

# EVOLUTION SAISONNIERE DE CERTAINS PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET PLANCTONIQUES DES EAUX DU HAVRE DU ROBERT ET DE LA BAIE DE MASSY-MASSY EN MARTINIQUE

par J. MARTINET, C. SAINT-FELIX et A. GUYARD

## *Introduction.*

—Parallèlement aux essais menés sur la biologie de l'huître de palétuviers, *Crassostrea rhizophorae*, lamellibranche autochtone, et sur l'acclimatation éventuelle en Martinique de l'huître japonaise, *Crassostrea gigas*, certains paramètres de l'eau de mer, choisis pour leur importance, ont été régulièrement étudiés d'octobre 1973 à octobre 1974 dans deux stations de la côte atlantique de l'île (fig. 1 et 2). —

Le havre du Robert, baie largement ouverte à la houle atlantique et parcourue par un courant littoral.

L'anse de Massy-Massy, anse fermée à marée basse et alimentée par des eaux provenant du lagon dans lequel elle s'ouvre à marée haute.

Le choix de ces deux stations se justifie en raison, d'une part, de la faible profondeur des eaux littorales, condition qui ne se rencontre pas sur la côte caraïbe où le talus continental est abrupt et, d'autre part, de la présence de mangroves abritant des colonies naturelles d'huîtres locales.

## **Méthodes et techniques.**

Les conditions du milieu ont été définies en déterminant, dans le temps, les variations de la salinité, de la température, des teneurs en oxygène dissous, en sels nutritifs et en chlorophylles ainsi qu'en estimant la richesse en plancton.

A chaque station, la salinité et la température de l'eau ont été déterminées à l'aide d'un salinomètre à induction Beckman. Des échantillons d'eau de surface et de profondeur ont été prélevés à la bouteille à renversement en vue du dosage chimique de l'oxygène dissous et des sels nutritifs. Deux litres d'eau de surface ont été recueillis pour l'étude des chlorophylles.

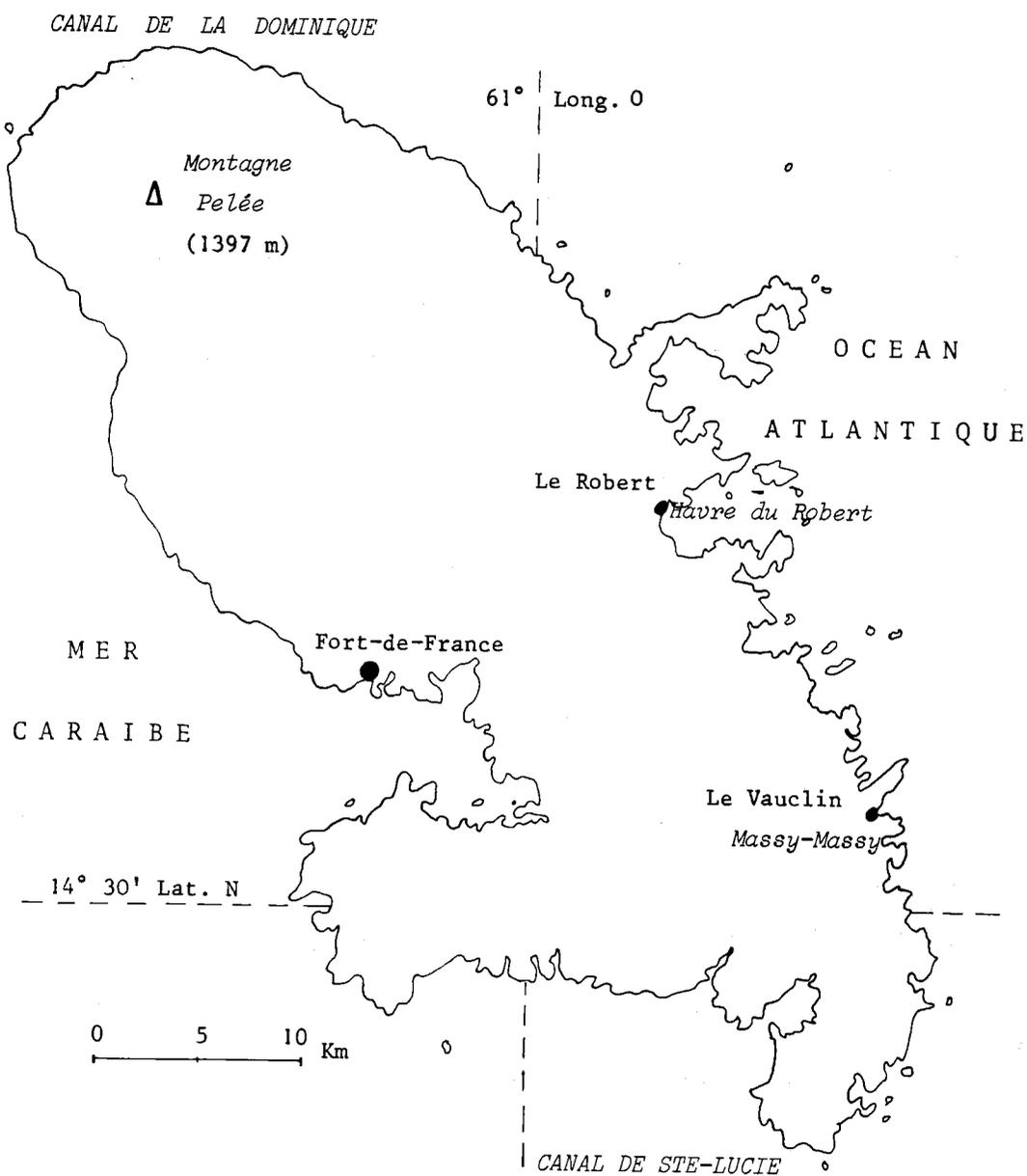


FIG. 1. — Carte de la Martinique.

L'analyse de l'eau a été réalisée à l'aide de techniques préconisées par STRICKLAND et PARSONS (1972). Pour les dosages de l'oxygène dissous, on a utilisé la méthode de Winkler.

Les sels nutritifs et les chlorophylles ont été déterminés spectrophotométriquement selon le procédé de MURPHY et RILEY (1962) pour les phosphates; MORRIS et RILEY (1963), modifié par



La récolte et la numération du plancton ont été pratiquées selon les méthodes précisées par TROCHON (1955).

Un « train de pêche » comportant deux filets en soie à bluter de 15 cm de diamètre d'ouverture est traîné durant cinq minutes à contre-courant. Un dispositif d'équilibration permet au filet de surface (maille de 72  $\mu\text{m}$ ) de travailler dans la couche d'eau superficielle, tandis que l'autre filet (maille de 131  $\mu\text{m}$ ) est lesté de façon à récolter à un mètre de profondeur.

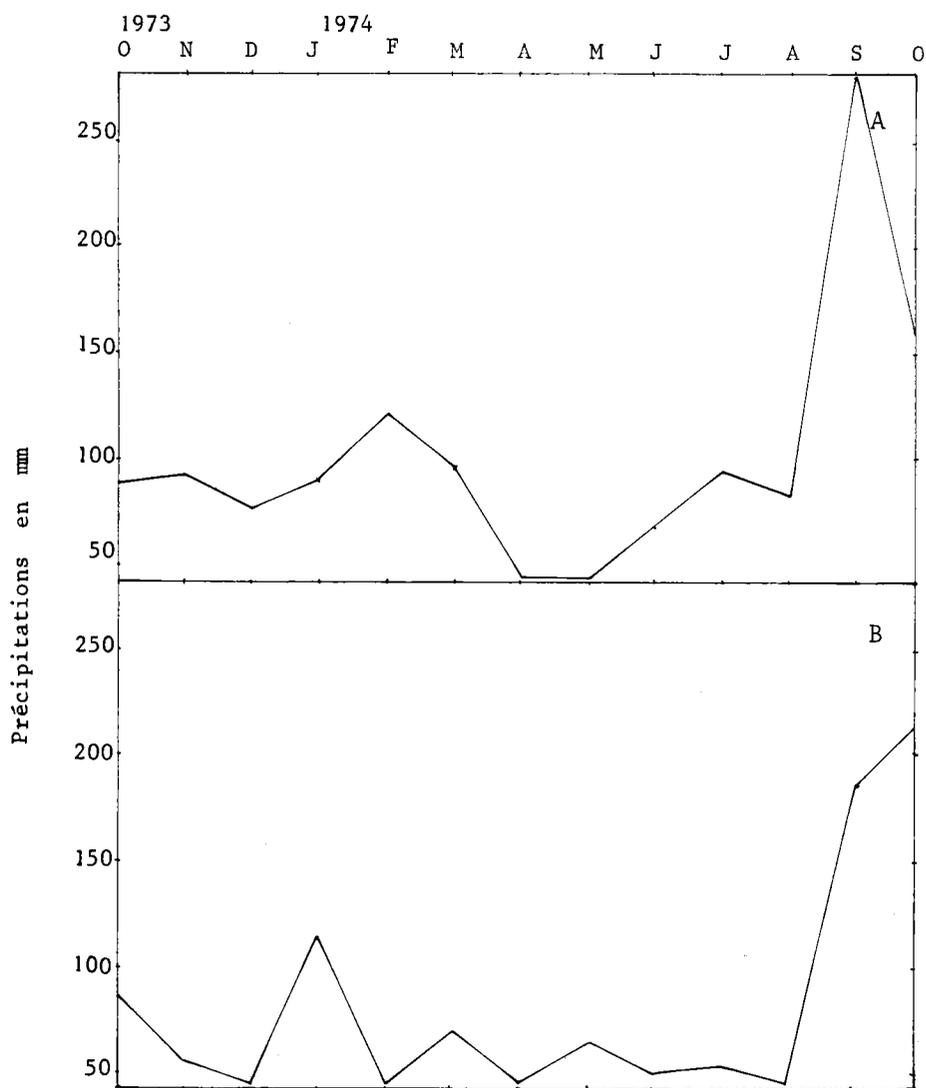


FIG. 3. — Courbes annuelles des précipitations. A : Robert, B : Massy-Massy.

Les échantillons ont été conservés dans l'eau de mer additionnée de 5 % de formol neutre. Six gouttes de chaque échantillon ont été prélevées pour la numération. Les résultats ont été rapportés à des traits de 15 minutes.

Les données météorologiques nous ont été obligeamment communiquées par les Services départementaux de l'Office National de Météorologie.

## Résultats.

### Conditions météorologiques et géographiques.

Les saisons, peu marquées aux Antilles, correspondent en général au schéma communément admis : sec et frais (26° C à midi) de janvier à mars ; sec et chaud (29° C à midi) d'avril à juin ; humide et chaud (29° C à midi) de juillet à septembre ; humide et frais (26° C à midi) d'octobre à décembre. Ces variations climatiques saisonnières, bien que faibles, pourraient influencer l'évolution des facteurs hydrologiques.

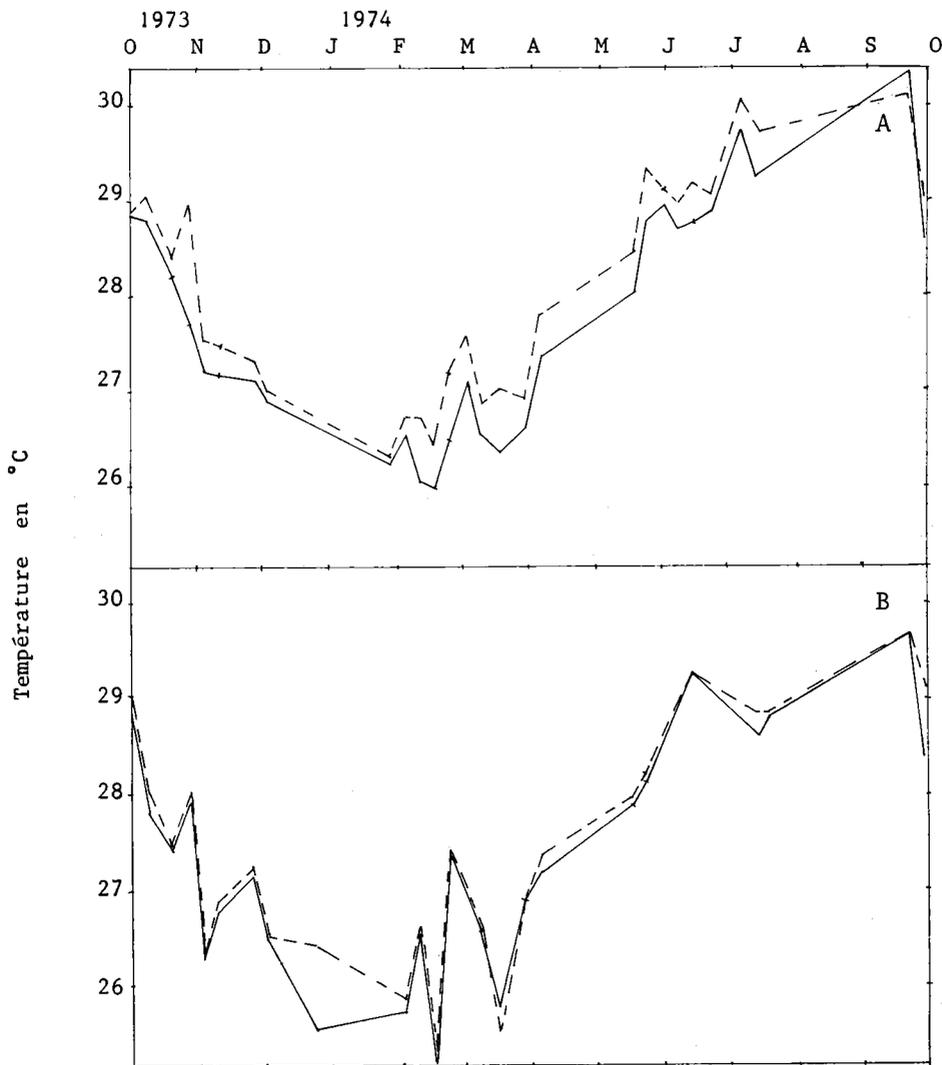


FIG. 4. — Variations annuelles des températures. A : Robert, B : Massy-Massy.  
Traité plein : en profondeur, pointillé : en surface.

Pour la période étudiée, les précipitations ont été inférieures à la normale, d'octobre à décembre 1973 (fig. 3) : déficit pluviométrique compris entre 30 et 80 % ; au-dessus de la moyenne en janvier 1974 : changement brusque mais de courte durée ; de nouveau en déficit de mars à septembre 1974 lors de la remontée de la Zone Intertropicale de Convergence (Z.I.C.).

La température de l'air n'a pas varié de plus de 1,7° C sur un an, et de 0,3° C sur un mois : 27,4° C en octobre 1973, 27,3° C en janvier 1974, 28,8° C en mai 1974 et 27,1° C en octobre 1974.

L'évolution de la température de l'eau (fig. 4) au cours de l'année suit celle de la température de l'air avec un léger retard et avec des écarts nettement plus marqués.

Les rivières ont un régime torrentiel. Celles de débit appréciable se trouvent dans la partie nord-est de l'île. Leur apport en eau douce est annihilé en grande partie par les courants atlantiques littoraux. Le secteur sud-est, où se trouvent les deux stations étudiées, reçoit donc peu d'eau douce sinon à la suite de fortes averses.

Les marées sont de faible importance : 30 cm d'amplitude en moyenne.

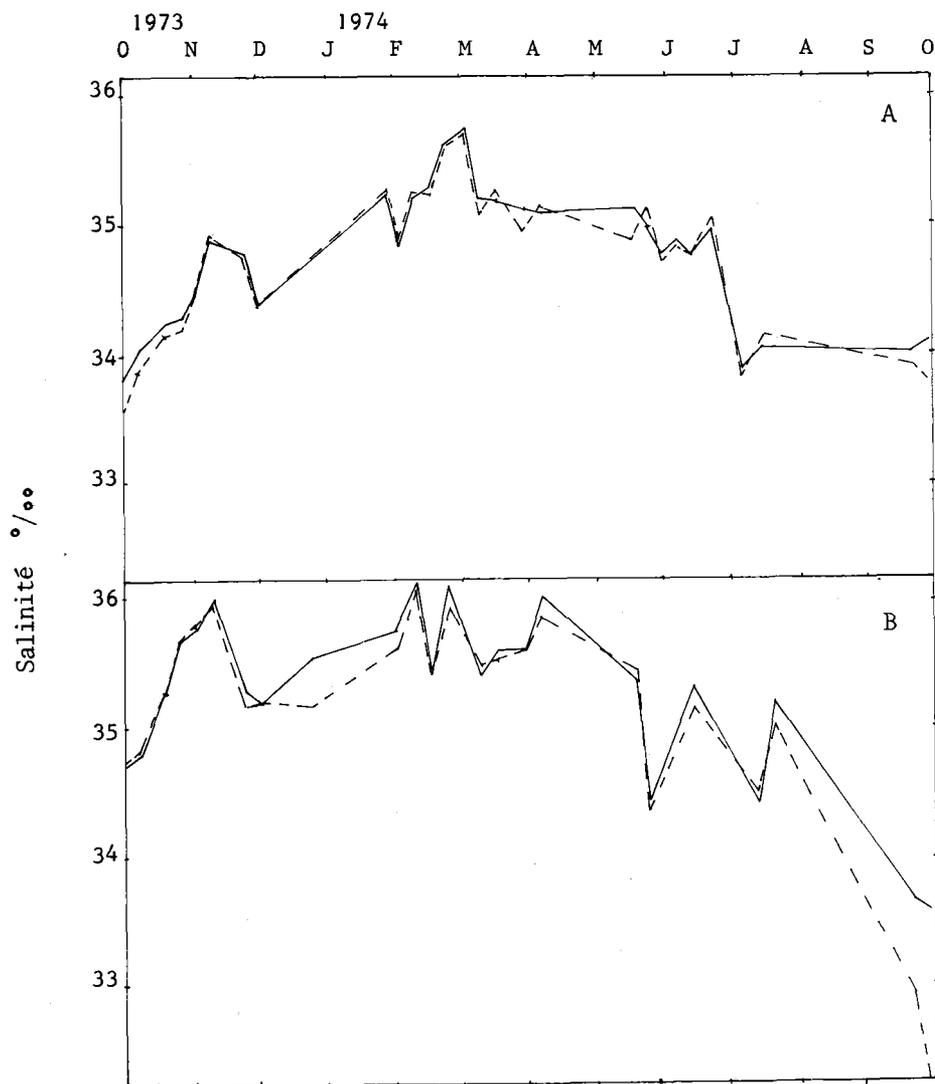


FIG. 5. — Variations annuelles des salinités. A : Robert, B : Massy-Massy.  
Traité plein : en profondeur, pointillé : en surface.

### Salinité.

Comme BEERS, STEVEN et LEWIS (1968) à Barbade et en Jamaïque, et SANDER et STEVEN (1973) à Barbade, on remarque que les valeurs de salinité (fig. 5) sont faibles pour une eau

tropicale océanique. Elles sont un peu plus élevées à Massy-Massy (baie fermée) qu'au Robert (baie ouverte).

**Facteurs chimiques : chlorophylles, sels nutritifs, oxygène.**

D'après RYTHER et MENZEL (1965), la mesure de la chlorophylle permet d'obtenir un index représentatif de la masse de substance organique du phytoplancton. Ces auteurs proposent les relations suivantes :

masse de carbone =  $F \times$  masse de chlorophylle *a* avec  $F = 35$  pour un peuplement de phytoplancton sain et actif, et :

$$\frac{\text{poids sec (biomasse phytoplanctonique)}}{\text{masse de carbone}} = 2$$

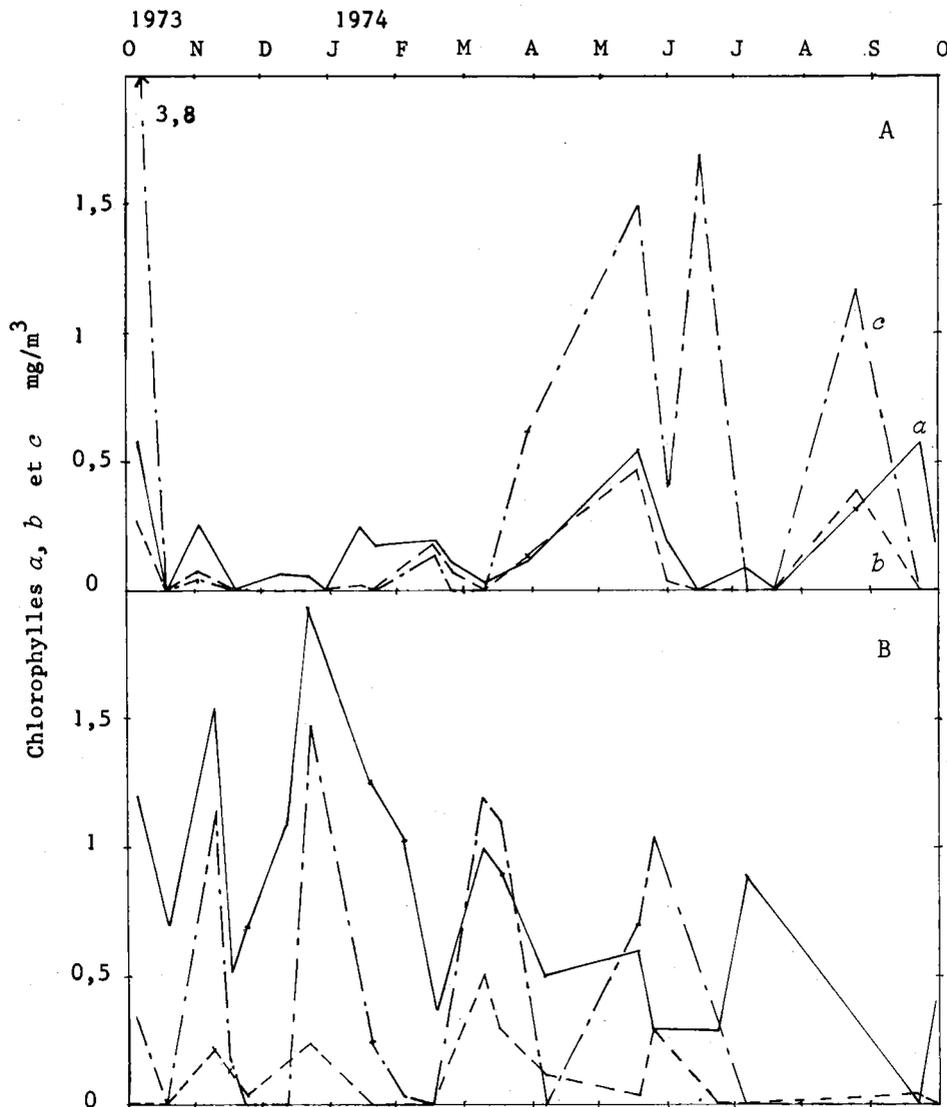


Fig. 6. — Variations annuelles des chlorophylles, en surface. A : Robert, B : Massy-Massy. Trait plein : chlorophylle *a*, tiré : chlorophylle *b*, point-tiré : chlorophylle *c*.

En fait, selon STRICKLAND (1960), F peut varier largement de 10 à 100 selon les populations. Ceci entraîne une variation du rapport : biomasse/chlorophylle a de 20 à 200. L'imprécision de cette équivalence rend gênante l'application de ces formules et nous avons gardé les résultats exprimés en  $\text{mg}/\text{m}^3$  de chlorophylle.

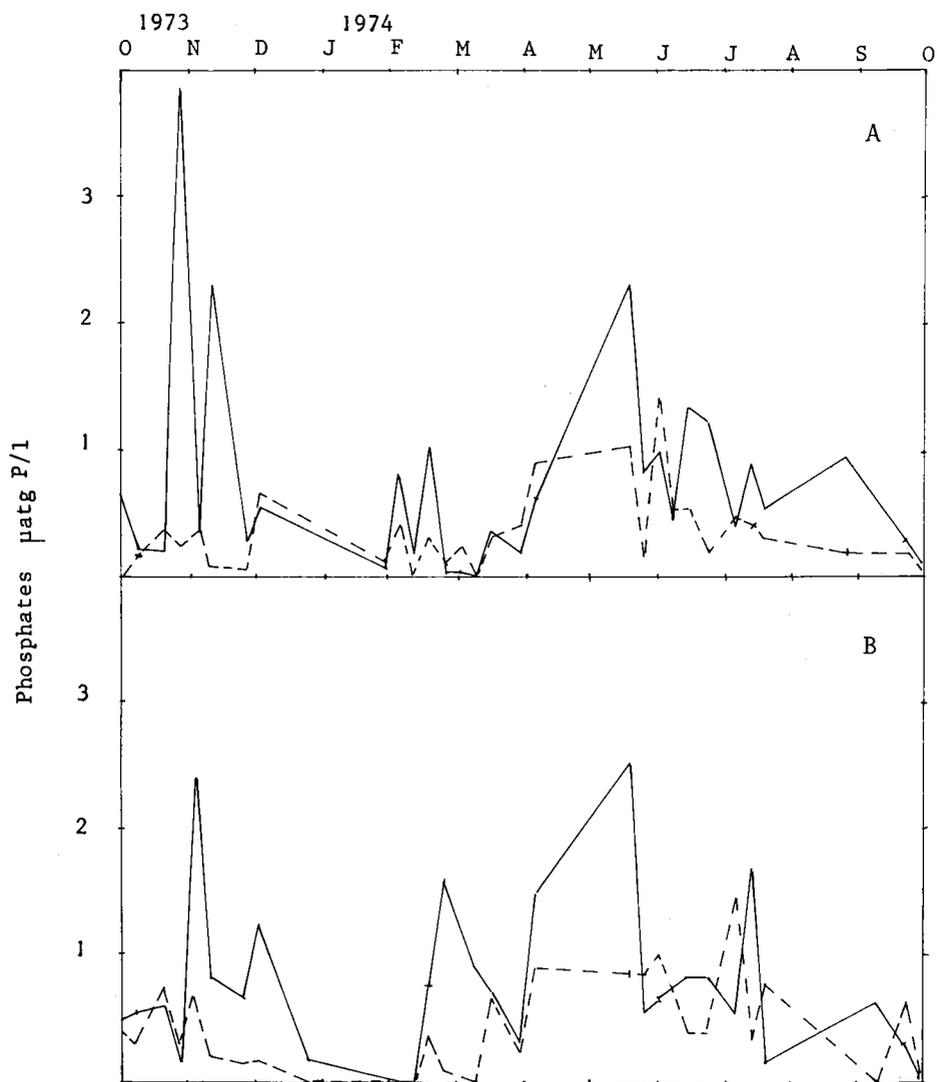


FIG. 7. — Variations annuelles de la teneur en phosphates. A : Robert, B : Massy-Massy.  
Traité plein : en profondeur, pointillé : en surface.

Les poussées planctoniques correspondent approximativement aux périodes de précipitations maximales (fig. 6). Comme nous l'avons déjà signalé (MARTINET, 1975), ces poussées et précipitations s'accompagnent, dans la plupart des cas :

- a) d'une augmentation en oxygène résultant de la photosynthèse (fig. 10 et 11) ;
- b) d'une hausse des taux de phosphates (fig. 7), de nitrates (fig. 8), avec toutefois une période imprécise en août-septembre-octobre 1974, et de nitrites (fig. 9).

La plupart des auteurs déterminent uniquement la chlorophylle *a*, car les mesures des chlorophylles *b* et *c* sont douteuses. Nous avons signalé ici les chlorophylles *b* et *c*, essentiellement dans le but de comparer leurs variations annuelles à celles des chlorophylles *a* : on constate des évolutions parallèles pour les trois chlorophylles.

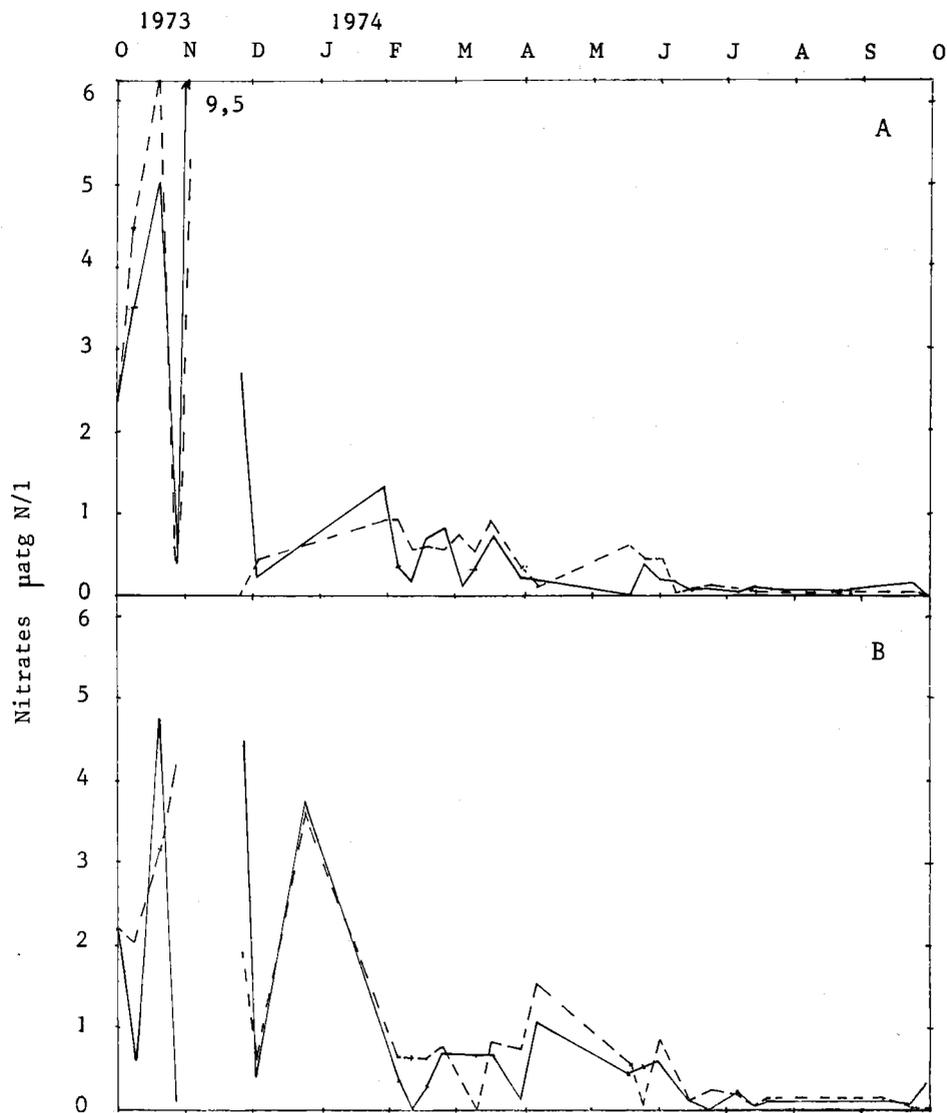


FIG. 8. — Variations annuelles de la teneur en nitrates. A : Robert, B : Massy-Massy.  
Traité plein : en profondeur, pointillé : en surface.

Alors que les eaux de Massy-Massy se révèlent nettement plus riches en chlorophylle *a* que celles du Robert, les variations des teneurs en phosphates, nitrates, nitrites et oxygène sont parallèles dans les deux stations. Les concentrations en phosphates (fig. 7) sont constamment voisines, mais celles en nitrates et nitrites (fig. 8 et 9) sont plus élevées à Massy-Massy, alors que la teneur en oxygène (fig. 10 et 11) y est plus faible. Ces résultats s'expliquent par deux considérations découlant de la configuration en cul-de-sac de la Baie de Massy-Massy. D'une

part, les eaux y sont peu profondes et très chargées (visibilité du disque blanc de Secchi comprise entre 0,8 et 2 m) : les substances organiques ont un taux relativement élevé par rapport au Robert (visibilité comprise entre 6 et 8 m). D'autre part, les eaux y sont peu renouvelées sinon par le jeu des marées (marnage moyen de 30 cm), peu agitées (car le site est bien abrité) et par conséquent peu aérées.

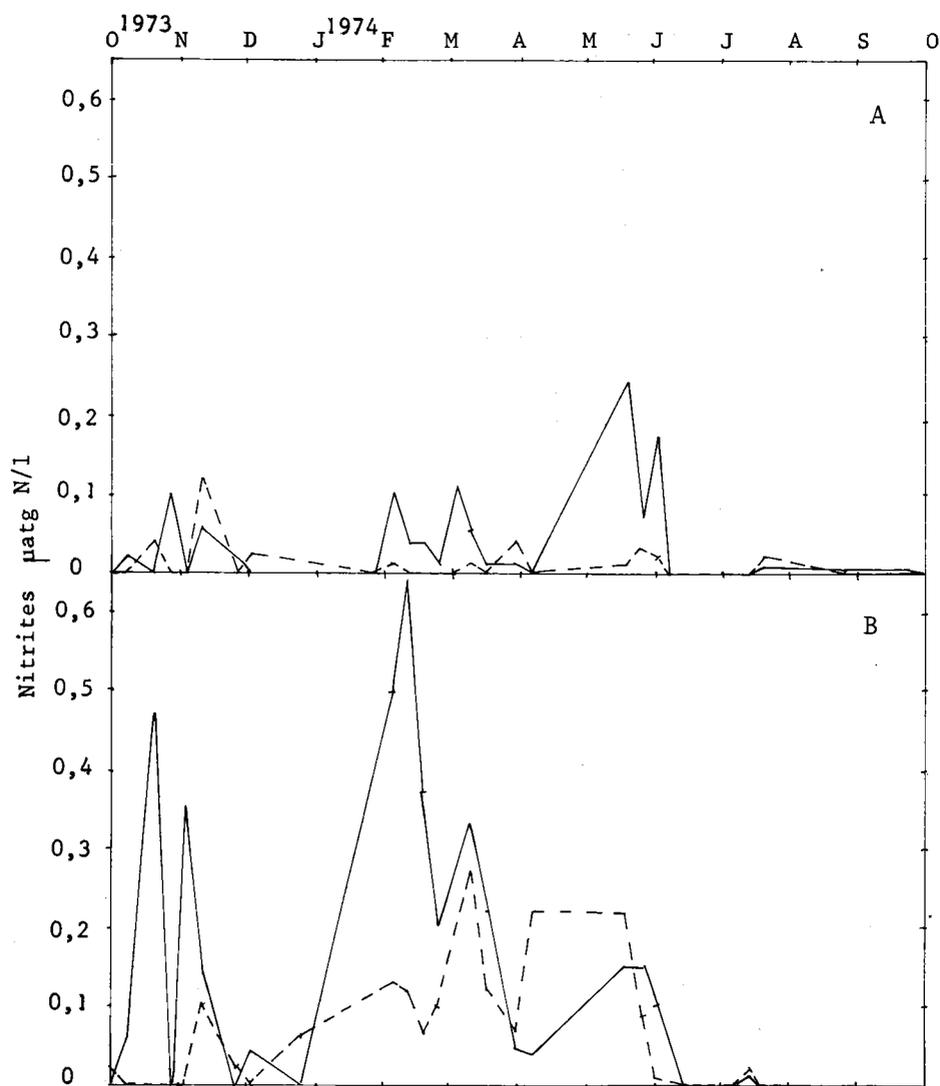


FIG. 9. — Variations annuelles de la teneur en nitrates. A : Robert, B : Massy-Massy.  
 Trait plein : en profondeur, pointillé : en surface.

Les quantités de nitrates sont généralement faibles. Le rapport  $(NO_3, NO_2) N / (PO_4)P$  est extrêmement variable : de 27 à 0 exprimé en nombre d'atomes d'azote et de phosphore, avec une valeur moyenne de 1,1.

Les taux comparés U.A.O. (Utilisation Apparente en Oxygène) /N/P, très variables également, s'évaluent en moyenne à 276/9/8, en nombre d'atomes d'oxygène, azote et phosphore.

### Le plancton.

Une liste spécifique du phytoplancton est donnée en annexe. La méthode de prélèvement n'a pas permis de récolter les éléments du nanoplancton. L'étude n'a porté que sur neuf mois de l'année en raison des difficultés techniques lors du prélèvement d'échantillons. Si les Diatomées représentent 75 % des espèces recensées, les Périidinales sont numériquement les plus abondantes

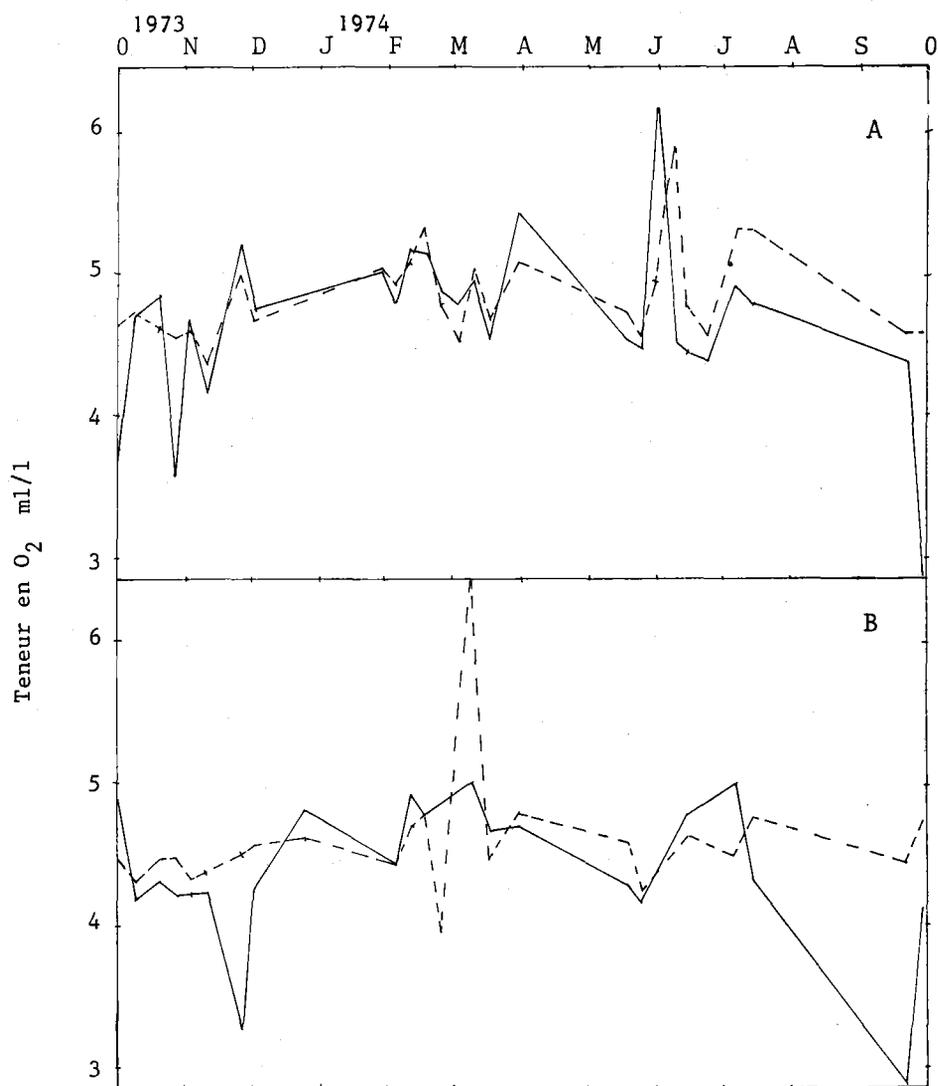


FIG. 10. — Variations annuelles de la teneur en oxygène dissous.  
A: Robert, B: Massy-Massy. Trait plein: en profondeur, pointillé: en surface.

et constituent la partie dominante du phytoplancton. Quelques poussées accidentelles de *Pleurosigma* ou de *Rhizosolenia* sont à signaler. Les *Peridinium*, *Ceratium*, *Pleurosigma*, *Chaetoceros* et *Coscinodiscus* sont présents dans la majorité des prélèvements. On peut considérer ces cinq genres comme caractéristiques du type de phytoplancton dans la région. Cette observation est à rapprocher de celle faite par BACON (1971) dans les eaux de Trinidad.

La figure 12 montre qu'il existe une certaine concordance entre les variations quantitatives annuelles de ces cinq genres dans les stations du havre du Robert et l'anse Massy-Massy. Dans chacune de ces stations, au maximum de développement des *Ceratium* correspond la plus faible quantité des *Peridinium* et réciproquement. Il existe au Robert deux grandes périodes d'abondance du phytoplancton : l'une au dernier trimestre 1973, l'autre de février à juin 1974. Elles

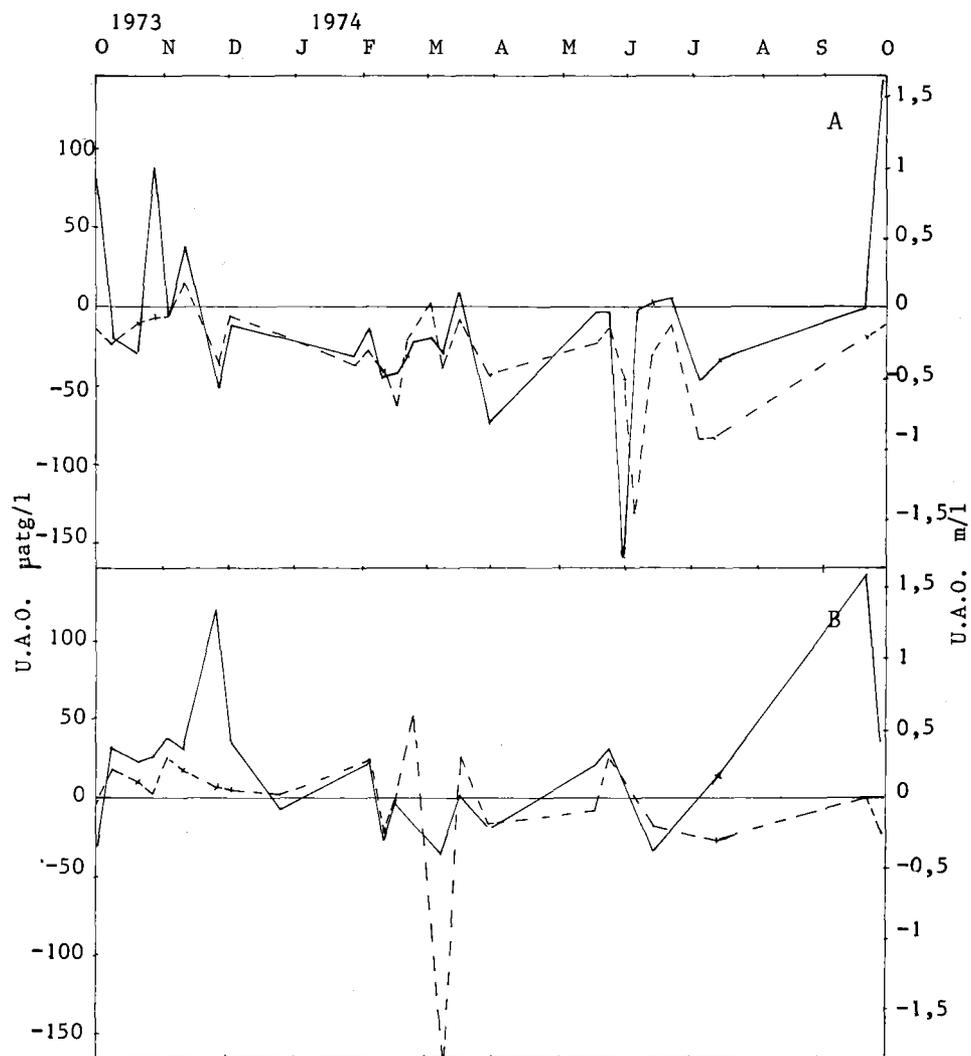


FIG. 11. — Variations annuelles de l'Utilisation Apparente en Oxygène. A : Robert, B : Massy-Massy. Trait plein : en profondeur, pointillé : en surface.

semblent grossièrement correspondre aux maxima pluviométriques de la région (ceci est en concordance avec les conclusions de l'étude des chlorophylles) et aux périodes d'apport en sels minéraux.

Le zooplancton n'est pas aussi varié que le phytoplancton. Il est caractérisé par la présence de Crustacés, de Protozoaires Tintinnides, d'Appendiculaires et de larves de Crustacés et de Mollusques. Les Copépodes constituent l'essentiel du zooplancton (jusqu'à 85 % du nombre total

d'éléments recensés). Pourtant, certains mois de l'année (décembre 1973, février et juin 1974) sont marqués par une nette abondance des Tintinnides (jusqu'à 70 % des éléments du zooplancton). Les larves de Mollusques sont constamment présentes et selon le mois, jusqu'à 60 % du plancton est constitué par des larves de Gastéropodes et 20 % par des larves de Bivalves. La

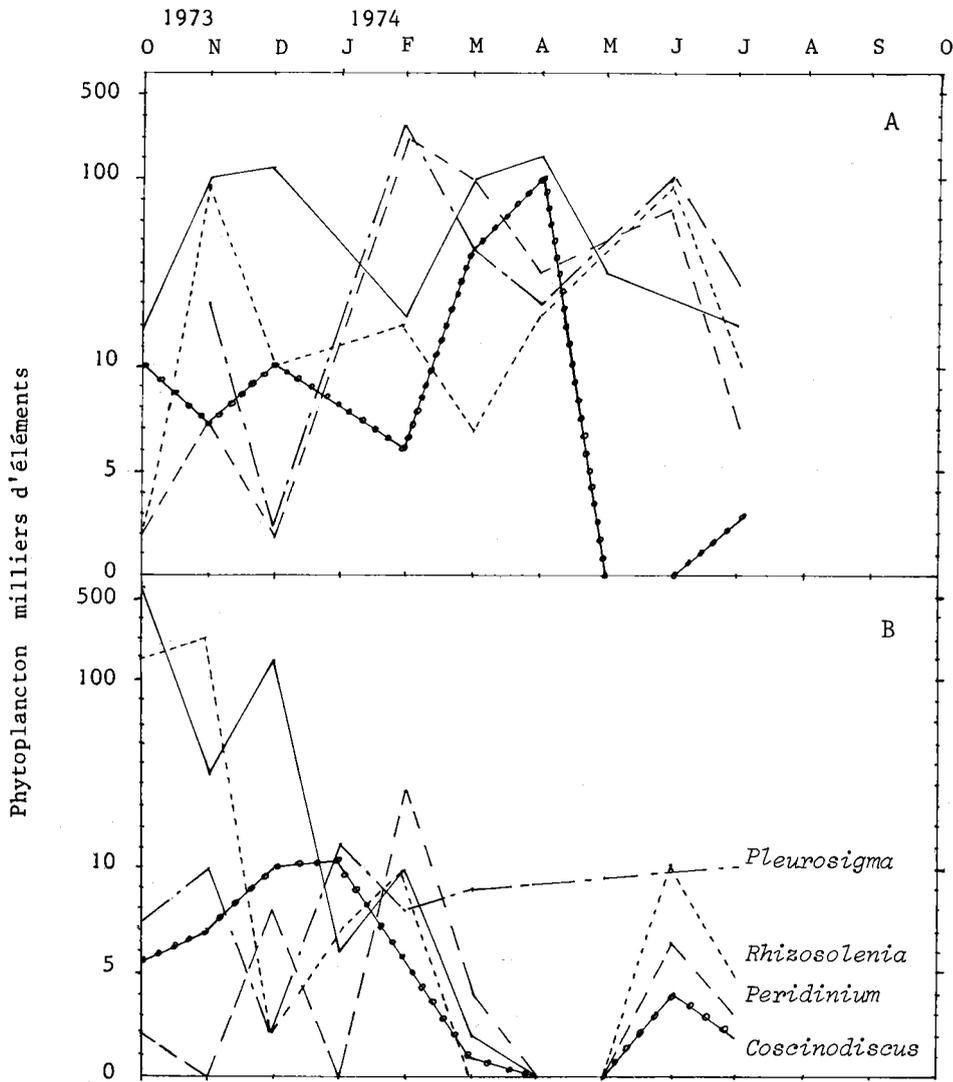


FIG. 12. — Variations annuelles de quelques éléments de phytoplancton : Ceratium, Peridinium, Pleurosigma, Rhizosolenia et Coscinodiscus. A : Robert, B : Massy-Massy. (Milliers d'éléments pour des traits de 15 mn).

numération des larves d'huîtres de palétuviers montre leur faible importance quantitative pendant la saison sèche (un millier d'éléments par trait de 15 mn), alors que pendant la saison des pluies, elles constituent une fraction importante du zooplancton (jusqu'à 40 000 larves par trait de 15 mn).

#### Les gisements huîtriers.

Dans le havre du Robert, le gisement naturel de *Crassostrea rhizophorae* est très clairsemé, les individus sont de petite taille et le pourcentage de mortalité élevé. En revanche, dans la

baie de Massy-Massy, le gisement est dense, les échantillons récoltés sont de bonne qualité et recouvrent un large éventail d'âge (SAINT-FÉLIX, 1972).

## Discussion.

### *Température et salinité.*

La comparaison entre précipitations (fig. 3) et salinité (fig. 5) montre une assez bonne concordance entre les périodes sèches et les salinités maximales, tandis que les figures 4 et 5, température et salinité, indiquent des variations opposées. Il semble donc que ce soient les pluies bien plus que la température, trop peu fluctuante, qui conditionnent l'évolution de la salinité.

Les faibles changements saisonniers de la température et de la salinité notés à chaque station étaient prévisibles. Ils correspondent aux observations effectuées à Barbade et en Jamaïque par BEERS, STEVEN et LEWIS (1968), et par SANDER et STEVEN (1973). La cause des plus faibles salinités est attribuée principalement aux apports d'eau douce en provenance de l'Orénoque et de l'Amazone (PARR, 1937, 1938; GADE, 1961; LEWIS, BRUNDRITT et FISH, 1962; CALEF et GRICE, 1967; RYTHER, MENZEL et CORWIN, 1967).

### *Sels nutritifs et chlorophylles.*

On ne remarque également que peu de variations de nature saisonnière dans les taux des sels nutritifs et des chlorophylles. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus précédemment à Barbade et en Jamaïque. Les rapports chlorophylle *a*/chlorophylle *b* (fig. 6) sont élevés pour Massy-Massy (presque toujours supérieurs à 2) et indiqueraient des conditions favorables pour la photosynthèse en surface. De même, les valeurs chlorophylle *b*/chlorophylles *a* + *b*, faibles pour Massy-Massy (en général inférieures à 0,3), montreraient un haut degré de vitalité des populations phytoplanctoniques, la chlorophylle *b* résistant mieux à la destruction que la chlorophylle *a* (MARGALEF, 1960).

Bien que de nombreux facteurs influencent la production phytoplanctonique, il est reconnu que la quantité disponible de sels nutritifs a une importance majeure, spécialement pour les eaux tropicales où la lumière ne constitue pas un facteur limitant (STEEMANN, NIELSEN et JENSEN, 1957). Le rapport N/P est très variable. Si la constance de ce rapport est assez bien vérifiée à l'échelle des océans, elle l'est beaucoup moins en un lieu donné (RILEY et SKIRROW, 1965). Ici, la valeur moyenne de N/P (N et P exprimés en nombre d'atomes) est de 1,1 au lieu du 16 théorique (FLEMING, 1940). Cet énorme déficit en azote (présent essentiellement sous forme de nitrates) par rapport au phosphore (phosphates) aurait été atténué si l'ammonium avait pu être déterminé. Des conclusions identiques sont tirées par OKUDA (1960) : 2,0 à 2,6 dans l'Atlantique Sud au Nord-Est du Brésil et par BEERS, STEVEN et LEWIS (1968) : 6 à la Jamaïque et 2,1 à Barbade pour les eaux de surface, sans détermination d'ammonium. HARVEY (1945) suggère que ces faibles valeurs sont dues à une régénération plus rapide des phosphates que des nitrates. RILEY, STOMMEL et BUMPUS (1949) pensent que dans les eaux néotropicales l'azote est le facteur limitant le plus important. On peut remarquer que la capacité du phytoplancton à se développer ne dépend pas tant du taux N/P que de la vitesse à laquelle N et P sont régénérés.

Le rapport U.A.O./N/P moyen est égal à 276/9/8 au lieu du 276/16/1 théorique (RICHARDS, 1952) en l'absence de sels préformés. Bien que ces dernières valeurs négligent la photosynthèse comparée à l'oxydation (rapport qui n'est pas facile à déterminer lorsque l'U.A.O. est négative, ce qui est souvent le cas dans les deux stations étudiées), on peut penser qu'il existe une quantité très faible de nitrates préformés par rapport aux phosphates. Ceci pourrait également expliquer la faiblesse des taux N/P.

### *Plancton.*

Les différences observées entre les deux stations reflètent surtout les caractères morphologiques de la côte. En effet, la figure 12 montre qu'il ne faudrait pas interpréter l'importante turbidité de l'anse de Massy-Massy tout au long de l'année comme l'indice d'une grande richesse planctonique. On peut considérer que la capacité phytoplanctonique de la côte atlantique correspond à peu près à celle du Robert. Dans le cul-de-sac de Massy-Massy, où les conditions chimiques du milieu semblent très favorables à la prolifération du plancton, l'abondance du phytoplancton serait fonction essentiellement de la dilution des eaux de mer lors des périodes de forte pluviométrie. Les échanges avec l'extérieur étant relativement restreints à cause du faible marnage (0,3 m) et de l'existence d'un seuil barrant l'entrée de la baie, il s'ensuit que Massy-Massy constitue pratiquement un système fermé.

La forte turbidité de l'eau constitue certainement un facteur limitant de la photosynthèse régulant les populations phytoplanctoniques et, par conséquent, la croissance des organismes planctonophages.

### **Conclusion.**

Malgré la faible teneur en nitrates, les facteurs physico-chimiques semblent favorables à une bonne photosynthèse au sein de l'eau de mer dans ces stations de la côte atlantique de la Martinique. La configuration en cul-de-sac de Massy-Massy favorise la concentration en particules organiques et la poussée saisonnière d'éléments phytoplanctoniques dont la périodicité est fonction de la pluviométrie. Les conditions de milieu constantes entretiennent non seulement une croissance plus régulière et de meilleure qualité des huîtres de palétuviers qu'au havre du Robert comme paraît l'indiquer l'état des gisements huîtriers, mais également une émission larvaire continue tout au long de l'année. La pluviométrie induisant une poussée saisonnière de phytoplancton est également un facteur favorisant d'émission larvaire ; la turbidité accrue au cours des périodes pluvieuses constitue alors un facteur limitant de photosynthèse et régularise ainsi l'importance de la population phytoplanctonique.

### *Résumé.*

Des relevés réguliers ont été effectués d'octobre 1973 à octobre 1974 dans deux stations de la côte Est de la Martinique :

le havre du Robert, baie largement ouverte sur le large,

l'anse de Massy-Massy, presque fermée, afin de mettre en évidence les possibilités trophiques du milieu.

L'évolution de la température, de la salinité et des concentrations en sels nutritifs et chlorophylles ne montre que de faibles variations saisonnières. La salinité, faible pour des eaux tropicales en raison de l'apport d'eau douce en provenance de l'Orénoque et de l'Amazone, est davantage influencée par les précipitations que par la température. Les poussées planctoniques correspondent, en général, aux périodes de précipitations. On remarque alors une augmentation des taux d'oxygène et de sels nutritifs.

Les rapports N/P et U.A.O./N/P indiquent un fort déficit en nitrates. L'évolution des différents paramètres est comparable dans les deux stations, mais on remarque une plus grande richesse en nitrates, nitrites et chlorophylles et moins d'oxygène à Massy-Massy, qui est une anse presque fermée aux eaux à forte turbidité. Le phytoplancton, composé principalement de Diatomées et de Péridiniales est caractérisé par cinq genres principaux de Diatomées, cinq espèces de *Ceratium* et une de *Peridinium*. Le zooplancton présente surtout des formes larvaires, des Protozoaires et des Crustacés.

J. MARTINET et A. GUYARD  
U.E.R. Sciences Exactes et Naturelles  
Antilles. Guyane  
97167 Pointe-à-Pitre Cédex

C. SAINT-FÉLIX  
I.S.T.P.M.  
Pointe Fort  
97231 Robert

## ANNEXE

### Liste spécifique du phytoplancton

#### Diatomées pennées.

*Navicula pyra*  
*Nitzschia sigma*  
*Campylodiscus echeneis*  
*Surinella factuosa*  
*Cocconeis* spp.  
*Synedra nitzchioïdes*

*Bacillaria paradoxa*  
*Nitzschiella longissima*  
*Pleurosigma angulatum*  
*Pleurosigma elongatum*  
*Pleurosigma* sp.  
*Thalassiothrix* spp.

#### Diatomées centriques.

*Rhizosolenia setigera*  
*Rhizosolenia fragillissima*  
*Chaetoceros affinis*  
*Chaetoceros* sp.  
*Coscinodiscus* spp.  
*Biddulphia mobiliensis*

#### Péridiniales.

*Ceratium furca*  
*Ceratium lineatum*

*Ceratium fusus*  
*Ceratium tripos*

*Ceratium longipes*  
*Peridinium divergens*

## BIBLIOGRAPHIE

- BEERS (J.-R.), STEVEN (D.-M.) et LEWIS (J.-B.), 1968. — Primary productivity in the Caribbean Sea off Jamaica and the Tropical North Atlantic off Barbados. — *Bull. Mar. Sci.*, **18** (1), p. 86-104.
- BACON (P.-R.), 1971. — Plankton studies in a Caribbean estuarine environment. — *Caribb. J. Sci.*, **11** (1-2), p. 81-90.
- CALEF (G.-W.) et GRICE (G.-D.), 1967. — Influence of the Amazon River outflow on the ecology of the western tropical Atlantic. — II. Zooplankton abundance copepod distribution with remarks on the fauna of low-salinity areas. — *J. Mar. Res.*, **25**, p. 84-94.
- FLEMING (R.-H.), 1940. — The composition of plankton and units for reporting population and production. — *Proc. sixth pacif. Sci. Congr. Calif.*, **3**, p. 535-540.

- GADE (H.-G.), 1961. — On some oceanographic observations in the southeastern Caribbean Sea and the adjacent Atlantic ocean with special reference to the influence of the Orinoco River. — *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, **1**, p. 287-342.
- HARVEY (H.-W.), 1945. — Recent advances in the chemistry and biology of sea water. — Univ. Press, Cambridge, Grande-Bretagne, **7**, 164 p.
- LEWIS (J.-B.), BRUNDRITT (J.-K.) et FISH (A.-G.), 1962. — The biology of the flying fish, *Hirundichthys affinis* (GUNTHER). — *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb.*, **12**, p. 73-94.
- MARTINET (J.), 1975. — Paramètres physico-chimiques des eaux littorales atlantiques de la Martinique. — D.E.A. Université de Bordeaux I.
- OKUDA (T.), 1960. — Chemical Oceanography in the South Atlantic Ocean adjacent to the North - Eastern Brazil. — *Trab. Inst. Biol. marit. Oceanogr., Univ. Recife*, **2**, p. 155-174.
- PARR (A.-E.), 1938. — Further observations on the hydrography of the eastern Caribbean and adjacent Atlantic waters. — *Bull. Bingham oceanogr. Coll.*, **6** (4), p. 1-29.
- RICHARDS (F.-A.) et THOMPSON (T.-G.), 1952. — The estimation and characterization of plankton populations by pigment analysis. — II. A spectrophotometric method for the estimation of plankton pigments. — *J. Mar. Res.*, **11**, p. 156-172.
- RILEY (J.-P.) et SKIRROW (G.), 1965. — Analytical chemistry of sea-water. In chemical Oceanography. — *Acad. Press*, **1**, p. 295-424.
- RILEY (G.-A.), STOMMEL (H.) et BUMPUS (D.-F.), 1949. — Quantitative Ecology of the plankton of the Western North Atlantic. — *Bull. Bingham oceanogr. Coll.*, **12** (3), p. 1-169.
- RYTHER (J.-H.) et MENZEL (D.-W.), 1961. — Primary production in the Southwest Sargasso Sea. January - february 1960. — *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb.*, **11**, p. 381-388.
- RYTHER (J.-H.), MENZEL (D.-W.) et CORWIN (N.), 1967. — Influence of the Amazon River outflow on the ecology of the western tropical Atlantic. — I. Hydrography and nutrient chemistry. — *J. Mar. Res.*, **25**, p. 69-83.
- SAINT-FÉLIX (C.), 1972. — Les gisements huîtriers de *Crassostrea rhizophorae* en Martinique. — *Science et Pêche. Bull. Inst. Pêches marit.*, **214**, p. 1-19.
- SANDER (F.) et STEVEN (D.-M.), 1973. — Organic productivity of inshore and offshore waters of Barbados : a study of the island mass effect. — *Bull. Mar. Sci.*, **23** (4), p. 771-792.
- STEMMANN NIELSEN (E.) et JENSEN (E.-A.), 1957. — Primary Oceanic production. The autotrophic production of organic matter in the oceans. — *Galathea Rept.*, **1**, p. 49-136.
- STRICKLAND (J.-D.-H.), 1960. — Measuring the production of marine phytoplankton. — *Bull. Fish. Res. Bd Canada*, **122**, 172 p.
- STRICKLAND (J.-D.-H.) et PARSONS (T.-R.), 1972. — A practical handbook of sea water analysis. — *Bull. Fish. Res. Bd Canada*, **167**, p. 1-311.
- TROCHON (P.), 1955. — Observations sur la répartition en profondeur de larves de *Gryphaea angulata* LAMARCK, dans les eaux de Marennes. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **19** (3), p. 363-387.

