

INFLUENCE DE LA DENSITE ET DE L'AGE DES HUITRES JAPONAISES (*CRASSOSTREA GIGAS*) SUR LA CROISSANCE ET LA COMPOSITION BIOCHIMIQUE EN BASSINS DE TERRE

BODOY A., GEAIRON Ph., GARNIER J., HEURTEBISE S.

Laboratoire Régional de Conchyliculture Loire-Gironde, BP 133,17390 LA TREMBLADE (France).

RESUME : Dans des bassins traditionnels en terre (claires) deux situations différentes sur le plan de l'utilisation de la capacité nutritive ont été réalisées, en y installant des biomasses d'huîtres creuses adultes très différentes (100g.m^{-2} et 1kg.m^{-2} en poids total). Les croissances, l'évolution des composants biochimiques et l'état de maturation sexuelle ont été observés sur deux classes d'âge, l'une âgée de 9 mois en début d'expérience et l'autre âgée de 21 mois. Ces biomasses ont induit des croissances significativement différentes, pour les deux classes d'âge. De même, l'évolution des composants biochimique a été très contrastée, notamment au niveau des teneurs en lipides qui en début d'expérience sont accumulés 2 fois plus vite, lorsque la biomasse est faible, et ce, pour les deux classes d'âge. Par contre, des différences dans les teneurs en glycogène n'apparaissent que pour les huîtres les plus âgées, avec un pic très marqué pour la biomasse la plus faible, et au contraire une chute concomitante pour la plus forte biomasse. La maturation sexuelle a été observée dans toutes les conditions. Les implications de ces résultats sur le cycle biologique en condition d'élevage sont discutées.

Mots clés : densité, âge, croissance, *Crassostrea gigas*, claires

CHANGES IN GROWTH, BIOCHEMICAL COMPOSITION AND REPRODUCTIVE CONDITIONS RELATED TO THE REARED BIOMASS AND THE AGE OF JAPANESE OYSTERS (*CRASSOSTREA GIGAS*)

ABSTRACT : Two different biomasses (100g.m^{-2} and 1kg.m^{-2}) of oysters were put in identical sea-water ponds, thus leading to different trophic conditions, corresponding to rearing techniques. Changes in growth, biochemical composition and sexual maturation were recorded for two age groups. The first one included 9 month-old oysters and the second one 21 month-old oysters, at the beginning of the experiment. For both age groups, significant differences were observed in growth and biochemical composition. Lipids were accumulated faster for the lower biomass. However, the only difference concerning glycogen was observed on the older oysters. They showed a peak at the lowest biomass and a decrease at the larger biomass. Sexual maturation was observed in every condition. These results were discussed with regards to the biological cycle under rearing conditions.

Keywords : density, age, growth, *Crassostrea gigas*, sea water ponds

INTRODUCTION

Il a été démontré depuis longtemps que la quantité de nourriture effectivement disponible pour des bivalves filtreurs constituait un facteur essentiel pour leur croissance et pour la maturation sexuelle sur le plan quantitatif. Mais ce résultat a souvent été obtenu dans des conditions expérimentales, à l'échelle du laboratoire. Il se pose alors le problème de l'inférence aux conditions naturelles. En effet, il demeure difficile d'estimer ainsi l'action des différents facteurs susceptibles d'agir sur la croissance, en l'absence d'une démarche globale de type modélisation. Les valeurs des différents paramètres physicochimiques (Brown et Hartwick, 1988a et b), la quantité, la qualité et la disponibilité de la nourriture particulaire ou dissoute, l'intensité de la charge sestonique (Malouf et Breese, 1977) et la compétition trophique intra ou interspécifique sont autant de facteurs qui peuvent agir de façon significative sur la croissance observée. Cette complexité rend délicate l'interprétation des observations réalisées en conditions naturelles (Whyte et al., 1990), soumises par ailleurs à des fluctuations du milieu qui sont de grandes ampleurs, à l'échelle de temps des observations généralement étudiées (Héral et al., 1986).

Cependant, les lagunes côtières, parfois aménagées sous forme de bassins de terre, sont connues de longue date pour être propices à l'élevage (Korringa et Postma, 1957). Les huîtres notamment y rencontrent des conditions favorables (King, 1977 ; Manzi et al., 1977). Dans la région de Marennes-Oléron, la croissance de l'huître japonaise est très rapide (Deslous-Paoli, 1980) notamment pour les jeunes individus (Zanette et al., 1983), en raison de la fertilité de ce type de milieu (Robert et al., 1982).

Pour mettre en évidence, dans des conditions naturelles, l'effet de la quantité de nourriture sur la croissance des huîtres, il a été choisi de réaliser, au sein d'un écosystème de bassins de terre alimentés en eau de mer (claires), deux niveaux de disponibilité trophique. Ceci peut être obtenu soit en agissant sur l'apport, la production interne et le recyclage de la nourriture phytoplanctonique, soit en mettant en élevage, dans chacun des 2 bassins, des biomasses très différentes qui induiront, à quantité de nourriture égale au départ dans chaque bassin, de grandes différences dans la ration alimentaire disponible par individu. Dans le présent travail, deux biomasses de 0,1 kg d'huîtres par mètre carré dans un bassin et de 1 kg d'huîtres par mètre carré dans le second ont ainsi été installées. Comme la maturation sexuelle représente généralement un événement très coûteux sur le plan énergétique, deux classes d'âge différentes (juvéniles âgés de 9 mois, qui dans les conditions trophiques de ce bassin d'élevage, présentent un effort relatif de reproduction très limité et individus en âge de murer de 21 mois) ont été étudiées, afin d'analyser les conséquences de la quantité de nourriture disponible sur la maturation des gamètes. Pour obtenir ces informations, les fluctuations de la croissance, de la composition biochimique proximale et de la maturation sexuelle ont été analysées. La même expérience a servi à caractériser la charge énergétique adénylique des huîtres en fonction de la nourriture (Moal et al., sous presse).

MATERIELS ET METHODES

Les bassins de terre de 300 m² environ (fig. 1), sont alimentés à chaque marée haute d'un coefficient supérieur à 70. L'ensemble peut être submergé en période de vives-eaux. Une étude préliminaire (non publiée) a montré que ces bassins ne différaient pas entre eux sur le plan des performances de croissance de l'huître creuse. Les données climatologiques sont reprises du réseau de mesures géré par le Service Météorologique Départemental de Charente-Maritime.

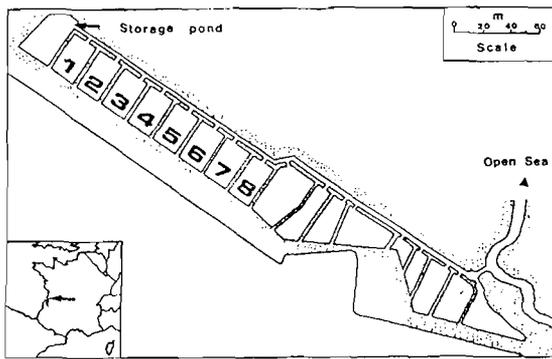


Figure-1 : Localisation et représentation des bassins expérimentaux (7 et 8)

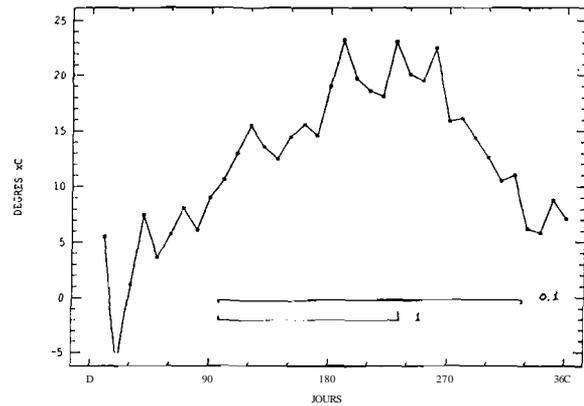


Figure 2 : Evolution des températures décadaires, pendant l'année 1988. Les traits horizontaux représentent la durée des expériences pour les densités de 0,1 kg/m² et 1 kg/m².

La quantité d'huîtres nécessaire pour obtenir une densité de 100 gm⁻² dans le premier bassin et de 1 kg.m⁻² dans le second bassin a été répartie sur la totalité de la surface du sol des bassins (poids moyen individuel de 23,5 g et 21 mois d'âge), les huîtres faisant l'objet des prélèvements ont été installées dans des casiers en plastique, aisément accessibles sans perturber le sol des bassins. Les individus âgés de 9 mois avaient un poids moyen de 5 g au départ, et ceux âgés de 21 mois, un poids moyen de 23,5 g. Les prélèvements ont été effectués pendant la période de maturation, sur une durée de 4 mois, approximativement tous les vingt jours. Sur chacun des 10 individus par lot, prélevés à chaque fois, ont été mesurés le poids total vivant, le poids sec des chairs après lyophilisation et le poids des valves séchées à l'étuve (48 h à 60°C). L'indice de condition employé est celui proposé par Medcof et Needler (1941) (poids sec sur différence entre poids total et poids des valves). Il s'est avéré être le plus sensible pour cette espèce, de ceux étudiés par Bodoy et al. (1986). Les analyses biochimiques des constituants de la chair ont été effectuées selon les méthodes proposées par Deslous-Paoli (1980) : les protéines sont dosées selon la méthode de Lowry et al. (1951), les lipides totaux extraits selon le protocole établi par Bligh et Dyer (1959) sont ensuite dosés colorimétriquement selon la méthode de Marsh et Wemstein (1966). Quant aux glucides (sucres totaux) et au glycogène, ils sont dosés selon la méthode de Dubois et al. (1956). Le traitement statistique des données est effectué au moyen du logiciel Statgraphics. La variable retenue est un taux instantané de croissance calculé sur une durée de 135 jours, commune aux différentes conditions expérimentales (figure 2).

RESULTATS

Les températures moyennes décadaires de l'air pour l'année 1987, sont représentées figure 2. Elles donnent une bonne indication de la température du milieu d'expérience, les claires étant connues pour suivre de très près les fluctuations du milieu extérieur (Deslous-Paoli, 1980). Une exception notable concerne la 2^{ème} décade de janvier, puisque malgré des températures inférieures à -5°C, les bassins n'étaient pas complètement gelés. Pendant la durée de l'expérience, les valeurs observées ont été supérieures à la moyenne sur trente ans pendant les mois d'été.

0 ^ o Ur les individus les P^{lus} âgés, l'évolution des paramètres biométriques (fig. 3) montre des différences très marquées selon les densités. Il s'est produit

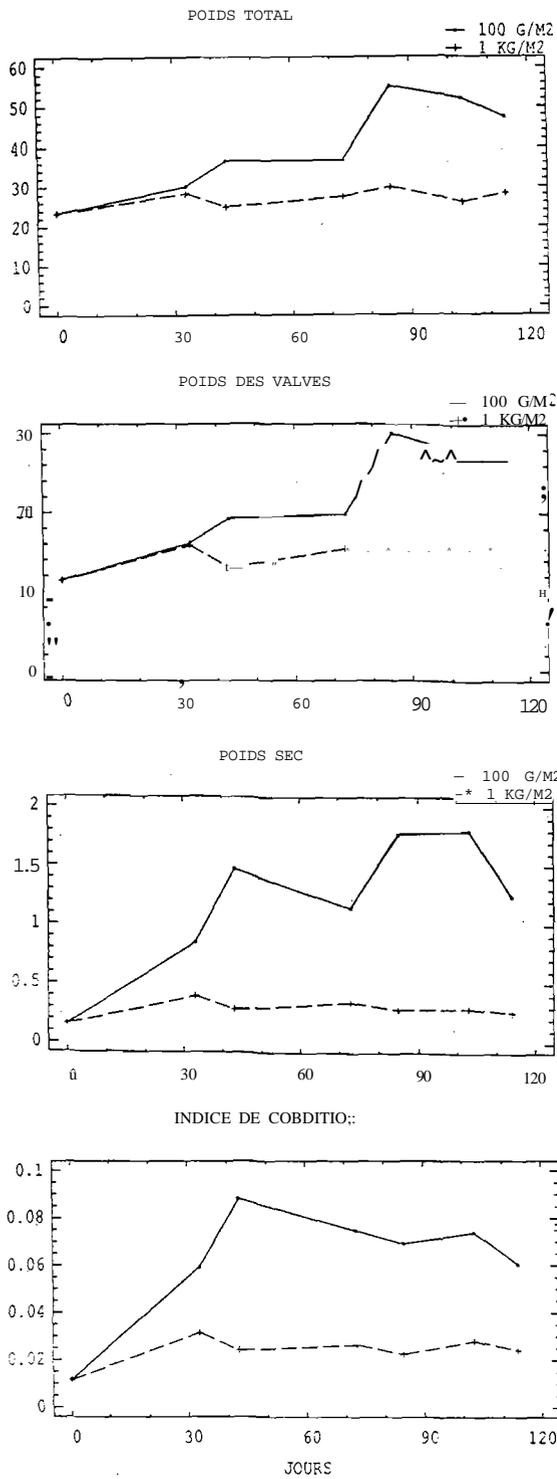


Figure 3 : Evolution des paramètres biométriques des huîtres âgées initialement de 21 mois.

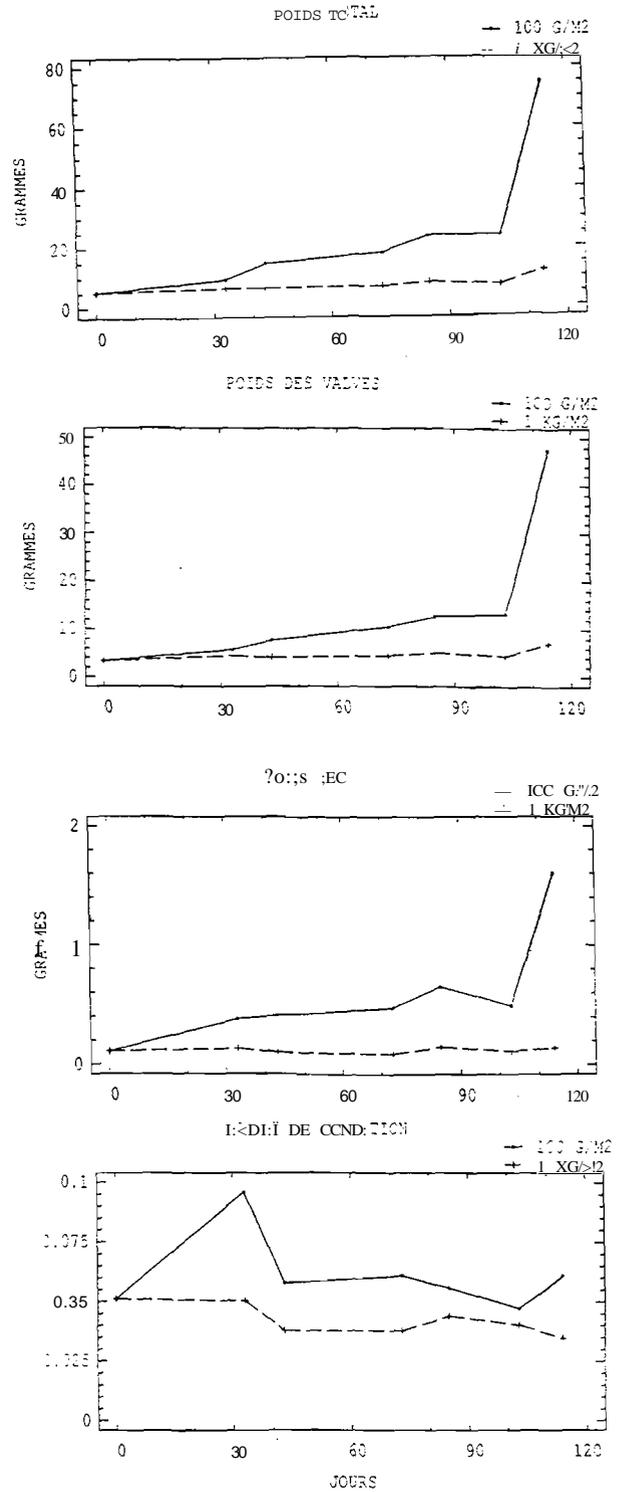


Figure 4 : Evolution des paramètres biométriques des huîtres âgées initialement de 9 mois.

une croissance très rapide jusqu'à la fin de l'été. La diminution temporaire de la croissance, observée en juin est particulièrement nette pour ce qui concerne le poids sec, à faible densité. Bien que très atténués, une diminution identique est observée, légèrement plus tôt, à forte densité. On observe une légère diminution de la croissance pour les individus maintenus à faible densité, alors qu'un phénomène opposé se produit à forte densité. Il en résulte, pour les poids secs un rapport de 4.71 entre les valeurs finales des deux densités. Pour les huîtres âgées de 9 mois en début d'expérience (fig. 4) les croissances prennent une allure linéaire pour les paramètres biométriques avec des différences encore plus marquées entre les deux densités, en fin d'expérience. A ce moment le rapport entre les poids secs est de 11,29. Seul le poids sec est caractérisé par une fluctuation notable survenant en juillet pour la plus faible densité.

Un calcul de l'évolution de la biomasse est possible pour les huîtres les plus âgées (fig. 5), dans la mesure où la charge des claires a été réalisée avec des huîtres de même poids initial. La mortalité globale ayant été inférieure à 5 %, les biomasses calculées dans les deux claires reflètent fidèlement l'évolution des poids moyens individuels. On constate qu'à la densité initiale de 0,1 kg/m², la biomasse double, de 0,1 à 0,203 kg/m², soit un accroissement de 0,103 kg.m⁻², tandis qu'à forte densité initiale, la biomasse a augmenté de 0,230 kg.m⁻² en passant de 1 à 1,230 kg.m⁻². Si le poids moyen n'a que peu augmenté à forte densité, le gain de biomasse correspondant est par contre plus net qu'à faible densité.

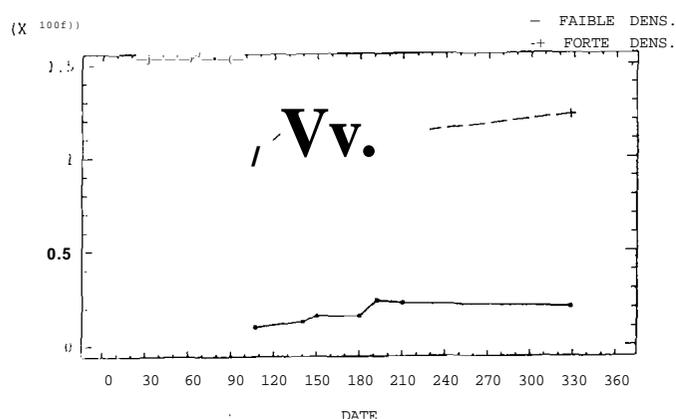


Figure 5 : Accroissement de la biomasse des huîtres âgées de 21 mois, pour les densités de 0,1 kg/m² et 1 kg/m².

La comparaison de l'action des facteurs étudiés sur différents paramètres de la croissance a fait l'objet d'analyses de variances (tableaux 1, 2 et 3). Il en ressort que les modalités des facteurs se traduisent généralement par des différences hautement significatives ($P < 0,01$) sur les taux instantanés d'accroissement, sauf pour le poids total, où la densité se traduit par une différence significative ($P = 0,0166 < 0,05$).

Tableau 1 : Analyse de la variance sur le poids total (taux instantané de croissance des individus, sur une durée de 135 jours) $n = 35$, * = différence significative au seuil de 5 %, ** = différence significative au seuil de 1 %.

Source de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	F	Niveau de signification
Effets principaux	0,0003891	2	0,0001946	55,29	< 0,001
Age	0,0003667	1	0,0003667	104,19	< 0,001
Densité	0,0000488	1	0,0000225	6,39	0,0166
Interaction	0,0004881	1	0,0004881	138,60	< 0,001
Résidus	0,0001126	32	0,0000035		

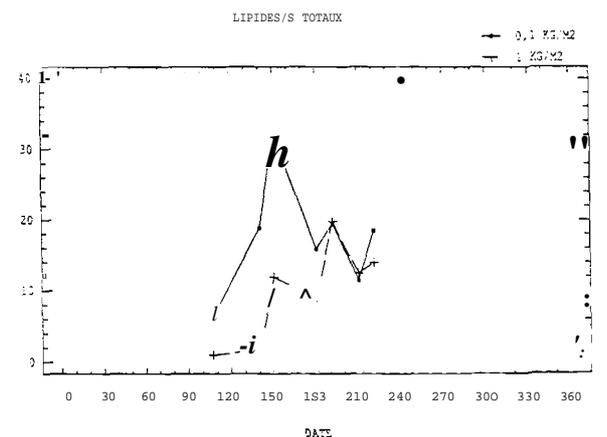
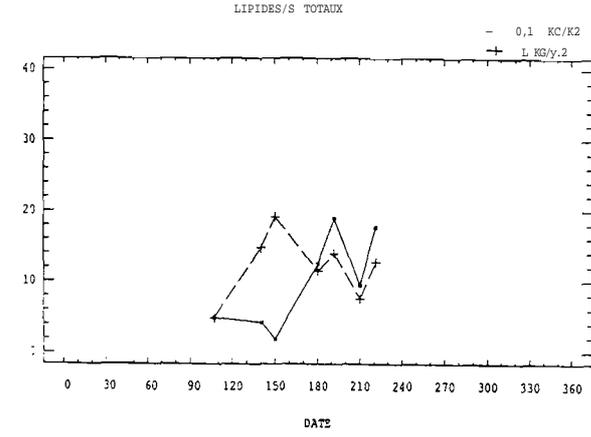
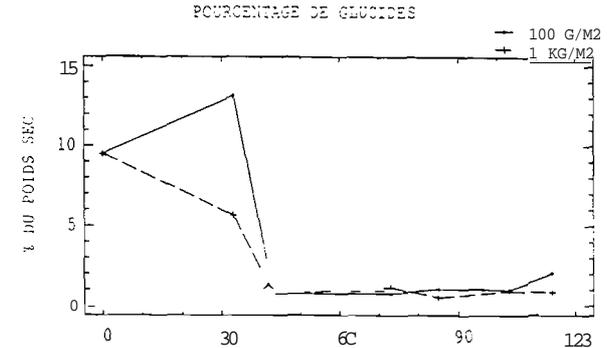
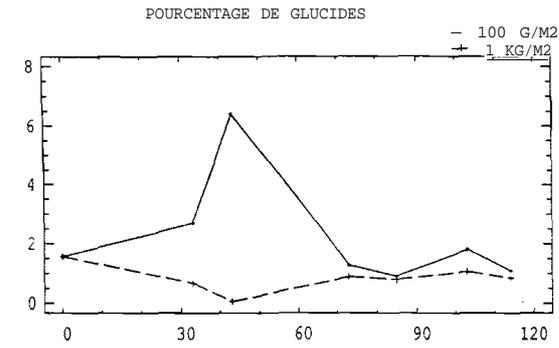
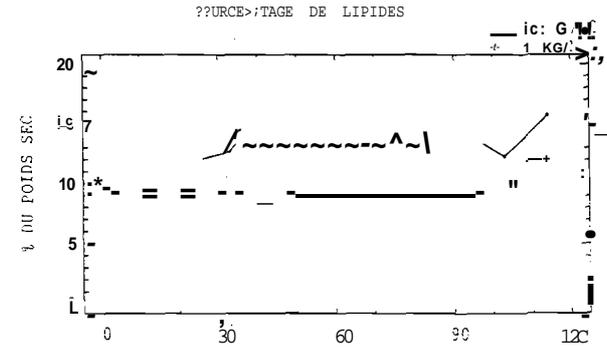
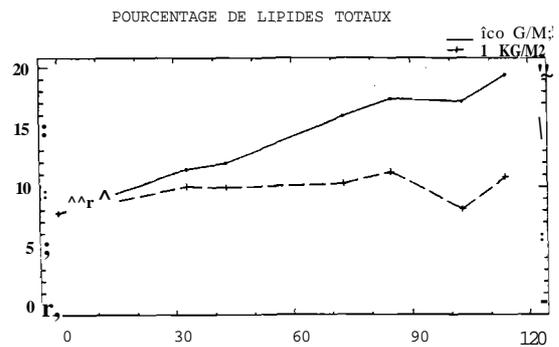
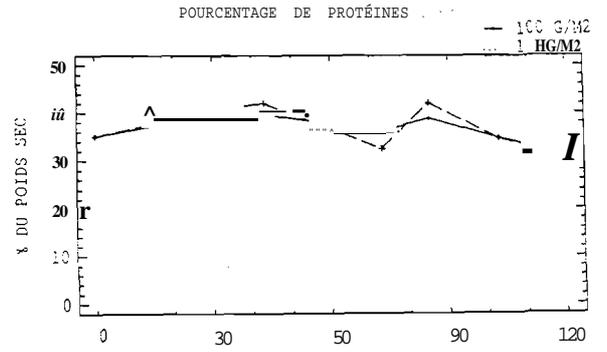
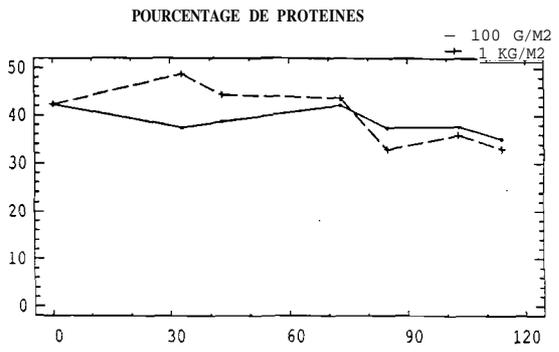


Figure 6 : Evolution des proportions relatives des principaux composés biochimiques et du rapport pondéral lipides/glucides pour des huîtres âgées initialement de 21 mois.

Figure 7 : Evolution des proportions relatives des principaux composés biochimiques et du rapport pondéral lipides/glucides pour des huîtres âgées initialement de 9 mois.

Tableau 2 : Analyse de variance sur la chair sèche des huîtres, n = 35. ** = différence significative au seuil de 1 %.

Source de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	F	Niveau de signification
Effets principaux	0,001601	2	0,000800	35,632	< 0,0001
Age	0,001131	1	0,001131	50,353	< 0,0001
Densité	0,000469	1	0,000469	20,911	< 0,0001
Interaction	0,000224	1	0,000224	9,974	0,0035**
Résidus	0,000719	32	0,000022		

Tableau 3 : Analyse de variance sur l'indice de condition, n = 35. ** = différence significative au seuil de 1 %.

Source de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	F	Niveau de signification
Effets principaux	0,001601	2	0,000800	35,632	< 0,0001
Age	0,001131	1	0,001131	50,353	< 0,0001
Densité	0,000469	1	0,000469	20,911	< 0,0001
Interaction	0,000224	1	0,000224	9,974	0,0035**
Résidus	0,000719	32	0,000022		

La composition biochimique des huîtres les plus âgées (fig. 6) montre des différences notables en fonction des densités, notamment au niveau des lipides. Ceux-ci représentent, dès le début, des teneurs relatives nettement supérieures pour les faibles densités. Ces teneurs sont même en constante augmentation, alors qu'à forte densité, une diminution notable se produit au mois de juillet, qui est simultanée avec l'émission des gamètes. Par contre, les autres composants biochimiques ne montrent en fin d'expérience que peu de différences en fonction des densités. On remarque pourtant, pour les glucides des évolutions opposées en début d'expérience, avec un pic très marqué à faible densité à la fin du mois de mai et simultanément une diminution à forte densité. Ces phénomènes se retrouvent au niveau des protéines, avec des aspects symétriques dus à la présentation relative des résultats, en pourcentage du poids sec.

Pour ce qui concerne les jeunes huîtres (fig. 7), la teneur en lipides évolue de façon différente ; après une augmentation très rapide, on remarque une baisse des teneurs qui se produit en 2 fois, puis une accumulation en fin d'expérience, pour la plus faible biomasse. A forte densité, on observe d'abord une diminution, puis une augmentation, c'est-à-dire un schéma inverse. Les teneurs finales sont stabilisées. Le pourcentage de glycogène commence par augmenter à faible densité, avant de chuter considérablement. A forte densité, cette chute est immédiate, et par la suite, dans les 2 cas, les teneurs demeurent très faibles (inférieures à 1 %). Quant aux protéines, les deux courbes suivent des fluctuations similaires : une augmentation initiale est suivie d'une phase en plateau, avec une diminution surprenante lors d'un prélèvement. Les teneurs diminuent par la suite, jusqu'à la fin de l'expérience.

DISCUSSION

La meilleure croissance relative a été observée pour la plus faible densité. S'il existe un rapport de 1 à 10 entre les deux densités, les différences de croissance observées ne sont pourtant pas dans un rapport de 1 à 10, et ceci en l'absence de compétition trophique, de la part d'autres espèces de filtreurs. Cependant si l'on exprime cette croissance, pour les huîtres les plus âgées, en terme de biomasse, on s'aperçoit que le gain de biomasse est double, à forte densité.

Pour ce qui concerne le rapport entre la nourriture disponible et la biomasse consommatrice, il ne semble donc pas qu'il y ait eu de diminution des rendements pour la plus forte densité. Dans des bassins ne présentant pas de différences significatives les uns par rapport aux autres quant aux performances de croissance des huîtres (Bougrier et Bodoy, en préparation), les différents termes de ce rendement présenteraient, à ces densités d'élevage, un bilan final en faveur de la plus forte densité. Le recyclage de la nourriture par les excréments des huîtres est plus intense à forte densité (Robert et al., 1982). Mais dans le cas étudié, ce recyclage est en apparence compensé par la rapidité avec laquelle les cellules algales sont consommées, le temps disponible pour les divisions cellulaires étant plus restreint.

Les différences de croissance observées en fonction de l'âge sont tout-à-fait classiques pour des huîtres relativement jeunes. Elles demeurent très éloignées de la phase asymptotique de croissance (Spencer et al., 1978). On observe cependant des modifications importantes lors du dernier prélèvement. En effet, on constate alors une forte croissance des jeunes huîtres, à faible densité après l'émission des gamètes, qui correspond à un métabolisme intense (Malouf et Breese, 1977).

Sur le plan du cycle biochimique, le point le plus marquant concerne l'évolution du rapport lipides/glucides. Ce dernier est toujours supérieur à 1, il peut même atteindre des valeurs de 30. Ceci indique clairement la prépondérance quantitative des lipides par rapport aux glucides. Les voies biochimiques de la glycogenolyse aboutissant à la formation de lipides qui fonctionnent notamment au début de la maturation sexuelle (Gabbott, 1983), ont donc été, sur le plan quantitatif, bien moins importantes que l'apport de lipides par la voie alimentaire. Ceci est l'inverse de ce qui se passe en conditions trophiques déficientes (Riley, 1976) ou dans des bassins d'élevages surchargés (Deslous-Paoli et Héral, 1986 ; Héral et al., 1986), puisqu'on peut alors recalculer des rapports nettement inférieurs à 1. Pour les quatre modalités expérimentales, la chute du rapport en question, lors de l'avant-dernier prélèvement, pourrait être liée à une ponte des femelles composant la population, puisque les oeufs de *Crassostrea gigas* s'avèrent comme chez beaucoup de mollusques, très riches en lipides (Mann, 1979). Quant aux différences de teneurs en lipides observées entre les densités, la raison en est vraisemblablement liée à la différence de disponibilité trophique ainsi créée, qui se traduit donc par des teneurs en lipides différentes.

L'ensemble de ces constatations permet donc de conclure à un fonctionnement écologique de ces milieux, qui s'avère nettement plus favorable dans cette gamme de biomasse, que celui des zones traditionnelles de cultures sur l'estran. D'autre part, les croissances observées à chaque densité ne diffèrent pas aussi nettement qu'on aurait pu le supposer.

- Bligh E.G., Dyer W.F., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37 : 911-917.
- Bodoy A., Prou J., Berthomé J.P., 1986. Etude comparative de différents indices de condition chez l'huître creuse *Crassostrea gigas*. *Haliotis*, 15 : 173-182.
- Brown J.R., Hartwick E.B., 1988. Influences of température, salinity and available food upon suspended culture of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. I. Absolute and Allometric growth. *Aquaculture*, 70 : 231-251.
- Brown J.R., Hartwick E.B., 1988. Influences of température, salinity and available food upon suspended culture of the pacifie oyster *Crassostrea gigas*. II. Condition Index and survival. *Aquaculture*, 70 : 253-267.
- 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 Sème cycle, Univ. Aix-Marseille II, 121 p.
- Deslous-Paoli J.M., Héral M., 1988. Biochemical composition and energy value of *Crassostrea gigas* (Thunberg) cultured in the bay of Marennes-Oléron. *Aquat. Living Resourc.*, 1 : 239-249.
- Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebecs P.A., Smith F., 1956. Colorimetric method for détermination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28 (3) : 350-356.
- Gabbott P.A., 1983. Developmental and seasonal metabolic activities in marine Molluscs. In : P.W. Hochachka (Editor). *The Mollusca vol. 2 : Environmental Biochemistry and Physiology*. Académie Press, New-York : 165-217.
- Héral M., Deslous-Paoli J.M., Prou J., Razet D., 1986. Relations entre la nourriture disponible et la production de mollusques en milieu estuarien : variabilité temporelle de la colonne d'eau. *Haliotis*, 16 : 149-158.
- King M.G., 1977. Cultivation of the pacifie oyster, *Crassostrea gigas* in a non-tidal hypersaline pond. *Aquaculture*, 11 : 123-136.
- Korringa P., Postma H., 1957. Investigation into the fertility of the gulf of Naples and adjacent sait water lakes, with spécial références to shellfish cultivation. *Publ. Stn. Zool., Napoli*, 29 : 229-284.
- Lowry O.M., Roseborough N.I., Farrand A.L., Randall R.J., 1951. Protein measurement with the folin phénol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193 : 263-275.
- Malouf R.E., Breese W.P., 1977. Seasonal changes in the effects of température and water flow rate on the growth of juvénile pacifie oysters *Crassostrea gigas* Thunberg. *Aquaculture*, 12 : 1-3.
- Mann R., 1979. Some biochemical and physiological aspects of growth and gametogenesis in *Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis* grown at sustained elevated températures. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 59 : 95-110.
- Manzi J.J., Burrell V.G., Carson W.Z., 1977. A comparison of growth and survival of subtidal *Crassostrea virginica* in south Carolina sait marsh impoundments. *Aquaculture*, 12 : 293-310.

- Marsh J.B.**, Weinstein D.B., 1966. Simple charring method for détermination of lipids. *J. lip. Res.*, 7 : 574-576.
- Medcof J.C., Needler A.W.M., 1941. The influence of température and salinity on the condition of oyster (*Ostrea virginica*). *J. Fish. Res. Bd Canada*, 5 (3).
- Moal J., Le Coz J.R.**, Samain J.F., Daniel J.Y., Bodoy A., 1991. Oysters adenylate energy charge : response to levels of food. *Mar. Biol.*, in press.
- Riley R.T., 1976. Changes in the total protein, lipid, carbohydrate and extracellular body fluid free amino acids of the pacific oyster *Crassostrea gigas*, during starvation. *Proc. Natl. Shellfish Assoc.* 65 : 84-90.
- Robert J.M., Maestrini S.Y., Héral M., Zanette Y., 1982. Production des micro-algues des claires ostréicoles en relation avec l'azote organique dissous excrété par les huîtres. *Océanol. Acta*, Proc. int. Symp. on coast. Lagoons, SCOR/IABO/UNESCO, Bordeaux, 8-14 Septembre 1981 : 389-395.
- Spencer B.E., Key D., Millican P.F. and Thomas M.J., 1978. The effect of intertidal exposure on the growth and survival of hatchery reared pacific oysters, *Crassostrea gigas*, kept in trays during their first on growing seasons. *Aquaculture*, 13 : 191-203.
- Whyte J.N.C., Englar J.R., Carswell B.L., 1990. Biochemical composition and energy reserves in *Crassostrea gigas* exposed to différent levels of nutrition. *Aquaculture*, 90 : 157-172.
- Zanette Y., Deslous-Paoli J.M., 1983. Intérêt du prélevage de l'huître *Crassostrea gigas* en claire. *Sciences et Pêches. Bull. Inst. Pêches Marit.*, 333 : 11-5.