

RELATIONS BETWEEN CHLOROPHYLL, CELL ABUNDANCE AND BIOVOLUME DURING A WINTER BLOOM IN THE BAY OF MALAGA (ALBORAN SEA)

F. JIMENEZ, J. RODRIGUEZ, B. BAUTISTA and V. RODRIGUEZ

Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad, Malaga (España)

Both experimental and field ecology reveal that changes in chlorophyll per unit water volume do not necessarily signify changes in phytoplankton biomass. This problem should be taken into account in those cases where one might expect both ontogenetic and phylogenetic adaptations (Kirk, 1983) to occur with changes in the physical environment. In the spatial dimension one example is the subsurface chlorophyll maximum. In the temporal dimension, a similar problem arises when fast increases in chlorophyll per unit water volume are assumed to linearly correspond to increases of biomass. We have analyzed the relationships between three independent descriptors of phytoplankton biomass during the winter pulse depicted in figure 1.

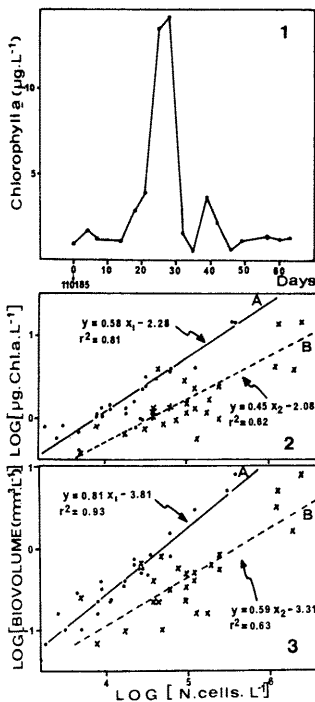
Pigment analyses were carried out spectrophotometrically following recommendations of SCOR (1980) and equations of Jeffrey & Humphrey (1975). Cells counting were carried out on 100 cc sea water following Utermöhl technique. To estimate biovolume per unit water volume, all the counted cells were drawn and processed on an Image Analyzer System; a distribution of the total number of cells in a log<sub>2</sub> (equivalent ellipsoidal volume) size scale was obtained. Biovolume was then calculated as  $Bv = \sum_{i=1}^r n_i v_i$ , where  $n_i$  is the number of counts in size class  $i$ ,  $v_i$  is the nominal volume of size class  $i$ , and  $r$  is the number of size class. Figures 2 and 3 show the log-linear nature of the relations between the three variables; in both figures total number of cells has been divided in two groups, that is, those smaller and larger than 4000  $\mu\text{m}^3$  EEV (equivalent ellipsoidal volume), volume roughly equivalent to a cell of 20  $\mu\text{m}^3$  diameter. Up to 80% ( $r^2$ ) chlorophyll variability is explained by numerical changes in large cells; covariance analysis shows that lines corresponding to both groups of cells are different at  $p < 0.05$ . Also biovolume variation is more dependent on the numerical variations of large cells ( $r^2 = 0.93$ ) than is on small cells. The model in figure 2A is equivalent to  $\text{Chl} = aN^b$ ; from here we can obtain that  $(\text{Chl}/N) = aN^{b-1}$ ; since  $b < 1$ , this model states that chlorophyll per cell is a decreasing power function of cell abundance. For large cells,  $(\text{Chl}/N) \sim N^{-0.42}$ . A similar reasoning can be applied to the model in figure 3A, giving  $(Bv/N) \sim N^{-0.19}$ . This means that average cell volume is a decreasing power function of cell abundance. Dividing these two equations we obtain  $(\text{Chl}/Bv) \sim N^{-0.23}$ , indicating that chlorophyll per unit cell volume is also a decreasing power function of cell abundance. Of course, a similar line of reasoning could be applied to the smaller cells or to the total number of cells.

These non-linear, allometric relations derive mainly from short but clear time-delays between the initiation of the respective exponential growth phases; chlorophyll is the first, second is biovolume and finally there is the increase in cell abundance. Taxonomical composition during this period suggests that ontogenetic adaptation may be the most important factor in the release of chlorophyll exponential growth. In relation to biovolume and cell abundance, changes in community structure obscure any ontogenetic component of adaptation.

Since biovolume, as described here, results from both the abundance of cells and the size structure of the population, it appears as the most interesting descriptor of phytoplankton biomass. This nondestructive method could be combined with a transformation to carbon units; thus, the resulting measurements of biomass would be more meaningful in energetic terms.

REFERENCES

Jeffrey, S.W. & G.F. Humphrey, 1975. *Biochem. Physiol. Pflanzen*, 167.  
Kirk, J.T.A., 1983. *Light and photosynthesis in aquatic ecosystems*. Cambridge Univ. Press.  
SCOR, 1980. *Tech. pap. Mar. Science*.



Research supported by CAICYT project 1185/81, CIPC (J. Andalucía), and a FPI (MEC) grant to F.J.

STRUCTURE DES POPULATIONS PHYTOPLANKTONIQUES EN ADRIATIQUE

R. LALAMI-TALEB\*, Y. LALAMI\* et P.L. GONZALES\*\*

\* Département de Pharmacie, INESSM, Alger (Algérie)  
\*\* U.S.T.L., Montpellier (France)

La structure des peuplements phytoplanctoniques de l'Adriatique au cours de la campagne de septembre 1976 a été étudiée en utilisant plusieurs indices et méthodes :

- 1 - L'indice de diversité spécifique de SHANNON dérivé de la théorie de l'information.
- 2 - L'indice de diversité relative ou équitabilité préconisé par LLOYD et GHELARDI (1964) qui permet de délimiter plus particulièrement le stade 2 d'une succession écologique laquelle comporte trois stades principaux dans le cas d'un écosystème marin (MARGALEF, 1967).
- 3 - La richesse spécifique qui correspond au nombre d'espèces qui compose un peuplement.
- 4 - Les modèles mathématiques de distribution d'abondances de MOTOMURA, PRESTON, MAC ARTHUR et MANDELROT, leur ajustement aux données observées par la visualisation de la distance de HELLINGER (utilisation de la méthode de l'Analyse en Composantes Principales). Cette distance donne une vue globale du modèle le plus performant sans recourir à l'analyse et à l'interprétation des paramètres caractéristiques de ces modèles.
- 5 - Les diagrammes de fréquences dont l'importance et le rôle dans la compréhension des phénomènes écologiques ont été mis en évidence par les travaux de FRONTIER (1976 et 1977). Cet auteur a utilisé la représentation bilogarithmique de MANDELROT pour suivre l'évolution des peuplements.

L'allure concave, convexe ou rectiligne de ces diagrammes ainsi que les variations de l'indice de diversité spécifique, de l'équitabilité et de la richesse spécifique ont permis de retrouver les trois principaux stades d'une succession phytoplanctonique.

Notons toutefois qu'une distribution rectiligne (caractérisant d'après FRONTIER le stade final ou climax de cette succession) peut également se rencontrer lors du passage du stade 1 au stade 2. Dans ce cas, la constante de MANDELROT est loin de sa valeur optimale 1 et atteint même des valeurs variant de 3 à 6. Tout cela ne traduit pas l'échec du modèle mais plutôt une mauvaise gestion, une utilisation déficiente de la microflore algale par les niveaux trophiques supérieurs en particulier les herbivores.

Dans la partie occidentale de l'Adriatique septentrionale (figure) et même une partie de l'Adriatique moyenne, les végétaux planctoniques subissent d'importants bouleversements qui ont pour conséquence la chute brutale de la diversité et de l'équitabilité, chute due à la prédominance de *Gonyaulax polyedra*. C'est ce que nous avons constaté dans les stations 13 et 14, c'est-à-dire dans les passages immédiats de l'embouchure du P.D. Cependant, malgré les indices de diversité et de l'équitabilité faibles (pour la station 13 : H = 1,00 et E = 0,20; pour la station 14 : H = 0,41 et E = 0,08), la pullulation de *Gonyaulax polyedra* ne freine pas le développement des autres espèces phytoplanctoniques d'où une richesse spécifique élevée variant entre 30 et 35 (respectivement pour les peuplements de la station 13 et ceux de la station 14).

Ce processus particulier caractérise les écosystèmes d'estuaires où les apports minéraux et organiques par les eaux de ruissellement entraînent des proliférations de certaines espèces phytoplanctoniques, en général des espèces opportunistes.

Les autres stations côtières et plus particulièrement pour la plus septentrionale d'entre elles (station 24), la diversité spécifique demeure élevée malgré l'épanouissement de *Chaetoceros* affinis qui n'inhibe cependant pas la multiplication des autres espèces de Diatomées et Coccolithophoridés.

En descendant le long du rivage italien, ce peuplement monospécifique si important s'amenuise peu à peu pour céder la place au niveau des stations de l'Adriatique moyenne et méridionale à des peuplements plus riches. Cette maturation progressive et cette bonne gestion du système écologique s'observent également le long des radiales d'Ouest en Est.

Si, près du littoral italien et surtout au niveau de l'embouchure du P.D., l'abondance des éléments biogènes entraîne une destruction du système, maintenant les peuplements dans un état juvénile permanent ou du moins fréquent, il n'en est pas de même dans les eaux du large moins dessalées ainsi que dans celles proches de la côte orientale. Dans ces dernières zones, se développent des peuplements plus riches caractérisés par une diversité spécifique plus élevée et dotés d'un réseau trophique complexe.

De ce qui précède, on constate que nous pouvons relier le degré d'ajustement de chacun des modèles à l'allure des diagrammes de FRONTIER :

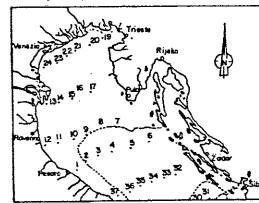
- + Profil convexe avec dominance nette des espèces de rangs 1 et 2 : modèle de MOTOMURA ;
- + Profil largement convexe correspondant à un peuplement bien équilibré : modèles de MOTOMURA et de MAC ARTHUR ;
- + Profil convexe avec cependant un léger redressement de la branche supérieure gauche de la courbe : modèle de PRESTON ;
- + Profil concave correspondant à un stade de colonisation ou stade juvénile : aucun modèle ne s'ajuste d'une manière convenable ;
- + Profil franchement rectiligne : modèle MANDELROT. Deux cas peuvent se présenter :  
1er cas : si la richesse spécifique est faible et la constante loin de sa valeur optimale, nous avons un stade 1.  
2e cas : si la richesse spécifique est élevée et la constante proche de 1, nous avons un stade 3.

Quelles remarques pouvons-nous tirer de toutes ces observations ?

Tout d'abord, nous remarquons que le processus de structuration des peuplements d'une succession ne se fait pas au hasard mais se déroule jusqu'à sa phase terminale par une série d'étapes d'une très grande régularité. Du stade pionnier au stade climax, le développement de la végétation algale se caractérise par une augmentation de la diversité et de l'équitabilité et par une complication progressive du niveau d'organisation des peuplements. Aussi, les peuplements juvéniles ne sont-ils que les premières étapes d'un enchaînement de processus qui aboutissent à des structures très hiérarchisées et à un état de quasi-équilibre.

En résumé, on peut affirmer que le développement successional se caractérise par le remplacement d'une population immature à croissance potentielle importante qui nécessite une grande dépense d'énergie par un système organisé et diversifié qui tend à réduire les chocs, à contrôler et préserver le peuplement de toute agression.

De telles performances ne peuvent se concrétiser dans les derniers stades que par l'acquisition de mécanismes homéostatiques qui mettent à l'abri de toute agression une communauté hautement hiérarchisée.



Stations de l'Adriatique Septentrionale

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

FRONTIER S. (1976) : Utilisation des diagrammes rang/fréquence dans l'analyse des écosystèmes. *Bull. Arch. Oceanogr.* 1 (3) 35-48.  
FRONTIER S. (1977) : Réflexions pour une théorie des écosystèmes. *Bull. Écol.* 8 (4) 445-464.  
GONZALEZ P.L. (1979) : Contribution au choix des modèles de distribution d'abondances. Rapport de stage de D.E.A. de Mathématiques pures et appliquées. U.S.T.L. MONTPELLIER.  
LLOYD W. and GHELARDI R.J. (1964) : A table for calculating the "equitability" component of species diversity. *J. Anim. Ecol.* 33, 217-225.  
MARGALEF R. (1967) : Ritmos, fluctuaciones y sucesión. In CASTELLI J. et al. *Ecología marina, Caracas, Fundación La Salle* : 454-492.

