

RÉPARTITION DE LA CHLOROPHYLLE *A* DANS L'ÉTANG DE THAU : RICHESSSE NUTRITIVE POUR LES MOLLUSQUES D'ÉLEVAGE

Henri TOURNIER et Yves PICHOT

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

Abstract

This study concerns the determination of phytoplanktonic pigment concentrations in the lagoon of Thau at 14 sampling stations which were prospected 36 times during the year 1986. The evolution of the main pigment abundance (chlorophyll *a*) is described for the whole year. Areas corresponding to different mean annual abundances are established and compared to the areas determined in a precedent study by their hydrological characteristics. The influence of the main winds appears and gives an idea about the resulting currents. The object of this work is to know if the phytoplanktonic pigment abundance is related to the nutritive richness of the lagoon water where oysters and mussels are bred.

Résumé

La concentration en pigments phytoplanktoniques est analysée à 14 stations réparties dans l'étang de Thau, prospectées 36 fois au cours de l'année 1986. L'évolution de l'abondance du pigment principal, la chlorophylle *a*, est décrite sur l'ensemble de l'année. Une zonation de l'abondance moyenne annuelle est définie et comparée à une zonation hydrologique déjà établie dans une étude antérieure. L'influence des vents dominants apparaît et fournit quelque idée des courants créés. Cette étude a été entreprise pour savoir dans quelle mesure l'abondance en pigments phytoplanktoniques est un bon reflet de la richesse nutritive du milieu pour les filtreurs, huîtres et moules, élevés dans l'étang.

Introduction.

L'étang de Thau produit quelque 20 000 tonnes de coquillages d'élevage, huîtres et moules, chaque année (HAMON et TOURNIER, 1986). Des fluctuations de cette production sont toutefois observées. Elles sont quelquefois dues à des causes exceptionnelles telles que « malaïgue » en été ou coup de froid sévère en hiver. Au cours des années dites normales en raison de l'absence d'un événement néfaste majeur, l'explication du résultat plus ou moins bon de la culture annuelle fait appel à une multitude de paramètres hydrobioclimatologiques dont nous ne disposons pas et dont l'intégration est vraisemblablement assez complexe. En revanche un facteur, lui-même déterminé par l'intégration de nombreux paramètres, se trouve sans doute bien corrélé avec la croissance des mollusques, c'est la quantité de particules alimentaires présentes dans le milieu et susceptibles d'être ingérées.

De nombreux auteurs s'accordent actuellement pour penser que la nourriture des huîtres et des moules est principalement constituée de particules de dimensions inférieures à 50 ou 100 μm . Il s'agit donc pour une bonne part de phytoplanktonites dont l'abondance peut être connue à travers la mesure de leurs pigments, d'autant qu'il s'agit d'une population naturelle, de composition variable au cours de l'année mais toujours multispécifique. C'est pourquoi, l'IFREMER-Sète a entrepris d'évaluer en 1986, à différentes stations, la croissance des mollusques d'une part et d'autre part la richesse alimentaire du milieu connue à travers la mesure des pigments du phytoplankton de moins de 50 μm . Cette limite supérieure a été choisie d'après les examens de contenus digestifs réalisés à Thau (RAIMBAULT, 1966 ; TOURNIER et LAFFONT, 1985). Faut de certitude quant à la taille minimale des particules retenues par les mollusques, il n'a pas été fixé de limite inférieure. Cette première publication présente les résultats relatifs aux analyses pigmentaires.

Méthode et plan de l'étude.

Dans l'étang, 14 stations ont été réparties afin de comparer l'intérieur des trois zones conchylicoles A, B, et C (fig. 1), leur pourtour et le centre non concédé de la lagune. Quelques essais et plusieurs vérifications ayant montré qu'il n'existe pas de stratification verticale notable de l'abondance du phytoplancton des eaux libres de Thau, nous avons choisi de travailler au niveau de référence de - 1 mètre. Les différences entre la subsurface et le niveau proche du fond sont en effet généralement inférieures à 5 %, fait peu surprenant compte tenu des écarts minimes déjà constatés quant aux caractéristiques hydrologiques.

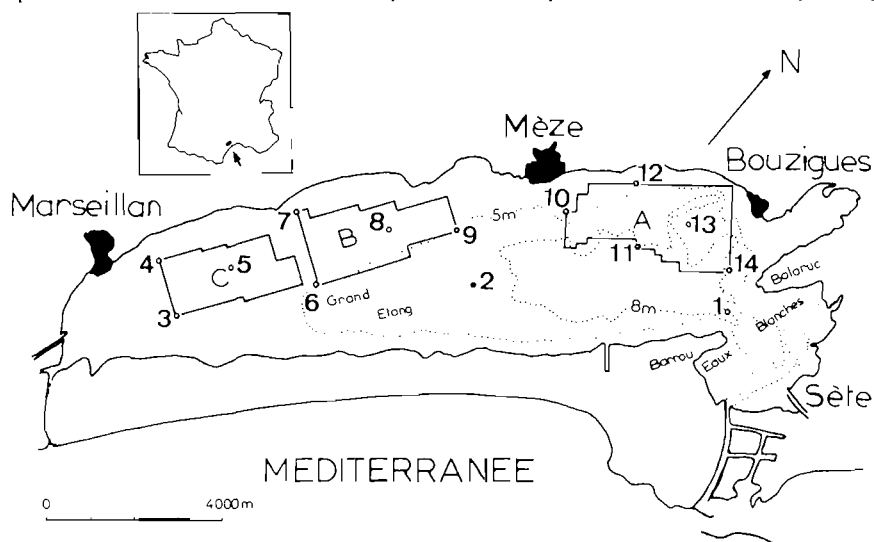


FIG. 1. — Plan des stations et situation des zones conchylicoles.

Situation of the shell fish culture areas (A, B and C) in the Thau lagoon and location of sampling stations (from 1 to 14).

Les 14 stations ont été prospectées au cours de 36 campagnes, entre le 27 janvier et le 22 décembre 1986, ce qui représente 499 informations. Sachant par une étude hydrologique antérieure (TOURNIER *et al.*, 1981 (1982)) que les divers paramètres varient selon un gradient qui va de l'entrée à l'extrémité de l'étang et que de ce fait une station-test, bien choisie, caractérise toute une zone de la lagune, nous avons considéré qu'il en est de même pour la répartition du phytoplancton. En conséquence nous avons privilégié la fréquence dans le temps du recueil des informations afin de pouvoir distinguer une évolution au cours de l'année et établir des moyennes d'abondance du phytoplancton des divers secteurs qui soient comparables entre elles et aussi représentatives que possible de la réalité. Soulignons ici qu'en dépit de la fréquence des données, les différentes moyennes sont biaisées du fait de la discontinuité de l'information et qu'il est un peu hasardeux de vouloir comparer une moyenne générale établie pour 1986 avec celle d'une autre année pour un facteur aussi fluctuant. En revanche, les moyennes établies pour les différentes stations, au sein de la seule année 1986 sont parfaitement comparables et sont susceptibles de conduire à la définition de zones d'abondance différentes.

Les analyses ont été pratiquées après dégrillage d'un litre d'eau sur une toile en acier inoxydable de 50 μm de vide de maille et filtration sur membrane Whatman GF/C imprégnée d'hydroxycarbonate de magnésium. L'extrait dans l'acétone à 90 % conservé une nuit, a été passé au spectrophotomètre Perkin-Elmer 550 SE et analysé aux différentes longueurs d'onde utiles (AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983).

La chlorophylle *a*, en tant que pigment principal de la photosynthèse a été essentiellement utilisée dans ce travail. Son calcul a été fait en employant la formule établie par le groupe de travail SCOR-UNESCO (1966), la plus généralement retenue, les résultats obtenus avec les formules de STRICKLAND et PARSONS (1963) ou de JEFFREY et HUMPHREY (1975) étant très voisins.

Une autre expression des résultats découlant des mesures spectrophotométriques a été retenue. Etablie en Méditerranée elle s'exprime directement en milligrammes de plancton sec sans cendre par mètre cube d'eau et tient compte du fait que les différentes espèces phytoplanctoniques n'ont pas la même composition pigmentaire. Il s'agit de la biomasse (mg/m^3) calculée de MARGALEF (1960) selon la formule :

$$B = [60 (D_{430}^3 / D_{665}^2)] 10/V$$

où D est la densité optique, V le volume filtré en litre et pour un trajet optique en cuve de 1 cm.

Les indices de Moss et de Margalef ont été calculés systématiquement, pour obtenir des indications qualitatives sur la nature et l'état physiologique du phytoplancton en fonction de l'époque et des zones distinguées à l'intérieur de l'étang.

Rappelons que l'indice de Margalef est le rapport des densités optiques à 430 et à 665 nm, la première indiquant plutôt l'abondance des caroténoïdes fréquents chez les dinoflagellés et la seconde celle de la chlorophylle *a*, mieux représentée chez les diatomées. Pour une valeur comprise entre 3 et 3,5 cet indice indique une communauté phytoplanctonique à multiplication active, principalement composée de diatomées ; pour une valeur allant de 4,5 à 6 il indique une communauté sénile où la nutrition est déficiente et où les dinoflagellés sont beaucoup plus fréquents (MARGALEF, 1960).

Quant à l'indice de Moss, rapport des densités optiques à 430 et 410 nm, il exprime la proportion entre chlorophylle *a* et sa forme dégradée, la phéophytine *a*. Pour une valeur de 1,4 le pigment n'est pas dégradé et la population est en développement, à 0,95 la dégradation est de 50 % et pour 0,65 la population est dégénéréscente ou il s'agit de détritus, la chlorophylle *a* étant dégradée à 100 % (MOSS, 1967).

En raison du nombre de campagnes, un regroupement des données a été possible pour déterminer l'influence moyenne des vents sur la répartition du phytoplancton. On sait que l'effet de ce facteur atmosphérique sur le milieu est majeur dans la région.

Résultats.

Pour donner un aperçu global des valeurs observées à Thau au cours de l'année 1986, la figure 2 présente, pour chaque analyse, la correspondance entre la concentration en chlorophylle *a* et la biomasse, ainsi que la gamme de variation de ces facteurs.

Sur près de 500 mesures, nous voyons que la teneur en chlorophylle *a* est inférieure à 3 mg/m³ dans 92 % des cas et inférieure à 5 mg/m³ dans 95 % des cas. Elle a atteint exceptionnellement des valeurs

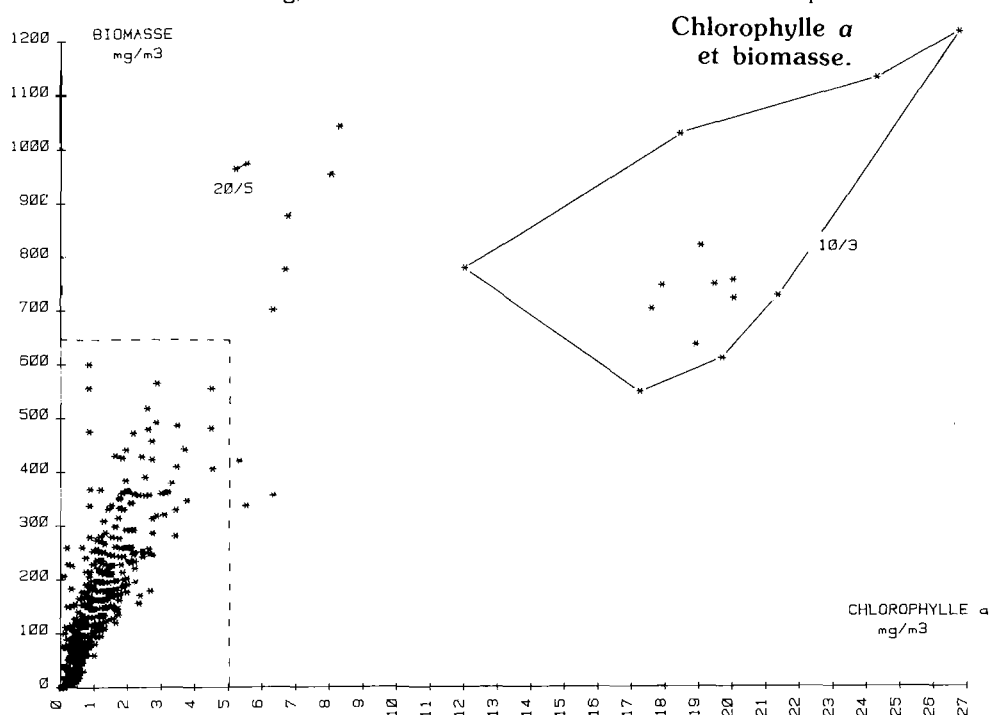


FIG. 2. — Relation entre la concentration en chlorophylle *a* et la biomasse selon la formule de Margalef.
Relationship between chlorophyll *a* concentration and biomass according to Margalef formula.

allant de 12 à 27 mg/m³, le 10 mars, « pic » correspondant à un « bloom » phytoplanctonique. Un tel « bloom » intense avait été observé en 1985 mais au début de février avec une valeur de 19 mg/m³.

En biomasse, la plupart des valeurs sont inférieures à 500 mg/m³ ; à l'occasion des blooms les plus intenses ces valeurs sont sensiblement doublées, alors que les valeurs correspondantes de la chlorophylle se trouvent multipliées par plus de 5. Ce dernier fait tient à ce que les blooms souvent à tendance monospécifique lorsqu'ils sont intenses, peuvent être de natures différentes : bloom constitué principalement de diato-

mées, lesquelles sont relativement riches en chlorophylle par rapport aux pigments secondaires ou bloom principalement constitué de dinoflagellés relativement pauvres en chlorophylle. Le bloom général du 10 mars, très riche en chlorophylle a été identifié comme étant une prolifération de la diatomée *Skeletonema costatum*, correspondant à une biomasse de l'ordre de 900 mg/m³. Par contre, celui du 20 mai, beaucoup moins riche en chlorophylle, est dû à une prolifération du dinoflagellé *Prorocentrum minutum* et représentait aussi une biomasse de l'ordre de 900 mg/m³. Ceci montre l'effet régulateur, apparemment obtenu, lorsqu'on exprime la richesse du milieu en biomasse plutôt qu'en chlorophylle a, cette première expression tenant compte du fait que les grands groupes phytoplanctoniques n'ont pas la même composition pigmentaire moyenne.

Evolution de la teneur en chlorophylle a et de la biomasse au cours de l'année (fig. 3 et 4).

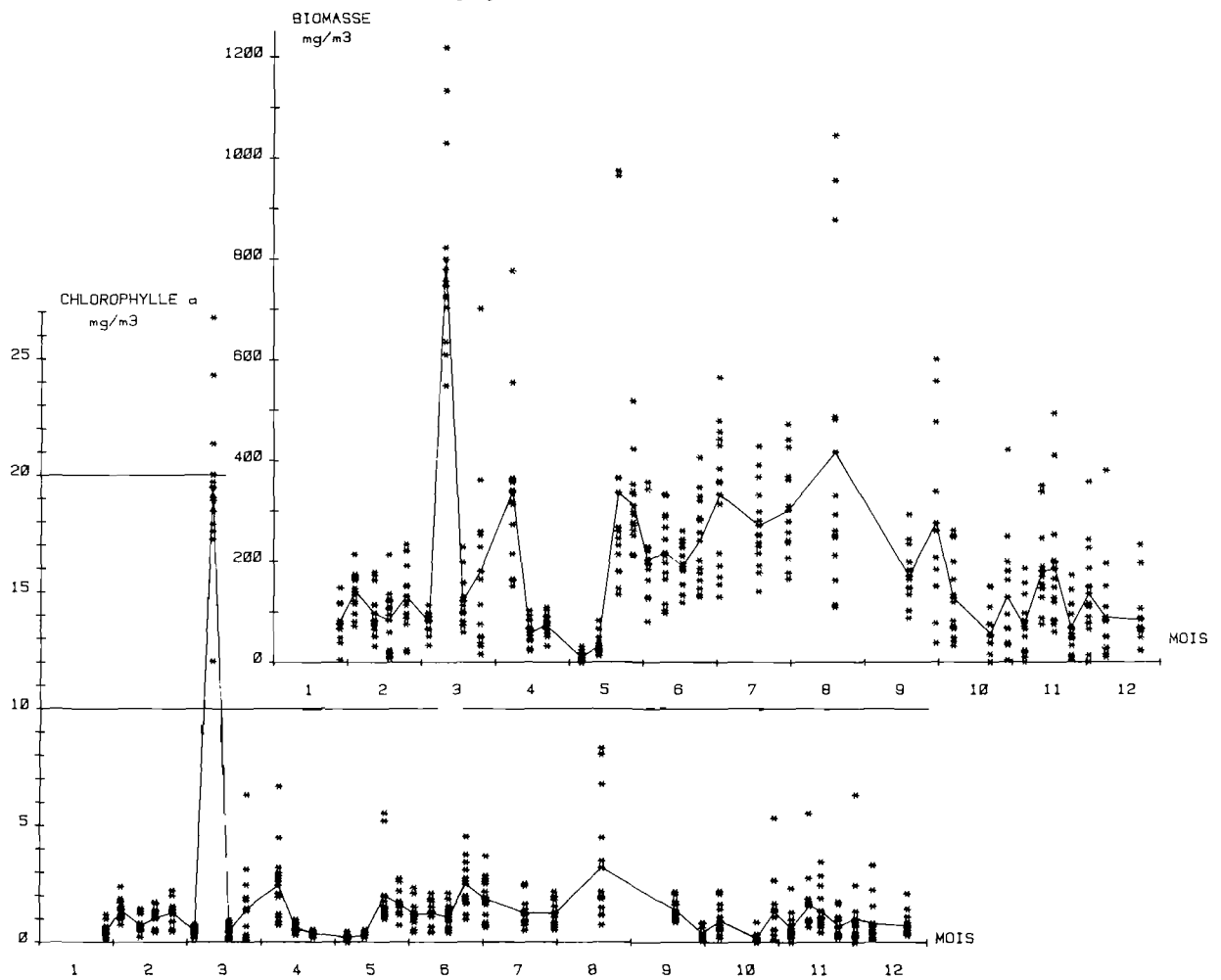


FIG. 3 et 4. — Evolution des teneurs en chlorophylle a de la biomasse pour l'ensemble des stations en 1986.
Evolution of the amount of chlorophyll a and evolution of the biomass for all the sampling stations in 1986.

La période de l'année la plus régulièrement riche en chlorophylle a et en biomasse va de mai à octobre : la courbe en biomasse rend compte d'une augmentation bien marquée de l'hiver à l'été puis d'une décroissance nette jusqu'à l'hiver suivant. Cette seconde courbe correspond assez bien à celle de la simple mesure du volume total de plancton recueilli au filet qui avait été établie entre 1974 et 1980 (TOURNIER *et al.*, 1981 (1982)).

En mars, la très forte élévation des deux moyennes est due à l'avènement d'un seul bloom, qui se trouve être le plus fort de l'année, les autres valeurs observées au cours de ce mois étant assez basses. L'interprétation que l'on peut donner de cette prolifération exceptionnelle d'une espèce phytoplanctonique vers la fin de l'hiver peut se trouver dans le fait qu'il s'agit de l'époque où la relance des activités biologiques sous l'effet des premiers accroissements annuels de la température se produit dans un milieu que les phéno-

mènes de reminéralisation hivernale ont fortement enrichi en sels nutritifs, notamment en nitrates. Quant à la faiblesse de la moyenne établie pour le mois d'avril, elle est à mettre en rapport avec le puissant développement des macrophytes comme *Sargassum muticum*, qui exercent à cette époque une forte ponction sur les sels nutritifs.

Par ailleurs, étant donné la bonne fréquence des informations recueillies, nous voyons que la richesse moyenne de l'étang évolue souvent de façon assez progressive, une tendance se maintenant quelquefois pendant près d'un mois, comme entre le 20 mai et le 16 juin. Par contre, lorsqu'une prolifération phytoplanctonique d'une densité extrêmement élevée se produit, comme celle du 10 mars, il ne peut s'agir que d'un phénomène labile, d'une durée maximale de quelques jours.

L'effet de tels blooms sur l'alimentation des coquillages ne doit pas être surestimé : en effet, non seulement ils sont de courte durée mais de plus, dans un milieu qui est de fait régulièrement assez riche pour assurer une bonne croissance, ces blooms sont une surabondance d'aliments potentiels qui ne sont utilisés que pour une faible part, le seuil de satiété alimentaire étant alors rapidement atteint chez les mollusques. L'important pour la croissance de ces derniers est beaucoup plus le niveau moyen de richesse qui s'établit sur de longues périodes, l'animal réglant son pouvoir de filtration en fonction des fluctuations de cette richesse.

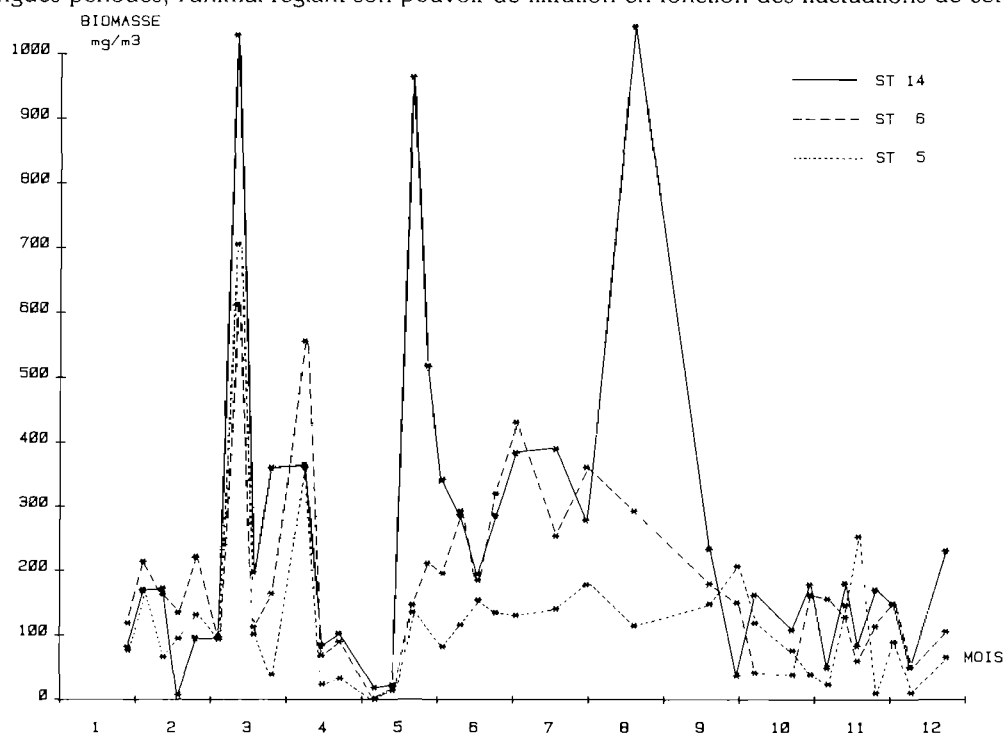


FIG. 5. — Evolution de la biomasse aux stations 14, 6 et 5.

Evolution of the biomass at the stations 14, 6 and 5.

Variabilité spatio-temporelle.

En ce qui concerne la variation des deux paramètres étudiés au cours de chaque campagne, nous voyons que le plus souvent les 14 valeurs recueillies d'une extrémité à l'autre de l'étang, sont bien groupées et que le décalage entre les maxima d'une part et les minima d'autre part de deux campagnes consécutives est du même ordre de grandeur. Ceci signifie que les populations phytoplanctoniques varient en même temps et dans le même sens dans l'ensemble de l'étang. En effet la composition de la flore phytoplanctonique est sensiblement la même dans toute la lagune. Les différences observées d'un secteur à l'autre sont, comme nous le verrons plus loin, essentiellement d'ordre quantitatif.

Il arrive que le groupement des 14 données d'une même campagne soit moins serré ; il s'agit alors d'une période de forte multiplication cellulaire, correspondant à l'avènement d'une espèce phytoplanctonique particulière qui commence à proliférer en un secteur donné de l'étang, secteur bénéficiant en quelque sorte de quelques heures d'avance. Le lieu du démarrage de ces proliférations se situe le plus souvent à proximité de l'entrée des eaux de la mer et ceci, bien évidemment, chaque fois que la ou les espèces en voie de développement sont d'affinité marine. Sur 9 situations de ce type, la plus forte teneur en chlorophylle *a* se situait en effet à l'une des 3 stations 1, 14 ou 11. Il n'est pas exclu cependant qu'un bloom d'une espèce présente dans l'étang démarre dans un secteur éloigné de la communication avec la mer lors de conditions locales éminemment favorables ; dans ce cas l'ensemble de la lagune participe rapidement à ce bloom.

Ayant envisagé la dispersion des 14 valeurs au cours des diverses campagnes, leur ordonnancement reste à préciser. C'est assez régulièrement que certaines stations sont les plus riches ou les plus pauvres, ce qui suggère d'ores et déjà la présence de gradients de richesse notamment selon l'axe principal de l'étang, comme cela a été montré pour les paramètres hydrologiques. Pour illustrer ce fait, la figure 5 fournit l'évolution de la biomasse à la station 14 proche de la mer, à la station 6 placée beaucoup plus loin et à la station 5 qui se trouve non seulement vers l'extrémité distale de la lagune mais de plus à l'intérieur de la zone conchylicole C. La station 14 est presque toujours la plus riche dont la valeur moyenne sur l'année s'établit bien au-dessus des deux autres. La station 6 est généralement de valeur intermédiaire lors d'un simple déphasage de quelques heures dans la multiplication planctonique ou par temps de vent et de courants qui agissent fortement sur la répartition des masses d'eau de Thau. Quant à la station 5, sa pauvreté relative est évidente et s'explique non seulement par l'appauvrissement général de la lagune d'est en ouest mais aussi par l'effet de prédation exercé par les coquillages filtreurs sur le phytoplancton, effet porté à son maximum à l'intérieur des zones de culture comme vraisemblablement à l'intérieur de chaque table d'élevage.

Indices de Margalef et de Moss.

Les valeurs de l'indice de Margalef en fonction du temps, obtenues en 1986, montrent que l'on trouve à Thau essentiellement un plancton à diatomées à multiplication active ($< 50 \mu\text{m}$). On identifie bien le bloom à *Skeletonema* du 10 mars comme une des plus faibles valeurs (fig. 6). Pendant la période chaude,

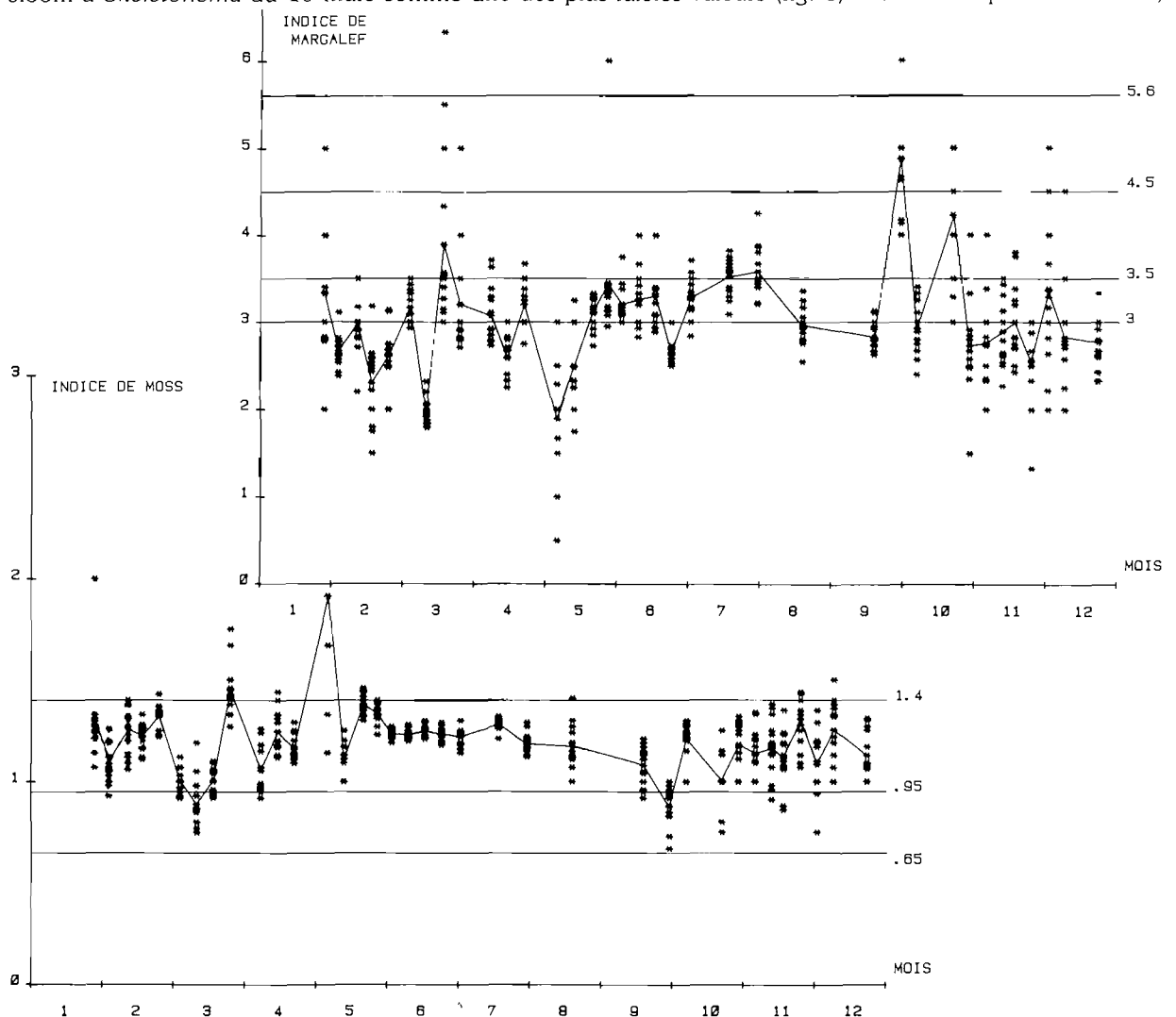


FIG. 6 et 7. — Evolution de l'indice de Margalef et de l'indice de Moss en 1986.
Evolution of Margalef index and Moss index in 1986.

de mai à octobre, ce plancton paraît plus mélangé ce qui coïncide avec un appauvrissement de la lagune en azote et une raréfaction des blooms à diatomées ; cette évolution ne conduit qu'exceptionnellement à un plancton typique à dinoflagellés, ce qui semble s'observer plus facilement au début de l'automne et s'est réalisé une fois en 1986, le 29 septembre, ainsi que passagèrement en quelques secteurs très localisés.

La figure 7 présentant les variations de l'indice de Moss conduit sensiblement aux mêmes conclusions que l'étude du précédent. Les populations phytoplanctoniques présentes dans l'étang ne sont presque jamais en état de dégénérescence avec le plus souvent plus de 60 % de chlorophylle *a* non dégradée. Ce pourcentage s'est nettement affaibli à l'occasion du bloom de diatomées du 10 mars et seulement aux stations où ce bloom intense avait dépassé son maximum pour subir le phénomène d'effondrement démographique connu en tel cas. Le même abaissement s'est produit à l'occasion du bloom à dinoflagellés du 29 septembre ainsi que localement au cours de l'automne.

Ces deux indices fournissent des résultats du même ordre : il n'y a pas en moyenne de grande variation spatiale de la qualité du plancton dans l'ensemble de l'étang. En effet le premier indice est partout voisin de 3 et le second de 1,2. De façon générale la moitié orientale de l'étang est occupée par des populations à développement légèrement plus actif et un peu plus riches en diatomées par comparaison à la moitié occidentale. Il est possible que dans cette dernière, du fait de sa bathymétrie nettement moins importante, une certaine remise en suspension dans l'eau de biodépôts en voie de dégradation explique cette légère différence.

Définition de zones d'abondance annuelle moyenne dans l'étang.

La richesse alimentaire à chacune des 14 stations permet de définir cartographiquement les zones qui ont offert la plus grande ou la plus faible quantité d'aliments aux coquillages de l'étang sur l'ensemble du cycle annuel à comparer avec l'accroissement du coquillage depuis sa mise en culture dans l'étang - cette formulation des résultats intéresse au premier chef les conchyliculteurs et caractérise approximativement l'ensemble de l'année.

Stations	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Chlor.	2,15	2,03	1,31	1,34	1,12	1,75	1,79	1,52	1,77	1,68	1,93	1,53	1,09	2,11
Biomasse	259	221	137	151	122	183	188	159	202	191	198	163	132	254

TABL. 1. — Moyennes annuelles de la concentration en chlorophylle *a* (mg/m^3) et de la biomasse (selon Margalef) aux 14 stations prospectées.

Annual means of chlorophyll a (mg/m^3) and biomass (by Margalef) at the 14 sampling stations.

Dans l'étang la répartition du plancton (tabl. 1) obéit à des gradients, de la même manière que les facteurs hydrologiques, les interpolations des valeurs entre les stations faites systématiquement pour les 36 campagnes ayant toujours donné lieu à une configuration cohérente, simple et jamais à une répartition en mosaïque d'où l'usage d'interpolation graphique pour l'établissement de cartes d'une situation globale moyenne cohérente. Pour comparer les diverses moyennes (tabl. 1) nous avons tenté d'utiliser différents tests (t, F) qui se sont montrés sans intérêt, perdant toute leur puissance lorsqu'ils portent sur des séries non normales, ce qui est ici le cas.

Notre étude hydrologique de l'étang (1974 à 1980) décela une dégradation des paramètres allant d'une zone 1 à une zone 4, dans cette dernière on observe les plus fortes variations de température et de salinité (fig. 8A). La zone 4 est généralement la plus riche en phosphates et en oxygène dissous, la plus pauvre en nitrates et en nitrites alors que son pH demeure le plus élevé.

La figure 8B, représentant la répartition moyenne de la concentration en chlorophylle *a*, montre que le secteur I, le plus riche (1,80 à 2,15 mg/m^3) est en rapport avec l'étang des Eaux Blanches et l'ouverture sur la mer. Il se développe dans le centre de l'étang, affectant la bordure sud de la zone A et atteignant celle de la zone B qu'il ne fait qu'effleurer. Il tend à pénétrer dans le vaste espace ménagé, libre de tables d'élevage, entre ces zones. Le secteur II, d'une richesse moindre (1,50 à 1,80 mg/m^3) que celle du précédent mais encore importante (triple de celle de la mer) intéresse la totalité de la zone B, le début de la zone C et une partie de la zone A. Le secteur III (1,09 à 1,50 mg/m^3) couvre les deux tiers occidentaux de la zone C et le centre de la zone A.

La gradation hydrologique définie par la figure 8A ne se retrouve pas strictement dans cette configuration ; la différence est due à l'effet de prédation exercé sur le phytoplancton par les millions de mollusques concentrés dans les zones conchylicoles. En l'absence de zones d'élevage il est vraisemblable que nous aurions observé un bon recouplement entre les deux cartes, la production phytoplanctonique étant étroitement liée

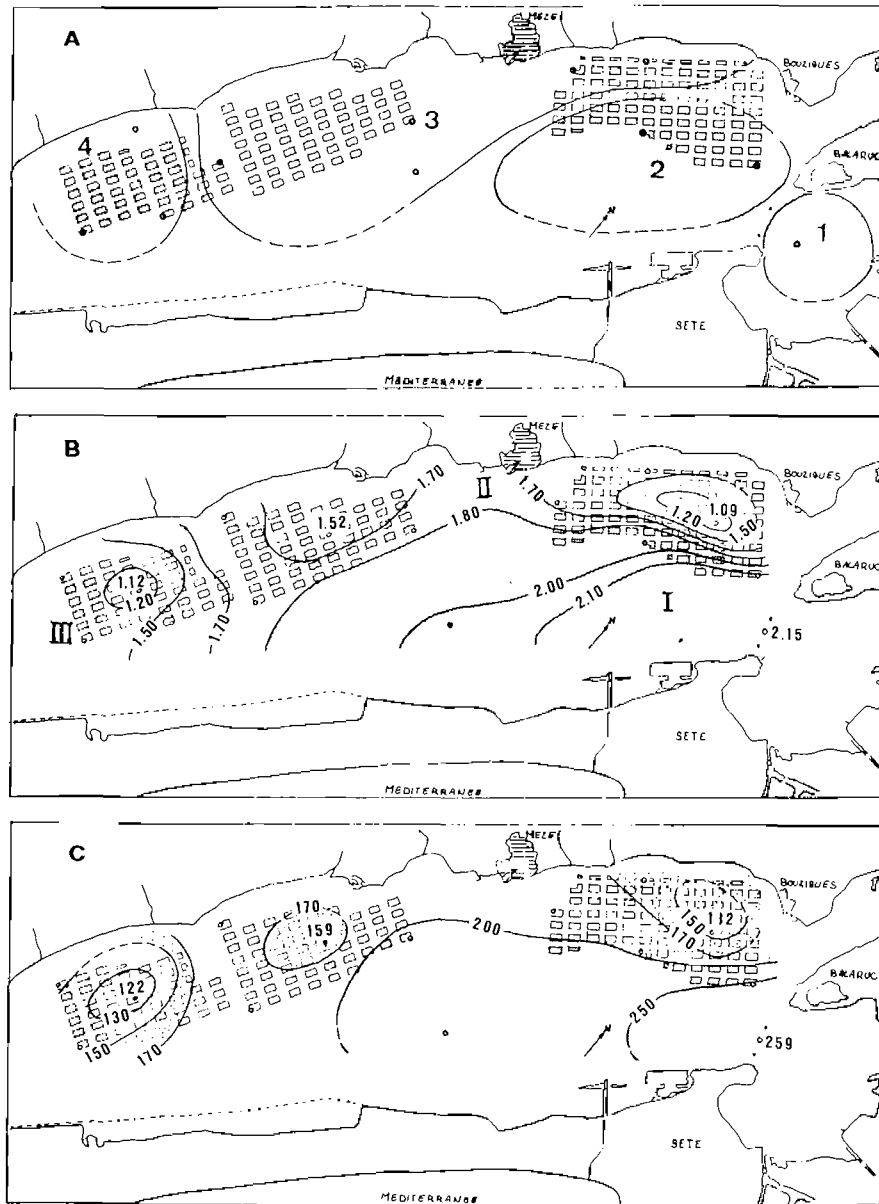


FIG. 8. — A : rappel de la situation des zones hydrologiques, définies par l'étude des données recueillies de 1974 à 1980. B : répartition moyenne de la concentration en chlorophylle a, (en mg/m³) du phytoplancton inférieur à 50 µm, en 1986. C : répartition moyenne de la biomasse en éléments inférieurs à 50 µm, en 1986.

A : Hydrological zonation in the Thau lagoon determined by the study of data collected between 1974 and 1980. B : Mean distribution of the chlorophyll a (mg/m³) of the phytoplankton smaller than 50 µm, in 1986. C : Mean distribution of the biomass (mg/m³) of the particles smaller than 50 µm, in 1986.

aux conditions physico-chimiques. La richesse du secteur est de l'étang s'explique par la proximité de la mer et par la profondeur lui conférant un rôle de réserve. Les eaux de ce secteur perfusent plus ou moins, selon le vent et les courants, les régions avoisinantes. En zone A, il ne s'étend guère au-delà des 6 premières rangées de tables de la bordure sud, car la prédation y est intense. En effet, la densité des cultures de

la zone A est la plus forte de la lagune : l'écartement des tables est moindre qu'en zone B et C et la longueur des éléments où sont fixés les mollusques est plus importante, si bien que cette zone produit sensiblement le même tonnage de coquillages que les deux autres réunies. La zone B, bien que plus éloignée du grau bénéficie d'une relative richesse non seulement du fait que l'écartement des tables y est plus grand, le tonnage total de mollusques bien plus faible et donc la puissance de la prédation moindre qu'en zone A, mais aussi parce qu'elle se trouve dans l'axe des sondes de 8 à 5 mètres qui la relie à l'entrée de l'étang et favorise peut-être occasionnellement sa pénétration. La zone B, peu profonde est intéressée par les mouvements de la tranche supérieure des eaux (0-5 m), la plus mobile, et les grands « couloirs » ménagés entre les blocs de tables y sont orientés dans la direction du vent dominant. Pour ses deux tiers la zone C apparaît comme la moins riche car située dans le secteur III, le moins productif de l'étang, sans doute faiblement atteint par les courants entrants. Le secteur le plus pauvre est le centre de cette zone, l'eau qui y parvient ayant déjà subi une forte prédation quelle que soit la direction de sa provenance. Par le même mécanisme le secteur III, pauvre, se retrouve avec des valeurs semblables en plein centre de la zone A, du fait de la forte densité des cultures. Dans cette zone, où l'on observe le plus fort gradient négatif de la richesse entre l'extérieur et le centre, on conçoit que la croissance des coquillages puisse être très différente entre deux tables situées à faible distance l'une de l'autre.

Entre les zone A et B, la richesse s'établit à un niveau relativement élevé par absence de prédation. Il en est de même entre les zones B et C où se trouve aussi une surface d'eau libre et un espacement qui, se situant dans l'axe de l'étang, doit favoriser la pénétration épisodique des eaux riches présentes à faible distance. La moyenne annuelle calculée pour la station 7 (1,79 mg/m³) paraît cependant un peu élevé ; s'agissant de la station la moins profonde du réseau (2,5 m) il est possible que les échantillons aient été quelquefois enrichis par une mise en suspension accidentelle d'éléments du fond. Il est aussi possible que la lisière côtière des zones conchylicoles connaisse une richesse relative, ce qui s'observe à la station 12, le réseau prospecté ne permettant pas d'apporter plus de précision.

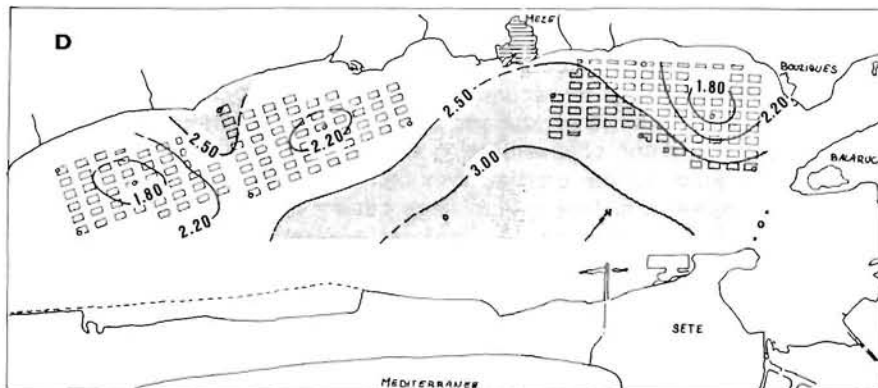
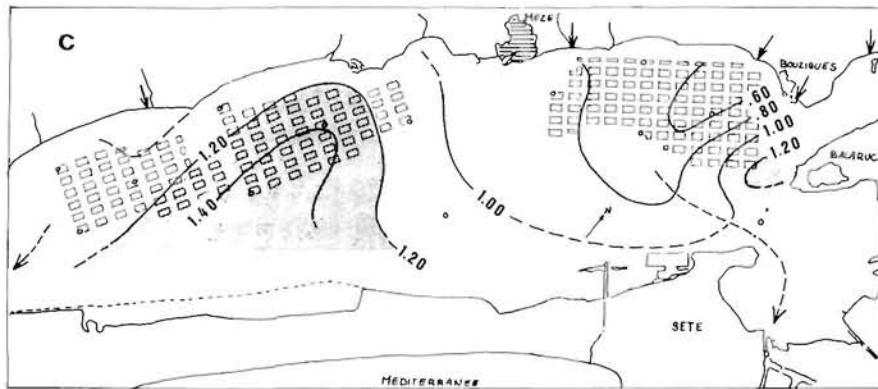
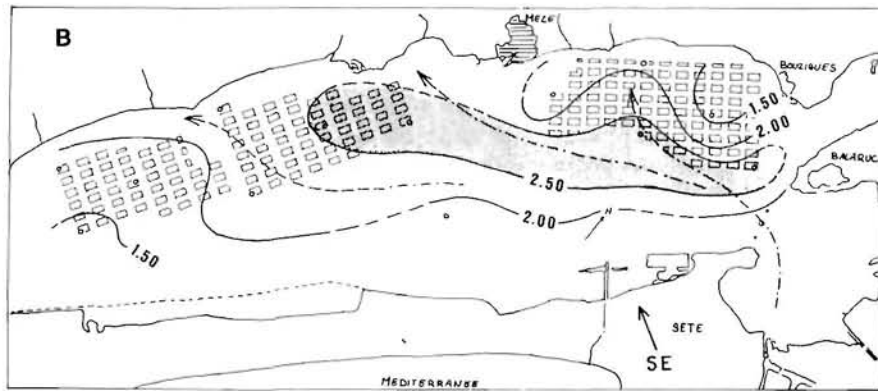
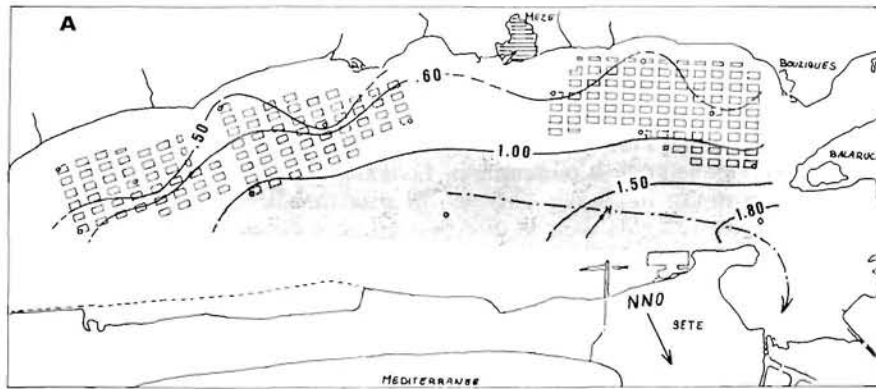
On note l'englobement de la station 9 (fig. 8C) dans le périmètre des eaux les plus riches (> à 200 mg/m³).

Répartition de la chlorophylle *a* en fonction des principaux types de temps observés à Thau.

Ces cartes synthétiques sont la résultante entre la répartition de la richesse intrinsèque des eaux et l'effet de la puissante prédation exercée dans les trois zones conchylicoles. Cependant les courants interviennent aussi. Le nombre de nos données étant assez élevé, nous avons pu cumuler les résultats des campagnes au cours desquelles l'étang s'est trouvé, le jour même ou les jours précédents, sous l'influence d'un vent dominant : nord - nord-ouest souvent appelé « mistral », sud-est, second en fréquence et qui se manifeste plus souvent en été. De la même façon ont été établis l'influence des pluies ainsi que l'aspect correspondant à l'absence de vent.

Lorsque souffle le mistral (fig. 9A), les eaux riches (1,0 à 1,8 mg/m³) se trouvent presque totalement chassées vers le sud-est de l'étang où leur niveau s'élève forçant leur vidange en direction des Eaux Blanches et des canaux de Sète. Ce type de temps correspond donc à un appauvrissement momentané des eaux des zones conchylicoles, ceci de façon plus marquée en zones B et C. L'évacuation des eaux en direction de la mer, est modérée par la section des canaux de Sète. D'autres mouvements secondaires apparaissent : le contexte terrestre, par sa topographie, abrite quelque peu la zone A du vent de nord alors qu'entre Mèze et Marseillan l'effet d'upwelling occasionné paraît plus intense en raison de l'absence de relief côtier. En réalité le phénomène paraît être double ; les eaux du fond des zones B et C aspirées vers le nord puis la surface pour être repoussées vers le sud rencontrent, au moins localement, l'obstacle considérable que représente la masse des tables d'élevages chargées ; ainsi ralenties elles doivent être pour partie reprises dans ce mouvement cyclique. Leur recyclage à travers la forte densité des filtreuses doit contribuer à leur appauvrissement. Il est vraisemblable qu'un second upwelling se trouve créé plus au sud où les eaux plus riches se trouvent aussi recyclées entre le secteur profond et la lisière méridionale des zones conchylicoles jouant, vis-à-vis du vent, le rôle d'une côte artificielle. Ces mouvements demanderaient à être confirmés par des mesures *in situ*. En zone A, une certaine remontée d'eau profonde, riche, est décelée entre les stations 11 et 12 ; elle se produit à la faveur d'un large talweg en relation avec le secteur profond. Au total, le mistral entraîne un appauvrissement des bordures côtières, surtout en zones B et C.

La figure 9B présente l'aspect moyen qui s'établit par vent de sud-est. Sous l'influence de ce vent un courant de remplissage est créé. Les eaux riches qui se situent généralement dans tout le sud-est du bassin se trouvent repoussées vers l'ouest, dans le « grand étang », des eaux de la mer moins riches que les précédentes finissant par envahir l'étang des Eaux Blanches. Dans le « grand étang » ces eaux riches paraissent cheminer dans l'axe des plus grands fonds tout en étant déviées sur leur droite, pénétrant jusqu'à



la côte nord entre la fin de la zone A et le début de la zone C. Le simple remplissage que subit le bassin ne semble pas déterminer de contre-courant notable, mais les secteurs qui ne se trouvent pas dans l'axe de la pénétration apparaissent, par contraste, moins riches. C'est le cas de la zone C et du sud-ouest de l'étang. Dans la zone A, la pénétration est limitée en raison de sa position par rapport au courant principal et de sa densité d'élevage ; quand une avancée des eaux s'y produit, c'est à partir du secteur le plus profond de sa bordure où le courant paraît s'engouffrer et s'accélérer. Au total, par vent de sud-est la zone B et la bordure sud de la zone A bénéficient le plus de l'irrigation produite alors que les secteurs les moins enrichis, peut-être de manière transitoire, sont la zone C et le centre de la zone A.

Les arrivées d'eau douce ont lieu, sur la bordure nord de l'étang, principalement dans le secteur de la zone A et accessoirement en zone C (fig. 9C). La dilution occasionnée semble produire un choc physiologique néfaste pour les populations planctoniques présentes avant les précipitations. En effet les trajets d'évacuation des eaux diluées vers la mer, par les canaux de Sète et par le grau de Pisse-Saumes, sont indiqués par les plus faibles teneurs en chlorophylle *a*. De très fortes dilutions ont peut-être une part de responsabilité dans les mortalités de mollusques de faible taille qui ont été quelquefois observés notamment en zone A.

En l'absence de vent, seule la prédation des élevages agit sur le milieu (fig. 9D). La zone riche est en rapport avec l'entrée de l'étang et son secteur profond, zone de contraste hydrologique. Simultanément au centre de chaque zone conchylicole les valeurs minimales indiquent les maximums de la prédation.

Conclusion.

La détermination de la concentration en chlorophylle *a* des eaux d'une lagune, pratiquée sur un réseau d'observation suffisant et prospecté de manière assez fréquente, apporte à divers égards d'intéressantes précisions écologiques. L'étude réalisée par l'IFREMER-Sète, en 1986, sur l'étang de Thau portait sur la chlorophylle présente dans le phytoplancton de moins de 50 μm de taille, ce dernier étant considéré *a priori* comme une part essentielle de la nourriture des mollusques élevés dans cet étang.

Les premières recherches de corrélation entre l'abondance moyenne de ce paramètre et la croissance de *Crassostrea gigas* en différents points de l'étang, pour l'ensemble de l'année, sont significatives. Des résultats détaillés seront communiqués dans une prochaine publication qui devrait montrer en particulier l'avantage éventuel de l'expression des résultats en biomasse d'après l'équation de Margalef. La variation de la chlorophylle *a* au cours de l'année représente donc bien la variation de la richesse alimentaire du milieu pour les mollusques. De la même manière la cartographie de l'abondance en chlorophylle *a* représente bien la répartition de la richesse alimentaire des eaux. Il apparaît que la variation spatiale de cette richesse est principalement d'ordre quantitatif, les indices de Moss et de Margalef ne variant que très peu à chaque campagne, la composition du plancton étant à tout instant semblable dans l'ensemble de la lagune.

La distribution de la chlorophylle et du phytoplancton correspond à une zonation régulière qui se superpose très sensiblement à la zonation établie pour les caractères physicochimiques du milieu. Les différences entre ces deux répartitions sont le fait de la puissante prédation exercée par les coquillages concentrés dans les zones conchylicoles. Les courants engendrés par les vents souvent violents interviennent aussi et le cumul des données correspondant aux mêmes types de temps permet d'apporter quelque précision quant à l'influence de chacun d'eux.

FIG. 9. — A : répartition moyenne des teneurs en chlorophylle *a* par vent de nord-ouest dominant ; B : par vent de sud-est dominant ; C : en période de pluies ; D : par temps calme.

Mean distribution of the amount of chlorophyll *a* by dominant north-west wind ; B : by dominant south-east wind ; C : during raining periods ; D : during calm periods.

BIBLIOGRAPHIE

- AMINOT (A.) et CHAUSSEPIED (M.), 1983. — Manuel des analyses chimiques en milieu marin. — CNEXO : 395 p.
- HAMON (P.Y.) et TOURNIER (H.), 1984 (1986). — Evolution de la biomasse de mollusques en élevage dans l'étang de Thau de 1980 à 1984. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **48** (1 et 2) : 33-44.
- JEFFREY (S.W.) et HUMPHREY (G.F.), 1975. — New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 et c2 in algae, phytoplankton and higher plants. — *Biochem. physiol. Pflanz. B.P.P.*, **167** : 191-194.
- MARGALEF (R.), 1960. — Valeur indicatrice de la composition des pigments du phytoplancton sur la productivité, composition taxonomique et propriétés dynamiques des populations. — *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **15** (2) : 277-281.
- MOSS (B.), 1967. — A spectrophotometric method for the estimation of percentage degradation of chlorophylls to pheo-pigments in extracts of algae. — *Limnol. Oceanogr.*, **12** : 335-340.
- RAIMBAULT (R.), 1966. — L'alimentation des mollusques phytoplanctonophages. In « *Eléments de planctologie appliquée* ». — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **30** (2) : 112-138.
- SCOR UNESCO, 1966. — Determination of photosynthetic pigments in sea water. Monographs oceanogr. method. — UNESCO, **1** : 69 p.
- STRICKLAND (J.D.H.) et PARSONS (T.R.), 1963. — Discussion of spectrophotometric determination of marine plant pigments with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids. — *J. mar. Res.*, **21** (3) : 155-163.
- 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.
- TOURNIER (H.) et LAFFONT (J.M.), 1985. — Composition de l'alimentation de l'huître creuse *Crassostrea gigas* en milieu naturel. — *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **29** (4) : 4 p.

Manuscrit soumis le 10-4-1987, accepté le 11-6-1987.