

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du littoral

(ISMAL)

**Mémoire en vue d'obtention du Diplôme d'Etudes
Universitaire Appliqué (D.E.U.A)**

OPTION : Biologie des pêches

Thème :

**Contribution à l'étude des dinoflagellés
dans la région de Sidi Fredj.**

Présenté par : M^{elle} KENNOUCHE HANANE

Devant la commission de DEUA

Promotrice : M^{elle} ILLOUL HASSINA



Date : 17 avril 2000

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| Introduction | 1 |
| Chapitre 1 : Matériel et méthodes | |
| 1.1. Situation géographique de notre zone d'étude..... | 2 |
| 1.2. Choix et localisation des stations..... | 2 |
| 1.3. Période de prélèvement..... | 2 |
| 1.4. Echantillonnage..... | 2 |
| 1.4.1. Prélèvement de macroalgues..... | 2 |
| 1.4.2. Prélèvement d'eau..... | 6 |
| 1.4.3. Prélèvement au filet à phytoplancton..... | 6 |
| 1.5. Les paramètres du milieu..... | 7 |
| 1.5.1 Les conditions météorologiques..... | 7 |
| 1.5.2. Température de l'eau..... | 7 |
| 1.6. Traitement des échantillons biologique..... | 9 |
| 1.6.1. Echantillons pris au filet..... | 9 |
| 1.6.1.1. Organismes vivants..... | 9 |
| 1.6.1.2. Organismes fixés..... | 9 |
| 1.6.2. Echantillons pris par le seau..... | 10 |
| 1.6.2.1. Biomasse et comptage..... | 10 |
| Chapitre 2 : Résultats et discussion | |
| 2.1 Etude du milieu..... | 13 |
| 2.1.1. Conditions climatiques..... | 13 |
| 2.1.1.1. Les vents..... | 13 |
| 2.1.1.2. La nébulosité..... | 13 |
| 2.1.1.3. Etat de la mer..... | 13 |
| 2.1.1.4. Température de l'air..... | 14 |
| 2.1.2. Variations de la température de l'eau..... | 14 |
| 2.2. Etude biologique..... | 18 |
| 2.2.1. Les dinoflagellés totaux. Aspects quantitatifs..... | 18 |
| 2.2.1.1. Les stations portuaires..... | 18 |
| 2.2.1.2. La station de la thalassothérapie..... | 19 |
| 2.2.2. Les espèces de dinoflagellés..... | 21 |
| 2.2.2.1. Aspects qualitatifs..... | 21 |
| 2.2.2.1.1. Eaux du port..... | 21 |
| 2.2.2.1.2. Eaux de la thalassothérapie..... | 25 |
| 2.2.2.2. Aspects quantitatifs..... | 27 |
| 2.2.2.2.1. Eaux du port..... | 27 |
| 2.2.2.2.2. Eaux de la thalassothérapie..... | 30 |
| 2.2.2.3. Espèces provoquants des marées rouges..... | 31 |
| 2.2.2.4. Espèces toxiques..... | 32 |
| Conclusion | 33 |
| Bibliographie | |
| Annexe | |

INTRODUCTION

Dinoflagellés ou Peridiniens sont deux noms qui dérivent des racines grecques : « Dino » = Tournoyer, « Peridino » = Tournoyer autour.

Ce sont des végétaux unicellulaires microscopiques allant de quelques micromètres à quelques millimètres, caractérisés par la présence de deux flagelles battant dans deux plans perpendiculaires, l'un contribue à la propulsion en avant, l'autre exerce l'essentiel de l'effort de propulsion (SOURNIA, 1986). Ajoutons la présence d'un noyau (Dinocaryon) qui possède un mode de division particulier. Ces cellules sont protégées par une carapace cellulosique formée de plaques soudées entre elles. Les dinoflagellés peuvent contenir des formes autotrophes, hétérotrophes ou mixotrophes, benthiques ou planctoniques, isolés ou quelques fois coloniales, libres (le plus souvent), symbiotes ou parasites et enfin, marin ou continentaux.

Les dinoflagellés se placent immédiatement après les coccolithophoridés comme facteur de fertilité (BERNARD, 1958). Ils se trouvent en surface (entre 0 et 25 m), préférant les eaux chaudes d'été (17 – 21 °C), leurs conditions favorables sont : une eau calmes, une quantité suffisante de sels nutritifs, un pH qui va de 8.20 à 8.25, une saturation d'oxygène de 103 à 106 % (LECAL, 1954).

Cette classe de microalgues a une caractéristique particulière, celle de produire des « eaux colorées », ce phénomène s'explique par la prolifération intense d'une ou de plusieurs espèces, connue sous le nom de « bloom ». Ces eaux apparaissent en période d'eau calme et lorsque les conditions physico-chimiques sont favorables pour la prolifération de certains dinoflagellés (Exemple : *Alexandrium*, *Dinophysis*, *Gymnodinium*, *Prorocentrum* : environs 200 espèces.) (SOURNIA, 1995). Ces eaux colorées peuvent avoir des conséquences désastreuses :

- Soit que les espèces qui les constituent - même à concentrations basses - émettent des toxines (DSP : Diarrhetic Shellfish Poisoning, VSP : Venerupine Shellfish Poisoning, PSP : Paralytic Shellfish Poisoning, NSP : Neurotoxic Shellfish Poisoning) menaçant le consommateur de coquillages contaminés.
- Soit par la décomposition de la masse de matière organique ainsi produite, ne vienne réduire le taux d'oxygène disponible et provoquer une hécatombe de poissons (BOUGIS, 1974).

Il ne serait pas inutile de citer l'exemple du juin 1989, en France, où plusieurs milliers de cas d'intoxications diarrhéiques causées par le genre *Dinophysis* (BELIN et al., 1989 in SOURNIA et al., 1991).

Dans ce présent travail, nous avons tenté de recenser l'ensemble des dinoflagellés qui se développent en été dans la région de Sidi Fredj. Cette étude est divisée en deux parties : la première, décrit la zone d'étude, les méthodes d'échantillonnage, et le matériel utilisé. La seconde, concerne les aspects qualitatifs et quantitatifs des espèces identifiées. Une attention particulière est accordée aux espèces susceptibles d'être toxiques ou de provoquer des eaux rouges.

MATERIELS

ET

METHODES

1.1 / Situation géographique de notre zone d'étude :

La localité de Sidi Fredj est une presqu'île se trouvant à l'Est de la baie de Bou-Ismaïl et à l'ouest de la baie d'Alger (Fig. 1). Ses coordonnées géographiques sont : 2°50' longitude Est et 36°45' latitude Nord.

1.2 / Choix et localisation des stations :

Deux zones d'études ont été retenues : Le port de Sidi Fredj et la plage de la thalassothérapie. Le premier site se trouve dans la partie orientale de la presqu'île (Fig. 2), Il est régulièrement enrichi par des apports domestiques chargés en nutriments favorables au développement du phytoplancton. La plage de la thalassothérapie quant à elle, se situe dans la partie occidentale de la presqu'île (Fig. 2), elle représente un site riche en macroalgues et posidonies sur lesquelles se développent les dinoflagellés épiphytes.

Trois stations ont été retenues : deux au niveau du port de Sidi Fredj (Fig.3) et une troisième à la plage de la thalassothérapie.

- La station 1 (St 1) se trouve en face de la base nautique tout à fait à l'intérieur du port. D'après KOUIDRI et AMIRI (1997), le fond de cette station est constitué de sable envasé, et sa profondeur est de 1.5 m.
- La station 2 (St 2) se trouve près de l'égout principal, face à la pompe à essence nautique, elle est proche de la sortie du port, caractérisée par un fond de sable envasé à une profondeur de 2.5m (Selon KOUIDRI et AMIRI, 1997). Elle est abritée des vents d'Est, mais soumise aux vents d'ouest et aux rejets de l'égout principal (DAOUADJI, 1990).
- La station 3 (St 3) est abritée par la digue qui se trouve à l'arrière de l'ISMAL .

1.3 / Période de prélèvement :

Nos prélèvements ont été réalisés en mai, juin et juillet 1999. Les dates d'échantillonnage sont :

26 et 30 mai 1999

14, 16, 21 et 27 juin 1999.

03, 11 et 19 juillet 1999.

1.4 / Echantillonnage :

L'échantillonnage a été réalisé selon 3 méthodes :

1.4.1 / Prélèvement de microalgues :

Afin d'étudier les dinoflagellés épiphytes des macroalgues (NAZAN et PICLET, 1996), des spécimens de péophycées et de chlorophycées ont été prélevés à quelques centimètres de profondeurs). A l'aide d'un sac en plastique, l'algue est détachée de son support. Le sac est

fermé et son contenu secoué énergiquement, l'échantillon est alors transvasé dans un bocal en verre. Ce prélèvement a été fait les jours suivants : 26 et 30 mai.

Pour l'identification des microalgues : la filtration inverse, a été utilisée (fig.4) Malgré une concentration finale des micro-organismes, cette technique présente des inconvénients (JACQUES, 1979). Son inefficacité se résume aux : déformations des cellules et aux pores qui peuvent prendre au piège un nombre variable de micro-organismes (DODSON et THOMAS, 1978). Le schéma suivant résume le dispositif de la filtration inverse.

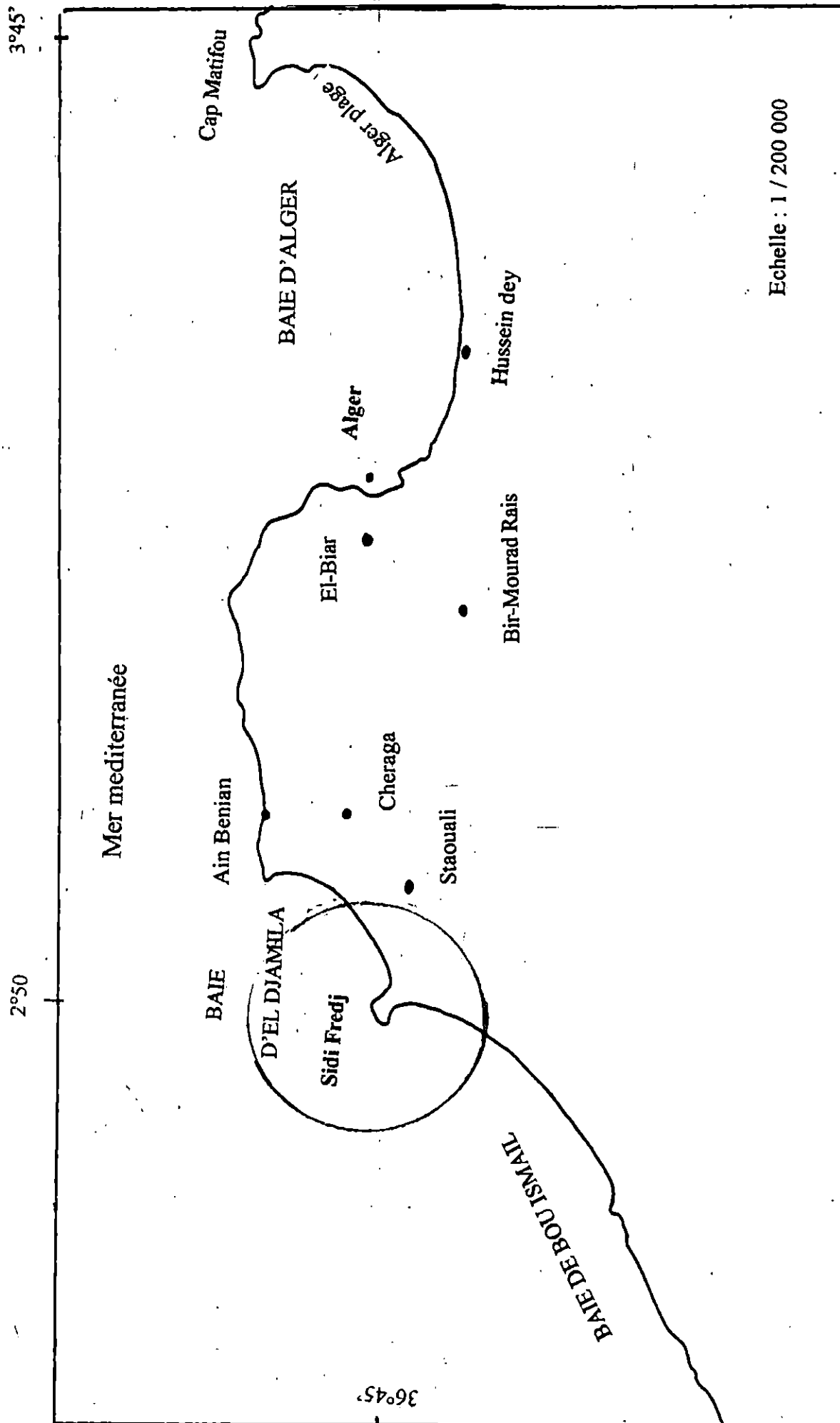


Fig (1) : Situation géographique de la presqu'île de Sidi Fredj (*in* OUKAZI, 1993)

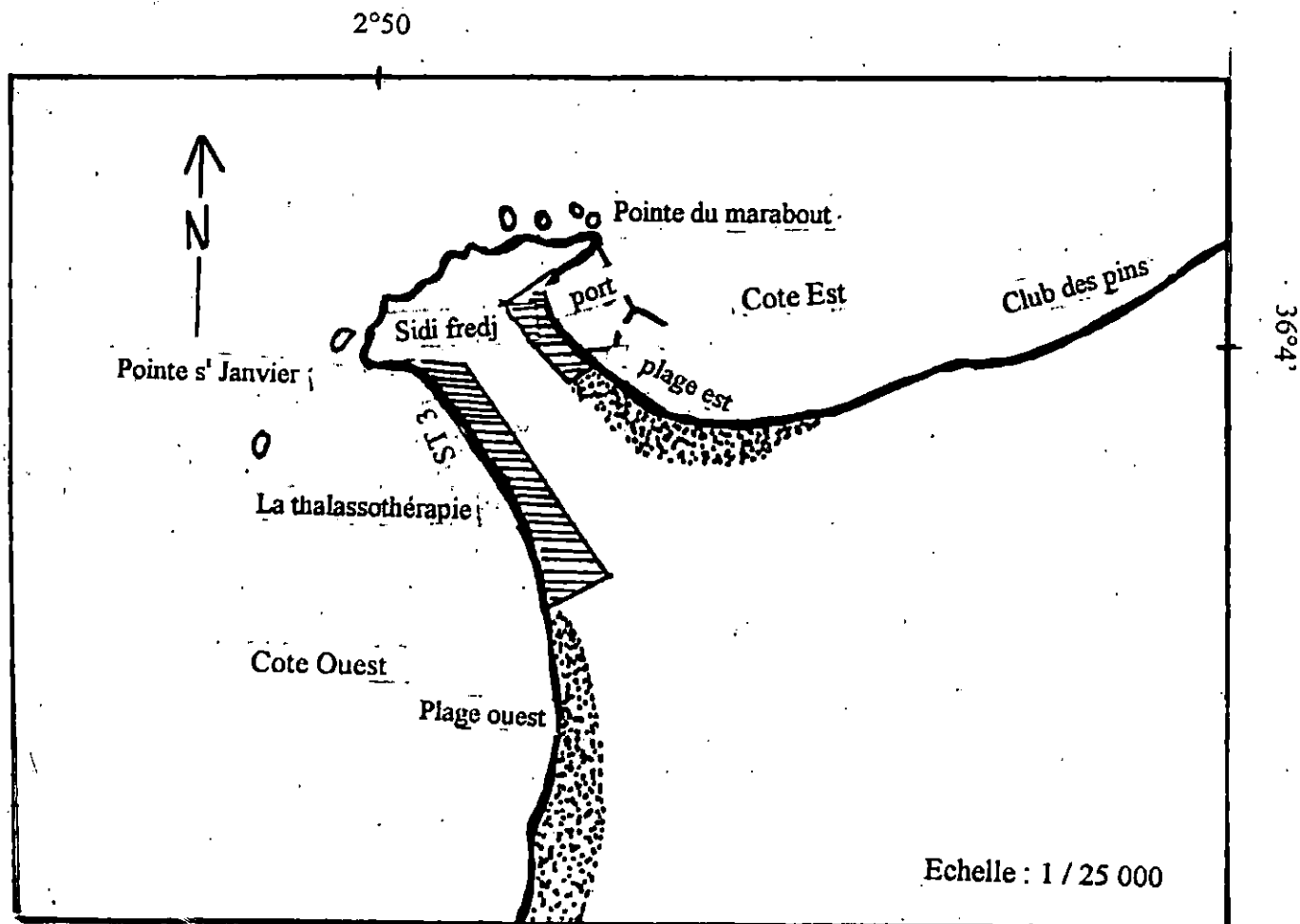


Fig (2) : La presqu'île de Sidi Fredj (in OUKAZI, 1993)

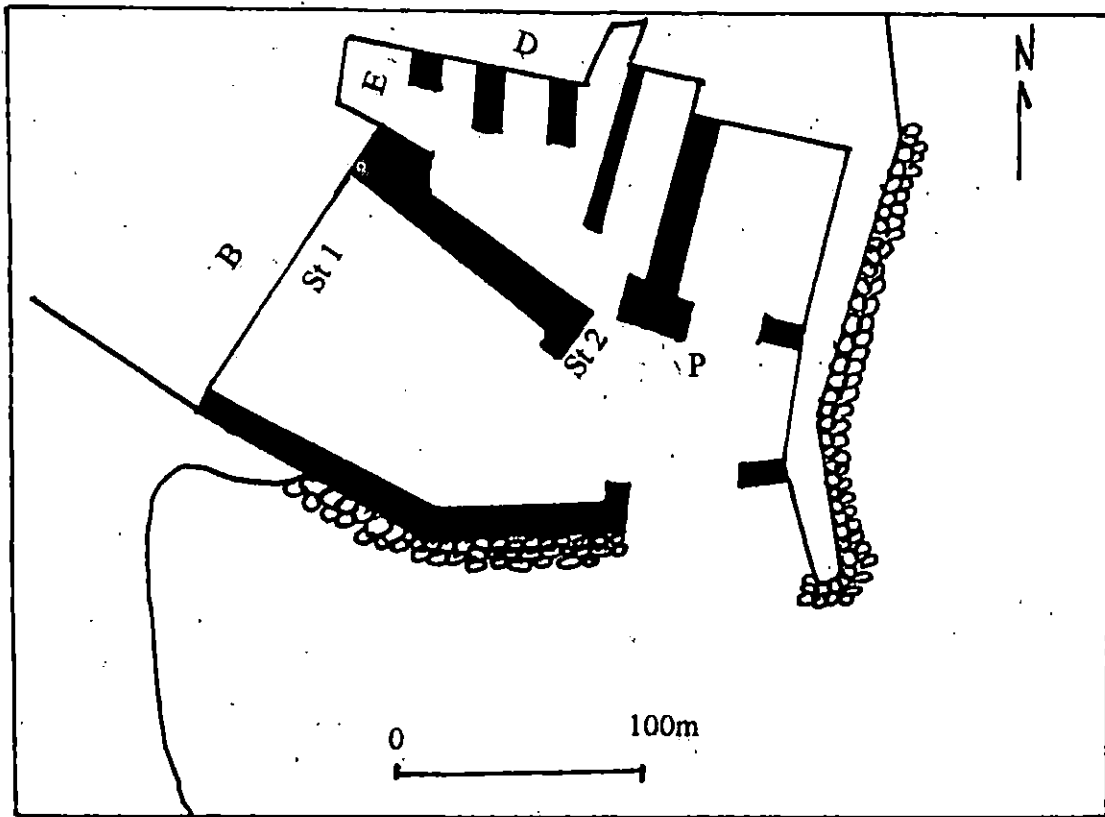


Fig : (3) : Localisation des stations au niveau du port de Sidi Fredj
(ONAT, 1973, LCHf, in DAOUADJI, 1990)

- D = Douane
- E = Egout principal
- P = Pompe à essence nautique
- B = Base nautique

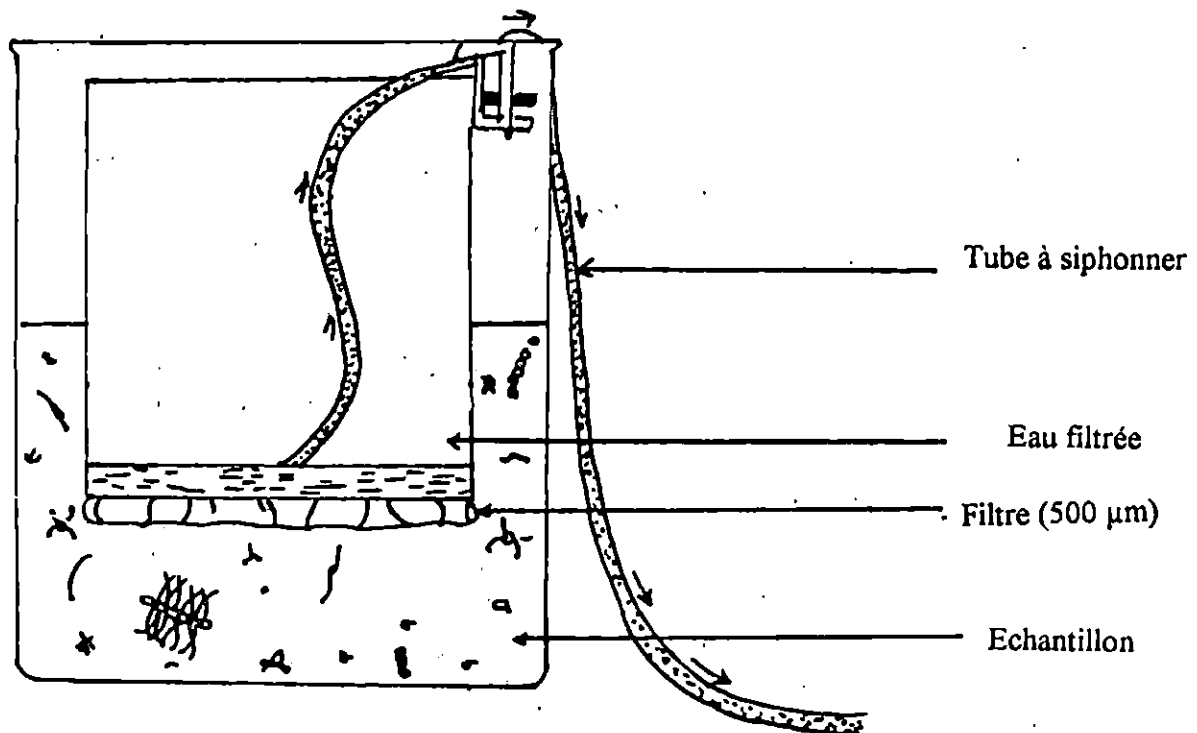


Figure (4) : Filtration inverse (D'après DODSON et THOMAS, 1978)

Toutefois, le prélèvement de macroalgues n'a été que peu utilisé en raison des très faibles concentrations en organismes. En effet, seuls quelques rares spécimens ont été récoltés.

1.4.2 / Prélèvement d'eau :

A l'aide d'un seau, l'eau de surface a été récupérée et gardée dans un flacon en plastique de 275 ml (sous échantillonnage), réservée à la biomasse et le comptage.

1.4.3 /Prélèvement au filet à phytoplancton :

Le filet permet de livrer des espèces très rares que l'on a peu de chance de capturer dans une prise d'eau ponctuelle (SOURNIA, 1986). C'est un filet de 20 µm de maillage, 107 cm de longueur et 11 cm de diamètre d'ouverture, de forme conique, terminé par un flacon en plastique où se fait la collecte. Il est légèrement lesté aux deux extrémités, pour une prise d'eau exemplaire (l'eau de surface doit facilement traverser le filet). (Voir Fig. 5)

Le filet est traîné durant quelques minutes (5 mn minimum) à partir du quai pour les stations 1 et 2 (au niveau du port) , pour la station 3 (plage de la thalassothérapie) , l'échantillonnage au filet a été effectué les pieds dans l'eau.

Cette technique permet de réaliser deux opérations distinctes : la récolte et la concentration, de même qu'elle permet un échantillonnage d'espèces rares et de grande taille (JACQUES, 1979)

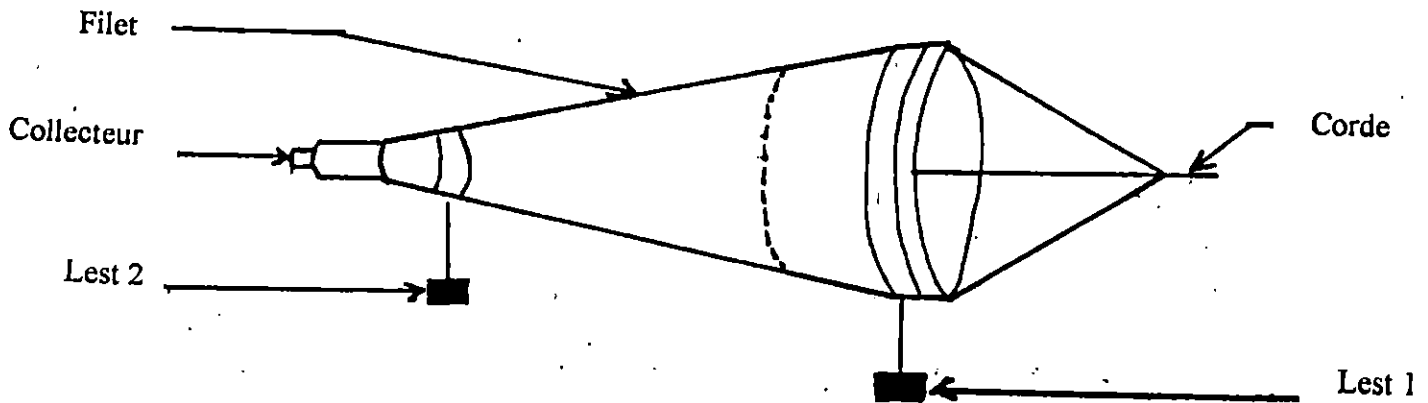


Figure (5) : Filet à phytoplancton

Remarque : l'échelle n'est pas tenue en compte

1.5 / Les paramètres du milieu :

1.5.1 / Les conditions météorologiques :

Les conditions météorologiques qui ont été notés sont :

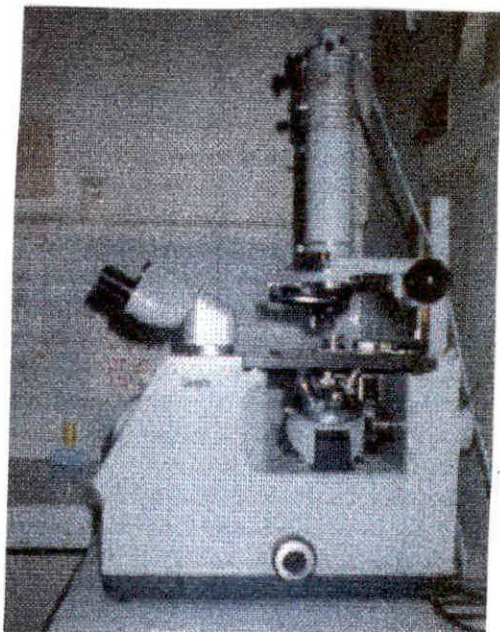
- Etat de la mer.
- Nébulosité : Sur une échelle de 8, sachant que 0 / 8 correspond à un ciel dégagé
- Directions et vitesses des vents : au m / s
- Température de l'air.

L'état de la mer a été enregistré d'après de simples observations, quant à la direction et la vitesse des vents, la nébulosité et la température de l'air, ils ont été communiqués par l'I.T.C.M.I (Institut Technique des Cultures Maraîchères et industrielles) de Staouali.

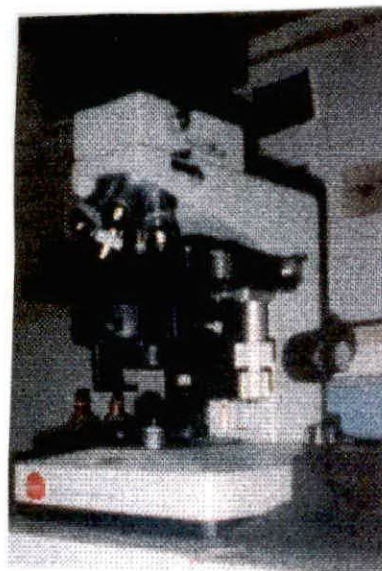
1.5.2 / Température de l'eau :

Pour son évaluation, nous avons utilisé un thermomètre à mercure de laboratoire d'une précision de 0.1°C.

Ce facteur physico-chimique nous permet d'étudier les conditions favorables et défavorables au développement des dinoflagellés.



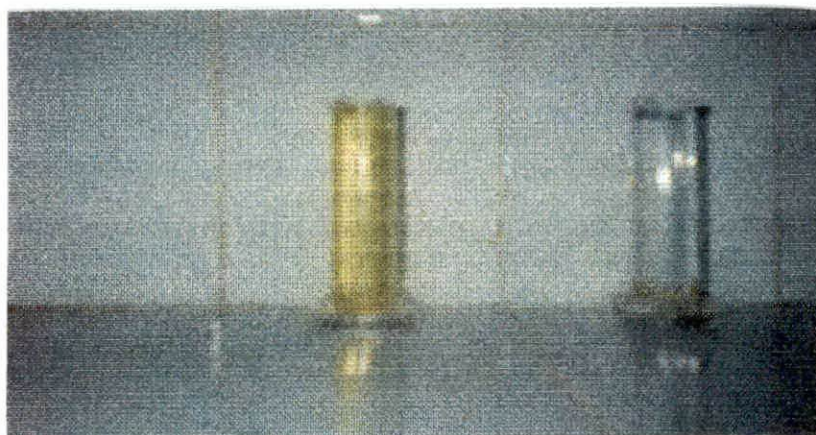
Microscope inversé ZEISS (IM 35).



Microscope droit LEITZ (Dialux 22 EB)



Filet à phytoplancton

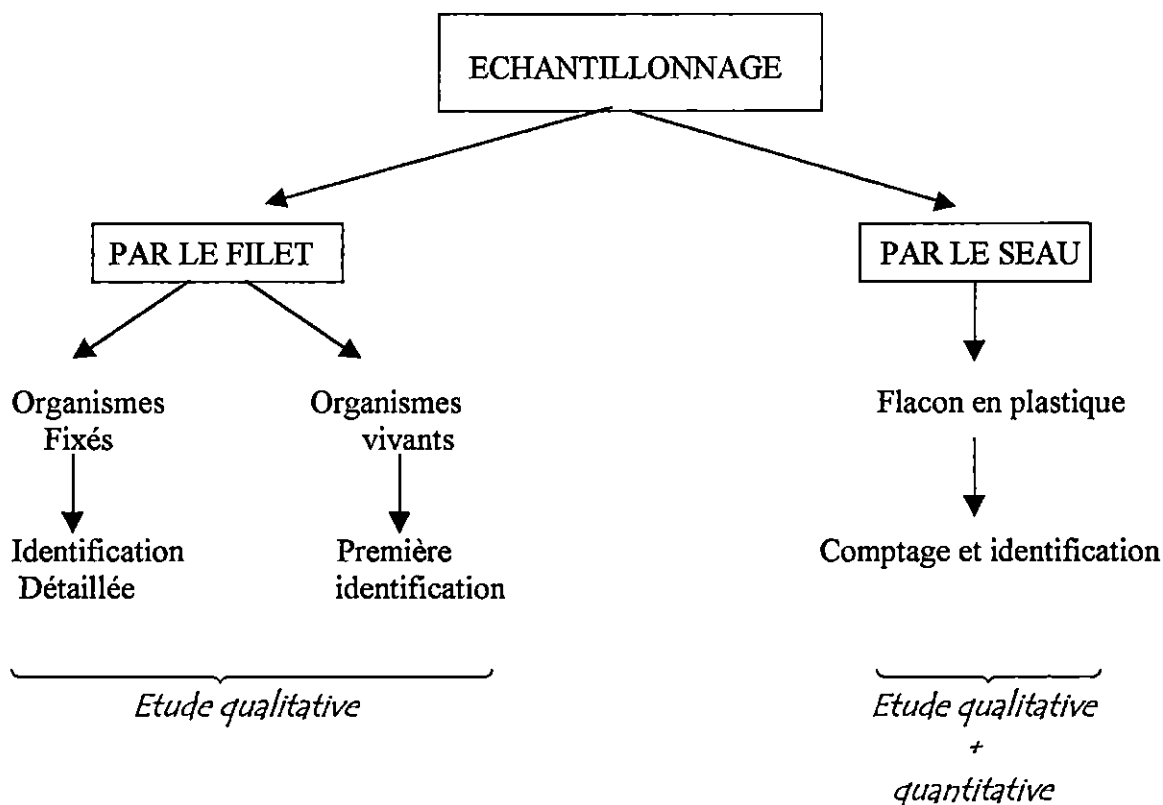


Chambres de sédimentations (50 ml)
(Chambre d'UTERMÖHL)

Matériels utilisé au laboratoire et le filet à phytoplancton
(laboratoire de plancton – ISMAL)

1.6 / Traitements des échantillons biologiques:

Le schéma suivant résume le traitement de nos échantillons :



1.6.1 / **Echantillon pris au filet :**

L'échantillon pris au filet est divisé en deux parties, l'une est fixée au formol neutre à 20 % pour une étude qualitative détaillée. L'autre partie est maintenue dans des conditions de luminosité naturelle de manière à conserver les micro-organismes vivants pour une première identification réalisée sous le microscope inversé (ZEISS de type IM 35).

1.6.1.1 / **Organismes vivants :**

L'examen est réalisé sous le microscope inversé dans des cuves de 10 ml avec un objectif (X16). Lorsque leur déplacement était trop rapide pour que nous puissions les identifier, nous avons eu recours au froid pour les ralentir (SOURNIA, 1986). En effet, un séjour de quelques minutes au réfrigérateur ralentit le déplacement des cellules, rendant l'observation plus aisée.

Ce mode d'observation est important car il permet d'observer et de reconnaître certaines espèces délicates que la fixation rend difficiles à identifier. L'identification se fait selon les critères indiqués ci-après.

1.6.1.2 / Organismes fixés :

La partie fixée prise au filet va subir aussi une analyse qualitative, celle-ci est basée sur les critères suivants : (SOURNIA, 1986)

- Formes des cellules (globulaires, ovoïdes, fusiformes, arrondies...).
- Tailles des cellules (largeur et longueur).
- Formes du cingulum (fermé, déplacé, ascendant, descendant)
- Présence ou absence d'ornementations, épines,...

Lorsque l'identification des espèces par le microscope inversé s'avère difficile, ces cellules sont alors prélevées à l'aide d'une pipette Pasteur affinée et transférée ainsi, avec une goutte d'eau de mer sur une lame et recouverte par une lamelle. Ce dispositif est placé pour un examen plus détaillé sous un microscope droit (LEITZ Dialux 22 EB). (THRONDSSEN, 1978).

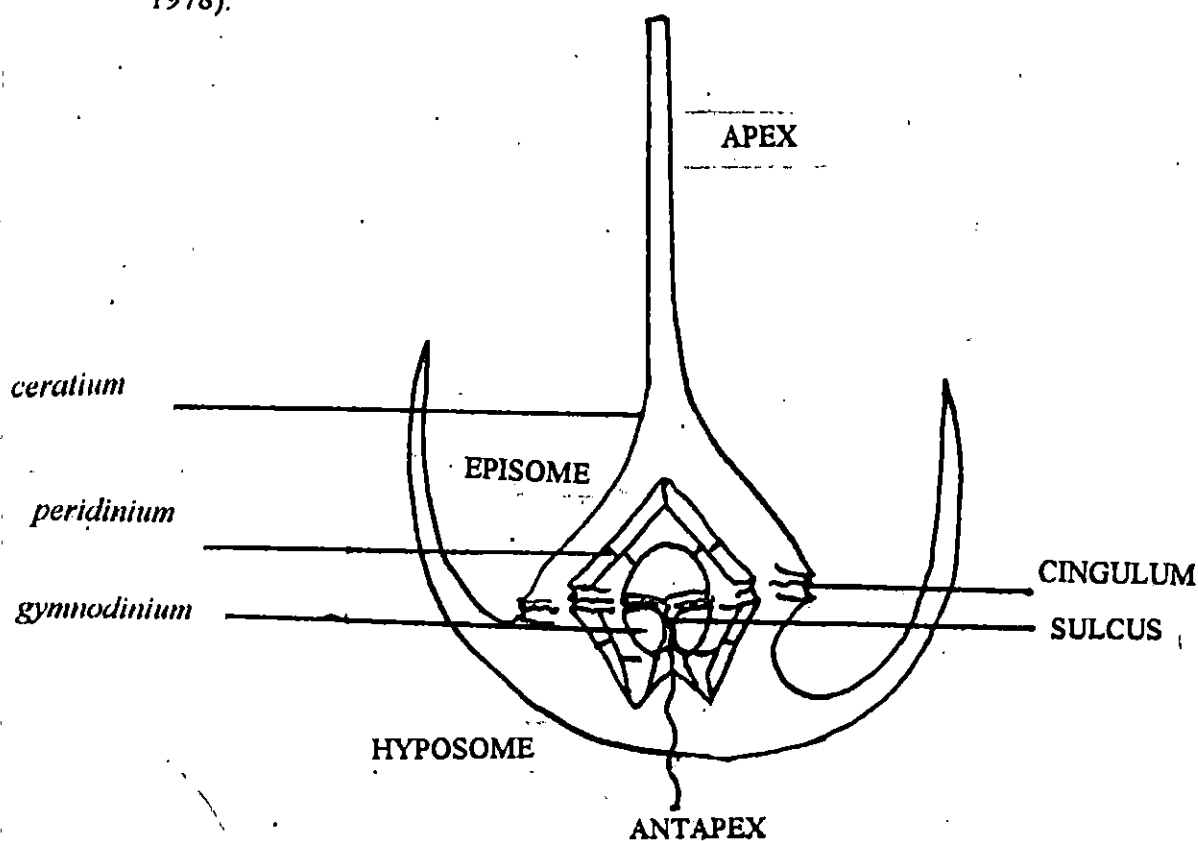


Figure 6 : Schéma descriptif de trois dinoflagellés types
(d'après DREBS, 1974 in SOURNIA, 1986)

1.6.2 / Echantillon pris par le seau :

1.6.2.1 / Biomasse et comptage :

Pour le sous échantillon d'eau pris dans un flacon de 275 ml, la méthode de sédimentation est appliquée pour une étude à la fois quantitative et qualitative (méthode d'UTERMÖHL, 1938 // JACQUES, 1979) qui consiste à :

- 1-Bien mélanger l'échantillon fixé, lentement et longuement (environ 50 fois) pour bien l'homogénéiser.
- 2- Verser l'eau dans une chambre de sédimentation (cylindre de 50 ml à fond communicant

avec la cuve) en évitant la formation de bulles sur la paroi.

3-Placer au sommet une plaque de verre pour éliminer la poussière et l'évaporation.

4-Sécher l'eau ayant débordé.

5-Placer la cuve en lumière atténuée sur une surface plate à température constante.

6-Laisser le temps nécessaire pour une bonne sédimentation sachant que 1 cm correspond à 3 heures. (HASLE, 1978)

7-Lors du transfert de cuves, éviter les gestes brusques.

Il est intéressant de noter que la méthode d'UTERMÖHL est la seule – dans la série des méthodes d'étude de phytoplancton - qui permet d'obtenir à la fois des données qualitatives et quantitatives sur les populations étudiées. Cependant, cette méthode présente certains inconvénients ; il s'agit d'un procédé assez lent, ne permettant l'examen que d'un nombre limité d'échantillons en un temps donné (ILLOUL, 1991).

Après cette sédimentation, nous éliminons le surnageant et nous observons le contenu de nos cuves, nous procédons alors à l'identification et au comptage des organismes.

Le comptage :

C'est un procédé qui se fait dans toute la cuve sous l'objectif (X 40) qui correspond à un agrandissement de X 400. Il consiste à identifier et à compter les différentes espèces présentes.

*Calcul de concentration :

Nous avons un nombre X de cellules d'une espèce que nous multiplions par 1 L (1000 ml) que nous divisons sur le volume de la chambre de sédimentation qui est de 0.05 L (50 ml).

$$\text{Concentration (cellules/ litre)} = X (1 \text{ l}) / 0.05 \text{ L}$$

X = Nombre de cellules d'une espèce donnée.

50 ml = est ici, le volume de la chambre de sédimentation.

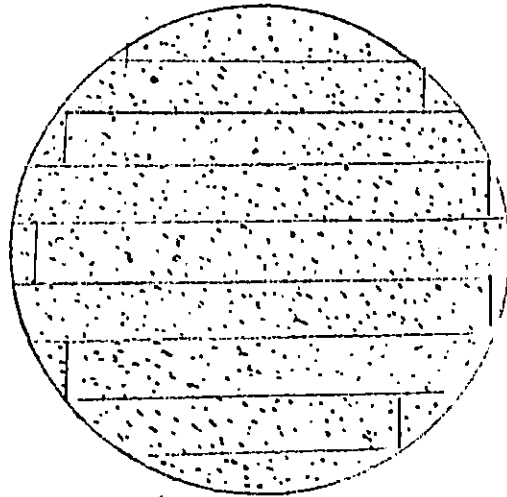


Figure (7) : Comptage sur la totalité du volume de sédimentation
d'après HASLE G.R (1978)

*Calcul des fréquences :

La fréquence d'une espèce est le rapport exprimé en pourcentage de nombre de prélèvement où l'espèce en question est présente sur le nombre total de prélèvement. Elle est exprimée en pourcentage.

$$F \% = (P_a / P) \times 100$$

P_a = Nombre de prélèvement où se trouve l'espèce A
 P = Nombre total de prélèvements effectués.

Cette échelle a été adaptée par HILY (1976) qui subdivise les espèces en :

- Espèce constante : $F \geq 75 \%$
- Espèces très communes : $50 \% \leq F < 75 \%$
- Espèces communes : $25 \% \leq F < 50 \%$
- Espèces rares : $F < 25 \%$

RESULTATS

ET

DISCUSSIONS

2.1. Etude du milieu :

2.1.1. Conditions climatiques :

Les conditions climatiques ayant prévalu durant notre période d'échantillonnage sont présentées au tableau N° 1

Tableau 1 : Conditions climatiques les jours de nos prélèvements (Données recueillies auprès de l'I.T.C.M.I).

| Date | Température l'air (°C) | | Etat de la mer | Nébulosité En Octas (/8) | Direction des vents | Vitesse des vents (m/s) |
|---------|------------------------|------|--------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| | Min. | Max. | | | | |
| 14.6.99 | 19 | 25 | Calme à peu agitée | 5 | E- NE | 1.8 |
| 16.6.99 | 17 | 32 | Calme | 0 | E-NE | 1.1 |
| 21.6.99 | 17 | 32 | Peu agitée | 0 | E-NE | 2.1 |
| 27.6.99 | 19 | 30 | Calme | 6 | E-NE | 1.3 |
| 3.7.99 | 23 | 34 | Calme à peu agitée | 3 | W-E | 1.6 |
| 11.7.99 | 20 | 31 | Calme à peu agitée | 0 | E-NE | 1.4 |
| 19.7.99 | 22 | 30 | Calme à peu agitée | 1 | NE-E | 1.5 |

2.1.1.1 Les vents :

Les vents dominant sont de secteur Est, ils ne dépassaient généralement pas les 2 m/s (avec une moyenne de 1.5 m/s) ce qui correspond à des vents modérés (BUCALOSSI, 1960)

2.1.1.2. Nébulosité :

Durant toute la période d'échantillonnage, le ciel a été généralement dégagé à l'exception des 14 et 27 juin.

2.1.1.3 Etat de la mer :

La mer a été calme à peu agitée tout le long de notre période d'échantillonnage.

2.1.1.4. Température de l'air :

Les températures minimales ont variée entre 17°C et 23°C , tandis que les maximales, étaient comprises entre 25°C et 34°C . La température moyenne variant quant à elle entre 22°C et 28.5°C. La figure (8) montre une augmentation lente et continue de la température moyenne durant notre période d'étude. En comparant nos résultats avec ceux de LALAMI-TALEB (1971) , nous nous trouvons dans une situation normale , qui correspond à une période estivale (SEGUIN 1973 in SAMSON- KECHACHA , 1981) .

2.1.2) Variation de la température dans l'eau :

Le tableau suivant (N° 2), présente les températures qui ont été relevées :

Tableau 2: les température de l'eau qui ont été relevées dans les trois stations

| Dates (Jours) | | 14.6.99 | 16.6.99 | 21.6.99 | 27.6.99 | 3.7.99 | 11.7.99 | 19.7.99 |
|----------------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| Stations | St (1) | 23.5 | 23.0 | 23.5 | 23.0 | 25.5 | 26.0 | 27.0 |
| | St (2) | 24.0 | 23.0 | 23.5 | 22.5 | 26.0 | 26.0 | 27.0 |
| | St (3) | 23.0 | 19.5 | - | - | - | - | - |

Dans le port : (Fig. 8)

Pendant le mois de juin, les température ont été peu variables. En effet, le minima (22.5°C) et le maxima (24°C) ont été relevés respectivement les 14 et 27 de ce mois à la station 2. A partir du mois de juillet, les eaux se réchauffent , on note alors une température de 27 °C au 19 du mois aux stations (1) et (2). Ce réchauffement accompagne le réchauffement de l'air, car la température de ce dernier tend à s'équilibrer avec celle de l'eau de surface par suite de la mise en jeu de la conduction thermique (TRAVERS , 1971 ; LALAMI-TALEB, 1971) . La figure (8) montre la relation entre ces deux températures (de l'eau et de l'air). Elle met en évidence la remarque suivante :

La température de l'eau refroidit vite et se réchauffe plus lentement, ce qui mène au même résultats trouvé par LALAM-TALEB (1971).

La station (1) et la station (2) – situées à l'intérieur du port – ont eu souvent la même température (homothermie) ou une différence qui n'excède pas 0.5 °C .

Eau de la thalassothérapie :

Malgré le nombre limité des mesures réalisées, nous pouvons noter que les eaux de cette station semblent plus froides que celle du port. Particulièrement le 16.6.99, cela est dû probablement aux échanges avec les eaux du large tandis que le port, constitue un bassin semis- fermé où les eaux se réchauffent plus vite.

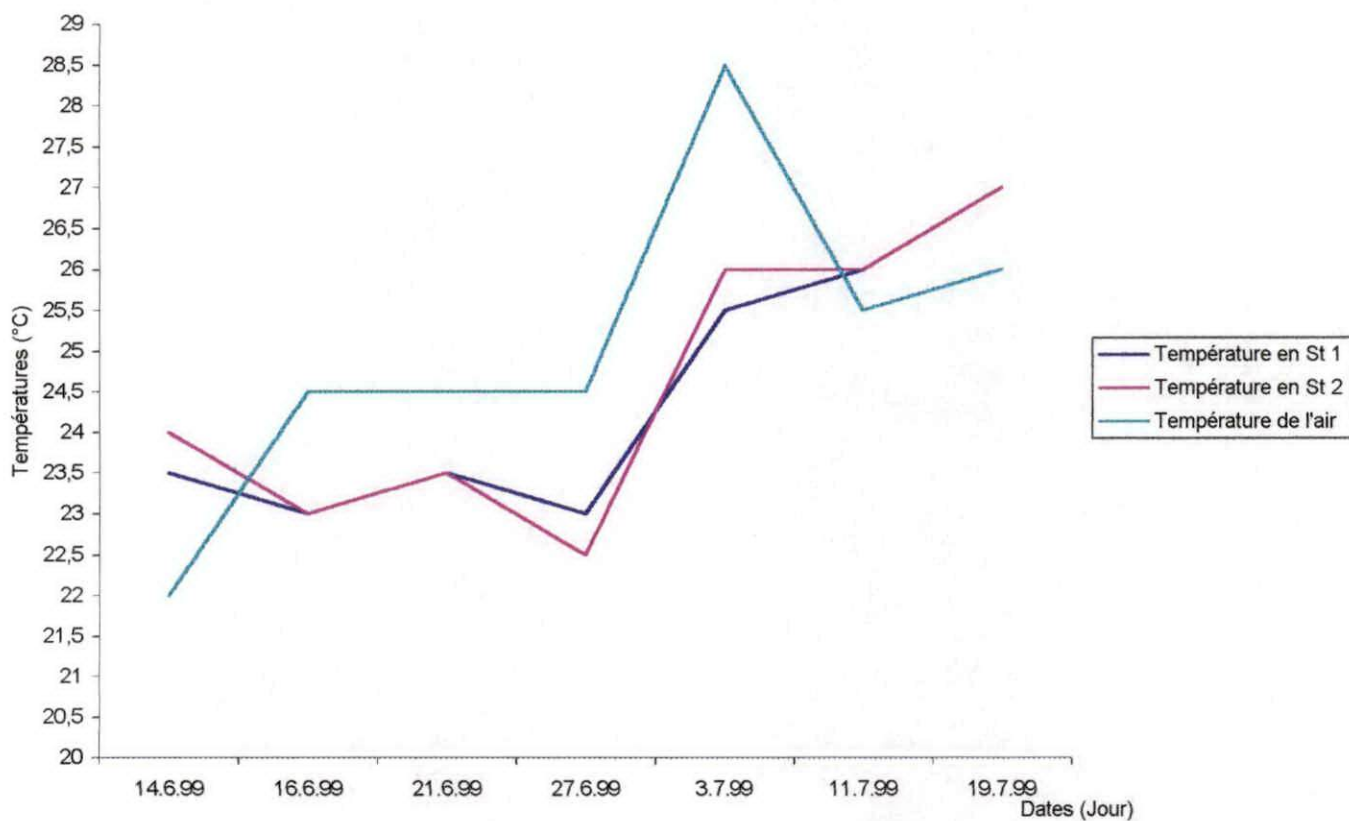


Fig 8 : Température de l'air avec les températures de l'eau en stations 1 et 2

.2 / Etude biologique :

2.2.1/ Les dinoflagellés totaux. Aspects quantitatifs :

Les dinoflagellés prédominent quantitativement dans le plancton de surface pendant l'été (TREGOUBOFF, 1957 ; RASSOLZADGAN, 1979) . Nous nous trouvons donc normalement en pleine saison de prolifération pour ce microplancton et dans des stations favorables à leur développement.

2.2.1.1. Les stations portuaires : (fig.8)

Le port qui est un bassin semi-ouvert, se caractérise par une eau calme, ainsi qu'un bon réchauffement. Il est soumis aux influences des eaux usées à la fois enrichissantes et polluantes (DAOUADJI, 1990) . D'après TRAVERS (1971), les stations les plus proches de la cote, les moins profondes et les plus polluées sont plus riches en microplancton.

Les densités de nos échantillons sont généralement comprises entre 300 et 1800 cellules par litre . Une valeur remarquable : 5200 cellules par litre a été relevé le 21.6.99 à la station 2. (Fig.9)

Tableau 3 : Densité totale des dinoflagellés (cellules/litre) dans les stations 1 et 2.

| Station | 14.6.99 | 16.6.99 | 21.6.99 | 27.6.99 | 03.7.99 | 11.7.99 | 19.7.99 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Station 1 | 1160 | 1800 | 700 | 300 | 340 | 660 | 500 |
| Station 2 | 800 | 1340 | 5200 | 700 | 1060 | 1460 | 1660 |

Ces valeurs sont comparables à celles trouvées par KHELIFI et AOURAGH (1997) dans la baie de Bou-Ismaïl au cours de la même saison. Elles restent , toutefois, supérieures à celles indiquée par AGGARI et METSAHA (1999) en juin et juillet dans cette même baie. Par ailleurs, au cours de notre étude, il n'y eut aucune manifestation de bloom ! ceci est peut être dû aux eaux qui ne sont encore suffisamment chaudes pour autoriser un développement intense des dinoflagellés

Si l'on veut comparer la situation des 2 stations du port, l'examen de la figure (9), met en évidence les remarques suivantes :

Cette figure peut être divisée en 3 périodes principales :

- Du 14 au 16 juin où les densités sont variables ; le nombre de cellules de dinoflagellés par litre est plus élevé pour la station 1 que pour la station 2. Cela pourrait être la conséquence de déplacement de masses d'eaux causé par le gradient horizontal, ou la convection physique (TAYLOR, 1978).
- Le 21 juin en station 2, le maximum de densité de dinoflagellés est atteint. Nous pouvons avancer 2 hypothèses :
 - Un apport de sels nutritifs localisé à la station 2. (à partir de l'émissaire du port ?)
 - Ou un apport extérieur au port : advection de population à partir de l'extérieur du port, la proximité de notre station 2 de la sortie du port peut faciliter ce phénomène.
- Du 27 juin au 19 juillet : le 27 juin, les densités des dinoflagellés sont au plus bas dans la station 2, cela est probablement lié à la forte nébulosité (6/8) mesurée ce jour-là. Selon LECAL (1954), BUCALOSSO (1960), PINCEMIN (1966), ILLOUL (1991), une période peu ensoleillée fait diminuer le nombre des dinoflagellés. Par la suite, les valeurs

de densités sont croissantes progressivement. Ceci semble être lié à la nette amélioration de l'état du ciel (nébulosité faible) et au réchauffement graduel des eaux qu'a provoqué la chaleur de juillet. En effet, ces deux facteurs ont une influence primordiale sur les fluctuations saisonnières des dinoflagellés (TRAVERS 1965 *in* TREGOUBOFF, 1965). Il a été noté que les variations de la températures des eaux peuvent agir directement et indirectement sur le microplancton, sachant qu'elle joue un rôle très important sur les variations de la viscosité du milieu et par là même sur le comportement du plancton et les mouvements des masses d'eaux (TRAVERS, 1971).

Les vents ne semblent pas avoir d'influence sur nos résultats probablement pour les raisons suivantes :

- 1- Ce sont des vents faibles sinon modéré (BUCALOSSI, 1960) avec de très faibles variations.
- 2- Nos sites sont des zones protégées et non soumis ou très peu aux phénomènes hydrodynamiques engendrés par le vent.

2.2.1.2. La station de la thalassothérapie : (Fig.2)

La plage de la thalassothérapie est une plage abritée par la digue située à l'arrière de l'ISMAL.

Les densités sont généralement inférieures à 700 cellules / litre , très faibles par rapport aux eaux du port, car cette station reçoit peu d'apports nutritifs et polluants contrairement aux deux premières stations.

Tableau 4 : Densités totales des dinoflagellés (cellule / litre) dans la station 3

| | | |
|-----------|---------|---------|
| Station | 14.6.99 | 16.6.99 |
| Station 3 | 1260 | 200 |

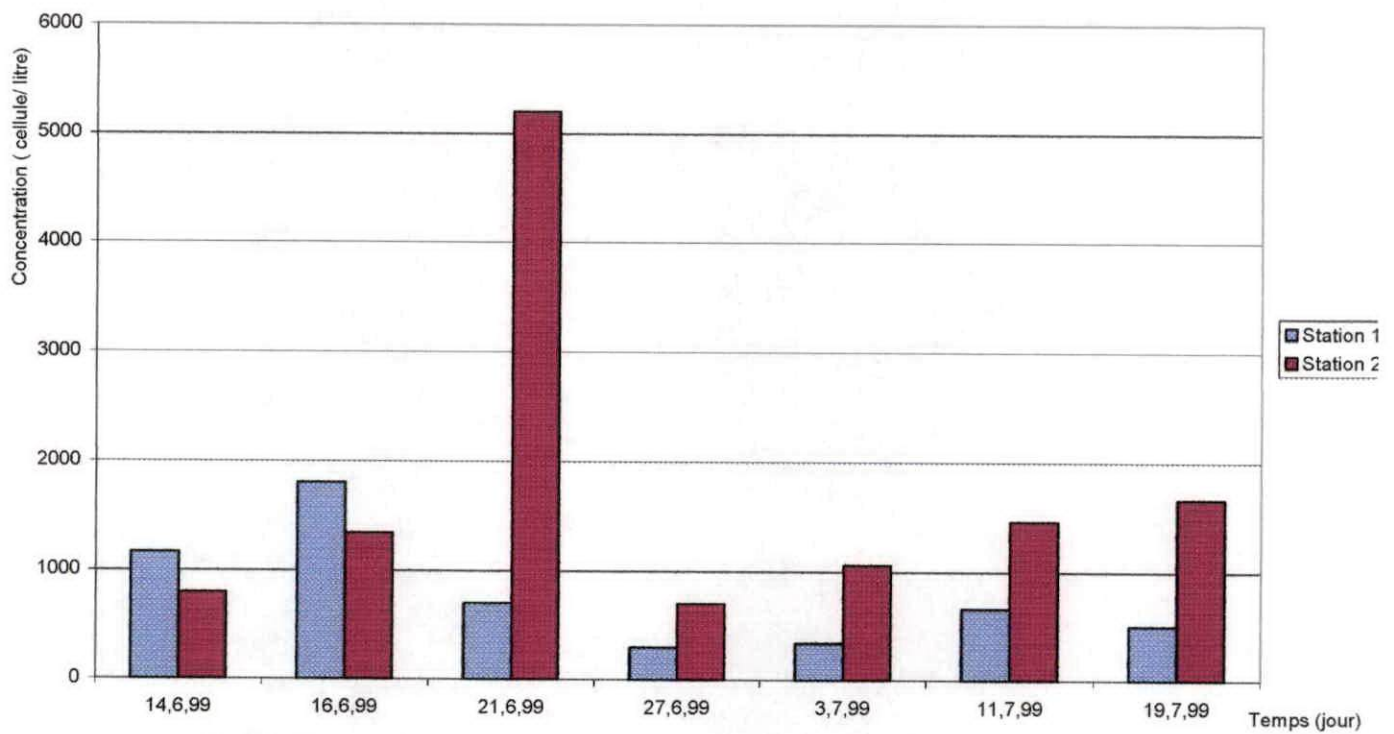


Fig 9 : Histogramme montrant les concentrations des espèces en station 1 et station 2

2.2.2. Les espèces de dinoflagellés :

2.2.2.1. Aspects qualitatifs :

2.2.2.1.1. Les eaux du port : (Tab. 5). Nous parlerons ici des principales espèces rencontrées :

Alexandrium sp : Il s'agit probablement d'*Alexandrium minutum*. En effet, cette espèce a déjà été signalée au MAROC (TAHRI et JOUTEL, 1998), au nord de la Méditerranée (FORTEZA et al., 1998) , et en TUNISIE (ROMDHANE et al., 1998). Cette espèce appartient à un genre marin habitant les eaux chaudes et tempérées (NEZAN et PICLET, 1996). Dans la littérature, sa distribution semble être liée à l'enrichissement des eaux en éléments nutritifs dans les zones côtières « sensibles » comme les ports (SOURNIA et al., 1991). Elle est très présente dans nos échantillons (constante) essentiellement en juin. Cette espèce provoque des marées rouges (JACQUES et SOURNIA, 1979) et sa production de PSP a été remarquée pour la première fois en 1989 en AUSTRALIE puis en ESPAGNE, au PORTUGAL , en FRANCE, en NOUVELLE ZELANDE (HONSELL et al., 1996).

Ceratium furca : Elle a déjà été récoltée dans le port de Sidi Fredj par MERROUCHE (1993) et BENKORTBI (1995) pendant le mois de juin. Sa présence est nettement avantagée en juin qu'en juillet (elle a surtout été récoltée par le seau) . C'est une espèce commune.

Ceratium fusus : Cette espèce est présente durant toute notre étude sur l'ensemble des stations. Elle appartient à un genre qui est nettement favorisé durant la saison chaude (LALAMI-TALEB, 1971). C'est une espèce côtière (STEIDINGER et JANGEN, 1997), elle est l'espèce type du genre *Ceratium* dans nos stations(Espèce constante). *Ceratium fusus* compte parmi les espèces les plus fréquentes en Méditerranée (JACQUES, 1967 ; TRAVERS, 1971 ; GAUMER, 1981 ; ABOUD-ABI SAAB, 1989). Toutefois, elle n'est pas toxique et ne provoque pas d'eaux colorées (NEZAN et PICLET, 1996).

Dinophysis caudata : Espèce océanique mais également néritique. Thermotolerante, elle fréquente les eaux superficielles (NEZAN et PICLET, 1996). Elle n'a pas été détectée dans les échantillons pris au seau. Cependant, elle a été capturée au filet durant le mois de juin sans différenciation entre les stations. Cette espèce n'a jamais été impliquée dans les phénomènes d'eaux colorées, mais sa toxicité a été mise en évidence en THAILANDE et sur les côtes ouest de l'INDE (NEZAN et PICLET, 1996).

Prorocentrum micans : Est une espèce néritique , sa présence est influencée par les conditions eutrophiques (NEZAN et PICLET, 1996 ; PAGOU , 1985) comme c'est le cas pour les eaux du port. Entre 1975 et 1988, 25 cas d'eaux rouges ont été observés sur les côtes françaises (BELIN et al., 1989). Sa toxicité a été mise en évidence en ESPAGNE mais pas en France (NEZAN et PICLET, 1996).

Prorocentrum lima : Est une espèce néritique, benthique et épiphytique (STEIDINGER et JANGEN, 1997). Présente durant toute notre étude dans l'ensemble des stations, mais à des effectifs différents entre les 2 sites. Il a été remarqué que c'est une espèce caractéristique des eaux de la thalassothérapie. Sa toxicité a été démontrée (DSP) (QUILLIAM et al., 1996 ; COMBELLA et QUILLA, 1999 ; STEIDINGER et JANGEN, 1997). Cette espèce ne provoque pas de marée rouge (NEZAN et PICLET, 1996).

Peridinium quinquecorne : C'est une espèce mal connue, décrite comme nouvelle par HALIM (1965) en Méditerranée. Toutefois, elle peut proliférer sans provoquer d'eaux rouges (LASSUS, 1988). Elle est commune dans notre étude.

Protoperidinium divergens et *Protoperidinium diabolus* : Elles appartiennent à un genre océanique et néritique (NEZAN et PICLET, 1996). Elles ont été très communes dans nos échantillons.

Protoperidinium minutum : Est une espèce côtière des eaux ouvertes (STEIDINGER et JANGEN, 1997). Elle a été présente surtout durant le mois de juillet.

Protoperidinium pellucidum : Il a été accordé que cette espèce vit en eaux tempérée et qu'elle est généralement côtière (STEIDINGER et JANGEN, 1997). Elle n'est présente qu'à partir de juillet.

Protoperidinium steinii : Espèce à large répartition temporelle selon ILLOUL (1991) au large du cap laxine dans la région algéroise. Elle n'est apparue qu'en juillet .

Le genre *Protoperidinium* est surtout présents durant le mois de juillet , cela est dû probablement à la forte température.

Scrippsiella trochoidea : Cette espèce représente le genre *Scrippsiella* , elle est constante. C'est une espèce qui est généralement rencontrée dans les stations côtières (ABBOUD-ABISAAB, 1989). Aucun effet toxique ne lui a été attribué, ni de phénomènes d'eaux rouge (ABBOUD-ABISSAB et BAKH, 1998).

Tableau 5 : Distribution temporelle et fréquence des espèces prises par le seau et le filet (2/2)

| ESPECES | 14.06.99 | | 16.06.99 | | 21.06.99 | | 27.06.99 | | 03.07.99 | | 11.07.99 | | 19.07.99 | |
|--|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
| | ST1 | ST2 | ST1 | ST2 | ST1 | ST2 | ST1 | ST2 | ST1 | ST2 | ST1 | ST2 | ST1 | ST2 |
| <i>Protopertidinium brevipes</i> (PAULS) BALECH R | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Protopertidinium diabolus</i> (CLEVE) BALECH TM | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | | | + |
| <i>Protopertidinium divergens</i> (EHR) BALECH TM | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | | | + |
| <i>Protopertidinium mediterraneum</i> ? (KOFROID) BALECH R | | * | | | | | | | | | | | | |
| <i>Protopertidinium minus</i> ? (KOFROID) LOEBLICH III M | | | + | | | | | * | | | | | | * |
| <i>Protopertidinium mite</i> (PAVILLARD) BALECH R | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Protopertidinium pelucidum</i> (BERGH) SCHUTT M | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Protopertidinium pyriforme</i> ? (PAULSEN) BALECH R | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Protopertidinium steinii</i> (JORGENSEN) BALECH M | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Peridinium quinquecorne</i> ABE TM | | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| <i>Scrippsiella trochoidea</i> (STEIN) LOEBLICH III C | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>Warnowia</i> sp LINDMANN M | | | | | | | + | + | + | + | | | + | + |

+ : A partir d'échantillon pris au filet

* : A partir d'échantillon pris au seau

C : Espèce constante

TM : Espèce très commune

M : Espèce commune

R : Espèce rare

2.2.2.1.2. Les eaux de la thalassothérapie : (Tab 5)

Le tableau (5) montre les différentes espèces identifiées à partir des 3 différentes méthodes d'échantillonnage :

(i) A partir des macroalgues, le 26 et 30 mai.

(ii) A partir de filet et de seau, le 14 et 16 juin.

Les genres *Amphidinium*, *Diplopsalis*, *Gymnodinium* et l'espèce *Protoberidinium sp* ont été identifiés à partir des échantillons de macroalgues.

Ceratium sp, *Dinophysis caudata*, *Dinophysis cf.ovum*, *Katodinium* et *Protoberidinium diabolus* ont été pris avec le filet.

Ceratium furca, *Ceratium extensum*, *Gyrodinium spp*, *Gyrodinium aureolum*, ont été identifiés à partir d'échantillons pris au seau.

Les échantillons réalisés à partir des macroalgues contenaient les genres et espèces suivants :

Des genres et espèces typiquement benthiques vivants sur des substrats sableux : *Amphidinium*, *Gymnodinium spp*, *Ostreopsis*, et *Prorocentrum lima*. Toutefois d'autres espèces typiquement planctoniques d'eaux néritiques et océaniques ont été rencontrés : *Dinophysis rotundata*, *Diplopsalis sp*, *Protoberidinium sp*, leur présence à proximité du substrat peut être expliquée par un apport extérieur à la zone (courant en provenance du large). Ceci peut expliquer aussi la présence des espèces océaniques et néritiques dans les échantillons pris au filet et au seau.

Tableau 6 : Identification des espèces à la station 3.

| Espèces | 26.5.99 | 30.5.99 | 14.6.99 | 16.6.99 |
|---|---------|---------|---------|---------|
| <i>Alexandrium sp</i> HALIM C | | | + * | + |
| <i>Amphidinium sp</i> CLAP et LACH | □ | □ | | |
| <i>Ceratium sp</i> SHRANK TM | | | | + |
| <i>C. furca</i> (EHR) CLAPARED ET LACHMANN C | | | * | * |
| <i>C. tripos</i> (MULLER) NITZSCH TM | | | + | |
| <i>C. extansum</i> ?(GOURRET)CLEVE TM | | | * | |
| <i>Dinophysis caudata</i> KENT TM | | | | + |
| <i>D. ovum</i> ? SCHUTT TM | | | | + |
| <i>D. rotundata</i> ? CLAP et LACH TM | □ | | | + |
| <i>Diplopsalis sp</i> BERGH | □ | | | |
| <i>Gymnodinium sp</i> STEIN TM | □ | □ | | |
| <i>Gyrodinium sp</i> KOFOID et SWEZY TM | | | * | |
| <i>G. aureolum</i> ? HULBURT TM | | | * | |
| <i>Katodinium sp</i> FOTT TM | | | | + |
| <i>Ostreopsis sp</i> MUNIER C | □ | | + * | + |
| <i>Prorocentrum sp</i> EHRENBERG C | | | + * | * |
| <i>P. lima</i> (EHR) DODGE C | □ | □ | + * | + * |
| <i>P. micans</i> EHRENBERG C | | | * | + * |
| <i>Protoberidinium sp</i> BERGH | □ | | | |
| <i>P. diabolus</i> (CLEVE) BALECH TM | | | | + |
| <i>Scrippsiella trochoidea</i> (STEIN) C LOEBLICH III | | | + * | + * |

- + Echantillons pris au filet. C : Espèce constante
- * Echantillons pris au seau. TM : Espèce très commune
- Echantillons à partir des macroalgues.

2.2.2.2. Aspects quantitatifs :

2.2.2.2.1. Les eaux du port : La plupart des espèces n'ont jamais dépassée quelques dizaines d'exemplaires par litre. Quelques uns ont atteint quelques centaines de cellules par litre, cinq seulement ont dépassés 400 cellules par litre:

Alexandrium minutum : Très présente dans nos échantillons essentiellement en juin où elle a atteint son maximum le 21 de ce mois en station 2 avec 460 cellules/litre (Tab 7). Il a d'ailleurs déjà été remarqué que ce genre atteint aussi son maximum pendant le mois de juin sur les cotes du Nord Adriatique, il est important de signaler que pour moins de 20 cellules/litre et pour 100 g de chaire de moules, 65 µg de PSP a été démontré en 1996, le 27 mai au Nord de la mer Adriatique (CABRINI et *al.*, 1996).

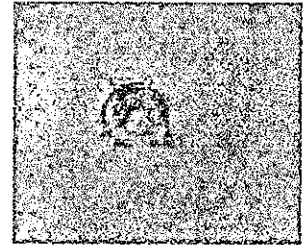
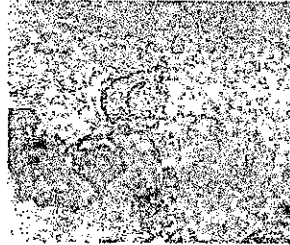
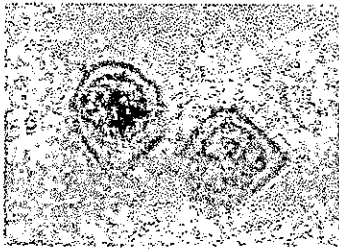
Prorocentrum micans : Il s'agit d'une espèce très abondante , son effectif maximum est de 2940 cellules au litre le 21 juin en station 2 (Tab 7).

Peridinium quinquecorne : Son maximum de concentration était de 560 cellules /litre les 3 et 19 juillet en station 2 (Tab 7). Effectivement, c'est pendant ce mois qu'elle se trouve en pleine expansion.

Proto-peridinium steinii : Le maximum de concentration a été enregistré le 11 juillet en station 2 avec 1140 individus au litre (Tab 7).

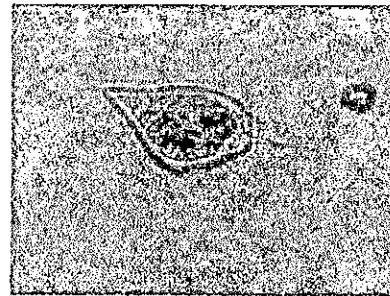
Scrippsiella trochoidea : Sa concentration maximale est de 1360 cellules/ litre le 21 juin en station 2. (Tab 7).

Nota : la planche suivante montre quelques unes de nos espèces récoltées après isolation.



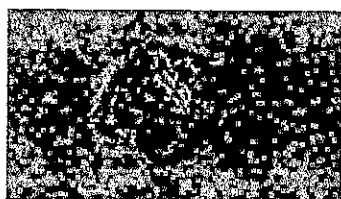
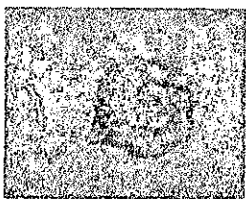
Scrippsiella trochoidea (à droite)
Peridinium quinquecorne (à gauche)

Protoperidinium pyriforme

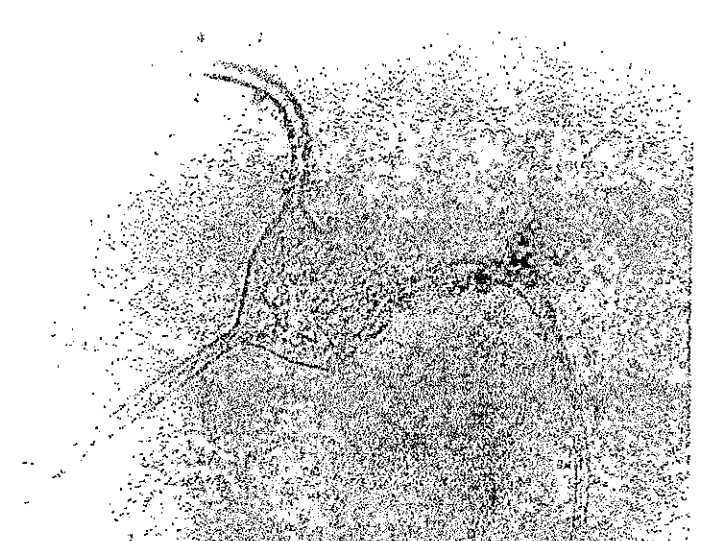


Peridinium quinquecorne

Prorocentrum micans



Protoperidinium pellucidum



Ceratium trichoceros

50 μ m

Tableau 7 : Comptage de cellules de dinoflagellés pour chaque station correspondant à chaque jour de prélèvement (cellule/ litre)

| Espèce | 14.6.99 | | 16.6.99 | | 21.6.99 | | 27.6.99 | | 3.7.99 | | 11.7.99 | | 19.7.99 | |
|--------------------------------|---------|-----|---------|-----|---------|------|---------|-----|--------|-----|---------|------|---------|-----|
| | ST1 | ST2 | ST1 | ST2 | ST1 | ST2 | ST1 | ST2 | ST1 | ST2 | ST1 | ST2 | ST1 | ST2 |
| <i>Alexandrium minutum</i> | 240 | 120 | 280 | 160 | 40 | 460 | 40 | 80 | | | | | | |
| <i>Ceratium furca</i> | 60 | | | 40 | 20 | 20 | | | | | | | | |
| <i>Ceratium fusus</i> | 200 | 80 | | | 140 | 40 | 20 | 40 | 40 | | 100 | | 80 | |
| <i>Coolia sp</i> | 20 | | | 40 | | | | | | | | | | |
| <i>Diplopsalis sp</i> | | | 120 | | | 20 | | | | | | | | |
| <i>Gymnodinium sp</i> | | | | | | | | | | | | | | 60 |
| <i>Gyrodinium sp</i> | 20 | | | | | | | | | 40 | | | | |
| <i>G. variable ?</i> | | 20 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ostreopsis sp</i> | | | 60 | 40 | | | | | | | | | | |
| <i>Polykrikos sp</i> | 60 | 20 | | | | | | | | | 20 | | 40 | |
| <i>Prorocentrum sp</i> | 120 | 40 | | 80 | | | | | | | | | 20 | 120 |
| <i>P.lima</i> | | | | 20 | | 40 | | | | | | | | |
| <i>P. micans</i> | 100 | 160 | 680 | 400 | 440 | 2940 | 80 | 160 | 80 | 260 | 160 | 120 | 20 | 400 |
| <i>P.minimum</i> | | | | | | | | | | 40 | | | | |
| <i>Protoperidinium sp</i> | 20 | 40 | 40 | | 20 | 320 | | | | 100 | 20 | | 20 | 20 |
| <i>Peridinium quinquecorne</i> | | | | | | | 140 | 120 | 200 | 560 | | 40 | 220 | 560 |
| <i>P. brevipes</i> | | | | | | | | | | | 40 | 20 | | |
| <i>P. diabolus</i> | 60 | 60 | 20 | | | | | | | | | | | |
| <i>P. divergens</i> | | | | | | | | | | 20 | 40 | 60 | | |
| <i>P. mediterraneum ?</i> | | 20 | | | | | | | | | | | | |
| <i>P. minutum</i> | | | | | | | | 40 | | 20 | 60 | 20 | | 20 |
| <i>P.mite</i> | | | | | | | | | | | 20 | | | |
| <i>P.pellucidum</i> | | | | | | | | | | | 20 | 40 | | |
| <i>P.pyriforme</i> | | | | | | | | | | | | | | 20 |
| <i>P.steinii</i> | 20 | | | 100 | | | | | 20 | | 180 | 1140 | | |
| <i>Scrippsiella trochoidea</i> | 240 | 240 | 520 | 460 | 40 | 1360 | 20 | 260 | | | | | 40 | 280 |
| <i>Warnowia</i> | | | | | | | | | | | | | 40 | 20 |

* Les cases vides indiquent la valeur zéro (0)

Tableau 8 : Concentrations des espèces les plus importantes en station 1

| Espèces | 14.6.99 | 16.6.99 | 21.6.99 | 27.6.99 | 3.7.99 | 11.7.99 | 19.7.99 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| <i>Alexandrium sp</i> | 240 | 280 | 40 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Prorocentrum micans</i> | 100 | 680 | 440 | 80 | 80 | 160 | 20 |
| <i>Scrippsiella trochoidea</i> | 240 | 520 | 40 | 20 | 0 | 0 | 40 |

Tableau 9 : Concentration des espèces les plus importantes en station 2

| Espèces | 14.6.99 | 16.6.99 | 21.6.99 | 27.6.99 | 3.7.99 | 11.7.99 | 19.7.99 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| <i>Alexandrium sp</i> | 120 | 160 | 460 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Prorocentrum micans</i> | 160 | 400 | 2940 | 160 | 260 | 120 | 400 |
| <i>Scrippsiella trochoidea</i> | 240 | 460 | 1340 | 260 | 0 | 0 | 280 |

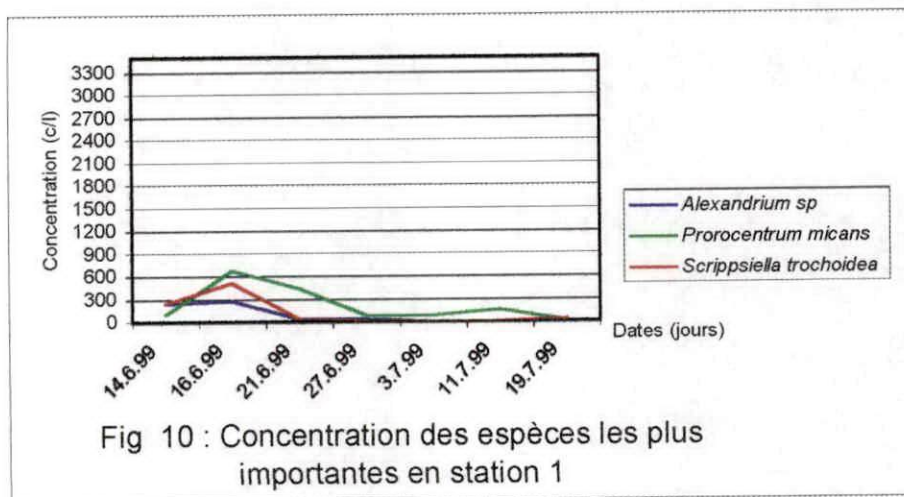


Fig 10 : Concentration des espèces les plus importantes en station 1

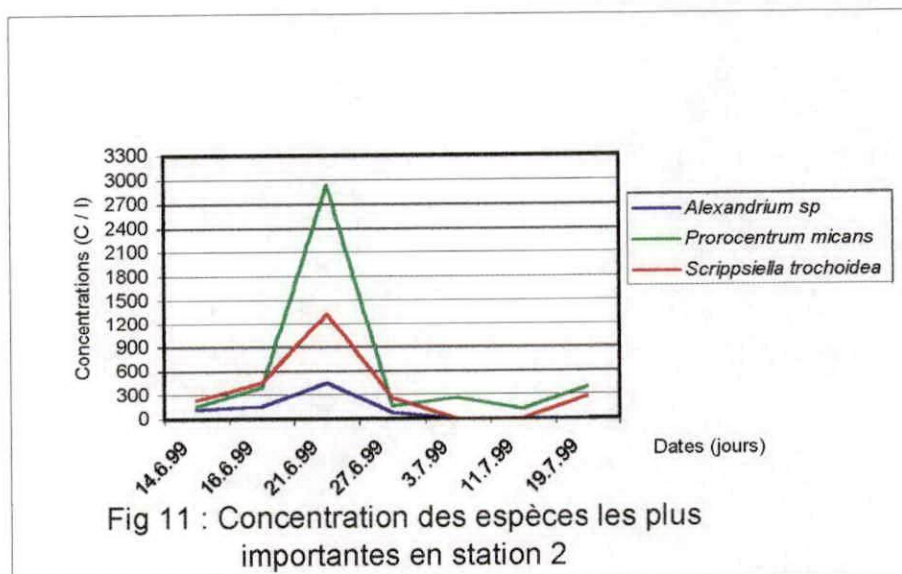


Fig 11 : Concentration des espèces les plus importantes en station 2

Selon DODGE (1995), *Prorocentrum micans* et *Scrippsiella trochoidea* sont deux espèces importantes en été. A partir des figures 10 et 11, nous pouvons remarquer que les espèces *Alexandrium minutum*, *Prorocentrum micans* et *Scrippsiella trochoidea* ont leurs pics le 16.6.99 en station 1 et le 21.6.99 en station 2. Cela suppose que ces 3 espèces ont probablement subi un déplacement par un phénomène d'advection de la station 1 à la station 2.

De même que dans notre étude, les abondances maximales de *Prorocentrum micans* et *Alexandrium minutum* ont été enregistrés en juin dans le Nord Adriatique (CABRINI et al., 1996). Par ailleurs, nous remarquons que les 3 espèces étudiées présentent une évolution synchrone. Selon CANNON (1996), *Prorocentrum micans* et *Alexandrium minutum* sont associés. Dans des eaux portuaires en Méditerranée Occidentale, *Alexandrium minutum*, *Scrippsiella trochoidea* et *Prorocentrum micans* évoluent conjointement (GARCES et al., 1998).

2.2.2.2. Les eaux de la thalassothérapie :

Le comptage de nos échantillon provenant de cette station a permis d'établir le tableau suivant :

Tableau 10 : Densités des espèces à la station 3

| Espèces | 14.6.99 | 16.6.99 |
|--|---------|---------|
| <i>Alexandrium minutum</i> HALIM | 60 | |
| <i>Ceratium extensum</i> ?(GOURRET) CLEVE | 60 | |
| <i>C. furca</i> (EHR) DUJARDIN | 40 | 20 |
| <i>Gyrodinium aureolum</i> ? HULBURT | 40 | |
| <i>Ostreopsis sp</i> SCHIMDT | 100 | |
| <i>Prorocentrum sp</i> EHRENBURG | 140 | |
| <i>P. lima</i> (EHR) DODGE | 680 | 100 |
| <i>P. micans</i> EHRENBURG | 40 | 60 |
| <i>Scrippsiella trochoidea</i> (STEIN) LOEBLICH III | 100 | 20 |

Nous ne pouvons tirer des conclusions sur la distribution de ces espèces au sein de cette station étant donné le nombre réduits d'échantillons. Toutefois, nous pouvons mettre l'accent sur quelques espèces communes :

Prorocentrum lima : Elle a atteint son maximum de concentration le 14.6.99 (680 cellules / litre). Cette espèce est plus représentée dans les eaux de cette station, il a été remarqué d'ailleurs que c'est une espèce caractéristique de ce site : conditions de développement favorables en raison de la présence des algues sur lesquelles elle se développe en épiphyte. C'est une espèce constante dans nos échantillons qui proviennent de cette station.

L'espèce *Prorocentrum micans* est peu présente (40cellules / litre) par rapport aux eaux du port, car les conditions de développement et de croissance ne sont pas présents (comme les conditions d'eutrophisation).Espèce constante.

L'espèce *Scrippsiella trochoidea* est elle aussi bien représentée (100 cellules / litre) car comme ABOUD-ABISAAB l'a remarqué (1989), c'est une espèce qui est généralement rencontrée dans les stations côtières. Espèce constante.

Le genre *Ostreopsis* est un genre exclusivement marin, essentiellement épiphyte et d'habitat benthique. Genre côtier rarement abondant, compte tenu de son habitat, on peut le voir apparaître dans les eaux de surface chaque fois que les conditions hydroclimatiques particulières sont réunies. N'a jamais provoqué de phénomène d'eau rouge. Deux espèces sont toxiques. (NEZAN, PICLET, 1996)

Le genre *Prorocentrum* est très fréquent, récolté dans le plancton littoral. Sa prolifération a plutôt tendance à se produire dans des zones soumises à des rejets industriels et urbains, à des dessalures alors que les eaux sont déjà réchauffées. (NEZAN, PICLET, 1996)

Tandis que *Ceratium furca* et *Gyrodinium aureolum*, elles y sont peu abondantes (40 cellules / litres) car ce sont des espèces océaniques ramenées probablement dans cette station par des phénomènes aléatoires (phénomènes hydrologiques). La première est constante, la seconde est très commune.

2.2.2.3. Espèces provoquant des marées rouges :

Le tableau suivant montre les espèces récoltées durant notre étude et susceptibles de provoquer des marées rouges : D'après:

- 1 - LASSUS, 1988
- 2 - SOURNIA, 1995
- 3 - NEZAN et PICLET, 1996

Tableau 11: Espèces susceptibles de provoquer des marées rouges parmi les espèces récoltées.

| Espèces provoquant des marées rouges | Espèces ne provoquant pas de marées rouges |
|--|--|
| Quelques <i>Alexandrium</i> (<i>A. minutum</i>) ^{1,2} | <i>Coolia</i> ³ |
| <i>Amphidinium</i> ¹ | <i>Dinophysis caudata</i> ³ |
| <i>Ceratium furca</i> ¹ | <i>Dinophysis rotundata</i> ? ³ |
| <i>Ceratium fusus</i> ¹ | <i>Ostreopsis</i> ³ |
| <i>Diplopsalis</i> (bloom) ³ | <i>Prorocentrum lima</i> ³ |
| <i>Dinophysiales</i> ² | |
| <i>Gymnodinium</i> ^{1,3} | |
| <i>Gyrodinium aureolum</i> ^{1,3} | |
| <i>Prorocentrales</i> ² | |
| <i>Prorocentrum lima</i> ¹ | |
| <i>Prorocentrum micans</i> ^{1,3} | |
| <i>Prorocentrum minimum</i> (bloom) ^{1,3} | |
| <i>Peridinales</i> ² | |
| <i>Peridinium quinquecorne</i> ¹ (bloom) | |

Selon SOURNIA (1995), les marées rouges ne sont pas toutes toxiques, et le phytoplancton toxiques ne produisent pas tous des marées rouges. Parmi les 1700 espèces de dinoflagellés, environ 110 provoquent des marées rouges, dont 3 à 4 de *Dinophysis*, environ 42 espèces de *Gymnodiniales*, 50 des *Peridinales* et 12 de *Prorocentrales*.

En France, entre 1975 et 1988, il y est eut 25 cas de marées rouges causés par *Prorocentrum micans*, 20 cas causés par *prorocentrum minimum*, et enfin 16 cas pour *Gyrodinium aurealum*, (BELIN et al., 1988).

2.2.2.4. Espèces toxiques :

Le tableau suivant montre les espèces toxiques, les non toxiques et celles qui sont soupçonnées de l'être qui ont été identifiées au cours de ce travail.

Tableau 12: Les espèces toxiques, non toxiques et susceptible de l'être parmi les espèces Détectées. D'après :

- A - LASSUS, 1988
- B - NEZAN et PICLET, 1996
- C - STEIGDINGER et JANDEN, 1997
- D - HONSELL et al., 1998

| Espèces toxiques | Espèces non toxiques | Espèces soupçonnées d'être toxiques |
|---|---|---|
| * <i>Alexandrium minutum</i> (PSP) ^{B,D,C} *Quelques <i>Amphidinium</i> ^B * <i>Coolia monotis</i> (substances hemolitiques) ^{B,C} *Certains <i>Dinophysis</i> ^B (DSP) * <i>Gyrodinium aurealum</i> ^B *Certains <i>Ostreopsis</i> (2 espèces) ^B * <i>Prorocentrum</i> (DSP ou VSP) ^B * <i>Prorocentrum minimum</i> (VSP) ^A * <i>Gymnodinium</i> ^B | * <i>Ceratium</i> ^B * <i>Dinophysis ovum</i> ^B * <i>Diplopsalis</i> ^B * <i>Gyrodinium</i> ^B * <i>Katodinium</i> ^B * <i>Polykrikos</i> ^B * <i>Protoperidinium</i> ^B * <i>Scrippsiella</i> ^B * <i>Warnowia</i> ^B * <i>Oxytoxum</i> ^B | * <i>Prorocentrum micans</i> : Qui en Espagne, non en France. ^B * <i>Dinophysis caudata</i> : DSP en Thaïlande (84) et Inde (88) ^B * <i>Dinophysis rotundata</i> : toxique au Japon, pas en France ^B * <i>Prorocentrum lima</i> : Toxique en Espagne ^B Toxique en France ^A |

CONCLUSION

L'analyse de nombreuses prises d'eaux en surface, effectuées dans la région de Sidi Fredj (Port et plage de la thalassothérapie) durant la saison estivale 1999 (Juin et Juillet) a permis d'aboutir aux conclusions suivantes :

- Les eaux côtières de Sidi Fredj – Plus particulièrement ses eaux portuaires – présentent des peuplements de dinoflagellés très diversifiés. En effet, 37 espèces appartenant à 16 genres, ont été identifiées. Les principales espèces rencontrées ont été : *Alexandrium minutum*, *Ceratium fusus*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum micans*, *Peridinium quinquecorne*, *Proto-peridinium steinii*, *Scrippsiella trochoidea*.
- L'évaluation de la biomasse de ces espèces a révélée des abondances remarquables pour : *Prorocentrum micans*, *Proto-peridinium steinii* et *Scrippsiella trochoidea* avec respectivement : 2940 cellules par litre, 1140 cellules par litre et 1360 cellules par litre. Cependant aucun bloom, ni aucune eau colorée n'ont été enregistrés malgré la présence d'espèces connues pour produire ce type de manifestation (*Alexandrium minutum*, *Prorocentrum micans*, *Peridinium quinquecorne*, *Ceratium fusus* ...), il a été remarqué dans la littérature que le seuil minimal pour ces deux phénomènes est de l'ordre de millions de cellules par litre, alors que nos résultats sont en deçà de cette valeur. Il semble que toutes les conditions écologiques (temps, stabilité, sels nutritifs...) n'étaient pas réunies pour permettre l'apparition de ces phénomènes durant notre étude.
- Des espèces connues pour leur toxicité ont été rencontrées durant le présent travail. Il s'agit de : *Alexandrium minutum*, *Dinophysis caudata*, *Dinophysis rotundata*, *Gyrodinium aureolum*, *Gymnodinium variable*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum micans*. Plusieurs d'entre elles, dans différents pays ont été impliquées dans des cas d'intoxication humaine après consommation de fruits de mer contaminés.

Même à de faibles concentrations dans l'eau de mer, une espèce comme *Alexandrium minutum* représente un réel danger pour la santé humaine.

De nombreux pays ont mis en place des programmes de surveillances pour les genres : *Dinophysis*, *Gymnodinium* et *Alexandrium*. L'installation de ce type de programme dans notre pays sera nécessaire dans le cadre du contrôle de la qualité des produits de la mytiliculture.

Durant ce travail, nous avons rencontrés des difficultés dans l'identification de certains genres (*Alexandrium*, *Gymnodinium*, *Dinophysis*...). En effet, le microscope inversé dont nous disposons n'offrait pas une précision suffisante. Des accessoires tels que le contraste de phase et l'épifluorescence, ainsi que l'utilisation de colorants spécifiques permettrait une identification plus poussée.

Par ailleurs, pour une meilleure connaissance de l'écologie des espèces étudiées, un échantillonnage plus étendu dans l'espace et dans le temps s'avère nécessaire. De même, il serait important d'étudier les facteurs du milieu autre que la température qui influencent l'écologie des espèces (sels nutritifs, courantologie, pH, salinité, saturation d'oxygène, ...)

BIBLIOGRAPHIE

AGGARI A ; METSAHA K., 1999.- Contribution à l'étude de la richesse en phytoplancton, zooplancton et ichthyoplancton dans deux stations de la baie de Bou-Ismaïl. *Mémoire d'ingénieur ISMAL* . 86p

ABBOUD-ABI SAAB M. , 1989. – Les dinoflagellés des eaux côtières libanaises. Espèces rares ou nouvelles du phytoplancton marin. *Libanèse.Sciences.Bulletin.* vol 5 (2) :5-16

ABBOUD-ABI SAAB M. ; BAKH Y., 1998. – Dominant and potentially toxic microalgae in Libanese coastal waters. 1992, In *Harmful Algae*. REGUERA B. et al. Ed., COI of UNESCO.

AOURAGH A. ; KHELIFI N., 1997.- Contribution à l'étude qualitative, quantitative et structurale des peuplements phytoplanctoniques , zooplanctonique et ichthyoplanctoniques dans la baie de Bou-Ismaïl au cours du printemps 1996. Mémoire d'ingénieur. 108p

BELIN C. ; BERTHOME J.P ; LASSUS R., 1989 .- Dinoflagellés toxiques et phénomènes d'eaux colorées sur les cotes françaises. Evolution et tendance entre 1975- 1988. *Equinoxe*, N° 25:1- 30.

BENKORTBI C., 1995. – Contribution à l'étude des dinoflagellés cuirassés dans la région de Sidi Fredj en relation avec les facteurs du milieu. Mémoire de DEUA. *ISMAL*.36p.

BERNARD F.,1958. – Le courant atlantique en Méditerranée. *Rapp. Proc. Verb. Com. Int.Explor.Sci.Mer.Medit* , 14 : 97-100 .

BOUGIS P., 1974. – Ecologie du plancton marin. I- Le phytoplancton. Collection d'écologie Masson and Cie Eds. Paris. 196p.

BUCALOSSI G., 1960. - Etude quantitative des variations du phytoplancton de la baie d'Alger en fonction du milieu (Novembre 1959 à Mai 1960). *Bull.Inst.Oceanogr.Monaco*. Vol 57, n°1189 : 5 – 40.

CABRINI M., CHIURO R., COK S., MARTECHINI E., PACCHIARI I., GENIS P., 1996. – The occurrence of *Alexandrium spp* along the northern Adriatic coasts :81-84 . In *Harmful and toxic algal bloom*. Yasumoto et al Ed.COI. UNESCO.

CANNON A.J., 1996. – Compétition between the dinoflagellates *Alexandrium minutum* and *Prorocentrum micans* in the port River South Australia :381-384 . in *Harmful and toxic algal bloom*. Yasumoto et al Ed. COI. UNESCO .

COMBELLA A.D., QUILLIAM M.A., 1999. – Cell cycle and toxic production in the benthic dinoflagellates *Prorocentrum lima*. *Marine Biology* (1999)134 :541-549 .

DAOUADJI S., 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 de DEUA. ISMAL 57 p.

DODSON A.N., THOMAS W.H., 1978.- Filtration : 104 – 107 In SOURNIA A., éd., *Phytoplankton manual*. UNESCO, PARIS, (*Monographs on oceanographic methodology*) .

DODGE J.D., 1995. – A seasonal analysis of the armoured dinoflagellates of loch Eriboll, North Scotland. *Journal of the marine biological of the United Kingdom*, vol 57 : 219 – 233.

FORTEZA V., QUETGLAS G., DELGADO M., REYRO M.I., FRAGA S., FRANCO J.M., CACHO E., 1998. - Toxic *Alexandrium minutum* bloom in Palma de Mallorca Harbour (Balearic Islands, Western Mediterranean) :58-59 In *Harmful Algae* REGUERA B. et al Ed., COI of UNESCO.

GARCES E., DELGADO M., VILA M., COMP J., 1998. – An *Alexandrium minutum* bloom : in situ. Growth or accumulation :167-170 .In *Harmful Algae* REGUERA B. et al Ed., COI of UNESCO.

GAUMER G., 1981.- Evolution annuelle des communautés microplanctoniques de la baie d'Alger. Variation de la composition spécifique liée à la nature du facteur nutritionnel limitant la biomasse algale. Thèse Doct 3ème cycle Univ. Pierre et Marie Curie. Paris VI . P 91

HALIM Y., 1965.- Microplancton des eaux égyptiennes. II- Chrysomonadines, Ebriediens et Dinoflagellés nouveaux ou d'intérêt biogéographiques.
Rapp. Proc. verb. Comm. Int. Explor. Sci. Mer. Medit. 18(2) :373-379

HASLE G.R., 1978.- Settling : 88 – 96 in SOURNIA éd., *Phytoplankton manual*, UNESCO. Paris (*Monograph on oceanographic methodology*)

HILY C., 1976. – Ecologie benthique des petits charentais . Doct 3ème cycle UBO. Brest (France)
236p.

HONSELL G., DOLETI R., POMPEI M., SIDARI L., MILANDRI A., CASADEI C., VIVIANI R., 1996.- *Alexandrium minutum* (HALIM) and PSP contamination in the Northern Adriatic Sea (Mediterranean Sea) : 77-80. In *Harmful and toxic algal bloom*. Yasumoto et al Ed. *Oceanographic commission of Intergovernmental*. UNESCO.

ILLOUL H., 1991. – Contribution à l'étude qualitative, quantitative et structurale des populations phytoplanctoniques au large du cap Caxine (région algéroise) . *Thèse magister*. ISMAL. 214 p.

JACQUES G., 1967.- Aspects qualitatifs du phytoplancton de Banyuls-sur-mer (Golf de Lion). I- Pigments et population phytoplancton dans le golfe du Lion en Mars 1966. *Vie et Milieu* ; Fasc (2 B) : 239- 272

JACQUES G., 1979.- Phytoplancton . Biomasse, production, numération et culture . Laboratoire Arago Banylus-sur-mer. 106p.

JACQUES G., SOURNIA A., 1979.- Les « eaux rouges » due au phytoplancton en Méditerranée : 175-187 . *Vie et Milieu* , 1978- 1979. Vol 28-29. Fasc 2, Ser A B

KOUIDRI R., AMIRI N., 1997. – Variabilité biométriques et structures en taille des mollusques bivalves. *Mémoire DEUA*. ISMAL. 58 p.

LALAMI-TALEB R., 1971. – Facteurs de répartition verticale du phytoplancton au large d'Alger. *Thèse Doct 3ème cycle*. Pélagos vol III Fasc 3 . 188p

LASSUS P., 1988. – Plancton toxique et plancton d'eaux rouges sur les cotes européennes. Edit IFREMER. 111p .

LECAL J., 1954. – Richesse en microplancton estival des eaux méditerranéennes de port Vendres à Oran. *Vie et Milieu*. Suppl 3 : 13 – 95p.

MERROUCHE L., 1993.- Etude qualitatives et quantitatives des populations phytoplanctoniques d'une station côtière et d'une station portuaire de la région de Sidi Fredj et leurs relation avec les facteurs physico-chimiques et météorologiques *Mémoire DEUA*. ISMAL. 68 p.

NEZAN E., PICLET G., 1996. - Guide pratique à l'usage des analystes du phytoplancton. *Edit. IFREMER*. 66p

OUKAZI H., 1993. - Le port de plaisance de Sidi Fredj : Approche critique à travers son fonctionnement et son impact sur l'environnement immédiat. Mémoire d'ingénieur ISMAL. 212p

PAGOUE K., 1985. - The influence of eutrophication on the periodicity of the phytoplankton *Prorocentrum micans* : 97-98 . *Rapp.Proc.verb.Comm.Int.Explor.Sci.Mer.Medit*, Vol 29 (9).

PINCEMIN J.M., 1966. -Note préliminaire à l'étude écologique des dinoflagellés de la baie d'Alger et comparaison avec les diatomées. *Pélagos*, 2 (6) : 5 - 47

QUILLAM A.M., HARDSTAFF W R., NORIKO I., MC LACHLAN J.L., REEVES A. R., ROSS W.N, WINDUST A.J., 1996. - Production of diarrhetic shellfish poisoning (DSP) toxins by *Prorocentrum lima* in culture and développement of analytical methods : 289-292. in *Harmful and toxic algal bloom. Oceanographic Commission of Intergovernmental. UNESCO*.

RASSOULZADEGAN F., 1979. - Cycle annuel de la distribution de différents catégories de particules de seston et essai d'identification des principales poussées phytoplanctoniques dans les eaux et ville Franche sur mer. *J.Exp.Mer.Biol.Ecolo*. vol 38 : 41- 56.

RHOMDHANE M. S., EILERTSEN H.C., YAHIA D.K.D., YAHIA M.N.D., 1998. - Toxic dinoflagellate blooms in Tunisian lagoons : causes and consequences for aquaculture. : 80 - 83p. In *Harmful Algae* REGUERA B. et al Eds, COI of UNESCO.

SAMSON-KECHACHA F.L., 1981.- Variations saisonnières des matières nutritives de la baie d'Alger. Richesse des facteurs contrôlant le développement du phytoplancton . Thèse Doct 3 ème cycle USTHB . Alger. 98 p

SOURNIA A., 1986. - Atlas du phytoplancton marin. Volume I : Introduction, Cyanophycées, Dictyophycées, Dinophycées, Raphidophycées . Edit CNRS :219p

SOURNIA A., BELIN C., BERLAND B., ERARD- LE DENN E., GENTIEN P., GREZEBYK D., MARCAILLAU-LE BAUT C., LASSUS P., PARTENSKY F., 1991. - Le phytoplancton nuisible des cotes de France (De la biologie à la prévention). Ed. IFREMER. 153p

SOURNIA A., 1995. – Red tide and toxic marine phytoplankton of the world ocean : an inquiry into biodiversity : 103 - 112. In *Harmful marine algal blooms*. LASSUS et al Ed.

STEIDINGER K., JANGEN K., 1997.- Dinoflagellates : 387 - 584. In : Identifying marine phytoplankton. CR. TOMAS. Ed.

TAHRI JOUTEI L. 1998. – *Gymnodinium catenatum* blooms in Moroccan water. : 66 – 67. In *Harmful Algae* REGUERA B. et al Eds, COI of UNESCO.

TAYLOR F.J.R., 1978. – Dinoflagelatees : 143 – 147 In SOURNIA éd., Phytoplankton manual . UNESCO. Paris (*Monographs on oceanographic methodology*)

THRONDSSEN J., 1978. – Isolation of single cells : 132 – 135 in SOURNIA éd., Phytoplankton manual. UNESCO . Paris (*Monographs on oceanographic methodology*).

TRAVERS M., 1971., Le microplancton du golf de Marseille, études quantitatives, structurales et synecologiques : variation spatio-temporelle . Tome 1. Thèse doct es Sci . Nat . Univ Aix Marseille. 595p

TREGOUBOFF G., ROSE M., 1957. – Manuel de planctonologie méditerranéenne Tome I Centre National de la Recherches Scientifique. Paris, vol 2 . 587p.

TREGOUBOFF G., 1965. – Rapport des travaux concernant la planctonologie méditerranéenne publiés entre Octobre 62 et Novembre 1964. *Rapp. Proc.Verb.Comm.Int.Explor. Sci.Mer.Medit.* vol 18 (2) : 283-311

ANNEXES

SUSTEMATIQUE DES DINOFLAGELLES IDENTIFIES AU
COURS DE CE TRAVAIL

Ordre : *Prorocentrales*

Famille : *Prorodentraceae*

- Genre :** *Prorocentrum* **P. lima* (EHRENBERG) DODGE
**P. micans* EHRENBERG
**P. minimum* (PAVILLARD) SCHILLER

Ordre : *Dinophysiales*

Famille : *Dinophysiaceae*

- Genre :** *Dinophysis* **D. caudata* KENT
**D. ovum* ? SCHUTT
**D. rotundata* CLAP & LACH

Ordre : *Gymnodiniales*

Famille : *Gymnodiniaceae*

- Genre :** *Amphidinium* CLAP & LACH
- Genre :** *Gymnodinium* **G. variable* ? HERDMAN
- Genre :** *Gyrodinium* **G. aurealum* ? HULBURT
**G. crassum* ? (POUCHET) KOFOID & SWEZY
**G. fissum* ? (LEVANDER) KOFOID & SWEZY

Famille : *Warnowiaceae.*

- Genre :** *Warnowia* LINDMANN

Ordre : *Peridinales*

Famille : *Peridiniaceae*

- Genre :** *Coolia* MEUNIER
- Genre :** *Ostreopsis* SCHIMDT
- Genre :** *Diplopsalis* BERGH
- Genre :** *Scrippsiella* **S. trochoidea* (STEIN) LOEBLICH III
- Genre :** *Protoperidinium* **P. diabolus* (CLEVE) BALECH
**P. divergens* (EHR) BALECH
**P. minutum* (KOFOID) LOEBLICH III
**P. steinii* (JORGENSEN) BALECH
**P. pellucidum* (BERGH) SCHUTT
**P. mite* (PAVILLARD) BALECH
**P. brevipes* ? (PAULS) BALECH

**P. mediterraneum* ? (KOFOID) BALECH
 **P. pyriforme* ? (PAULSEN) BALECH

Famille : *Conyaulaceae*

Genre : *Gonyaulax* DIESING

Genre : *Alexandrium* * *A. minutum* HALIM

Famille : *Ceratiaceae*

Genre : *Ceratium* * *C. fusus* (EHR) DUJARDIN

**C. furca* (EHR) CLAP & LACH

**C. tripos* (MULLER) NITZSCH

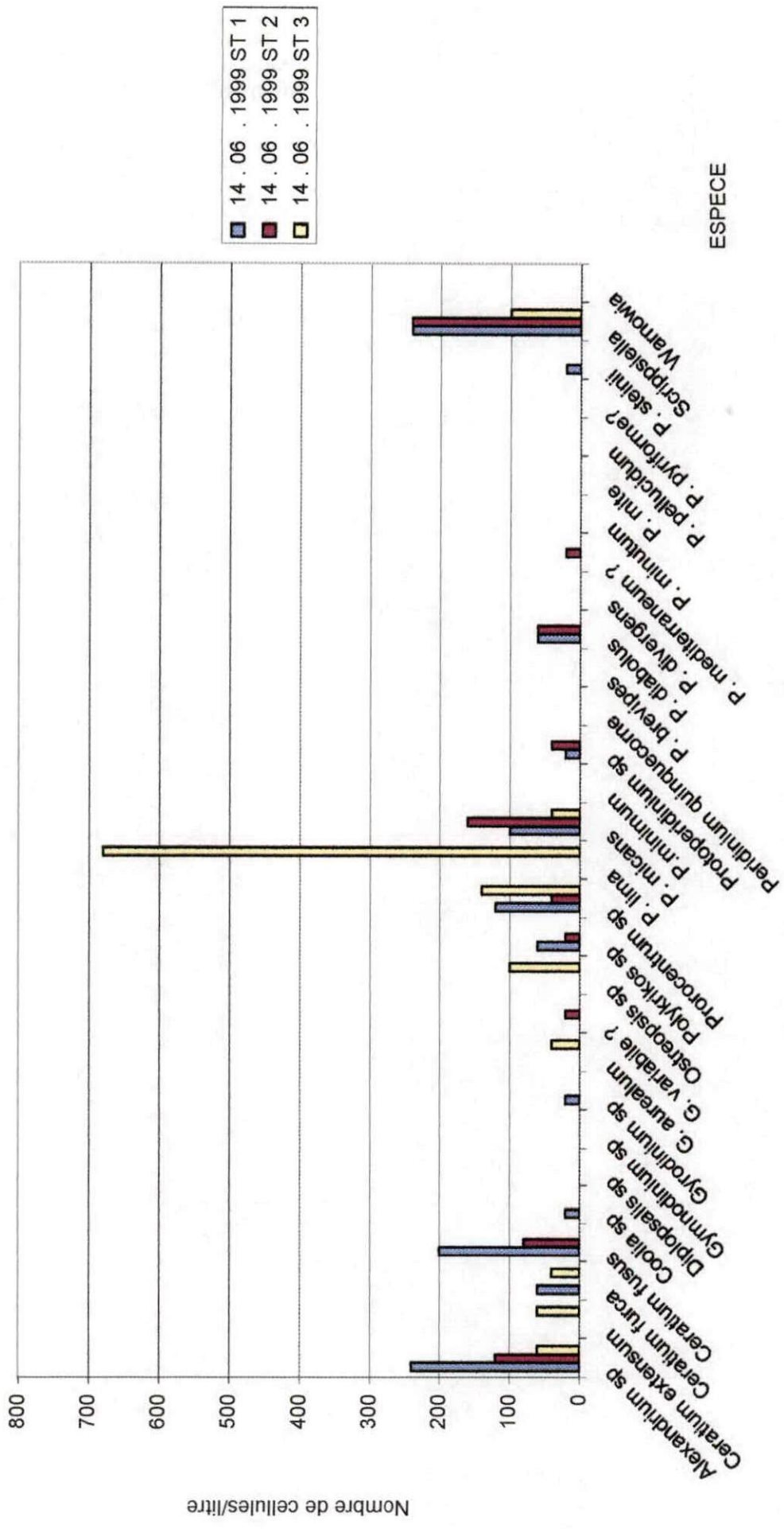
**C. extensum* (GOURRET) CLEVE

Famille : *Polyfrikaceae*

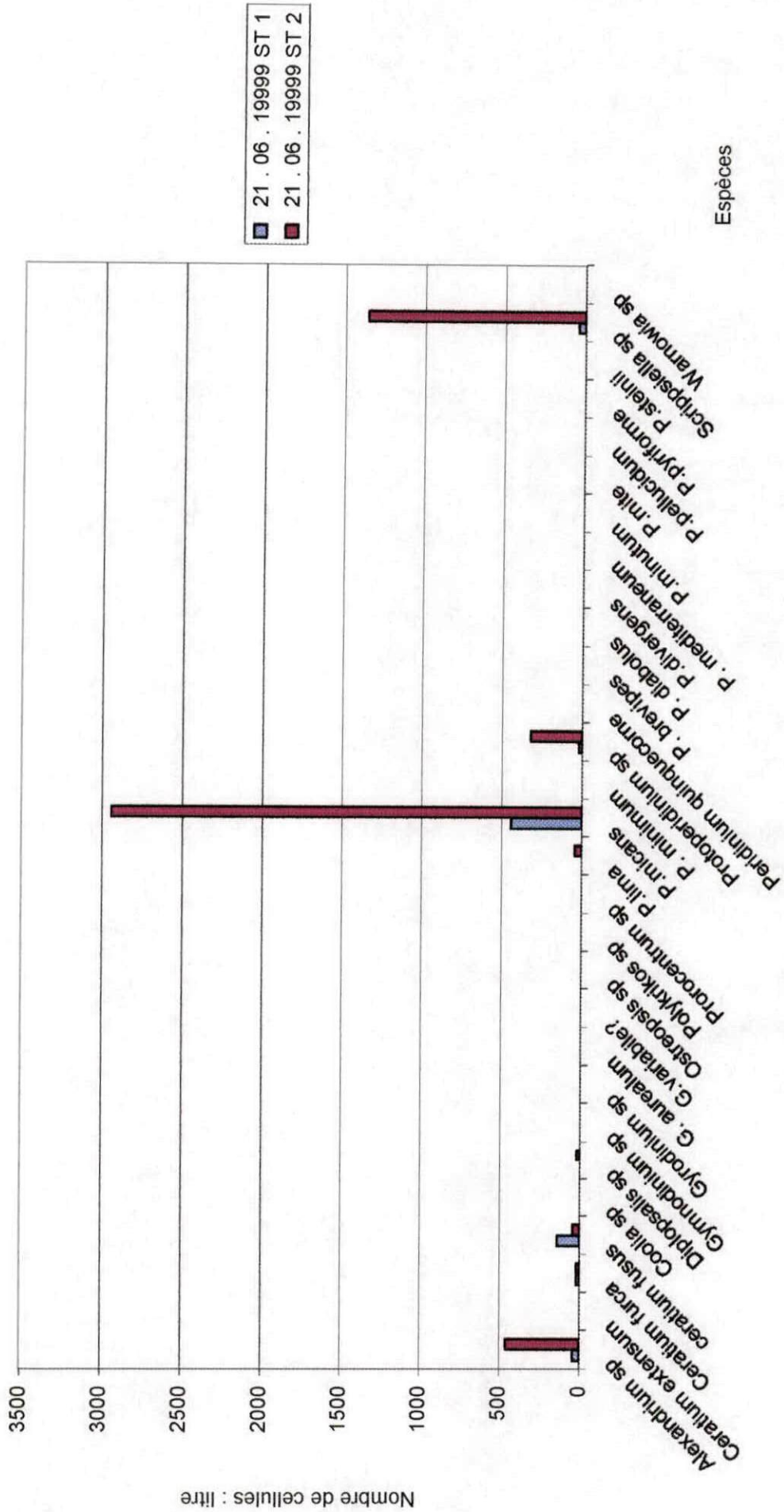
Genre : *Polykrikos* BUTSCHLI

Famille : *Lophodiniaceae*

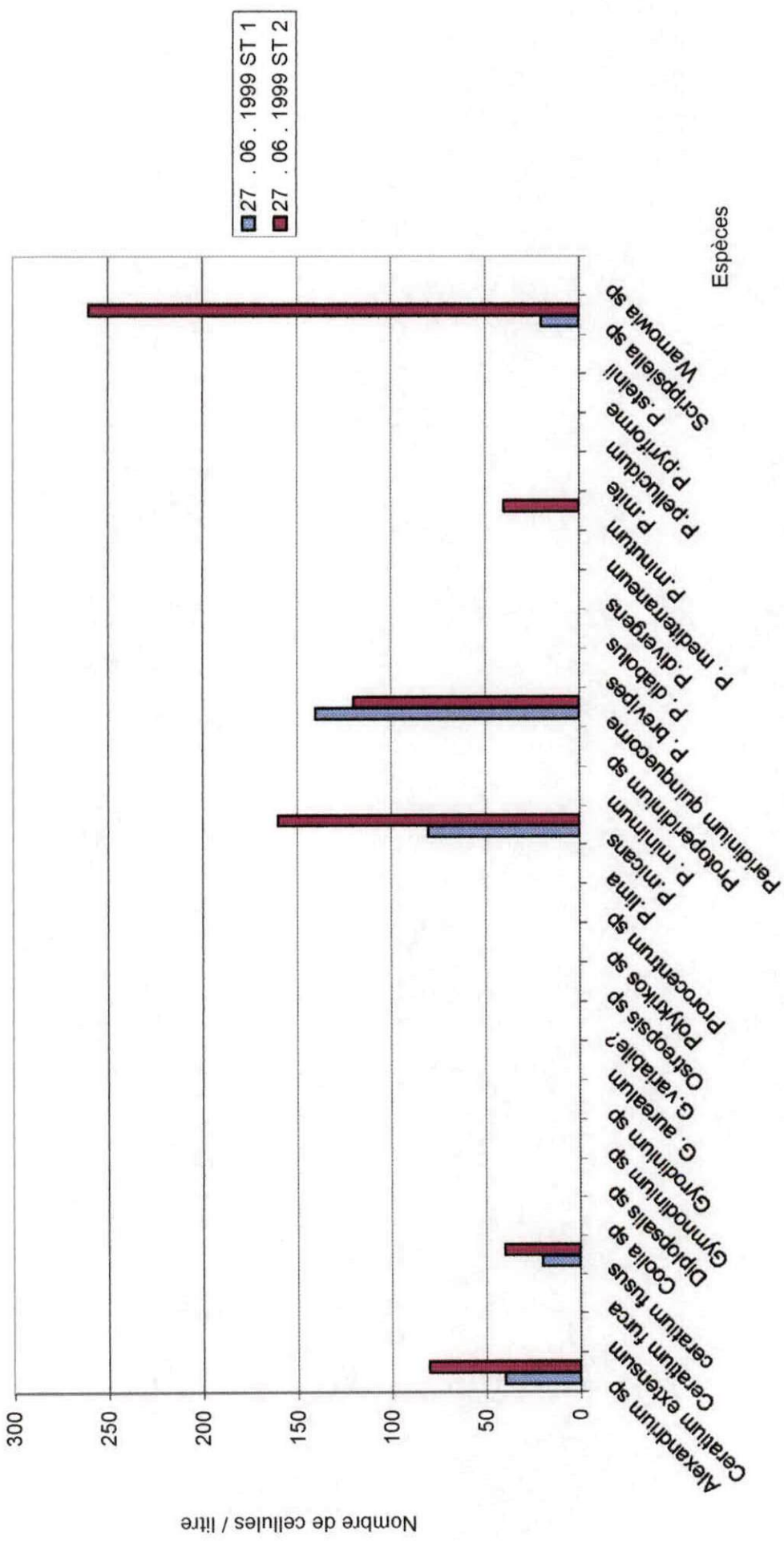
Genre : *Katodinium* FOTT



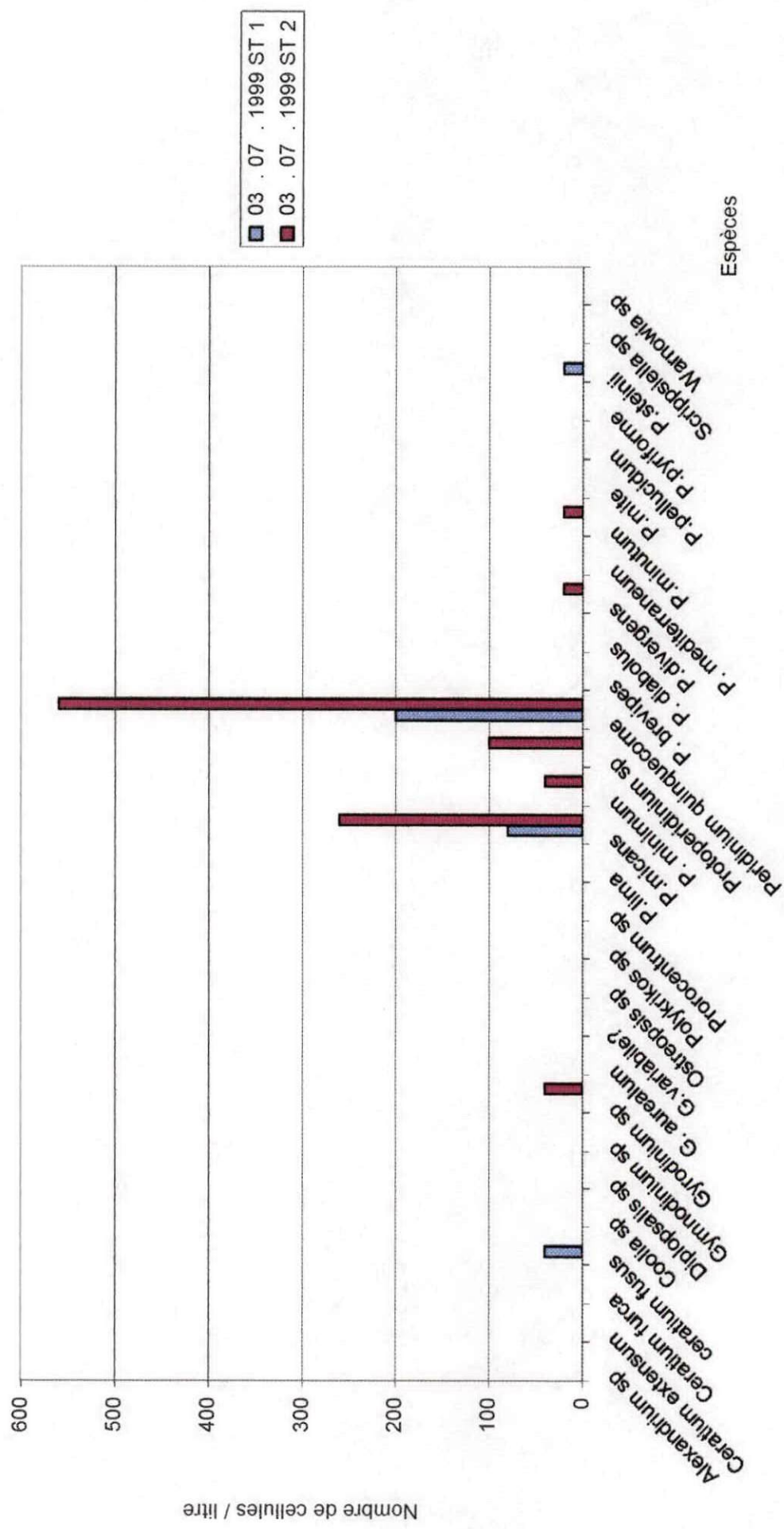
Comptage de cellules de dinoflagellés du 14 .6.1999



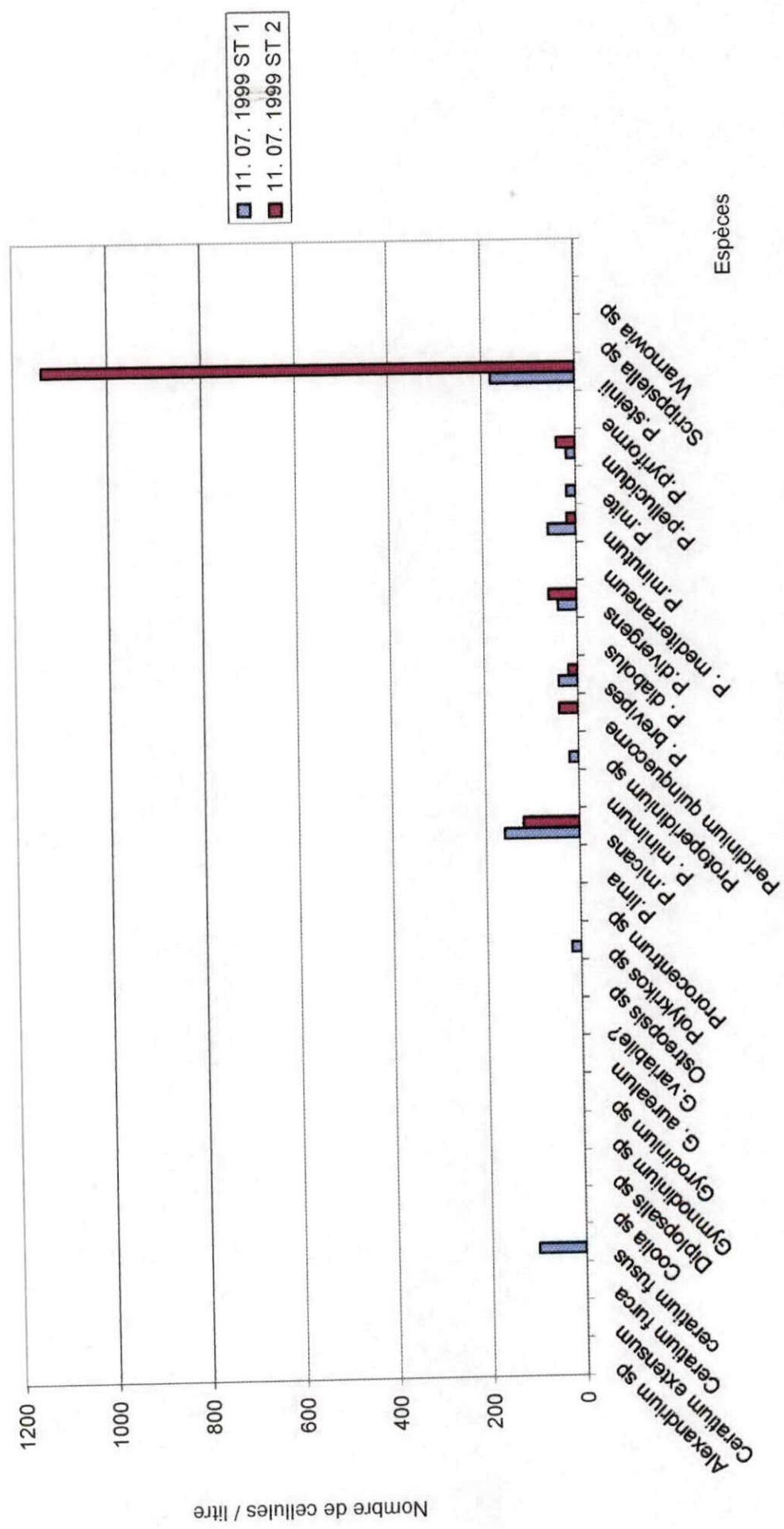
Comptage de cellules de dinoflagellés du 21.06.1999



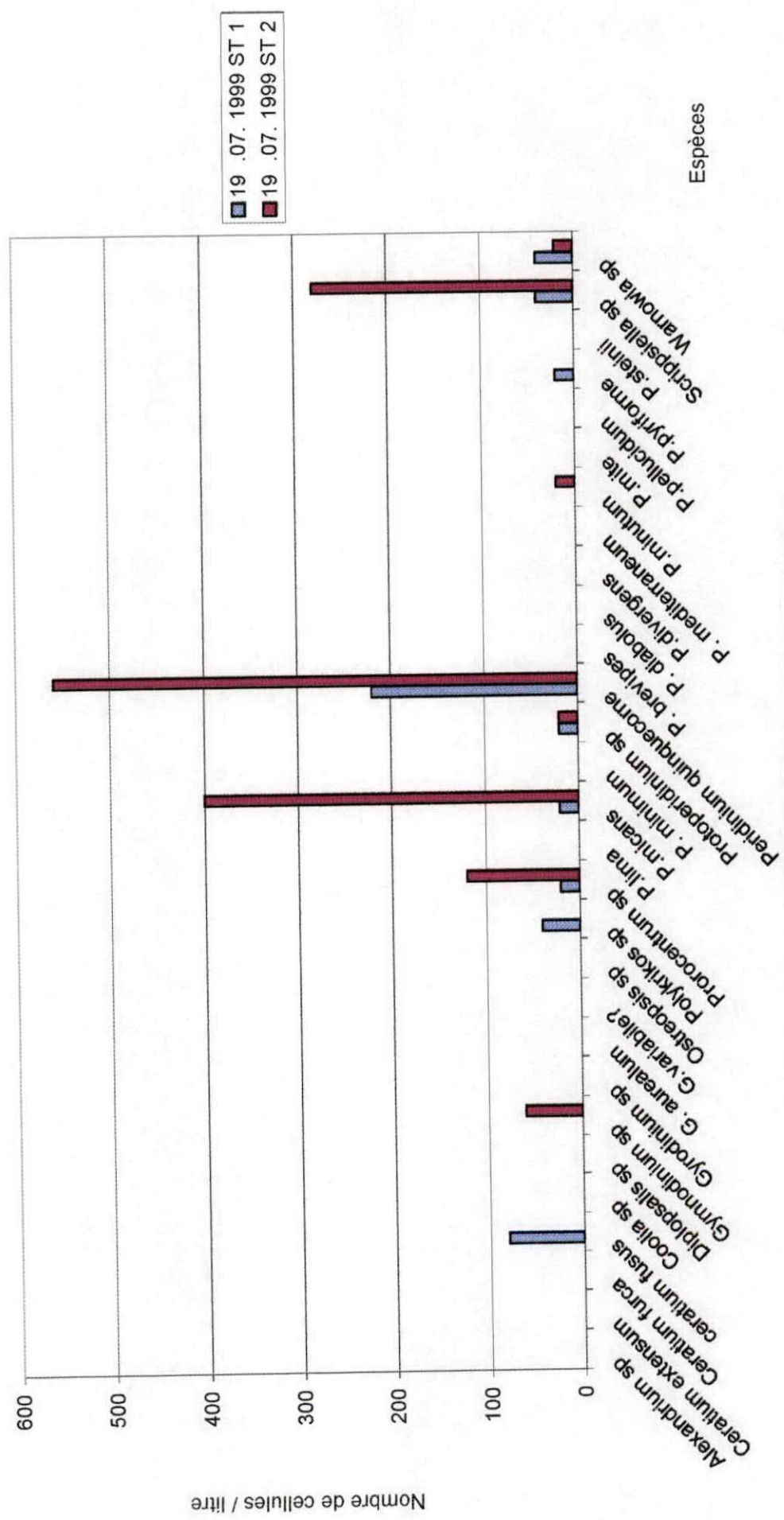
Comptage de cellules de dinoflagellés du 27.06.1999



Comptage de cellules de dinoflagellés du 3. 07. 1999



Comptage de cellule les de dinoflagellésdu 11. 07. 1999



Comptage de cellules de dinoflagellés du 19.07.1999