

SECTION REGIONALE du COMITE INTERPROFESSIONNEL

de la CONCHYLICULTURE de MARENNES-OLERON

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA BIOLOGIE

DES CLAIRES DU BASSIN DE MARENNES - OLERON

par Yvan ZANETTE

Novembre 1980

Responsable Scientifique :
Maurice HERAL

Institut Scientifique et Technique des
Pêches Maritimes - La Tremblade.

AVANT - P R O P O S

Cette étude a été effectuée pour la Section Régionale du Comité Interprofessionnel de la Conchyliculture de MARENNES-OLERON au laboratoire de l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes de La Tremblade.

Ce travail a, de plus, bénéficié d'un financement du Conseil Général de la Charente Maritime.

REMERCIEMENTS :

Je remercie les personnes suivantes :

- pour le financement de cette étude :
 - le Conseil Général de la Charente Maritime,
 - la Section Régionale du C.I.C. de MARENNES-OLERON, en la personne de Monsieur Emile GODILLOT, son Président,
- pour l'accueil dans ses locaux et la mise à ma disposition de ses moyens scientifiques
 - Monsieur Claude MAURIN, Directeur de l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes,
- pour la direction scientifique de ce travail :
 - Monsieur Maurice HERAL, Chef du laboratoire I.S.T.P.M. de La Tremblade,
- pour leur collaboration à cette étude :
 - Monsieur J.M. ROBERT, Maître Assistant du laboratoire de biologie marine de l'Université de Nantes,
 - Monsieur J.M. DESLOUS-PAOLI, Allocataire D.G.R.S.T., station marine d'Endoune détaché à l'I.S.T.P.M. de La Tremblade,
- pour leur aide au laboratoire et sur le terrain :
 - Madame J. GARNIER et Monsieur D. RAZET, Techniciens I.S.T.P.M. La Tremblade,
 - Monsieur PEYRE, Conseiller aquacole auprès de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Rochefort sur Mer,
 - la commission "AQUACULTURE" de la Section Régionale,
- pour l'achat des claires expérimentales et leur mise à notre disposition :
 - la Chambre d'Agriculture de La Rochelle,
- pour m'avoir fait profiter de leurs expériences :
 - les ostréiculteurs du bassin de MARENNES-OLERON.

S O M M A I R E :

<i>Introduction</i>	
1. <i>Matériel et méthodes</i>	p 3
2. <i>Evolution spatiale des paramètres étudiés dans les claires</i>	
2.1. <i>Evolution moyenne des paramètres physico-chimiques et des sels nutritifs</i>	p 7
2.2. <i>Evolution comparée de deux claires à deux niveaux d'alimentation</i>	p 12
3. <i>Evolution temporelle des paramètres physico-chimiques et des substances minérales nutritives en relation avec la croissance des populations phytoplanctoniques et phyto-benthiques.</i>	
3.1. <i>Suivi de l'évolution en cycle annuel</i>	p 17
3.2. <i>Evolution sur une même claire : comparaison des hivers 1978-79 et 1979-80</i>	p 26
4. <i>Croissance et développement de <u>Crassostrea gigas</u> en claire</i>	p 28
<i>Conclusion générale.</i>	p 35

INTRODUCTION :

Le verdissement constitue le label de qualité des huîtres produites et affinées dans les claires de MARENNES-OLÉRON. Mais le phénomène se raréfiant depuis plusieurs années, la Section Régionale du C.I.C. de MARENNES-OLÉRON, grâce à une subvention du Conseil Général de la Charente Maritime, a pu financer cette étude.

La production d'huîtres vertes est liée à la multiplication dans les claires d'une diatomée : Navicula ostrearia. Celle-ci présente la particularité lorsqu'elle dégénère de se pigmenter. Ce pigment bleu appelé Marennine diffuse dans l'eau et est fixé au niveau des branchies et des palpes labiaux des huîtres.

Le développement d'une espèce tychopélagique, en l'occurrence Navicula Ostrearia, dans un milieu donné* : les claires de Marennes-Oléron, est soumis aux fluctuations d'un très grand nombre de facteurs parmi lesquels on regroupe :

1) les facteurs directement liés au fonctionnement naturel de l'écosystème.

- les paramètres climatiques en particulier les températures, les précipitations et l'éclairement.

- les paramètres physico-chimiques : la température de l'eau, la salinité, la turbidité, l'oxygène dissous et le pH. L'étude de ces paramètres est nécessaire car dans les régions d'estuaires où sont situées les claires, leurs importantes variations peuvent se traduire par une modification du métabolisme du phytoplancton.

- les substances nutritives minérales dissoutes ; phosphates, nitrates et silicates : leurs variations qualitatives et quantitatives influent directement sur la biomasse primaire et les successions des espèces de microphytes.

- les oligoéléments et les vitamines qui à l'état de traces interviennent dans la physiologie de la plupart des espèces.

2) les facteurs perturbant l'écosystème.

Ce sont les polluants (hydrocarbures, métaux lourds, pesticides...) qui, suivant leur teneur peuvent nuire à tout développement tant du phytoplancton que des mollusques.

3) les facteurs humains de gestion des claires.

La faible rentabilité actuelle de ce terrain se traduit par un abandon progressif des claires qui deviennent impropres à l'élevage, modifiant ainsi les caractéristiques de base de cet écosystème.

Les phénomènes observés dans cette étude sont donc la synthèse de ces facteurs qui agissent sur le milieu. Parmi eux, nous avons ici détaillé :

- l'évolution des paramètres de base du milieu, parallèlement à l'évolution des populations phytoplanctoniques et phytobenthiques.

- les relations nutritionnelles entre les microphytes et les huîtres présentes dans les claires.

Une étude plus approfondie des biomasses phytoplanctonique et phytobenthique ainsi que l'effet du sédiment sur le fonctionnement des claires et la dynamique des polluants dans cet écosystème constituant le travail en cours feront l'objet d'un prochain rapport.

Le verdissement qui s'est enfin produit dans les claires étudiées en 1980, devrait permettre, par les résultats acquis, en collaboration avec la Faculté des Sciences de Nantes, d'apporter des éléments nouveaux en ce qui concerne l'apparition et le développement de Navicula Ostrearia en relation avec la présence de l'huître Crassostrea gigas.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Les claires :

Tous les résultats présentés ont été obtenus à partir des prélèvements effectués depuis le mois de septembre 1978 sur les claires expérimentales de la Section Régionale Marennes-Oléron du C.I.C. Ces claires sont situées au lieu-dit "La Guillate" commune d'Arvert, sur la rive gauche de la Seudre (Fig. 1).

Le marais expérimental (Fig. 2) est orienté Nord-Ouest - Sud-Est. Il était constitué à l'origine de 19 claires mais 3 d'entre elles ont été séparées en deux. La superficie totale en eau est d'environ un hectare. Il est alimenté par une varagne de 0.5 m de diamètre, cette varagne présente la particularité de posséder un moine permettant de conserver un niveau constant d'eau dans le ruisson (élément de sécurité). La remise en état (parage des claires) est effectuée tous les ans selon les techniques traditionnelles, l'assèchement empêchant tout prélèvement.

1.2. Méthodes de prélèvement :

1.2.1. Rythme des prélèvements :

D'abord effectués tous les deux jours en période de mortes-eaux, la multiplication du nombre de paramètres a orienté le travail vers un suivi de bilans : bilan des apports par les marées avec un prélèvement en fin de période d'alimentation (début de cycle), bilan des consommations ou des productions avec un point en fin de mort d'eau, juste avant la période d'alimentation suivante (fin de cycle) selon le protocole de Robert.

1.2.2. Protocole de prélèvements :

Pour retrouver une constance dans les conditions de prélèvements, ceux-ci sont effectués le matin. L'eau, pour des raisons d'homogénéité est prélevée en surface et au fond en cinq points différents. Le sédiment est prélevé par carottiers, pour les dosages des chlorophylles et les déterminations et comptages cellulaires, en deux points : à la dérase (côté alimentation) et à son opposé. La couche superficielle du sédiment est prélevée à la pelle pour l'extraction des eaux interstitielles et les analyses de sol.

1.3. Paramètres étudiés et méthodes d'analyse :

1.3.1. Paramètres physico chimiques :

- Températures (T°) : mesurées sur place avec un thermomètre au 1/10 exprimées en degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$)
- Salinités (S°/oo) : dosées selon le protocole de Jacobs et Kundsén exprimées en $^{\circ}/\text{oo}$ (g/kg d'eau)
- Oxygène dissous (O_2) : fixé sur le terrain et dosé selon la méthode de Winkler, il est exprimé en pourcentage de la valeur à saturation
- pH : mesuré dès le retour au laboratoire sur un pH mètre au 1/10 Pye Unicam 292 exprimé en unités pH
- Turbidité : mesurée sur un turbidimètre Hach 2 000, exprimée en NTU.

1.3.2. Substances nutritives minérales dissoutes (sels nutritifs) :

Après filtration sur filtre whatman GFC, les échantillons sont congelés et stockés. Les dosages sont effectués par des méthodes colorimétriques sur un spectrophotomètre Perkin Elmer modèle 550.

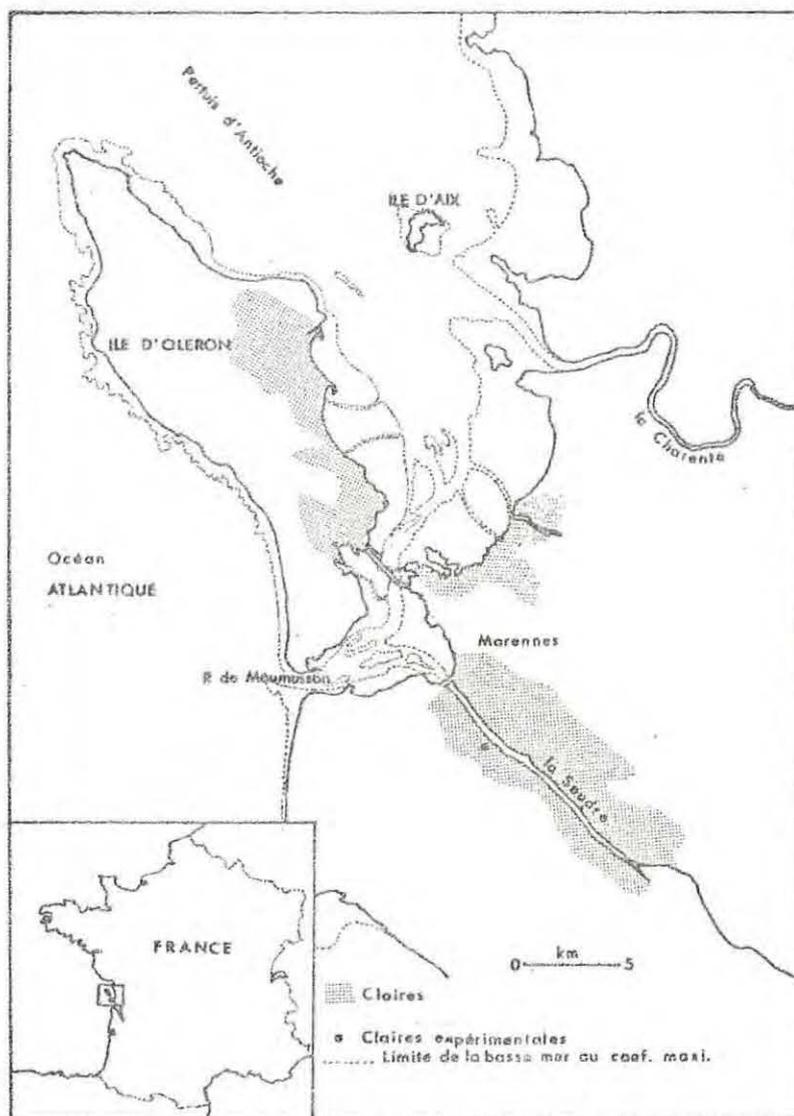


Fig. 1 : Situation des ciaires expérimentales.

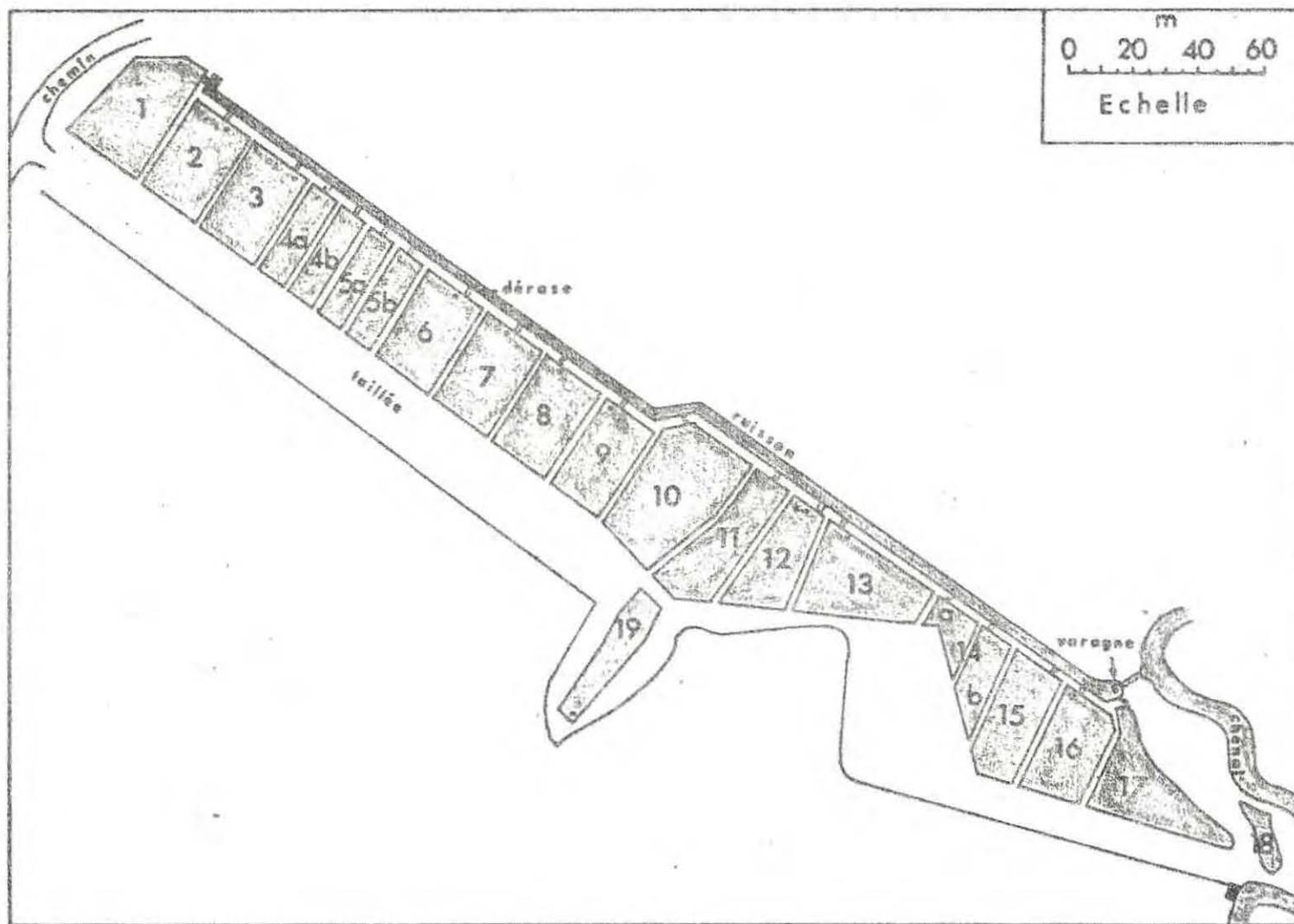


Fig. 2 : Plan des claires expérimentales de la Section Régionale MARENNES-OLERON du C.I.C.

- phosphates inorganiques (P-PO₄) : dosés selon le protocole de Murphy et Riley, modifié par Robinson et Thompson exprimés en microgramme atome de phosphore par litre (µg.at. l⁻¹).

- les nitrates (N-NO₃) : dosés selon Morriset Riley modifié par Wood, Armstrong et Richard exprimés en µg.at. l⁻¹ d'azote.

- l'ammoniac (N-NH₄) : est fixé sur le terrain et dosé selon Koroletff exprimé en µg.at. l⁻¹ d'azote.

- les nitrites (N-NO₂) dosés selon Shwin modifié par Beidsmeider et Robinson exprimés en µg.at. l⁻¹ d'azote.

- $\sum N$ correspond à la somme des trois formes azotées : N-NO₃
N-NO₂ N-NH₄.

- Les silicates (Si-SiO₂) sont dosés selon Murphy et Riley modifié par Robinson et Thompson exprimés en µg.at. l⁻¹ de silicium.

Les mêmes analyses sont effectuées sur les eaux intersticielles, celles-ci étant obtenues par centrifugation du sédiment à 3 500 tours pendant 10 minutes.

- l'azote nitrique (N-NO₂ + N-NO₃) et l'azote ammoniacal (N-NH₄) sont dosés sur le sédiment selon le protocole Hebert (méthode utilisée en agronomie).

1.3.3. Substances nutritives organiques dissoutes :

Elles sont estimées par la DCO (demande chimique en oxygène) selon le protocole de Michel.

1.3.4. : Paramètres biotiques :

La biomasse végétale est estimée par :

- le dosage de la chlorophylle a fonctionnelle, les phéopigments étant dosés parallèlement : sur un litre d'eau selon le protocole de Lorenzen pour le phytoplancton (exprimé en µg de chlorophylle a active par litre), sur le centimètre superficiel des deux carottiers prélevés, selon la méthode préconisée par Plante-Curry pour le phythobenthos exprimé en µg de chlorophylle a active par cm² de sédiment superficiel.

- le dosage du carbone et de l'azote particulaire, l'eau étant préfiltrée à 250 µ, la matière particulaire est recueillie sur un filtre Whatman GFC calciné au préalable. Les filtres sont brûlés à 900 °C dans un doseur C.H.N. Perkin-Elmer modèle 240 selon la méthode décrite par Kerambrun et Szekiéda. Les résultats sont exprimés en microgrammes de carbone ou d'azote par litre.

- le dosage de l'ATP d'après les travaux de Laborde exprimé en µg d'ATP par litre.

- les échantillons pour détermination et comptages cellulaires sont stockés formolés en attendant d'être traités.

2. EVOLUTION SPATIALE DES PARAMETRES ETUDIES DANS LES CLAIRES :

2.1. Evolution moyenne des paramètres physicochimiques et des sels nutritifs sur cinq claires :

2.1.1. But de l'étude :

Ce travail a pour but de définir les valeurs moyennes des paramètres hydrologiques suivant les terrains : savoir si les paramètres étudiés sur une seule claire sont représentatifs de l'ensemble des claires vu les diversités de forme, de surface, d'alimentation, de répartition géographique et d'utilisation. L'impossibilité de se livrer à un échantillonnage au même instant (nécessaire du fait des évolutions rapides dans le temps) sur une répartition au hasard nous a mené à considérer cinq claires situées en un même lieu.

2.1.2. Terrain prospecté :

Cette partie de l'étude a porté de septembre 1978 à Février 1979 sur les claires suivantes du marais expérimental:

Claire N° 3 : surface 600 m², 20 à 40 cm d'eau, alimentée à partir d'un coefficient de 75, semée en huitres plates (2 par m²).

Claire N° 4 : surface 300 m², 30 à 60 cm d'eau, alimentée à partir d'un coefficient de 80, pas d'élevage.

Clares N° 5A & 5B : surface 300 m², 30 à 60 cm d'eau, alimentées à partir d'un coefficient de 80, élevage expérimental de palourdes en casiers (densités ponctuelles équivalent à 6 individus par m²).

Claire N° 9 : surface 600 m², profondeur de 20 à 40 cm, alimentée à partir d'un coefficient de 85, pas d'élevage.

2.1.3. Résultats et discussions :

Ce sont les moyennes des valeurs obtenues sur les cinq claires ; graphiquement, ces valeurs sont représentées, malgré un échantillonnage faible, avec les limites de l'intervalle de confiance à 95 % (traits verticaux). Les traits pleins correspondent aux cycles de mortes eaux, les pointillés ou tiretés aux périodes de renouvellement (vives eaux).

2.1.3.1. Paramètres physico chimiques :

- Les températures (Fig. 3) varient peu d'une claire à l'autre. Elles sont surtout régies par les variations climatiques et sont fonction de la masse d'eau mise en jeu (rapport surface/profondeur).

- Les salinités (Fig. 3) ne présentent pas non plus de différences significatives d'un terrain à l'autre.

- l'oxygène dissous (Fig. 4) : la variabilité faible d'une claire à l'autre, démontre ainsi une constance de cet élément vital pour les organismes. Les teneurs sont proches de la saturation voire supérieures et rarement inférieures à 70 %, seuil considéré comme limitant pour une bonne qualité biologique de l'eau (normes ISTP).

- la turbidité : les valeurs sont en général faibles quelle que soit la claire envisagée, elles évoluent entre 1.5 et 7.4 en NTU avec des écarts-types correspondants de 0 à 1.9.

- le pH : Les valeurs moyennes sont en général comprises entre 7.8 et 8.3 ne variant pas d'une claire à l'autre (écart type : 0.1).

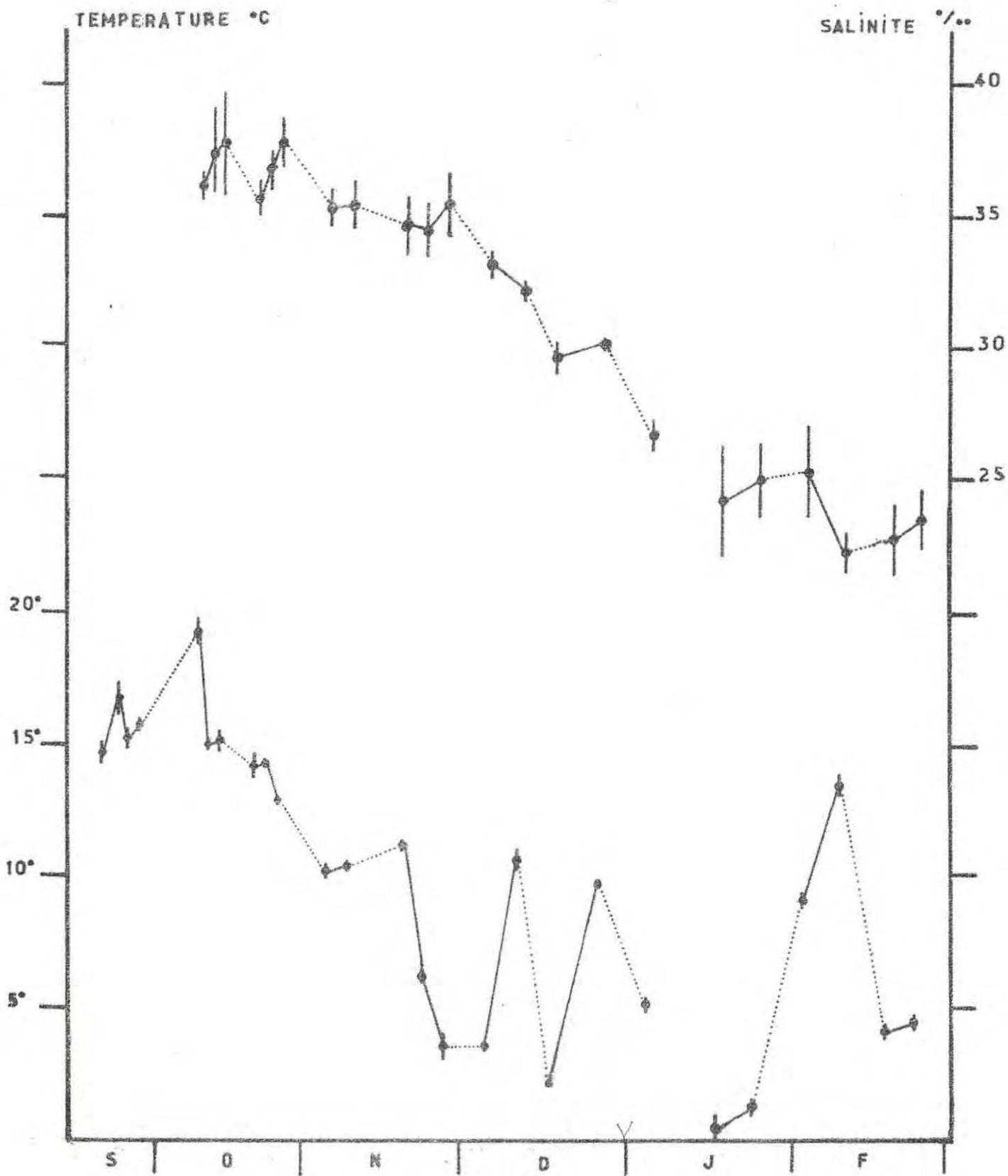


Fig. 3 : Evolution moyenne de la température de l'eau et de sa salinité sur 5 claires de septembre 1978 à février 1979.

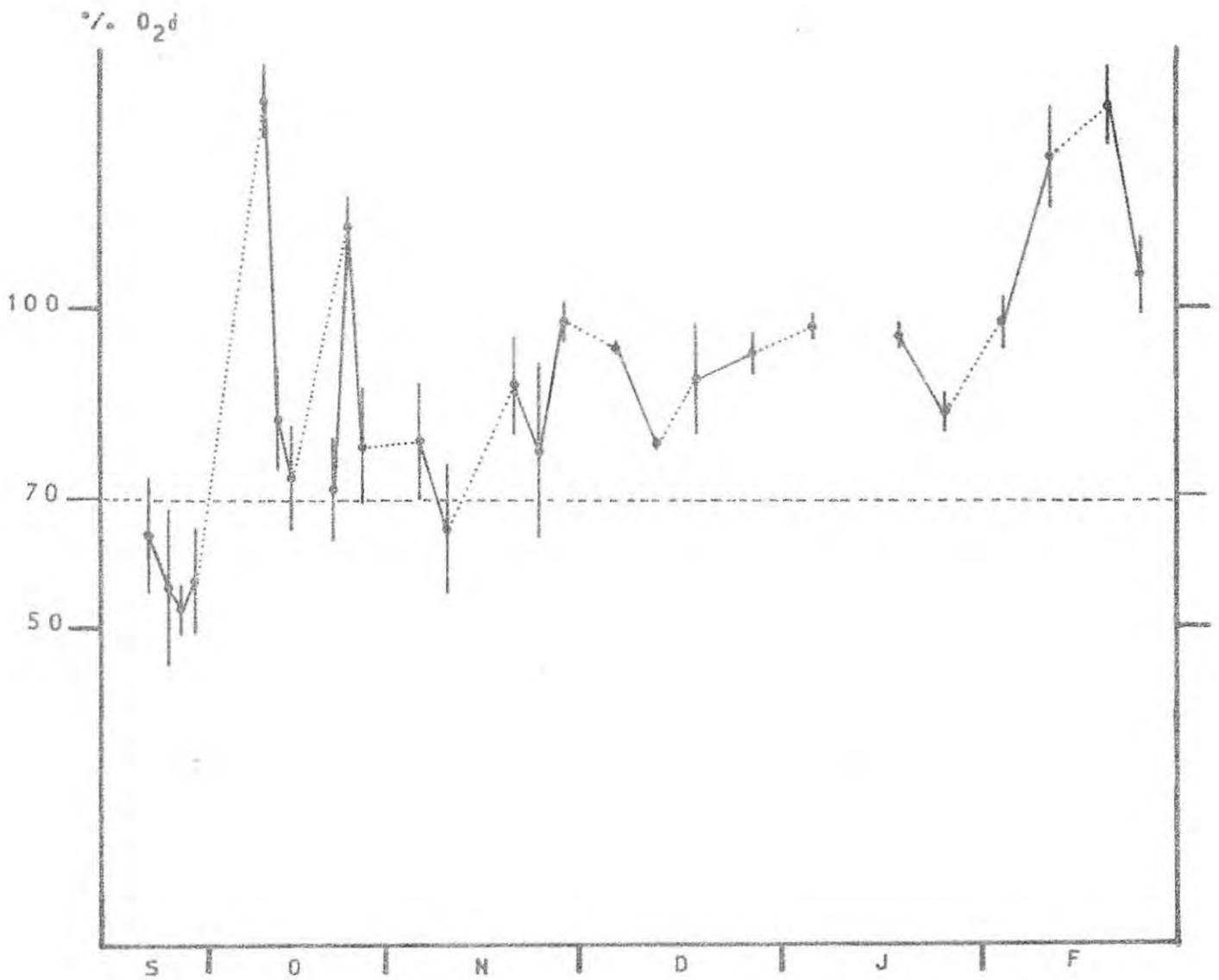


Fig. 4 : Evolution moyenne de la teneur en oxygène dissous sur 5 claires de septembre 1978 à Février 1979.

2.1.3.2. Les sels nutritifs :

Ils sont à la base de la production primaire. Seuls sont envisagés les deux principaux : l'azote et le phosphore ; l'azote minéral étant suivi sous ses trois formes (nitrites, nitrates, ammoniacque).

- l'azote minéral : (Fig. 5) : Jusqu'à la fin décembre, les faibles variations d'un point à l'autre sont masquées par la variabilité des teneurs d'une claire à l'autre ; à partir de janvier, l'on peut considérer par contre que les variations dans le temps sont significatives malgré des écarts très importants entre les différentes claires.

- le phosphore minéral : (Fig. 6) : L'on a constaté une très forte variabilité des teneurs en phosphate d'une claire à l'autre.

2.1.4. Discussion :

Les paramètres physico-chimiques ont un comportement très différent de celui des sels nutritifs. En effet, si les paramètres physico-chimiques peuvent être représentatifs de l'ensemble des claires, on peut transposer les résultats obtenus à l'ensemble du marais ; les sels nutritifs, par contre, montrent qu'une claire de par son fonctionnement propre peut difficilement être comparée à une autre.

A un moment donné, chaque claire présente des caractéristiques physico-chimiques proche de toute autre claire, par contre les teneurs en sels nutritifs qui, rappelons le, sont à la base des possibilités de production à l'échelon primaire sont très variables d'un lieu à l'autre. Cette variabilité peut être mise en rapport avec deux facteurs prédominants :

- le niveau d'alimentation : celui-ci est responsable d'un renouvellement plus ou moins important de la masse d'eau lors des marées de vives eaux. Il peut donc favoriser la productivité par des apports plus importants d'eau de Seudre riche en sels nutritifs.

- le fonctionnement propre de la claire peut lui permettre d'assurer la régénération de ses éléments nutritifs et donc la capacité de fonctionner en circuit fermé lorsque les apports sont trop faibles.

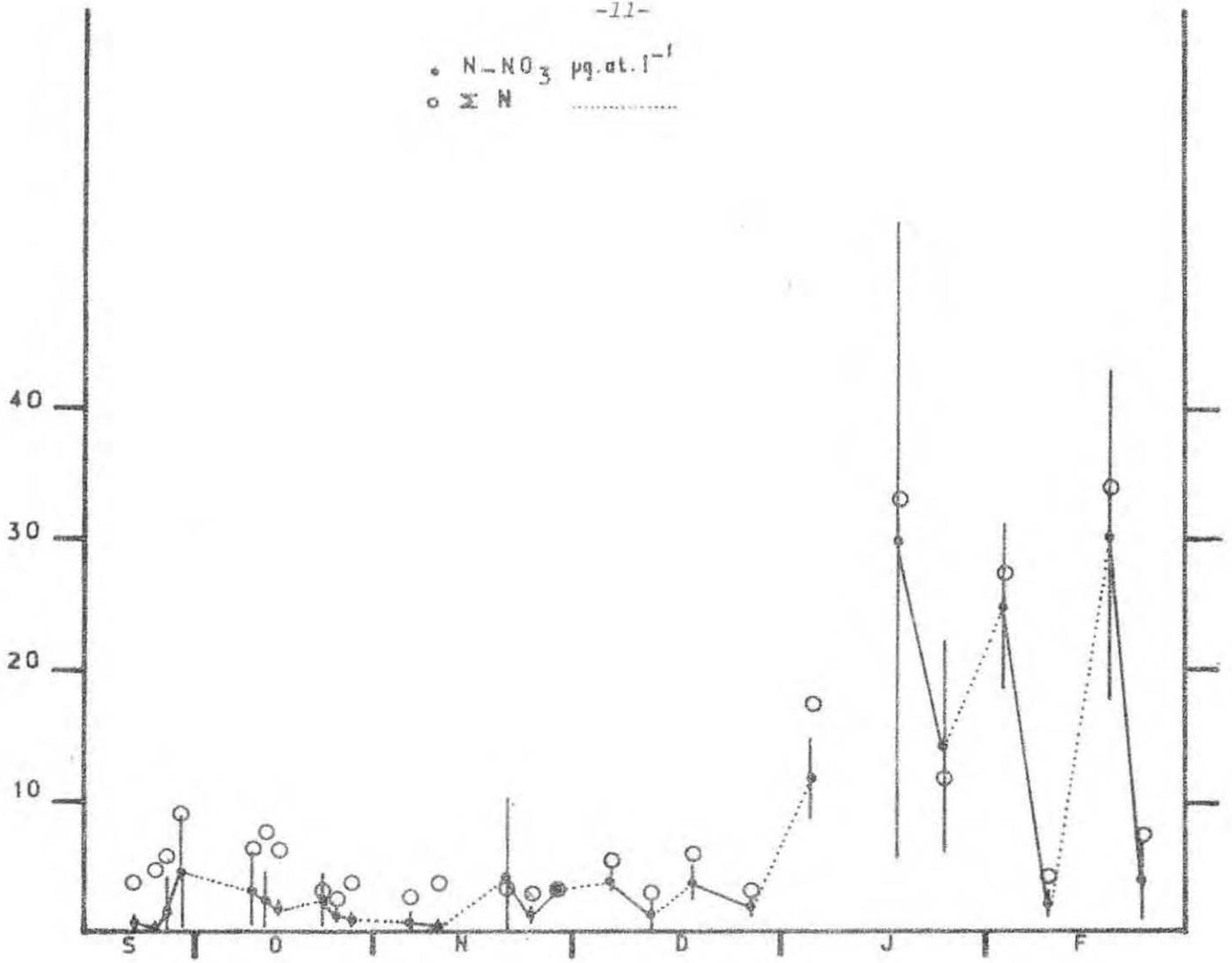
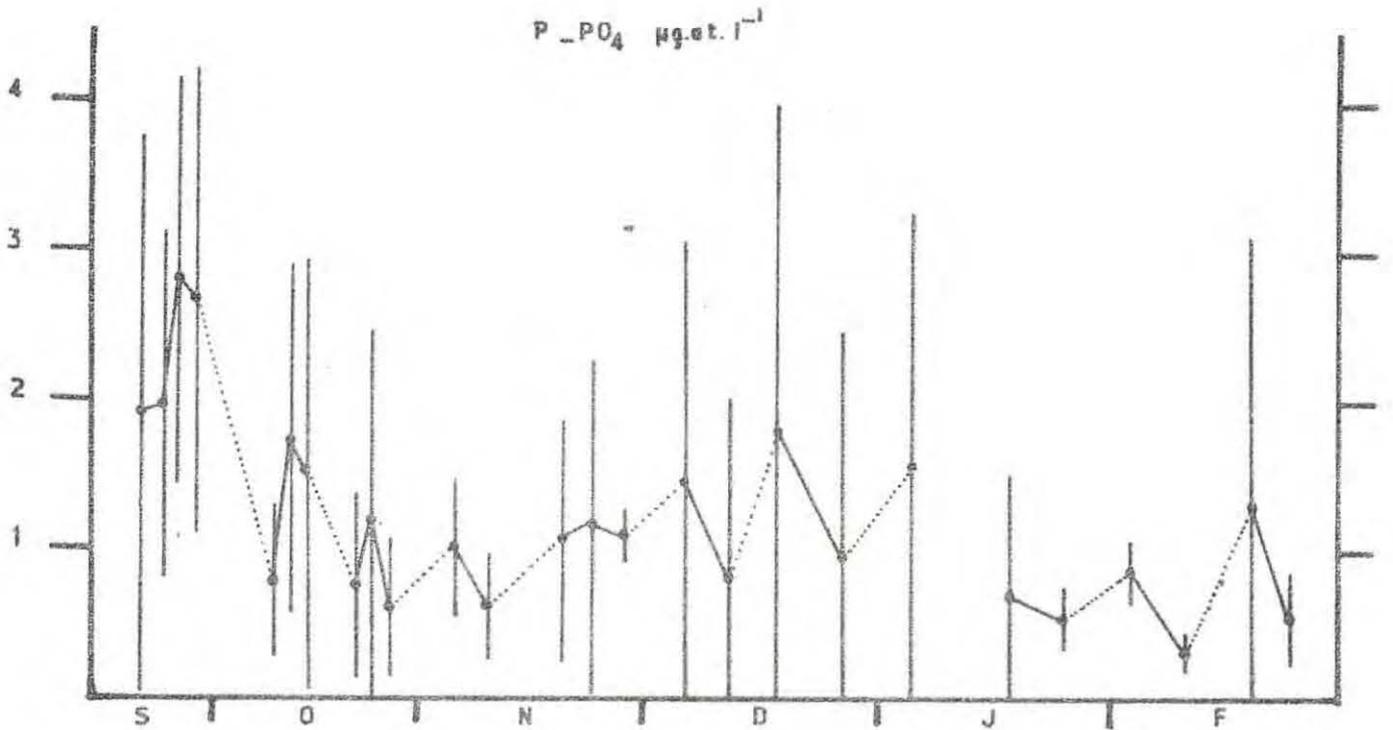


Fig. 5 : Evolution moyenne des teneurs en nitrate et en azote minéral total (N) sur 5 claires de septembre 1978 à Février 1979.



2.2. Evolution comparée de deux claires à deux niveaux d'alimentation

2.2.1. But et méthodes :

La partie précédente, si elle montre la constance au niveau spatial des paramètres physico-chimiques, montre aussi une très grande variabilité des teneurs en sels nutritifs.

Nous nous sommes efforcés de préciser si cette variabilité est due aux différences de niveau d'alimentation en étudiant deux claires alimentées à des coefficients différents : il s'agit de la claire 4 B qui peut boire à partir d'un coefficient de 80 et de la claire 9 alimentée à partir d'un coefficient de 85. Ces claires ne présentent aucun sujet en élevage et l'étude se limite à l'hiver (de novembre 1978 à février 1979) période hivernale pendant laquelle les croissances des populations phytoplanctoniques et phytobenthiques supposées faibles ne devraient que peu interférer.

2.2.2. Résultats :

2.2.2.1. Evolution des paramètres physico-chimiques :

Tableau des résultats :

Dates N° de claire	T°		S ‰		NTU		pH		O ₂	
	4B	9	4B	9	4B	9	4B	9	4B	9
<u>1978</u>										
28.11.	4°0	3°6	34.8	36.5	3.0	5.5	7.9	7.8	99.4	95.3
06.12.	3°8	3°7	33.0	33.8	2.3	3.2	7.8	7.8	92.5	93.9
12.12.	10°6	10°9	21.1	32.2	2.5	2.5	7.9	7.9	79.0	78.4
18.12.	2°4	1°9	30.0	31.5	2.5	2.5	7.8	7.8	94.4	90.1
27.12.	9°6	9°9	31.0	31.1	2.0	1.5	8.0	8.0	92.5	96.6
<u>1979</u>										
05.01.	5°0	5°3	25.2	26.6	5.0	4.0	7.8	7.9	95.4	94.2
18.01.	0°6	0°	22.1	26.4	3.0	2.0	7.7	7.9	94.4	96.6
25.01.	1°1	1°3	25.3	22.5	1.5	1.5	8.2	7.9	88.6	79.2
03.02.	9°1	9°1	26.3	25.8	3.0	3.5	7.8	7.9	96.9	95.0
10.02.	13°5	14°2	22.1	22.6	3.5	3.0	8.2	8.2	119.7	125.0
19.02.	14°2	14°4	22.4	25.2	2.0	1.5	8.0	8.1	137.8	134.0
24.02.	4°7	4°6	23.6	25.3	2.0	2.0	8.2	8.1	110.4	107.5

- Températures et salinités : les écarts sont faibles entre les deux claires, ils ne résultent pas du niveau d'alimentation mais plutôt des différences de structure : la claire 4 B plus profonde et moins étendue présente une "inertie" plus importante que la claire 9.

- Turbidité : les valeurs sont constamment trop faibles pour en tirer des enseignements.

- Oxygène dissous et pH : les variations sont très proches d'une claire à l'autre, l'on ne peut observer aucune différence significative.

2.2.2.2. Evolution des teneurs en sels nutritifs :

- l'azote : (Fig. 7) : la comparaison des moyennes montre une différence significative entre les deux claires, la claire la plus basse bénéficiant d'un meilleur renouvellement présente des teneurs plus importantes en azote minéral, élément de base pour le développement des populations phytoplanctoniques et microphytobenthiques.

- les silicates : (Fig. 8) : Les diatomées nécessitent pour la constitution de leur frustule (test siliceux caractéristique de cette famille d'algues) d'importantes quantités de silicates. Tout comme l'azote minéral, la quantité des apports est corrélée de façon significative avec le coefficient d'alimentation.

- le phosphore : (Fig 9) : Le deuxième élément souvent considéré comme pouvant être un facteur limitant pour la croissance des populations algales ne semble pas strictement lié aux apports extérieurs sauf en fin du cycle d'étude où les évolutions semblent les mêmes que pour l'azote ou la silice.

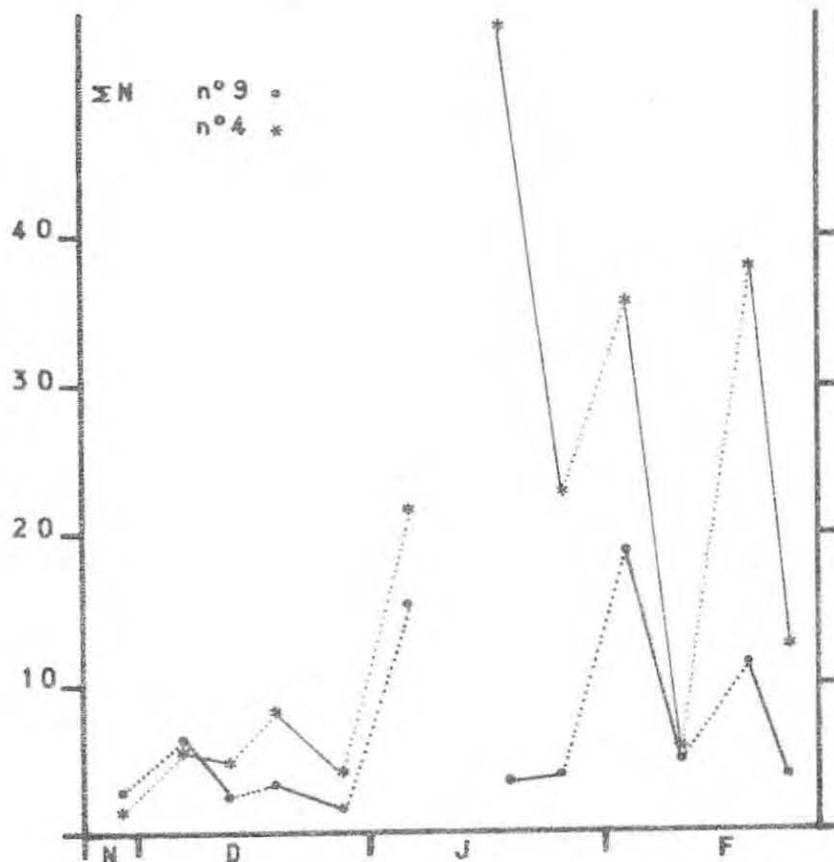


Fig 7 : variation des teneurs en azote minéral exprimées en $\mu\text{g.at.}\ell^{-1}$ (somme des 3 formes) à deux niveaux d'alimentation (la claire 9 étant la plus haute).

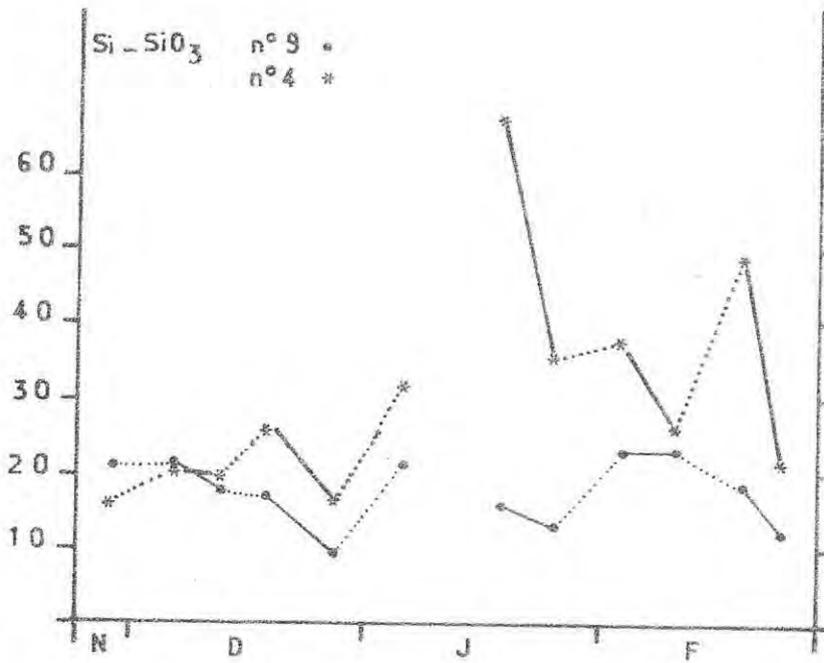


Fig 8 : Variation des teneurs en silicates exprimées en $\mu\text{g.at.}\ell^{-1}$ de silicium à deux niveaux d'alimentation.

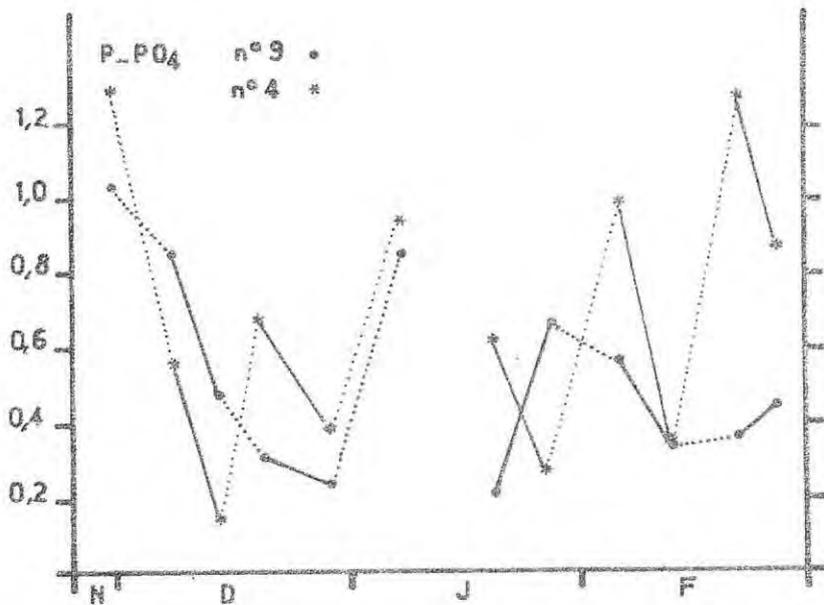


Fig 9 : Variation des teneurs en phosphates exprimées en $\mu\text{g.at.}\ell^{-1}$ à deux niveaux d'alimentation.

2.2.2.3. Evolution de la biomasse végétale :

Elle est estimée par le biais des teneurs en chlorophylle a active du sédiment ou de l'eau. L'intégration des résultats de dosage d'ATP de carbone et d'azote particulaire nécessitant un traitement mathématique préalable, ceux-ci ne sont pas pris en compte dans le présent travail.

- biomasse phytoplanctonique (Fig. 10) : la comparaison des moyennes ne montre pas de différences significatives. Les évolutions se font dans le même sens. La moyenne des résultats montre une légère dominance pour la claire 4 (2.0 $\mu\text{g}.\ell^{-1}$ contre 1.6).

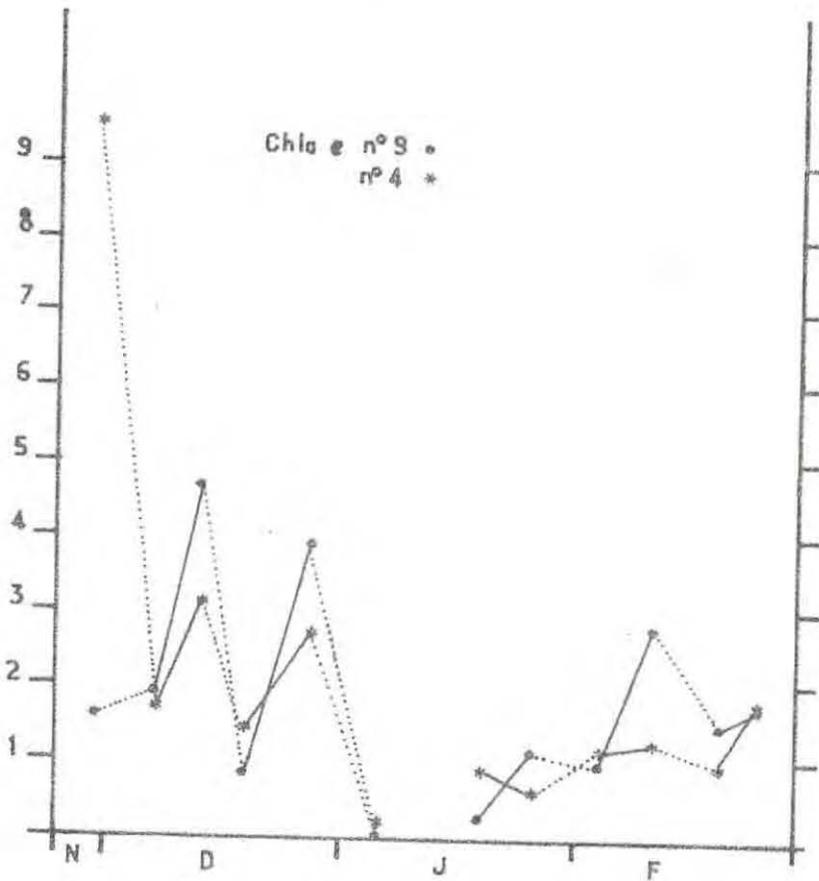


Fig. 10 : Evolution des biomasses, exprimées en microgrammes par litres ($\mu\text{g}.\ell^{-1}$) de chlorophylle a active pour le phytoplancton (chlae).

- biomasse microphytobenthique (Fig. 11) : Les évolutions ne se font pas toujours dans le même sens. Il est difficile quantitativement de définir un système dominant sur l'autre, les moyennes montrent ici aussi une dominance de la claire 4 (4.3 contre 4.1) mais les différences sont trop faibles pour être significatives.

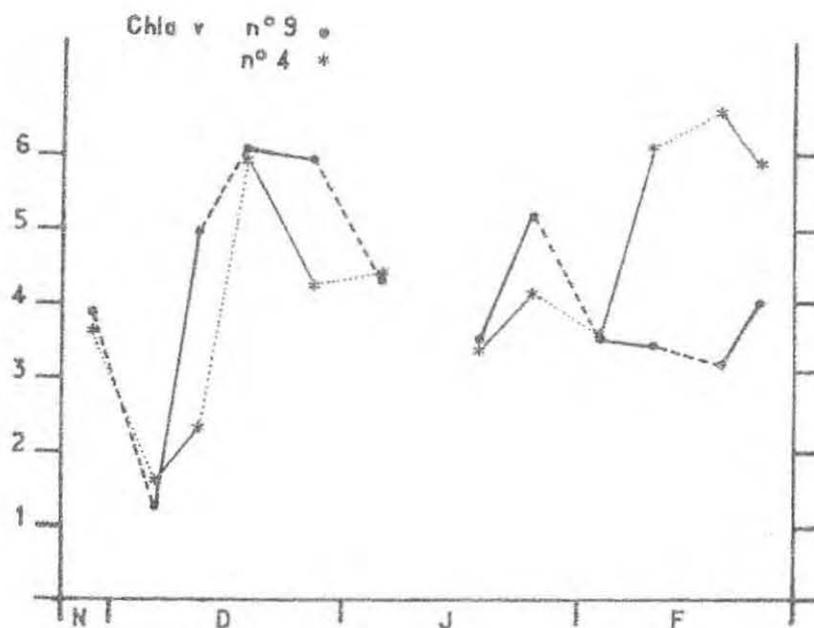


Fig 11 : Evolution des biomasses en microphytes benthiques exprimées en microgramme de chlorophylle a active par cm² de sédiment ($\mu\text{g. cm}^{-2}$ de chla v.) a deux niveaux d'alimentation.

2.2.3. Discussion :

Pour les sels nutritifs, le bilan des apports est plus favorable pour la claire 4 (la plus basse) en ce qui concerne l'azote et la silice, par contre le phosphore paraît être plus dépendant des variations internes.

Pour les biomasses en microphytes benthiques ou planctoniques : les différences de niveau et donc les différences de richesses des claires en sels nutritifs ne semblent pas avoir l'impact que l'on devrait attendre sur leur croissance. Cependant, d'autres facteurs entrent en jeu. En effet, cette étude réalisée en hiver, période où les capacités de division des cellules sont limitées par les basses températures et où les besoins en sels nutritifs sont faibles, ne permet pas, corrélativement à l'importance des apports, de mettre en jeu les facteurs limitants de la croissance. En dehors des fluctuations rapides propres au terrain, il existe des variations plus lentes au niveau des saisons, ces variations peuvent avoir des répercussions plus grandes sur la croissance des populations de microphytes.

3. EVOLUTION TEMPORELLE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET DES SUBSTANCES MINERALES NUTRITIVES EN RELATION AVEC LA CROISSANCE DES POPULATIONS PHYTOPLANCTONIQUES ET MICROPHYTOBENTHIQUES :

3.1. Suivi de l'évolution en cycle annuel :

3.1.1. But et principe :

Cette étude a été effectuée de Mai 1979 à Février 1980. Un parage différé dû aux mauvaises conditions climatiques, nous a obligé à commencer ce suivi tardivement. En effet, traditionnellement les claires sont mises en eau à la mi-avril ("maline de Pâques").

Ce travail a porté sur les claires 4 A et 4 B de forme et de capacité identiques, identiques aussi au niveau du sédiment car résultant de la séparation en deux de la claire N° 4 en 1978. Leur coefficient d'alimentation est le même, les deux claires buvant à partir d'un degré de 80. Seule différence importante, si la claire 4 A ne présente aucun sujet en élevage, la claire 4 B est semée à la densité traditionnelle de 4 huîtres par m² (huîtres à la pousse). L'espèce utilisée est l'huître Japonaise *Crassostrea gigas*. Si nous n'avons jusqu'à présent considéré les claires qu'en tant que système de production à l'échelon primaire, ce sont cependant avant tout des terrains d'élevage et l'impact des espèces cultivées peut être prédominant.

3.1.2. Résultats :

3.1.2.1. Paramètres physico-chimiques :

- températures : les valeurs sont voisines de 17°C en mai, elles progressent jusqu'à 21°C fin juin puis évoluent de 16°2 à 22°8 de juillet à Octobre, s'abaissant ensuite progressivement entre 5°C et 8°5 de novembre à Février avec un maximum de 12°4 en décembre et un minimum de 0°C (prélèvement sous la glace) en Janvier. Il y a toujours une étroite corrélation entre les températures journalières de l'air et de l'eau.

- salinités : Minimales au printemps (20°/oo) et l'hiver (17,6°/oo). Elles sont en relation avec la pluviométrie et la dominance des apports fluviaux. Elles augmentent jusqu'à 38,4°/oo, maximum observé en Août.

- oxygène dissous : proche de la saturation au printemps et en hiver (80 à 100 %), il chute à des valeurs variant de 58 à 70 % de la saturation d'Août à Septembre.

- turbidité : faible, elle évolue sur l'ensemble du cycle de 3 à 17 en NTU.

- pH : Les valeurs annuelles varient entre 7,7 et 8,4. Les basses valeurs correspondent en général au premier point de chaque cycle (bilan des apports extérieurs).

3.1.2.2. Substances nutritives minérales :

- azote minéral (Fig. 12) : les teneurs en nitrites faibles sont le garant d'une bonne qualité du milieu (variation entre 0,5 et 1,5 µg.at.l⁻¹).

Les teneurs en ammoniacque faibles aussi, varient entre 0,5 et 1,5 µg.at.l⁻¹ avec deux maximums, l'un d'Août à Septembre, l'autre en Janvier (jusqu'à 4,2 µg.at.l⁻¹ dans les deux cas).

Les nitrates : les teneurs évoluent entre 0,5 et 6 µg.at.l⁻¹ jusqu'à Décembre du fait de la surconsommation de cet élément. En hiver, les valeurs sont très fortes, ceci est principalement dû aux apports continentaux de Seudre.

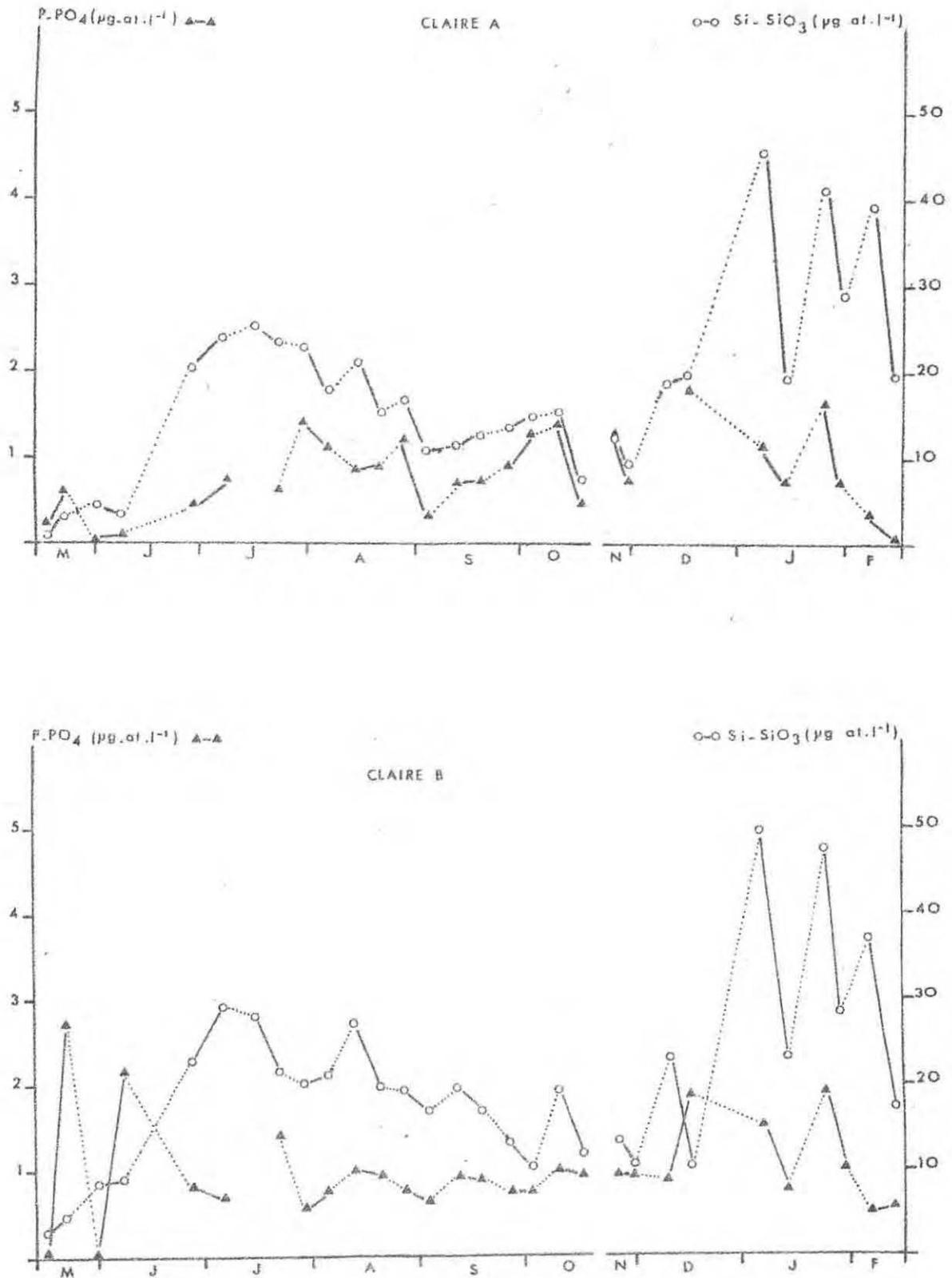


Fig. 13 : Evolution du phosphore minéral et de la silice dans les deux claires étudiées en 1979-80

- phosphore minéral (Fig. 13) : Evolution sur l'ensemble du cycle entre 0.5 et 2.5 $\mu\text{g.at.}\ell^{-1}$. On met en évidence une forte production de phosphate en début de cycle sur la claire 4 B.

- rapport N/P : Les fortes valeurs en début et en fin de cycle traduisent le déséquilibre des apports en azote et en phosphore (rapport variant de 16 à plus de 100). En été et en automne, les faibles valeurs de ce rapport (de 1.1 à 10.8) traduisent la déficience en azote minéral.

- la silice (Fig. 13) : Les teneurs sont faibles en Mai-Juin, ceci est à lier aux fortes consommations des diatomées. Elles s'accroissent en juillet-Août (17 à 23 $\mu\text{g.at.}\ell^{-1}$), diminuent d'Août à Décembre, période de pousse automnale du phytoplancton, pour être reconstituées en Janvier-Février par les apports continentaux (jusqu'à 47 $\mu\text{g.at.}\ell^{-1}$). Pour l'ensemble de l'année, les teneurs en moyenne sont plus fortes sur 4 B.

3.1.2.3. Biomasse :

- phytoplanctonique (Fig. 14) : les valeurs restent fortes de Mai à Juillet (15 à 44 $\mu\text{g.}\ell^{-1}$). Elles diminuent ensuite pour évoluer entre 0.8 et 6.8 $\mu\text{g.}\ell^{-1}$ sur le reste du cycle.

Le pourcentage de chlorophylle a active ($\frac{\text{chlo a} \times 100}{\text{chlo a} + \text{pheo a}}$) varie entre 70 et 100 % (moyenne annuelle de 80 %), ces fortes valeurs sont caractéristiques des populations jeunes à renouvellement permanent.

- microphytobenthiques (Fig. 15) : les populations s'installent progressivement jusqu'à la fin Juillet. Les teneurs en chlorophylle a passent de 3 et 8.8 à 8.5 et 33 $\mu\text{g.cm}^{-2}$ pour la claire 4 A, 8.5. et 23.1 pour la claire 4 B. Après un maximum automnal marqué (octobre), le phytobenthos se stabilise à des teneurs voisines de 10 μg de chlorophylle a par cm^2 .

Les pourcentages de chlorophylle a active évoluent entre 33 et 56 (moyenne à 46 %). Les teneurs importantes en phéophytine sont caractéristiques des communautés benthiques (Strickland et Parson in Rincé, 1978). En effet, les teneurs en phéopigments sont presque toujours supérieures à celles en chlorophylle a ce qui indique la présence importante sur la vase de matériel détritique.

3.1.3. Discussion :

3.1.3.1. Les huîtres :

Malgré une croissance importante des mollusques, l'on observe pas de différence significative entre les deux claires pour ce qui est des paramètres étudiés.

3.1.3.2. Les paramètres physico-chimiques :

- la température : les fortes variations sont liées à la faible inertie de la masse d'eau dont le volume est réduit par rapport à une surface importante. La température de l'eau est soumise aux variations climatiques : température de l'air, ensoleillement (effet de fond noir du sédiment entraînant un réchauffement plus rapide) et subit des variations brutales lors de l'alimentation. Les températures interviennent sur la croissance des populations phytoplanctoniques ou phytobenthiques en favorisant le rythme de division lorsqu'elles augmentent dans une certaine limite. Le développement de *Navicula ostrearia* serait favorisé par des températures plus constantes (Robert 1977).

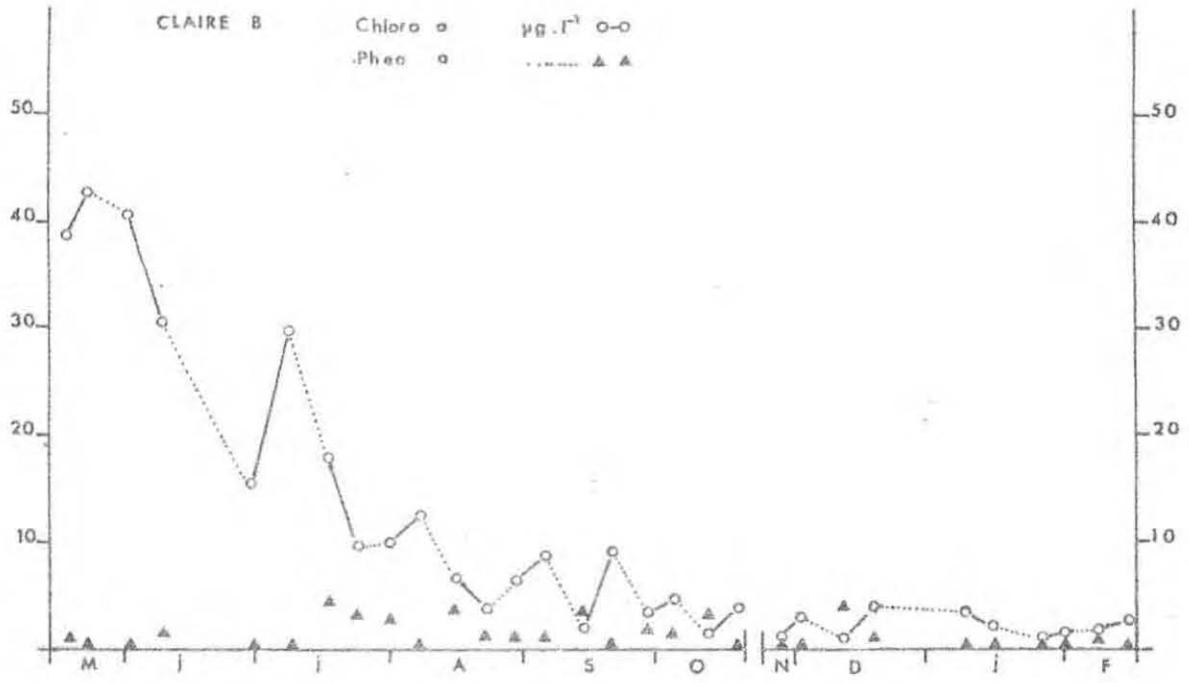
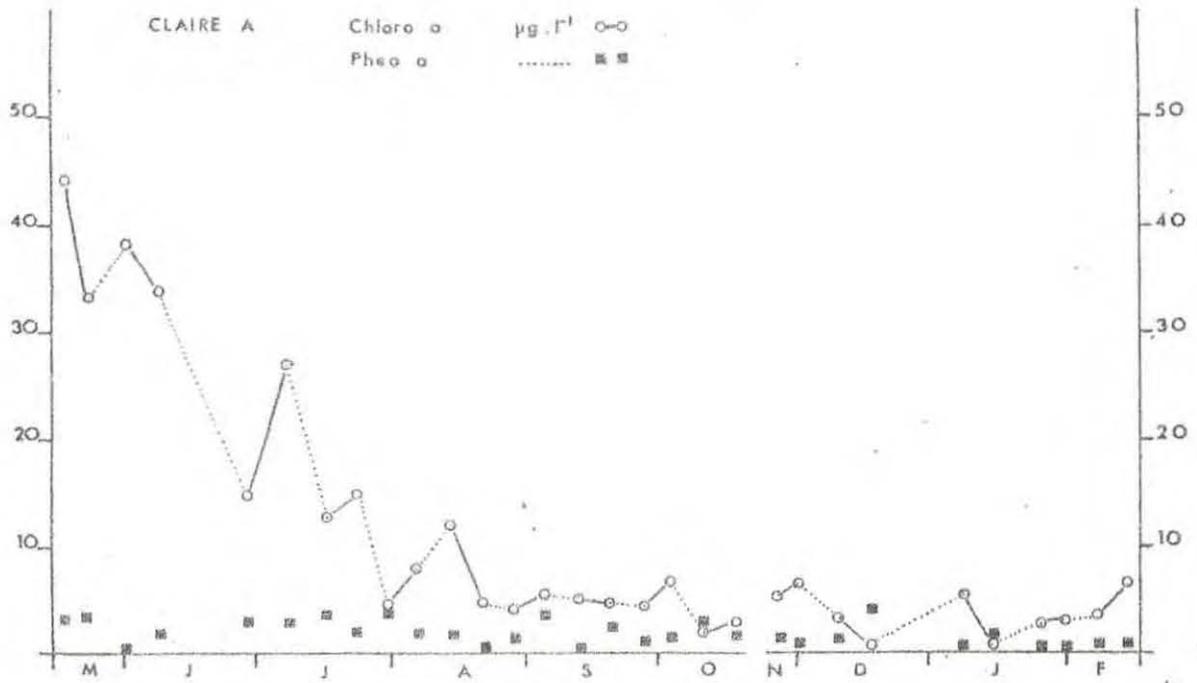


Fig. 14 : Evolution phytoplantonique (représentée par la chlorophylle a et les phéopigments) des deux claires suivies en 1979-80;

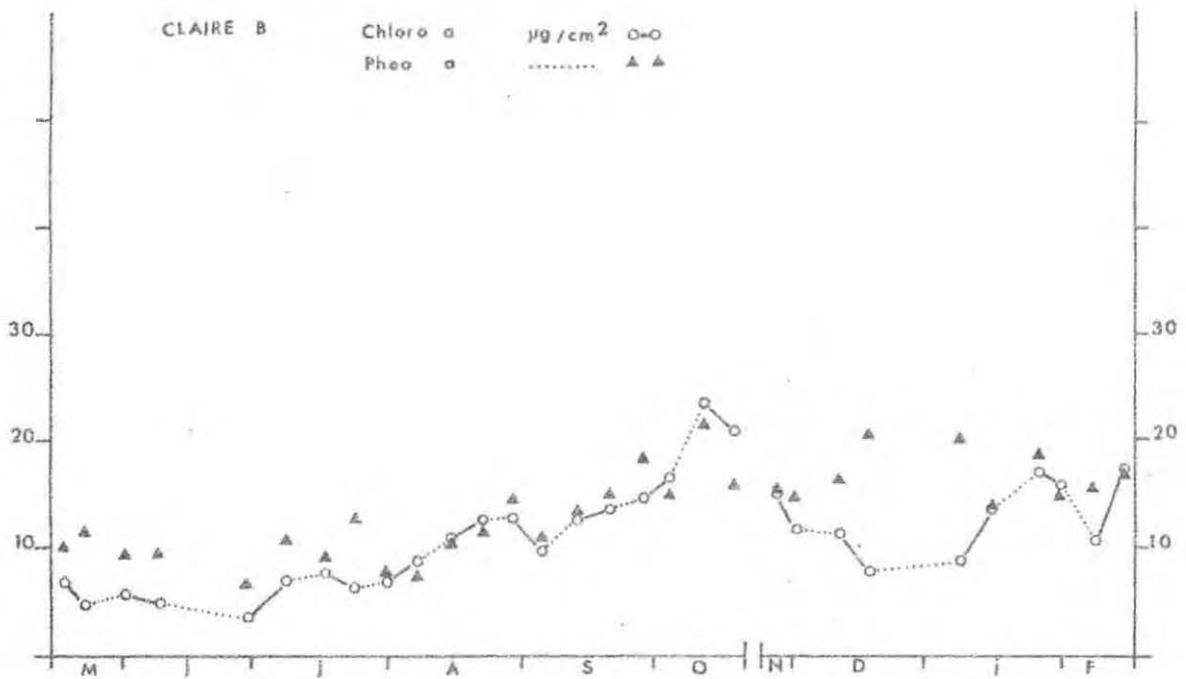
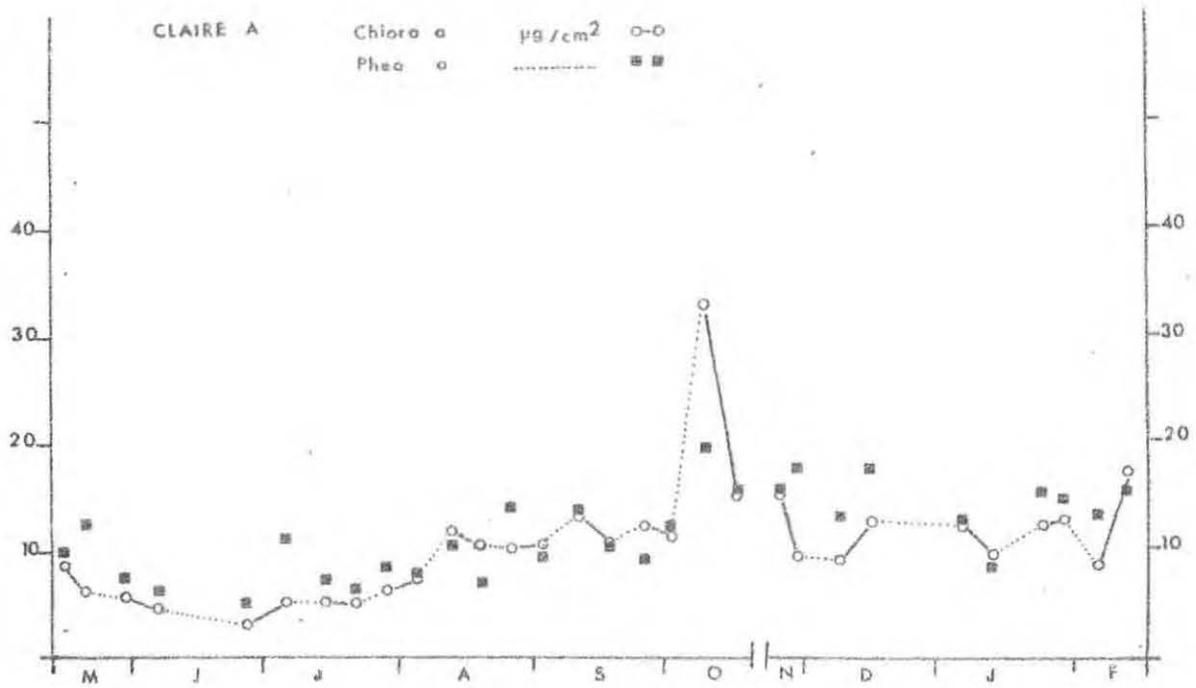


Fig. 15 : Evolution du phytobenthos (représentée par la chlorophylle a et les phéopigments) dans les deux claires étudiées en 1979-80.

- les salinités : les fortes variations des salinités sont liées à l'évaporation qui peut être intense en été ou à l'adoucissement provoqué par les précipitations importantes en hiver. L'entrée des eaux marines peut entraîner des variations brutales : favorables en été en abaissant les valeurs, elles peuvent être d'autant plus néfastes en hiver que les claires se trouvent plus en amont de l'estuaire de la Seudre avec une prédominance des apports d'eau douce. Le développement maximal du phythplancton marin, tout au moins pour les espèces néritiques s'obtiendrait pour des salinités comprises entre 10 et 22°/oo (rapp. CNEKO 1977).

- la turbidité : les marées de vives eaux entraînent une augmentation de la turbidité du fait des apports de vase associée à du matériel détritique en provenance du bassin et des chenaux. L'agitation de l'eau par le vent favorise la remise en suspension du sédiment, celle-ci sera d'autant plus importante que les particules seront plus fines et leur cohésion plus faible. La colonisation des terrains trop meubles par des invertébrés : les termites (*Corophium volutator*) et les crevettes (*Palaemonetes varians*) en particulier qui sont des endémiques de ces milieux envyhalins, favorise aussi la remise en suspension par leur activité.

En modifiant qualitativement et quantitativement l'énergie lumineuse disponible, la turbidité peut être le premier facteur limitant de la production primaire, ce peut être le cas sur le bassin de Marennes-Oléron (Héral et Ali 1978). *Navicula ostrearia* présente probablement des exigences supérieures à la plupart des espèces de diatomées vivant en claire. Il suffit en effet de remettre en suspension un échantillon de sédiment de claire verte pour voir les navicules bleues migrer très rapidement vers la source de lumière, ce qui met en évidence un phototropisme nettement positif. Sur les claires étudiées, la turbidité est en général faible mais l'on ignore à partir de quel seuil elle peut être nuisible au développement de cette espèce.

- l'oxygène dissous : la température et la salinité permettent de définir les taux de saturation. L'agitation par le vent ne peut être que favorable à une augmentation de la teneur en oxygène mais ce sont surtout les phénomènes biologiques et particulièrement la photosynthèse qui induisent les variations. Globalement, les valeurs sont plus faibles en été en relation avec des DCO plus fortes. On observe en effet pour les DCO des augmentations importantes en juillet pendant les cycles de mortes-eaux. Ces fortes valeurs liées à l'abondance de matériel organique dissous ne pouvant pas provenir de l'extérieur sont à mettre en relation avec les excréments des populations phytoplanctoniques et phytobenthiques soit pendant leur croissance, soit lors de leur dégénérescence. La faible charge en huîtres ne semble pas influencer les teneurs en oxygène dissous. Le milieu reste favorable à une bonne production de mollusques sans grands risques pour les espèces élevées au cours de l'année envisagée, la teneur en oxygène dissous permettant largement d'assurer la respiration des mollusques cultivés.

- le pH : cas général : les valeurs les plus faibles correspondent aux apports du bassin. Le milieu se basifie ensuite du fait de la consommation du CO₂ par les populations microalgales. Le gaz carbonique ne semble pas pouvoir être un facteur limitant. D'autre part, il a été observé (Robert 1977) qu'un pH voisin de 8.3 serait plus favorable au développement de *Navicula ostrearia*, mais nos prélèvements effectués sur des claires vertes ou en cours de verdissement ne montrent pas toujours des résultats allant dans ce sens.

3.1.3.3. Evolution de la réserve nutritive : Les variations des teneurs en sels nutritifs semblent liées :
- Aux apports extérieurs : les teneurs dans les claires au début de chaque cycle sont fonction des teneurs dans le bassin, c'est-à-dire qu'elles sont sous la dépendance des mélanges entre les masses d'eau marines et douces. Ces forts apports extérieurs sont liés aux rejets industriels, aux rejets des stations d'épuration et aux apports telluriques.

- Aux précipitations : elles sont responsables de l'importance des apports continentaux. De plus elles peuvent aussi jouer sur les chenaux d'alimentation et sur les claires par le lessivage des terrains agricoles. La dilution de la masse d'eau des claires par les eaux de pluie est aussi à prendre en considération.

- A l'évaporation : elle entraîne une concentration des éléments, ces phénomènes de concentration pouvant varier suivant les composés.

- Aux populations microphytiques des claires : les blooms phytoplanctoniques ou phytobenthiques et les biomasses régulièrement importantes impliquent une surconsommation des sels nutritifs. La senescence ou la mort des populations de microphytes, les excréments des espèces animales sauvages ou en élevage, la dégénérescence et la mort des microphytes recyclés dans le milieu des quantités importantes de composés organiques. Ces composés, en particulier, l'azote et le phosphore organique peuvent être présents en teneurs au moins égales à celles des sels minéraux (Robert comm. pers.). La fraction organique pouvant être soit minéralisée par voie bactérienne soit dans certains cas utilisée directement, en particulier par les diatomées *Navicula ostrearia* pourrait être un cas typique de ce comportement heterotrophe. (Ma estrini et Robert 1981).

. Evolution de l'azote minéral (fig. 12) :

En Mai, à la mise en eau, les faibles teneurs en azote des claires malgré des valeurs plus fortes sur le bassin de l'ordre de 10 à 20 $\mu\text{g. at. l}^{-1}$ (Héral et Ali à paraître) sont la résultante d'une forte consommation par une biomasse phytoplanctonique élevée. Pendant l'été les teneurs restent à un faible niveau du fait d'une consommation importante et de la dominance des apports océaniques pauvres en éléments nutritifs (5 à 10 $\mu\text{g. at. l}^{-1}$). Ces faibles valeurs sont aussi liées à un mauvais renouvellement des eaux de claire ; en effet, l'interposition lors de l'alimentation du ruisson servant de sécurité limite les apports : par exemple, lors d'un renouvellement de l'eau, ce suivi ayant été effectué le 23 Août 1979 pour un coefficient de marée de 83, l'on observe les teneurs en nitrates ($\mu\text{g. at. l}^{-1}$) suivantes :

Tableau 1 : bilan des apports en nitrates lors d'une alimentation

Moment du prélèvement Lieu de prélèvement	Avant alimentation de la claire	A l'étale de pleine mer	Après alimentation
Chenal	11.70	11.33	
Ruisson	5.70		
Claire 4 A	0.96	2.95	1.97

Le bilan des apports se trouve donc réduit par une déficience du mode d'alimentation. En compensation, c'est le rythme de recyclage des éléments nutritifs qui permettra une constance de la production primaire. On constate en effet une diminution du taux de saturation en oxygène et une augmentation des teneurs en ammoniacale. Les éléments minéraux pourraient être issus d'une reminéralisation intense (Minas 1979) au niveau du sédiment, maintenant un pool faible de sels minéraux très vite recyclés. Par ailleurs, nous n'observons jamais de teneurs importantes

en sels nutritifs dans les eaux intersticielles contrairement aux teneurs très fortes rencontrées dans des milieux similaires (feuilleton comm. pers.). En été, la formation des nitrates dépendrait de processus biologiques fugaces mais particulièrement efficaces (Vacelet 1969).

A l'automne, progressivement les teneurs en sels nutritifs augmentent sur le bassin et donc consécutivement sur les claires mais la pousse automnale du phytobenthos les utilise rapidement. En hiver, par contre, les conditions climatiques réduisent les potentialités de croissance des microphytes malgré des apports telluriques importants. Le cycle des sels minéraux semble répétitif car nous l'avons déjà constaté l'hiver précédent.

. Evolution des silicates (Fig. 13) :

L'on observe une forte consommation au printemps. Les apports compensent mal les besoins pour la croissance des populations de diatomées sans que l'on puisse tout de même arriver à un épuisement total du milieu. En été, par contre, les phénomènes de reminéralisation, parallèlement à la croissance des populations de phytoflagellés incorporant peu de silice permet de reconstituer progressivement le stock en silicates. En automne, la deuxième période de pousse des microphytes et surtout des diatomées implique une consommation plus importante de cet élément. L'hiver, un stock élevé de silice partiellement consommé se reconstitue grâce aux apports continentaux importants.

. Evolution des phosphates :

Ces composés présentent des caractéristiques particulières : d'une part l'augmentation des teneurs en phosphates peut être liée à l'évaporation car les phosphates se concentrent 8 fois plus que le chlorure de sodium (Vacelet 1969) ; d'autre part, les phénomènes d'absorption ou de désorption sur la vase en suspension ou sur le fond sont très variables en fonction des conditions hydrologiques (in Moreau 1970). Enfin, les processus de reminéralisation semblent importants et l'on ne peut que difficilement estimer la part qui est consommée par les populations phytoplanctoniques et phytobenthiques.

L'on observe un épuisement sur la claire 4 A au printemps alors qu'il y a une production importante de phosphates sur la claire B ensemencée en huîtres. Il y a ensuite reconstitution des stocks pendant l'été et les teneurs restent toujours à un niveau assez élevé. Les apports hivernaux du continent sont peu visibles et sont à mettre en relation avec les évolutions de ce composé au niveau du sédiment. Les phosphates ne semblent jamais être un facteur limitant mais la connaissance de leur dynamique demanderait une étude plus précise.

3.1.3.4. Evolution des biomasses en chlorophylle du phytoplancton (Fig. 14) et du phytobenthos (Fig. 15) :

Le cycle annuel commence avec une biomasse phytoplanctonique importante en claires. Dans le bassin, la production primaire est maximale à cette époque mais elle reste à un niveau moitié moindre que celle des claires. Dans les claires, le phytoplancton trouve des conditions très favorables qui lui permettent de proliférer : en particulier on peut rappeler la forte transparence de l'eau des claires alors que dans le bassin une forte turbidité domine. Cette poussée printanière provoque un épuisement en sels minéraux.

Durant l'été, avec la prédominance des influences océaniques, les apports nutritifs étant faibles, la biomasse phytoplanctonique décroît. Mais, parallèlement à la régénération des sels minéraux, c'est la partie benthique qui prédomine avec un maximum automnal très marqué. Ensuite, suivant en cela l'abondance des précipitations, les concentrations de sels minéraux augmentent et permettent ainsi aux phytobenthos de rester à un taux élevé.

Globalement, il faut distinguer deux périodes : d'une part une poussée printanière très importante concernant surtout le phytoplancton, la couverture phytobenthique semblant demander un temps plus long pour coloniser le substrat. D'autre part, une poussée automnale plus importante encore concernant particulièrement le phytobenthos. Ces deux pics de production au printemps et à l'automne correspondent aux périodes de consommation des silicates. On peut donc les mettre en relation avec le développement des diatomées. De plus, *Navicula Ostrearia* semble très avide de silicates : en effet, des prélèvements effectués dans des claires vertes à cette période permettent d'observer un épuisement total du milieu en silicates. Il semblerait donc que les besoins de la navicule bleue en cet élément soient très importants.

Si l'on raisonne en terme de biomasse totale : le volume d'eau des claires étant proche de 120 m³, la quantité moyenne de chlorophylle a dans l'eau est de 10.7 mg par m³. Par contre, pour le phytobenthos, elle est de 110 mg par m². Pour l'ensemble de la claire nous trouvons donc en moyenne 1.3 g de chlorophylle a pour le phytoplancton et 32.7 g pour le phytobenthos. La biomasse en microphytes benthiques est donc de vingt cinq fois supérieure à celle des microphytes planctoniques. Il est à remarquer que les claires sont le siège de successions complexes de populations microalgales (Rince 1978) et il a été démontré que ces successions peuvent être très rapides parfois de l'ordre de 24 H (Werner et Sournier 1978). La biomasse produite à chaque instant est donc probablement très importante, d'autant plus que la productivité du phytoplancton serait plus importante que celle du phytobenthos (Bodoy et Plante Cuny 1980).

3.1.4. Conclusion :

Nous avons donc mis en évidence que les claires constituent un milieu clos possédant des séquences propres susceptibles d'assurer une constance de la production en microphytes planctoniques ou benthiques. Cependant, elles sont tributaires pour les sels minéraux des apports extérieurs et c'est de la quantité et de la qualité de ces apports que dépend une production primaire intense. Les études déjà effectuées sur ce milieu se sont surtout intéressées à l'évolution des populations phytoplanctoniques négligeant le phytobenthos qui pourtant prédomine en biomasse. Cette biomasse phytobenthique est supérieure à celle étudiée sur d'autres zones littorales en France (Plante Cuny 1969, Boucher 1975, Riaux 1977, Bodoy et Plante Cuny 1980), sauf en ce qui concerne des milieux similaires : les claires de Bouin en Vendée (Rince 1978, Robert à paraître).

Il était enfin important de vérifier si cette grande richesse des claires est constante dans le temps. C'est pourquoi nous nous proposons de comparer la richesse d'une même claire durant l'hiver 1978-79 et l'hiver 1979-80.

3.2. Evolution sur une même claire des principaux paramètres hydrobiologiques : comparaison de l'hiver 1978-79 et de l'hiver 1979-80.

3.2.1. Méthode :

La comparaison porte entre les périodes de décembre 1978 à Février 1979 et les périodes de décembre 1979 à Février 1980. Il faut cependant noter qu'en 1979-1980, la claire était semée avec 4 huîtres par m², mais nous avons montré que les bivalves n'ont que peu d'impact sur le milieu : seules les valeurs moyennes des paramètres sur cette période seront examinées.

3.2.2. Résultats :

Tableau 2 : valeurs moyennes des hivers 1978-79 et 1979-80 des principaux paramètres sur la même claire :

	T°	S°/oo	NTU	N	PO ₄	S _i O ₃	Chlac	Chla v
1978-79	6.3	27.7	2.5	17.8	0.5	31.0	1.6	3.9
1979-80	7.4	20.6	8.1	27.5	1.1	19.7	1.7	12.6

La moyenne des coefficients maximum des marées est de 95.4 pour 1978-79 et 92.6 pour 1979-80. Le nombre d'alimentations en eau de la claire étant de 51 pour la première année et de 55 pour la seconde.

3.2.3. Discussion :

Pour l'hiver 1979-80, on constate un renouvellement théoriquement moins important en volume d'eau mais avec une fréquence plus élevée. Ceci induit des teneurs plus fortes en azote minéral et en phosphore. Les températures sont plus clémentes en 1979-80, les salinités plus faibles. La turbidité moyenne est plus forte qu'en 1978-79, elle se situe cependant à des niveaux assez bas. Ainsi toutes les conditions jouent en faveur de l'hiver 1979-80 et l'on constate que si la biomasse est identique pour le phytoplancton, la biomasse phytobenthique, qui rappelle le est responsable à cette époque des consommations importantes en sels nutritifs, est logiquement plus importante. Pour 12.6 g/cm² en 1979-80, elle n'est que de 3.9 l'année précédente soit plus de 4 fois plus supérieure en 1979-80. Il est donc logique de penser qu'en premier lieu ce sont les précipitations qui induisent ces différences. En effet, par l'augmentation des apports telluriques, le ruissellement permet un enrichissement plus important des claires. De plus, il est possible que le mode d'alimentation intervienne : des apports plus fractionnés mais plus fréquents occasionnant moins de stress aux populations présentes.

Dans l'attente des résultats 1980, il faut remarquer dès à présent que les conditions, en ce début d'hiver sont favorables du fait des températures relativement constantes et des apports importants liés aux précipitations recréent les mêmes conditions.

4. CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT DE CRASSOSTREA GIGAS EN CLAIRES :

Les claires sont avant tout un lieu d'élevage et d'affinage de l'huîtres (*Crassostrea gigas*). D'autre part, nous avons déjà signalé que des études en cours (Robert comm.pers.) montrent les influences réciproques de l'huître et de la navicule bleue. Il était donc obligatoire d'établir les relations huîtres-milieu. La collaboration de J.M. Deslous-Paoli dans le cadre de sa thèse de 3ème cycle sur la croissance et l'engraissement des huîtres dans le bassin de Marennes-Oléron a permis de réaliser cette partie.

La claire 4 B a été semée dès le mois de mai en huîtres à la densité de 4 par m². Il s'agissait d'huîtres sauvages déjà âgées présentant un grave défaut de croissance.

4.1. Résultats de l'élevage :

Semées en Mai à un poids moyen de 67 g environ, les huîtres en Décembre pesaient en moyenne 121 g. Nous avons donc pratiquement obtenu un doublement de poids en 7 mois. D'autre part, leur forme en boulet au départ, caractéristique d'un important défaut de croissance s'est améliorée lors de leur élevage en claire, leur permettant de retrouver un index de forme proche de la normale. La première photographie met bien en évidence la pousse qui s'est effectuée en claire, contrastant avec la "frisure" liée au milieu d'origine. La seconde photographie montrant bien le gain de croissance qui s'est effectuée en claire.

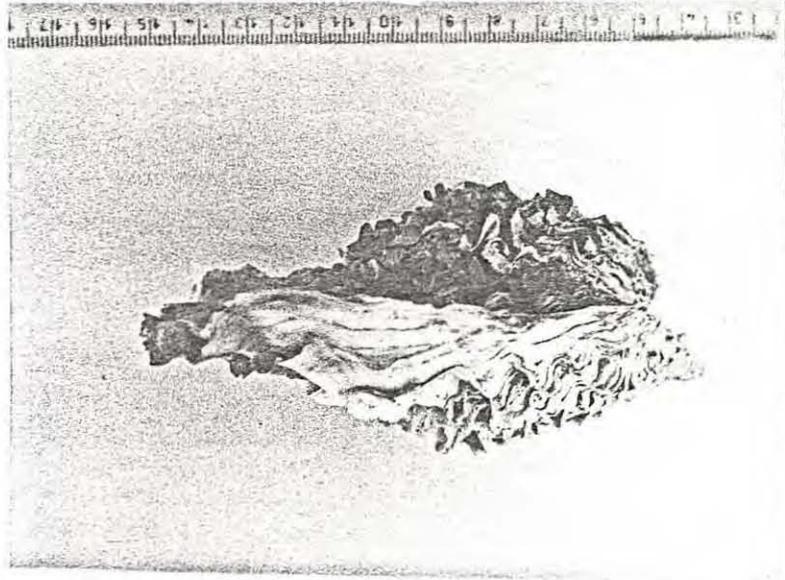
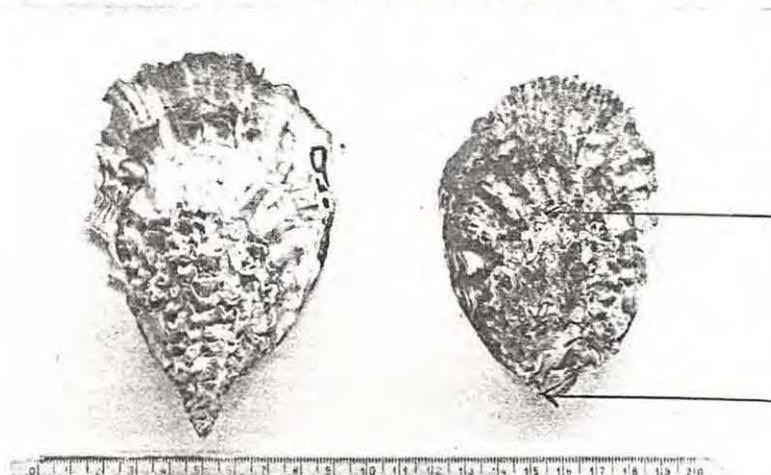


Photo 1 : Mise en évidence de la pousse en longueur.



Taille initiale

Photo 2 : gain de croissance par rapport au départ.

Le suivi effectué régulièrement (deux prélèvements par mois) n'a jamais mis en évidence le développement du parasite intestinal *Mytilicola Orientalis* ni l'existence de poches gélatineuses résultant d'un défaut de calcification de la coquille. Ces deux phénomènes sont par contre fréquents chez les huîtres en élevage dans certains secteurs du bassin de Marennes-Oléron. Le milieu claire se révèle donc très favorable à la croissance et à l'engraissement de l'huître et semble régler tous les problèmes que l'on peut rencontrer en milieu ouvert.

4.2. Relations entre les huîtres et le milieu :

Dans ces relations ne sont étudiées que celles qui influent sur les réserves biochimiques des tissus de *Crassostrea Gigas* pendant la période automnale précédant la commercialisation (affinage), la croissance n'étant pas prise en compte.

Les apports nutritifs dans le milieu peuvent être de plusieurs origines : soit particulières, soit dissoutes. Les mollusques sont en effet capables d'absorber directement les substances organiques dissoutes (glucides, lipides, protéines...) et filtrent la matière organique particulaire : phytoplancton vivant ou en décomposition, éléments détritiques et faune bactérienne associée.

4.3. Techniques de calcul :

4.3.1. Les huîtres :

Dans cette analyse mathématique, on utilise les résultats calculés pour une huître "standard" de 50 g et exprimés en mg. Les paramètres analysés sur les huîtres sont : les protéines (pr.), les lipides (li.), les sucres totaux (su.) et les cendres (ce.). Ces paramètres biochimiques permettent en effet de mieux cerner le métabolisme et l'état d'engraissement des huîtres.

4.3.2. Le milieu :

Les paramètres des claires mis en relation avec les huîtres sont : le carbone particulaire (c.cl), l'azote particulaire (n.cl), les chlorophylles a dans l'eau (chle) et sur le sédiment (chlv), les phéopigments dans l'eau (phe e) et sur le sédiment (phe v), la turbidité (ntuc) et la DCO (dcoc).

4.3.3. L'analyse mathématique :

Sur la matrice d'interrelations huîtres-claires, a été appliquée une analyse factorielle des correspondances. Il faut noter pour l'explication des figures que deux facteurs sont d'autant plus corrélés que leurs points représentatifs sont proches l'un de l'autre et qu'ils sont éloignés de l'origine.

4.4. Résultats :

Fig. 16 et Fig. 17.

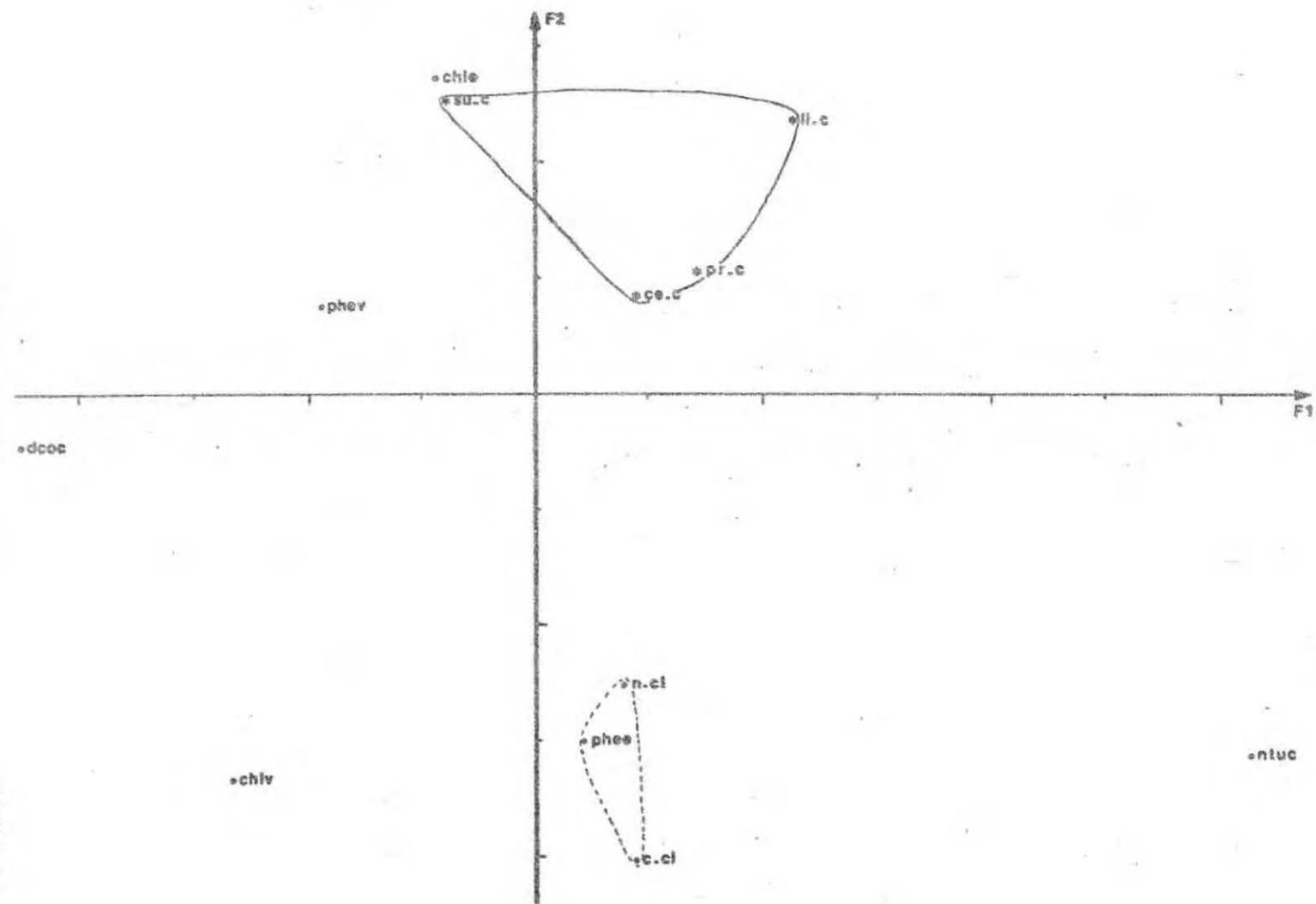


Fig. 16 ; Analyse factorielle des correspondances de la matrice d'interrelations huîtres-claires.
 Explication le long des axes 1 et 2
 Sigles ; se rapporter au texte.

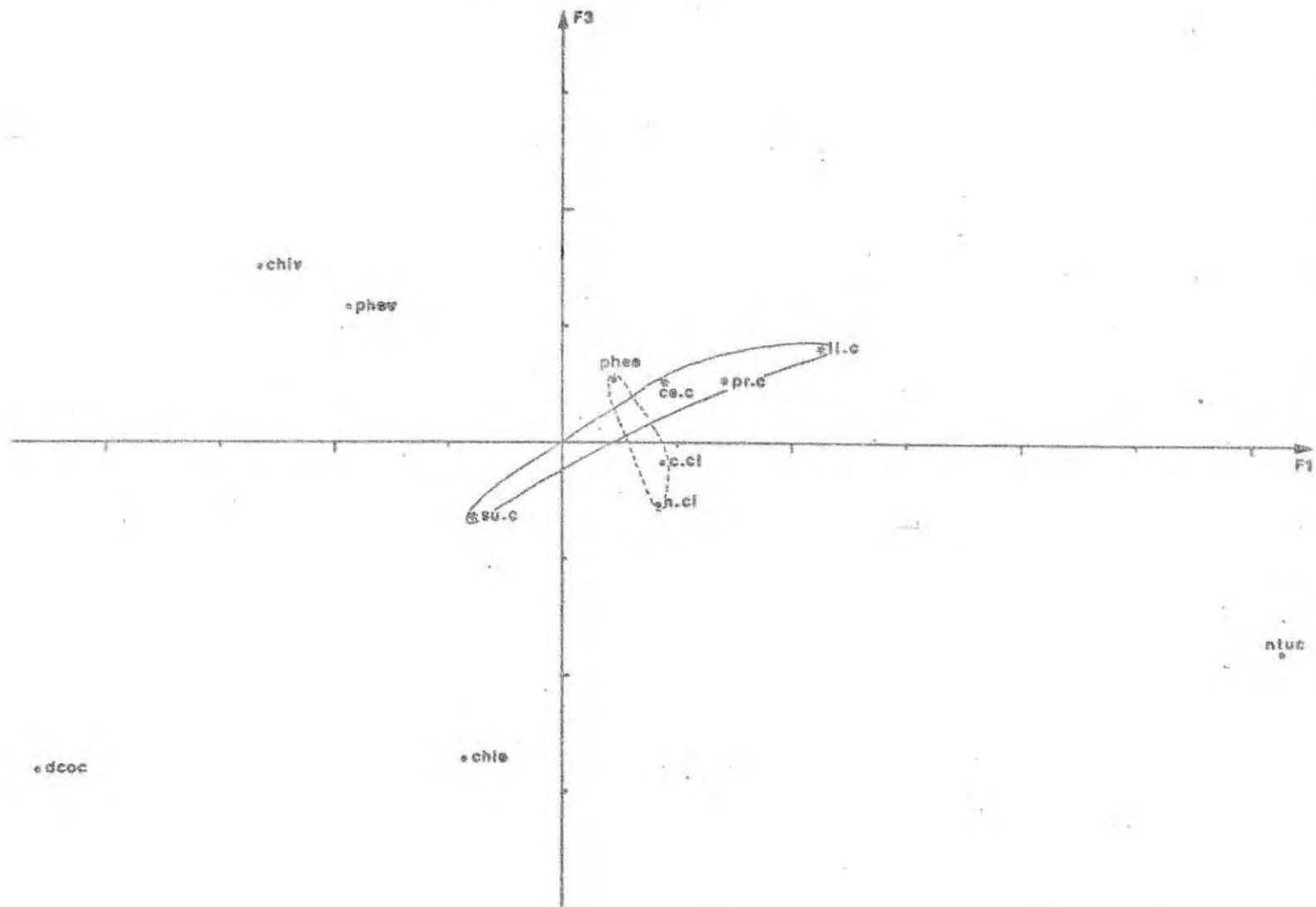


Fig. 17 : Analyse factorielle des correspondances de la matrice d'interrelations huitres-claires.
 Explication de long des axes 1 et 3
 Sigles : se rapporter au texte.

Le pourcentage d'inertie expliqué par les trois premiers facteurs est de 87 %.

Le long du premier axe, qui explique 49.6 % de l'inertie du système, on trouve une corrélation négative entre la transparence de l'eau et les éléments représentatifs du phytoplancton vivant ainsi que de la partie dissoute. Par contre les phéopigments de l'eau sont peu éloignés de l'azote et du carbone de l'eau. De même, on peut constater une corrélation positive entre les chlorophylles a de l'eau et la réserve en sucres des huîtres. Cet axe, montre une évolution différente des réserves en sucres et lipides, alors que les cendres et protéines évoluent conjointement.

Le deuxième axe, avec 25 % de l'explication de l'inertie du système accentue l'éloignement des chlorophylles a et des phéopigments de la vase ainsi que de l'eau. De même, il met en évidence la distance existant entre le groupe composé par la biochimie des huîtres, et celui composé des phéopigments, de l'azote et du carbone de l'eau. Comme pour le premier facteur, on constate la proximité des chlorophylles a de l'eau avec la réserve en sucres des huîtres, ainsi que celle existant entre les cendres et les protéines des huîtres.

Le long du troisième axe, expliquant 12.6 % de l'inertie du système, on constate un rapprochement des chlorophylles a et des phéopigments de la vase, ainsi que du groupe composé de la biochimie des huîtres, avec celui composé des phéopigments, de l'azote et du carbone de l'eau. On remarque par contre un éloignement des chlorophylles a de l'eau par rapport à la réserve en sucres des huîtres.

4.5. Discussion :

Dans les claires, la transparence de l'eau est très supérieure à celle du bassin, en grande partie à cause d'une sédimentation plus rapide de la partie minérale due aux faibles mouvements de la masse d'eau. Cependant, nous observons une corrélation négative entre les NTU, représentatifs de la turbidité et la partie phytoplanctonique et phytobenthique représentée par les chlorophylles a.

Cette faible turbidité permet d'atteindre des biomasses supérieures de population phytoplanctonique jeune et à renouvellement permanent. Il faut cependant noter que les biomasses phytobenthiques qui sont de près de 25 fois supérieures à celles du phytoplancton ne semblent pas être utilisées par les huîtres, bien que celles-ci soient cultivées à plat.

L'évolution de la réserve en sucres, et sans doute plus particulièrement celle du glycogène, dépend de l'évolution du phytoplancton vivant. L'évolution des cendres et protéines est sans doute plus liée à la croissance et, de ce fait, est moins influencée par les variations automnales des éléments nutritifs du milieu dont l'impact se fait sentir surtout au niveau du stockage ou de l'utilisation des réserves énergétiques du mollusque. Les apports détritiques, représentées par les phéopigments, l'azote et le carbone de l'eau, ne semblent pas jouer un rôle important dans l'évolution des réserves énergétiques de l'huître à cette époque.

Il semble nécessaire, actuellement, de définir les taux de filtration et d'assimilation durant les différentes saisons, en fonction de l'état physiologique des huîtres. Connaissant ces paramètres ainsi que les quantités de nourriture disponibles dans le milieu, il sera alors plus facile de faire apparaître des relations plus précises. Ce type de travail expérimental, doit être mené en parallèle à l'étude du milieu et à celle du cycle d'évolution du mollusque considéré. En effet, les conditions de milieu variant d'une année à l'autre, il est difficile d'extrapoler à partir d'étude annuelle partielle.

Une étude similaire a été effectuée dans le bassin (Deslous, Paoli, Héral), elle a montré qu'à la même époque, les huîtres maigrissaient et n'accumulent pas de glycogène. Ce comportement très différent de celui des huîtres de claires est principalement dû aux fortes turbidités engendrées par les tempêtes qui remettent en suspension la vase des parcs. Cette turbidité est très défavorable aux poussées de phytoplancton. L'huître, d'une part gênée par l'accumulation de vase dans ses branchies et, d'autre part, trouvant une nourriture peu riche, utilise plus d'énergie pour son métabolisme de base alors que l'eau moins riche en phytoplancton lui apporte moins d'énergie. Ceci est une preuve irréfutable de l'intérêt des claires pour l'engraissement des huîtres et l'on peut dire que l'affinage en claire est la garantie d'un produit de qualité.

4.6. Conclusion :

Les possibilités de production d'huîtres sont dans ce milieu très importantes car la biomasse phytoplanctonique y est très élevée. Cette biomasse est peu consommée par les huîtres semées à la densité traditionnelle. Il est donc possible d'envisager des élevages à plus forte densité. Sachant d'autre part que les huîtres n'utilisent pas pour leur engraissement et probablement leur croissance la partie phytobenthique, il semble logique de s'orienter vers l'élevage des "deposit feeders", la palourde en particulier qui donne de très bons résultats en claire. L'association des élevages huîtres et palourdes basée sur les deux niveaux de la production primaire semblerait une solution logique à la rentabilisation maximale de l'élevage en claire? Une étude des relations milieu-espèces élevées deviendrait alors obligatoire.

CONCLUSION :

Les claires malgré une forte variabilité de leurs caractéristiques principales dans l'espace et dans le temps constituent vu leur richesse naturelle, un milieu très favorable aux productions conchylicoles.

La gestion empirique des marais est rarement prise en défaut mais l'abandon du travail d'entretien des claires, lié au coût élevé de la main d'oeuvre et ses charges, les dévalorise progressivement. Le marais expérimental présente une structure traditionnelle typique mais les aménagements récemment effectués sur ce marais (varagne à faible débit et ruisson de sécurité) ne se révèlent pas toujours très favorables à une bonne production.

L'entretien traditionnel

Incluant le piquage, donc l'abaissement général du niveau d'alimentation des claires ; une alimentation en eau fréquente mais peu importante à chaque renouvellement, sans apports d'éléments en suspension sur lesquels sont absorbés des éléments nocifs (métaux lourds en particulier) sont les meilleurs garants d'une productivité primaire naturelle élevée.

Les capacités de production semblent tout de même limitées : en effet, il ne semble pas possible de maintenir des élevages d'huîtres à de fortes densités (travaux en cours) car celles-ci s'alimentent seulement au niveau du phytoplancton alors que le phytobenthos est 25 fois plus important en biomasse. L'on en déduit l'intérêt de l'élevage des "deposit feeders", les palourdes en particulier. Mais, la mise en place de ces élevages nécessiterait l'étude à part entière des relations existant entre le milieu et les espèces élevées. Cette étude s'inspirant de celle effectuée par Deslous-Paoli sur le bassin permettrait de définir les capacités de production du milieu. A charge pour nous ensuite de compenser par amendement les carences possibles de ce milieu pour en maximiser la production.

L'entretien traditionnel se double de l'élevage en claire (huîtres à la pousse). De plus en plus nos travaux nous orientent vers les relations entre Crassostrea gigas et le développement de Navicula Ostrearia. Cette notion déjà mise en avant par RANSON en 1927 puis infirmée par MOREAU en 1970 (pour ce qui est des sucres) semble prendre toute sa valeur actuellement en relation avec le rejet de formes organiques de l'azote par les huîtres. (Maestrini et Robert 1981, Héral et Robert à paraître).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- BERLAND B., BONIN D., MAESTRINI S. : Etude expérimentale de l'influence de facteurs nutritionnels sur la production du phytoplancton de Méditerranée. Thèse d'état Univ. Aix - MARSEILLE - 1974.
- BOUCHER D. : Production primaire saisonnière du microphytobenthos des sables envasés en baie de Concerneau. Thèse 3ème cycle. Univ. Bretagne occidentale - 1975.
- BODOY A., PLANTE-CUNY M. R. : Evaluation simultanée des biomasses et production primaire phytoplanctonique et microphytobenthique en milieu côtier. C.R. Acad. Sci. Paris - Mars 1980, 290, série D, 667, 670.
- CNEXO 1977 : Rapport du groupe de travail "Estuaires et deltas". Rapp. Sci et Tech. N° 34. 89 pp.
- DESLOUS-PAOLI J.M. 1980 : Contribution à l'étude de la biologie de l'huître *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron. Thèse de doctorat 3ème cycle. Université Aix-Marseille.
- HERAL M., BERTHOME J.P., RAZET D., GARNIER J. : la sécheresse de l'été 1976 dans le bassin de Marennes-Oléron - aspects hydrobiologiques. CIEM C.M. 1977 K 20.
- HERAL M., RAZET D., MAESTRINI S., GARNIER J. 1980 : composition de la matière organique particulaire dans les eaux du bassin de Marennes-Oléron. Apport énergétique pour la nutrition de l'huître par HERAL, RAZET et GARNIER. Comité océanographie biologique, ref. comité mollusques et crustacés. C.M. 1980 / L : 44.
- MARTIN J.M., MEYBECK M., SALVADORI F., THOMAS A. : pollution chimique des estuaires. Rapp. Scient. Tech. CNEXO N° 22 1976.
- MINAS M. : Distribution, circulation et évolution des éléments nutritifs en particulier du phosphore minéral dans l'étang de Berre. Int. Revue ges. Hydrobiol 59-4, 1974, 509-542.
- MOREAU J. : Contribution aux recherches écologiques sur les claires à huîtres du bassin de Marennes-Oléron. Rev. Trav. ISTPM Tome 34, fasc. 4, Déc. 70.
- PLANTE CUNY M.R. : Evaluation par spectrophotométrie des teneurs en chlorophylle a fonctionnelle et en phéopigments des substrats meubles marins Doc. Sci. Mission ORSTOM-NOSY- BE N° 45, 1 - 76, 1974.
- PLANTE CUNY M.R. : Pigments photosynthétiques et production primaire des fonds meubles néritiques d'une région tropicale (NOSY - BE Madagascar). Trav. et doc. ORSTOM N° 96 - 1978.
- RIAUX C. : Facteurs déterminant l'évolution de la biomasse phytoplanctonique et microphytobenthique dans l'estuaire de la PENZE - J. rech. Océanogr. Vol II N° 4 - 1977, 23 - 29.
- RINCE Y. : Intervention des diatomées dans l'écologie des claires ostréicoles de la baie de Bourgneuf - Thèse 3ème cycle Univ. NANTES - 1978.

- ROBERT J.M. : Premières données écologiques sur les claires à huîtres de la baie de Bourgneuf. Bull. Ecol. 1977, T.8., 1 - p. 57 - 62.
- ROBERT J.M. : Biométrie cytologique appliquée à l'étude des stades de développement de *Navicula ostrearia* Bory en rapport avec le verdissement des claires de la baie de Bourgneuf. Thèse 3ème cycle. Univ. de Nantes - 1974.
- ROBERT J.M., MAESTIRINI S., BAGES M. DRENO J.P., GONZALES - RODRIGUEZ E. : Estimation au moyen de tests biologiques de la fertilité pour trois diatomées des eaux des claires à huîtres de Vendée. Océanol act. 1979, Vol 2 N° 3, 275-286.
- STRICKLAND J.D.H. AND PARSONS T.R. : 1960 ; A practical handbook of seawater analysis fisherie reseorch board of canada. OTTAWA 311 pp.
- VACELET E. : Rôle des populations phytoplanctoniques et bactériennes dans le cycle du phosphore et de l'azote en mer et dans les flaques supralittorales du golfe de Marseille. Tethys 1 (1), 1969, pp 5-118.
- RANSON G. 1927 : L'absorption de matières organiques dissoutes par la surface extérieure du corps chez les animaux aquatiques. Annales inst. océan. 4.3.
- MAESTRINI S.Y., ROBERT J.M. 1981 : Rendement d'utilisation des sels nutritifs et variation de l'état de cellules de trois diatomées de claires à huîtres de Vendée. Gceanol Acta 1981, 4, 1, 13-21.