

EVOLUTION DE LA BIOMASSE DE MOLLUSQUES EN ÉLEVAGE DANS L'ÉTANG DE THAU DE 1980 À 1984

P.-Y. HAMON et H. TOURNIER

IFREMER, 1, rue Jean-Vilar - 34200 Sète, France.

Abstract

EVOLUTION OF THE BIOMASS OF CULTURED MOLLUSCS IN THAU LAGOON.

Since 1980, The IFREMER research laboratory "Ressources aquacoles", Sète (France), follows during the summer period, the evolution of the commercial stocks of molluscs (mussels and oysters) reared in Thau Lagoon. The data for this estimation are collected on one hand by surface observations and on the other hand by diving observations. During the years 1980 to 1984 we have noticed an increase of oyster biomass (19 200 t in 1980 and 31 700 t in 1984) during the same period the mussel biomass decreased (11 760 t in 1980 and 9 700 t in 1984). The different simulations used to know the total filtration and the biodeposit, have shown that the impact of the increase of the total biomass is not so important as it could be feared.

Résumé

Depuis 1980, le laboratoire des "Ressources aquacoles" de l'IFREMER de Sète suit régulièrement l'évolution des stocks de coquillages commerciaux (huîtres et moules) élevés en suspension dans l'étang de Thau. Les données nécessaires à cette estimation sont recueillies, d'une part, en effectuant des observations de surface et, d'autre part, en réalisant un grand nombre de relevés en plongée. Durant les années 1980 à 1984, on a remarqué une nette augmentation de la biomasse en huîtres (19 200 t en 1980 et 31 700 t en 1984), tandis que durant la même période la biomasse en moule diminuait (11 760 t en 1980 et 9 700 t en 1984). Les différentes simulations tentées aussi bien pour obtenir une idée de la filtration totale que de la biodéposition ont montré que l'impact de l'accroissement global de la biomasse n'est pas aussi important que l'on aurait pu le craindre.

Introduction.

Centre conchylicole le plus important et le plus ancien du sud de la France, l'étang de Thau fournit, d'après les statistiques officielles, environ 50% de la production nationale d'huîtres et de moules. Au cours de la dernière décennie, le Ministère de l'Agriculture, conscient de l'imprécision des statistiques officielles, émit le souhait que l'ISTPM fasse un effort pour acquies une meilleure connaissance des stocks conchylicoles. D'un autre côté, il est bien évident que pour comprendre les variations de la production, de la croissance et de la qualité des coquillages, une connaissance précise de la biomasse en élevage et de ses fluctuations est une donnée de base essentielle. Afin dans le cadre de l'effort qui est demandé actuellement pour accroître la production nationale, la relation de l'élevage entre la charge des mollusques et la capacité biotique du milieu s'est posée ; là encore, aucune réponse ne peut être fournie sans une évaluation précise de la biomasse. Pour toutes ces raisons, à partir de 1979 le laboratoire de Biologie conchylicole de l'ISTPM (actuellement IFREMER) de Sète s'est attaché à résoudre les problèmes que pose une telle évaluation. A l'issue de cinq années d'observation il est possible de fournir des éléments assez précis sur les fluctuations de la biomasse conchylicole et c'est pourquoi nous présentons les principaux résultats obtenus.

Rappel des conditions d'élevage dans l'étang de Thau.

L'ensemble de la surface exploitée pour la culture des coquillages en suspension sur table se répartit en trois zones appelées A, B, C (fig. 1). Les surfaces présentées par la figure 1 sont le résultat d'un plan de remembrement décidé en 1966, dont la réalisation, commencée en 1970, est en cours d'achèvement.

L'unité de production est la « table » qui mesure 50 m sur 12 m. Elle est constituée de trois rangs de onze rails plantés verticalement dans le sédiment et dépassant la surface de l'eau d'environ 1,80 m. Le sommet des rails de chaque rangée est relié longitudinalement par des madriers formant trois lignes continues de 50 m. Enfin, 51 barres transversales, appelées localement « perches », d'environ douze mètres, forment le dessus de la table ; elles permettent de suspendre les cordes, éléments qui portent directement les animaux à élever.

Pour notre étude, il est nécessaire de définir ce que les conchyliculteurs appellent un « carré » : c'est la fraction de table définie par quatre rails et cinq « perches », c'est-à-dire cinq demi-barres transversales. Une table comporte ainsi vingt carrés (fig. 1).

L'ensemble de la zone conchylicole occupe sensiblement 1/5 de la surface de l'étang. La surface concédée est égale à 352 hectares et la surface des tables, surface effectivement cultivée, atteint à peu près 150 ha. Le tableau 1 donne la répartition des surfaces exploitées par zone. Dans l'étang, on cultive la moule (*Mytilus galloprovincialis*) ainsi que les huîtres (*Ostrea edulis* et *Crassostrea gigas*) selon la technique de l'élevage en suspension ; les éléments qui portent directement les huîtres et les moules sont variés et ont été décrits en détail par HAMON et TOURNIER (1981).

Méthode d'étude des stocks de 1980 à 1984.

La prospection jusqu'à présent ne s'est effectuée qu'en période estivale, époque durant laquelle les tables sont au maximum de leur charge annuelle. Les observations sont faites, d'une part, de la surface et, d'autre part, en plongée. En surface, elles consistent à compter le nombre de cordes suspendues sur les tables, ce qui donne un aperçu de la façon dont ces dernières sont exploitées. Par plongée, sont obtenus des renseignements sur le matériel suspendu.

	Zone A	Zone B	Zone C	Total	
Surface des concessions (ha)	attribuées	159,75	101,37	77,62	339
	attribuables	160	106	86	352
Surface totale des zones (couloirs compris)	550	460	314	1 324	
Nombre de tables en 1980	réalisées	976	573	536	2 085
	prévues	1 280	848	688	2 818
Distance d'entrée des eaux marines (km)	4	8	11		

TABL. 1. — Données générales sur les trois zones conchylicoles en 1980.
General data for the three zones in 1980.

Paramètre étudiés depuis la surface.

Le nombre de cordes suspendues varie d'une table à l'autre, chaque exploitant chargeant sa concession selon son gré. Sachant qu'une table compte 100 perches (50 traverses), toutes chargées de la même manière, l'appréciation de la charge totale peut se faire par simple comptage du nombre de cordes fixées sur une seule perche. La première variable retenue pour cette étude est donc le « nombre de cordes par perche ».

Le mode de culture employé et les impératifs commerciaux font que les tables ne sont pas à pleine charge toute l'année. En effet, la demande en coquillages n'est pas régulière tout au long de l'année. Il y a des périodes de fortes pointes (par exemple à Noël pour les huîtres ou en septembre pour les moules) et le souci de chaque propriétaire est de déterminer un plan d'exploitation qui lui permette de répondre du mieux possible à cette demande. Une partie des parcs se trouve donc périodiquement démunie de coquillages. Ceci se produit généralement lorsqu'il existe une pénurie en naissain, ou lorsque les individus commerciaux ont été vendus et non immédiatement remplacés. La configuration des tables et le mode d'exploitation permettent d'estimer facilement ces vides : les rails et les traverses délimitent pour chaque table vingt « carrés » de 6 m sur 5 m considérés généralement comme « unités de gestion » ; les parqueurs parlent couramment de « cinq carrés en moules » ou « trois carrés en huîtres » ; les vides correspondent aussi le plus souvent à un nombre entier de carrés.

La deuxième variable étudiée est donc le « nombre de carrés vides par table » qui permet, connaissant le nombre de cordes par perche, de déduire le « nombre réel de cordes par table » par l'expression :

$$\text{nombre réel de cordes par table} = 100.X - 5.X.N$$

où X = nombre de cordes par perche ; N = nombre de carrés vides ; 5 = nombre de perches par carré et 100 = nombre de perches par table.

Enfin, le comptage des cordes et des carrés vides ne pouvant se faire sur les quelque 2 000 tables de la zone conchylicole, le nombre de tables à examiner a été déterminé par enquête préalable. Il est nécessaire d'observer une centaine de tables dans chaque zone pour obtenir des résultats avec 5 % de précision.

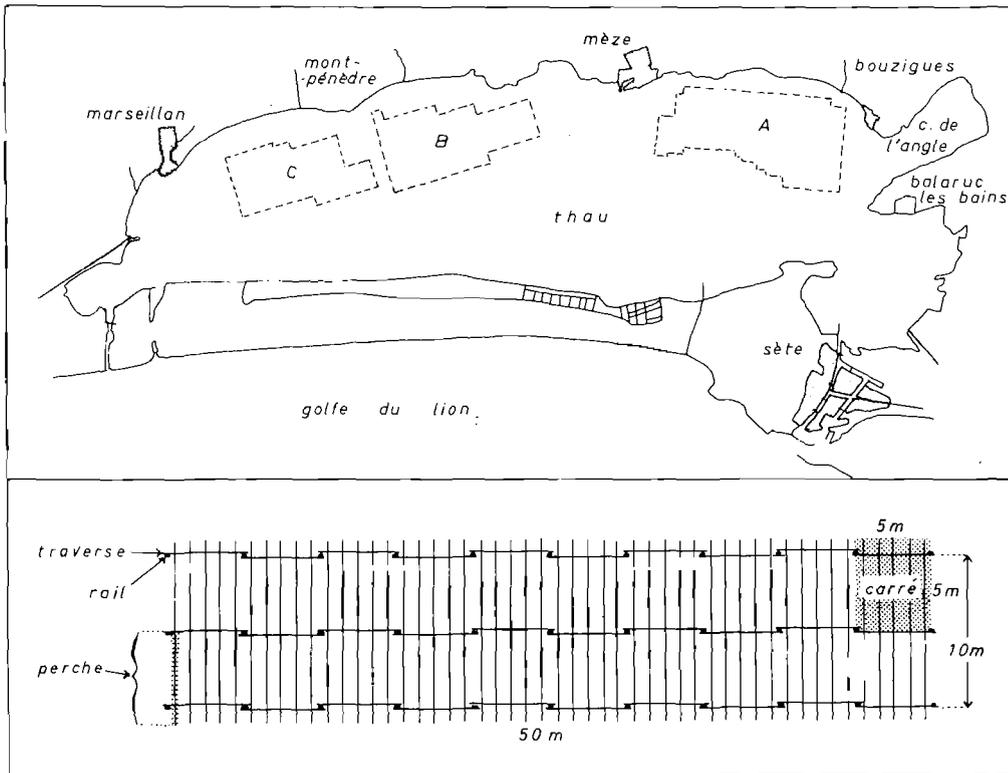


FIG. 1. — Situation des trois zones conchylicoles de Thau et plan d'une table.
Localisation of the 3 shellfish culture zones and a draft of a "table".

Paramètres étudiés par plongée.

Jusqu'en 1979, on admettait généralement que les zones B et C avaient une vocation essentiellement ostréicole alors que la zone A produisait en quantité à peu près équivalente huîtres et moules. On admettait aussi que la production mytilicole cumulée des zones B et C était comparable à celle de la zone A. Aucune certitude n'était ces assertions : seules les statistiques officielles (établies à partir des ventes d'étiquettes sanitaires obligatoirement apposées sur les colis de coquillages) fournissaient une indication sur l'importance du stock commercialisé mais non sur la biomasse en suspension dans l'étang. Une étude *in situ* s'avérait donc nécessaire.

Les trois paramètres définis ci-dessus (nombre de cordes par perche, nombre de carrés vides par table, nombre réel de cordes par table) étudiés depuis 1979 donnent une bonne représentation de la façon d'exploiter un parc, mais ne fournissent aucun renseignement sur la nature du matériel en suspension sous les tables. C'est pourquoi, après avoir recherché vainement une autre méthode plus facile à mettre en œuvre, l'inventaire des catégories de mollusques présents sous les tables s'est fait par plongée. Les observations ont été reportées pour chaque table examinée sur des fiches comportant treize paramètres (tabl. 2).

Il était nécessaire de distinguer les divers types de culture, chacun ayant une incidence biologique et commerciale bien spécifique ; ainsi, une barre à huîtres et une tige d'huîtres en pignes ne représentent pas du tout le même nombre d'individus ; une corde de naissain de moule ne pèse pas autant qu'une

DATE :
 CODE PARQUEUR :
 FICHE N° 26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Prof.	Nb cordes	Nb carrés vides	MOULES				Creuses			HUITRES			Plates	
			Naissain	1/2	com.	long/C	Naissain	Collées	Fil	Toron	Pigne	Pochon	Naissain	Collées

TABL. 2. — Fiche d'observations par plongée.
 Diving observations.

corde commerciale et on conçoit que l'étude de toutes ces variables soit nécessaire à l'estimation pondérale de la biomasse en suspension, d'autant plus que la majorité des tables n'est pas exploitée en monoculture. On a donc été amené, suivant le type de culture, les coquillages et leur taille, à distinguer onze catégories différentes (tabl. 2).

La bathymétrie est importante : la longueur des cordes, donc la quantité de marchandise en suspension, varie avec la profondeur d'eau sous le parc. Pour tenir compte de ce fait, dès 1979, les zones conchyliques ont été découpées en trois secteurs bathymétriques ainsi définis : le premier secteur va de la première ligne de tables la plus proche de la terre jusqu'à 5 m de fond ; le deuxième secteur est délimité par les isobathes de 5 et 7 m ; le troisième secteur comprend les profondeurs supérieures à 7 m.

Plan d'échantillonnage.

Les observations effectuées en 1979 et 1980 (HAMON-TOURNIER, 1981) ont montré qu'il était nécessaire d'échantillonner 5 % de tables dans chaque zone pour obtenir des résultats fiables. La méthode utilisée a été l'échantillonnage au hasard avec allocation proportionnelle en fonction de la bathymétrie. Chaque table ainsi désignée a été étudiée exhaustivement.

Méthode d'évaluation des stocks.

Dans un premier temps, en 1980 (HAMON et TOURNIER, 1981), nous avons utilisé une formule qui fournissait des fourchettes d'estimation suffisamment larges pour nous permettre d'affirmer que la biomasse réelle se trouvait effectivement comprise entre les limites calculées. Nous fournirons ultérieurement les résultats obtenus par cette première méthode.

Après cinq ans d'expérience, nous avons préféré utiliser une deuxième méthode qui fait appel à des équations statistiques classiques (SNEDECOR, 1946). Seules des modifications d'indices ont été apportées pour les adapter aux conditions de notre étude : on s'adresse à un nombre K de strates (3 dans le modèle que nous avons utilisé). Dans la strate k on connaît le nombre total de tables N_k. L'échantillon est de taille n_k. Nous avons d'autre part j catégories de coquillage.

Pour la table i de l'échantillon dans la strate k et pour la catégorie j le nombre de cordes observé est x_{i,j,k}.

Le nombre réel de cordes pour la catégorie j dans la strate k est T_{j,k}, son estimation sera notée t_{j,k}, l'estimation de sa variance v_{j,k}.

Le poids moyen de coquillages par corde pour la catégorie j est estimé par $\bar{P}_{j,k}$. Sa variance est estimée par u_{j,k}.

Estimation pour une strate et une catégorie.

L'estimation du nombre moyen de cordes par table pour la catégorie j et la strate k est donnée par :

$$\bar{X}_{j,k} = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} X_{i,j,k}$$

d'où t_{j,k} = N_k $\bar{X}_{j,k}$ = nombre total de cordes par strate et par catégorie.

La variance du nombre de cordes par table dans la catégorie j est estimée par :

$$s_{j,k}^2 = \frac{1}{n_k - 1} \left[\sum_{i=1}^{n_k} X_{i,j,k}^2 - \frac{1}{n_k} \left(\sum_{i=1}^{n_k} X_{i,j,k} \right)^2 \right]$$

La variance de l'estimation $t_{j,k}$ du total $T_{j,k}$ de cordes de la catégorie j dans la strate k est estimée par : $\hat{V}_{j,k} = N_k^2 (s_{j,k}^2/n_k)$

L'estimation de la biomasse $B_{j,k}$ de la catégorie j de la strate k sera : $B_{j,k} = t_{j,k} \cdot \bar{P}_{j,k}$.

avec une variance égale à : $\text{Var}(t_{j,k}) \text{Var}(\bar{P}_{j,k}) + \text{Var}(t_{j,k}) E^2(\bar{P}_{j,k}) + E^2(t_{j,k}) \text{Var}(\bar{P}_{j,k})$.

(E^2 représente le carré de « l'espérance mathématique » ou « moyenne »)

estimée par : $\sigma^2 = s_{j,k}^2 u_{j,k} + s_{j,k}^2 \bar{P}_{j,k}^2 + t_{j,k}^2 u_{j,k}$.

Estimation totale d'une zone pour une catégorie.

L'estimation de la biomasse est $B_{j,k} \pm \sigma$. On effectue les estimations pour les trois bandes bathymétriques et on somme les estimations et les variances.

La biomasse de l'ensemble des zones conchylicoles dans l'étang est la somme des biomasses des trois zones A, B et C, mais précisons que, pour les quatre années, le nombre total de tables a été considéré comme constant et égal à 2 085. En réalité, le remembrement se poursuit et le nombre de tables a augmenté de près de 400 unités de 1980 à 1984. Le fait de ne pas utiliser dans les calculs le nombre de tables total prévu en fin de remembrement et de ne pas tenir compte des tables anciennes destinées à disparaître, mais seulement du nombre de tables neuves plantées en 1980, introduit une certaine sous-estimation des résultats qu'il nous a semblé bon d'admettre au niveau atteint actuellement dans notre recherche pour avoir des valeurs plus facilement comparables entre elles d'une année à l'autre. En fin d'étude, nous donnerons la biomasse totale en fonction du nombre exact de tables neuves présentes dans l'étang en 1984.

Résultats obtenus à partir de la surface.

Nombre de cordes par perche.

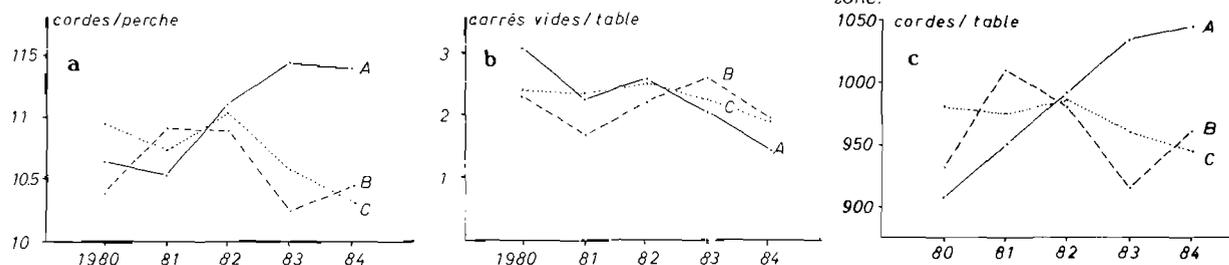


FIG. 2. — Evolution du nombre moyen (a) de cordes par perche, (b) carrés vides par table et (c) nombre réel moyen de cordes par table, dans chaque zone.

Evolution of the average of (a) ropes by "perche", (b) empty "squares" by "table" and (c) real number of ropes by "table", in each zone.

On admet généralement que pour obtenir une croissance et un engraissement satisfaisants des coquillages, une table ne doit pas supporter plus d'un millier de cordes. Cette appréciation, en réalité, n'est pas justifiée. En effet, si le nombre de cordes suspendues importe dans le chargement d'un parc, la longueur et la nature de ces éléments supportant le coquillage a tout autant d'importance. Par exemple, dans le passé, les huîtres étaient collées sur des barres de 1,5 à 2 m à raison de 80 individus par barre ; à l'heure actuelle, le collage se fait beaucoup plus sur des fils pouvant supporter parfois jusqu'à 180 individus. Une augmentation s'observe aussi dans l'élevage du naissain en « torons » (coquilles collectrices maillées entre les torons des cordes) qui remplace peu à peu l'élevage sur tringle.

Si une réglementation de la charge des tables devait un jour être mise en place, il faudrait ainsi fixer un nombre maximal de cordes par perche pour chaque type de culture et peut-être pour chaque zone bathymétrique. De 1980 à 1984, sur 70 % des tables, le nombre de cordes par perche variait de 9 à 14. Ce nombre s'élevait à 21 pour une minorité de tables (2 à 3 %) extrêmement chargées, montrant la vraisemblance d'une surcharge de certaines exploitations qui peuvent porter préjudice aux tables avoisinantes.

Quant à la façon d'utiliser la surface cultivable, elle n'a pas évolué de la même manière dans les trois zones conchylicoles (fig. 2a) : en zone A, on assiste à une augmentation presque constante du nombre de cordes par perche qui passe en moyenne de 10,6 en 1980 à 11,4 en 1983. En 1984, l'abaissement enregistré est très faible. En zones B et C, l'évolution est plus fluctuante : jusqu'en 1982, une légère augmentation s'observe en zone C et plus nettement en zone B, ensuite un abaissement aux environs de 10,4 se produit pour les deux sites, l'écart étant alors, en 1984, le plus marqué entre ces deux zones et la zone A.

Nombre de carrés vides par table.

La surface d'eau concédée est pratiquement exploitée au maximum, les tables étant en moyenne remplies à 80 % (18 carrés), les deux carrés vides correspondant ou à des ventes récentes (étant alors en attente de réensemencement) ou bien à un espace laissé libre pour faciliter les manutentions (mise à l'eau de cordes de moules tamisées, stockage de coquillages nettoyés). Les tables très peu chargées sont rares : en 1980, on en dénombrait 8 % dont le taux d'occupation était inférieur à 50 % ; en 1984, ce pourcentage tombait à 5 ou 6 %. Là encore, c'est la zone A qui montre la tendance la plus nette à l'accroissement de la charge (fig. 2b) par la diminution sensible des surfaces inexploitées ; on trouve en moyenne 3,1 carrés vides par table en 1980 et 1,5 seulement en 1984. En zones B et C, on ne peut pas relever de tendance aussi nette, les valeurs fluctuant au cours des quatre années, respectivement entre 1,7 et 2,6 et entre 2,5 et 1,9.

Nombre réel de cordes par table.

En tenant compte des deux paramètres étudiés ci-dessus, le nombre moyen de cordes supportées par une table a été établi (fig. 2c). De 1980 à 1984, une évolution très nette s'est produite en zone A où ce nombre passe de 910 à près de 1 050. Cette augmentation ne se retrouve pas en zones B et surtout C où les valeurs fluctuent autour de 950. Cela peut s'expliquer par le fait que les conchyliculteurs ont vraisemblablement eu le sentiment de disposer, en zone A, d'une région de l'étang pouvant, mieux qu'ailleurs, supporter un accroissement de charge. En effet, cette zone se particularise par sa proximité de la mer à travers les canaux de Sète et l'étang des Eaux-Blanches ainsi que par sa profondeur plus importante ; elle a toujours été reconnue comme étant la plus riche et comme produisant à elle seule autant que les deux autres zones conchylicoles.

Résultats obtenus par plongées.

Au cours de la période étudiée, des malaïgues (accidents dystrophiques) plus ou moins importantes ont localement décimé les cultures. Ces accidents se produisent pendant la période chaude, époque de nos observations, et l'importance des mortalités enregistrées en zone A en 1982 et 1983 et en zone B en 1982 nous a empêchés d'y pratiquer les relevés de certaines données prévus. C'est pourquoi les biomasses correspondantes n'ont pas pu être estimées et des interpolations figurent dans les graphiques.

Nombre moyen de cordes en moules et en huîtres par table.

Sur la figure 3, nous voyons que de 1980 à 1984 le nombre moyen de cordes en moules par table diminue fortement en zone A (de 445 à 320) et en zone B (de 320 à 120) alors qu'il varie peu (aux alentours de 150) en zone C où cette culture est depuis longtemps d'importance mineure. Il semble bien que cette diminution de la charge en moules corresponde principalement de la part des conchyliculteurs à des considérations d'ordre économique. Le graphique montre dans le même temps que la charge en moules a toujours été plus importante en zone A, diminuant en B puis en C, ce mollusque se développant apparemment mieux dans le secteur des zones profondes proches de la mer.

La régression de la culture des moules se fait au profit de l'élevage des huîtres : le nombre moyen de cordes en huîtres par table augmente en effet considérablement en zone A (de 470 en 1980 à 730 en 1984), ainsi qu'en zone B (620 à 840), les valeurs fluctuant autour de 840 en zone C.

Si l'on examine l'évolution de la répartition du nombre moyen de cordes en moules en fonction de la profondeur d'eau (fig. 4a), nous voyons que la diminution observée entre 1980 et 1984 porte essentiellement sur la strate 2 (5-7 m) et à moindre titre sur la strate 1 (3-5 m). Il semble que pour maintenir une certaine production mytilicole, ait lieu simultanément une augmentation de la charge en strate 3 (7-10 m). Ceci confirme la remarque précédemment faite pour montrer que la charge en moules s'opère préférentiellement dans les secteurs profonds les plus proches de l'ouverture sur la mer, les secteurs « côtiers » étant plutôt réservés aux huîtres. La même remarque peut se faire pour la zone B où la variation bathymétrique est plus modeste (les fonds ne sont que très rarement supérieurs à 5 m).

FIG. 3. — Evolution du nombre moyen de cordes (—) en moules et (...) en huîtres par table dans chaque zone.

Evolution of the number of (—) mussel ropes and (...) oyster ropes by "table" in each zone.

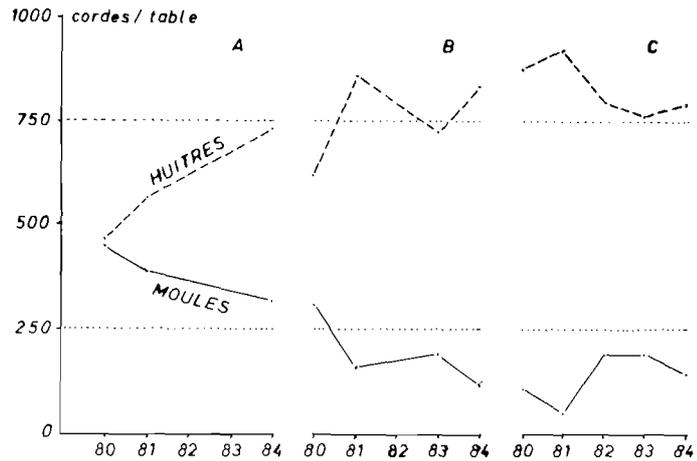
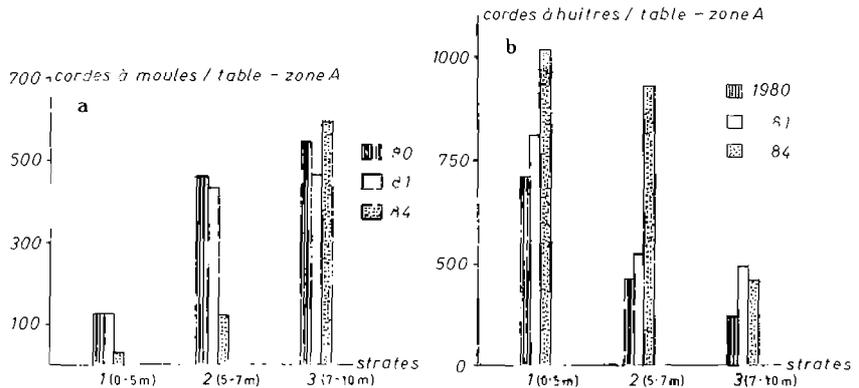


FIG. 4. — Evolution du nombre moyen de cordes par table à moules (a), à huîtres (b), dans les strates bathymétriques de la zone A.

Evolution of the average of (a) mussel ropes by "table" in the different depth strata of the A zone, (b) oyster ropes by "table" in the different depth strata of the 3 zones.

En ce qui concerne les huîtres (fig. 4b), l'augmentation du nombre de cordes au cours de la période considérée compense largement la diminution en moules. Elle porte aussi en partie sur la strate 1 et surtout sur la strate 2. En strate 3, la même légère inversion s'observe entre 1981 et 1984, conséquence d'un léger renforcement au « large » de la mytiliculture.

Au total, nous voyons que l'augmentation du nombre des cordes en huîtres est supérieur à la dimension de celui des cordes en moules. Ce fait rend compte de l'augmentation globale du nombre de cordes, les conchyliculteurs mettant plus de cordes par perche quand il s'agit d'huîtres que lorsqu'il s'agit de moules ; cette démarche empirique répond de leur part à une certaine logique puisque le nombre de sujets par support est pour les huîtres moindre que pour les moules.



Estimation et évolution de la biomasse.

Comme nous l'avons dit, deux méthodes ont été utilisées pour estimer la biomasse en suspension. Afin de les comparer, les moyennes globales des résultats pour huîtres et moules par zone sont fournies dans le tableau 3. Dans la première méthode, la moyenne est calculée à partir des valeurs minimale et maximale de la biomasse calculée. Le nombre moyen de cordes n'a pas été estimé par strate mais pour toute la zone. La deuxième méthode permet de calculer directement la biomasse moyenne et d'en établir la variance. Elle est beaucoup plus précise et intègre mieux l'ensemble des observations, prenant en compte la variation du nombre de cordes à l'intérieur de chaque strate. C'est pourquoi nous ne fournirons, dans la suite de ce travail, que les résultats obtenus par cette deuxième méthode, beaucoup plus rigoureuse sur le plan de la statistique et dans laquelle l'expression des variables est plus fiable.

En tout état de cause, nous pouvons toutefois remarquer que les deux méthodes mettent à jour les mêmes tendances, à savoir, une diminution sensible du tonnage des moules en élevage en même temps qu'une augmentation importante de celui des huîtres. C'est en 1981 que le phénomène a eu le plus d'ampleur (diminution de plus de 2 500 t en moules et augmentation de 5 000 t en huîtres). La même tendance s'est ensuite maintenue mais à un rythme plus lent (1 000 t de moins en moules de 1981 à 1984 et 2 000 t de plus en huîtres).

De façon globale, nous venons de voir qu'en quatre années la biomasse a diminué de 3 600 t en moules (11 758 à 8 147 t), tandis qu'elle a augmenté de 7 400 t en huîtres (19 188 à 26 648 t). Au total, elle s'est donc accrue de 3 800 t, ce qui pour fixer les idées équivaldrait à la plantation de plus de 200 tables supplémentaires dans l'étang. Cela représente en fait un changement dans l'équilibre des cultures en même temps qu'un renforcement sensible des charges. En effet, les tables plantées entre 1980 et 1984 sont compensées par un arrachage de structures anciennes. Pour analyser cette variation, il est nécessaire d'examiner l'évolution des différentes catégories constituant l'ensemble de la biomasse élevée.

Evolution de la biomasse par zone.

La figure 5 illustre l'évolution, dans chaque zone, de la biomasse exprimée en milliers de tonnes pour les huîtres et les moules. Les écarts-types, figurés par les tracés en pointillés, ont une valeur allant de 12 à 20 % de la valeur moyenne, ce qui généralement représente à peu près mille tonnes (tabl. 4). En zones A et B, la biomasse en moules (fig. 5a) a nettement diminué pendant la période considérée. En zone C, elle est pratiquement stationnaire, fait peu important si l'on se rappelle que la zone C ne fournit que 10 % des moules produites à Thau. Durant la même période, la biomasse en huîtres (fig. 5b) a considérablement progressé en zone A, passant de 7 130 t en 1980 à 10 455 t en 1984. En zone B, les variations sont apparemment beaucoup moins représentatives d'une tendance générale, notamment à cause de la diminution de biomasse enregistrée en 1983, encore que cette dernière semble bien pouvoir être une conséquence de la tempête qui a sévi en octobre 1982, entraînant des dégâts importants dans cette zone et donc un déficit du cheptel l'année d'après. Cependant, au total, la biomasse ostréicole dans cette zone, qui en 1980 était de 5 800 t, a été évaluée en 1984 à 8 600 t : il y a de toute façon tendance à l'augmentation de la charge. En zone C, la quantité d'huîtres est pratiquement stationnaire.

En regroupant les résultats pour les trois zones de l'étang, la biomasse totale qui avait été estimée en 1980 à 30 300 t est en 1984 de 34 762 t. Il convient de rappeler que ces données ne tiennent pas compte de l'accroissement du nombre de tables entre 1980 et 1984. L'incidence de ces nouvelles tables sera estimée à la fin de cette étude. Ces données globales doivent être détaillées pour montrer que toutes les catégories de coquillages n'ont pas eu à supporter de la même façon cette évolution.

Evolution de la culture des moules.

En ce qui concerne les moules (fig. 6), pour la zone A, le tonnage, comme nous l'avons vu, a diminué de 1980 à 1984. De plus, la répartition entre les trois catégories (naissain, demi-moules et commerciales) a aussi changé : ces catégories représentaient en 1980 respectivement 2, 14 et 84 %. En 1984, le naissain ne représente plus que 1 %, la demi-moule 8 % mais la commerciale 91 %.

Deux explications de cette évolution peuvent être fournies. Dans la première, on peut supposer que les professionnels chargent dès le départ avec de la moule ayant déjà presque une taille commerciale. C'est effectivement le cas pour beaucoup : les conchyliculteurs se plaignant en effet de la mauvaise croissance du coquillage et d'un allongement du temps de culture nécessaire (et surtout subissant des difficultés économiques) se fournissent en individus d'assez grande taille de façon à diminuer la durée d'élevage. Une deuxième explication pourrait être donnée, mais elle est peu probable ; ce serait l'accumulation de moules « commerciales » du fait d'un réel retard de croissance se conjuguant avec l'apport sur les parcs, au lieu de naissain, de lots de moules de grande taille destinées, à brève échéance, à la commercialisation.

Nous ne nous attarderons pas sur la situation dans les zones B et C, leur production en moules étant faible ; elles représentaient, ensemble, en 1980, 27 % de la biomasse totale en moules ; en 1984, elles n'en font d'ailleurs plus que 21 %. Ainsi la zone A est toujours la zone privilégiée pour l'élevage des moules dans l'étang. Quant aux causes de cette diminution de l'élevage des moules, compensée par un accroissement des huîtres, elles trouvent probablement leur source dans des considérations économiques. Le phénomène a été favorisé aussi en 1982-83 par un faible recrutement qui rendit alors l'approvisionnement difficile.

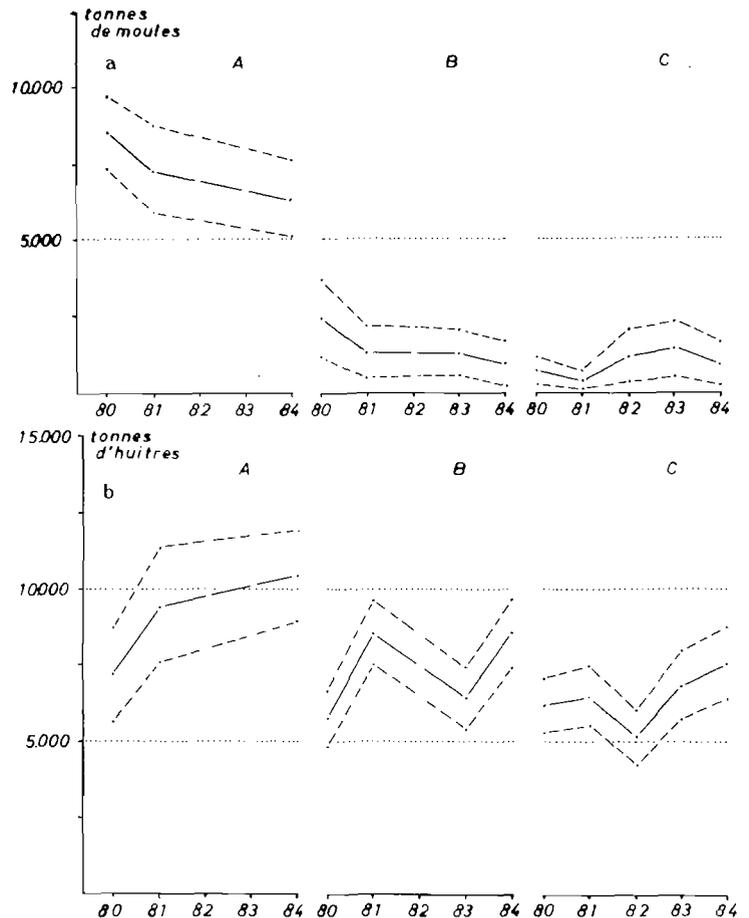


FIG. 5. — Evolution de la biomasse (a) en moules, (b) en huîtres, dans les trois zones conchylicoles, entre 1980 et 1984.

Evolution of (a) the mussel biomass, (b) the oyster biomass, in the three shellfish culture zones between 1980-1984.

Evolution de la culture des huîtres.

En ce qui concerne les huîtres, nous avons vu que dans toutes les zones on observait une augmentation plus ou moins importante de la biomasse. De 1980 à 1984, bien que le tonnage global ait progressé, les pourcentages de la masse totale d'huîtres demeurent du même ordre pour chacune des trois zones (pour A, 37 à 39 % ; pour B, 30 à 32 % et pour C, 32 à 38 %). Mais la biomasse ostréicole totale est passée de 19 000 t en 1980 à 26 614 t en 1984, accusant ainsi un accroissement de 38 %. Parmi les diverses catégories d'élevage (fig. 7), c'est l'élevage sur fil qui a montré la plus importante progression, le coquillage produit par ce moyen passant en quatre ans de 462 à 2 160 t en zone A. En zone B, cette augmentation est moins spectaculaire ; elle est cependant sensible, le tonnage passant de 867 à 1 383 t. En zone C, aucune modification flagrante n'est à signaler. Quant au poids d'huîtres cultivées sur triangles, il augmente de 1 000 t en zones A et C et de 2 000 t en zone B.

1 ^{re} méthode		MOULES				HUÎTRES			
ZONE	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL	
1980	6 937	1 953	606	9 496	5 296	4 329	5 346	14 971	
1981	5 665	1 116	303	7 084	6 666	6 450	5 263	18 379	
1982			1 034				4 245		
1983		1 067	1 161			4 636	5 633		
1984	5 627	821	650	7 098	7 848	5 975	5 817	19 640	

2 ^e méthode		MOULES				HUÎTRES			
ZONE	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL	
1980	8 550	2 490	718	11 758	7 130	5 823	6 236	19 189	
1981	7 327	1 339	336	9 062	9 484	8 569	6 498	24 501	
1982			1 165				5 149		
1983		1 314	1 405			6 415	6 875		
1984	6 400	929	818	8 147	10 456	8 600	7 598	26 654	

TABL. 3. — *Evolution de la biomasse moyenne en moules et en huîtres, par zone, d'après les deux méthodes d'estimation utilisées.*
Evolution of the average biomass of mussels and oysters by zone obtained by two methods of estimation.

ZONE	MOULES					HUÎTRES					
	1980	1981	1982	1983	1984	1980	1981	1982	1983	1984	
A	moy.	8 550	7 387			6 400	7 130	9 484			10 450
	min.	7 358	5 995			5 152	5 506	7 641			8 920
	max.	9 741	6 779			7 645	8 754	11 327			11 992
B	moy.	2 490	1 339		1 314	929	5 823	8 569		6 415	6 600
	min.	1 874	910		934	145	4 931	7 505		5 421	7 412
	max.	3 105	1 767		1 694	1 714	6 716	9 633		7 410	9 787
C	moy.	718	335	1 165	1 405	818	6 235	6 498	5 150	6 875	7 598
	min.	482	173	704	950	443	5 835	5 566	4 213	5 793	6 427
	max.	954	498	1 625	1 860	1 180	7 087	7 431	6 086	7 957	8 770
TOTAL MOYEN	11 758	9 061			8 147	19 188	24 551			26 648	

TABL. 4. — *Valeurs de la biomasse en moules et en huîtres dans les trois zones conchyliques, calculées par la méthode statistique, pour la période 1980-1984.*
Biomass of mussels and oysters in the three zones, obtained by statistical method for the years 1980-1984.

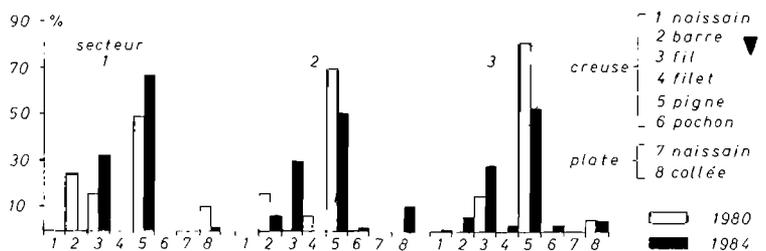
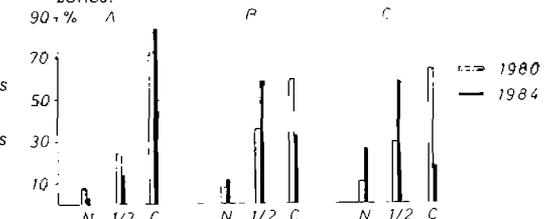


FIG. 7. — Pourcentages relatifs, en 1980 et en 1984, des différentes catégories de cordes à huîtres, par secteur bathymétrique, pour la zone A.
Relative percentage in 1980 and 1984, of the different types of oyster ropes by depth strata in A zone.

FIG. 6. — Pourcentages relatifs, en 1980 et 1984, des trois catégories de cordes à moules (N = naissain, 1/2 = demi-moule, C = commerciale) dans les zones conchylicoles A, B et C.

Relative percentage in 1980 and 1984, of the three types of mussel ropes (N = spat ; 1/2 = half mussel ; C = commercial) in A, B, C shellfish culture zones.



On constate donc un très net développement de la culture des huîtres collées sur fil alors que l'emploi des barres, qui était avant 1966 le seul procédé, est de plus en plus abandonné. Il y a à cela diverses raisons : une barre d'azobé ou okoumé coûte plus cher que le fil ; on la trouve moins facilement et on ne peut y coller que 80 à 100 huîtres ; sur un fil, suivant sa longueur, on peut coller jusqu'à 150 et même 180 individus. En ce qui concerne les variations par rapport à la profondeur d'eau, c'est en strate 2 (5-7 m) que la biomasse en huîtres augmente le plus.

Notons enfin que la biomasse du troisième genre de mollusque élevé dans l'étang, l'huître plate *Ostrea edulis*, a augmenté mais demeure toujours faible ; elle passe de 401 t en 1980 à 869 t en 1984, l'accroissement étant surtout le fait du développement du collage sur fil.

Variations de l'impact du changement de biomasse.

Nous avons déjà dit, en introduction, que notre but était d'abord d'apprécier la biomasse en culture et son évolution au cours des années. Ces connaissances constituent une base nécessaire pour tenter, par la suite, de déterminer si l'étang peut supporter une augmentation de charge ou bien au contraire si on doit préconiser une diminution de cette dernière. Il est certain que nous ne disposons pas actuellement de toutes les observations nécessaires qui nous permettraient d'évaluer précisément toutes les conséquences sur le milieu de l'augmentation de 4 000 t de la biomasse d'élevage. Cependant, en s'appuyant sur les connaissances acquises, il est possible d'estimer une partie au moins de l'impact en question.

A partir des tonnages, on peut approximativement déduire le nombre d'animaux en élevage et de là la quantité d'eau filtrée, laquelle conditionne indirectement l'ingestion des particules nourricières. On peut également connaître l'ordre de grandeur de la biodéposition créée par les mollusques. Pour ce faire, nous nous appuyons sur des études physiologiques d'ARAKAWA (1970), de BAYNE *et al.* (1976), de WALNE (1972), de BERNARD (1972) et de HAVEN et MORALES-ALAMO (1972).

Pour les moules, le taux de filtration est tiré de la formule de BAYNE : $FR = 3,36 W^{0,40}$ (où W est le poids sec en milligrammes). La taille moyenne de ce coquillage étant, à l'époque de nos prospections, de 5 cm, pour un poids frais de 11 g, sa filtration est de l'ordre de 2,6 litres par heure et par individu. Sa biodéposition, compte tenu des valeurs fournies par les différents auteurs, a été fixée à 0,1 g de matériel sec par jour.

Pour les huîtres, nous avons déterminé un poids moyen de 60 g. Les taux de filtration correspondants varient de 7,8 à 10,23 litres à l'heure selon la plupart des auteurs ; quelques-uns donnent des valeurs nettement plus élevées. Nous avons ici choisi le taux moyen de 9 litres par heure et par individu. La biodéposition a été estimée à 0,17 g de rejets secs par jour et par animal en s'appuyant sur les données moyennes établies par les auteurs déjà mentionnés. Cette façon de procéder ne peut, bien entendu, prétendre fournir des quantités rigoureusement exactes. Cependant, étant donné la convergence des estimations, il existe une forte probabilité que l'on obtienne ainsi un ordre de grandeur assez proche de la réalité.

Evolution du nombre de mollusques cultivés.

En partant des valeurs de biomasse et des poids individuels moyens cités plus haut, on obtient le nombre de consommateurs de plancton en élevage dans l'étang. Ce nombre était de l'ordre de 1 387 millions d'individus en 1980 dont 1 068 millions de moules et 319 millions d'huîtres ; en 1984, il était de 1 185 millions dont 740 millions de moules et 444 millions d'huîtres. Le tableau 5 récapitule ces données et rap-

pelle le tonnage total. Ce tableau fait ressortir que l'accroissement de l'ostréiculture au détriment de la mytiliculture entraîne une diminution dans le nombre d'animaux tout en créant une augmentation sensible de tonnage. C'est évidemment la conséquence du fait qu'à taille égale une huître est beaucoup plus lourde qu'une moule. Ces considérations sur la différence qui doit être faite entre nombre d'animaux et tonnage comporte d'autres conséquences quant à l'importance de la filtration, ainsi que nous allons le voir.

Evolution de la filtration par les mollusques cultivés.

Avec les nombres calculés ci-dessus et le taux moyen de filtration retenu, on obtient la quantité d'eau que filtrent les cultures par unité de temps (m³ par jour) (tabl. 6). Pour ce qui est des moules, le passage de 1 068 à 740 millions d'individus fait que le volume filtré a diminué de 21 millions de m³ par jour (passant de 67 à 46 millions de m³ par jour). Quant aux huîtres, leur accroissement de 4 500 t correspond à une augmentation de 125 millions d'animaux, soit à un volume filtré accru de 27 millions de m³ par jour (le volume passe de 69 à 96 millions de m³ par jour).

Le bilan global se solde par un accroissement du volume filtré de six millions de mètres cubes par jour. On vérifie encore que l'augmentation de la filtration (4,5 %) n'est pas du tout proportionnelle à l'accroissement du tonnage (15 %). Du fait même, l'impact des 4 400 t de coquillages supplémentaires sur les ressources alimentaires n'est pas aussi considérable qu'on pourrait le croire *a priori*. On arrive à la même conclusion si l'on considère que, du fait de l'accroissement du volume d'eau filtrée, l'équivalent de la capacité totale de l'étang (environ 375 millions de m³) est filtrée en 2,64 jours en 1984, au lieu de 2,75 en 1980.

Années	Nb huîtres (en million)	Nb moules (en million)	Nb total (en million)	Tonnage total
1980	319	1 068	1 387	30 300 t
1984	444	740	1 185	34 762 t
Variations	+ 125	- 328	- 202	+ 4 462

TABL. 5. — Variation du nombre d'animaux et du tonnage entre 1980 et 1984.
Variation of mollusc number and tonnage between 1980 and 1984.

	Huîtres	Moules	Huîtres + Moules
1980	69	67	136
1984	96	46	142
Variations	+ 27	- 21	+ 6

TABL. 6. — Volumes d'eau filtrée par les coquillages (en million de m³ par jour).
Filtration of molluscs (million of m³. d⁻¹).

Evolution de la biodéposition des élevages.

Le produit du nombre des individus par leur biodéposition moyenne représente la totalité des rejets (matières fécales et pseudofécales) des mollusques élevés dans l'étang. Ce calcul présente l'intérêt de chiffrer d'une certaine façon l'activité biologique des élevages et sa variation sous l'effet des changements quantitatifs et qualitatifs des biomasses. Pour les moules, la biodéposition, évaluée à 39 015 t en poids sec par an en 1980, n'atteindrait plus que 27 033 t en 1984. Pour les huîtres, les mêmes années, les tonnages respectifs seraient de 19 844 et de 27 565 t.

La biodéposition totale passerait, de 1980 à 1984, de 58 859 à 54 598 t par an. Ainsi, malgré l'augmentation de la biomasse, il est très probable que la biodéposition ait diminué. On arrive à la même conclusion si l'on retient pour la biodéposition des huîtres des valeurs plus élevées, valeurs qui, selon HAVEN et MORALES-ALAMO, peuvent atteindre 0,23 g de rejet sec par individu et par jour. En opérant une simulation avec cette valeur, on obtient toujours une diminution de la biodéposition (65 860 à 64 326 t par an). L'explication de cette évolution se trouve dans le fait que la biodéposition moyenne des huîtres est plus faible que celle des moules au point que l'incidence de l'augmentation du tonnage des huîtres ne compense pas celle de la diminution des moules.

Impact de l'augmentation du nombre de tables.

Pour permettre une meilleure comparaison des résultats, tous les calculs ont été effectués sur la base fixe des 2 085 tables qui existaient en 1980. Or, en quatre ans, ce nombre de tables a évolué : 400 tables nouvelles environ ont été plantées. Les biomasses sont donc sous-évaluées. Nous allons donc, pour 1984, fournir les résultats en fonction du nombre réel de nouvelles tables existant (tabl. 7).

TABL. 7. — Evaluations pour 1984 avec 2 407 tables neuves.
Evaluations for 1984 with 2 407 new tables.

	Huître	Moule	Total
Biomasse (en tonnes \pm 1 000 t)	31 690	9 687	41 377
Filtration (m ³ par jour)	114.10 ⁶	54.10 ⁶	168.10 ⁶
Biodéposition (tonne poids sec par an)	32 774	32 141	64 915

Conclusion.

La méthode statistique utilisée dans cette étude permet d'évaluer la biomasse de mollusques en élevage en précisant les proportions relatives d'huîtres et de moules. Les résultats sont obtenus avec une incertitude de 1 000 t autour de la moyenne, donc avec une variation de 10 à 15 %, ce qui peut être considéré comme une bonne précision. Pour les résultats, soulignons la mise en évidence de la dominance du tonnage en huîtres par rapport aux moules, dominance apparue au cours des dernières années et qui a tendance à s'accroître. Cela permet une réflexion cohérente quant aux conséquences d'un tel phénomène à l'égard de la capacité biotique du milieu, montrant qu'une augmentation du tonnage en huîtres a un impact sensiblement inférieur à celui qu'aurait le même accroissement de tonnage en moules sur le prélèvement de nourriture dans le milieu.

Ce résultat est essentiel pour l'appréciation de l'équilibre à trouver entre capacité biotique et charge des mollusques consommateurs. Il faudrait aussi en tenir compte dans l'hypothèse où des réglementations visant à réduire les charges seraient envisagées. En effet, il en résulte que la mesure souvent préconisée pour l'étang de Thau de limiter le nombre de cordes par table est trop simpliste. Il faudrait en réalité faire la distinction entre charge en huîtres et en moules, entre huîtres collées et sur collecteurs, entre naissains et adultes, etc. C'est-à-dire que, si réglementation il doit y avoir, les scientifiques pourront fournir des indications et des normes de base, mais l'application sera difficilement contrôlable dans la pratique ; il faudra probablement agir plutôt par persuasion et on devra sans doute s'en remettre davantage au bon sens et à la bonne volonté des conchyliculteurs.

Cela dit, il faut rappeler que si cette étude apporte une connaissance relativement précise des biomasses en élevage, elle ne peut permettre à elle seule de savoir s'il y a équilibre ou non entre la capacité biotique du milieu et la charge de consommateurs. L'étude de la biomasse doit être intégrée dans un ensemble plus vaste prenant en compte un inventaire de tous les compétiteurs et incluant des paramètres physico-chimiques et biologiques. Le point le plus délicat sera certainement d'arriver à quantifier la valeur nutritive des différents éléments du plancton.

En ce qui concerne le phénomène d'abandon progressif des moules au profit des huîtres, si le point de vue économique a joué (huître rapportant plus que la moule), il n'est probablement pas le seul. Il ne faut pas exclure le fait que depuis plusieurs années la qualité de la moule a été beaucoup plus souvent déficiente que par le passé ; cela pourrait d'ailleurs peut-être indiquer que la limite de charge en mollusques consommateurs a souvent été atteinte et même parfois dépassée. Quoi qu'il en soit, il est impossible de se prononcer à ce sujet avec certitude tant qu'on n'aura pas davantage de données précises sur le plan qualitatif. C'est pour cette raison que le laboratoire Recherches aquacoles de l'IFREMER a décidé d'intensifier les efforts dans cette direction dès maintenant et au cours des années à venir. Il le fera en multipliant les observations sur les mollusques en divers points de l'étang, d'une part, et, d'autre part, en mettant au point dès 1985 un programme d'enquêtes périodiques chez les conchyliculteurs ayant comme objectif de préciser et d'expliquer l'évolution des biomasses et de leur qualité en cours d'année.

BIBLIOGRAPHIE

- ARAKAWA (K.Y.), 1970. — Scatological studies of the bivalvia (mollusca). — *Adv. Mar. Biol. Londres. Academic Press*, **8** : 307-346.
- BAYNE (B.L.), WIDDOWS (I.) et THOMSON (R.J.), 1976. — Physiological integration, Marine mussels, their ecology and physiology. — *In* : Marine mussels, Cambridge University Press : 261-291.
- BERNARD (F.). — Nutrition of *Crassostrea gigas* (Thunberg 1775) : an aspect of estuarine energetics. — Ph. D. thesis London, 448 p.
- HAMON (P.-Y.) et TOURNIER (H.), 1981. — Estimation de la biomasse en culture dans l'étang de Thau (été 1980). — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 313.
- HAVEN (D.S.) et MORALES-ALAMO (R.). — Biodeposition as a factor in sedimentation of fine suspended solids in estuaries. — *Geol. Soc. Americ. mem.*, **133** : 121-130.
- SNEDECOR (G.W.), 1946. — Statistical methods. — 4th ed. Iowa state college Press. Ames. Iowa, 485 p.
- TOURNIER (H.), HAMON (P.-Y.) et LANDREIN (S.), 1981 (1982). — Synthèse des observations réalisées par l'I.S.T.P.M. sur les eaux et le plancton de l'étang de Thau de 1974 à 1980. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **45** (4) : 283-318.
- WALNE (P.R.), 1972. — The influence of current speed, body size and water temperature of the filtration rate of five species of bivalves. — *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **52** : 345-374.