

EVOLUTION DU PHYTOPLANCTON DANS DES BASSINS DE CULTURE

par

P. NIVAL⁺, G. MALARA⁺, P. LELONG⁺⁺, C. CELLARIO⁺, R. CHARRA⁺, A. RIVA⁺⁺

+ Station zoologique, 06230 Villefranche-sur-Mer

++ Observatoire de la mer, Ile des Embiez, 83140 Six Fours-les-Plages.

RESUME

Nous présentons l'évolution de la concentration en chlorophylle a dans un bassin de culture soumis à un flux continu au printemps 1977, au printemps 1978 et en automne 1977 - hiver 1978.

Nous faisons une analyse plus détaillée de l'expérience du printemps 1977 et montrons que l'évolution de l'écosystème présente 3 phases distinctes :

- dans un premier temps (du 27/4 au 3/5) les diatomées phytoplanctoniques (principalement *Skeletonema costatum*) se développent rapidement. Le taux de croissance chlorophyllien net est de $1,36 \text{ j}^{-1}$.

- puis (du 3/5 au 13/5) la concentration en chlorophylle a reste constante ($23,6 \pm 1,2 \text{ mg/m}^3$) de même que la concentration de la matière organique particulaire.

- la fin de l'expérimentation (du 13/5 au 20/5) est caractérisée par une chute de la concentration chlorophyllienne concomitante à la chute de *Skeletonema costatum*. Une conséquence de ce déclin des diatomées est la prolifération bactérienne qui survient dès le 15/5.

L'analyse des facteurs météorologiques, physiques, chimiques et biologiques permet de penser que le déséquilibre qui survient le 13/5 est dû à la fois à un appauvrissement en silice du milieu par *Skeletonema costatum* dont le coefficient de croissance augmente à partir du 9/5 et à une prédation du phytoplancton par les rotifères (nombreux le 13/5) et les espèces zooplanctoniques herbivores.

ABSTRACT

The concentration of chlorophyll a in large out-door continuous culture was analysed in spring 1977 and 1978, and autumn - winter 1977-1978.

The growth of marine phytoplankton in springs 1977 is analysed with more details and shows three phases :

- first, the diatoms (especially *Skeletonema costatum*) grow rapidly (27/4 to 3/5). The growth rate estimated by the chlorophyll measurements is 1.36 day^{-1} .

- then (3/5 to 13/5) the concentration of chlorophyll remains more or less constant ($23.6 \pm 1.2 \text{ mg/m}^3$) as well as the concentration of particulate organic matter.

- at the end of the experiment (13/5 to 20/5) the concentration of chlorophyll falls as soon as *Skeletonema costatum* decrease in number.

The decline of the phytoplankton biomass is followed by an increase of the bacteria which reach a maximum on 15/5.

We assume that the rapid decrease of chlorophyll a on the 13/5 is related to the effect of the dissolved silicate deficiency on *Skeletonema costatum* and to the grazing by rotifers and copepods.

MOTS - CLES : Phytoplancton, Culture, Croissance, Composition chimique, Espèces.

KEY - WORDS : Phytoplankton, Culture, Growth, Chemical composition, Species.

INTRODUCTION

Le but de l'expérimentation a été de suivre l'évolution des populations planctoniques et bactériennes dans un bassin de culture de 35 m³, alimenté avec de l'eau de mer pompée dans la lagune du Brusca, le débit de l'eau étant maintenu à 1 m³.h⁻¹ ce qui produisait une dilution à un taux de 0,559 j⁻¹.

L'enrichissement par des sels nutritifs (solution d'engrais agricoles azotés et phosphatés) était lui-même en continu.

Les détails de l'installation ont été donnés par A. RIVA et N. VICENTE (1978).

Nous avons réalisé trois expériences de production phytoplanctonique sur le site des Embiez :

- Embiez I du 27 avril au 20 mai 1977 ;
- Embiez II du 24 octobre 1977 au 23 mars 1978 ;
- Embiez III du 30 mars au 19 mai 1978.

1. PARAMETRES ET METHODES

1.1. Paramètres physiques.

L'eau qui alimente le bassin de production phytoplanctonique est pompée dans une lagune de faible profondeur dont la température et la salinité sont liées aux conditions météorologiques (insolation, vent et précipitation).

Aussi est-il important de connaître quotidiennement l'importance des précipitations, du temps d'insolation et de la couverture nuageuse.

Les variations de température, de salinité, de pH et de la concentration d'oxygène dissous sont suivies pendant toute la durée de l'expérience.

1.2. Sels nutritifs dissous.

Les concentrations en ammoniacque, nitrate, nitrite, phosphate et silicate sont déterminées par colorimétrie à l'aide de chaînes de dosages automatiques. Les méthodes d'analyse utilisées sont celles décrites par TREGUER et LE CORRE (1974).

Les prélèvements sont faits en un seul point du bassin, les échantillons d'eau étant généralement filtrés avant d'être mis au congélateur. Cependant du 27.4.77 au 20.5.77, les échantillons ont été congelés directement.

1.3. Chlorophylle.

Le phytoplancton contenu dans des volumes allant de 100 ml à 3 l est retenu sur filtre whatman GF/C, puis les pigments sont extraits par de l'acétone à 95 % pendant 3 heures à 5 °C et à l'obscurité. Après analyse spectrophotométrique, les concentrations pigmentaires sont calculées en utilisant les formules classiques SCOR UNESCO (1966).

1.4. Protéines, glucides et lipides particuliers.

Selon l'abondance du phytoplancton, nous avons filtré de 50 à 500 ml d'eau du bassin.

Les quantités de protéines et glucides particuliers sont respectivement obtenues par la méthode de LOWRY et al. (1951) avec l'albumine de boeuf cristallisée comme étalon et par la méthode de DUBOIS et al. (1956) en prenant le glucose comme référence.

Les lipides sont d'abord extraits par le chloroforme selon la méthode de BLIGH et DYER (1959) ; le chloroforme est ensuite évaporé sous atmosphère d'azote et le carbone du résidu lipidique sec est transformé en gaz carbonique. Ce dernier est mesuré quantitativement à l'aide d'un spectrophotomètre à infra rouge.

Le poids de lipide est calculé à partir de la relation suivante :
 $\text{poids de lipide} = 1,7 \times \text{poids de carbone lipidique}.$

1.5. Nucléotides adényliques.

Le protocole expérimental est celui de HOLM-HANSEN et BOOTH (1966). Les échantillons sont filtrés sur membrane Gelman 0,45 μ puis extraits dans 5 ml de TRIS (0,02 M pH = 7,75) bouillant pendant 5 mn.

Le dosage des nucléotides (AMP, ADP, ATP) est réalisé sur l'appareil Pico-ATP-Muka.

1.6. Etude microscopique - structure des populations.

Le comptage des cellules et la différenciation en espèces sont effectués par la méthode d'UTERMÖHL.

1.7. Hétérogénéité du bassin.

Nous avons effectué un quadrillage du bassin de production afin d'estimer l'homogénéité. Les dosages ont été faits sur 27 échantillons provenant de 27 points distincts. L'utilisation du test RANKIT (SOKAL et ROHLF 1969) nous a montré que les paramètres liés à la matière particulaire avaient une répartition homogène (paramètre = moyenne \pm écart type ; chlorophylle a = $22,6 \pm 1,9$ mg/m³ - protéines = 1835 ± 131 mg/m³ - glucides = 1780 ± 260 mg/m³) mais que la répartition des sels nutritifs était hétérogène (distribution log Normal) ce qui interdit le calcul d'un écart type (paramètre = moyenne (gamme de variations) ; nitrate = $9,6$ μ atg/l (5,6 - 23,8) - silicate = $1,24$ (0,82 - 2,94) - phosphate = $0,33$ (0,02 - 4,84) - ammoniacale = $1,70$ (0,07 - 7,20)).

1.8. Coefficients de croissance.

La dynamique d'une culture est représentée par l'évolution de son coefficient de croissance.

Par définition, le coefficient de croissance est l'accroissement par unité de temps d'un paramètre caractéristique de la culture exprimé par son logarithme naturel. Ce qui nous donne l'expression suivante :

$$\mu = \frac{\ln |A|_{t_2} - \ln |A|_{t_1}}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

$|A|_{t_1}$ et $|A|_{t_2}$ étant les concentrations respectives du facteur A entre les temps t_1 et t_2 .

Lors de la phase stationnaire d'une culture à flux continu, le coefficient de croissance observé est nul. Il n'en demeure pas moins vrai que les cellules continuent à se développer. Le coefficient de croissance réel est en fait égal au taux de dilution (D). L'application de l'expression (1) aux valeurs mesurées dans la culture fournit le coefficient de croissance apparent. Dans la suite de cet article nous avons toujours considéré les coefficients de croissance réels que l'on peut formuler de la façon suivante :

$$k = \mu + D$$

2. RESULTATS.

2.1. Evolution de la concentration en chlorophylle dans le bassin de production phytoplanctonique. (avril 1977 - mai 1978).

La figure 1 présente l'évolution de la chlorophylle dans le bassin de production phytoplanctonique au printemps 1977, en automne - hiver 77/78 et au printemps 1978.

La croissance phytoplanctonique a lieu à différentes périodes de l'année avec des concentrations en chlorophylle a très fortes (maximum observé : 71 mg/m³). Néanmoins les périodes de stabilité de la culture ont été de courte durée.

Les maxima et minima chlorophylliens observés sont étroitement liés à l'intensité et à la durée de l'ensoleillement ainsi qu'aux concentrations en sels nutritifs (principalement silicates dissous).

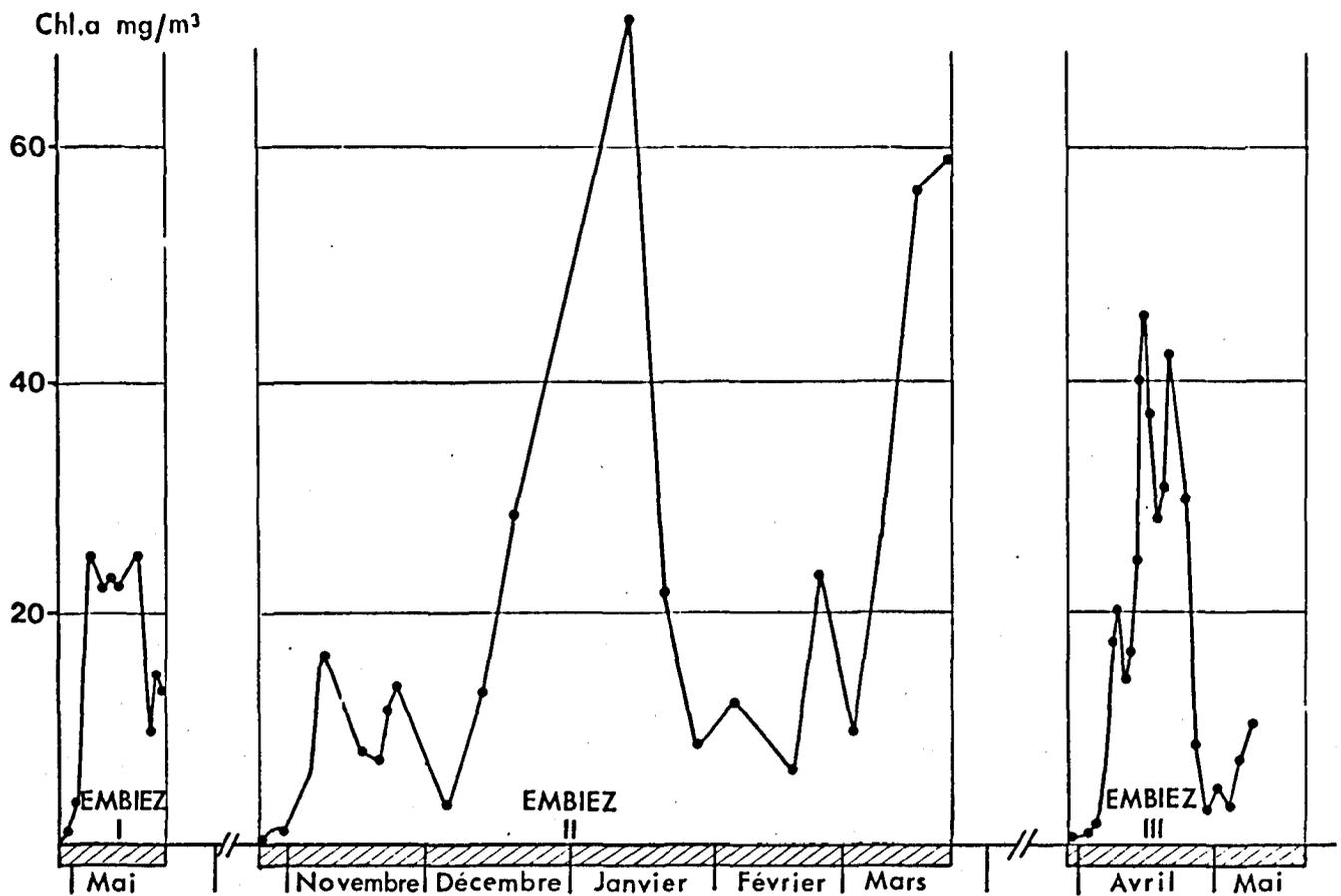


Figure 1 - Evolution de la concentration en chlorophylle a dans le bassin de production phytoplanktonique d'avril 1977 à mai 1978.

2.2. Evolution du phytoplancton dans le bassin de culture au cours de la mission "Embiez I". (27 avril - 20 mai 1977).

Le peuplement initial contient 3 types d'organismes en quantité appréciable (Figures 2 à 5).

1°/ le nanoplancton (38 000 cellules/ml), avec 95 % de cellules inférieures à 5 μ ;

2°/ les diatomées (100-200 cellules/ml) , avec

- 38 % de *Navicula* sp.
- 23 % de *Cocconeis quarnerensis*
- 15 % de *Rhabdonema musculus*
- 9 % de *Skeletonema costatum*
- 5 % de *Nitzschia closterium*
- 3 % de *Licmophora* sp.
- 1 % de *Thalassionema nitzschioides*
- de *Chaetoceros* spp.

3°/ les dinoflagellés (20 cellules/ml), dont 45 % de *Gymnodinium*, le reste étant représenté par *Prorocentrum micans*, *Oxyrrhis marina* et 3 espèces de *Peridinium*.

Les autres composants du plancton se trouvent à des concentrations trop faibles pour pouvoir être mis en évidence par la méthode de comptage utilisée (UTHERMÖHL). Cependant on peut penser que dans les 35 m³ d'eau de chaque bassin, des copépodes et des tintinnides sont présents. Il n'est pas étonnant de les rencontrer en abondance lorsque les conditions nutritionnelles sont devenues favorables à leur développement. Le tableau 1 donne une idée de la succession des espèces pendant les 20 premiers jours de l'expérience. On peut voir apparaître plus ou moins successivement les maxima d'abondance des groupes suivants : diatomées, péridiniens, nanoplancton, pour le phytoplancton ; ciliés, tintinnides, rotifères pour le microplancton. Après la période de maximum du phytoplancton dans le bac 1 c'est un peuplement complexe qui s'est constitué. Il serait intéressant de savoir si sa qualité nutritive et sa diversité de tailles lui donnent, vis à vis de la croissance de bivalves ou de larves de poissons, un avantage ou au contraire un handicap par rapport au peuplement peu diversifié du début de la culture.

Date	Scel. cost.	Chaeto. sp.	Navicula 5-30µ	Cocconeis quarn.	Rhabdon. musculus	Nitz. clost.	Thalas. nitzs.	Licnophora	Gymnodinium	Proroc. micans	Oxyrr. marina	Péridinium			nanoplancton			Rotifères	Nauplii copép.
												1	2	3	<5µ	5/10µ	10/15µ		
27/4	16	+	66	40	26	9	1	5	10	+	11	+	-	+	36000	2450	-	-	+
28	16	+	43	25	6	6	1	6	9	0,2	6	-	-	-	44500	2560	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	413	63	90	29	19	10	7	5	34	0,3	+	+	-	+	65000	9250	-	-	+
1/5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	13200	1700	+	+	+	54	-	-	107	0,3	+	-	-	-	37000	22000	-	+	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	30000	3200	+	+	+	120	+	+	167	+	+	-	-	+	54000	5900	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	29300	2500	+	+	+	57	+	-	90	+	+	+	+	+	64000	2300	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	38600	125	43	+	34	175	2	+	30	1,5	+	-	3	0,3	34600	4000	-	+	+
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	64400	200	45	+	45	364	2	-	81	2,9	6	+	17	0,5	66200	4900	-	0,2	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	53700	109	620	68	84	293	1	+	93	2,1	-	+	193	2,2	59500	16700	-	3,2	+
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	1800	280	116	93	2	2	106	3,1	-	+	71	2,2	96000	23900	3400	3,9	+
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	1340	150	106	106	+	+	109	8,6	-	45	+	4,6	69000	15000	1350	2,0	0,4
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	930	+	+	+	+	+	167	8,4	-	41	+	2,1	104000	23400	-	2,3	0,2

Tableau 1 - Succession des principales espèces planctoniques au cours de l'expérience Embiez I.

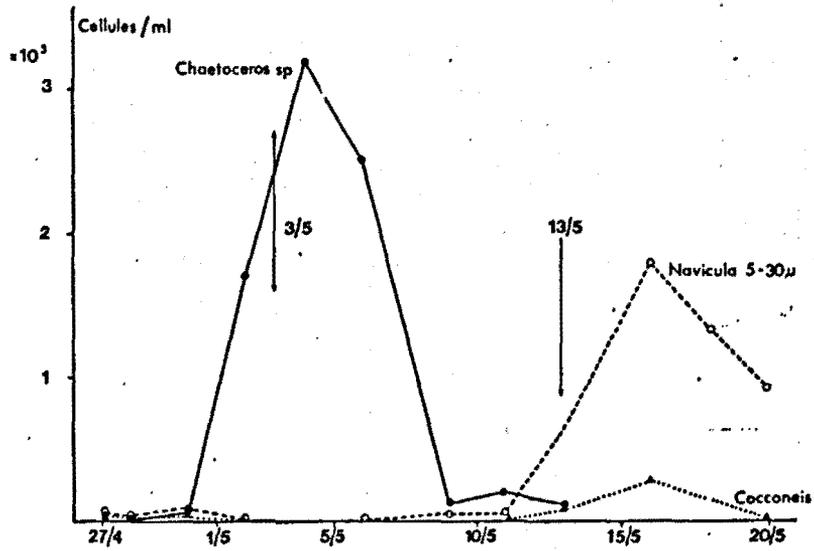
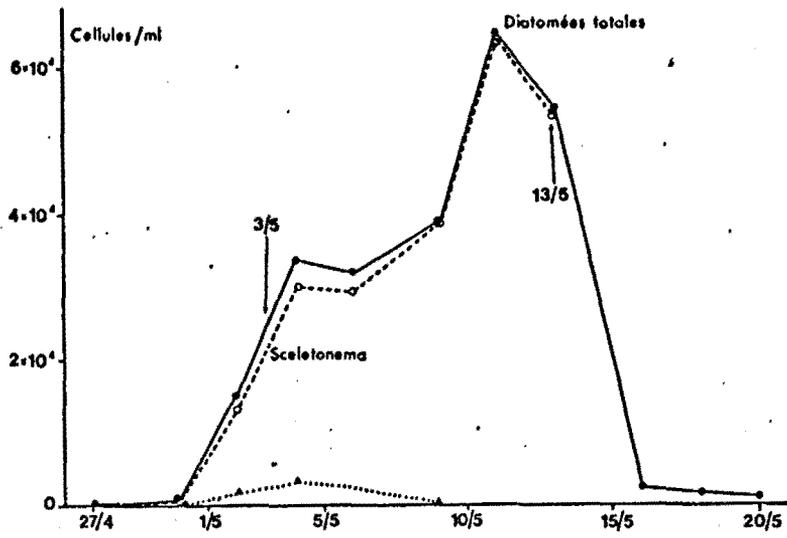


Figure 2 - 3 - Evolution des diatomées au cours de l'expérience EMBIEZ I.

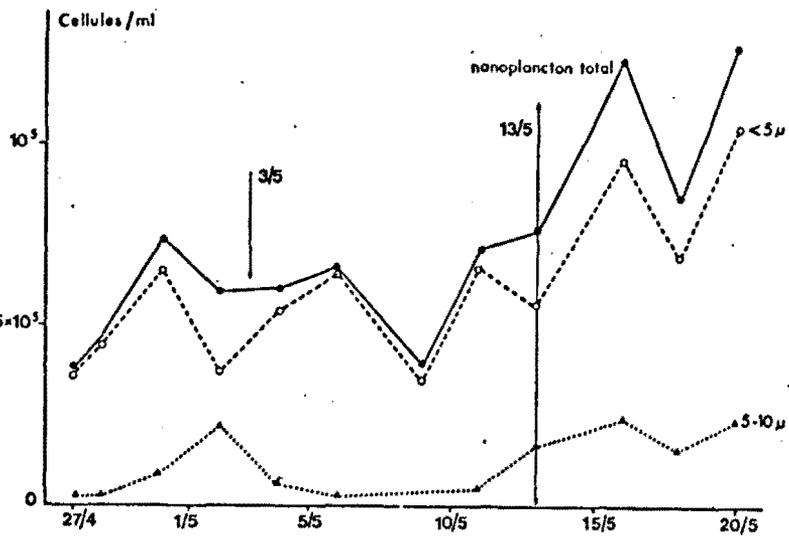


Figure 4 - Evolution des espèces nanoplanctoniques au cours de l'expérience Embiez I.

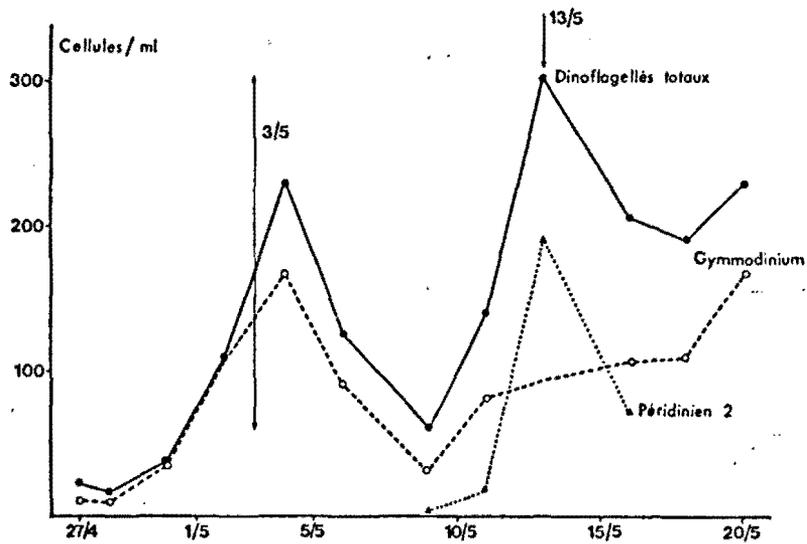


Figure 5 - Evolution des dinoflagellés au cours de l'expérience Embiez I.

L'évolution de la concentration chlorophyllienne dans le bassin de production phytoplanctonique présente 3 phases distinctes (Figure 6).

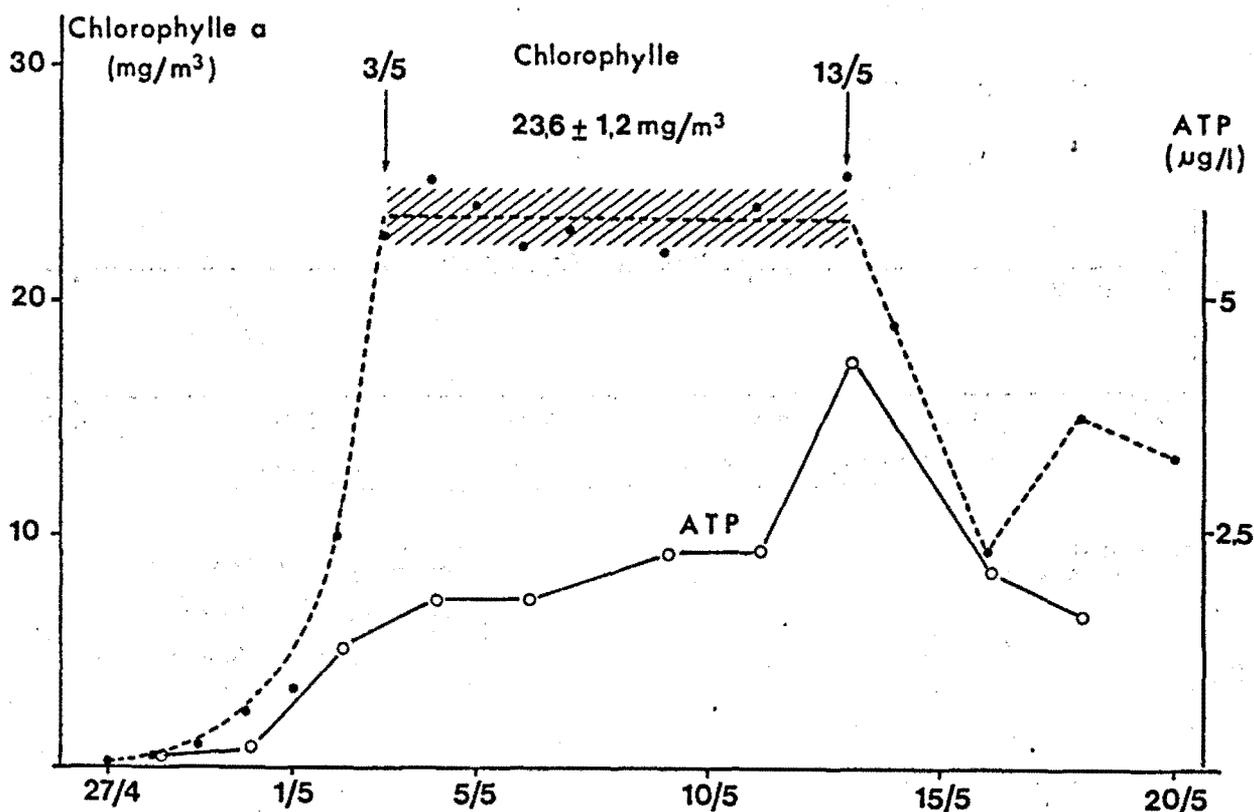


Figure 6 - Evolution de la concentration en chlorophylle a et en ATP au cours de l'expérience EMBIEZ I.

A) du 27/4 au 3/5.
 Dès la mise en eau, nous assistons à une augmentation de la concentration chlorophyllienne ; le taux de croissance reste constant jusqu'au 3/5 ($k = 1,36 \text{ j}^{-1}$ soit un temps de doublement moyen de 12 h environ) voir figure 7.

Ce sont les diatomées et plus particulièrement *Skeletonema costatum* qui ont le plus fort taux de croissance ($2,14 \text{ j}^{-1}$) alors que celui du nanoplancton passe de $0,8$ à $0,5 \text{ j}^{-1}$ et celui des dinoflagellés reste constant et égal à 1 j^{-1} (figure 8).

La croissance de la matière organique exprimée par la somme des protéines, glucides et lipides particulières est moins importante que l'augmentation de la chlorophylle a ($k = 0,7 \text{ j}^{-1}$ jusqu'au 30/4 puis $0,85 \text{ j}^{-1}$ entre le 30/4 et le 5/5) ce qui traduit une modification des caractéristiques chimiques des cellules.

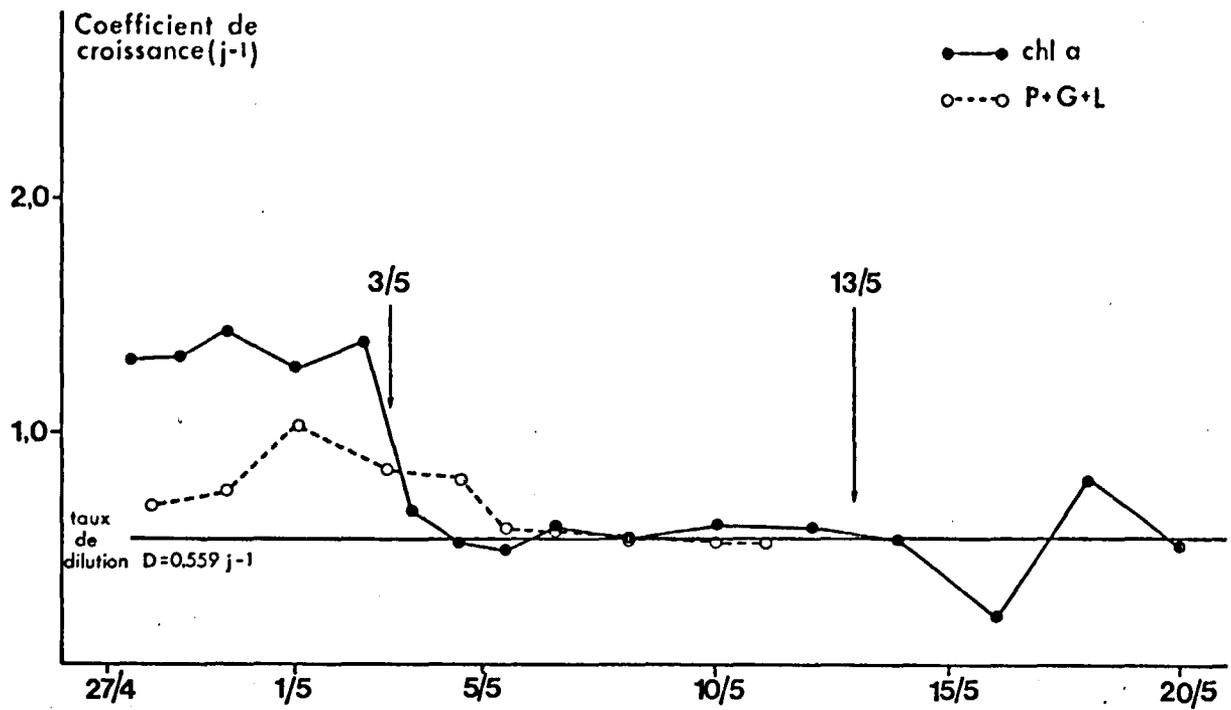


Figure 7 - Evolution des coefficients de croissance réels pour la chlorophylle a et la matière organique particulaire au cours de l'expérience EMBIEZ I.

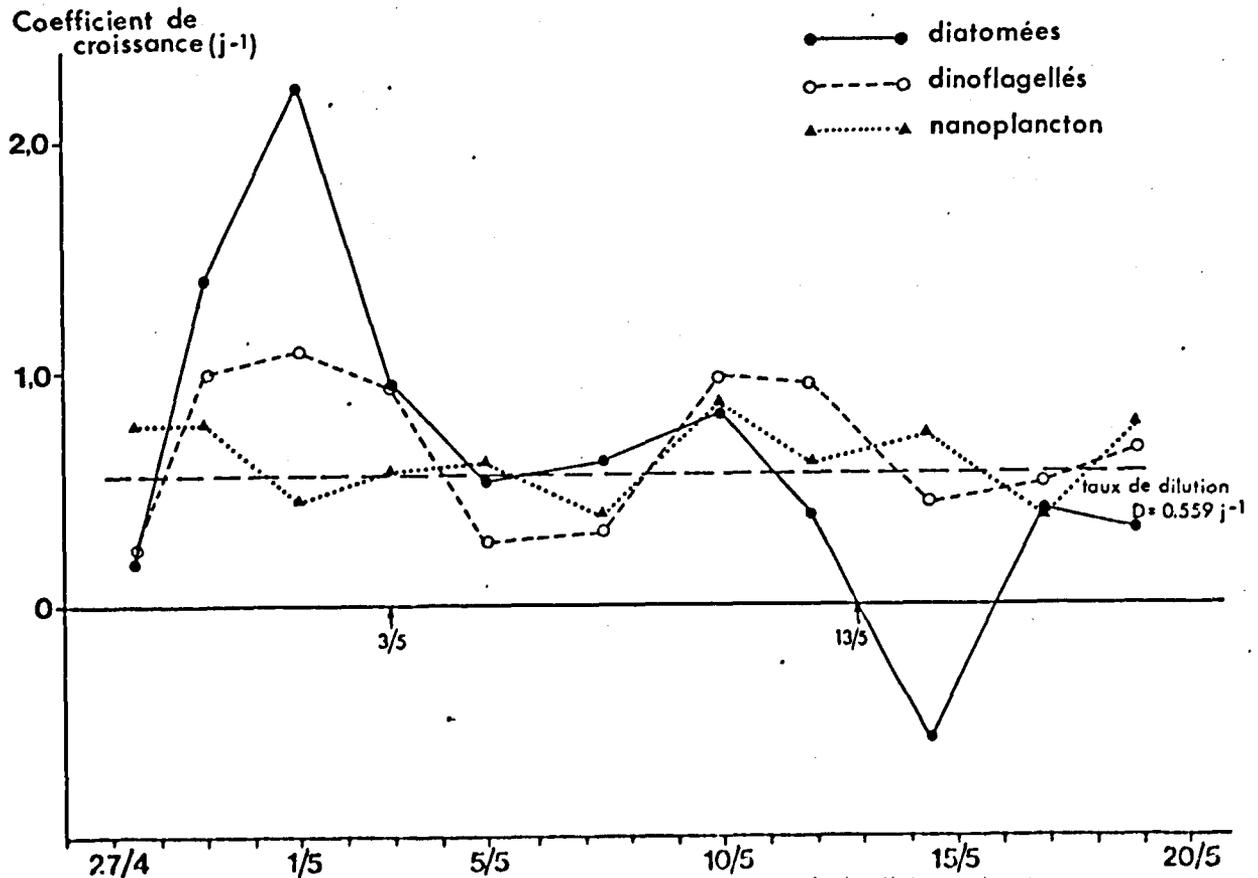


Figure 8 - Evolution des coefficients de croissance réels des diatomées, des dinoflagellés et du nanoplankton au cours de l'expérience EMBIEZ I.

B) du 3/5 au 13/5.

Au cours de cette phase d'équilibre dynamique, le coefficient de croissance de la biomasse est à peu près égal au taux de dilution ($k = 0,559 \text{ j}^{-1}$). Le peuplement est encore presque exclusivement constitué par des diatomées parmi lesquelles *Skeletonema costatum* représente 89 à 99 %.

Les coefficients de croissance de la chlorophylle, de la matière organique particulaire et des diatomées ont à peu près la même valeur attestant ainsi une constance de la composition chimique du phytoplancton. Cependant, dans le détail on peut constater que la concentration en matière organique ne se stabilise que deux jours après l'obtention du plateau chlorophyllien (Figure 9).

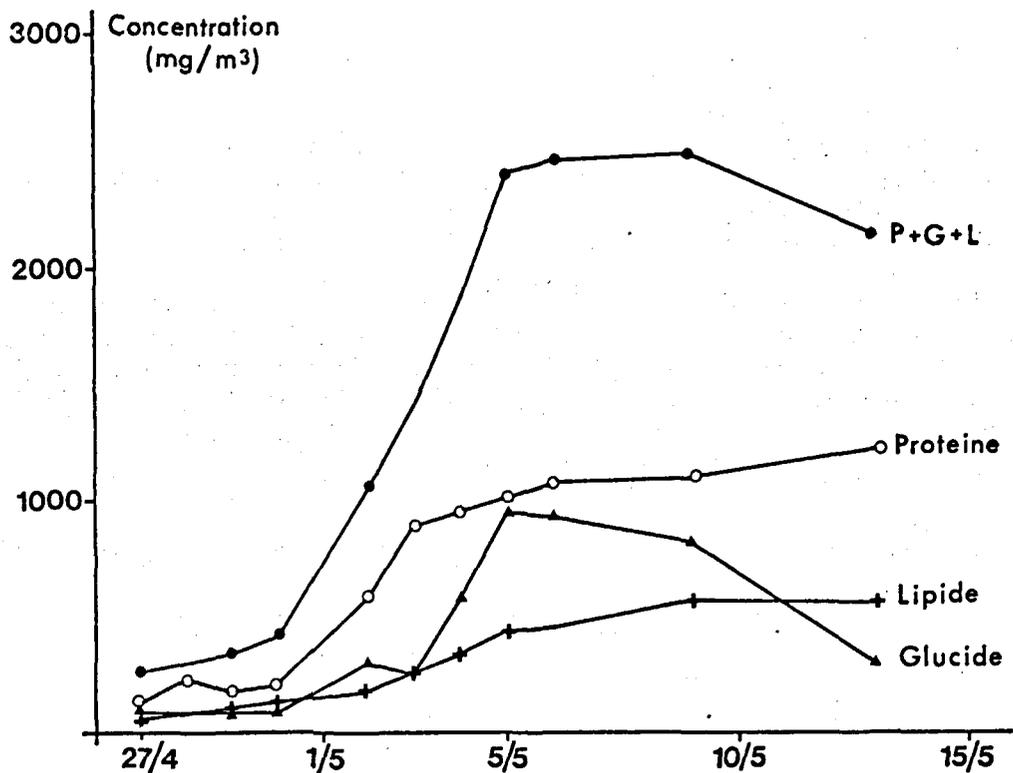


Figure 9 - Evolution des concentrations en protéine, glucide, lipide et de la concentration de la matière organique particulaire au cours de l'expérience EMIBIEZ I.

Les valeurs obtenues pour la matière particulaire sont les suivantes :

Protéine + Glucide + Lipide = $2120 \pm 420 \text{ mg/m}^3$

Chlorophylle a = $23,6 \pm 1,2 \text{ mg/m}^3$

Protéine = $1040 \pm 120 \text{ mg/m}^3$

Lipide = $440 \pm \text{ mg/m}^3$

Glucide = entre 250 et 950 mg/m^3 .

Protéine / Chlor. a = $44,3 \pm 5,3$

Les protéines représentent ainsi de 42 à 63 % de la somme P + G + L, les lipides de 18 à 26 % et les glucides de 16 à 40 %.

Pendant cette période la production de matière organique est de 41 g par jour.

C/ du 13/5 au 20/5

La chute de *Skeletonema costatum* est brutale. La reprise de la chlorophylle, à partir du 16/5 est due à une augmentation de la croissance des dinoflagellés (*Gymnodinium* représente alors 60 à 70 % des dinoflagellés totaux), des cellules nanoplanctoniques inférieures à 5 μ et de la diatomée *Navicula* (75 à 90 % des diatomées totales).

La concentration en ATP (Figure 6) suit assez bien l'évolution de la chlorophylle a dans le bassin de culture. Le pic d'adénosine triphosphate observé le 13/5 est sans doute le reflet d'une manifestation bactérienne.

DISCUSSION

Toute croissance phytoplanctonique en milieu naturel est sous la dépendance directe des facteurs suivants :

- facteurs météorologiques (intensité et durée de l'insolation) ;
- facteurs physiques (température, salinité, pH,.. de la masse d'eau) ;
- facteurs chimiques (sels nutritifs dissous,..) ;
- facteurs biologiques (prédation par les herbivores).

A la fin du mois d'avril et au début du mois de mai, la salinité et la température de l'eau de la lagune baissent sous l'influence des pluies. Dans le bassin de production phytoplanctonique la température passe de 18° à 14°5 et la salinité de 37,5 ‰ à 35,5 ‰ (Figure 10).

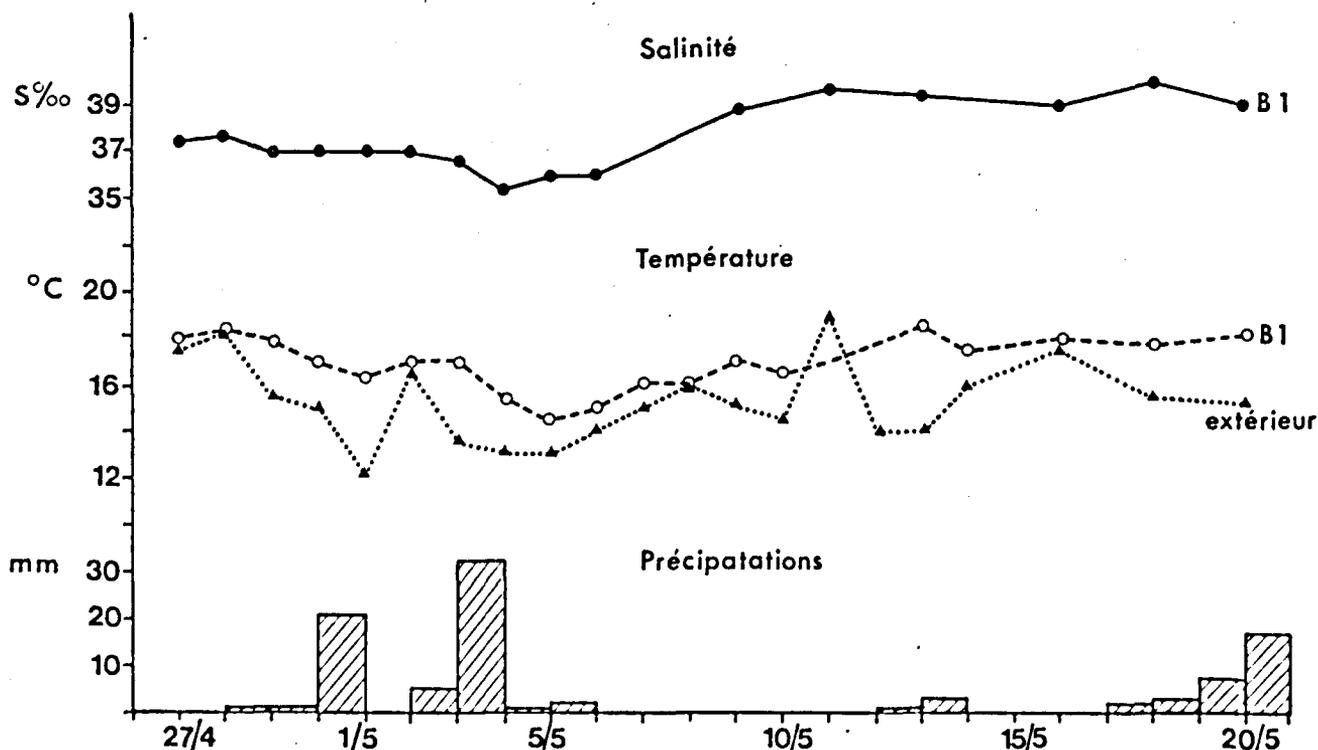


Figure 10 - Evolution de la salinité et de la température dans le bassin de production phytoplanctonique ainsi que de la température extérieure et du régime des précipitations au cours de l'expérience EMBIEZ I.

Le beau temps qui persiste ensuite, jusqu'à la fin du mois de mai, permet une remontée de la température jusqu'à une valeur identique à celle de départ (18 °C) et également de la salinité par évaporation jusqu'à près de 40 ‰.

Les variations du pH sont minimales (entre 7,9 et 8,4).

Les variations de température, salinité et pH ne semblent pas avoir influencé l'évolution des populations phytoplanctoniques.

Par contre l'éclairement et la concentration en silicates ont joué un rôle déterminant dans l'obtention du plateau et le déclin de *Skeletonema costatum* (Figure 11).

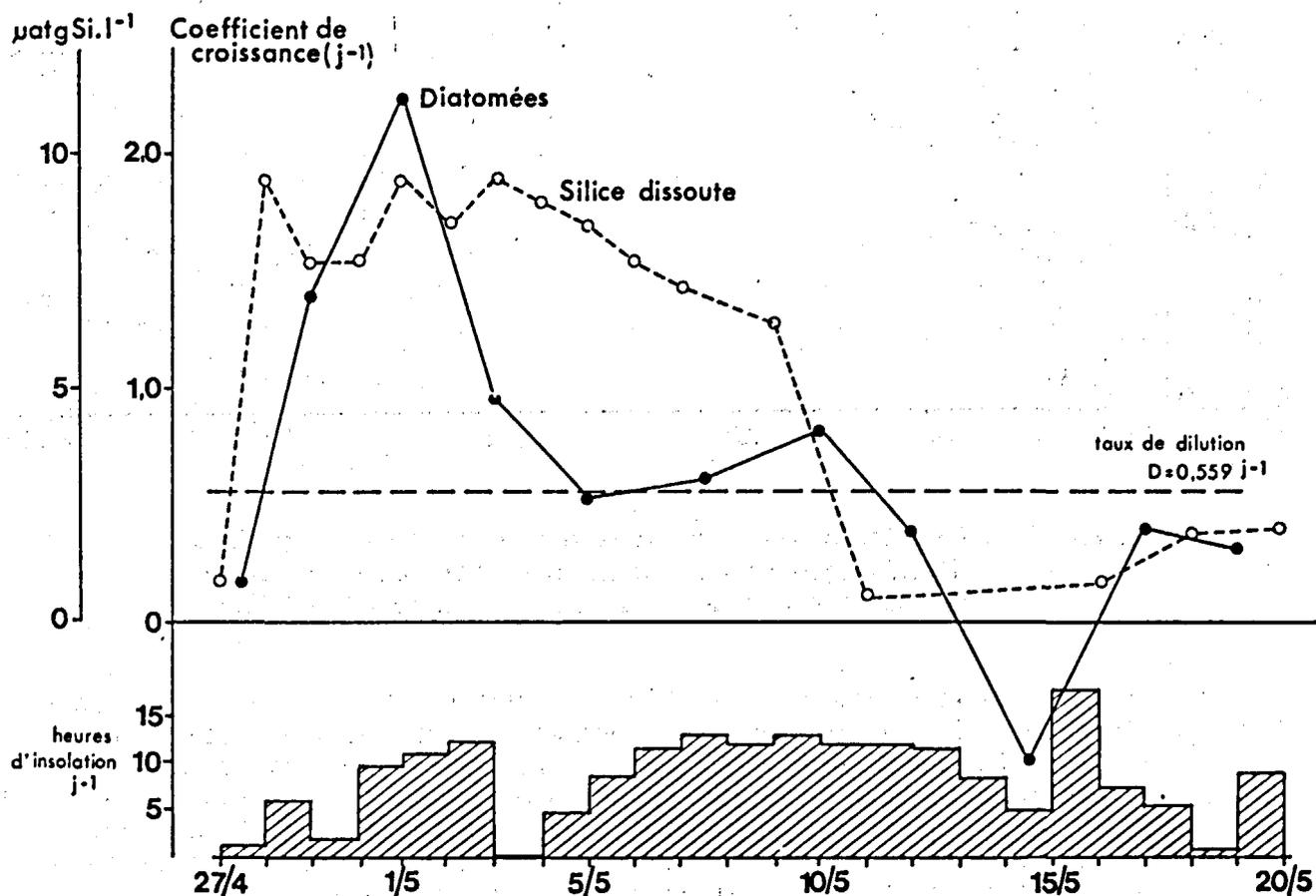


Figure 11 - Evolution de la concentration des silicates, du coefficient de croissance des diatomées et de l'ensoleillement journalier au cours de l'expérience EMBIEZ I.

Bien que la durée d'insolation n'ait pas été importante au début de la culture (1 à 6 h par jour), la croissance a lieu dans d'excellentes conditions, l'apport des nutrilités étant important (Figure 12).

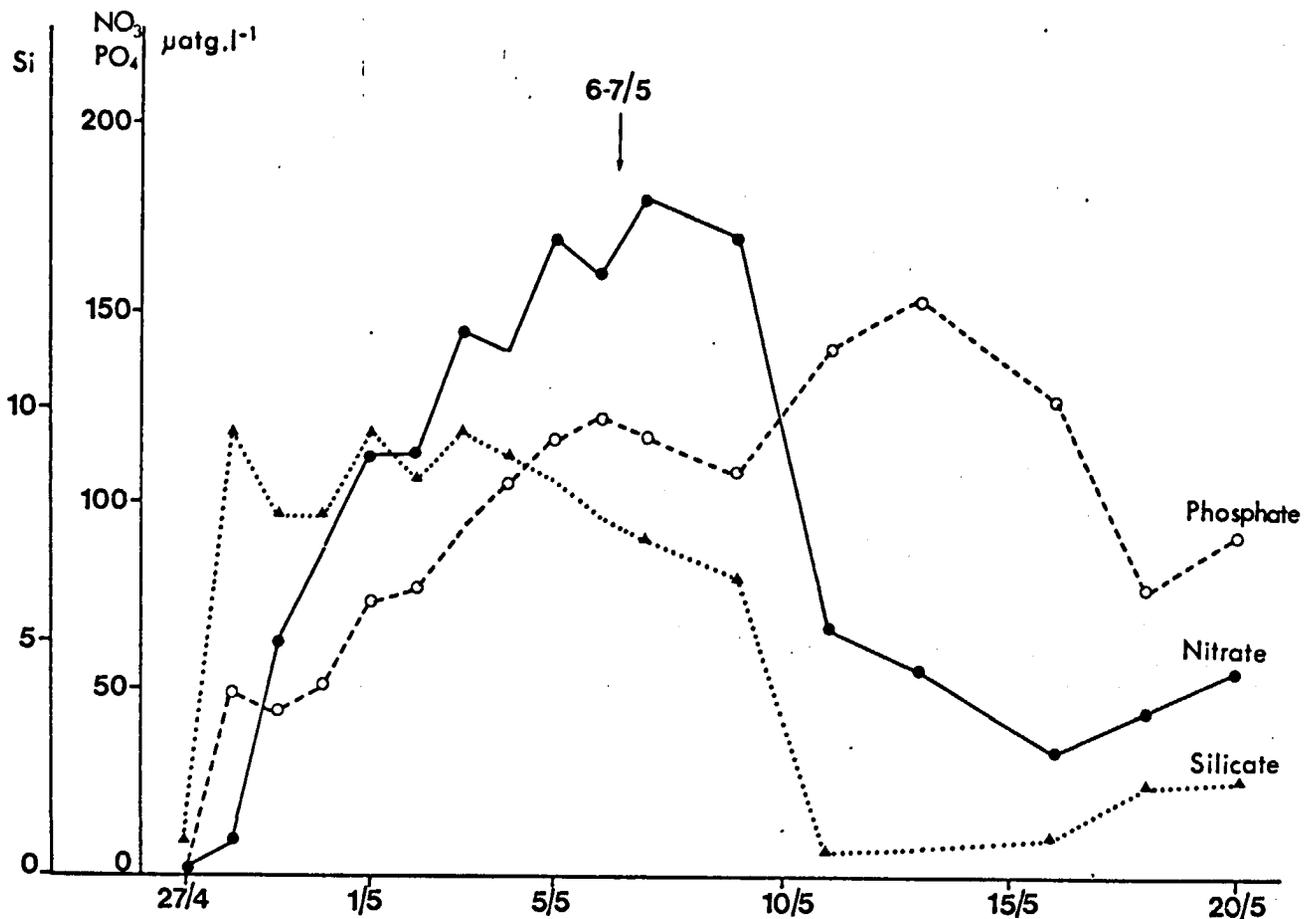


Figure 12 - Evolution des concentrations en nitrate, phosphate et silicate dissous dans le bassin de production phytoplanktonique au cours de l'expérience EMBIEZ I.

Mais l'équilibre obtenu à partir du 3/5 est précaire car la concentration en silice décroît régulièrement. La persistance du beau temps après le 3/5 a pour effet d'augmenter le taux de croissance des diatomées qui consomment de ce fait tous les silicates du milieu ce qui aboutit à la rupture de l'équilibre. Les concentrations d'azote et phosphore dissous étant suffisamment importantes, les espèces phytoplanktoniques autres que les diatomées se développent plus rapidement, ce qui explique la légère remontée de la chlorophylle le 16/5.

Les facteurs trophiques ont joué aussi un rôle important dans la rupture d'équilibre : l'augmentation de la concentration en rotifères le 11/5 et plus tardivement la croissance des copépodes herbivores.

Une conséquence de ce déclin phytoplanktonique est un fort accroissement bactérien ($k = 1,4 \text{ j}^{-1}$ entre le 14/5 et le 16/5).

CONCLUSION

Les expériences que nous avons réalisées sur le site des Embiez ont montré qu'il était possible d'obtenir, à différentes périodes de l'année, une forte croissance phytoplanctonique lorsque l'on enrichissait en continu un important volume d'eau de mer naturelle par des engrais agricoles.

A chaque démarrage d'expérience, nous assistons à un important développement des diatomées (*Skeletonema costatum*) jusqu'à 70 mg de chlorophylle a par m³, qui supplantent les autres espèces phytoplanctoniques à coefficients de croissance moins importants. Rapidement le milieu est appauvri en silicates. Le coefficient de croissance des diatomées devient alors inférieur à la dilution. Le flux d'eau et la prédation par les rotifères et les copépodes entraînent la chute de l'abondance en diatomées qui ne bénéficient pas immédiatement de l'augmentation des silicates qui suit.

La prolifération bactérienne associée à la mortalité du phytoplancton intervient sans doute dans la latence de croissance des diatomées ainsi que dans le changement d'espèces (*Navicula*).

BIBLIOGRAPHIE

- BLIGH E.G., DYER W.J. - 1959 - A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37, p. 911-917.
- DUBOIS M., GILLES K.A., HAMILTON J.K., REBERS P.A., SMITH F. - 1956 - Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Ann. Chem.* 28, p. 350-356.
- HOLM-HANSEN O., BOOTH C.R. - 1966 - The measurement of adenosine triphosphate in the ocean and its ecological significance. *Limnol. Oceanogr.* 11, p. 510-519.
- LOWRY O.H., ROSENBOUGH N.I., FARR A.L., RANDALL R.J. - 1951 - Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193, p. 265-275.
- PARSONS T.R., STRICKLAND J.D.H. - 1963 - Discussion of spectrophotometric determination of marine plant pigments, with revised equations for ascertaining chlorophyll and carotenoids. *J. mar. Res.* 21, p. 155-163.
- RIVA A., VICENTE N. - 1978 - Aménagement du site des Embiez. Colloque Ecotron Brest. 3-6 juillet 1978.
- SCOR/UNESCO - 1966 - Monographs on oceanographic methodology. Publ. UNESCO. 1 - Determination of photosynthetic pigments in sea water.
- SOKAL R.R., ROHLF F.J. - 1969 - *Biometry*.
- TREGUER P., LE CORRE P. - 1974 - Manuel d'analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer.

Date	Scel. cost.	Chaeto. sp.	Navicula 5-30 μ	Cocconeis quarn.	Rhabdon. musculus	Nitz. clost.	Thalas. nitzs.	Licno-phora	Gymno-dinium	Proroc. micans	Oxyrr. marina	Péridinium			nanoplancton			Roti-fères	Nauplii copép.
												1	2	3	<5 μ	5/10 μ	10/15 μ		
27/4	16	+	66	40	26	9	1	5	10	+	11	+	-	+	36000	2450	-	-	+
28	16	+	43	25	6	6	1	6	9	0,2	6	-	-	-	44500	2560	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	413	63	90	29	19	10	7	5	34	0,3	+	+	-	+	65000	9250	-	-	+
1/5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	13200	1700	+	+	+	54	-	-	107	0,3	+	-	-	-	37000	22000	-	+	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	30000	3200	+	+	+	120	+	+	167	+	+	-	-	+	54000	5900	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	29300	2500	+	+	+	57	+	-	90	+	+	+	+	+	64000	2300	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	38600	125	43	+	34	175	2	+	30	1,5	+	-	3	0,3	34600	4000	-	+	+
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	64400	200	45	+	45	364	2	-	81	2,9	6	+	17	0,5	66200	4900	-	0,2	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	53700	109	620	68	84	293	1	+	93	2,1	-	+	193	2,2	59500	16700	-	3,2	+
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	1800	280	116	93	2	2	106	3,1	-	+	71	2,2	96000	23900	3400	3,9	+
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	1340	150	106	106	+	+	109	8,6	-	45	+	4,6	69000	15000	1350	2,0	0,4
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	930	+	+	+	+	+	167	8,4	-	41	+	2,1	104000	23400	-	2,3	0,2

Communication : P. NIVAL, G. MALARA, R. CHARRA, C. CELLARIO, P. LELONG, et
A. RIVA. Evolution du phytoplancton dans les bassins de culture.

- Q: JACQUES : Quelle que soit la composition spécifique de la communauté phyto-
planctonique d'origine, Skeletonema costatum apparaît très souvent
dominante. Cette algue a-t-elle un intérêt pour l'échelon secondaire?
- R: MALARA : Elle est utilisée en éclosérie pour le naissain et les larves âgées.
On l'utilise également aux Etats Unis pour nourrir les crevettes.
- R: NIVAL : En laboratoire, Skeletonema costatum n'est pas la meilleure algue
pour la ponte du copépode Temora stylifera.
- Q: MAESTRINI : Dans votre expérience, le pic d'ATP précède la chute de la popula-
tion phytoplanctonique. Avez-vous une explication ? Une diminution
d'ATP devrait précéder les autres, notamment celle de la chlorophylle.
- R: MARTIN : A la date précisée, le pic d'ATP est probablement dû au zooplancton
(Tintinnides en particulier). Au niveau des cellules phytoplanctoni-
ques la teneur en AMP est très importante à cette date et on observe
une chute de la charge énergétique précédant le pic d'ATP. Cela coïn-
cide avec l'apparition des Tintinnides dans le milieu.
- Q: LASSERRE : Les concentrations en silice sont souvent élevées en milieu lagunaire.
Dans votre expérience il semble y avoir des rapports assez étroits
entre concentrations en silice et densités des diatomées. Avez-vous
une idée des taux d'utilisation et de solubilisation de la silice ?
- R: MALARA : Les frustules mettent beaucoup de temps à se solubiliser en eau de
mer. Dans les zones naturelles la silice est souvent un facteur limi-
tant, en partie à cause de sa minéralisation lente.