

PRODUCTION PRIMAIRE D'UNE LAGUNE TROPICALE A FORTE INFLUENCE CONTINENTALE :
LA LAGUNE ABY (COTE D'IVOIRE)

Par

METONGO Bernard Soro

Centre de Recherches Océanographiques
B.P. V 18 Abidjan (Côte d'Ivoire)

---oo0oo---

R E S U M E

Ce travail décrit les variations de la production primaire en liaison avec les phénomènes hydroclimatologiques de la lagune Aby.

Minimale en saison de pluies et de crues, la salinité atteint le maximum en saison sèche. La stratification des eaux due au gradient vertical de salinité est beaucoup plus prononcée en saison sèche.

La température est homogène dans les zones peu profondes. Les variations saisonnières et les écarts de température entre l'épilimnion et l'hypolimnion sont faibles (1 à 2°C). Le maximum de température est atteint en saison sèche (plus de 30°C en surface).

Dans l'épilimnion, les eaux sont généralement saturées en oxygène (plus de 80% de saturation) voire sursaturées en saison sèche (100 à 112% de saturation en février, avril et mai). Dans l'hypolimnion, les eaux sont en permanence anoxiques et sont chargées de sulfures.

Les concentrations en sels nutritifs (Nitrates, nitrites, ammoniac et phosphates) sont relativement élevées en saison de pluies et faibles au cours de la saison sèche du fait de l'intense activité photosynthétique qui se produit à cette période. Dans l'hypolimnion, les eaux sont très chargées en N-NH₄ et en P-PO₄.

Les variations de la production primaire sont le reflet de celles des conditions physico-chimiques du milieu. Le maximum de production primaire coïncide avec celui de la chlorophylle qui se situe en avril et mai.

Mots-clés : Lagune, Production primaire, Hydrologie, Stratification, Côte d'Ivoire.

PRIMARY PRODUCTION OF A TROPICAL LAGOON WITH HIGH CONTINENTAL INFLUENCE :
ABY LAGOON (COTE D'IVOIRE)

ABSTRACT

This work describes the primary production variations in relation with hydroclimatological phenomena of Aby lagoon.

Salinity reaches its lowest value during the rainy and flood season and its maximum value in the dry season. Waters stratification induced by the salinity gradient, is more pronounced during the dry season.

In shallow areas, temperature is practically homogeneous in water column in shallow areas. Seasonal variations and temperature differences between the epilimnion and hypolimnion are low (1 to 2°C). The temperature reaches its maximum value during the dry season (more than 30°C in surface).

In epilimnion waters are generally saturated with oxygen (more than 80% as saturation rate) and even oversaturated during the dry season (100 to 112% as saturation rate in february, april and may). In hypolimnion, waters are permanently anoxic and are loaded with sulphides.

Nutritive elements (Nitrate, Nitrite, Ammonia and Phosphate) concentrations are relatively high during the rainy and flood seasons and low during the dry season because of the intense photosynthetic activity occurring during this period. In hypolimnion, waters are very charged with N-NH₄ and P-PO₄.

Primary production variations reflect variations of physico-chemical conditions of the area. The maximum of primary production coincides with the maximum of chlorophyll which occurs during april and may.

Key-words : Lagoon, Primary production, Hydrology, Stratification, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

La lagune Aby, située dans la partie orientale de la Côte d'Ivoire, englobe les lagunes Ehy et Tendo (Fig. 1). Sa superficie est environ 424 km² et les profondeurs moyenne et maximale sont respectivement de 3,8 et 17 m (Pagès *et al.*, 1979). Sa morphologie est différente des autres lagunes ivoiriennes car une vaste partie du plan d'eau s'enfonce sur plus de 30 km à l'intérieur des terres. Les apports continentaux par la Bia et la Tanoé (deux fleuves côtiers de type forestier) sont réduits comparative-ment à ceux du Comoé et du Bandama. Les régimes hydrologiques des deux fleuves s'apparentent aux régimes de précipitations avec deux crues annuelles en juillet et en octobre (Fig. 2). Les échanges avec la mer se font par le grau d'Assinie et sont réduits par rapport à ceux de la lagune Ebrié par le canal de Vridi.

Les campagnes de mesures entreprises de juillet 1984 à juillet 1985 sont axées sur l'hydrologie et la production primaire de la lagune Aby sensu stricto en relation avec les phénomènes climatiques. Elles visent à fournir des données de base pour des études sur l'exploitation des principales espèces lagunaires et à contribuer à une meilleure compréhension des phénomènes écologiques et biologiques.

2 - MATERIEL ET METHODES

Quatre stations ont été échantillonnées dans la lagune Aby (Figure 1), choisies en tenant compte des connaissances bathymétriques et hydrologiques (Chantraine, 1980).

- Station A : 13 m de profondeur, sous influence marine et fluviale de la Tanoé et située à environ 14 km du grau d'Assinie
- Station B : 6 m de profondeur, sous influence majeure de la mer car située à 7,5 km de l'ouverture sur l'océan
- Station C : 15 m de profondeur, sous influence marine et fluviale de la Bia et située à environ 15 km du grau d'Assinie
- Station D : 4 m de profondeur, sous influence majeure de la Bia et située à 22,5 km du grau d'Assinie.

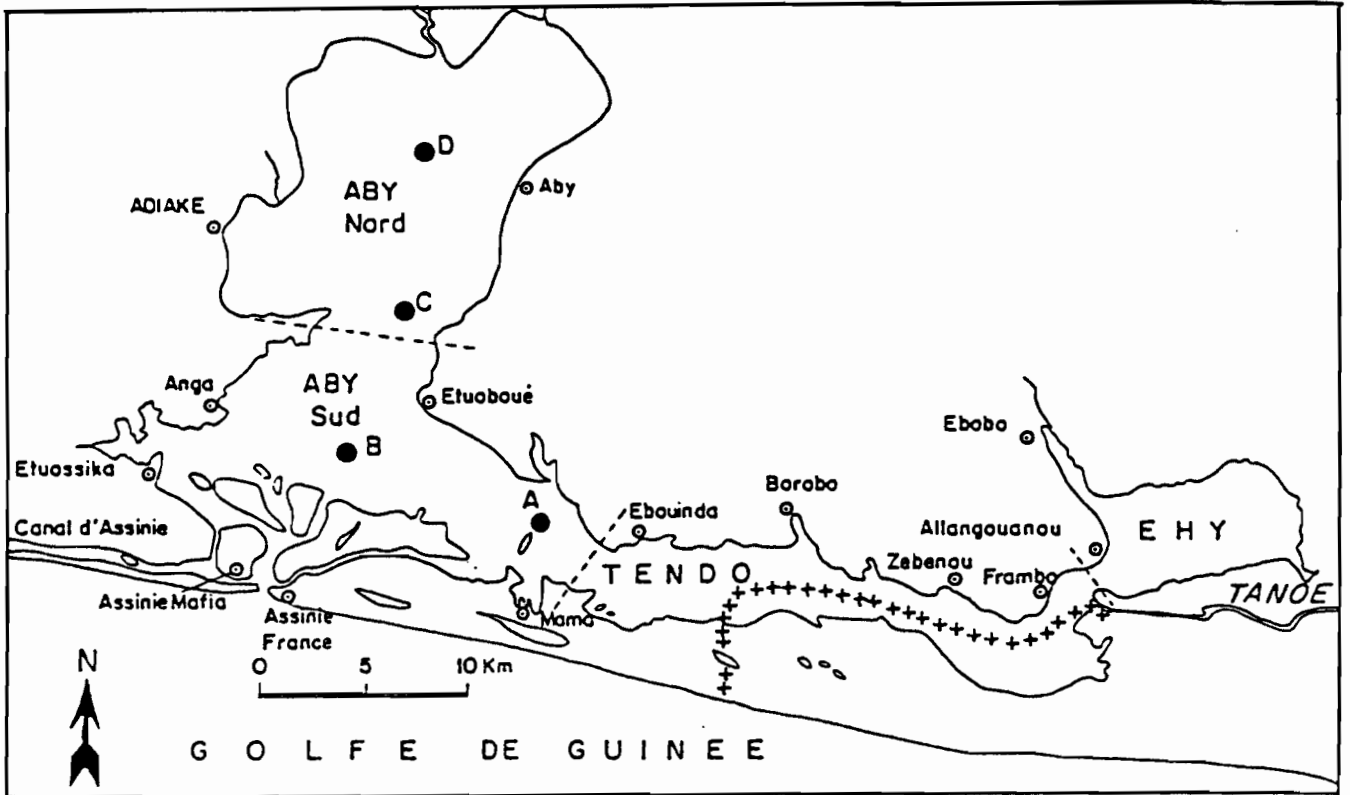


Figure 1 : Stations de prélèvement.

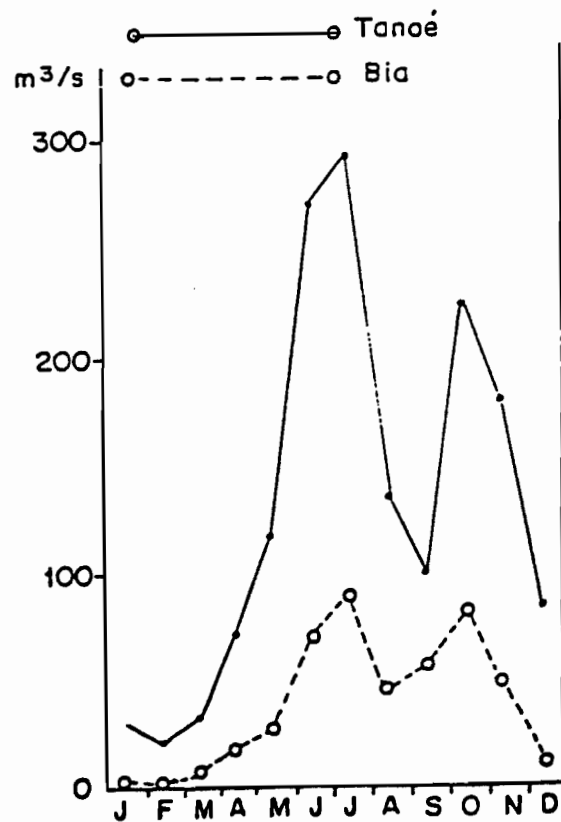


Figure 2 : Hydrogramme moyen de la Bia à Bianouan et de la Tanoé à Alanda (D'après Chantraine, 1980).

Les stations ont été visitées une fois par mois de juillet 1984 à juillet 1985 au cours de chaque campagne qui durait une semaine. Des profils verticaux de salinité, de température, d'oxygène dissous, de sels nutritifs (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ et PO_4^{3-}) de chlorophylle et de photosynthèse ont été réalisés toutes les 4 ou les 6 heures de 5 à 22 heures et à chaque mètre.

La salinité et la température ont été conjointement mesurées in situ au moyen d'un salinomètre YSI 33 par immersion de sondes spécifiques.

L'oxygène dissous a été mesuré à l'aide d'un oxymètre YSI 51 équipé d'une sonde polarographique. La valeur correspondante à 0 ppm d'oxygène a été déterminée à partir d'une solution d'hydrosulfite de sodium.

Les prélèvements d'eaux pour l'analyse des sels nutritifs et des sulfures ont été effectués au moyen de bouteilles Hydrobios (0.7 litre) et Niskin (2 litres de contenance). Le dosage des sels nutritifs a été fait sur Auto-analyseur selon les méthodes préconisées par Strickland et Parsons (1968). Les sulfures (SH_2 , SH^- et S^{2-}) ont été analysés par la méthode colorimétrique dite du Bleu de Méthylène décrite par Cline (1969) sur spectrophotomètre Jean et Constant.

La production d'oxygène par photosynthèse a été estimée par le dosage de l'oxygène dissous contenu dans des flacons opaques et transparents après incubation in situ au niveau du prélèvement pendant 4 ou 6 heures selon une méthode dérivée de celle de Winkler (1888).

La chlorophylle recueillie sur filtre GF/C et extraite à l'acétone (90%), a été mesurée sur un spectrophotomètre selon Lorenzen (1967).

3 - R E S U L T A T S

La lagune Aby est caractérisée par une forte influence continentale et par une faible influence marine (Chantraine, 1980). Il en résulte des variations saisonnières très prononcées des paramètres hydrologiques des eaux en fonction de la profondeur.

3.1. EVOLUTIONS SAISONNIERES DANS LES SECTEURS PROFONDS DES PARAMETRES HYDROLOGIQUES (STATIONS A ET C).

Les distributions dans la colonne d'eau de la salinité, de la température, de l'oxygène dissous, des sels nutritifs, de la chlorophylle et de la production primaire sont caractérisées par un système à deux couches bien distinctes. La stratification est plus marquée en saison sèche et chaude qu'en saison des pluies et de crues :

- Une zone superficielle oxygénée, riche en nitrates et nitrites, à fortes biomasses phytoplanctoniques et en production photosynthétique,
- Une couche d'eau profonde désoxygénée mais riche en produits minéraux réduits (ammoniaque, phosphates et sulfures).

3.1.1. Salinité et température dans la colonne d'eau.

La salinité croît avec la profondeur. Les eaux de surface sont dessalées (entre 2 et 1 ‰ en saison de pluies et de crues) et la salinité atteint 7 ‰ dans la couche superficielle en saison sèche (Annexe 1).

Au fond, les eaux demeurent plus salées toute l'année (17 ‰ de moyenne annuelle). Comme dans les couches de surface, la salinité est maximale en saison sèche (22 ‰ contre 15 ‰ de moyenne en saison de pluies et de crues). L'influence marine est maximale à cette période surtout dans les couches profondes et se traduit par une remontée des isohalines vers la surface à partir du mois de novembre. Toutefois la salinité ne dépasse pas 25 ‰ dans les couches profondes.

Les écarts de salinité entre les eaux de surface et celles de fond passent de 11 ‰ en saison de pluies à 18 ‰ en moyenne en saison sèche. La halocline observée à -6 m en saison de pluies ne se situe plus qu'à -3 m en fin de saison sèche (Fig. 3 et 4). La stratification verticale des eaux est permanente bien que moins marquée en saison de pluies qu'en saison sèche.

Les profils verticaux de température se caractérisent par des eaux de surface plus froides que celles du fond en saison de pluies et l'inverse en période de saison sèche. Les écarts de température entre les eaux de surface et celles du fond sont faibles (1 à 2°C) de même que les variations saisonnières (1 à 1,5°C), les valeurs maximales en surface étant enregistrées en fin de saison sèche (31°C en avril-mai). Les températures les plus basses sont observées en mars (26,7°C en surface et 25,2°C au fond).

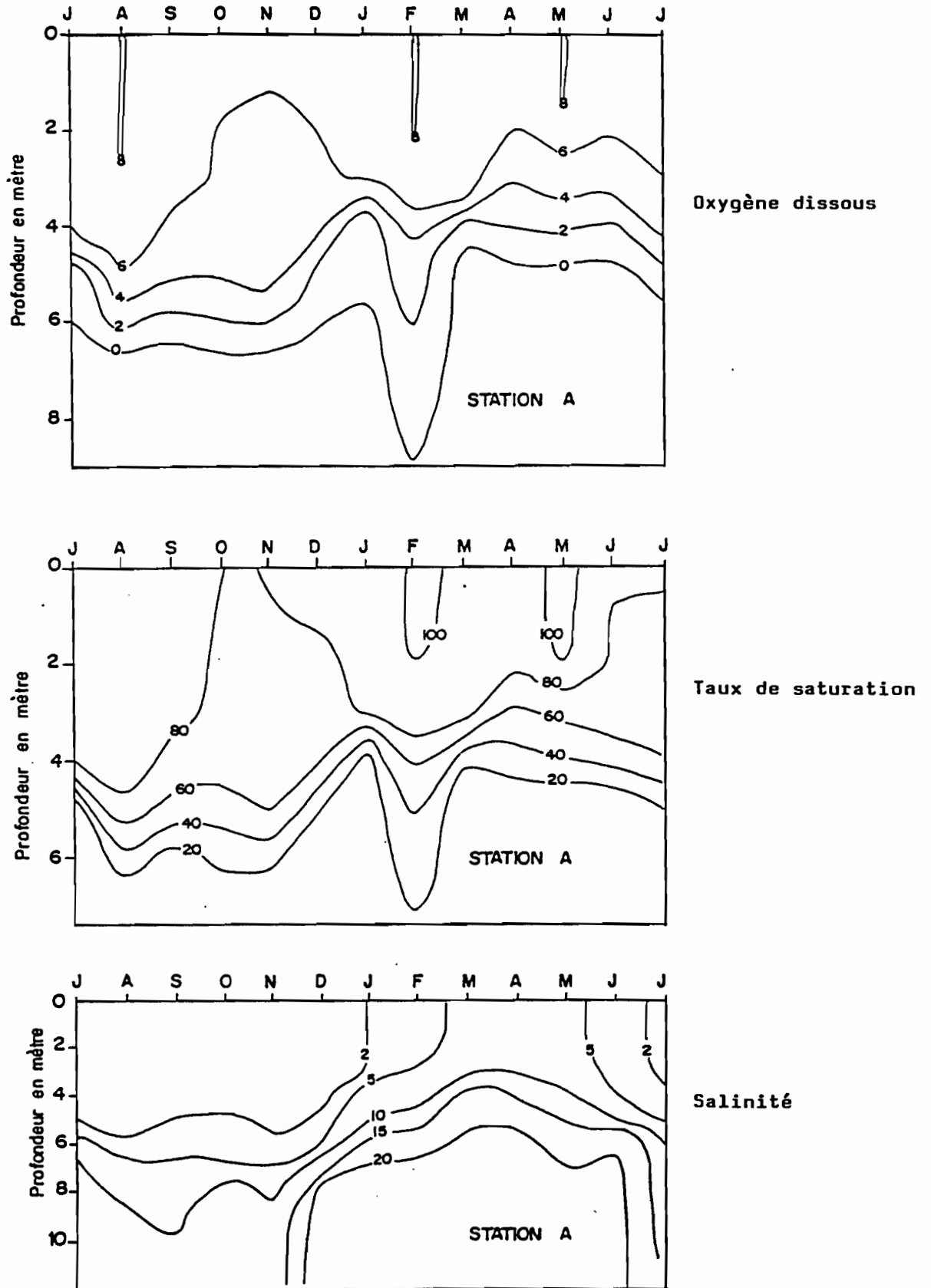


Figure 3 : Distribution spatio-temporelle de l'oxygène dissous (mg/l), du taux de saturation en oxygène et de la salinité (‰) de juillet 1984 à juillet 1985.

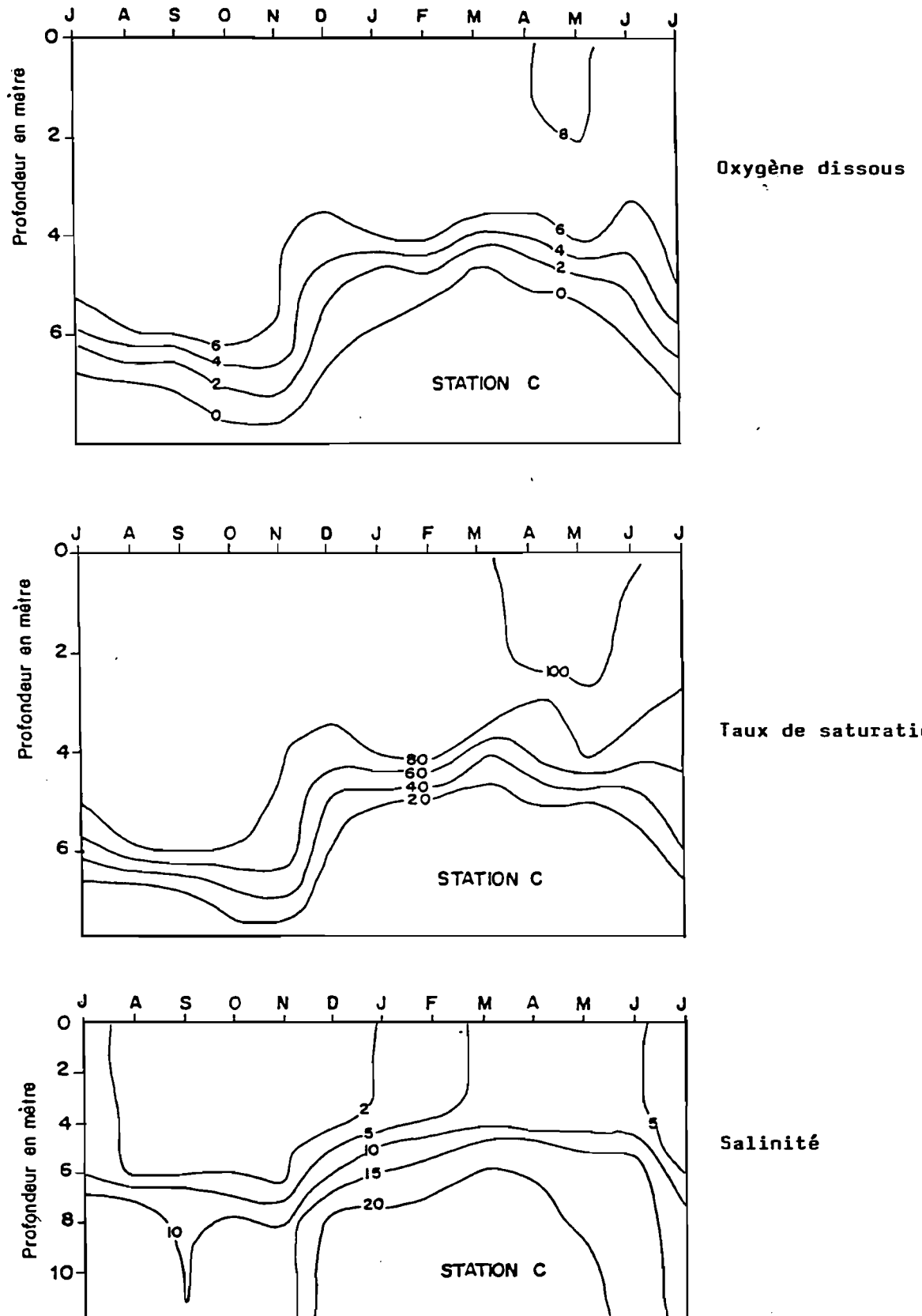


Figure 4 : Distribution spatio-temporelle de l'oxygène dissous (mg/l), du taux de saturation en oxygène et de la salinité (‰) de juillet 1984 à juillet 1985.

3.1.2. Oxygène dissous.

A l'inverse de la salinité, la distribution verticale de l'oxygène dissous est caractérisée par une couche de surface bien oxygénée (Annexe 1) et à partir de l'oxycline par une décroissance rapide des teneurs en oxygène des eaux dans les couches de fond pour devenir nulles près des sédiments. Ceci résulte de la forte demande en oxygène de la communauté microbienne et des divers processus biochimiques qui s'y produisent (minéralisation de la matière organique et des sédiments, réoxydation des composés minéraux réduits des couches profondes).

Des profils journaliers, il ressort que l'oxygène dissous est minimal en début de journée et maximal en fin d'après-midi. Ce phénomène est lié à l'activité biologique du phytoplancton et l'amplitude de ces variations est autant plus accentuée que la communauté phytoplanctonique est importante (Dufour et Slepoukha, 1975). La figure 5 montre les variations annuelles des amplitudes de variation à la station C. Les maxima sont observés aux mois d'octobre, novembre et avril.

Les eaux sont plus saturées en oxygène en période de saison sèche qu'en saison de pluies (7 à 8 mgO₂/l) (photosynthèse plus intense, agitation des eaux. Parallèlement à la halocline, l'oxycline passe de 6 à 3 m de profondeur en fin de saison sèche et on assiste à une diminution de l'épaisseur de la couche oxygénée en fin de saison sèche (Fig. 3 et 4). Il faut noter qu'à cette même période l'activité respiratoire est maximale (3 à 6 gO₂/m²/j). En outre, l'épaisseur de la couche oxygénée atteint 6 m de profondeur en février à la station A témoignant d'un brassage d'eaux local qui n'affecte pas cependant la couche profonde.

3.1.3. Composés azotés et phosphates.

Les concentrations des sels nutritifs varient avec la profondeur et la stratification physique des eaux. Les valeurs maximales sont observées en saison de pluies. Les sources de nutriment sont diverses (Dufour et Lemasson, 1985) :

- continentale au travers des rivières et du ruissellement des eaux,
- océanique,
- précipitations atmosphériques,
- sédiments,
- reminéralisation de la matière organique.

Les concentrations moyennes sont données en annexe 3 en fonction des saisons.

Les concentrations en nitrates et en nitrites diminuent progressivement avec la profondeur. A l'interface eau-sédiment les nitrates et nitrites sont à l'état de traces (Fig. 6). En saison de pluies les concentrations moyennes sont de 10 à 13 $\mu\text{moles/l}$ et inférieures à 4 $\mu\text{moles/l}$ en saison sèche dans la couche euphotique. Les teneurs maximales sont observées en juin, juillet et août (12 à 22 $\mu\text{moles/l}$). En octobre, nitrates et nitrites sont détectés à plus de 8 m de profondeur (Fig. 8).

La diminution des teneurs en nitrates et nitrites dans les couches profondes coïncide avec l'enrichissement progressif des eaux en azote ammoniacal. Les concentrations de l'azote ammoniacal atteignent 245 à 250 $\mu\text{moles/l}$ en saison de pluies et 230 à 245 $\mu\text{moles/l}$ en saison sèche soit 8 à 15 fois celles observées en surface (Fig. 7).

De fortes concentrations en azote ammoniacal sont enregistrées dans l'épilimnion au mois d'octobre (130 à 140 $\mu\text{moles/l}$) suite à une diffusion importante vers la surface de l'azote ammoniacal accumulé dans l'hypolimnion, favorisée par le brassage des eaux durant cette période de déstratification. Toutefois les concentrations en azote ammoniacal demeurent élevées dans l'hypolimnion (plus de 300 $\mu\text{moles/l}$). Les plus faibles valeurs sont observées en novembre dans l'hypolimnion (120 à 160 $\mu\text{moles/l}$).

Les teneurs en ammoniacque sont faibles dans l'épilimnion. Ceci est dû à l'oxydation de l'azote ammoniacal en N-NO₂ puis en N-NO₃ par les bactéries nitrifiantes (Carmouze et Caumette, 1985). Les variations saisonnières sont respectivement de 16 $\mu\text{moles/l}$ dans l'épilimnion et 4 à 17 $\mu\text{moles/l}$ dans l'hypolimnion.

Parallèlement aux concentrations d'azote ammoniacal les teneurs en phosphates sont faibles dans l'épilimnion (inférieures à 2 $\mu\text{moles/l}$). L'annexe 1 donne les concentrations en phosphates dans la couche euphotique dans les secteurs profonds. L'épuisement des phosphates dans l'épilimnion est dû à leur utilisation à des fins biologiques (synthèse des cellules des algues et du phytoplancton) (Caumette, 1985).

Les teneurs en phosphates atteignent 25 à 35 $\mu\text{moles/l}$ dans les couches profondes (Fig. 7). Les valeurs maximales sont observées en septembre-octobre (40 à 45 $\mu\text{moles/l}$) tandis que les teneurs minimales sont enregistrées en mars (inférieures à 13 $\mu\text{moles/l}$). L'enrichissement des eaux de fond en phosphates résulte de la minéralisation par les bactéries de la matière organique accumulée dans la colonne d'eau et dans les sédiments.

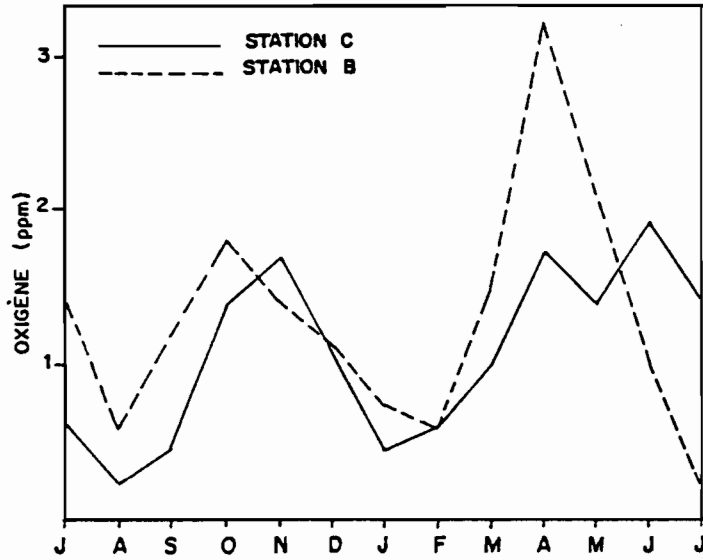


Figure 5 : Amplitude de variation maximale en oxygène dissous (ppm) au cours du cycle de juillet 1984 à juillet 1985 en lagune Aby.

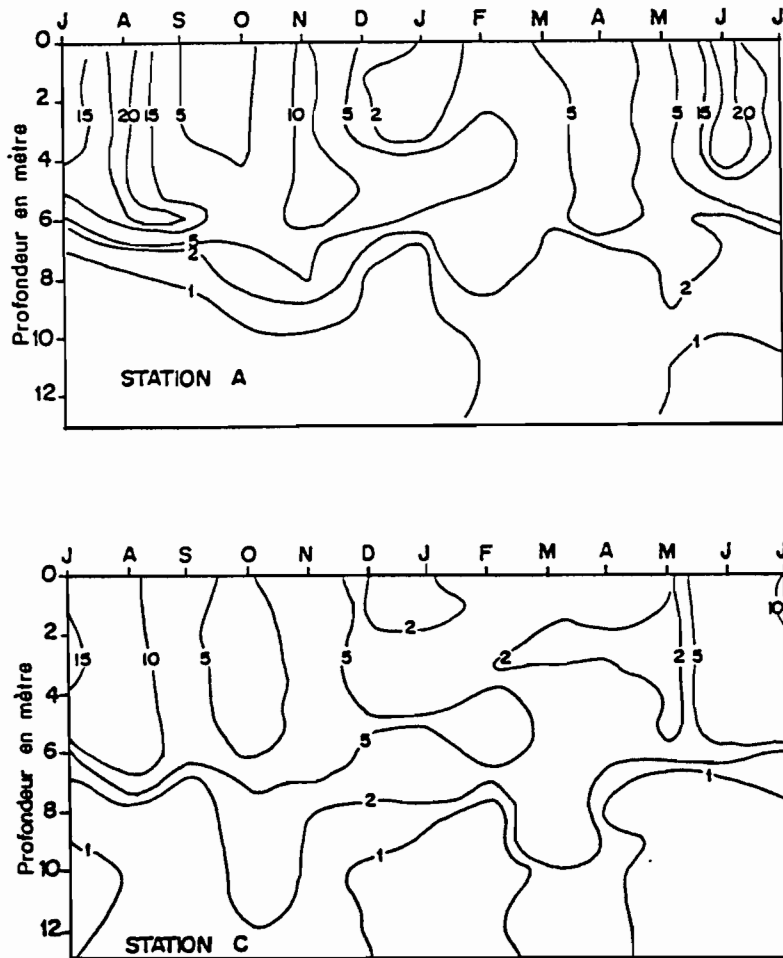


Figure 6 : Distribution spatio-temporelle des nitrates et nitrites ($\mu\text{moles/l}$) de juillet 1984 à juillet 1985.

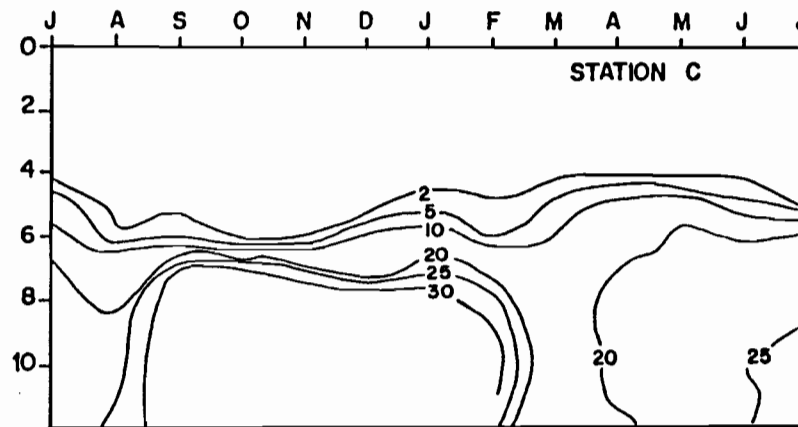
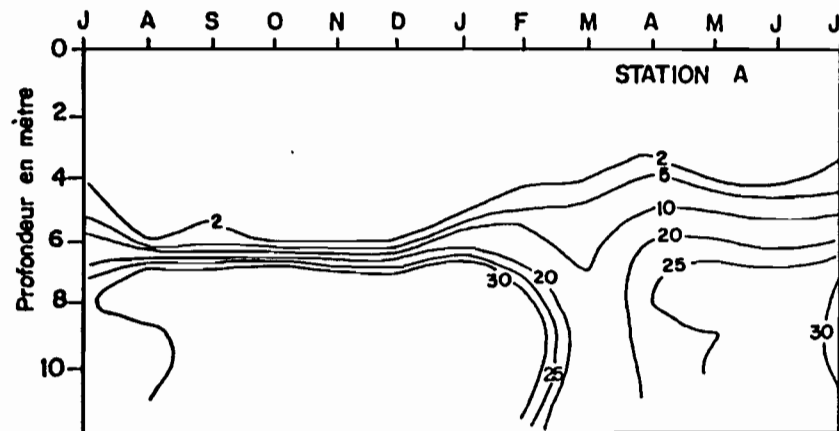
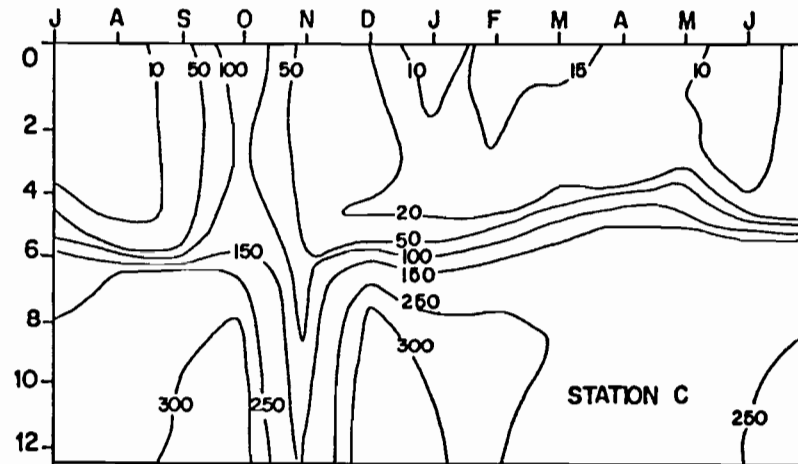
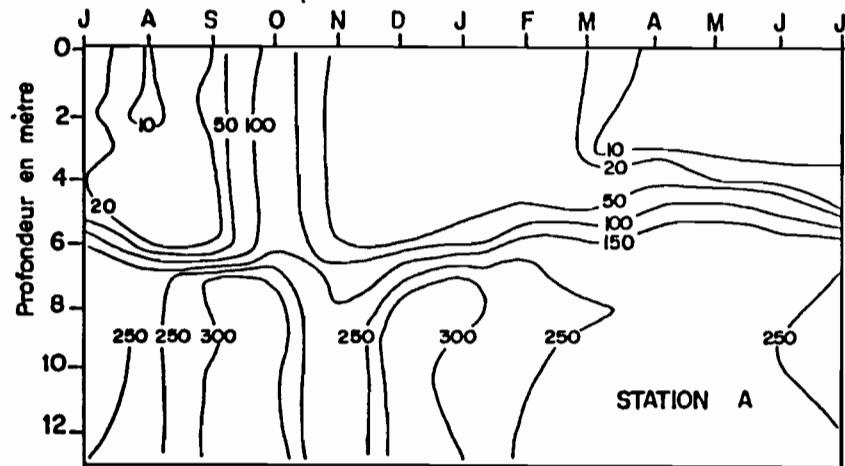
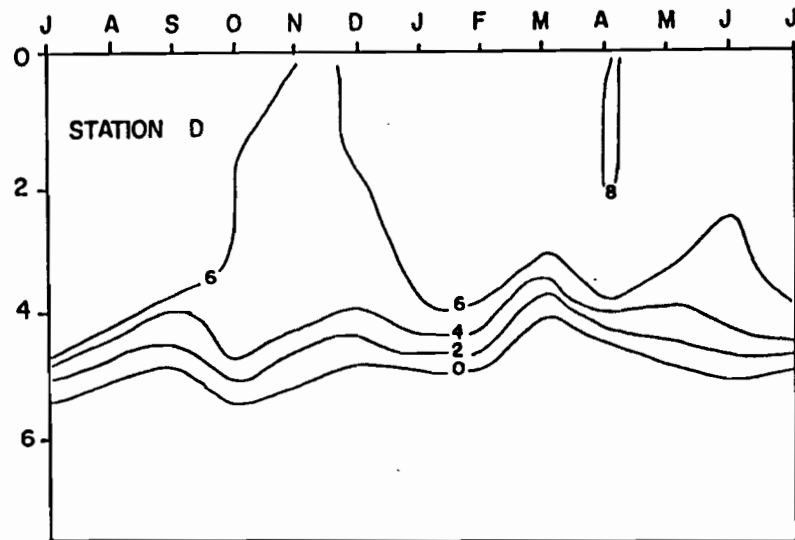
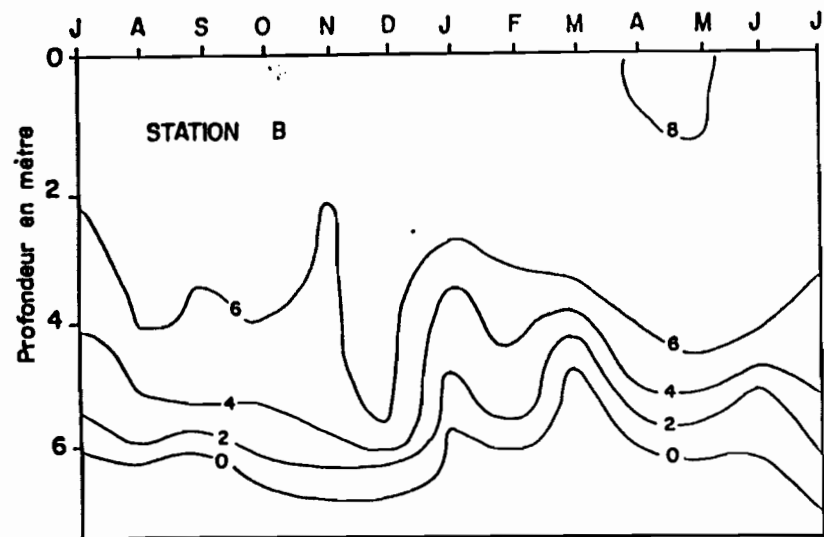
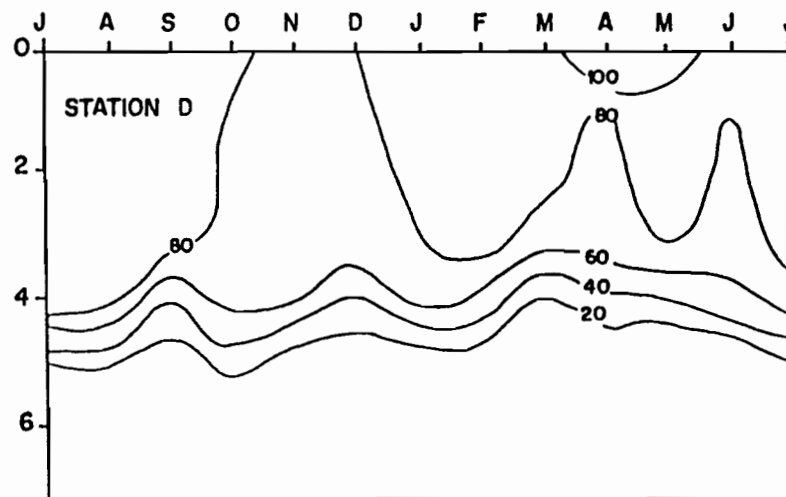
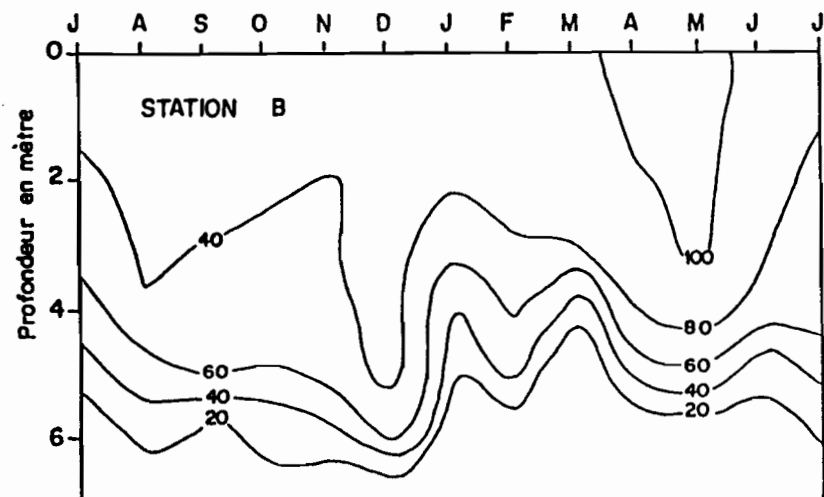


Figure 7 : Distribution spatio-temporelle de NH_4^+ et de PO_4^{3-} en $\mu\text{moles/l}$ de juillet 1984 à juillet 1985.



Oxygène
dissous



Taux de
saturation

Figure 8 : Distribution spatio-temporelle de l'oxygène dissous (mg/l) et du taux de saturation de juillet 1984 à juillet 1985.

3.1.4. Production photosynthétique.

L'annexe 4 donne les valeurs de la production journalière et de la biomasse phytoplanctonique dans les stations visitées.

Les profils verticaux de production montrent une activité photosynthétique maximale dans les trois premiers mètres et minimale voire nulle à partir de 4,5 m de profondeur. La production primaire est minimale en début de journée et maximale en fin d'après-midi favorisée par une insolation et une température élevées. La saison sèche et chaude correspond à la période de forte productivité (2,27 contre 1,54 $\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{j}$ en saison de pluies et de crues).

Les valeurs maximales sont observées en fin de saison sèche (3,60 à 4,80 $\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{j}$ en avril) correspondant à la période de plus fort réchauffement alors que les concentrations minimales sont enregistrées durant la période de fortes précipitations et de refroidissement des eaux (juillet pour la station C : 0,34 $\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{j}$, mars pour la station A : 0,52 $\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{j}$) (Fig. 9).

L'activité respiratoire mesurée aux mêmes profondeurs que la production photosynthétique montre que la consommation d'oxygène dépasse légèrement la production d'oxygène notamment en période de saison sèche et chaude (2,40 contre 1,87 $\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{j}$ de moyenne annuelle).

3.2. EVOLUTIONS SAISONNIERES DANS LES SECTEURS PEU PROFONDS DES PARAMETRES HYDROLOGIQUES (STATIONS B ET D).

Les zones peu profondes sont caractérisées par des eaux souvent turbides et constamment agitées, brassées, ce qui favorise une distribution pratiquement homogène de la majorité des paramètres hydrologiques dans la colonne d'eau.

3.2.1. Salinité et température dans la colonne d'eau.

La salinité est maximale en saison sèche avec 8 ‰ dans la zone proche de l'ouverture de la lagune sur l'océan (station B) et 5 ‰ dans la zone sous influence de la Bia (station D). Les variations saisonnières sont faibles (2 à 4 ‰) (Annexe 1).

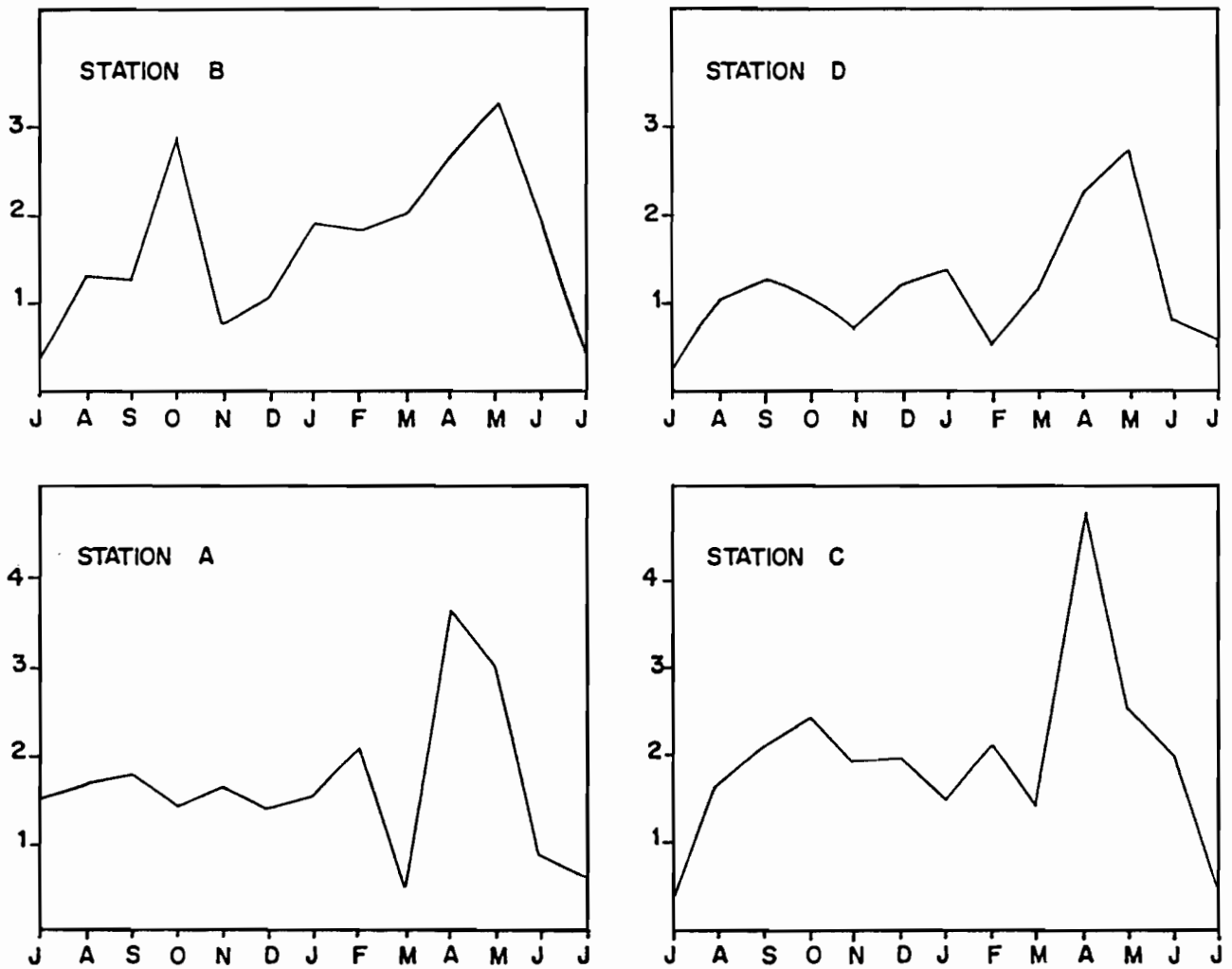


Figure 9 : Variation de la production journalière d'oxygène (g/m^2) de juillet 1984 à juillet 1985 en lagune Aby.

La température est pratiquement homogène dans la colonne d'eau. Les variations saisonnières sont faibles (1 à 1,5°C), les températures maximale et minimale en surface étant observées respectivement en avril (31°C) et en mars (25,7°C).

3.2.2. Oxygène dissous.

L'oxygénation est permanente et pratiquement homogène dans la colonne d'eau (Fig. 8). Parallèlement aux secteurs profonds, les eaux sont saturées en oxygène dissous en saison sèche et les valeurs maximales sont observées en avril-mai (104 à 112% de taux de saturation). La diminution de l'épaisseur de la tranche d'eau oxygénée est faible par rapport à celle observée dans les secteurs profonds. La figure 3 montre la variation annuelle des amplitudes de variation à la station B. Les maxima sont observés en octobre et en mai.

3.2.3. Composés azotés et phosphates.

Les concentrations des sels nutritifs sont homogènes notamment pour les phosphates et l'ammoniaque. Toutefois ces sels nutritifs sont plus abondants en saison de pluies qu'en saison sèche (Annexe 3).

Le maximum de nitrates et nitrites se situe au mois d'août avec une moyenne de 20 $\mu\text{moles/l}$ en station D et 15 $\mu\text{moles/l}$ en station B et les concentrations passent de 12 $\mu\text{moles/l}$ en saison de pluies à 5 $\mu\text{moles/l}$ en saison sèche (Annexe 3).

Les variations saisonnières de N-NH₄ et de P-PO₄ sont faibles (respectivement 7 et moins de 1 $\mu\text{moles/l}$). Parallèlement aux secteurs profonds de fortes teneurs en N-NH₄ sont observées en octobre 70 à 85 $\mu\text{moles/l}$.

3.2.4. Production photosynthétique.

Contrairement aux secteurs profonds, la production d'oxygène maximale est observée en mai au lieu d'avril (2,70 à 3,20 $\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{j}$) (Figure 9). Les valeurs minimales sont enregistrées en juillet correspondant à la période de crues (0,25 à 0,60 $\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{j}$). La faible productivité observée en secteurs peu profonds est due à la turbidité des eaux chargées

de matières en suspension notamment en période de pluies et de crues (Annexe 4). Les variations saisonnières sont de même ordre de grandeur qu'en secteurs profonds (0,80 contre 0,73 $\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{j}$). La production moyenne annuelle est 1,395 $\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{j}$. L'activité respiratoire est plus faible qu'en zones profondes (1,72 $\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{j}$).

4 - DISCUSSION ET CONCLUSION

Les campagnes de mesures réalisées en lagune Aby de juillet 1984 à juillet 1985 peuvent contribuer à une meilleure compréhension du milieu et fournir des données de base utiles pour l'exploitation des ressources halieutiques.

Les variations de la salinité sont liées au contexte climatique et à la topographie des fonds. Dans les secteurs profonds, les eaux ne sont pas pratiquement renouvelées car les échanges entre les eaux de surface et celles du fond sont très limités (Chantraine, 1980). Il se crée donc un gradient de salinité entre les eaux de surface dessalées (notamment en saison de pluies et de crues) et les eaux de fond d'origine marine.

En période de saison sèche et chaude, la forte évaporation et la pénétration des eaux océaniques augmentent la salinité dans la colonne d'eau (5 à 8 ‰ en surface). Toutefois la salinité des eaux ne dépasse guère 25 ‰ dans les couches profondes alors qu'en baie d'Abidjan cette pénétration d'eaux marines se traduit par une augmentation notable de la salinité (28 à 32 ‰) (Dufour et Slepoukha, 1975; Caumette, 1984). L'influence marine est donc faible en lagune Aby par rapport à la lagune Ebrié.

La stratification est très marquée en saison sèche et permanente à l'inverse des baies de Biétri et d'Abou-Abou (lagune Ebrié) où elle est temporaire et centrée sur septembre-novembre (8 à 9 mois) (Caumette, 1985; Carmouze et Caumette, 1985).

La température des eaux de surface est de 27°C en saison de pluies et de 28 à 31°C en saison sèche. Ces variations saisonnières sont comparables à celles observées en lagune Ebrié. Le maximum est atteint en avril (31°C) et les valeurs extrêmes sont sensiblement identiques dans les deux écosystèmes (25 et 31°C pour la lagune Aby, 25 et 34°C pour la lagune Ebrié) (Pagès *et al.*, 1979). Les variations saisonnières ainsi que les gradients verticaux de température sont faibles. La température participe donc peu au phénomène de stratification des eaux observée dans la lagune Aby.

En lagune Aby, comme dans d'autres sites lagunaires ivoiriens, la stratification physique des eaux conditionne la distribution des composés chimiques. L'oxygène dissous n'est détecté que dans l'épilimnion. Cependant, dans les secteurs profonds, la tranche d'eau oxygénée est réduite à 3 m d'épaisseur en fin de saison sèche et chaude alors qu'il pénètre jusqu'à 6 m de profondeur en saison de pluies. Ce phénomène également observé en baies de Biétri et d'Abou-Abou est dû aux activités biologiques très accentuées en fin de saison sèche (respiration, oxydation des composés réduits issus de la minéralisation anaérobie). La couche oxygénée se développe progressivement avec l'arrivée des premières pluies en début de saison de pluies et de crues.

Comme pour l'oxygène dissous, la distribution des composés azotés et des phosphates est fonction de la stratification physique des eaux.

Les nitrates et nitrites ne sont abondants que dans l'épilimnion excepté aux mois d'octobre et de mars où des teneurs relativement élevées ont été notées dans l'hypolimnion. Généralement ils sont à l'état de traces dans l'hypolimnion où, dans des conditions anaérobies, ils sont réduits en azote ammoniacal.

L'azote ammoniacal et les phosphates issus de la dégradation anaérobie de la matière organique et accumulés dans l'hypolimnion diffusent vers la couche superficielle où ils sont, soit oxydés, soit assimilés par les micro-organismes (bactéries, phytoplancton). De ce fait, les teneurs en $N-NH_4$ et en $P-PO_4$ sont relativement faibles dans l'épilimnion. Toutefois en octobre, de fortes concentrations en azote ammoniacal ont été observées dans l'épilimnion correspondant à une période de déstratification. Le brassage des eaux n'a pas atteint les couches les plus profondes car les teneurs en azote ammoniacal demeurent encore élevées.

La baisse a été observée en novembre aussi bien dans l'épilimnion (phénomène de dispersion par les marées, oxydation partielle de l'azote ammoniacal) que dans l'hypolimnion (pénétration d'eaux marines).

De mars à mai, il y a remontée des produits réduits ($N-NH_4$ et $P-PO_4$), ce qui a pour conséquence un accroissement des concentrations de ces éléments à partir de 3 m de profondeur. La tranche d'eau bien oxygénée est réduite à 3 m d'épaisseur en raison de la forte activité biologique (respiration, réoxydation des produits réduits) qui s'y développe durant cette période. Cette même situation apparaît en baie de Biétri (Carmouze et Caumette, 1985).

En période de stratification, les teneurs en $N-NH_4$ et en $P-PO_4$ observées en baie d'Abou-Abou (écosystème comparable à celui de la lagune Aby) sont légèrement inférieures aux valeurs notées en lagune Aby (respectivement 200 et 40 $\mu\text{moles/l}$ de moyenne).

La production journalière évaluée par planimétrie est variable avec les saisons et les secteurs. Comme dans bien d'autres sites lagunaires ivoiriens, la production photosynthétique maximale en lagune Aby est observée en fin de saison sèche (avril-mai). La production phytoplanctonique est plus faible en lagune Aby que dans de la lagune Ebrié. La production moyenne annuelle en baie d'Abou-Abou est deux fois supérieure à celle observée dans les secteurs profonds (3,70 $\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{j}$) et celle de la baie de Biétri, sujette à des pollutions diverses, est de quatre fois supérieure (7,73 $\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{j}$) (Carmouze et Caumette, 1985).

Il semble que la température des eaux et l'éclairement soient les facteurs les plus importants qui contrôlent l'activité photosynthétique (Malone, 1977; MacCaull et Platt, 1977 ; Dufour et Durand, 1982 ; Carmouze et Caumette, 1985). En lagune Aby, les valeurs de production les plus élevées correspondent, en effet, à la période de réchauffement maximum, de forte insolation et de faible turbidité des eaux (avril, mai, février) tandis que les plus basses valeurs sont associées à l'époque de refroidissement des eaux, de forte turbidité et d'insolation faible (juillet, mars).

La production photosynthétique ne semble pas être corrélée avec les teneurs des sels nutritifs en raison de leur variabilité. Sans doute les sels nutritifs sont consommés par le phytoplancton.

Le peu de données disponibles en chlorophylle ne permet pas de suivre l'évolution saisonnière. En outre, ces données sont insuffisantes pour pouvoir tirer une quelconque conclusion quant à la corrélation de la biomasse phytoplanctonique avec la production d'oxygène et avec les sels nutritifs.

Des profils verticaux effectués de décembre à juin se dégagent quelques remarques non moins intéressantes :

- La biomasse végétale est abondante dans la couche euphotique. L'Annexe 4 donne les concentrations en chlorophylle dans la couche superficielle. Il ressort de ces résultats que le Nord de la lagune est plus riche en chlorophylle qu'au Sud. Les valeurs moyennes respectives sont 19,3 et 14,2 $\text{mg chl}_a/\text{m}^3$.

- Les maxima de chlorophylle sont observés en fin de saison sèche (avril pour le Nord et mai pour le Sud de la lagune Aby).

La lagune Aby apparaît comme un milieu méromictique par rapport aux baies de la lagune Ebrié qui sont holomictiques. La stratification verticale des eaux, beaucoup plus marquée en saison sèche, est essentiellement due à la faible influence marine et à l'absence d'hydrodynamisme. Cette stratification verticale des eaux témoigne d'échanges limités entre les eaux de surface et celles du fond et d'une réoxygénation limitée des eaux de fond.

Les conditions hydroclimatologiques (température et insolation élevées, turbidité et pluviosité faibles) favorisent la production photosynthétique dans la zone euphotique riche en éléments nutritifs au cours de la saison sèche, période pendant laquelle l'oxygène et la salinité des eaux atteignent leur niveau le plus élevé.

Les couches profondes sont désoxygénées voire anoxiques à l'interface eau-sédiments, l'activité anaérobie qui s'y développe conduit à la libération de produits minéraux réduits notamment les sulfures, l'ammoniac et les phosphates.

BIBLIOGRAPHIE

- Carmouze J.-P. et Caumette P., 1985 - Les effets de la pollution organique sur les biomasses et activités du phytoplancton et des bactéries hétérotrophes dans la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire).
Rev. Hydrobiol. Trop. 18 (3) : 175-246
- Caumette P., 1984 - Distribution and characterization of phototrophic bacteria isolated from the water of Bietri bay (Ebrie lagoon, Ivory Coast).
Can. J. Microbiol. Vol.30, n°3 : 273-284
- Caumette P., 1985 - Développement des bactéries phototrophes et des bactéries sulfo-réductrices dans les lagunes peu profondes et dans les lagunes stratifiées. Etude de leur rôle dans le cycle de soufre et dans la production de biomasse.
Thèse de doctorat, Univ. d'Aix-Marseille 325 p.
- Chantraine J.M., 1980 - La lagune Aby (Côte d'Ivoire) morphologie, hydrologie, paramètres physico-chimiques.
Doc. Sci.Cent. Rech. Océanogr. Abidjan, vol. 11, n°2 : 39-77.
- Cline J.D., 1969 - Spectrophotometric determination of hydrogen sulfide in natural waters.
Limnol. Oceanogr., 14 : 434-458
- Dufour P. et Slepoukha M., 1975 - L'oxygène dissous en lagune Ebrié : influence de l'hydroclimat et des pollutions.
Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan, vol.6, n°2 : 75-118
- Dufour P. et Lemasson, L., 1985 - Le régime nutritif de la lagune tropicale Ebrié (Côte d'Ivoire).
Océanogr. Trop. 20 (1) : 41-69.
- Dufour P. et Durand J.R., 1982 - La production végétale des lagunes de Côte d'Ivoire.
Rev. Hydrobiol. Trop., 15 (3) : 209-230.
- Lorenzen C.J., 1967 - Determination of chlorophyll and phaeo-pigments, spectrophotometric equations.
Limnol. Oceanogr. 12 : 547-561
- MacCaull W.A. and Platt T., 1977.- Diel variations in the photosynthetic parameters of coastal marine phytoplankton.
Limnol. Oceanogr. 22 (4) : 723-731.
- Malone T.C., 1977.- Light-saturated photosynthesis by phytoplankton size fractions in the New York Bight, U.S.A.
Mar. Biol. 42 (2) : 281-292.

Pagès L., Lemasson L. et Dufour P., 1979 - Eléments nutritifs et production primaire dans les lagunes de Côte d'Ivoire : cycle annuel.
Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan, vol.5 n°1 : 1-60

Strickland J.D. and Parsons T.R., 1968 - A practical handbook of sea water analysis.
Fish. Res. Bd. Can. Bull., pp 167-311

Winkler L.W., 1888 - Die Bestimmung des in wasser gelosten Sauerstoffes.
Chem. Ber., 21 : 2843-2855.

* *
*

A N N E X E S

Annexe 1 : Variations des teneurs en oxygène dissous (mg/l), en salinité (‰) et en sels nutritifs (μ moles/l) dans la couche euphotique de Juillet 1984 à Juillet 1985 en lagune Aby.

MOIS	STATION A					STATION C				
	Oxygène	Salinité	NO ₃ +NO ₂	NH ₄	PO ₄	Oxygène	Salinité	NO ₃ +NO ₂	NH ₄	PO ₄
!Juillet	! 6,70	! 0,15	! 10,65	! 23,00	! 1,67	! 7,20	! 2,65	! 15,50	! 3,10	! 0,85
!Août	! 7,82	! 0,10	! 22,50	! 5,57	! 0,75	! 6,80	! 1,30	! 12,10	! 4,12	! 1,20
!Septembre	! 6,70	! 0,70	! 5,00	! 20,30	! 1,15	! 7,70	! 1,00	! 5,55	! 11,60	! 1,97
!Octobre	! 5,95	! 1,05	! 4,25	! 137,00	! 1,00	! 6,85	! 1,62	! 2,95	! 131,40	! 0,65
!Novembre	! 5,80	! 1,02	! 11,40	! 34,30	! 1,25	! 6,50	! 1,45	! 9,65	! 34,80	! 2,05
!Décembre	! 5,90	! 1,00	! 3,35	! 16,40	! 0,60	! 6,70	! 1,12	! 2,30	! 25,30	! 0,55
!Janvier	! 5,35	! 3,05	! 1,80	! 12,00	! 0,50	! 6,75	! 2,30	! 2,30	! 7,95	! 0,35
!Février	! 7,25	! 4,47	! 4,60	! 40,70	! 0,92	! 7,40	! 3,75	! 3,85	! 16,50	! 0,40
!Mars	! 7,25	! 8,60	! 3,40	! 18,00	! 0,75	! 7,35	! 6,70	! 2,30	! 11,60	! 0,45
!Avril	! 6,37	! 8,80	! 8,10	! 15,00	! 0,50	! 7,75	! 8,10	! 3,75	! 13,00	! 0,62
!Mai	! 7,05	! 7,00	! 1,40	! 8,00	! 0,60	! 7,55	! 6,00	! 1,52	! 17,70	! 0,37
!Juin	! 6,00	! 4,35	! 22,20	! 12,00	! 0,75	! 7,00	! 5,75	! 22,20	! 16,60	! 1,35
!Juillet	! 6,07	! 0,82	! 11,80	! 8,02	! 1,60	! 6,65	! 1,95	! 9,62	! 5,57	! 2,02
MOIS	STATION B					STATION O				
	Oxygène	Salinité	NO ₃ +NO ₂	NH ₄	PO ₄	Oxygène	Salinité	NO ₃ +NO ₂	NH ₄	PO ₄
!Juillet	! 5,80	! 3,20	! 15,1	! 4,20	! 0,81	! 7,50	! 1,74	! 14,50	! 6,14	! 0,95
!Août	! 6,60	! 1,60	! 16,0	! 2,70	! 1,22	! 7,10	! 1,30	! 15,00	! 6,30	! 0,90
!Septembre	! 6,96	! 1,34	! 6,20	! 10,30	! 1,03	! 7,45	! 0,80	! 10,10	! 19,50	! 1,21
!Octobre	! 6,85	! 1,80	! 3,73	! 83,60	! 1,15	! 6,00	! 1,00	! 15,00	! 68,30	! 0,96
!Novembre	! 6,12	! 1,44	! 15,70	! 41,40	! 1,20	! 5,65	! 0,94	! 5,15	! 32,50	! 1,62
!Décembre	! 7,22	! 1,05	! 2,40	! 31,40	! 0,75	! 6,00	! 8,37	! 23,00	! 1,05	! 1,05
!Janvier	! 6,35	! 4,13	! 2,36	! 6,80	! 0,45	! 6,56	! 2,10	! 2,30	! 12,00	! 0,41
!Février	! 7,30	! 5,66	! 1,80	! 6,15	! 0,73	! 7,23	! 2,87	! 3,75	! 14,60	! 0,26
!Mars	! 6,80	! 7,82	! 5,34	! 36,30	! 1,15	! 7,14	! 4,35	! 6,63	! 22,70	! 0,72
!Avril	! 7,35	! 9,80	! 4,45	! 16,30	! 0,47	! 7,70	! 6,15	! 4,80	! 22,10	! 0,33
!Mai	! 7,87	! 7,13	! 3,30	! 5,26	! 0,80	! 7,20	! 5,60	! 4,03	! 6,30	! 0,68
!Juin	! 6,56	! 6,01	! 12,50	! 21,00	! 1,82	! 6,11	! 3,54	! 18,40	! 10,60	! 2,41
!Juillet	! 6,30	! 2,12	! 14,70	! 3,01	! 1,41	! 6,83	! 2,00	! 11,50	! 13,50	! 1,50

Annexe 2 : Concentration de sulfures (mg/l) en lagune
Aby de Juillet 1984 à Juillet 1985.

MOIS	STATION A			STATION C		
	6 m	8 m	10 m	6 m	8 m	10 m
Juillet	92,0	149,0	151,0	81,0	130,5	179,0
Août	-	155,0	190,0	53,0	163,5	175,0
Septembre	29,5	88,0	-	29,5	125	187,5
Octobre	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	93,5	-	-	63,0	113,5
Décembre	-	-	-	-	-	-
Janvier	-	175,0	106,0	-	69,0	119,0
Février	122,0	166,0	129,0	-	121,5	154,0
Mars	77,0	133,0	103,0	31,0	60,0	130,0
Avril	90,5	85,0	80,0	40,5	69,5	59,0
Mai	63,0	64,0	80,0	76,0	71,0	89,5
Juin	78,0	111,0	103,5	89,0	107,5	110,0
Juillet	100,0	149,0	155,0	74,0	137,0	163,0

Annexe 3 : Concentrations moyennes des sels nutritifs exprimées en $\mu\text{moles/l}$ en fonction des saisons et de la profondeur de Juillet 1984 à Juillet 1985 en lagune Aby.

Element	STATION A				STATION C				STATION B		STATION D		
	SAISON HUMIDE		SAISON SECHE		SAISON HUMIDE		SAISON SECHE		SAISON HUMIDE	SAISON SECHE	SAISON HUMIDE	SAISON SECHE	
	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond					
NO ₃ + NO ₂	Moyenne	12,90	1,55	4,23	1,36	10,00	1,52	2,80	1,25	11,70	3,34	12,40	5,00
	CV%	48,20	52,20	56,20	43,40	43,00	67,70	32,60	30,40	41,10	36,20	33,20	44,00
	Maximum	22,00	2,65	8,40	2,00	15,60	3,44	4,00	1,70	16,20	5,42	18,40	8,40
	Minimum	5,00	0,57	1,40	0,50	3,34	0,47	1,50	0,80	3,70	2,24	5,15	2,30
NH ₄	Moyenne	35,00	250,10	17,70	246,00	30,00	245,00	12,70	228,00	22,80	16,00	22,10	14,70
	CV%	133,70	24,20	72,00	19,10	158,20	28,80	48,00	13,60	128,60	66,40	101,30	34,20
	Maximum	138,40	333,00	9,70	324,30	135,00	317,00	23,10	279,00	82,00	29,00	68,20	22,70
	Minimum	6,50	150,00	5,20	202,40	3,10	103,00	7,00	197,00	3,00	6,40	5,85	7,60
PO ₄	Moyenne	1,50	33,00	1,00	26,70	1,50	28,50	0,67	25,80	1,45	0,76	1,36	0,56
	CV%	28,50	24,60	47,40	40,90	40,00	25,10	37,30	28,60	31,70	34,20	38,20	50,00
	Maximum	1,96	45,50	1,62	38,70	2,43	39,60	1,02	28,00	2,40	1,15	2,40	1,05
	Minimum	0,85	22,20	0,50	10,30	0,76	20,10	0,40	10,40	1,04	0,47	1,00	0,26

Annexe 4 : Moyennes de production primaire ($\text{g/m}^2/\text{j}$), de chlorophylle (mg/m^3) dans la couche euphotique et de quelques paramètres associés de Juillet 1984 à Juillet 1985 en lagune Aby.

MOIS	Insolation moyenne en heure	STATION A			STATION B			STATION C			STATION O		
		Disque de Secchi	Chla	Produc- tion primaire	Disque de Secchi	Chla	Produc- tion primaire	Disque de Secchi	Chla	Production primaire	Disque de Secchi	Chla	Produc- tion primaire
Juillet	3,72	-	-	1,50	-	-	0,32	-	-	0,34	-	-	0,26
Aout	3,69	0,80	-	2,15	1,20	-	1,24	1,20	-	1,67	1,10	-	1,00
Septembre	4,15	1,00	-	2,24	1,50	-	1,23	1,60	-	2,10	1,00	-	1,27
Octobre	3,05	0,70	-	1,43	1,60	-	3,00	1,80	-	2,40	0,60	-	1,06
Novembre	7,38	-	-	1,60	-	-	0,70	-	-	2,00	-	-	0,70
Décembre	6,05	1,60	16,50	1,40	1,20	12,80	1,03	1,50	14,50	1,94	1,30	11,60	1,17
Janvier	6,02	2,00	13,10	1,50	2,00	16,80	2,00	2,00	16,00	1,95	1,60	-	1,18
Février	6,05	1,40	14,80	2,30	2,00	17,80	1,81	2,20	17,00	2,10	-	18,70	0,52
Mars	4,85	1,50	11,00	0,46	2,50	9,14	1,95	2,00	8,95	1,40	1,20	9,83	1,16
Avril	6,78	1,80	12,50	3,61	1,20	2,20	2,60	1,20	41,00	4,80	1,60	33,70	2,20
Mai	5,30	1,20	19,80	2,96	1,20	29,40	3,21	1,40	27,50	2,51	1,30	29,00	2,70
Juin	4,35	-	12,60	0,84	2,40	9,73	2,00	1,80	13,00	2,00	1,00	9,63	0,80
Juillet	3,85	0,50	-	0,60	0,70	-	0,46	1,00	-	0,40	1,00	-	0,60

DOCUMENTS SCIENTIFIQUES

VOL. XVII, N° UNIQUE Année 1989

CENTRE DE RECHERCHES
OCÉANOGRAPHIQUES
ABIDJAN

SOMMAIRE

Métongo B.S. – Production primaire d'une lagune tropicale à forte influence continentale : la lagune Aby (Côte d'Ivoire).....	1-27
Métongo B.S. – Evolution saisonnière des phosphates et des composés minéraux dissous de l'azote en lagune Aby (Côte d'Ivoire)	29-45
Bard F.X., E.L. Scott – Traversées de thons albacores marqués des côtes américaines aux côtes africaines.....	47-58
Ecoutin J.M., M. Delahaye – Les sennes tournantes de Vridi (lagune Ebrié). Caractéristiques générales du métier	59-77

See contents on back-cover



CONTENTS

Métongo B.S. – Primary production of a tropical lagoon with high continental influence : Aby lagoon (Côte d'Ivoire).....	1–27
Métongo B.S. – Seasonal evolution of phosphate and dissolved mineral compounds of nitrogen in lagoon Aby (Côte d'Ivoire)	29–45
Bard F.X., E.L. Scott – Crossing of the Atlantic Ocean by tagged yellow-fin tuna from US coast to African coasts	47–58
Ecoutin J.M., M. Delahaye – The purse seine of Vridi (Ebrié lagoon). General characteristics	59–77