse en fonction de la salinité (en ‰)

Nous remarquons que :

- La salinité ayant favorisé la gamétogénèse chez le plus grand nombre d'huîtres est la salinité de 20‰,
- La salinité ayant permis la gamétogénèse la plus active est 20 ‰ avec 36,9 % de stades 3P, 3H et 4,
- La salinité de 25‰ a été la moins favorable à la gamétogénèse,
- Les rapports des pourcentages d'huîtres restées au stade 0 sont entre 35‰ et 30‰ : 1,25 ; entre 30‰ et 25‰ et 20‰ : 5,2.

- Répartition des sexes

Les huîtres ayant subi la gamétogénèse se répartissent ainsi :

	Stades 1 et 2		Stades 3P, 3H et 4		Stade 5	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
35‰	54,5	27,2	12,1	6,2	0	0
30‰	42,8	20,0	20,0	5,1	12,1	0
25‰	28,0	36,0	24,0	12,0	0	0
20‰	42,1	18,4	23,6	15,9	0	0

Tableau 25 Influence de la salinité sur le sexe des huîtres
(en %)

En moyenne le pourcentage des mâles est supérieur à celui des femelles (sauf à 25‰, stade 1 et 2) : 64,5‰ de mâles pour 35,5‰ de femelles. A 25‰ nous trouvons un sex-ratio au stade 1 et 2 inférieur à 1 : 0,77, à l'opposé des autres salinités.

b - Gamétogénèse en fonction de la température

Les essais ont été conduits à des températures favorisant la gamétogénèse : 17 $^{\circ}$ 8, 20 $^{\circ}$ 8 et 25 $^{\circ}$ 8. Les huîtres maintenues à ces températures n'ont pas été nourries durant l'expérimentation. Il s'agit, comme dans le premier essai, d'une maturation sexuelle utilisant les réserves de l'huître. Les effectifs de chaque lot traité s'élevaient à 92 huîtres ayant un poids moyen de 23 g. Cet essai se déroula en avril et mai ce qui explique que 64 % des huîtres possédaient au départ des produits génitaux.

La condition fut mesurée en début et en fin d'expérience sur des huîtres provenant de la rivière de Penerf. Le conditionnement dura 28 jours. Le 28 $^{\text{e}}$ jour, la ponte a été stimulée.

- Condition

Au début de l'essai, les huîtres présentaient une condition très moyenne : index de BAIRD égal à 28,2. Mais les huîtres ont vu leur condition peu se modifier : à 17 $^{\circ}$ 8 : 26,3, à 20 $^{\circ}$ 8 : 27,3 et à 25 $^{\circ}$ 8 : 27,6.

La température a eu peu d'influence sur la condition.

- Mortalité

Les mortalités des différents lots sont restées très voisines. Car nous avons trouvé à 20 $^{\circ}$ 8 comme à 25 $^{\circ}$ 8, 8 huîtres mortes et à 17 $^{\circ}$ 8, 10 huîtres mortes. Ce qui nous donne les pourcentages suivants : 17 $^{\circ}$ 8 : 10 %, 20 $^{\circ}$ 8 : 8,6 % et 25 $^{\circ}$ 8 : 8,6 %.

La température a eu peu d'influence sur la mortalité.

- Gamétogénèse

En début d'expérience 64 % des huîtres présentaient des produits génitaux. Notre essai nous permet de voir comment l'évolution de la gamétogénèse est modifiée par les différentes températures :

- modification du nombre d'individus subissant la gamétogénèse.
- modification du nombre d'individus atteignant la maturité sexuelle.

D'abord nous voyons que la quantité d'individus subissant la gamétogénèse est fonction de la température :

départ : 64 %, 17° : 86,5 %, 20° : 91,6 % et 25° : 94,1 %. Ce qui nous donne une augmentation d'huîtres sexuées de 22,5 % à 17°, 27 % à 20° et 30,1 à 25°.

Si nous examinons les différents stades de maturation sexuelle à chaque température, nous obtenons les pourcentages suivants :

	stade 0	stades 1 et 2	stades 3P 3H et 4	stade 5
départ	36	32	32	0
17°	13,5	69,5	17,0	0
20°	8,4	88,9	3,5	1,2
25°	5,9	33,3	59,6	1,2

Tableau 26 Evolution de la gamétogénèse en fonction de la température (en %).

Nous remarquons que :

- la température favorisant le plus la gamétogénèse est de 25°,
- A 25°, le pourcentage des huîtres aux stades 3P, 3H et 4 est maximal,
- la ponte s'est manifestée à 20 et 25°,
- les rapports des huîtres restées au stade 0 sont entre 17 et 20° de 1,6 et entre 20 et 25° de 1,4.

- Répartition des sexes

En début d'expérience nous avons 44 % de mâles et 20 % de femelles. Ce qui nous donne un rapport de 2,2. En fin d'expérience, nous trouvons 121 mâles pour 106 femelles, soit un rapport de 1,14. Chez les huîtres de 2 ans, le nombre des mâles est supérieur à celui des femelles en début comme en fin d'expérience. Mais le rapport des sexes diminue de 2,2 à 1,14. Tout se passe

comme si la plupart des huîtres n'étant pas entrées dans la phase de gaméto-génèse en début d'expérience, étaient du sexe femelle et avaient fabriqué ensuite des produits génitaux femelles. En effet, le tableau 27 montre que le pourcentage de mâles s'est peu modifié alors que celui des femelles de 20 % est passé à 42,5 %.

	début	fin
mâles	44,0	48,4
femelles	20,0	42,5
Stade 0	36,0	9,1

Tableau 27 Evolution du pourcentage des mâles et des femelles

Si nous regardons la distribution des sexes à chaque stade nous obtenons le tableau 28

	Stades 1 et 2		Stade 3P, 3H et 4		Stade 5
	♂	♀	♂	♀	♂
178	47,9	32,3	9,9	9,9	0
208	40,3	54,5	3,9	0	1,3
258	16,4	19,0	39,3	24,0	1,3

Tableau 28 Influence de la température sur le sexe des huîtres (en %).

Les pourcentages de femelles plus élevés que ceux des mâles dans les stades 1 et 2 confirment l'hypothèse d'un développement plus tardif des femelles sauf à 17°C, température qui dans les conditions de l'expérience n'est ^{pas} vraiment favorable à la maturation sexuelle.

c - Discussion

Nous avons pu en 1973 suivre simultanément l'évolution in situ de la gamétogénèse des huîtres de Sendai et d'Hiroshima. De plus au laboratoire, nous avons pu agir sur la gamétogénèse des huîtres de Sendai en faisant varier 2 paramètres : la salinité et la température. Ces deux types d'études vont nous permettre de préciser que les C. gigas de Sendai comme celles d'Hiroshima ont montré une majorité de mâles et que les femelles ont un développement plus lent.

Chez beaucoup d'espèces de bivalves, le sexe est instable et les changements de sexe fréquents. Les huîtres peuvent se classer en deux groupes celui où le sexe des adultes change suivant un rythme défini (O. edulis, O. lurida) et celui auquel appartient le genre Crassostrea où le sexe des adultes est séparé et change en fonction d'un certain nombre de facteurs comme chez C. virginica, C. gigas et C. angulata.

Les gonades des huîtres du premier groupe peuvent contenir simultanément des ovules et des spermatozoïdes fonctionnels. Dans le second, l'hermaphrodisme est rare. Cependant la différence entre les deux groupes n'est pas parfaitement nette, surtout en début de cycle, car la gonade est "ambisexuelle" chez les Crassostrea, c'est à dire qu'elle contient les cellules germinales des deux sexes. Il a été clairement montré que chez les jeunes huîtres des espèces larvipares (O. edulis, O. lurida), la maturation sexuelle commence dans le sens mâle et se continue progressivement dans le sens femelle. Puis les huîtres deviennent à nouveau mâle. Une telle interversion continue tout au long de la vie de l'huître.

Les changements de sexe se produisent aussi chez les Crassostrea. Mais le rythme de changement varie suivant les espèces. GALTISOFF a montré qu'à l'âge de 12 à 16 semaines, soit dans les mois qui suivent la fixation, la gonade primaire apparaissant chez Crassostrea virginica est aussi ambisexuelle puisque les spermatogonies et les ovogonies sont trouvées dans les mêmes follicules. Chez C. virginica les spermatogonies prolifèrent plus rapidement que les ovogonies et la jeune gonade a une apparence mâle dominante. Pendant la première période de reproduction, les spermiductes de ces mâles contiennent des ovocytes éparpillés, dont de nombreux sont dégénérés, mais certains d'entre eux se développent jusqu'à devenir fertilisables.

A la fin de la première saison de reproduction, de nombreuses cellules indifférenciées demeurent dans la gonade pour former les cellules germinales de l'année suivante. Et durant la deuxième saison, celle qui nous intéresse, le nombre des mâles chez C. virginica, excède encore celui des femelles, mais

généralement le rapport des sexes approche de 1 (GALTSOFF 1964).

COE pense qu'il existe une relation entre le développement des ovocytes et le taux de croissance. En effet, NEEDLER (1932) montre que la moyenne de taille des femelles est plus élevée que celle des mâles. COE pense aussi que les femelles demandent des conditions plus favorables pour la maturation sexuelle car elles sont métaboliquement plus actives.

Les changements de sexe ont été étudiés par de nombreux auteurs. ANEMYA (1929) montre que les C. gigas adultes changent de sexe entre deux périodes de reproduction et trouve que le changement est plus fréquent chez les mâles (60 %) que chez les femelles (25 %). Les changements de sexe apparaissent aussi chez C. commercialis : 95 % des très jeunes huîtres de cette espèce étaient des mâles ; mais chez les huîtres de grande taille, les femelles prédominaient : 270 femelles pour 100 mâles.

Le sexe serait donc fonction des facteurs écologiques et du métabolisme propre de chaque huître. Ainsi ANEMYA (1936) montra qu'une population blessée par la biopsie qui permet de repérer le sexe des huîtres, présentait un pourcentage de mâles supérieur à celui du lot témoin. De plus, ces prélèvements entraîneraient une baisse du taux de croissance. EGAMI (1953) pense que ce serait plus le taux de croissance que l'activité métabolique qui entraînerait des changements de sexe.

Dans tous nos essais, nous avons trouvé des pourcentages de mâles supérieurs à ceux des femelles. Des auteurs ont montré une prédominance de femelles chez les huîtres de 2 ans. Nous n'avons nettement vu cette dominance qu'un mois chez les deux variétés. Cela nous montrerait que du fait de la mauvaise condition des huîtres en caisse, les mâles sont apparus avant les femelles, celles-ci n'apparaissant que lorsque les conditions de milieu leur convenaient.

Le point est important car il indiquerait la possibilité d'un retard chez la femelle. Dans l'étude de l'influence de la température sur la gamétogénèse, nous avons montré que les femelles semblaient avoir un développement plus tardif. Or nous avons observé le même phénomène chez les variétés de Sendaï et d'Hiroshima. Chez cette dernière, le phénomène apparaît beaucoup plus nettement ; ce qui s'explique par les conditions de milieu qui lui sont moins favorables qu'à celle de Sendaï.

Dans les écloseries, la température de 17° est parfois employée pour le conditionnement des géniteurs (DRINNAN et PARKINSON 1967). Il s'agit là d'une température peu élevée. Mais dans ces conditions d'élevage un apport d'algues unicellulaires comme ISOCHRYSIS GALBANA, MONOCHRYSIS LUTHERI, DUNALIELLA SP., ou d'amidon soluble est nécessaire quelle que soit la température

de conditionnement pour un déroulement normal de la gamétogénèse et une maturation complète permettant la ponte des géniteurs des deux sexes, en laboratoire. En effet, la difficulté consiste à obtenir non seulement des mâles mûrs, mais aussi des femelles mûres. Celles-ci ne peuvent l'être par un conditionnement effectué sans apport de nourriture.

En conclusion, nous dirons qu'il semble bien que pour les C. gigas ce soit surtout le taux de nutrition des huîtres pendant les mois d'hiver et du début du printemps qui détermine le pourcentage des femelles. A Etel la condition a été basse en hiver et ces huîtres maigres ont donné un maximum de mâles au printemps. Il a fallu attendre la fin du printemps pour que les huîtres femelles d'Hiroshima trouvent des conditions favorables et commencent à apparaître.

Dans notre essai de la maturation sexuelle en fonction de la salinité qui s'est déroulé de la fin-janvier à la fin-février, nous avons trouvé quelque soit la salinité une majorité de mâles. Dans l'autre essai de maturation sexuelle en fonction de la température, qui lui s'est déroulé de la mi-mai à la mi-juin, nous avons une majorité de mâles, mais le pourcentage de ceux-ci demeure presque inchangé.

Ceci tend à montrer que le sexe déterminé dès l'hiver, est plus rapidement visible chez les mâles que chez les femelles et que les facteurs écologiques agissent fortement sur l'apparition des femelles dans une population de C. gigas de 2 ans.

V. RESUME ET CONCLUSION

Ce travail recouvrant une année d'observations nous a permis de mieux connaître les variations des facteurs écologiques de la rivière d'Etel. Il nous permet aussi de préciser les caractéristiques de la croissance des deux variétés de C. gigas importées du Japon. Nous avons observé que chaque variété subissait la gamétogénèse suivant un rythme qui lui est propre. Les deux variétés se sont comportées différemment malgré des conditions de vie identiques.

L'hydrologie de la rivière d'Etel s'est avérée complexe. Cette rivière se caractérise par un écoulement des eaux rendu difficile en cas de vents forts dont l'action peut s'ajouter à celles du goulet de Pont Lorois et de la barre d'Etel.

Les différents élevages pratiqués sur les huîtres de Sendai et d'Hiroshima nous ont montré que :

- La croissance des huîtres est sous la dépendance de facteurs externes comme la température, mais aussi comme le clapot qui brasse les huîtres et casse les coquilles.

- La croissance est aussi sous l'influence de facteurs internes. Ainsi, les croissances en longueur, en largeur, et à un degré moindre, en épaisseur, sont arrêtées au moment du maximum de maturité sexuelle et ne reprennent que peu ou pas du tout après, malgré les conditions de milieu encore favorables.

- La croissance en longueur et en épaisseur des élevages en caisse est supérieure à celle des autres types d'élevages.

- La condition des huîtres en suspension est meilleure que celle des autres élevages.

- La croissance en poids est indépendante des phénomènes de reproduction.

- Le rendement en poids est plus intéressant en poche et sur sol qu'en caisse.

Grâce aux élevages en caisse nous avons pu montrer que :

- La condition des huîtres d'Hiroshima y est meilleure que celle des huîtres de Sendai.

- Le rendement en poids a été plus intéressant pour la variété de Sendai.

- la mortalité des huîtres d'Hiroshima y a été plus élevée.

Sur les élevages en suspension nous avons pu faire les observations suivantes :

- la croissance en longueur et en largeur est supérieure chez les huîtres de Sendaï ; les huîtres sont plus allongées que celles d'Hiroshima en suspension.
- la croissance en épaisseur est égale pour les deux variétés.
- la condition est meilleure chez les huîtres d'Hiroshima.
- la mortalité est légèrement plus faible pour la variété de Sendaï.

L'étude de la gamétogénèse permet aussi de préciser que :

- la gamétogénèse s'est manifestée de mars à août chez les huîtres de Sendaï et de février à septembre, octobre pour celles d'Hiroshima.
- le déroulement de la gamétogénèse a été complet pour les deux variétés. Chez celles-ci nous avons observé tous les stades ; la ponte a eu lieu.
- la condition de la variété de Sendaï a chuté brutalement durant l'été et celle des huîtres d'Hiroshima pendant cette période, a régulièrement diminué.
- Chez les deux variétés nous avons observé un cycle complet de gamétogénèse suivi d'un autre cycle qui a évolué plus longtemps chez les huîtres d'Hiroshima, malgré des conditions moins favorables pour elles.

Le déroulement normal de la gamétogénèse jusqu'à la ponte ne préjuge pas de l'évolution ultérieure des larves ni des fixations qui pourraient avoir lieu dans la rivière. En effet, pour un développement normal des larves il faut une température et une salinité favorables. Pour l'année 1973, les pêches de larves ne nous ont pas permis de mettre en évidence des larves de C. gigas et nous n'avons pas observé de fixations, ce qui pourrait se produire avec des conditions favorables à la métamorphose des larves.

Nous avons vu aussi que les femelles avaient un développement plus tardif. Elles demandent, en effet, plus de nourriture et une température plus élevée pour leur gamétogénèse, bien que leur sexe soit déterminé dès l'hiver.

Cette étude nous a donc montré que la rivière d'Etel était un centre ostréicole favorable à l'élevage des C. gigas provenant de la baie de Sendaï. Cependant l'élevage des huîtres de la Mer Intérieure d'Hiroshima demande des eaux plus chaudes. Mais cette variété est intéressante car elle peut produire, même dans un milieu qui ne lui est pas parfaitement favorable, des huîtres de petit calibre à condition élevée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDREWS (J.) et Mc HUGH (J.), 1957. - The survival and growth of South Carolina seed oysters in Virginia Waters. - Proceedings of the National Shellfisheries Association, 47 : 3-17
- ANEMYRA (I.) 1929. - On the sex-change of the Japanese common oyster Ostrea gigas Thunberg. - Proceedings of the imperial Academy, 5 (7) : 284-286
- ANEMYA (I.), 1936. - Effect of grill incision upon the sexual differentiation of the oyster, Ostrea gigas Thunberg. - Japanese Journal of Zoology, Transactions and abstracts, 6 (4) : 84-85
- BAIRD (R. H.), 1958. - Mesure de la condition des huîtres et des moules. - Journal du Conseil 23 (2) : 249-257
- BOURY (M.), 1929. - Les facteurs de la reconstitution des huîtres alréennes. Rev-Trav. Off. Pêches marit., 2 (3) : 306-311
- CAHN (A. R), 1950. - Oyster culture in Japan. - U. S. depart. of the Interior Fish and Wildlife. Fishery leaflet : 383.
- CHIPPERFIELD (P. N. J.), 1953. - Observations on the breeding and settlement of Mytilus edulis in British waters. - J. mar. Biol. ass. U. K., 32 : 449-476
- COE (W. R.), 1934. - Alternation of sexuality in oysters. - American Naturalist, 68 (716) : 236-251
- COE (W. R.) 1943). - Developpement of the primary gonads and differentiation of sexuality in Toredo navalis and others pelicipod mollusks. - Biol Bull., 84 (2) : 178-186
- CORBAIL (M. J.), 1968. - Etude de la reproduction des huîtres portugaises en baie de Bourgneuf de 1964 à 1967. - Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 32 (4) : 387-396

DRINMAN (R. E.) et PARKINSON (J. P.) 1961. - Progress in Canadian oyster hatchery developpement. - Circ. Fish. Res. Bd Canada Stat. St Andrews. N. B : 51. avril 1957.

EGAMI (N.), 1952. - Studies on sexuality in Japanese oyster, Ostrea gigas. VI : Differentiation of the transplanted gonad. - Annotationes Zoologicae Japonenses, 25 (1-2) : 182-186

EGAMI (N), 1953. - Studies on sexuality in Japanese oyster, Ostrea gigas. VII : Effects of gill removal on growth and sexuality. - Annotationes Zoologicae Japonenses. 26 (3) : 145-150.

FRANCIS-BOEUF (C.), 1947. - Recherches sur le milieu fluvio-marin et les dépôts d'estuaire. - Ann. Inst. Oceanogr., 23 : 1949-344

GALTSOFF (S.P.), 1964. - The american oyster. - U. S. Fish Wildl. Serv., Fish. Bull. 64.

HARVEY (H.W), 1949. - Chimie et biologie de l'eau de mer. - Paris, bibl. sci-P. U. F., ed. française, 177 p

IMAI (T.) et SAKAI (S.), 1961. - Study of breeding of japanese oyster. - Tohoku J. Agric. Res., 1 (2)

INGLE (R. M.), 1949. - A comparative study of oyster condition. - Science, 109 (2841) : 593.

KORRINGA (P.), 1955. - Quality estimation on mussels and oysters. - Arch. f. Fishereicoiss, 6 (3-4) Braunschweig

KORRINGA (P.), 1952. - Recent advances in oyster biology. - Quarterly Review, 27 (3) : 266-308, (4) : 339-365

MARIN(J), 1971. - Etude physico-chimique de l'estuaire du Belon. - Rev- Trav- Inst. Pêches marit., 35 (2) : 109-156.

LE DANTEC (J.) 1968. - Ecologie et reproduction de l'huître portugaise (C. angulata), dans le bassin d'Arcachon et la rive gauche de la Gironde. - Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 32 (3) : 237-362.

LE DANTEC (J.) et RAIMBAULT (R.), 1965. - Croissance comparée des huîtres portugaises (Bassin d'Arcachon-Etangs méditerranéens). - Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit., n° 140

LE ROUX (S.), 1956. - Phytoplancton et contenus stomacaux d'huîtres portugaises (Gryphea angulata L m k), dans le bassin d'Arcachon. - Rev. Trav. Inst. Pêches maritimes., 20 (2) : 163-169

LOOSANOFF (V. L.), 1939. - Spawning of Ostrea virginica at low temperatures. - Science, 89 (2304) : 177-178

LOOSANOFF (V. L.), 1942. - Seasonal gonad changes in the adult oysters, Ostrea virginica of Long Island Sound. - Biological Bulletin, 82 (2) : 195-206

LOOSANOFF (V. L.), 1952. - Behaviour of oyster in water of low salinities. Process. nat. Shell. ass. : 135-151.

LOOSANOFF (V. L.) et DAVIS (H. C.), 1950. - Spawning of oysters in low temperatures. - Science, 115 (2999) : 675-676

LOOSANOFF (V. L.) et DAVIS (H. C.), 1950. - Delaying spawning of lamellibranchs by low temperature. J. Mar. Res. 10 : 197-202

LOOSANOFF (V. L.) et DAVIS (H. C.), 1952. - Repeated semiannual spawning of northern oysters. - Science, 111(2889) : 521-522

LOOSANOFF (V. L.) et DAVIS (H. C.), 1963. - Shellfish hatcheries and their future. - Comm. Fish. Rev., 25 (1).

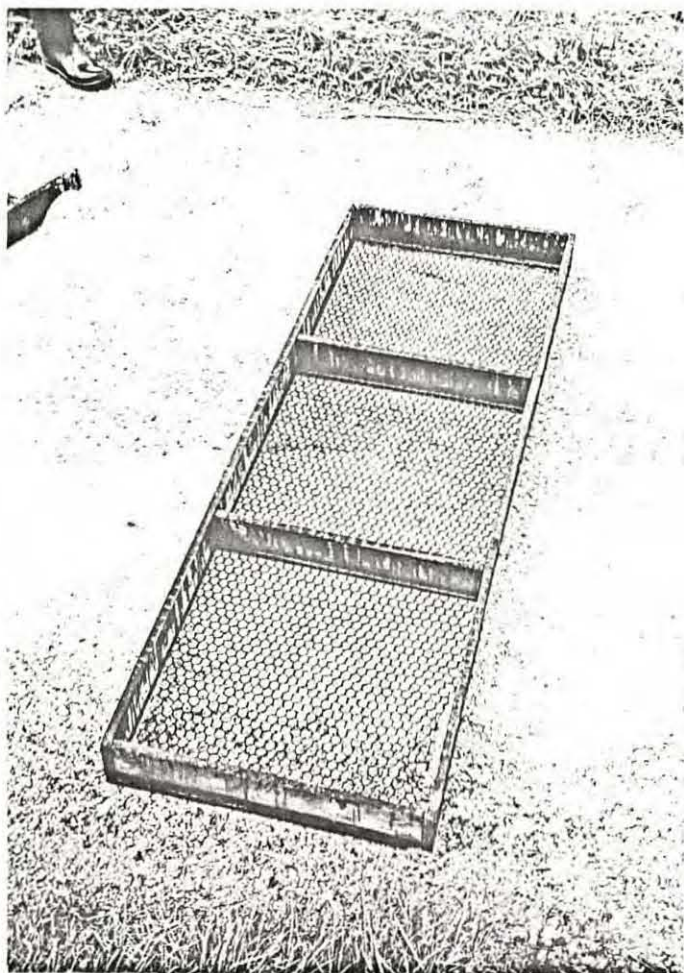
LOOSANOFF (V. L.), DAVIS (H. C.) et CHANLEY (P. E.), 1966. - Dimensions and shapes of larvae of some marine bivalve mollusks. - Malacologia, 4 (2) : 351-435

- LUBET (P.), 1959. - Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les Mytilidés et les Pectinidés. - Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 23 (4) : 387-449
- MARTEIL (L.), 1959. - Les bancs naturels et la reproduction de l'huître plate en Morbihan. - Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 23 (3) : 287-296
- MARTEIL (L.), 1960. - Ecologie des huîtres du Morbihan : Ostrea edulis LINNE et Gryphea angulata LAMARCK. - Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 24 (3)
- MATTHIESEN (G. C.), 1970. - A review of oyster culture and the oyster industry in North America. - Contribution n° 2528. Woods'Hole Oceanographic Institution.
- MEDCOFF (J. C.) et NEEDLER (A. W. H.), 1941. - The influence of temperature and salinity on the condition of oysters (Ostrea virginica). - J. Fish. Res. Bd. Canada, 5 (3) : 253-257
- MULLIN (J. B.) et RILEY (J. P.), 1955. - The spectrophotometric determination of nitrate in natural waters with particular reference to sea water. - Anal. Chim. Acta. 27 : 31.
- NEEDLER (A. B.), 1932. - Sex reversal in Ostrea virginica. - Contribution to Canadian Biology and Fisheries being Studies from the Biological Stations of Canada, new series. 7 (22) : 283-294.
- NEEDLER (A. B.). 1932. - American oysters change their sex. - Progress reports of the Atlantic Biological Station, St. Andrews, N. B., and fisheries experimental Station, (Atlantic) Halifax, N. S. 5 : 3-4.
- NEEDLER (A. B.), 1942. - Sex reversal in individual oysters. - J. Fish. Res. Bd. Canada, 5 (4) : 361-364

- ORTON (J. H.), 1936. - Habit and shell and shell shape in Portuguese oyster *O. angulata*. *Nature*, London, 138 : 466-467.
- PAULMIER (G.), 1972. - Seston, phytoplankton et microphytobenthos en rivière d'Auray. Leur rôle dans le cycle biologique des huîtres (*O. edulis* L.). - *Rev. Trav. Insti. Pêches marit.*, 36 (4) 1-373.
- RANSON (G.), 1927. - L'absorption des matières organiques dissoutes par la surface extérieure des animaux aquatiques. - *Ann. Inst. Oceanogr.*, 4 (3) : 49-175
- SENO, 1927. - In *Marine Aquaculture*, 1970, PB : 194-051-T, part 2 of 2
- SATO, 1952 : in *Marine Aquaculture*, 1970, PB : 194-051-T, part 2 of 2.
- SPEAR (H.) et GLUDE (J.), 1957. Effects of environment and heredity on growth of soft clam (*Mya arenaria*). - *U. S. Fish. Bull.*, 114 (57) : 273-293.
- STRICKLAND (J. D. H.) et PARSONS (T. R.), 1965. - A manual of sea water analysis. - *J. Fish. Res. Bd. Canada*, n° 125.
- VILLELA (H.), 1954. - Contribution pour la connaissance de la reproduction des huîtres portugaises, *Gryphea angulata* L m k. - *Separata Rev. Fac. Cienc. Lisboa*, 2. a. Ser. C. 4 (1) : 121-187
- WALNE (P. R.), 1970. - The seasonal variation of meat and glycogene content of seven populations of oysters *Ostrea edulis* L. and a review of the literature. - *Fish. Invest. Londres*, Ser II, 26 (3).
- WILLIAM (N.) et Mc CANN (J.), 1963. - Comparison of growth of four strains of oysters raised in Taylors Pond, Chatham, Mass. - *U. S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull.*, 63 (1) : 11-17

ANNEXE : TECHNOLOGIE OSTREICOLE

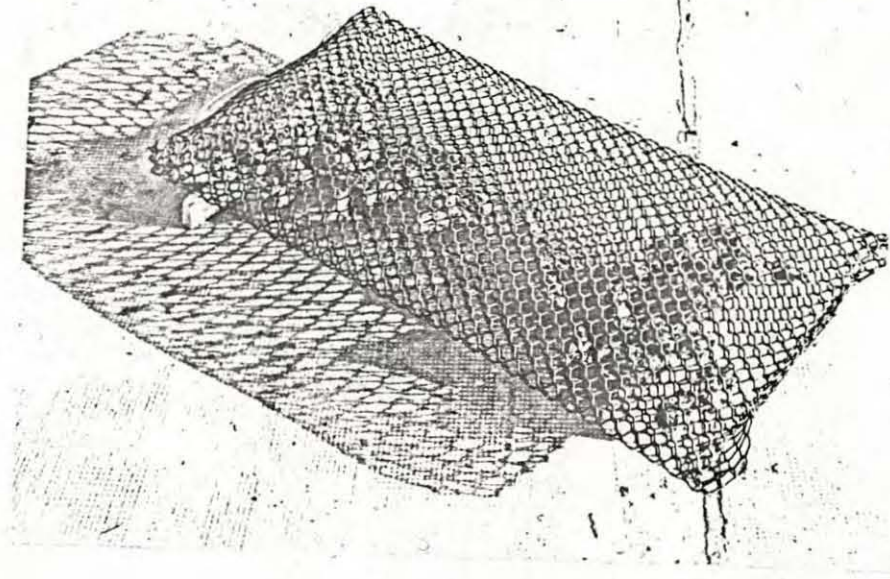
- Caisse : cadre de bois de 1,5 m de long sur 0,5 m de large et haut de 0,1 m, séparé en trois compartiments. Le fond est constitué d'un grillage en matière plastique. La caisse peut recevoir un couvercle grillagé. Elle est fixée sur des supports qui la maintiennent au dessus du sol.
- Civière : cadre de bois de 1 m de long environ, sur 0,8 m de large et haut de 0,1 m comprenant un fond grillagé et des poignées pour le transport à plat.
- Poche : sac plat en grillage de matière plastique fermé à ses deux extrémités. La poche dont les dimensions sont de 0,9 m sur 0,5 m de large, est fixée à plat sur des supports la maintenant au dessus du sol.
- Suspension : la technique d'élevage en suspension a consisté dans le cas de notre étude à fixer, sur une corde de nylon, trois huîtres à l'aide d'un peu de ciment à prise rapide. Les huîtres fixées par talon peuvent croître sans être gênées.



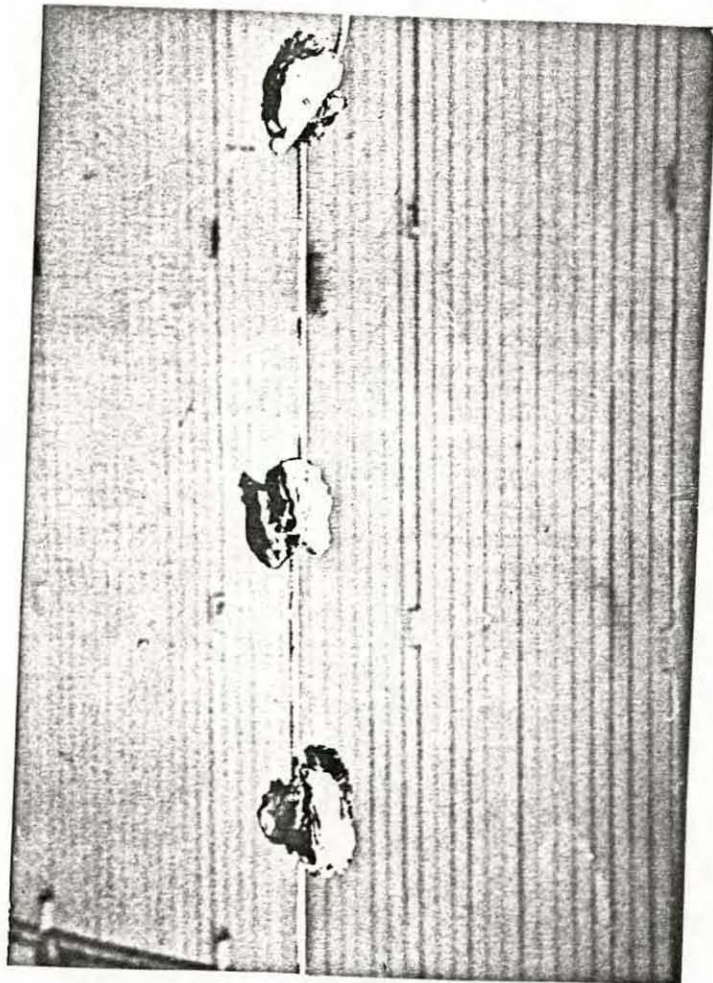
Caisse ostréicole



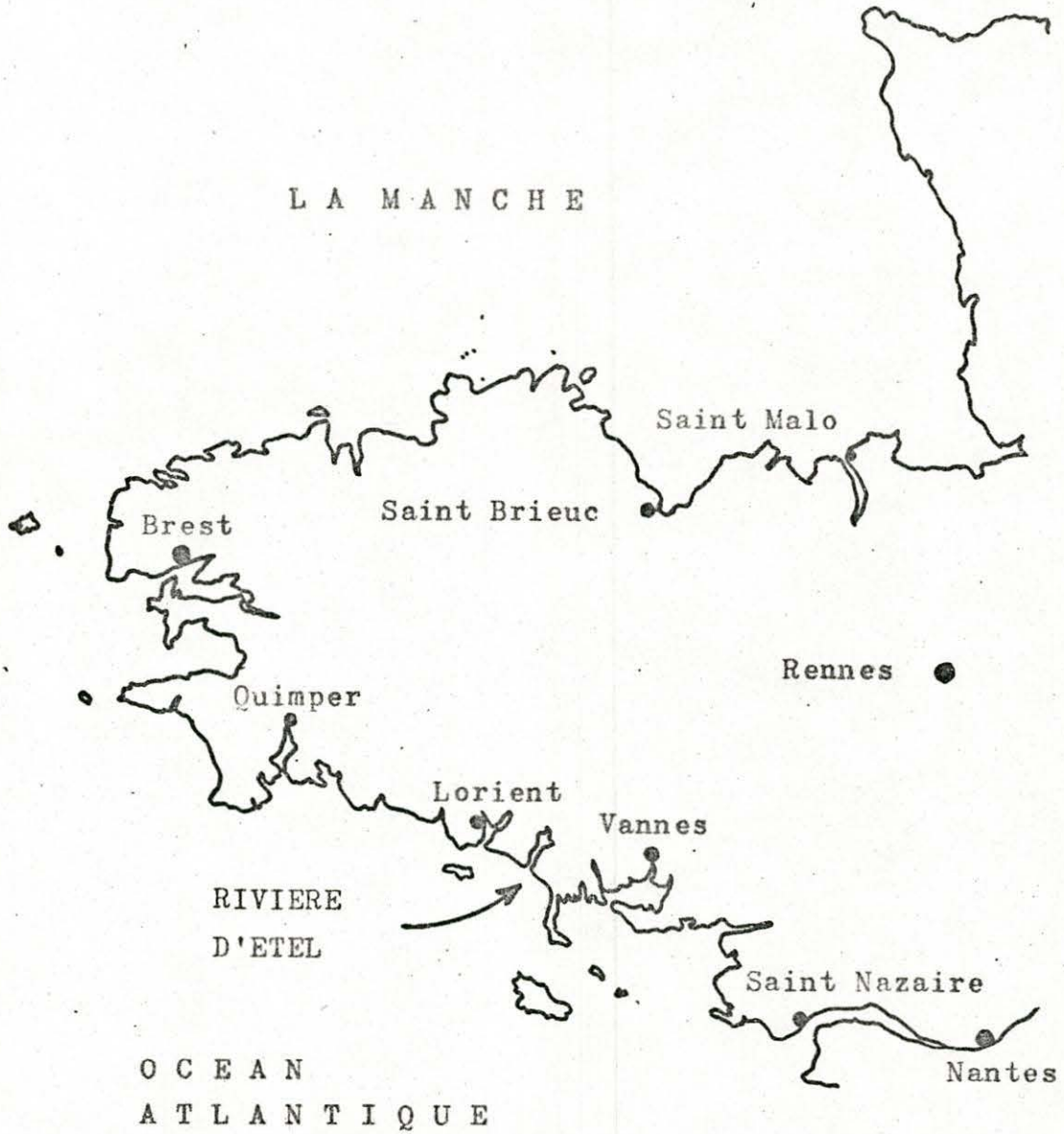
Civière ostréicole

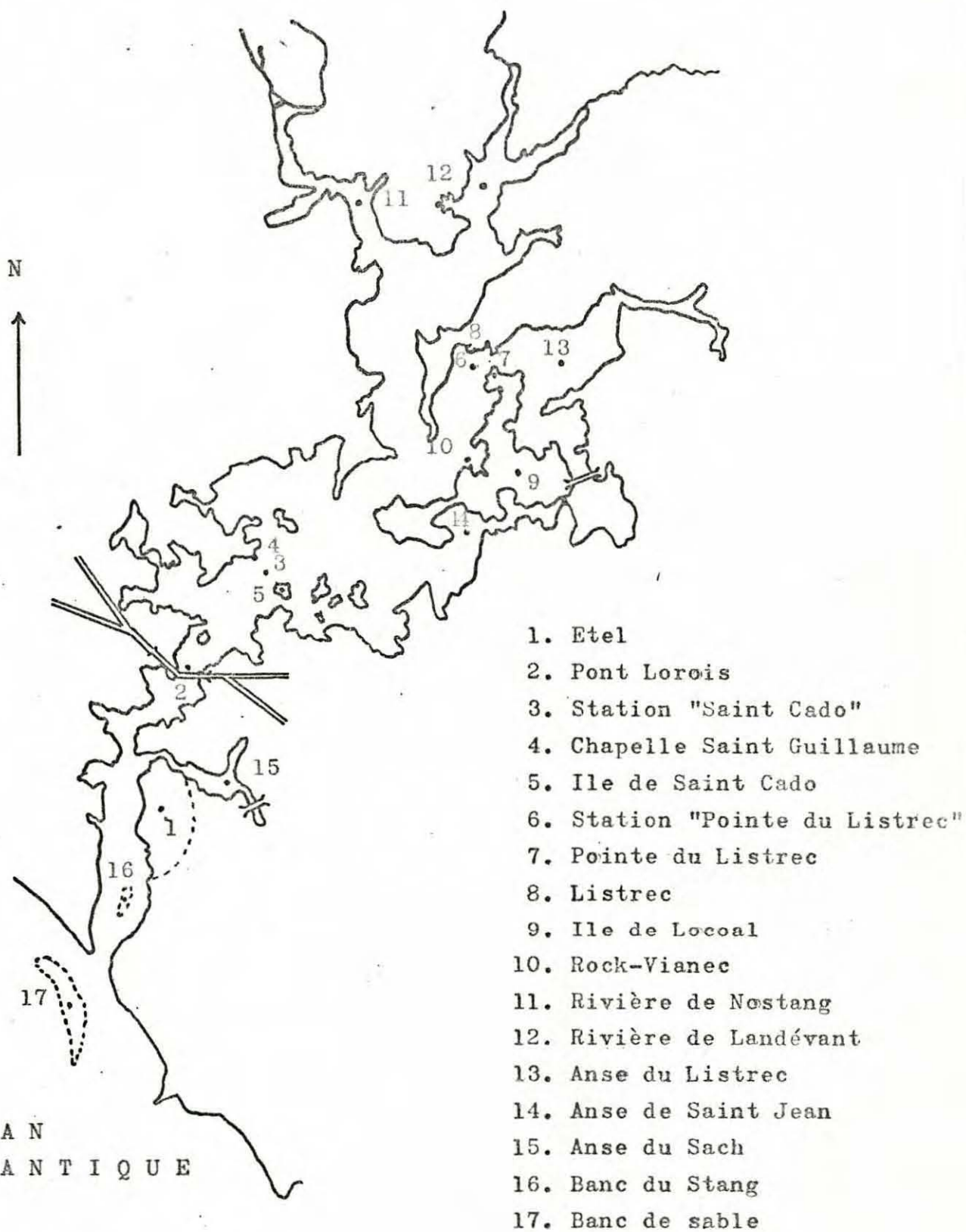


Poche ostréicole



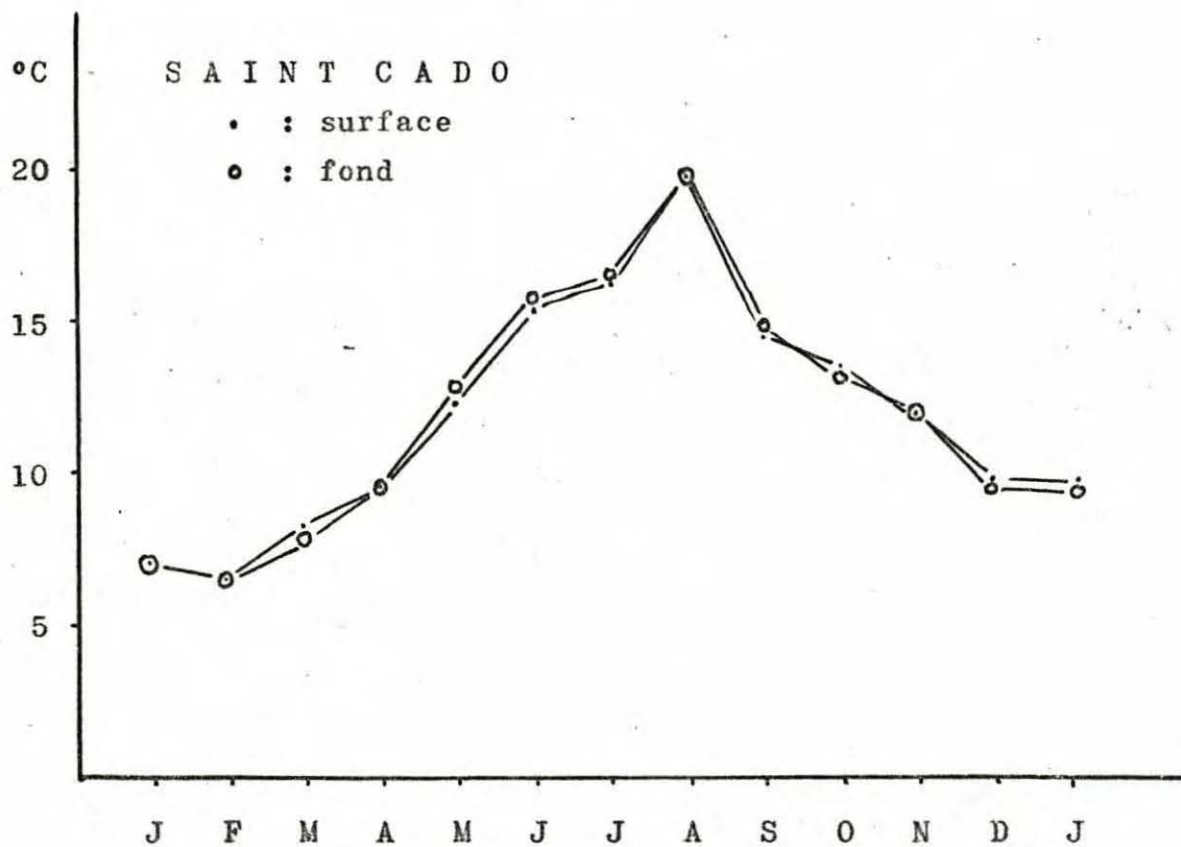
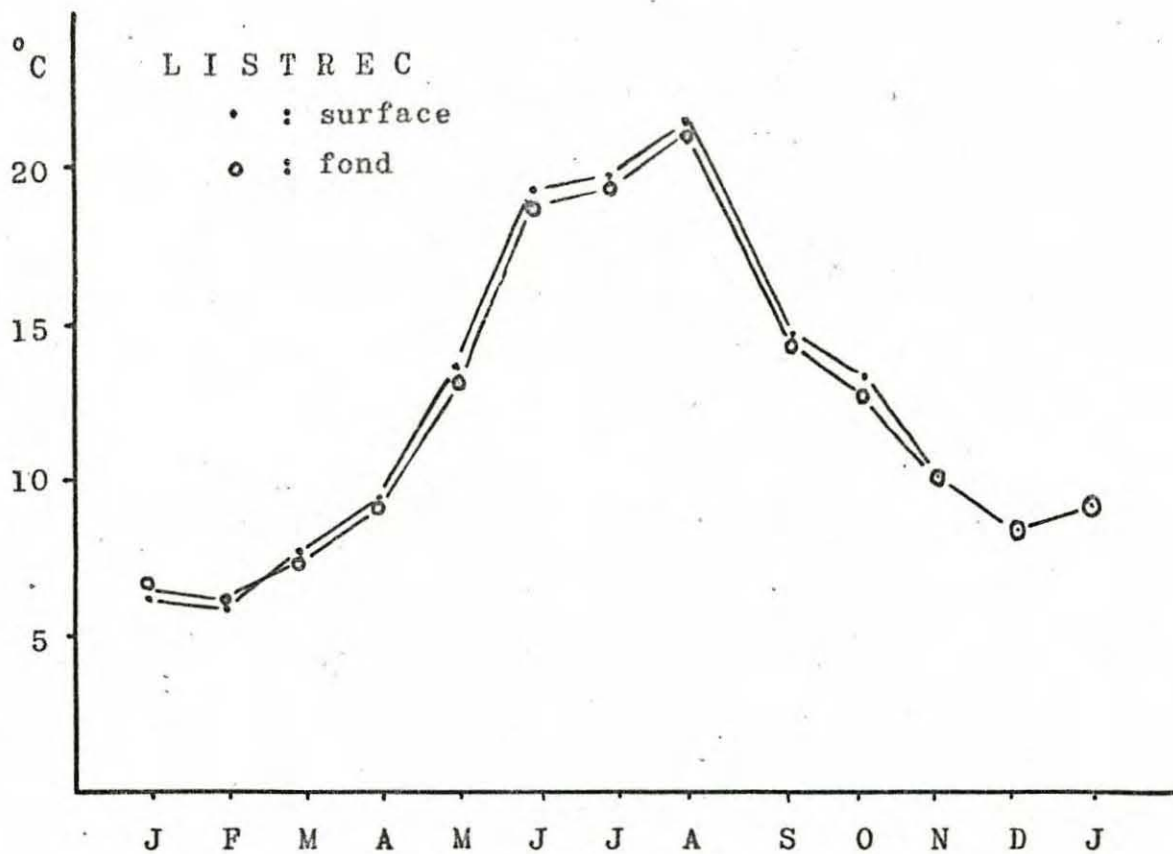
Huîtres en suspension

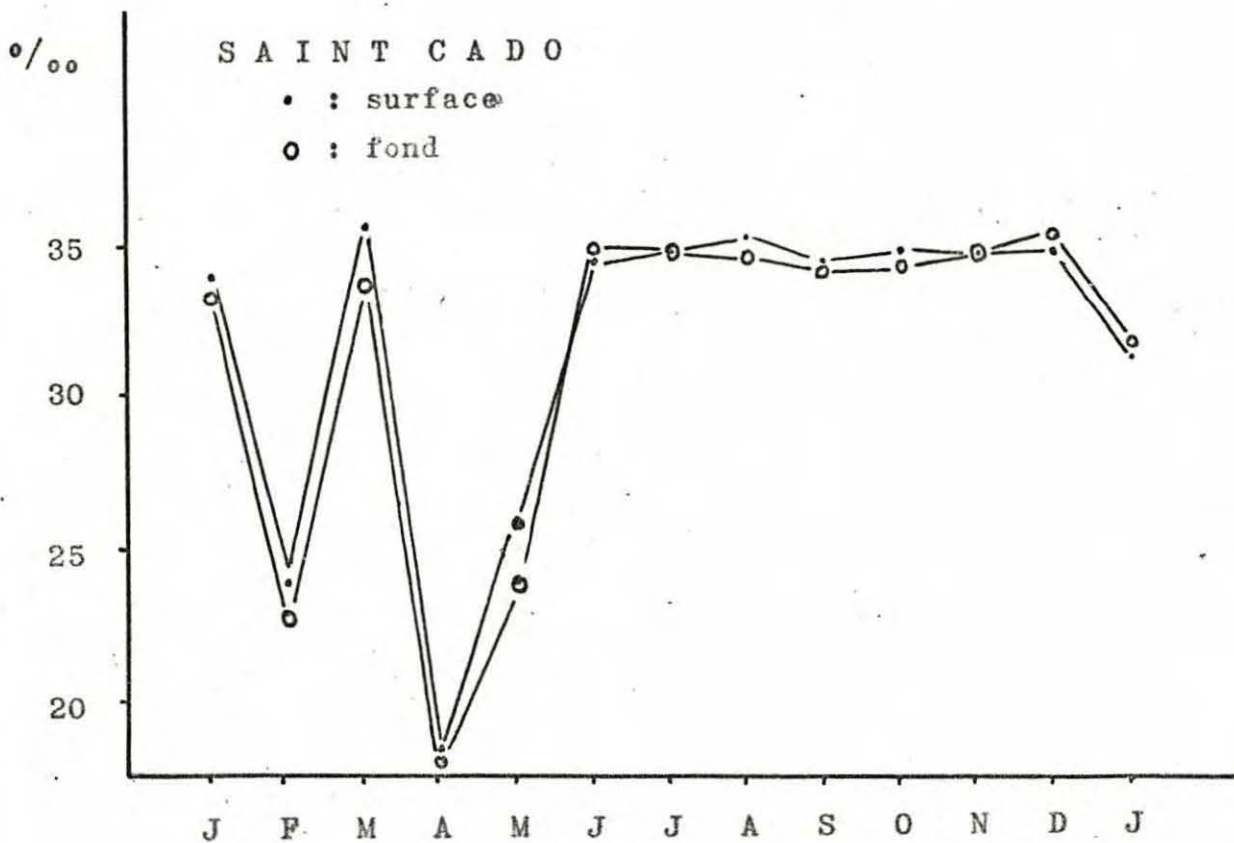
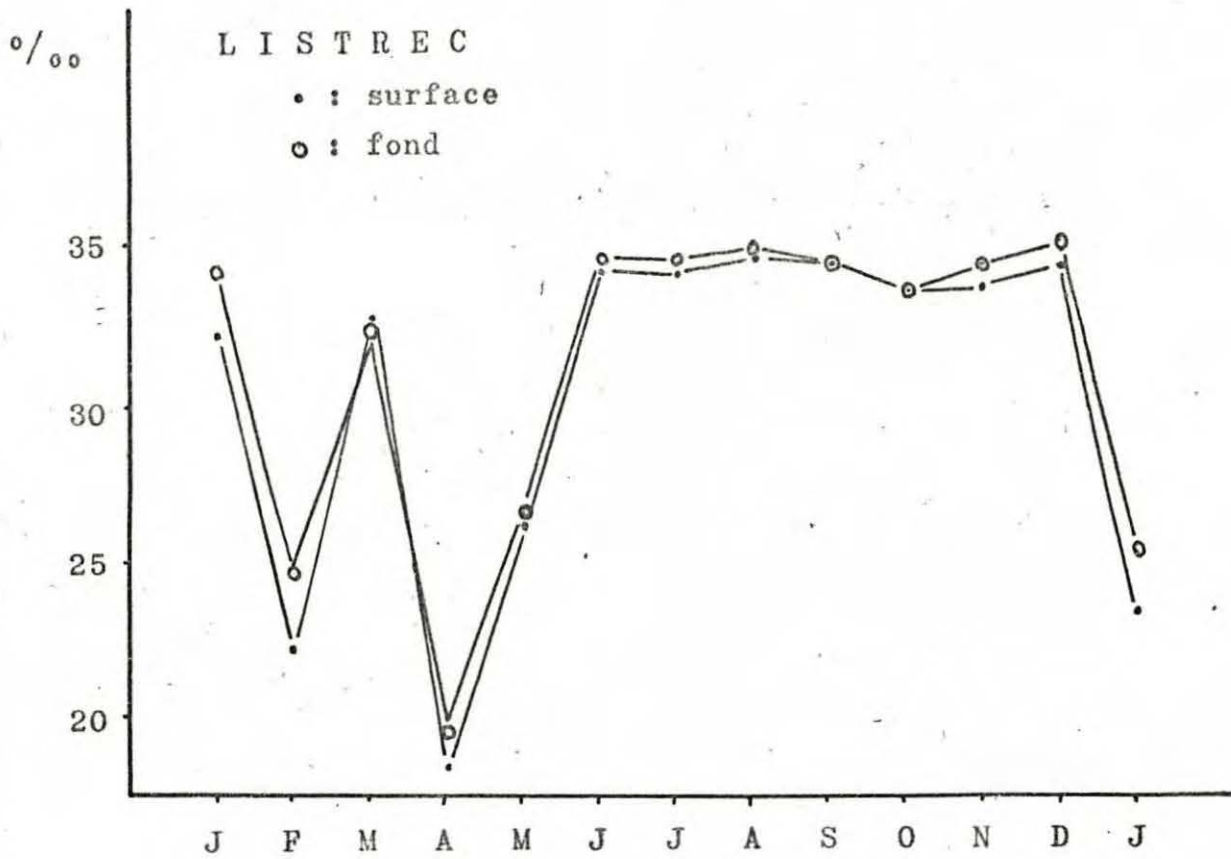


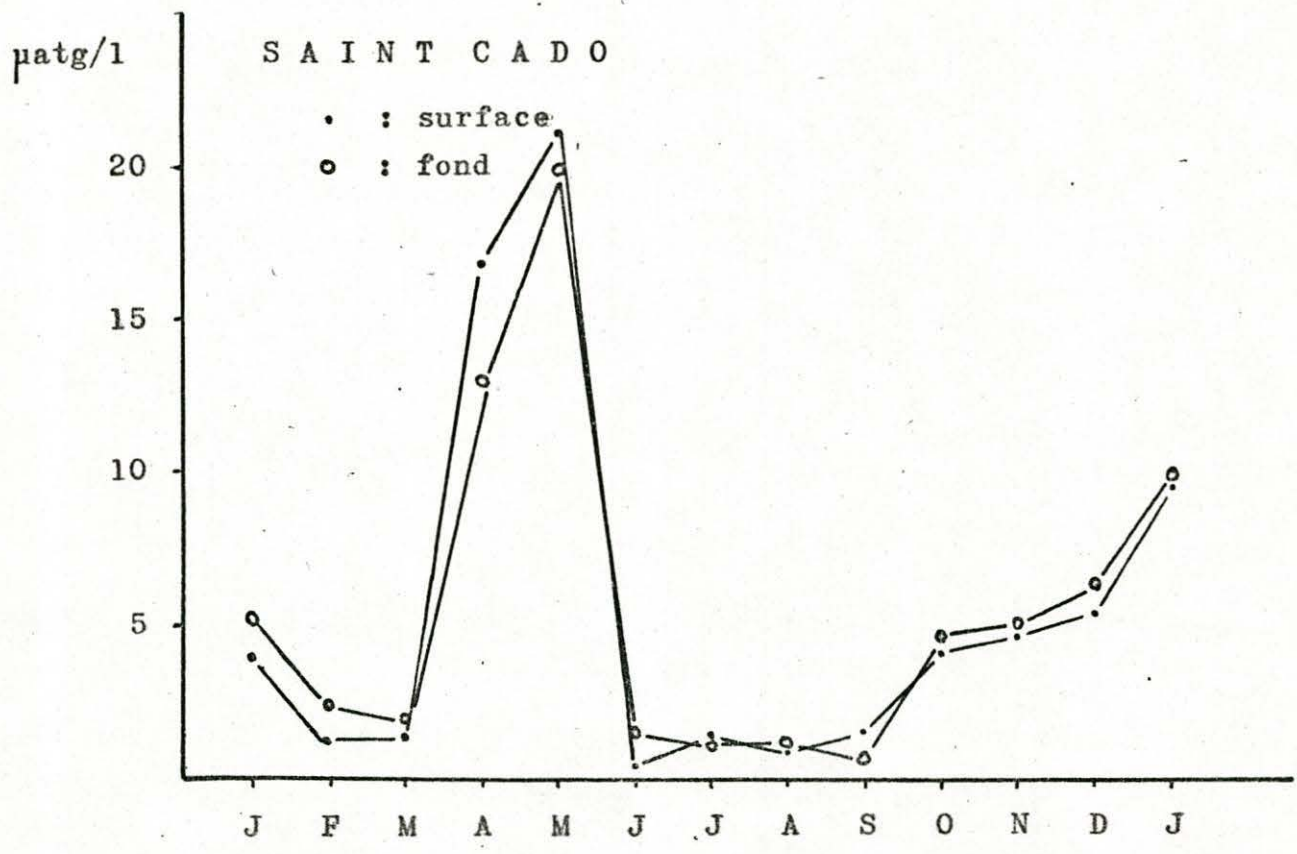
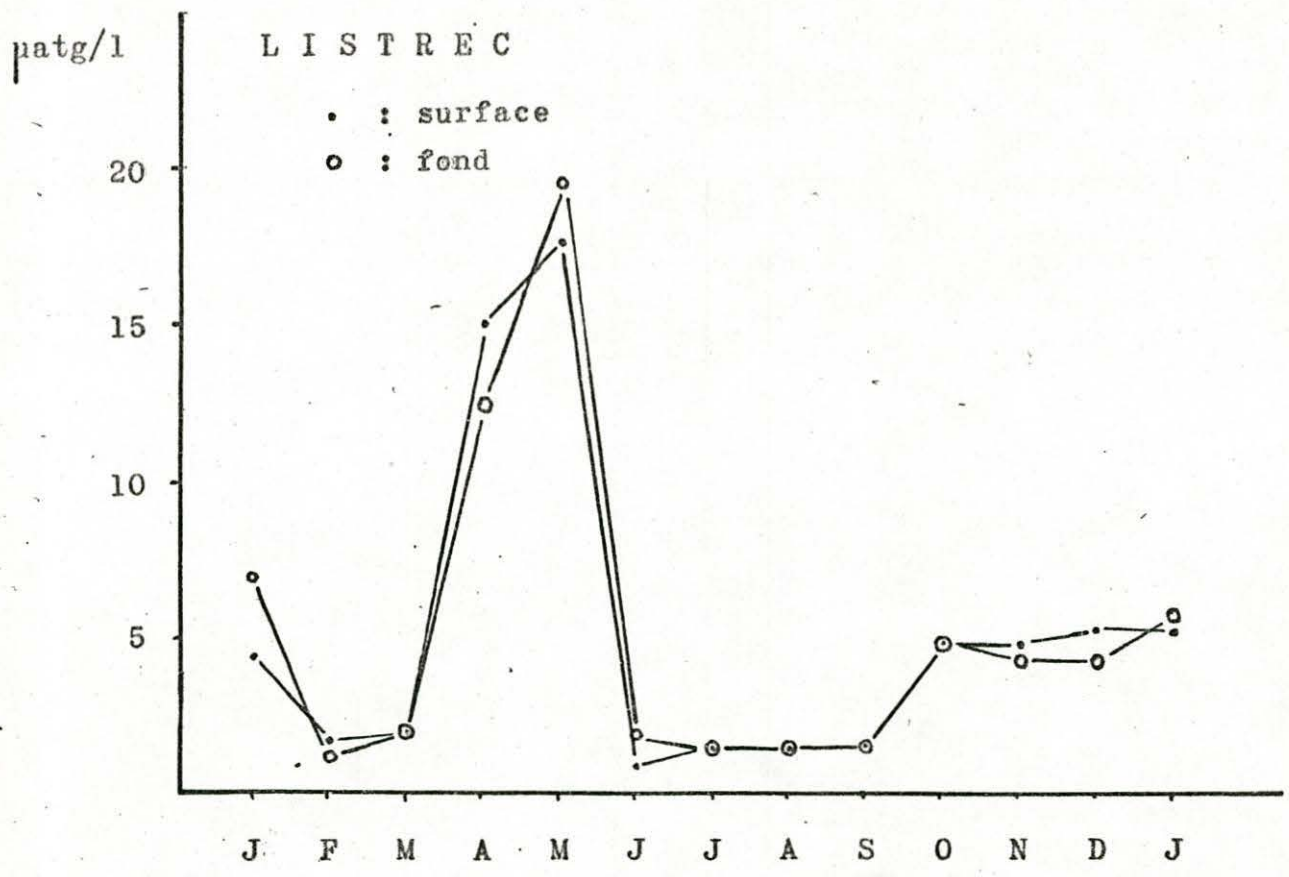


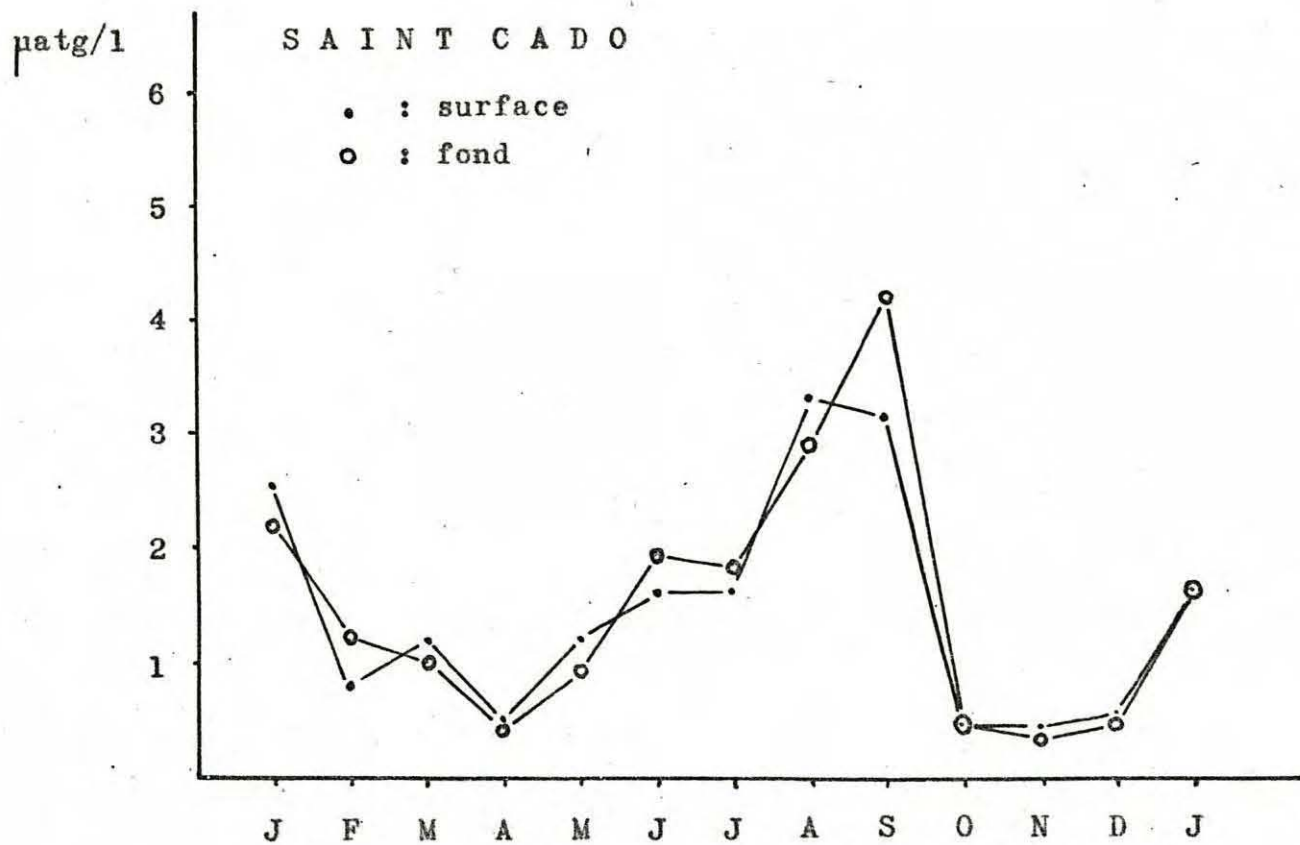
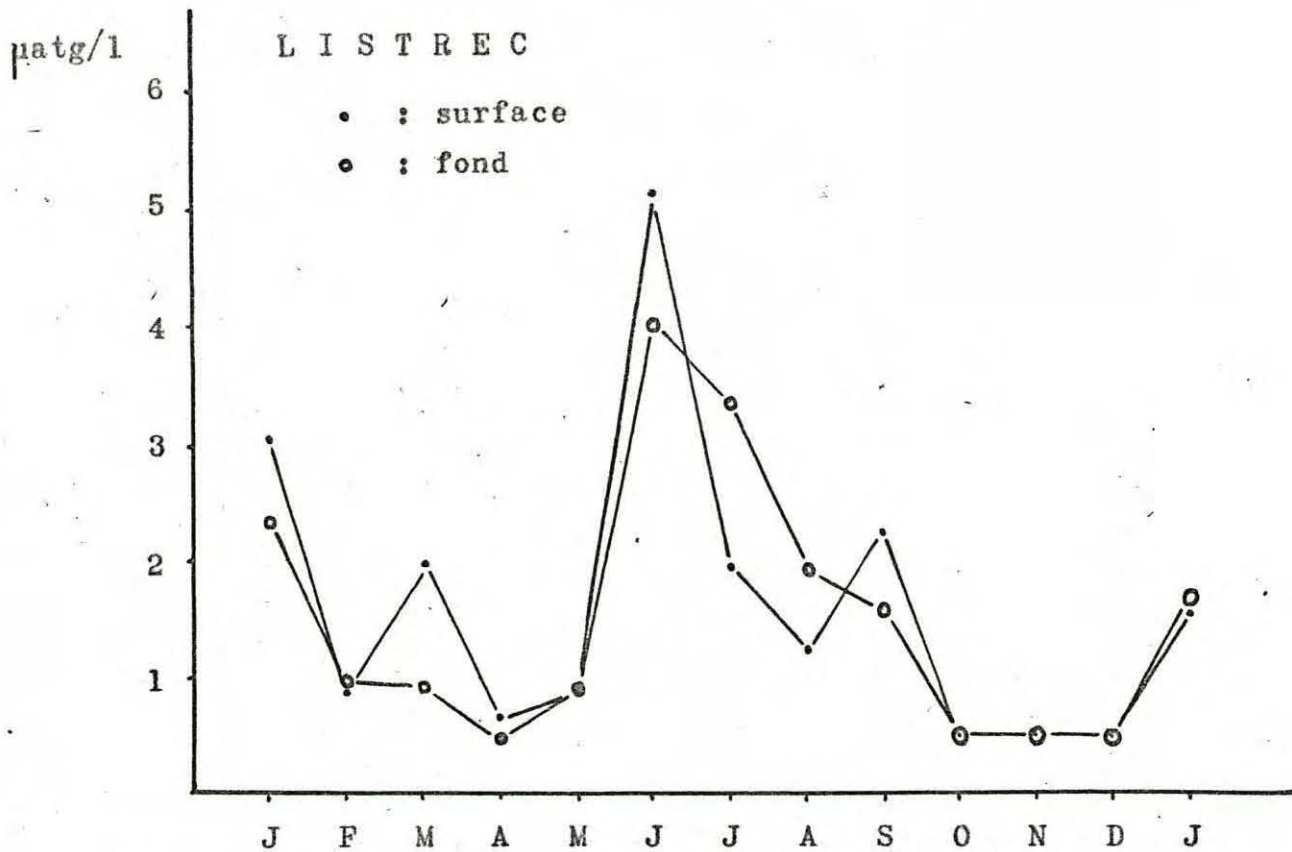
O C E A N
A T L A N T I Q U E

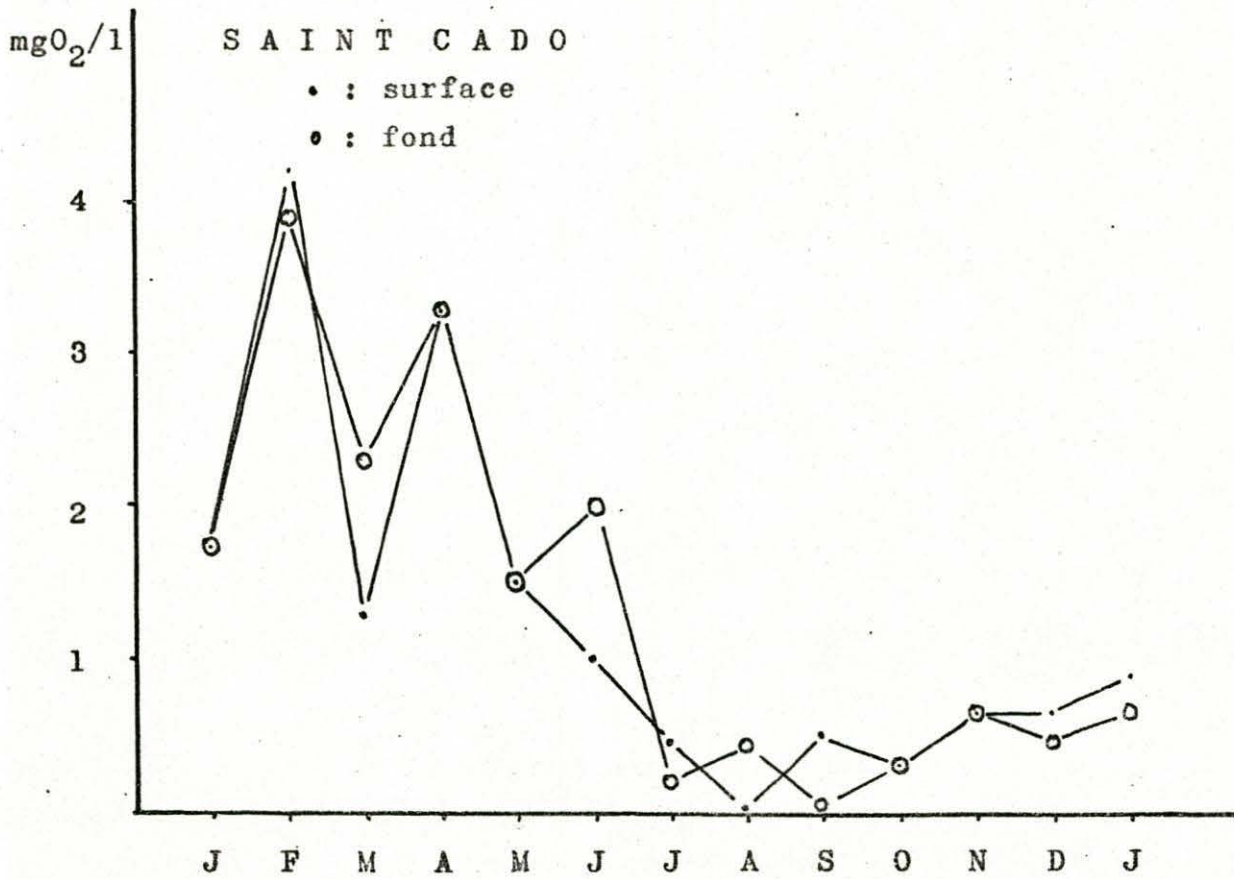
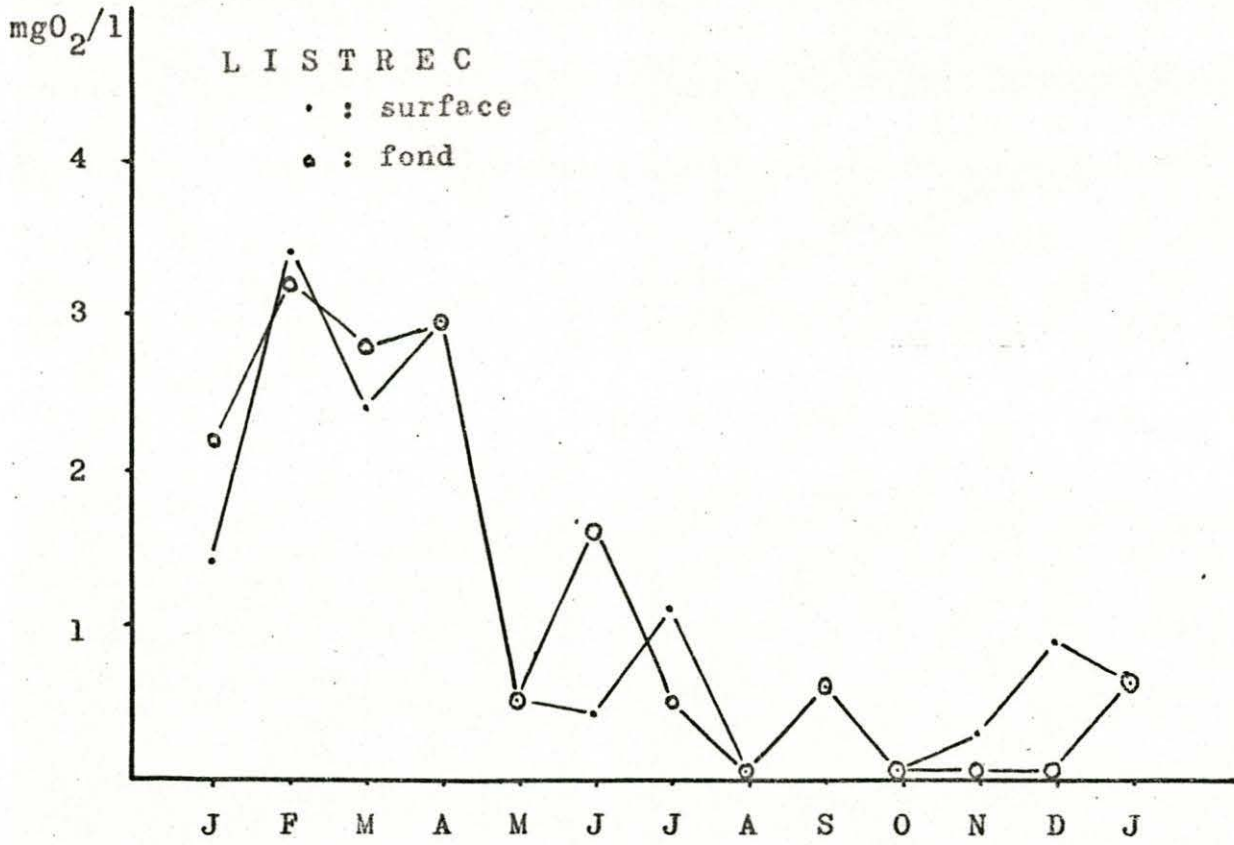
4 Km

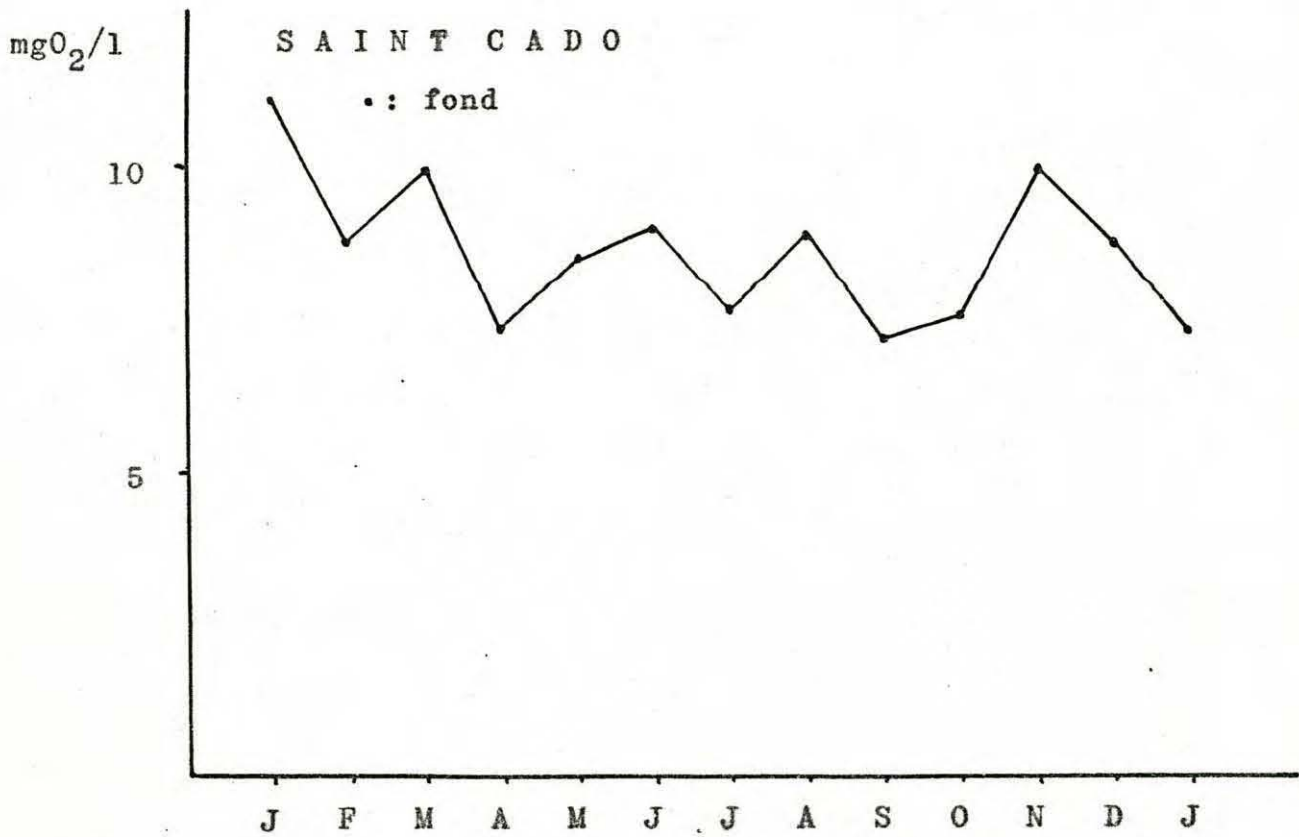
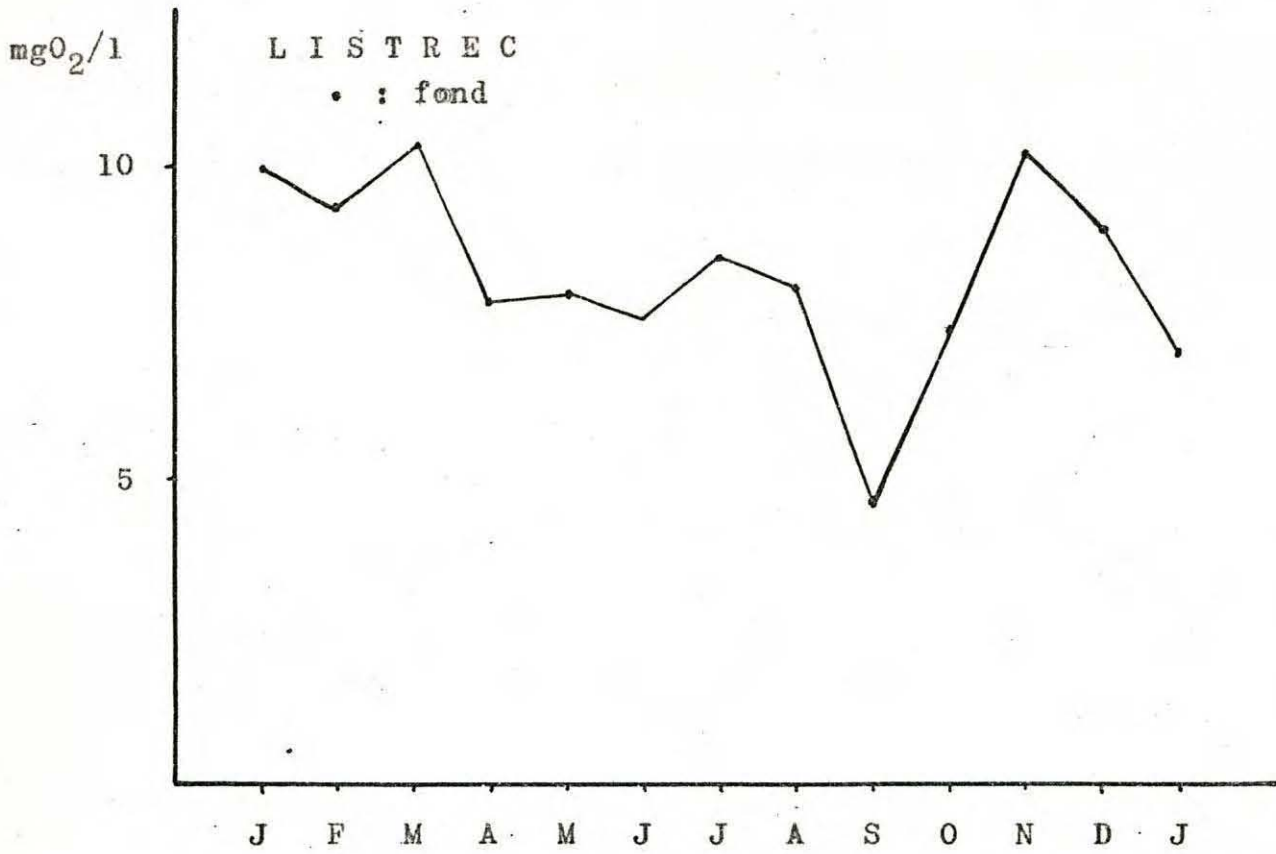




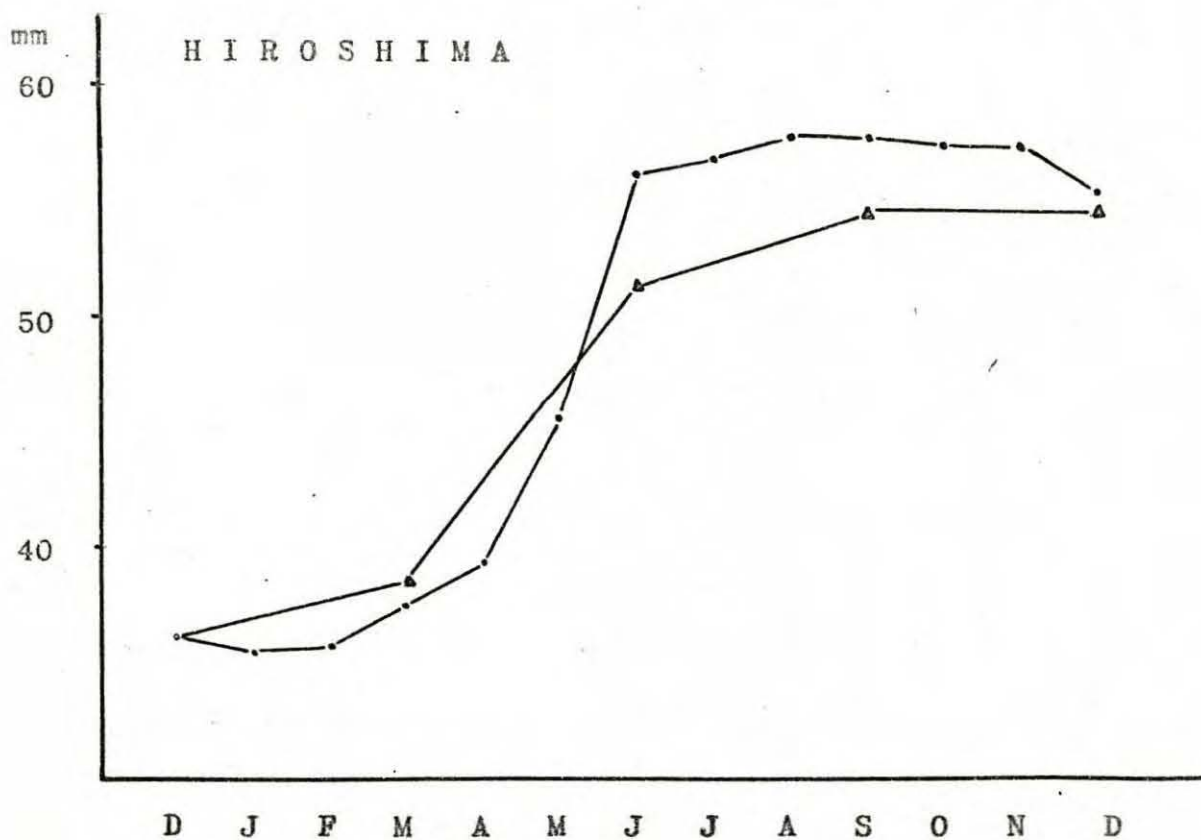
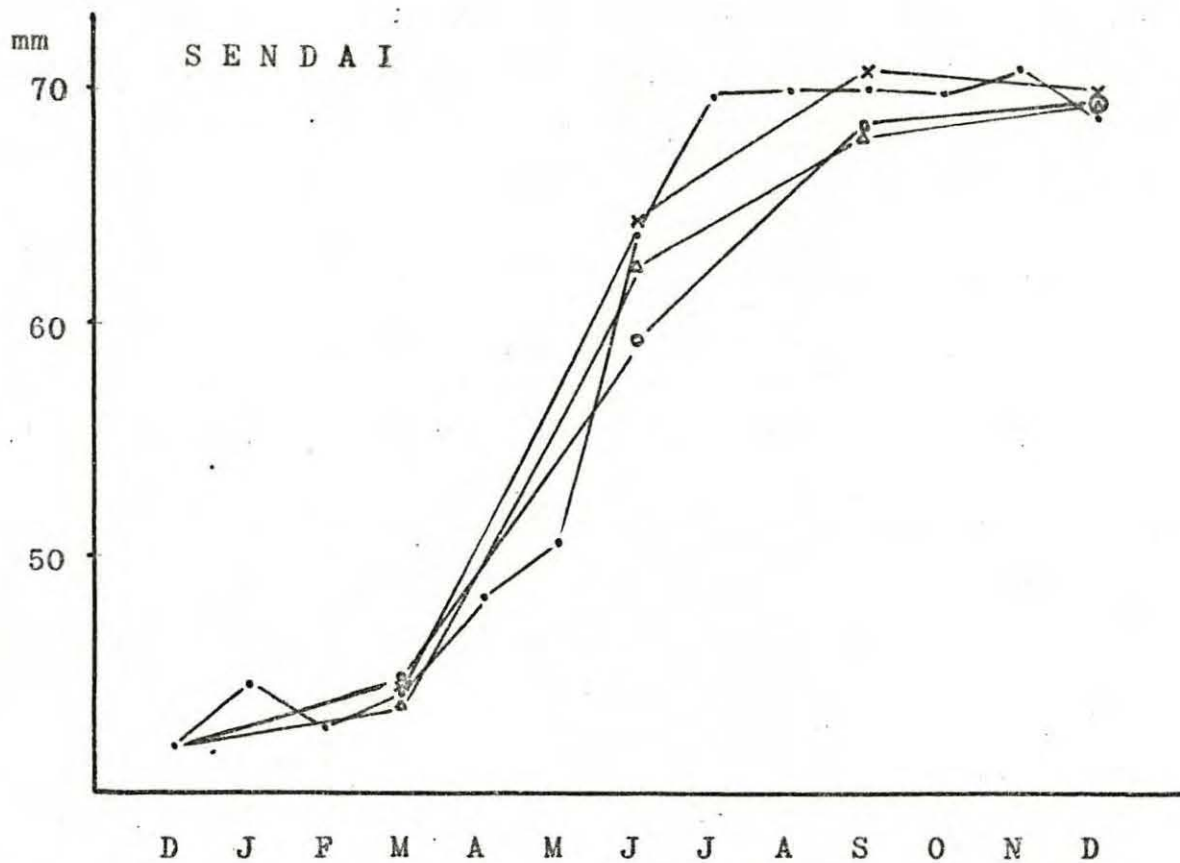




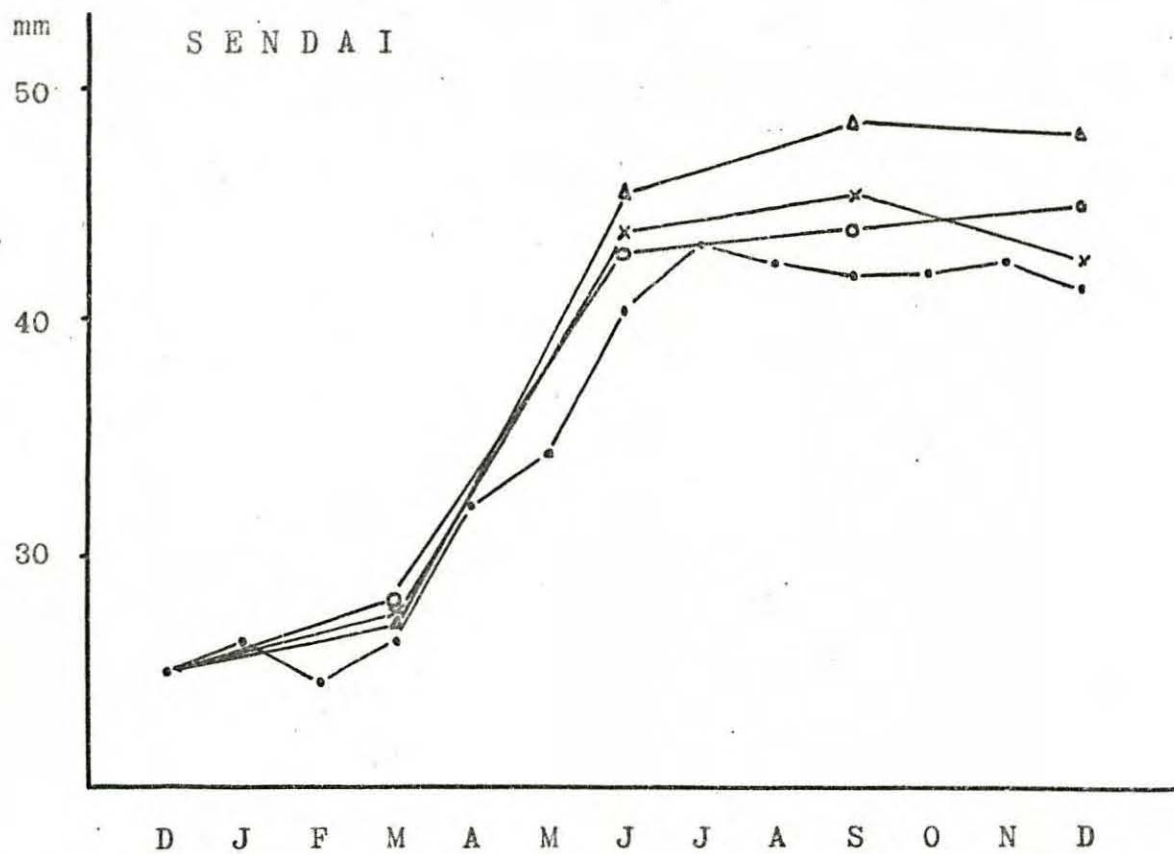




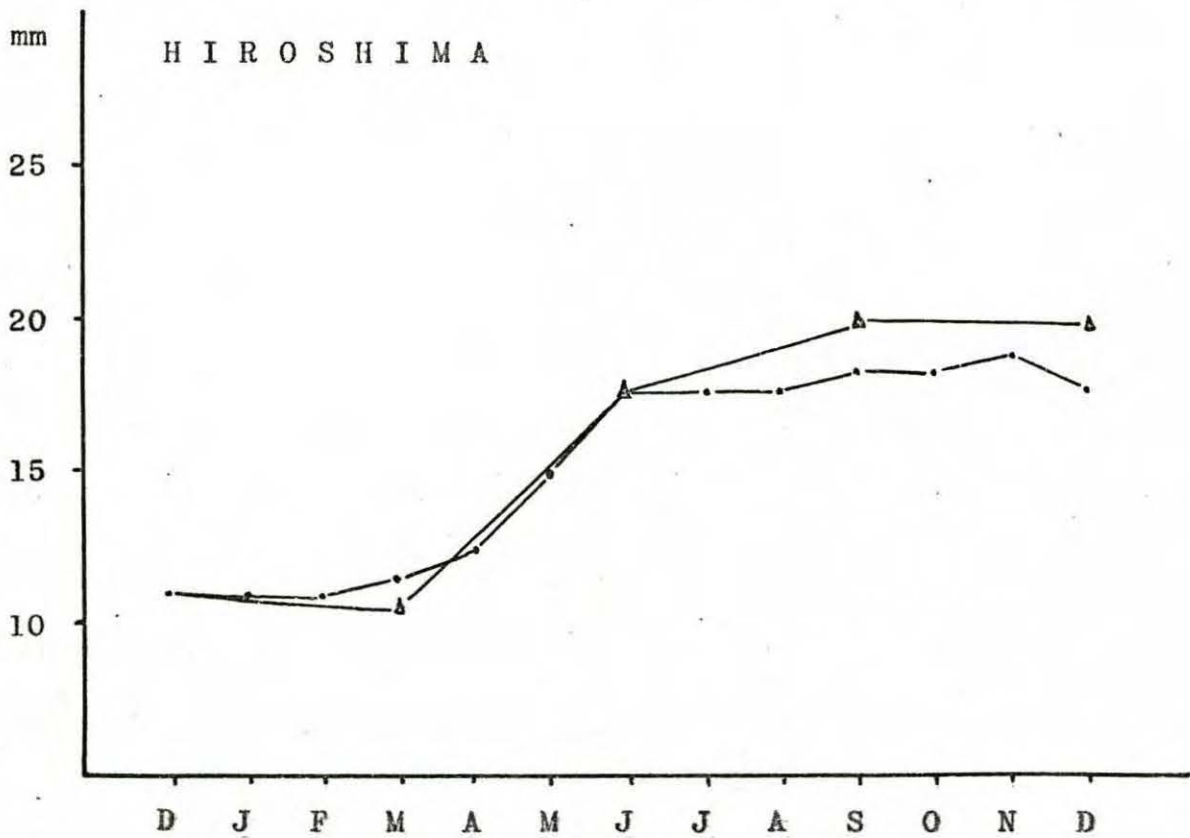
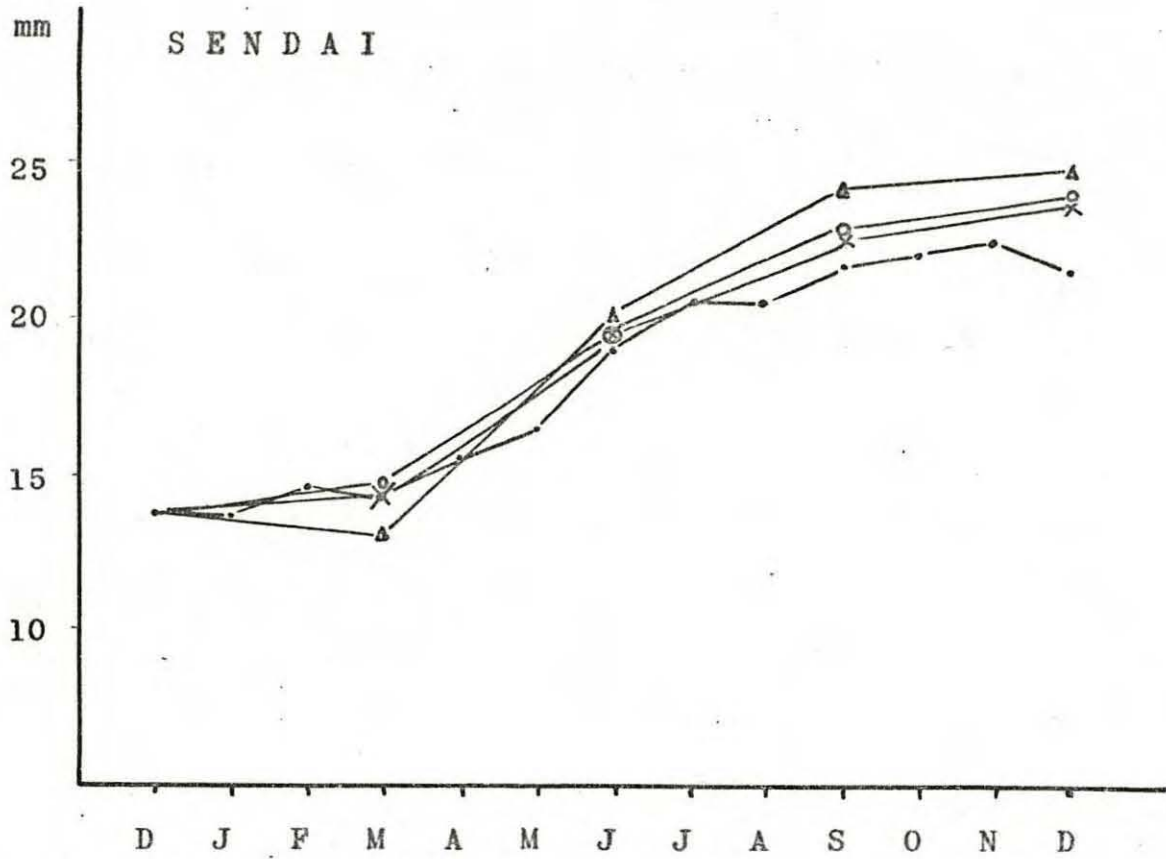
PL. VII CROISSANCE EN LONGUEUR



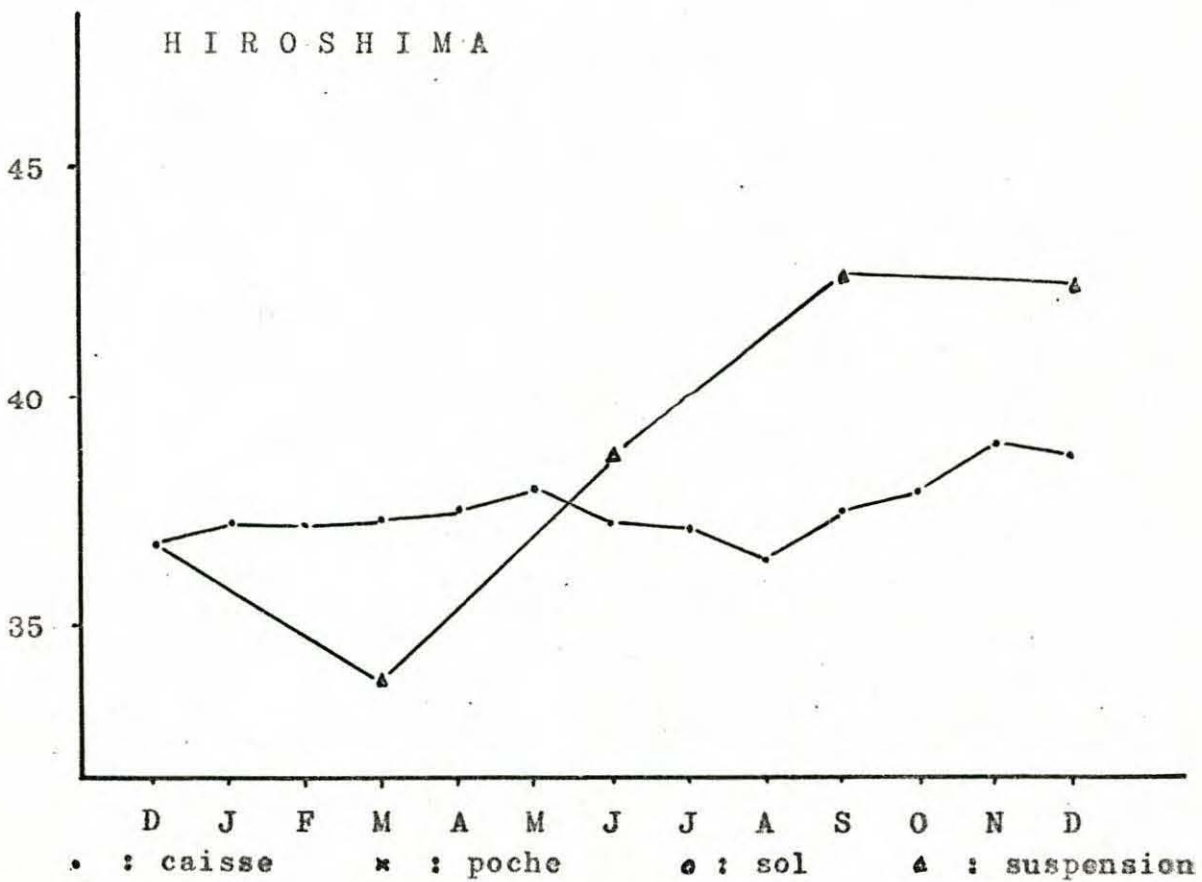
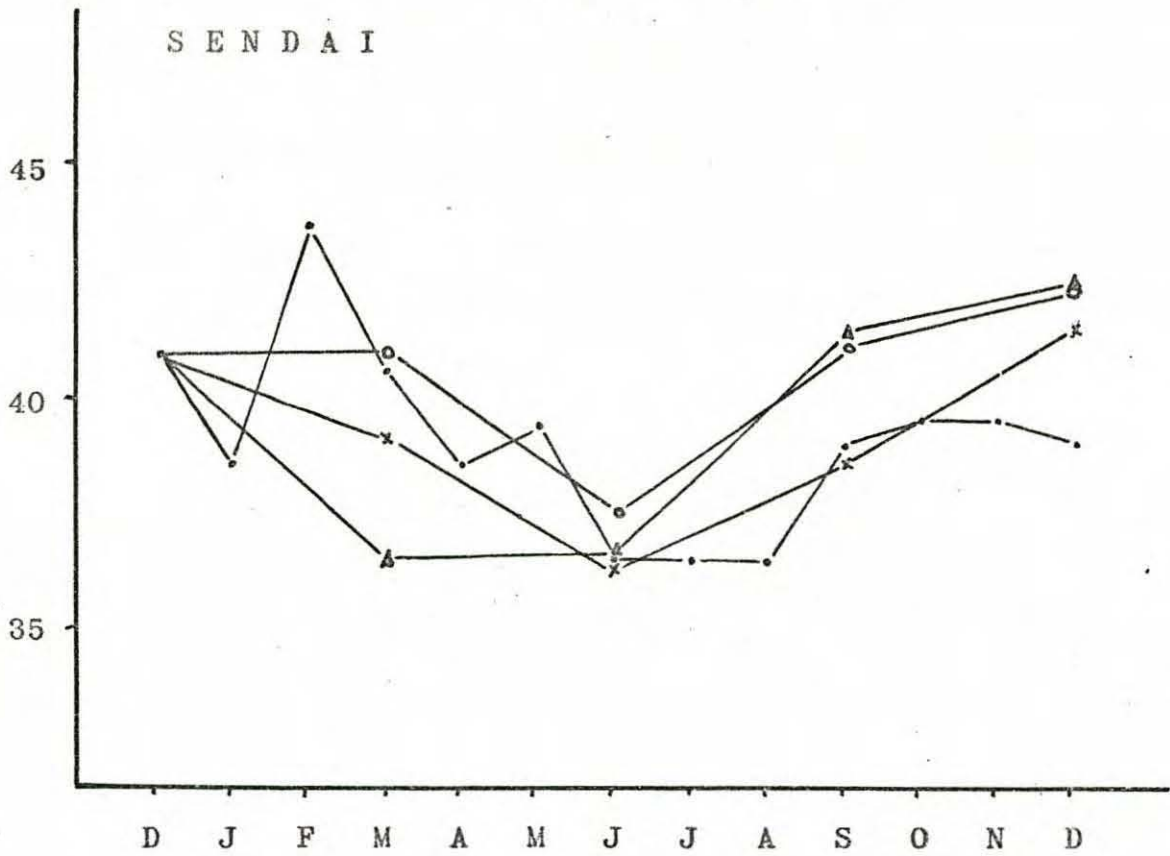
● : caisse ○ : sol x : poche Δ : suspension



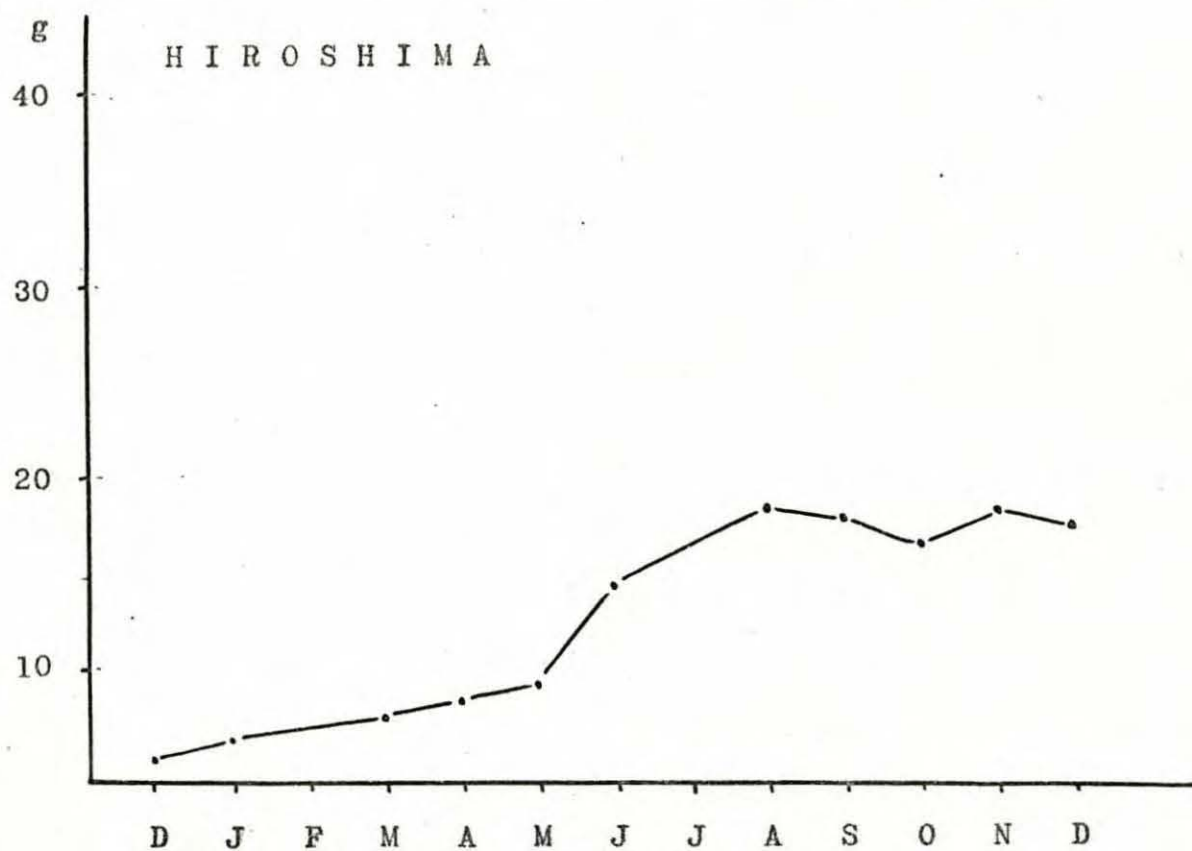
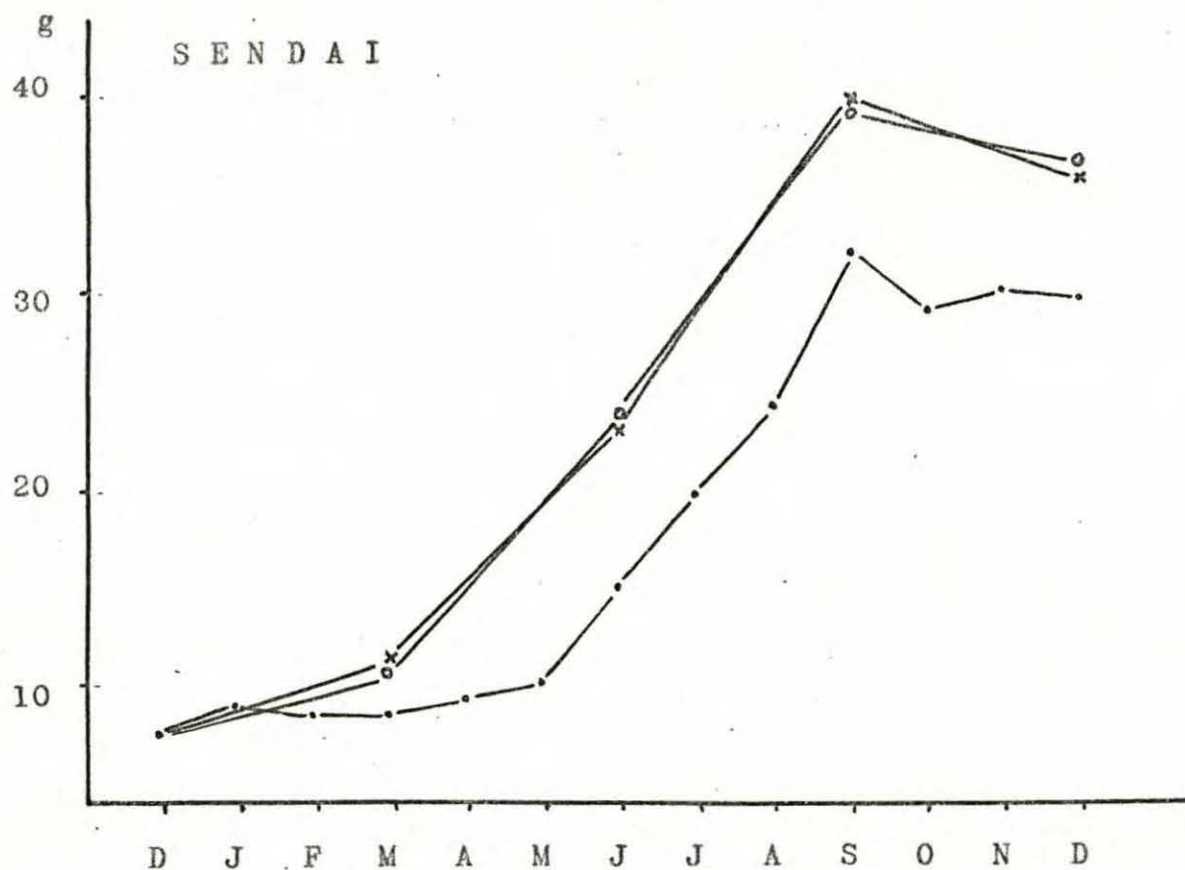
• : caisse x : poche o : sol ▲ : suspension



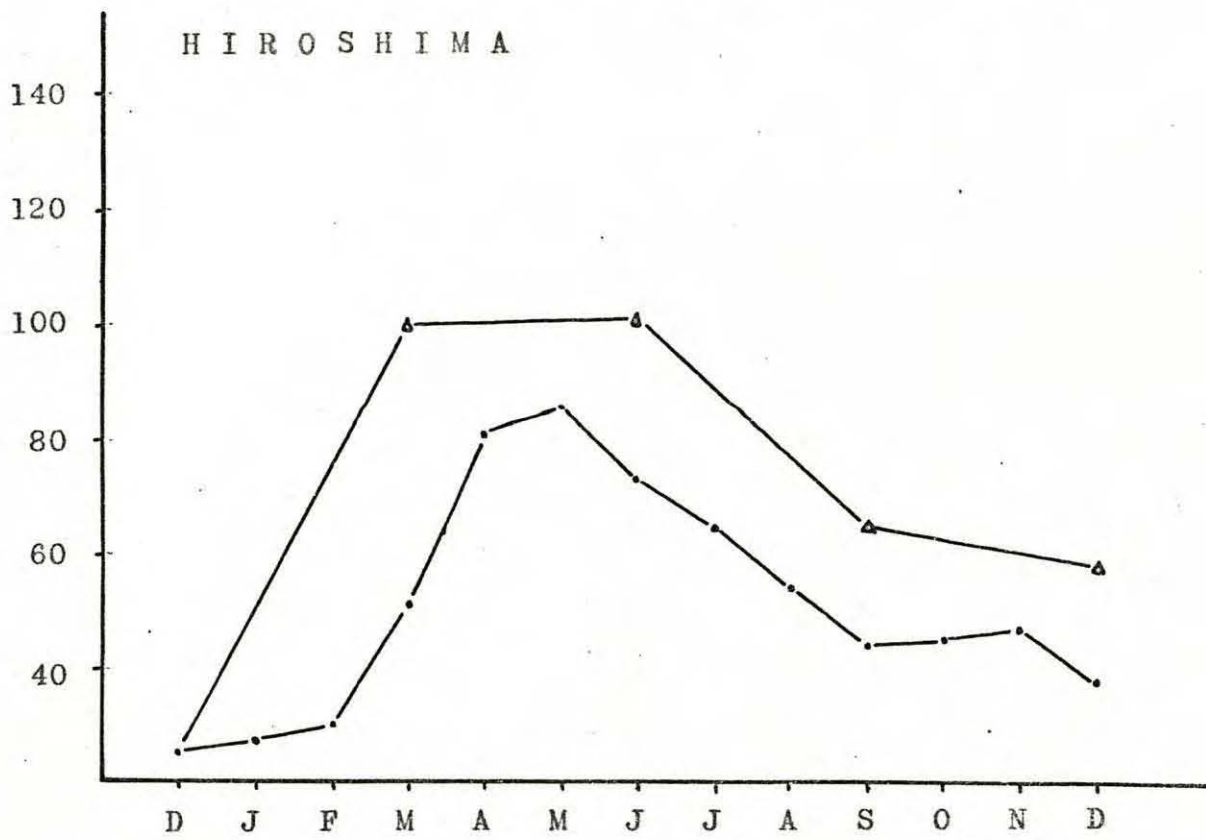
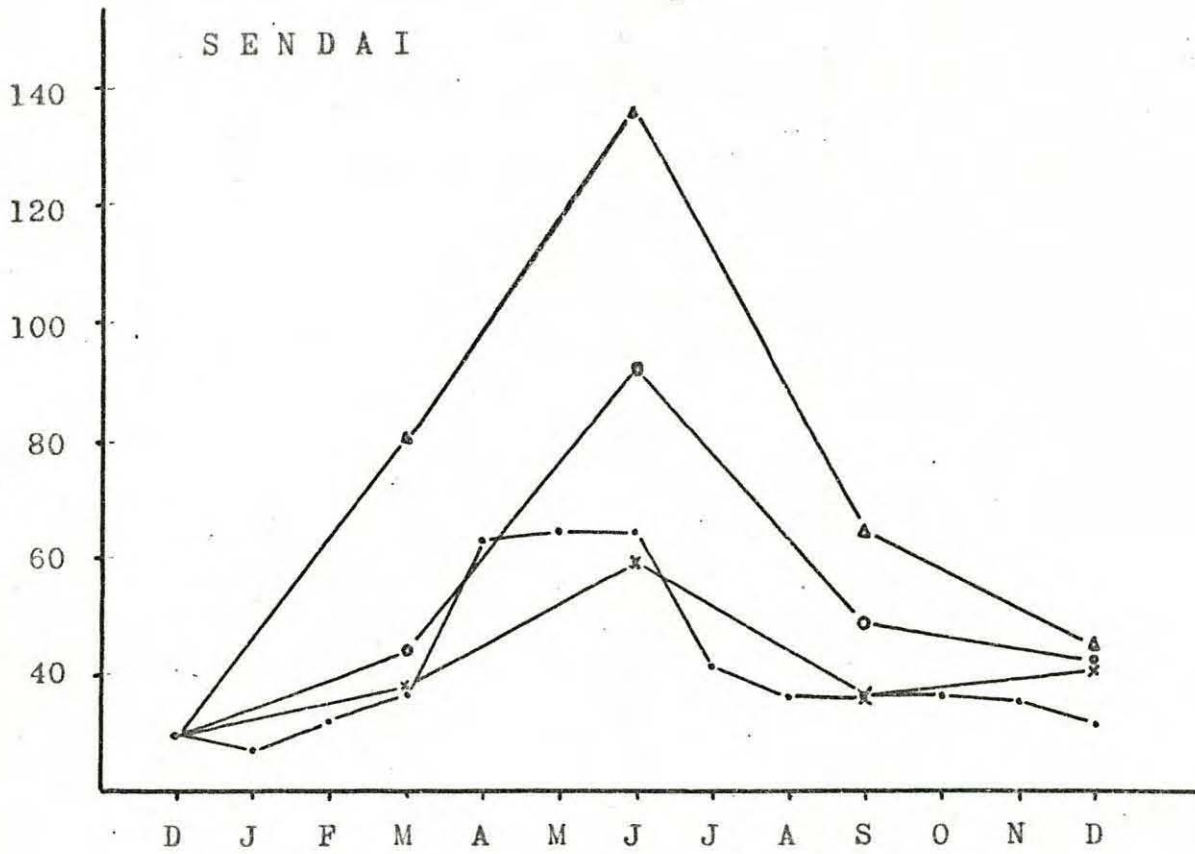
• : caisse x : poche o : sol Δ : suspension



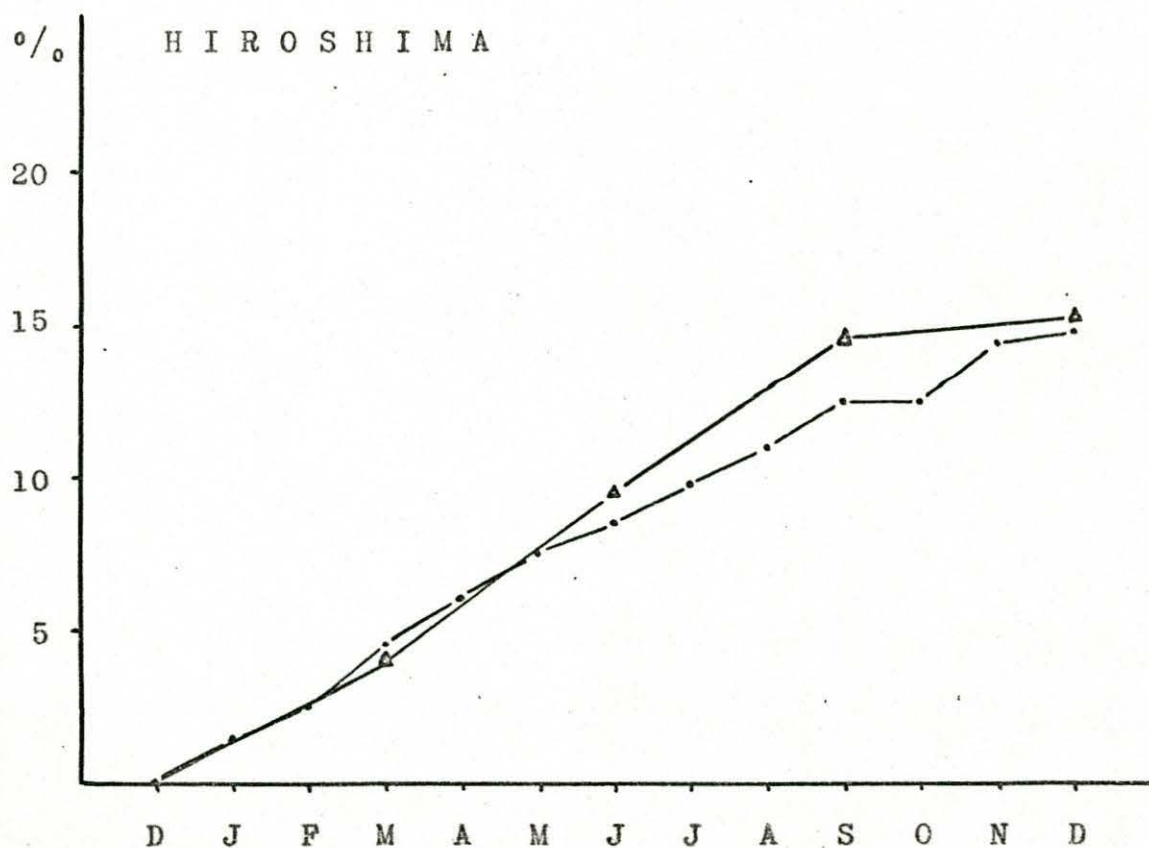
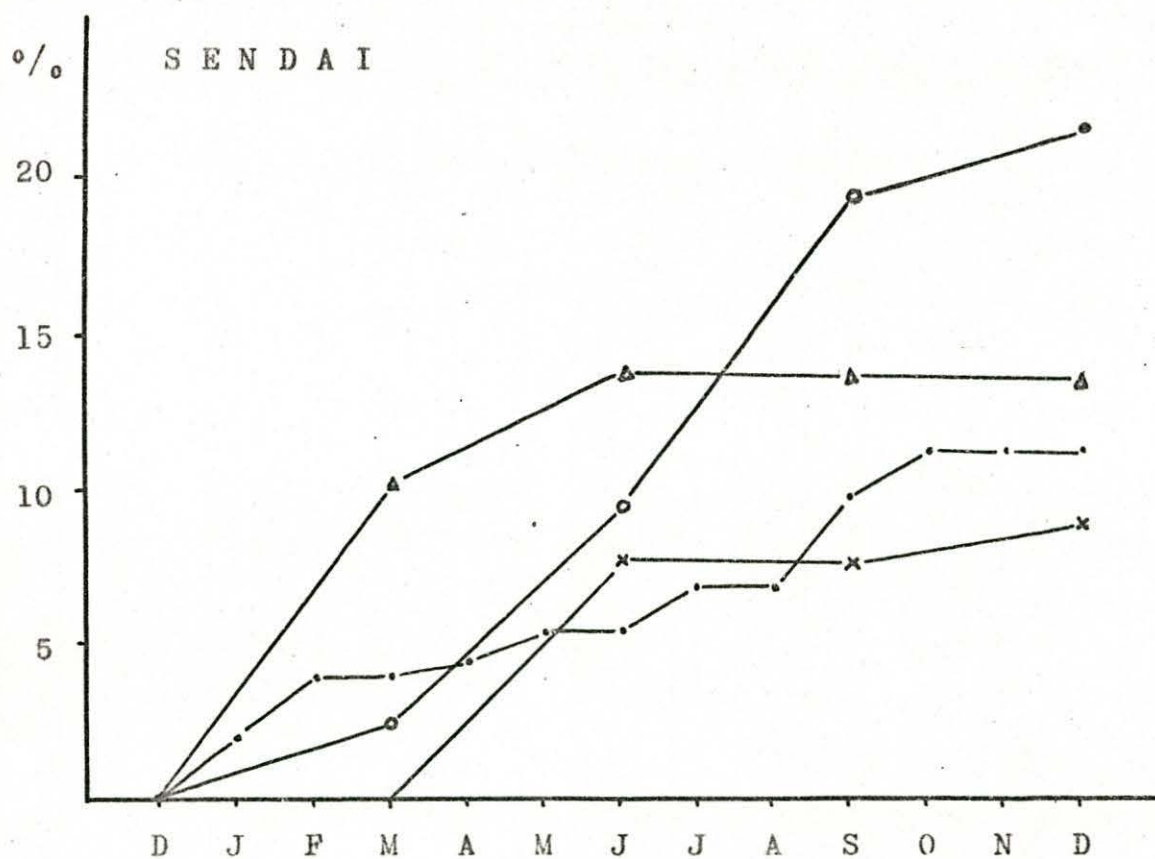
PL. XI CROISSANCE PONDERALE



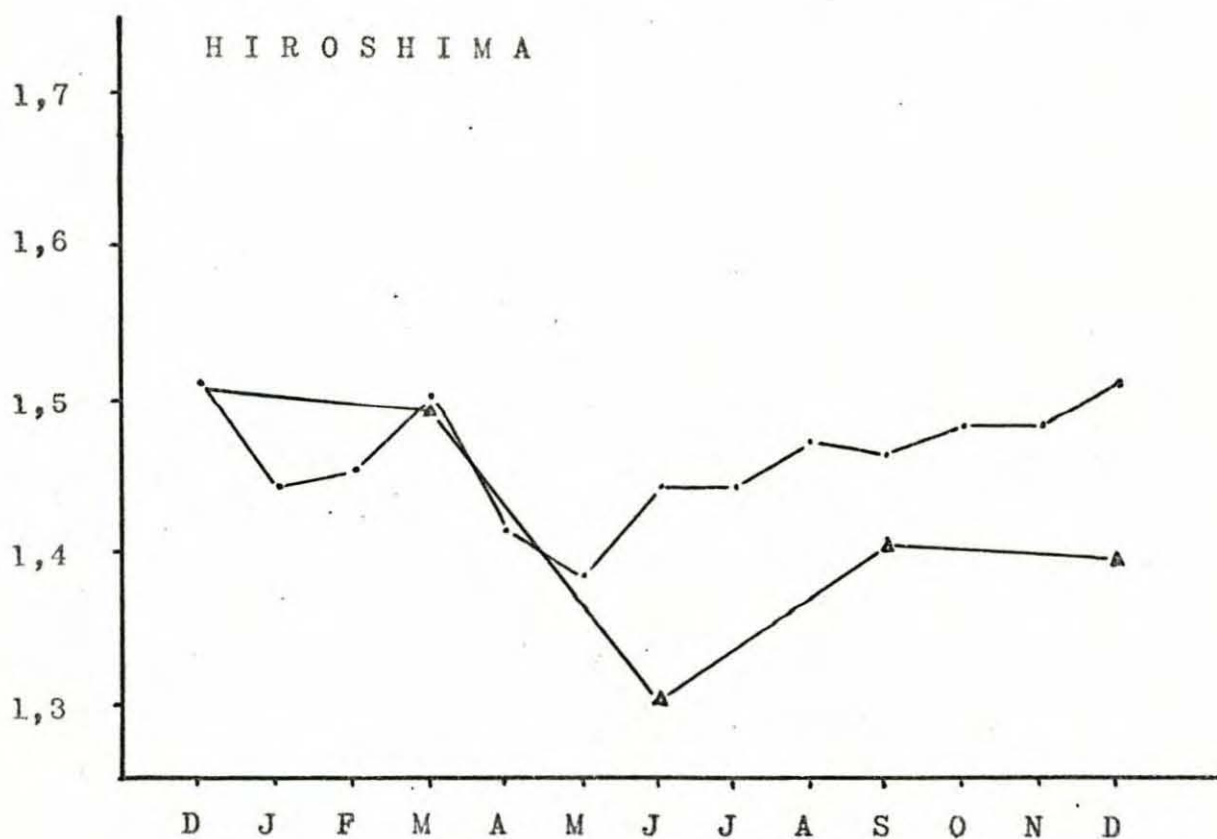
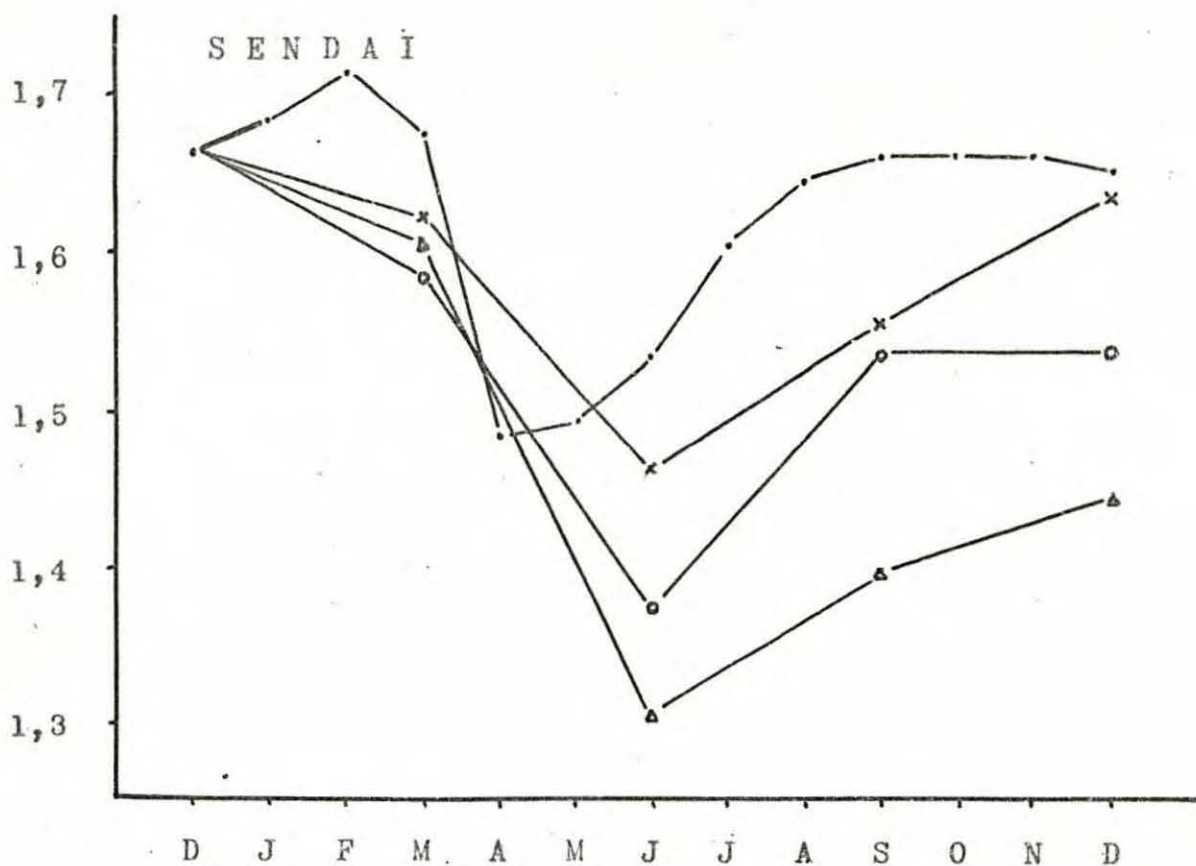
• : caisse x : poche o : sol ▲ : suspension



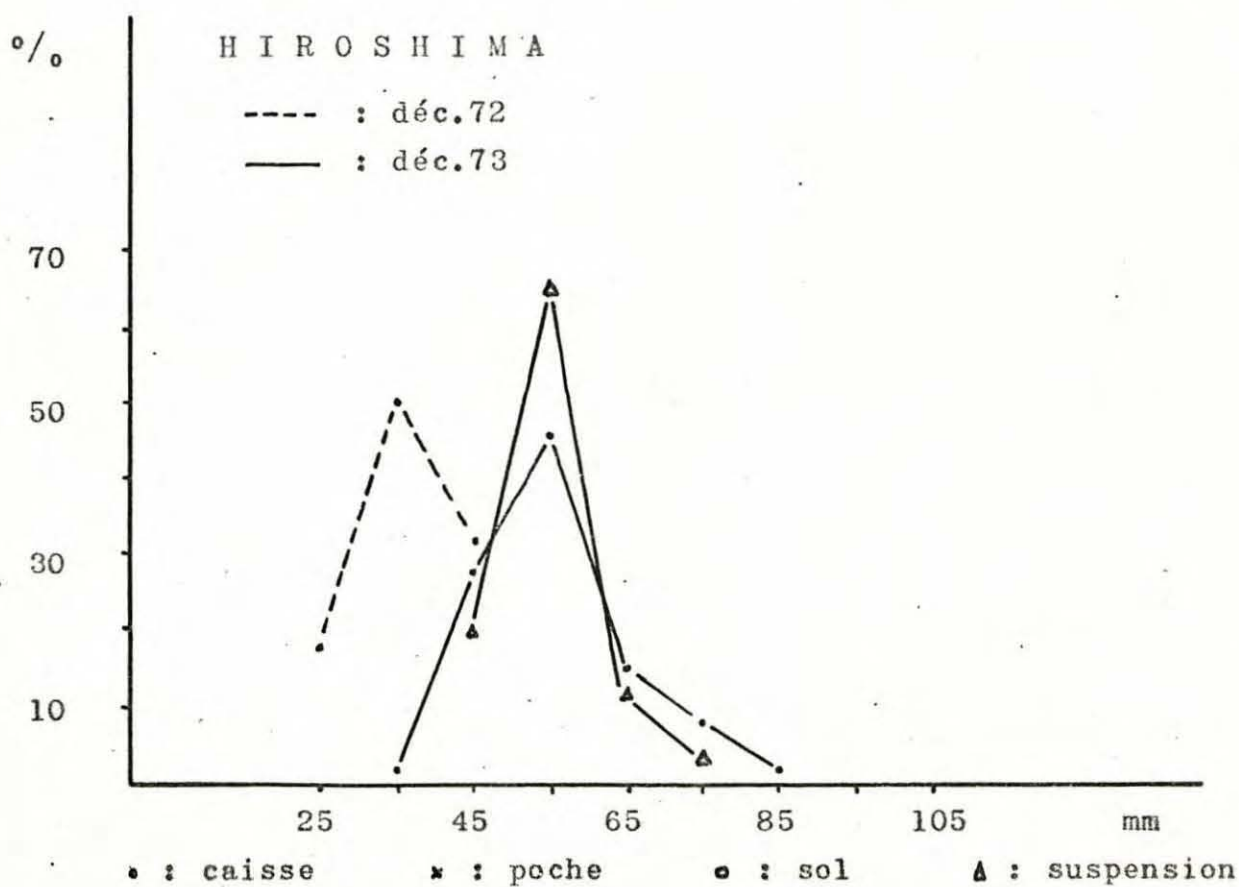
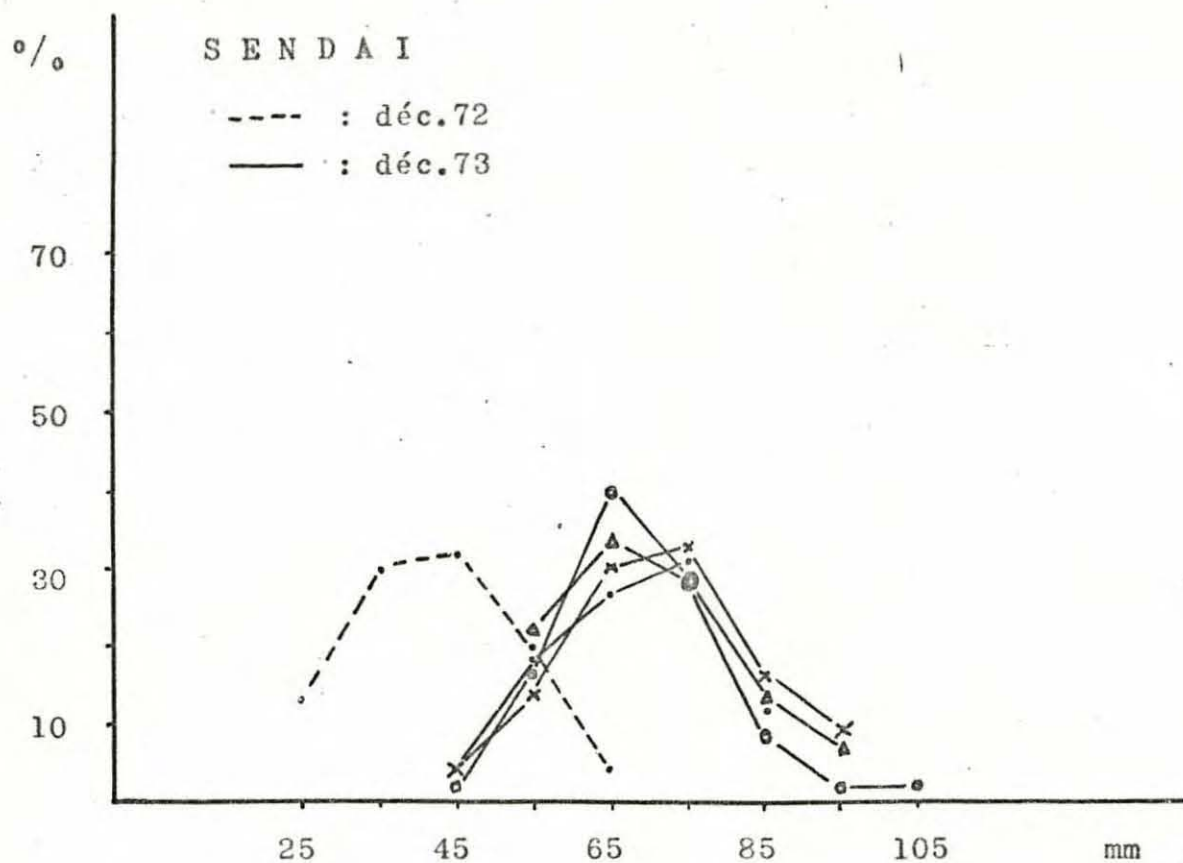
• : caisse x : poche o : sol Δ : suspension

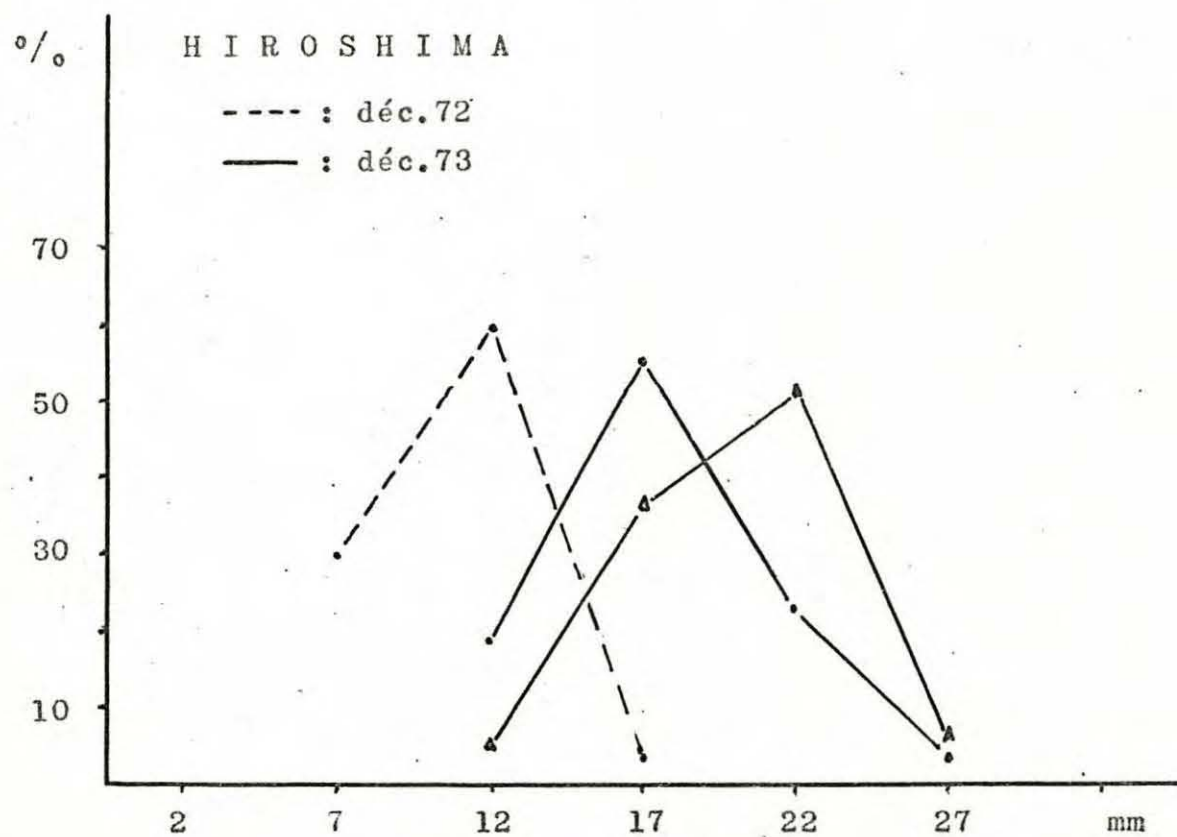
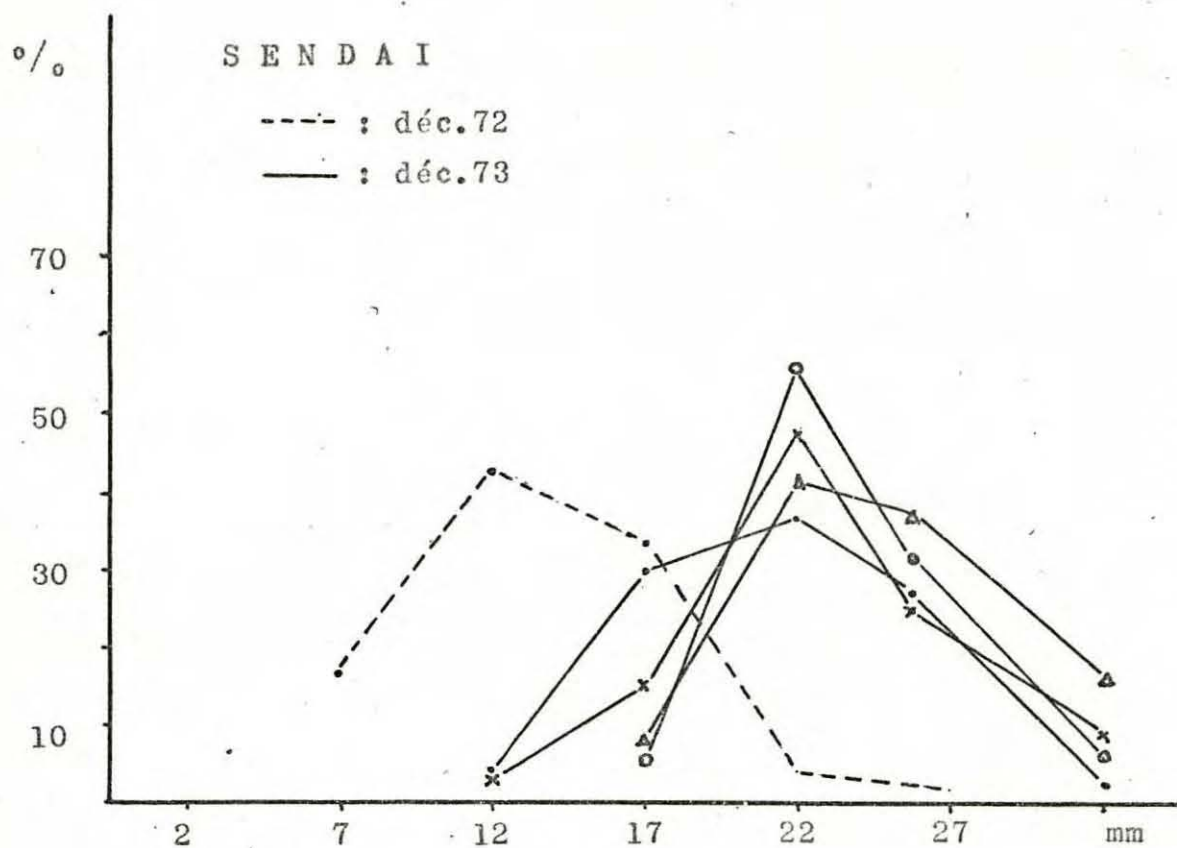


• : caisse * : poche o : sol ▲ : suspension

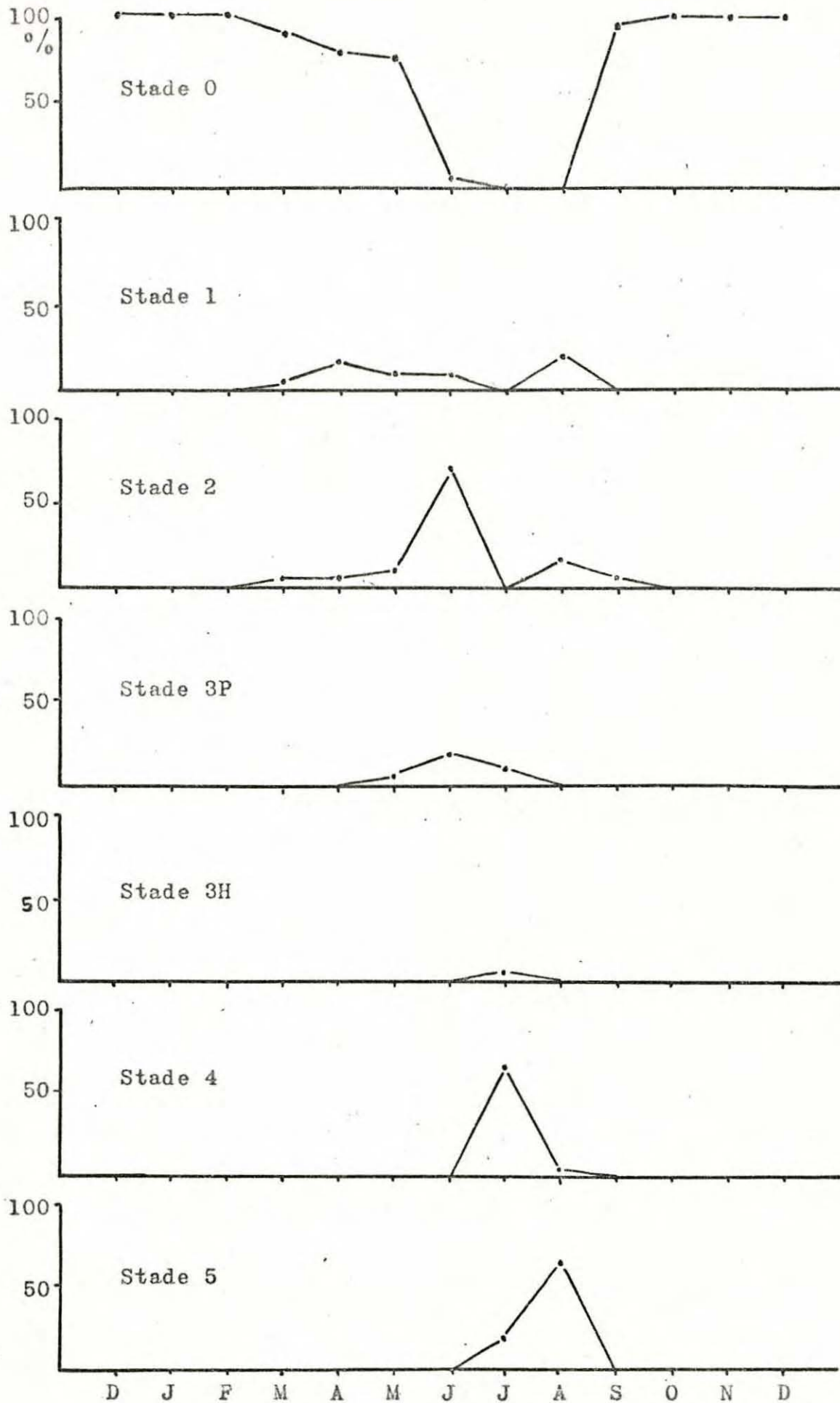


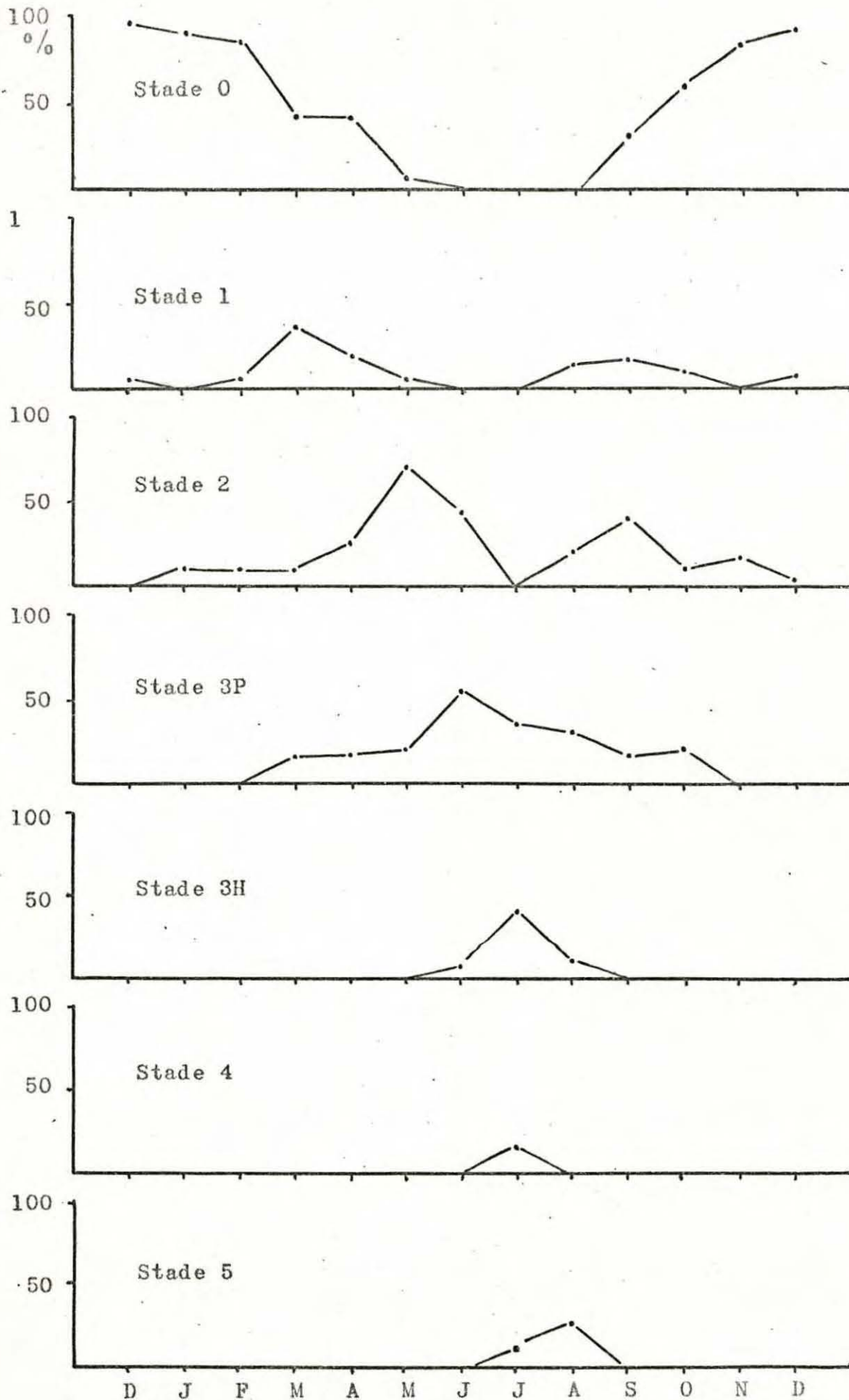
• : caisse x : poche o : sol Δ : suspension





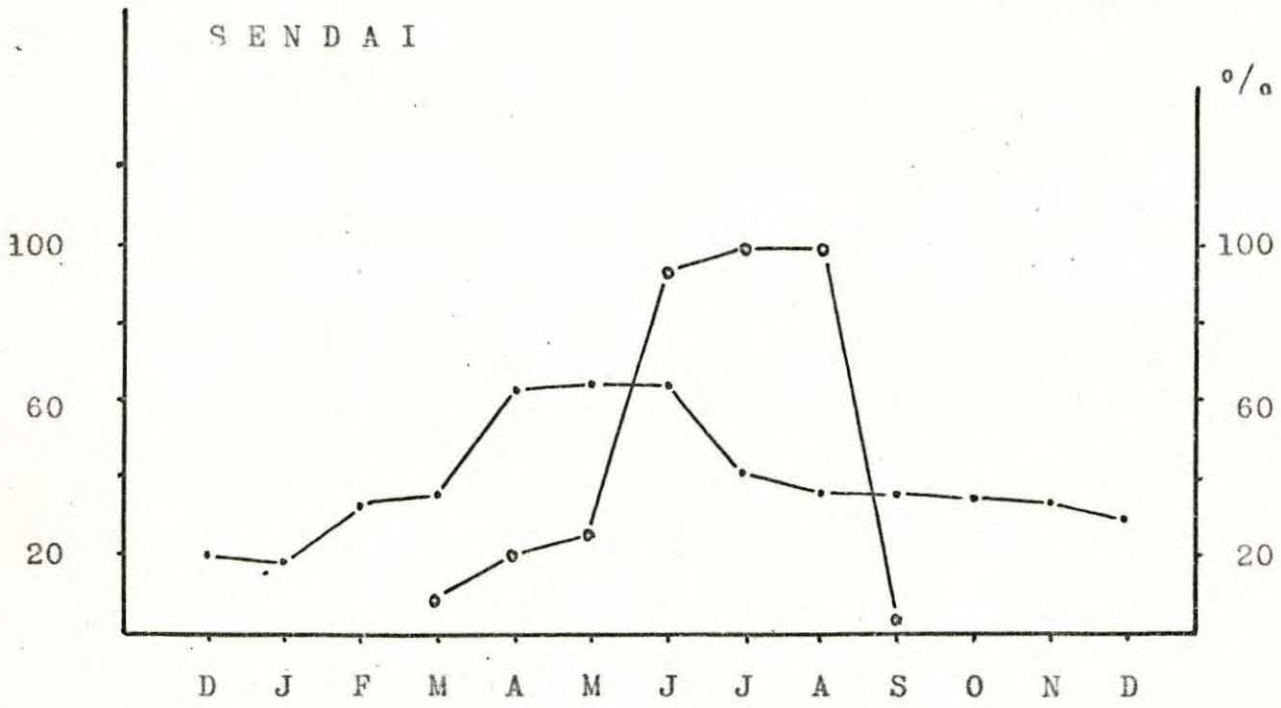
* : caisse x : poche o : sol Δ : suspension





CONDITION
Index de MEDCOFF et NEEDLER

HUITRES AYANT
DES PRODUITS
GENITAUX



CONDITION
Index de MEDCOFF et NEEDLER

HUITRES AYANT
DES PRODUITS
GENITAUX



. : condition ○ : gamétogénèse

