

## REPRODUCTION NATURELLE DE *CRASSOSTREA GIGAS* THUNBERG DANS LE BASSIN DE MARENNES-OLÉRON EN 1979 ET 1981 : ASPECTS BIOCHIMIQUES ET ÉNERGETIQUES

par Jean-Marc DESLOUS-PAOLI, Maurice HERAL, Jean-Paul BERTHOME,  
Daniel RAZET et Jacqueline GARNIER \*

### *Résumé*

Lors de l'été 1979, la reproduction naturelle des huîtres *Crassostrea gigas* Thunberg, cultivées dans le bassin de Marennes-Oléron permit une récolte importante de juvéniles, ce qui ne fut pas le cas durant l'été 1981. La comparaison de l'évolution des principaux constituants de la chair montre qu'au début du mois d'août, soit avant la ponte, les huîtres de 1981 présentent un déficit, par rapport à celles de 1979, de 6,3 % en protéines, 34,2 % en lipides et 61,2 % en glucides pour les mâles, et, respectivement de 12,3 %, 21,3 % et 69,8 % pour les femelles. La teneur énergétique relative de la chair sèche sans cendre des huîtres femelles est sensiblement identique pendant ces deux années, alors que pour les huîtres mâles cette teneur est légèrement plus faible en 1981 qu'en 1979. Comme pour les constituants biochimiques, les valeurs énergétiques globales des huîtres mâles et femelles sont sensiblement différentes entre 1979 et 1981. Par ailleurs, nos observations mettent en évidence un retard important de la gamétogénèse pour les huîtres en 1981 par rapport à celles de 1979. Ce retard de la maturation des gonades peut être imputable à la fois à la nourriture potentielle phytoplanctonique et détritique printanière déficitaire en 1981 par rapport à 1979 ne permettant pas, en 1981, l'accumulation des réserves en glycogène nécessaire à la formation des produits génitaux, et à l'action d'une température déficitaire pendant la fin de la gamétogénèse. La ponte principale est ainsi retardée jusqu'à l'automne avec des conditions hydrobiologiques et principalement thermiques défavorables à une évolution des larves de *Crassostrea gigas* Thunberg.

### *Abstract*

In summer 1979, the natural reproduction of oysters *Crassostrea gigas* Thunberg, in Marennes-Oléron Basin, produced a large number of juveniles which was not the case in summer 1981. If we compare the evolution of the main constituents of the flesh, we see that,

---

\* I.S.T.P.M., Laboratoire Cultures Marines, 17390 La Tremblade.

at the beginning of August, before spawning the male oysters in 1981 contained 6.3 % less proteins, 34.2 % less lipids and 61.2 % less glucids than those in 1979 and respectively 12.3 %, 21.3 % and 69.8 % less as far as females are concerned. The energetic value of ash-free dry flesh of female oysters is nearly the same for the two years whereas for male oysters the value is slightly lower in 1981 than in 1979. The total energetic values of male and female oysters show a slight difference between 1981 and 1979 as do their chemical constituents. We also observed an significant delay in gametogenesis for 1981 oysters compared to 1979. This delay in gonads maturation may be due first to a lack of potential phytoplanktonic and detritic food in spring 1981 compared to 1979, this does not allow the accumulation of glycogen stocks which are necessary to the formation of gametes. The delay is also the consequence of a too low temperature in the end of the gametogenesis. By the way, the main spawning is delayed until autumn when the hydrobiological and, to a greater extent, thermic conditions are not favourable to the evolution of *Crassostrea gigas* Thunberg larvae.

## Introduction.

Le bassin de Marennes-Oléron, avec une production annuelle d'environ 36 000 tonnes en 1981, représente, malgré un fléchissement, près de la moitié de la production française d'huître creuse *Crassostrea gigas* Thunberg (71 000 tonnes en 1981). On peut, d'autre part, estimer qu'entre 1975 et 1981 environ 80 % des huîtres commercialisées en France sont nées dans ce secteur ; mais depuis quatre ans le captage est tardif et se produit en août. Or une relation étroite existe entre la température et l'évolution de la gamétogénèse (MANN, 1979 ; LUBET, 1982). En effet, ces dernières années, les températures de l'eau ont été en moyenne inférieures à la normale de plus d'un demi-degré. On peut se poser la question de savoir si ces retards sont dus à l'influence directe de la température au moment de la gamétogénèse ou bien à une action indirecte par l'intermédiaire de la nourriture potentielle printanière lors de l'accumulation des réserves permettant la formation des gamètes. C'est pourquoi dans ce travail nous mettons en parallèle les paramètres du milieu et de la nourriture disponible avec ceux relatifs à la composition de la chair de *Crassostrea gigas*, respectivement pour deux périodes de reproduction. L'une en 1979 a conduit à un recrutement normal, l'autre en 1981, n'a entraîné aucun recrutement.

En effet, pour les huîtres, dès la deuxième année, la reproduction met en jeu plus de 50 % de la valeur énergétique de la chair (HÉRAL et DESLOUS-PAOLI, 1982). Les constituants impliqués dans la reproduction sont les protéines et les lipides puis les cendres et les glucides (DESLOUS-PAOLI *et al.*, 1982), ces derniers étant en moyenne constitués de 70 % de glycogène. GODDARD et MARTIN (1966), GABBOTT (1976), ZABA (1981) démontrent, chez les bivalves, la conversion du glycogène en lipides, par l'intermédiaire du cycle de Krebs ainsi que les mécanismes enzymatiques s'y rattachant, pour la formation des produits génitaux. Or COMELY (1974) sur *Pecten maximus* L. et RILEY (1976) sur *Crassostrea gigas* suggèrent que le matériel nécessaire à la gamétogénèse n'est pas pris dans l'environnement mais dans la réserve en glycogène des mollusques. Cependant, la formation du glycogène de réserve semble liée à la biomasse phytoplanctonique disponible (DESLOUS-PAOLI *et al.*, 1981), ainsi le potentiel de reproduction d'un mollusque cultivé à forte densité pourrait être directement dépendant de la quantité de nourriture utilisable par ce mollusque.

## 1. Matériel et méthodes.

La normale des températures de l'air est calculée sur les dix dernières années, ce qui correspond à la période de culture de *Crassostrea gigas* Thunberg dans le bassin de Marennes-Oléron. Les températures utilisées pour calculer l'écart à la normale sont les moyennes mensuelles données par le Bulletin climatologique mensuel de la Charente-Maritime. Les températures et les salinités de l'eau sont les moyennes mensuelles de deux prélèvements (fig. 1). La salinité est dosée par la méthode de Mohr (1956). La biomasse phytoplanctonique et la nourriture potentielle sont estimées respectivement par le dosage des chlorophylles a et des phéopigments (LORENZEN, 1967), et le dosage des protéines (LOWRY *et al.*, 1951), des glucides (DUBOIS *et al.*, 1956) et les lipides (MARSH et WEINSTEIN, 1966) après extraction et purification par la méthode de BLIGH et DYER

(1959) sur la matière organique particulaire filtrée sur filtre Whatman GFC 0,45  $\mu\text{m}$ . Les prélèvements sont faits en cycle de marée pendant l'année 1979 (DESLOUS-PAOLI *et al.*, 1981) et bimensuellement en 1981 comme pour les températures et salinités.

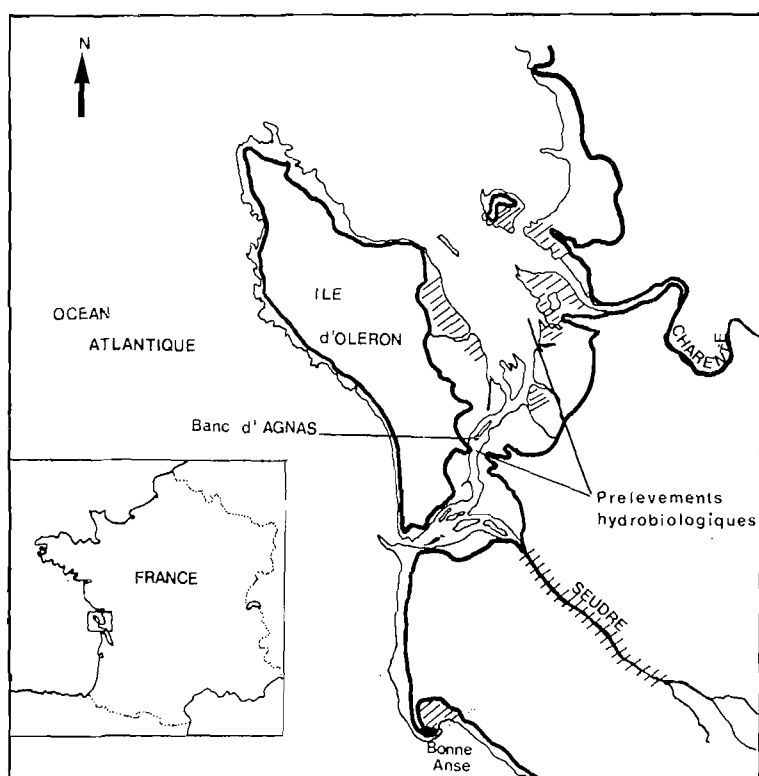


FIG. 1. — Le bassin, situation des prélèvements hydrobiologiques et de l'élevage d'huîtres.

Les analyses portent en 1979 sur des huîtres nées en 1977, et en 1981 sur des huîtres nées en 1978. Les huîtres sont élevées sur des tables ostréicoles à 40 cm au-dessus du sol, à la densité de 200 au  $\text{m}^2$ . Les prélèvements sont faits 2 fois par mois en 1979 et tous les mois en 1981 sur le banc d'Agnas (fig. 1). Les sexes étant déterminés, la chair est séchée à 60° C pendant 72 heures après congélation puis broyée. Les méthodes de dosage de protéines, glucides et lipides sont les mêmes que pour la matière organique particulaire, les cendres sont déterminées par pesée après crémation à 450° C pendant 24 heures. Les résultats présentés sont ceux calculés pour un animal standard de 50 g. Ce sont les moyennes sur dix individus et leur écart-type. La valeur énergétique est déterminée par cinq mesures microcalorimétriques (PHILIPSON, 1964) d'un mélange homogène de cinq huîtres (HÉRAL et DESLOUS-PAOLI, 1982).

## 2. Résultats.

### *Température et salinité.*

Pendant les mois de mars, avril et mai 1979, la température moyenne mensuelle est inférieure à la normale mais elle devient légèrement supérieure en juin et juillet pendant les derniers mois de la gamétogénèse (fig. 2). Durant l'année 1981, à l'exception du mois de mars, la température moyenne mensuelle reste inférieure à la normale jusqu'au mois de juillet. Le diagramme des températures et salinités (fig. 3) fait apparaître une sursalure des eaux en 1981 par rapport à 1979 pour les mois d'avril et mai ainsi qu'une température légèrement inférieure. Ce phénomène s'inverse pendant l'automne.

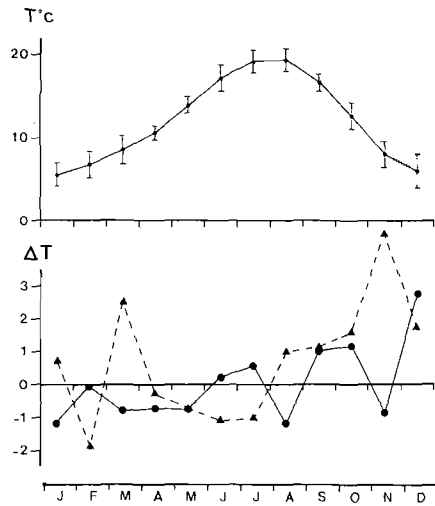


FIG. 2. — Température de l'air sur 10 ans (A) et écart à la normale (B) pour les températures de 1979 (●—●) et 1981 (▲—▲) (barres verticales : écart-type).

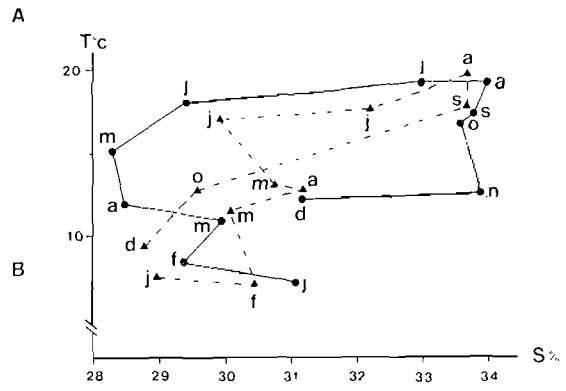


FIG. 3. — Diagramme température — salinité pour l'année 1979 (●—●) et 1981 (▲—▲).

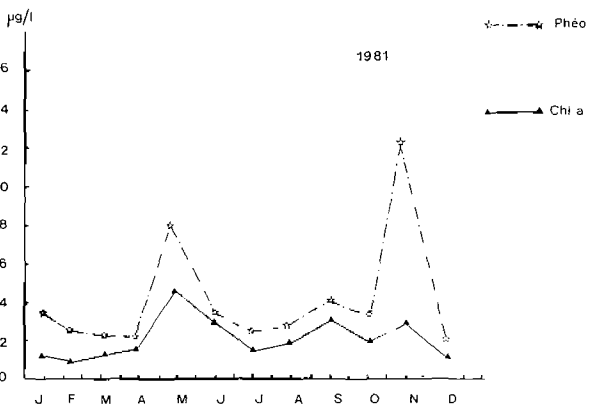
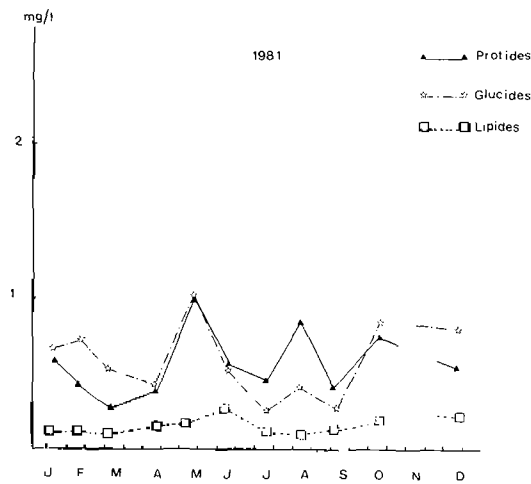
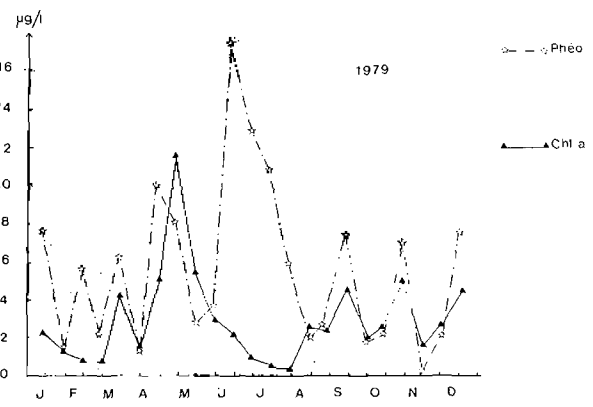
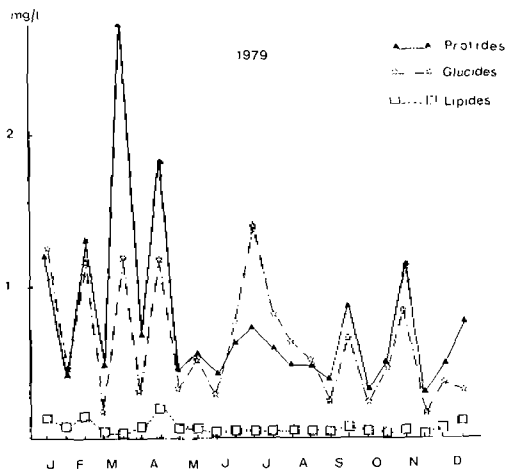


FIG. 4. — Evolution annuelle de la nourriture potentielle particulière de la masse d'eau pour 1979 et 1981 exprimée par le dosage des protéines des glucides et des lipides.

FIG. 5. — Evolution annuelle des chlorophylles a et des phéopigments pour l'année 1979 et 1981.

*Nourriture potentielle et biomasse phytoplanctonique.*

Les huîtres ont la capacité d'assimiler la matière organique détritique ainsi que le phytoplancton. Les dosages de protéines, glucides et lipides permettent de quantifier la nourriture potentielle susceptible d'être assimilée par les bivalves (HÉRAL *et al.*, 1980). Le phytoplancton, pris en compte dans les dosages globaux, reste cependant la nourriture la plus susceptible d'être utilisée par les mollusques (DESLOUS-PAOLI *et al.*, 1981). En période hivernale, les apports protéiques d'origine détritique sont nettement plus importants en 1979 qu'en 1981. Par contre, ces teneurs s'inversent au mois de mai et elles restent sensiblement équivalentes pendant l'été (fig. 4). Les valeurs estivales des glucides apparaissent plus précocement et plus faiblement en 1981 (mai) qu'en 1979 (juillet) et semble lié à l'apparition des phéopigments, donc à la dégradation des cellules phytoplanctoniques (fig. 5). Les lipides sont toujours en quantité faible et varient peu en fonction des saisons. En appliquant les coefficients multiplicateurs de BRODY (1945), on peut déterminer la valeur énergétique de la charge particulaire de l'eau du bassin (tabl. 1).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
1979	8	7	12,5	10,5	5	5	8	5	7	4,5
1981	7,5	7	5,5	4	11	6	4,5	6	4	9

Tabl. 1. — Valeur énergétique de la charge particulaire de l'eau de mer (cal.l<sup>-1</sup>).

En 1979, les apports énergétiques sont plus précoces (mars et avril) alors qu'en 1981 la même teneur énergétique n'est rencontrée qu'en mai. Cette forte teneur énergétique du mois de mai 1981 semble liée au développement phytoplanctonique : 4,5 µg.l<sup>-1</sup> de chlorophylle (fig. 5) qui ne représente cependant qu'environ 40 % du développement constaté à la même époque en 1979 (12 µg.l<sup>-1</sup> de chlorophylle). D'autre part ce développement du phytoplancton débute plus tôt en 1979 puisque l'on constate un pic de chlorophylle dès le début du mois d'avril.

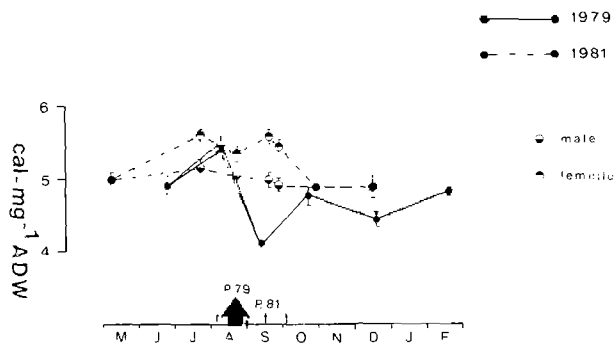


Fig. 6. — Evolution de la valeur énergétique en calories par mg de chair sèche sans cendre (ADW) pour *Crassostrea gigas* en 1979 et 1981 (barres verticales : écart-type).

*Les huîtres.*

Selon l'échelle des stades de développement de la gamétogénèse proposée par LE DANTEC (1968), 88 % des huîtres ont des ovules au stade 3 P et 1 % au stade 3 H à la fin du mois de juillet 1979. A cette même époque en 1981, 28 % seulement des huîtres présentent des ovules au stade 3 P, les autres n'ayant pas encore atteint le stade 2. Cependant, on observe peu de variations de la valeur énergétique de la chair sèche sans cendre en 1981, contrairement à 1979 (fig. 6). En effet, en 1979, il a été constaté une augmentation de la valeur énergétique de la chair pendant la gamétogénèse, suivit d'une diminution en août due à

l'émission des gamètes (HÉRAL et DESLOUS-PAOLI, 1982). En 1981, on note une différence de valeur énergétique de la chair sèche sans cendre entre les mâles et les femelles jusqu'à la ponte ou à la fin du mois de septembre (fig. 7). Cette différence est due à la teneur plus forte en lipides des gamètes femelles par rapport à ceux des mâles (DESLOUS-PAOLI *et al.*, 1982), ceci bien que les lipides entrant dans la constitution des gonades mâles soient plus énergétiques que ceux présents chez les femelles (KRISHNAMOORTHY *et al.*, 1978-1979).

Entre 1979 et 1981, il apparaît des différences dans la composition de la chair de *Crassostrea gigas*. Chez les femelles comme chez les mâles, on constate pendant la gamétogénèse un déficit tant

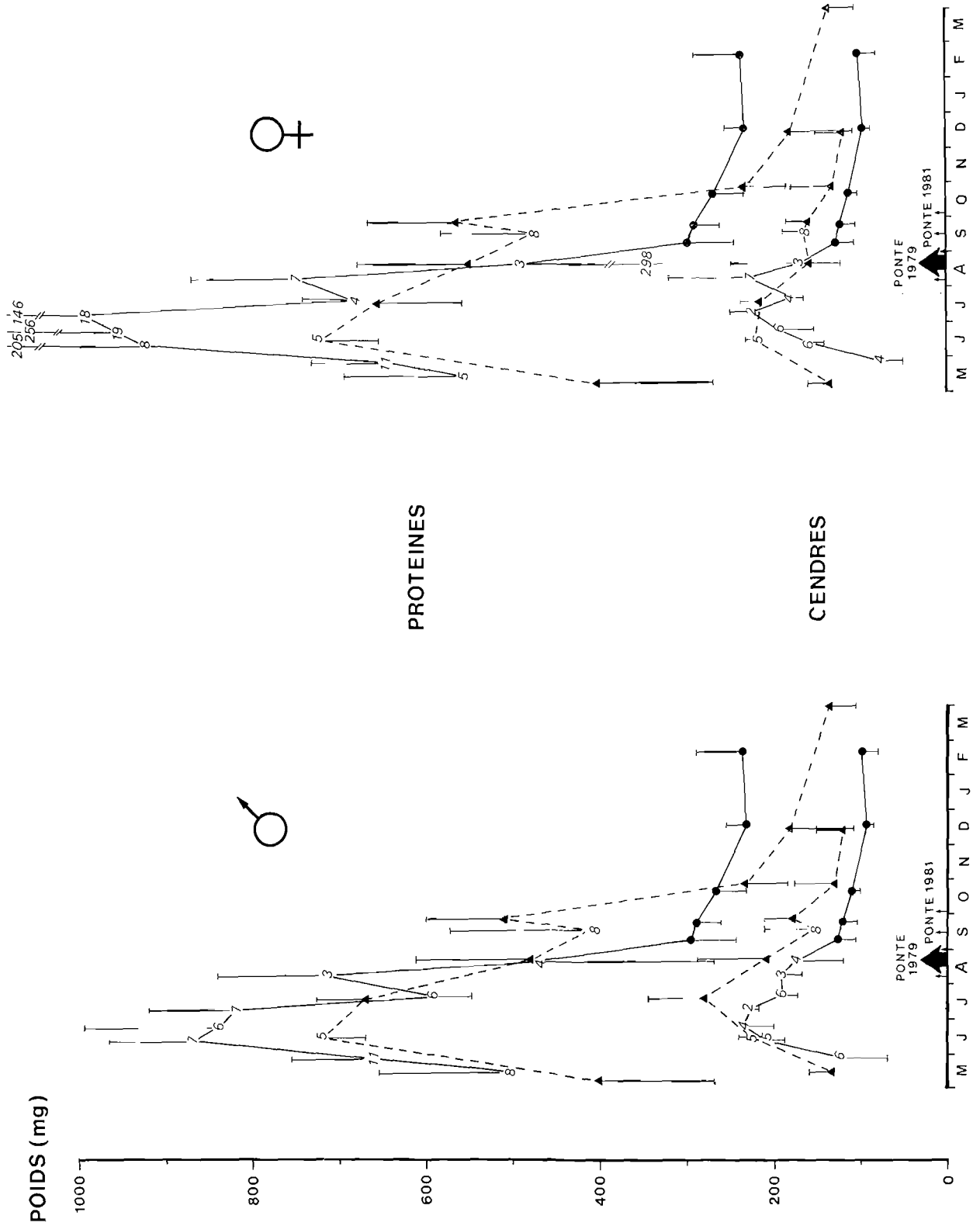


Fig. 7. — Evolution de la composition en protéines et cendres pour des huîtres standards de 50 g mâles et femelles pendant l'année 1979 (●—●) et 1981 (▲—▲). barres verticales : écart-type ; moyennes sur 10 individus ou n individus (chiffre).

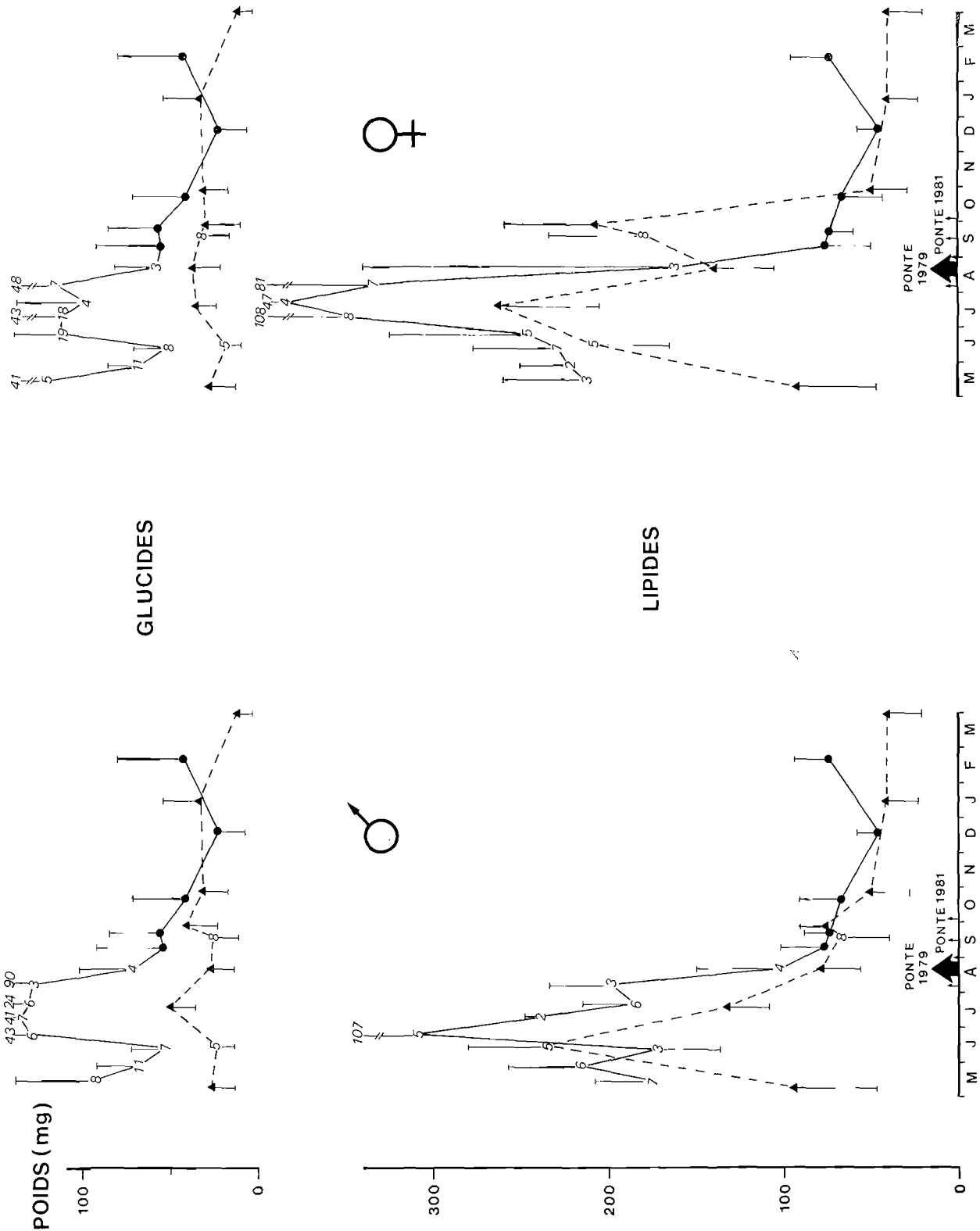


FIG. 8. - Evolution de la composition en glucides et lipides pour des huitres standards de 50 g mâles et femelles pendant l'année 1979 (● ●) et 1981 (▲ —▲).

en protéines qu'en lipides des tissus en 1981 par rapport à 1979 (fig. 8). De même, un déficit important peut-être constaté dans le même sens pour les glucides totaux. On peut souligner, par ailleurs, l'apparition tardive (fin septembre, début octobre) d'une deuxième période d'accumulation des protéines pour les femelles et les mâles pendant l'année 1981, ainsi que pour les lipides des femelles. L'évolution de la quantité de cendre dans la chair étant liée à la ponte, la perte de matériel minéral se produit en août pendant l'année 1979 et est plus fluctuante pendant l'année 1981.

### 3. Discussion.

La comparaison de ces deux années de reproduction met en évidence un retard important de la gamétogénèse ainsi qu'un déficit de tous les constituants de la chair de *Crassostrea gigas* Thunberg, à l'exception des cendres, en 1981 par rapport à 1979. Cette mauvaise évolution de la gamétogénèse en 1981 est marquée, au niveau de la constitution de la chair des huîtres, par un déficit en glucides, protéines et lipides et par un retard dans le cycle lipidique chez les femelles. En effet, la faiblesse des réserves glucidiques, dès le printemps chez les huîtres déjà affaiblies par l'hiver n'a peut-être pas permis la formation complète des lipides de réserves des ovocytes (GABBOTT, 1976 ; SHAFEE et LUCAS, 1982).

La cause probable de cette mauvaise qualité des huîtres est sans doute liée au fait que le potentiel nutritif énergétique printanier représenté par des apports phytoplanctoniques et détritiques n'atteint  $11 \text{ cal. l}^{-1}$  qu'en mai 1981 alors qu'il était respectivement de 10,5 et 12,5 en mars et avril 1979. De même, pendant le mois de mai 1981, la biomasse phytoplanctonique ne représente que 40 % de celle observée en 1979.

Par ailleurs, les températures faibles en juin et juillet 1981, en retardant la maturation des gamètes, n'entraînent qu'une ponte incomplète au début du mois d'août, alors qu'elle était totale en 1979 à cette même période. L'effet de la température sur la gamétogénèse a d'ailleurs déjà été mise en évidence par MOK (1973) et MANN (1979) sur *Crassostrea gigas* et LUBET (1982) sur *Mytilus edulis* et *M. galloprovincialis*. Les conditions thermiques plus favorables des mois d'août et septembre 1981 entraînent une augmentation des protéines chez les huîtres mâles et femelles ainsi que celle des lipides chez les huîtres femelles. Ce phénomène est sans doute lié à la formation et à la maturation de nouveaux gamètes. La ponte principale est ainsi repoussée jusqu'au début du mois d'octobre, période pendant laquelle les conditions hydrobiologiques du bassin, principalement thermiques et trophiques (HÉRAL *et al.*, 1980), ne sont plus favorables au développement larvaire et à la reconstitution des réserves énergétiques des huîtres avant l'hiver. Cet affaiblissement de l'état physiologique des huîtres jusqu'à la fin de l'hiver entraîne une baisse de 10 % en moyenne du cheptel d'huîtres adultes en élevage dans le bassin, ainsi qu'environ 50 % de mortalité liés à la séparation des jeunes huîtres de leurs collecteurs (BERTHOMÉ *et al.*, 1982).

*Manuscrit déposé le 6 décembre 1982.*

### BIBLIOGRAPHIE

- ANSELL (A.D.), 1974. Seasonal changes in biochemical composition of the Bivalves *Nucula sulcata* from the Clyde Sea area. — *Mar. Biol.*, 25 : 101-108.
- BERTHOMÉ (J.-P.), DESLOUS-PAOLI (J.-M.), HÉRAL (M.), RAZET (D.) et GARNIER (J.), 1982. Absence de comptage de *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron en 1981 : causes et conséquences. C.I.E.M., E : 26.
- BLIGH (S.G.) et DYER (W.F.), 1959. — A rapid method of total lipid extraction and purification. — *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37 : 911-917.
- COMELY (C.A.), 1974. — Seasonal variations in the flesh weights and biochemical content of the scallop *Pecten maximus* L. in the Clyde Sea area. — *J. Const. Int. Explor. Mar.*, 35 (3) : 281-295.



- DESLOUS-PAOLI (J.-M.), HÉRAL (M.), ZANETTE (Y.), 1982. — Problèmes posés par l'analyse des relations trophiques huîtres-milieu. — *Actes et colloques du C.N.E.X.O.* (sous presse).
- DESLOUS-PAOLI (J.-M.), ZANETTE (Y.), HÉRAL (M.), MASSÉ (H.), GARNIER (J.), 1981 (1982). — Amélioration de la forme et de la qualité de l'huître *Crassostrea gigas* Thunberg dans les claires de Marennes-Oléron. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **45** (3) : 181-194.
- DUBOIS (M.), GILLES (K.A.), HAMILTON (J.K.), REBECS (P.A.) et SMITH (F.), 1956. — Colorimetric method for determination of sugars and related substances. — *Anal. Chem.*, **28** (3) : 350-356.
- GABBOTT (P.A.), 1976. — Energy metabolism. — In *Marine Mussels, their ecology and physiology.* — B.L. Bayne Ed., Cambridge University Press : 293-355.
- GODDARD (C.K.), MARTIN (A.W.), 1966. — Carbohydrate metabolism. In *physiology of Molluscs.* — Wilbur et Yonge Ed., New York : Academic Press, II : 275-308.
- HÉRAL (M.), DESLOUS-PAOLI (J.-M.), 1982. — Valeur énergétique de la chair de l'huître *Crassostrea gigas* estimée par mesures microcalorimétriques et par dosages biochimiques. — *Oceanologica Acta* (à paraître).
- HÉRAL (M.), RAZET (D.), MAESTRINI (S.Y.), 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. — *C.I.E.M.*, **L** : 44.
- LE DANTEC (J.), 1968. — Ecologie et reproduction de l'huître portugaise (*C. angulata*) dans le bassin d'Arcachon et la rive gauche de la Gironde. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **32** (3) : 237-362.
- KRISHNAMOORTHY (R.V.), LAKSHMI (G.J.), BIESIOT (P.) et VENKATARAMIAH (A.), 1979. — Variations in glycogen, total fat, and caloric energies of the American oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin) from natural reefs in Mississippi Sound. — *Proc. Indian Acad. Sci.*, **88 B-1** (6) : 397-409.
- KRISHNAMOORTHY (R.V.), VENKATARAMIAH (A.), LAKSHMI (G.J.) et BIESIOT (P.), 1978. — Changes in lipid and sterol levels as oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin) approach market size. — *Proc. ninth an. Meet. World Mariculture Soc.* : 567-576.
- LORENZEN (C.J.), 1967. — Determination of chlorophyll and pheophytin: spectrophotometric equation. — *Limnol. Oceanogr.*, **12** : 343-346.
- LOWRY (O.M.), ROSEBOROUGH (N.I.), FARRAND (A.L.) et RANDAL (R.J.), 1951. — Protein measurement with the folin phenol reagent. — *J. Biol. Chem.*, **193** : 263-275.
- LUBET (P.E.), 1982. — The action of temperature on the annual reproductive cycle of *Mytilus edulis* and *Mytilus galloprovincialis* (Mollusca Lamellibranchiata). — *J. Mollusc. Stud.* (à paraître).
- LUCAS (A.), CALVO (J.) et TRANCART (M.), 1978. — L'effort de reproduction dans la stratégie démographique de six bivalves de l'Atlantique. — *Haliotis*, **9** : 107-116.
- MANN (R.), 1979. — Some biochemical and physiological aspects of growth and gametogenesis in *Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis* grown at sustained elevated temperatures. — *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **59** : 95-110.
- MARSH (J.B.) et WEINSTEIN (D.B.), 1966. — Simple charring method for determination of lipid. — *J. lipid Res.*, **7** : 574-576.
- MOK (T.K.), 1973. — Studies on spawning and setting of the oyster in relation to seasonal environmental changes in Deep Bay, Hong Kong. — *Fish Bull.*, **3** : 89-101.
- PHILLIPSON (J.), 1964. — A miniature bomb calorimeter for small biological samples. — *Oikos*, **15** (1) : 130-139.
- RILEY (R.T.), 1976. — Changes in the total protein, lipid, carbohydrate, and extra-cellular body fluid free amino acids of Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, during starvation. — *Proc. Na. shellfish. Ass.*, **65** : 84-90.
- SHAFEE (M.S.), LUCAS (A.), 1982. — Variations saisonnières du bilan énergétique chez les individus d'une population de *Chlamys varia* (L.) (Bivalvia, Pectinidae). — *Oceanologica Acta*, **5** (3) : 331-337.
- ZABA (B.M.), 1981. — Glycogenolytic pathways in the mantle tissue of *Mytilus edulis* L. — *Mar. Biol. Lett.*, **2** : 67-74.