

ESSAI DE MISE EN ÉVIDENCE *in situ* DE PARAMÈTRES
BIOTIQUES ET ABIOTIQUES DE L'EAU ET DE L'INTERFACE
EAU-SÉDIMENT INTERVENANT DANS LA PRODUCTION
DE L'HUÎTRE *Crassostrea gigas*

Maurice HERAL, Jean-Marc DESLOUS-PAOLI

Daniel RAZET & Jean PROU

Laboratoire de cultures marines, I.S.T.P.M., B.P. 133
17390 LA TREMBLADE

Mots-clés : relations trophiques, *Crassostrea gigas*, estuaire de Marennes-Oléron, chlorophylle a, phéopigments, substances dissoutes

Key words : trophic relations, *Crassostrea gigas*, Marennes-Oléron Estuary, chlorophyll a, pheopigments, dissolved matter

Résumé

La production de chair des huîtres est corrélée principalement avec les concentrations en substances dissoutes carbonées et azotées, les huîtres les plus jeunes étant liées aux teneurs en phéopigments, alors que la production des plus âgées est corrélée avec les quantités de chlorophylle a de l'interface eau-sédiment. Les productions de coquille dépendent principalement de la température, mais sont aussi liées aux quantités de nourriture disponible : concentrations en carbone dissous pour les jeunes, et teneurs en chlorophylle a de l'interface eau-sédiment pour les huîtres plus âgées.

Summary AN ATTEMPT TO CORRELATE IN SITU BIOTIC AND ABIOTIC FACTORS OF WATER AND OF THE WATER-SEDIMENT INTERFACE WITH THE PRODUCTION OF THE OYSTER *Crassostrea gigas*

The flesh production of oysters is mainly related to concentrations of dissolved carbon and free amino acids. The younger oysters are dependent on concentrations of pheopigments while the production of the older ones is related to chlorophyll a values of the water-sediment interface. Shell production depends mainly on temperature, but also on the amount of food available: concentrations of dissolved carbon for the younger oysters and values in chlorophyll a of the interface for the older ones.

INTRODUCTION

Si de nombreux auteurs ont démontré expérimentalement le rôle que différents paramètres jouent sur la physiologie et la production de mollusques, cependant il faut bien admettre comme Epifanio *et al.* (1975) et Dame *et al.* (1980) que les résultats du laboratoire et les données de terrain sont souvent divergents. Par ailleurs, il n'existe pas actuellement d'étude globale des interactions entre les divers paramètres de la colonne d'eau et le benthos. On peut trouver dans la littérature quelques données concernant les influences *in situ* de divers paramètres sur les mollusques filtreurs. L'influence néfaste du seston sur la production de chair a été étudiée par Vahl (1980) chez *Chlamys islandica*, par Wildish *et al.* (1981) chez différents lamellibranches, par Deslous-Paoli *et*

al. (1981) chez *Crassostrea gigas*. Une relation entre la biomasse benthique et la chlorophylle a a été établie par Hargrave et Peer (1973) tandis qu'une relation logarithmique entre la teneur en ATP en fonction du courant et la production globale de filtreurs a été établie par Wildish *et al.* (1981). Récemment, les relations entre biomasse phytoplanctonique et l'engraissement des huîtres ont été précisées (Deslous-Paoli *et al.*, 1981) ainsi que les fortes corrélations entre la production primaire et la teneur énergétique de *Ruditapes decussatus* (Bodoy et Plante-Cuny, 1983). Parallèlement, divers auteurs (Wolff *et al.*, 1975 ; Widdows *et al.*, 1979 ; Dame *et al.*, 1980 ; Baird et Milne, 1981 ; Dame et Patten, 1981 ; Cloern, 1982, Rosenberg et Loo, 1983) élaborent des modèles énergétiques globaux au niveau d'estuaires ou de baies semi-fermées précisant le rôle que jouent les populations naturelles ou cultivées de mollusques benthiques.

Après avoir mené des études de flux entre des populations de *Crassostrea gigas* et le matériel particulaire de la colonne d'eau surnageante (Héral *et al.*, 1983 ; Deslous-Paoli et Héral, 1983), il nous a semblé nécessaire de vérifier le rôle que peuvent jouer les substances dissoutes de la colonne d'eau par rapport au matériel particulaire et de déterminer le rôle trophique que joue l'interface eau-sédiment pour des huîtres élevées à 50 cm du fond dans un site estuarien à forts courants de marée.

MATERIEL ET METHODE

Les prélèvements ont été assurés pendant l'année 1979 deux fois par mois dans le bassin de Marennes-Oléron.

Colonne d'eau : Les échantillons sont prélevés en demi-cycle de marée au milieu du bassin (fig. 1) selon le protocole défini par Héral *et al.*, (1983). Les paramètres suivants ont été sélectionnés car ils peuvent jouer un rôle direct sur la production de mollusques d'après les travaux expérimentaux sur la nutrition des mollusques :

- température seston ;

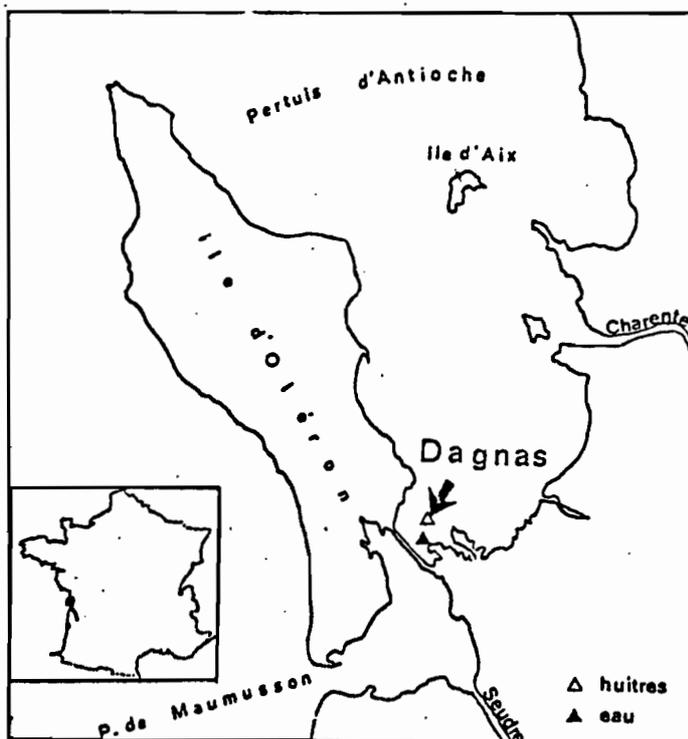


Fig. 1 - Le bassin de Marennes-Oléron : position des prélèvements d'huîtres et des prélèvements d'eau.

- Marennes-Oléron Basin : position of oysters and water samplings.

- matières organiques particulières : seston organique estimé par la perte au feu, chlorophylle a et phéopigments dosés d'après le protocole de Lorenzen (1967), ATP extrait et dosé selon le protocole de Laborde (1972), les protides (méthode de Lowry *et al.*, 1951), glucides (méthode de Dubois *et al.*, 1956) et les lipides (méthode de Marsh et Weinstein, 1966) sont analysés, le carbone et l'azote sont estimés par doseur CHN (Kerambrun et Szekiéda, 1969), la biomasse bactérienne hétérotrophe est estimée par ensemencement sur milieu Oppenheimer et Zobell (1952) ;

- matières organiques dissoutes : le carbone total ainsi que les acides humiques sont dosés par oxydation photochimique selon le protocole de Armstrong *et al.* (1966) recommandé par Treguer et Le Corre (1976). Les glucides dissous selon le protocole de Dubois *et al.* (1956), l'azote organique par photocoxydation, selon le protocole de Armstrong et Tibbitts (1968), et les acides aminés par fluorescence selon les recommandations de North (1975).

Les résultats représentent pour chaque paramètre la quantité de ce constituant pour une colonne d'eau de 1 m³ (1 m² sur 1 m de hauteur); ils sont calculés selon la formule :

$$X = \sum_{i=1}^n \frac{x_i C_i}{n} \cdot \frac{C_c}{C_m} \cdot T$$

ou x_i est la quantité du paramètre mesuré par m³ d'un prélèvement du cycle de marée

C_i est le courant instantané en mh⁻¹

n est le nombre de prélèvements effectués pendant le cycle de marée

C_m est le courant moyen mesuré en demi-cycle de marée

C_c est le courant théorique du cycle de marée

T est le temps d'immersion de la population d'huîtres dans la journée en heure.

Les résultats mis en relation avec les productions d'huîtres sont les moyennes des prélèvements de mortes-eaux précédents avec les prélèvements de vives-eaux du jour des analyses sur les huîtres.

Interface eau-sédiment : Les prélèvements sont effectués à marée basse par raclage d'une épaisseur d'un centimètre du sédiment d'une zone sans culture de l'estran à proximité directe de la zone d'étude de la colonne d'eau sur le banc de Dagnas (Fig. 1).

- Matières organiques particulières : Les dosages de chlorophylle a et de phéopigments sont effectués selon les recommandations de Plante-Cuny (1974). Les protides, lipides et glucides sont dosés par les mêmes techniques colorimétriques que pour l'eau. Les bactéries hétérotrophes sont estimées sur le milieu Oppenheimer et Zobell selon le protocole de Héral et Prou (1980).

- Matières organiques dissoutes : après extraction des eaux interstitielles, le carbone total, les acides humiques et les protéines dissoutes sont estimés par les mêmes techniques que pour la colonne d'eau.

Les résultats représentent pour chaque constituant la quantité de ce constituant par m² de sédiment en place; ils sont calculés selon la formule :

$$X = \frac{x \cdot P_s \cdot P_S \cdot E_p}{P_h}$$

où x est la quantité du constituant par unité de poids sec

Ps poids sec du sédiment

Ph poids humide du sédiment

PS poids spécifique du sédiment humide

EP épaisseur du sédiment humide : 1 cm.

Les résultats mis en relation avec la production d'huîtres sont les moyennes du vives-eaux précédant et du vives-eaux du jour du prélèvement des huîtres.

Huîtres : Deux populations d'huîtres sont élevées expérimentalement sur le banc de Dagnas; l'une est issue du captage de 1978 et l'autre du captage de 1977. Ainsi les populations, au début de l'expérience, sont respectivement âgées de 3 mois et 16 mois. Les paramètres mesurés sur dix individus de chaque population, chaque mois, sont le poids de la coquille selon le protocole de Berthomé *et al.* (1980), le poids de chair sèche selon la définition de Deslous-Paoli (1980); les protéides, lipides, sucres totaux et glycogène sont dosés avec les mêmes méthodes que pour l'eau et pour le sédiment, mais avec des protocoles d'extraction différents (Deslous-Paoli, 1980).

Les résultats mis en relation avec les différents constituants de la colonne d'eau et du sédiment correspondent à la production journalière de chaque paramètre par individu moyen calculé ainsi :

$$p = \frac{B_{t2} - B_{t1}}{t2 - t1}$$

ou B_{t2} est la quantité du constituant au temps $t2$

B_{t1} est la quantité du constituant au temps $t1$

Etant donné que la ponte des huîtres induit une forte perte de constituants : 15 à 20 % du poids sec pour les huîtres de 1 an, mais 70 à 80 % du poids sec pour les huîtres de 2 ans, il est impossible de mettre en relation les paramètres trophiques avec cet amaigrissement subit provoqué par la ponte. Pour cette raison nous avons exclu des paramètres à corrélérer les valeurs correspondantes à celles du mois d'août, période de ponte de *Crassostrea gigas*.

RESULTATS

Matrices de corrélation :

A partir de chaque couple de paramètres, on calcule les coefficients de corrélation de Bravais-Pearson. Dans le tableau 1 sont indiqués les coefficients entre les différentes productions des deux populations d'huîtres et les paramètres de la colonne d'eau et de l'interface eau-sédiment. Ainsi on peut constater que la température est fortement corrélée avec les productions de chair, de coquille et les constituants biochimiques en ce qui concerne la population de jeunes huîtres. Elle n'est par contre corrélée qu'avec la production de la coquille chez les huîtres adultes. Le seston total ainsi que le seston organique ont une influence négative tant sur les productions de chair que de coquille. Les biomasses phytoplanctoniques actives exprimées par l'ATP et la chlorophylle a ne sont pas, contrairement à ce que l'on aurait pu attendre, corrélées avec la production de chair des mollusques; par contre les teneurs en phéopigments sont en liaison étroite avec les productions de chair, de protéines et de lipides des deux populations d'huîtres. Les teneurs en glucides particuliers sont directement liées aux teneurs en glycogène des jeunes huîtres. Le carbone, l'azote particulière et les bactéries hétérotrophes ne pré-

sentent aucune corrélation avec les deux populations d'huîtres; leur influence agirait plutôt d'une façon négative sur la production.

Quant à la matière organique dissoute, le carbone dissous est le paramètre possédant des coefficients de corrélation les plus élevés avec tous les paramètres de production des jeunes huîtres; il n'est corrélé cependant qu'avec les sucres libres de la population plus âgée qui, par contre, est corrélée avec les teneurs en acides aminés dissous.

En ce qui concerne l'interface eau-sédiment, les teneurs en chlorophylle a et phéopigments sont étroitement liées avec la production des huîtres âgées; les glucides particuliers restent liés aux teneurs en glycogène des huîtres les plus jeunes ainsi qu'aux lipides des huîtres les plus âgées. Les bactéries du sédiment ont une évolution inverse de la production des huîtres. Enfin, les acides humiques du sédiment sont corrélés avec la production de chair, de protéines et de glucides des huîtres les plus grosses.

Ainsi on peut retenir que la production des jeunes huîtres est en corrélation étroite avec la température, les teneurs en phéopigments et le carbone dissous de l'eau. Par contre, la production des huîtres les plus âgées est corrélée avec la température uniquement pour la production de coquille, la production de chair étant en liaison étroite avec les acides aminés dissous de l'eau et la biomasse phytobenthique de l'interface eau-sédiment. Les teneurs en glycogène des jeunes huîtres sont corrélées avec les glucides particuliers de l'eau et du sédiment tandis que les sucres libres des deux populations sont corrélés avec les concentrations en carbone dissous de l'eau.

Régression multilinéaire :

Ce calcul est appliqué pour chercher à expliquer les productions de chair et de coquille des deux populations d'huîtres en fonction des variables de l'eau et de l'interface. Les variables explicatives retenues sont sélectionnées par ordre de coefficient de corrélation décroissant selon la méthode de Blanc et Leveau (1973). Le test F est appliqué à chaque variable pour vérifier sa significativité et voir le gain de variance extraite par le paramètre supplémentaire et s'il entraîne une diminution significative de l'erreur résiduelle. Le coefficient de régression (R) est calculé pour chaque régression multiple. Ainsi on obtient :

chair petites huîtres = $0,014 C \text{ diss} + 0,017 \text{ phéo eau} - 2,98$ avec $R = 0,98$

La température est le troisième facteur explicatif, mais étant corrélée (0,572 et 0,488) avec les deux premiers paramètres, n'entraîne pas un gain de variance significatif

chair grosses huîtres = $9,64 C \text{ hum. Vase} + 4,94 \text{ acides aminés Eau} - 19,71$
 $R = 0,91$

Le chlorophylle a de la vase est le troisième facteur explicatif, mais trop fortement corrélée (0,748) avec les acides aminés pour participer à la régression.

coquille petites huîtres = $1,18 \text{ température eau} - 11,45$
 $R = 0,77$

Le deuxième facteur explicatif est le carbone dissous mais est légèrement inférieur à la limite de significativité du test F.

coquille grosses huîtres = $0,14 \text{ chla vase} - 3,31$
 $R = 0,75$

Le deuxième facteur explicatif est la température qui est corrélée étroitement (0,677) avec le premier et n'apporte donc pas de gain significatif.

DISCUSSION

Si la température est le premier paramètre agissant sur la croissance des coquilles des huîtres, elle ne semble pas agir directement sur la croissance de la chair des huîtres; pourtant, il est généralement considéré (Lubet, 1976) que la température est un facteur déterminant de l'évolution de la gamétogenèse. Or, la production de chair, en particulier chez les huîtres âgées, est principalement représentée par la formation des gamètes (Héral *et al.*, 1983). La température pourrait alors être un facteur déclenchant la gamétogenèse qui ne débiterait que lorsque les conditions trophiques adéquates seraient rencontrées, ce qui correspond à une hypothèse que nous avons déjà émise (Deslous-Paoli *et al.*, 1982).

En ce qui concerne la part dominante des phéopigments dans la nutrition des juvéniles, il faut rappeler que le milieu étudié est un estuaire dans lequel les phéopigments sont dominants par rapport à la chlorophylle, à cause principalement des apports de phytoplancton d'eau douce (Héral *et al.*, 1983).

D'autre part, on pourrait avancer que les chlorophylles, par ailleurs corrélées à l'ATP, correspondent à une part du matériel phytoplanctonique vivant non assimilable par les mollusques, et donc non corrélé avec les productions de chair, peut-être à cause de la taille des phytoplanctontes restants. Les phéopigments proviennent aussi des remises en suspension des biodépôts riches en pigments (Sornin *et al.*, 1983) et peuvent ainsi être recyclés tout en ayant comme origine une filtration première par le mollusque. Par ailleurs, il n'est pas surprenant de constater le rôle de la biomasse phytobenthique du premier ou du sédiment dans la nutrition des huîtres adultes; en effet, les forts courants de marée et les conditions météorologiques remettent en suspension les berges et les slikkes (Héral *et al.*, 1983), contribuant ainsi à mettre cette nourriture à la portée des huîtres. On peut avancer comme hypothèse que les huîtres adultes profitent du phytobenthos plus que les jeunes huîtres à cause principalement des espèces rencontrées sur les sédiments vaseux à dominance de diatomées de grande taille (Rince, 1978).

On peut remarquer la liaison étroite entre glucides particuliers et glycogène chez les jeunes huîtres, qui n'existe pas chez les huîtres plus âgées car elles ne présentent pas de phase d'accumulation de glycogène, qui est rapidement utilisé pour la formation des gamètes. Ceci rejoint les résultats expérimentaux de Gillespie (1964-1966) et de Castel et Trider (1974).

Par contre, les sucres libres des huîtres, liés au carbone dissous de l'eau, montrent que ce sont des constituants en voie de métabolisation.

Un des faits marquants de ces corrélations est de mettre en évidence les liaisons étroites qui existent entre la matière organique dissoute, en particulier pour les substances carbonées et les huîtres. Ceci rejoint les travaux expérimentaux de Ehrnard et Heinemann (1975), de Février (1976) et de Fankboner et De Burgh (1978) qui indiquent que les lipides en solution dans l'eau de mer peuvent être rapidement absorbés par les mollusques.

De même, Sorokin et Wyshkwarzev (1973), Péquignat (1973), Bamford et Gingles (1974), Wright et Stephens (1978), Wright (1979), Elliott (1979), Amoureux (1982), Nell *et al.* (1983) mettent en évidence les cinétiques d'absorption des acides aminés et du glucose dans les branchies et dans le manteau où règne une intense activité digestive. Ces résultats rejoignent les expérimentations de nutrition à partir de régimes artificiels à base de sucres et d'huiles (Castel et Trider, 1974).

Si cette absorption est indubitable, il faut préciser que les mollusques lamellibranches présentent une excrétion azotée élevée avec un pourcentage d'acides aminés non négligeable (Hammen *et al.*, 1966, Bayne et Scullard, 1977 ; Robert *et al.*, 1982). Ainsi pour les fortes corrélations entre la production des huîtres âgées et les teneurs en acides aminés, il semble difficile de déterminer *in situ* la part de l'absorption et celle de l'excrétion. Cependant, le fait que la corrélation soit positive indiquerait que c'est l'excrétion qui domine. Ainsi, dans la régression multilinéaire explicative de la chair des grosses huîtres, la relation avec les acides aminés serait en quelque sorte une auto-corrélation et il serait préférable de remplacer la teneur en acides aminés par le paramètre explicatif suivant, c'est-à-dire la teneur en chlorophylle a de la vase.

Les relations constatées entre les deux populations d'huîtres, la colonne d'eau et l'interface eau-sédiment doivent être effectuées sur un suivi de plusieurs années pour vérifier si l'influence de chaque paramètre est constante, pour éviter toute relation fortuite et pour déterminer le poids moyen de chaque paramètre.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMOUROUX (J.M.), 1982.- Ethologie, filtration, nutrition, bilan énergétique de *Venus verrucosa*.-Thèse de doctorat d'Etat, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI : 1 - 99.
- ARMSTRONG (F.A.J.), WILLIAMS (P.M.) and STRICKLAND (J.D.H.), 1966.- Photooxydation of organic matter in sea water by ultra violet and others applications.-*Nature, London*, 211 : 481 - 483.
- ARMSTRONG (F.A.J.) and TIBBITTS (S.), 1968.- Photochemical combustion of organic matter in sea water, for nitrogen, phosphorus and carbon determination.-*Journal of marine Biological Association of United Kingdom*, 48 : 143 - 152.
- BAIRD (D.) and MILNE (H.), 1981.- Energy flow in the Ythan estuary, Aberdeenshire, Scotland.-*Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 13 : 455 - 472.
- BAMFORD (D.R.) and GINGLES (R.), 1974. - Absorption of sugars in the gill of the Japanese oyster *Crassostrea gigas*.-*Comparative biochemistry Physiology*, 49A : 637 - 646.
- BAYNE (B.L.) and SCULLARD (C.), 1977.- Rates of nitrogen excretion by species of *Mytilus* (bivalvia : mollusca)-*Journal of Marine Biological Association of United Kingdom*, 57 : 355 - 369.
- BERTHOME (J.P.) et FERNANDEZ-CASTRO (N.), 1980. - Etude de la qualité de trois lots d'huître creuse *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron en 1979.-*Note au Conseil International, Exploration de la Mer*, C.M./K : 30.
- BODOY (A.), et PLANTE-CUNY (M.R.), 1983.- Relations entre l'évolution saisonnière des populations de palourdes (*Ruditapes decussatus*) et celle des microphytes benthiques et planctoniques (Golfe de Fos, France).- *Haliotis* (sous presse).

- CASTELL (J.D.) and TRIDER (D.J.), 1974.- Preliminary feeding trials using artificial diets to study the nutritional requirements of oysters (*Crassostrea virginica*).-*Journal Fisheries Research Board of Canada*, 31, 1 : 95 - 99.
- CLOERN (J.E.), 1982.- Does the benthos control phytoplankton biomass in South San Francisco Bay ?-*Marine Ecology - Progress series*, 9 : 191 - 202.
- DAME (R.F.), ZINGMARK (R.), STEVENSON (H.) and NELSON (D.), 1980.- Filter feeder coupling between the estuarine water column and benthic subsystems. In : *Estuarine Perspectives*, ed. by Academic Press, New-York : 521 - 526.
- DAME (R.F.) and PATTEN (B.C.), 1981.- Analysis of energy flows in an intertidal oyster reef.-*Marine Ecology - Progress series*, 5 : 115 - 124.
- DESLOUS-PAOLI (J.M.), 1980.- Contribution à l'étude de la biologie de l'huître *Crassostrea gigas* Thunberg dans le bassin et les claires de Marennes-Oléron. Thèse de 3ème cycle, Université d'Aix-Marseille II : 1 - 21.
- DESLOUS-PAOLI (J.M.), HERAL (M.) et ZANETTE (Y.), 1982.- Problèmes posés par l'analyse des relations trophiques huîtres-milieu. In : *Indices biochimiques des milieux marins. - Publication Actes et Colloques du CNEOX*, 14 : 335 - 340.
- DESLOUS-PAOLI (J.M.), HERAL (M.), BERTHOME (J.P.), RAZET (D.) et GARNIER (J.), 1982.- Reproduction naturelle de *Crassostrea gigas* Thunberg dans le bassin de Marennes-Oléron en 1979 et 1981 : aspects biochimiques et énergétiques.-*Revue Travaux Institut Pêches Maritimes*, 45, 4 : 319 - 327.
- DESLOUS-PAOLI (J.M.) et HERAL (M.), 1983.- Transferts énergétiques entre l'huître *Crassostrea gigas* de 1 an et la nourriture potentielle disponible dans l'eau d'un bassin ostréicole.-*Halictis*, 13 : sous presse.
- DUBOIS (F.), GILLES (K.A.), HAMILTON (J.K.), REBECS (P.A.) and SMITH (F.), 1956.- Colorimetric method for determination of sugars and related substances.-*Analytical Chemistry*, 28, 3 : 350 - 356.
- EHRHARDT (M.) and HEINEMANN (J.), 1975.- Hydrocarbons in blue mussels from the Kiel Bight.-*Environmental Pollution*, 3 : 257 - 271.
- ELLIOTT (A.J.), 1979.- Laboratory investigations into the absorption of dissolved free amino acids by the gill of the mussel *Mytilus edulis* L.-*Irish Fisheries Investigation*, B, 22 : 1 - 15.
- EPIFANIO (C.), SRNA (R.) and PRUDER (G.), 1975.- Mariculture of shellfish in controlled environments : a prognosis.-*Aquaculture*, 5 : 227 - 241.
- FANKBONER (P.V.) and DE BURGH (M.E.), 1978.- Comparative rates of dissolved organic carbon accumulation by juvenils and pediveligers of the Japanese oyster *Crassostrea gigas* Thunberg.-*Aquaculture*, 13 : 205 - 212.
- FEVRIER (A.), 1976.- Evolution des matières organiques en solution dans l'eau de mer : relations avec l'activité métabolique des organismes marins.- Thèse 3ème cycle, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI : 1 - 52.

- GILLESPIE (L.R.), INGLE (R.M.) and HAVENS (W.K.), 1964.- Glucose nutrition and longevity in oysters.-*Anat. J. Fla. Acad. Sci.*, 27 : 279 - 288.
- GILLESPIE (L.R.), INGLE (R.M.) and HAVENS (W.K.), 1966.- Nutritional studies with adult oysters *Crassostrea virginica* (Gmelin).-*Fla. Board Conserv. Mar. Res. Lab. Tech.*, 51 : 1 - 26.
- HAMMEN (C.S.), MILLER (H.F.) and GEER (W.H.), 1966.- Nitrogen excretion of *Crassostrea virginica*.-*Comparative Biochemistry and Physiology*, 17 : 199 - 200.
- HARGRAVE (B.T.) and PEER (D.L.), 1973.- Comparison of benthic biomass with depth and primary production in some Canadian east coast inshore waters.- *Note in International Council, Exploitation of the Sea*, K:8. depth and primary production in some Canadian east coast inshore waters. *Note in International Council Exploitation Sea*, K : 8.
- HERAL (M.) et PROU (J.), 1980.- Etude de la biomasse bactérienne dans le bassin de Marennes-Oléron.-*Note au Conseil International, Exploration de la mer*, L/ 44 : 1 - 14.
- HERAL (M.), DESLOUS-PAOLI (J.M.) et SORNIN (J.M.), 1983.- Transferts énergétiques entre l'huître *Crassostrea gigas* et la nourriture potentielle disponible dans un bassin ostréicole : premières approches.-*Oceanis*, 9, 3 : 169 - 194.
- HERAL (M.), RAZET (D.), DESLOUS-PAOLI (J.M.), BERTHOME (J.P.) et GARNIER (J.), 1983.- Caractéristiques saisonnières de l'hydrobiologie du complexe estuarien de Marennes-Oléron (France).-*Revue Travaux Institut Pêches Maritimes* - sous presse.
- KERAMBRUN (P.) et SZEKIELDA (K.H.), 1969.- Dosage simultané du carbone de l'hydrogène et de l'azote dans le matériel en suspension dans l'eau de mer.-*Note technique Tethys*, 1, 3 : 581 - 584.
- LABORDE (P.), 1972.- L'adénosine triphosphate des micro-organismes marins planctoniques. Rapports avec la biomasse et la productivité primaire.-Thèse 3ème cycle, Université d'Aix-Marseille : 108 p.
- LORENZEN (C.J.), 1967.- Determination of chlorophyll and pheophytin : spectrophotometric equation.-*Limnology and Oceanography*, 12 : 343 - 346.
- LOWRY (O.N.), ROSEBROUGH (N.I.), FARRAND (A.L.) and RANDALL (R.J.), 1951.- Protein measurement with the folin phenol reagent.-*Journal of Biology and Chemistry*, 193 : 263 - 275.
- LUBET (P.), 1976.- Ecophysiologie de la reproduction chez les mollusques lamellibranches.-*Haliotis*, 7 : 49 - 55.
- MARSH (J.B.) and WEINSTEIN (D.), 1966.- Simple charring method for determination of lipids.-*Journal of Lipids Research*, 7 : 574 - 576.
- NORTH (B.B.), 1975.- Primary amines in California coastal waters : utilization by phytoplankton.-*Limnology and Oceanography*, 20 (1) : 20 - 27.
- NELL (J.A.), SKELL (M.E.) and DUNKLEY (P.), 1983.- Uptake of some dissolved organic nutrients by the Sydney rock oyster *Saccostrea commercialis*.-*Marine Biology*, 74 : 313 - 318.

- OPPENHEIMER (C.H.) and ZOBELL (C.E.), 1952.- The growth and viability of 63 species of marine bacteria as influenced by hydrostatic pressure.- *Journal of Marine Research*, 11 : 10 - 18.
- PLANTE-CUNY (M.R.), 1974.- Evaluation par spectrophotométrie des teneurs en chlorophylle a fonctionnelle et en phéopigments des substrats meubles marins.- *Document Scientifique de Mission O.R.S.T.O.M. à Nosy-Bé*, 45 : 1 - 76.
- RINCE (Y.), 1978.- Intervention des diatomées dans l'écologie des claires ostréicoles de la baie de Bourgneuf.- Thèse de 3e cycle, Université de Nantes, 203 pp.
- ROBERT (J.M.), MAESTRINI (S.Y.), HERAL (M.) et ZANETTE (Y.), 1982.- Production des micro-algues des claires ostréicoles en relation avec l'azote organique dissous excrété par les huîtres.- *Oceanologica Acta*, Actes Symposium International sur les lagunes côtières, SCOR/IABO/UNESCO, Bordeaux, 8 - 14 septembre 1981 : 389 - 395.
- ROSENBERG (R.) and LOO (L.O.), 1983.- Energy flow in a *Mytilus edulis* culture in Western Sweden.- *Aquaculture*, 35 : 151 - 161.
- SORNIN (J.M.), FEUILLET (M.), HERAL (M.) et DESLOUS-PAOLI (J.M.), 1983.- Effet des biodépôts de l'huître *Crassostrea gigas* (Thunberg) sur l'accumulation de matières organiques dans les parcs du bassin de Marennes-Oléron.- *Journal of Molluscan study*, sous presse.
- SOROKIN et WYSHKWARZEV, 1973.- Feeding on dissolved organic matter by some marine animals.- *Aquaculture*, 2 : 141 - 142.
- TREGUER (P.) et LE CORRE (P.), 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 doctorat d'Etat, Université Bretagne Occidentale : 1 - 490.
- VAHL (O.), 1980.- Seasonal variations in seston and in the growth rate of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Müller) from Balsford, 70°N.- *Journal of experimental marine Biology and Ecology*, 48 : 195 - 204.
- WIDDOWS (J.), FIETH (P.) and WORRALL (C.M.), 1979.- Relationships between seston, available food and feeding activity in the common mussel *Mytilus edulis*.- *Marine Biology*, 50 : 195 - 207.
- WILDISH (D.J.), KRISTMANSON (D.D.) and PEER (D.), 1981.- Effect of tidal currents on suspension-feeding benthos in the Bay of Fundy.- *Note au Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, C.M. 1981/L : 33.
- WOLFF (W.J.), VEGTER (F.), HULDER (H.G.) and MEIJS (T.), 1975.- The production of benthic animals in relation to the phytoplankton production. Observations in the saline lake Grevelingen, The Netherlands.- *10th European Symposium on Marine Biology*, Ostend, Belgium, Sept. 17 - 23, 2 : 653 - 672.
- WRIGHT (S.M.), 1979.- Effect of activity of lateral cilia on transport of amino acids in gills of *Mytilus californianus*.- *The Journal of Experimental Zoology*, 209 (2) : 209 - 220.
- WRIGHT (S.M.) and STEPHENS (G.C.), 1978.- Removal of amino acid during a single passage of water across the gill of marine mussels.- *The journal of Experimental Zoology*, 205 (3) : 337-352.