

Philippe CECCHI (1)

PROJET CEE (EQUESEN) TS2 0198 F EDB



NOTE RELATIVE AUX PREMIERES OBSERVATIONS SUR LE PHYTOPLANCTON
D'UN PAYSAGE LAGUNAIRE, DE L'ESTUAIRE DU FLEUVE SENEGAL
(lagune de DIELENBAD ou LEYBAR).

Mars 1990

(1) Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT),
Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA),

22 AVR. 1992

ORSTOM Fonds Documentaire
N° : 35.236 ex 1
Cote : B P13 M

**NOTE RELATIVE AUX PREMIERES OBSERVATIONS SUR LE PHYTOPLANCTON
D'UN PAYSAGE LAGUNAIRE DE L'ESTUAIRE DU FLEUVE SENEGAL
(lagune de DIELENBAD ou LEYBAR).**

Philippe CECCHI (1)

INTRODUCTION

La lagune de Dielenbab (Leybar) est située en rive gauche du fleuve Sénégal à quelques kilomètres en aval de Saint-Louis. Elle fait partie d'un complexe lagunaire disposé longitudinalement et parallèlement au fleuve et constitué principalement d'une série de dépressions en première ligne communiquant entre elles par des passes bordées de palétuviers et par des chenaux navigables à marée haute (fig. 1). Lors de la crue ou d'intrusions marines importantes, un deuxième voire un troisième cordon de lagunes situées en retrait peuvent être mises en eau. Ces différentes dépressions furent formées au cours des remaniements du delta postérieurs à la dernière transgression marine. L'alignement des cordons littoraux successifs a isolé de petites cuvettes allongées, comblées pour la plupart désormais mais dont les lagunes actuelles constituent un témoignage (MICHEL, 1973).

La lagune de Dielenbab, située en première ligne et donc toujours en eau, est l'un des principaux éléments de ce complexe lagunaire. La pêche y est développée, bien que tributaire de cycles saisonniers liés à l'hydrologie du fleuve.

L'intensité probable des échanges eau-sédiments liée aux faibles profondeurs et à un régime de turbulences fluctuant, tend à suggérer que ces lagunes seront le siège de remaniements des nutriments importants et de cycles de productivité différents de ceux rencontrés dans l'estuaire.

I. PROBLEMATIQUE

Un suivi en un point fixe proche de l'exutoire de la lagune a été entrepris sur une journée soit environ un demi cycle de marée. Il s'agissait pour nous de se faire une idée, en terme de bilan instantané à l'échelle de la journée, des échanges estuaire-lagune tant au niveau des caractéristiques physico-chimiques que biologiques (biomasses et peuplements phytoplanctoniques). Nous avons pour cela échantillonné au rythme d'une collecte par heure prélevée une trentaine de centimètres sous la surface de manière à intégrer en une mesure supposée significative les caractéristiques des masses d'eau en mouvement.

(1) Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT)
Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA),

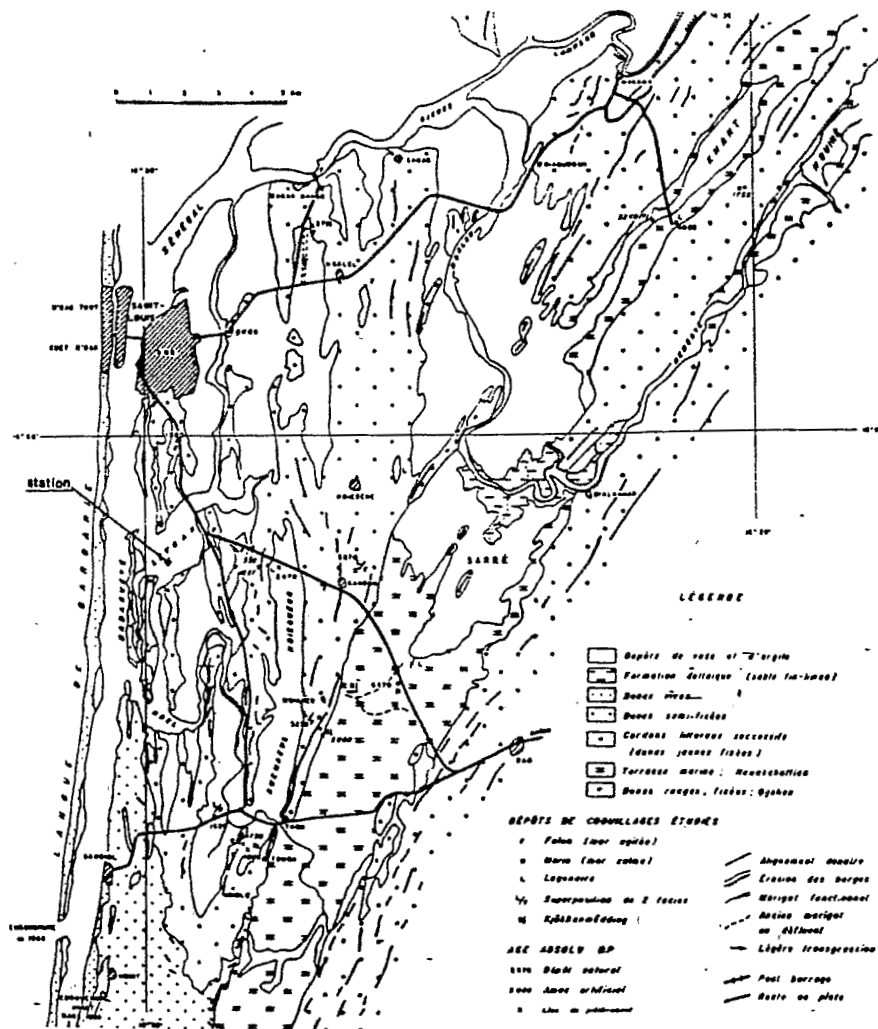


Fig. 1 : Carte de l'estuaire à l'aval de Saint-Louis

II. RESULTATS

Seules les variations notoires des différents paramètres mesurés sont représentées (fig. 2).

II.1. Hydrodynamisme

Les mouvements des masses d'eau sont le fait essentiellement du vent et des courants de marée. Le vent de secteur nord-nord-ouest forçant progressivement au cours de la journée a été remplacé vers 14h par une brise marine d'ouest, douce et régulière. Nous ne disposons pas d'enregistrement marégraphique pour ce jour là. Il est apparu cependant clairement que la lagune s'est chargée en eaux estuariennes jusque vers 11h (courant rentrant) et au contraire vidangée dès 15h30 (courant sortant). Entre temps, notre appréciation qualitative ne nous a pas permis de déceler de sens de circulation dominant. Pour la suite, nous parlerons de flot, d'étales et de jusant en terme de circulation résiduelle observée.

II.2 Hydroclimat

La succession des masses d'eau s'accompagne de modifications parfois importantes des divers paramètres mesurés.

a) Salinité et Température

La salinité diminue avec le flot, puis reste relativement stable avant de réaugmenter légèrement dès que la vidange devient forte. Les valeurs observées (de l'ordre de 36 à 37 ‰) tendent à suggérer que l'estuaire était ce jour là intégralement investi par les eaux océaniques puisque simultanément on enregistrait à Diama une salinité de 36.4‰.

La température augmente régulièrement au cours de la journée, indépendamment du cycle de marée, avec une légère anomalie en fin de journée lors de la vidange d'eaux lagunaires plus chaudes et salées.

b) Sels nutritifs

Les silicates n'ont pas été mesurés.

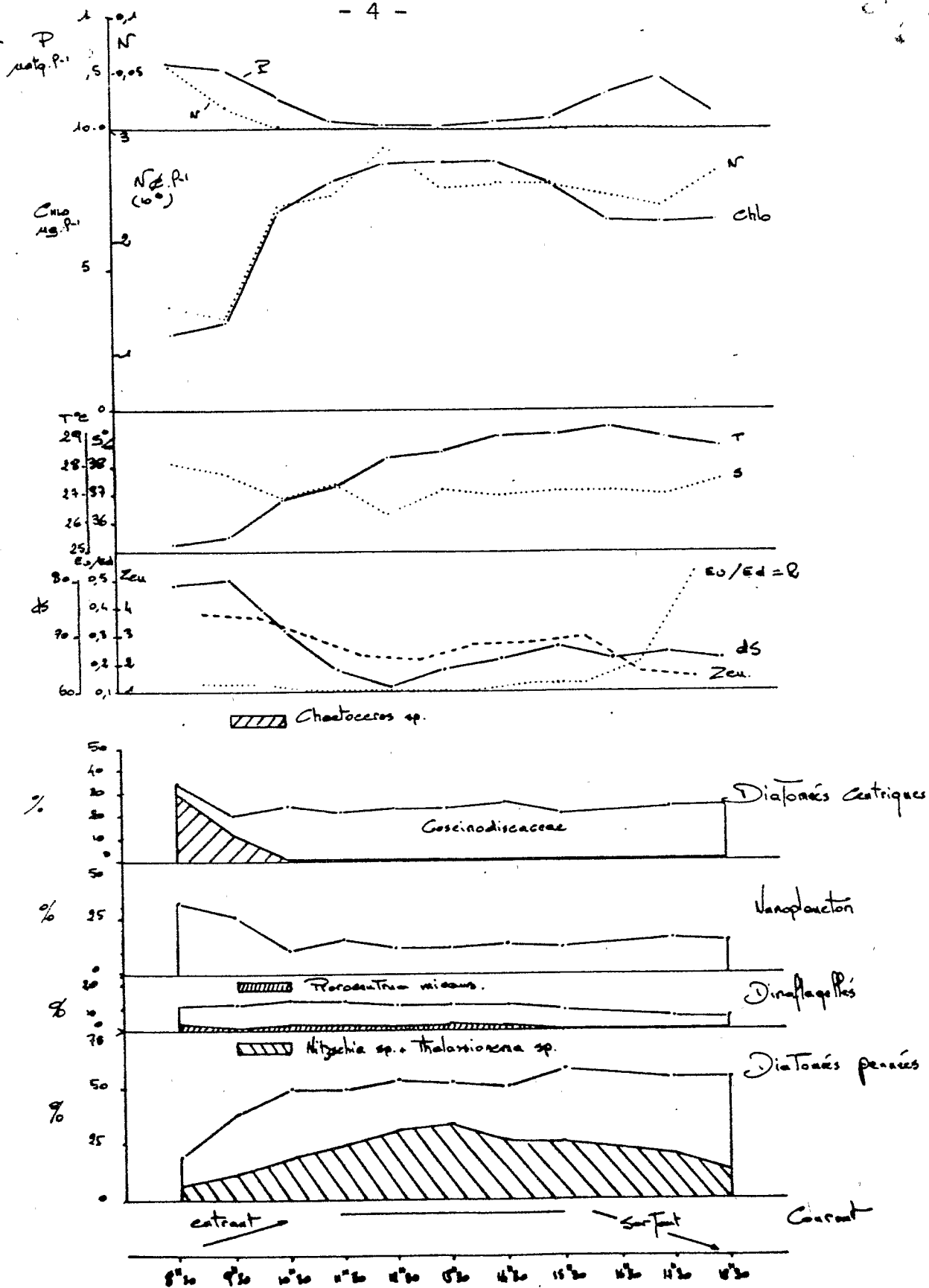
Les nitrites (non figurés) ne présentent aucune variation décelable durant l'échantillonnage.

Les nitrates, présents en faible quantité, ne sont plus décelables dès la fin du flot. Ce moment correspondant à un brusque développement du phytoplancton, il est vraisemblable que la faible quantité d'azote (N-NO₃) disponible ait été rapidement assimilée.

La quantité de phosphates disponible (Phosphore réactif dissous) évolue significativement : les valeurs sont minimales à l'étape (circulation résiduelle quasi-nulle) et maximales en phase d'échange lagune-estuaire. Cependant, alors que durant le flot, la quantité de Phosphates est élevée et la biomasse phytoplanctonique faible, on constate que durant le jusant, alors que la densité cellulaire reste relativement constante et forte, la quantité de Phosphates redevient non négligeable.

Les milieux lagunaires jouent classiquement un rôle de transformateur des éléments minéraux terrigènes ou d'origine marine par l'intermédiaire d'une activité biologique intense avant leur exportation. A l'échelle saisonnière, du fait de la variabilité des facteurs environnementaux (apports continentaux, échanges avec l'estuaire, synthèse organique et reminéralisation, sortions et désertion sédimentaire, ...), du fait également du rôle majeur des phénomènes à l'interface eau-sédiment (faibles profondeurs, turbulences importantes), le cycle du phosphate lagunaire sera caractérisé par de fortes fluctuations d'une part, des phases d'intense production et donc d'exportation d'autre part (LEMASSON *et al.*, 1982).

En phase d'exportation, l'influence des phosphates lagunaires sur la partie fluviale sera non négligeable eu égard aux faibles taux régulièrement observés dans l'estuaire.



Lagune de Dielenbab / 22-08-1968

fig. 2

c) Environnement lumineux

La profondeur de disparition du disque de Secchi (dS) ainsi que des profils d'éclairement verticaux ont été mesurés toutes les heures. Il en ressort que:

- dS est élevée durant le flot, évolue inversement au développement phytoplanctonique ensuite pour finalement rester relativement stable indépendamment de l'hydrodynamique.

- la profondeur de la couche euphotique ($Z_{eu} = 1\%$ de l'éclairement incident de surface) est toujours supérieure à la profondeur du milieu. Elle diminue lors du flot, reste ensuite relativement constante pour diminuer significativement lors du jusant.

- Les eaux exportées ont des caractéristiques optiques différentes des eaux estuariennes : l'évolution du rapport $R = E_u/E_d$, qui est une mesure de la structure angulaire du champ lumineux (Kirk, 1983) en est un bon traceur. E_d , éclairement descendant, est affecté principalement par l'absorption des couches supérieures au point de mesure. E_u , éclairement montant, est au contraire une mesure de la diffusion des couches inférieures. Cette brusque élévation du rapport d'éclairement s'est observée lors de la phase de vidange du bassin. Parallèlement, la couleur de l'eau passant du vert clair au jaune floconneux traçait ce basculement. La vidange de la lagune s'accompagne de l'exportation d'une forte charge sédimentaire mise en suspension sous l'effet de conditions hydrodynamiques favorables à leur remaniement.

On en a une autre image sur la figure 3 où il apparaît nettement que les eaux lagunaires ont un pouvoir de rétention de l'énergie lumineuse très supérieur aux eaux estuariennes. Ainsi, alors que la mesure de dS ne signalait pas de variation significative en fin de journée, l'observation du coefficient d'atténuation vertical ou du rapport d'éclairement permet de cerner l'origine et la qualité des masses d'eau en mouvement:

- R de l'ordre de 0.1 : eaux estuariennes ou assimilées,
- R supérieur à 0.2 : eaux lagunaires.

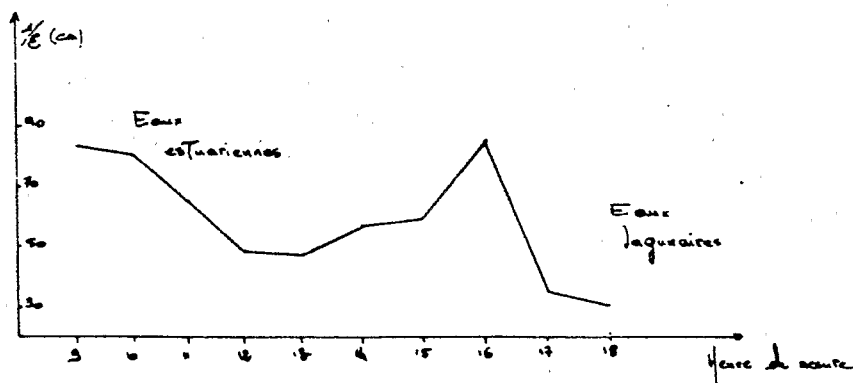


Fig. 3 : Variation du coefficient d'atténuation vertical au cours de la journée

II.3 Biomasses et peuplements

Il ressort de nos mesures et observations quelques traits dominants.

Il existe une similitude dans l'évolution de la biomasse mesurée par les pigments et la densité cellulaire. La biomasse augmente significativement dès la fin du flot en consommant les ressources nutritives disponibles. Par la suite, alors que la densité cellulaire reste relativement constante, les pigments semblent évoluer corrélativement à l'énergie incidente, pour finalement se stabiliser vers $6.7 \mu\text{g/l}$ indépendamment de l'énergie lumineuse qui continue à décroître.

La figure 4 suggère l'existence de deux séquences phytoplanctoniques différentes : une séquence A caractérisée par une faible biomasse, tant pigmentaire que cellulaire, et correspondant aux échantillons prélevés durant le flot, puis une séquence B, relativement homogène en densité cellulaire mais présentant des variations non négligeables en chlorophylle et apparemment non inféodée à la circulation hydrodynamique : les échantillons du jusant n'apparaissent pas clairement.

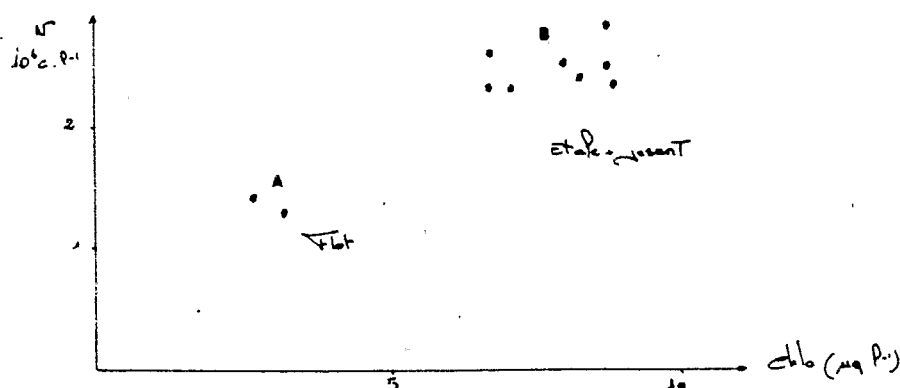


Fig. 4 : Relation entre la densité cellulaire et la biomasse chlorophyllienne

L'observation microscopique des peuplements vient étayer cette hypothèse. On observe ainsi que les échantillons de la séquence A diffèrent des suivants sur plusieurs points :

- 1- existence d'une population de *Chaetoceros* qui disparaît dès la fin du flot,
- 2- relative pauvreté en Diatomées pennées, et
- 3- pourcentage en nanoplancton légèrement supérieur par rapport aux échantillons suivants.

Les déterminations effectuées n'ont pas permis de distinguer avec suffisamment de précision les différentes espèces en présence. Ainsi le taxon *Chaetoceros* recouvre-t-il environ 180 espèces exclusivement marines à l'exception de deux espèces d'eau douce (RICARD, 1987). Nous suivrons donc

FRISONI (1984) qui attribue à ce taxon un rôle d'indicateur biologique comme représentant des Diatomées centriques thalassiques, et dont la disparition des peuplements marque la limite de la zone III de l'échelle de confinement définie par l'auteur.

Ce peuplement A, à affinité thalassique marquée, est le traceur de l'intrusion estuarienne dans la lagune lors du flot. Dominé par des Diatomées centriques et du nanoplancton, il trahit une influence marine certaine mais également déjà un certain avancement dans l'échelle de confinement : diatomées pennées et Dinoflagellés abondants, diversité relativement faible.

Dès la fin du flot, on n'observe plus de variation significative dans la composition floristique des échantillons. L'information est synthétisée par le regroupement des taxons en groupes majeurs : Diatomées centriques et Pennées, Dinoflagellés, Nanoplancton. L'abondance relative de chacun de ces groupes reste sensiblement la même, indépendamment du sens de circulation des masses d'eau.

Les Diatomées centriques sont constituées de trois taxons dominants, appartenant tous à la famille des *Coscinodiscaceae* à laquelle appartiennent des genres presque exclusivement marins.

Concernant les Diatomées pennées, on observe un léger accroissement vers le milieu de la période de deux taxons : *Thalassionema* et *Nitzschia*, tous deux très cosmopolites, et qui constitueront jusqu'au tiers du peuplement. Les Diatomées pennées, fréquemment benthiques, constituent dans leur ensemble environ 50% du peuplement.

Le nanoplancton montre une légère diminution dès la fin du flot ce qui traduirait son origine marine, puis reste stable tout au cours du reste de la journée.

Les Dinoflagellés ne représentent jamais plus de 10 à 12% du peuplement et accusent une légère diminution au jusant. Les divers taxons rencontrés sont tous assez cosmopolites. Nous ne retiendrons que la présence constante jusqu'au jusant de *Prorocentrum micans*, indicateur selon FRISONI (1984) d'une influence marine forte.

Le groupe B, globalement homogène, se caractérise finalement par son abondance en diatomées pennées. La disparition du *Prorocentrum* pouvant indiquer un nouveau changement séquentiel avec le passage en notre station d'eaux lagunaires légèrement plus confinées. Dans le contexte de l'échelle de confinement définie pour les milieux paraliques, la diagnose nous conduirait à reconnaître dans ce peuplement B une organisation proche de la lisière entre les zones III et IV.

Il apparait néanmoins que même si taxinomiquement le groupe B montre une certaine homogénéité, les caractéristiques pigmentaires des algues qui le constituent évoluent légèrement. En effet, le nombre de cellules reste sensiblement identique mais la biomasse chlorophyllienne associée fluctue significativement. Nous avons représenté les variations du rapport chlo/N en fonction de l'éclairement descendant de sub-surface

(fig.5) et de l'heure de mesure (fig.6). Il apparait que la distinction entre les peuplements A et B se justifie également au niveau de leurs capacités photosynthétiques. Pour un même éclairement, le peuplement B développera une biomasse chlorophyllienne plus élevée.

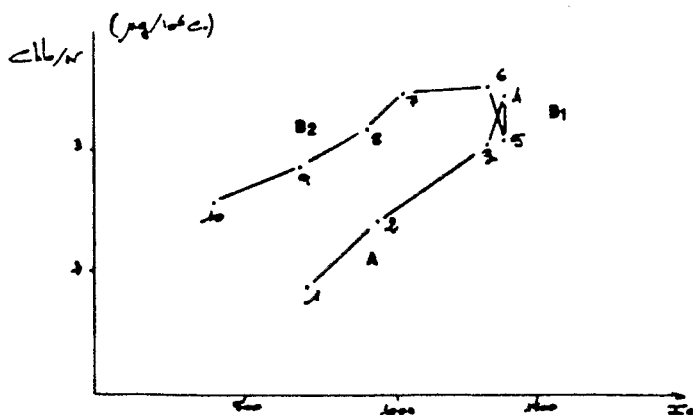


Fig. 5 : Evolution du ratio Chlo/N par rapport à l'éclairement descendant de sub-surface

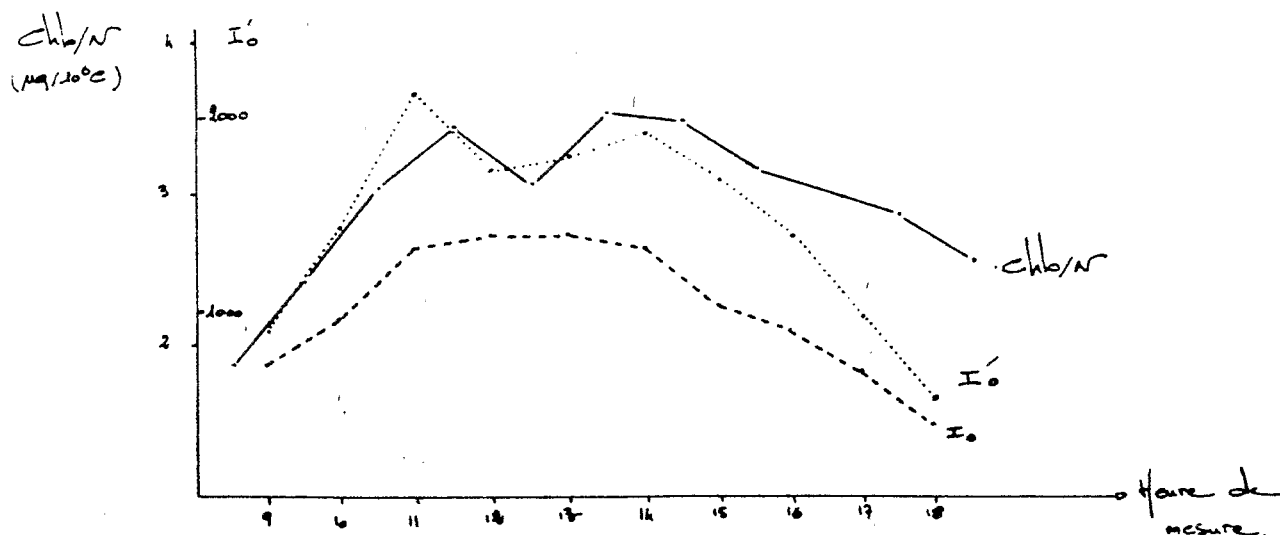


Fig. 6 : Evolution du ratio Chlo/N au cours de la journée

Ce peuplement B qui se met en place dès la fin du flot semble acquérir très rapidement des caractéristiques photosynthétiques intimement liées aux caractéristiques optiques des masses d'eau qui le transportent. Aux heures d'éclairement maximum, le ratio Chlo/N est le plus élevé (B1) puis il diminue régulièrement au rythme de décroissance de la lumière disponible.

La figure 6 nous indique cependant que ce ratio est mieux corrélé à l'énergie réellement disponible (sub-surface : I_0) qu'à l'éclairement incident (surface : I_0). Ceci tend à suggérer que les variations de ce ratio ne sont pas l'expression d'un cycle nyctéméral endogène mais plutôt l'expression de l'adaptabilité à court terme (d'heure en heure) du phytoplancton aux

variations (exogènes) du climat lumineux ambiant. De tels ajustements, ainsi que les mécanismes physiologiques mis en cause ont été largement documentés (voir par exemple Harris, 1986) et indiquent que l'état physiologique d'un peuplement à un instant donné dépend singulièrement de son histoire "naturelle" aux instants précédents. AUCLAIR *et al.* (1982) ont par ailleurs montré que l'ajustement du ratio chlo/N pour des populations naturelles était intimement lié au cycle de stabilisation et de déstabilisation de la colonne d'eau sous l'effet des courants de marée, un rapport élevé suggérant une adaptation du phytoplancton à un climat lumineux moins prévisible. Les algues sont ainsi capables d'une part de mettre en place un système de régulation périodique de manière à adapter leurs capacités photosynthétiques à la périodicité d'une perturbation exogène, d'autre part d'ajuster leur potentialités en fonction de leur passé à court terme.

Dans le cas présent, les observations nous suggèrent un mécanisme adaptatif à court terme. Il apparaît ainsi sur la figure 7 un lien significatif (87.5 % de la variance expliquée) entre la potentialité photosynthétique ((chlo/N)/I₀) et les caractéristique du champ lumineux exprimées par le rapport d'éclairement R=Eu/Ed. Le peuplement échantillonné durant le jusant, pourtant taxinomiquement non différents des précédents, présente une meilleure aptitude à utiliser des éclaircements faibles. Ceci n'est pas surprenant dans la mesure où nous avons déjà constaté que les masses d'eau associée à ce peuplement ont une capacité de "rétention" de l'énergie lumineuse plus élevée que les eaux estuariennes. Tout se passe donc comme si ce peuplement s'était développé "ailleurs" dans la lagune, environné d'un champ lumineux particulier. Il apparaît en outre que la variabilité du champ lumineux dans la lagune était insuffisante pour induire des modifications notoires de la structure floristique du peuplement mais suffisante néanmoins pour provoquer un ajustement de ses capacités photosynthétiques. Notons que la simple observation de dS ne permet pas de déceler ces modifications fines du climat lumineux.

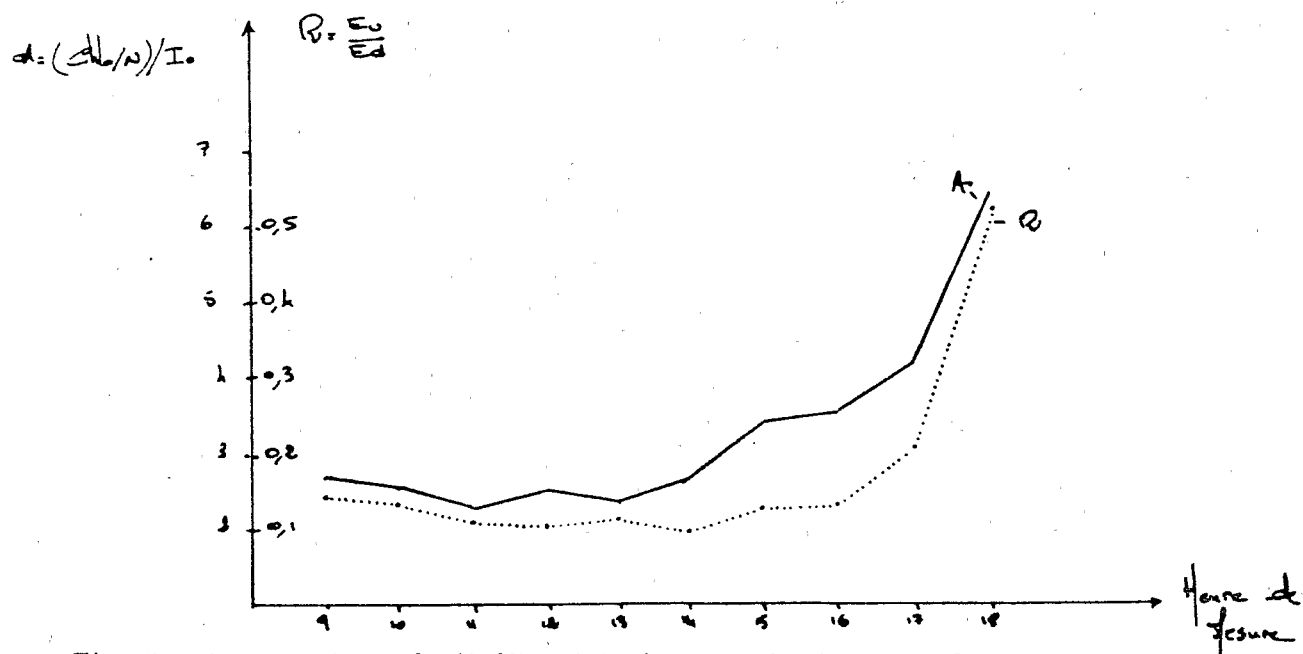


Fig. 7 : Comparaison de l'efficacité photosynthétique et du rapport d'éclairement au cours de la journée

CONCLUSION

Ce suivi à l'échelle d'un demi-cycle de marée nous permet de tirer quelque enseignement sur les échanges estuaire -lagune et sur le fonctionnement de celle-ci. Cependant, les contraintes hydrodynamiques qui régissent la circulation, le temps de résidence et donc, globalement, les échanges et mécanismes de productions dans la lagune sont soumis à des fluctuations importantes. Qu'il s'agisse du vent, de l'intensité de l'intrusion marine, du régime des apports continentaux, de la "qualité" des eaux estuariennes, l'ensemble de ces facteurs subit des fluctuations saisonnières et à court terme qui ne seront pas sans conséquences sur les mécanismes de production lagunaire et sur la dynamique des échanges avec l'estuaire. L'image décrite, unique et ponctuelle, n'autorise donc en rien une quelconque généralisation. Tout au plus y trouvera-t-on un exemple d'une situation supposée caractéristique de la saison considérée.

Il en ressort globalement :

- une stimulation du phytoplancton dès la fin du flot qui s'accompagne du passage d'un peuplement à affinité thalassique à un peuplement que nous situerons entre les groupes III et IV de l'échelle de confinement définie pour les milieux paraliques. La biomasse chlorophyllienne et la densité cellulaire augmentent significativement, les réserves nutritives dissoutes sont immédiatement consommées. De telles stimulations durant le cycle de marée sont interprétées par Legendre et Demers (1985) en terme de saut énergétique ou "ergochine".

- une phase de production forte de ce peuplement durant laquelle la biomasse se développe corrélativement aux variations de l'énergie lumineuse disponible.

- une phase d'exportation marquée par une biomasse relativement élevée mais des caractéristiques photosynthétiques traduisant une meilleure efficacité du phytoplancton, sans pour autant déceler de modification majeure dans la structure floristique du peuplement concerné. La qualité optique des masses d'eaux exportées, caractérisée par un rapport d'éclairement élevé ainsi que la présence de phosphates en quantité non négligeable nous suggère que ces masses d'eau -en transit à notre station- proviennent de sites dans la lagune où l'agitation était importante : remise en suspension de sédiments qui ont induit un changement de couleur de l'eau observable (du vert au jaune sale floconneux) et corrélativement désorption des phosphates liés à ces particules et adaptation du phytoplancton à cet environnement lumineux légèrement limitant.

Finalement, les eaux lagunaires exportées se caractérisent par :

- une production de phosphates exportables non négligeables,
- un taux de nitrates non décelable, ce qui ne signifie cependant pas que la ressource azotée n'existe pas dans la lagune,
- une biomasse chlorophyllienne relativement forte,

- des caractéristiques optiques marquées par un rapport E_u/E_d élevé,
- un peuplement dominé par des diatomées pennées et relativement diversifié que nous situerons à la lisière des zones III et IV de l'échelle de confinement des milieux paraliques.

Les eaux exportées contribueront vraisemblablement à augmenter les potentialités productives de l'estuaire à proximité de l'exutoire de la lagune.

BIBLIOGRAPHIE

AUCLAIR J.C., DEMERS S., FRECHETTE M., LEGENDRE L. & TRUMP C.L. (1982).- High frequency endogenous periodicities of chlorophyll synthesis in estuarine phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 27(2): 348 - 352.

FRISONI G.F. (1984).- Contribution à l'étude du phytoplancton dans le domaine paralique. Thèse U.S.T.L., Montpellier, 171 p.

HARRIS G.P. (1986).- Phytoplankton ecology : structure, function and fluctuation. Chapman Hall, London, New-York, 384 p.

KIRK J.T.O. (1983).- Light and photosynthesis in aquatic ecosystems. Cambridge University Press, Cambridge, 401 p.

LEGENDRE L. & DEMERS S. (1985).- Auxiliary energy, ergoclines and aquatic biological production. *Nat. Can. (Rev. Ecol. Syst.)*, 112: 5 - 14.

LEMASSON L., PAGES J. & CREMOUX J.L. (1982).- Echanges d'éléments nutritifs dissous entre l'eau et le sédiment dans une lagune tropicale saumâtre. *Océanogr. Trop.*, 17(1): 45 - 58.

MICHEL P. (1973).- Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique. Mémoire ORSTOM, Paris, n° 63, 753 p.

RICARD M. (1987).- Atlas du phytoplancton marin. Vol. II : Diatomophycées. Editions du CNRS, Paris, 297 p.