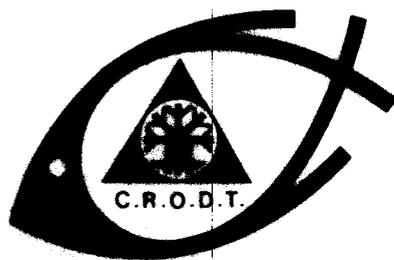


0000997

ISSN 0850-1602

ETUDE DE L'ENVIRONNEMENT
PHYSICO-CHIMIQUE DU MARIGOT
DE BIGNONA AVANT LA FERMETURE
DU BARRAGE D'AFFINIAM

B. DIAW



CENTRE DE RECHERCHES OCÉANOGRAPHIQUES DE DAKAR - TIAROYE

* INSTITUT SÉNÉGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES *

DOCUMENT
SCIENTIFIQUE

NUMÉRO 114

JUIN 1989

ETUDE DE L'ENVIRONNEMENT
PHYSICO-CHIMIQUE DU MARIGOT
DE BIGNONA AVANT LA FERMETURE
DU BARRAGE D'AFFINIAM

par

Bassirou DIAW*

R E S U M E

Ce travail décrit l'environnement aquatique du bolon d'Affiniam (marigot de Bignona) avant la fermeture du barrage anti-sel (en chantier au moment de la collecte des données). La variabilité spatio-temporelle des paramètres physico-chimiques et les relations entre eux sont étudiées. Tous les paramètres subissent d'importantes variations saisonnières et, dans une moindre mesure, spatiales. La différenciation est bien nette entre saison des pluies et saison sèche d'une part, entre partie aval et partie amont du bolon d'autre part. Généralement les variations journalières sont des fluctuations irrégulières et incohérentes. Cependant celles de la salinité et de la chlorophylle(a) sont fonction de la marée et celles de la température sont liées au rayonnement solaire. Les variations verticales sont très faibles pour la température, la salinité et le pH, mais importantes pour les sels nutritifs et la chlorophylle(a) qui sont généralement plus abondants au fond qu'en surface. On a observé une corrélation entre salinité, nitrates, phosphates et chlorophylle(a) ainsi que des similitudes de variations entre température, salinité et pH.

(*) Océanographe physicien en service au CRODT/ISRA, B.P. 2241, Dakar (Sénégal).

A B S T R A C T

Study of the physicochemical environment of Bignona Marigot before the closing of Affiniam dam :

This study describes the aquatic environment of Affiniam "bolon" (Bignona backwater river) before the closing of the anti-salt dam (under construction during data collecting). Time-space variability of physicochemical parameters and the relationship between them are analysed. All parameters are subject to important seasonal variations. In less degree longitudinal ones are also important. The differentiation between the rainy and dry season, as well as the upstream and downstream side of the marigot, is obvious. Generally, the daily variations are irregular and incoherent except for salinity and chlorophyll(a) which vary depending on the tide and also for temperature which depends on solar radiation. The vertical variations are very small for temperature, salinity and pH, but important for nutrients and chlorophyll(a) (more abundant in the bottom than in the surface waters). Good correlation exists between salinity in one hand, nutrients and chlorophyll(a) in the other, as well as variation likeness among temperature, salinity and pH.

R E M E R C I E M E N T S

Nous remercions particulièrement Messieurs César TENDENG marin au CRO de Ziguinchor et conducteur de la pinasse pour sa précieuse collaboration à toutes les missions et Cheikh NDCUR chimiste au CRODT pour le dosage de l'ensemble des échantillons. Nous remercions également le coordonnateur du programme Casamance Louis LE RESTE, les chauffeurs Ismaïla DIALLO et Philippe SAGNA, le dessinateur Daouda NIANG ainsi que les secrétaires du CRODT et tous ceux qui ont collaboré, de près ou de loin, à ce travail.

S O M M A I R E

INTRODUCTION

1. PRESENTATION DU MILIEU (FIG. 1)
2. MATERIEL ET METHODES
3. RESULTATS
 - 3.1. Variations saisonnières (fig. 2, 3, 4)
 - 3.2. Variations journalières (fig. 6, 7, 8)
 - 3.3. Variations longitudinales (fig. 10)
4. DISCUSSION
 - 4.1. Variations des paramètres
 - 4.2. Relations entre les paramètres

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

I N T R O D U C T I O N

Un barrage anti-sel étant en construction sur le bolon d'Affiniam (marigot de Bignona), le CRODT a jugé nécessaire d'étudier son impact sur l'environnement aquatique. Le travail présenté ici a été réalisé avant que le barrage ne soit fermé, ce qui permet d'avoir une situation de référence (un "point zéro"). Les descripteurs choisis sont la température, la salinité, le pH, la quantité d'oxygène dissous, les nitrates, les phosphates et la chlorophylle(a).

Dans ce document nous présentons le milieu, la méthodologie de travail et les résultats (description et discussion des variations spatio-temporelles des différents paramètres et de leurs relations).

1 . P R E S E N T A T I O N D U M I L I E U (F I G . 1)

La vallée de Bignona, où se situe le marigot, découpe le plateau sableux du continental terminal au nord du fleuve Casamance. Son histoire se résume en une série de régressions et de transgressions qui ont permis son creusement, la construction et le découpage des terrasses ainsi que le remplissage de la zone par des sédiments sablonneux (CIEPAC, 1984).

Le marigot de Bignona (fig. 1) est décrit par OLIVRY et CHOURET (1981) comme le moins important des trois principaux affluents de la rive droite du fleuve Casamance. Avec un bassin versant de 800 km², le cours principal du marigot s'étire sur 88 km dont 68 sont soumis à l'influence des marées. Le lit "mineur", à Bignona, est large d'une vingtaine de mètres et profond de 1,5 m. Dans la partie qui constitue notre zone d'étude, sa largeur passe d'une quarantaine de mètres à Etékom (Balingor) à une centaine de mètres à Djiloguire et cent cinquante mètres à Elora pour une profondeur de 6 à 10 mètres (OLIVRY et CHOURET, 1981).

Le cours aval du marigot est bordé de larges vasières avec beaucoup de chenaux de marée et de ramifications. Les plus basses vasières sont submergées régulièrement par la marée et sont peuplées par la mangrove (slikkes) plus ou moins dégradée. Relativement abondante en aval (entre le cours principal du fleuve et Affiniam), cette mangrove devient pratiquement inexistante en amont (vers Balingor). Les vasières qui sont rarement atteintes par la marée portent quelques touffes d'herbes ou sont dénudées, avec la présence d'une croûte saline (schorres ou "tannes").

Dans le bolon - comme dans le fleuve Casamance d'une manière générale - on distingue une marée annuelle et semi-annuelle (due au mouvement du soleil en déclinaison), une marée mensuelle et semi-mensuelle (due aux mouvements en déclinaison et en phase de la lune) et une marée diurne et semi-diurne (due à la rotation de la terre) (BRUNET-MORET, 1970 ; OLIVRY et CHOURET, 1981). La marée semi-diurne, est affectée d'une inégalité diurne conduisant à des marées consécutives d'amplitudes différentes.

Sur le plan climatique, la Casamance se situe dans la zone tropicale nord (type subguinéen) caractérisée par l'alternance d'une saison des pluies et d'une saison sèche. La saison des pluies dure cinq mois (de juin à octobre). Les mois d'août et de septembre sont généralement les plus pluvieux. Par ailleurs, on distingue une saison fraîche (novembre à mars) où les températures de l'air sont les plus basses (de l'ordre de 23 à 26°C en moyenne) et une saison chaude (à partir du mois d'avril) où les températures sont en moyenne de l'ordre de 27 à 29°C (DIOUF et al., 1986).

2 . M A T E R I E L E T M E T H O D E S

Le travail de terrain a été réalisé à bord de la pinasse du CRODT, petite embarcation du genre pirogue à fond plat, mue par un moteur hors-bord et dotée d'un treuil. La température de l'eau, la salinité et le pH ont été mesurés respectivement avec un thermomètre à renversement, un réfractomètre et un pH-mètre. Une bouteille "NISKIN" a été utilisée pour prélever des échantillons d'eau destinés au dosage de l'oxygène dissous

(méthode de WINKLER), des nitrates (méthode d'AMSTRONG par analyse sur chaîne TECHNICON), des phosphates (méthodes de STRICKLAND et PARSON par spectrophotométrie) et de la chlorophylle (méthode du fluorimètre TURNER 111).

Les observations ont été effectuées à huit stations dont sept sont réparties le long du bolon entre le confluent et Balingor et une située sur le cours principal de la Casamance (fig. 1). De juin à décembre 1985, ces stations ont été visitées une fois tous les mois. De janvier à mai 1986, elle n'ont pu l'être qu'une fois tous les deux mois. Pendant cette dernière période, à l'issue d'une première analyse des données, les stations III et IV n'ont pas été visitées parce que les II et V étant jugées suffisamment représentatives de ce qui se passe dans cette portion aval du bolon.

A chaque station les paramètres ont été mesurés en surface, à mi-profondeur et au fond. Lors de chaque mission, les quatre stations I, II, V et VI ont été tenues pendant douze heures avec des mesures toutes les trois heures environ. Le pH-mètre, souvent défectueux, n'a pas pu être utilisé régulièrement. Pour cette raison les données de pH sont fragmentaires. Les données sur la quantité d'oxygène dissous sont à considérer avec précaution à cause de la présence, souvent remarquée, de bulles d'air dans les échantillons avant dosage.

En ce qui concerne le traitement des données, un premier document a été rédigé (DIAW, 1986) et l'exploitation d'un ensemble de cas de figures sur la base de l'utilisation ponctuelle de toutes les données a été faite. Ce travail préalable nous a permis de diviser le bolon et la partie adjacente du fleuve en trois zones nettement distinctes du point de vue du comportement des paramètres considérés : la zone 1 sur le cours principal du fleuve, la zone 2 dans la partie aval du bolon entre Affiniam et le confluent et la zone 3 en amont entre Affiniam et Balingor. Cela nous a conduit à synthétiser les données en prenant la valeur moyenne (arithmétique) des différentes stations comprises dans chaque zone. Etant donnée l'influence remarquée de l'alternance des saisons sur tous les paramètres, les moyennes ont été calculées en saison des pluies (juillet, août, septembre, octobre) d'une part, et en saison sèche (janvier, mars, mai) de l'autre. Les données ainsi condensées ont permis de construire des figures qui donnent une situation moyenne pour illustrer l'analyse faite. Pour les variations journalières, dans le souci de tenir compte des marées (appréciées par le flux et le reflux des eaux, donc difficilement moyennables) la moyenne des paramètres par saison n'a pas été faite. Par contre chaque situation est illustrée par un cas de figure type relatif à un mois de la saison considérée (mars pour la saison sèche, septembre pour celle de la pluie).

Les données de mesures du zooplancton dans la zone 3 (DIOUF, communication personnel) ont été comparées avec celles de la chlorophylle(a) pour étudier leur relation à l'échelle saisonnière.

3 . R E S U L T A T S

3.1. VARIATIONS SAISONNIERES (FIG. 2, 3, 4)

Les eaux sont généralement plus chaudes en saison des pluies qu'en saison sèche. La température est maximale en octobre (31°C dans la zone 1, 32°C dans la zone 2) et minimale en décembre-janvier (21 à 22°C). En début d'hivernage (juin-juillet) le taux de salinité est relativement élevé et croît d'aval en amont de 50 à 70 ‰. A partir de juillet la salinité décroît rapidement pour être minimale en septembre (37 ‰, 32 ‰ et 10 ‰ respectivement dans les zones 1, 2 et 3). Après la saison des pluies elle croît pour atteindre, au mois de mai des valeurs de 55 ‰ (zone 1), 63 ‰ (zone 2) et 75 ‰ (zone 3). Les données de pH, bien que fragmentaires, montrent que ses valeurs sont plus faibles en saison des pluies (6,5 à 7 en moyenne) qu'en saison sèche (7 à 8 en moyenne). Les variations saisonnières de la quantité d'oxygène dissous n'ont pas de tendance précise. Elles fluctuent généralement entre 2 et 4 ml/l (dans la zone 3 on a observé des valeurs supérieures à 5 ml/l en janvier). Les concentrations en nitrates sont plus fortes en saison des pluies. Le maximum est atteint en août dans la zone 1 (28 µatg/l), en septembre dans la zone 2 (35 µatg/l) et dans la zone 3 (21 µatg/l). Un maximum secondaire (entre 10 µatg/l en zone 1 et 20 µatg/l en zone 2) est observé à toutes les stations au mois de décembre. Après la saison des pluies, les nitrates décroissent pour atteindre des valeurs minimales comprises entre 0 et 10 µatg/l au mois de mars dans la zone 1 et au mois de mai dans les zones 2 et 3. Pratiquement en toutes saisons les nitrates sont plus concentrés au fond qu'en surface. Les variations saisonnières des phosphates sont sans tendance précise. Dans la zone 1 on note des valeurs relativement fortes en saison des pluies avec un maximum en septembre (2,1 µatg/l au fond) mais on observe également au mois de mars (saison sèche) une valeur de 2,2 µatg/l (en surface). Le minimum est observé en janvier (0,5 µatg/l en moyenne). Dans les zones 2 et 3, les variations sont plus amorties avec un faible pic légèrement supérieur à 1 µatg/l en septembre et des valeurs relativement élevées en mars (en moyenne 2,5 µatg/l dans la zone 2 et 1,6 µatg/l dans la zone 3). D'une manière générale les concentrations en phosphates sont plus fortes au fond. Les concentrations de chlorophylle(a) sont maximales en octobre avec un pic assez prononcé (variable entre 6 et 14 µg/l selon les stations). Les valeurs les plus faibles sont observées en mars-mai (0,5 à 2 µg/l en moyenne). Dans l'ensemble,

la chlorophylle(a) est plus concentrée au fond qu'en surface. Ses variations saisonnières se rapprochent de celles du zooplancton (fig. 5).

3.2. VARIATIONS JOURNALIERES (FIG. 6, 7, 8)

Au cours de la journée, les variations thermiques sont faibles (amplitudes inférieures à 1°C en valeur absolue). La température maximale est atteinte entre 12 et 16 H (29 à 30°C en septembre et 24,6 à 25,8°C en mars). Les variations de la salinité sont, quant à elles, assez importantes (amplitude pouvant atteindre 10 ‰ en valeurs absolue). Les eaux sont généralement plus salées en marée haute pendant la saison sèche. Les fluctuations journalières du pH sont relativement plus importantes en saison des pluies (entre 6 et 8) qu'en saison sèche (entre 7 et 8). La courbe de pH est souvent parallèle (ou presque) à celle de la salinité. La quantité d'oxygène dissous varie dans la journée de manière irrégulière (entre 2 et 4 ml/l en saison des pluies et entre 2 et 3 ml/l en saison sèche). Les nitrates et les phosphates varient également de manière irrégulière. En saison des pluies les nitrates peuvent varier quotidiennement entre 15 et 40 µatg/l et les phosphates entre 0 et 2,5 µatg/l. En saison sèche les variations s'effectuent entre 5 et 10 µatg/l pour les nitrates et entre 0,5 et 1 µatg/l pour les phosphates. La chlorophylle (a) a des amplitudes de variations journalières relativement importantes. Elle fluctue en moyenne entre 1 et 8 µg/l en saison des pluies (période pendant laquelle les plus fortes concentrations sont en général observées en marée descendante). Pendant la saison sèche, ses variations journalières, plus faibles, s'effectuent généralement entre 0 et 3 µg/l.

3.3. VARIATIONS VERTICALES (FIG. 9)

En général, la température, la salinité et le pH restent pratiquement constants sur la verticale. Cependant, en saison des pluies, dans la zone 3, l'écart de salinité, entre le fond (plus salé) et la surface, atteint 3 ‰. Tandis que dans la zone 1 le pH augmente de 0,3 de la surface au fond. Les variations verticales de la quantité d'oxygène dissous (amplitudes de 0 à 2 ml/l) et des nitrates (amplitudes de 0 à 3 µatg/l) sont irrégulières. Les phosphates et la chlorophylle(a) varient avec des amplitudes de 0,1 µatg/l et de 1 à 2 µg/l respectivement. Nitrates, phosphates et chlorophylle(a) sont, en général, plus concentrés au fond.

3.4. VARIATIONS LONGITUDINALES (FIG. 10)

Les variations longitudinales de la température n'ont pas de tendance précise et sont de faibles amplitudes (inférieures ou égales à 0,5°C en valeur absolue). D'aval en amont, la salinité

est décroissante en saison des pluies (en moyenne 45 % dans les zones 1 et 2, 25 % dans la zone 3). En saison sèche elle varie en sens inverse avec des amplitudes plus faibles (inférieures ou égales à 7 % en valeur absolue). Longitudinalement le pH varie, sans tendance régulière, entre 7 et 8 en saison des pluies et entre 7 et 7,5 en saison sèche. Ses valeurs sont plus faibles dans le fleuve (zone 1) que dans le bolon. La quantité d'oxygène dissous croît généralement d'aval en amont entre 2,5 et 4 ml/l en saison des pluies et entre 2,5 et 3,5 ml/l en saison sèche. Pendant la saison des pluies, les nitrates ont un maximum (23 $\mu\text{atg/l}$ en moyenne) à la station II (zone 2) à partir de laquelle ils décroissent vers l'amont. Pendant la saison sèche on observe une tendance à la croissance de la station I à la station VII où il y a un maximum de 15 $\mu\text{atg/l}$ en moyenne. En saison des pluies les plus fortes concentrations de phosphates sont observées dans la zone 1 (1,5 $\mu\text{atg/l}$ en moyenne). Dans les zones 2 et 3, elles demeurent pratiquement constantes et voisines de 1 $\mu\text{atg/l}$. En saison sèche les variations longitudinales sont faibles, les phosphates diminuant de 0,5 $\mu\text{atg/l}$ en moyenne de la zone 1 à la zone 3. La chlorophylle(a) croît de la station I (en moyenne 4 $\mu\text{g/l}$ en saison des pluies et 1,5 $\mu\text{g/l}$ en saison sèche) à la station VI où on observe un maximum en moyenne de 7 $\mu\text{g/l}$ en saison des pluies et de 3,5 $\mu\text{g/l}$ en saison sèche. Par rapport aux autres profondeurs, les valeurs du fond sont particulièrement élevées à la station V (7,7 $\mu\text{g/l}$ en moyenne) en saison des pluies et à la station VIII (7,4 $\mu\text{g/l}$ en moyenne) en saison sèche.

4 . D I S C U S S I O N

4.1. VARIATIONS DES PARAMETRES

Les variations thermiques au cours de l'année sont tributaires de l'alternance des saisons. Dans la journée, au sein de la couche d'eau, la température varie en fonction, principalement, du rayonnement solaire. Les variations de la salinité, à l'échelle saisonnière, sont soumises à l'influence des précipitations et de l'évaporation.

Les fortes valeurs de salinité observées en début de saison des pluies (juin, juillet) sont dues au fait que les premières eaux pluviales lessivent les sols et entraînent dans le bolon, les croûtes de sels déposées sur les "tannes". La décroissance de la salinité pendant la période pluvieuse, à partir du mois de juillet, s'explique par le fait que les pluies directes et le ruissellement commencent alors à jouer le rôle de facteurs "dessalinisants" en diluant les eaux. Les nappes souterraines, rechargées, pourraient également intervenir (GALLAIRE, 1980 ; OLIVRY et CHOURET, 1981 ; LOUIS BERGER, 1981). Ce dernier facteur est à considérer avec réserve car il s'est avéré qu'à la suite de la longue période de sécheresse, les nappes phréatiques sont sursalées à certains endroits, même en hivernage (BADIANE, 1986 ;

BARRY et POZNER, 1986 ; LE BRUSQ, 1986). En saison sèche, l'effet des apports d'eaux douces s'annulant et l'évaporation aidant, la salinité croît rapidement. Sur le plan longitudinal, en saison des pluies, le bolon se dessale à partir de l'amont à cause du faible volume d'eau de ces biefs (plus facilement diluable). En saison sèche, ces biefs amont, de faible masse d'eau, sont plus sensibles aux effets de l'évaporation, d'où la croissance de la salinité d'aval en amont. Dans la partie aval, les amplitudes de variation sont plus amorties à cause d'une plus grande masse d'eau. Ce schéma de variations saisonnières et longitudinales de la salinité a été également observé par GOULLEAU (cité par MARIUS, 1985) et par OLIVRY et CHOURET (1981). Il est commun à tous les affluents de la Casamance à l'exception du Soungrougrou dont la salinité minimale en septembre-octobre est égale à celle de l'eau de mer (MARIUS, 1985). Une pareille variabilité est également observée sur le cours principal du fleuve (PAGES, 1987). En saison des pluies la salinité est plus forte en marée haute qu'en marée basse parce que l'onde de marée transporte d'aval en amont des eaux plus concentrées et dans le sens inverse des eaux plus diluées. En saison sèche le phénomène est inversé. Cette variabilité de la salinité au cours d'un cycle de marée a été observée par plusieurs auteurs dont BRUNET-MORET (1970) sur le fleuve Casamance, GALLAIRE (1980) sur le marigot de Baila, BCEOM-IRAT (1980) sur le Kamobeul.

Les valeurs de pH, plus faibles en saison des pluies qu'en saison sèche, sont en conformité avec les observations de GALLAIRE (1980) sur le marigot voisin de BAILA. Le paradoxe est qu'en saison des pluies, la quantité d'oxygène dissous ainsi que les concentrations en nitrates et en phosphates sont les plus fortes. L'activité photosynthétique serait alors plus intense en cette saison : cela laisserait supposer une augmentation du pH alors que c'est le contraire qui est observé. Les faibles valeurs de pH constatées pourraient alors être liées à l'oxydation de la matière organique et à d'autres processus biochimiques qui augmenteraient la quantité de gaz carbonique dissous dans l'eau, contrariant ainsi sa diminution par la photosynthèse. Les variations du pH à plus courtes échelles (journalières et verticales) seraient tributaires de celles de la température et de la salinité entre autres facteurs.

Sous réserve des remarques faites ci-dessus (cf. § 2) sur les mesures de la quantité d'oxygène dissous, les variations de cette dernière sont irrégulières dans l'ensemble et difficilement interprétables.

Le fait que la chlorophylle(a) soit plus abondante, d'une part en saison des pluies et d'autre part dans la partie amont, pourrait être lié à une dégradation du phytoplancton et à des apports de débris végétaux (WAFAR, 1981). Les variations saisonnières de chlorophylle(a) ici observée diffèrent nettement de celles constatées dans le bolon de Guidel où les concentrations sont importantes et où le maximum se situe en janvier-février (LE RESTE, 1985). Les importantes variations de

chlorophylle(a) au cours de la journée seraient liées au courant de marée. La correspondance observée entre marée descendante et forte teneur chlorophyllienne a été observée ailleurs par COTE et LACROIX (1974) qui ont trouvé une corrélation inverse entre concentration de chlorophylle(a) et phase de marée. La plus grande concentration de la chlorophylle(a) dans les eaux du fond a été observée également dans l'estuaire du Saloum et l'hypothèse d'une origine détritique a été avancée (DIA, 1985). Le microphytobenthos pourrait également jouer un rôle important.

La richesse des eaux en nitrates pendant la saison des pluies pourraient s'expliquer par une dégradation du phytoplancton, une abondance de débris organiques et une intensification de l'activité des bactéries nitrifiantes mais également par l'apport des pluies. En effet l'eau de pluie est riche en azote, en ammoniac, en nitrite et en nitrate (JOUKOU, 1976 ; DE SOUZA, 1983 ; JORDAN et al., 1983). Dans la zone 3 un rôle important serait joué par les eaux de ruissellement qui lessiveraient le fer contenu dans les sédiments et déchargeraient des résidus vaseux dans le bolon. Le lessivage des sols cultivés sur la rive droite constituerait aussi une source d'enrichissement en nitrates (MORRIS et al., 1983). Le pic observé en décembre correspond à de fortes pluies tombées pendant la période. Cela témoigne du rôle important et quasi-instantané des eaux de pluies sur les concentrations en nitrates. Pour les phosphates, le maximum observé en août-septembre est typique des eaux côtières ou continentales et serait lié à une intensification des processus de régénérescence par les sédiments (JORDAN et al., 1983). Les variations journalières des phosphates et des nitrates très irrégulières, sont difficilement interprétables. Sur le plan longitudinal, les sels nutritifs n'ont pas de tendance bien précise de variation. Leur plus fortes valeurs, observées dans la partie aval du bolon (zone 2), pourraient être liées à un apport à partir des marécages et de la mangrove (JORDAN et al., 1983). Le fait que leurs valeurs soient faibles dans la partie amont (zone 3) pourrait être dues à des processus d'absorption (LE MOALLE, 1979). La plus grande abondance des sels nutritifs dans les eaux du fond s'expliquerait par un enrichissement à partir des sédiments. En effet dans ces eaux de faible profondeur les particules de matière organique sont précipitées au fond où elles s'accumulent et où a lieu leur décomposition. Il se passerait alors un processus de régénérescence des sels nutritifs dans la couche limite benthique (SUESS, 1974 ; CALLENDER et HAMMOND, 1982 ; DILSON, 1985). Le travail de MARIUS (1975) atteste la richesse des sédiments du bolon en matière organique.

4.2. RELATIONS ENTRE LES PARAMETRES

La correspondance à l'échelle saisonnière entre minimum de salinité et maximum de sels nutritifs (et vice versa) ainsi que les variations en sens inverse entre salinité et chlorophylle (a), observables par comparaison des figures, ont été constatées

ailleurs par d'autres auteurs (HAINES, 1975 ; JOUKOV, 1976). De tels rapports sont confirmés par des coefficients de corrélation négatifs. Par exemple dans la zone 3, en saison des pluies, entre salinité et phosphate on a une corrélation inverse $r = -0,759$ (significatif au seuil de $r_{95} \times = 0,361$). Sur la figure 11 ont été portées respectivement en ordonnée et en abscisse les données de salinité et de phosphate des mois d'août et de septembre. La dispersion est importante mais deux principaux groupes de points se distinguent qui caractérisent le cycle du phosphate durant ces deux mois. A la salinité plus importante du mois d'août (34 % en moyenne) correspondent des valeurs plus faibles de phosphate ($0,64 \mu\text{atg/l}$ en moyenne). Aux taux de sel plus faibles en septembre (15 % en moyenne) correspondent des valeurs de phosphates plus importantes ($1,42 \mu\text{atg/l}$).

De même entre salinité et chlorophylle(a) le coefficient de corrélation $r = -0,432$ est significatif au seuil de $r_{95} \times = 0,361$. La quasi-identité de l'allure des courbes de variations saisonnières de la chlorophylle(a) et du zooplancton est illustré par un coefficient de corrélation positif $r = 0,974$ (très significatif au seuil de $r_{95} \times = 0,811$) avec une droite de regression (fig. 12) de la forme : $\text{Zoopl.} = 5,847 \cdot \text{Chl(a)} - 19,813$

La similitude existante entre les variations de température, de salinité et de pH au cours d'un cycle de marée est connu. Ces paramètres sont directement liés entre eux (AUBERT, 1986). Cela a été également constaté sur le cours principal du fleuve entre pH et salinité (DIOUF, 1985). Les variations de la quantité d'oxygène dissous ont une allure similaire à celles de la température qui dépend principalement du rayonnement solaire. Cela atteste du rôle important de la photosynthèse dans la balance de l'oxygène dissous au cours de la journée.

Il y a un manque de cohérence et de tendance précise dans les relations entre oxygène dissous et sels nutritifs qui serait dû au fait que les mesures d'oxygène pourraient être biaisées et/ou au fait que dans la balance de l'oxygène dissous, en plus de l'oxydation de la matière organique, interviendraient d'autres phénomènes non quantifiés tels que la respiration, les échanges avec l'atmosphère etc...

C O N C L U S I O N

Dans le bolon d'Affiniam, les paramètres physico-chimiques subissent l'influence de l'alternance des saisons avec une distinction bien nette entre la saison des pluies et la saison sèche. Sur le plan spatial, du confluent à Balingor, le bolon se subdivise en deux zones distinctes du point de vue du comportement de ces paramètres : la zone en amont d'Affiniam et celle en aval (plus proche du régime du cours principal du fleuve).

Les caractéristiques de l'environnement aquatique dégagées par cette étude serviront de référence afin d'appréhender les changements éventuels occasionnés par la fermeture du barrage. Pour ce faire une deuxième phase d'étude devrait être envisagée.

Pour cette deuxième phase, le travail pourrait être allégé. Il suffirait de reconduire les observations pour cinq des huit stations. Il s'agirait des stations I (zone 1), II et V (zone 2), VI et VIII (zone 3). Les mesures pourraient être faites en surface et au fond. La mesure intermédiaire (celle du milieu) n'a pas présenté beaucoup d'intérêt. Elle pourrait être supprimée car n'ayant son importance que dans une étude plus fine - de microstructure par exemple - qui exigerait une démultiplication des points de mesure sur le vertical mais également une méthodologie appropriée peu aisée.

B I B L I O G R A P H I E

- AUBERT (M.) et AUBERT (J.), 1986.- Eutrophie et dystrophie en milieu marin. Phénomènes planctoniques et bactériennes. CERBOM, Nice, 1986 : 32 pp.
- BADIANE (S.), 1986.- La mangrove en Casamance. In : Actes du séminaire de Ziguinchor (19-24 juin, 1986), CRODT, 1986 : 6 pp.
- BARRY (B.) et POSNER (J.L.), 1986.- Suivi hydro-agricole du barrage anti-sel de Guidel. In : Actes du séminaire de Ziguinchor (19-24 juin, 1986), CRODT, 1986 : 301 pp.
- BRUNET-MORET (Y.), 1970.- Etudes hydrologiques en Casamance. Rapport définitif. ORSTOM, Paris, 1970.
- CALLENDER (E.) and HAMMOND (D.E.), 1982.- Nutrient exchange across the sediment water interface in the potomac river estuary. In : Estuarines, coastal and shelf science. Vol. 15, n° 4, oct. 1982 : 395-411.
- COTE (R.) et LACROIX (G.), 1978.- Variabilité journalière de la chlorophylle(a) et des taux de production primaire dans le Fjord du Saguenay. In : Le naturaliste canadien. Vol. 106, n° 1, janvier-février, 1979 : 189-198.
- DIA (A.), 1985.- Le phytoplancton. In : L'estuaire et la mangrove du Sine-Saloum. Rapport sur les sciences de la mer, n° 32, UNESCO, 1985 : 71 pp.
- DIAM (B.), 1986.- Etude de l'environnement aquatique sur le bolon de Bignona. In : Actes du séminaire de Ziguinchor (19-24 juin, 1986), CRODT, 1986 : 71-83.

- DILSON (M.E.Q.), 1985.- Annual cycles of nutrients and chlorophyll in Narragansett Bay, Rhode Island. In : Journal of Marine Research. Vol. 43, n° 4, nov. 1985 : 849-873.
- DE SOUZA (S.N.), 1983.- Studies on the behaviour of nutrients in the Mandovi estuary during premonsoon. In : Estuarine, coastal and shelf science. Vol. 16, n° 3, march, 1983 : 299-307.
- DIOUF (P.S.), 1985.- Variations spatio-temporelles du zooplancton de la Casamance. Mémoire de confirmation, CRODT, nov. 1985 : 6 pp.
- DIOUF (P.S.), PAGES (J.) et SAOS (J.L.), 1986.- Géographie de l'estuaire de la Casamance. In : Actes du séminaire de Ziguinchor (19-24 juin 1986), CRODT, 1986 : 19 pp.
- GALLAIRE (G.), 1980.- Etudes hydrologiques du marigot de Baïla. Document ORSTOM, juillet, 1980 : 84-100.
- HAINES (E.B.), 1975.- Nutrient inputs to the coastal zone : the Georgia and South Carolina shelf. In : Estuarine Research. Academic, Press, inc. Vol. 1, 1975 : 303-324.
- JORDAN (T.F.), CORELL (D.L.) and WHIGHAM (D.F.), 1983.- Nutrient flux in the Rhode River : tidal exchange of nutrients by brackish marshes. In : Estuarine, coastal and shelf science. Vol. 17, n° 6, déc. 1983 : 651-665.
- JOUKOV (L.A.), 1976.- Océanologie générale. Hydrométéorizdat, Leningrad, 1976 (en langue russe) : 344-351.
- LE BRUSQ (J.Y.), 1986.- Quelques aspects des échanges chimiques sol-eaux de surface en Casamance. In : Actes du séminaires de Ziguinchor (19-24 juin, 1986). CRODT, 1986 : 94 pp.
- LE MOALLE (J.), 1979.- Biomasse et production phytoplanctonique du Lac Tchad (1968-1976). Relations avec les conditions du milieu, ORSTOM, Paris, 1979 : 98 pp.
- LE RESTE (L.), 1985.- Conséquence sur l'environnement aquatique et la pêche d'un barrage-écluse anti-sel en Casamance. In : Actes du séminaire de Ziguinchor (19-24 juin 1986), CRODT, 1986 : 311 pp.
- MARIUS (C.), 1985.- Mangrove de la Casamance et de la Gambie. Ecologie-pédologie-géochimie-mise en valeur et aménagement. Editions de l'ORSTOM, Paris, 1985 : 48, 73, 109 pp.

- MORRIS (A.W.), BAL (A.J.) and HOWLAND (J.J.M.), 1981.- Nutrient distributions in an estuary : evidence of chemical precipitation of dissolved silicate and phosphate. In : Estuarine, coastal and shelf science. Vol. 12, n° 2, febr., 1981 : 205-215.
- OLIVRY (J.C.) et CHOURET (A.), 1981.- Etude hydrologique du marigot de Bignona. Quelques aspects intéressants des mesures réalisées en 1970-1971. Document ORSTOM, 1981 : 78-91.
- PAGES (J.) et DEBENAY (J.P.).- Evolution de la salinité de la Casamance. Description et essai de modélisation. In. Revue d'hydrobiologie tropicale, Vol. 20, n° 3-4, 1987.
- SUESSE (E.), 1974.- Nutrients near the depositional interface in benthic boundary layer. Edited by I.N. MC Cowe. Plenum Press, N.Y. and London, 1974 : 57 pp.
- WAFAR (M.), 1981.- Sels nutritifs, production primaire, matières organique dissoute et particulaire dans des eaux côtières tempérées brassées (Baie de Morlaix-Manche occidentale). In : Journal de recherche océanographique. Vol. 6, bulletin n° 3 et 4, 1981 : 7-12.
- ANONYME , 1980.- Rapport de BCEOM-IRAT. Etude économique et technique du barrage de Kamobeul. Vol 2? Hydroclimatologie. Rép. du Sénégal, Direction de l'Equipement Rural, juin 1980.
- ANONYME, 1984.- Rapport du CIEPAC. Aménagement de la vallée de Bignona. Etude socio-économique générale (phase 1). Dakar, juin 1984 : 9-15 .
- ANONYME, 1981.- Rapport de Louis BERGER INTERNATIONAL.- Programme de développement de la vallée de Baïla en Casamance. Rapport final, Vol 2. Dakar, mai, 1981.

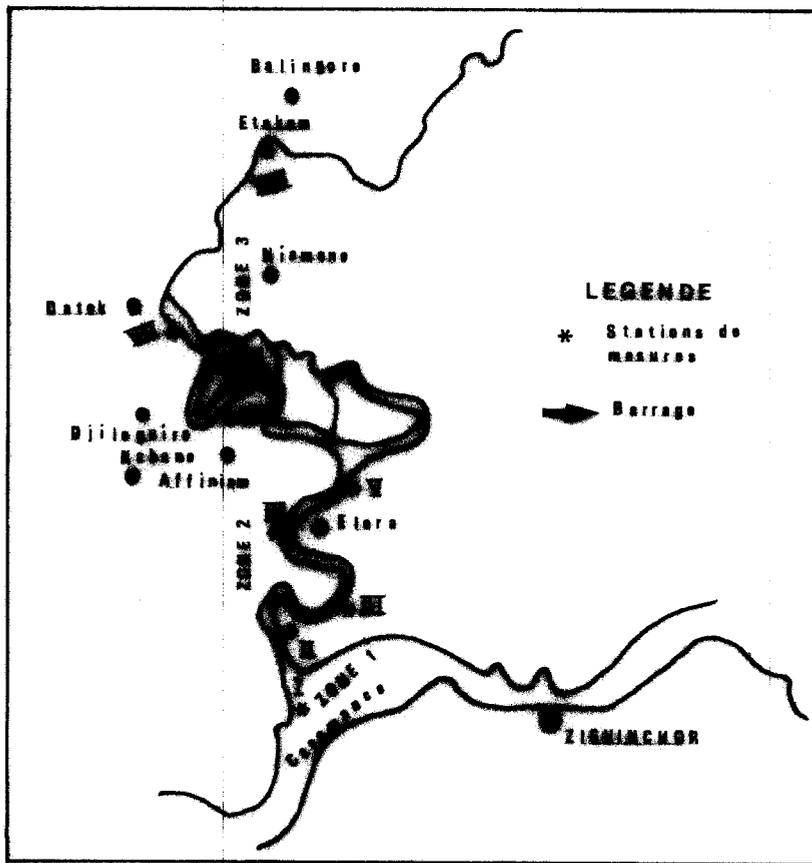
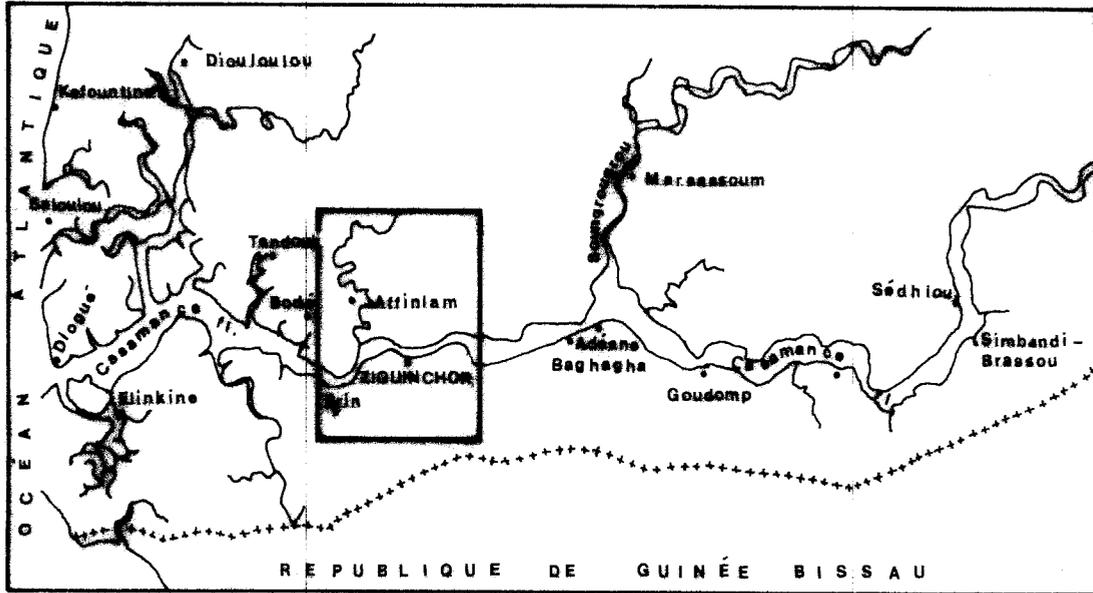


Fig. 1. - Marigot de Signona

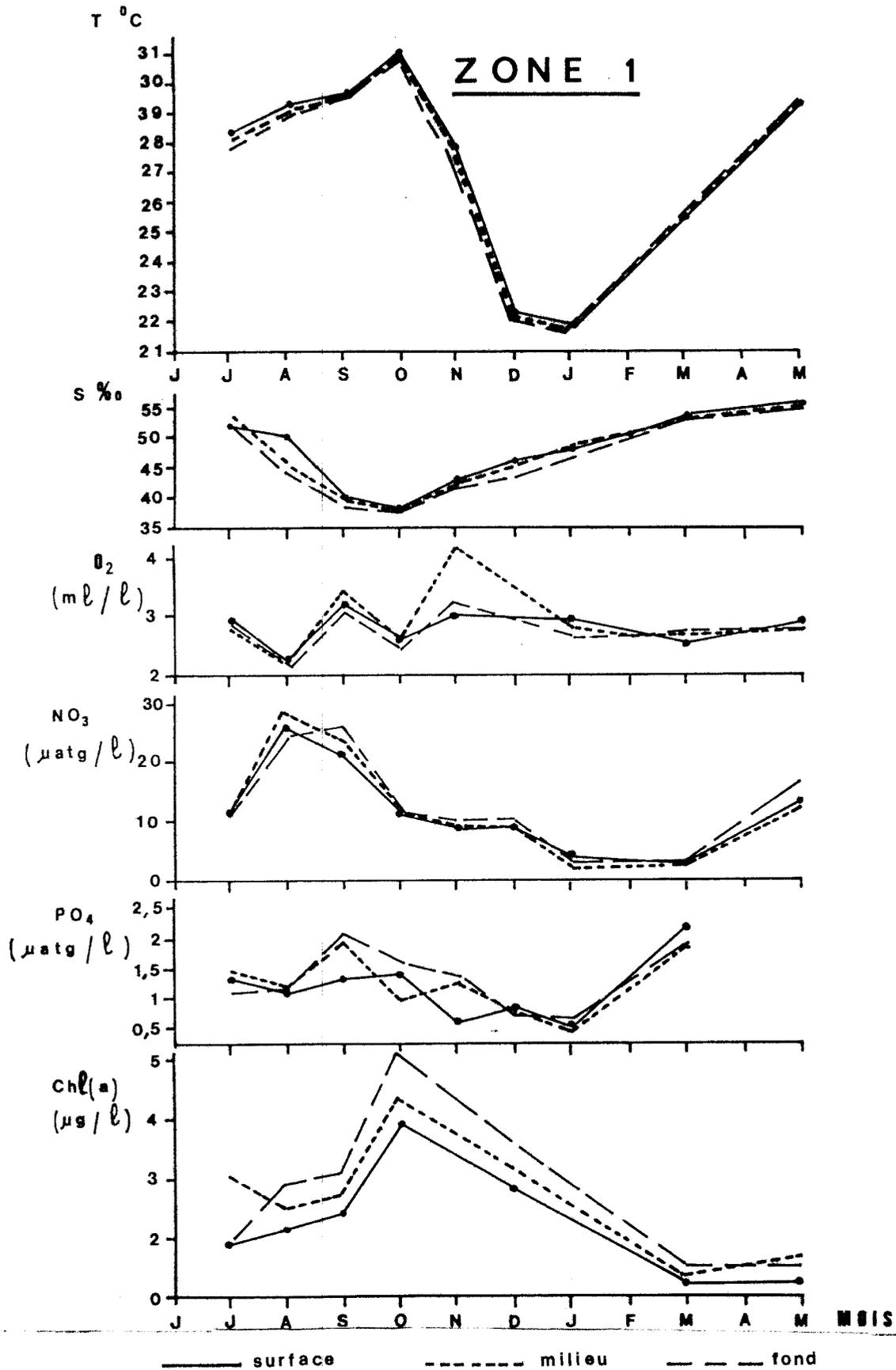


Fig. 2 - Variations saisonnières

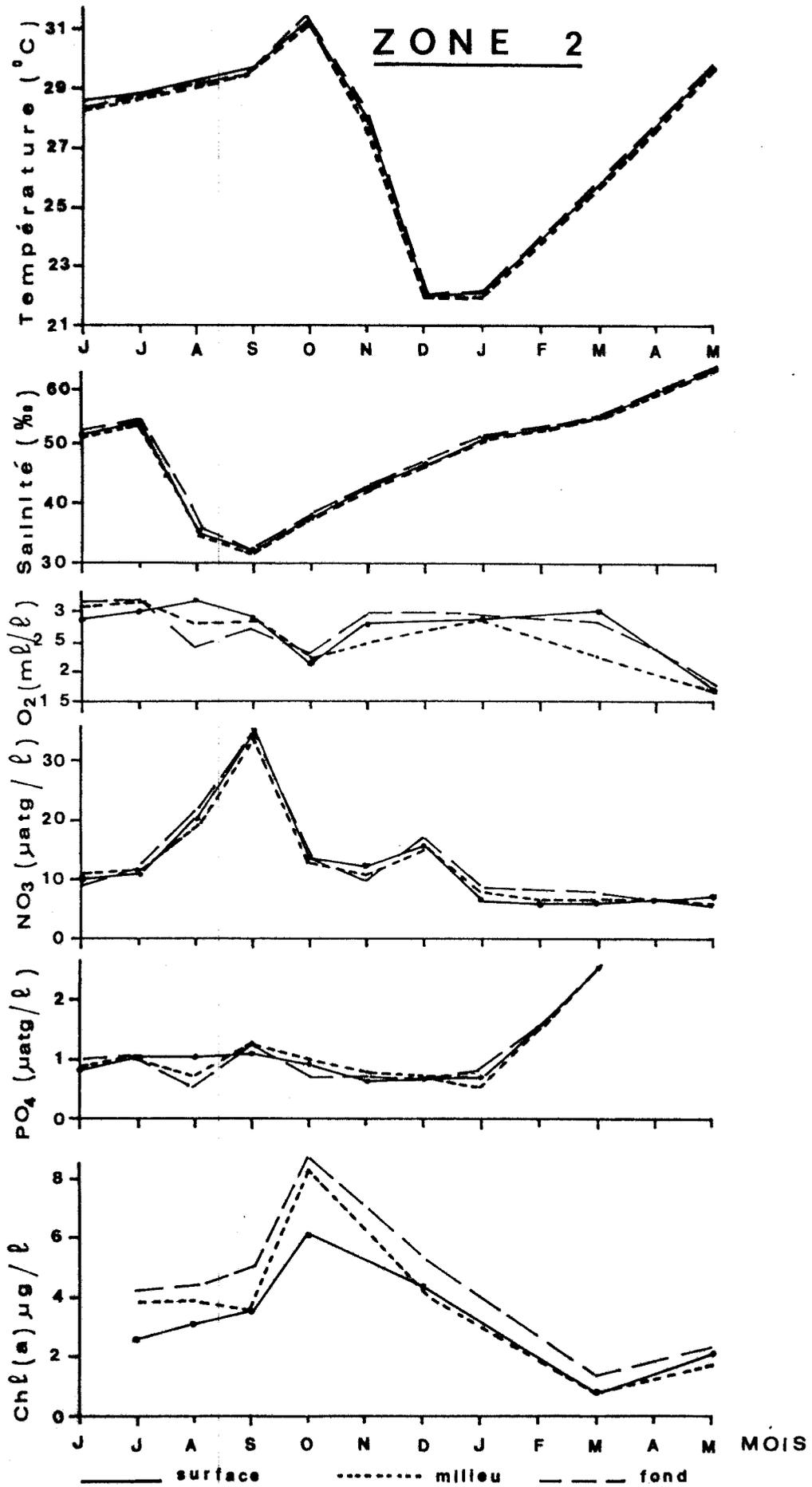


Fig. 3.- Variations saisonnières.

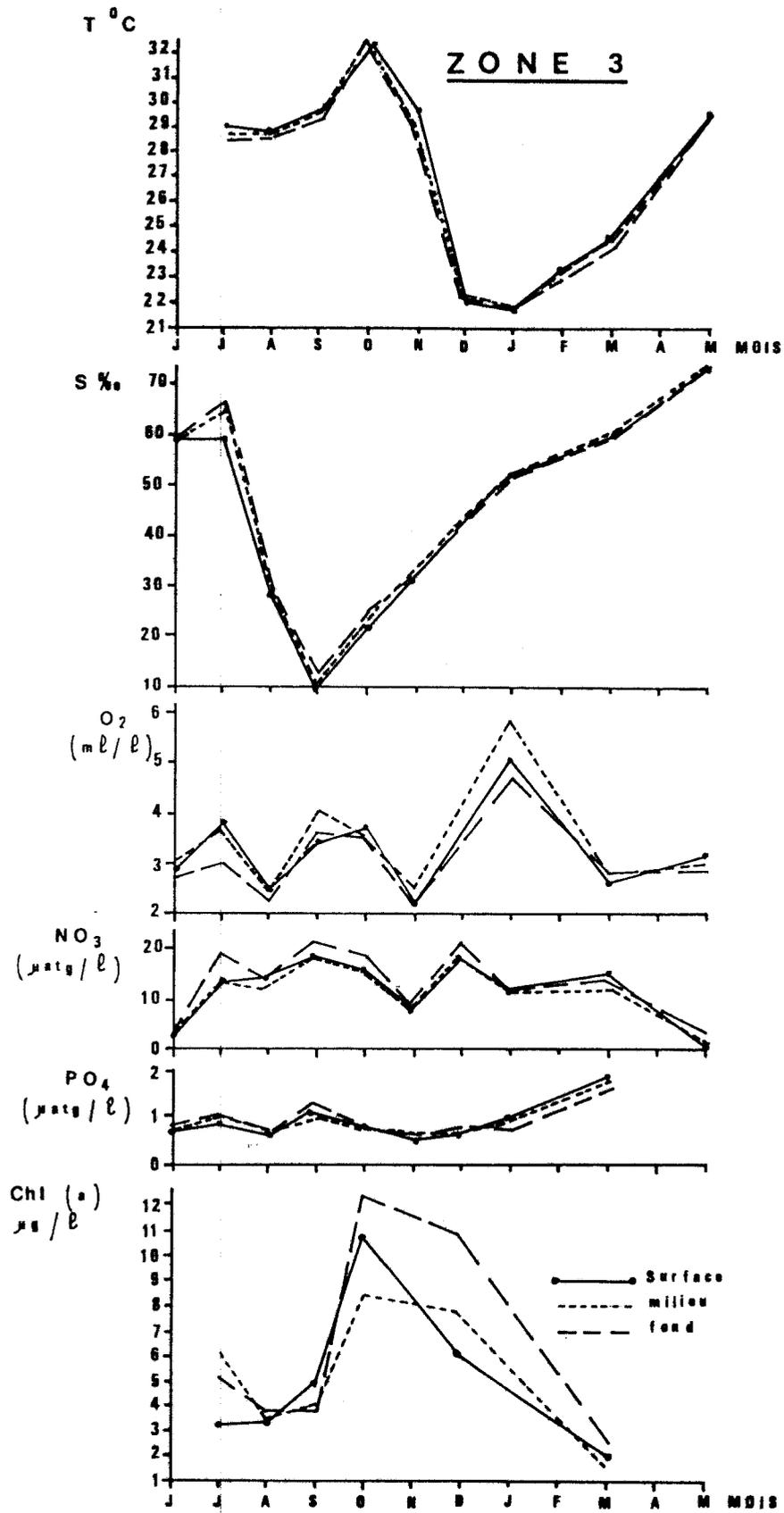


Fig. 4.- Variations saisonnières.

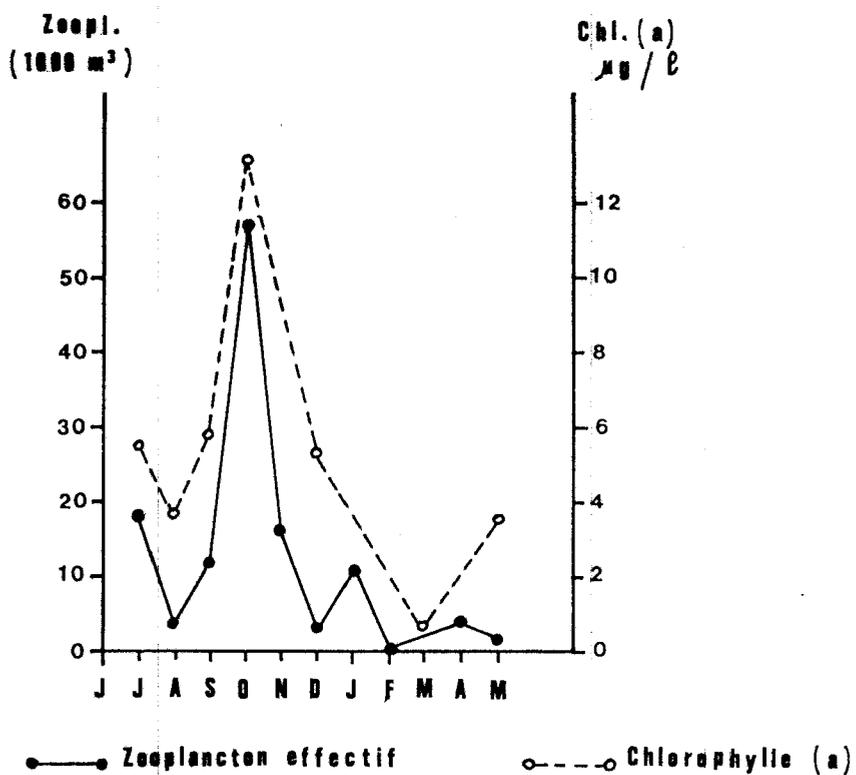


Fig. 5.- Variations saisonnières comparées du zooplancton effectif et de la chlorophylle (a) moyenne entre stations V et VI.

ZONE 1

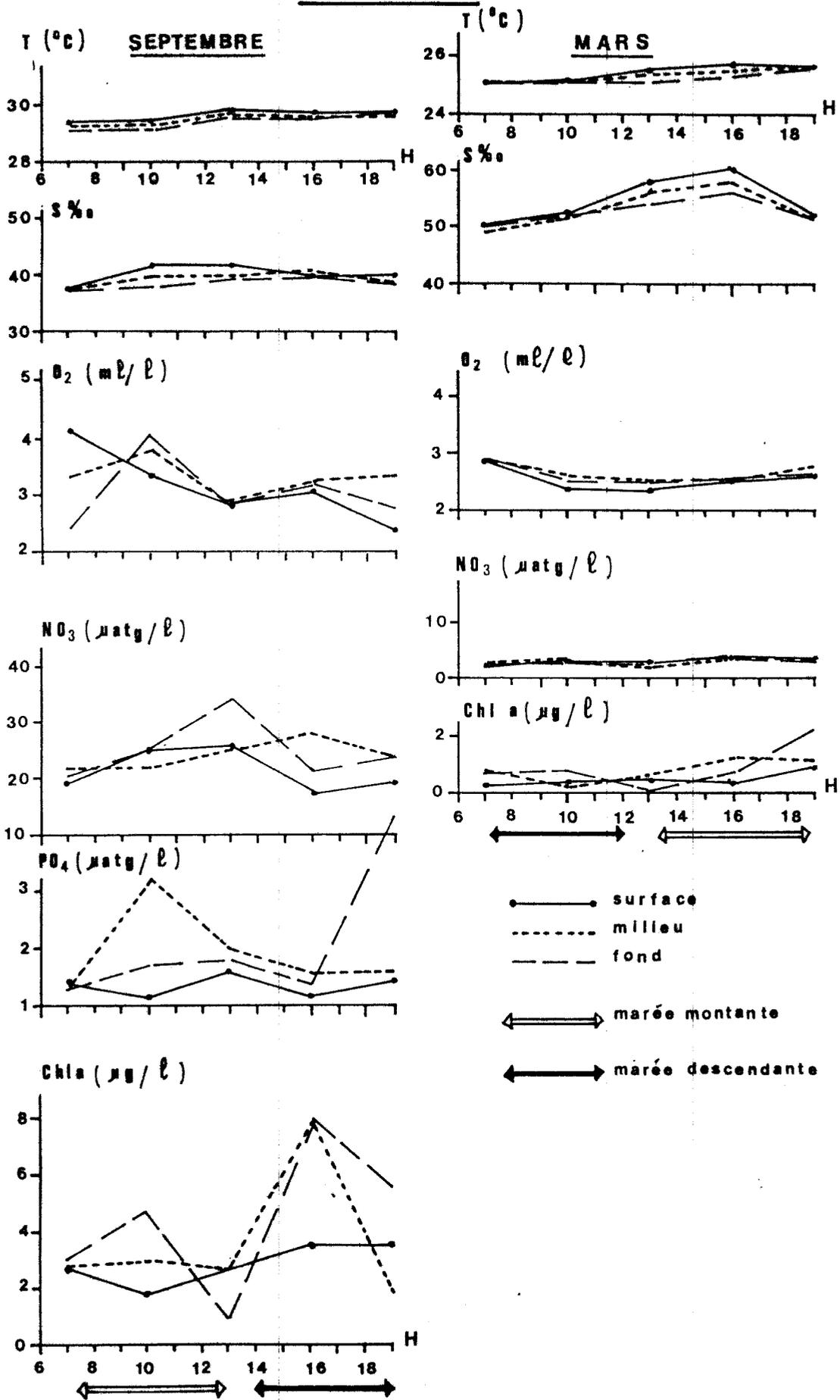


Fig. 6.- Variations saisonnières.

ZONE 2

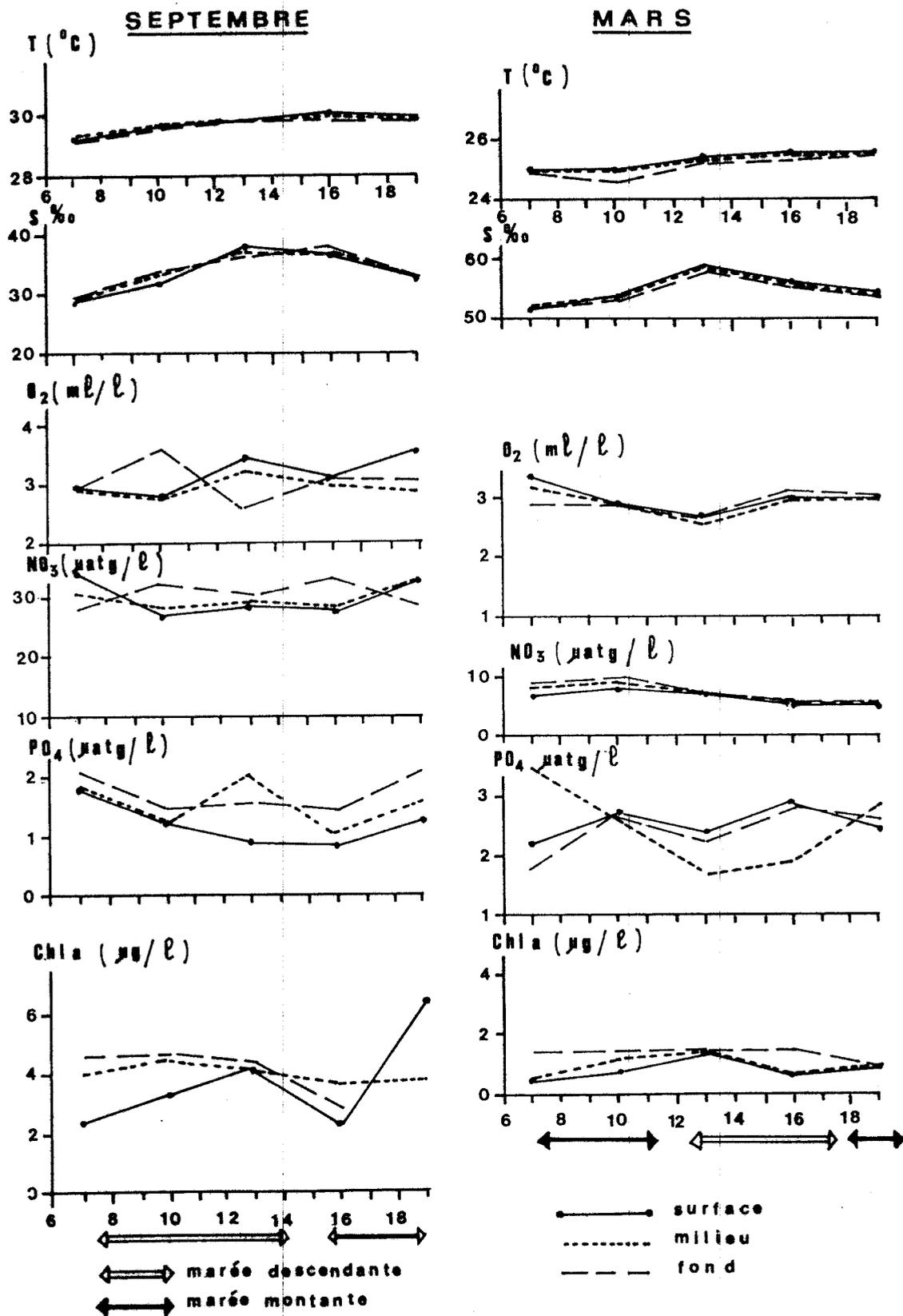


Fig. 7.- Variations journalières.

ZONE 3

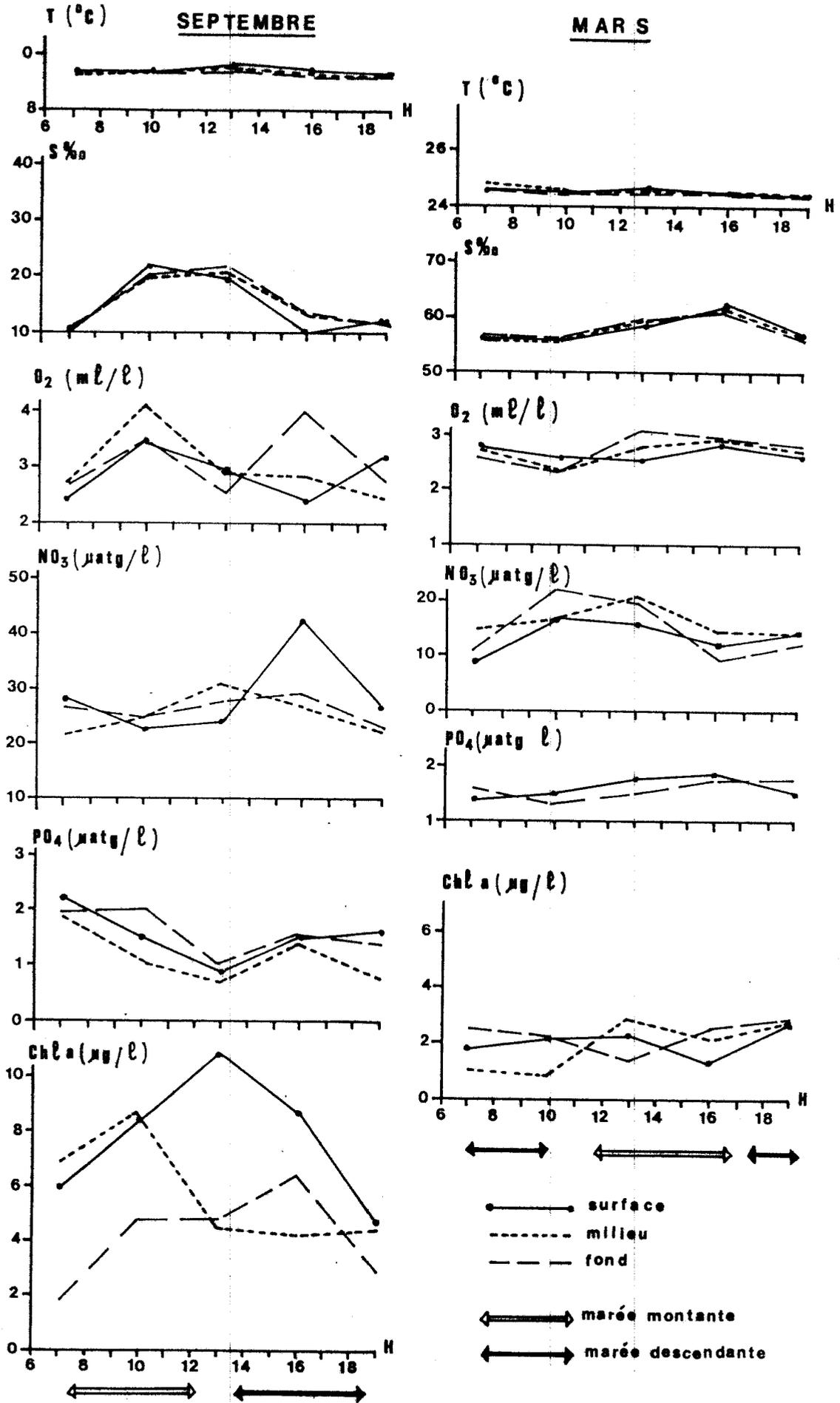


Fig. 8.- Variations journalières.

Saison des pluies

Saison sèche

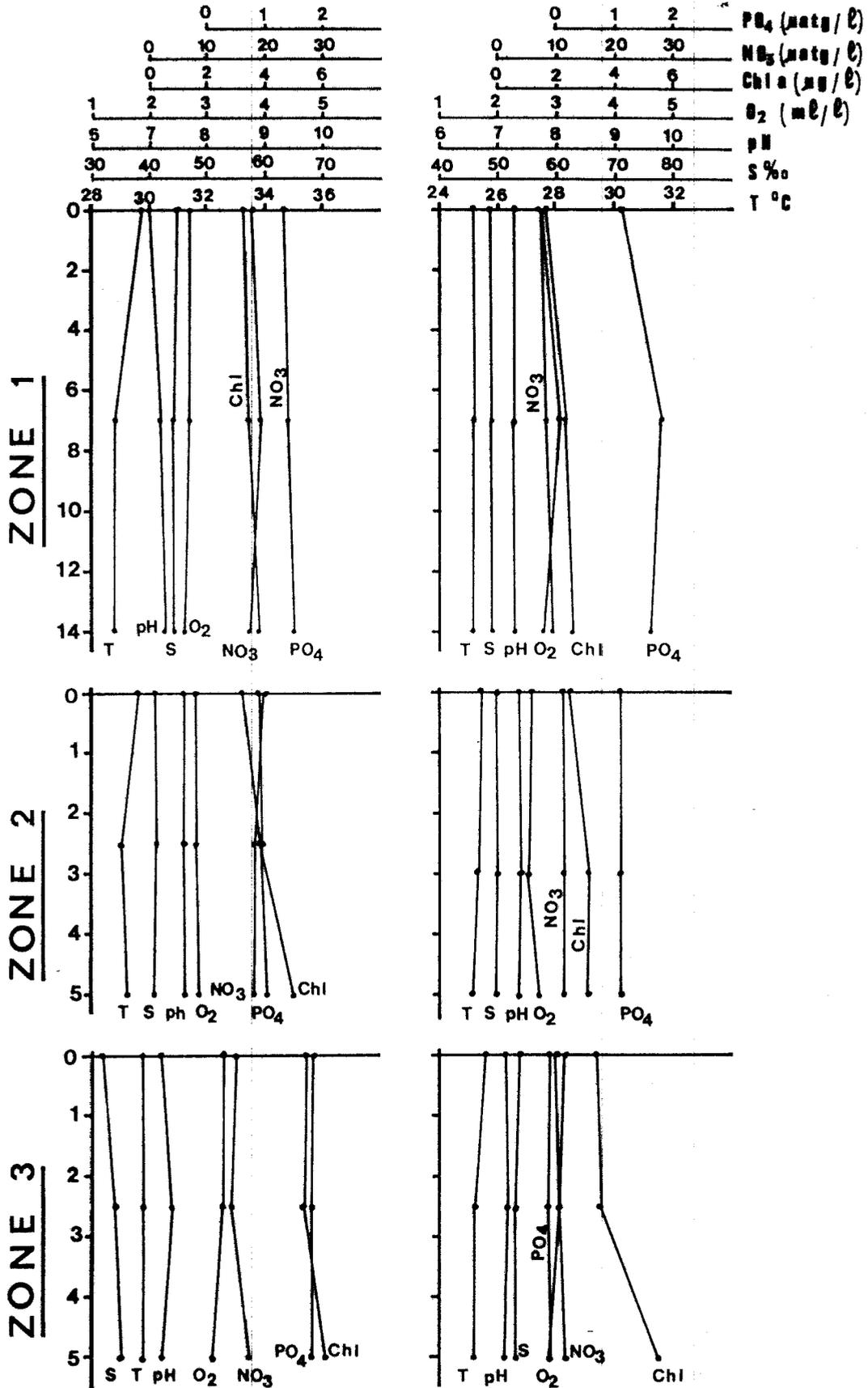


Fig. 9.- Variations verticales.

Saison des pluies

Saison sèche

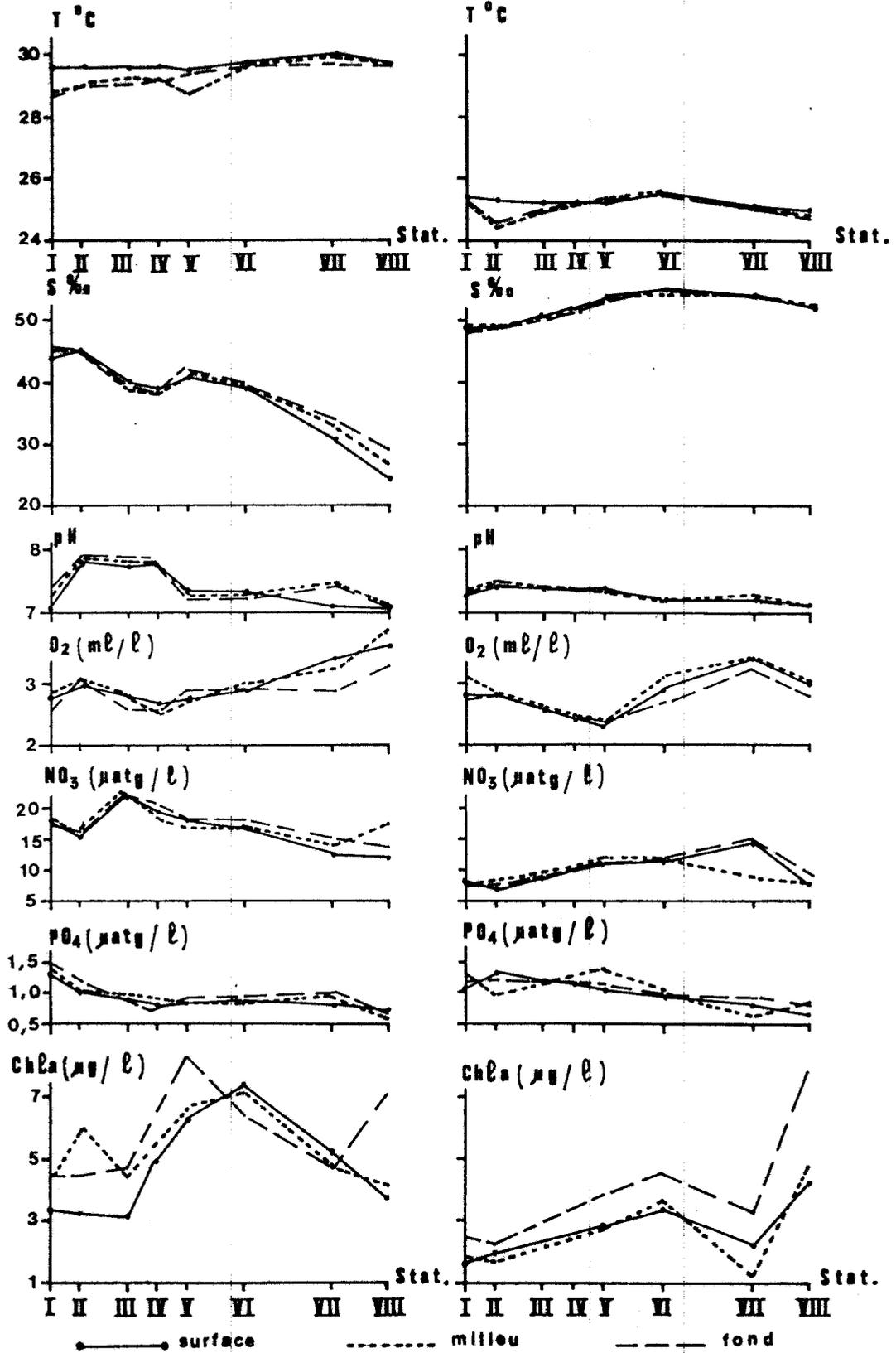


Fig. 10.- Variations longitudinales.

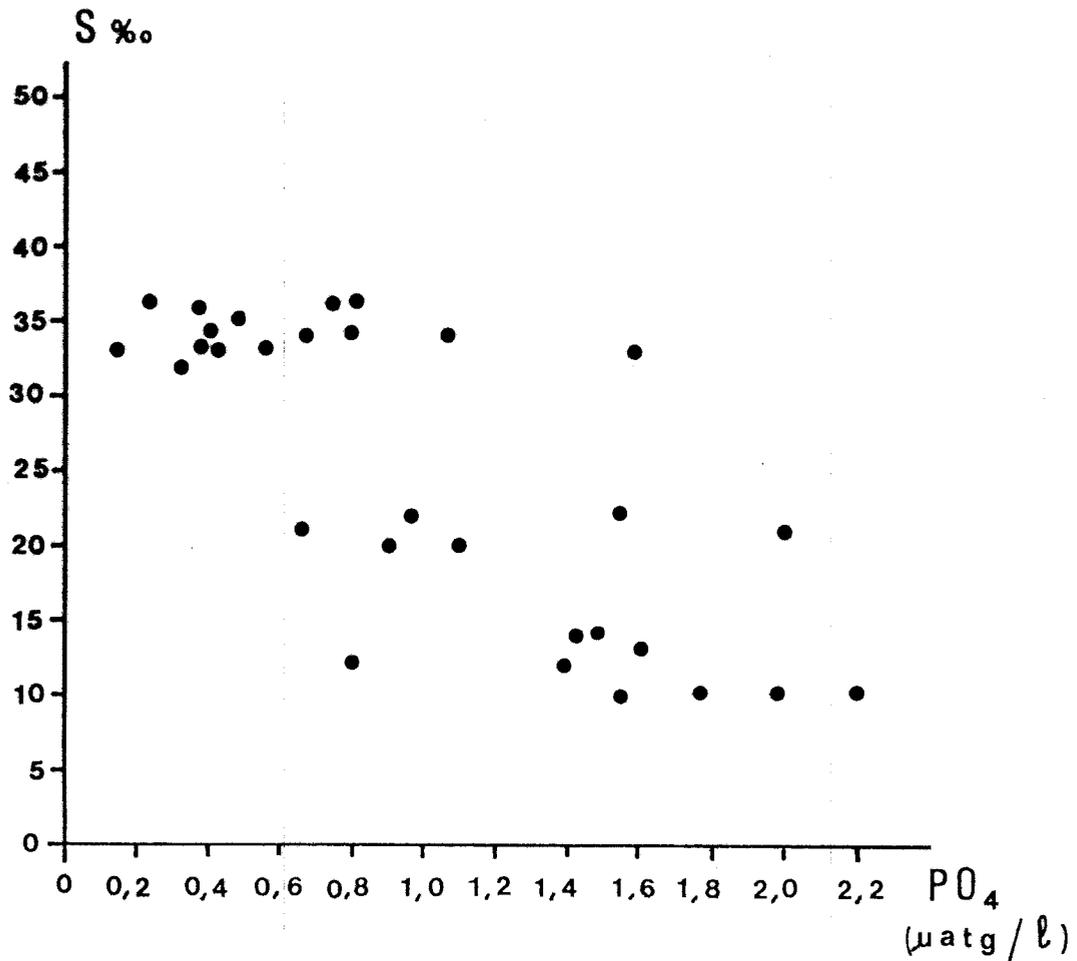


Fig. 11.- : Relation entre salinité et phosphates.
 $PO_4 = -0,044.S + 2,101$

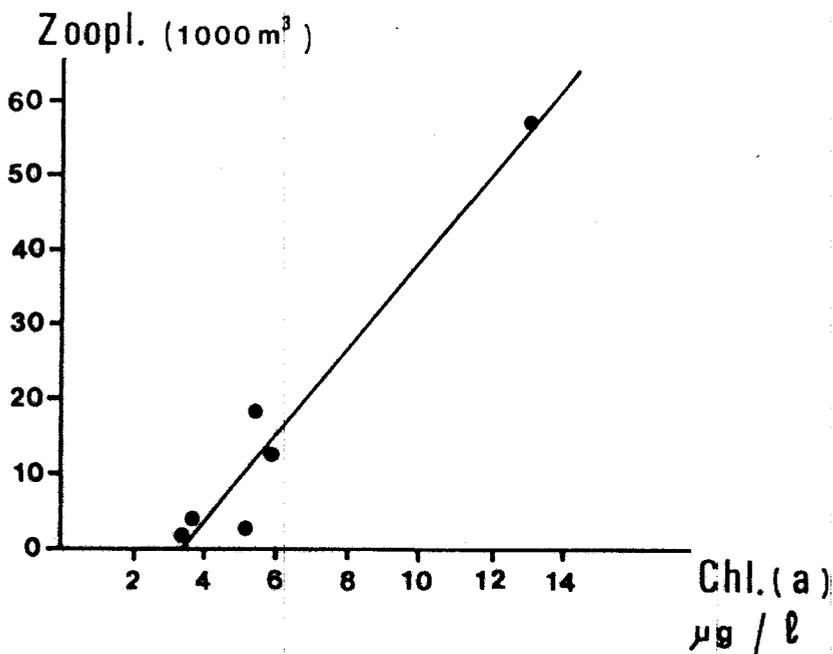


Fig. 12.- Droite de régression entre zooplancton et chlorophylle(a).
 $Zoopl. = 5,847.chl(a) - 19,813$