

Cette communication ne peut être citée sans autorisation préalable des auteurs

Conseil International pour
l'Exploration de la Mer

C. N. 1980 / L : 44
Comité Océanographie biologique
en réf : comité des mollusques
et crustacés

Composition de la matière organique particulaire dans
les eaux du bassin de Marennes-Oléron.

Apport énergétique pour la nutrition de l'huître.

par

M. HERAL*, D. RAZET*, S. MAESTRINI,** J. GARNIER*

RESUME : Une étude bi-mensuelle montre que les principaux apports de matières organiques sont d'origine détritique, et se produisent en hiver, période où les teneurs en seston minéral sont très élevées. Au printemps les poussées de phytoplancton ne compensent pas le déficit en substances détritiques tandis qu'en été, le phytoplancton océanique est composé d'une forte quantité de sucres.

La nourriture potentielle est définie comme étant la somme des protides, lipides et glucides. Estimée sous forme énergétique, elle permet de prévoir la quantité de nourriture susceptible d'être utilisée par les mollusques.

ABSTRACTS : A twice monthly study shows that the major amount of organic material is from detritic origin, and is brought in winter, when values of mineral seston are very high. In the spring time, phytoplankton blooms do not make up for lack of detritic material where as in the summer, oceanic phytoplankton is composed of important amounts of carbohydrates.

Available food is defined as sum of protids, lipids and carbohydrates and measured in energetic terms. This allows to foretell the amount of food that molluscs are likely to assimilate.

* I.S.T.P.M. : labo. cultures marines - Mus de Loup 17390 LA TREMBLADE

** Station Marine d'Endoume : rue de Batterie des lions
13007 MARSEILLE

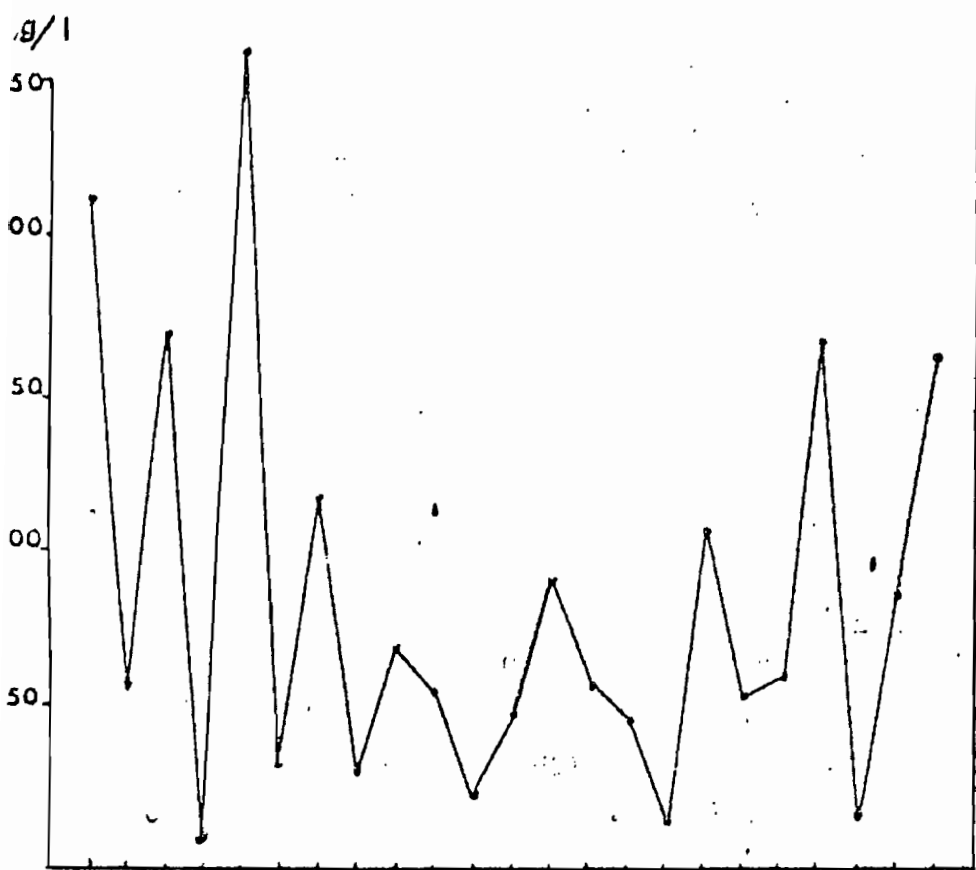
Parallèlement à l'étude des besoins énergétiques de différentes populations d'huîtres (DESLOUS-PAOLI et HERAL, 1980), nous nous efforçons de mesurer la quantité de nourriture disponible pour les bivalves dans le bassin de Marennes-Oléron. Afin de préciser les principaux transferts énergétiques de cet écosystème, nous mettrons en liaison ultérieurement les besoins de l'huître Crassostrea gigas avec la quantité de nourriture disponible dans le milieu.

De nombreuses études de laboratoires (THOMPSON et BAYNE, 1974 ; WIDDOWS, 1978) ont montré que la croissance des bivalves est directement fonction des rations alimentaires données aux élevages. Cependant rares sont les études sur la nourriture des mollusques in situ et la composition biochimique de la matière organique particulaire n'est que rarement prise en compte dans les études sur le phytoplancton. La majorité des travaux ne permet d'extrapoler que difficilement la quantité de nourriture utilisable par les filtreurs et ce souvent uniquement par le biais d'un bilan carboné. Seul WIDDOWS et al. (1979) ont élaboré un travail important dans l'estuaire de Lynher en Angleterre, et l'ont relié à la quantité de nourriture utilisée par Mytilus edulis.

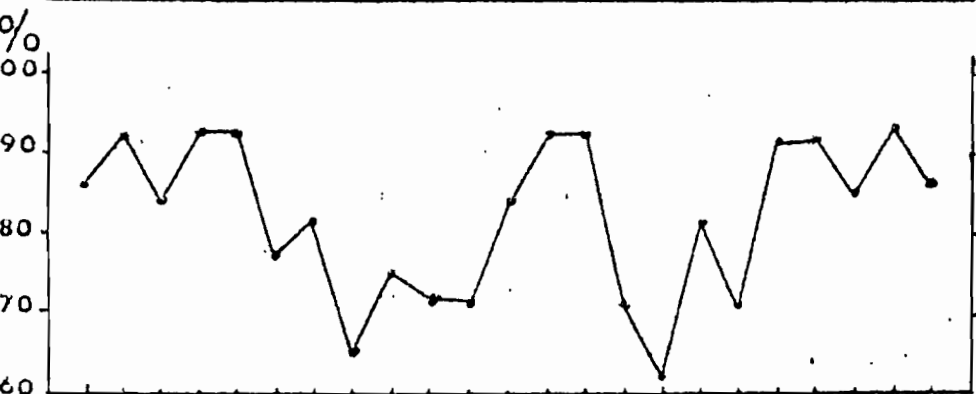
Nous avons déjà indiqué (HERAL et RAZET, 1977) que le bassin de Marennes-Oléron est une zone estuarienne qui reçoit les eaux de la Sèvre et de la Charente. Ces deux fleuves apportent une quantité importante de matières minérales avec une part non négligeable de substances organiques détritiques. En 1979 FEUILLET et al. ont quantifié l'importance des substances dissoutes qui peuvent être directement absorbées par l'huître. Dans cette note nous précisons la nature, la composition chimique de la matière organique particulaire et nous quantifions la nourriture potentielle utilisable par les bivalves.

Méthodes d'études

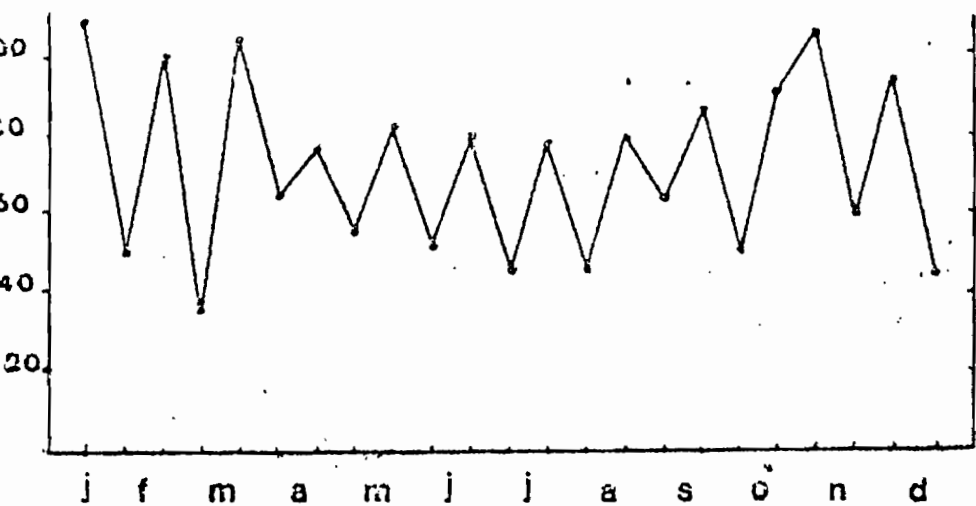
Les prélèvements d'eau sont assurés au centre du bassin de Marennes-Oléron en un point fixe. A proximité de cette station règne une forte activité conchylicole. Ce point central a été choisi après un calcul mathématique (HERAL et al., 1978) qui a mis en évidence que cette station était représentative des eaux du centre du bassin. Les prélèvements sont assurés en demi-cycle de marée en surface et au fond.



Seston en mg/l



pourcentage de cendre



Coefficients de marée

Fig. 1 Variation des teneurs du seston et de son pourcentage de cendre en fonction des coefficients de marée

Les résultats présentés dans cette note correspondent aux valeurs moyennes calculées à partir de 8 prélèvements, affectés d'un coefficient lié au temps de séjour de la masse d'eau au point fixe. Les échantillons sont prélevés deux fois par mois, en vives eaux et en mortes eaux.

L'eau est préfiltrée à 250 μ , la matière particulaire est recueillie pour toutes les analyses sur filtres Whatman GFC.

- seston : 250 ml d'eau est filtrée, le filtre rincé, est séché à 60°C puis pesé.
- poids de cendre : les filtres du seston sont brûlés à 400°C pendant 1 heure.
- chlorophylles et phéopigments a : les dosages sont effectués par la méthode spectrophotométrique de LORENZEN (1967) avec acidification pour les phéopigments.
- protéines : les protéines sont recueillies sur des filtres auparavant brûlés à 400°C pour en éliminer la matière organique. La méthode de LOWRY et al. (1951) est appliquée selon le protocole de MALARA et CHARRA (1972).
- glucides : Les dosages sont réalisés par la méthode de DUBOIS 1956, selon le protocole décrit par MALARA et CHARRA (1972)
- lipides : Ils sont déterminés par spectrophotométrie, en suivant la méthode de MARSH et WEINSTEIN (1966) mais en effectuant les lectures de densité optique à 360 m μ ce qui correspond avec le spectrophotomètre Perkin Elmer, double faisceau EL 551, au meilleur épaulement d'absorption.
- Carbone et Azote particulaire : Les filtres sont brûlés à 900°C dans un doseur C.H.N. Perkin Elmer modèle 240, selon la méthode décrite par KERAM BRUN et SZEKIELDA (1969)

Résultats :

- seston total

Le poids du seston atteint des teneurs très élevés en hiver et à l'automne avec des valeurs supérieures à 250 mg l⁻¹ (fig 1). Le mode principal de la taille des particules en suspension, mesuré au Coulter Counter oscille entre 1 et 2 μ ce qui correspond à des très fines particules argileuses.

La majorité des auteurs expliquent ces fortes turbidités hivernales par l'apport des fleuves en crue. Cependant il faut remarquer que l'influence du

coefficient de marée sur la turbidité est très nette. Il se produit, en vives eaux avec les forts courants (à 4 ms^{-1}) et les mauvaises conditions météorologiques souvent associées aux grandes marées, un brassage important de la colonne d'eau (de 2 à 7 mètres) avec remise en suspension du sédiment des parcs ostréicoles. La couche euphotique, en conséquence, n'est que rarement supérieure à 1 mètre.

- cendres ;

En automne, hiver et en été le pourcentage de matières minérales est de l'ordre de 90 % (fig. 1).

Seul pendant le printemps et l'automne, les poussées phytoplanctoniques entraînent une augmentation notable de la matière organique et le pourcentage de cendre s'abaisse à 56 %.

- composition chimique :

- chlorophylle a et phéopigment a :

Les poussées phytoplanctoniques se produisent principalement en mai ($12 \mu\text{g l}^{-1}$) tandis que quelques valeurs supérieures à $4 \mu\text{g l}^{-1}$ sont trouvées en automne (fig. 2). Les teneurs les plus élevées en phéopigments se situent exactement aux mêmes époques avec des teneurs voisines de $10 \mu\text{g l}^{-1}$. Par contre au mois de juillet, on constate une forte concentration en phéopigments ($17 \mu\text{g l}^{-1}$) qui ne coïncide pas avec la présence de chlorophylle a. Ceci semble correspondre à un apport important de phytoplancton océanique dans le bassin avec des espèces comme Coscinodiscus, Biddulphia ... Il est à noter que la variation du pourcentage de chlorophylle active (fig. 2) confirme ce qui vient d'être avancé avec 60 % de chlorophylle active au printemps contre seulement 4 % en été.

- Carbone et azote particuliers

La teneur en carbone organique particulaire varie avec les pics de seston (fig. 3). La plus forte valeur enregistrée se trouve à la fin de l'hiver avec 12 mg C l^{-1} , ceci correspond aux apports détritiques. Par contre en juin la forte valeur de carbone (10 mg C l^{-1}) ne peut s'expliquer que par le vieillissement du bloom phytoplanctonique printanier. L'azote organique est lui aussi lié, en hiver, au seston organique détritique avec des teneurs qui oscillent autour de $0,6 \text{ mg N l}^{-1}$. Au printemps,

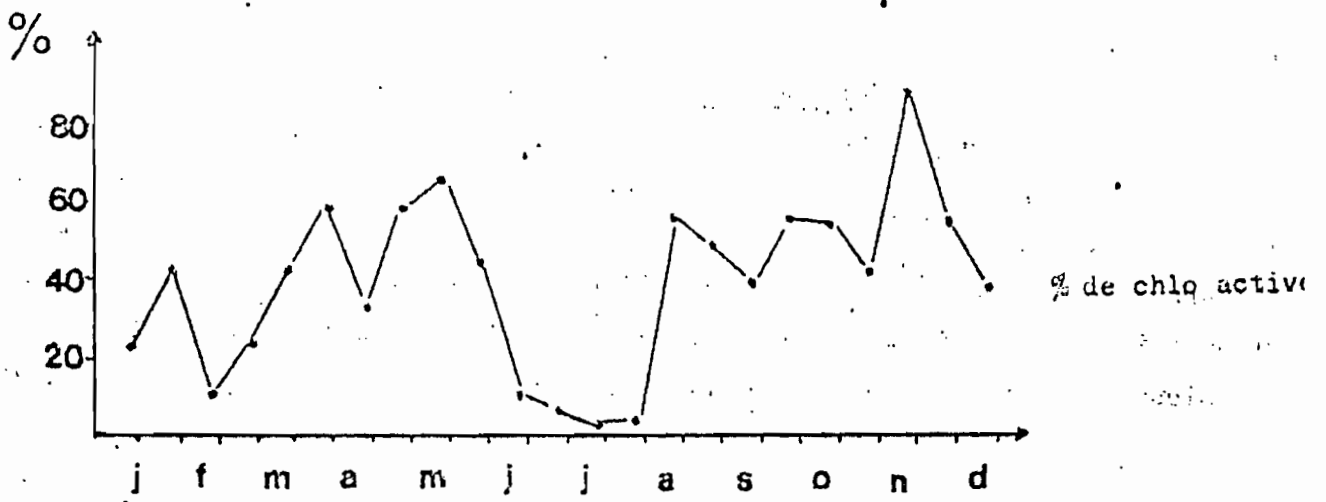
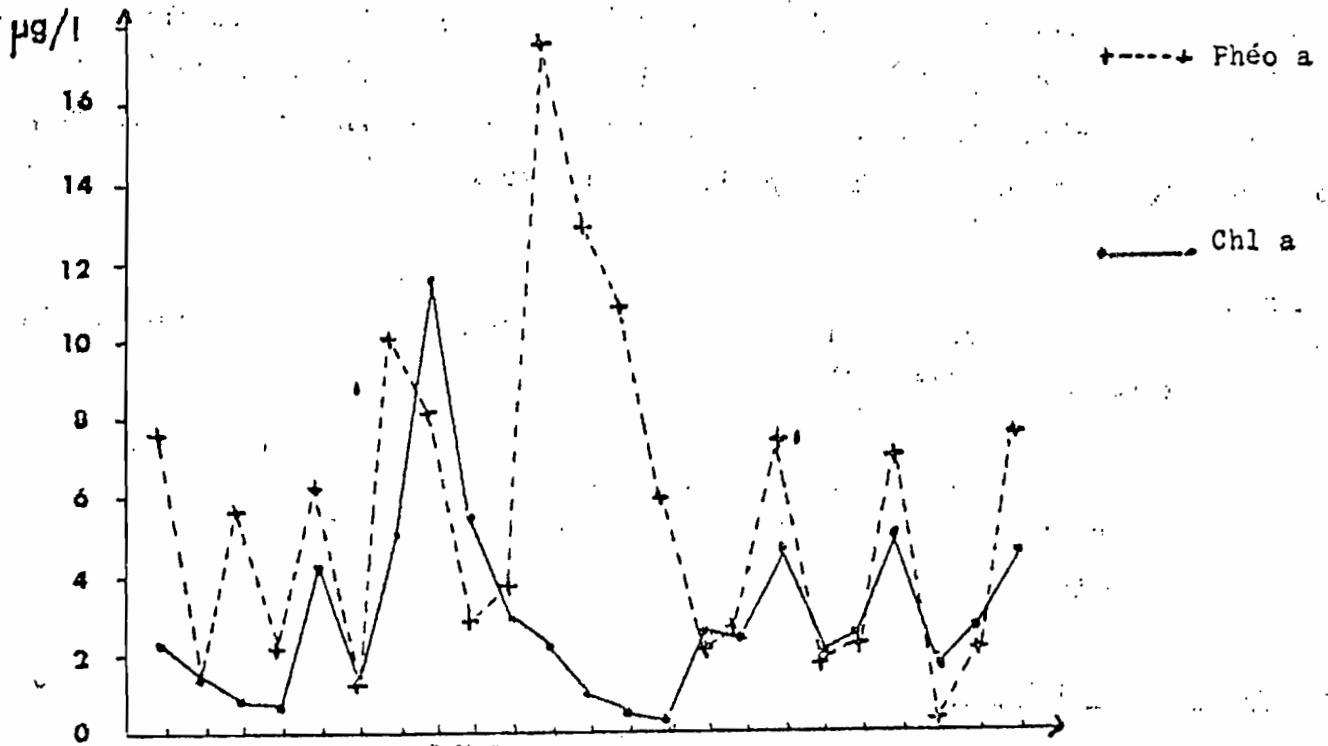


Fig. 2 : Evolution des teneurs en chlorophylle a et en phéocypments a, pourcentage de chlorophylle active.

les valeurs en Azote augmentent notablement atteignant $1,2 \text{ mg N l}^{-1}$, ce qui représente 12 % du seston organique. Les rapports C/N sont élevés en hiver, voisins de 16, au printemps ils descendent à 4,5 pour passer à 51 juste parès la poussée^{de} phytoplancton

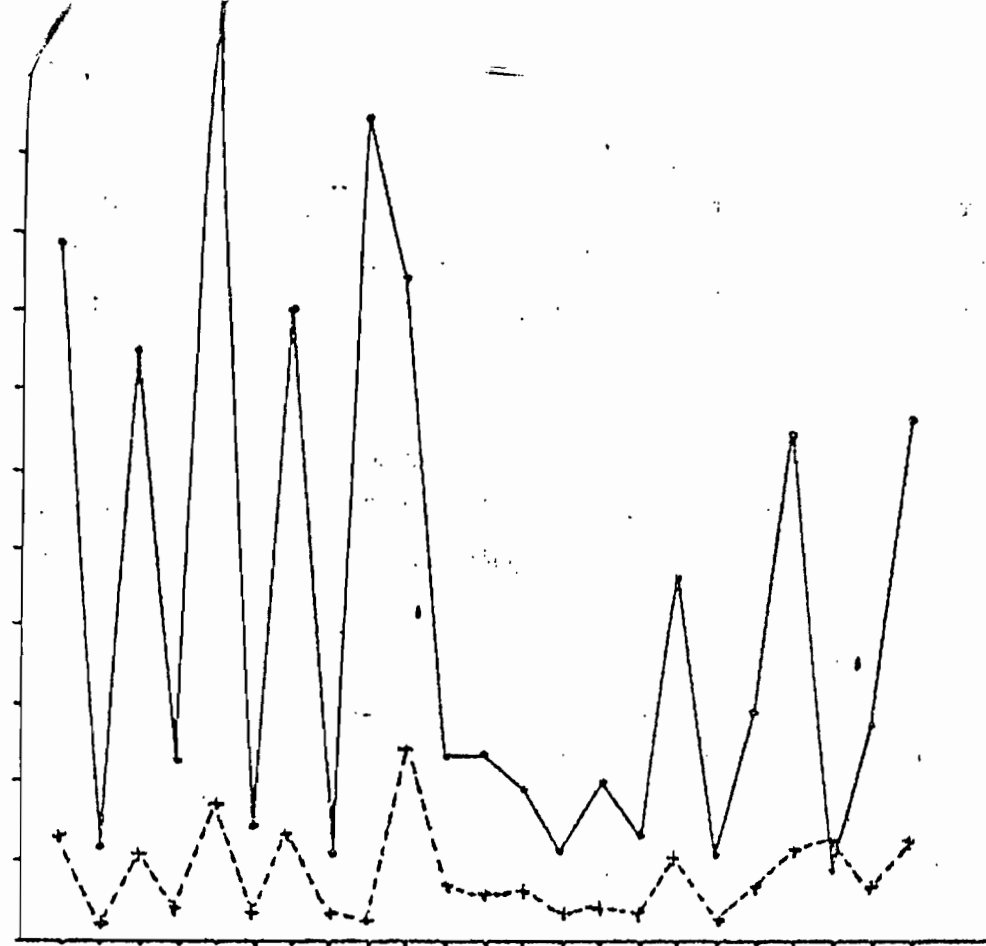
Il faut remarquer que la teneur de carbone organique mesurée par combustion à 900°C est mal corrélée avec le seston organique brûlé à 400°C (fig. 4). Les forts rapports, parfois 100 % correspondant à des poids de cendre supérieurs à 90 %.

Il faut rappeler que TELEK et MARSHALL (1974) ont montré que les carbonates inorganiques peuvent provoquer une interférence importante sur les dosages de carbone organique. Dans le cas de prélèvements riches en carbonates, cette surévaluation peut dépasser 30 %. Malgré un traitement de filtres aux vapeurs d'acide chlorhydrique, on peut avancer que les très forts sestons provoquent une interférence avec le carbone organique.

Si l'on applique la relation établie par STRIKLAND (1960): C organique = 60 chlorophylle a, on peut déduire le pourcentage de carbone organique lié au phytoplancton vivant. De même on peut estimer le pourcentage de carbone organique lié au phytoplancton, qu'il soit vivant ou en décomposition par : C organique = 60 (chlorophylle a + phéopigments a). Ainsi on met en évidence (fig. 5) que 64 % du carbone est lié au phytoplancton vivant, en mai, et que 13 % l'est à l'automne. De même 100 % du carbone est d'origine phytoplanctonique au printemps, 35 % en été et 10 % en hiver.

- protides, glucides et lipides

L'analyse des principaux constituants biochimiques de la matière organique montre que les protides et les glucides sont tour à tour dominants. En effet, les protéines sont majoritaires en hiver (70 % fig. 6) avec un maximum en mars de $2,7 \text{ mg l}^{-1}$. Ainsi comme le signale MAITA et YANADA (1978) et WIDDOWS et al. (1979) les protéines semblent liées au matériel détritique hivernal. Les sucres présentent un comportement saisonnier marqué avec un maximum estival de $1,4 \text{ mg l}^{-1}$ (fig. 7), ils forment alors 64 % du total des constituants chimiques (fig. 6). Les teneurs en lipides sont nettement plus faibles, le maximum est atteint au printemps avec $0,17 \text{ mg l}^{-1}$ (fig. 7). Ils ne représentent jamais plus de 10 % de la matière organique (fig. 6).

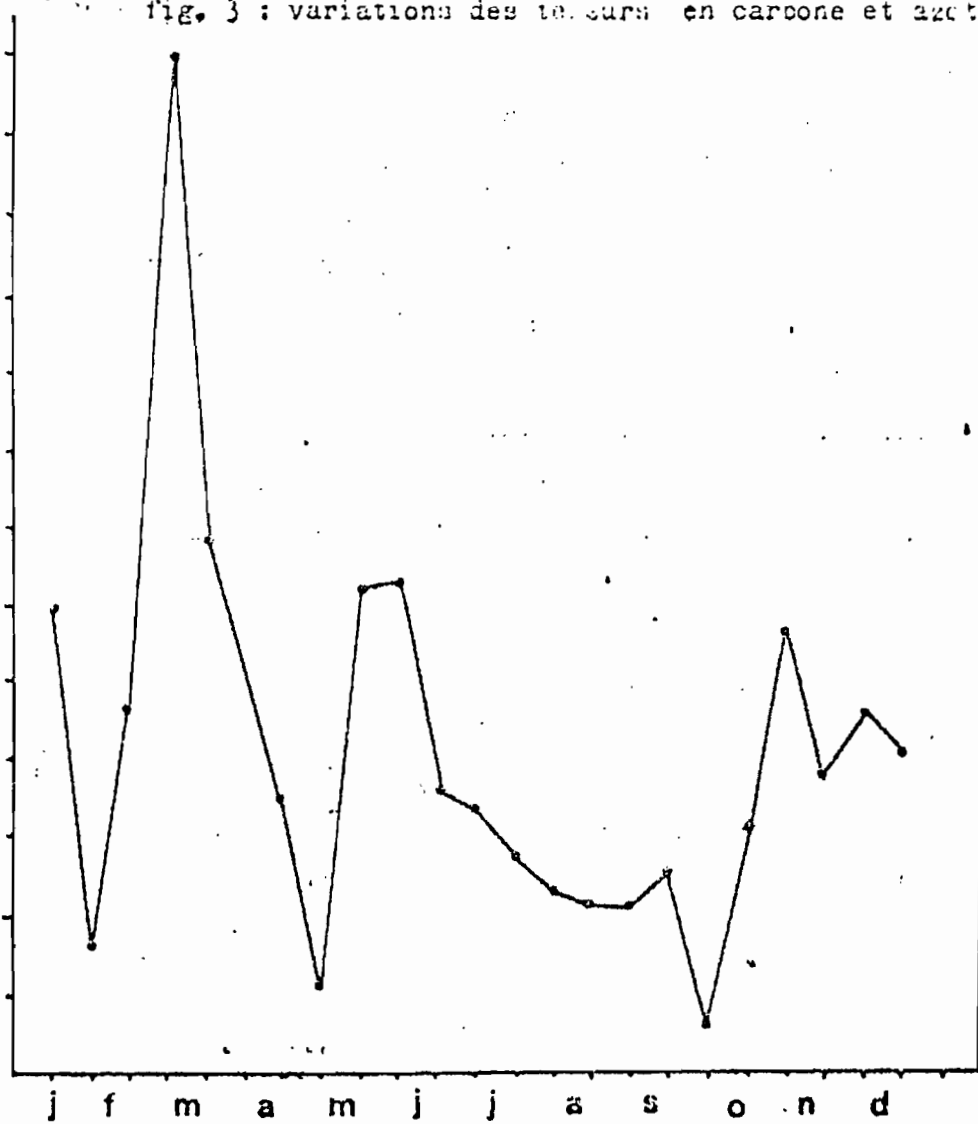


mg/l
N

●—● Carbone
+---+ Azote

fig. 3

fig. 3 : variations des teneurs en carbone et azote particulaire.



% carbone

fig. 4 : pourcentage de carbone brûlé à 900°C/carbone brûlé à 400°C

L'étude du rapport protéines/chlorophylle a permis de préciser la nature du matériel particulaire (NIVAL et al., 1973). PARSONS et al. (1961) ont trouvé que ce rapport varie entre 23 et 90, ANTHIA et al. (1963) estiment qu'il varie entre 45 et 90 pour différentes espèces de phytoplancton vivant. Nous avons déjà démontré (HERAL et RAZET, 1977) que ce rapport varie entre 177 et 2624 indiquant ainsi que 66 à 98 % des protéines particulières sont d'origine détritique. L'étude de la variation annuelle de ce rapport (fig. 9) confirme qu'au printemps 100 % des protéines particulières sont liées au phytoplancton tandis qu'en hiver et en été seulement 4 à 20 % correspondent à du phytoplancton vivant. Si l'on tient compte de la somme des pigments chlorophylliens : chlorophylle a et phéopigments a, on trouve que 30 à 40 % des protéines sont dues au phytoplancton en hiver, tandis que, en été, la totalité des protéines est due à celui-ci.

Le rapport glucide/chlorophylle a varié pour des cellules vivantes entre 10 et 57 PARSONS et al. (1961). Sur la figure 8 on constate qu'il varie entre 30 et 1 800, ses variations sont analogues à celles du rapport précédent, et elles permettent d'affirmer que les sucres du printemps sont dus à du phytoplancton vivant tandis que la forte augmentation estivale est due à du phytoplancton dégénéré.

Le rapport protéines/glucides est considéré comme caractéristique de l'état physiologique du phytoplancton (MAC ALLISTER et al. 1961, KIKLESTAD et al. 1972, MARTIN et al. 1977). Pour des cultures de phytoplancton ce rapport est voisin de 2. Dans le bassin de Marennes-Oléron, il varie annuellement entre 0,5 et 2,5 il montre la prépondérance tour à tour des protéines sur les glucides et réciproquement. Cependant généralement, chez des cellules du phytoplancton, la quantité de glucides est inférieure à celle des protéines, mais MAC ALLISTER et al. (1960) ont mis en évidence que dans une culture ayant de très faibles teneurs en sels nutritifs à sa disposition, le rapport s'inverse. C'est d'ailleurs à la période où les teneurs en sels nutritifs sont très faibles, que nous rencontrons le rapport protide/glucide le plus bas (0,5).

Si l'on définit la nourriture potentielle comme étant la somme des protides, glucides et lipides particuliers, on constate (fig. 9) qu'elle présente deux maxima, l'un à la fin du printemps dû aux matières détritiques, l'autre en été dû à l'apport de phytoplancton.

.../...

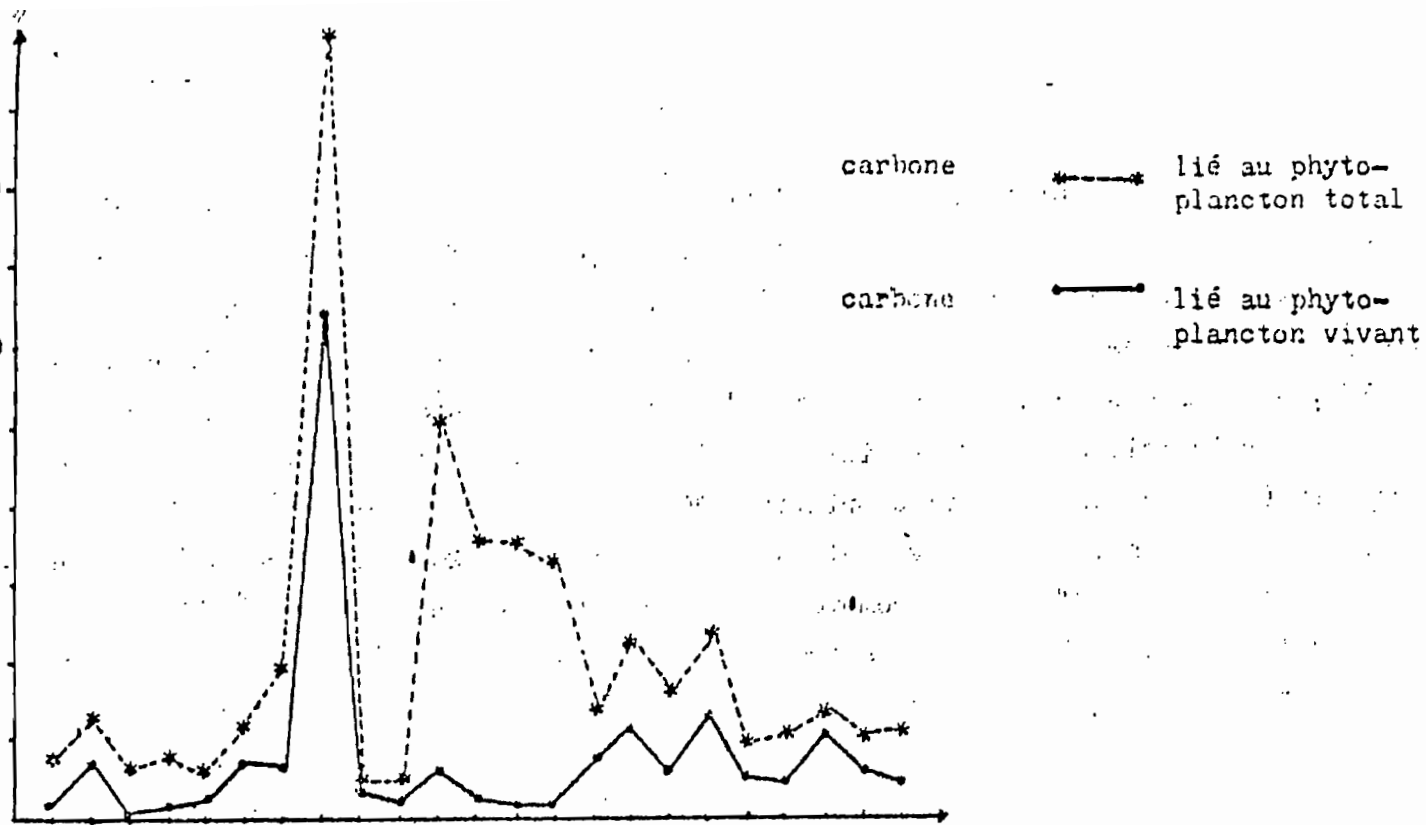


fig. 5 : pourcentages du carbone lié au phytoplancton vivant et lié au phytoplancton total.

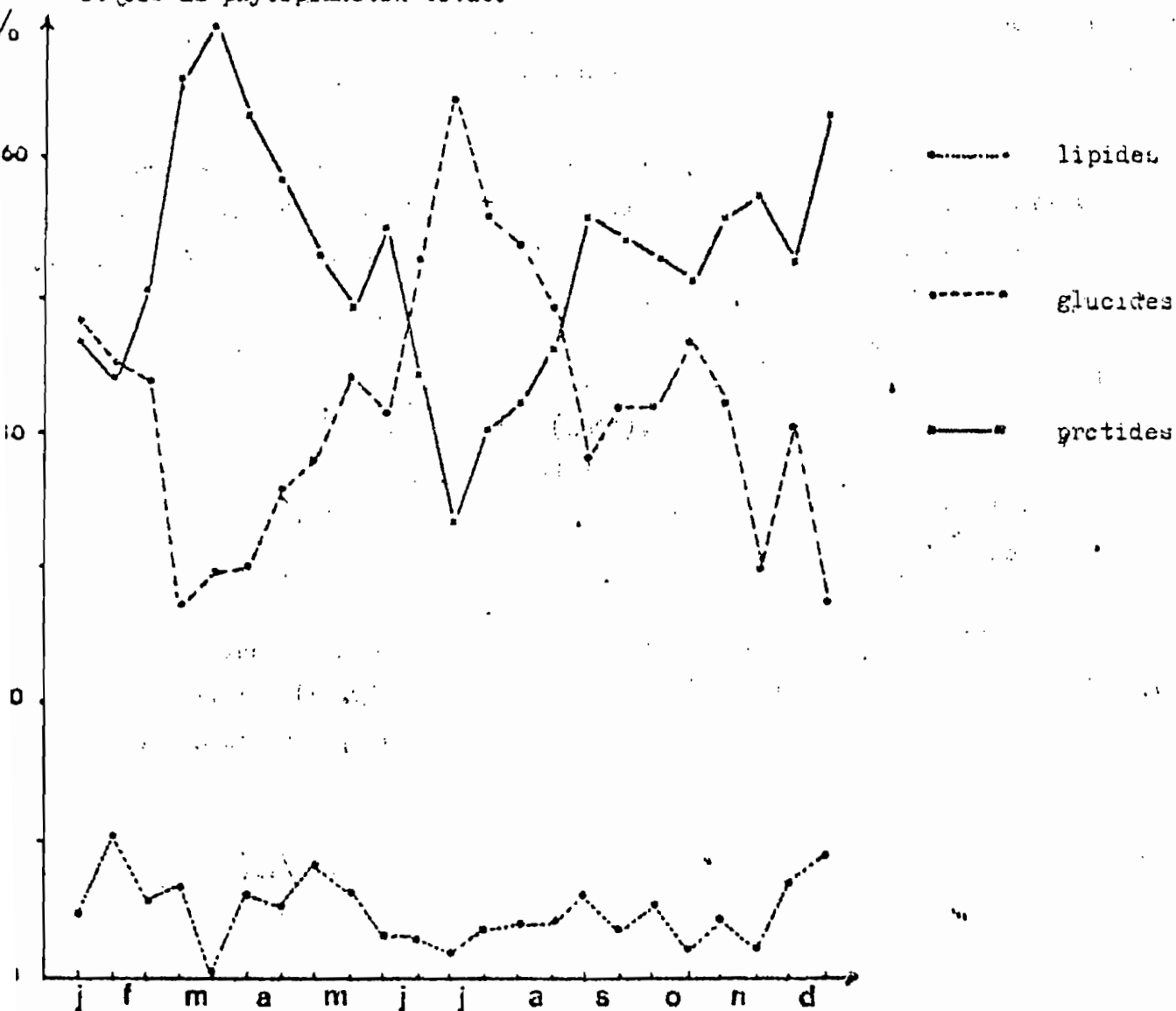


fig. 6 : Variations des protides, lipides et glucides exprimés.

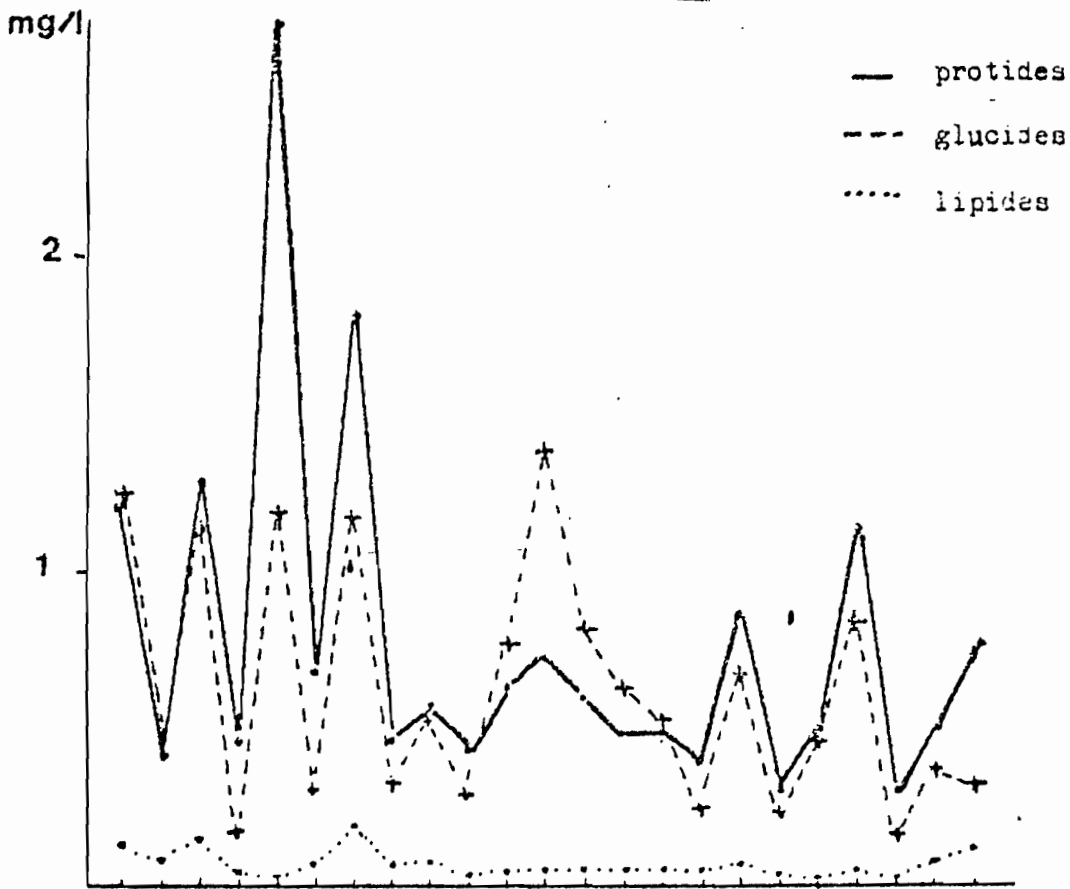


fig. 7 : variation pondérale des protides, lipides et glucides

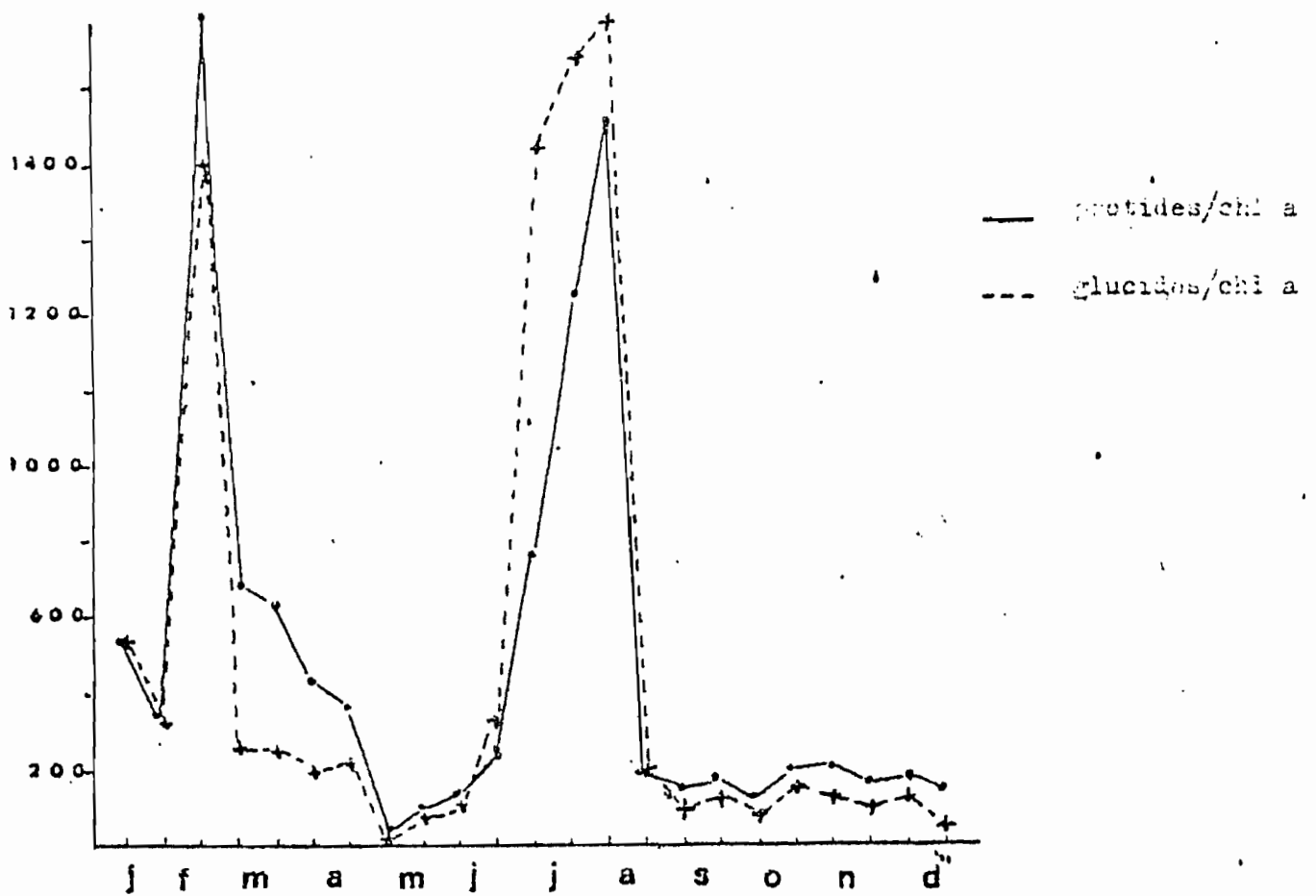


fig. 8 : Evaluation des rapports Protéines/chlorophylle a et glucides/chlorophylle a

Tableau 1 : pourcentages de la nourriture potentielle

dates	prot. lip. glu. en mg/l	seston total	% seston sans cendre	% matière organi- que C X 2, 14
29 . 1	2,604	1,24	17,7	13,8
8 . 2	0,988	1,75	12,9	38,3
26 . 2	2,632	1,56	16,3	16,5
8 . 3	0,707	9,00	40,4	14,3
27 . 3	4,009	1,54	23,0	15,7
9 . 4	1,062	3,20	11,8	34,6
23 . 4	3,119	2,65	22,8	30,3
8 . 5	0,899	3,05	9,0	38,9
25 . 5	1,170	1,62	7,0	5,2
6 . 6	0,762	1,37	5,8	4,3
26 . 6	1,438	6,33	22,6	29,0
4 . 7	2,168	4,45	32,0	43,8
24 . 7	1,490	1,63	21,6	36,6
1 . 8	1,170	2,02	24,6	48,1
22 . 8	1,064	2,32	11,7	24,7
3 . 9	0,667	4,76	11,2	23,7
24 . 9	1,617	1,50	8,9	16,3
1 . 10	0,560	1,04	3,6	25,7
22 . 10	0,987	1,63	10,8	16,1
5 . 11	2,006	3,3	22,0	32,7
27 . 11	0,510	3,21	22,2	27,6
4 . 12	0,936	1,08	15,9	16,1
11 . 12	1,191	0,74	7,0	8,4
m	1,468	2,65	16,57	24,38
s	0,898	1,95	8,98	12,28

Cette nourriture potentielle ne représente en moyenne que 2,6 % (s = 1,95) du seston total et 16,6 % (s = 8,9) du seston sans cendre. Si l'on admet que la matière organique est égale au carbone X 2,14 (WIDDOWS et al. 1979), la somme des protides, lipides et glucides représente en moyenne 24,3 % (s = 12,28) de la matière organique.

Ceci confirme les résultats de plusieurs études précédentes (MENZEL et RYTHER, 1970), HOLM-HANSEW (1972) STRIKLAND (1972), WIDDOWS et al. (1979) qui démontrent qu'une grande porportion de la matière organique particulaire est

.../...

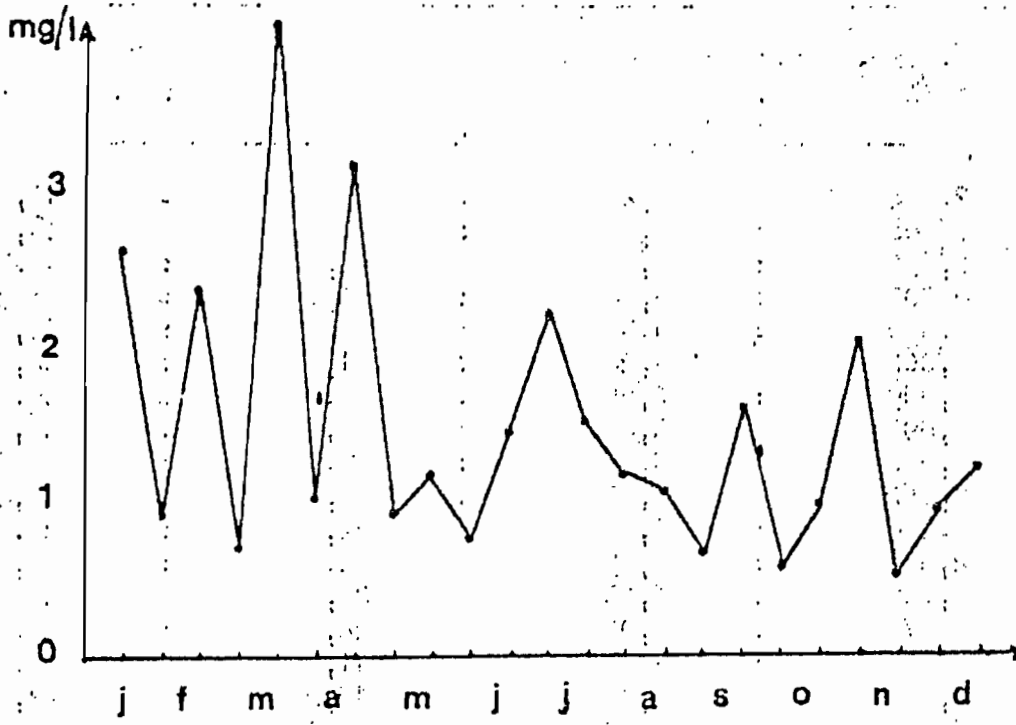


fig. 9 : variation de la nourriture potentielle

réfractaire aux analyses biochimiques et ne semble donc pouvoir être utilisée comme substrat énergétique par des organismes filtreurs.

Discussion :

A partir de la composition biochimique de la matière organique on peut en établir la valeur nutritive en l'exprimant sous forme énergétique. Les coefficients de conversion généralement utilisés sont ceux de BRODY (1945) : 5,65 cal-mg⁻¹ pour les protéines, 4,10 cal-mg⁻¹ pour les glucides et 9,45 cal-mg⁻¹ pour les lipides.

Tableau 2 : quantité d'énergie par litre estimée à partir des constituants biochimiques et à partir de la teneur en carbone

date	Q1 : énergie Brody : en cal-mg ⁻¹	Q2 : énergie carbo- : ne (platt) ₁ : en cal-mg ⁻¹	Q1/Q2	Q1/C
29 . 1	13.229	139 072	10	1,503
8 . 2	5.285	19 023	3,8	4,389
26 . 2	13.633	118 010	8,7	1,825
8 . 3	3.874	36 403	9,5	1,681
27 . 3	20.901	188 810	9,0	1,749
9 . 4	5.757	22 673	4,0	4,012
23 . 4	16.552	75 919	4,6	3,445
8 . 5	4.824	17 064	3,5	4,467
25 . 5	6.113	164 478	27	0,587
6 . 6	3.915	132 009	33,8	0,469
26 . 6	7.095	36 545	5,2	3,067
4 . 7	10.296	36 577	3,5	4,447
24 . 7	7.335	30 067	4,1	3,854
1 . 8	5.829	17 965	3,1	5,127
22 . 8	5.382	31 663	5,9	2,686
3 . 9	3.530	20 777	5,9	2,684
24 . 9	8.332	73 091	8,8	1,801
1 . 10	2.915	16 116	5,5	2,858
22 . 10	4.960	45 314	9,1	1,729
5 . 11	10.199	101 626	10,0	1,585
27 . 11	2.672	13 667	5	3,089
4 . 12	4.966	42 850	8,6	1,831
11 . 12	6.639	104 312	15,7	1,006
m. s	7.570	64 400	8,9	2,6
s	4,63	5 300	7,5	1,3

On constate que les eaux hivernales sont riches en nourriture dont nous avons déjà précisé la nature, les valeurs élevées estivales sont aussi dues à des substances détritiques. Il apparaît donc que les principaux apports nutritifs pour les mollusques s'effectuent sous la forme de matières organiques détritiques: l'hiver, substances en cours de dégradation auxquelles sont associées les bactéries, l'été, phytoplancton océanique en voie de dégénérescence.

En outre, PLATT et IRVIN (1973) ont estimé que 1 mg de carbone organique correspond à 11,4 calories. Les teneurs énergétiques ainsi calculées (tableau 2) semblent fortement surestimées d'un facteur de 3,5 à 24 (moyenne 8,9). Il semble donc qu'en milieu estuarien le rapport décrit par PLATT et IRVIN ne soit pas applicable à cause de la trop grande importance des matières détritiques. Le coefficient multiplicateur (tableau 2) n'est que de 1,5 aux périodes de forts apports détritiques et de 4 pendant les poussées phytoplanctoniques, on peut noter d'ailleurs que c'est un coefficient multiplicatif voisin que BERNARD, (1974) a utilisé. On peut en outre penser que les valeurs énergétiques obtenues à partir du carbone sont difficilement exploitables. En effet, comme le signale WIDDOWS et al. 1979, une grande proportion de ce carbone n'est pas assimilable et est rejeté par les pseudofèces des huîtres.

La quantité d'énergie par mg de seston n'est en moyenne que de $137,6 \text{ cal} \cdot \text{mg}^{-1}$ ($s = 103,4$),^{et} de 855,8 par mg de seston sans cendre. Si l'on rapporte la teneur énergétique à la nourriture potentielle on trouve un coefficient moyen de $5,186,2 \text{ calories} \cdot \text{mg}^{-1}$ ($s = 194,1$) ce coefficient est assez constant puisqu'il ne varie qu'entre 4,749 et 5,574 (tableau 3).

La prochaine étape de notre travail sera de déterminer la quantité de nourriture potentielle ingérée par l'huître Crassostrea gigas, nous pouvons signaler que WIDDOWS, pour un filtreur non sélectif comme la moule, a mis en évidence que les fortes charges minérales hivernales peuvent limiter la croissance. Il apparaît également que les taux de croissance peuvent être inversement proportionnels à la charge sestonique minérale.

.../...

Tableau n° 3 : valeur énergétique d'1 mg de seston, de 1 mg de seston sans cendre et de 1 mg de la nourriture potentielle.

dates	:Q1 Brody seston :enmcal-mg	:Q1 Brody seston sans cendre :enmcal-mg ⁻¹	:Q1 Brody prot. lip. gluc. :enmcal-mg ⁻¹
29 . 1	63	900	5 080
8 . 2	93	692	5 349
26 . 2	81	842	5 180
8 . 3	493	2 214	5 479
27 . 3	81	1 201	5 213
9 . 4	174	638	5 421
23 . 4	141	1 209	5 307
8 . 5	164	482	5 366
25 . 5	85	365	5 225
6 . 6	70	297	5 138
26 . 6	312	1 116	4 934
4 . 7	211	1 521	4 749
24 . 7	80	1 062	4 923
1 . 8	101	1 227	4 982
22 . 8	117	593	5 058
3 . 9	252	594	5 292
24 . 9	77	459	5 153
1 . 10	54	190	5 205
22 . 10	82	543	5 025
5 . 11	168	1 117	5 084
27 . 11	168	1 162	5 239
4 . 12	57	846	5 306
11 . 12	47	414	5 574
m	137,6	855,8	5 186,2
s	103,4	464,3	194,1

Conclusion :

Nous avons pu mettre en évidence, dans cette étude bi-mensuelle, sur le bassin de Marennes-Oléron :

1°) l'importance du seston avec près de 90 % de cendres pendant l'hiver et l'automne. Les forts coefficients de marée jouent un rôle primordial dans la remise en suspension des sédiments des parcs ostréicoles.

2°) les poussées phytoplanctoniques estuariennes se développent en mai tandis que le phytoplancton océanique prolifère en juillet.

3°) le carbone particulaire, malgré les interférences possibles avec les carbonates explique bien les apports détritiques et les poussées phytoplanctoniques.

4°) les protéines représentent 70 % des constituants biochimiques en hiver, tandis que, en été, les sucres forment 64 % de la biochimie et les lipides ne sont jamais supérieurs à 10 %.

5°) les rapports protéines sur chlorophylle et glucide sur chlorophylle a précisent l'origine détritique des protéines et des glucides en hiver. Ils montrent leur liaison avec le phytoplancton vivant au printemps et en voie de dégénérescence en été.

6°) la nourriture potentielle, exprimée par la somme des protides, lipides et glucides représente 2,6 % du seston, 16,6 % du seston sans cendre et 24,3 % de la matière organique calculée à partir du carbone

7°) la valeur énergétique de cette nourriture est maximale en hiver et minimale au printemps

Il reste dans un prochain travail à déterminer les coefficients d'utilisation de cette nourriture et en particulier à déterminer le rôle du seston minéral dans l'alimentation de l'huître Crassostrea gigas.

.../...

- ANTIA N. J., MAC ALLISTER C. D., PARSONS T. R., STEPENS K. et STRICKLAND J. D. H. 1963. Further measurements of primary production using a large volume plastic sphere. Limnol. Oceanogr. 8 (2) : 166 - 183.
- BERNARD F. R. 1974. Annual Biodeposition and gross energy budget of nature pacific oysters, Crassostrea gigas. J. Fish. Res. Board Can. 31 - 2 : 185 - 190
- BRODY S. 1945. Bioenergetic and growth. Reinhold, New-York. 1023 pp.
- DESLOUS-PAOLI J. M. et HERAL M. 1980. Valeurs caloriques de la chair de l'huître Crassostrea gigas. Estimation directe et biochimique. Note au CIEM C.N. 1980/K : 11 Comité des mollusques et crustacés.
- DUBOIS M., GILLES K. A., HAMILTON J. K., REBECS P. A. et SMITH F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical chemistry, 28 (3) : 350 - 356
- FEUILLET H., HERAL M., RAZET D., GUERGUIN F. et ABRIOUX M. F. 1979. Les substances dissoutes dans les eaux du bassin de Marennes-Oléron et dans les eaux interstitielles de ses parcs conchylicoles : résultats préliminaires. Note au CIEM C. N. 1979/K 17 Comité des mollusques et crustacés.
- KERAILLON 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. Noté technique Tethys 1 (3) : 581 - 584
- HERAL M. et RAZET D. 1977. Premières approches de la composition de la nourriture organique particulaire de Crassostrea gigas dans les eaux du bassin de Marennes-Oléron. Note au CIEM C. N. 1977/K : 27 Comité benthos, crustacés et coquillages.
- HERAL M., BERTHOME J. P., RAZET D. et GARNIER J. 1978. Etude hydrobiologique du bassin de Marennes-Oléron. Un exemple : la recherche de l'été 1976. Rev. Trav. Inst. Pêches marit. 42 (4) : 269 - 290

- HOLM-MANSEN O. 1972. The distribution and chemical composition of particulate material in marine and fresh waters. Memorie Ist. ital. Idrobiol. 29 (suppl.) : 39 - 49
- LORENZEN C. J. 1967. Determination of chlorophyll and pheophytin : spectrophotometric equation. Limnol. Oceanogr. 12 : 343 - 346
- LOWRY O. H., ROSEBROUGH N. I., FARLAND A. L. et RANDALL R. J. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent J. Biol. Chem., 193 ; 263 - 275
- MAC ALLISTER C. D., PARSONS T. R., STRICKLAND J. D. H., 1960. Primary productivity at station "p" in the North East Pacific Ocean. J. Cons., 25 : 240 - 259
- MAC ALLISTER C. D., PARSONS T. R., STEPHENS K., STRICKLAND J. D. H. 1961. Measurement of primary production in coastal sea water using a large volume plastic sphere. Limnol. Oceanogr. 6 : 237 - 258
- MAITA Y. et YAMADA H. 1978. Particulate protein in coastal waters, with special reference to seasonal variation. Mar. Biol. 44 : 329 - 336
- MALARA et CHARRA, 1972. Dosages des protéines particulières selon la méthode de Lowry et dosage des glucides particuliers du phytoplancton selon la méthode de Dubois. Notes de travail S. Z. V. Villefranche sur mer 5 et 6.
- MARSH J. B. et WEINSTEIN D. 1966. Simple charring method for determination of lipids. J. Lipid res. 7 : 574 - 576
- MARTIN A. G., RIAUX C., CRALL J. R. 1977. Distribution de la matière organique particulaire dans l'estuaire de la Penzé (Nord-Finistère) J. Rech. Oceanogr. vol II n° 2 : 13 - 19
- SENZEL D. W. et RYTHER J. H. 1970. Distribution and cycling of organic matter in the oceans. In : Organic matter in natural waters pp 31-54 ed by D.W Hood. College, Alaska.

- NYKLESTAD J. et HAUG A. 1972. Production of carbohydrates by the marine Diatom "Chaetoceros affinis". I the effect of the concentration of nutrients in the culture medium. J. exp. Mar. Biol. ecol. 9 - 2 : 125 - 136
- NIVAL P., HALARA G., CHARRA R., BOUCHER D. 1970. la matière organique particulaire en méditerranée occidentale en mars 1970. -chlorophylles, protides, glucides, mission "MediprotII") du Jean Charcot. Ann. Inst. Oceanogr. 48 (2) : 141 - 156
- PLATT T. et IRWIN B., 1973. Caloric content of phytoplankton. Limnol. Oceanogr. 18 : 306 - 309
- PARSONS T. R., STEPLINS K. et STRICKLAND J. D. H. 1967. On the chemical composition of eleven species of marine phytoplankters. J. Fish. Res. Bd. Can. 18 : 311 - 332.
- STRICKLAND J. D. H. 1960. Measuring the production of marine phytoplankton. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 122 : 1 - 172
- STRICKLAND J. D. H. 1972. Research on the marine planktonic food web at the Institute of Marine Resources : a review of the post seven years of work. Oceanogr. mar. Biol. A. Rev. 10 : 349 - 414.
- TELER G. et MARSHALL N. 1974. Using a CEM analyzer to reduce carbonate interference in particulate organic carbon analyses. Mar. Biol. 24 : 219 - 221
- THOMPSON R. J. et BAYNE B. L. 1974. Some relationships between growth, metabolism and food in the mussel Mytilus edulis Mar. Biol. 27 : 317 - 326
- WIDDOWS J. 1978. Combined effects of body size, food concentration and season on the physiology of Mytilus edulis J. mar. biol. Ass. U.K. 58 : 109 - 124
- WIDDOWS J., PIETH P. MORRALL C. M. 1979. Relationships between seston, available food and feeding activity in the common mussel Mytilus edulis Mar. Biol. 50 : 195 - 207.