

00000674

7 1

ETUDE DE L'ENVIRONNEMENT AQUATIQUE
SUR LE **BOLON DE BIGNONA**

par

Bassirou DIAW (1)

(1) Océanographe physicien au Centre de Recherches Océanographiques de
Dakar-Thiaroye (ISRA) BP. 224 1 - Dakar (Sénégal).

R E S U M E

Ce travail est une analyse sommaire des variations spatio-temporelles de paramètres physico-chimiques sur le **bolon** de Bignona. Il entre dans le cadre de l'étude des conséquences du barrage en construction à Affiniam sur l'environnement aquatique du **bolon**.

A B S T R A C T

Study of aquatic environment on the Bignona "**Bolon**":
This study outlines the variations in **space** and **time** of physical and chemical parameters **along** the Bignona "**bolon**". This work is part of the global **analysis** of **aquatic** environmental **effects** of building a dam at **Affiniam**.

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

L'opération de recherche menée par le CRODT sur le marigot de Bignona a débuté en juin 1985. Son objectif est de déterminer l'impact du barrage **d'Affiniam** (en construction) sur l'environnement physico-chimique et la faune du **bolon** (cf. document CRODT),

Cette communication est une synthèse de l'analyse des résultats de l'exploitation partielle des données de mesures effectuées sur le terrain de juin 1985 à mars 1986. Elle porte sur les variations spatio-temporelles de la température, de la salinité, du pH, de l'oxygène dissous, des nitrates, des phosphates et de la **chlorophylle** (a).

Les mesures de ces paramètres ont été effectuées mensuellement sur huit stations réparties entre le cours principal du fleuve (station 1) et **Balin-gor** (station VIII). Quatre de ces stations ont été tenues régulièrement pendant douze heures avec des observations toutes les trois heures. La station 1 sur le cours principal du fleuve est **choisie** pour servir de comparaison (voir fig. 1) .

Cette première analyse, est basée sur les valeurs moyennes des données.

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

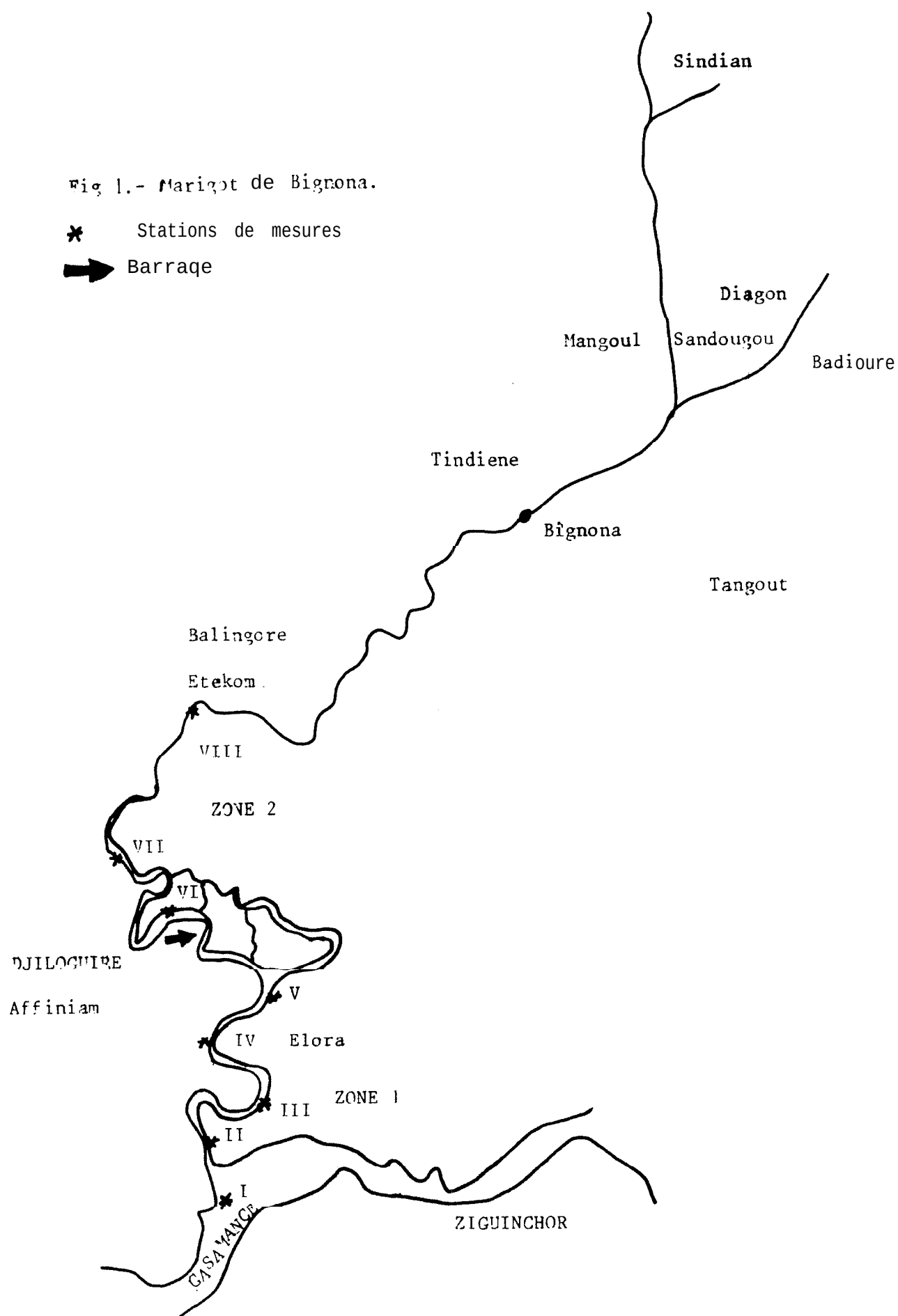
La vallée de Bignona, où se situe le lit du marigot de même nom, découpe le plateau sableux du continental terminal au nord du fleuve Casamance. Son histoire se résume en une série de régressions et de transgressions qui ont permis son creusement, la construction et le découpage des terrasses ainsi que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

Le marigot de Bignona est décrit par OLIVRY et CHQURET (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 km sont soumis à l'influence des marées.

Fig 1.- Marigot de Bignona.

* Stations de mesures

➔ Barrage



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 ETEKOM (BALINGOR) à **une centaine de** mètres à DJILOGUIRE et cent cinquante mètres à E'LORA pour une profondeur de 6 à 10 m (OLIVRY et CHOURET, 1981) ; ces données datent de 1970-71 et il se pourrait qu'il y ait eu des changements : nos propres jaugeages n'ont pas révélé de profondeur supérieure à 6 m, même à la station la plus proche du confluent.

Le cours aval du marigot est bordé de larges vasières sillonnées de nombreux chenaux de marée. Les plus basses vasières sont submergées **réguliè-**rement par la marée et sont peuplées par la mangrove plus ou moins **dégradée**. Celles qui sont rarement atteintes par la marée portent quelques touffes d'herbes ou sont dénudées, avec présence d'une croûte saline (schorres ou "tannes".).

2. ANALYSE ET DISCUSSION DES RÉSULTATS

2.1. VARIATIONS JOURNALIÈRES (FIG. 2)

Température :

Elle **varie** peu dans la journée. **Les valeurs** les plus élevées sont généralement observées entre 12 et 16 H.

Salinité

Pendant la saison des pluies les eaux sont, d'une manière générale, plus salées en marée montante qu'en marée descendante et la salinité varie généralement dans le même sens que la température. En saison sèche, c'est le schéma inverse.

pH :

Pendant un cycle de marée, le pH varie faiblement. Sa courbe de variation est généralement parallèle à celle de la salinité. Ceci a été également constaté sur le fleuve (DIOUF, 1985).

Oxygène dissous :

La quantité d'oxygène dissous varie dans la journée avec des amplitudes allant de quelques dixièmes de **ml/l** à **1 ml/l**. Ses courbes de variations n'ont pas de tendance régulière et sont difficilement interprétables.

Nitrates et phosphates :

Les concentrations en nitrates et phosphates fluctuent considérablement dans la journée mais sans tendance nette. Il n'y a pas de relation évidente entre leurs variations et celles de la quantité d'oxygène dissous.

Chlorophylle (a) :

Au cours de la journée, elle subit des variations relativement importantes mais sans tendance précise.

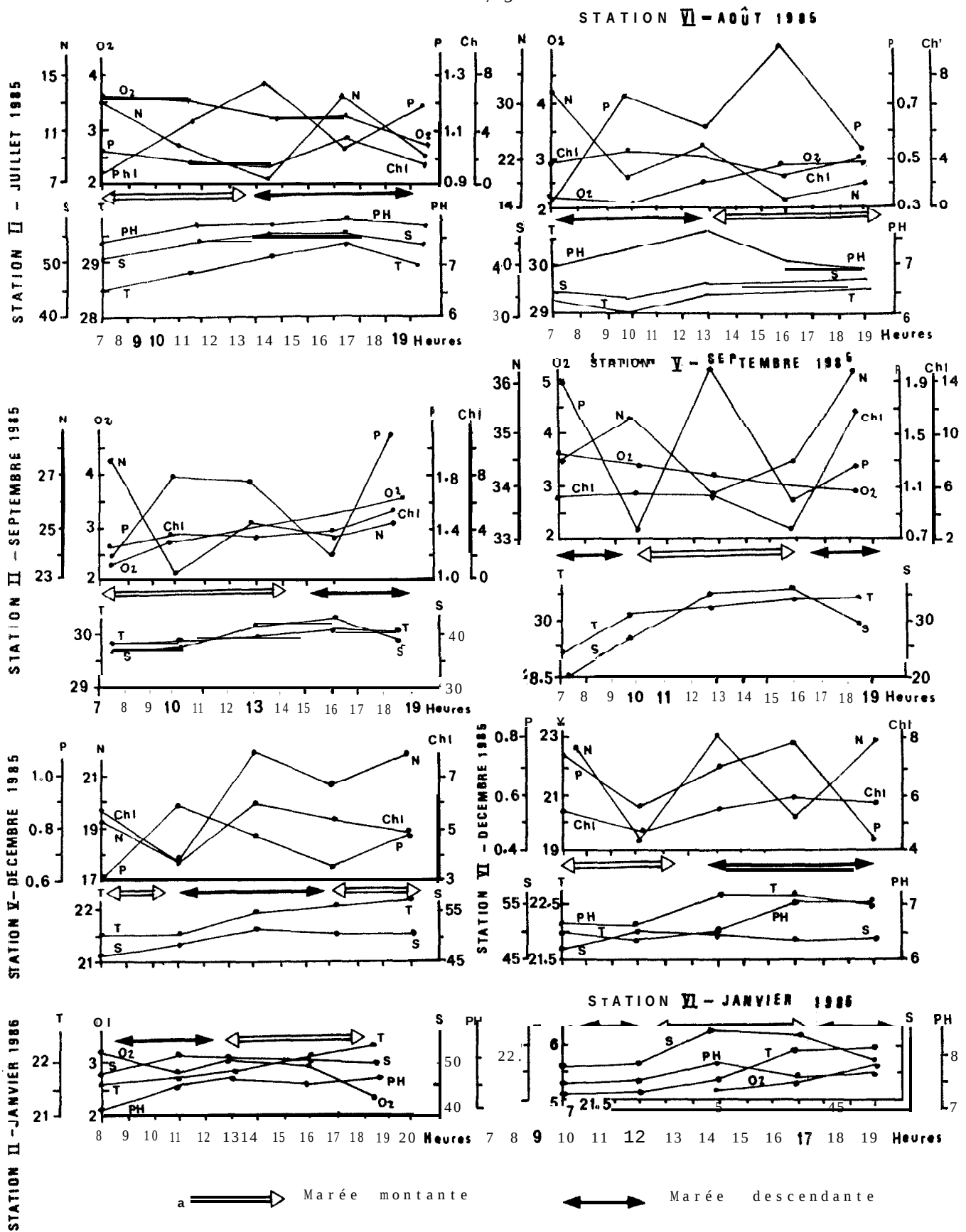


Fig. 2.- : Variations journalières des paramètres : O_2 en ml/l , NO_3 (N) et PO_4 (P) en $\mu g/l$, Chl en $\mu g/l$, $T^\circ C$, $S\%$ et pH.

2.2. VARIATIONS SAISONNIERES (FIG. 3)

Température :

Les valeurs maximales sont observées en octobre (31 à 32°C). La température décroît à partir d'octobre pour devenir minimale en janvier-février avec des valeurs comprises entre 21 et 22°C. A partir de janvier-février elle croît progressivement et dès le mois de mars elle atteint des valeurs de 25°C. Les fluctuations thermiques sont ainsi intimement liées à l'alternance des saisons.

Salinité :

En début d'hivernage (juin-juillet) la salinité est relativement forte : elle varie entre 53 et 68 ‰. Ce taux important de salinité s'explique par le fait que les premières pluies lessivent les sols et entraînent les croûtes de sel déposées sur les tannes, d'où sursalure des eaux. Ensuite la teneur en sel décroît et devient minimale en septembre. Le minimum varie d'aval en amont entre 39 et 7 ‰. Cette décroissance est due aux apports d'eaux douces par pluies directes, par ruissellement et par écoulements souterrains. (GALLAIRE, 1980 ; OLIVRY et CHOURET, 1981 ; rapport LOUIS BERGER, 1981). A partir de septembre la salinité augmente. Cette croissance est d'abord lente en fin d'hivernage (les écoulements souterrains prolongeraient les apports d'eaux plus diluées). En pleine saison sèche il n'existe pratiquement plus de précipitations. La nappe recule et les échanges avec elle deviennent négligeables (GALLAIRE, 1980). L'évaporation entraîne alors une augmentation rapide de la salinité.

Ce schéma de variations saisonnières est commun à tous les affluents de la Casamance à l'exception du Soungrougrou qui ne se dessale pas en hivernage (MARIUS, 1985).

pH :

Les données sur ce paramètre sont trop fragmentaires pour permettre une analyse correcte. Cependant on constate que le pH est particulièrement fluctuant en hivernage, période pendant laquelle il atteint ses valeurs minimales (7,1 à 6,5). Il est maximal en saison sèche. Ceci est en conformité avec les observations de GALLAIRE (1980) sur le marigot voisin de Baïla.

Oxygène dissous

D'un mois à l'autre, la quantité d'oxygène dissous varie généralement entre 2 et 4 ml/l. Il n'y a pas de tendance significative. Généralement les plus fortes valeurs sont observées (dans la zone 2) en septembre-octobre (3 à 4 ml/l). Elles pourraient être liées à une activité photosynthétique intense. Le pic de 5,3 ml/l observé en janvier à la station VI semble anormal. Il n'y a pas de relation évidente avec les sels nutritifs.

Nitrates :

Les concentrations en nitrates sont généralement plus fortes pendant l'hivernage. Dans la zone 1 les valeurs maximales sont atteintes en septembre et sont comprises entre 25 $\mu\text{atg/l}$ (station II) et 44,15 $\mu\text{atg/l}$ (station IV). A partir de septembre les concentrations diminuent régulièrement avec un faible pic en décembre. Dans la zone 2 on observe des maxima de 21,6 $\mu\text{atg/l}$ (station VIII) et de 27,2 $\mu\text{atg/l}$ (station VI). Le faible pic en décembre apparaît également. Les maxima de nitrates correspondent aux minima de salinité.

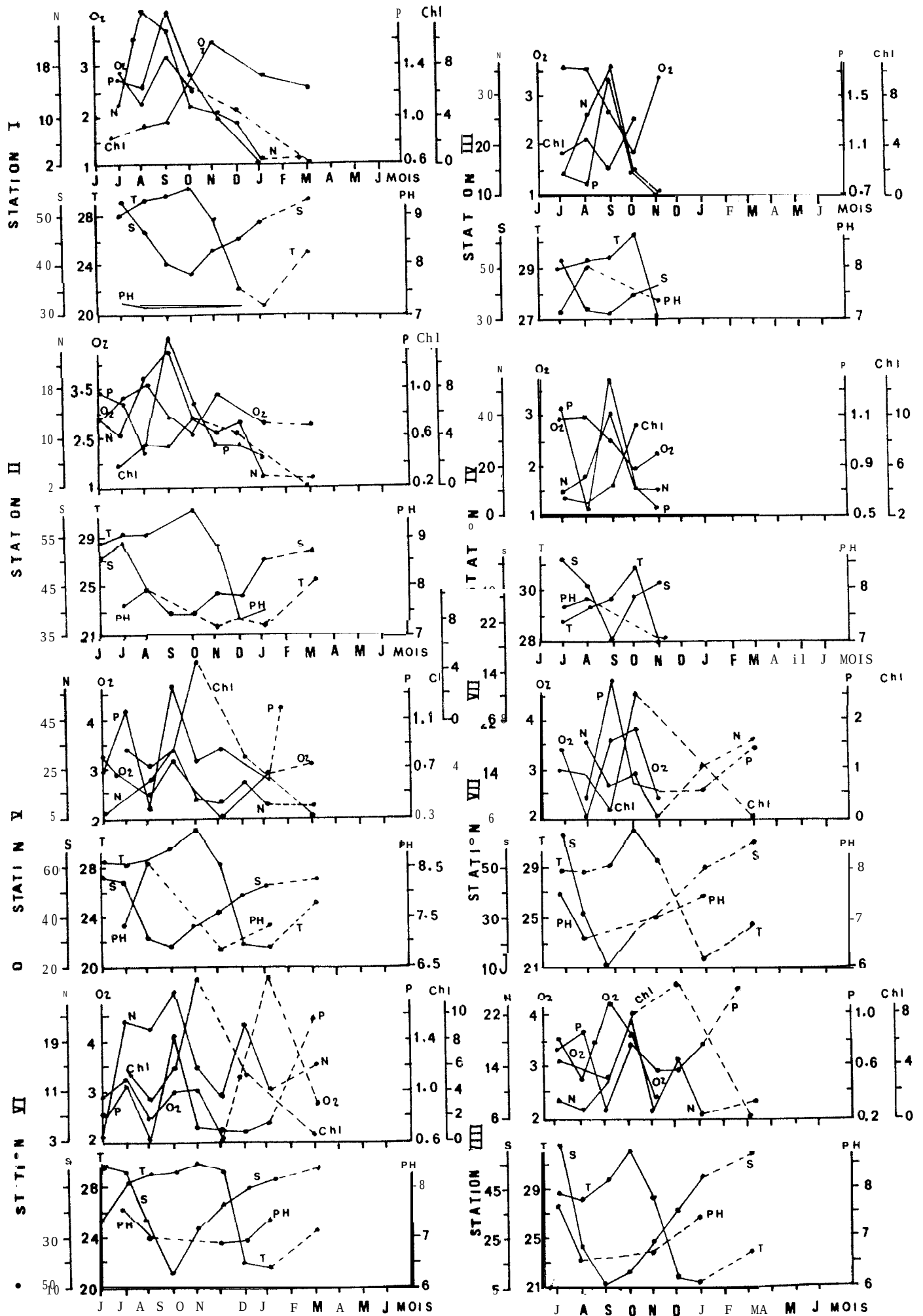


Fig. 3.- : Variations saisonnières des paramètres :

O_2 en ml/l, NO_3 (N) et PO_4 (P) en $\mu g/l$, Chl en $\mu g/l$.

$T^\circ C$, $S_{\text{‰}}$ et pH

La richesse des eaux en nitrates pendant l'hivernage s'explique d'une part par l'apport des pluies directes riches en **azote** (DE SOLJZA, 1983; JORDAN et al., 1983), d'autre part par le lessivage du fer - dont les sédiments sont particulièrement riches - **et/ou** la décharge de résidus vaseux directement dans le **bolon** par les eaux de ruissellement. Dans la zone 1 la mangrove existante est à l'origine d'importantes accumulations de matière organique qui sont drainées dans le **bolon**. Dans la zone 2 la mangrove est pratiquement inexistante. Par contre, l'agriculture y est pratiquée sur la rive droite. Le lessivage de ces sols cultivés pourrait être également une source importante d'enrichissement en nitrates (MORRIS et al., 1981). Le pic observé en décembre correspond à de fortes pluies ce qui témoigne du rôle important et quasi-simultané que les précipitations exercent sur les concentrations en nitrates.

Phosphates :

Les concentrations en phosphates sont généralement maximales en septembre avec des valeurs comprises entre 1,38 et 2,79 $\mu\text{atg/l}$. A partir de septembre la tendance d'ensemble est à la décroissance. Il existe un minimum (0,6 $\mu\text{atg/l}$) en décembre-janvier et un autre (0,4 -- 0,7 $\mu\text{atg/l}$) en août. Au niveau de Balingor les variations sont particulières et inverses de ce qui vient d'être décrit.

Le maximum de septembre est typique des eaux **côtières** ou continentales et pourrait être lié à une intensification des processus de régénération des phosphates par les sédiments (JORDAN et al., 1983). Comme l'ont constaté ailleurs d'autres auteurs, le maximum de phosphates correspond au minimum de salinité (HAINES, 1971). Le minimum observé en août, correspondant à de faibles valeurs de salinité, n'a pas d'explication claire au niveau des pH ni à celui de l'oxygène dissous. DE SOUZA (1983) explique qu'un minimum dans de telles conditions pourrait être lié à des mécanismes de régulation par les sédiments. La distribution particulière des phosphates au niveau de Balingor serait plutôt à lier à l'activité **photosynthétique** : le maximum d'août correspond à un minimum d'oxygène et le minimum de septembre au maximum d'oxygène.

Chlorophylle (a) :

La chlorophylle (a) varie de manière irrégulière. En septembre, les valeurs sont particulièrement faibles et généralement voisines de 3 $\mu\text{g/l}$. Le maximum, observé en octobre-novembre, varie entre 5,59 et 13,16 $\mu\text{g/l}$ d'aval en amont.

Les valeurs de chlorophylle (a) ici observées; sont très inférieures à celles des mesures de LE RESTE (1985) sur le **bolon** de Guidel. Ce dernier trouve des maxima supérieurs à 30 $\mu\text{g/l}$.

2.3. VARIATIONS VERTICALES (FIG. 4)

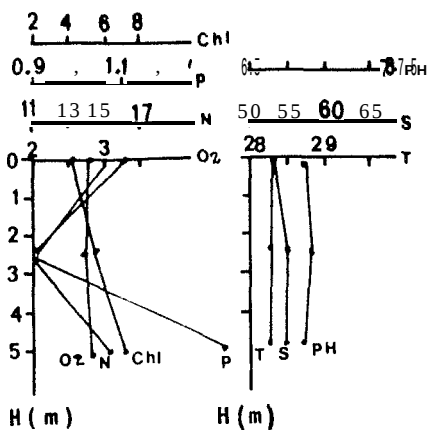
Température, salinité et pH

Ces paramètres ne varient que très faiblement avec la profondeur d'une manière générale. Les eaux de surface sont cependant légèrement plus chaudes et un peu moins salées que celles sous-jacentes.

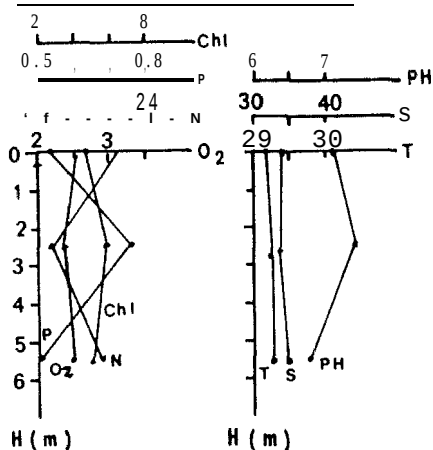
Oxygène dissous

La quantité d'oxygène dissous varie peu en fonction de la profondeur. La forme des profils est très irrégulière et difficilement interprétable.

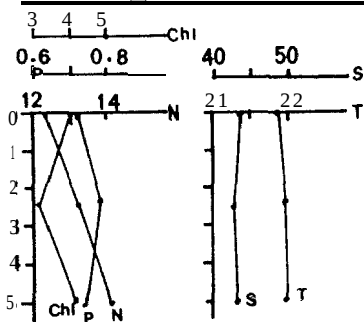
STATION V - JUILLET 1985



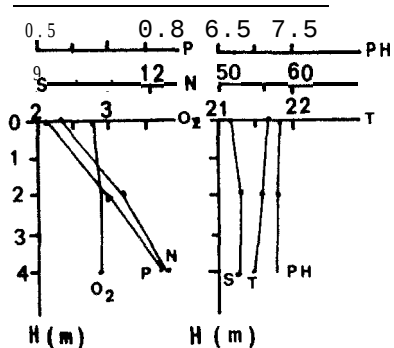
STATION VI - AOÛT 1985



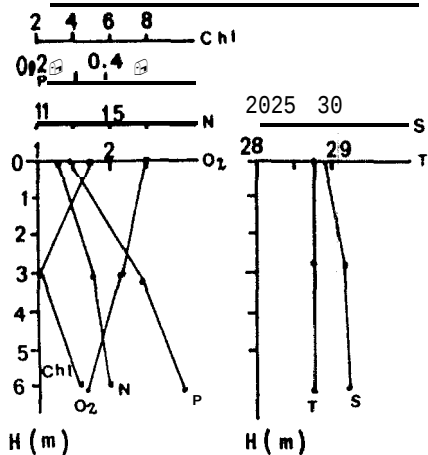
STATION II - DECEMBRE 1995



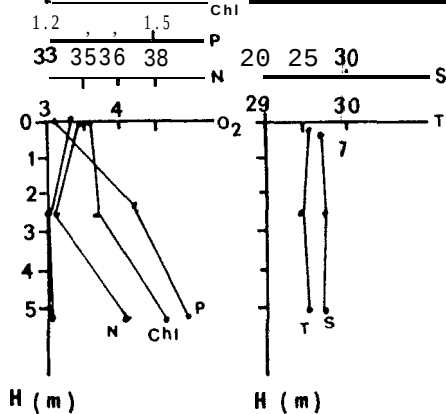
STATION V - JANVIER 1996



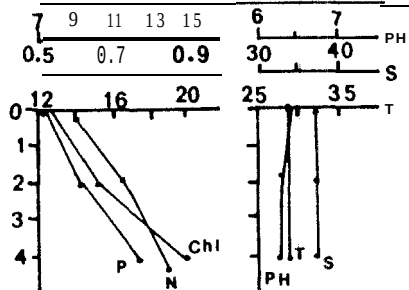
STATION VII - AOÛT 1995



STATION P - SEPTEMBRE 1995



STATION VIII - DECEMBRE 1995



STATION VI - JANVIER 1986

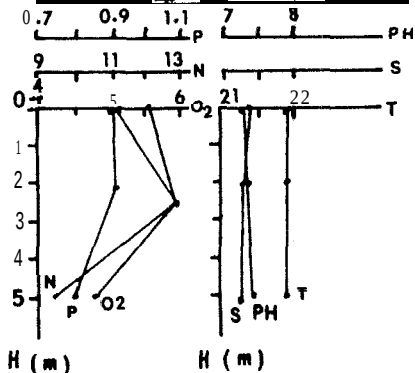


Fig. 4.- : Profil vertical des paramètres : O₂ en ml/l, N03 (N) et PO₄ en µatg/l, Chl en µg/l, T°C, S‰ et pH

Sels nutritifs

Les nitrates et les phosphates subissent d'importantes variations verticales. Leurs profils, sans relation évidente avec ceux de l'oxygène dissous, sont également très irréguliers. Dans l'ensemble les eaux du fond s'avèrent plus riches en sels nutritifs que celles de surface. En effet, les particules de matières organiques sont précipitées au fond où elles s'accumulent et où a lieu leur oxydation et leur décomposition par différents processus. Ces sédiments seraient ainsi une importante source de sels nutritifs qui sont régénérés dans la couche limite benthique (SUESS, 1974 ; CALLENDER et HAMMOND, 1982 ; DILSON, 1985). Les travaux de MARIUS (1985) attestent la richesse des sédiments en sels nutritifs.

Chlorophylle (a)

Elle varie avec la profondeur de manière irrégulière. Cependant, dans l'ensemble, les valeurs les plus élevées sont celles du fond. Cela a été également observé dans l'estuaire du Sine-Saloum et l'hypothèse d'une "brigue détritique" a été avancée (UNESCO, 1985).

2.4. VARIATIONS LONGITUDINALES (FIG. 5)

Sur le plan longitudinal la partie étudiée du bolon a été divisée en deux zones : la zone 1 en aval d'Affiniam et la zone 2 en amont (fig. 1).

Température

La température est variable le long du bolon. Elle varie peu pendant l'hivernage. Elle augmente d'aval en amont, en octobre-novembre. Elle varie peu et sans tendance régulière en décembre-janvier puis diminue de l'aval vers l'amont en mars.

Salinité

En début d'hivernage (juin-juillet) la salinité augmente d'aval en amont à cause des effets du lessivage des schorres (voir variations saisonnières). Pendant l'hivernage, le bolon se dessale à partir de l'amont à cause des apports d'eaux douces par pluies directes et ruissellement combinés au faible volume des biefs : la salinité décroît de l'aval vers l'amont. Après la saison des pluies, le "robinet" d'eaux douces étant coupé et l'évaporation aidant, elle commence à augmenter, d'abord en amont. Le sens de variation commence à se réinverser en décembre-janvier. La croissance d'aval en amont est nette en mars.

Les variations de salinité sont moins sensibles dans la partie aval à cause de l'inertie due à la grande masse d'eau de ces biefs.

Le schéma de variation longitudinale de la salinité qui vient d'être décrit a été observé dans la même zone par GOULEAU (1977) (cité par MARIUS, 1985), OLIVRY et CHOURET (1981).

pH

Le long du bolon, le pH varie, mais sans tendance significative. Dans la zone 2, en novembre) on note des valeurs de pH légèrement inférieures à 7. Dans la zone 1, en août, on observe des valeurs légèrement supérieures à 8. Partout ailleurs et en toutes autres périodes, le pH évolue entre 7 et 7,5. Il est légèrement croissant d'aval en amont d'une manière générale.

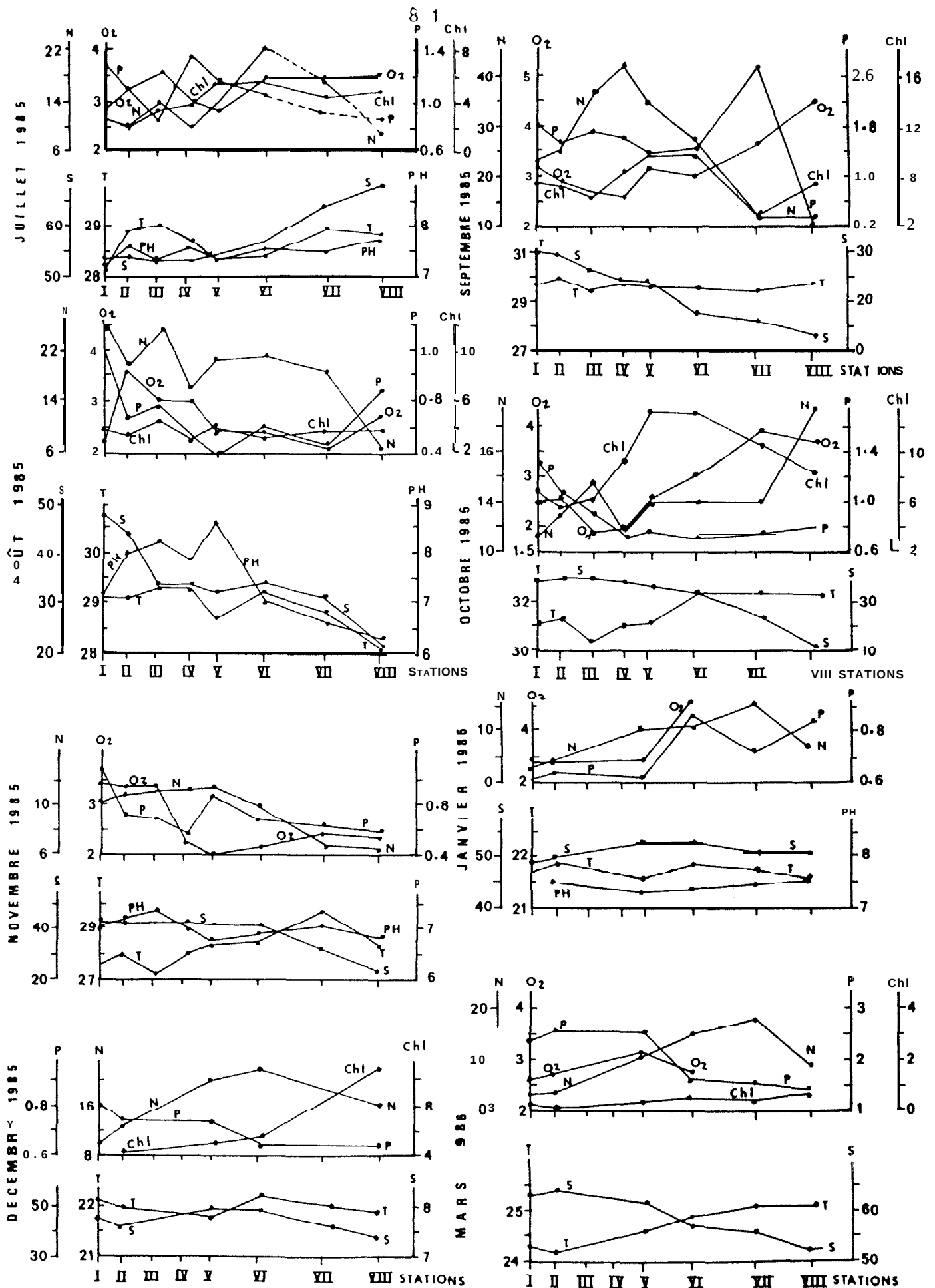


Fig. 5.- : Variations longitudinales des paramètres :

O_2 en ml/l, NO_3^- (N) et PO_4^{3-} (P) en $\mu\text{atg/l}$, Chl en $\mu\text{g/l}$

$T^\circ\text{C}$, $S\text{‰}$ et pH.

Oxygène dissous

La quantité d'oxygène dissous varie le long du **bolon** sans tendance régulière. En août elle décroît d'aval en amont. Cependant, dans l'ensemble, le **bolon** s'avère plus riche en oxygène vers l'amont que vers l'aval. Cela pourrait être lié aux biomasses de chlorophylle plus fortes en amont.

Nitrates

Les concentrations en nitrates sont variables selon les stations. Pendant la saison-des pluies il n'y a pas de tendance régulière de variation. Les maxima changent de station selon les mois et correspondent aux minima d'oxygène. De décembre à mars il se dégage une tendance à la hausse d'aval en amont.

De manière générale le **bolon** est plus riche en nitrates que le fleuve.

Phosphates

Les variations des phosphates le long du **bolon** ne montrent pas de tendance régulière. Néanmoins les concentrations les plus fortes sont constatées dans la zone I. Ceci pourrait être lié à un enrichissement à partir des zones de marécage et de mangrove.

Le fleuve s'avère plus riche en phosphate que le **bolon**.

Chlorophylle (a)

De manière générale, la chlorophylle (a) est croissante d'aval en amont. De juillet à octobre, les valeurs maximales sont généralement observées aux stations V et VI. En août les variations longitudinales sont très faibles.

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

- CALLENDER (E.) and HAMMOND (D. E.), 1982. -- Nutrient exchange accross the sediment water interface in the Potamac river estuary. Estuarine, coastal and shelf science, 15 (4) : 395 - 411
- CIEPAC. - Aménagement de la vallée de Bignona. Etude socio-économique générale (phase 1). Dakar, juin 1984 : 9 - 15.
- DILSON (M.E.Q.), 1985.- Annual cycles of nutrients and chlorophylle in Narragansett Bay, Rhode Island. in : Journal of Marine Research. Vol. 43, n° 4, nov. 1985 : 849 - 873.
- DIOUF (P.S.), 1985.- Variations spatio-temporelles du zooplancton de la Casamance. Mémoire de confirmation, CRODT, Dakar, 1985.
- DE SOUZA (S.N.), 1983.- Studies on the behaviour of nutrients in the Mandovi estuary during premonsoon. Estuarine, coastal and shelf science, 16 (3) : 299 - 307.
- GALLAIRE (G.), 1980.- Etudes hydrologiques du marigot de Baïla. ORSTOM, Dakar, 1980 : 84 - 100.

- HAINES (E.B.), 1971.- Nutrient inputs to the coastal zone : The Georgia and South Carolinas shelf. in : Estuarine Research. Academic Press, Inc. Vol. 1, 1975 : 303 - 321.
- JORDAN (T.E.), CORELL (D.L.) and WHIGHAM (D.F.), 1983.- Nutrient flux in the Rhode River : tidal exchange of nutrients by brackish marshes. Estuarine coastal and shelf science. 17 (6) : 651 - 665.
- LE RESTE (L.), 1985.- Conséquence sur l'environnement aquatique et la pêche d'un barrage-écluse anti-sel en Casamance. IIIème Symposium International sur les sols sulfatés acides, Dakar, 6-11 janvier 1986.
- LOUIS BERGER INTERNATIONAL.- Programme de développement de la vallée de Baïla en Casamance. Rapport final, vol. 2. Dakar, mai 1981
- MARIUS (C.), 1985.- Mangrove de la Casamance et de la Gambie. Ecologie-Pédologie-Géochimie. Mise en valeur et aménagement. Edition de l'ORSTOM, Paris 1985 : 48, 73, 108 pp.
- MORRIS (A.W.), BALE (A.J.) and HOWLAND (J.J.M.), 1981.- Nutrient distributions in an estuary : evidence of chemical precipitation of dissolved silicate and phosphate. Estuarine, coastal and shelf science. 12 (2) : 205 - 215.
- OLIVRY (J.C.) et CHOURET (A.), 1981.- Etude hydrologique du marigot de Bignona, Quelques aspects intéressants des mesures réalisées en 1970-1971. ORSTOM, Dakar, 1981, 93 p.
- SUESS (E.), 1974.- Nutrients near the depositional interface in the benthic boundary layer. Edited by I.N. MC Cave. Plenum Press N.Y and London, 1974 : 57 pp.
- UNESCO, 1985.- L'estuaire et la mangrove du Sine-Saloum. Rapport de l'UNESCO sur les sciences de la mer, 32, 139 pp.

DISCUSSION

- Q. Le **bolon** de Bignona est-il représentatif de l'ensemble des bolons tributaires de la Casamance ?
- R. Peut-être pas car la mangrove y est beaucoup plus dégradée qu'en aval.
- Q. Où se trouve la limite entre eau salée et eau douce dans ce **bolon** ?
- R. L'étude a été réalisée jusqu'à Balingor et n'a pas permis d'observer des salinités inférieures à 7 ‰.
- Q. Il serait nécessaire d'estimer les parts relatives des précipitations, du lessivage et de la nappe dans l'enrichissement en azote du **bolon**.

Un débat s'engage sur les échanges **nappe-bolon** et leur salinité respective. Il apparaît que la salinité de la nappe, antérieurement inférieure à celle du **bolon**, peut maintenant être jusqu'à deux ou trois fois supérieure, et ceci dans l'ensemble du domaine casamançais.