

**AMELIORATION DE LA FORME ET DE LA QUALITE DE L'HUITRE
CRASSOSTREA GIGAS THUNBERG
DANS LES CLAIRES DE MARENNES-OLERON**

par Jean-Marc DESLOUS-PAOLI *, Yvan ZANETTE *, Maurice HERAL *,
Henri MASSÉ **, Jacqueline GARNIER *

Résumé

La culture, en bassins semi-fermés (claires), de l'huître *Crassostrea gigas*, en fin de cycle d'élevage avant la commercialisation, entraîne une amélioration aussi bien de la forme de la coquille que de la quantité et de la qualité de la chair. En effet, l'indice de forme de BERTHOMÉ (1978) passe de 1,36 en juin à 0,68 en décembre, alors que la densité de la coquille augmente, dans le même temps, de 1,79 à 1,98. D'autre part, le pourcentage de chair dans l'huître atteint 12,4 en fin de gamétogénèse et plus de 9 % en fin d'élevage. Les tissus secs sont alors composés en moyenne de 10,3 % de cendres, 40,3 % de protéines, 12,6 % de lipides et 9,0 % de glucides dont 95 % sont du glycogène. La valeur énergétique en résultant est mesurée à 5,10 cal-mg⁻¹ de chair sèche sans cendre.

Abstract

The breeding of Pacific oysters *Crassostrea gigas*, in non tidal ponds, before commercialisation, brings about an improvement of the shell and of the quantity and quality of the tissues. In fact, the Berthome's indice (1978) moves from 1,36 in june to 0,68 in december, and the density of the shell increases in the sametime from 1,79 to 1,98. On the other hand, the percentage of tissues in the oyster is 12,4 % at the end of gametogenesis and more than 9 % at the end of breeding. The dry tissues are composed of 10,3 % of ash, 40,3 % of proteins, 12,6 % of lipids and 9 % of carbohydrate. 95 % of the carbohydrate are glycogen. The resulting energetic values are mesured to 5,10 cal-mg⁻¹ of dry tissues ash free.

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

** Station Marine d'Endoume, L.A. 41 C.N.R.S., 13007 Marseille.

Avec 3 500 hectares exploitables, le bassin de Marennes-Oléron possède 90 % des claires françaises (fig. 1). Ces claires sont, pour la plupart, d'anciens marais salants restructurés, regroupés en de vastes ensembles de marais semi-fermés, dont l'alimentation en eau estuarienne s'effectue par le jeu des marées. Ces claires, vouées traditionnellement à l'élevage, l'affinage et le verdissement des huîtres, sont cependant progressivement abandonnées pour des raisons économiques. Ces claires sont le siège de développement de populations phytoplanctoniques et phytobenthiques qui assurent une biomasse élevée tout au long de l'année (ZANETTE, 1980). Le développement de ces populations successives est principalement dû à la richesse en sels nutritifs des apports estuariens et à la sédimentation rapide de la vase en suspension. De même, le développement des populations spécifiques de la claire, particulièrement de la diatomée *Navicula ostrearia* Bori, semble surtout dû à l'utilisation de substances organiques dissoutes et plus particulièrement de l'azote organique dissous en relation avec l'excrétion des mollusques (MAESTRINI et ROBERT, 1981 ; ROBERT *et al.*, 1981).

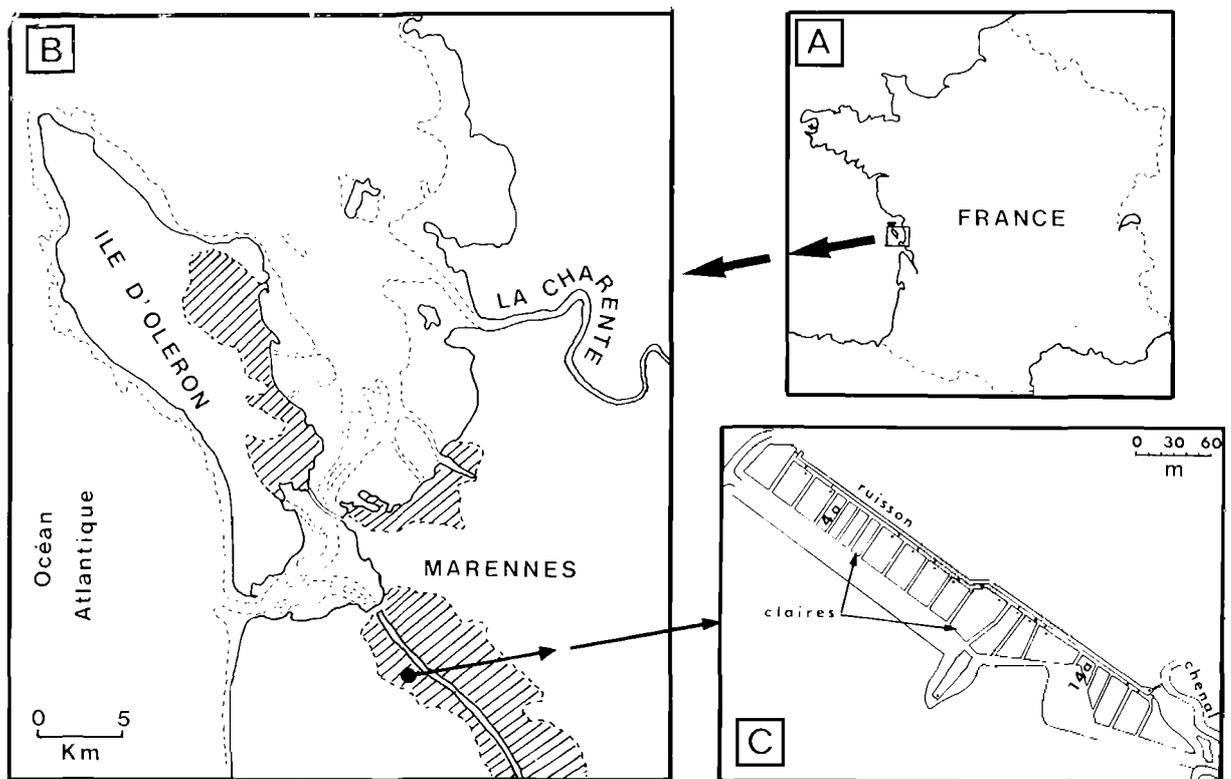


FIG. 1. — Le bassin de Marennes-Oléron : A — situation géographique, B — en hachuré, la zone occupée par les marais ostréicoles et l'emplacement du marais expérimental de La Guillate, C — détail du marais expérimental et des claires utilisées pour nos élevages.

Par contre, dans le bassin de Marennes-Oléron, les très fortes charges en seston minéral, ainsi que les apports de matières organiques principalement d'origine détritique (HÉRAL *et al.*, 1980), pendant l'automne, entraînent une diminution notable de la qualité des huîtres avant la commercialisation (DESLOUS-PAOLI *et al.*, 1981). Par ailleurs, la présence de ports de plaisance proches des exploitations conchylicoles peut provoquer l'apparition d'une malformation de la coquille liée à l'utilisation de peintures anti-salissures à base de tributylétain (ALZIEU *et al.*, 1980). Ces deux faits entraînent une dépréciation lors de la vente du coquillage. Il était donc intéressant de voir si l'utilisation traditionnelle de claires à huîtres peut palier, en fin du cycle d'élevage, aux inconvénients souvent rencontrés dans les cultures des bassins conchylicoles : mauvaise qualité de la coquille et de la chair de l'huître.

1. Matériels et méthodes.

Le marais expérimental. (fig. 1).

Ce marais appartenant à la Chambre d'Agriculture est mis à la disposition de la Section régionale Marennes-Oléron du Comité Interprofessionnel de la Conchyliculture et de l'I.S.T.P.M. Il est situé sur la rive gauche de la Seudre au lieu-dit "La Guillate" sur la commune d'Arvert. L'alimentation des 22 claires s'effectue par gravité lors de coefficients de marée supérieurs à 80. Cette étude est effectuée dans la claire 4a d'une surface de 270 m². L'épaisseur de la couche d'eau y est en moyenne de 30 cm.

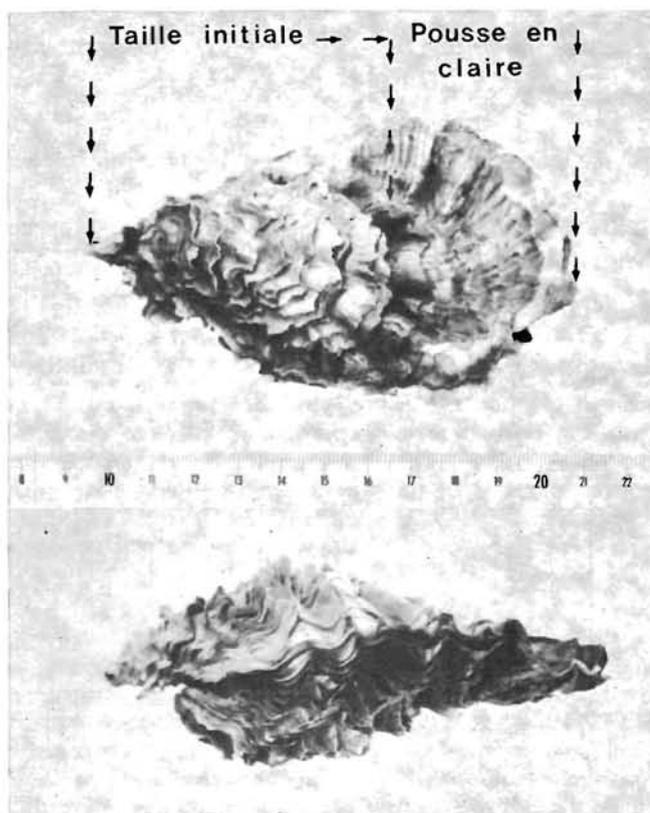


FIG. 2. — Huitre creuse du gisement naturel d'Aytré (La Rochelle) mise en claire le 13 mai 1979 et cultivée jusqu'au 18 février 1980.

Elevage.

800 huîtres sont semées le 31 mai 1979 de façon traditionnelle sur le fond de la claire, c'est-à-dire réparties sur la moitié de la surface. La densité globale est de 3 à 4 huîtres/m². Les mollusques étudiés sont des huîtres de gisement naturel pêchées à Aytré (La Rochelle). Elles ont entre 3 et 4 ans et présentent une malformation de la croissance en longueur leur donnant l'apparence de « boulet » (HÉRAL *et al.*, 1981 a) (fig. 2). Afin de garder une densité d'élevage constante, une réserve d'huîtres de la même origine est faite dans la claire 14a, pour remplacer, dans la claire étudiée, les huîtres prélevées. Du fait de la densité d'élevage et du nombre restreint de mollusques, on ne prélèvera que des échantillons de dix huîtres tous les quinze jours pendant les neuf mois de l'étude.

Biométrie.

Toutes les huîtres sont brossées et débarrassées de leurs épibiontes. Les valeurs maximales de longueurs, largeurs et épaisseurs sont mesurées perpendiculairement les unes aux autres avec une précision du millimètre à l'aide d'un pied à coulisse. Après réimmersion dans l'eau de mer, pour permettre le remplacement de l'eau intervalvaire perdue pendant le transport (WESTLEY, 1959), les huîtres sont pesées au dixième de gramme et leurs volumes déterminés par déplacement d'eau avec une précision de l'ordre du dixième de millilitre (BAIRD, 1958). Les coquilles sont pesées et leurs volumes déterminés. La chair est égouttée pendant une heure puis pesée au centième de gramme sur un papier aluminium taré. Les sexes sont déterminés pendant la période de reproduction. On obtient le poids sec de la chair après une congélation de 12 heures et une dessiccation, à l'étuve à 60° C, pendant 70 heures (GIESE, 1967).

La forme des huîtres sera définie par le coefficient de qualité externe de BERTHOMÉ (1978) :

$$Q = \frac{\text{Longueur} \times \text{épaisseur}}{\text{largeur} \times \text{poids total}}$$

La qualité sera exprimée par le pourcentage de poids de chair fraîche par rapport au poids total du mollusque.

Biochimie.

Les dosages sont réalisés sur de la chair sèche broyée et homogénéisée au mortier. 10 mg sont nécessaires pour les analyses de protéines et des sucres, et 100 mg pour la mesure des lipides et des cendres. Les dosages sont faits sur chacune des 10 huîtres de chaque échantillon.

Les protéines, extraites à la soude normale, sont déterminées par la méthode de LOWRY *et al.* (1951). Les glucides totaux et le glycogène, extraits à 4° C avec du T.C.A. à 15 %, sont dosés par la méthode de DUBOIS *et al.* (1956). Les lipides, extraits et purifiés par la méthode de BLIGH et DYER (1959) sont mesurés par pesée. La matière minérale est déterminée par pesée au dixième de milligramme après crémation à 480 °C pendant 24 heures (WALNE et MANN, 1975). Les résultats sont exprimés en pourcentage de chair sèche et en valeur absolue (milligramme).

Microcalorimétrie.

La valeur énergétique de la chair est définie, tous les deux mois, par cinq mesures microcalorimétriques d'un broyat homogène à quantité égale de cinq huîtres par échantillon (THAYER *et al.*, 1973 ; SALONEN *et al.*, 1976 ; RODHOUSE, 1978). Pour chaque mesure, on brûle des pastilles compactées de 10 à 30 milligrammes de chair sèche dans un microcalorimètre PHILLIPSON (1964) dont les microbombes ont été étalonnées à l'acide benzoïque. Les cendres sont pesées après chaque mesure. Les valeurs énergétiques sont exprimées en milligramme de chair sèche sans cendre.

2. Résultats.

Reproduction.

Sur les cinquante huîtres ouvertes pendant la période de reproduction, du 31 mai au 26 juillet, on constate une prédominance des femelles (tabl. 1). La ponte a eu lieu du 11 au 30 août soit totalement, soit partiellement. On retrouve quelques individus sexués jusqu'au mois d'octobre.

Ces huîtres, relativement âgées, présentent donc une majorité de femelles. Ceci correspond aux observations faites par AMEMIYA (1929) sur *Crassostrea gigas*, et NEEDLER (1942) et GALTSOFF (1964) sur *Crassostrea virginica*. La composition sexuelle des premiers prélèvements devra donc être prise en compte dans l'interprétation des résultats. En effet, particulièrement au niveau biochimique, il existe des différences significatives entre les mâles et les femelles (GIESF. 1969 ; ANSELL, 1974 ; NAGABHUSHANAM et MANE, 1978 ; HÉRAL et DESLOUS-PAOLI, 1982).

Date	Herma- phrodites	Femelles	Mâles
31-5	6	1	3
13-6	—	9	1
28-6	—	6	4
12-7	—	8	2
26-7	—	8	2
Total	6	32	12

TABL. 1. — Répartition des sexes pour l'huître *Crassostrea gigas* cultivée en claire pendant l'été 1979.

Croissance et condition.

Malgré la très grande hétérogénéité des lots, la croissance paraît constante pendant toute la période étudiée (fig. 4). La longueur et la largeur évoluent parallèlement, le rapport longueur sur largeur restant constant (1,89, $\sigma = 0,14$) (tabl. 2). L'épaisseur, initialement importante à cause de la structure très feuilletée de la coquille, évolue peu.

Date	31-5	13-6	28-6	12-7	26-7	23-8	19-9	27-9
L/l	1,89	2,17	1,84	2,08	1,95	2,10	1,75	1,90
Densité coquille	1,79	1,75	1,79	1,85	1,84	1,84	1,83	1,85
Date	11-10	26-10	8-11	22-11	7-12	18-12	24-1	18-2
L/l	1,89	1,92	1,84	1,75	1,72	1,67	1,94	1,88
Densité coquille	1,89	1,85	1,88	1,89	1,91	1,98	1,86	1,94

TABL. 2. — Evolution du rapport moyen longueur sur largeur (L/l) et de la densité moyenne de la coquille pour *Crassostrea gigas* élevée en claires en 1979-80.

Les poids et volumes (fig. 3), que ce soit pour l'organisme entier ou pour la coquille seule, suivent le même schéma évolutif. Pour l'organisme entier, ils sont liés par la régression linéaire : poids total = $1,52 \times$ volume total + 0,844 avec $r = 0,99$ ($n = 160$, $P(x) = 0,01$). La densité de la coquille augmente régulièrement (tabl. 2), montrant une amélioration de sa qualité.

Les poids de chair fraîche et de chair sèche sont corrélés par la droite de régression :

Poids de chair sèche = $0,21 \times$ poids de chair fraîche + 0,02 avec $r = 0,94$ et $n = 160$. Au début du cycle d'observation, le maximum pondéral est obtenu en juin et juillet. En août, la ponte ramène ces poids à leur valeur de mise en élevage (fig. 3), puis, ils augmentent régulièrement pendant l'automne et l'hiver. La teneur en eau de la chair (fig. 4) diminue pendant la gamétogénèse, puis, réaugmente lors de l'émission des produits génitaux en août.

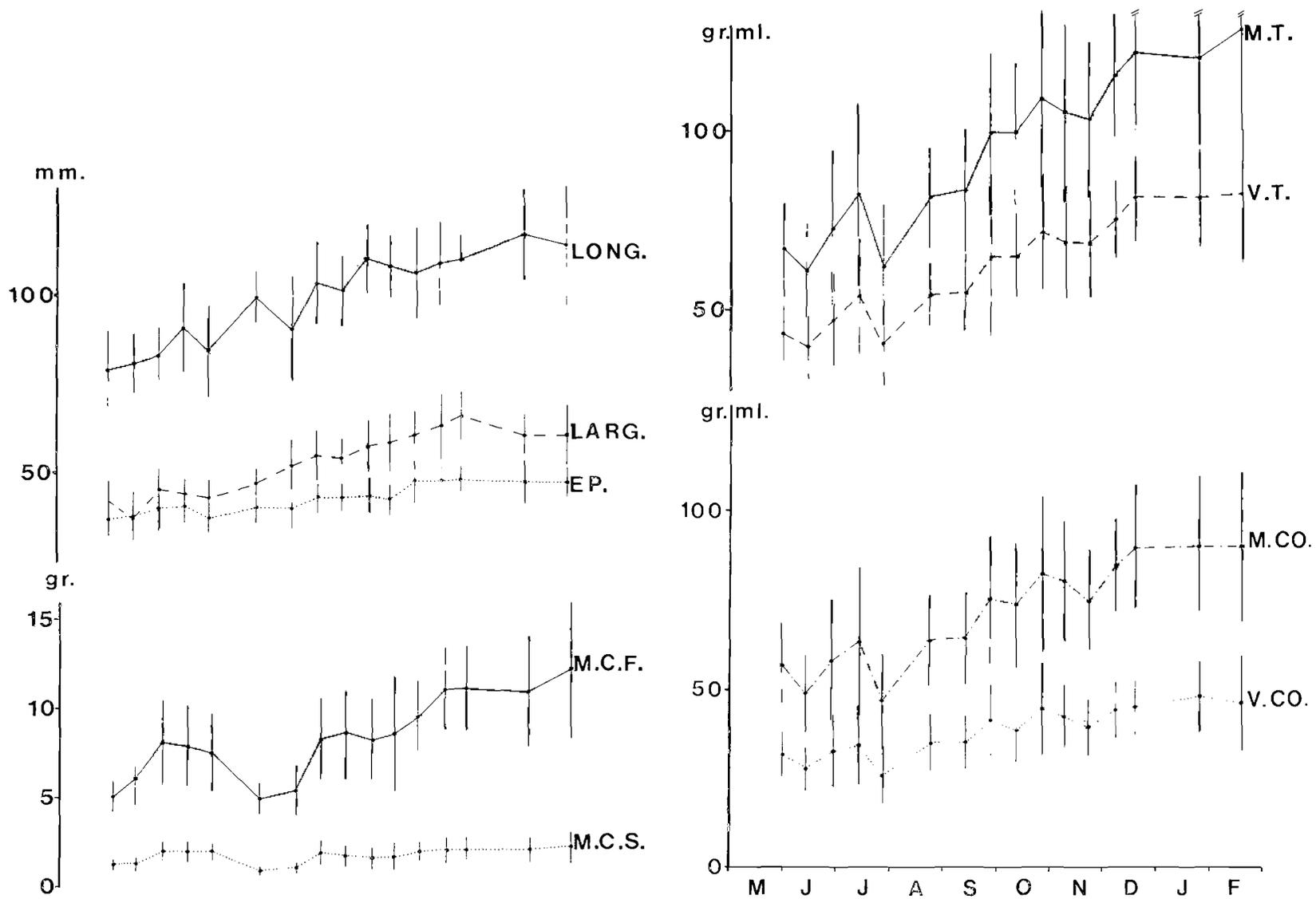


FIG. 3. — Evolution des longueurs (LONG.), largeurs (LARG.), épaisseurs (EP.), et des poids (M.) et volumes (V.) de l'animal entier (T.) et de sa coquille (CO.) ainsi que des poids de chair fraîche (M.C.F.) et sèche (M.C.S.) de *Crassostrea gigas* cultivée en claire; barres verticales: écart-type.

Le coefficient de BERTHOMÉ (1978) diminue régulièrement pendant tout l'élevage (fig. 4), et le pourcentage moyen de chair fraîche par mollusque atteint 11,2 % pendant la reproduction et descend à 6,1 % lors de la ponte, puis augmente régulièrement jusqu'à la fin de l'élevage.

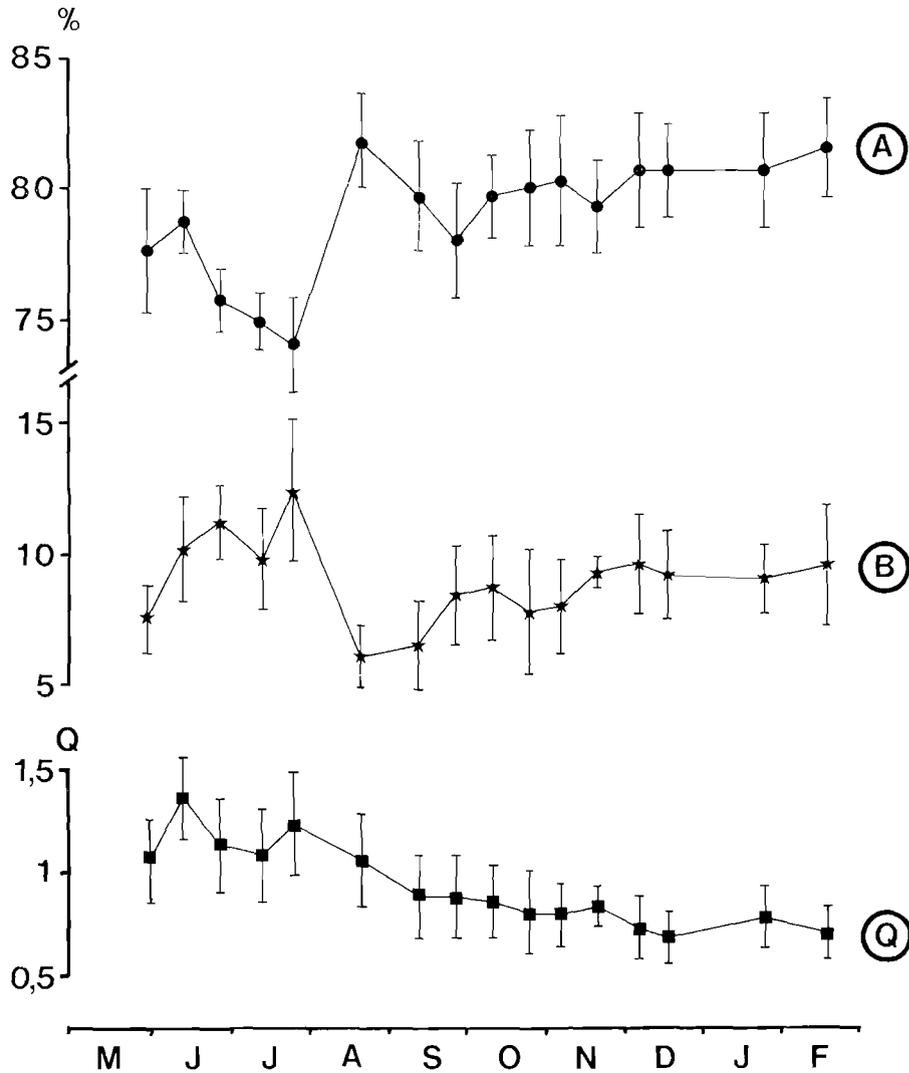


FIG. 4. — Evolution des pourcentages d'eau dans la chair (A), des pourcentages de chair fraîche dans l'organisme entier (B) et de l'index de condition (Q) de *Crassostrea gigas* cultivée en claire; barres verticales; écart-type.

Biochimie.

Valeurs relatives (fig. 5).

La teneur relative en protéines présente un pic en juillet pendant la période active de la gamétogenèse. Ce pic disparaît avant la ponte. Après un pic en juin (5,18 %), la teneur en glucides de la chair sèche diminue jusqu'à la fin du mois de juillet parallèlement au développement de la gamétogenèse. Le glycogène constitue de 80,3 à 97,3 % des glucides en moyenne et évolue parallèlement à ces derniers. Pour les lipides, la teneur maximale de la chair sèche (18,2 %) est atteinte à la fin de la gamétogenèse, puis la ponte entraîne une forte diminution.

Après la ponte, les teneurs en protéines et en lipides restent variables pendant l'automne et l'hiver alors qu'à partir du mois d'août les glucides augmentent jusqu'à un maximum au mois de novembre (11,4 %). Parallèlement, la teneur en cendre atteint 17,9 % du poids de chair sèche, et revient rapidement à une valeur stable. Le pourcentage de chair sèche expliqué par la somme de constituants biochimiques (protéines, lipides, glucides, cendres) est de l'ordre de 74 % en moyenne. Ceci est peu différent de ce qui a été constaté sur des huîtres cultivées dans le bassin de Marennes-Oléron (HÉRAL et DESLOUS-PAOLI, 1982).

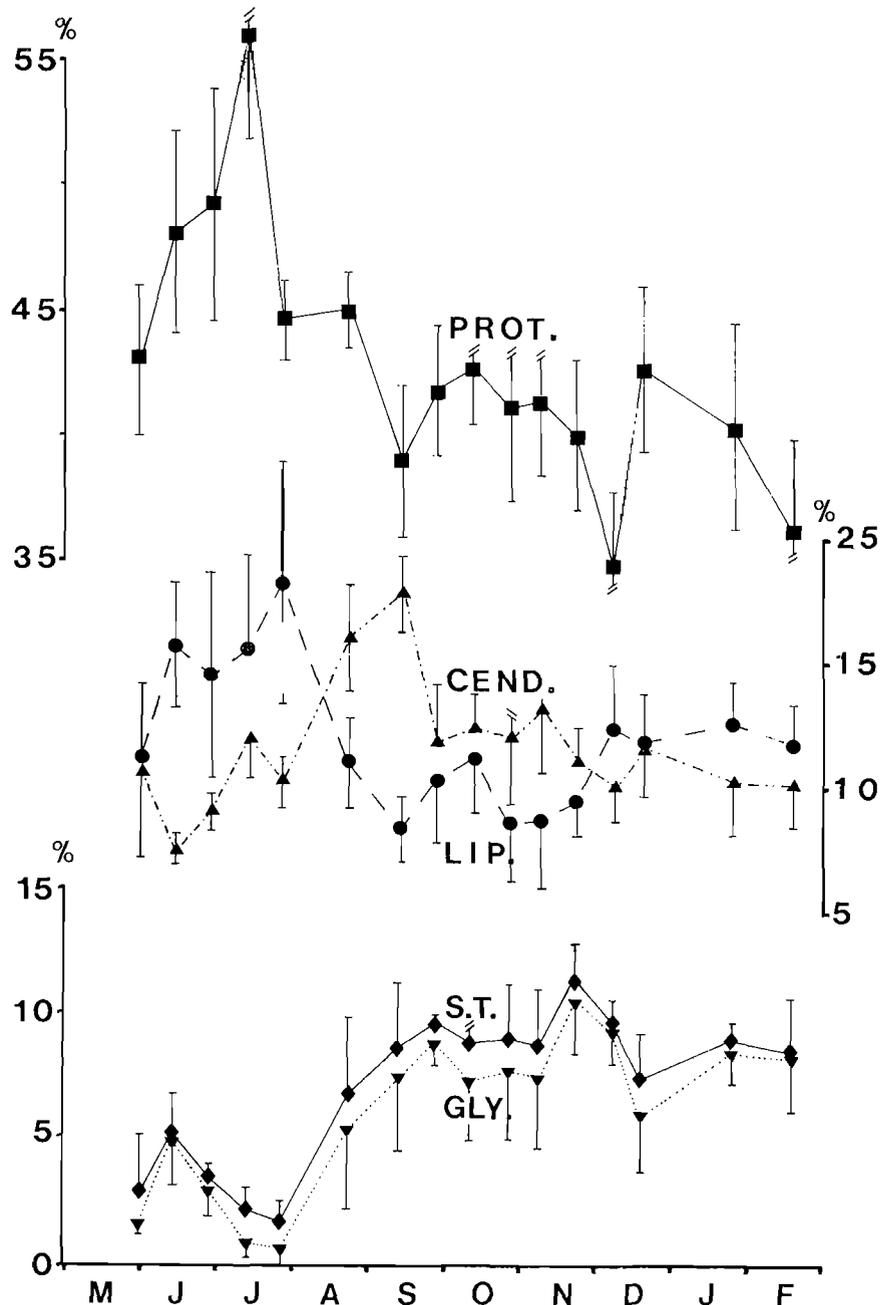


FIG. 5. — Evolution des pourcentages de protéines (PROT.), lipides (LIP.), glucides totaux (S.T.), glycogène (GLY.) et cendres (CEND.) de la chair sèche de *Crassostrea gigas* cultivée en claire; barres verticales: écart-type.

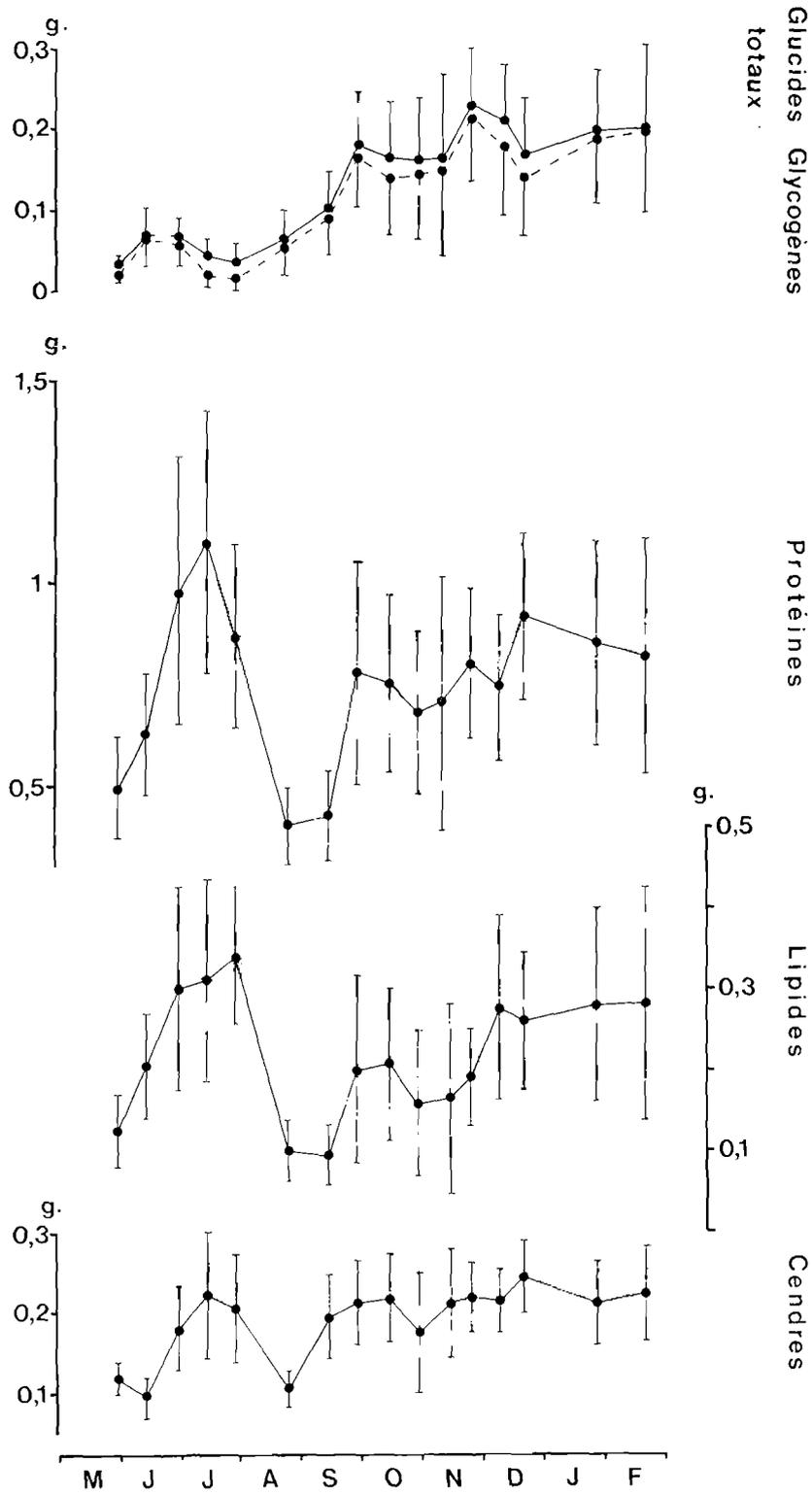


FIG. 6. — Evolution de la composition de la chair sèche, en valeurs absolues, de *Crassostrea gigas* cultivée en claire; barres verticales: écart-type.

Valeurs absolues (fig. 6).

L'évolution des valeurs absolues de protéines et de lipides des huîtres est identique à celle de leur poids de chair sèche pendant toute la période étudiée. Par contre le synchronisme entre l'augmentation de la quantité de glucides et l'évolution du poids de chair sèche n'apparaît qu'à partir du mois de septembre. La quantité de glucides reste faible pendant la période la plus active de la gamétogenèse, après avoir présenté un pic en milieu de gamétogenèse (juin), au début de l'augmentation des lipides. L'accumulation de protéines et de lipides semble surtout liée à la reproduction. La ponte, qui entraîne une perte de 54 % du poids de chair sèche, induit une perte de 54 % des protéines et de 73 % des lipides. Pendant l'automne, il se produit un stockage de réserves sous forme de lipides et de glucides (plus particulièrement de glycogène). Leurs augmentations, complémentaires de celles des protéines, expliquent l'accroissement tissulaire.

Valeurs caloriques (tabl. 3).

Pendant la période de reproduction le broyat homogène de cinq huîtres ayant servi à faire les mesures calorimétriques est constitué de quatre femelles et d'un mâle. Les valeurs caloriques mesurées à cette époque sont les plus élevées. Elles diminuent durant la ponte et restent relativement constante pendant l'automne et l'hiver. La perte calorique totale due à la ponte représente 53 % de la valeur totale de la chair. A la fin de l'élevage en claire, avant la commercialisation de décembre, des huîtres de 2.17 g de poids de chair sèche représentent 9.17 kcal.

Date	Valeur énergétique (Cal. mg ⁻¹) de chair sèche sans cendre (écart-type)	Teneur énergétique globale des huîtres kcal
13-6	5,11 (0,09)	6,23
26-7	5,41 (0,14)	9,40
13-9	4,77 (0,15)	4,40
26-10	4,75 (0,05)	7,08
18-12	4,79 (0,10)	9,17
18-2	5,10 (0,19)	10,61

TABLE. 3. — Valeurs énergétiques moyennes de la chair sèche sans cendre mesurées par microcalorimétrie, et valeur énergétique totale moyenne de *Crassostrea gigas*.

3. Discussion.

La reprise de croissance constatée à partir de la mise en élevage en claire, chez ces bivalves âgés de 3 à 4 ans, a déjà été signalée pour *Mytilus edulis* par SEED (1976). En effet, il semble que le changement de milieu agisse, dans le cas présent, tant sur la croissance que sur l'amélioration de la qualité des coquilles. Cette levée de l'inhibition de croissance en longueur, et l'arrêt de la croissance en épaisseur (« feuilletage ») de la coquille peut provenir, soit d'une nourriture disponible de meilleure qualité, soit d'une dégradation ou d'un piégeage des éléments alteragènes par les argiles en suspension dans l'eau et de leur sédimentation (SICARD, 1981). L'eau des claires se caractérise en effet par sa richesse en phytoplancton et ses faibles charges en seston inorganique, par rapport au milieu estuarien (HÉRAL *et al.*, 1981 *b*). Les perturbations de croissance déjà décrites semblent dues, dans certains cas, à la présence de sels organostanniques (acétate de trybutylétain) (ALZIEU *et al.*, 1980) qui pourrait être absent car rapidement détruit par les rayons ultraviolets, ou fixé au niveau du sédiment dans la claire.

L'amélioration, due à l'élevage en claire, porte non seulement sur la qualité de la coquille, mais aussi sur la quantité et la qualité de la chair des huîtres. En effet, contrairement à ce qui

se passe pour des huîtres cultivées dans le bassin de Marennes-Oléron (DESLOUS-PAOLI, 1982), on constate une accumulation de tissus de réserve, depuis la ponte jusqu'à la commercialisation en décembre. De même, pendant cette période, la teneur en eau des tissus est relativement constante et significativement inférieure à celle des huîtres cultivées dans le bassin.

Par ailleurs, LEE *et al.* (1960) et GALTISOFF (1964), sur *Crassostrea virginica*, relient les variations des pourcentages de cendres à celles de la salinité. Cependant, BEUKEMA et DE BRUIN (1977) pensent que, pour *Macoma balthica*, 6 à 8 % de contenu minéral représentent les sels indispensables pour équilibrer la balance osmotique à des salinités comprises entre 25 et 30 ‰. Les valeurs supérieures seraient dues à l'accumulation de matières minérales dans le manteau et l'intestin. Pour *Crassostrea gigas*, cultivée en claire, ces variations semblent liées à l'augmentation et à la diminution de la salinité, mais aussi à la gamétogenèse et surtout à la ponte qui provoque une augmentation notable du pourcentage de cendre déjà décrite pour d'autres bivalves (GIESE, 1969 ; ANSELL, 1974).

La diminution des glucides et plus particulièrement du glycogène et l'augmentation synchrone des lipides, pendant la gamétogenèse, laisse supposer, comme l'ont décrit MASUMOTO *et al.* (1934) et GODDARD et MARTIN (1966) qu'il y a conversion du glycogène en lipides pour la formation des gamètes. GABBOTT (1976) démontre d'ailleurs cette transformation du glycogène en acides gras par l'intermédiaire du cycle de Krebs, chez *Mytilus edulis*, tandis que ZABA (1981) en précise les mécanismes enzymatiques. De même, COMELY (1974) sur *Pecten maximus* et RILEY (1976) sur *Crassostrea gigas* suggèrent que le matériel nécessaire à la gamétogenèse n'est pas pris dans l'environnement, mais dans la réserve en glycogène du mollusque. Cette transformation et l'accumulation des produits génitaux entraînent l'augmentation de la teneur énergétique des tissus.

La ponte met en évidence la différence de composition qui existe entre les produits génitaux (principalement femelle dans ce cas) et les tissus du mollusque. En effet, elle entraîne une augmentation des glucides et des cendres, et une diminution des lipides. Ceci laisse supposer que les produits génitaux sont plus riches en lipides et relativement plus pauvres en glucides et en cendre que les tissus des huîtres. La prédominance de produits génitaux femelles dans nos échantillons d'huîtres âgées corrobore cette observation puisque les ovocytes ont une plus forte teneur lipidique (HATANAKA, 1940 ; TREVALLION, 1971) et une plus faible teneur en glycogène (KRISHNA-MOORTHY *et al.*, 1979) que les gamètes mâles. Cette forte teneur lipidique assure aux gamètes femelles une réserve énergétique et la flottabilité des larves (GABBOTT, 1976), alors que l'accumulation de glycogène dans la région distale du flagelle des spermatozoïdes de *Arion hortensis* et *Lymnea peregra* (MAXWELL, 1980) leur assure une énergie immédiatement disponible.

La figure 6 met en évidence que les constituants impliqués dans la reproduction, lors de la ponte, sont d'abord les protéines et les lipides puis les cendres, les glucides étant pratiquement absents à cette période. La valeur énergétique de la chair sèche sans cendre est alors ramenée à 4,77 cal-mg⁻¹ et la ponte entraîne une perte moyenne de 5 kcal, soit 53 % de la valeur énergétique de l'animal.

Si l'élevage en claire, après la ponte, n'entraîne pas de variations importantes dans la teneur en protéines et en lipides, il induit une augmentation rapide de la teneur en glucides et plus particulièrement du glycogène dans la chair des huîtres. De même, la croissance entraîne une accumulation des différents constituants biochimiques jusqu'à la période de commercialisation en décembre entraînant une augmentation de la teneur et de la valeur énergétique de la chair des huîtres. La quantité autant que la qualité de la nourriture disponible dans le milieu intervient dans la reconstitution et l'accumulation de réserves biochimiques (ANSELL et TREVALLION, 1967 ; ANSELL et BODOY, 1979 ; POLLERO *et al.*, 1979), et l'eau des claires est relativement riche en populations phytoplanctoniques (ZANETTE, 1980) et pauvre en seston minéral (DESLOUS-PAOLI *et al.*, 1981).

Après le mois de décembre, on observe une diminution de la quantité des protéines et une stabilisation de la teneur en lipides. Cette utilisation des matières protéiques et aussi de matières lipidiques est nécessaire, quelque soit le type d'élevage, pour passer la saison hivernale (BEUKEMA et DE BRUIN, 1977). Expérimentalement, RILEY (1976) constate cette utilisation des protéines et des lipides lors de jeûnes imposés à *Crassostrea gigas*. Ceci corrobore les observations de GRAS et GRAS (1976) qui décrivent, dans les claires, une diminution de la teneur en protéines de fin

novembre au milieu du mois de janvier, et une diminution de la teneur en lipides à partir du mois de décembre, ceci malgré des apports nutritifs de différentes natures mis en suspension dans le milieu. Cependant, les valeurs en glycogène que nous obtenons (8,50 % du poids sec) restent bien inférieures à celles décrites par GRAS *et al.* (1979).

Conclusion.

L'élevage d'huîtres en claire, surtout pendant la période automnale, permet donc une amélioration certaine de la structure de la coquille et de la qualité de la chair. Cette qualité, reconnue pour les huîtres de claire, est principalement obtenue grâce à la richesse nutritive de ces marais. Cependant, ce milieu alimenté en eau épisodiquement ne peut supporter une biomasse élevée d'huîtres (environ 5 individus au m²) à cause de son épuisement progressif en sels minéraux utiles aux développements des populations phytoplanctoniques. Or, il apparaît nécessaire d'augmenter la densité d'huîtres en élevage dans les claires, car le surcoût engendré par l'entretien manuel de ces marais ne permet pas, malgré la plus-value commerciale du produit, de rentabiliser un élevage. C'est pour cette principale raison que près de mille hectares de claires ont été progressivement abandonnées dans le bassin de Marennes-Oléron. Ainsi pour garder une huître de claire de qualité, les efforts de recherche doivent être menés selon trois axes :

1 — des recherches biologiques visant à augmenter la densité d'huîtres en élevage, en déterminant au plus juste, les besoins nutritifs des huîtres ;

2 — des recherches biologiques sur la production primaire des claires qui permettraient de pratiquer des amendements nécessaires à la production d'un phytoplancton fourrage abondant et de qualité ;

3 — des recherches technologiques, pour faciliter au maximum le renouvellement des eaux, et mettre au point des engins facilitant l'entretien mécanique de ces terrains.

Manuscrit remis le 5 août 1982.

BIBLIOGRAPHIE

- ALZIEU (C.), THIBAUT (Y.), HÉRAL (M.) et BOUTIER (B.), 1980. — Evaluation des risques dus à l'emploi des peintures antisalissures dans les zones conchylicoles. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **44** (4) : 301-348.
- AMEMIYA (I.), 1929. — On the sex-change of the Japanese common oyster, *Ostrea gigas* Thunberg. — *Proc. Imper. Acad. Tokyo*, **5** : 284-286.
- ANSELL (A.D.), 1974. — Seasonal changes in biochemical composition of the bivalve *Nucula sulcata* from the Clyde sea area. — *Mar. Biol.*, **25** : 101-108.
- ANSELL (A.D.) et BODOY (A.), 1979. — Comparison of events in the seasonal cycle for *Donax trunculus* and *Donax vittatus* in European water. — 13th European marine biology symposium/Naylor (E.) et Hartnoll (R.G.) édit. — Oxford : Pergamon Press, 191-198.
- ANSELL (A.D.) et TRÉVALLION (A.), 1967. — Studies on *Tellina tenuis* da Costa. I. Seasonal growth and biochemical cycle. — *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **1** : 220-235.
- BAIRD (R.H.), 1958. — Measurement of condition in mussels and oysters. — *J. Cons.*, **23** (2) : 249-257.
- BERTHOMÉ (J.-P.), 1978. — Contribution à l'étude des caractères biométriques de *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron avec la détermination d'un coefficient de qualité externe. — CIEM, CM 1978/K : 34.
- BEUKEMA (J.J.) et DE BRUIN (W.), 1977. — Seasonal changes in dry weight and chemical composition of the soft parts of Tellinid bivalve *Macoma balthica* in the Dutch Wadden sea. — *Neth. J. sea Res.*, **11** (1) : 42-55.

- BLIGH (E.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. Cons.*, **35** (3): 281-295.
- DESLOUS-PAOLI (J.-M.), 1982. — Croissance et qualité du bivalve *Crassostrea gigas* Thunberg, en élevage dans le bassin de Marennes-Oléron. — *Tethys* (à paraître).
- DESLOUS-PAOLI (J.-M.), HÉRAL (M.) et ZANETTE (Y.), 1981. — Problèmes posés par les relations trophiques milieu-huitres. Poster G.A.Bi.M., Brest, novembre 1981. — *Actes et Colloques, CNEXO* (à paraître).
- 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*/Bayne (B.L.) édit. — Cambridge University Press: 293-355.
- GALTSOFF (P.S.), 1964. — The american oyster, *Crassostrea virginica* Gmelin. — *Fish. Bull.*, **64**: 1-480.
- GIESE (A.C.), 1967. — Some methods for study of the biochemical constitution of marine invertebrates. — *Oceanogr. mar. Biol. Ann. Rev.*, **5**: 159-186.
- 1969. — A new approach to biochemical composition of the mollusc body. — *Ibid.*, **7**: 175-229.
- GODDARD (C.K.) et MARTIN (A.W.), 1966. — Carbohydrate metabolism. — *In: Physiology of mollusca.*, 2/ Wilbur (K.M.) et Yonge (C.M.) édit. — New York et London: Academic Press, 275-308.
- GRAS (M.-P.) et GRAS (P.), 1976. — Essais d'amélioration de l'engraissement et du verdissement des huitres *Crassostrea gigas* en milieu naturel (claires). — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 263: 1-10.
- GRAS (M.-P.), GRAS (P.), COSNARD (M.) et GARNIER (J.), 1979. — Contribution à la mise en place de critères de qualité des huitres creuses *Crassostrea gigas* affinées en calires. — CIEM, CM 1979/K: 21.
- HATANAKA (M.), 1940. — Chemical composition of the oyster, *Ostrea gigas* Thunberg. — *Bull. jap. Soc. Sci. Fish.*, **9** (1): 21-26.
- HÉRAL (M.), BERTHOMÉ (J.-P.), POLANCO TORRES (E.), ALZIEU (C.), DESLOUS-PAOLI (J.-M.), RAZET (D.) et GARNIER (J.), 1981 a. — Anomalies de croissance de la coquille de *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron. Bilan de trois années d'observation. — CIEM, CM 1981/K: 31.
- HÉRAL (M.) et DESLOUS-PAOLI (J.-M.), 1982. — Valeur énergétique de la chair de l'huitre *Crassostrea gigas* estimées par mesures microcalorimétriques et par dosages biochimiques. — *Oceanologica Acta* (à paraître).
- HÉRAL (M.), RAZET (D.), MAESTRINI (S.Y.) et GARNIER (J.), 1980. — Composition de la matière organique particulière dans les eaux du bassin de Marennes-Oléron: apport énergétique pour la nutrition de l'huitre. — CIEM, CM 1981/L: 44.
- HÉRAL (M.), ZANETTE (Y.), DESLOUS-PAOLI (J.-M.), ROBERT (J.-M.) et RAZET (D.), 1981 b. — La matière organique particulière dans les eaux du bassin de Marennes-Oléron et de ses marais adjacents (claires): conséquence pour la nutrition de l'huitre *Crassostrea gigas*. — Symp. int. Lagunes côtières, Bordeaux, septembre 1981.
- KRISHNAMOORTHY (R.V.), LAKSHMI (G.J.), BIÉSIOT (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.
- LEE (C.F.), KURTZMAN (C.H.) et PEPPER (L.), 1960. — Proximate composition of southern oyster. Factors affecting variability. — *Com. Fish. Res., U.S. Fish and Wildlife Serv.*, **18** (7): 1-6.
- LOWRY (O.M.), ROSEBOROUGH (N.I.), FARRAND (A.L.) et RANDALL (R.J.), 1951. — Protein measurement with the folin phenol reagent. — *J. Biol. Chem.*, **193**: 263-275.
- MAESTRINI (S.Y.) et ROBERT (J.-M.), 1981. — Rendements d'utilisation des sels nutritifs et variation de l'état des cellules de trois diatomées de claires à huitres de Vendée. — *Oceanologica Acta*, **4** (1): 13-22.
- MASUMOTO (B.), MASUMOTO (M.) et HIBINO (M.), 1934. — Biochemical studies of Magaki (*Ostrea gigas* Thunberg). II. The seasonal variation in chemical composition of *Ostrea gigas* Thunberg. — *J. Sci. Hiroshima Univ. Ser.*, **4A**: 47-56.
- MAXWELL (W.L.), 1980. — Distribution of glycogen deposits in two euthyneuran sperm tails. — *Int. J. Invert. Reprod.*, **2**: 245-249.
- NAGABHUSHANAM (R.) et MANE (V.H.), 1978. — Seasonal variation in the biochemical composition of *Mytilus viridis* at Ratnagiri on the west coast of India. — *Hydrobiologia*, **57** (1): 69-72.
- NEEDLER (A.B.), 1942. — Sex reversal in individual oysters. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, **5** (4): 361-364.
- PHILLIPSON (J.), 1964. — A miniature bomb calorimeter for small biological samples. — *Oikos*, **15** (1): 130-139.
- POLLERO (R.J.), RE (M.E.) et BRENNER (R.R.), 1979. — Seasonal changes of lipids of the mollusc *Chlamys tehuacana*. — *Comp. Biochem. Physiol.*, **64A**: 257-263.
- 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. nat. Shellfish. Ass.*, **65**: 84-90.
- ROBERT (J.-M.), MAESTRINI (S.Y.), HÉRAL (M.) et ZANETTE (Y.), 1981. — Production des microalgues des claires ostréicoles en relation avec l'azote organique dissous excrété par les huitres. Symp. int. Lagunes côtières Bordeaux, septembre 1981. — *Oceanologica Acta* (à paraître).

- RODHOUSE (P.G.), 1978. — Energy transformations by the oyster *Ostrea edulis* L. in a temperate estuary. — *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **34**: 1-22.
- SALONEN (K.), SARVALA (J.), HAKALA (I.) et VILJANEN (M.I.), 1976. — The relation of energy and organic carbon in aquatic invertebrates. — *Limnol. Oceanogr.*, **21** (5): 724-730.
- SEED (R.), 1976. — Ecology. — *In*: Marine mussels, their ecology and physiology/Bayne (B.L.) édit. — Cambridge University Press: 13-65.
- SICARD (M.), 1981. — Étude de la pollution par les métaux lourds des eaux maritimes et des peuplements marins dans le bassin de Marennes-Oléron. — Thèse doctorat en Pharmacie, Univ. Bordeaux II: 74 p.
- THAYER (W.G.), SHAFF (W.E.), ANGELOVIC (J.W.) et LA CROIX (M.W.), 1973. — Caloric measurement of some estuarine organisms. — *Fish. Bull.*, **71** (1): 289-296.
- TRÉVALLION (A.), 1971. — Studies on *Tellina tenuis* da Costa. III. Aspects of general biology and energy flow. — *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **7**: 95-122.
- WALNE (P.R.) et MANN (R.), 1975. — Growth and biochemical composition in *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas*. — Proceedings of the 9th european marine Biology Symposium, Oban/ Barnes (H.) édit. — Aberdeen University Press: 587-607.
- WESTLEY (R.E.), 1959. — Selection and evaluation of a method for quantitative measurement of oyster condition. — *Proc. nat. Shellfish. Ass.*, **50**: 145-149.
- ZABA (B.M.), 1981. — Glycogenolytic pathways in the mantle tissue of *Mytilus edulis* L. — *Mar. Biol. Letters*, **2**: 67-74.
- ZANETTE (Y.), 1980. — Intervention de quelques facteurs dans l'évolution de la biomasse des claires de Marennes-Oléron. — CIEM, CM 1980/L: 45.