

# ÉTUDE DU PHYTOPLANCTON SUR LE PLATEAU CONTINENTAL DE CÔTE D'IVOIRE

## II. RÉPRÉSENTATIVITÉ DE L'EAU DE SURFACE POUR LA DESCRIPTION ET POUR L'INTERPRÉTATION DES PHÉNOMÈNES DYNAMIQUES

Y. DANDONNEAU

*Océanographe de l'O.R.S.T.O.M. Abidjan, Côte d'Ivoire*

### RÉSUMÉ

*Une étude de corrélations entre les niveaux 100 %, 43 %, et 8 % de pénétration lumineuse (surface, 1/2, et 3/2 profondeur de Secchi), à partir de résultats de mesures de productivité primaire, de chlorophylle « a », et de comptages de cellules couvrant une période de 20 mois fait ressortir l'homogénéité et l'unité de la couche euphotique durant la majeure partie de l'année. La couche la plus riche en cellules se situe au-dessus du maximum de chlorophylle et au-dessous du maximum de productivité, à des niveaux de plus en plus profonds à mesure que l'eau s'appauvrit. Pendant les poussées phytoplanctoniques, ces maximums sont proches de la surface et la couche superficielle apparaît comme la plus représentative de toute la zone euphotique ; sa commodité d'accès en fait un matériel particulièrement adapté à l'étude de zones néritiques étendues si l'on s'intéresse surtout aux poussées phytoplanctoniques.*

### ABSTRACT

*Using the results of primary productivity and chlorophyll « a » measurements, and cells counts over a twenty months period, a correlation study was made between the 100 %, 43 % and 8 % surface light penetration layers (corresponding to surface, 1/2 and 3/2 of Secchi depth). The most cells rich layer lies above the chlorophyll maximum and under the productivity maximum, at deeper and deeper levels as water becomes poorer. During phytoplanktonic blooms, these maxima are near the surface, and surface water appears to be the most representative of the whole photic layer ; it proves to be an easy access material particularly suitable for production studies in wide neritic areas when a particular interest is given to blooms.*

Lorsqu'on aborde l'étude descriptive d'une région peu ou pas connue, le besoin peut se faire sentir d'une méthode utilisant un échantillonnage réduit au minimum sans pour autant présenter le risque de laisser échapper des phénomènes importants. C'est le cas de beaucoup de régions tropicales où des observations océanographiques suivies souffrent souvent de conditions matérielles rudimentaires et d'un personnel insuffisant.

La zone à étudier à Abidjan est essentiellement composée par le plateau continental de Côte d'Ivoire, sur lequel s'exercent les activités d'une flotille de chalutiers et de senneurs. Ce plateau continental s'étend sur une longueur de plus de trois cent milles, du Cap des Palmes au Cap des Trois Pointes, et sur une largeur de dix à vingt milles. Il est parcouru durant la majeure partie de l'année par le courant de Guinée qui porte d'Ouest en Est. De ce fait, les

mesures hebdomadaires à une station (DANDONNEAU et MENARD, 1969) portent sur un passage d'eaux qui résultent de phénomènes simples ou complexes qu'on ne peut pas suivre au cours de leur déroulement. Il apparaît nécessaire d'avoir des vues d'ensemble de tout le golfe. De plus, ces mesures ont mis en évidence des variations très rapides et des passages de masses d'eaux très brefs dont un rythme hebdomadaire était souvent incapable de donner une image.

Cette double contrainte d'un étalement géographique et d'une plus grande fréquence des observations conduit à une multiplication des observations, qui n'est pas toujours compatible, si l'on veut un dépouillement rapide, avec les moyens dont on dispose.

L'objet de cet article est donc de dégager des aspects du phytoplancton habituellement mesurés ceux qui fournissent les meilleurs renseignements, et d'étudier la perte de précision qu'entraîne leur emploi exclusif.

Les données retenues pour ce travail couvrent une période qui s'étend d'octobre 1967 à juin 1969 et proviennent du programme de prélèvements qui avait été adopté pour l'étude du phytoplancton au Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan (DANDONNEAU, MENARD). Ce programme était le suivant :

— Station côtière sur fonds de 25 m à deux milles environ à l'Ouest d'Abidjan, visitée une fois par semaine.

— Radiale de Grand-Bassam, orientée Nord-Sud, à 14 milles à l'Est d'Abidjan, visitée une fois par mois jusqu'en novembre 1968. Cette radiale comportait trois stations, sur fonds de 30, 50 et 200 mètres.

A toutes les stations étaient faites des mesures de productivité au carbone quatorze, des mesures de teneur en pigments photosynthétiques, et des comptages de cellules au microscope inversé. Les niveaux de prélèvements étaient fixés à 0 m, 1/2, 3/2, et trois fois la profondeur de Secchi.

Productivité et teneur en pigments n'étaient mesurés qu'à 0 m et à l'un ou l'autre des niveaux 1/2 et 3/2 profondeur de Secchi.

STRICKLAND (1958) situe aux environs de 2,5 fois la profondeur de Secchi la couche qui reçoit 1 % de la lumière incidente. Les résultats de NELLEN, (1967) pour l'Atlantique tropical, vont de 2,72 à 3, et, pour les eaux côtières, de Côte d'Ivoire notamment, 2,75.

C'est cette dernière valeur qui a été retenue en raison de la coïncidence géographique.

De la formule  $I = I_0 e^{-kz}$ , on tire, pour  $I/I_0 = 1\%$  :  
 $e^{-k 2,75s} = 10^{-2}$  ( $s =$  profondeur de Secchi) d'où  
 $-2,75 ks = \text{Log } 10^{-2}$ .

Soit  $X_1$  le pourcentage de lumière incidente à  $s/2$ , on a de même :

$$e^{-k 0,5s} = X_1, \text{ c'est-à-dire } -0,5 ks = \text{Log } X_1$$

En divisant membre à membre, on obtient

$$\frac{\text{Log } X_1}{\text{Log } 10^{-2}} = \frac{-0,5}{-2,75} \text{ soit } \text{Log } X_1 = \frac{\text{Log } 10^{-2}}{5,5}$$

$$\text{En logarithmes décimaux } \log X_1 = \frac{\log 10^{-2}}{5,5}$$

$$\text{c'est-à-dire } \log X_1 = \frac{-2}{5,5} = -0,364 \text{ d'où } X_1 = 43\%$$

Pour la profondeur  $3s/2$ , on trouve de la même manière  $X_2 = 8\%$ , et au niveau  $3s$ ,  $0,66\% \neq 1\%$ .

Exprimés en pourcentage de lumière incidente, les prélèvements correspondent donc à 100 %, 43 %, 8 % et 1 %.

Le niveau 1 % très pauvre par rapport aux autres en toute circonstance, ne sera pas pris en considération dans la suite de cette étude.

## COMPARAISON DES RÉSULTATS OBTENUS AUX DIFFÉRENTS NIVEAUX

### Productivité au carbone quatorze.

Les taux de fixation du carbone, en  $\text{mg/m}^3/\text{h}$ , ont été mesurés dans les conditions de surface; l'incubation a lieu dans des flacons de 50 ml renfermant 4  $\mu$  C de carbone quatorze, et dure de une à trois heures de façon à obtenir un résultat sensible sans pour autant prolonger l'expérience.

Une étude de corrélation entre la productivité en surface ( $P_0$ ) et la productivité à 1/2 profondeur de Secchi ( $P_{s/2}$ ) donne l'équation de régression suivante :

$$\text{Log } (1 + P_{s/2}) = 0,433 \text{ Log } (1 + P_0) + 0,515$$

avec un coefficient de corrélation  $r = 0,492$  (fig. 1).

La droite correspondante se situe au-dessous de la première bissectrice pour les valeurs de  $\text{Log } (1 + P_0)$  supérieures à 0,95, c'est-à-dire pour  $P_0$  supérieur à 1,58  $\text{mg C/m}^3/\text{h}$  ce qui représente 88 % des observations.

La productivité est donc en général plus forte en moyenne en surface qu'au niveau 1/2 Secchi.

Toutefois, il faut signaler que l'incubation en surface d'un échantillon qui provient d'un niveau où parvient 43 % de la lumière et où la température est souvent plus basse est une mauvaise reproduction du phénomène naturel : selon les cas, la productivité

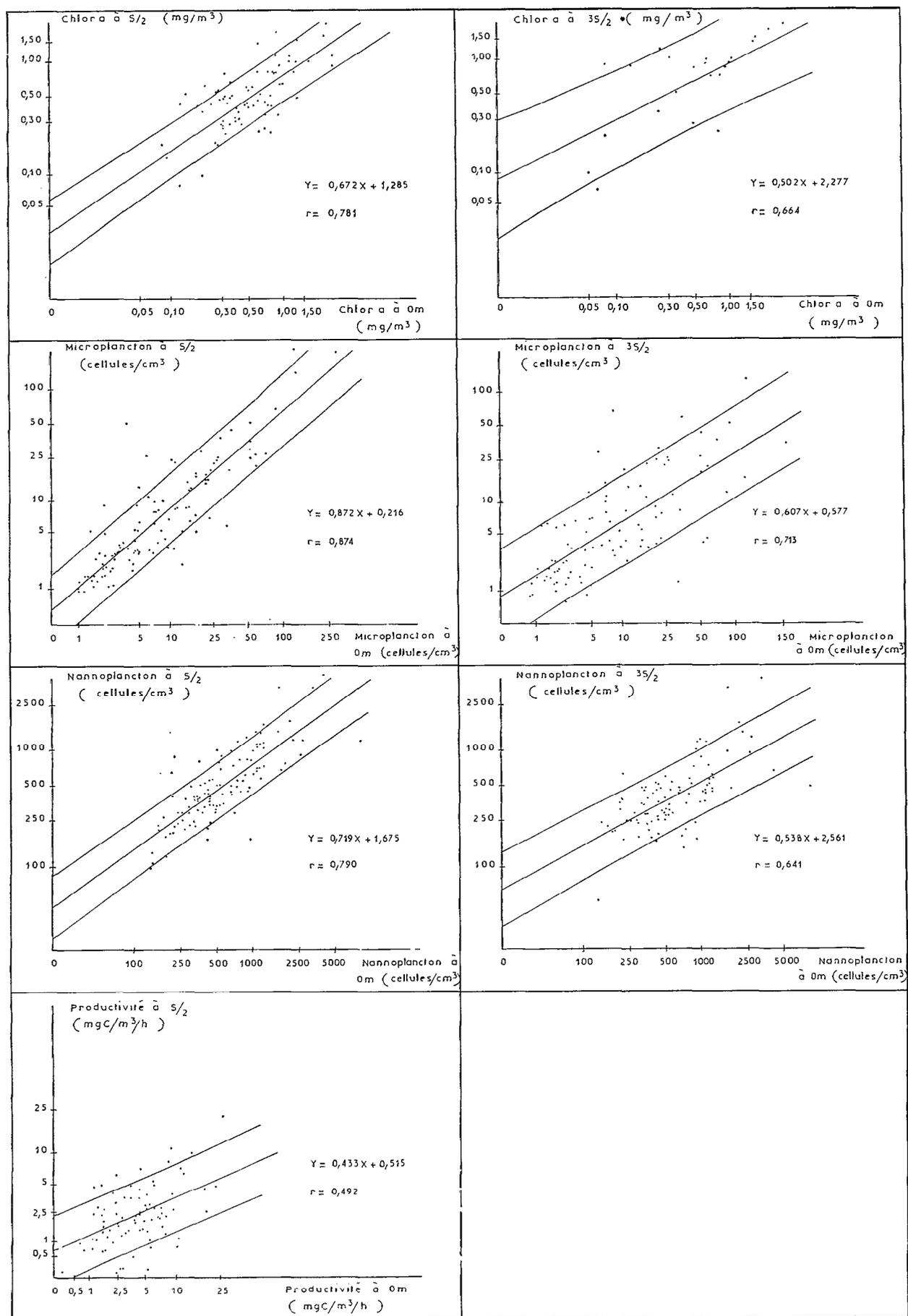


Fig. 1. — Droites de regression liant les valeurs de surface au valeurs à S/2 et 3 S/2, et plages de confiance au niveau 20 % pour la détermination de ces dernières à partir des valeurs de surface.

peut être accrue ou inhibée par une lumière plus intense et une température plus élevée.

Cependant, ANGOT (1961) trouve toujours une augmentation de la production lorsque l'éclairement est plus fort que celui *in situ*, et cette augmentation est seulement moins importante pour les niveaux 10 % et 1 % de la lumière incidente que pour les niveaux 100 % et 32 %.

L'incubation dans les conditions de surface d'échantillons du niveau 43 % étudié ici conduirait donc plutôt à une surestimation de la production.

Ceci renforce l'affirmation ci-dessus selon laquelle la production en surface est plus forte qu'à 1/2 profondeur de Secchi à la plupart des stations, mais ne signifie pas que l'eau de surface est la plus productive : le maximum de production se situe plus probablement entre les niveaux 100 % et 43 % de la lumière incidente.

L'examen de la droite de régression (fig. 1) montre que l'ordonnée à l'origine est positive. Pour les masses d'eau faiblement productives, la couche de production maximum a donc tendance à s'enfoncer. C'est le cas principalement en saison chaude, et la raison peut en être la très forte intensité de l'éclairement à cette époque de l'année qui inhiberait la production, ou, plus vraisemblablement, l'épuisement des sels nutritifs en surface.

Enfin, le coefficient de corrélation  $r = 0,492$  est faible; les conclusions ci-dessus n'ont donc de valeur que pour le comportement général du phytoplancton; chaque cas particulier peut être très différent

### Teneurs en chlorophylle *a* :

Les concentrations en chlorophylle *a* utilisées pour cette étude ont été calculées d'après les équations de PARSONS et STRICKLAND (1963). Les filtrations ont été faites sur filtre en fibre de verre Whatman GF/C au moyen d'une trompe à vide.

Les filtres étaient mis ensuite dans l'acétone en vue de l'extraction des pigments, et la turbidité des extraits était réduite en faisant passer ces extraits à travers le filtre en fibre de verre tassé au fond d'une seringue.

Les régressions de la teneur en chlorophylle *a* à 1/2 profondeur de Secchi ( $C_{s/2}$ ) et à 3/2 profondeur de Secchi ( $C_{3s/2}$ ) en fonction de la teneur en chlorophylle *a* à 0 m ( $C_0$ ) sont fournies par les équations suivantes :

$$\text{Log } (1+100C_{s/2}) = 0,672 \text{ Log } (1+100C_0) + 1,285, \\ \text{avec } r = 0,781 \text{ et}$$

$$(1+100C_{3s/2}) = 0,502 \text{ Log } (1+100C_0) + 2,277, \text{ avec} \\ r = 0,644 \text{ (voir fig. 1).}$$

Les pentes des deux droites de régression sont très

inférieures à un, mais les ordonnées à l'origine sont positives, comme pour la productivité.

La prédominance de l'eau de surface n'apparaît pas ici : les droites de régression coupent la première bissectrice à des points qui correspondent à 0,50 mg/m<sup>3</sup> pour le couple (0,  $s/2$ ) et à 1,04 mg/m<sup>3</sup> pour le couple (0,  $3s/2$ ). Ces concentrations ne sont dépassées qu'à 50 % des stations pour le premier couple, et 23 % pour le second. Ce n'est donc que lorsque la concentration de la chlorophylle *a* en surface dépasse 1,04 mg/m<sup>3</sup> qu'on doit s'attendre à un maximum superficiel, ou du moins, situé entre la surface et le niveau  $s/2$ . Au-dessous de 0,50 mg/m<sup>3</sup>, le maximum est au niveau  $3s/2$ . Entre ces deux concentrations, le profil des teneurs en chlorophylle *a* présenterait un minimum au niveau  $s/2$ ; on aurait alors affaire à des eaux océaniques pauvres, avec un maximum de chlorophylle en profondeur, et une couche de surface enrichie par des apports terrigènes. La valeur de ce schéma est cependant atténuée par la faiblesse de la corrélation entre  $C_0$  et  $C_{3s/2}$ .

Enfin, comme on devait s'y attendre, le coefficient de corrélation entre les teneurs en chlorophylle *a* à 0 m et à  $s/2$  est plus élevé que celui entre les teneurs à 0 m et  $3s/2$ , et sa valeur relativement forte montre que les deux niveaux 0 m et  $s/2$  réagissent généralement de la même manière aux divers facteurs écologiques.

### Comptages de cellules.

Des comptages de microplancton et de nanoplancton au microscope inversé ont été faits à chaque station à quatre profondeurs 0, 1/2 Secchi, 3/2 Secchi, et 3 Secchi. Ce dernier niveau (0,66 % de la lumière incidente) était toujours très pauvre et contenait des cellules la plupart du temps mortes ou épuisées. Seuls les trois premiers niveaux seront donc examinés.

A chaque station et à chaque niveau, trois échantillons étaient prélevés dans trois bouteilles différentes. Les valeurs  $N_0$ ,  $N_{s/2}$  et  $N_{3s/2}$  du nanoplancton, et  $M_0$ ,  $M_{s/2}$  et  $M_{3s/2}$  du microplancton à 0 m, 1/2 Secchi et 3/2 Secchi, exprimées en cellules par centimètre cube, sont les moyennes pour les trois échantillons.

Le nanoplancton (compté avec un grossissement de 320) se compose principalement de petits flagellés nus et de quelques coccolithophorides. Le microplancton (compté avec un grossissement de 80) comprend surtout des diatomées et des dinoflagellés, identifiés systématiquement.

Le calcul des équations de régression donne, pour les comptages :

$$\text{Log } (N_{s/2}+1) = 0,719 \text{ Log } (N_0+1) + 1,675 \text{ avec} \\ r = 0,790$$

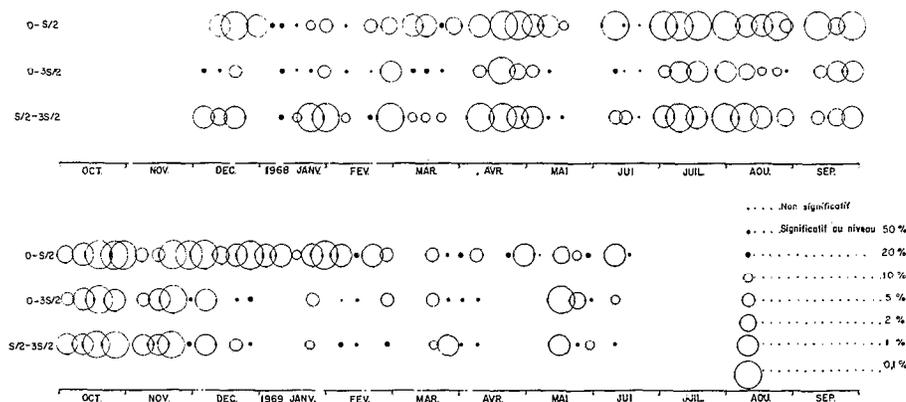


Fig. 2. — Niveau de signification des coefficients de corrélation de rang de Spearman entre les comptages de microplancton à 0 m et à 1/2 profondeur de Secchi (S/2), à 3/2 profondeur de Secchi (3 S/2), et à 1/2 et 3/2 profondeur de Secchi.

$\text{Log}(N_{3S/2}+1) = 0,538 \text{ Log}(N_0+1) + 2,561$  avec  $r = 0,641$

et

$\text{Log}(M_{S/2}+1) = 0,872 \text{ Log}(M_0+1) + 0,216$  avec  $r = 0,874$

$\text{Log}(M_{3S/2}+1) = 0,607 \text{ Log}(M_0+1) + 0,577$  avec  $r = 0,713$

(voir fig. 1).

Là encore on trouve bien entendu une meilleure corrélation entre les niveaux 0 m et 1/2 Secchi qu'entre 0 m et 3/2 Secchi. La corrélation entre microplancton à 0 m et microplancton à s/2 est élevée et la pente de la courbe de régression voisine de 1, ces deux données peuvent donc être considérées comme équivalentes.

Le nannoplancton et le microplancton se comportent d'une manière analogue : les intersections de droites de régression avec la bissectrice des axes partagent l'ensemble des stations en trois groupes dans les deux cas :

Pour le nannoplancton, 13 % des stations présentent des concentrations inférieures à 256 cellules par  $\text{cm}^3$  en surface qui croissent en moyenne avec la profondeur, 24 % se situent entre 256 et 390 cellules par  $\text{cm}^3$ ; pour celles-ci, en moyenne, les concentrations aux trois niveaux sont à peu près équivalentes. Enfin, 63 % des stations, qui présentent des concentrations supérieures à 390 cellules par  $\text{cm}^3$  en surface voient ces concentrations diminuer en profondeur.

Pour le microplancton, le même découpage permet de distinguer 33 % des stations (concentration en surface inférieure à 3,26 cellules par  $\text{cm}^3$ ) pour les quelles la concentration augmente en général avec la

profondeur, 3 % (de 3,26 à 4,20 cellules par  $\text{cm}^3$ ) qui présenteraient des profils réguliers, et 64 % pour lesquelles le maximum se situe vers la surface; ici, le deuxième groupe est trop réduit pour pouvoir être pris en considération, compte tenu de l'erreur sur les coefficients de régression.

Les concentrations en cellules de l'eau de mer, comme la productivité et les teneurs en chlorophylle se répartissent donc différemment en fonction de la profondeur selon que l'on a affaire à des eaux oligotrophes ou riches.

Enfin il reste à comparer les inventaires quantitatifs des diverses espèces du microplancton aux trois niveaux de prélèvement. Pour cela, des coefficients de corrélation de Spearman ont été calculés pour chaque station entre les échantillons provenant de 0 m et 1/2 profondeur de Secchi, et 0 m et 3/2 profondeur de Secchi d'autre part. Ces coefficients étaient tous positifs.

Le niveau de signification d'un coefficient de corrélation de Spearman ( $r_s$ ) peut-être estimé au moyen du test  $t$  de Student à partir de l'expression

$$t = r_s \sqrt{\frac{N-2}{1-r_s^2}}$$

où  $N$  représente le nombre d'espèces qui sont intervenues dans le calcul de  $r_s$ . Les tables de  $t$  donnent alors en fonction de  $N-2$  le niveau de signification de  $r_s$ .

La figure 2 montre, sur une période de dix mois, les variations de ce niveau de signification.

Le niveau 5 % est généralement satisfait entre 0 m et 1/2 Secchi, sauf pendant de courtes périodes situées entre janvier et juin, alors que la corrélation est beaucoup moins étroite avec le niveau 3/2 Secchi

auquel les conditions d'éclairement et de température modifient probablement la composition et l'ordonnement des populations.

## DISCUSSION

Les corrélations examinées au chapitre précédent sont en général assez élevées, surtout celles qui relient les niveaux 0 m et 1/2 Secchi.

Une droite de régression liant  $y$  à  $x$ , peut-être utilisée pour estimer  $y$  à partir de  $x$ .

L'erreur sur cette estimation est importante pour des coefficients de corrélation moyens, et plutôt que  $y$  correspondant à  $x_0$  sur la droite de régression, il faut considérer les limites  $y_1(x_0)$  et  $y_2(x_0)$  de l'intervalle de confiance de  $y$  à un niveau donné.

Ces limites sont données par les équations :

$$y_1(x_0) = y(x_0) - t_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{\sigma}_{y_x}^2 \left[ \frac{n+1}{n} + \frac{(x_0 - \bar{x})^2}{\text{SCE } x} \right]}$$

et

$$y_2(x_0) = y(x_0) + t_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{\sigma}_{y_x}^2 \left[ \frac{n+1}{n} + \frac{(x_0 - \bar{x})^2}{\text{SCE } x} \right]}$$

où  $y(x_0)$  est égal à  $Ax_0 + B$  (donné par l'équation de régression).

$t_{1-\alpha/2}$  est la valeur du  $t$  de Student en fonction de  $n$  et de  $\alpha$  et de  $\hat{\sigma}_{y_x}^2$  est la variance résiduelle estimée de  $y$  et  $n$  est le nombre d'observations

$\bar{x}$  est la moyenne de  $x$ .

$\text{SCE } x$  est la somme des carrés des écarts de  $x$ .

La valeur de  $\hat{\sigma}_{y_x}^2$  s'obtient par l'équation  $\hat{\sigma}_{y_x}^2 = (1-r^2) \frac{\text{SCE } y}{n-2}$  où  $r$  est le coefficient de corrélation et  $\text{SCE } y$  la somme des carrés des écarts de  $y$ .

$y_1(x)$  et  $y_2(x)$  définissent deux hyperboles qui délimitent une plage de confiance autour de la droite de régression, et à chaque valeur de  $x$ , on associe un intervalle  $y_1 y_2$  tel que la probabilité que  $y$  soit compris entre  $y_1$  et  $y_2$  est égale à  $1-\alpha$ .

La figure 1 montre ces plages de confiance autour de toutes les droites de régression calculées. Elles correspondent au niveau de confiance 20 %, très peu utilisé en biologie. Mais la comparaison de ces plages pour les différents paramètres mesurés envisagés permet de dégager ceux qui se déduisent avec l'incertitude la moins élevée de la valeur trouvée à 0 m. Il apparaît ainsi que la productivité en surface donne

une très mauvaise estimation de la productivité à 1/2 profondeur de Secchi, à cause des difficultés propres à cette mesure abordées au chapitre précédent. Il en va de même pour la comparaison des niveaux  $3s/2$  et surface pour les autres paramètres, surtout en ce qui concerne les teneurs en chlorophylle  $a$ , pour lesquelles la valeur observée en surface fournit très peu d'indications sur celle à  $3s/2$ .

Mais en général, pour les concentrations en chlorophylle «  $a$  », en microplancton, et en nanoplancton, les valeurs de surface donnent un ordre de grandeur de celles à  $s/2$ .

Les corrélations de rang pour les inventaires quantitatifs du microplancton montrent une parenté très forte entre les niveaux 0 m et 1/2 Secchi et 1/2 et 3/2 Secchi, qui devient irrégulière entre les niveaux 0 m et 3/2 Secchi plus éloignés. Ce cas mis à part, des corrélations faibles (non significatives à 5 %) se rencontrent seulement entre les mois de janvier et de juin, c'est-à-dire en saison chaude, où des eaux du large recouvrent fréquemment le plateau continental (MORLIÈRE, 1970). Traduisant une stratification des eaux, ces faibles corrélations correspondent donc aux conditions oligotrophes de saison chaude, pendant lesquelles l'épuisement des sels nutritifs en surface et des éclaircissements très forts déplacent la couche la plus active vers des niveaux plus profonds. Ce schéma n'est sans doute pas valable au mois de juin où une explication plausible est la très forte dessalure superficielle qui accompagne la saison des pluies près de la côte et qui introduit une stratification passagère, avant que ces eaux riches en éléments terrigènes se mélangent aux couches plus profondes et déclenchent une poussée phytoplanktonique.

LORENZEN (1970) a étudié la valeur indicatrice de la chlorophylle en surface, et a trouvé des corrélations élevées avec la chlorophylle «  $a$  » au  $m^2$  et avec la profondeur de Secchi ( $r = 0,904$  et  $r = 0,902$ ), et un peu moins étroite avec la production primaire par  $m^2$  ( $r = 0,734$ ). Les données qu'il utilise proviennent de régions très diverses et couvrent une très large gamme de variations, ce qui explique les coefficients de corrélation très élevés. Au large de la Côte d'Ivoire, où l'échelle des phénomènes est plus condensée, les conditions restent beaucoup plus homogènes et ne se dissocient pas nettement.

Des phénomènes secondaires apparaissent alors comme importants, tels que les variations de profondeur de la couche la plus riche en cellules ou en chlorophylle. L'étude de régression ci-dessus a montré que, en saison riche, le niveau 100 % de lumière incidente était plus concentré en phytoplancton que les niveaux 43 % et 8 %; mais en saison pauvre, le maximum de concentration se déplace vers la profondeur. Cette migration n'est

sensible qu'à 37 % des observations en ce qui concerne les comptages de cellules, 12 % en ce qui concerne la productivité, mais serait effective à 77 % des stations pour le maximum de chlorophylle. La migration vers la profondeur est donc plus importante pour la chlorophylle que pour les concentrations en cellules et la productivité. Ce décalage, déjà observé par JRTS (1965) dans des eaux océaniques près de l'Australie, augmente ici aussi avec la pauvreté des eaux.

Il est intéressant de remarquer que, d'une manière schématique, au cours de l'évolution d'une masse d'eau riche allant en s'appauvrissant, le niveau 43 % de lumière incidente est traversé de haut en bas, d'abord par le maximum de chlorophylle, puis par le maximum de concentration en cellules, et enfin par le maximum de productivité. C'est le décalage entre ces deux derniers qui représente l'enfoncement passif des cellules tandis que le décalage entre le maximum de chlorophylle et le maximum de densité des populations semble plutôt dû à un effet de l'action de la lumière sur la teneur en chlorophylle.

### CONCLUSIONS

L'étude ci-dessus montre qu'il existe généralement une parenté étroite entre la surface et les niveaux plus profonds, les relations entre les différents niveaux ne permettant pas d'avoir mieux qu'un ordre de grandeur des paramètres (avec une importante marge d'erreur) à partir de leur valeur en surface. Toutefois, les corrélations de rang entre les comptages à différentes profondeurs sont élevées et tendent à prouver que le phytoplancton dans toute la couche euphotique réagit uniformément aux facteurs écologiques. Au contraire, d'une station à l'autre, ou d'un jour à l'autre, on trouve des différences très marquées. On observe une plus grande partie de la variance des paramètres en multipliant les stations plutôt qu'en multipliant les niveaux de prélèvements.

Dans une étude visant à définir le potentiel de production primaire d'une région et ses modalités, les phénomènes les plus importants sont les enrichissements (upwellings, apports terrigènes, reminéralisations intensives). Il a été montré ci-dessus que dans des conditions favorables, les couches les plus riches pour les différents paramètres se situaient entre les niveaux  $s/2$  et surface, cette dernière étant généralement plus riche que le niveau  $s/2$ . On pourrait donc aborder l'étude d'une région uniquement à partir de prélèvements en surface sans perdre beaucoup d'informations sur les saisons de poussées phytoplanctoniques; les saisons pauvres seraient moins bien connues, mais leur importance dans le

bilan annuel, ou à l'échelle d'une région est bien moindre, car on peut les considérer comme une plateforme de base à un niveau relativement constant et bas, sur lequel s'exercent les apports enrichissants.

Un niveau situé entre la surface et  $s/2$ , 50 cm ou 1 m par exemple, serait sans doute plus représentatif et éliminerait les effets de surface : concentration de matière organique flottante, de débris, éclaircissement très intense, concentration en sels nutritifs plus forte (GOERING et WALLEN, 1967), eaux superficielles dessalées. Mais la commodité des prélèvements en surface a déjà conduit de nombreux chercheurs à les pratiquer : en effet, de tels prélèvements ne nécessitent pas l'arrêt d'un bateau, et l'incubation du carbone quatorze in situ peut se faire très simplement dans les conditions de surface. Il est également très facile de confier à un navire quelconque des flacons contenant quelques gouttes de lugol afin qu'il prélève des échantillons pour comptage au microscope inversé.

Les données recueillies en surface peuvent, avec des réserves, être étendues à toute la couche euphotique; la perte d'information due à l'imprécision de cette extrapolation est sans doute largement compensée par le gain qui résulte de la multiplication des stations.

Ainsi, à partir d'un échantillon d'eau de surface, il est possible :

(a) -- après une filtration de 4 à 10 litres d'eau suivie d'une analyse des pigments au spectrophotomètre :

--- d'obtenir une bonne évaluation de la biomasse phytoplanctonique au moyen de la détermination de la teneur en chlorophylle *a*.

--- de calculer au moyen des équations appropriées les teneurs en divers autres pigments,

--- d'estimer au moyen du rapport D 430/D 665 les taux relatifs de synthèse des différents pigments et, plus indirectement, l'âge des populations phytoplanctoniques (MARGALEF).

Ces deux dernières possibilités ne peuvent toutefois pas être étendues aux niveaux profonds de la couche euphotique, sans une étude statistique appropriée :

(b) - après une incubation en présence de carbone quatorze, d'estimer la productivité dans la couche superficielle qui, sauf dans les conditions oligotrophes, est la plus active,

(c) -- après un prélèvement de 100 ml fixé au lugol :

--- d'estimer les concentrations en microplancton et en nanoplancton,

— de tirer de l'inventaire quantitatif des différentes espèces des renseignements d'ordre écologique en utilisant éventuellement un classement par groupes d'espèces associées. Un tel classement a été établi pour le plateau continental de Côte d'Ivoire et permet de caractériser notamment les eaux oligotrophes, et les populations qui se développent à la suite d'un upwelling ou d'apports terrigènes. Ces groupes semblent d'ailleurs pouvoir être généralisés dans leurs grands traits à tout le plateau continental du golfe de Guinée.

L'extension de cette conclusion à des régions autres que la Côte d'Ivoire n'est évidemment possible que dans le cas d'eaux peu stratifiées dans la couche euphotique. Cette condition est fréquemment remplie dans les eaux turbides et peu profondes des plateaux continentaux, et on doit pouvoir l'utiliser avantageusement pour des études de cycles annuels de production dans des régions néritiques étendues.

*Manuscrit reçu au S.C.D. le 13 juin 1972.*

### BIBLIOGRAPHIE

- ANGOT (M.), 1961. — Analyse quantitative du cycle diurne de la production primaire dans le Pacifique subtropical près de la Nouvelle Calédonie. *Bull. Inst. Océanogr.*, Monaco, n° 1200, 34 p.
- DAGNELIE (P.), 1969. — Théorie et méthodes statistiques J. DUCULOT, S. A. Gembloux (Belgique), 2 volumes, 451 p. et 378 p.
- DANDONNEAU (Y.), 1971. — Étude du phytoplancton sur le plateau continental de Côte d'Ivoire. 1) Groupes d'espèces associées. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. IX, n° 2 : 247-265.
- DANDONNEAU (Y.), MÉNARD (H.), 1969. — Résultats des observations effectuées sur le phytoplancton du plateau continental de Côte d'Ivoire. Doc. scient. prov. du *Centre de Rech. Océanogr.* Abidjan.
- GOERING (J. J.), WALLÉN (D.), 1967. — The vertical distribution of phosphate and nitrite in the upper one half meter of the South East Pacific Ocean. *Deep Sea Research*, 14 (1) : 29-34.
- JITTS (H. R.), 1965. — The summer characteristics of primary productivity in the Tasman and Coral seas. *Aust. Journ. of Marine and Freshwater Research*, 16 (2) : 151-162.
- LORENZEN (C. J.), 1970. — Surface chlorophyll as an index of the depth, chlorophyll content, and primary productivity of the phytoplankton of the euphotic layer, *Limn. and océanogr.* 15 (3) : 479-480.
- MARGALEF (R.), 1963. — Modelos simplificados del ambiente marino para estudio de la succession y distribution del fitoplancton y del valor indicador de sus pigmentes. *Inves. Pesq.* 23 : 11-52.
- MORLIÈRE (A.), 1970. — Les saisons marines devant Abidjan. Doc. scient. — *Centre Rech. Océanogr.* Abidjan, vol. 1 (2) : 1-15.
- NELLEN (V. W.), 1967. — Horizontale und vertikale verteilung der Plankton produktion in Golf von Guinea und in angrenzenden Meeresgebieten während der Monate Februar bis Mai 1964. *Kieler Meeresforschungen*, Bd XXIII, Heft 1 : 48-67.
- PARSONS (T. R.), STRICKLAND (J.), 1963. — Discussion of spectrophotometric determination of marine plant pigments, with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids. *J. of Marine Research*, 21 : 155-163.
- STRICKLAND (J. D. H.), 1958. — Solar radiation penetrating the ocean. A review of requirements, data and methods of measurements, with particular reference to photosynthetic productivity. *J. Fish. Res. Bd. of Canada*, 15 (3) : 453-493.