

la coopération des navires de la CGM avec l'ORSTOM

De nombreux navires marchands effectuent déjà, à la demande d'équipes d'océanographes, des prélèvements d'eau de mer pour mesures de la température et de la salinité. Ce mode d'échantillonnage a prouvé son efficacité et retient actuellement l'attention des océanographes pour les projets les plus récents. Depuis un peu plus d'un an, un nouveau pensum a fait son apparition sur les navires de la C.G.M. touchant Nouméa : des filtrations, d'abord avec une pompe à vélo, puis avec une seringue (fig. 1). Leur but : des mesures de chlorophylle.

Le phytoplancton

La vie en mer, comme sur terre d'ailleurs, a comme apport essentiel la photosynthèse, transformation des carbonates ou du gaz carbonique en matière organique grâce à l'énergie solaire. Cette transformation est rendue possible par la présence de chlorophylle dans le phytoplancton. Elle nécessite aussi des sels minéraux « nutritifs » : phosphates, nitrates. La potasse ne manque jamais.

Le phytoplancton se compose d'algues microscopiques (fig. 2), formées d'une seule cellule, de taille la plupart du temps inférieure à 100 microns, reliées ou non en chaînes. Ces algues vivent en suspension dans la mer, et se multiplient si lumière et sels nutritifs sont présents ; la première condition n'est réalisée que dans les cent premiers mètres, ou un peu plus dans des eaux très claires

(mer des Sargasses, Pacifique ouest par exemple). La prolifération des algues les épuisant, il est rare de trouver des sels nutritifs en présence de lumière, et le plus souvent, le phytoplancton se trouve concentré sur une couche critique, où la lumière s'éteint alors que les sels nutritifs commencent.

LA CHLOROPHYLLE EN MER

Cette couche est assez étroitement liée à la thermocline, qui voit la température décroître rapidement au dessous d'une couche superficielle chaude et à peu près homogène en température.

Lorsque des processus physiques, liés aux courants, amènent les eaux profondes, riches en sels nutritifs, au voisinage de la surface, lumière et sels nutritifs très abondants entraînent une prolifération d'algues, qui fait la richesse des eaux du Pérou, ou de la Mauritanie. Une autre source de sels nutritifs est constituée par les apports des rivières, et les marges continentales sont en général plus riches que les eaux du large. Au contraire, au centre des océans, vers 30° de latitude, l'eau de surface, épuisée en sels nutritifs, a tendance à s'accumuler et à former une couche épaisse. Le phytoplancton tend alors à y disparaître.

Yves DANDONNEAU (1)

At the request of teams of oceanographers, quite a number of merchant ships now take samples of sea water to measure the temperature and salinity. This method of sample-taking has proved to be efficient and is being examined by oceanographers for recent projects. For over a year, a new task has been given to ships of the C.G.M. that call at Noumea: filtration, first done with a bicycle pump and later with a syringe (fig. 1). The object of this is to ascertain the quantity of chlorophyll in the water.

Phytoplankton

The essential support of life in the sea, just as life on earth, is photosynthesis, the transformation of carbonates or carbonic gas into organic matter, thanks to solar energy. This transformation comes about because of the chlorophyll in the phytoplankton. It also requires « nutritious » mineral salts, phosphates, nitrates. Potassium is never absent.

Phytoplankton is made up of microscopical algae (fig. 2), composed of only one cell, mostly of a size below 100 microns, sometimes joined in chains. The algae live in suspension in sea water, and multiply if light and nutritious salts are present. The first of these conditions is only found down to a depth of around one hundred meters, or perhaps a little lower in very clear water (Sargossa Sea, West Pacific, for instance). The proliferation of algae wears them out, for it is rare to find nutritious salts in the pre-

sence of light, and phytoplankton is to be found concentrated at a critical depth, there where the light is dying out and where the salts commence. This layer is closely associated with the « thermocline », where the temperature drops quickly below a superficial layer of warm water.

There were the ocean currents bring up towards the surface water from the depths, which is rich in nutritious salts, a proliferation of algae is to be found, which accounts for the richness of the waters of Perou and Mauretania. Another source of these nutritious salts comes from the rivers, so that one finds the waters around the continents are richer than those in the open sea. On the other hand, towards the centre of the oceans, around 30° latitude, the surface water, having lost its salts, has a tendency to accu-

CHLOROPHYLL IN THE SEA

multate and form a thick layer. In such circumstances, phytoplankton has a tendency to disappear.

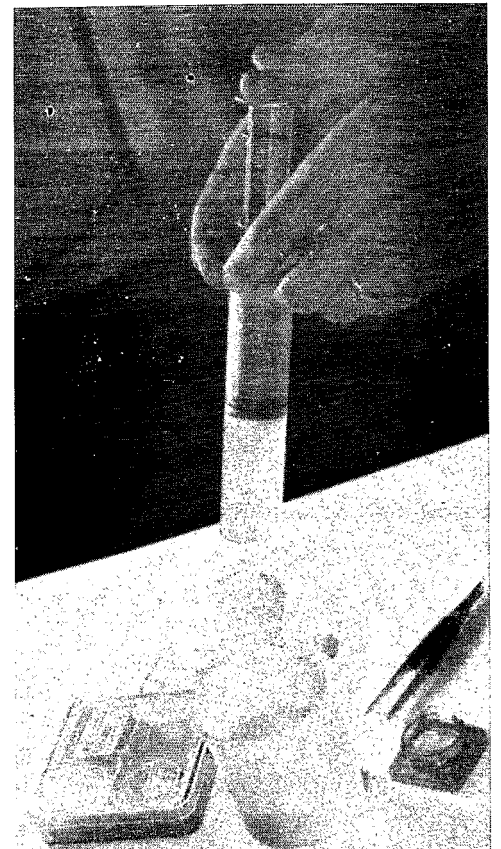
The alimentary cycles

The masses of algae that are produced where the nutritive salts are brought towards the surface are eaten by zooplankton, which are composed principally of small shell fish, but may also be gelatinous creatures (such as

Les chaînes alimentaires

Les masses d'algues produites là où les sels nutritifs sont portés en surface sont consommées par le zooplancton, composé surtout de très petits crustacés mais aussi, parfois, d'organismes gélatineux (méduses, salpes...). Le zooplancton est ensuite consommé par du

(Figure 1) : Filtrations d'eau de mer à bord des navires. 50 cm³ d'eau de mer sont poussés à travers un filtre au moyen d'une seringue. Les cellules de phytoplancton sont retenues et restent à la surface du filtre. Cette opération nécessite une à deux minutes environ.



(Figure 1) : Filtering sea water on board ship. Fifty cu. cms of sea water are pumped through a filter by means of a syringe. The phytoplankton cells are held and stay on the surface of the filter. This operation takes one or two minutes.

jelly fish). The zooplankton is thereupon eaten by larger zooplankton, which are in turn eaten by fish, birds or fishermen.

This very efficient but simple cycle is prevalent in very rich regions. In poorer waters, towards the centre of the oceans, there is a tendency towards equilibrium. At each stage, the dead creatures, or the excrement, is a return towards the first stage of the ali-

15 NOV. 1983 the co-operation of CGM's ships with the ORSTOM

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 3724 ex 1

Cote : B

zooplancton plus gros, ou par des poissons. Ensuite, on trouve les thons, par exemple, les oiseaux et aussi les pêcheurs.

Cette chaîne simple, très efficace, domine dans les régions très riches. Dans les eaux plus pauvres du large, on tend vers un équilibre : à chaque étape les animaux morts, ou les excréments, constituent un retour vers les premiers maillons de la chaîne alimentaire. Pour le phytoplancton, ce sont surtout les bactéries qui consomment la matière organique et libèrent à nouveau les sels nutritifs, pour un nouveau cycle. Très rapidement, ces cycles deviennent complexes et on atteint un équilibre stable entre phytoplancton, zooplancton, et poissons ; cet équilibre se déplace lorsque des mouvements des masses d'eau modifient la relation lumière-sels nutritifs de façon durable.

Intérêt des mesures de chlorophylle

Le dosage de la chlorophylle se fait par fluorescence : éclairée par une lumière bleue, la chlorophylle émet une lumière rouge qu'on peut mesurer avec un fluorimètre, après avoir éliminé la lumière bleue réfléchiée au moyen d'un filtre approprié (fig. 3). La quantité de lumière rouge est proportionnelle à la concentration en chlorophylle.

La concentration en chlorophylle de l'eau de mer est l'estimation la plus facile et la plus rapide de la biomasse du phytoplancton. En raison du rôle primordial que joue le phytoplancton dans les chaînes alimentaires, c'est un indice de fertilité très significatif.

Il est utilisé comme tel à bord des navires océanographiques, mais la durée réduite des

mentary cycle. For the phytoplankton, it is especially the bacteria that consume the organic matter and produce the nutritive salts for a fresh cycle. Very quickly these cycles become more complex and a stable equilibrium is reached between phytoplankton, zooplankton and fish. Of course, the equilibrium can move elsewhere, when the movements of the water permanently alters the relation between light and salts.

Value of measuring chlorophyll

The measurement of chlorophyll is performed by fluorescence. When lit by a blue light, the chlorophyll emits a red light that can be measured by a fluoroscope, after eliminating the reflected blue light by means of an appropriate filter (fig. 3). The amount of red light corresponds to the concentration of chlorophyll.

The concentration of chlorophyll in sea water is the easiest and quickest way of estimating the amount of phytoplankton, and as phytoplankton plays a primordial part in the alimentary cycle, it is a very good indication of fertility.

It is used in this way on board oceanographical ships. But the campaigns of these ships are usually relatively short, and the area observed is quite limited. Thus the alimentary cycle is not yet fully understood.

Sample-taking by merchant ships will enable this difficulty to be overcome. The variations from month to month of the extent and rich-

Quelques espèces typiques de phytoplancton. De droite à gauche, et de haut en bas :

diatomées à squelette siliceux :

1 *Climacodium frauenfeldianum*

2 *Rhizosolenia bergonii*

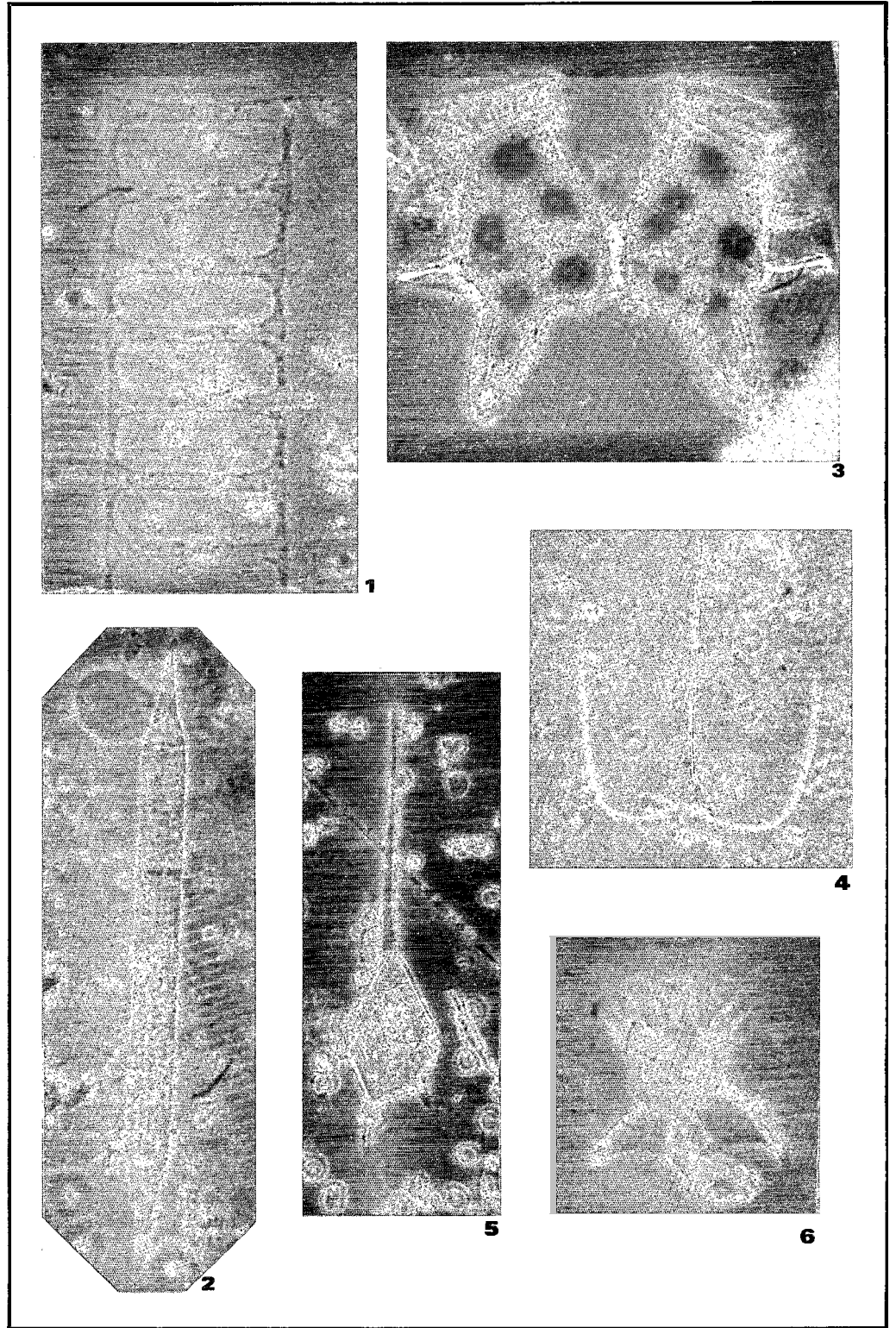
peridinians à squelette cellulosique :

3 *Dinophysis caudata*

4 *Ceratium trichoceros*

5 *Ceratium teres*

6 *Ornithocercus magnificus*



(Figure 2) : Some typical specimens of phytoplankton: from top to bottom and from right to left:

diatoms having siliceous skeletons:

1 *Climacodium frauenfeldianum*

2 *Rhizosolenia bergonii*

peridinians having cellulosic skeletons:

3 *Dinophysis caudata*

4 *Ceratium trichoceros*

5 *Ceratium teres*

6 *Ornithocercus magnificus*

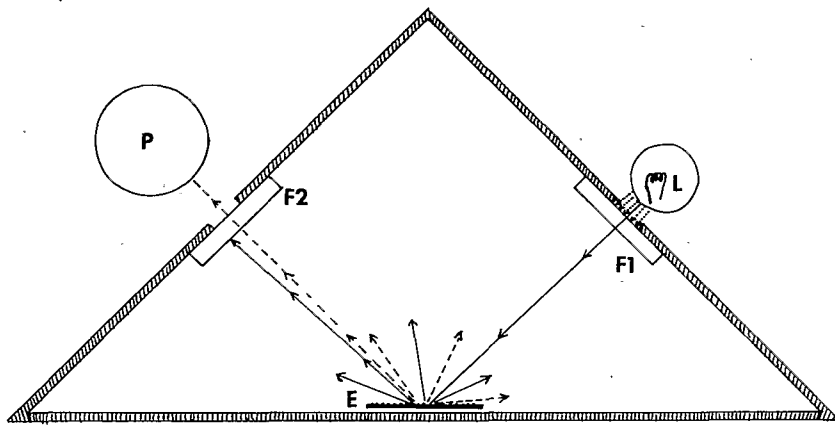
campagnes, et l'espace observé restreint permettent mal de comprendre globalement les cycles des chaînes alimentaires.

L'échantillonnage réalisable par les navires marchands permet de surmonter cet obstacle : les variations d'un mois à l'autre de l'étendue et de l'intensité d'une zone d'enrichissement, ont une très grande importance pour les stocks de poissons exploitables (fig. 4). Il en va de même pour le zooplancton prélevé dans le volume d'eau de mer de la piscine de quelques navires, mais dont malheureusement la lenteur du dépouillement au laboratoire ne permettra pas un réseau aussi dense.

La connaissance des teneurs en chlorophylle

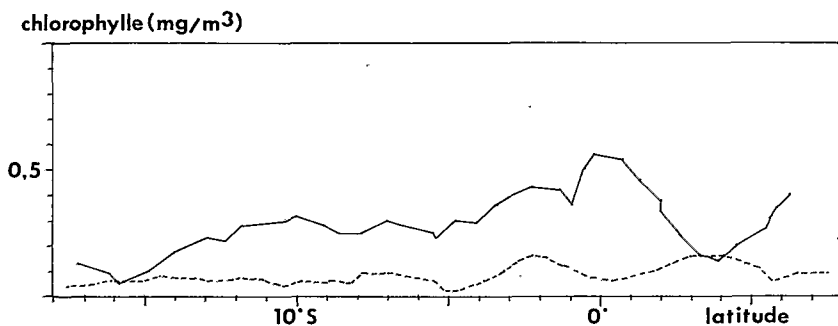
en surface seulement constituerait un piètre objectif pour l'océanographie classique. Mais à grande échelle, la teneur en surface renseigne très bien sur celle en profondeur. Et on accède à une océanographie plus globale qui va dans le sens des moyens modernes : les satellites donnent plusieurs fois par jour une image complète de la planète. Mais on ne sait pas encore interpréter ces images en termes de chlorophylle ; l'échantillonnage par les navires marchands peut aider à y parvenir. En attendant, il fournit une donnée océanographique qui, réagissant aux conditions physiques de l'océan (courants, température...), s'intègre parfaitement dans les travaux actuels en océanographie et ouvre des perspectives très intéressantes.

(Figure 3) : Principe du dosage par fluorescence. Un filtre bleu (F1) sélectionne la lumière bleue émise par une lampe (L). Cette lumière bleue (trait continu) est en partie absorbée ou réfléchi par le filtre (E) qui porte les cellules de phytoplancton ; l'autre partie est transformée en lumière rouge (trait interrompu) par la chlorophylle. La quantité de lumière rouge émise est mesurée par un photomultiplicateur (P) placé derrière un filtre rouge (F2) qui empêche la lumière bleue de passer. Le résultat de la mesure est proportionnel à la quantité de chlorophylle.



(Figure 3) : Establishing the chlorophyll content by fluorescence. A blue filter (F1) selects the blue light emitted by a lamp (L). This blue light (continuous line) is partly absorbed or reflected by the filter (E), the other portion is transformed into red light (dotted line) by the chlorophyll. The amount of red light emitted is measured by a fluoroscope (P) which is behind a red filter (F2) which prevents the blue light from passing. The results are proportionate to the quantity of chlorophyll.

(Figure 4) : Double coupe réalisée en décembre 77 et février 78 par le « ROSTAND » de Papeete à Panama. On voit nettement que la chlorophylle était beaucoup plus abondante au voyage aller (trait continu) qu'au voyage retour (pointillé). La résurgence d'eau profonde à l'équateur (upwelling), qui provoque un enrichissement en chlorophylle, avait en effet cessé en février ainsi que le confirme l'absence de températures basses à ce moment.



(Figure 4) : A double graph made by the « ROSTAND » in December 77 and February 78 on a voyage from Papeete to Panama. It is clearly shown that the chlorophyll was much more abundant on the outwards voyage (continuous line), than on the homeward voyage (dotted line). The upwelling of water on the equator, which enriches the chlorophyll, had stopped in February, which is confirmed by the absence of low temperatures at that moment.

ness of these zones will have considerable importance on the viability of fishing (fig. 4). The same can also be said of zooplankton taken from the swimming baths on some of the vessels. But unfortunately, the slowness of having them examined in a laboratory does not permit a very good picture to be obtained.

Measuring the chlorophyll content of surface water would be of little interest to the classical form of oceanography. But on a more considerable scale, the surface content gives a

very precise idea of the content in the depths, and a better global idea of oceanography is obtained, which is what modern methods require. Satellites give us a complete picture of the planet. But we are not yet able to deduce the chlorophyll content from them. This is where the sample-taking by merchant ships will be of so much assistance. Meanwhile, they give us data of the physical conditions of the oceans (currents, temperatures...) which fit in quite well with present work in oceanography and open up most interesting perspectives.

Depuis presque dix ans les navires marchands effectuent en routine des mesures de surface telles que la détermination de la température et de la salinité (Donguy, 1976). De telles mesures conduisent à la détermination des hydroclimats océaniques dont les cycles saisonniers sont encore très mal connus. Elles mettent également en évidence des phénomènes non périodiques mais très intenses dont la manifestation la plus spectaculaire est le contre-courant catastrophique que les Sud-Américains appellent « El Niño ». Enfin, en océanographie biologique, il s'en suit des progrès importants tels que la détermination des zones et des périodes de productivité ou la surveillance de l'environnement des poissons ou de leurs larves.

Dans le Pacifique, grâce à la collaboration bénévole d'une vingtaine de navires de plusieurs nationalités, l'ORSTOM a acquis une bonne connaissance en hydroclimat. Ainsi, par exemple, on sait maintenant que les conséquences du phénomène « El Niño », qui ne semblait intéresser a priori que l'Amérique du Sud, peuvent se faire sentir jusque dans le Pacifique ouest (Donguy et Henin, 1978) sous la forme de pluies diluviennes anormales sur l'équateur et d'une sécheresse au sud de 10°S. Cependant les problèmes sont encore innombrables : la circulation de surface, par exemple, malgré les « Pilot Charts », est particulièrement mal connue. De plus, on s'est aperçu récemment que l'Océan Pacifique de par ses dimensions, principalement à l'équateur (180 degrés de longitude environ), constituait le réservoir

J.R. DONGUY

For nearly ten years past merchant ships have a routine of taking the temperature and salinity of the surface water (Donguy, 1976). These measurements enable the oceanic hydroclimates to be established, of which the seasonal cycles are still not very well known. They also show up the non-periodical phenomena, which are sometimes very fierce, and of which the most spectacular is the catastrophic counter-current that the South Americans call « El Niño ». In addition, in biological oceanography, particular progress has been made, such as establishing the zones and periods of productivity of fish and their larvae.

In the Pacific, thanks to the gratuitous cooperation of some twenty ships of several nationalities, ORSTOM has acquired a good knowledge of hydroclimate. For instance, we now know that the consequences of the phenomenon « El Niño », which at first were thought to concern only South America, can be felt as far away as the West Pacific (Donguy and Henin, 1978), in the form of diluvian abnormal rains at the equator, and a drought south of 10°S. Nevertheless, a number of problems have to be solved. For instance, the circulation of the surface water, in spite of « Pilot Charts », are by no means understood. In addition, it has recently been established that the Pacific, by reason of its size (180° of longitude at the equator), is the reservoir of heat of the planet. Its thermic state, meaning the quantity of heat present in the surface water,



**la coopération
des navires de la CGM
avec l'ORSTOM**

**the co-operation
of CGM's ships
with the ORSTOM**

B3724 - B3725 ex 1

B3724 ex 1 B3725 ex 1