

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

INSTITUT DES SCIENCES DE LA MER ET DE
L'AMENAGEMENT DU LITTORAL
(I.S.M.A.L.)

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Pour l'obtention du diplôme d'étude universitaire appliqué (D.E.U.A.)

Option: Biologie et pêche

THEME

ETUDE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE
DES POPULATIONS
PHYTOPLANCTONIQUES D'UNE STATION
COTIERE ET D'UNE STATION PORTUAIRE
DE LA REGION DE *Sidi-Fredj* ET LEURS
RELATIONS AVEC LES FACTEURS
PHYSICO-CHIMIQUES ET
METEOROLOGIQUES.

Présenté par M^{lle} MERROUCHE Lila, le 26-04-1993.....
devant le jury composé par:

M^{lle} KORICHI Hamida Saskia
M^r KERZABI Fédia
M^{lle} ILLOUL Hassina

Président
Examineur
Promotrice

A ma mère,
à mon père.

REMERCIEMENTS

- A M^{me} Korichi H.S. qui m'a fait l'honneur de présider ce jury et d'examiner ce travail. Qu'il me soit permis de lui exprimer toute ma gratitude.

- A M^{me} Illoul H. qui m'a proposé le sujet de ce modeste travail, je la remercie vivement de m'avoir fourni toute sa documentation personnelle grâce à laquelle ce travail a pu être réalisé, et de m'avoir aidée et dispensée avec bienveillance de nombreux conseils. Je lui exprime ma respectueuse reconnaissance.

- Ma gratitude va également à M^r Kerzabi F. qui a bien voulu accepter de juger et de corriger ce travail.

- Je remercie le personnel du laboratoire de chimie et plus particulièrement M^r Boudjellal B. pour son aide, sa disponibilité et sa gentillesse.

- Je remercie profondément mes chers parents, mes soeurs et mes frères qui m'ont soutenue et encouragée tout le long de la réalisation de ce travail.

- Mes remerciements vont aussi à M^{me} Sadouni N. qui a réalisé la frappe et le tirage de ce mémoire.

- Enfin, à tous mes amis (es) qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, particulièrement à : Lila, Naïma, Samyr, Naïla, Nouria, Sonia, Fatiha,..... Je leur présente ici mes vifs remerciements.

SOMMAIRE

CHAPITRE 1 GENERALITES	4
-Introduction.....	5
- Historique.....	6
- Quelques caractères généraux des différents groupes du phytoplancton.....	7
- Présentation du mémoire.....	8
CHAPITRE 2 ETUDE DU MILIEU	12
2-1 Etude des facteurs météorologiques	12
2-1-1 Méthodes.....	12
2-1-2 Résultats.....	13
2-1-2-1 Température de l'air.....	13
2-1-2-2 Les vents et les courants.....	15
2-1-2-3 Nébulosité et pluies.....	15
2-1-2-4 Etat de la mer.....	16
2-2 Etude des paramètres physico-chimiques	18
2-2-1 Méthodes.....	18
2-2-1-1 Températures et salinités.....	18
2-2-1-2 Transparence.....	18
2-2-1-3 Les sels nutritifs.....	19
2-2-2 Résultats.....	19
2-2-2-1 Températures.....	19
2-2-2-2 Salinité.....	20
2-2-2-3 Transparence.....	20
2-2-2-4 Phosphates.....	22
2-2-2-5 Les nitrates.....	23
2-2-2-6 Les nitrites.....	23
2-3 Discussion à propos des caractères physico-chimiques	25
2-3-1 Température.....	25

2-3-2 Salinité.....	25
2-3-3 Les phosphates.....	26
2-3-4 Les nitrates.....	26
2-3-5 Les nitrites.....	27

CHAPITRE 3 : ETUDE BIOLOGIQUE.....29

3-1 Méthode d'Etude des échantillons par la méthode d'Utermöhl...29

3-1-1 Fixation.....	29
3-1-2 La concentration des organismes par sédimentation.....	29
3-1-3 Calculs des densités cellulaires.....	30

3-2 Résultats de l'étude biologique.....30

3-2-1 Etude qualitative.....30

3-2-1-1 Les Nanoflagellés nus.....	31
3-2-1-2 Les Coccolithophorides.....	31
3-2-1-3 Les Diatomées.....	31
3-2-1-4 Les Dinoflagellés.....	34
3-2-1-4-1 Les Dinoflagellés cuirassés.....	34
3-2-1-4-2 Les Dinoflagellés nus.....	35

3-2-2 Etude quantitative.....36

3-2-2-1 Variations des densités cellulaires totales.....	36
3-2-2-2 Résultats de l'étude quantitative des principaux	39
groupes taxinomiques	
3-2-2-2-1 Les Nanoflagellés nus.....	39
3-2-2-2-2 Les Coccolithophorides.....	40
3-2-2-2-3 Les Diatomées.....	42
3-2-2-2-4 Les Dinoflagellés cuirassés.....	44
3-2-2-2-5 Les Gymnodiniens.....	47

3-3 Conclusion de l'étude biologique.....49

CHAPITRE 4 : RELATION ENTRE LE PHYTOPLANCTON ET LES FACTEURS DU MILIEU

4-1 Influence des principaux paramètres physico-chimiques et météorologique sur le phytoplancton.....	51
4-1-1 Température	51
4-1-2 Salinité.....	52
4-1-3 Transparence.....	52
4-1-4 Etat de la mer.....	53
4-1-5 Les phosphates.....	54
4-1-6 Les nitrates.....	55
4-1-7 Les nitrites.....	56
CONCLUSION GENERALE.....	58
BIBLIOGRAPHIE.....	60
ANNEXE.....	65

CHAPITRE I

GENERALITES

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

Il est un fait fondamental que la fertilité d'une zone océanique dépend de l'apport direct d'éléments nutritifs (azote, phosphore, silicium).

En dehors des embouchures directes des fleuves ou des rejets terrigènes, ces apports pour des eaux océaniques est principalement d'origine profonde, ils enrichissent les eaux superficielles de la couche éclairée et y provoquent par l'intermédiaire de la photosynthèse des poussées phytoplanctoniques, échelon de base de la chaîne alimentaire et jouent un grand rôle dans la nutrition des Flagellés hétérotrophes de profondeur.

Dans ce présent mémoire, nous examinerons les divers facteurs météorologiques, physico-chimiques et leur incidence sur le développement du phytoplancton.

HISTORIQUE

De nombreux travaux ont été réalisés le long des côtes Algériennes sur l'estimation de la fertilité des eaux et les variations qualitatives et quantitatives du phytoplancton.

Les travaux de Bernard de 1942 à 1956 ont été portés essentiellement sur les Coccolithophorides.

Diverses études concernant le plancton de la baie d'Alger ont été menées, leurs auteurs ont orienté leur travail de façons précises:

- Kruger (1950) et Bertoldo (1956) ont étudié le phytoplancton près du port d'Alger;
- Lecal (1957) a étudié les Coccolithophorides lors de la croisière du "Pr Lacaze-Duthiers";
- Bucalossi (1960) a fait une étude sur les variations du phytoplancton de la baie d'Alger;
- Tellai (1964) a étudié le phytoplancton à différentes stations et profondeurs;
- Pincemin (1966) a réalisé une étude sur les Diatomées et les Dinoflagellés;
- Lalami-Taleb (1971) a étudié le cycle saisonnier du phytoplancton ;
- Samson-Rechacha (1981) a réalisé une étude sur les facteurs contrôlant le développement du phytoplancton ;
- Aid (1981) a étudié la production primaire de la côte Algérienne;
- Gaumer (1981) a travaillé sur l'évolution annuelle des communautés microplanctoniques;

- c'est grâce à la télédétection que Millot (1985-1989) a pu disposer d'une vision globale de circulation des masses d'eaux dans le bassin Algérien;

- Taupier-Letage (1988) a étudié par télédétection les phénomènes hydrodynamiques de moyenne échelle liés au phytoplancton;

- en 1990, Daouadji a étudié l'importance de la structure portuaire de la zone de Sidi-Fredj, dans le développement des poissons ainsi que quelques aspects physico-chimiques et biologiques;

- Illoul (1991) a étudié l'évolution et les variations qualitatives et structurales du phytoplancton liée aux phénomènes hydrologiques du courant Atlantique.

Quelques caractères généraux des différents groupes du phytoplancton

Les Diatomées, ce sont des algues siliceuses, et jouent un rôle prépondérant en mer froide où elles forment l'essentiel des Protistes marins (Lalami-Taleb, 1971).

Les Dinoflagellés sont représentés par deux catégories, certains "nus", tandis que d'autres sont protégés par une thèque, ils sont très abondants surtout en été dans les couches éclairées (Bernard, 1956; Lecal, 1952; Tellai, 1964).

En plus des Diatomées et des Dinoflagellés, on trouve dans le phytoplancton bien d'autres organismes.

Ainsi, les Coccolithophorides sont de très petits flagellés remarquables par leur squelette externe fait de plaques calcaires (coccolithes), ils sont extrêmement abondants dans les eaux chaudes et tempérées, forment 30 à 98% des populations phytoplanctoniques en Méditerranée (Bernard, 1948-1956).

Appartenant toujours au nanoplancton, les Nanoflagellés nus, sont également très abondants, ce sont des cellules de 3 à 5µm.

Présentation du mémoire

L'intérêt de notre travail est d'exprimer le niveau de fertilité des eaux côtières superficielles au niveau de nos stations d'étude.

Ainsi, le présent travail a pour but d'étudier le phytoplancton en fonction des caractéristiques de l'eau, essentiellement les sels nutritifs, mais aussi la température, la salinité et la transparence.

Grâce à la méthode d'Utermöhl (1931-1958) in Travers, 1971) nous avons pu dénombrer les principaux groupes du phytoplancton, le groupe des Nanoflagellés nus, des Coccolithophorides, des Diatomées, des Dinoflagellés cuirassés et des Gymnodiniens.

Notre zone d'étude se situe dans la région de Sidi-Fredj à l'est d'Alger et qui forme le cap Est de la baie de Bou-Ismaïl, deux stations ont été choisies:

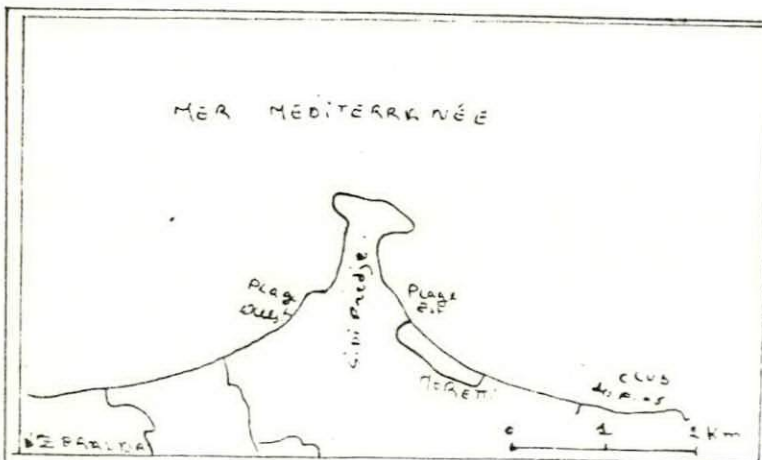
-La première station (station_{ISMAL}) est à l'extrémité de la digue située à l'arrière de l'ISMAL, elle est protégée de tout rejet urbain mais subit tous les vents et donc reçoit des eaux transportées par des courants locaux de la région. La profondeur de cette station est de 1m.

La seconde station (station_{Port}) se situe à la sortie du port, et elle est touchée par l'égout principal qui entraîne des eaux usées venant du site touristique, ainsi qu'aux rejets de bateau. Contrairement à la station_x, la station_p est protégée des vents. La profondeur du bassin est de 4m.

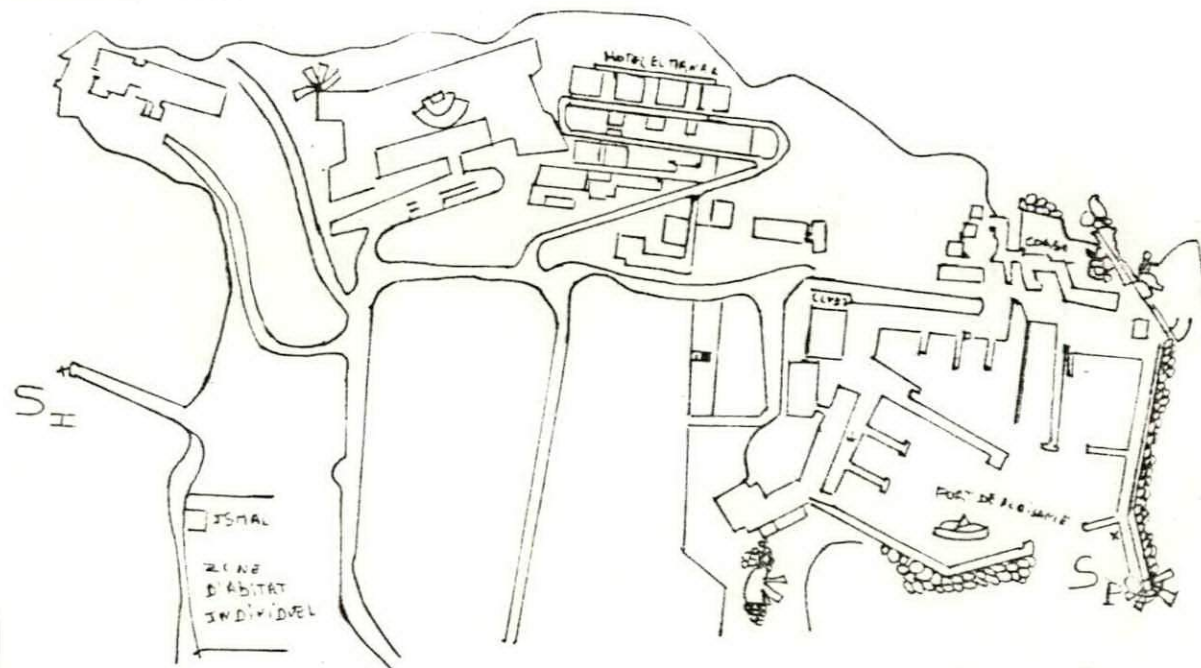
Notre échantillonnage a été réalisé entre le 16 mai et le 20 Juin 1992, six sorties ont été réalisées:

16 Mai 1992

23 Mai 1992



Carte 1: Situation géographique de la région de Sidi-Fredj.



S_I : Station I.S.M.A.L.

S_P : Station Port

Carte 2: Localisation des stations d'étude dans la zone de Sidi-Fredj. (E.N.E.T., 1992)

30 Mai 1992
06 Juin 1992
13 Juin 1992
20 Juin 1992

0
/

CHAPITRE II

ETUDE DU MILIEU

CHAPITRE 2 : ETUDE DE MILIEU

Du 16 Mai au 20 Juin 1992, nous avons effectué six sorties à intervalles réguliers d'une semaine, tout d'abord nous avons débuté par des observations météorologiques, la nébulosité, la direction des vents, l'état de la mer et la direction des courants.

Les prises d'eaux ont toujours été effectuées entre 10h et 12h du matin et cela pour les deux stations. Pour la récolte des échantillons, une bouteille de prélèvements de type VAN-DORN de 2,5 litres de contenance a été utilisée, la bouteille est descendue ouverte le long d'un câble à 50 cm de la surface, la fermeture est réalisée par un messenger qui coulisse le long du câble. Une fois la bouteille remontée, deux flacons sont rincés avec l'eau de mer à analyser puis remplis :

- l'un servira pour le dosage des sels nutritifs;
- l'autre pour la détermination et le comptage du phytoplancton

Immédiatement après le prélèvement, les échantillons destinés aux dosages des sels nutritifs sont congelés, alors que les échantillons concernant le phytoplancton ont été additionnés de formol neutre afin d'obtenir une concentration finale d'environ 4%.

2-1 Etude des facteurs météorologiques

2-1-1 Méthodes

Une partie des données météorologiques proviennent de l'office nationale de la météorologie maritime (distribution des vents et leur intensité, température de l'air, nébulosité, état de la mer et l'évaporation). Les autres sont des données personnelles provenant d'observations faites in situ (direction des courants, direction des vents, nébulosité et état de la mer).

Nous remarquons qu'une bonne concordance existe entre nos données et celles de la météorologie nationale.

Signalons que pour chaque sortie nous avons relevé les données météorologiques des trois jours précédents (Tab.1 et 2), car selon Bernard (1956) seuls les vents des deux jours précédents les prélèvements auraient une importance sur les fluctuations générales du plancton.

2-1-2 Résultats

2-1-2-1 Températures de l'air

Les températures de l'air suivies pendant les deux mois de Mai et Juin ont été assez élevées pour la saison (Tab.2), elles ont varié entre 24 et 28°C. Entre le 13 et le 29 Mai, la température a progressivement augmenté, atteignant 33°C.

Au début du mois de Juin nous assistons à un rafraîchissement avec 18°C, essentiellement dû aux fortes pluies observées le 3 et le 4 Juin, Après cette période un réchauffement régulier de l'air s'observe de nouveau, la température atteint alors une valeur de 26°C le 20 Juin.

Tableau n°2: Températures des 3 jours précédents le prélèvement (Office de la météorologie maritime)

Jours du mois de Mai	13	14	15	16	20	21	22	23	27	28	29	30
Températures en °c	28	29	28	28	28	28	27	27	26	33	30	30
Jour du mois de Juin	03	04	05	06	10	11	12	13	17	18	19	20
Températures en °c	18	23	24	24	24	24	26	25	26	26	26	26

Tableau n°1: Vents des 3 jours précédant les prélèvements (Office national de la météorologie)

MOIS	DATES	VENTS	
		DIRECTION	FORCE(m/s)
M A I	13	NNO	5 - 15
	14	NNO	20
	15	NNO	5 - 15
	20	ENE	5 - 15
	21	ENE	15
	22	NESE	5 - 15
	27	NNE	5 - 15
	28	NNE	5 - 15
	29	WNE	5 - 15
J U I N	3	NNO	10 -20
	4	NNE	20
	5	NNE	5 -20
	10	NNE	5 -15
	11	NNE	5 -15
	12	ENE	10 -20
	17	ENE	5 -15
	18	NNE	10 -20
	19	NNE	10 -15

2-1-2-2 Les vents et les courants

Durant notre étude, les vents ont soufflé dans une direction moyenne (Nord est) d'une puissance faible allant de 5 à 15 m/s, les vents d'Est sont les plus réguliers et les plus constants dans leur force, les courants ont eu une direction semblable au vent, leur intensité a été assez faible (Tab.3).

Tableau n°3: Direction et force maximale en m/s des vents et la direction des courants (Office nationale de la météorologie et observations personnelles)

M O I S	D A T E	VENTS		COURANTS	
		Direction	Force(m/s)	Direction	Force
M	16	NNO	5	NNO	Faible
A	23	NNO	13	NNO	Faible
I	30	NNE	9	NNE	Faible
J U I N	06	NNE	9	NNE	Faible
	13	NNE	10	NNE	Faible
	20	NNE	15	NNE	Faible

2-1-2-3 Nébulosité et pluies

La nébulosité est évaluée en octas. Nous avons établi une

échelle allant de 0 à 8.

- 0 octa : ciel sans nuage.
- 8 octas : ciel entièrement couvert.

Le ciel étant moyennement couvert, la nébulosité enregistrée durant les six sorties a varié entre 0 et 5 octas. Les pluies ont été assez rares sauf en deux reprises nous avons relevé des faibles pluies et une seule fois des fortes pluies (Tab.4).

Tableau n°4: Relevé de nébulosité et de pluies (Données personnelles faites in situ)

M O I S	D A T E	Nébulosité en octas		Pluies
		Station _x	Station _p	
M A I	16	0	1	Sans pluies
	23	3	4	Faibles pluies
	30	1	2	Sans pluies
J U I N	06	3	3	Sans pluies
	13	5	5	Fortes pluies
	20	0	0	Sans pluies

2-1-2-4 Etat de la mer

Nos prises d'eau se sont déroulées par une mer généralement houleuse pour les deux stations. Cela est sûrement dû

aux vents légers observés durant cette période (Tab.5).

Tableau n°5: Relevé de l'état de la mer dans la station_r et la station_r (Données personnelles)

MOIS	DATES	Station _r	Station _r
M A I	16	Houleuse	Houleuse
	23	Très houleuse	Légèrement houleuse
	30	Légèrement houleuse	Calme
J U I N	06	Légèrement houleuse	Houleuse
	13	Calme	Calme
	20	Légèrement houleuse	Houleuse

Tableau n°6: Valeurs de la hauteur d'eau dans la station_r et dans la station_r

MOIS	DATES	VALEURS DE LA HAUTEUR D'EAU EN MER	
		STATION _r	STATION _r
M A I	16	1	3
	23	1	3,05
	30	1	3,05
J U I N	06	1,20	2,80
	13	1,20	2,60
	20	1,40	2,90

Le tableau n°6, montre la variation de la hauteur d'eau des deux stations pendant les deux mois de prélèvement, ces derniers ont varié surtout (lors de chaleur), lorsque la température varie, par phénomène d'évaporation ou par la tombée de la pluie observée durant notre étude.

2-2 Etude des paramètres physico-chimiques

2-1 Méthodes

2-2-1-1 Températures et salinités

La méthode utilisée pour les mesures des températures et des salinités est la méthode conductimétrique qui permet une précision de $\pm 0,003\%$ pour la salinité et de $0,1^\circ\text{C}$ pour la température. Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un salinomètre de type MC5 modèle Kent EIL 505.

2-2-1-2 Transparence

L'évaluation de la transparence a été faite grâce à un disque de Secchi, blanc de 30cm de diamètre, le disque a été maintenu en position horizontale dans l'eau.

Le coefficient d'extinction est calculé par la formule de Pool et Atkins, 1926 (in Samson Kechacha, 1981):

$$T = \frac{1,7}{D}$$

où D est la profondeur maximale de visibilité du disque de Secchi.

2-2-1-3 Les sels nutritifs

La méthode utilisée pour le dosage chimique des sels nutritifs est la colorimétrie à flux continu, basée sur l'absorption de la lumière par la solution analysée. Cette méthode colorimétrique obéit à la loi de Beer-Lambert, les dosages des nitrates, nitrites et phosphates ont été effectués sur une chaîne d'analyse automatique, Autoanalyser Technicon, selon les procédures décrites par Tréguer et Le Corre (1975).

Avant le dosage, les échantillons sont décongelés à l'air libre puis homogénéisés jusqu'à disparition totale de la glace.

Les résultats sont exprimés en $\mu\text{atg/l}$.

2-2-2 Résultats

2-2-2-1 Températures

Les relevés hebdomadaires de la température de l'eau en surface de la station, a permis de tracer le graphe n°1.

Nous assistons à un réchauffement régulier des eaux de la surface entre le 16 Mai ($17^{\circ}60^{\circ}\text{C}$) et le 30 Mai (22°C).

Au début du mois de Juin, la température diminue pour atteindre le 13 Juin $20^{\circ}55\text{C}$. Ce refroidissement progressif est dû essentiellement à la température de l'air (18°C) et aux fortes pluies observées ce jour là.

Nous assistons de nouveau à un réchauffement de la masse d'eau superficielle où la température atteint une valeur de 23°C le 20 Juin, Quant à la station, le même phénomène se produit (refroidissement, réchauffement) sauf que les valeurs de température diffèrent légèrement, on a relevé un minimum de 18°C le

2-2-2-2 Salinité

L'évolution de la salinité est différente pour les deux stations, pour cela nous avons séparé les résultats :

STATION_r

Durant notre étude, nous avons relevé des températures extérieures parfois élevées, donc il est facile de comprendre que l'évaporation est considérable en surface. Cette observation a pour premier résultat d'augmenter la salinité des eaux.

Les valeurs relevées durant notre étude a permis de tracer le graphe n°2, nous remarquons que les valeurs ont varié entre 36,26% et 38,20%. Le 20 Juin nous observons une augmentation correspondante avec le réchauffement de l'air, signalons que cette station n'a pas eu de baisse de salinité pendant la période de pluies.

STATION_e

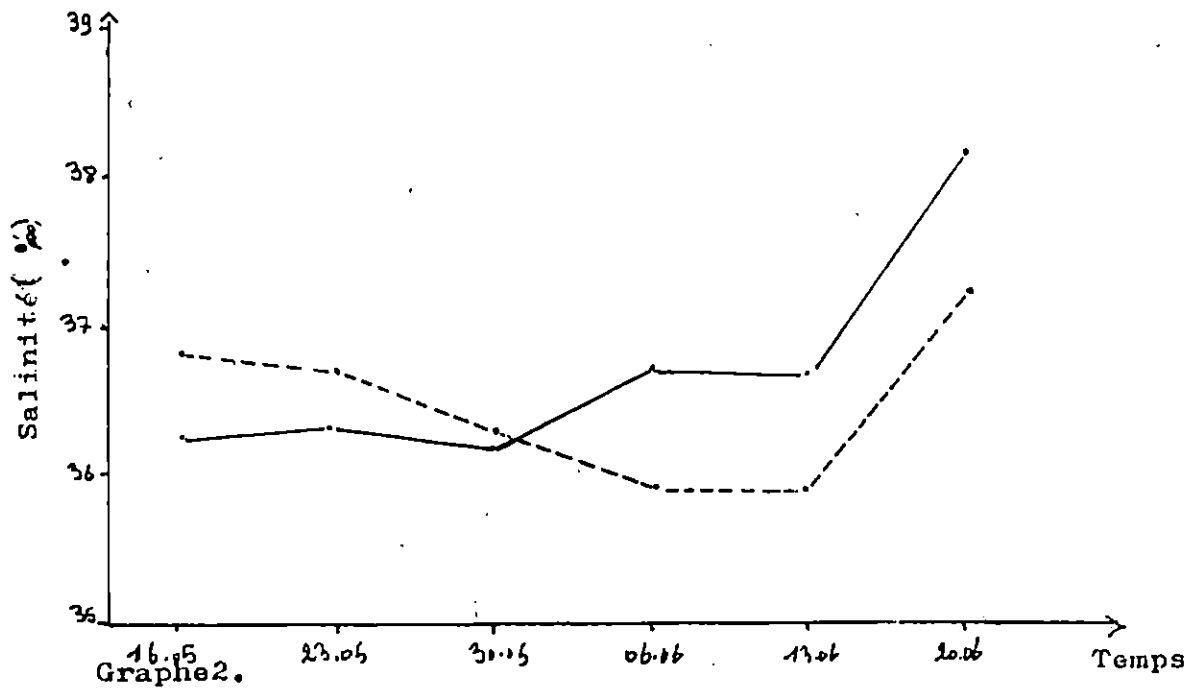
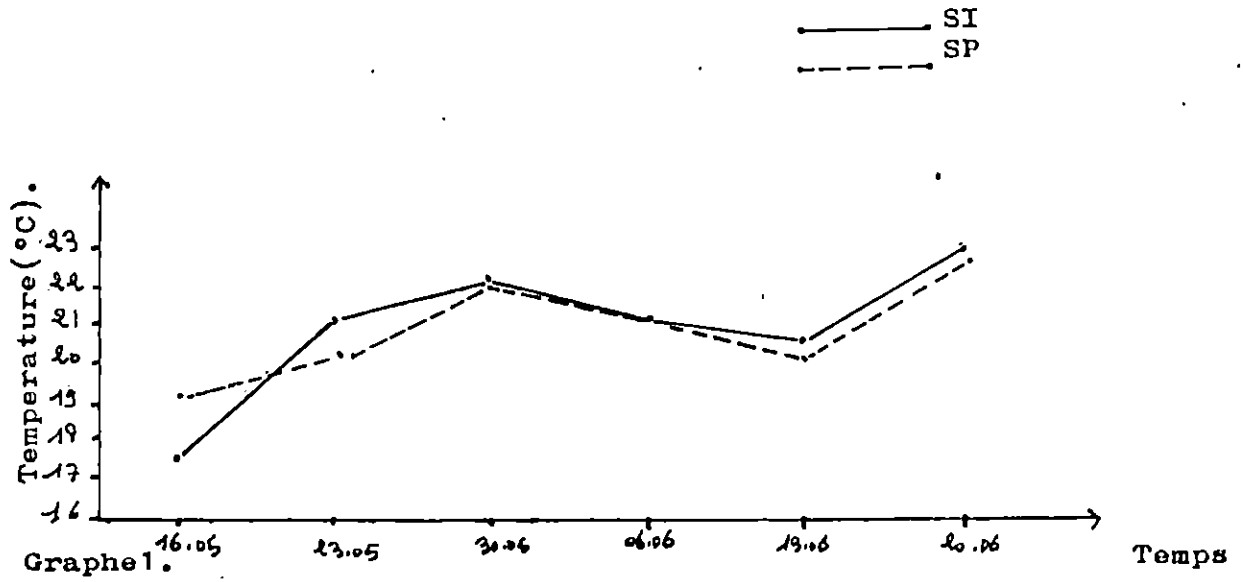
Les salinités de la station_e, ont varié entre 36,80% le 16 Mai et 37,25% le 20 Juin. Le 6 Juin, Après 3 jours de pluies une faible valeur de salinité est observée atteignant 35,55%.

Le 13 Juin, la salinité est également assez basse 35,90% cela pourrait être du à des rejets d'eaux usées effectués au Port.

2-2-2-3 Transparence

STATION_r

Selon le tableau ci-après (Tab.7), nous remarquons que toutes nos évaluations de la profondeur de disparition du disque de Secchi, révèlent une bonne transparence pour cette station due à un fond



Variations de la température et de la salinité
du mois de mai et juin 1992.

STATION_P

Contrairement à la station_r, la station_P, à un fond sablo-vaseux qui va diminuer la transparence de l'eau, cela a été observé le 13 et 20 Juin en raison de l'agitation des eaux due aux vents et à la faible profondeur (4m) et probablement aux apports d'eaux usées provenant de l'égout principal du Port.

Tableau n°7: Evolution^a de la transparence par le coefficient d'extinction T

MOIS	JOURS	COEFFICIENT D'EXTINCTION T	
		STATION _r	STATION _P
M A I	16	1,7	0,56
	23	1,7	0,85
	30	1,7	0,56
J U I N	06	1,7	0,58
	13	1,88	1,7
	20	1,7	0,85

2-2-2-4 Phosphates

Le graphe n°3 nous représente des concentrations très faibles dans les deux stations.

Pour la station_r, nous avons relevé des valeurs très basses de 0,11

à 0,23 $\mu\text{atg/l}$, ces concentrations sont proches de celles relevées par Tellai (1964) et Samson-Kechacha (1981), à peu près à la même période dans la baie d'Alger, en surface. dans la station_P, les quantités de phosphates sont plus importantes et varient dans l'ensemble entre 0,23 et 0,35 $\mu\text{atg/l}$.

Les valeurs maximales relevées, étaient de 0,84 $\mu\text{atg/l}$ le 23 Mai et 0,94 $\mu\text{atg/l}$ le 13 Juin. Ces valeurs sont probablement dues aux apports d'eaux usées du port. Pincemin (1966) a observé le même phénomène près du port de la baie d'Alger.

2-2-2-5 Les nitrates

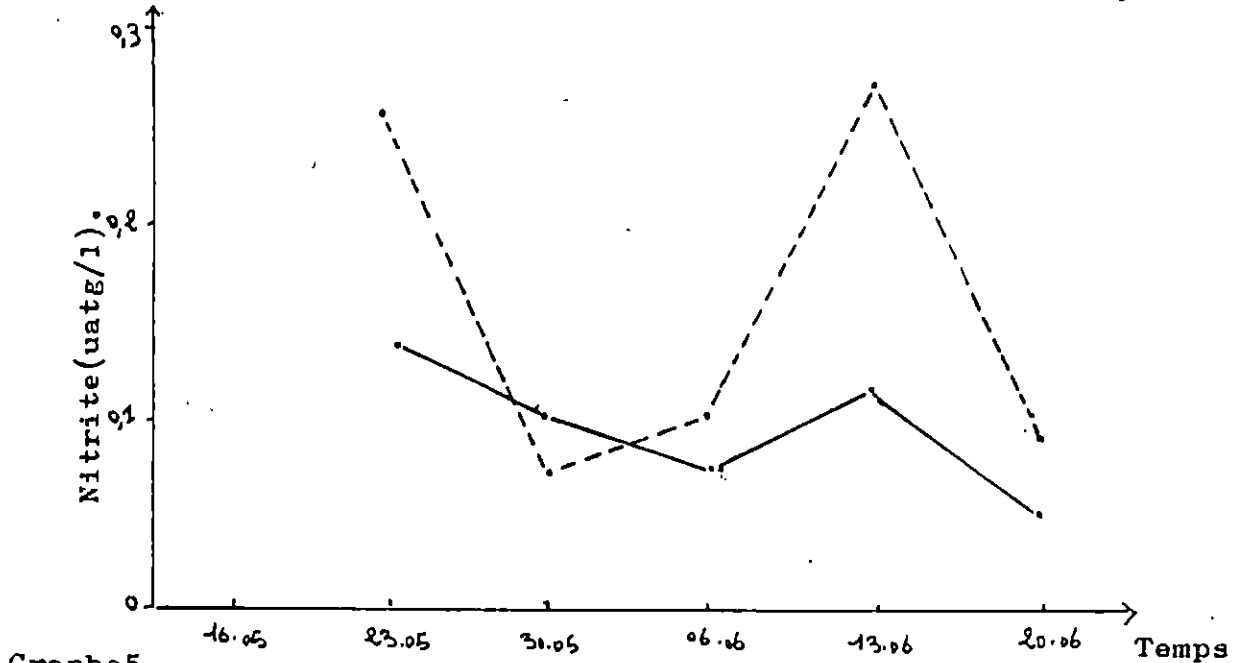
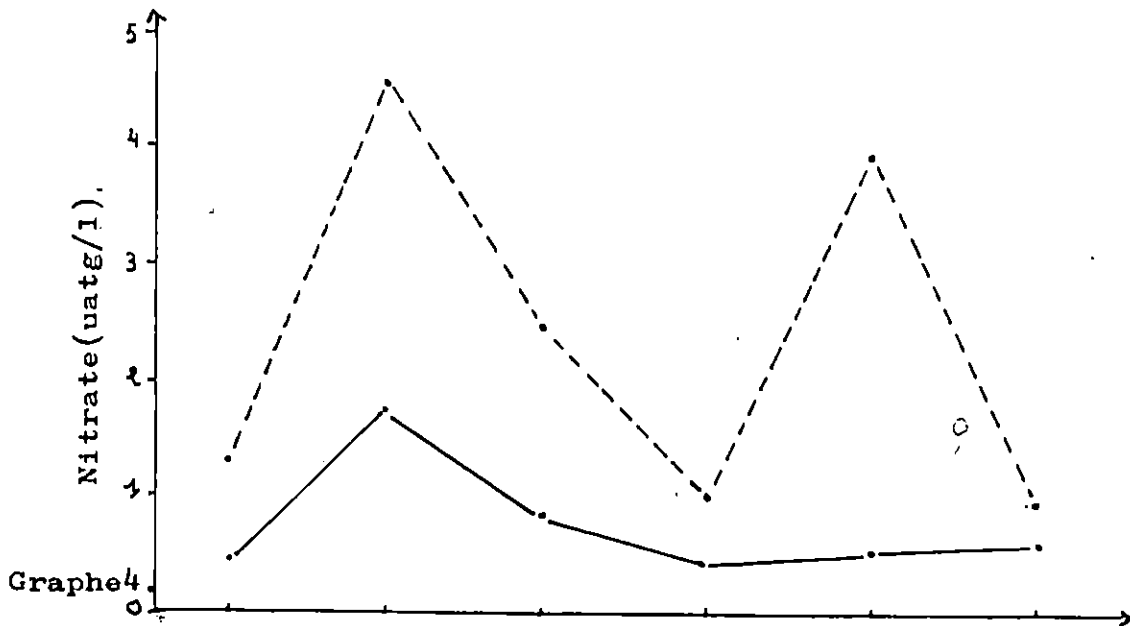
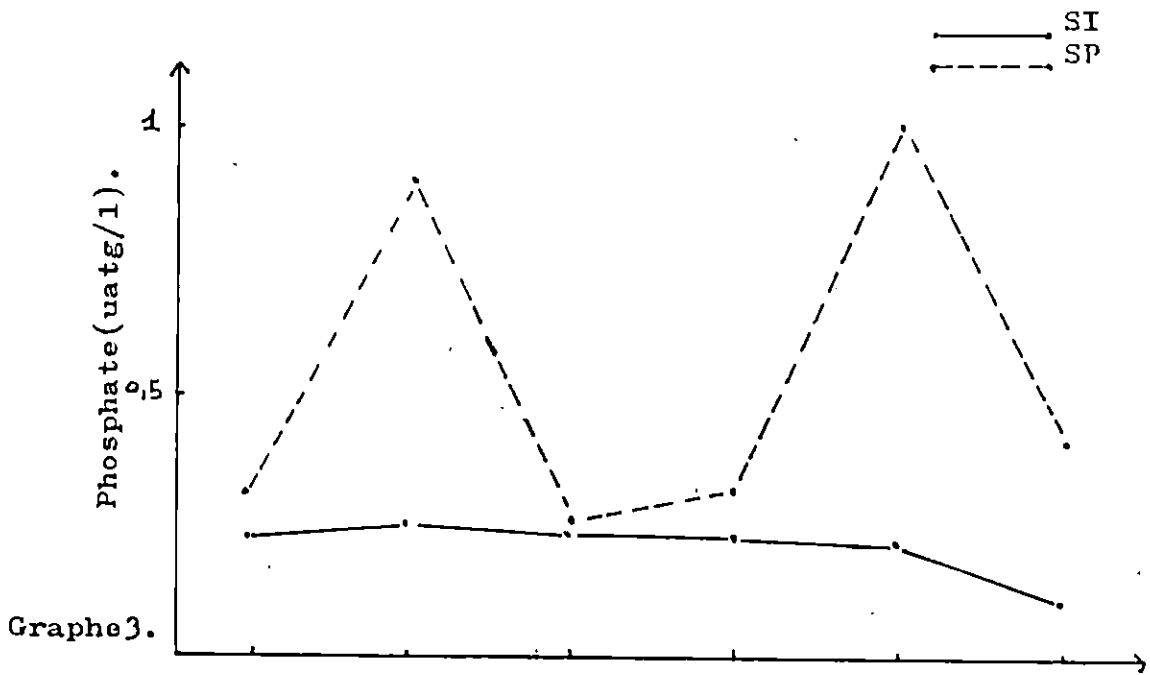
Contrairement aux phosphates, les concentrations en nitrates sont plus élevées.

Le graphe n°4 nous indique que dans la station_I, les teneurs ont généralement varié entre 0,40 et 0,84 $\mu\text{atg/l}$ avec un maximum de 1,78 $\mu\text{atg/l}$ le 23 Mai.

Par contre en station_P, les concentrations en nitrates sont beaucoup plus élevées avec un maximum observé le 23 Mai de 4,63 $\mu\text{atg/l}$, alors que le minimum a varié entre 0,11 à 1,08 $\mu\text{atg/l}$ d'une façon irrégulière.

2-2-2-6 Les nitrites

Les concentrations en nitrites relevées (graphe n°5), ont été très faibles et ont varié de 0,04 à 0,27 $\mu\text{atg/l}$, cependant la station_P a été plus riche que la station_I.



Graph 5. Variations des sels nutritifs du mois de mai et

2-3 Discussion à propos des caractères physico-chimiques

2-3-1 Température

La température de l'air tend à s'équilibrer avec celle de l'eau de surface par suite de la mise en jeu de la conduction thermique, de ce fait nous assistons durant notre étude à un réchauffement de l'eau de mer parallèlement au réchauffement de l'air.

Le maximum mesuré était à la fin Juin (23°C).

Les vents ont une influence sur la température de l'eau et peuvent avoir une action par suite de l'accélération de l'évaporation et de l'accroissement de la surface de contact entre l'air et l'eau (Travers, 1971).

2-3-2 Salinité

Selon Lalami-Taleb (1971), les pourcentages des eaux Atlantiques de mélange et Méditerranéennes se répartissent comme suit:

Salinité: Eaux Atlantiques, variant de 36 à 36,9‰.

Eaux de mélange, variant de 37 à 37,7‰.

Eaux Méditerranéennes, variant de 37,8 à 39‰.

Les valeurs observées durant nos prélèvements ont varié entre 36,26 et 38,20‰. A deux reprises nous avons relevé une salinité de 35,90‰ entre le 06 et le 13 Juin dans la station₂ qui provient de dilution superficielle d'origines diverses, telles que les rejets locaux du port et les pluies. La valeur 36,26‰ relevée dans la station₁, le 16 Mai ne peut pas correspondre aux salinités d'eaux Atlantiques, car les vents dominants ne sont pas favorables à des apports d'eaux Atlantiques vers la côte.

Quant à l'existence d'une salinité de 38 ‰, celle-ci peut être due à une évaporation intense observée le 20 Juin dans la station_r et qui coïncide avec une élévation de température pendant cette période.

2-3-3 Sels nutritifs

Les nitrates et les phosphates ont des origines et des cycles différents en Méditerranée. Cette dernière est enrichie en sels nutritifs par les eaux Atlantiques par Gibraltar (Sournia, 1973; Lalami-Taleb, 1971).

2-3-3-1 Les phosphates

Comme nous l'avons déjà signalé, les concentrations en phosphates dans les deux stations ont été assez faibles, cependant la station_e a représenté des teneurs relativement plus élevées que celles de la station_r, cela peut être dû à des rejets d'eaux usées provenant de l'égout principal du port, à une reminéralisation locale ou une consommation de ces sels par le phytoplancton. Selon Bougis (1974), les phosphates ont une grande variation au cours de l'année dans la zone superficielle éclairée qui note un minimum en été et un maximum en hiver alors que les couches profondes révèlent des réserves assez importantes.

2-3-3-2 Les nitrates

Les taux de nitrates ont été assez importants durant notre étude, surtout dans la station_e, selon Bernard (1948), les nitrates semblent limiter beaucoup moins que les phosphates la production du phytoplancton, cependant ils peuvent être limitants dans les eaux superficielles (Jacques, 1979).

Les concentrations maximales relevées dans la station_e sont dues au

(régénération bactérienne ou par le zooplancton).

2-3-3-3 Les nitrites

Le taux de nitrite était très faible allant de 0,04 à 0,2 $\mu\text{atg/l}$ dans les deux stations, mais cela ne peut influencer le développement du phytoplancton, étant donné que les phytoplanctons absorbent les nitrates d'abord du milieu, et comme notre zone d'étude était relativement riche en ces derniers, les nitrites n'ont pas été un facteur limitant.

CHAPITRE III

ETUDE BIOLOGIQUE

CHAPITRE 3 : ETUDE BIOLOGIQUE

3-1 Méthode : Etude des échantillons par la méthode d'Utermöhl

La concentration des organismes microplanctoniques a été effectuée suivant le processus de sédimentation mis au point par Utermöhl (1931-1958) *in* Travers 1971).

C'est l'une des techniques les plus utilisées pour l'étude du phytoplancton, elle consiste en l'examen à l'aide d'un microscope inversé Zeiss (type IM 35) de matériel fixé et sédimenté. En même temps que les numérations, on procède à l'identification des espèces.

3-1-1 Fixation

La fixation des échantillons a été effectuée à l'aide de formol neutre afin d'obtenir une concentration finale d'environ 4%.

Cette fixation a toujours été réalisée immédiatement après le prélèvement afin d'éviter toute détérioration ou multiplication des Protistes marins.

Il existe cependant d'autres fixateurs comme le Lugol qui est bien adapté aux Diatomées, aux Nanoflagellés nus, aux Dinoflagellés, mais mal adaptée aux Coccolithophorides (Travers, 1961 *in* Travers, 1971).

L'examen de nos échantillons a été réalisé peu de temps après les prélèvements afin d'éviter tout risque de détérioration des cellules.

3-1-2 La concentration des organismes par sédimentation

agités doucement mais très longuement à la main (50 fois) afin de remettre en suspension tout le seston et de décoller les organismes qui peuvent adhérer aux parois (Jacques, 1978; Travers, 1971).

L'échantillon est alors transvasé avec précaution dans des tubes à fond amovible.

Pour nos échantillons nous avons utilisé des chambres de 50 ml ou de 100 ml lorsque cela s'est avéré nécessaire. Les tubes placés en lumière atténuée sur une surface parfaitement horizontale à température constante (Jacques, 1978).

La durée de sédimentation est de 24h pour 10 cm de hauteur, le seston sédimenté au fond du tube qui est constitué d'une lamelle en verre. Après avoir enlevé le surnageant, en faisant glisser le tube, l'échantillon est prêt pour l'observation au microscope.

3-1-3 Calculs des densités cellulaires

Les espèces les plus nombreuses et les plus petites ont été dénombrées dans une ou deux bandes diamétrales, à l'objectif (x40) et sur la totalité du volume sédimenté, à l'objectif (x16) pour les espèces les plus grandes et les moins nombreuses.

Les résultats sont exprimés en cellules par litre.

3-2 Résultats de l'étude biologique

3-2-1 Etude qualitative

La détermination du phytoplancton a été réalisée à l'aide de quelques ouvrages de base tels que (Sournia, 1986; Balech, 1988; Rabenhorst, 1971).

La liste des principales espèces récoltées (Tab.n°8) ne constitue pas un inventaire complet du microplancton, mais donne un aperçu des formes les plus courantes, car notre étude a essentiellement un but quantitatif.

3-2-1-1 Les Nanoflagellés nus

Ils ont constitué le groupe le plus important numériquement, leur taille est inférieure à 5 μm , leur présence a toujours été régulière au cours de notre étude, mais comme il s'agit d'un des ensembles vivants les plus difficiles à étudier en raison de leur petite taille, nous nous sommes contentés de les énumérer sans identifier les espèces.

3-2-1-2 Les Coccolithophorides

Les Coccolithophorides ont toujours été présents dans les deux stations, mais le même problème de détermination des espèces s'est posé, donc comme pour les Nanoflagellés nus, nous avons uniquement énuméré les organismes.

3-2-1-3 Les Diatomées

42 espèces récoltées appartenant à 21 genres ont été recensées, toutefois nous remarquons que ce groupe est plus important que les Dinoflagellés cuirassés, les espèces régulièrement présentes tout au long des deux mois de prélèvement sont les suivantes:

- Hemiaulus haukii : espèce rencontrée durant toute la période de travail en particulier dans la station.

mois d'étude et cela dans la station_r et la station_e.

- Licmophora gracilis : cette espèce a été présente tout le long de l'étude dans les deux stations.

- Petites diatomées centriques : espèce très fréquente tout le long de l'étude.

D'autres espèces moins fréquentes mais assez bien représentées ont été recensées :

- Chaetoceros radicans : espèce rencontrée à deux reprises.

- Chaetoceros socialis : assez fréquente, présente pratiquement tout le long de notre étude, elle est mieux distribuée dans la station_e.

- Leptocylindrus danicus : assez fréquente, rencontrée fin mai, début juin.

- Licmophora abreviata : rencontrée principalement en début mai et en fin juin dans les deux stations.

- Navicula distans : assez fréquente surtout dans la station_e.

- N.spp : assez fréquentes.

- Pleurosigma nicobaricum : récoltée entre le 23 et le 30 mai.

- Rhizosolenia delicatula : récoltée uniquement en SI à la fin du mois de juin.

3-2-1-4 Les Dinoflagellés

3-2-1-4-1 Les Dinoflagellés cuirassés

21 espèces appartenant à neuf genres ont été

régulièrement présentes tout au long des deux mois de prélèvement sont les suivantes:

- Prorocentrum apora : très présente dans la station_F, tout au long du mois de juin.
- Prorocentrum cordata : cette espèce a été trouvée dans les deux stations, elle semble plus fréquentedans la station_F.
- Prorocentrum marina : récoltée une seule fois dans la station_r et semble régulière et fréquente dans la station_F.
- Prorocentrum micans : espèce très fréquente, a été présente pendant les deux mois de prélèvement et dans les deux stations.
- Protoperidinium Spp : espèces qui ont été présentes durant toute notre étude dans les deux stations.
- d'autres espèces assez fréquentes ont été identifiées:
 - Ceratium furca : espèce néritique assez mal représentée dans nos deux stations, elle a été régulièrement présente entre le 16 et le 23 mai puis est devenue rare à partir du 30 mai.
 - Gonyaulax Sp : espèce assez fréquente surtout dans la station_F.
 - Prorocentrum cornutum : récoltée uniquement dans la station_F, elle a été assez fréquente.
 - Prorocentrum scutellum : récoltée dans la station_F, espèce assez fréquente.

3-2-1-4-2 Les Dinoflagellés nus

Les Gymnodiniens, autres flagellés nus, ont

Tableau n°8: Distribution temporelle des principales espèces récoltées.

GROUPES	STATION _r						STATION _p					
	MAI			JUIN			MAI			JUIN		
	16	23	30	06	13	20	16	23	30	06	13	20
<u>COCCOLITHOPHORIDES</u>												
Coccolithophorides	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>NANOFLAGELLES NUS</u>												
Nanoflagellés nus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>DIATOMÉES</u>												
<u>Biddulphia</u> sp	+											
<u>Chaetoceros atlanticus</u> (Cleve)							+	+				
<u>C.radicans</u> (Schütt)		+					+		+			
<u>C.socialis</u> (Lauder)			+	+	+		+		+	+	+	+
<u>C.sp</u>						+						
<u>C.tortissimum</u> (Gran)						+						
<u>Coscinodiscus</u> sp			+			+		+	+			
<u>Coscinossira polychorda</u> (Cran)										+		
<u>C.sp</u>						+						
Petits Diatomées centriques		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>Epithenia</u> sp		+										
<u>Fragilaria</u> sp	+											
<u>Gephyria media</u> (Arnott)		+										
<u>Hemiaulus haukii</u> (Grunow)	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+
<u>Leptocylindrus danicus</u> (Cleve)		+	+	+			+		+	+		
<u>Licmophora abbreviata</u> (Agardh)	+					+	+				+	
<u>L.gracilis</u> (Erenb)		+	+	+	+	+		+	+		+	+
<u>Nastogloria finbriata</u> (Brightwel)	+						+					
<u>M.perfecta</u> (Ricard)							+					
<u>Navicula distans</u> (Gregory)		+			+	+		+	+			
<u>N.sp</u>	+	+	+									
<u>Nitzschia bilbota</u> (Smith)												+
<u>N.closterium</u> (Erenb)	+											
<u>N.longissima</u> (Ralfs)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>N.pendioformis</u> (Gregory)		+										
<u>N.pacifica</u> (n.Sp)				+								
<u>N.pungens</u> (Grunow)						+						
<u>N.serriata</u> (Cleve)				+								
<u>N.sp</u>			+			+	+					
<u>Pleurosigma hamuliferum</u> (Brun and Tempère)					+							
<u>P.nicobaricum</u> (Grunow)		+		+				+	+			
<u>Schroderella delicatula</u> (H.perag)					+							
<u>S.sp</u>											+	
<u>Skeletonema costatum</u> (Cleve)						+						
<u>Rhizosolenia calcar avis</u> (Scholtze)							+					
<u>R.delicatula</u> (Cleve)					+	+						
<u>R.fragillissima</u> (Bergon)	+					+	+		+		+	
<u>R.stolterfahii</u> (Peragallos)			+					+				
<u>R.sp</u>							+					

Tableau n°8 (suite)

GROUPES	STATION ₁					STATION ₂				
	MAI		JUIN			MAI		JUIN		
<u>Tallassiosira rotula</u> (Meunier)					+					
<u>Tropidoneis lepidoptera</u> (Gregory)					+					
DINOFLAGELLES CUIRASSES										
<u>Ceratium furca</u> (Erenb)	+	+				+				
<u>Centrodinium</u> sp							+			
<u>Dinophisys</u> sp				+		+				
<u>Dinotrix</u> sp	+									
<u>Goniaulax minuta</u> (Diesing)								+		
<u>G.sp</u>		+				+		+		+
<u>Leptodinium</u> sp	+									
<u>Ornithocerlus</u> sp						+				
<u>Prorocentrum apora</u> (Schiller)			+	+				+	+	+
<u>P.cordata</u> (Ostenfeld)				+	+		+	+	+	+
<u>P.Cornutum</u> (Schiller)										+
<u>P.lotispinum</u>										+
<u>P.micans</u> (Erenb)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>P.marina</u> (Cienkowsky)		+				+		+		+
<u>P.maximum</u> (Schiller)				+						
<u>P.scutellum</u> (Schröder)			+			+	+			
<u>P.sp</u>				+		+				
<u>Protoperidinium</u> sp		+	+	+	+		+	+	+	+
<u>P.wiesneri</u> (Schiller)								+		
<u>P.pellucidum</u> (Bergh)						+				
<u>Pyrocystis lunula</u> (Schütt)									+	
GYMNODINIENS										
<u>Amphidinium</u> sp	+									
<u>Amphisoma</u> sp			+							
<u>Gymnodinium</u> sp	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

été dénombrés à part, ils n'ont pas été identifiés en raison de leurs petites tailles, ils ont été fréquents tout le long de l'étude.

L'inventaire floristique dressé durant notre étude a été assez varié, les populations phytoplanctoniques ont été représentées le plus souvent par des espèces dominantes et régulières tout le long de notre étude.

Si l'on compare cette identification spécifique par rapport aux travaux de Tellai (1964) et Gaumer (1981) à peu près à la même période en baie d'Alger et en surface, nous retrouvons quelques espèces communes qui ont proliféré durant notre étude telles que : Prorocentrum micans, Protoperidinium Spp, Leptocylindrus danicus, divers Chaetoceros, Nitzschia longissima, N.closterium, Navicula distans, Hemiaulus haukii, Rhizosolenia fragilissima.

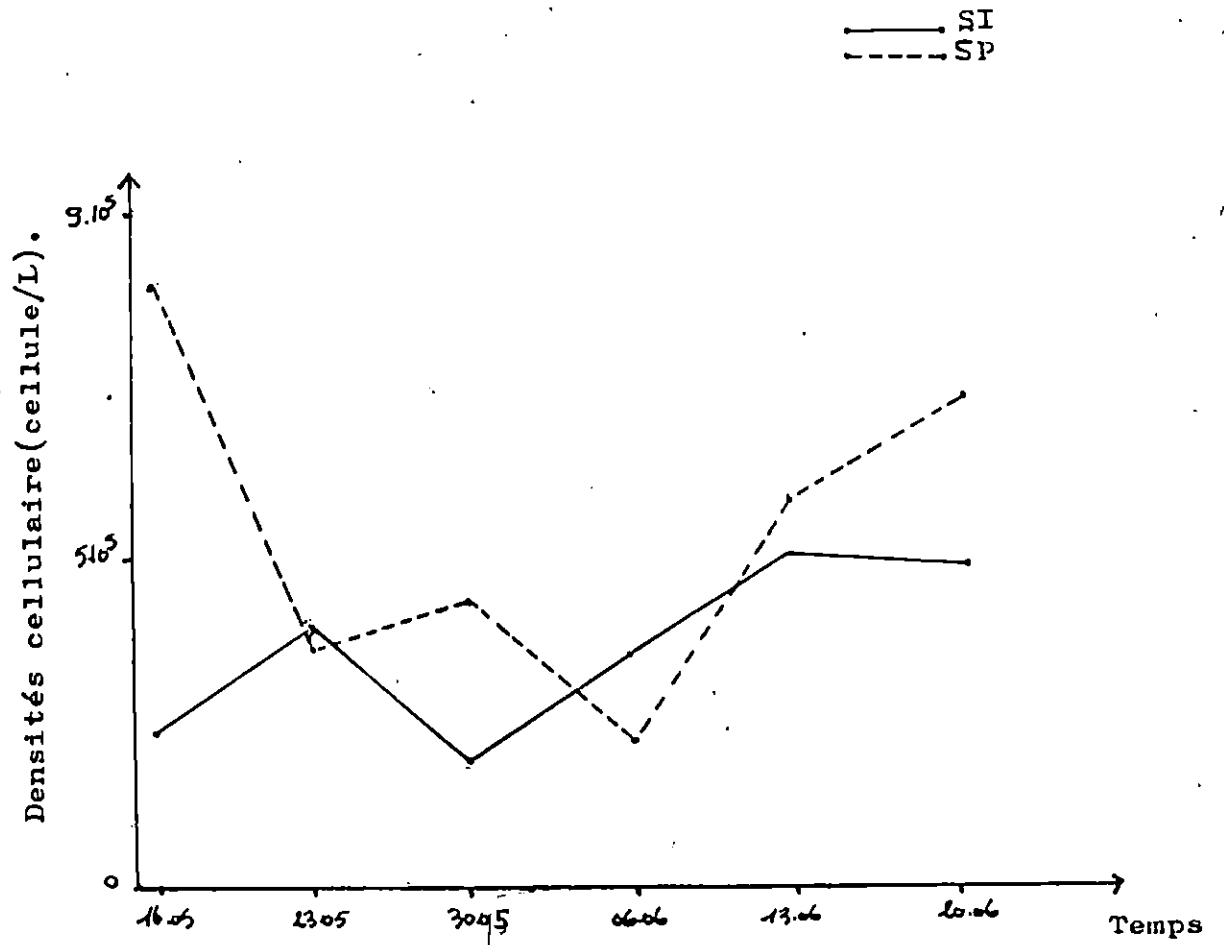
3-2-2 Etude quantitative

3-2-2-1 Variations des densités cellulaires totales

Nous avons réalisé une estimation des densités de population de la zone de Sidi-Fredj, en fournissant des résultats sur la variation des populations phytoplanctoniques totales selon le graphe n°6 nous avons pu tirer des conclusions:

Station_x

Comme l'indique nettement le tableau ci-après , l'étude des variations cellulaires totales dans la station_x a montré qu'à partir du 16 mai, début de nos prélèvements, le phytoplancton a présenté une population peu abondantes avec une densité de 241000 cellules/litre, nous assistons à une légère poussée le 23 mai avec 390000 cellules/litre, un déclin succède à cette poussée avec 199000 cellules/litre et précède une nouvelle poussée qui se poursuit jusqu'au 13 juin avec 495000 cellules / litre, une semaine après, les densités cellulaires totales du phytoplancton diminuent légèrement



Graph 6. Variation des densités cellulaire totale du Phytoplankton.

Tableau n°9: Variation des densités cellulaires totales dans le temps

DATES	STATION _r	STATION _p
16.05.1992	241 000	801 000
23.05.1992	390 000	365 000
30.05.1992	199 000	438 000
06.06.1992	348 000	222 000
13.06.1992	495 000	585 000
20.05.1992	486 000	723 000

atteignant 486000 cellules/litre.

Station_e

Dans cette station, les densités cellulaires totales, sont plus élevées que dans la station_r, le premier prélèvement (16 mai) présente le maximum observé durant toute l'étude avec 801000 cellules/litre un déclin rapide s'observe jusqu'au 23 mai avec 365000 cellules/litre à partir de ce jour jusqu'au 30 mai, les densités atteignent 438000 cellules/litre, suivies d'un déclin qui se poursuit jusqu'au 06 juin avec 222000 cellules/litre, cependant dans les 15 jours suivants, se produit une poussée relativement importante avec 723000 cellules/litre observé le 20 juin.

3-2-2-2 Résultats de l'étude quantitative des principaux groupes taxonomiques

3-2-2-2-1 Les Nanoflagellés nus

Nous avons déjà signalé les difficultés rencontrées dans l'identification et l'énumération de ces organismes, bien que ces espèces n'aient pas séjourné longtemps dans le liquide fixateur, une semaine suffisait pour fausser l'étude de ces flagellés petits et mous (Lalami-Taleb, 1971). Néanmoins malgré ces difficultés, leur nombre reste le plus élevé par rapport aux autres phytoplanctontes. (Annexe 2)

Station_r

Le graphe n°7, schématisant la répartition de ces Nanoflagellés nus, montre qu'à la mi-mai, ces derniers présentent une population peu abondante avec une densité de 77000 cellules/litre, nous assistons à une légère poussée le 23 mai avec 130000 cellules/litre, un déclin rapide succède à

cette poussée avec 31500 cellules / litre, et précède une nouvelle poussée qui se poursuit jusqu'au 13 juin (267000 cellules/litre), une semaine après, cette population atteint une valeur de 182000 cellules/litre, cette densité cellulaire concorde avec celle trouvée par Lalami-Taleb (1971), lors de son étude au large de la baie d'Alger aux mois de mai et juin en surface.

Station_r

Quant à la station_r, nous remarquons, le 16 mai une population relativement importante avec une densité de 267000 cellules/litre un déclin rapide s'observe jusqu'au 30 mai atteignant le minimum avec une densité de 24.000 cellules/litre, à partir du 06 juin, une nouvelle poussée qui se poursuit jusqu'au 20 juin atteignant son maximum avec 449000 cellules/litre.

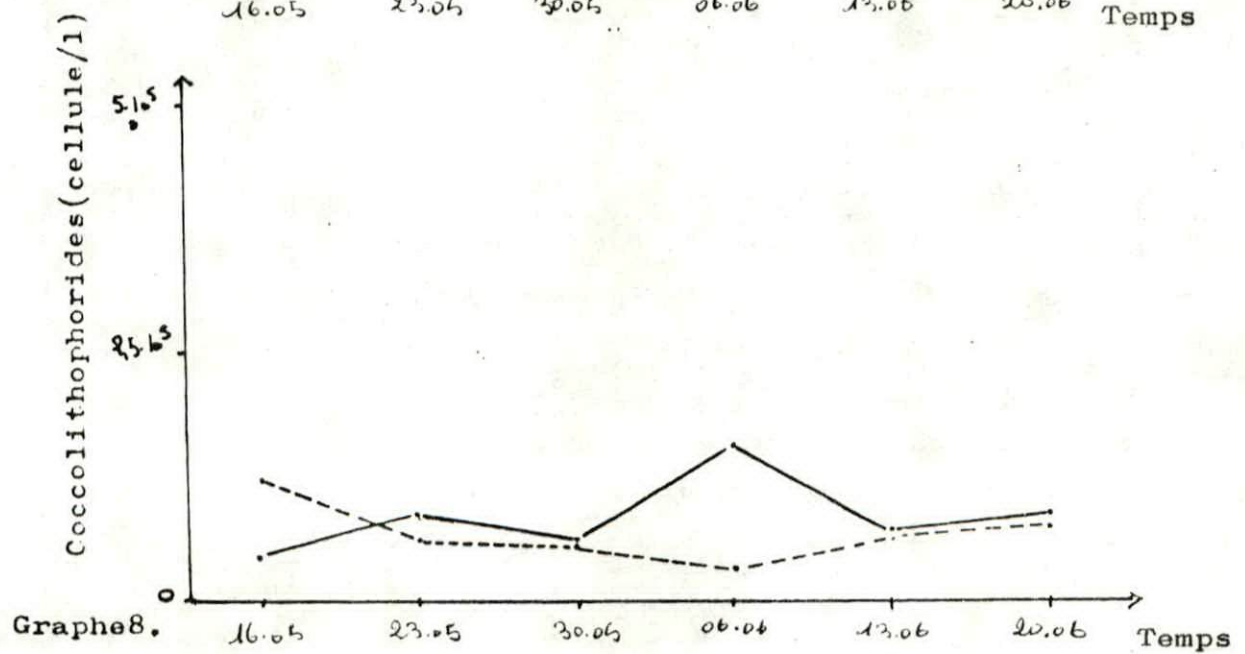
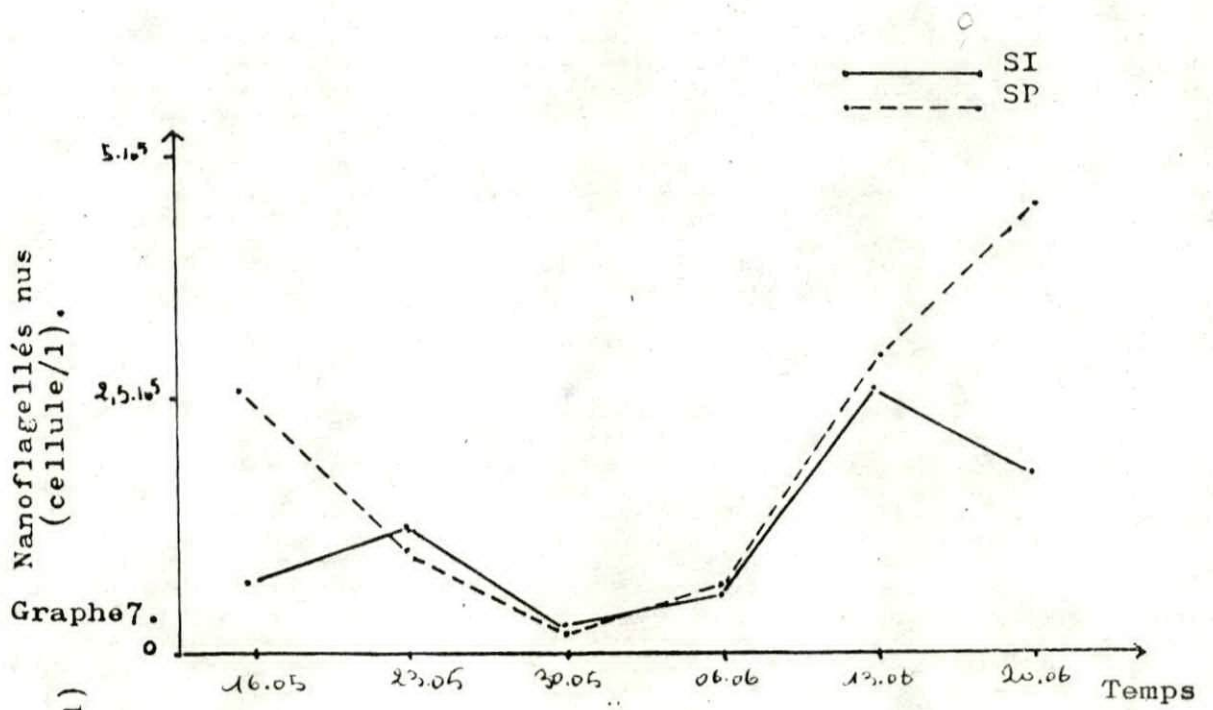
Nous signalons que pour le graphique n°7 concernant les densités de Nanoflagellés nus dans les deux stations évoluent de la même manière, sauf pour la première et la dernière sortie.

Les Nanoflagellés nus sont très abondants (Bernard, 1956; Tellai, 1964; Lalami-Taleb, 1971; Illoul, 1991), ils représentent en moyenne dans la station_r 126000 cellules/litre (28%) et dans la station_r 200000 cellules/litre (34%) des populations totales du phytoplancton dans notre étude.

3-2-2-2-2 Les Coccolithophorides

Ces flagellés calcaires sont abondants dans les eaux tempérées et chaudes, ils forment 30 à 95% des populations phytoplanctoniques en Méditerranée (Pères et Devèse, 1963; Bernard, 1956, Lecal, 1952; Tellai, 1964; Lalami-Taleb, 1971).

Lors de notre étude, comme le montre le graphe n°8, nous avons remarqué que les Coccolithophorides représentent en moyenne



Variations des densités cellulaire du Phytoplancton
du mois de mai et juin 1992.

89000 cellules/litre dans la station_r (20%) et 71000 cellules/litre (12%) dans la station_e des populations totales du phytoplancton.

Station_r

Le prélèvement du 16 mai nous révèle que les densités de population de cette station sont relativement faibles avec 51 000 cellules/litre par rapport à la station_e (125000 cellules/litre), cette pauvreté se poursuit jusqu'au 30 mai avec 65000 cellules/litre.

Une poussée rapide succède à cette pauvreté, atteignant son maximum avec 163000 cellules/litre le 06 juin. Une semaine après, on observe une baisse de densité atteignant son minimum le 13 juin avec 70000 cellules/litre.

Station_e

Quant à cette station, le graphe n°8 montre qu'à la mi-mai, les Coccolithophorides présentent une population dense avec 125000 cellules/litre, nous assistons à une décroissance régulière qui se poursuit jusqu'au 6 juin avec 34000 cellules/litre, cette valeur est de même ordre que celle trouvée par LALAMI-Taleb (1971) à la même période. Deux semaines après, cette population atteint 77000 cellules/litre.

3-2-2-2-3 Les Diatomées

Dans notre zone d'étude, les Diatomées représentent en moyenne 90000 cellules/litre (20%) dans la station_r et 72000, cellules/litre (12%) dans la station_e des populations totales, les eaux claires semblent plus favorables à ces Protistes, puisqu'ils se développent le mieux dans la

Station₁

Les résultats représentés sur le graphe n°9 des prélèvements effectués dans la station₁, montrent deux pics : un le 23 mai et l'autre le 20 juin. Au début des prélèvements, les densités des Diatomées sont faibles (58700 cellules/litre).

A partir du 23 mai, nous assistons à une légère floraison, les espèces responsables sont représentées par Nitzschia longissima, de petites Diatomées centriques et Leptocylindrus danicus.

Ce pic est suivi d'un minimum de 44200 cellules/litre le 6 juin, où seules quelques espèces subsisteront, telles que : Nitzschia longissima et Chaetoceros socialis, cependant dans les 15 jours suivants, se produit une poussée brève, mais abondante avec un maximum de 177000 cellules/litre.

Les espèces responsables de cette poussée sont : Nitzschia longissima, N. pungens, Hemiaulus haukii, de petites Diatomées centriques, Skeletonema costatum, Chaetoceros sp., Thalassiosira rotula, Licmophora gracilis, L. abrèviata, mais l'espèce principale a été Nitzschia longissima. Selon Lalami-Taleb (1971) et Pincemin (1966), c'est un phénomène général en Méditerranée, que la prolifération de Nitzschia longissima coïncide avec un brusque accroissement de la lumière, cela a été observé ce jour là (le 20 juin) et sans que la température de l'eau soit modifiée.

Station₂

Selon le graphe n°9, le 16 mai nous observons que cette population est abondante avec une densité maximale de 136000 cellules/litre, les espèces responsables de cette floraison sont les suivantes : de petites Diatomées centriques, Hemiaulus haukii, Nitzschia longissima, et

A cette première poussée succède une période d'activité réduite qui va voir disparaître de nombreuses espèces, seules subsisteront. Après deux semaines (30 mai) des espèces benthiques telles que Nitzschia longissima ou de petites Diatomées centriques.

Au début du mois suivant, nous assistons à un léger accroissement, mais, les Diatomées ne forment cependant qu'une population peu dense de 74600 cellules/litre représentées toujours par de petites Diatomées centriques, Rizosolenia delicatula, Hemiaulus haukii, Nitzschia longissima, N. pungens, Licmophora gracilis, L. abrèviata, Skeletonema sp, Chaetoceros sp et Thalassiosira rotula.

Après ce développement, ^{nous} notons une période de stabilité qui se poursuit jusqu'au 20 juin avec des densités cellulaires inférieures à 75000 cellules/litre correspondant à quelques espèces dominantes telles que Nitzschia longissima, Hemiaulus haukii et quelques petites Diatomées centriques.

Notons que les eaux étudiées ont été généralement fréquentées par les mêmes espèces dominantes telles que Nitzschia longissima et Hemiaulus haukii, qui selon Lalami-Taleb (1971) participent à toutes les poussées avec une importance quantitative variable selon les saisons.

3-2-2-2-4 Les Dinoflagellés cuirassés

Les Dinoflagellés cuirassés sont très abondants surtout en été dans les couches éclairées (Bernard, 1956; Lecal, 1952; Tellai, 1964).

Station:

et juin 1992 sont caractérisés par une extrême pauvreté en Dinoflagellés cuirassés dans cette station, représentés seulement par des kystes de Protoperidinium et quelques espèces telles que Prorocentrum micans, P.marina, P.cordata et Gonyaulax sp.

Le maximum des densités a été observé le 16 mai avec 28 000 cellules/litre cette pauvreté s'accroît jusqu'au 20 juin, à ce moment les valeurs des densités cellulaires sont à 40 cellules /litre seulement.

Station

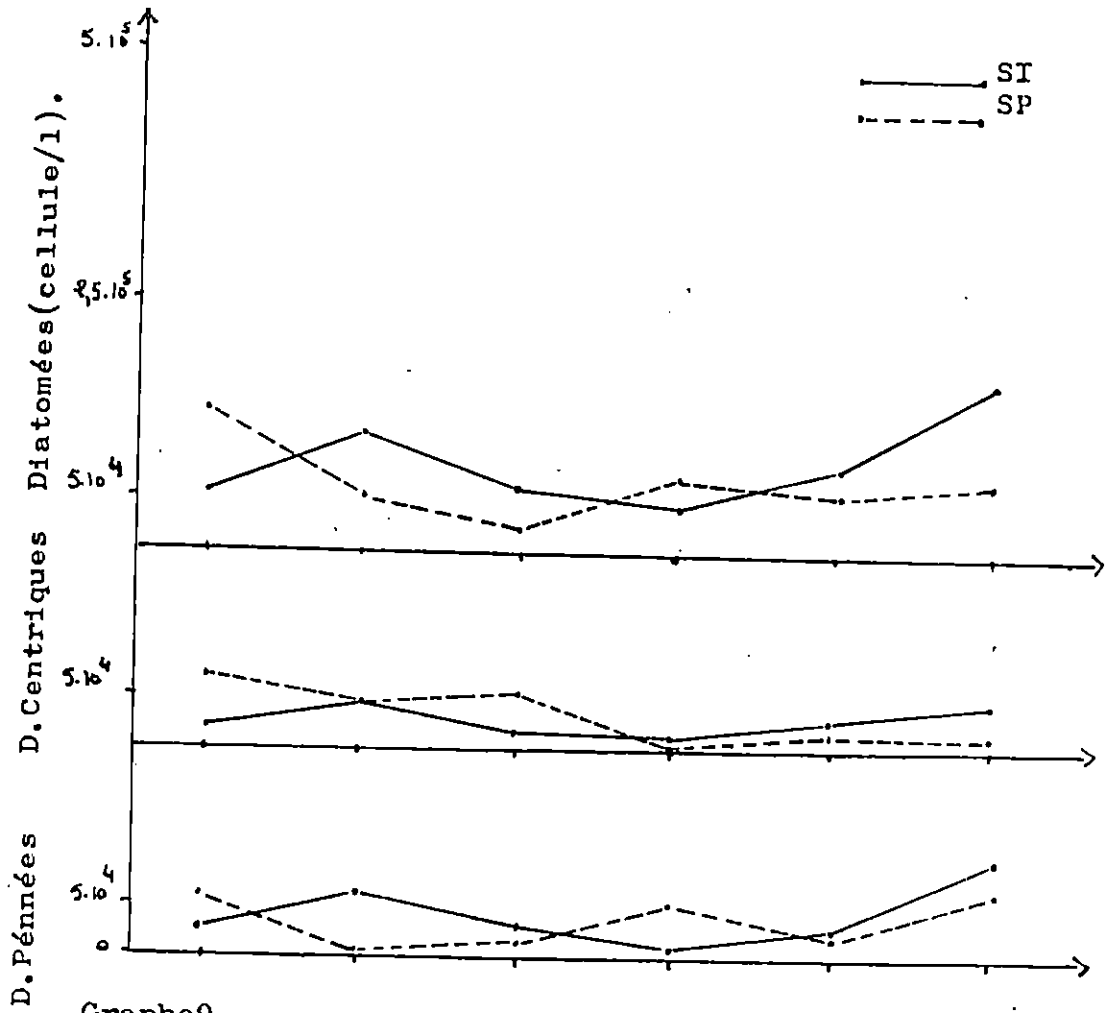
Comme le montre toujours le graphique n°10, les résultats de cette station sont complètement différents de ceux de la station_r.

Après le 16 mai, date à laquelle la densité cellulaire est de 181500 cellules/litre représentée par des kystes de Protoperidinium, nous assistons à un fléchissement des populations de Dinoflagellés cuirassés le 23 mai.

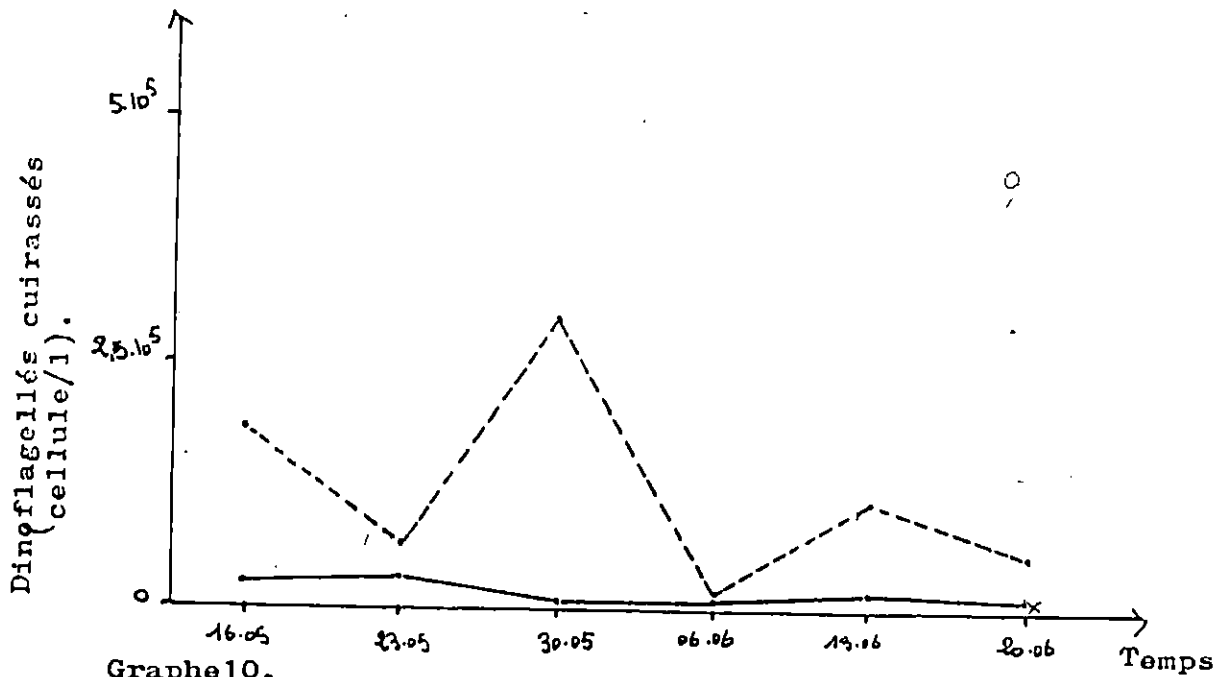
Un développement massif atteignant un maximum de 287000 cellules/litre est observé le 30 mai, les espèces responsables de cette prolifération sont : Prorocentrum apora, P.marina, P.cordata, mais cette poussée est de courte durée car une chute brutale s'observe le 6 juin avec un minimum de 4600 cellules/litre. Seules subsisteront les espèces suivantes:

Prorocentrum micans, P.apora, et des kystes de Protoperidinium.

Une deuxième floraison s'observe à la mi-juin, mais moins importante que la première (105000 cellules/litre), un déclin rapide succède à cette floraison et atteint le 20 juin 43700 cellules/litre seules subsisteront les kystes de Protoperidinium, et les espèces Prorocentrum apora, et



Graphe9.



Graphe10.

Variations des densités cellulaires du Phytoplancton du mois de mai et juin 1992.

3-2-2-2-5 Les Gymnodiniens

Les Gymnodiniens ont été présents d'une façon régulière durant les deux mois d'étude, le graphique n°11 nous donne les résultats suivants:

Station₁

Le mois de mai a été caractérisé par une pauvreté en Gymnodiniens, le maximum a été observé le 16, avec une valeur de 25000 cellules/litre.

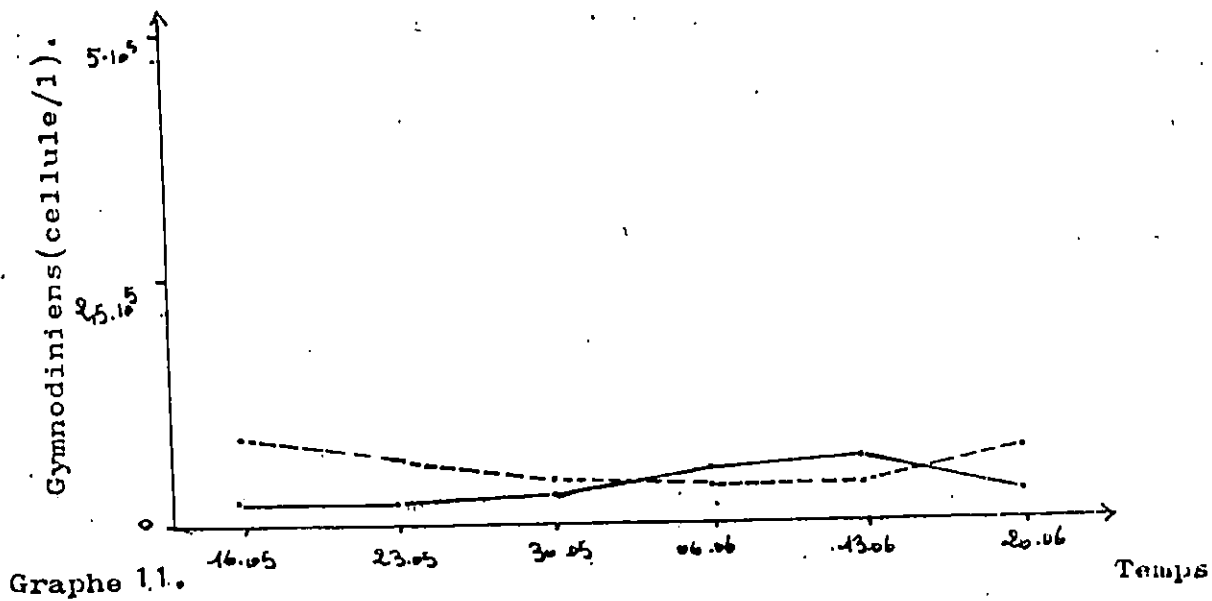
A partir du 30 du même mois, nous assistons à un léger développement avec une valeur maximale de 64 000 cellules/litre le 13 juin, mais cette période d'activité est suivie d'une réduction de la population qui atteint le 20 juin 36000 cellules/litre.

Station₂

Les Gymnodiniens ont formé une population relativement dense, qui est totalement opposée à celle de la station₁.

Dès le 16 mai nous observons des densités cellulaires égales à 91500 cellules/litre. Celle-ci diminue graduellement jusqu'au 06 juin où elle atteint alors un minimum de 40000 cellules/litre.

Les Gymnodiniens reprennent leur activité et atteignent une densité égale à 78600 cellules/litre le 20 juin. Selon divers auteurs (Jacques, 1968; Lecal, 1952), la plus grande abondance se situe généralement au niveau 0m.



Graph 1.1. Variations des densités cellulaire du Phytoplancton du mois de mai et juin 1992.

3-3 Conclusion de l'étude biologique

L'étude des différentes poussées phytoplanctoniques au cours des mois de mai et juin 1992, nous permet de conclure que les densités cellulaires des Protistes marins existant dans la station_P sont nettement supérieures à celles de la station_R et leurs évolutions sont complètement opposées. Cependant les densités maximales ou minimales des groupes phytoplanctoniques de la station_R évoluent avec celles de la station_P.

Du point de vue qualitatif, nous avons remarqué que les espèces dominantes et responsables des poussées ont été toujours les mêmes tout le long de l'étude. La prédominance des Nanoflagellés nus a été pour les deux stations, suivie des Diatomées, puis les Coccolithophorides, les Dinoflagellés cuirassés et enfin les Gymnodiniens.

CHAPITRE IV

RELATION ENTRE LE PHYTOPLANCTON ET LES FACTEURS DU MILIEU.

CHAPITRE 4 : RELATION ENTRE LE PHYTOPLANCTON ET LES FACTEURS DU MILIEU

Les populations phytoplanctoniques ont varié quantitativement et qualitativement, les causes de ce phénomène sont les fluctuations atmosphériques qui agissent sur la physico-chimie des eaux et ce répercutent sur les variations des populations phytoplanctoniques.

En général, les variations des eaux de surface sont très importantes et diminuent progressivement avec la profondeur.

4-1 Influence des principaux paramètres physico-chimiques et météorologiques sur le phytoplancton

4-1-1 Température

La distribution du phytoplancton dans la zone de Sidi-Fredj, ne semble pas ou peu conditionnée par la température de l'eau car selon nos résultats, le maximum ou le minimum de développement n'est pas en relation directe avec les variations de température, en effet le minimum thermique (18°) coïncide avec un maximum des densités cellulaires totales dans la station_r et un minimum des densités dans la station_r.

Le 20 juin nous avons remarqué deux pics pour les deux stations, alors que la température est à son maximum (23°).

Les groupes taxonomiques pris séparément semblent être sensibles à la température, ce sont tout d'abord, les Coccolithophoridés qui ont présenté des variations assez brusques, c'est un groupe qui a une large répartition spatiale et saisonnière et semblent avoir un rapport avec les variations thermiques brusques du milieu (Bernard, 1942-1956; Lecal, 1952).

Les Diatomées sont favorisées par les eaux calmes et à températures basses (Kruger, 1950; Travers, 1971), cela correspond à notre période d'étude où ces dernières ont relativement bien proliféré .

Par contre les Dinoflagellés cuirassés, ont eu une relation peu importante avec la température, cependant l'espèce Prorocentrum micans a été présente tout le long de l'étude, selon Lecal (1957), elle a une biologie côtière stricte.

La présence des Gymnodiniens a été régulière, tout comme les Nanoflagellés nus, durant toute la période d'étude, donc il est difficile de relier leurs variations à celles de la température.

4-1-2 Salinité

La salinité relevée dans notre zone d'étude et les variations observées sont principalement dues à la pluviosité et aux rejets d'eaux douces usées du port.

Du 16 mai au 13 juin, la salinité a varié de 36 à 37‰, mais les densités cellulaires relevées à ce moment ne semblent pas être influencées directement par cette variation, signalons que la salinité de la station_F a diminué entre le 06 et le 13 juin alors que celle de la station_I est restée stable (Tab. A1 en annexe), ces faibles valeurs de salinité relevées dans la station_F, correspondent à une apparition brusque de Cryptophycées observée durant notre étude et qui a persisté jusqu'à la fin des prélèvements, cette observation rejoint celle de Bernard (1948) et Jacques (1968) et selon eux, le développement de ces organismes est toujours attribué à une dessalure du milieu.

4-1-3 Transparence

Comme nous l'avons déjà vu plus haut, les évaluations

différentes, la station₁ a présenté des eaux claires pendant

toute l'étude, due à un fond rocheux et d'une profondeur très faible (1 m) donc il est difficile de relier la variation du phytoplancton à celle de la transparence.

La station₂ a présenté une eau assez claire sauf entre le 13 et le 20 juin due aux pluies et vents observés pendant cette période qui a provoqué une turbulence des eaux qui a remis en suspension le matériel détritique du fond sablo-vaseux, rendant ainsi les eaux turbides. C'est une raison de la limitation de la photosynthèse donc du développement phytoplanctonique, cependant nous n'avons relevé aucune diminution des densités cellulaires totales correspondant à cette période d'agitation, mais au contraire une évolution.

4-1-4 Etat de la mer

Les eaux peu profondes et de surface subissent généralement des changements brusques, la relation état de la mer-phytoplancton est donc très délicate dans notre cas.

Rappelons que nous avons relevé au mois de mai des vents de secteur Ouest et le mois de juin des vents de secteur Est leur vitesse a varié de 5 à 15 m/s, cela correspond à des vents moyens qui ont donné une mer légèrement houleuse qui semblent ne pas trop affecter les Protistes marins étudiés, par contre nous pouvons tirer une conclusion sur les vents violents enregistrés 3 jours avant la sortie du 6 juin, car nous avons observé des populations nettement appauvries, comme les Nanoflagellés nus, les Diatomées et les Dinoflagellés cuirassés, ce n'est pourtant pas le cas des Coccolithophorides qui rejoint les observations de Lalami-Taleb (1971) en baie d'Alger où Coccolithus huxleyi a proliféré dans les eaux très agitées.

4-1-5 Les phosphates

Dans ce paragraphe nous séparerons la station_r de la station_e car leurs teneurs en sels nutritifs sont très différentes.

Station_r

Les phosphates absorbés par le phytoplancton est sous la forme minérale. Les valeurs observées durant notre étude ont été assez faibles dans cette station; la poussée phytoplanctonique du 13 juin est suivie d'une réduction extrême des phosphates (0,11 $\mu\text{atg/l}$) le 20 juin. Les Dinoflagellés cuirassés ont présenté des densités cellulaires très faibles.

Malgré ces concentrations faibles, nous signalons que les Nanoflagellés nus, les Coccolithophorides, les Gymnodiniens et les Diatomées à la même date ont poursuivi leur développement normalement, c'est peut être dû au fait que ces derniers utilisent plus vite et mieux les phosphates, et c'est pour cela que les concentrations sont faibles.

Station_e

Contrairement aux eaux de la station_r, les eaux de la station_e sont plus riches en phosphate, et cela s'explique par les rejets d'eaux usées de l'égout principal que reçoit notre station.

Nous avons observé un maximum de phosphates le 23 mai (0,84 $\mu\text{atg/l}$) et le 13 juin (0,94 $\mu\text{atg/l}$). Le premier pic précède la poussée des Dinoflagellés cuirassés du 30 mai, le deuxième pic précède celle des Nanoflagellés nus, des Coccolithophorides et des Diatomées le 06 juin.

A la fin du mois de juin, le nombre de Coccolithophorides augmente pour atteindre son maximum, alors qu'en ce moment, la courbe des phosphates présente une valeur très basse

Dans le cas des Diatomées, nous retrouvons des caractéristiques semblables à celles des Coccolithophorides, mais moins importantes, les phosphates semblent avoir un effet assez rapide sur les Dinoflagellés que sur le reste des Protistes.

4-1-6 Les nitrates

La teneur des nitrates a varié entre deux limites représentant un maximum de 4,6 $\mu\text{atg/l}$ et un minimum de 0,4 $\mu\text{atg/l}$.

Station_x

Les concentrations en nitrates dans cette station sont très faibles (0,4-1,7 $\mu\text{atg/l}$), on remarque qu'il n'y a pas une bonne concordance entre les pics des nitrates et ceux du phytoplancton, nous observons une valeur relativement élevée (1,3 $\mu\text{atg/l}$) le 23 mai, cela correspond le même jour à une poussée de Nanoflagellés nus, de Coccolithophorides et de Diatomées, par contre une diminution de Gymnodiniens.

A partir du 23 mai une régression des nitrates s'observe pour se stabiliser jusqu'à la fin de notre étude. Malgré cette pauvreté, le phytoplancton poursuit son développement, ce qui revient à dire que les nitrates n'ont pas été un facteur très limitant.

Station_e

Inversement à la station_x, la valeur maximale relevée dans la station_e, spécialement ici, est due aux rejets quotidiens du port.

Les valeurs ont varié de 1,2 à 6 ($\mu\text{atg/l}$)

notre étude nous enregistrons une augmentation des nitrates qui atteint alors son maximum le 23 mai, cette valeur coïncide avec une poussée importante de Dinoflagellés une semaine après, mais cependant, une diminution de Coccolithophorides, de Nanoflagellés nus et de Diatomées s'observe.

Il est nécessaire de signaler un phénomène totalement inverse à titre d'exemple, le 13 juin un deuxième pic de nitrates s'observe, mais cette fois-ci, une poussée de Nanoflagellés nus, de Coccolithophorides, et de Diatomées considérable a lieu, alors que pour les Dinoflagellés, on observe une légère floraison, mais moins importante que la première.

4-1-7 Les nitrites

Le phytoplancton prélève essentiellement de l'azote de l'ammonium, des nitrites et des nitrates. Les nitrites sont absorbés lorsque le milieu devient pauvre en nitrates, cependant dans notre étude, la concentration en nitrites était très faible, allant de 0,04 à 0,2 $\mu\text{atg/l}$ dans les deux stations, de plus les nitrates étaient toujours en quantités suffisantes.

L'utilisation des ions nitrites nécessite une réduction qui consomme de l'énergie, elle est plus coûteuse énergétiquement pour la cellule. Quand les cellules ont à leur disposition de l'ammonium, des nitrates et des nitrites, c'est l'ammonium qui est d'abord absorbé, étant donné que les nitrates ont toujours été présents dans les deux stations avec des quantités nettement supérieures à celles des nitrites, le phytoplancton a dû absorber les nitrates d'abord, donc pour conclure nous considérons que les nitrites n'ont peu ou pas été utilisés.

En définitive, il est net que dans nos prises, il est difficile de trouver une relation directe entre les concentrations de sels nutritifs et la richesse en

phytoplancton, surtout pour la station où la concentration varie constamment à cause des rejets d'eaux usées contenant divers déchets organiques ou même des sels nutritifs qui se font quotidiennement dans le port.

CONCLUSION GENERALE

L'analyse de nombreuses prises d'eau en surface effectuées dans deux stations pendant deux mois, a permis malgré la courte période d'établir une estimation des densités cellulaires du phytoplancton et d'étudier ses variations en fonction des paramètres physico-chimiques et météorologiques dans la zone de Sidi-Fredj.

Les résultats de nos comptages ont montré que certaines espèces ont toujours été présentes dans le microplancton du mois de mai et juin 1992.

Les densités cellulaires calculées ont subi des fluctuations assez faibles à cause de leurs dépendance vis à vis des paramètres physiques et chimiques de l'eau.

La biomasse de la station₂, enrichie très souvent par les apports d'eaux usées des rejets des bateaux ainsi qu'une probable reminéralisation locale, a été supérieure à la biomasse de la station₁.

Les facteurs qui ont limité le développement des espèces microplanctoniques sont surtout, les phosphates, car les nitrates étaient presque toujours en quantité suffisante, la température a eu une influence peu importante car l'amplitude de ses variations a été faible.

Un autre facteur a semblé jouer un rôle : la salinité, pour les prises relevées, une baisse de salinité correspond à une prolifération de Cryptophycées ce qui est confirmé par les travaux de Bernard (1949) et Jacques (1968).

En définitive, nous remarquons que les variations hebdomadaires des Protistes marins en deux mois d'étude ont été peu importantes, car les variations physico-chimiques et météorologiques ont été faibles dans l'ensemble.

Ces facteurs forment un ensemble de phénomènes plus ou moins liés, cela explique les difficultés rencontrées pour l'interprétation, auxquelles nous nous sommes heurtés en les étudiant.

D'autre part, pour la connaissance précise du potentiel biologique, il serait intéressant d'approfondir ce travail par une étude sur la fertilité des eaux de surface côtière sur une période plus longue, pour apprécier l'importance des variations des facteurs physico-chimiques et météorologiques sur le développement phytoplanctonique.

BIBLIOGRAPHIE

- Aid E., 1981.- Variations saisonnières de la production auto et hétérotrophe du plancton de la baie d'Alger. Effets des facteurs nutritionnels. Thèse doct. 3^{ème} cycle, U.S.T.H.B., Alger, 88pp.
- Balech E., 1987.- Los dinoflagelados del Atlantico Sud occidental. Inst.Nat.de Investigacion de las ciencias natureles de Buenos Aires, 310pp.
- Bernard F., 1942.- Essai sur les facteurs de répartition des flagellés calcaires. Ann.Inst.Océanogr., XXI(2):29-112.
- Bernard F., 1948.- Recherches préliminaires sur la fertilité marine au large d'Alger. Cours perm. Explor. Mer., 15:260-267.
- Bernard F., 1956.- Eaux Atlantiques et Méditerranéennes au large de l'Algérie. II- Courants et nanoplancton de 1951 à 1953. Ann.Inst.océanogr., 31(4):231-334.
- Bernard F., 1958.- Problèmes biologiques de la fertilité marine élémentaire. Bull.Soc.Hist.Nat.Afr.Nord, 48:44-73.
- Bougis P., 1974.- Ecologie du plancton marin. I-Le phytoplancton. Collection d'écologie.N°2, Masson Ed., 196pp.
- Bucalossi G., 1960.- Etude quantitative des variations du phytoplancton dans la baie d'Alger en fonction du milieu (Novembre 1959 à mai 1960). Bull.Inst.océanogr.Monaco, 1189:5-40.
- Daouadji S.A., 1990.- Analyse de l'importance d'une structure portuaire de Sidi-Fredj dans le développement des larves et juvéniles de poissons et quelques aspects physico-chimiques et biologiques. Mémoire Tech.Sup., I.S.M.A.L., 57pp.
- Gaumer G., 1981.- Evolution annuelle des communautés microplanctoniques de la baie d'Alger. Variations de la

nutritionnels limitant la biomasse algale. Thèse Doc. 3^{ème} cycle, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 91pp.

Illoul H., 1991.- Contribution à l'étude qualitative, quantitative et structurale des populations phytoplanctoniques au large du Cap Caxine (région Algéroise). Thèse Magister, I.S.M.A.L., Univ.d'Alger, 214 pp.

Jacques G., 1968.- Aspects quantitatifs du phytoplancton de Banyuls-sur-mer (Golfe du Lion). II-Cycle des flagellés nanoplanctoniques (Juin 1965 - Juin 1967). Vie et Milieu, 13(1B):17-29.

Jacques G., 1978.- Phytoplancton. Biomasse, production, numération et culture. Laboratoire Arago, Banyuls-sur-mer, 107pp.

Jacques G., 1979.- Production primaire (phytoplancton) lumière, sels nutritifs et phytoplancton. Manuel d'ensg.n°2, Laboratoire Arago, Banyuls-sur-mer, 21pp.

Kruger D., 1950.- Variations quantitatives des Protistes marins au voisinage du port d'Alger durant l'hiver 1949-1950. Bull.Inst.oceanogr., 978:1-20.

Lalami-Taleb R., 1971.- Facteurs de répartition vertical du phytoplancton au large d'Alger. Pelagos, 3(3):188pp (Thèse Doc.3^{ème} cycle).

Lecal J., 1952.- Richesse en microplancton estival des eaux méditerranéennes du Port Vendres à Oran. Vie et Milieu, suppl.3:13-95.

Lecal J., 1957.- Microplancton des stations Algériennes occidentales de la croisière du "Professeur Lacaze-Duthier" en 1952. Vie et Milieu, suppl.6:21-100.

Millot C., 1985.- Some features of Algerian current. J.Geophys.Res., 90(C4):7169-7176.

- Millot C., 1989.- La circulation générale Méditerranéenne occidentale. Annales de géographie, n°549, XCVIII^e année:497-515.
- Perès J.M. et Devèse J.E.L., 1963.-Océanographie et biologie marine, T.II. La vie pélagique, P.U.F., 505pp.
- Pincemin J.M., 1966.- Note préliminaire à l'étude écologique des Dinoflagellés de la baie d'Alger et comparaison avec les Diatomées. Pelagos, 2(6):5-47.
- Rabenhorst L., 1971.- Kryptogamenflora. Flagelatoa, Vol.X, Section II, Section III, Part.I et II, 617pp.
- Samson-Kechacha F.L., 1981.- Variations saisonnières des matières nutritives de la baie d'Alger. Recherche des facteurs contrôlant le développement du phytoplancton. Thèse doct.3^{ème}, U.S.T.H.B., Alger, 98pp.
- Sournia A., 1973.- La production primaire planctonique en Méditerranée. Essai de mise à jour. Bull.de l'étude en commun de la Méditerranée, Edit. C.N.R.S., 219pp.
- Sournia A., 1986.- Atlas du phytoplancton marin. Vol.1: Introduction, Cyanophycées, Dichtyocrophycées, Dinophycées et Raphidophycées. Edit.C.N.R.S., 219pp.
- Taupier-Letage I., 1988.- Biodynamique du bassin Algérien. Estimation de la réponse biologique à certaines structures hydrodynamiques de moyenne échelle par télédétection (AVHRR et CZCS) et mesures in situ. Thèse Doc., Univ.Aix-Marseille II, 119pp.
- Tellai S., 1964.- Répartition géographique et saisonnière du microplancton dans la baie d'Alger. Pelagos, 2(1):30-50.
- Travers M., 1971.- Le microplancton du golfe de Marseille.

Etude quantitative, structurale et synécologique; variations spatio-temporelles. Thèse Doc.ès.Sci.Nat., Univ.Aix-Marseille, 595pp.

Treguer P. et le Corre P., 1975.- Manuel d'analyse de sels nutritifs dans l'eau de mer. Document interne, lab. océanogr.chim.Univ. de Bretagne occidentale, 110pp.

ANNEXES

ANNEXE 1.

Tableau A1: Tableau récapitulatif des paramètres physico-chimiques

DATES	STATIONS	S%.	T°C	NITRITES µatg/l	NITRATES µatg/l	PHOSPHATES µatg/l
16.05	S _r	36,26	17,60	-	0,414	0,206
	S _p	36,80	19	-	1,324	0,304
23.05	S _r	36,30	21	0,143	1,788	0,239
	S _p	36,70	20,10	0,266	4,637	0,848
30.05	S _r	36,20	22	0,103	0,841	0,222
	S _p	36,30	22	0,067	2,463	0,239
06.06	S _r	36,75	21	0,075	0,429	0,216
	S _p	35,95	21	0,101	1,017	0,291
13.06	S _r	36,70	20,55	0,118	0,506	0,204
	S _p	35,90	20,10	0,278	4,036	0,943
20.06	S _r	38,20	23	0,048	0,643	0,115
	S _p	37,25	22,55	0,086	1,083	0,39

ANNEXE2.

Tableau A2: Variations quantitatives des populations planctoniques dans le temps**16-05-1992**

ESPECES	STATION ₁		STATION _F	
	nbr.c./l	%	nbr.c./l	%
Nanoflagellés nus	77 000	32,01	267 000	33,33
Coccolithophorides	51 000	21,20	125 000	15,60
Diatomées	58 700	24,40	136 000	16,97
Diatomées centriques	24 900	10,35	72 800	9,08
Diatomées pennées	33 800	14,05	63 200	7,89
Gymnodiniens	25 800	10,72	91 500	11,42
Dinoflagellés cuirassés	28 000	16,64	181 500	22,65

23-05-1992

ESPECES	STATION ₁		STATION _F	
	nbr.c./l	%	nbr.c./l	%
Nanoflagellés nus	130 000	33,35	107 000	29,28
Coccolithophorides	91 500	23,47	62 800	17,18
Diatomées	115 500	29,63	57 600	15,76
Diatomées centriques	48 300	12,39	46 800	12,80
Diatomées pennées	67 200	17,24	10 800	2,95
Gymnodiniens	23 000	5,90	72 000	19,70
Dinoflagellés cuirassés	29 700	7,62	66 000	18,06

30-05-1992

ESPECES	STATION ₁		STATION _F	
	nbr.c./l	%	nbr.c./l	%
Nanoflagellés nus	31 500	15,79	24 000	5,48
Coccolithophorides	65 000	32,59	57 000	13,02
Diatomées	63 700	31,94	25 600	5,85
Diatomées centriques	24 900	12,48	6 000	1,37
Diatomées pennées	38 800	19,45	19 600	4,47
Gymnodiniens	34 000	17,05	44 000	10,05
Dinoflagellés cuirassés	5 200	2,60	287 000	65,58

ANNEXE 2.

Tableau A2 (suite)

06-06-1992

ESPECES	STATION _x		STATION _p	
	nbr.c./l	%	nbr.c./l	%
Nanoflagellés	67 000	19,24	68 500	30,89
Coccolithophorides	163 000	46,81	34 000	15,33
Diatomées	44 200	12,69	74 600	33,64
Diatomées centriques	22 200	6,37	13 400	6,04
Diatomées pennées	22 000	6,31	61 200	27,60
Gymnodiniens	54 000	15,50	40 000	18,04
Dinoflagellés cuirassés	20 000	5,74	4 600	2,07
13-06-1992				
ESPECES	STATION _x		STATION _p	
	nbr.c./l	%	nbr.c./l	%
Nanoflagellés nus	267 000	53,98	298 000	51,02
Coccolithophorides	70 000	14,15	70 000	11,98
Diatomées	85 000	17,18	64 000	10,95
Diatomées centriques	45 000	9,09	32 000	5,47
Diatomées pennées	40 000	8,08	32 000	5,47
Gymnodiniens	64 000	12,93	47 000	8,04
Dinoflagellés cuirassés	8 600	1,73	105 000	17,97
20-06-1992				
ESPECES	STATION _x		STATION _p	
	nbr.c./l	%	nbr.c./l	%
Nanoflagellés	182 000	37,41	449 000	62,07
Coccolithophorides	91 400	18,78	77 000	10,64
Diatomées	177 000	36,38	75 000	10,36
Diatomées centriques	64 000	13,15	36 000	4,97
Diatomées pennées	113 000	23,22	39 000	5,39
Gymnodiniens	36 000	7,40	78 600	10,86
Dinoflagellés cuirassés	40	0,0082	43 700	6,04