

Cette communication en peut être citée sans autorisation préalable des auteurs

Conseil International pour
l'Exploration de la mer

C.M. 1981 / L : 14
Comité de l'océanographie biologique

Etude préliminaire de l'impact des huîtres
Crassostrea gigas (THUNBERG) en élevage sur
la biomasse des microorganismes des claires
de Marennes-Oléron

par

Y. KANETTE* et J. GARNIER*

RESUME : L'évolution des paramètres estimatifs des biomasses phyto-planctoniques et microbiennes, (chlorophylles a, phéopigments, protéines, carbone et azote particulaires, ATP et bactéries totales) en fonction de différentes densités d'huîtres Crassostrea gigas (Thunberg) en élevage est étudiée sur trois claires identiques. Les fortes teneurs en chlorophylle a caractéristiques de ces milieux ($13 \text{ à } 100 \mu\text{g.l}^{-1}$) sont en partie épuisées lorsque la densité en élevage est importante, parallèlement l'ATP augmente jusqu'à $30 \mu\text{g.l}^{-1}$. Les fortes valeurs des rapports (ATP/carbone) 10^3 supérieures à 10 nous permettent de penser que les huîtres favorisent le développement d'espèces phyto-planctoniques silicifiées de grande taille en particulier la diatomée Navicula ostrearia (Bory).

ABSTRACT : The evolution of microbial biomass based on chlorophyll a, pheopigments, proteins, particulate carbon and nitrogen, ATP and total viable aerobic bacterias measurements, is studied on three oyster ponds in relation with different densities of reared oysters Crassostrea gigas (Thunberg). Chlorophyll important amounts characteristics of these middles ($13 \text{ to } 100 \mu\text{g.l}^{-1}$) are in part consumed when the density of oysters is important, comparatively ATP increase to $30 \mu\text{g.l}^{-1}$. With important values of (ATP/carbon) 10^3 ratios, upper than 10, we could think that the development of large silicified phytoplanktonic species should be favoured by oysters particularly the diatom Navicula ostrearia (Bory).

Ce travail a été réalisé au laboratoire de l'I.S.T.P.M. de La Tremblade grâce au financement du Conseil général de Charente-Maritime et de la Section régionale du Comité interprofessionnel de la conchyliculture de Marennes-Oléron.

* Institut scientifique et technique des pêches maritimes
Mus de Loup 17390 La Tremblade FRANCE

Fig. 1 : plan de situation

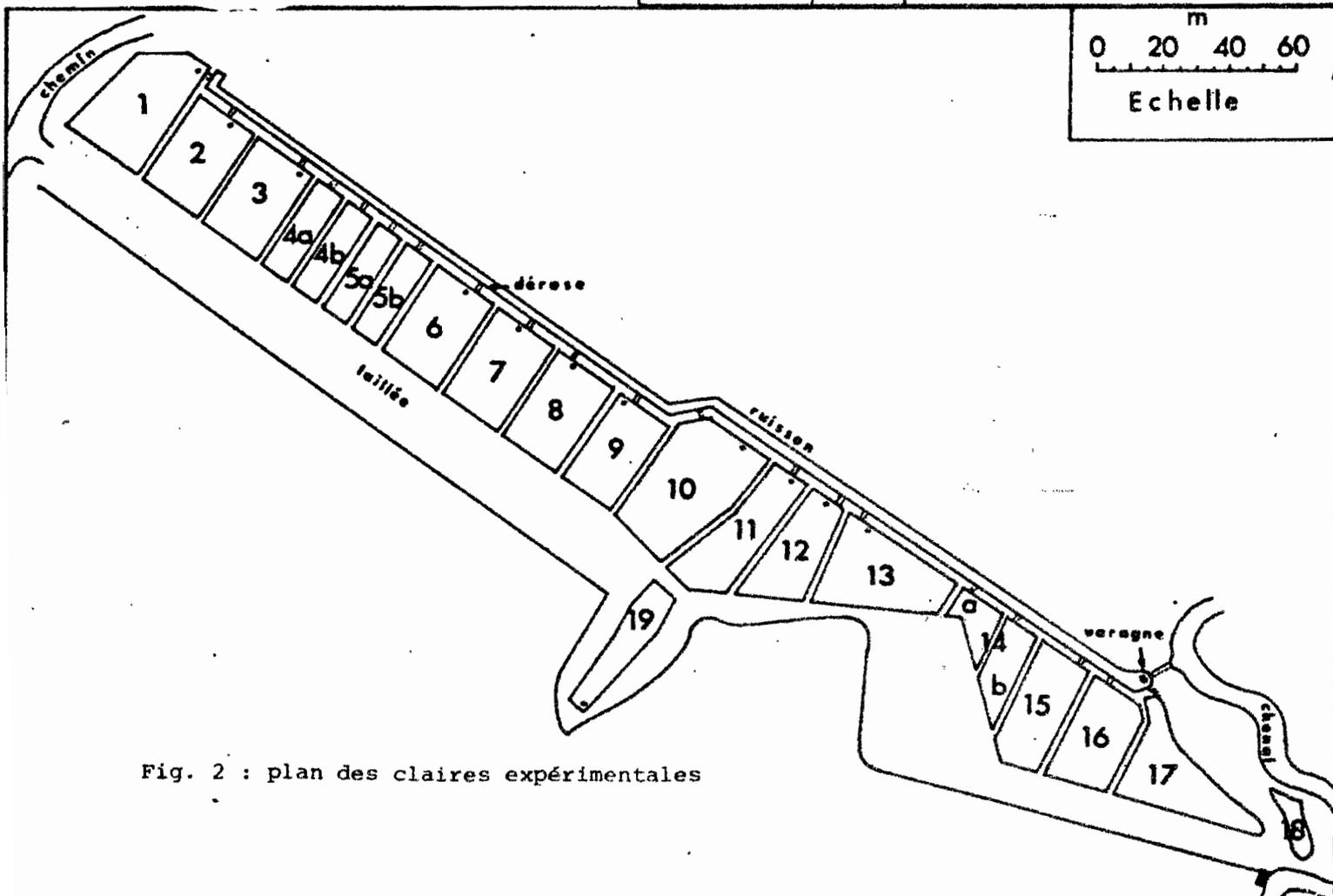
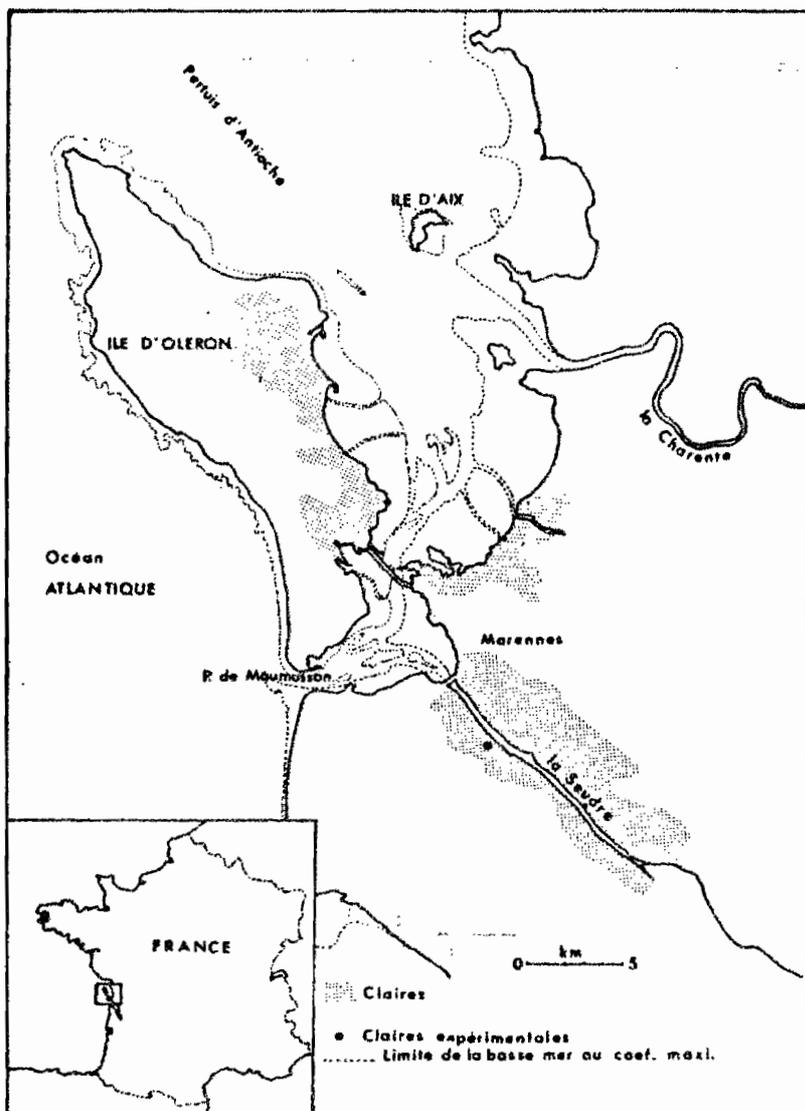


Fig. 2 : plan des claires expérimentales

Introduction

Une première note (ZANETTE, 1980 a) présentait l'évolution annuelle de la biomasse phytoplanctonique dans deux claires voisines ; elle mettait en évidence des teneurs en chlorophylle *a* importantes (jusqu'à $44\mu\text{g.l}^{-1}$) caractéristiques de ces milieux semi-fermés qui bénéficient de l'apport d'eaux estuariennes, riches en sels nutritifs mais très turbides (HERAL et al., 1980) et d'une conception qui favorise une sédimentation rapide optimisant ainsi la production primaire. L'ensemble des résultats ne permettait pas d'observer de différences significatives entre les deux claires : les huîtres semées à la densité traditionnelle de 4 par m^2 ne semblaient pas intervenir sur l'évolution des paramètres estimatifs de la biomasse primaire malgré une croissance remarquable des individus en élevage (DESLOUS-PAGLI, 1980).

La possibilité d'utilisation par les diatomées des claires à huîtres et surtout Navicula ostrearia de substances organiques dissoutes plus particulièrement de l'azote organique dissous (MAESTRINI et ROBERT, 1981) en relation avec l'excrétion des mollusques (ROBERT et al., 1981) nous conduisait à mettre en place un élevage à forte densité (environ 20 individus par m^2 , soit 5 fois la biomasse traditionnelle, qui constitue une charge supérieure au seuil de re-stabilisation de l'élevage de l'huître creuse Crassostrea gigas en claire).

Matériel et méthodes

• Protocole expérimental

Le suivi est effectué de juin (période de mise en eau des claires après remise en état) à décembre 1980 (période de commercialisation des produits). Il porte sur 3 claires identiques, et contiguës du marais expérimental (ZANETTE, 1980 a) (fig. 1 et 2).

La claire notée 5A ne renferme aucun sujet en élevage (claire témoin), les claires 5B et 4A sont garnies d'huîtres Crassostrea gigas de dix huit mois, d'un poids moyen de 32 g (Sd = 7,2) pour une longueur moyenne de 63 mm (Sd = 9,8) aux densités respectives de 4 et 22 par m².

Les prélèvements sont effectués en début et en fin de mortes-eaux selon le protocole de ROBERT (in ZANETTE, 1980 a) une fois par mois.

• Méthodes d'analyse

- les chlorophylles a (chlo. exprimées en $\mu\text{g.l}^{-1}$) sont dosées sur le matériel particulaire après filtration sur filtre de verre whatman GF/C selon le protocole de LORENZEN (1967), les phéopigments (phéo en $\mu\text{g.l}^{-1}$) étant dosés parallèlement.

- les protéines (prot. en $\mu\text{g.l}^{-1}$) après préfiltration à 250 μ , le particulaire est recueilli sur filtre whatman GF/C calciné au préalable à 400°C pendant une heure, les protéines sont ensuite dosées selon la méthode de LOHRY et al. (1951).

- le carbone (C) et l'azote (N) particulaire exprimés en $\mu\text{g.l}^{-1}$: après préfiltration à 250 μ , le filtrat recueilli sur whatman GF/C calciné au préalable, est brûlé à 900°C dans un doseur C.H.N. Perkin-elmer 240 selon la méthode décrite par KERANEK et SZEJNLEDA (1969).

- l'adénosine tri phosphate (ATP en $\mu\text{g.l}^{-1}$) : après préfiltration à 250 μ puis filtration sur filtre acétate de cellulose Sartorius 11306 ; l'ATP est extrait du matériel particulaire au frais bouillant et dosé selon le protocole de LAFORGE (1972).

- Bactéries : la numération de la microflore totale (Bact. M.P.N./ml) est effectuée par la méthode indirecte du Most probable number (M.P.N.) sur le milieu 2216 E d'OPPENHEIMER et ZOBELL (1952). Pour plus de précision les ensemencements sont faits sur cinq tubes pour chaque dilution (HUSSENOT, 1972). Après quinze jours d'incubation à la température du laboratoire, le dénombrement est effectué par la méthode de MAC GRADY (in POCHON et TARDIEU, 1962).

• Expression des résultats

- Les valeurs moyennes données dans le texte correspondent aux moyennes des résultats obtenus sur l'ensemble de la période considérée (juin à décembre) pour chaque claire. Ces moyennes sont toujours suivies de l'écart-type noté (Sd = ...).

- sur les graphiques les traits pleins relient les résultats des prélèvements correspondant aux périodes de mortes eaux.

Résultats

• Croissance des huîtres en élevage

Seul le bilan de la période d'élevage est pris en compte : les résultats sont très différents entre la claire 5B (4 huîtres par m²) où l'on a obtenu en décembre un poids moyen de 62,8 g (Sd = 14,0) pour une longueur de 83,7 mm (Sd = 9,8) et la claire 4A (22 huîtres par m²) avec un poids de 46,3 g (Sd = 14,7) et une longueur de 74,0 mm (Sd = 12,1). De plus si l'index de condition moyen :

Poids sec de chair en g x 1 000

(WALNE, 1970 in BERTHONNE et al. 1979)

volume de la cavité intervalvaire en ml

pour les huîtres à faible densité est proche de 88, il n'atteint que 68 pour les huîtres à forte densité.

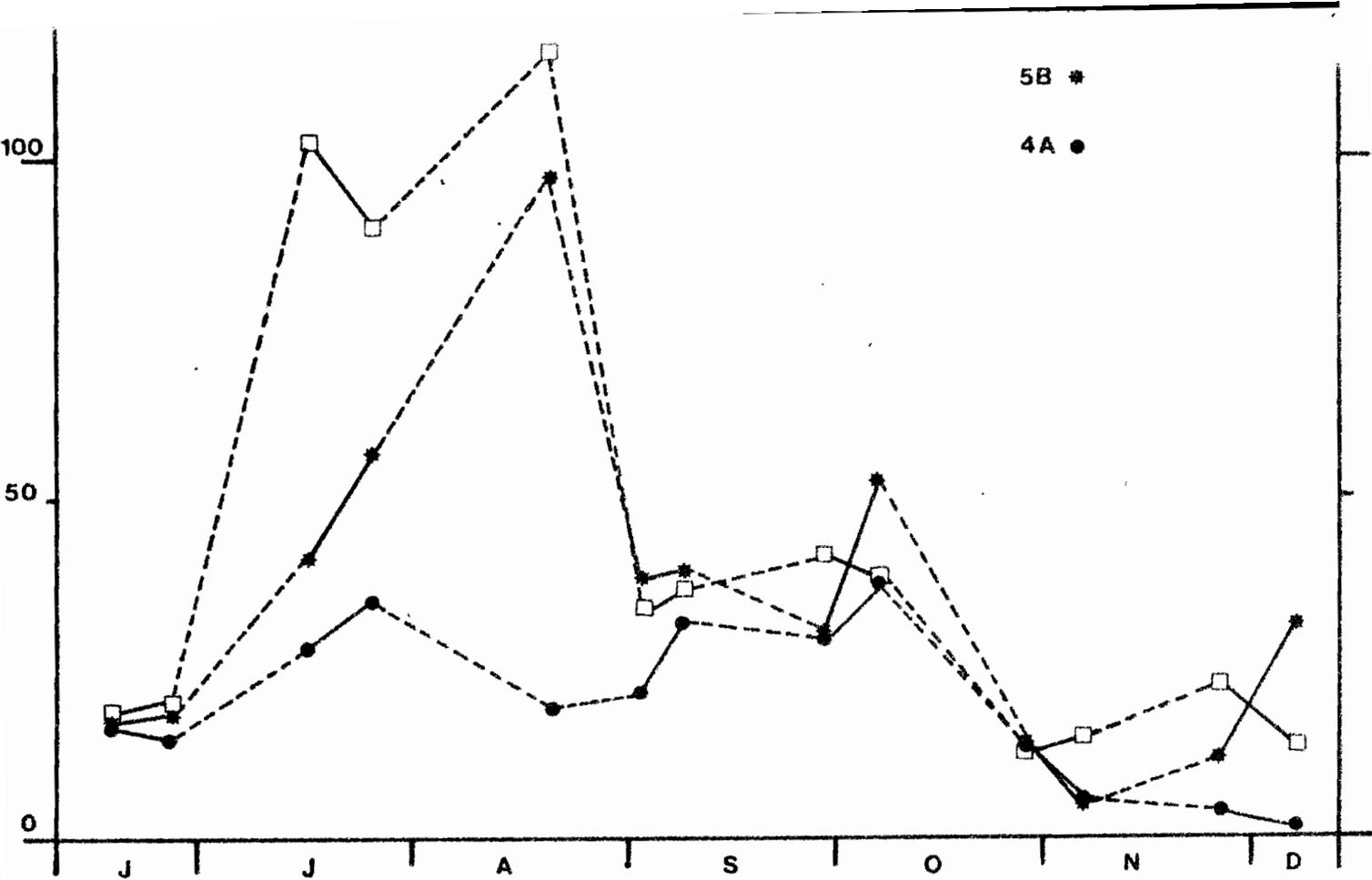


Fig. 3 : Evolution des chlorophylles a dans l'eau des trois lacs étudiés

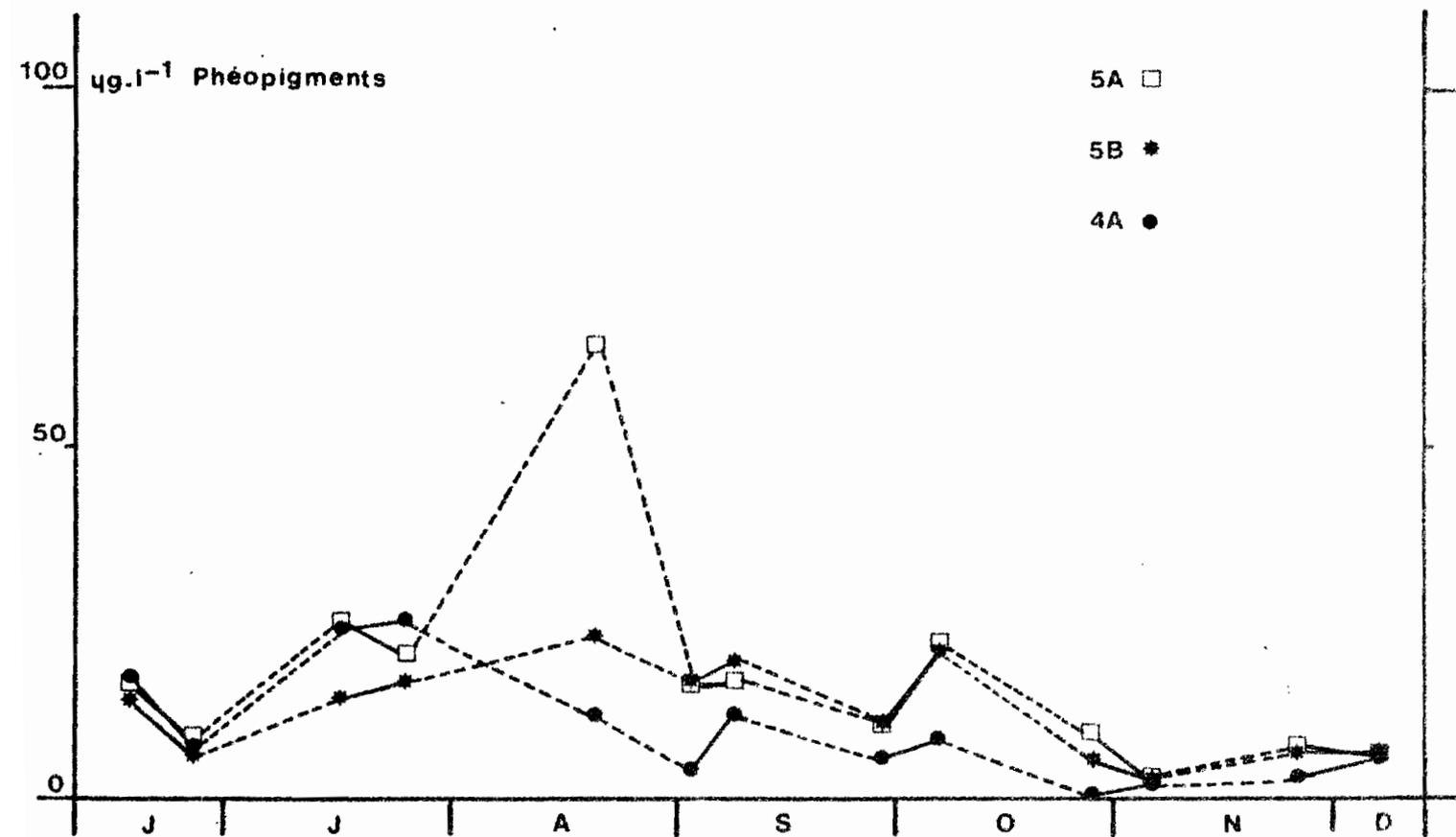


Fig. 4 : Evolution des phéopigments dans l'eau des trois lacs étudiés

• Paramètres abiotiques

- les températures relevées le matin durant la période étudiée ont évolué entre $1,2^{\circ}\text{C}$ (minimum de novembre) et $21,2^{\circ}\text{C}$ (maximum d'août et septembre).

- les salinités (selon JACOBSEN et KRJENSEN, 1940) ont évolué entre 22,3 ‰ en novembre et 35,7 ‰ en septembre.

- l'oxygène dissous (selon WINALLER) est supérieur à 70 % de la valeur à saturation mais accuse trois minima : fin juillet, mi septembre et début novembre, la valeur la plus faible (35,4 % de la saturation) étant atteinte dans la claire 4A.

- la turbidité exprimée en NTU, toujours faible est en moyenne proche de 6,3 (Sd = 4,4).

• Paramètres biotiques

- Chlorophylles a (fig. 3) : les teneurs moyennes sont de $45,5 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (Sd = 35,9) pour 5A, de 35,2 (Sd = 24,5) pour 5B et 20,4 (Sd = 12,1) pour 4A. On observe de très fortes biomasses en juillet et août, supérieures à $100 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ pour la claire témoin.

Les pourcentages de chlorophylle a active identiques pour 5A et 5B : 70,9 % (Sd = 9,2 et 8,3) diminuent légèrement pour 4A : tout en présentant une plus grande variabilité : 66,3 (Sd = 19,7).

- Phéopigments (fig. 4) : les moyennes sont respectivement de $17,2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (Sd = 15,6), 12,7 (Sd = 6,6) et 10,1 (Sd = 8,2) pour 5A, 5B, et 4A. Le maximum est obtenu pour la claire témoin en août ($63,8 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), il correspond au pic des chlorophylles.

- Protéines (fig. 5) : les valeurs moyennes comme pour les chlorophylles diminuent lorsque la densité en élève e augmente, elles passent de $1,1 \text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (Sd = 0,58) pour la claire témoin à 0,87 (Sd = 0,40) pour 5B et 0,77 (Sd = 0,40) pour 4A. Nous observons

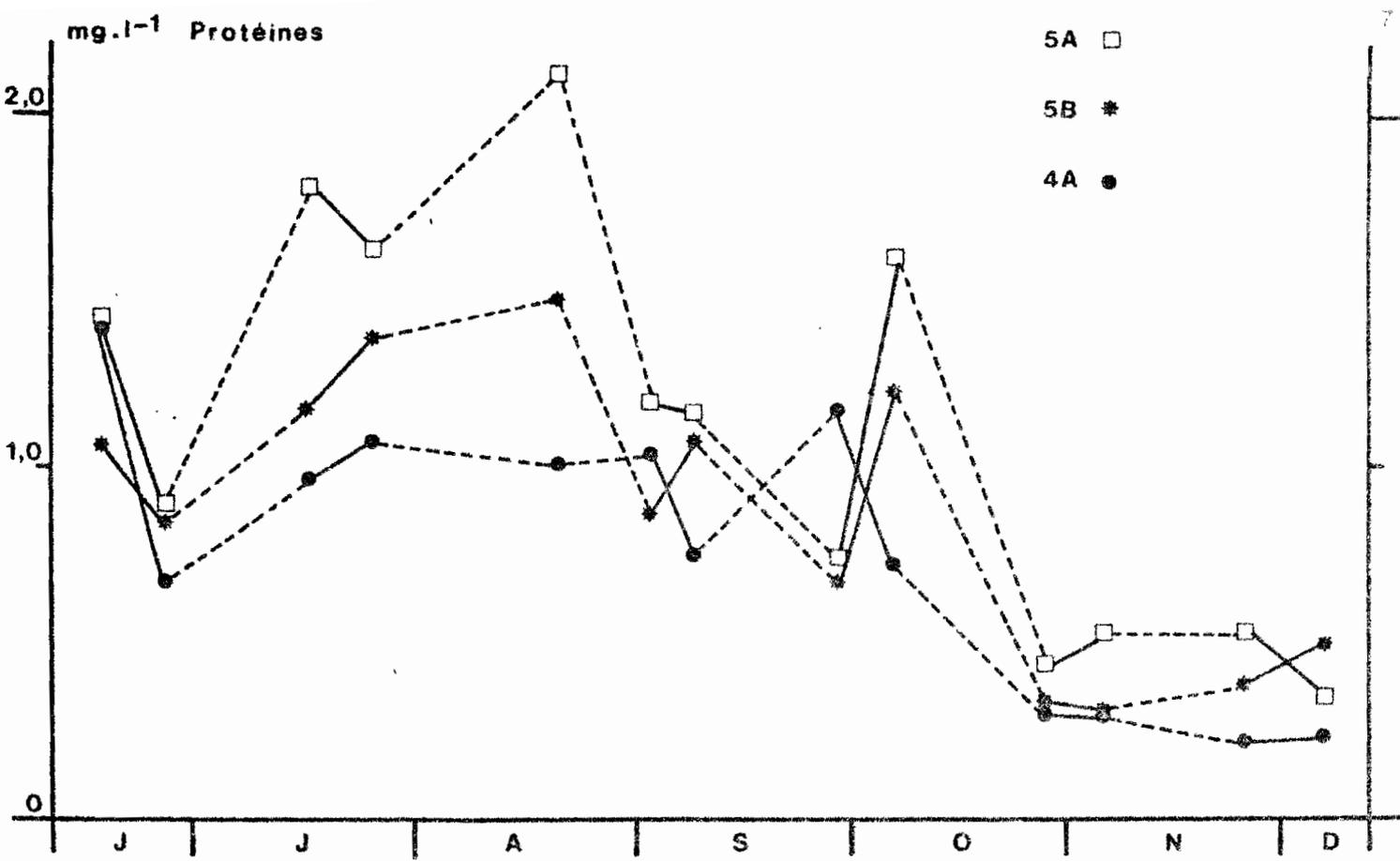


Fig. 5 : Evolution des protéines particulaires dans les trois souches étudiées

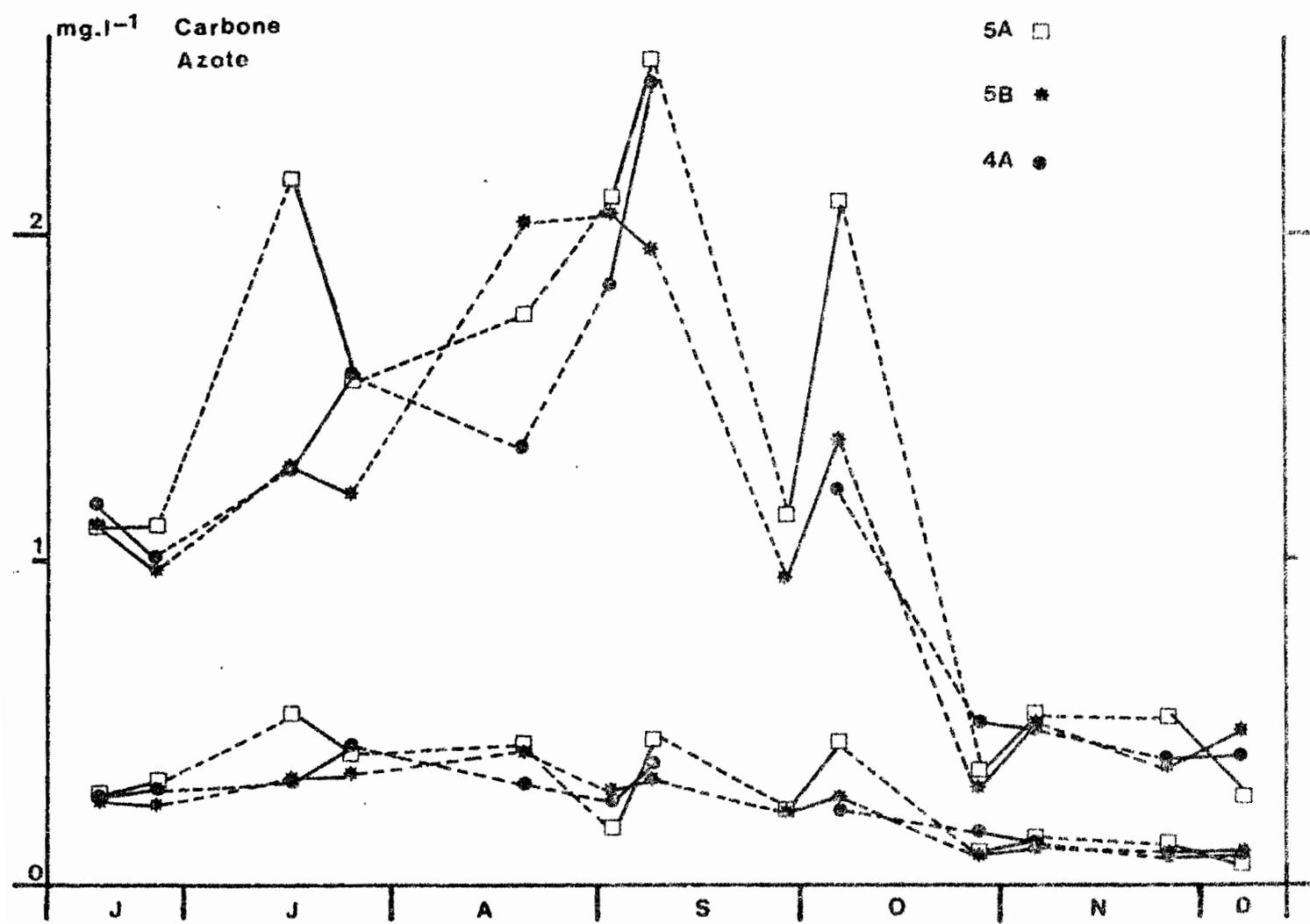


Fig. 6 : Evolution de l'azote et du carbone particulaires dans les trois souches étudiées

les mêmes maxima que pour les chlorophylles sur le témoin avec une meilleure mise en évidence du bloom automnal (début octobre). Le dosage des glucides particuliers (méthode de JABOIS protocole de KALARA et CHARRA, 1972) et des lipides particuliers (selon MARILLI et SAINTLIN modifié par HERAL et al., 1980) permet de mettre en évidence une constance dans la composition biochimique proximale du matériel particulaire avec respectivement 63,9 (Sd = 5,7), 64,0 (Sd = 5,0) et 62,9 % (Sd = 5,5) pour 5A, 5B et 4A de protéines par rapport à la somme des constituants biochimiques.

- Carbone et azote (fig. 6) : les deux paramètres vont de pair puisqu'ils sont parfaitement corrélés (fig. 9) ; Les valeurs moyennes sont respectivement pour 5A, 5B et 4A de $1,32 \text{ mg.l}^{-1}$ (Sd = 0,77), $1,12$ (Sd = 0,61) et $1,14$ (Sd = 0,64) pour le carbone et de $0,28 \text{ mg.l}^{-1}$ (Sd = 0,15), $0,24$ (Sd = 0,10) et $0,24$ (Sd = 0,11) pour l'azote avec des maxima en juillet, début septembre et début octobre pour le témoin.

Les moyennes des rapports C/N de $4,88$ (Sd = 1,15), $4,38$ (Sd = 1,05) et $5,13$ (Sd = 1,53) pour respectivement 5A, 5B et 4A sont faibles, la valeur maximale observée étant de 6,4.

- Adénosine tri-phosphate (fig. 7) : Les teneurs moyennes dans l'ordre pour 5A, 5B et 4A de $3,27 \mu\text{g.l}^{-1}$ (Sd = 3,4), $2,32$ (Sd = 2,20) et $14,02$ (Sd = 11,26) démarquent nettement la claire 4A (forte densité en éléva.e) avec trois maxima en juillet, août et septembre ($33,06$, $25,60$ et $31,74$) alors que la valeur la plus forte est de $7,52$ pour 5B et de $12,76$ pour 5A, lorsque les chlorophylles atteignent $116,2 \mu\text{g.l}^{-1}$ sur cette dernière.

La moyenne des rapports (ATI/C) 10^3 présente des valeurs respectives de $2,64$ (Sd = 1,73), $1,74$ (Sd = 1,77) et $10,58$ (Sd = 9,34) pour 5A, 5B et 4A. Dans le même ordre nous trouvons des valeurs de $19,81$ (Sd = 16,15), $26,93$ (Sd = 29,00) et $1,37$ (Sd = 1,25) pour le rapport chlorophylle/ATP.

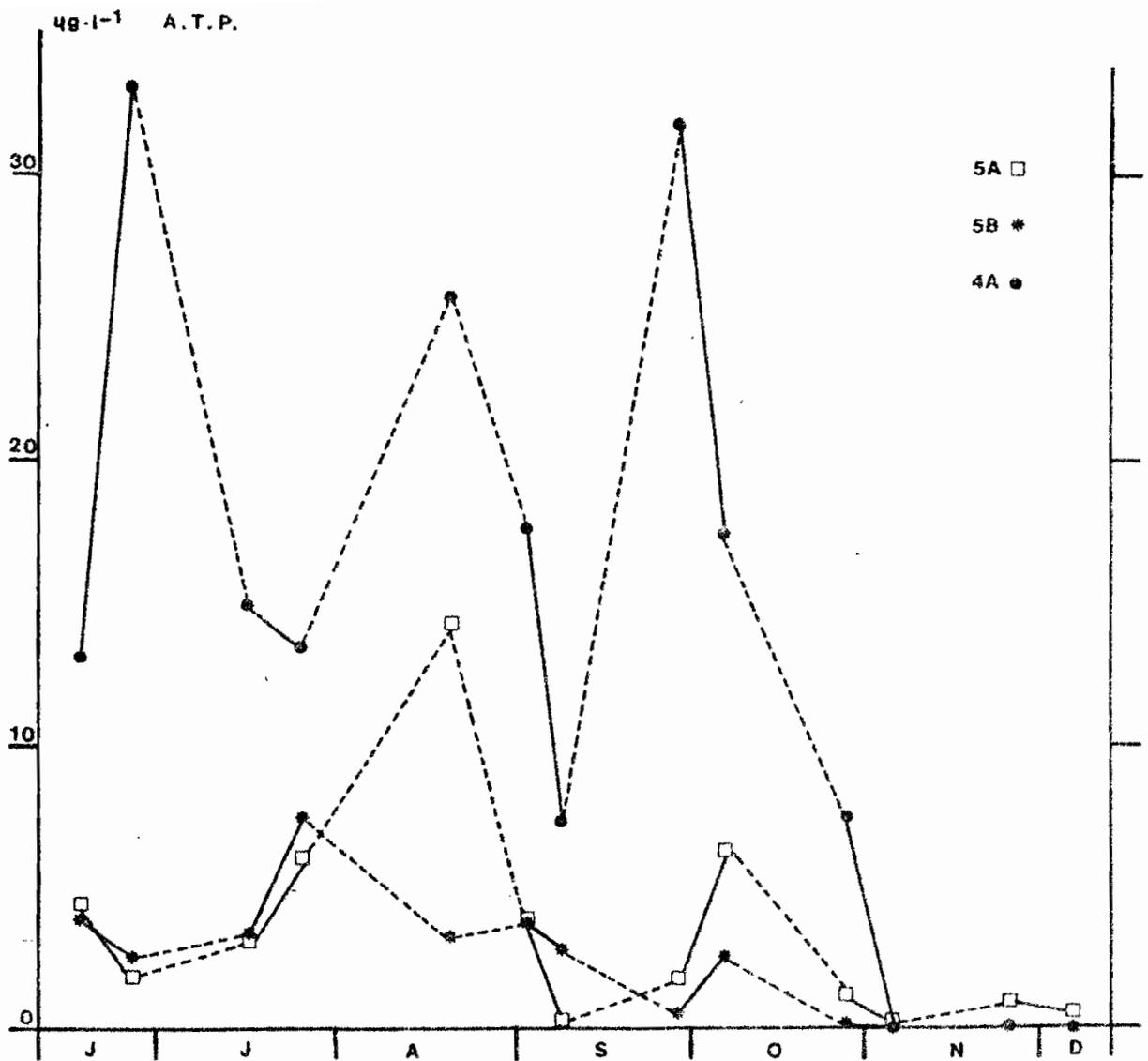


Fig. 7 : Evolution de l'ATP dans l'eau des trois claires étudiées.

Bactéries M.P.N..ml⁻¹

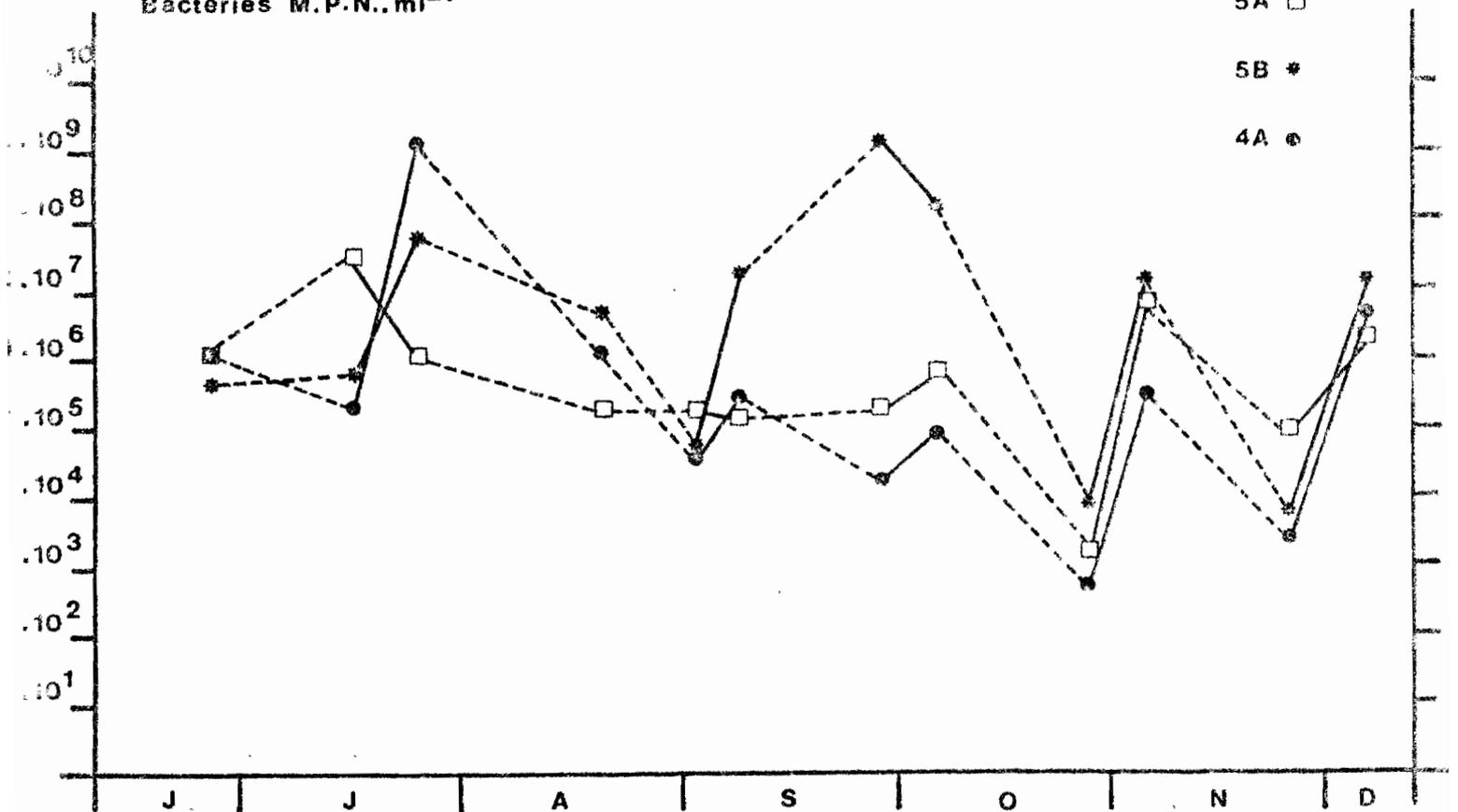


Fig. 8 : Evolution du nombre total de bactéries dans les trois claires étudiées.

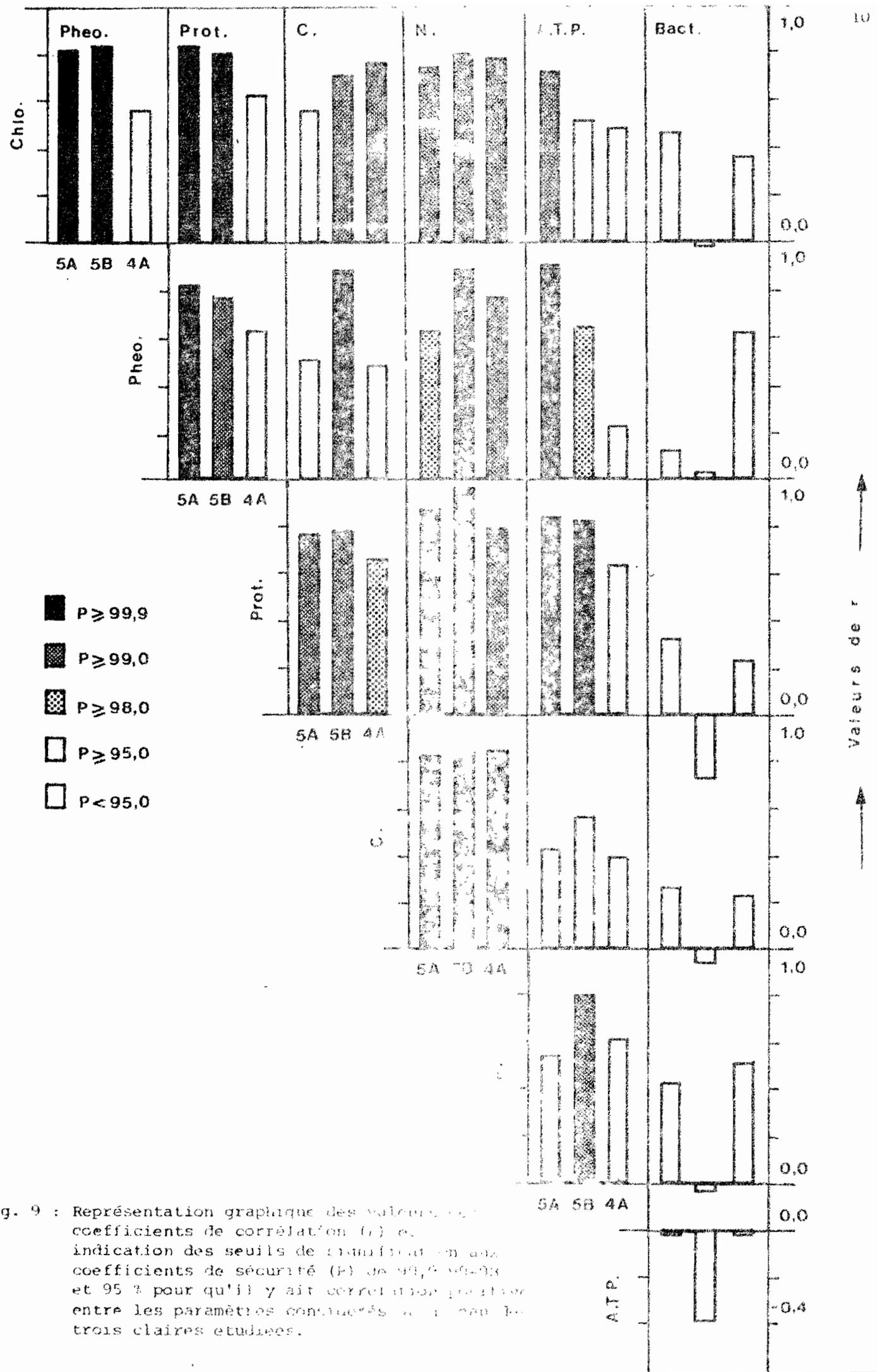


Fig. 9 : Représentation graphique des valeurs des coefficients de corrélation (r) et indication des seuils de signification aux coefficients de sécurité (P) de 99,9, 99,0 et 95 % pour qu'il y ait corrélation positive entre les paramètres considérés dans les trois études.

- Bactéries (fig. 8) : Le dénombrement des bactéries totales donne des valeurs moyennes de $5,2 \times 10^6$ bactéries par ml, $1,4 \times 10^6$, $1,1 \times 10^8$ respectivement pour 5A, 5B et 4A avec des maxima marqués à $1,3 \times 10^9$ en juillet pour 4A et la même valeur en septembre pour 5B.

• Corrélations interparamètres (fig. 9)

Sur 63 couples de paramètres analysés, 38 présentent une corrélation positive ($P \geq 95 \%$) dont 27 hautement significatives ($P \geq 99 \%$) 26 couples de paramètres présentent une corrélation non significative ($P < 95 \%$) 17 faisant intervenir les bactéries et 7 l'ATP.

Ces corrélations simples mettent en évidence les relations qui unissent les chlorophylles aux phéopigments et aux protéines, dans une moindre mesure à l'ATP avec une diminution de leur signification lorsque la densité augmente. Nous retrouvons la même évolution des corrélations entre les phéopigments et les protéines et entre les protéines et l'ATP, le phénomène étant encore plus net entre les phéopigments et l'ATP. L'inverse se produit entre les chlorophylles et le carbone, la valeur des coefficients de corrélation croît lorsque la densité augmente. Par contre si les corrélations sont très significatives entre l'azote et les chlorophylles, les phéopigments, les protéines et le carbone, et entre les protéines et le carbone nous ne retrouvons pas un impact particulier des densités. Il faut aussi remarquer que même si leur signification est faible, des corrélations existent entre les bactéries et les autres paramètres pour les claires 5A et 4A alors que la claire 5B montre un comportement très différent (valeurs souvent négatives) qui est confirmé au niveau des corrélations entre phéopigments et carbone, carbone et ATP, et azote et ATP.

Discussion

Les huîtres dans la claire à faible densité (5B) présentent un gain de 38 % en longueur et de 121 % en poids par rapport aux valeurs de départ ce qui correspond aux résultats normaux de ce type d'élevage. Les index de condition (88 en moyenne) confirment bien la qualité que l'on peut attendre d'une huître dite "spéciale de claire".

Pour la claire à forte densité (4A) le gain en poids est seulement de 56 % pour 17 % en longueur avec un index de 68. Le gain en poids brut sur la claire 4A est de 66 kg. contre 34 sur la claire 5B, le premier chiffre correspondrait à la biomasse totale que l'on peut produire avec ce type d'élevage ce qui reviendrait à multiplier par deux la charge traditionnelle en huîtres pour obtenir un rendement maximal, tout en conservant la qualité des produits. Néanmoins la productivité de l'élevage de l'huître Crassostrea gigas demeure faible (de l'ordre de $350 \text{ g.m}^{-2} \text{ en}^{-1}$) si on le compare à celui de la palourde Ruditapes philippinarum, qui utilise la plus forte biomasse existant dans les claires : celle du microphytobenthos (ZANETTE, 1980 a). Les élevages en cours de cette espèce, laissent espérer une productivité de $1 \text{ kg.m}^{-2} \text{ an}^{-1}$.

La périodicité moins importante des prélèvements et le retard dans la mise en route de l'expérimentation ne permettent pas de situer le bloom phytoplanktonique de printemps, mais l'on trouve en été des biomasses très importantes correspondant au développement d'espèces endémiques qui colonisent progressivement les eaux encore riches des claires. Les populations microphytobenthiques, qui prédominent en biomasse, s'installent progressivement pour présenter leur maximum en octobre, concurrençant peut être moins les populations phytoplanktoniques (ROBERT et ZANETTE à paraître). Les biomasses importantes de phytoflagellés ($116 \mu \text{g.l}^{-1}$ de chlorophylles) que l'on

trouve dans le claie témoin sont bien supérieures à celles observées en 1979 ($44 \mu\text{g.l}^{-1}$). Ce résultat est lié au nouveau mode de gestion du marais qui favorise le renouvellement des eaux nutritives (VALBERT, 1980 b).

Dans les claies 5A et 5B, les corrélations entre les paramètres estimatifs de la biomasse primaire sont hautement significatives, souvent plus pour la claie 5B. Cette dernière malgré une évolution type, présente des caractéristiques propres en particulier l'évolution des bactéries (b.p.s.) qui est totalement indépendante des autres paramètres. Plus généralement pour les trois claies les blooms bactériens succèdent aux fortes valeurs de carbone particulaire et correspondent aux importantes baisses de teneur en oxygène dissous.

L'action des hélices est prédominante sur l'évolution des différents paramètres : la consommation du phytoplancton est forte lorsque la densité en hélices est élevée, et cette consommation induit des variations se traduisant par la moins bonne signification des coefficients de corrélation.

Dans le claie 5A les valeurs de carbone particulaire diminuent, de façon générale, lorsque l'ATP augmente. Or les algues de grande taille présentent moins de carbone et plus de ATP par unité de volume que les autres algues et de même les diatomées sont moins riches en carbone (JACOBS, 1967). Dans cette même claie les valeurs en ATP sont très fortes (à 5 fois plus que dans 5B et 5C), et celui-ci joue un rôle actif dans l'adsorption de la silice ; son taux augmentant chez les diatomées lors de la formation du frustule (COCCOPI et al., 1967). D'une manière générale les grandes cellules présentent un rapport $(\text{ATP}/\text{C}) \cdot 10^3$ élevé (MOORE - WILSON, 1970) et parallèlement un rapport chlorophylle/ATP faible. Dans l'ATP varie moins d'une espèce à l'autre que dans une même espèce au cours de son développement le rapport $(\text{ATP}/\text{C}) \cdot 10^3$

pouvant varier de 1 à 30 entre la phase exponentielle de croissance et la phase de sénescence (HOLL-HANSEN, 1970). De même le rapport C/N varie peu d'une algue à l'autre ; il est stable pour les diatomées et voisin de 4,5 en culture pure, ce rapport peut ainsi quadrupler avec le vieillissement et est plus fort pour les autres algues (BERLAND et al., 1972). Bien que, en l'absence des résultats de numération cellulaire et vu la complexité des phénomènes in situ, il soit difficile d'extrapoler des résultats obtenus en cultures pures : dans la claire 4A, les valeurs en ATP, les valeurs en carbone particulaire et les valeurs du rapport C/N rencontrées, permettent d'envisager que le développement d'espèces phytonanctoniques siliciifiées de grande taille puisse être favorisé par la présence d'huîtres en nombre relativement important. De plus les observations sur le terrain, confirmées par les premiers résultats des numérations (ROBERT et al. à paraître) mettent en évidence pour le prélèvement d'août, la présence de très nombreuses petites cellules flagellées (phytoflagellés) qui sont responsables des valeurs élevées en chlorophylle a de la claire 5A ($116 \mu\text{g.l}^{-1}$) avec $12,15 \mu\text{g.l}^{-1}$ d'ATP seulement. Alors que dans 4A l'on trouve $19,2 \mu\text{g.l}^{-1}$ de chlorophylles et $25,9 \mu\text{g.l}^{-1}$ d'ATP, au même instant avec la prédominance de la diatomée Navicula ostrearia (Pory.) (responsable du verdissement des huîtres) qui montre de grandes exigences en silicates (ROBERT à paraître).

Conclusion

malgré leur très grande richesse et les très bons résultats qualitatifs obtenus pour l'élevage de l'huître Crassostrea gigas, les claires ne peuvent supporter d'importantes biomasses de cette espèce. Les résultats obtenus par ailleurs nous orienteraient plutôt vers l'élevage des palourdes Ruditapes philippinarum. Les fortes densités de filtreurs en élevage seraient un des facteurs favorisant la croissance de populations de grande taille, la diatomée Navicula ostrearia (Pory) en particulier ; l'action des espèces en élevage ne s'arrêterait pas là puisque nombre de diatomées, y compris la navicule bleu, présenteraient une certaine hétérotrophie notamment pour l'azote organique dissous excrété par les huîtres (ROBERT et al., 1981). De plus l'élimination de tout élément en suspension par les filtreurs, ajoutée à la décantation dans les claires, ne peut être que favorable aux besoins en énergie lumineuse qui caractérisent aussi Navicula ostrearia.

Bibliographie

- BERLAND B.R., BONIN D.J., LAGOUX P.L. et MAESTRIANI S.Y., 1972.- Variations de quelques facteurs estimatifs de la biomasse et en particulier de l'ATP, chez plusieurs algues marines planctoniques. Mar. Biol. : 13, 336 - 340.
- BERTHOMIE J.P., DESLOUS-PAOLI J.M., FERNANDEZ-CASTRO N., 1979.- Comparaison de trois index de qualité de l'huître creuse Crassostrea gigas. Cons. int. explor. mer C.M. 1979/L : 18.
- COOMBS P.J., HALICKI O., HOLM-HANSEN O. and VOLCANI B.E., 1967.- Studies on the biochemistry and fine structure of silica shell formation in diatoms. exp. cell. Res. : 47, 302 - 314.
- DESLOUS-PAOLI J.M., 1981.- Contribution à l'étude de la biologie de l'huître Crassostrea gigas dans le bassin de Marennes-Oléron. Thèse de 3^e cycle Université Aix-Marseille : 121 p.
- HERAL M., RAZET D., MAESTRIANI S., GARRIER J., 1980.- Composition de la matière organique particulaire dans les eaux du bassin de Marennes-Oléron. Apport énergétique pour la nutrition de l'huître. Cons. int. explor. mer C.M. 1980/L : 44, 14 p.
- HERAL M., ROBERT J.M., TRUCQUET I., BARBAROUX O., GARRIER J., RAZET D., 1981.- Composition en éléments azotés minéraux et organiques dissous de l'eau du bassin conchylicole de Marennes-Oléron. Cons. int. explor. mer. C.M. 1981/E : 58. 9 p.
- HOLM-HANSEN O.I., 1970.- ATP levels in algal cells as influenced by environmental conditions. Pl. cell. Physiol., Tokyo 11, 689 - 700 (1970).
- HUSSENOT J., 1972.- Contribution à l'écologie des eaux stagnantes : étude de l'étang de Carbillon (Sologne). Mesure de la production bactérienne des eaux. Thèse 3^e cycle Univ. Orléans, 100 p.

- KERAMBRUN P. et SZEKIELDA K.H., 1969.- Dosage simultané du Carbone, de l'hydrogène et de l'azote dans le matériel en suspension dans l'eau de mer. Note technique. Téthys 1 (3) : 581 - 584.
- LABORDE P., 1972.- L'ATP des microorganismes marins planctoniques. Rapports avec la biomasse et la productivité primaire. Thèse 3^e cycle. Université Aix-marseille.
- LORENZEN C.J., 1967.- Determination of chlorophyll and pheophytin : Spectrophotometric equation. Limnol. Oceanogr. 12 : 343 - 346.
108 p.
- LOWRY O.H., ROSEBROUGH N.I., FARRAND et RANDALL R.J., 1951.- Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Biol. chem. 193, 263 - 275.
- OPPENHEIMER C.M. et ZOBELL C.E., 1952.- The growth and viability of sixty three species of marine bacteria as influenced by hydrostatic pressure. J. mar. Res. 11 : 10 - 18.
- POCHON et TARDIEU, 1962.- Techniques d'analyse en microbiologie du sol. Coll "techniques de base" Ed de La Tourelle St Mandé.
- ROBERT J.M., MAESTRINI S., BAGHS M., DRENO J.F., GONZALES-RODRIGUEZ E., 1979.- Estimation au moyen de tests biologiques de la fertilité pour trois diatomées des eaux des claires à huîtres de Vendée. Oceanol. act. Vol. 2 n° 3, 275-286.
- ROBERT J.M., ZANETTE Y., RINCE S.Y., MAESTRINI S., HERAL M., DRENO J.F., 1981.- Les claires ostréicoles de la côte atlantique française : caractéristiques physico - chimique et fertilité des eaux, biomasse micro algale. Symposium international sur les lagunes côtières. Bordeaux Sept. 1981

- ROBERT J.M., MAESTRINI S.Y., HERAL M., ZANETTE Y., 1981.- Production des micro-algues des claires ostréicoles en relation avec l'azote dissous excrété par les huîtres. Symposium international sur les lagunes côtières. Bordeaux Sep. 1981.
- STRATHMANN R.R., 1967.- Estimating the organic carbon content of phytoplankton from cell volume or plasma volume. *Limnol. Oceanogr.* 12, 411 - 418.
- ZANETTE Y., 1980 a.- Intervention de quelques facteurs dans l'évolution de la biomasse des claires de Marennes-Oléron. *Cons. Int. Exp. Mer.* CM/1980/L : 45, 11 p.
- ZANETTE Y., 1980 b.- Contribution à l'étude de la biologie des claires du bassin de Marennes-Oléron. Rapport au conseil général. 34 p.

