

Cette communication ne peut être citée sans autorisation préalable des auteurs.

Conseil International pour
l'Exploration de la mer

C.M. 1979 / K : 17
Comité des mollusques et crustacés

Réf. : Comité de l'Océanographie biologique.

Les substances dissoutes dans les eaux du Bassin
Marennes-Oléron et dans les eaux interstitielles de
ses parcs conchylicoles : Résultats préliminaires

par

M. Feuillet^{*}, M. Héral^{**}, D. Razet^{**}, F. Guerguin^{*}
et M.F. Abrioux^{***}

Résumé.

Le bassin de Marennes-Oléron, milieu estuarien présente de très fortes teneurs en carbone total dissous et plus particulièrement en sucres. Il apparaît que les MOD pourraient être directement assimilables par les huîtres. Leur apport énergétique pourrait suffire pour l'élevage de Crassostrea gigas.

Abstract.

The bassin of Marennes-Oléron, estuary medium shows very strong rates in total dissolved carbon and more particularly in sugars. It appears that the MOD could be directly used by oysters. Their energy contribution could be enough for breeding Crassostrea gigas.

* I.S.T.P.M, 74, Allées du Mail - La Rochelle (France)

** I.S.T.P.M., Mus du Loup - La Tremblade (France)

*** Laboratoire de Pédologie, Faculté des Sciences, 40, Avenue du Recteur Pineau - Poitiers (France).

Introduction.

Le Bassin Marennes-Oléron, est une zone d'estuaires recevant les eaux de la Charente et de la Seudre où les apports détritiques sont très élevés (Héral et Razet, 1977). Il peut recevoir une certaine quantité de matériel humique résultant du drainage des terres. Il nous a paru intéressant de suivre les MOD, d'une façon globale, pour déterminer la richesse du milieu.

Les substances organiques dissoutes ou MOD sont particulièrement abondantes dans les zones côtières. Seulement 30 à 40 % des composés de la MOD sont connus et attribués à des substances biologiquement actives comme les carbohydrates, les lipides, les acides aminés et d'urée. Les autres composants sont mal connus (Ogura, 1972) et portent des noms différents selon les auteurs. Kalle (1966), parle de gelbstoffe, Skópintsev (1950), emploie le terme humus, en raison de similitudes avec les composés humiques des sols en particulier de podzol (Jackson, 1975). Prakash (1971), parle de substances jaunes. Récemment le terme humus marin a été repris par Stuermer et Harvey (1974).

Les substances connues ont une origine autochtone, libérées par le plancton, ce sont des produits d'excrétion ou de décomposition, à la suite de la lyse des cellules mortes. L'autre partie d'origine allochtone, provient du drainage des terres ou des sédiments (Le Corre et Treguer, 1976). Dans l'ensemble, ces apports externes ont été peu étudiés.

Intérêt des études des MOD pour les mollusques.

Putter (1909), affirme que les invertébrés absorbent directement par une sorte d'osmose les MOD. Joubin (1912), nourrit des huîtres uniquement à partir d'albumine de boeuf. Ranson (1927) explique le verdissement des branchies des huîtres par l'absorption directe de la substance dissoute (maremine issue de *Navicula ostrcaria*). Puis, comme l'indique Rimbault (1976), cette théorie est tombée en désuétude au vu de la faiblesse supposée, des teneurs en MOD des eaux marines. Ces dix dernières années, les travaux de Pasteels (1968-1969), Sorokin et Wyszkwarzew (1973) Pequignat (1973), prouvent que par des substances marquées, dès les premières heures, il y a pénétration d'acides aminés et de glucose, en particulier dans les branchies et dans le manteau, où règne une intense activité digestive. Ehrhard et Heinemann (1975), ont montré que la moule est capable d'un métabolisme des hydrocarbures aliphetiques et aléphiniques. Février (1977), met en évidence que les molécules lipidiques en solution dans l'eau de mer sont rapidement capturées par l'huître.

Il semble donc qu'il se produise un échange direct entre le milieu marin et les tissus en contact immédiat avec celui-ci. Les cellules épithéliales captent les MOD par un mécanisme de transport actif (sorte d'équilibre osmotique) et d'un phénomène passif (absorption physique à travers la membrane cellulaire) Bamford et Coll 1976 ont de plus mis en évidence l'absorption de sucres dans l'estomac de *Crassostrea gigas*.

Enfin les observations empiriques des ostréiculteurs montrent que le "douçain" est responsable de bonnes croissances de l'huître, fait qui ne peut pourtant être imputable aux faibles salinités. La MOD contient d'autre part des substances qui peuvent jouer un rôle de facteur de croissance. Collier et Coll en 1953 ont montré l'influence hautement bénéfique de carbohydrates présents dans le milieu marin sur le taux de pompage et l'activité intervalvaire des mollusques. La MOD par son action sur le phyto plancton agit de manière favorable sur les sources de nourriture de l'huître. En effet, Prakash et Rashid (1968) ont montré que les substances humiques ont un effet stimulateur sur la croissance du phyto-plancton et en particulier sur les dinoflagellés. Les acides humiques sont beaucoup plus actifs que les acides fulviques. Il faut aussi souligner les propriétés chélatrices des composés humiques, en particulier pour les ions bivalents et trivalents (Rashid, 1971). Par exemple, Shapiro 1957, Prakash 1971, Schnitzer 1971 et Giesy 1976 ont montré l'effet catalyseur des acides humiques, sous des

conditions limitantes en fer. Comme l'indique Daumas 1976, il est possible d'envisager une régulation des teneurs de l'eau de mer en oligo-éléments minéraux par l'intermédiaire de "l'humus marin". Celui-ci libérant lentement dans le milieu liquide les ions minéraux qui sont utilisés par le phytoplancton. Enfin, dans notre secteur, l'hiver, les houles peuvent provoquer la remise en suspension des composés humiques chélatés. De Haan 1974 a montré que les acides fulviques ont un effet bénéfique sur la croissance bactérienne. Les sucres, fait bien connu, sont à la base de toute croissance bactérienne qui sont fort bien assimilés par les huîtres (Raimbault, 1976). Un autre biais pour la MOD, de participer dans les régimes alimentaires des mollusques est la possibilité de former des agrégats, principalement par l'absorption de matière organique sur des bulles (Riley 1963). Ils deviennent ainsi un substrat pour la croissance bactérienne. De plus, dans les milieux estuariens, une fraction importante de la MOD floccule dès son entrée dans le milieu marin (Sieburth et Jensen, 1968). De même il s'établit de nombreuses liaisons physiques et chimiques entre la MOD et les particules argileuses en suspension.

Méthodes d'études.

Les prélèvements d'eau sont assurés en cycle de marée au centre du bassin de Marennes-Oléron, en un point autour duquel règne une forte activité ostréicole.

Les échantillons sont prélevés deux fois par mois, aux vives eaux et mortes eaux, car les caractéristiques hydrologiques de cet ensemble estuarien, varient beaucoup en fonction de la marée.

Les eaux sont le lendemain de leur prélèvement filtrées sur plusieurs filtres Whatman G-F-C, préalablement traités à 400°C, comme l'indique Menzel et Vaccaro, 1964. Les eaux congelées sont analysées ultérieurement.

Les échantillons de vase, sont prélevés à la même fréquence sur un parc ostréicole situé à proximité de la station hydrologique. Trois niveaux sont considérés à partir de l'interface, de 0 à 1 mm, de 1 à 2 mm, de 2 à 3 mm. Les eaux interstitielles sont alors extraites par centrifugation (3500 tours/mn). Les eaux interstitielles sont ensuite filtrées sur fibres de verre Gelman type A.E. Les filtres sont traités comme précédemment. Les échantillons subissent le même stockage.

Carbone dissous.

L'analyse du carbone dissous est une analyse délicate. C'est pour cette raison que les études sont peu nombreuses. La méthode que nous utilisons à quelques détails près, est analogue à celle de Menzel et Vaccaro in Strickland, 1968.

Nous avons conservé l'oxydation chimique par voie humide. Selon Le Corre et Treguer 1976, l'oxydation photochimique donne des valeurs de carbone dissous du même ordre. Le scellement de l'ampoule est précédé d'un barbotage d'oxygène pendant 5 minutes. L'autoclavage dure une nuit à une température de 175°C. Le CO_2 produit est entraîné par un courant d'azote débarrassé de CO_2 et dosé grâce à un analyseur Infra rouge.

Les acides humiques et fulviques.

Nous avons respecté la classification analytique de Kanonova, 1966. Les acides fulviques et humiques ont été dosés après précipitation de ces derniers par acidification à pH 1,5 avec de l'acide chlorhydrique concentré. Après une nuit de repos, les composés humiques sont séparés des fulviques par centrifugation. Le filtrat contient les acides fulviques. Les acides humiques sont alors dissouts par la soude et l'on dose le carbone de cette fraction.

Sucres.

Le dosage des carbohydrates est effectué selon la méthode de Dubois et Coll 1956, par du phénol en présence d'acide sulfurique concentré. Les sucres forment une coloration brun orange qui est dosé par spectrophotométrie (Perkin Elmer 551). Rappelons que Handa 1966 a examiné d'une manière critique l'utilisation de cette méthode pour la détermination des sucres dissous.

Protéines.

Les protéines dissoutes sont dosées par la méthode de Lowry, pour certains prélèvements, ne contenant que des traces, l'eau avec 1 goutte de chloroforme est évaporée à 50°C, à l'étuve, et le dosage est effectué sur le concentrat. Le réactif de Folin ciocalteu réagit en présence de soude et de sulfate de cuivre dans du tartrate de sodium et potassium. Le précipité dû aux hydroxydes est éliminé par centrifugation.

Résultats (V. fig. 1 et 2).

Eaux.

Carbone total.

L'hiver, la valeur moyenne oscille autour de 2 mg C/l tandis qu'au printemps, elle dépasse les 10 mg C/l, atteignant même à marée basse 41,7 mg C/l.

Acides humiques.

Ils présentent une grande homogénéité pendant la période observée. Les valeurs varient autour de 0,5 mg C/l.

Acides fulviques.

Ils suivent les mêmes variations que le carbone total dissous de 2 mg C/l en hiver, ils passent à 41,6 mg C/l au printemps.

Sucres.

Les valeurs trouvées sont très fortes. La forte augmentation printanière coïncide avec les résultats de carbone total. De 3 mg d'équivalents glucose/litre, on atteint jusqu'à 111,5 d'équivalents glucose/litre à marée basse.

Protéines.

Les protéines dissoutes augmentent au printemps de 1 mg d'équivalent d'albumine de boeuf/litre. Cette teneur atteint presque 5 mg d'équivalents d'albumine de boeuf/litre.

Eaux interstitielles.

Carbone total.

La concentration en MOD dans les eaux de pores est forte par rapport aux teneurs des eaux libres. Les valeurs les plus basses se trouvent en hiver avec 3,82 mg C/l en surface. En mai, le MOD atteint 57,79 mg C/l. Le niveau supérieur est presque toujours plus riche que le niveau inférieur.

Acides humiques.

Ils sont relativement faibles et homogènes, ils varient entre 0,71 mg c/l et 3,89 mg c/l au niveau supérieur et entre 0,83 mg c/l et 2,42 au niveau inférieur.

Acides fulviques.

La proportion d'acides fulviques reste toujours supérieure à celle des acides humiques et suit le carbone total dissous. Ils varient de 3 mg c/l en hiver à 53,90 mg c/l au printemps et en surface. Au niveau 3, ils varient de 1,9 mg c/l à 30,19 mg c/l. Ce sont les niveaux de surface qui comme pour le carbone total dissous sont toujours les plus riches.

Les sucres.

Le glucose dans les eaux interstitielles n'est pas très abondant, il est toujours inférieur à 10 mg/litre. Il ne s'accumule pas dans le sédiment, il est très vite minéralisé et utilisé par les microorganismes hétérotrophes.

Les protéines.

Au printemps les protéines sont relativement élevées et s'accumulent dans le sédiment. Les niveaux inférieurs sont plus concentrés et atteignent jusqu'à 51,2 et 48,2 équivalent d'albumine de boeuf/litre.

Discussion.

Habituellement, on estime que le MOD de l'eau de mer même en milieu côtier varie entre 1 et 3 mg de c/l.

Les valeurs que nous avons obtenues sont sensiblement plus élevées. On peut penser que l'hiver les apports de matières organiques dissoutes sont d'origine terrestre et d'origine estuarienne en provenance de la Charente et de la Sèvre (Héral et Coll, 1976).

Les rapports C_{AF}/C_{AH} sont significatifs d'une matière organique fraîche. Ces résultats correspondent à ceux trouvés par Gadel (1969) dans les sédiments. Au printemps, au mois de mai, il apparaît que la forte augmentation de carbone total dissous est en grande partie composée par des carbohydrates. Cette période correspond à une forte poussée phytoplanctonique (Héral et Coll à paraître). Or Lewin en 1951 a montré qu'une culture de phyto plancton bactérienne produit des sucres extra cellulaires. Hellebust 1965 a mis en évidence que 22 espèces d'algues marines ont une excrétion de carbohydrates, pendant leur croissance exponentielle. Okaichi en 1967 a trouvé une augmentation d'un facteur 10 provoquée par des « eaux rouges ». Ogura (1975), enregistre 7 mg de carbone aux périodes chaudes qui correspondent aux poussées de phytoplancton. Hand et Tominaga (1969) ont montré que les sucres des sédiments proviennent du phytoplancton. Nous pouvons donc avancer que l'augmentation d'un facteur 5 de la teneur en sucre est due à la sécrétion du phytoplancton.

L'intérêt pour les huîtres de ces très fortes teneurs en carbohydrates et en protéines non encore dégradées en acides aminés peut être mis en évidence par l'apport énergétique qu'ils représentent (Héral, 1977). Si on admet que 1 gr de protéines correspond à 4,5 kcal et 1 gr de glucides à 3,8 kcal, on obtient les résultats suivants :

	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Protéines valeur cal en cal/l	2,48	12,51	22,77	15,92	-
Glucides valeur cal en cal/l	21,66	19,87	27,51	104,08	26,30
TOTAL	24,14	22,39	50,28	120,0	-

Rappelons que d'après Bernard 1974, Crassostrea gigas nécessite pour son métabolisme et pompage en moyenne 1,74 cal/litre. Les calories supplémentaires assurent la croissance et la reproduction. On peut donc avancer qu'en hiver, période pauvre en phytoplancton, l'huître n'a pas besoin de vivre sur ses réserves et que même au printemps, les substances dissoutes peuvent suffire à l'alimentation pour la croissance et la reproduction des huîtres C. gigas

Conclusions.

Cette étude qui s'inscrit dans l'établissement d'un bilan énergétique (mettant en relation l'apport quantitatif de nourriture et le stock d'huîtres), a pour but de mettre en évidence les principales sources de nourriture de l'huître.

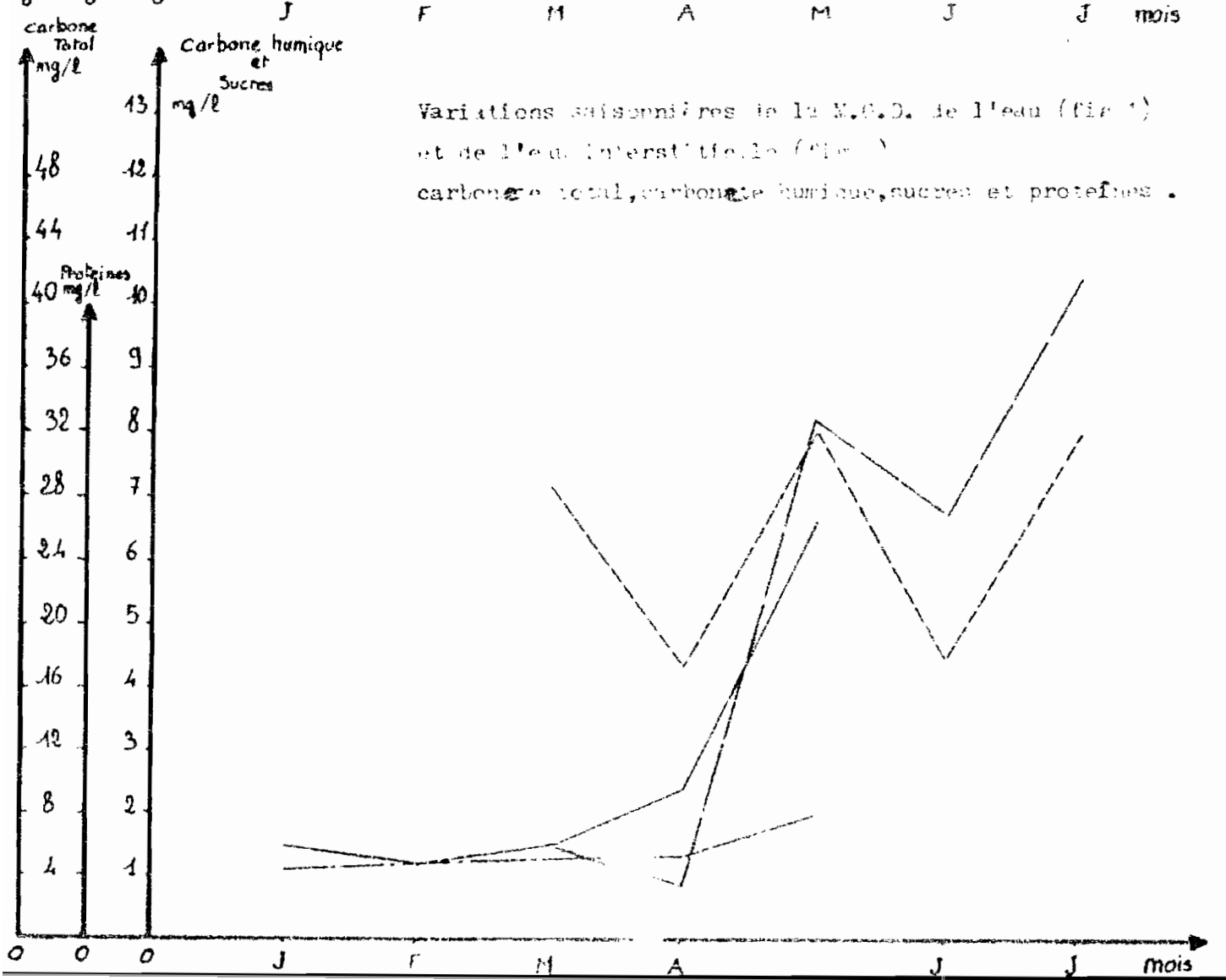
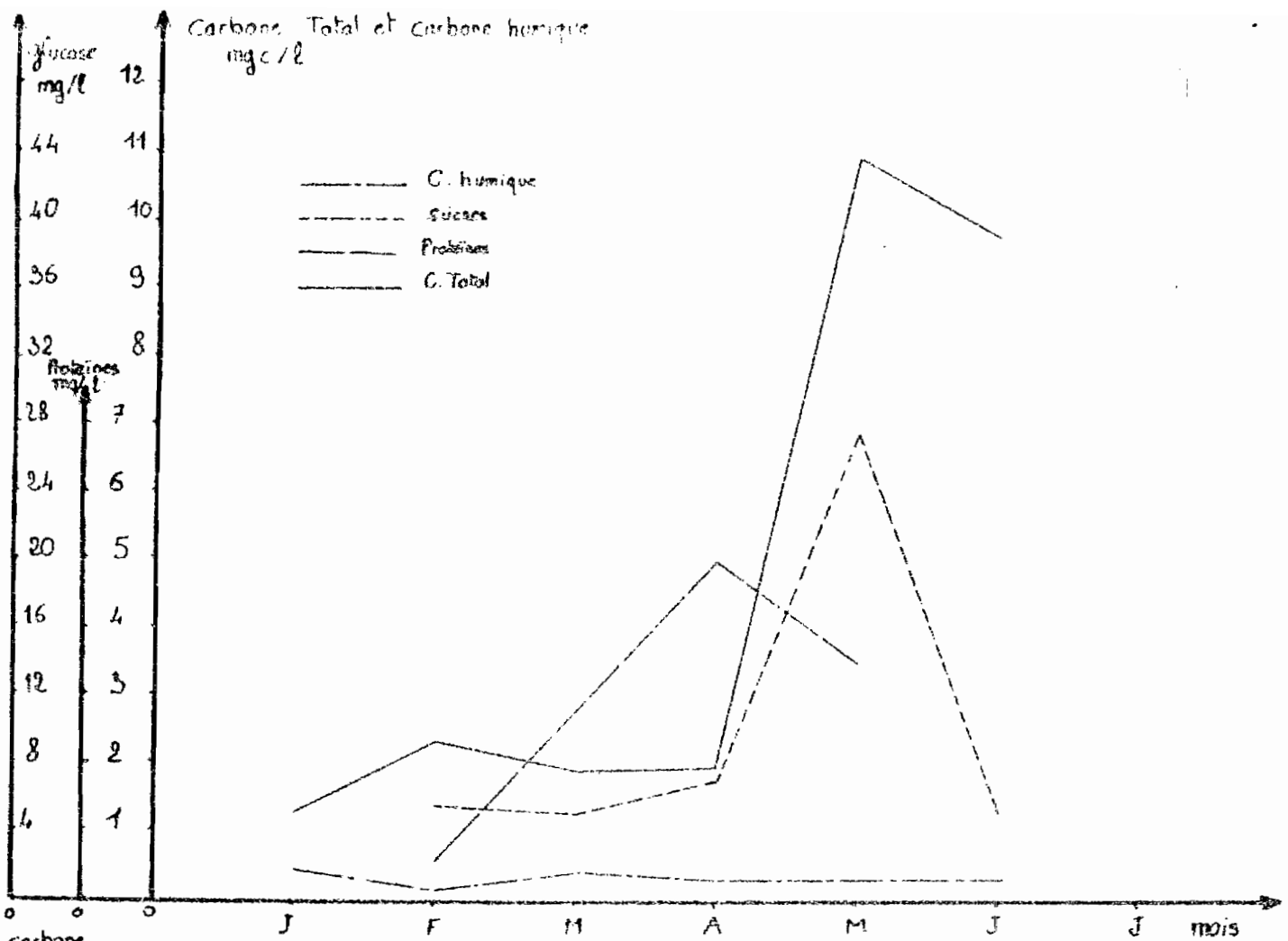
- 1) - Les teneurs en carbone dissous et acides fulviques sont élevées dans l'eau et l'eau interstitielle.
- 2) - Les teneurs en sucre sont fortes principalement dans les eaux libres.
- 3) - Les teneurs en carbone dissous ; Acides fulviques et sucres augmentent avec le développement printanier du phytoplancton.
- 4) - Que l'apport énergétique de la MOD est loin d'être négligeable et pourrait éventuellement suffire à l'élevage de C. gigas.

Littérature citée

-:-:-

- BAMFORD et GINGLES , 1974.- Absorption of sugars in the gill of the Japanese oyster, *Crassostrea gigas*.- Comp. Biochem. Physiol. vol. 49 pp. 637-646.
- BERNARD , 1974.- Annual biodeposition and gross energy budget of nature pacific oysters - *Crassostrea gigas*.- J. Fish. Res. Bd. Can. , pp. 185-190.
- COLLIER, RAY, MAGNITZKY, o. BELL, 1953.- Effect of dissolved organic substances on oysters.- Fish. Bull. 84, 54 pp. 167-183.
- DUBOIS, GILLES, HAMILTON, REBERS et SMITH, 1956.- Colorimetric method for determination of sugars and related substances.- Analyt. chem. 23 (3), pp. 350-356.
- AUMAS, 1976.- Les substances organiques complexes dissoutes dans l'eau de mer.- Act. Bio. Mar. Coll., GABIM CNRS pp. 19-32.
- DE HAAN, 1974.- Effect of a fulvic acid fraction on the growth of a *Pseudomonas* from Tjenkemeer.-Fresh. Biol. 4 pp. 301-310.
- EHRHARDT et HEINEMANN, 1975.- Hydrocarbons in blue Mussels from the Kiel bight.- Environ. Pollut. 9, pp. 263-282.
- FEVRIER, 1976.- Evolution des matières organiques en solution dans l'eau de mer : relations avec l'activité métabolique des organismes marins. Thèse 3e cycle.
- GADEL, 1969.- Etude des substances humiques de sédiments lagunaires et marins.- Vie et milieu, 20 (2B) pp. 221-255.
- GIESY, 1976.- Stimulation of growth in *Scenedesmus obliquus* chlorophyceae by humic acid under iron limited conditions.- J. phycol. , 12, pp. 172-179.
- HANDA, 1966.- Examination of the applicability of the phenol sulfuric acid method to the determination of dissolved carbohydrate in seawater.- Jnl. oceanogr. Soc. Japan, 22 (3), pp. 79-86.
- HANDA et TOMINAGA, 1969.- A detailed analysis of carbohydrates in marine particulate matter.- Mar. Biol. 2, pp. 228-235.
- HELLEBUST, 1965.- Excretion of some organic compounds by marine phytoplankton.- Limnol. Oceanogr. 10 : 192-206.
- JACKSON, 1975.- Humic matter in natural waters and sediments.- Soil Science. 119 pp. 56-64.
- KALLE, 1966.- The problem of the Gelbstoff - in the sea - oceanogr. marine.- Biol. Ann. Rev., 4, pp. 91-104.
- KONONOYA, 1966.- Soil organic matter : Pergamon Press, 544 pp. (2nd edition).
- LECORRE et TREGUER, 1976.- Contribution à l'étude de la matière organique dissoute et des sels nutritifs dans l'eau de mer. Caractéristiques chimiques du golfe de Gascogne et des upwellings côtiers de l'Afrique du Nord-Ouest. Thèse.

- LEWIN, 1956.- Extracellular polysaccharides of green algae. Can. Jnl. Microbiol. 2, pp. 665-672.
- LOWERY, ROSEBROUGH, FARR, RANDALL, 1951.- Protein measurement with follin phenol reagent.- J. Biological Chem., 193, pp. 265-275.
- MENZEL et VACCARO, 1964.- The measurement of dissolved organic and particulate carbon in seawater.- Limnol. Oceanogr., 138-142.
- OGURA, 1972.- Dissolved organic matter in seawater. Jap.- J. Mar. Sci., Tokyo, 4, pp. 781-789.
- , 1975.- Further studies on decomposition of dissolved. Ibid, 31 (2) 101-111.
- OKAICHI, 1967.- Red tides found in and around the Seto Inland Sea. Kagawa daigaku nogakaba gakujutsu HOKOKU, 18 (2) : 181-185.
- PASTEELS, 1968.- Pinocytose et arthrocytose par l'Épithélium branchial de *Mytilus edulis*.- Z. Zellforsch. mikrosk., 92, 339-359.
- , 1969.- Excretion de phosphatose acide par les cellules mucipores de la branchie de *Mytilus edulis*.- Z. Zellforsch. mikrosk., 102, pp. 599-600.
- PEQUINAT, 1973.- A kinetic and autoradiographic study of the direct assimilation of Amino acids and glucose by organs of the mussels *Mytilus edulis*.- Mar. Biol., 19, pp. 227-244.
- PRAKASH et RASHID, 1968.- Influence of humic phytoplankton dinoflagellates.- Limnol. Oceanogr., 13, pp. 598-606.
- PRAKASH, 1971.- Terrigenous organic matter and coastal phytoplankton fertility.- Fertility of the sea, 2 : pp. 351-368.
- PUTTER, 1909.- Die Ernährung der wassertiere und der stoffhaushalt der Gewässer.- Fischer Jena 1-168.
- RAIMBAULT, 1976.- L'alimentation des coquillages.- Rev. Trav. Inst. Pêches marit.- 40 (2), p. 184-192.
- RANSON, 1927.- Absorption des matières organiques par les bivalves et verdissement des huîtres.- Annls. Inst. océanogr. Monaco (N. Serie).
- RASHID, 1971.- Rôle of humic acids of marine origin and their different molecular Weight fractions in complexing di and trivalent metals.- Soil. Sci. 111, pp. 298-306.
- RILEY, 1963.- Organic aggregates in sea water and the dynamics of their formation and utilization.- Limnol. Oceanogr., 8, pp. 372-381.
- SCHNITZER, 1971.- Metal - organic matter interaction in soils and waters (In. S.J. Faistand J. V. Hunter (eds). Organic compounds in aquatic environments.- Marcel Dekker, New-York, pp. 297-315.
- SHAPIRO, 1957.- Chemical and biological studies on the yellow organic acids of lake water.- Limnol. Oceanogr., 2, pp. 161-179.
- SIEBURTH et JENSEN, 1968.- Studies on algal substances in the sea . I . gelbstoff (humic material) in terrestrial and marine waters.- J. Exp. mar. Biol. Ecol., 2, pp. 174-189.



	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Carbone Total	n	7	7	3	6	3
dissous	m	2,38	1,87	2,48	10,89	9
mg/l	v	1,37	0,398	0,072	209,88	66,59
Carbone humifique	m	6	6	3	6	3
AH	m	0,425	0,367	0,277	0,35	0,35
mg/l	v	0,004	0,84	0,003	0,064	0,0017
Carbone fulvique	m	6	6	3	6	3
A _F	m	2,26	1,63	2,196	10,54	9,49
mg/l	v	1,57	0,185	0,059	213,12	66,57
Protéines	m	13	15	14	14	15
en mg/l	m	5,7	5,23	7,24	27,39	6,92
équivalent	m	18	5,42	4,70	1086,86	8,71
de glucose	v	12	15	8	14	-
Protéines	m	0,54	2,72	4,95	3,46	-
équivalent	m	0,80	4,36	14,4	1,33	-
d'albumine	v					
de boeuf						
AH		18,1	4,44	7,92	30,1	27,11
AH		1,95				

Variations saisonnières de la M.O.D de l'eau

Carbone total dissous, carbone humifique, carbone fulvique
 Sucres et protéines

m = nombre d'échantillons; m = moyenne; v = variance.

	Janvier		Février		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet			
	MIV 1	MIV 2	MIV 3	MIV 1	MIV 2	MIV 3	MIV 1	MIV 2	MIV 3	MIV 1	MIV 2	MIV 3	MIV 1	MIV 2	MIV 3	
Carbone Total	m	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	
ditous	m	8,45	5,01	4,86	3,52	6,54	5,32	13,22	6,14	34,03	23,01	22,86	—	—	—	
mg/l	V	0,42	0,036	0,048	0,53	3,64	0,032	—	—	564,3	176	47,41	—	—	—	
Carbone humique	m	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	
A.H	m	1,25	0,74	1,325	0,35	2,08	1,28	1,83	1,11	2,31	1,76	2,18	—	—	—	
mg/l	V	0,10	0,0049	0,029	0,0006	1,56	0,003	—	—	2,49	0,13	0,05	—	—	—	
Carbone fulvique	m	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	
A.F	m	7,50	4,27	3,53	3,81	4,46	5,16	4,39	5,03	31,70	21,22	20,08	—	—	—	
mg/l	V	0,39	0,016	0,18	0,57	0,43	0,078	—	—	4,09	1,66	10,71	—	—	—	
Sucres	m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
en mg/l	m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
d'équivalent de glucose	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Protéines	m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
en mg/l	m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
d'équivalent d'albumine de boeuf	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
AF/AH		6	5,77	2,66	5,18	2,83	2,14	5,52	4,03	3,32	7,58	6,22	4,53	13,73	12,06	9,21

Variations saisonnières de la M.O.D de l'eau interstitielle
 Carbone total dissous, carbone humique, carbone fulvique
 Sucres et protéines
 m = nombre d'échantillons; M = moyenne; V = variance