

**PERFORMANCES DE CROISSANCE DE L'HUITRE CREUSE,
CRASSOSTREA GIGAS (THUNBERG) DANS LE BASSIN
D'ELEVAGE DE MARENNES-OLERON ENTRE 1979 & 1982**

par

BERTHOME, J.P., PROU, J., BODOY, A.

IFREMER, Laboratoire Aquaculture, BP 133, F-17390 LA TREMBLADE (France)

ABSTRACT. Growth performance of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, Thunberg, in Marennes-Oleron rearing bay, Between 1979 and 1982.

Growth of the Japanese oyster, *Crassostrea gigas* was monitored during 4 years, by following the recruitment of the year 1978, held in rearing conditions. After three and half years, the average length was 10 cm and the average total weight was 80 g. Clear seasonal changes were observed on the growth in length and weight. An important loss in dry weight occurred in July, during the release of gametes. Such losses constituted 29 %, 43 % and 60 % of the dry weight, respectively for individuals which were 2 years, 3 years and 4 years old. The higher instantaneous growth rates (G) were observed during spring and at the beginning of summer. Growth model of Von Bertalanffy, gave the best estimate for the length growth of the species. During the 1979-1982 period, growth was clearly slower than that was observed in the early seventies, when the species was introduced in the area. It was also slower, if compared with other rearing areas or with experiments reproducing the field environment. Such a decrease in the growth performance was related with the high level of the reared stock in the Marennes-Oleron area.

KEY-WORDS : Growth, oyster, *Crassostrea gigas*, reared stock, growth model, growth parameter.

RESUME.

La croissance de l'huître *Crassostrea gigas* a été suivie sur une période de 4 ans, à partir d'individus captés en 1978, et placés en conditions d'élevage. L'évolution de la longueur et du poids total montre que la population atteint une taille de 10 cm et un poids de 80 g en trois ans et demi. Les croissances linéaire et pondérale présentent des fluctuations saisonnières marquées. Il se produit notamment une perte de poids sec très importante, lors de l'émission des gamètes en juillet, ce qui révèle l'importance quantitative de la reproduction de l'huître dans le bassin de Marennes-Oléron. Celle-ci représente 29 %, 43 % et 60 % du poids sec pour des huîtres âgées de 2, 3 et 4 ans. Les plus forts taux instantanés de croissance (G) se rencontrent au printemps et au début de l'été. Le modèle de Von Bertalanffy s'est avéré le plus apte à décrire la croissance linéaire de l'espèce. Les performances de croissance pendant la période 1979-1982 dans le bassin de Marennes-Oléron sont plus faibles, de manière générale, ou si on les compare avec d'autres sites d'élevages, ou avec des expériences en milieu naturel simulé. Cette diminution de la vitesse de croissance est mise en relation avec l'importance du stock en élevage dans le bassin de Marennes-Oléron.

MOTS CLES : Croissance, huître, *Crassostrea gigas*, stock cultivé, modèle de croissance, descripteurs de croissance.

INTRODUCTION.

L'huître japonaise *Crassostrea gigas* a été introduite à des fins de culture dans les eaux européennes, au début des années 70. Cette importation s'est avérée nécessaire pour renouveler les stocks de l'espèce *Crassostrea angulata*, décimée par des épizooties. Les performances de croissance de l'espèce nouvellement introduite ont alors été étudiées en Bretagne par Auger (1976). Les

travaux de Walne et Spencer (1971), Parsons (1974) et Spencer et al. (1978) en Europe, et de Malou et Breese (1977) aux Etats-Unis ont montré que la croissance pouvait être particulièrement rapide lorsque les conditions d'environnement ou de durée d'émersion le permettaient. Si de telles observations ont pu être faites dans le bassin de Marennes-Oléron peu après le début de la culture de l'huître japonaise (Gras et Gras, 1975), la vitesse de croissance et la qualité ont ensuite rapidement décliné (Deslous-Paoli, 1982). Plusieurs facteurs ont pu être invoqués pour expliquer ces phénomènes. Il ne semble pas que l'on puisse mettre en avant une dégénérescence génétique de l'espèce, ou une dégradation de la qualité du milieu. Par contre, l'augmentation rapide de la biomasse en élevage a pu être mise en relation avec le fléchissement des performances de croissance de l'espèce (Héral et al., 1985). Il semble donc important de surveiller l'évolution des vitesses des croissances dans un stock cultivé, afin de détecter toute augmentation du temps nécessaire à l'obtention de la taille marchande.

L'étude entreprise ici a pour but de définir les paramètres de la croissance de *Crassostrea gigas*, en présence d'un stock en élevage, pour la technique de culture en surélévation. L'évolution de différents descripteurs de la croissance, ainsi que l'emploi de modèles représentatifs de la croissance, sont les moyens employés pour estimer ces paramètres de croissance dans des conditions proches de celles d'un élevage.

MATERIEL ET METHODE

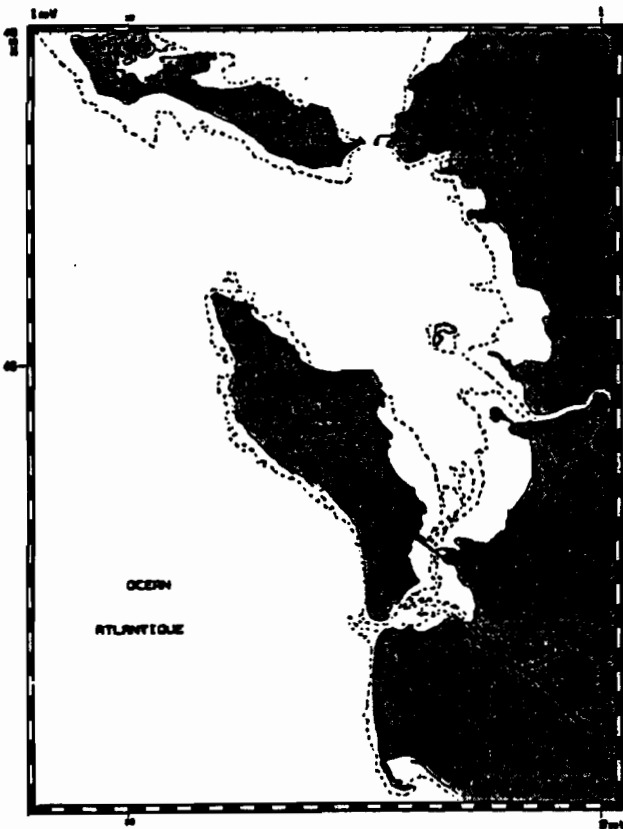


Figure 1. Situation géographique de la population expérimentale, dans le bassin d'élevage de Marennes-Oléron

Le site d'élevage, situé au centre du bassin de Marennes-Oléron, sur le banc de Dagnas, peut être considéré comme représentatif des conditions moyennes d'élevages dans cette région (fig.1). Le sol découvre par un coefficient de marée de 75. Le lot expérimental, mis en place en janvier 1979, est constitué de plaques d'ardoises. Les individus séparés ultérieurement de leurs supports ont été placés dans des casiers plastique de 0,5 m², fixés sur des tables métalliques à 0,4 m du sol. La densité initiale dans chaque casier était de 280 individus par mètre carré.

L'étude des différents paramètres a été effectuée à partir de prélèvements, effectués mensuellement jusqu'à fin 1981. Cependant, en 1982 la fréquence de ces prélèvements a été plus faible. La longueur et le poids total ont été mesurés sur un échantillon de 50 individus, et les autres descripteurs, dont la mesure nécessite de sacrifier l'animal, seulement sur 10 individus. La longueur a été mesurée selon l'axe antéro-postérieur à 0,1 mm près, le poids total et le poids de coquille ont été mesurés au

décigramme près, et les autres poids au centigramme près (DESLOUS-PAOLI, 1982). Le poids total est celui de l'individu vivant, venant juste d'être sorti de l'eau, afin de ne pas perdre l'eau intervalvaire. Le poids frais est celui des chairs égouttées, tandis que le poids sec a été obtenu après passage à l'étuve à 60° pendant 72 heures. Les valves n'ont pas été séchées avant d'être pesées. Les volumes totaux et volumes de coquille ont été mesurés au moyen d'une éprouvette à débordement (Baird, 1958), avec une précision de 0,1 ml.

Les variations de la croissance pondérale ont été calculées en utilisant le taux instantané de croissance (Ricker, 1975), ramené à un intervalle exprimé en mois (G 30), en tenant compte des différences dans les intervalles entre les prélèvements. Les ajustements des courbes théoriques aux données expérimentales ont été effectués selon la méthode du simplex (Schnute, 1982), grâce au programme informatique établi par cet auteur.

RESULTATS.

La croissance de l'espèce *Crassostrea gigas* a été abordée au moyen d'un certain nombre de descripteurs, qui ne présentent pas tous la même capacité à révéler les fluctuations de la quantité de chair ou de la coquille. Les moins usités d'entre eux (mesures de volume) ont été cependant employés dans des formules de calcul d'indices de condition (Bodoy et al., 1985) ou par certains auteurs (Woelke, 1959). Il nous a donc semblé intéressant d'en étudier l'évolution.

La croissance en longueur est particulièrement rapide pendant la première année (fig.2), puisque la population expérimentale a effectué la moitié de la croissance totale observée pendant ce laps de temps, et ceci, alors même que l'on peut remarquer une croissance très ralentie depuis la date de captage jusqu'au mois de mai suivant. Par la suite, la croissance s'effectue beaucoup plus lentement, avec des fluctuations importantes, mais également avec une grande variabilité apparente. Une longueur moyenne de 10 cm est atteinte au bout de trois an et demi. Des études de croissance individuelle (résultats non publiés) ont montré que la variabilité à l'intérieur d'un échantillon est due pour une large part aux différences dans les vitesses de croissance de chaque individu en fonction de sa taille initiale. Ces différences dans les vitesses de croissance se maintenant tout au long de la vie de l'espèce, ont comme conséquence une dispersion des tailles allant en augmentant, alors que l'allure générale de la courbe de croissance moyenne demeure constante. Si l'importance de la variabilité globale ne permet pas de caractériser des fluctuations saisonnières dans la vitesse de croissance, l'emploi d'une technique de lissage appropriée pourra souligner, le cas échéant, l'existence de telles fluctuations, pour peu que cette technique soit choisie en fonction de la fréquence d'échantillonnage et de la périodicité de ces fluctuations. Dans le cas présent, l'utilisation d'une moyenne mobile d'ordre 3 avec un coefficient de 0,5 pour les termes en $n + 1$ (fig. 2), permet de conserver la saisonnalité, tout en lissant les fluctuations non saisonnières et de courte période inférieures à 3 mois, qui trouvent leur origine dans la variabilité liée à l'échantillonnage.

Les fluctuations annuelles, ainsi mises en évidence, apparaissent de manière encore plus nette si l'on trace l'évolution des accroissements en longueur (fig. 2). On constate tout d'abord

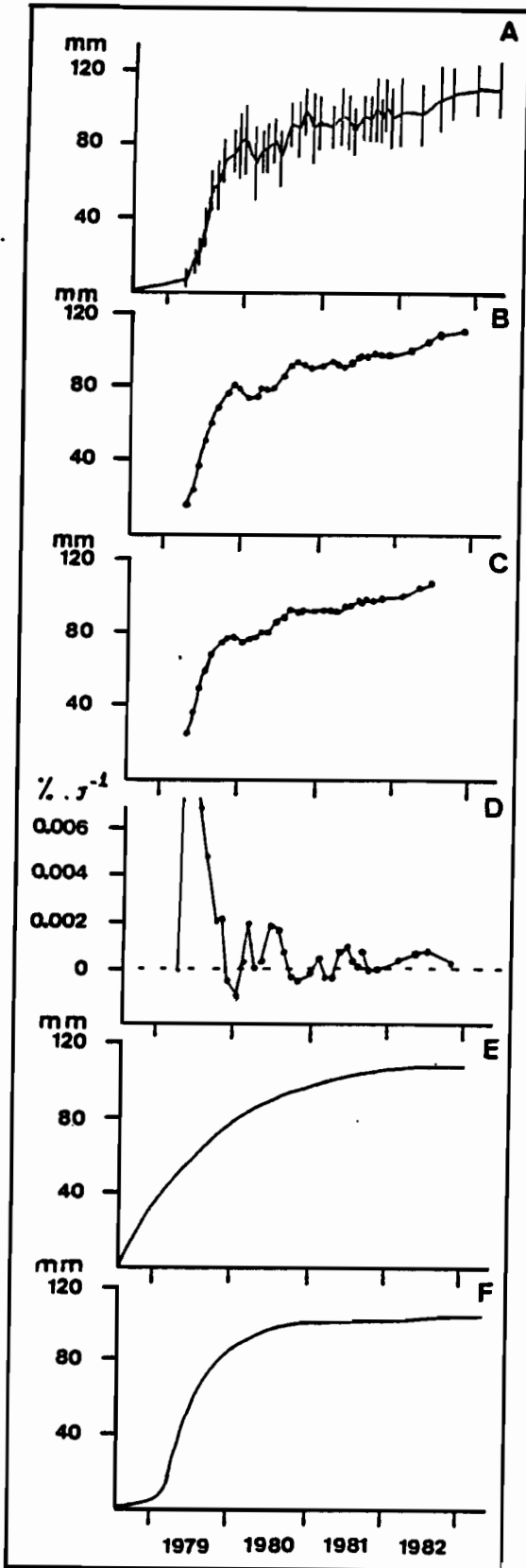


Fig. 2. Croissance en longueur de *C. gigas*.
A : Evolution des longueurs moyennes
B: Lissage de la courbe des longueurs moyennes par une moyenne mobile d'ordre 3.
C: Moyenne mobile d'ordre 5
D: Accroissements relatifs en longueur
E : Courbe de Von Bertalanffy
F : Courbe de Gompertz

que la croissance linéaire est extrêmement rapide pendant la première année, puisque les individus atteignent plus de la moitié de la taille maximale observée, à la fin de 1979. Par la suite, les accroissements sont plus faibles, suivant en cela la relation exponentielle qui existe entre la longueur et le temps. On peut remarquer l'existence d'accroissements négatifs, survenant généralement en fin d'automne et en hiver. Ceux-ci peuvent s'expliquer par la fragilité de la "pousse", c'est-à-dire, de la fine lamelle de coquille formée récemment. Si les conditions n'ont pas permis à cette partie de la coquille de l'huître de se renforcer, elle sera facilement brisée lors des tempêtes hivernales, par le mouvement des individus dans les casiers d'élevage. On notera également qu'en 1980 et 1981, les périodes de croissance sont en nombre de 2. La première se situe en mars-avril, et la seconde en été et au début de l'automne (les prélèvements de 1982 sont trop espacés pour pouvoir en tirer des conclusions). La croissance de la coquille se trouve donc fortement ralentie en fin de printemps, lorsque l'animal doit effectuer la partie la plus importante de l'effort de reproduction.

L'évolution du poids total est, en général, caractérisée par sa grande variabilité (Lucas et Beninger, 1985). C'est le cas pour la population étudiée, les coefficients de variation étant toujours supérieurs à 30 % (fig. 3). Cette dispersion des résultats est à relier à deux facteurs: la quantité d'eau intervalvaire peut varier considérablement selon la durée de l'émersion. Par ailleurs, les différences dans les vitesses de croissance individuelle, déjà évoquées pour la croissance en longueur, contribuent également à une augmentation de la variabilité du poids total, comme d'ailleurs pour les autres paramètres pondéraux. Le poids de 80 g est atteint au bout de 42 mois. Les fluctuations saisonnières sont peu nettes, en raison de l'importance de la coquille comme composant du poids total.

Le poids frais montre des fluctuations plus marquées, puisque celles-ci vont du simple au double. Les mêmes phénomènes, encore plus accentués, se retrouvent pour le poids sec des chairs, avec une amplitude de fluctuations

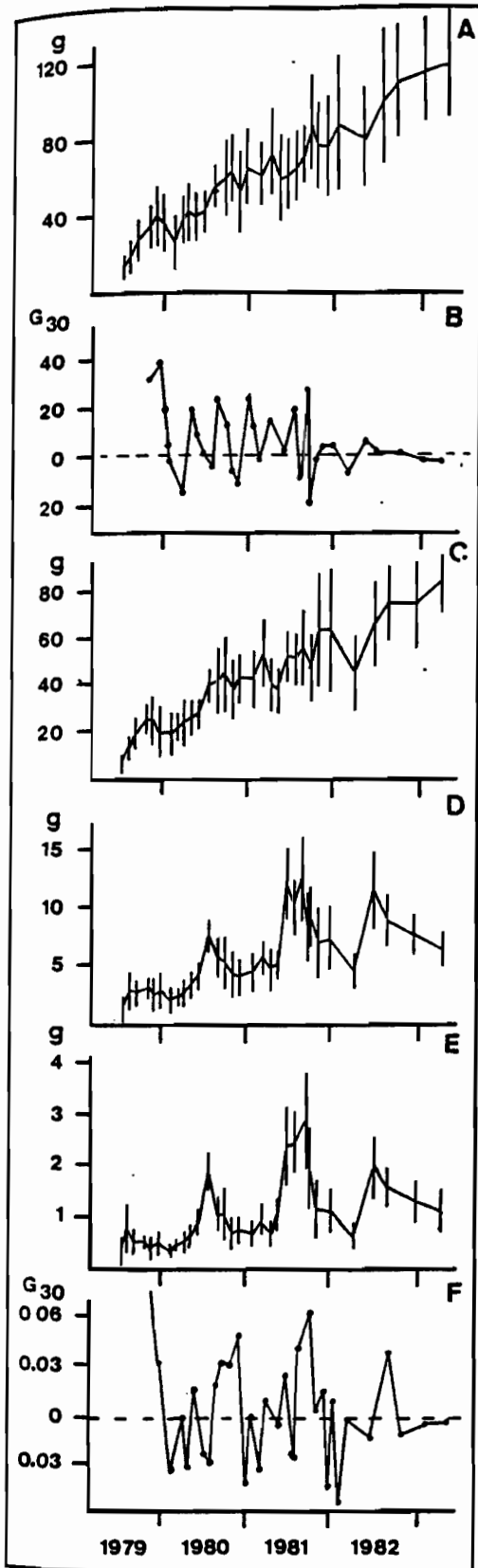


Fig. 3 : Croissance pondérale de *C. gigas*.
 A: Evolution du poids total
 B: Taux instantané de croissance mensuel (G 30) du poids total.
 C: Poids de coquille
 D: Poids frais de la chair.
 E: Poids sec
 F: Taux instantané de croissance mensuel (G 30) en poids sec.

allant de 1 à 4 en 1981. L'accroissement des tissus se produit entre les mois d'avril et d'août. Il est possible de suivre l'évolution progressive de la maturité sexuelle, puisqu'en 1979, pour des huîtres âgées d'un an, la diminution de poids consécutive à la ponte en août, est de 28,9 %. En 1980, elle est de 43,4%. L'année 1981 présente quelques particularités, car les conditions rencontrées ont entraîné la présence de pontes partielles et tardives. Celles-ci, si l'on considère qu'elles sont correctement évaluées par la diminution du poids sec (Lucas, 1982), représentent, entre le 21 août et le 28 septembre, 31,2% du poids sec, puis entre le 28 septembre et le 28 octobre, 40,6 %. Le total cumulé entre ces deux dates correspond à un pourcentage de 59,9 % mais la rareté de la nourriture disponible à cette époque de l'année 1981 (Deslous-Paoli et al., 1982) a probablement entraîné un amaigrissement des individus. Ce fait ne permet pas de donner un chiffre au bout de 3 ans, mais il n'en demeure pas moins que sur la durée de l'expérience, l'effort de reproduction va vraisemblablement en augmentant

Il est possible de suivre de manière plus fine ces fluctuations saisonnières de croissance pondérale par l'utilisation du taux instantané de croissance (Ricker, 1980), calculé en fonction d'intervalles mensuels (G 30; Askew, 1978) et pour le poids sec. Sur la figure 3, les périodes d'engraissement, c'est à dire d'augmentation du poids sec, correspondent à des valeurs supérieures à zéro, les périodes d'amaigrissement étant inférieures. On constate que la période d'amaigrissement va de septembre à mars, avec parfois un léger gain de poids au cours de l'hiver. Cependant, l'essentiel du gain de poids sec a lieu au cours du printemps et du début de l'été. Par ailleurs, on remarque que les plus fortes valeurs sont rencontrées pour les individus les plus jeunes, ce qui correspond indirectement à la relation établie par Hall (1984), entre les valeurs du G 30 et le poids (lié à l'âge) ou la température.

Le poids de la coquille montre également une grande variabilité. Il apparaît cependant que l'augmentation se situe principalement en automne et que la période hivernale est marquée par une légère diminution de poids, consécutive à l'érosion des coquilles lors des tempêtes.

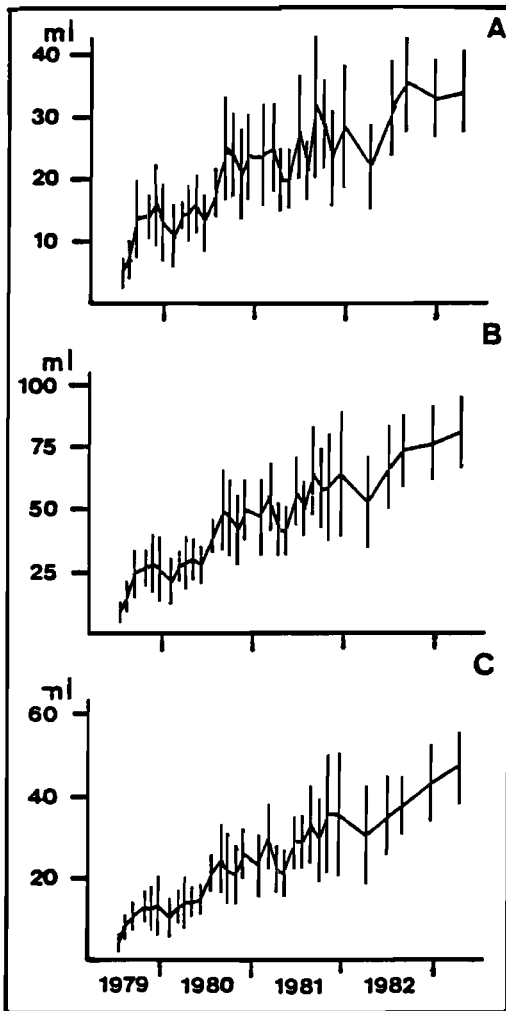


Figure 4 : Descripteurs en volume de la croissance. A : Evolution du volume total.
 B: Evolution du volume de la coquille.
 C: Evolution du volume intervalvaire.

Les paramètres correspondant aux volumes (Fig.4) n'apportent en eux-mêmes rien de plus, pour l'étude de la croissance, que le suivi des différents paramètres pondéraux. Seul le volume intervalvaire semble montrer quelques fluctuations différant de celles de la coquille ou du poids total, mais l'amplitude des intervalles de confiance est trop importante pour pouvoir en tirer des conclusions.

Modèles de croissance.

La représentation mathématique de la croissance présente l'avantage de fournir des estimations de coefficients de croissance correspondant aux conditions rencontrées. Celles-ci peuvent alors être comparées entre elles, à la condition que soient fixés, ou tout au moins connus, les facteurs de croissance qui ne sont pas impliqués dans la comparaison.

Parmi les modèles mathématiques représentatifs de la croissance, le modèle de Von Bertalanffy est de loin le plus employé chez les mollusques, en dépit d'inconvénients certains (Roff, 1980). L'un de ceux-ci tient à ce que la courbe correspondante ne montre pas de points d'inflexion, alors que celui-ci est rencontré dans la courbe de croissance de nombreuses espèces, dès lors que l'on est en possession de données portant sur une durée suffisante. D'autres modèles ont donc été proposés et parmi ceux-ci celui de Gompertz, pour lequel il existe des méthodes d'estimation des paramètres (Riffenburg, 1960).

L'équation du modèle de Von Bertalanffy peut s'écrire, pour L exprimé en mm et t en année :

$$L_t = 110,9 (1 - e^{-0,777(t-0,0002)})$$

La valeur de 110,9 mm pour Loo, correspond à la population étudiée pendant une durée de quatre ans. Le coefficient de corrélation entre les valeurs prédites par ce modèle et les données de croissance est de 0,9355 (n = 36), le pourcentage de variance pris en compte étant de 87,5 %.

L'équation du modèle de Gompertz s'écrit avec les mêmes unités :

$$L_t = 108,5 \times 0,40^{0,85^{(t-1)}}$$

le coefficient de corrélation est de 0,9091 et 82,6% de la variance des données sont expliquées par le modèle. Le meilleur ajustement est donc donné par le modèle de Von Bertalanffy,

même si celui-ci n'est pas totalement satisfaisant, en raison notamment des fluctuations saisonnières qui ne sont pas prises en compte. Il semble que ce modèle représente mieux les données, pour les deuxième, troisième et quatrième années, alors que le modèle de Gompertz correspond bien à l'inflexion de la croissance observée pendant la première année. L'utilisation du modèle de Von Bertalanffy généralisé, ou modèle de Richards (Ebert, 1980) n'a pas donné de meilleurs résultats. Cette équation comporte un point d'inflexion, mais la méthode d'ajustement utilisée n'a pas permis d'obtenir une amélioration significative du pourcentage de variance expliquée.

DISCUSSION.

La croissance de l'huître japonaise a fait l'objet de divers travaux en raison de l'importance croissante qu'elle prend en ostréiculture. De nombreux auteurs ont mesuré ses performances de croissance, dans des conditions très diverses, non seulement sur le plan hydrologique mais aussi sur le plan des densités. Le tableau I résume certains travaux concernant soit des mesures effectuées en zone d'élevage, soit des expériences réalisées en milieu naturel proprement dit ou en milieu naturel simulé. Deux observations doivent être faites. Tout d'abord il n'est malheureusement souvent pas possible de préciser quelles sont les densités ou les tonnages élevés dans chaque zone en fonction des caractéristiques hydrobiologiques de chaque secteur. D'autre part, les comparaisons géographiques voient leur portée limitée en raison des différences existant dans les régimes hydrobiologiques et dans la richesse nutritive des milieux en question. Les données concernant le bassin de Marennes-Oléron ont été calculées, à partir des courbes de croissance exposées plus haut, dans les mêmes conditions d'âge initial et de durée que celles données par les différents auteurs. Compte tenu des remarques faites précédemment, on constate que la croissance de l'espèce dans le bassin de Marennes-Oléron est l'une des plus lentes qui soient, quelque soit le paramètre de croissance considéré. Les biomasses en élevage dans ce bassin sont estimées à 80.000 tonnes en moyenne sur une surface concédée de 3.600 hectares, pendant la période considérée (Héral et al., 1985). De telles données ne sont pas disponibles pour tous les autres sites reportés sur le tableau I, mais les indications données par certains de ces auteurs laissent penser que les biomasses sont nettement inférieures à celles de Marennes-Oléron. Cette comparaison conforte donc l'hypothèse selon laquelle le volume trop important du stock en élevage est l'un des facteurs primordiaux qui conditionne des mauvaises performances de croissance observées dans ce bassin. En effet, la qualité du milieu avait permis d'observer une croissance de l'espèce tout à fait satisfaisante et comparable aux données des auteurs précités au début des années 1970, lorsque le stock de *Crassostrea gigas* commençait tout juste à se constituer. Depuis lors, le suivi de la capacité nutritive aux limites du bassin (courantologie et qualité de la nourriture) n'a pas montré de fléchissement sensible, qui puisse être invoqué pour expliquer cette dégradation des performances de croissance.

L'étude à long terme de la capacité nutritive du bassin et de la dynamique de la population cultivée de *Crassostrea gigas*, mise en place depuis 1977 doit permettre de mieux comprendre les relations existant entre la nourriture disponible sous ses différentes formes et les possibilités de production de l'huître dans le bassin.

Tableau I : Performance de croissance de *Crassostrea gigas* comparée entre différents sites, et à Marennes-Oléron. Les chiffres donnés pour Marennes-Oléron, ont été calculés par lecture sur les courbes de croissance, dans les mêmes conditions de poids initial et de durée que pour les autres sites. Donnée d'élevage : mesures de croissance effectuées sur des lots installés en condition d'élevage. Données expérimentales : expériences effectuées en dehors d'un bassin d'élevage, sans influence du stock, ou au laboratoire.

Auteurs	Localité	Durée d'observation	Descripteur	Valeur finale	Valeur comparable à Marennes-Oléron
<u>Données d'élevage</u>					
ASKEW, 1972	Grande-Bretagne	12 mois (poids de 5g)	Poids total	55 g	32 g
HALL, 1984	Grande-Bretagne	16 mois (Emsworth)	Poids total	70 g	37 g
KIM, 1980	Corée du Sud	10 mois	Poids sec	2 g	0,8 g
SUMNER, 1980	Tasmanie	12 mois, collecteurs	Poids total	42,2 g	41 g
SUMNER, 1981	Tasmanie	12 mois, immergé	Poids total	69,5 g	41 g
WOELKE, 1959	États-Unis	2 ans	Volume (ml)	101,8 ml	50 ml
YOO et al., 1972	Corée du Sud	9 mois	Poids frais des chairs	8-10 g	1,9 g
<u>Données expérimentales</u>					
HUGHES-GAMES, 1977		12 mois	Poids total	87 g	43 g
MANN, 1979		3 mois nourriture artificielle 21°C	Poids total	33 g	15 g
MEIXNER, 1979		3 mois nourriture artificielle 12°C	Poids total	18,3 g	15 g
MEIXNER, 1979		10 mois tête de lot	Poids total	51,5 g	39 g

BIBLIOGRAPHIE.

- ASKEW, C.G., 1972. The growth of oysters *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas* in Emsworth Harbour. Aquaculture, 1 : 237-259.
- ASKEW, C.G., 1978. A generalized growth and mortality model for assessing the economics of bivalve culture. Aquaculture, 14 : 93-104.
- AUGER, C., 1976. Etude de 2 variétés de *Crassostrea gigas* Thunberg. Leur acclimatation en rivière d'Étel (Morbihan). Thèse de doctorat de 3ème cycle, Université de Paris VI, 105 p.
- BAIRD, R.H., 1958. Measurement of condition in mussels and oysters. J. cons., 23 (2) : 249-257.
- BERTHOME, J.P. et FERNANDEZ CASTRO, N., 1980. Etude de la croissance et de la qualité de trois lots d'huîtres creuses *Crassostrea gigas*, dans le bassin de Marennes-Oléron en 1979. Cons. Int. Explor. Mer. C.M. 1980/K : 30, 14 p.
- DESLOUS-PAOLI, J.M., 1982. Croissance et qualité de l'huître *Crassostrea gigas*, Thunberg en élevage dans le bassin de Marennes-Oléron. Téthys, 10 (4) : 365-371.
- DESLOUS-PAOLI, J.M., HERAL, M., BERTHOME, J.P., RAZET, D. et GARNIER, J., 1981. Reproduction naturelle de *Crassostrea gigas* Thunberg dans le bassin de Marennes-Oléron en 1979 et 1981 : Aspects biochimiques et énergétiques. Rev. Trav. Inst. Pêches mariti., 45 (4) : 319-317.
- EBERT, T.A., 1980. Estimating parameters in a flexible growth Equation, the Richards function. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 37 : 687-692.
- GRAS, M.P. et GRAS, P., 1975. Variations des caractères biométriques et des constituants biochimiques d'une population de *Crassostrea gigas* (Thunberg) d'un parc d'élevage du bassin de Marennes-Oléron en 1974. Cons. int. Explor. Mer, CM 1975/K : 33, 11 p.
- HALL, S., 1984. A multiple regression model for oyster growth. Fish. Res. 2 : 167-175.
- HERAL, M., DESLOUS-PAOLI, J.M. et PROU, J., 1985. Analyse historique de la production conchylicole du bassin de Marennes-Oléron, et essai d'estimation empirique du potentiel conchylicole. Quatrième colloque interdisciplinaire franco-japonais d'Océanographie, Marseille, 16-21 septembre 1985. Sous presse.
- HERAL, M., DESLOUS-PAOLI, J.M. et J.M. SORNIN, 1983. Transferts énergétiques entre l'huître, *Crassostrea gigas*, et la nourriture potentielle disponible dans un bassin ostréicole : premières approches. Océanis, 9 (3) : 169-194.
- HUGHES GAMES, W.L., 1977. Growing the japanese oyster (*Crassostrea gigas*) in subtropical seawater fish ponds. I growth rate, survival and quality index. Aquaculture, 11 : 217-229.
- KIM, Y.S., 1980. Efficiency of energy transfert by a population of farmed pacific oyster, *Crassostrea gigas* in Geoje-Hansen Bay. Bull. Korean Fish. Soc. 13 (5) : 179-193.
- LUCAS, A., 1982. Evaluation of reproductive effort in bivalve molluscs. Malacologia 22, (1-2):183-187
- LUCAS, A. et BENINGER, P.G., 1985. The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. Aquaculture, 44 : 187-200.
- MALOUF, R.E. et BREESE, W.P., 1977. Seasonal changes in the effects of temperature and water flow rate on the growth of juvenile pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg). Aquaculture 12 : 1-13.
- 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.
- MANN, R. and RYTHIER, J.H., 1977. Growth of six species of bivalve molluscs in a waste recycling-aquaculture system. Aquaculture, 11 : 231-245.
- MEIXNER, R., 1979. Culture of pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in containers in German Coastal Waters. In Advances in Aquaculture, Pillay and Dill eds., Fishing News Books : 338-339.
- NEUDECKER, T., 1981. Experimental offshore nursery growing of *Crassostrea gigas* Thunberg in Germany. In Nursery culturing of bivalves molluscs, C. Claus, N. de Pauw et E. Jaspers Ed., 394 p. Europ. maricult. Soc., Spec. Publ. n° 7 : 197-210.

- PARSONS, J., 1974. Advantages in tray cultivation of pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in Strangford lough, Northern Ireland. *Aquaculture*, 3 : 221-229.
- RICKER, W.E., 1980. Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons. *Bull. Fish./ Res. Board Can.*, 191 F : 409 p.
- RIFFENBURG, R.H., 1960. A new method for estimating parameters for the Gompertz growth curve. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 25 (3) : 285-293.
- ROFF, D.A., 1980. A motion for the retirement of the Von Bertalanffy function. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37 : 127-129.
- SCHNUTTE, J., 1982. A manual for easy non linear parameter estimation in fishery research with interactive microcomputer programs. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, n° 1140, 111 p.
- SPENCER, B.E. and GOUGH, C.J., 1978. The growth and survival of experimental batches of hatchery reared spat of *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas* Thunberg, using different methods of tray cultivation. *Aquaculture*, 13 : 293-312.
- 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* Thunberg) kept in trays during their first on-growing season. *Aquaculture*, 13 : 191-203.
- SUMNER, C.E., 1980. Growth of pacific oysters, *Crassostrea gigas* Thunberg cultivated in Tasmania. I. Intertidal stick culture. *Aust. J. mar. Freshwater Res.*, 31 : 129-135.
- SUMNER, C.E., 1981. Growth of pacific oysters, *Crassostrea gigas* Thunberg cultivated in Tasmania. II. Subtidal culture. *Aust. J. mar. Freshwater Res.*, 32 : 411-416.
- WALNE, P.R. and DAVIES, G., 1977. The effect of mesh covers on the survival and growth of *Crassostrea gigas* Thunberg grown on the sea bed. *Aquaculture* 11 : 311-321.
- WALNE, P.E. and MANN, R., 1975. Growth and biochemical composition of *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas*. 9th Europ. mar. Biol. Symp. H. Barnes ed., Aberdeen Univ. Press : 587-607.
- WALNE, P.R. and SPENCER, B.E., 1971. The introduction of the pacific oyster (*Crassostrea gigas*) into the united Kingdom. *Shellfish Int. Leaflet, Fish. Lab. Burnham*, n° 21, 8 pp.
- WOELKE, C.E., 1959. Growth of the pacific oyster *Crassostrea gigas* in the waters of Washington state. *Proc. Natl. Shellfish Assoc.* 50 : 133-143.
- WHYTE, J.N.C. and ENGLAR, J.R., 1982. Seasonal variations in the chemical composition and condition indices of pacific oyster, *Crassostrea gigas* grown in trays or on the sea bed. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39 : 1084-1094.
- YOO, S.K., YOO, M.S. and BARK, J.N., 1972. Biological studies on oyster culture (I) Growth of the *Crassostrea gigas*. *Bull. Pusan Fish. Coll.*, 12 (2) : 1-14.
