

LE PHYTOPLANCTON DE SURFACE PENDANT L'ANNEE 1964 DANS LA BAIE D'AMBARO PRES DE NOSY BE

par

Michel ANGOT *

Les données utilisées dans cet article ont été recueillies au cours de pêches expérimentales des crevettes benthiques au chalut effectuées en baie d'Ambaro, le long de la côte nord-ouest de Madagascar à une trentaine de milles de Nosy Bé (voir figure 1). Chaque croisière de pêche était assortie de prélèvements simultanés de zooplancton et de phytoplancton avec mesures des caractéristiques physicochimiques de l'eau de mer. Toutes les données ainsi recueillies peuvent être considérées comme celles de la masse d'eau échantillonnée puisque la profondeur de cette masse d'eau n'a jamais dépassé 5 mètres, étant le plus souvent voisine de 2 mètres.

Les algues étudiées ci-dessous constituent donc un phytoplancton de zone très littorale, parfois même de zone intertidale, en milieu tropical à climat humide.

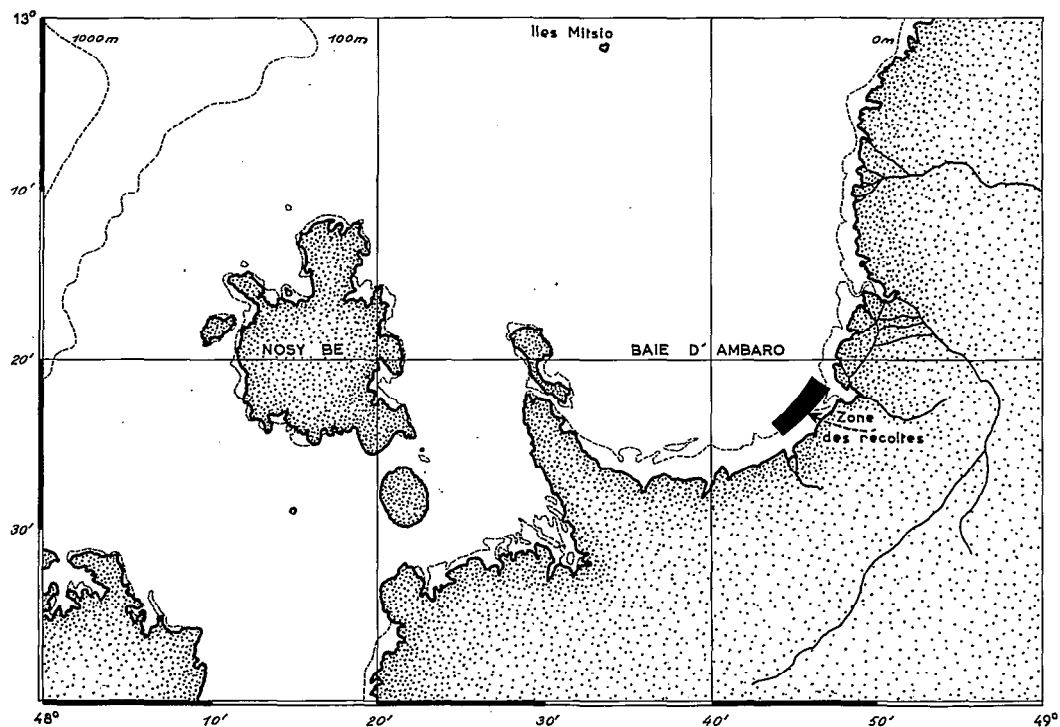


Fig. 1 - Localisation géographique des récoltes

* Océanographe biologiste de l'O.R.S.T.O.M., Chef du Centre O.R.S.T.O.M. de NOSY-BE.

METHODES

Les prélèvements ont tous été effectués en surface : caractéristiques physicochimiques de l'eau de mer avec une bouteille isolée, récoltes de phytoplancton d'une part à partir de cette même bouteille pour les échantillons examinés ultérieurement au microscope inversé et conservés entre-temps par addition de quelques gouttes de solution de Lugol, d'autre part à l'aide d'un petit filet en soie à bluter n° 17 traîné pendant 5 minutes à une vitesse de l'ordre de 0,5 à 1 nœud.

Les lectures thermométriques ont été corrigées au laboratoire où la salinité a été mesurée avec un salinomètre Hamon. Les examens de phytoplancton ont été faits à l'aide d'un microscope inversé après sédimentation pendant 24 heures d'une cuve de 100 ou 50cc., selon la richesse du prélèvement. Les échantillons récoltés au filet ont été observés à l'aide d'un microscope ordinaire.

RESULTATS

Les résultats numériques obtenus sont les suivants :

Date (1964)	Heure	T (C)	S (‰)	σ_t	Nbre phyto < 5 μ	Nbre phyto > 5 μ	Nbre esp. > 5 μ	Ind. diversité > 5 μ
7- 1	14.40	31,49	33,32	19,97	55.257	153.137	32	2,68
8- 1	06.00	29,50	33,85	21,06	87.123	1.028.484	22	1,50
30- 1	21.40	29,35	31,44	19,30	44.748	108.440	51	4,31
11- 2	20.00	30,96	28,14	16,29	43.731	15.620	40	4,04
11- 2	22.40	30,26	30,14	18,02	38.646	9.220	38	4,05
12- 2	05.30	29,81	30,65	18,55	66.444	11.700	31	3,20
12- 2	08.45	30,19	27,90	16,38	44.409	27.320	56	5,39
12- 3	18.00	30,69	27,78	16,12	54.918	7.520	33	3,59
12- 3	22.00	30,60	28,28	16,52	56.952	7.220	21	2,25
13- 3	08.00	29,64	28,46	16,98	54.240	12.620	37	3,81
13- 3	10.00	30,44	28,82	16,98	53.562	13.495	34	3,47
2- 4	21.15	30,72	29,21	17,18	48.477	175.847	58	4,72
2- 4	22.00	30,63	29,01	17,06	47.121	101.610	48	4,08
3- 4	09.30	30,58	28,87	16,98	68.817	155.977	52	4,27
13- 5	22.00	26,84	32,56	20,95	106.966	107.669	58	4,92
14- 5	09.15	26,60	32,58	21,05	172.551	141.002	44	3,63
10- 6	23.05	27,28	33,98	21,88	178.728	114.915	20	1,63
9- 7	22.15	25,57	34,76	23,00	129.307	207.770	22	1,72
10- 7	07.35	25,18	34,39	22,84	129.307	327.635	23	1,73
8- 9	22.30	26,50	35,41	23,20	126.599	8.600	33	3,53
9- 9	06.50	25,97	35,43	23,38	386.118	91.000	30	2,54
7-10	22.00	27,60	34,74	22,35	294.669	20.400	22	2,12
8-10	07.50	27,39	35,23	22,79	203.220	40.600	21	1,89
10-11	20.00	28,72	33,16	20,80	339.854	17.160	31	3,08
11-11	04.50	27,78	33,16	21,10	335.792	15.040	31	3,12
11-11	07.00	27,99	33,10	20,99	438.696	14.360	22	2,19
3-12	21.45	28,72	34,10	21,50	270.960	48.200	26	2,32
4,12	06.20	28,05	32,94	20,85	552.081	21.200	22	2,11
29-12	20.40	30,39	31,09	18,69	325.637	14.080	19	1,88
30-12	05.45	29,92	31,07	18,83	178.051	13.920	23	2,29

L'indice de diversité pour les espèces de taille supérieure à 5μ est calculé suivant la formule de Gleason : $d = \frac{s-1}{\log_e N}$ où s est le nombre d'espèces présentes et N le nombre

total d'individus. Cette formule suppose une répartition logarithmique des individus en espèces ; ceci est fréquemment proche de la réalité dans les populations naturelles. Sans doute, l'emploi de la formule de Margalef aurait conduit à des résultats plus exacts car elle ne suppose aucune distribution particulière des individus en espèces. Mais la complexité de cette formule

($H = \frac{1}{N} \log_e \frac{N!}{N_a! N_b! \dots N_s!}$) ne paraît pas devoir nécessiter son emploi dans une

étude où l'on recherche seulement la tendance de la variation de l'indice ; il a d'ailleurs été déjà montré que les deux indices donnent des résultats très proches l'un de l'autre lorsqu'ils s'appliquent à des populations phytoplanctoniques (Grall et Jacques, 1964).

On trouvera en annexe deux tableaux (1 et 2) qui présentent les résultats complets des observations faites au microscope inversé. Ces résultats sont exprimés en nombre d'individus par litre d'eau. Le tableau 3 précise les résultats des observations faites au microscope ordinaire sur les échantillons récoltés au filet.

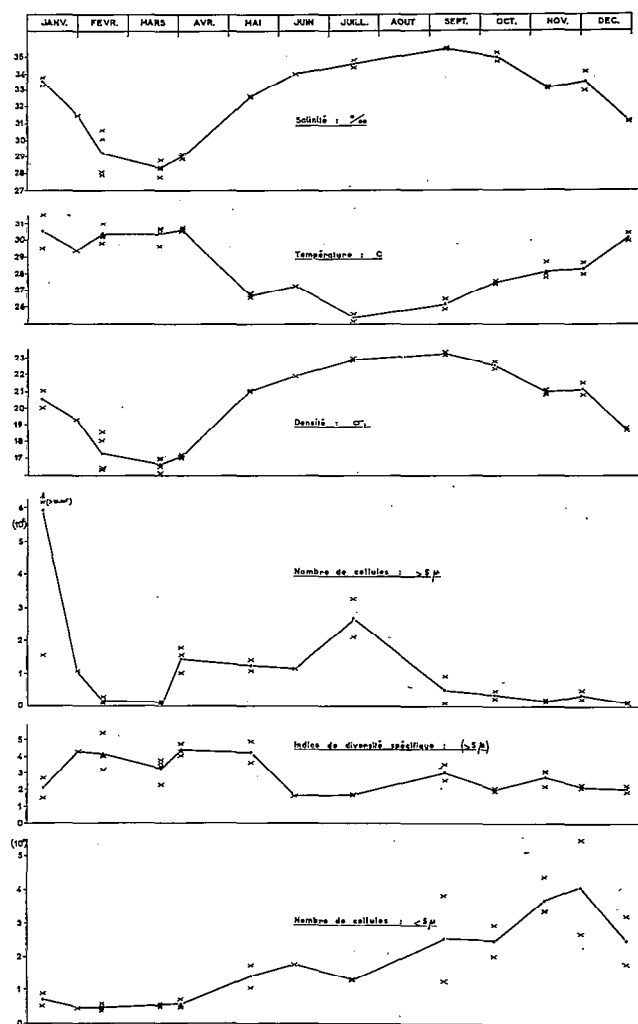


Fig. 2 - Variations dans le temps des caractéristiques du milieu d'une part, des nombres d'individus et d'espèces d'autre part.

DISCUSSION

Les graphiques de la figure 2 sont construits à partir des résultats numériques du tableau ci-dessus, chaque groupe de valeurs observées (croix des graphiques) conduisant à une valeur moyenne (point) qui a été retenue pour la représentation des variations de chaque caractéristique au cours de l'année.

1° - VARIATIONS DU MILIEU

Les trois courbes «salinité», «température» et «densité» nous renseignent sur l'évolution du milieu aquatique. On constate que température et salinité varient de manière à peu près inverse, la courbe de densité étant presque rigoureusement identique à celle de la salinité. Ces observations rejoignent celles que nous avons déjà faites précédemment (Angot, 1965), à savoir que les caractéristiques de toute la masse aquatique situées au voisinage de Nosy Bé sont sous la dépendance principale de la quantité de pluie tombée dans les semaines qui précèdent les prélèvements. Ceci est particulièrement vrai près des rivages, comme c'est le cas pour les stations ici échantillonnées. La température n'a finalement qu'une importance secondaire sur la densité étant donné le faible écart de ses valeurs extrêmes, tandis que les très grandes variations de la salinité, par suite des chutes de pluie dont l'abondance tropicale est caractéristique du climat étudié, entraînent des variations importantes et parallèles de la densité.

L'étude du milieu fait ainsi apparaître deux saisons bien tranchées. La première va de mai à novembre-décembre et correspond à la période sèche du climat atmosphérique local; l'eau de mer possède alors des caractères relativement stables, en tout cas sans variation importante ou irrégulière. La deuxième saison comprend le reste de l'année et correspond à la période humide du climat (environ 2,10 m. de quantité de pluie de novembre-décembre à mai au lieu de 60 cm. entre mai et novembre-décembre). Ses répercussions sur l'eau de mer littorale rendent les caractères de celle-ci très instables avec de larges écarts désordonnés. L'irrégularité des valeurs observées apparaît nettement à l'examen des graphiques de la figure 2 où l'on constate que les croix illustrant ces valeurs sont réparties de manière très lâche autour de la valeur moyenne; ceci s'oppose à ce qui se passe le reste de l'année où valeurs observées et valeur moyenne sont presque confondues.

La distinction entre ces deux périodes du climat hydrologique de la baie d'Ambaro est encore mise en évidence par le diagramme T-S de la figure 3. On constate que la ligne d'égale densité $\sigma_t = 20$ sépare convenablement les deux phases du cycle annuel, la première à densité inférieure à $\sigma_t = 20$ caractéristique de la saison climatique humide et chaude (janvier à mai), la deuxième à densité supérieure à $\sigma_t = 20$ caractéristique de la saison climatique sèche et fraîche (mai à décembre). La transition entre les caractères du mois d'avril et ceux du mois de mai est très brutale. Au contraire, celle du passage de l'eau dense à l'eau moins dense se fait graduellement après s'être amorcée depuis septembre. Il est d'ailleurs à noter que le franchissement dans ce sens de la ligne $\sigma_t = 20$ est variable dans le temps selon les années. Au début de 1964, il a eu lieu entre le 8 et le 30 janvier; à la fin de 1964, il est déjà intervenu au 29 décembre. Ceci est à relier avec la date d'arrivée des grosses pluies de la saison humide, plus précoce à la fin de 1964 qu'à la fin de 1963.

2° - VARIATIONS DU NOMBRE DE CELLULES PHYTOPLANCTONIQUES

L'examen des échantillons au microscope inversé a conduit à diviser l'ensemble du phytoplancton observé en deux groupes, d'une part celui dont les cellules ont une taille supérieure à 5μ (avec détermination des espèces), d'autre part celui dont les cellules sont moins grandes que 5μ (sans aucune précision sur l'espèce).

Les variations du nombre de cellules phytoplanctoniques appartenant à chacun de ces deux groupes sont illustrées dans les courbes inférieures de la figure 2 en même temps que celles de l'indice de diversité spécifique pour les individus de taille supérieure à 5μ .

Le nombre des cellules $> 5 \mu$ est faible du début de septembre à la fin de mars puisqu'il reste de l'ordre de 75 000 par litre. Il faut cependant noter un maximum subit et isolé au début

de janvier; mais celui-ci est causé par l'explosion d'une seule espèce, en l'occurrence *Guinardia flaccida* qui représente 1.026.000 cellules sur un total de 1.028.000. Mises à part les fluctuations brutales et désordonnées de certaines espèces, on peut donc dire que la saison humide se caractérise par un faible nombre de grandes cellules phytoplanctoniques. Il est intéressant de noter que toute cette période correspond à celle où l'eau de mer possède une densité décroissante (voir la courbe σ_t).

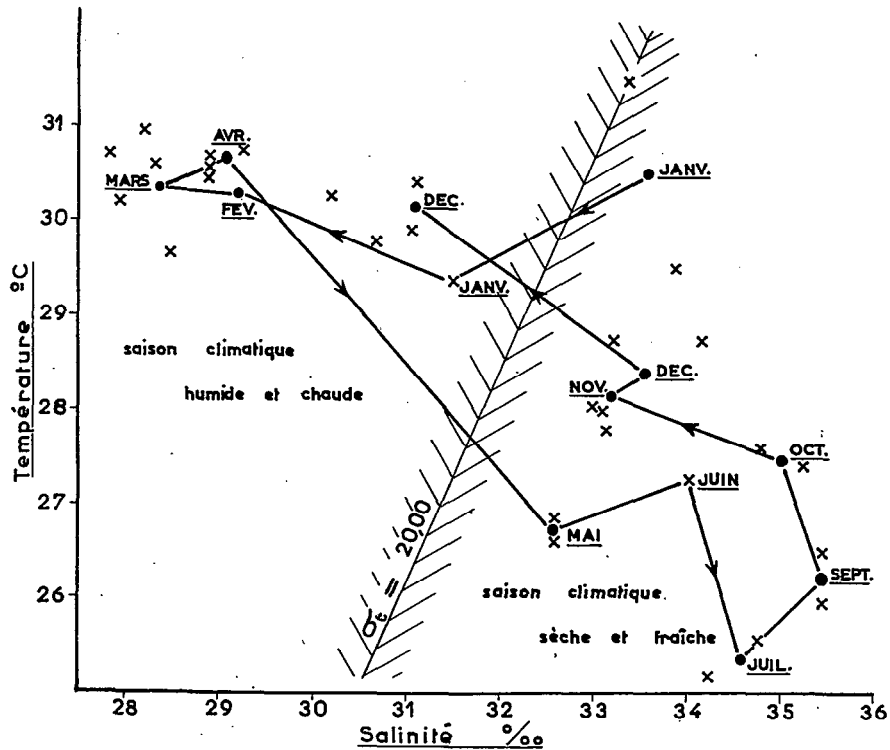


Fig. 3 - Variations de la densité de l'eau de mer au cours de l'année 1964.

Au contraire, pendant le reste de l'année (avril à septembre) où la densité est croissante, le phytoplancton est constitué par un assez grand nombre de cellules $> 5 \mu$ (150 à 250.000 cellules par litre). Le phytoplancton de la baie d'Ambaro est donc plus riche en grands individus pendant la saison sèche, les premières pluies de la saison humide apparaissant dès septembre.

Cependant, si les variations des nombres de cellules $> 5 \mu$ sont telles que ci-dessus, celles des nombres d'espèces qui constituent ces totaux sont très différentes. Elles sont mises en évidence par la courbe de l'indice de diversité spécifique. On constate en effet que de la fin de janvier à la fin de mai, cet indice est assez élevé avec une valeur moyenne de 3,98; au contraire, cet indice est beaucoup plus faible de juin au début de janvier avec une valeur moyenne de 2,27. On retrouve ici la répartition en deux périodes distinctes telles que déterminées par la seule étude des caractéristiques physicochimiques du milieu (voir la figure 3). On peut donc dire que l'indice de diversité, pour les cellules $> 5 \mu$, est presque deux fois plus élevé lorsque l'eau de mer a une densité supérieure à $\sigma_t = 20$ (saison climatique sèche et fraîche) que pendant la période de densité inférieure à $\sigma_t = 20$ (saison climatique humide et chaude).

Le nombre des cellules $< 5 \mu$ subit des variations différentes de celles du nombre des cellules plus grandes. De janvier à avril (soit lorsque σ_t est inférieur à 20), ce nombre reste faible puisque voisin de 50.000 cellules par litre. A partir de mai et jusqu'au début de décembre

(σ_t supérieur à 20), le nombre s'accroît régulièrement jusqu'à des valeurs de l'ordre de 400.000 cellules par litre. Il faut d'ailleurs noter que, si les valeurs observées restent groupées entre elles et proches de leur valeur moyenne lorsque le nombre de cellules est faible, il en est différemment lorsque ce nombre est élevé; il existe alors des fluctuations très importantes autour de la moyenne qui sont l'indice, semble-t-il, d'une répartition en essaims des populations phytoplanctoniques de taille inférieure à 5μ s'opposant à une répartition plus régulière des cellules lorsque celles-ci sont peu nombreuses.

Toutes ces observations peuvent se résumer dans le tableau ci-après :

Temps	σ_t		Nombre de cellules p. litre $> 5 \mu$	Nombre de cellules p. litre $< 5 \mu$	Indice de diversité pour cellules $> 5 \mu$
Janvier	$< 20,00$	décroit	# 75.000	# 50.000	faible
Février					élevé (# 4)
Mars					
Avril					
Mai	$> 20,00$	croît	# 200.000	croît jusqu'à # 400.000	faible (# 2,3)
Juin					
Juillet					
Août					
Septembre					
Octobre					
Novembre	décroit	# 75.000			
Décembre					décroit

Le tableau fait apparaître très clairement l'influence de la densité sur les chiffres observés. Si l'on rappelle (voir ci-dessus) que cette densité est sous la dépendance directe de la salinité, elle-même fonction de la quantité de pluie, on peut conclure que les variations des nombres de cellules et des nombres d'espèces sont directement liées aux variations des quantités de pluie au cours de l'année. Ces variations précisent les faits suivants.

Les cellules de taille supérieure à 5μ sont très sensibles à l'arrivée d'eau douce, leur nombre diminuant dès la première apparition des pluies (septembre). Au contraire, les cellules de taille inférieure à 5μ sont plus résistantes, leur nombre ne diminuant, il est vrai de manière brutale, qu'avec une arrivée d'eau douce assez importante pour faire tomber la salinité au-dessous de $\sigma_t = 20$ (décembre). Si les unes réagissent dès les premières pluies par diminution du chiffre global de la population, les autres paraissent donc ne réagir de la même façon qu'après dépassement d'un seuil de salinité égal à $\sigma_t = 20$. En ce qui concerne les cellules plus grandes que 5μ , on constate que les espèces sont plus nombreuses en période de faible salinité qu'en saison climatique sèche. L'apparition de ce nombre plus élevé d'espèces (presque double) est d'ailleurs retardée par rapport à l'arrivée des grosses pluies (janvier au lieu de décembre) ou par rapport à leur disparition (mai au lieu d'avril). Tout se passe comme si les espèces intéressées réagissaient avec un retard d'environ un mois à des conditions de milieu nouvelles, délai qui peut être qualifié de délai d'acclimatation.

3° - VARIATIONS DES ESPECES PHYTOPLANCTONIQUES

Les nombres d'espèces phytoplanctoniques récoltées au filet d'une part et au flacon pour étude ultérieure au microscope inversé d'autre part, se répartissent selon le tableau ci-après :

Phytoplancton	Récoltes au flacon	Récoltes au filet
Diatomées	90	155
Centriques	67	103
Discoïdales.....	8	14
Soléniales.....	26	30
Biddulphiales ..	33	59
Pennées	23	52
Péridiniens	20	28
Xanthophycées	1	1
Silicoflagellés	1	1
Incertae sedis	1
Cyanophycées	2	2
Total général	114	188

Il est à noter que la différence entre les récoltes au filet et celles au flacon vient surtout des différences dans les nombres d'espèces de Diatomées Centriques Biddulphiales (26 espèces supplémentaires au filet) et de Diatomées Pennées (29 espèces supplémentaires au filet). Cette observation s'accorde avec le fait que le filet recueille d'abord les grandes espèces ou, du moins, celles dont les ornements, en particulier pointes et épines, sont maxima. L'effet sélectif du filet malgré la grande quantité de liquide filtre apparaît ainsi très nettement par rapport à la méthode de récolte au flacon qui, de son côté, a le défaut de ne pas recueillir la totalité des espèces présentes étant donné le faible volume récolté et la répartition irrégulière du phytoplancton dans le milieu échantillonné.

Les espèces toujours présentes dans les récoltes sont les suivantes :

Guinardia flaccida
Rhizosolenia sp.
Rhizosolenia stolterfothii
Rhizosolenia hyalina
Chaetoceros sp.
Nitzschia sp.
Ceratium trichoceeros
Peridinium sp.
Trichodesmium thiebautii

Parmi les espèces de cette liste, *Guinardia flaccida* est de beaucoup l'espèce dominante. *Rhizosolenia stolterfothii* et *R. hyalina* ne sont présentes de manière constante qu'avec les récoltes faites au filet, indice d'une grande dispersion des individus dans la masse aquatique. *Rhizosolenia alata* est parfois très abondant (mars, avril et mai) mais n'est pas constamment présent, l'espèce étant absente de juillet à décembre.

Rhizosolenia setigera est une autre espèce fréquente mais jamais en très grande abondance. Son maximum se situe en avril.

On note aussi que les Diatomées Pennées sont abondantes à partir de septembre, contrairement aux premiers mois de l'année. Les espèces principales sont alors *Navicula sp.*, *Pleurosigma (angulatum, elongatum, decorum)*, *Nitzschia sp.*

Les Péridiniens, principalement *Peridinium sp.*, sont surtout abondants en mars, avril et mai. Entre ces dates et surtout après mai, les Péridiniens sont presque absents des eaux échantillonnées (à part *Peridinium sp.* dont le maximum se trouve en novembre).

Enfin, s'il existe des *Chaetoceros sp.* de manière à peu près continue, on peut remarquer le fait que les *Chaetoceros* et les *Bacteriastrium* sont des genres représentés par un petit nombre d'individus dans le phytoplancton étudié.

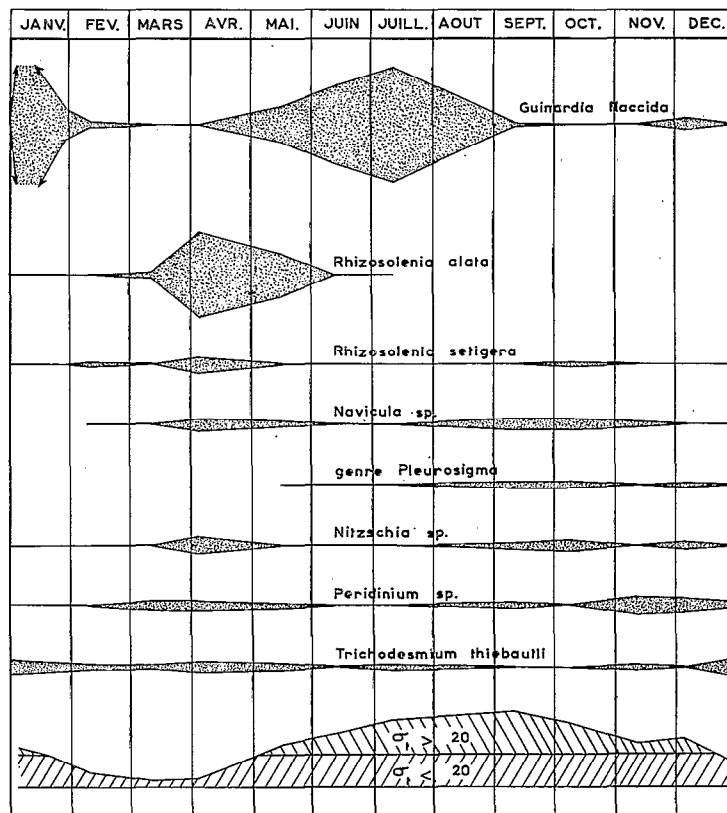


Fig. 4 - Variations de l'abondance des principales espèces phytoplanctoniques au cours de l'année 1964.

La figure 4 précise les abondances relatives des principales formes phytoplanctoniques au cours de l'année d'étude. Outre le fait qu'elle met en évidence les remarques précédentes, on constate encore que le mois d'avril est favorable au développement de 6 de ces 8 formes, à l'exception de *Guinardia flaccida* et du genre *Pleurosigma*.

Il est intéressant de noter que ce mois d'avril est caractérisé par un milieu chaud et peu salé de densité moyenne $\sigma_t = 17,04$. Il correspond aussi à la fin d'une période d'environ 2 mois et demi où l'eau a toujours été caractérisée par sa faible densité (σ_t moyen = 17,31 en février et 16,65 en mars). Dans ces conditions, on peut penser que les algues se sont adaptées à ce climat hydrologique extrême et se mettent alors à se multiplier sur un rythme élevé, du moins en ce qui concerne *Rhizosolenia alata*, *R. setigera*, *Navicula sp.*, *Nitzschia sp.*, et *Peridinium sp.* On peut d'ailleurs ajouter qu'à la fin de la période opposée, c'est-à-dire en octobre après plusieurs mois de vie dans un milieu frais et salé (σ_t autour de 22,3), ces mêmes algues réagissent encore, et toujours temporairement, par un rythme de multiplication accru conduisant à l'augmentation de leur nombre.

Le genre *Pleurosigma* évolue de manière tout à fait différente puisqu'il n'est présent qu'entre mai et décembre, c'est-à-dire dans un milieu aquatique de densité toujours supérieure à $\sigma_t = 20$. Une chute de cette valeur, c'est-à-dire, nous l'avons vu, l'apparition des pluies abondantes, l'élimine des eaux échantillonnées.

L'espèce *Guinardia flaccida*, l'élément principal du phytoplancton étudié, suit une évolution assez voisine de celle du genre *Pleurosigma* mais avec moins d'intransigeance dans ses réactions. En effet, si l'espèce est présente, de manière presque toujours abondante pendant la période où l'eau se caractérise par un $\sigma_t > 20$ (mai à décembre), et si elle est en général plutôt rare lorsque la valeur de σ_t est inférieure à 20 (janvier à avril), les représentants de l'espèce ne sont jamais absents des échantillons. Ajoutons d'ailleurs que la phase explosive de l'espèce au début de janvier avec 1.026.000 cellules par litre s'est produite dans

une eau dont le σ_t est égal à 21,06, donc nettement supérieur à 20, bien que placée dans le temps au voisinage immédiat du passage de l'eau dense à moins dense.

Pour résumer, les espèces principales du phytoplancton étudié peuvent se répartir en deux grands groupes :

a - le premier comprend des espèces capables d'affronter avec succès de fortes variations de densité provoquées par les abondantes pluies tropicales de la saison chaude : *Rhizosolenia (alata, setigera)*, *Navicula sp.*, *Nitzschia sp.*, *Peridinium sp.* Leur rythme de multiplication paraît ne s'accroître qu'après une période d'acclimatation au nouveau milieu de l'ordre de 2 à 3 mois.

b - le deuxième groupe comprend des espèces suffisamment sensibles aux chutes de densité (c'est-à-dire aux arrivées d'eau douce) pour que leur métabolisme en soit sérieusement affecté, soit que l'élimination pure et simple de l'espèce en soit le résultat (genre *Pleurosigma*), soit que le ralentissement du rythme de reproduction soit très net (*Guinardia flaccida*).

CONCLUSION

L'étude ci-dessus est celle d'un phytoplancton tropical de zone littorale, parfois même de zone intertidale, situé dans une région climatique caractérisée par une période humide très tranchée. Les algues sont ainsi amenées à subir des variations extrêmes pour une population tropicale dont les fluctuations autour de leur équilibre sont généralement faibles; ces variations sont provoquées par les pluies qui modifient la salinité et, par là, la densité de l'eau de mer. Il apparaît que certaines de ces algues réagissent avec succès contre les modifications du milieu tandis que d'autres disparaissent pendant des périodes qui leur sont défavorables. De plus, on constate que la valeur de $\sigma_t = 20$ correspond à un seuil délimitant des groupes d'individus qu'on peut qualifier de stenohalynes ou enryhalynes.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN, W.E., et CUPP, E.E.- 1935. Plankton diatoms of the Java Sea. *Ann. Jard. Bot. Buitenz.*, vol. XLIV, n° 2, pp. 101-174, 47 pl.
- ANGOT, M.- 1965. Cycle annuel de l'hydrologie dans la région proche de Nosy Bé (mars 1963 à mars 1964). *Cahiers ORSTOM Océanographie* III, n° 1. pp. 55-66, 8 fig. bibliographie.
- BRUNEL, J.- 1962. Le phytoplancton de la baie des Chaleurs. *Contr. Minist. Chasse Pêch.*, n° 91, 365 p., Montréal.
- CASTRACANE DEGLI ANTELMINELLI, A.B.- 1886. Report on the Diatomaceae collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. *Chall. Rep., Bot.* vol. 2, pp. 1-178, pl. 1-30.
- CUPP, E.E., et ALLEN W.E.- 1938. Plankton Diatoms of the gulf of California obtained by Allan Hancock Pacific Expedition of 1937. *Allan Hanc. Pac. Exp.*, vol. 3, n° 5, pp. 61-74, pl. 15.
- CUPP, E.E.- 1943. Marine Plankton Diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps Inst. Oc.*, vol. 5, n° 1, 238 p.
- DANGEARD, P.- 1927. Phytoplancton de la croisière du «SYLVANA» (fév.-juin 1913). *Ann. Inst. Oceanogr.*, t. 4, fasc. 8, pp. 286-406, 54 fig.

- GRALL, J.R., et JACQUES, G.- 1964. Etude dynamique et variations saisonnières du plancton de la région de Roscoff. I. *Cahiers Biol. Mar.*, tome V, n° 4, pp. 423-455.
- KARSTEN, G.- 1907. Das Indische Phytoplankton, nach dem Material der Deutschen Tiefsee. Expedition 1898-1899. *Deut. Tiefsee Exp.*, Bd. II.2. Teil, pp. 3-547, pl. 35-54.
- MANN, A.- 1925. Marine diatoms of the Philippine Islands. *U.S. Nat. Mus., Smiths. Inst., Bull.* 100, vol. 6, part 1, 182 p., 39 pl.
- MASSUTI, M., et MARGALEF, R.- 1950. Introducción al estudio del plancton marino. *Inst. Biol. Applic., Barcelone.*
- SILVA, E.S.- 1953. Diatomáceas do plancton marinho de Angola. *Trab. Miss. Biol. Mar.*, n° 3, pp. 9-74, 11 pl., Lisbonne.
- SOUSA E SILVA, E.- 1955. Sobre Dinoflagelados do plancton marinho. *Trab. Miss. Biol. Mar.*, n° 15, pp. 109-191, pl. 2-11, Lisbonne.
- SOUSA E SILVA, E.- 1956. Contribuição para o estudo do microplancton marinho de Moçambique. *Junt. Inv. Ultr., Est. Ens. Doc.* n° 28, 97 p., 14 pl.
- SOUSA E SILVA, E.- 1957. Nova contribuição para o estudo do microplancton marinho de Angola. *Trab. Miss. Biol. Mar.*, n° 18, pp. 29-85, pl. 1-10, Lisbonne.
- SOUZA E SILVA, E.- 1960. O microplancton de superfície nos meses de setembro e outubro na estação de Inhaca (Moçambique). *Trab. Centr. Biol. Piscat.*, n° 28, pp. 9-54, pl. 1-23, Lisbonne.
- SUBRAHMANYAN, R.- 1946. A systematic account of the marine plankton diatoms of the Madras coast. *Proc. Indian Ac. Sc.*, vol. XXIV, n° 4, sec. B, 112 p.
- TREGOUBOFF, G., et ROSE, M.- 1957. Manuel de planctonologie méditerranéenne, t. 1 et 2, pp. 83-128, pl. 2-28, CNRS.
- VAN HEURCK, H.- 1899. *Traité des Diatomées.* 570 p., 35 pl., Anvers.
- WOOD, E.J.F., 1954. Dinoflagellates in the Australian region. *Austr. J. Mar. Fresh. Res.*, vol. 5, n° 2, pp. 171-351.
- WOOD, E.J.F., CROSBY, L.H., et CASSIE, V.- 1959. Studies of Australian and New Zealand Diatoms. *Trans. Roy. Soc. N.Z.*, vol. 87, part. 3 et 4, pp. 211-219, pl. 15-17.
- WOOD, E.J.F.- 1961. Studies of Australian and New Zealand Diatoms. *Trans. Roy. Soc. N.Z.*, vol. 88, part. 4, pp. 669-698, pl. 50-56.
- WOOD, E.J.F.- 1961. Studies of Australian and New Zealand Diatoms. *Trans. Roy. Soc. N.Z.*, vol. 88, part 4, pp. 699-712, pl. 57-59.
- WOOD, E.J.F.- 1963. Dinoflagellates in the Australian region. *C.S.I.R.O. Aust. Div. Fish. Ocean.*, Tech. Pap. n° 17, 20 p. 3 pl.
- WOOD, E.J.F.- 1963. Checklist of diatoms recorded from the Indian Ocean. *C.S.I.R.O. Aust. Div. Fish. Oceano.*, Rep. n° 36, 311 p.
- WOOD, E.J.F.- 1963. Checklist of dinoflagellates recorded from the Indian Ocean. *C.S.I.R.O. Aust. Div. Fish. Oceano.*, Rep. n° 28, 55 p.

TABLEAU 1

GENRE & ESPÈCE	JANVIER				FÉVRIER				MARS				AVRIL				MAI	
	7-14	15-20	21-30	31	1-10	11-20	21-30	31	1-10	11-20	21-30	31	1-10	11-20	21-30	31	1-10	11-14
DIATOMES CENTRIQUES																		
Melosira sulcata								440:		80:	200:	440:	80:			80:	1.040:	180
Stephanopyxis sp.			60:					60:				50:						
Skeletonema costatum																	400:	
Oscinodiscus sp.	20:			20:		20:	100:	40:	20:		20:				40:	40:	20	
Actinocyclus sp.				20:		60:					20:				120:	20:		
Aulodiscus orbiculatus										140:	100:				20:	40:	100	
Dicodiscus (formes indéterminées)			20:				160:		20:	100:		20:			40:	200:	200	
Coccythron inerna													20:					
Leptocylindrus sp.	180:	40:	680:								200:		320:	280:	100:	280:	40	
Dactylosolen antarcticus			180:															
Leanderia sp.				100:														
Guinardia sp.	150.877:	1.026.844:	35.200:	8.500:	2.160:	5.140:	700:	20:	20:	140:	40:				140:	30.980:	40.982	
Rhizosolenia sp.	20:	120:	80:	280:	200:	180:	1.280:	360:	40:	260:	8.835:	260:	120:	140:	280:	140		
- fragilissima	20:		920:	100:	60:		20:					640:	2.139:	80:	120:	140		
- bergonii						40:							100:	40:	200:			
- delioatula	20:			80:														
- otolithofothii	200:	300:	50.900:	440:	100:	140:	500:					2.580:	1.953:	5.340:	6.280:	2.020		
- robusta					20:										20:	80:		
- labricata									60:					60:	100:	80:	400	
- v. vhrubelei		20:	300:			40:	60:								20:	840:	140	
- styliformis	20:		280:															
- hyalina	160:	100:	100:					20:				260:	100:	320:	2.040:	800		
- pungens	20:			20:	40:		40:							100:				
- setigera	100:	20:	80:	160:	120:	1.980:	580:	60:	160:	20:	6.634:	2.294:	7.998:	480:	200			
- hebetata			40:	660:	360:	460:	220:		60:			140:	120:	100:	640:	500		
- v. semispina								20:							920:	140		
- calcare avis			220:	260:	80:	80:	60:		20:	20:	20:	300:	440:	720:	350:	500		
- ocellum	20:	80:	180:															
- alata	40:	80:	160:	40:	60:	20:	80:	840:	1.740:	6.600:	137.733:	69.223:	101.556:	45.201:	87.420			
- f. gracillima					40:	80:												
- f. indica	80:	260:	120:		60:	20:	20:			20:		240:	440:	160:	280:	100		
Solidula (formes indéterminées)																840:		
Bacteriantrum sp.			1.140:			120:	580:					360:	320:	800:		80		
- delioatulum			180:			60:						120:						
- hyalinum	180:		100:												200:	140		
- elongatum			220:															
Chaetoceros sp.			2.240:	260:	140:	680:	40:			900:	1.120:	480:	1.040:	920:				
- peruvianus			20:		20:	40:						80:						
- pendulus									20:			120:	200:		120:	100		
- lorenzinus			60:			140:						60:	40:	80:	200:			
- compressus													100:					
- ditymum			80:															
- affinis				140:		120:						100:		160:				
- brevis			40:															
- divesus			160:	420:	320:	640:	1.040:		40:	80:	1.060:	880:	1.180:					
- curvicaetus							140:											
- pseudocurvicaetus			2.540:															
- denticulatum																160:		
Climacodium frauenfeldianum	160:		140:												400:			
Bellerophon malleus															100:			
Triceratium sp.										20:					40:			
- fovea																	20	
Biddulphia sinensis			20:	40:		360:			160:	120:				60:				
- pobiliensis						600:				60:	20:	20:	80:		80:			
Cerataulina bergonii	40:		120:	60:		60:	600:				3.689:	960:	6.851:	680:				
Heintzulus haukii			260:	320:	20:	40:	20:					40:	40:					
- sinensis				80:	140:	180:	460:	40:		40:	1.060:	1.420:	240:	40:				
- membranaceus			320:	80:	20:	300:	20:		40:		400:	1.180:	160:	200:	160			
DIATOMES PERNNES																		
Striatella unipunctata				20:														
Climacopomena noniflora												40:						
Thalassionema nitrochloides			500:	80:	120:	100:	180:	60:	40:	160:	20:	120:	60:	140:	80:	60		
Thalassiothrix frauenfeldii			220:	800:	540:	300:	2.080:	480:	220:	840:	80:	140:	200:	600:	360:	120		
Asterionella japonica	320:													240:				
Nevicula sp.												2.840:	5.322:	2.040:	1.750:			
Gyrodinium sp.												60:		20:	400:			
Pinnaculum sp.						20:	60:			40:	60:				240:			
Hitzschia sp.	40:		820:	120:	80:	280:	1.340:	40:	40:	140:		7.440:	7.874:	12.121:	440:	80		
- closterium							100:					40:						
- longissima			60:	40:	20:	20:						40:	60:					
- seriatum					120:		160:					620:	651:	3.844:				
- pungens												558:			80:			
- paradoxa							1.000:					360:	558:		120:			
Suriella sp.								40:				40:	80:		40:	600:	560	
Diatomea pennae (f. ind.)	(6)	(5)	(7)	(7)	(3)	(11)	(11)	(1)	(9)	(8)	(11)	(6)	(7)	(10)	(10)			
	140:	120:	380:	660:	300:	80:	7.050:	220:	20:	340:	680:	420:	160:	480:	3.000:	1.180		
PERIDINIENS																		
Dinophysis sp.											20:							
- caudata				40:				450:	80:	1.020:	80:		20:	140:		40:	20	
Phalacrocoma sp.										20:								
Peridinium sp.	120:	80:	60:	20:	40:	280:	920:	3.000:	2.320:	920:	1.320:	1.220:	1.020:	4.540:	1.680:	960		
- depressum										20:	50:	120:	20:	80:		40		
Erythrocyclus sp.		20:	20:					340:	60:	280:	40:	60:	60:	40:	120:	280		
Ceratium sp.								60:		40:		60:	40:		240:	60		
- furca			80:		20:	20:	100:			200:	140:	160:	220:	100:				
- fuscum	20:	20:	140:		20:	20:		20:	100:	20:			60:	220:				
- artemum														20:				
- gibberum	40:																	
- danlinatum	60:	60:																
- azoricum							60:			60:		20:	20:					
- trichoperos	140:	40:	60:	60:	20:	20:		20:	20:		20:				80:			
XANTHOPHYCEES																		
Halosphaera viridis				120:	20:	20:	20:											
SILICOFLAGELLES																		
Diatyocha fibula					40:			20:				20:						
CYANOPHYCEES																		
Trichodesmium thiebautii (Gerbes)			20:											20:				
- (Filaments)	60:	220:	8.580:	1.580:	3.780:	2.920:	3.140:	740:	2.200:	440:	740:	4.433:	1.984:	4.247:	3.480:	2.260		
Richelia intracellularis (Filaments)	20:	60:	400:										80:	60:				
TOTAL des FORMES > 5 µ																		
	153.137:	1.028.484:	108.440:	15.620:	9.220:	11.700:	27.320:	7.520:	7.220:	12.620:	15.495:	175.847:	101.610:	155.977:	107.669:	141.002		
TOTAL des FORMES < 5 µ																		
	55.27:	87.133:	44.740:	43.731:	38.646:	66.444:	44.409:	54.918:	56.952:	54.240:	53.562:	48.477:	47.121:	68.817:	105.966:	172.551		
		(1)						(2)	(2)	(2)	(34)							

(1) chiffre nanoplancton incertain (trop de Guinardia)
 (2) Beaucoup de salates
 (3) Salates excessives - chiffres incertains
 (4) Rhizosolenia alata prédominant sur 8.835 Rhizosolenia sp.

TABLEAU 2

GENRE ET ESPECE	JULIN		JUILLET		SEPTEMBRE		OCTOBRE		NOVEMBRE			DECEMBRE			
	10	09	10	08	09	07	08	10	11	03	04	29	30		
	23.05	22.15	07.35	22.30	06.50	22.00	07.50	20.00	04.50	07.00	21.45	06.20	20.38	05.45	
DIATOMES CENTRIQUES															
Melosira	sulcata		120:	1.080:	360:	400:	1.800:	400:	80:	280:					
Skeletonema	costatum					40.600:	1.800:	12.600:					160:		
Thalassiosira	bicoulata										200:	100:			
Coscinodiscus	sp.	80:	40:		80:										
Actinocyclus	sp.	40:	40:											80	
-	splendens								120:						
Diaocoidales	(formes indéterminées)	40:			800:	400:				40:					
Corethron	hystrix								80:						
Leptocylindrus	minimus	80:										300:			
Dactyliosolen	antarcticus									40:					
Guinaridia	flaccida	110.755:	200.770:	318.155:	320:	2.400:	400:	240:	80:	5.700:	1.700:		40		
Rhizosolenia	sp.	200:	40:		120:	4.800:	800:	1.000:	1.840:	760:	400:		120:		
-	fragilissima					2.400:			40:		3.600:				
-	stolterfothii	200:	120:	80:			800:	600:	280:	600:	80:	1.200:	560:	200	
-	robusta				80:		200:			40:					
-	imbricata											800:			
-	- v. shrubsolei				160:			80:	40:			100:			
-	hyalina	200:	80:		120:	400:			280:	300:	1.100:		160		
-	setigera	80:		200:		400:	200:	1.800:		40:	120:	700:	40:		
-	hebetata					800:									
-	calcar avis				40:										
-	cochlea			40:	40:										
-	glata			40:											
-	- f. gracillima										200:				
Bacteriastrium	hyalinum				80:						300:	2.100:	640:	1.520	
Chaetoceros	sp.	160:			720:	7.400:	1.200:	4.000:	800:	440:	520:	15.200:	6.400:	320	
-	coarctatus			360:	320:				400:		440:				
-	convolutus					600:		1.200:							
-	peruvianus				40:	600:		200:							
-	pendulus				40:	200:			120:	40:					
-	peruvianus v. robusta						200:			40:			100:		
-	lorenzianus								1.240:	440:	680:	500:	700:		
-	compressus							3.000:							
-	affinis					600:									
-	diversus					1.000:						500:			
-	laevis					400:									
-	denticulatum											2.000:	400:		
Eucampia	cornuta				200:		200:								
Climacodium	fransenfeldianum	800:	400:					240:	640:	280:					
Triceratium	sp.									40:					
-	favus													40	
Biddulphia	sinensis								40:	200:					
-	heteroceros									40:					
Coratulinia	bergonii			40:							2.900:	600:			
Hemidialus	sinensis							200:	40:		40:		40:		
-	membranaceum												360:		
Hemidiscus	hardmanianus				40:					160:				160	
DIATOMES PENNÉES															
Grammatophora	serpentina						800:								
Climacosphenia	moniligera					200:									
Thalassionema	nitzschloides					600:	2.400:			120:					
Thalassiothrix	frauenfeldii			200:	4.600:	2.400:	4.200:	1.000:	480:	760:	800:	200:	440:		
Navicula	sp.	120:	80:	40:	120:	2.000:	800:	400:	80:	720:		300:			
Flaurosigma	sp.	200:	120:	320:	320:	1.000:			120:	80:		900:	200:	200	
-	elongatum		160:	200:	600:			400:						120	
-	decorum							600:							
-	angulatum		160:	240:	240:	600:	200:	200:	120:	40:				40	
-	directum								1.400:	680:	600:		100:		
Tropidoneis	sp.								40:					80	
Amphora	sp.		40:		80:	400:			40:						
Nitzschia	sp.	160:	80:	480:	640:	3.400:	2.600:	5.600:	280:	560:	560:	5.800:	400:	560:	120
-	closterium					400:				40:		100:		80:	
-	longissima		40:	160:	200:	5.600:	600:	1.400:	40:	40:	760:	800:	300:	120:	80
-	seriata										900:	600:			
-	pungens				160:										
-	paradoxa													720	
Surirella	sp.	80:			80:	600:	200:		40:					80	
-	fluminensis		120:		80:			400:							
Diatomées pennées	(Formes)	(6)	(8)	(8)	(9)	(12)	(6)	(6)	(11)	(10)	(9)	(10)	(7)	(4)	(8)
	(Nombre)	680:	440:	800:	1.000:	5.400:	1.600:	1.800:	1.520:	1.280:	680:	3.200:	1.700:	560:	520
PERIDINIENS															
Proocentrum	sp.			40:											
Gyrodinium	sp.													80:	
Peridinium	sp.	880:	600:	880:	440:	2.200:	800:	800:	5.600:	4.080:	4.480:	3.200:	3.000:	1.240:	1.320
-	depressum		40:	40:						80:			100:		
Coratium	furca		40:	40:											
-	lineatum											100:			
-	fusus		40:	80:											
-	tripos		80:	40:					80:	160:	40:			40:	
-	massillense				40:									40:	
-	trichoceros			120:					280:	80:	40:	100:		160:	
Pyrocystis	sp.													40:	
CYANOPHYCEES															
Trichodesmium	thiebautii (F)	80:	4.160:	1.600:	40:		200:	400:	1.240:	1.520:	1.200:	300:	200:	8.800:	7.560
Richelia	intracellularis (F)				360:									400	
TOTAL des FORMES > 5 µ		114.915:	207.770:	325.115:	7.200:	91.000:	20.400:	40.600:	16.680:	15.040:	12.320:	48.200:	21.200:	14.080:	13.920
TOTAL des FORMES < 5 µ		178.728:	129.307:	129.307:	126.599:	386.118:	294.669:	203.220:	339.854:	335.792:	438.696:	270.960:	552.081:	325.637:	178.051

TABLEAU 3

GENRE ET ESPECE	Janvier		Fév.	Mars	Avril	Mai	Jun	Jul.	Sept.	Oct.	Nov.	Décembre				
	12.51	22.28	09.41	10.27	22.15	22.20	21.15	22.05	23.05	07.30	22.30	22.42	22.17	20.13	21.55	20.32
DIATOMES CENTRIQUES																
Melosira	sp...															
-	sulcata	+														
Skeletonema	costatum															
Thalassiosira	bioculata															
Coccolithoidiscus	sp...															
-	gigas															
-	marginatus															
Planktoniella	sol															
Actynoptochus	sp															
-	splendens															
-	trilingulatus															
Asteromphalus	sp.															
Aulacodiscus	orbiculatus															
Auliscus	incertus															
Discoïdales	(formes indéterminées)															
Schroederella	delicatula															
Leptocylindrus	sp.															
-	danicus															
-	minimus															
Dactyliosolen	antarcticus															
Lauderia	sp.															
-	annulata															
Guinardia	flaccida															
-	blavyana															
Rhizosolenia	sp.															
-	fragilissima															
-	cylindrus															
-	bergonii															
-	stolterfothii															
-	robusta															
-	imbricata															
-	- v.shrubsolei															
-	styliformis															
-	- v.longispina															
-	hyalina															
-	pungens															
-	setigera															
-	hebetata															
-	- v.semispina															
-	calcar avis															
-	cochlea															
-	alata															
-	- f. gracillima															
-	- f. indica															
-	castracanei															
Soléniales	(f. indéterminées)															
Bacteriastrium	sp.															
-	delicatulum															
-	hyalinum															
-	elongatum															
-	varians															
Chaetoceros	sp.															
-	atlanticus															
-	tetrastichon															
-	coarctatus (1)															
-	convolutus															
-	peruvianus															
-	- v.robusta															
-	pendulus															
-	denticulatum															
-	lorenziensis															
-	teros															
-	landerii															
-	compressus															
-	didymus															
-	constrictus															
-	vanheurnkii															
-	affinis															
-	laciniosus															
-	brevis															
-	diversus															
-	laevis															
-	pseudocurvisetus															
-	curvisetus															
-	tortissimus															
Eucampia	zoodiacus															
-	cornuta															
Climacodium	frauenfeldianum															
-	biconcavum															
Streptotecha	thamesis															
Bellerophon	malleus															
Triceratium	sp.															
-	robertsonianum															
-	favus															
-	pulviner															
-	contortum															
Biddulphia	sp.															
-	pulchella															
-	sinensis															
-	mobilienis															
-	heteroceros															
-	rhombus															
-	granulata															
-	aurita v.minima															
-	laevis v. minor															
-	dubia															
Cerataulus	turgidus															
Isthmia	sp.															
Cerataulina	bergonii															
Hemiaulus	sp.															
-	sinensis															
-	indicus															
-	membranaceus															
Hemidiscus	sp.															
-	hardmanianus															

(1) Les Chaetoceros coarctatus porteurs de Vorticella marina

TABLEAU 3 (suite)

GENRE ET ESPECE	Janvier		Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Sept.	Oct.	Nov.	Décembre				
	12.51	22.28	09.41	10.27	22.15	22.20	21.15	22.05	23.05	07.30	22.30	22.42	22.17	20.13	21.55	20.32
DIATOMÉES PENNÉES																
Striatella	sp.															
-	unipunctata															
Grammatophora	sp.															
-	marina															
-	- v. macilenta															
Liomophora	sp.															
Climacophenia	moniligera															
Synedra	sp.															
-	ulna															
Thalassionema	nitzschoides															
Thalassiothrix	longissima															
-	frauenfeldii															
-	delicatula															
Asterionella	jeponica															
Navicula	sp.															
-	lyra															
-	venusta															
-	granii															
Diploneis	sp.															
Stictodesmis	australis															
Trachyneis	aspera															
Gyrosigma	sp.															
Flourosigma	sp.															
-	elongatum															
-	decorum															
-	balticum															
Tropidoneis	maxima															
-	lepidoptera															
Amphiprora	maxima															
Hydrosilicon	mitra															
Amphora	sp.															
Nitzschia	sp.															
Amphora	arenaria															
Nitzschia	closterium															
-	longissima															
-	seriata															
-	pungens															
-	delicatissima															
-	paradoxa															
-	insignis v. smithii															
Suriella	sp.															
-	javanica															
-	fluminensis															
-	continua															
-	reniformis															
Campylodiscus	sp.															
-	ralsfii															
-	decorus															
-	thuretii															
-	ornatus															
-	undulatus															
Diatomées pennées	(f. indéterminés)															
PERIDINIENS																
Phalacroma	sp.															
Dinophysis	caudata															
-	miles															
Pyrophaous	sp.															
-	horologicum															
Peridiniopsis	sp.															
Peridinium	sp.															
-	granii															
-	pentagonum															
-	depressum															
Gondaulax	sp.															
-	kofoidi															
Coratium	sp.															
-	fuca															
-	setaceum															
-	kofoidi															
-	inflatum															
-	fuus															
-	extensum															
-	- f. strictum															
-	tripos															
-	porrectum															
-	gibberum															
-	azoricum															
-	vultur															
-	massiliense															
-	macroceros															
-	trichoceros															
XANTHOPHYCEES																
Halosphaera	viridis															
SILICOFLAGELLES																
Dictyoche	fibula															
INCERTAE SEDIS																
Polyasterias	problematica															
CYANOPHYCEES																
Trichodesmium	thiebautii															
Richelia	intracellularis															