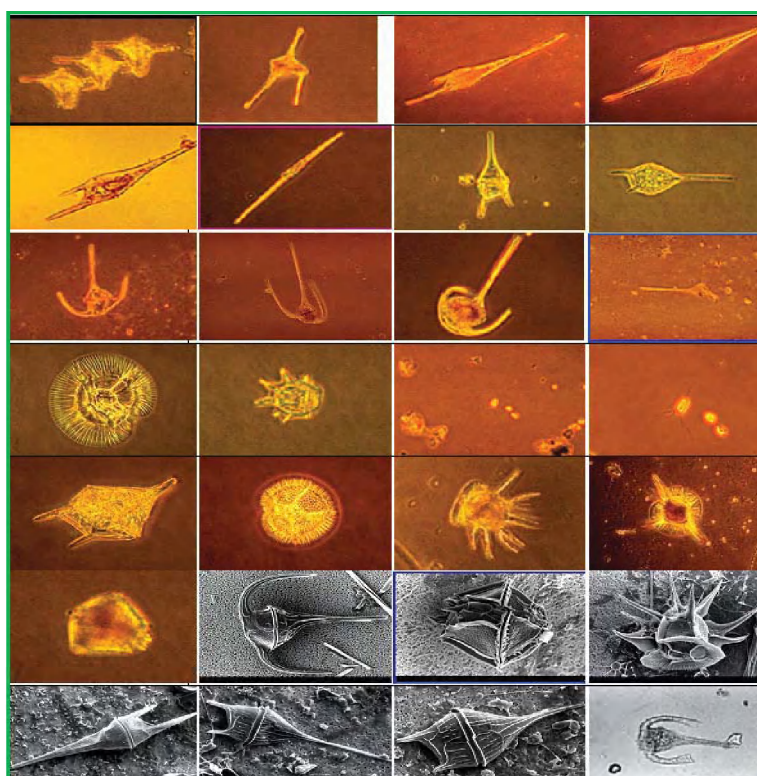


LE PHYTOPLANKTON MARIN DU LIBAN
(MÉDITERRANÉE ORIENTALE)
Biologie, Biodiversité, Biogéographie

Sami Lakkis
Professeur en Océanographie



LE PHYTOPLANKTON MARIN DU LIBAN (MÉDITERRANÉE ORIENTALE)

Biologie, Biodiversité, Biogéographie

Sami Lakkis

Professeur en Océanographie



Dédicace

À mon Épouse, Vanda

et

À mes chers enfants, Nada et Omar

oo *Table des matières*

Préface, 7

Avant-Propos, 8

Résumé, 12

Abstract, 14

oo Chapitre I

Généralités

Historique de la Planctonologie méditerranéenne,15- Définition et subdivisions du plancton,15- Caractéristiques générales du plancton,16.

oo Chapitre II

Caractères généraux du Phytoplancton

Place systématique du micro-algues marines,19- Propriétés générales des Diatomées, 21- Propriétés générales des Péridiniens,25- Propriétés des autres Flagellés, 28

oo Chapitre III

Facteurs de la Photosynthèse

Cycle de la matière en mer et rôle du phytoplancton, 31- Production primaire et facteurs de la photosynthèse, 32- Importance du plancton, 36- Cycle de l'azote, 37- Cycle du phosphore,38- Régénération des nitrates et des phosphates, 38- Le silicium et les oligo-éléments, 39

oo Chapitre IV

Le Milieu Marin du Liban

Caractéristiques géomorphologiques du littoral libanais,40- Fleuves et cours d'eau, 42-Topographie et bathymétrie des fonds sous-marins,44- Conditions climatiques de la côte libanaise, 46- Hydrologie des eaux marines

libanaises, 48- Caractéristiques biotiques des eaux libanaises, 589000

Chapitre V

Méthodologie

Pêches planctoniques et prélèvement des échantillons, 71- Le Matériel, 68

oo Chapitre VI

Écologie du Phytoplancton

Généralités, 68- Biodiversité du phytoplancton du Liban, 73- Abondance et fréquence des espèces, 75- Cycle annuel et variations saisonnières des populations, 74- Répartition verticale du phytoplancton, 80- Indice de diversité spécifique, 81- Liste floristique et distribution des Diatomées, 83

oo Chapitre VII

- Les Diatomées

Classe Datomeae (Bacillariophyceae), 87- Sous-classe des Centricaeae, 88- Sous-classe des Pennatae, 115

oo Chapitre VIII

Dinoflagellés

Caractères généraux, 134- Classe Silicoflagellata, 139- Classe Dinoflagellata (Peridineae), 141- Liste floristique et distribution des espèces de Dinoflagellés, 142

Références, 205

Planches annotées, 229

Index des Genres et Espèces, 287

*Je ne sais quel mystère flotte sur cette mer,
dont les gestes lentement terrifiants,
semblent évoquer une âme qui s'y cache.*

Herman Melville

Préface

Je connais Sami Lakkis depuis 1965. J'ai toujours admiré son endurance au travail et son désir ardent de réussir. Je partage avec lui l'amour de la mer et je suis curieux de savoir ce qui l'a poussé à choisir de se spécialiser dans le vaste domaine de la Biologie Marine. Est-ce la raison d'être un habitant de Byblos(Jbeil), ou le fait d'avoir eu comme moi un excellent maître en zoologie marine à l'Université Libanaise feu le Professeur Jan Wilczynski?. Ayant interrompu en 1964 mes recherches sur les mollusques marins, je me suis rattrapé alors en l'encourageant dans le domaine de la recherche marine.

Docteur de spécialité en océanographie biologique de l'Université de Paris depuis 1967, Sami Lakkis a poursuivi ses recherches pour préparer un deuxième doctorat ès-Sciences Biologiques à l'Université de Paris VI en 1982. Parallèlement à cette intense activité de chercheur, il a largement contribué à former aussi des chercheurs et à pousser ses jeunes étudiants à accorder plus d'intérêts aux sciences de la mer.

Je l'ai connu de plus près en tant qu'enseignant à la Faculté des Sciences de l'Université Libanaise (UL) au début des années 70. Nous avons essayé alors, en commun, d'établir à Jbeil un Centre de Biologie Marine rattaché à la dite Faculté. Mais à peine que les travaux démarrent au laboratoire installé près de l'ancien port de Byblos, que les politiciens de la région interviennent en force pour nous déloger des bâtiments mis à notre disposition par le Ministère des Transports. Sami Lakkis trouve alors refuge dans les laboratoires accueillants de l'Université Américaine de Beyrouth. Le fait de poursuivre les recherches en dehors de l'UL a été mal compris à l'époque par ses collègues, mais le malentendu s'est vite dissipé par la suite.

Ce travail sur la flore marine est le résultat d'une vie entière de dur labeur et d'assiduité exemplaire. Il est le premier de son genre pour notre pays et renferme la synthèse de tous les travaux fragmentaires de l'auteur et des autres chercheurs dans ce domaine. On peut le comparer à celui de la nouvelle flore (terrestre) du Liban et de la Syrie du Père Mouterde (1966-1980). Il sera sans doute pour longtemps la seule référence complète en Méditerranée Orientale.

Tout en souhaitant à ce document une diffusion aussi large que possible, j'encourage les chercheurs libanais à réunir les résultats de leurs recherches au Liban dans un travail général de synthèse, pour en faire profiter les autres à l'avenir.

Professeur Georges Tohmé

Président du du CNRS Liban
Ancien Recteur de l'Université Libanaise

Avant-Propos

Avant 2300 millions d'années (Ma), durant le Précambrien, on voit apparaître des organismes d'un type nouveau. Il s'agit de bactéries "coccoïdes" en forme de sphérules entourées d'une coque qui devaient flotter entre deux eaux. C'était une sorte de plancton vivant de photosynthèse, un "phytoplancton". Au moment où le taux d'oxygène libre est devenu suffisant, ces Eucaryotes ont permis l'apparition des algues. Entre 2000-1000 Ma, la vie sur terre a été dominée par les "acritarches" (du grec "*archê*" = origine, "*acritê*" = incertaine) qui constituent des sortes de kystes, stade végétatif dormant d'une algue. La plupart de ces acritarches qui se sont multipliés étaient des algues vertes unicellulaires microscopiques très diversifiées par leur formes. Il ya eu aussi très vite des algues multicellulaires au thalle ramifié. La vie atteint vers 950 Ma une diversité qu'elle n'avait jamais connue auparavant. L'une des raisons en est que la faune "macrophages" a avalé une flore déjà équipée de chloroplastes et que de ces symbioses secondaires sont nés de nouveaux types d'algues, telles que les chromophytes, les haptophytes, les dinoflagellés. On trouve aussi des spores de champignons.

Les algues ont réussi au cours de l'évolution à envahir l'ensemble du globe terrestre. Où ne trouve-t-on pas d'algues? Elles sont partout et sous toutes les formes: microscopiques, elles peuplent les milieux aquatiques, c'est le phytoplancton, la neige, la glace, les milieux salés et même les milieux désertiques; macroscopiques, elles forment de véritables forêts sous-marines. Il ya eu d'abord les algues bleues, puis les rouges, les vertes qui ont colonisé le globe sous une symphonie de formes.

Si les algues ressemblent beaucoup à des bactéries, elles en diffèrent par leur contenu cellulaire. Les algues bleues contiennent déjà peut être de la chlorophylle qui leur permet d'utiliser l'énergie lumineuse et le gaz carbonique dissous dans l'eau pour produire leurs substances nutritives. Vers 800 Ma, l'océan cache probablement les premières algues rouges, appelées Rhodophytes, présentant des analogies avec les algues bleues. Avec le temps ces algues unicellulaires simples vont se complexifier petit à petit, certaines s'allongent en filaments. Actuellement ces algues se trouvent partout dans le milieu marin aussi bien que dans les eaux douces. Au sens strict du terme,

une algue n'est pas une plante, un végétal? Oui mais pas toujours. Ces organismes sont en fait si variés que l'on peine à s'y retrouver. Si on se rapporte au dictionnaire, on voit qu'une algue est un végétal chlorophyllien sans racines, ni vaisseaux, généralement aquatique (Embranchement des Thallophytes). Comme elles sont dépourvues de racines, on considère les algues comme des végétaux mais pas des plantes car elles sont dépourvues de racines, de tiges et de feuilles. Une algue est un végétal, donc un être vivant contenant la chlorophylle: il possède des chloroplastes. Ce pigment lui permet de faire la photosynthèse et donc de se nourrir de sels minéraux et de gaz carbonique. Les algues sont donc des organismes autotrophes. On distingue les microalgues (unicellulaires microscopiques) et les macroalgues visibles à l'oeil nu avec thalles et frondes très longues. D'autres algues comme les Euglènes, minuscules flagellés verts qui abondent dans les eaux stagnantes, n'ont pas de paroi cellulosique, mais une membrane élastique contenant des protéines. Comme les végétaux elles recèlent de la chlorophylle; mais elles ne sont pas complètement autotrophes, car elles ont besoin pour vivre d'infimes quantités de vitamines B₁₂, qu'elles ne peuvent synthétiser seules. Certaines espèces d'algues sont même totalement hétérotrophes comme les organismes animaux, elles doivent pour se nourrir, ingérer de la matière produite par d'autres êtres vivants. Prenons encore le cas des Dinoflagellés, ces microalgues du plancton marin; certaines d'entre elles ne possèdent pas de chloroplastes et sont de surcroît carnivores. D'autres encore parasitent des animaux marins. On classe d'ailleurs dans leur groupe des Sporozoaires parasites comme le tripanosome *Plasmodium falciparum*, l'agent du paludisme. En fait les algues ne constituent pas une entité cohérente, mais un ensemble d'organismes appartenant à des groupes très différents et parfois très éloignés du point de vue évolutif. L'étude scientifique des algues porte le nom de Phycologie.

Pour classer les algues, les spécialistes utilisent des critères tels que leurs traits morphologiques (macroscopiques et microscopiques), l'écologie, la physiologie et leur biochimie. On distingue 11 divisions différentes d'algues, dont les Cyanophytes ou algues bleues. On prend tout d'abord comme critères la nature des pigments et leur localisation. Les algues rouges ou Rhodophytes contiennent un pigment rougeâtre, la phycoérythrine. Quant aux algues brunes, ou Phaeophytes, elles recèlent des pigments brunâtres. On étudie aussi pour la taxonomie, les substances de réserve que sécrètent certaines algues, le nombre de membranes ceinturant les chloroplastes, la structure de la paroi cellulaire, la présence ou l'absence de flagelles etc... Le caractère "composite" des algues est connu depuis longtemps. Mais aujourd'hui, les connaissances sur ces organismes se sont tellement enrichies que l'on ne peut plus les étudier dans leur globalité. Le terme "algue" est

devenu indéfinissable. Ce peut être une cellule flagellée qu'on ne peut étudier la structure qu'au microscope électronique, une laminaire atteignant 40 mètres de long, un être vivant inclassable chez les "animaux, les "végétaux ou les "bactéries". Dans ce livre, nous nous limitons à l'étude des algues marines microphytes planctoniques, qui constituent le plancton végétal ou Phytoplancton, base de la productivité primaire et de la vie en mer.

Le mot plancton (du grec: *planktos*=errant) a été introduit par le biologiste allemand Hensen en 1887 pour désigner les organismes végétaux et animaux qui flottent dans l'eau, aussi bien marine que l'eau douce ou saumâtre. Avec l'essor de l'océanologie surtout après la grande guerre mondiale, la planctonologie s'est développée énormément.

Au-delà de la taxonomie et la classification, les investigations en écologie, physiologie, biochimie et en biologie moléculaire ont mis en évidence l'importance scientifique et économique du plancton et son rôle écologique dans la productivité primaire et secondaire du milieu pélagique et son importance dans l'économie de la mer.

Le plancton, insignifiant par sa taille, n'en est pas moins un acteur capital du milieu océanique. Les grandes quantités d'oxygène qu'émet le phytoplancton font des océans les poumons de la terre. En fixant le carbone tiré du CO₂ dissous dans l'eau de mer pour synthétiser la matière organique nécessaire à leur croissance, les algues microphytes interviennent dans le stockage de cet élément par les océans. Cette pompe biologique, qui puise indirectement dans les réserves de gaz carbonique de l'atmosphère, a des répercussions sur le climat.

Certaines algues comme les diatomées fabriquent une frustule (squelette) riche en silice que l'on retrouve après leur mort dans les sédiments organogènes qui couvrent les fonds des océans. Ce squelette fournit des indications sur la production photosynthétique à diverses époques, renseignements précieux pour la paléoclimatologie. Des chercheurs français et britanniques ont mis en évidence récemment l'existence d'un "flux de gènes" entre pôles nord et sud grâce aux populations planctoniques des océans Arctique et Antarctique qui seraient entrés en contact durant les derniers 200.000 ans comme en témoignent les similitudes génétiques relevées chez les espèces bipolaires. La biodiversité planctonique qui a été largement sous-évaluée, fait l'objet d'un intérêt particulier auprès des océanographes biologistes qui utilisent les espèces planctoniques comme des indicateurs des conditions biologiques, hydrologiques et physico-chimiques des océans.

Les données sur le plancton des eaux marines libanaises et du Bassin Levantin, contrairement aux autres secteurs méditerranéens, sont peu fournies. Le présent ouvrage contient une bonne partie des résultats

derecherche que nous avons menée durant les trente dernières années. Avant 1965, le plancton marin du Liban était presque inconnu. Après notre retour de France et d'Ecosse où nous avons effectué des études de spécialisation en océanographie et acquis l'expérience en écologie marine, nous avons entrepris à l'AUB des recherches sur l'hydrobiologie des eaux côtières libanaises et levantines et l'écologie du plancton marin. En 1971, nous avons introduit pour la première fois le cours d'océanographie à la Faculté des Sciences de l'Université Libanaise où on a équipé un laboratoire pour l'enseignement et la recherche en biologie marine. Des aides financières et des facilités logistiques ont été fournies par le CNRS du Liban qui a acheté et équipé un bateau de recherche, R/V *SETA III* qui nous a permis de mener des recherches dans les eaux côtières, néritiques et océaniques. Plusieurs résultats ont fait l'objet de publications scientifiques apparues dans des revues internationales spécialisées. D'autres ont été présentés dans des conférences et forums internationaux, régionaux et locaux. Une centaine de publications figurent sur la liste de nos travaux de recherche.

Pour des raisons techniques et logistiques, l'ouvrage sur le plancton marin du Liban sera présenté en deux tomes: le premier consacré au Phytoplancton, le second traitera du Zooplancton. Cet ouvrage contient les connaissances de base sur la biologie, l'écologie et la biodiversité du plancton, ainsi que les principaux résultats de nos recherches effectuées durant les quarante dernières années. Il constitue une première contribution à la connaissance du plancton marin du Liban et du Bassin Levantin et un manuel de base utile pour les étudiants en sciences biologiques ainsi que pour les jeunes chercheurs en biologie marine et en océanographie biologique.

Je tiens à remercier le professeur Georges Tohmé, Président du CNRS du Liban et ancien Recteur de l'Université Libanaise pour son encouragement dans l'édition de ce livre à travers la préface du livre qu'il a aimablement écrite. Je suis très reconnaissant au CNRS pour les facilités techniques et logistiques mises à notre disposition au Centre de Recherches Marines à Jounieh sous la direction de notre ami Dr. Hrach Kouyoumjian et au Centre National des Sciences Marines à Batroun dirigé par notre collègue Dr. Gaby Khalaf. Je remercie particulièrement notre collaboratrice Raymonde Zeidane, ainsi que mon épouse Vanda pour leur dévouement et l'assiduité dans l'assistance scientifique et pour la révision du manuscrit. Je n'oublie jamais le courage que Elie Terek a montré dans son assistance technique, aussi bien durant dans les croisières sur le R/V *SETA III*, que dans les sorties en mer et pendant nos plongées sous-marines.

Professeur Sami Lakkis

Résumé

Le phytoplancton marin est formé par l'ensemble des algues microphytes qui flottent dans l'eau et qui sont à la base de la production primaire de la matière organique en mer. A cause des pigments assimilateurs contenus dans les chloroplastes des cellules et grâce à l'énergie lumineuse qui entre dans l'eau de mer, ces algues sont capables d'effectuer la photosynthèse et de synthétiser la substance organique nécessaire à la vie des organismes marins.

Les algues microphytes des eaux marines libanaises sont très diversifiées. Les recherches qui ont été effectuées et suivies pendant quarante ans, ont montré que le peuplement du phytoplancton comprend environ 400 espèces, dont 156 Diatomées et 230 Dinoflagellés, 10 Silicoflagellés et 4 Ebridae, réparties sur 84 genres. Plusieurs formes introduites de la mer Rouge et de l'Indo-Pacifique à travers le canal de Suez ont établi des populations stables dans le Bassin Levantien. Ces espèces introduites, dites lessepsiennes, montrent des variations saisonnières qualitatives et quantitatives caractérisées par des efflorescences printanières importantes marquées par des pics d'abondance entre avril et juin. Ce maximum d'abondance correspond à une densité atteignant parfois 1 million de cellules par litre d'eau de mer et correspondant à une biomasse de 1 mg. de chlorophylle-*a* par m⁻³ d'eau de mer.

Les distributions géographique, verticale et saisonnière des espèces ainsi que l'abondance du phytoplancton, dépendent de plusieurs facteurs hydro-climatiques et physico-chimiques. Les sels minéraux nutritifs, comme les phosphates, nitrates, nitrites et silicates qui sont indispensables au développement des algues constituent les principaux facteurs limitants. La température de l'eau, la salinité, les mouvements des masses d'eau, ainsi que le débit des cours d'eau en mer, affectent la distribution spatio-temporelle du phytoplancton. En hiver les mouvements des masses d'eau, l'arrivée des eaux douces en mer, les courants marins et l'homothermie, créent des conditions écologiques favorables pour une poussée phytoplanctonique printanière. Par contre, durant la saison chaude et période sèche (juin-novembre), l'échauffement de l'eau en surface facilite la formation de la thermocline qui sera suivie d'une stratification intense des couches d'eau entre la surface et 100m de profondeur. Ces conditions hydrologiques ajoutées à un appauvrissement en sels nutritifs de l'eau de mer, engendrent un appauvrissement qualitatif et quantitatif du phytoplancton pendant cette période estivale, faisant du Bassin Levantin une des régions les plus

oligotrophes de la Méditerranée. Ainsi le cycle écologique du phytoplancton est directement lié aux variations hydro-climatiques saisonnières. Par ailleurs, ce cycle annuel est observé chaque année, ce qui fait que les fluctuations multiannuelles du phytoplancton sont régulières et très faibles. Le Bassin Levantin, y compris le secteur libanais, constitue une zone oligotrophe, la moins fertile de toute la Méditerranée. Cette oligotrophie, malgré une diversité taxonomique élevée, serait à l'origine de la faible biomasse du zooplancton; et partant de la pauvreté en ressources marines et poissonnières.

Abstract

Marine phytoplankton include all pelagic microalgae that float in the water and represent the primary producers of organic substances and oxygen in the pelagic environment. Because of photosynthetic pigments stored in the chloroplasts of cells and depending to the natural light energy penetrating in the seawater, these algae can produce photosynthesis and synthesize basic organic substances to living marine organisms.

Marine algae are highly diversified in the world ocean. During the last 40 years of survey in the Lebanese seawaters and the Levantine Basin, we identified and described about 400 species, belonging to 85 genera, including 230 dinoflagellates and 156 diatoms, 10 Silicoflagellates and 4 Ebriidae, many of them are introduced or migrated from Red Sea and Indian Ocean into the Mediterranean, through the Suez Canal pathway. These species show monthly and seasonal qualitative and quantitative distributions, with spring flowering (bloom) marking the maximum of standing crop reaching sometimes one million of cells/l⁻¹ corresponding to about 1 mg of chlorophyll-a /m⁻³ of seawater.

Geographic distribution as well as vertical and seasonal variations of populations depend on several hydro-climatic and physical-chemical factors. Chemical nutrients such as phosphates, nitrates and silicates, constitute determinant factors for the sustainable development of microalgae. On the other hand, the water temperature, salinity and water mass movement are major factors in the spatio-temporal distribution of the species. During winter (December-March) the upwelling and seawater mass mixing create homothermal conditions suitable for the development of cells to reach spring bloom. Inversely, during the summer hot season (June-October), the warming surface seawater and the heavy évaporation intensity, generate the stratification of water layers accompanied with sharp thermocline in the layer 100-0 m. These hydrological conditions, in addition to the shortage of nutrients concentration and dissolved oxygen may create impoverishment in the quality and quantity of the plankton community. Furthermore, this annual cycle is regular from year to year showing little fluctuations.

The Levantine Basin, including the Lebanese sector constitute oligotrophic water body, the poorest in the entire Mediterranean. This oligotrophy induce impoverishment in marine resources and thus a low fishery production, despite of high marine biodiversity.

Généralités

Historique de la Planctonologie méditerranéenne

Les débuts de la planctonologie méditerranéenne, limités d'abord aux études du macroplancton, se situent vers la fin du XVIII^e siècle quand Forsskål eût décrit, d'une manière vraiment scientifique, quelques siphonophores de la Méditerranée. Quant au microplancton, son étude élémentaire au début du XIX^e siècle ne s'est développée qu'à partir de 1845 avec Müller qui a inventé le filet planctonique actuel, permettant de collecter le plancton en effectuant des pêches par traits verticaux et horizontaux. A cette époque commence la première étape de la planctonologie qu'on peut qualifier de qualitative, ayant pour but principal la reconnaissance et la description morphologique et anatomique des espèces et l'interprétation de divers éléments méroplanctoniques au point de vue embryogénique.

L'utilisation généralisée du filet planctonique de Müller dans les pêches effectuées dans les stations marines, aux laboratoires et dans les diverses expéditions océanographiques, a permis de constater la variabilité du plancton comme une communauté dont les composantes dépendent les uns des autres et dont la distribution et l'abondance se trouvent en rapport étroit avec les caractères des milieu ambiant. La planctonologie a subi une nouvelle orientation pour devenir aussi bien quantitative que qualitative; exigeant l'analyse physico-chimique et les propriétés hydrologiques de l'eau de mer .

Les premières études quantitatives du plancton méditerranéen ont été faites dans l'Adriatique, suivies par des travaux en Méditerranée occidentale effectués par Jespersen (1923), Rose et Bernard (1938) à Monaco, Banyuls et Alger, puis de Trégouboff et Rose (1957) à Villefranche-sur-Mer. La conception moderne de la planctonologie exige l'application des méthodes modernes de recherches aussi bien biologiques, qu'écologiques .

Définition et subdivisions du plancton

Le plancton se définit comme l'ensemble des organismes pélagiques aussi bien végétaux qu'animaux, qui flottent entre deux eaux et qui sont

entraînés par les courants et les masses d'eau. Il se différencie ainsi du necton, également pélagique, mais dont les animaux nagent librement pour avoir des déplacements autonomes par rapport au courant. Le plancton s'oppose également au benthos constitué par les êtres vivants qui peuplent les fonds marins, ou sa proximité immédiate. Certains organismes planctoniques ou planctontes, sont capables d'effectuer des migrations verticales rapides et de grande amplitude; ils sont proches des animaux micronectoniques, c'est à dire le necton de dimensions réduites. D'autres animaux vivant près du fond, ou sur le fond, montent vers la surface la nuit pour mener une vie pélagique avant de redescendre vers le benthos. La méthode efficace pour capturer et collecter le plancton est le filet planctonique, sorte de grand cône en soie ou nylon à bluter qui, filtrant l'eau à travers ses mailles, retient les organismes de dimensions supérieures à celles-ci, et les concentrera à son extrémité dans 'un collecteur. Pour les planctontes très petites qui passent à travers les mailles fines, on utilise les bouteilles à renversement pour les collecter, alors que les organismes de grande taille, ils sont capturés à vue, depuis la surface ou en plongée, ou à l'aide de chaluts pélagiques.

La définition du plancton est extrêmement large; son étude approfondie nécessite de le classer en catégories plus limitées, suivant différents critères tels qu'ils sont définis par Bougis (1974):

● Selon la taille des organismes; on distingue:

- Le *Macroplancton* qui groupe les planctontes dont la taille est supérieure à quelques millimètres.
- Le *Microplancton* dont la taille varie autour de 50 μ .
- Le *Nannoplancton* constitué par les organismes qui traversent les filets fins et dont la taille varie entre 2-30 μ .
- L'*Ultraplancton* comprend les organismes dont la taille est inférieure à 2 μ .
- Le *Picoplancton* et les *Cyanobactéries* formés surtout par les microorganismes difficiles à observer au microscope optique comme les bactéries.

Cette terminologie n'est qu'à titre indicatif, le mieux sera de définir la maille du tissu, ou le pore du filtre, sur lequel a été recueilli le plancton.

● Selon la distribution verticale, on distingue:

- L'*Épiplancton* qui comprend les organismes marins qui habitent dans les couches superficielles bien éclairées (zone euphotique) jusqu'à une profondeur variant entre 20 et 120m suivant les régions et les conditions hydrologiques.
- Le *Mésoplancton* est formé par les planctontes qui habitent la couche mésopélagique entre 100 et 300m de profondeur.
- L'*Infraplancton* comprend le zooplancton qui vit dans la couche 300-600m.

-Le *Bathypplancton* qui habite les couches d'eau profondes au delà de 600m.

● Selon le mode de nutrition, on distingue:

-Le *Phytoplancton* ou plancton végétal qui comprend les algues microscopiques autotrophes capables de synthétiser leur propre substance grâce au phénomène de la photosynthèse.

-Le *Zooplancton* ou plancton animal, formé d'animaux de tous les groupes zoologiques, allant depuis les protistes jusqu'aux protochordés. Ces organismes sont soit des herbivores filtreurs du phytoplancton, soit des prédateurs qui chassent leurs proies pour s'alimenter.

● Selon le cycle biologique, on distingue:

-L'*Holoplancton* qui comprend l'ensemble des planctontes qui passent toute leur vie flottant entre deux eaux (chétonathes, copépodes, cladocères, salpes)

-Le *Méropplancton* est l'ensemble des animaux planctoniques qui passent une partie de leur cycle biologique nageant dans l'eau, surtout à l'état larvaire, le restant de leur vie ils sont dans le benthos ou le necton. La plupart des organismes benthiques et nectoniques qui ont une vie larvaire planctonique constituent une bonne fraction du méropplancton.

-Le *Seston*, L'ensemble des particules vivantes en suspension dans l'eau de mer tels que les organismes vivants.

-Le *Tripton* est l'ensemble de la fraction organique non vivante qui flotte en surface de l'eau : organismes morts, détritus, particules en suspension etc...

Caractéristiques générales du plancton

Contrairement aux animaux benthiques, les animaux planctoniques sont peu colorés, la majorité étant transparents; la pigmentation se trouvant limitée à quelques organes particuliers: yeux, nageoires, appendices etc. Des espèces planctoniques vivant en surface sont souvent d'un bleu intense (*Pontella*, *Vélelle*), par contre celles qui habitent les profondeurs sont fréquemment d'une teinte foncée rouge ou brune. Les organismes planctoniques sont de taille réduite; une grande fraction est microscopique, tels que les microalgues et les protistes dont la taille est de l'ordre du micromètre. Certaines méduses acalèphes peuvent atteindre exceptionnellement un mètre de diamètre ou des pyrosomes longs de plusieurs mètres. La grande majorité des animaux planctoniques sont de l'ordre du mm ou du cm.

Les algues planctoniques sont adaptées à la vie pélagique et doivent se maintenir en flottaison pour ne pas tomber au fond; leur vitesse de chute doit pratiquement être nulle. Pour diminuer la vitesse de chute il faudra maintenir un certain équilibre entre le poids de l'organisme et la poussée d'Archimède

qui s'exerce sur lui et la viscosité de l'eau; plus le corps de l'organisme est léger plus il flotte. Ainsi la plupart des cellules phytoplanctoniques sont pourvues d'appendices pour augmenter la surface du corps et les pièces squelettiques sont moins résistantes et moins lourdes que chez les organismes benthiques. La vitesse de chute sera également abaissée par diminution des dimensions des organismes. Pour cela la plupart des cellules ont le corps petit et un poids spécifique qui est proche de celui du milieu aquatique dans lequel ils flottent (Smayda,1970).

Caractères généraux Et aperçu systématique

Caractères généraux du phytoplancton

Le phytoplancton se définit comme le plancton végétal, capable de synthétiser sa propre substance organique par photosynthèse à partir de l'eau, du gaz carbonique dissous et de l'énergie lumineuse. Il est donc à l'origine de la production de la matière organique en milieu pélagique, de même que les algues macrophytes benthiques fixées sur le fond. Les algues marines aussi bien microphytes que macrophytes, constituent donc les producteurs primaires en mer. La lumière est cependant arrêtée dans sa pénétration en profondeur, les algues benthiques sont limitées à une frange littorale, tandis que le phytoplancton se répartit sur la zone superficielle des mers.

Le phytoplancton est constitué par des algues microscopiques, cellules isolées ou réunies en chaînes mesurant de quelques microns à quelques centaines de microns. Le grand rapport surface/volume des cellules augmente la surface d'absorption des substances minérales nutritives dissoutes dans l'eau pour compléter la photosynthèse. Parmi les algues unicellulaires du phytoplancton citons en première place les **Diatomées** qui sont les plus abondantes, suivies des **Péridiniens** (Dinophycées), plus diversifiés mais moins denses, dont le rôle est également important. D'autres groupes d'algues **Flagellées**, **Coccolithophorides**, **Silicoflagellés** et **Cyanophycées**, forment des fractions importantes du phytoplancton marin.

Place systématique du micro-algues marines

Nous reportons toutes les classes de microalgues marines suivant la taxonomie de Hendey (1964) et Sournia (1987). Seuls les ordres ou sous-ordres comportant des formes planctoniques sont mentionnées. Certains genres non planctoniques mais qui peuvent être cultivés au laboratoire sont cités. Les genres mentionnés en caractères gras ont des représentants dans les eaux marines libanaises et le Bassin Levantin .

- Classe des Cyanophycées
 Ordre des Nostocales: **Oscillatoria**, Nostoc, **Richelia**
- Classe des Rhodophycées
- Classe des Cryptophycées
 O. des Cryptomonadales: **Hemiselmis**, **Cryptomonas**
- Classe des Dinophycées
 O. des Prorocentrales: **Exuviella** (Prorocentrum)
 O. des Dinophysales: **Amphisolenia**, **Dinophysis**, **Phalacroma**,
 O. des Gymnodiniales : **Amphidinium**, **Cochlodinium**,
Gymnodinium, **Gyrodinium**, **Warnowia**, **Polykrikos**,
Oxyrrhis, **Noctiluca**, **Glenodinium**,
 O. des Péridinales: **Protoperidinium** , **Gonyaulax**, **Pyrodinium**,
Podolampas, **Oodinium**, **Blastodinium**
 O. des Phytodinales: **Pyrocystis**
- Classe des Haptophycées (Prymnésiophycées)
 O. des Isochrysidales: *Dicrateria*, *Isochrysis*
 O. des Prymnesiales: *Chrysochromulina*, *Prymnesium*, *Phaeocystis*,
 O. des Coccolithophorides: **Acanthoica**, **Calciosolenia**
Calyptrorphaera , *Cristallolithus*, **Pontosphaera**,
Syracosphaera, **Coccolithus**, *Cyclococcolithus*,
Rhabdosphaera
- Classe des Chrysophycées
 O. des Ochromonadales: Dinobryon
 O. des Chromulinales: *Chromulina*, **Monochrysis**, *Pseudopedinella*
 O. des Dictyochaes: **Dictyocha** (Silicoflagellés)
- Classe des Craspedophycées
- Classe des Xanthophycées
 O. des Hétérochloridales: *Olisthodiscus*, *Phacomonas*
- Classe des Bacillariophycées
 O. des Bacillariales **Porosira**, **Skeletonema**, **Stephanophyxis**,
Thalassiosira
 S/O Coscinodiscinées: **Coscinodiscus**, **Cyclotella**, **Melosira**
Planktonella
 S/O. Biddulphiinées : **Biddulphia**, **Cerataulina**, **Ditylum**,
Eucampia, **Hemiaulus**, **Chaetoceros**, **Bacteriastrum**
 S/O. Rhizosoleniinées: **Corethron**, **Dactyliosolen**, **Lauderia**,
Leptocylindrus, **Shroederella**, **Guinardia**, **Rhizosolenia**
 O. Fragilarinées: **Asterionella**, **Thalassionema**, **Thalassiothrix**
 S/O. Naviculinées: **Navicula** , **Pseudonitzschia** (Nitschia),
- Classe des Phaeophycées
- Classe des Prasinophycées
 O. Pyramimonadales: *Pyramimonas*, **Platymonas**, *Tetraselmis*

O. Halosphœrales: **Halosphœra**
 Classe des Chlorophycées
 O. Volvacaes: **Dunaliella, Chlamydomonas, Chlorella, Nannochloris**
 Classe des Euglénophycées : **Euglena.**

Propriétés générales des Diatomées

Les Diatomées ou Bacillariophycées représentent un élément essentiel du plancton marin. Elles constituent une grande classe des algues, la plus importante du phytoplancton, et jouent un rôle primordial dans l'économie des mers. Elles se présentent sous forme d'organismes unicellulaires, isolés ou souvent réunis en chaînes dont la taille varie entre 2μ et 400μ , à l'exception de quelques espèces pouvant atteindre 4 mm de long. De formes et structures très diverses, elles sont extrêmement nombreuses et comprennent une dizaine de milliers d'espèces, tant vivantes que fossiles. Quelques unes vivent sur le sol humide, parmi les mousses, mais la majorité sont aquatiques, vivant soit à l'état isolé soit sous forme de colonies présentes dans les eaux douces, saumâtres et marines. La plupart des diatomées marines, sont benthiques, littorales, vagiles, sessiles ou épiphytes; les formes planctoniques, sont relativement peu nombreuses. Elles sont pour la plupart cosmopolites, vivant dans l'océan mondial, surtout dans les mers tempérées.

Le corps plasmique des Diatomées est entouré d'une enveloppe de nature pectique, sans trace de cellulose, imprégnée de silice, appelée **frustule**. Elle est composée de deux parties distinctes inégales agencées en boîte, la partie supérieure forme le couvercle ou épithèque et la partie inférieure ou hypothèque. La partie faciale de ces couvercles constitue la valve et les parties latérales emboîtées sont des **bandes connectives** ou pleures. L'ensemble de ces dernières est désigné sous le nom de **ceinture** (*cingulum*). Entre les valves et les pleures existe un certain nombre de bandes intercalaires, soit annulaires, discontinues, soit en forme d'écailles imbriquées comme celles d'un poisson, appelées interpleures (*copulae*); qui se prolongent parfois à l'intérieur de la cellule pour former des cloisons (*septa*) dirigées parallèlement aux parois des valves.

L'étude des Diatomées impose l'examen des frustules par la face et le profil. L'identification et la taxonomie des diatomées basées uniquement sur les caractères de la frustule, impliquent la connaissance de la symétrie et les divers axes et plans. Dans une frustule, vue de profil, on distingue deux axes: **l'axe apical**, parallèle à la ceinture et **l'axe pervalvaire**, longitudinal et perpendiculaire au précédent, qui joint les deux points centraux de deux valves. **Le plan valvaire** qui correspond au plan de la division cellulaire, est délimité par les axes apical et transapical ou transversal. Les frustules sont

ornementées, montrant une certaine structure plus ou moins apparente selon le degré de silicification des valves. Ces **ornementations** se présentent sous forme de **pores**, d'**alvéoles**, de **ponctuations** ou de **striations**. Chez certaines espèces existent des petites excroissances avec des orifices, appelés yeux, ou des pores à mucus, par lesquels sont sécrétées à l'extérieur les substances gélatineuses qui assurent l'adhérence des cellules voisines dans une colonie. Chez les diatomées centriques les striations sont en lignes, rayons ou faisceaux, se prolongeant jusqu'au centre de la valve; chez les diatomées pennées, l'ornementation est orientée comme dans une plume, c'est à dire partant obliquement des bords des valves vers la partie médiane, appelée aussi **raphé** (fente médiane) ou **pseudoraphé** (Fig.II.1).

La paroi interne de la frustule est revêtue d'une mince couche cytoplasmique incolore qui pénètre dans les canaux, pores et chambres; elle est reliée par des trabécules à la masse cytoplasmique centrale; deux ou plusieurs vacuoles occupent le reste de la cavité cellulaire.

On a reconnu dans le cytoplasme des diatomées, des chondriomes filamenteuses et des grains très petits qui ressemblent à des mitochondries; d'autres infrastructures cytoplasmiques (bâtonnets, plaquettes) sont aussi décrites au microscope électronique mais dont le rôle n'est pas encore connu. Dans la masse cytoplasmique, est située le noyau lenticulaire ou réniforme montrant 1-2 nucléoles et un réseau de lignine avec des granulations chromatiques dans l'excavation duquel est logé le centrosome de 1,5 à 2 μ de diamètre. Les chromoplastes, de couleur jaune-brune, contiennent des pigments photosynthétiques: la **chlorophylle**, la **xanthophylle** et des pigments caroténoïdes bruns, la **diatomine**. Ils se présentent soit comme de nombreuses petites plaquettes arrondies, digitées, stelliformes, soit comme une ou deux grosses plaques pariétales. Des pyrénoides existent chez les diatomées et semblent jouer un rôle dans la division des chromoplastes. Les diatomées centriques, dépourvues de raphé, ne sont pas mobiles, par contre les diatomées pennées ayant un raphé assez développé, manifestent une certaine motilité. Il semble que le calcium, le potassium, le magnésium et le sodium ont le plus d'importance pour la vie des diatomées. Les phosphates et les nitrates sont indispensables pour le développement des cellules et la silice est nécessaire pour la formation de la frustule. Par contre, si l'iode leur est utile, le chlore ne semble pas être indispensable. Les diatomées excrètent du carbonate de calcium et produisent de l'oxygène par photosynthèse. L'optimum de la température pour les diatomées serait entre 15-30°C; la chaleur excessive leur est nuisible et la température 0° bloque la photosynthèse. Elles peuvent rester vivantes à -11°C et supportent le dessèchement du milieu. La plupart des diatomées vivent dans la couche superficielle (entre 0 et 60m), car elles ont besoin de la lumière pour la

photosynthèse. Leur comportement vis à vis de la lumière est variable, certaines espèces dites ombrophiles, n'exigeant pas beaucoup de lumière, peuvent se rencontrer dans des couches plus profondes vers 100-120m.

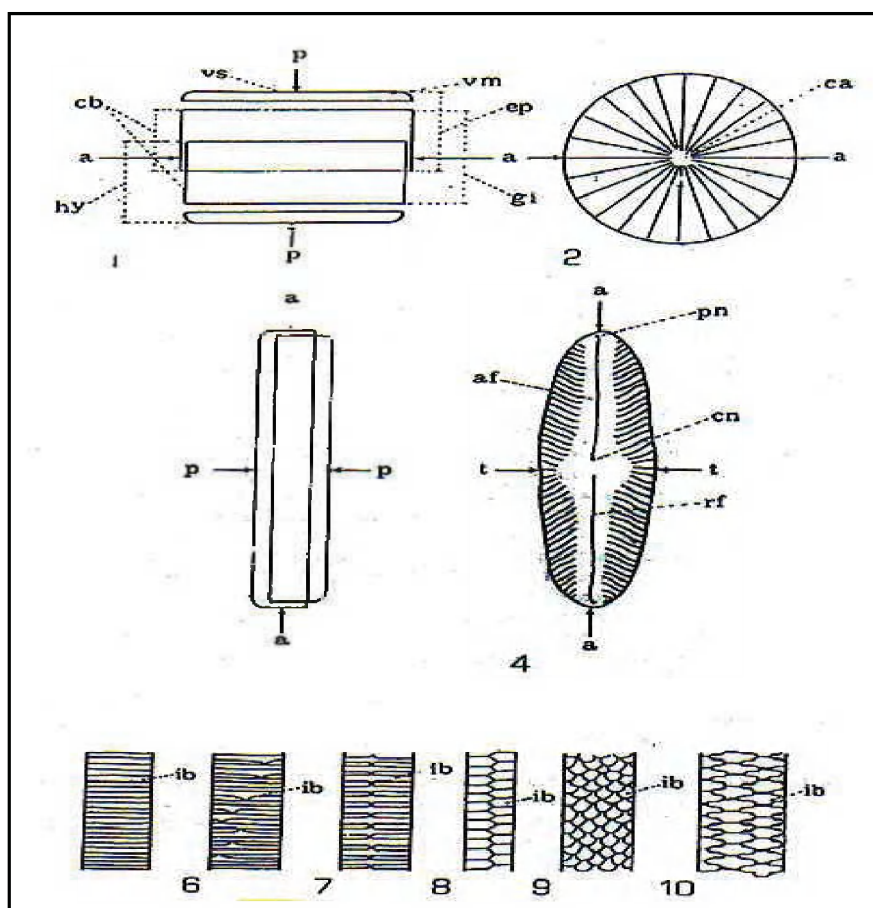


Fig.II.1. Structure d'une diatomée centrique (*Coccinodiscus*); 1, vue de la frustule; 2:vue de la valve; a-a axe apical, p-p, axe pervalvaire, vs, surface valvaire, vm, manteau valvaire, ep épithème, hy, hypothème, cb, bandes connectives, gi frustule, ca, aire centrale; 3: frustule d'une diatomée pennée (*Navicula*); 4: vue valvaire, t-t, axe transversal, pn, nodule polaire, rf, raphé, af, champ axial; 5-6:bandes circulaires; 7-8:bandes collaires; 9:bandes écailleuses; 10; bandes rhombiques (d'après Rampi et Bernhard, 1980).

Les diatomées se reproduisent par plusieurs façons, les deux principales étant la multiplication asexuée et la reproduction sexuée. La division binaire consiste en la division mitotique du noyau, dont le fuseau serait d'origine centrosomienne et le nombre de chromosomes variant entre

16 et 120 , en celles des chromoplastes et des pyrénoides et en la formation dans le plan valvaire de deux nouvelles valves pour les cellules filles et ensuite des nouvelles ceintures et des bandes intercalaires. La formation de spores dormantes (resting spores) est un processus de multiplication commune chez les centriques pélagiques et peut être présent aussi chez les pennées. Mais cette multiplication ne se produit qu'après division binaire préalable et dans des conditions particulières du milieu. Après un certain temps de repos, les endospores se divisent pour donner des cellules végétatives normales.

L'Auxosporulation chez les diatomées comprend la multiplication sexuée et asexuée qui consiste dans le rejet des valves et l'augmentation du corps cytoplasmique puis la formation de nouvelles frustules. La division binaire préalable de la cellule semble être indispensable à l'auxosporulation. Par contre chez les diatomées pennées, l'auxosporulation est un mode de multiplication sexuée impliquant une conjugaison: les noyaux s'individualisent en anisogames: les mâles et femelles fusionnent pour donner deux zygotes puis deux auxospores. Plusieurs formes d'auxosporulation se présentent suivant les espèces, mais il y a toujours formation de zygote.

La Microsporulation est un processus de multiplication sexuée connue uniquement chez les Centriques. Chaque cellule peut porter jusqu'à 32 cellules microspores comme c'est le cas chez les genres *Coscinodiscus* et *Biddulphia* où la copulation des microspores donne un zygote flagellé. Il semble donc que les microspores seraient des gamètes et que la réduction chromatique aurait lieu avant l'individualisation de ces derniers.

Les diatomées marines se divisent en deux groupes: les unes benthiques vivant à l'état isolé ou en colonies sur du substrat dur ou meuble, l'autre groupe comprend des formes pélagiques planctoniques. La majorité des pennées sont benthiques, parmi lesquelles peu d'espèces sont devenues planctoniques et d'autres se rencontrent accidentellement dans le plancton.

La plupart des centriques sont planctoniques et se sont adaptées à la vie pélagique par la formation d'appendices spéciaux (soies, cornes, prolongements etc.) assurant une meilleure flottaison. Sur un total de 355 espèces méditerranéennes reconnues (Rampi, 1948), 80 environ sont vraiment planctoniques. Plusieurs espèces pullulent dans le plancton à un certain stade de leur développement et pendant une certaine période de l'année; le restant de l'année elles sont soit benthiques soit à l'état de sporulation.

Les diatomées jouent un rôle très important dans l'économie de la mer. Étant autotrophes, elles constituent les producteurs primaires de la substance organique de base dans le milieu pélagique. Elles utilisent les substances minérales et le gaz carbonique dissous, en dégageant l'oxygène suite au processus de photosynthèse. Par ailleurs, elles servent de nourriture

principale aux divers organismes hétérotrophes, aussi bien aux protistes (tintinnides, radiolaires, dinoflagellés) qu'aux organismes zooplanctoniques herbivores filtreurs (copépodes, larves planctoniques tuniciers, alevins de poissons, sardines, anchois, etc.).

La récolte du phytoplancton est effectuée soit par des pêches au filet planctonique de maille fine (20 μ et 50 μ) en traits horizontaux et verticaux (0-50m), soit et au moyen des bouteilles à renversement de type Nansen ou Niskin. Dans ce dernier cas une fraction des échantillons d'eau servaient pour faire le comptage des cellules au microscope inversé après 24 heures de sédimentation dans un tube gradué, selon la méthode d'Utermöhl (1958). Un 2ème sous-échantillon d'eau était utilisée pour l'extraction des pigments et le dosage de la chlorophylle-*a*. Un 3ème sous-échantillon sert pour effectuer l'analyse chimique de l'eau, notamment le taux des phosphates, de l'ammonique, des nitrates, des nitrites et des silicates. Les échantillons pris au filet sont préservés dans une solution formolée à 4% ou dans une solution au Lugol. L'examen et l'identification des espèces ont été effectués au microscope à contraste de phase équipé d'une chambre claire pour les dessins directs et d'un appareil photographique pour les microphotos.

Propriétés générales des Péridiniens

Dérivant du grec ("*dino*=tournoyer", "*péridino*= tourner autour"), les Péridiniens encore appelés Dinoflagellés constituent la classe des *Dinophyceae*. Ce sont des algues unicellulaires dont la taille varie de quelques micromètres à quelques millimètres. Les cellules sont le plus souvent libres, parfois coloniales. Quelques formes filamenteuses connues ne sont pas planctoniques. Ils sont autotrophes ou mixotrophes, mobiles ou sessiles, planctoniques ou benthiques, libres (le plus souvent) ou symbiotiques ou parasites d'organismes marins ou continentaux. Nous ne traiterons dans cet inventaire floristique que les formes planctoniques marines trouvées dans les eaux du Bassin levantiny compris le secteur libanais. Il est vrai que nombre des péridiniens sont dépourvus de chlorophylle et ne devraient pas pour autant être exclus du phytoplancton.

Cependant trop de confusion persiste autour de ce groupe pour plusieurs raisons: tout d'abord les auteurs ne précisent pas toujours dans leur description le contenu cytoplasmique. Par ailleurs, les cellules colorées peuvent contenir d'autres pigments assimilateurs que la chlorophylle. On sait aussi que les dinoflagellés peuvent héberger des algues symbiotiques chlorophylliennes; aussi, nombre d'espèces autotrophes peuvent être en même temps phagotrophes. Malgré la grande diversité morphologique et les

types d'organisation, les dinoflagellés possèdent les caractères communs suivants décrits par Sournia (1986) (Figure II.2) :

-Cellule à deux flagelles différents l'un de l'autre par leur structure et leur orientation, l'un est logé dans le sillon équatorial de la thèque. Les deux flagelles peuvent être insérés tous les deux vers le milieu ou à l'avant de la cellule, l'un est logé dans le sillon équatorial "*cingulum*", et dirigé latéralement et l'autre antérieurement. Le flagelle orienté transversalement fait tourner la cellule autour d'elle-même; le second quand il n'est pas inséré à l'apex, est logé dans un sillon longitudinal ou "*sulcus*"; il exerce l'effort de propulsion. Chez une minorité de dinoflagellés, le cycle biologique est dominé par un stade immobile, le stade mobile constitue le dinospore.

-La thèque "*amphiesma*", inclut un système complexe de plaques cellulodiques.

-Le noyau développé présente des caractères primitifs bactériens; ses chromosomes restent condensés pendant l'interphase sous la forme de granulations visibles au microscope optique avec une capsule péri-nucléaire. Le noyau des dinoflagellés appelé **dinocaryon** ou **mésocaryon** est caractérisé par sa composition biochimique (absence d'histone) et par le mode de séparation des chromosomes (sans fuseau ni centromères) et leur insertion sur la membrane nucléaire. Une dizaine d'espèces sont connues pour posséder deux noyaux, l'un eucaryotique et l'autre dinocaryotique .

-Les pigments photosynthétiques, quand ils sont présents, comprennent, outre la chlorophylle-*a* et chl.*c*, des caroténoïdes qui donnent à la cellule sa couleur rouge-orangée (carotène, péricidine, dinoxanthine et ses dérivés, pyrrhoxanthine, fucoxanthine et exceptionnellement phycobilines). Les substances de réserve sont constituées d'amidon et de granulations lipidiques. Les chloroplastes, en nombre et forme variable selon les genres et espèces se trouvent dans une enveloppe à trois membranes ; ils ont leur thylacoïdes groupés par trois. Les pyrénoides, s'ils sont présents sont intralamellaires ou pédonculés et toujours associés aux chloroplastes.

-Le cycle biologique des dinoflagellés est complexe, car il inclut des stades morphologiques et biologiques très distincts. Une espèce donnée peut comporter des stades mobiles morphologiquement distincts; un même type mobile ou immobile, peut se rencontrer chez des espèces très éloignées.

La classification actuelle est basée surtout sur le stade immobile. La division végétative est soit binaire, soit multiple; la thèque est soit rejetée avant ou après la division, soit conservée et partagée obliquement. Les dinoflagellés sont haploïdes la sexualité mise en évidence chez une vingtaine d'espèces constitue une isogamie ou homothallie. Le zygote est mobile, de même aspect, mais plus volumineux que le stade végétatif et donne des kystes résistants ou temporaires. Ces kystes peuvent sédimenter et subsister

plus ou moins longtemps sur le fond avant de germer en stade gymnodinoïde; sous cette forme kystale que sont connus les dinoflagellés fossiles.

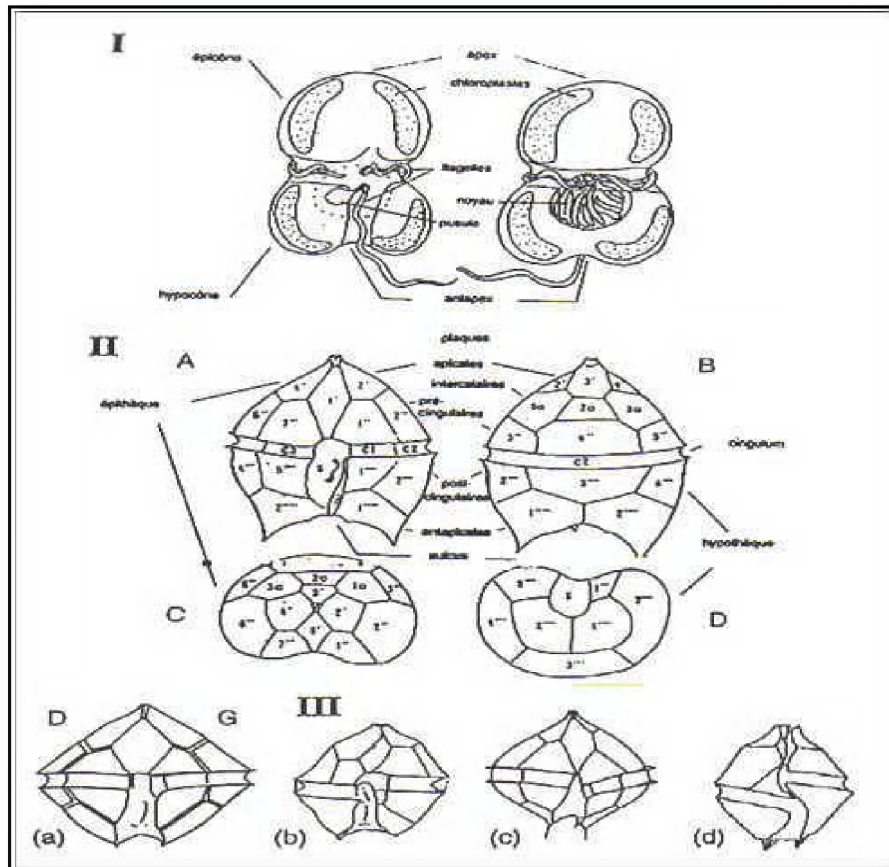


Fig.II.2 : Structure d'un dinoflagellé ; I :morphologie d'un dinoflagellé nu ; II : morphologie d'un dinoflagellé cuirassé, A vue ventrale, B vue dorsale, C vue apicale, D vue antapicale (d'après Dodge,1982) ; III: orientation de la cellule d'un dinoflagellé,(a) fermé, (b) descendant, (c) ventral, (d)croisé (d'après Sournia,1986).

La plupart des dinoflagellés possèdent des trichocystes propulsables par un jeu de filaments protéiques, pour lesquels diverses fonctions physiologiques sont envisagées: sensibilité mécanique, attaque et défense, osmorégulation. Deux autres types d'organites éjectiles peuvent se rencontrer chez quelques espèces: les mucocystes (corps polyédriques assimilés à des sécrétions muqueuses). Des nématocystes rappelant les cnidocystes des coelentérés, existent uniquement chez trois genres des Gymnodiniales. Les pusules, organites propres à la classe des Péridiniens, se comportent comme des

vacuoles pulsatiles permanentes situées à la base des flagelles, à rôle osmorégulateur et non digestif.

Plusieurs autres différenciations existent chez quelques dinoflagellés telles que: cystosomes, myofibrilles, pseudopodes, stomatopodes, velum, tentacules, écailles organiques, granulations bioluminescentes, capsule péri-nucléaire, tache oculaire “stigma”, ocelloïdes, squelette interne, rhabdosomes, suçoirs etc. On voit ainsi que les dinoflagellés possèdent plusieurs caractères animaux tels que l'hétérotrophie, les organites éjectiles ou préhensiles, la motilité etc... Plusieurs auteurs les considèrent comme des protozoaires. Cette ambiguïté pose des problèmes d'ordre taxinomique puisque les principes de la nomenclature diffèrent chez les animaux et chez les plantes. Les phycologues et phytoplanctonologues considèrent les dinoflagellés, même ceux dépourvus de chlorophylle, comme des algues. Les dinoflagellés peuplent toutes les eaux, marines, douces et estuariennes. Qu'ils soient faiblement clairsemés dans les mers tropicales ou formant des pullulations de plusieurs millions de cellules par litre, parfois toxiques comme les genres: *Prorocentrum*, *Gonyaulax*, *Gymnodinium*, *Alexandrium* etc... Il est certain que les grandes variabilités morphologiques et physiologiques confèrent à ces protistes une grande polyvalence écologique.

Propriétés des autres Flagellés

Les **Coccolithophorides** sont des flagellés qui se caractérisent essentiellement par une cellule revêtue de petites pièces calcaires massues agencées lâchement ou serrées en une plaque protectrice. Ils possèdent deux flagelles, deux grands chromatophores, des inclusions lipidiques et de leucosine, substance très proche de l'amidon. La reproduction se fait par simple division longitudinale, la coque se partageant entre cellules-filles et se complétant ensuite. En plus des flagelles, il existe chez quelques espèces de Coccolithophorides et des anciennes Chrysophycées un filament susceptible de se fixer au substrat, appelé *haptonema*; ces espèces sont groupées dans la classe Haptophycées.

Les Silicoflagellés sont des chrysophycées qui possèdent un squelette siliceux interne et creux, un seul flagelle, des chromatophores jaune brun très nombreux. Le squelette se ramène à une forme géométrique simple, losange ou couronne avec des variations dans la même espèce.

Les Euglénophycées possèdent un corps déformable coloré par de nombreux chromatophores; ils vivent près du fond, ou dans des flaques littorales. Cependant il leur arrive de pulluler dans le phytoplancton côtier.

Les Cyanophycées (Myxophycées) se distinguent par leurs caractères essentiels particuliers de toutes les autres algues microphytes, car elles sont

dépourvues de noyaux individualisés, de chloroplastes et de chondriosomes. Elles contiennent un pigment bleu diffus, la phycocyanine associée avec la phycoérythrine; elles sont donc de couleur bleuâtre, d'où leur nom ancien d'algues bleues ou Cyanophycées. Elles abondent dans les eaux thermales, dans les eaux douces, estuariennes et saumâtres ainsi que dans la mer, mais leurs formes planctoniques sont peu nombreuses, la plupart étant littorales ou benthiques. Elles sont généralement autotrophes, quelques unes constituent des parasites internes des végétaux ou des animaux, d'autres sont saprophytes ou symbiotes. La morphologie et la nature biologique des cyanophycées sont variables, certaines sont unicellulaires vivant en groupes coloniaux, la grande majorité constituent des filaments formés par plusieurs cellules cloisonnées. Chez d'autres formes, la thalle filamenteuse baigne dans une gaine mucilagineuse qu'on désigne par le nom de trichome. La membrane de la cellule est mince, dépourvue de cellulose présentant une structure pectique. Le cytoplasme comprend deux couches distinctes: une externe contenant les pigments assimilateurs, le chromoplasme et une couche interne appelée corps chromatique dans lequel se trouve le système nucléaire, représenté par des granulations chromatiques, des filaments ou par un réseau sans chromosomes apparents et sans membrane différenciée, qu'on compare à un noyau en état de division permanente (Trégouboff et Rose, 1957). Le corps cellulaire comprend par ailleurs, diverses inclusions cytoplasmiques, telles que les grains pigmentaires, les globules lipidiques, les substances azotées et les glucides. Chez les formes planctoniques, les cellules contiennent des pseudo-vacuoles remplies de gaz permettant aux myxophycées dépourvues d'organes de locomotion de flotter dans l'eau.

La reproduction chez les Cyanophycées est asexuée comme chez les bactéries, la division binaire est le mode le plus commun chez ces organismes unicellulaires; la sporulation donne des auxospores ou des endospores non mobiles. Chez les formes filamenteuses, la multiplication se fait par bouturage: une seule cellule se détache du filament et se multiplie ensuite par division transversale; parfois toute une partie du filament formée de plusieurs cellules appelées hormogonies, se détache pour se multiplier ensuite par division binaire. On connaît aussi chez les Cyanophycées la formation de stades de repos ou hétérocystes, sorte de kystes unicellulaires entourés d'une épaisse membrane.

Les Cyanophycées qui s'apparentent aux bactéries par leur structure interne, se situent ainsi à la limite inférieure du règne végétal. On les classe d'après la forme du thalle et les modalités de reproduction en trois ordres dont un seul est représenté dans le plancton méditerranéen: les Nostocales, avec deux genres communs: *Oscillatoria* et *Richelia*.

Les Prasinophycées anciennement appelées Xanthophycées, englobent des algues qui étaient classées auparavant avec les chlorophycées

(algues vertes). Elles se distinguent des chlorophycées par des chromoplastes jaune-vert dont la couleur est due à l'excès de xanthophylle et de caroténoïdes. Leur métabolisme particulier se manifeste par les matières de réserve des corps gras (leucosine) et non de l'amidon comme chez les chlorophycées. La membrane des cellules est riche en composés pectiques additionnés d'une petite quantité de cellulose et silice.

La multiplication se fait par zoospores biflagellés, parfois il y a formation de gamètes. Les Xanthophycées comprennent plusieurs ordres, parmi lesquels un seul, les Hétérococcales est représenté dans le plancton méditerranéen par l'espèce *Halosphaera viridis* de forme sphérique, de couleur vert-pâle; elle peut atteindre 500-600 μ de diamètre. Chez les stades jeunes, le noyau central et unique est situé dans un cytoplasme riche en trabicules anastomosés en réseau et en chromoplastes arrondis et des granulations de substances nutritives. Au stade de reproduction, le noyau se divise en petits noyaux s'entourant de portions cytoplasmiques et s'individualisent en zoospores qui seront libérés par rupture de la membrane cytoplasmique amincie. Cette espèce cosmopolite, est plus abondante en Méditerranée en saison froide, parfois elle donne une couleur verdâtre à la mer suite à un bloom particulier; dans les mers tropicales on la rencontre par 100-300m de fond.

Facteurs de la Photosynthèse

Cycle de la matière en mer et rôle du phytoplancton

L'existence d'un cycle de la matière organique et de ses éléments à la surface du globe terrestre est bien connue. On décrit le cycle du carbone, de l'azote, du phosphore, du soufre, etc. Ces éléments minéraux simples épuisés dans le milieu naturel, se transforment en substances organiques complexes collaborant aux phénomènes vitaux, puis retourneront au monde minéral. La vie exige une circulation cyclique de la matière, du minéral à l'organique et *vice versa*; ceci implique une production d'énergie qui la conditionne. Ce transfert d'énergie de l'état minéral à l'état organique, se fait en pratique par la photosynthèse chez les végétaux autotrophes. Ce processus biochimique exige une absorption d'énergie considérable pour réduire H_2O et CO_2 et recombinaison leurs éléments organiques de façon à fournir les glucides, lipides, protides, base chimique fondamentale de la vie. Toutes les réactions biologiques doivent se faire dans l'eau à la température ambiante; ceci n'est possible que grâce à l'intervention de systèmes enzymatiques complexes dans des réactions chimiques en chaînes. Dans la mer, les végétaux assimilateurs sont soit les algues macrophytes benthiques fixées sur les côtes et sur le substrat peu profond, formant une ceinture entourant les terres émergées, soit les algues planctoniques microscopiques qui flottent dans la couche superficielle des mers, des océans et des surfaces d'eau douce. Ces dernières comprennent surtout les diatomées et les flagellés qui constituent une partie importante du phytoplancton capable d'une vie autotrophe.

Dans les eaux, les radiations lumineuses pénètrent plus ou moins profondément selon l'intensité incidente de la lumière, la hauteur du soleil à l'horizon, l'heure, la saison, l'agitation de la surface de l'eau, la latitude et la transparence de l'eau. Les diverses radiations qui composent la lumière naturelle sont plus ou moins vite absorbées par l'eau; le rouge disparaît le premier, le bleu et le violet pénètrent plus profondément. Ainsi, à mesure qu'on descend dans la mer, la qualité et la quantité d'énergie lumineuse disponibles diminuent rapidement et la photosynthèse devient de plus en plus lente dans les algues planctoniques. Les cellules plus profondes s'adaptent à

ces conditions en produisant des pigments complémentaires sensibilisateurs qui augmentent la gamme des radiations absorbées et leur quantité.

Des couples d'oxydo-réduction et des enzymes nouveaux interviennent dans la chaîne des réactions synthétisantes; la chimiosynthèse s'associant de plus en plus à la photosynthèse, et ainsi la matière organique continue à se construire. En Méditerranée orientale, y compris les eaux libanaises, la couche euphotique activement éclairée est grande (75-100m), tandis que dans l'océan atlantique elle ne dépasse pas les 60m de profondeur. Les réactions chimiques initiales exigent, pour s'accomplir et se poursuivre, de l'acide phosphorique pour phosphoryler les premiers glucides formés et des nitrates qui fourniront l'azote nécessaire à la synthèse des protéides. Ces deux catégories de sels sont absolument indispensables aux synthèses cellulaires et la croissance des algues planctoniques. Ces sels nutritifs dissous en faible concentration dans l'eau sont dosables par des méthodes colorimétriques; le rapport P/N=15 est constant dans l'eau de mer. Quand l'éclairage est suffisant et les sels nutritifs en proportion convenable, les algues se développent, croissent et se multiplient; la biomasse dans l'unité de volume de l'eau augmente. La plupart de ces végétaux sont broutés par les animaux herbivores et omnivores du zooplancton, parmi lesquels les copépodes qui sont les plus abondants. Ces copépodes se multiplient et sont à leur tour la proie d'autres organismes pélagiques prédateurs tels que les chaetognathes, méduses, siphonophores, larves de poissons, mollusques vers, etc. Tous ces êtres vivants respirent en absorbant l'oxygène dissous; ils brûlent ainsi une partie de leur substance et de leurs aliments pour en tirer l'énergie nécessaire à leur vie. Il en résulte des déchets variés, comme le CO_2 , l'urée, l'acide urique, etc., qui sont rejetés au dehors. Une partie de la matière vivante dégradée par la combustion respiratoire et simplifiée retourne au milieu extérieur, soit sous forme minérale, soit sous forme organique par les pelotes fécales.

La photosynthèse diminue avec la profondeur et on arrive à un niveau où elle équilibre la respiration: la quantité d'oxygène rejeté par photosynthèse est égale à la quantité d'oxygène consommé pour la respiration. Ce niveau qui est appelé "profondeur de compensation", varie selon les circonstances et les régions, entre 30 et 50m. Cette profondeur dont l'exigence lumineuse est moins forte, varie dans la même région avec les saisons, la lumière et la densité du phytoplancton. Au-dessous de la profondeur de compensation vit le phytoplancton de pénombre, moins exigeant pour la lumière.

Dans sa chute dans l'eau, la matière organique morte (détritiques, cadavres), subit des transformations qui se poursuivront sur le fond. Certaines bactéries oxydent les substances phosphorées, et libèrent le P qui passe à l'état de phosphates solubles; les substances azotées sont transformées

en sels ammoniacaux. Cette ammonisation est suivie d'une nitrosation, puis d'une nitratisation. Ces phénomènes de nitrification sont très bénéfiques car ils font l'oxydation de l'ammoniaque qui aboutit aux nitrates indispensables pour le développement des algues. En même temps, et toujours sous l'action des bactéries spécifiques, le carbone, l'hydrogène et le soufre de la matière organique sont oxydés et passent à l'état de CO_2 , H_2O et SO_4H_2 , substances minérales utiles pour fabriquer des sels nutritifs aux algues. Les nitrates sont plus abondants en surface en hiver. Sur le fond où les dégradations bactériennes de la matière organique sont particulièrement importantes, le P et le N tendent à s'accumuler; des courants ascendants remettent ces substances dans le circuit pour les faire remonter en surface.

Production primaire et facteurs de la photosynthèse

La mer est un grand milieu naturel créateur de la matière vivante. Il est intéressant de quantifier la biomasse contenue dans un volume défini d'eau de mer; d'en suivre les fluctuations spatio-temporelles qualitatives et quantitatives. La production primaire représente la quantité de matière organique qui se trouve en un espace défini pendant un temps donné. Cette biomasse varie selon les endroits, les saisons, les profondeurs, la densité du phytoplancton et les concentrations en sels nutritifs. La productivité primaire est la quantité de matière organique produite durant la photosynthèse par unité de temps et unité de volume d'eau. La production aura donc le caractère concret d'une grandeur absolue, alors que la productivité a le caractère abstrait d'une grandeur relative (Bougis, 1974). La productivité primaire qui se déroule en mer sous l'action de l'énergie lumineuse et les sels minéraux dissous, serait à la base de la production des ressources marines, et partant, de l'économie de la mer (Fig. III.1).

Mesure de la production primaire

Plusieurs méthodes sont utilisées pour mesurer la production primaire:

- Méthode de l'oxygène: consiste à mesurer la quantité d'oxygène produite par litre d'eau de mer placée dans une bouteille à une profondeur donnée. L'augmentation de la quantité d'oxygène pendant ce temps représente la production brute; qui comprend la production nette plus la respiration du phytoplancton: $Pb = Pn + Rp$
- Méthode du C^{14} : Mise au point par Steeman-Nielsen (1952); cette méthode consiste à mesurer la quantité de carbone radioactif assimilé par un certain

volume d'eau de mer contenant un nombre défini de cellules. Là aussi il s'agit de faire les corrections pour mesurer la production nette de la production brute.

- Méthode du comptage des cellules: nombre de cellules/ litre
- Méthode des variations du CO₂: consiste à mesurer la pression partielle [pCO₂] avant et après un certain temps expérimental; la production étant proportionnelle à la quantité de CO₂ total dans l'eau.
- Méthode de la chlorophylle. Une relation existe entre la chlorophylle-*a* mesurée en mg et la production photosynthétique.

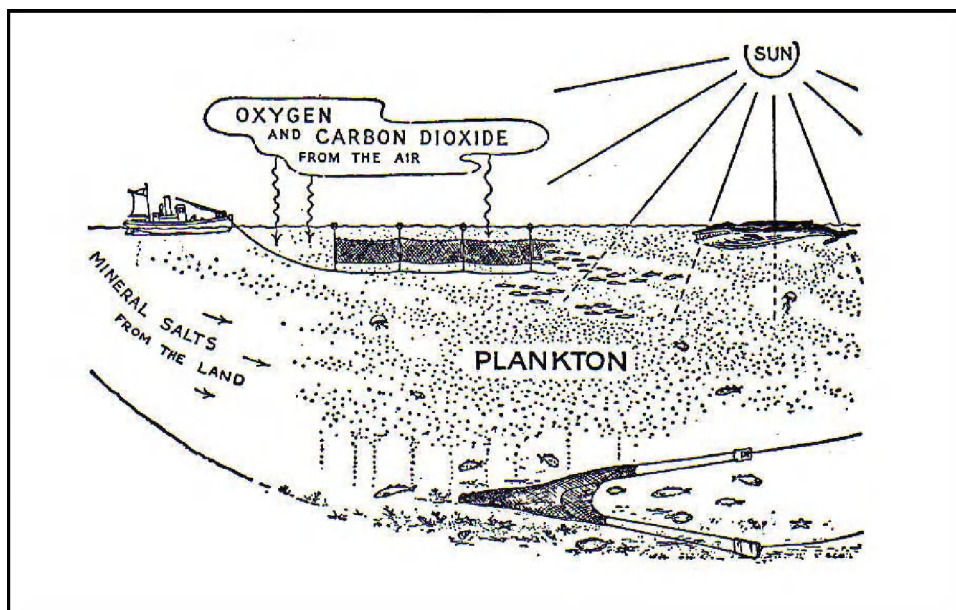


Fig.III.1- Schéma montrant les facteurs de la productivité primaire en mer, base de l'économie des ressources marines (d'après Hardy, 1964)

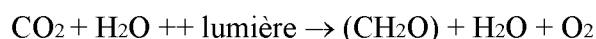
Facteurs de la la photosynthèse

Les facteurs de la photosynthèse dans l'eau de mer sont presque les mêmes que chez les plantes terrestres. Ces facteurs sont:

- La lumière est le facteur principal limitant de la photosynthèse. L'équation de la photosynthèse s'écrit de la façon suivante :



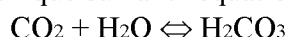
où H_2A est un composé oxydable ou un donneur d'hydrogène et A le produit d'oxydation ou de déshydrogénation; dans les plantes H_2A représente l'eau, on a donc:



Toute la lumière incidente n'entre pas dans l'eau de mer. Lorsque le soleil fait un angle de 40° avec l'horizon, la proportion de lumière réfléchie est de 3-4%. Avec l'agitation de la surface de la mer, la perte par réflexion de la lumière augmente à 17% par vent modéré et de 30% par vent fort. Les radiations lumineuses sont absorbées par l'eau de mer, diffusées par les molécules d'eau et par les particules en suspension. L'éclairement diminue avec la profondeur. Le coefficient d'extinction de la lumière K diminue en fonction logarithmique avec la profondeur. Dans l'eau océanique, le coefficient K varie peu dans le violet et le bleu de 400nm à 500 nm, puis monte rapidement. Dans l'eau côtière; le coefficient s'abaisse de 400nm à 550nm et remonte ensuite avec un minimum marqué dans le vert.

La chlorophylle-*a*, la plus abondante dans le phytoplancton, présente un minimum d'absorption entre 450 et 640nm; une bonne partie des radiations lumineuses qui entrent dans l'eau de mer ne sont pas utilisables par la chlorophylle. Les pigments caroténoïdes absorbent de l'énergie lumineuse pour la transmettre à la chlorophylle qui est le seul pigment actif de la photosynthèse. Pour une énergie lumineuse faible, la production d'oxygène par photosynthèse est proportionnelle à cette énergie; lorsque l'énergie lumineuse augmente, la production plafonne; avec une nouvelle augmentation de l'énergie lumineuse, la production est inhibée.

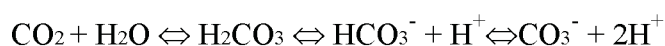
● Le gaz carbonique dissous dans l'eau de mer est un facteur primordial; l'eau de mer au contact avec l'air dissoudra le CO_2 jusqu'à ce que la pression partielle du gaz dans le liquide soit égale à la pression partielle dans l'air. L'eau de mer en équilibre avec l'air aura donc un $[pCO_2]$ de 0.03% atm., mais le gaz carbonique en solution est capable de réagir avec l'eau pour donner par hydratation de l'acide carbonique suivant l'équation:



l'équilibre de cette réaction est réalisé pour une concentration de H_2CO_3 1000 fois plus petite que celle de CO_2 ; l'acide carbonique est donc en quantité très faible. Cet acide s'ionise en donnant des ions bicarbonates et des ions hydrogènes:



Les ions bicarbonates devraient être en équilibre avec les ions carbonates selon l'ensemble de réactions:



La pression partielle moléculaire ou libre du CO₂ de l'eau de mer varie en fonction inverse du pH; le CO₂ total décroît avec la salinité et de 1% pour une élévation de température de 1°C.

La profondeur de compensation est le niveau où la production d'oxygène par photosynthèse contrebalance l'oxygène absorbé par la respiration (la photosynthèse nette est donc nulle). Cette profondeur se place vers 50 m dans la Méditerranée orientale avec une énergie lumineuse (éclairage) de 0,002cal-g/cm²/min soit $14 \cdot 10^{-5}$ W/cm²).

On considère que le développement optimal du phytoplancton se produit pour un éclairage d'environ 0.15 cal-g/cm²/min(0.01W/cm²). En surface, la photosynthèse maximale est atteinte matin et soir pendant l'été; en hiver elle est loin d'être obtenue, même au milieu du jour.

Importance du plancton

L'importance du plancton dans l'économie de la mer est primordiale; elle a été reconnue déjà par les pêcheurs italiens au Moyen Âge qui disaient: "*Che sia pesci, che sia plancton*": "qui dit poisson, dit plancton". Les relations étroites entre l'abondance du plancton et le rendement des pêches sont reconnues depuis longtemps. Toutefois l'importance du plancton du point de vue alimentaire ne se limite pas aux seuls poissons, mais intéresse tous les animaux marins hétérotrophes, qu'ils soient benthiques, nectoniques ou pélagiques. Tous les organismes marins depuis les protistes jusqu'aux mammifères sont tributaires du plancton et ses consommateurs aux divers degrés. Le plancton profite indirectement à l'homme quand il consomme les divers organismes marins, provenant soit du benthos comme les mollusques, les échinodermes, soit du necton tels que les céphalopodes et les poissons

Le plancton apparaît comme un véritable monde; il présente par sa biodiversité un intérêt capital pour des études biologiques et écologiques. Plusieurs espèces holoplanctoniques ne peuvent être étudiées qu'au moyen des pêches planctoniques. Des organismes méroplanctoniques représentent toute l'embryologie normale de la population marine. Leurs études réservent des surprises incessantes, en révélant des stades évolutifs de divers animaux jamais observés ou même nouveaux, de provenance abyssale et profonde montant en surface avec les courants ascendants, soit amenés d'autres régions par des courants horizontaux et déplacement des masses d'eau.

Cycle de l'azote

Pour 100 atomes de C existant dans le phytoplancton, il y aurait 10-20 atomes d'azote. Le phytoplancton doit donc trouver une source d'azote dans le milieu marin, et, faute d'azote en quantité suffisante, sa croissance pourra être limitée. Ceci a été montré expérimentalement sur des cultures mono-spécifiques d'algues comme *Prorocentrum micans*, *Asterionella japonica*, *Chlorella*, etc. (Raymont, 1980). L'azote existe en mer sous forme minérale telles que les nitrites NO_2^- , l'ammonium NH_4^+ , et les nitrates NO_3^- , ces deux derniers étant les plus dominants dans les conditions naturelles; les cellules absorbent en premier l'azote sous forme d'ions NH_4^+ .

En dehors de l'azote ammoniacal, nitreux ou nitrique, l'azote gazeux qui se trouve dissous dans l'eau de mer peut également être utilisé comme source d'azote. Il est en effet fixé par les cyanophycées du genre *Oscillatoria*. L'azote inclus dans les matières organiques ne peut donc être utilisé en mer par le phytoplancton qu'après avoir été reminéralisé. Cette reminéralisation peut se produire suivant deux modes; la régénération directe et la régénération bactérienne. Dans le premier cas, il s'agit essentiellement de l'excrétion de déchets azotés du métabolisme sous forme d'ammonium et par le zooplancton (pelotes fécales) ou les poissons (dans les urines). L'activité bactérienne intervient aussi dans la régénération des substances azotées en mer à partir de la matière organique dissoute ou des détritiques organiques. Les sources de la matière organique azotée sont diverses: le phytoplancton par décomposition, le zooplancton par l'excrétion ammoniacale (urées, acides aminés). Les divers organismes marins, notamment les poissons excrètent l'azote sous forme d'urée, de créatine, d'acides aminés, d'oxyde triméthylamine. Toutes ces substances azotées sont susceptibles d'être dissociées par des bactéries avec émission finale de NH_4^+ dans l'eau de mer. Si l'ammonium n'est pas absorbé rapidement par le phytoplancton, il est alors oxydé en nitrites NO_2^- , puis en nitrates NO_3^- . Ce phénomène de nitrification se déroule sous l'action enzymatique et l'activité bactérienne. L'oxydation des ions NH_4^+ et NO_2^- , se produit en dessous de la zone de photosynthèse; vers les couches profondes tout l'azote minéral est présent sous forme de nitrates. Lorsque la concentration en oxygène dissous diminue beaucoup, on observe un phénomène inverse de dénitrification, qui réduit les nitrites en nitrates par des bactéries dénitrifiantes. Il existe donc en mer un cycle de l'azote; le phytoplancton prélève essentiellement son azote à partir des ions NH_4^+ , NO_2^- et NO_3^- . D'autres sources procurent aussi au phytoplancton l'azote nécessaire: l'azote gazeux et l'azote organique dissous dans l'eau de mer.

Cycle du phosphore

Le phosphore est un élément constitutif de la matière vivante; il constitue un facteur limitant du développement des cellules phytoplanctoniques. Il entre en particulier dans la composition de l'adénosine triphosphorique (ATP), des acides nucléiques, des lipides phosphorés. Le phytoplancton devra donc trouver une source de phosphore dans le milieu marin; cet élément n'existant qu'en quantité réduite en mer. Le rapport entre l'azote et le phosphore dans le phytoplancton est instable; cette proportion peut varier selon les espèces entre 5 et 53. Le phytoplancton absorbe le phosphore nécessaire sous forme d'ions orthophosphates, ions de l'acide orthophosphorique H_3PO_4 , les ions acides $H_2PO_4^-$ et HPO_4^{--} existant en mer exclusivement. L'absorption directe du phosphore par le phytoplancton se fait à partir du phosphate minéral; il y a donc un phénomène de reminéralisation du phosphore organique en phosphore minéral.

Le cycle du phosphore en mer se résume comme suit: le phosphore organique dissous est susceptible d'être hydrolysé en libérant du phosphate minéral. Il arrive que les cellules phytoplanctoniques absorbent du phosphore organique dissous; mais cette absorption peut être attribuée à l'action des phosphatases du phytoplancton. La répartition des phosphates en mer varie suivant les régions, les saisons et la profondeur. D'une façon générale, la concentration en phosphates est faible en été et maximale en hiver; par ailleurs, elle augmente avec la profondeur où les variations s'amortissent à mesure que l'on descend. Les eaux profondes sont plus riches en phosphates et en nitrates que les eaux superficielles qui peuvent parfois être vidées complètement de leurs phosphates et devenir peu favorables au développement du phytoplancton. De telles conditions sont observées dans les eaux du Bassin Levantin y compris les eaux libanaises, considérées comme fortement oligotrophes.

Régénération des nitrates et des phosphates

La dégradation de la matière organique en mer, avec régénération sous forme minérale du carbone, de l'azote et du phosphore, peut être assimilée à une combustion lente, nécessitant une certaine quantité d'oxygène utilisée dans la respiration des organismes aux différents échelons trophiques. Des différences existent dans la composition relative en C, N et P des différentes espèces du phytoplancton.

Il est cependant possible d'estimer une valeur moyenne pour la composition élémentaire du phytoplancton. Flemming (1940), considère que

276 atomes d'oxygène seront nécessaires à l'oxydation complète de la matière organique contenant 1 atome de phosphore et 16 atomes d'azote.

Le silicium et les oligo-éléments

Pour élaborer leur frustule, les diatomées doivent trouver dans le milieu marin une source de silice; celle-ci peut en effet constituer plus de 60% de leur fraction minérale; le silicium représente 15 à 20% de leur poids sec. La silice forme également le squelette des silicoflagellés. L'eau de mer est sous-saturée en silicates; la solubilité de celles-ci est de l'ordre de 100mg/l^{-1} , or les valeurs les plus fortes trouvées ne dépassent pas 8 à 9 mg/l^{-1} de SiO_2 (soit 4mg de Si/l^{-1}). En plus de la silice en solution, une petite fraction de silice colloïdale existe dans les particules qui peuvent contenir 17 à 55% de SiO_2 ; ($37\text{- }400\text{ }\mu\text{g/l}^{-1}$ de silicium). La silice en suspension dissoute décroît avec la profondeur alors que la silice en solution augmente.

Le milieu marin

Situé entre 33° et 35°N et 35° et 36° 30'E, le Liban est compris tout entier dans la zone tempérée chaude du climat sud-est méditerranéen dont il possède toutes les caractéristiques. Il occupe géographiquement un emplacement central dans le Levant reliant l'Europe, l'Afrique et l'Asie. Des civilisations très anciennes, dont celle des Phéniciens ont exploité son climat doux et tempéré et sa position géographique idéale pour y établir des villes-royaumes riveraines et florissantes. Des villes phéniciennes telles que Byblos, Tripoli, Sidon et Tyr, abritent encore, en plus des monuments phéniciens, des vestiges de civilisations anciennes qui les ont occupées; dont l'assyrienne, cananéenne, grecque, romaine, byzantine, croisée, arabe, ottomane, etc. Ces villes constituaient des ports commerciaux d'où les navires partaient pour sillonner la Méditerranée et établir des colonies sur ses rivages dont les vestiges sont encore présents comme à Carthage.

Caractéristiques géomorphologiques du littoral libanais

La côte Libanaise s'étend sur 220 km de Nakoura au sud jusqu'à la frontière nord avec la Syrie limitée par le fleuve Nahr el Kabir Al Chimali. La plaine côtière fertile et très étroite est limitée à l'est par une chaîne de montagnes dont les sommets les plus hauts s'élèvent jusqu'à 3000m d'altitude (Dahr-el-Kadib, Sannine, Barouk) qui restent couverts de neige durant quatre à cinq mois l'année. Cette chaîne est coupée par des vallées plus ou moins profondes qui se dirigent toutes vers la mer, d'est en ouest, et au fond desquelles coulent des cours d'eau plus ou moins permanents. Dans la plaine côtière, le "Sahel", poussent l'olivier, les agrumes, le bananier, le néflier et la culture maraîchère. Elle est en partie irriguée par un système de réseau de canalisation alimenté par les rivières à cours d'eau permanents (Fig. IV.1)

Une série de caps rocheux se succèdent tout le long de la côte, alternant avec de petites baies ou des plages sableuses. Les côtes rocheuses constituent plus que 75% de la côte. Entre Nakoura et Tyr au sud du pays, on rencontre un cap assez escarpé, le Ras Nakoura qui s'élève à 80m au-dessus du niveau de la mer. Les autres caps qui se succèdent du sud au nord sont: Ras el Dreijate, Ras el Bayada, Ras Sakhri, Ras Nabi Yunès, Ras el-Saadiyat, Ras

Beyrouth, Ras Tabarja. Ils sont constitués par une roche calcaire dolomitique du Cénomanien (Crétacé inférieur). Les autres caps, plus au nord: Ras el Taïr, Ras Chekka et Ras el-Natour, sont plutôt formés dans le Miocène. Des petites plaines formées par des dépôts alluvionnaires sont disséminées au voisinage des vallées et des rivières près de Ras el Bayada, Ras Sakhri, Damour, Jdeidet el Matn, Jounieh, Jbeil, Batroun, Chekka et Akkar. Ces plaines étroites semblent être formées durant l'Eocène et l'Oligocène. Des falaises rocheuses existent presque tout le long de la côte, les plus hautes ne dépassant pas les 30 m de hauteur. Elles sont formées de calcaire très tendre, n'offrant pas de résistance aux phénomènes d'érosion. Ces falaises sont sujettes à l'érosion par les vagues, créant ainsi des plateformes rocheuses comme des trottoirs ayant 75 et 100 m de largeur. Elles offrent différentes formes d'érosion caractéristiques de la côte; des petites crevasses et dépressions au départ creusées dans la roche la plus exposée, deviennent des bassins peu profonds de formes irrégulières et déchiquetées. Ces bassins grâce à l'action de l'eau, des algues calcaires et des cailloux, s'érodent petit à petit pour se transformer en marmites géantes et profondes. Plusieurs peuplements littoraux s'y installent notamment des polychètes, des mollusques tels que *Vermetus glomeratus*, *V.triqueter*, *V.gigas* et des algues calcaires formant le "trottoir" à *Lithophyllum tortuosum*. Ce trottoir se forme à quelques cm. au-dessus du niveau de la haute mer moyenne. Par temps très calme, il n'est jamais recouvert par l'eau, sauf lorsqu'il y'a basse pression, haute mer ou d'autres perturbations météorologiques. Fevet et Sanlaville (1965) attribuent la formation de ces trottoirs à des phénomènes complexes d'érosion mécanique par l'action directe des vagues et de corrosion due à l'eau de mer elle-même chargée d'éléments chimiques corrosifs tel que le carbonate de calcium. Emery et George (1963) considèrent que le phénomène d'abrasion dû à l'action des vagues chargées de sable et de gravier contre les rochers serait le facteur principal de ces formations topographiques et géologiques marquant la côte rocheuse libanaise.

A la base des hautes falaises calcaires, aucune formation de plages n'existe, à part les trottoirs à vermet. Par contre, en face des basses falaises rocheuses et alluvionales, plusieurs plages sableuses ou à graviers sont présentes. Une bonne partie de ces graviers provient de l'érosion des falaises elles-mêmes alors que l'autre partie provient des charriages des torrents et des cours d'eau. Le sable se forme toujours sous forme de bandes entre l'eau et le gravier et quelques plages sont formées uniquement de sable. Les plages sableuses les plus longues sont celles qui occupent les 16 derniers km de la côte nord, 5 km au nord de Beyrouth, 8 km au sud de celle-ci, 11 km au nord de Sidon et 6 km au sud de Tyr. En plus de ces plages, il existe au total une vingtaine de km de criques sableuses disséminées le long de la côte, surtout aux embouchures des rivières et des cours d'eau. La plupart des débris

coquilliers trouvés sur ces plages sableuses sont formés à partir des coques de bivalves tels que *Donax trunculus*, *Glycimeris glycimeris*, *Tapes decussatus* et *Cardium edule*. Au sud de Beyrouth, la zone côtière est formée par des dunes de sable mouvant, qui se déplace sous l'action des vents forts du sud et du sud-ouest. Ces dunes ont été stabilisées depuis 1956 grâce à la construction de l'aéroport international de Beyrouth, l'autoroute côtière et plusieurs bâtiments érigés dans cette zone. Par ailleurs, les arbres de *Pinus pinea* et la plantation d'*Acacia cyanophylla* et de *Saccharum aegyptiacum* jouent un rôle bénéfique dans la stabilisation de ces dunes maritimes. D'autres dunes côtières plus petites existent aussi au sud-est de Tyr et au nord de Tripoli, mais elles ont été déjà fixées par les bâtiments, les vergers et des terrains cultivés.

Durant le Quaternaire, des phénomènes éoliens ont cimenté ces sables dunaires pour former une roche sableuse appelée "éolianite" de plage, très tendre dont les couches géologiques sont colorées. Par endroits des nodules d'algues calcaires de 6cm de diamètre existent en abondance. La formation de ce grès est due à la cimentation des grains de sable par des dépôts de carbonate de calcium dans les espaces interstitiels; ce carbonate tire son origine du sable lui-même.

Fleuves et cours d'eau

La chaîne ouest de la montagne libanaise, appelé Mont Liban, est parcourue par des torrents qui coulent dans des vallées plus ou moins profondes, dévalant des crêtes vers la mer avec une très forte pente. Quelques uns forment des "oueds" gorgés d'eau durant les périodes des pluies en hiver et de la fonte des neiges au printemps; ils se dessèchent le restant de l'année. Par contre plusieurs autres vallées constituent des rivières ou des cours d'eau à régime permanent de fleuve, car elles prennent naissance à des sources situées à la base de la montagne. Ces dernières sont une vingtaine y compris le fleuve de l'Oronte "Al Assi" qui prend source au nord de la Békaa pour se diriger vers le nord sur une vingtaine de km avant d'entrer en Syrie et se jeter en mer à Antioche. Parmi les rivières les plus importantes présentant un type méditerranéen signalons, mise à part l'Oronte, le Litani et le Nahr Ibrahim.



Fig.IV.1- Carte géographique du Liban montrant les caractéristiques physiques.

● **Le Litani.** Ayant 170 km de long, ce fleuve est le cours d'eau le plus long du pays. Il prend source dans le flanc oriental de la chaîne occidentale du Liban et coule dans la moitié méridionale de la dépression centrale de la Békaa dont le fleuve de l'Oronte draine la moitié septentrionale. Le bassin du Litani est allongé et va en se rétrécissant vers le sud par suite du rapprochement du Mont Liban et de l'Anti-Liban. La partie inférieure de son bassin devient très étroite; la superficie de ce bassin est de 2168km² à pente faible variant entre 0,1 et 4% dans son bassin inférieur. Le débit annuel moyen est de 350 millions de m³.

● **Nahr Ibrahim.** Ce fleuve qui coule dans la partie centrale du Liban, se jette dans la mer à 7 km au sud de la ville historique de Byblos-Jbeil. Son bassin exigu, englobe une large partie des hauts plateaux cénomaniens situés entre les sommets de Makmel et de Sannine. Une autre partie prend naissance depuis les sources de Afka et de Roueiss. 77% de son bassin est situé entre 1200 et 1000 m d'altitude; son profil longitudinal est raide. Le débit moyen de ce fleuve varie entre 8 et 10m³/sec selon les années. La période maigre qui dure six mois: juillet-décembre, accuse un débit faible qui ne tombe jamais à moins de 2,5m³/sec. Le maximum du débit est enregistré entre avril et mai; la période des pluies s'étendant de décembre à avril avec un maximum pluviométrique en janvier. Pendant les périodes de fonte des neiges (avril-juin), le débit du fleuve peut doubler en l'espace de trois jours; suite à des fortes pluies, il peut s'élever de 4 à 22 m³/sec, charriant de la terre rouge arrachée à la montagne. Ce phénomène serait à l'origine de la légende qui dit que c'est le sang du dieu Adonis, divinité phénicienne, tué par un sanglier devant sa belle fiancée, la déesse Astarté. Le fleuve Nahr Ibrahim dont le débit annuel moyen s'élève à 377 millions de m³ est un exemple de torrent méditerranéen de type karstique et nival à la fois. Les autres torrents n'ont pas de régime aussi court que ce fleuve, mais ils sont de même type.

La rétention karstique joue un rôle important dans la pérennité des cours d'eau du Liban, sans elle, ce pays serait celui des "oueds" et non des "nahrs" (fleuve). De type karstique méditerranéen, les rivières du Liban doivent à leur rétention calcaire et nivale non seulement leur existence, mais encore des modules relativement étonnants en pareille région.

Topographie et bathymétrie des fonds sous-marins

La topographie et la nature des fonds sous-marins du plateau continental du Liban sont peu connus. Le Bassin Levantin présente un plateau continental étroit et des fonds chalutables très réduits (Gruvel, 1931). Les fonds accidentés sont découpés par des vallées sous-marines ou "canyons" qui sont des prolongements des vallées terrestres. Entre 1969 et 1973, on a effectué des relevés bathymétriques à bord du voilier "Atoll II". Ils ont montré que le canyon de Beyrouth est le plus étroit et le plus profond de tous les autres; il serait le seul qui n'a aucune relation avec une vallée fluviatile comme c'est le cas avec les autres (Goedicke, 1972). Ce canyon commence vers 500 m au large de la côte de Ras Beyrouth présentant un profil bathymétrique en forme de V ayant des murs rocheux très abrupts. Au cours de nos plongées sous-marines en scaphandre autonome, nous avons eu l'occasion d'effectuer des observations et des prélèvements hydrologiques et

biologiques sur les parois très riches en peuplements benthiques de cette vallée sous-marine. D'autres indentations proéminentes ont été aussi enregistrées sur le bord du plateau continental en plusieurs points de la côte, notamment au sud et au nord de Saïda, au large de Beyrouth, dans la baie de St Georges, de Jounieh, au sud de Byblos à Nahr Ibrahim et Nahr el Fidar ainsi qu'au nord de Enfeh.

Le **plateau continental** peut être divisé en trois parties qui sont en accord avec sa largeur, ce qui coïncide plus ou moins avec la largeur de la plaine côtière. La partie la plus large du plateau est située entre Enfeh et Akkar, s'étendant au-delà de la frontière Libano-Syrienne (Fig.IV.1). Dans ce secteur, le plateau continental s'étend sur 18 km au large ce qui correspond à la plaine côtière de Akkar ayant 20 km de largeur. Entre Enfeh et Ras Beyrouth où la plaine littorale est sinon inexistante, du moins très étroite, le plateau continental se rétrécit pour ne pas dépasser 3 km de largeur; la côte dans cette région est rocheuse présentant des falaises très escarpées. Très peu de baies existent dans cette portion de la côte et pratiquement pas de plages sableuses. Plus au sud de Ras Beyrouth, vers Saïda et Tyr, le plateau continental s'élargit pour atteindre en moyenne 7 km, alors que la plaine côtière s'étend entre 5 et 7 km vers la montagne. Plusieurs plages de sable existent sur cette côte séparées par des promontoirs rocheux.

La **profondeur** moyenne de la partie plate du plateau continental se situe entre 20 m et 40 m tandis qu'elle atteint 80-100m vers le bord du plateau. Les fonds marins sont très irréguliers et accidentés, surtout là où la montagne plonge rapidement dans la mer. Quant aux fonds souvent rocheux, ils sont généralement couverts d'un gravier coquiller dur avec des fragments de coquilles brisés et de madrépores. L'isobathe de 100m qui, au niveau de St Jean d'Acre est situé vers 9 milles de la côte se rapproche jusqu'à 2,5 milles vers Ras Nakoura et Ras Abiad. L' isobathe s'éloigne de nouveau vers 4 milles et rapidement on atteint 300 m de profondeur où les fonds sont couverts de vase molle entremêlée de graviers et de rochers. Au fur et à mesure qu'on se dirige vers le nord, les fonds deviennent moins accidentés et les 100 m s'éloignent à 6 milles au large où les fonds deviennent sablo-vaseux mélangés avec des graviers coquilliers. Au large de Tyr, des sources d'eau douce sous-marine jaillissent du fond et l'isobathe 100 m se trouve vers 3,5 milles par des fonds sablo-vaseux parsemés de roches mal repérables; au-delà de cette distance on tombe brusquement sur la pente continentale dans des fonds de 200-300m. Au sud de Saïda, l'isobathe 100 m n'est plus qu'à 2 milles de la côte.

Vers 70-80m les fonds sableux deviennent sablo-vaseux, de la vase fine pure vers les fonds de 100 m. Au nord de Saïda les fonds sableux mélangés à des graviers coquilliers sont à un mille de la côte et tout de suite on tombe

dans des fonds de 400-600m. Partout jusqu'à Beyrouth on rencontre des fonds sableux, sablo-vaseux, du sable coquillier et de la vase pure. Vers le nord de Beyrouth, la nature géomorphologique des fonds reste sensiblement la même qu'au sud de cette ville, mais les fonds sont plus ou moins rocheux et plus acores, car l'isobathe de 100 m passe très souvent à moins de 1 mille de la côte. On y rencontre des baies sableuses et sablo-vaseuses dont la baie de Saint Georges et celle de Jounieh.

Si on continue vers le nord, les fonds deviennent très accidentés et extrêmement rocheux avec du sable près de la côte, sablo-vaseux plus loin et vaseux au large. Les fonds coralligènes y sont très répandus de sorte qu'aucun chalutage n'est possible. Au nord de la chaîne d'îlots des Palmiers (Ramkine, Sanani et Lapins) situés entre 2 et 6 milles au large de Tripoli, transformés en réserve naturelle insulaire grâce à nos efforts (Lakkis, 1985), commence la grande baie de Akkar sur une diagonale de 15 milles et où l'isobathe de 100m se trouve à 5-6 milles de la côte.

Conditions climatiques de la côte libanaise

Les vents sont provoqués par masses d'air attirées par les basses pressions d'Egypte et d'Arabie, glissent du nord et du nord-ouest vers le sud-est. Compte tenu de la déviation imposée par la rotation de la terre, ces masses d'air abordent les côtes libyennes et égyptiennes par le nord-ouest et celles du Levant par le sud-ouest; la direction des vents est par conséquent la même en hiver. Les Vents qui soufflent sur le Liban apportent beaucoup d'air maritime, d'air continental eurasiatique et un peu d'air désertique et local. L'air maritime est amené par les perturbations qui se forment en Méditerranée durant neuf mois de l'année de septembre à mai et que la circulation atmosphérique déplace vers l'est. Cet air très humide engendre toutes les pluies sur le Liban. L'air continental provient des anticyclones d'Eurasie; en hiver; ceux-ci tendent à se souder en un seul bloc alors qu'en été, ils s'alignent sur une dorsale allant du Turkestan au Caucase, de l'Anatolie au Balkan. Les vents que ces anticyclones envoient au Liban y pénètrent en hiver par la vallée intérieure de l'Oronte, alors qu'en été ils pénètrent par la côte après avoir contourné l'île de Chypre. Dans le premier cas, l'air est sec et froid, son mélange avec l'air maritime donne la neige d'hiver sur la montagne; dans le second cas, l'air est modérément chaud et humide par suite de son passage sur la mer, les brouillards d'été en montagne lui sont dûs ainsi que l'humidité atmosphérique de 80% sur la côte (de Vaumas, 1954). Le vent désertique brûlant et sec vient le plus souvent d'Afrique, accompagnant une dépression dite le "Khamsine" qui se déplace

d'ouest en est mais à travers le Sahara, la Libye et l'Egypte. Enfin un air local, celui des brises de terre, qui est un air frais qui descend de la montagne, persiste surtout en été durant la nuit. Sur la côte, les vents du SW peuvent avoir deux origines: en hiver (décembre-avril), ils amènent l'air maritime alors que durant les mois d'été (mai-septembre), un air continental. On voit se succéder sur la côte toutes les directions de vent du sud au nord, du SW au NW; seuls les vents d'W et de SW soufflent librement car les vents provenant des autres directions sont freinés ou empêchés par les montagnes. A Beyrouth, les vents du sud sont dominants et les plus forts en hiver, alors qu'au nord du pays, ce sont les vents de SE et de S-SE qui sont les plus fréquents en hiver. Au printemps (mars-avril), les vents du S et du SE reculent au profit des vents du SW. Les vents de NE et N-NE sont plus fréquents au large de Tripoli que sur la côte. Plus on se dirige vers le sud du Liban, plus ces vents froids et violents deviennent faibles et moins fréquents (Atlas Climatique du Liban, 1970). Entre la période des perturbations et des tempêtes et celle des vents persistants d'été, la côte connaît deux inter-périodes de calme relatif; une courte pause en mai et une longue pause en octobre-novembre. La fréquence des vents (toutes directions) dont la vitesse varie entre 11 et 15 m/sec, ne dépasse pas les 10%; ces vents forts sont enregistrés entre décembre et mars; tandis que les vents dont la vitesse varie entre 6 et 10 m/sec ont une fréquence entre 30-40%; les vents faibles de vitesse entre 2 et 5 m/sec sont les plus fréquents.

Le Climat sur le littoral libanais le climat est frais en hiver (décembre-mars), période durant laquelle la température de l'air peut baisser parfois à 6° ou 8°C et chaud en été avec une température s'élevant parfois à 35°C, exceptionnellement à 40-42°C durant la période de "khamsine". Le climat sur la côte est très humide, surtout en été, beaucoup moins en hiver.

- L'Humidité varie entre 65 et 72% sur le littoral avec un maximum au printemps et un minimum en automne. L'humidité atmosphérique au Liban est entretenue par les vents maritimes de secteur W et SW, ce qui explique que la zone littorale est plus humide que l'intérieur du pays.
- La Nébulosité est plus forte sur le littoral où la moyenne annuelle est proche de 4/10, alors qu'elle ne dépasse pas 2/10 en été.
- La Précipitation est importante en hiver, saison des pluies qui s'étend entre décembre et mars, sauf quelques orages qui éclatent rarement au printemps et en automne. Contrairement à la température de l'air qui diminue du sud vers le nord du Liban, la pluviométrie, elle, augmente du sud vers le nord et de l'est vers l'ouest. Si la pluviosité sur le Liban est égale à celle de l'Europe centrale, le nombre de jours de pluie est deux fois moindre. Le maximum de fréquence qui est entre 79 et 82 jours, est enregistré à Beyrouth, alors que la fréquence moyenne est de 72 jours, le minimum étant de 42 jours par an

enregistré dans la Békaa. La précipitation est presque nulle en été, elle atteint son maximum entre février et mars avec 240 mm, alors que la moyenne annuelle pluviométrique fluctue faiblement autour de 1000mm sur la côte, (à Beyrouth). La neige n'apparaît qu'exceptionnellement sur le littoral, une année sur cinq à peu près, dans ce cas elle fond très vite. Sur les pentes exposées à la mer et vers 400 m d'altitude, la fréquence de neige est de 3 jours/an. Ce n'est qu'entre 1000-1500m que la neige est plus importante. Aux cèdres de Bécharré (1925m d'altitude), on compte en moyenne 47 jours de neige sur 75 jours de précipitation avec 115 jours à couche de neige par an; à partir de 2500m la quasi totalité des précipitations tombe en neige.

● L'Insolation et l'évaporation. La saison sèche très longue dans cette région provoque une importante intensité d'évaporation. Le nombre d'heures d'insolation est minimum en janvier (4,06 h./jour), puis augmente pour atteindre un maximum en juin(11,20 h./j.), ce qui correspond à la durée théorique.

Le climat du Liban est tempéré méditerranéen avec un été long, sec, humide et chaud sur la côte et un hiver court, frais sur la côte et froid en montagne, avec une précipitation moyenne assez importante qui ne descend pas moins que 800 mm. L'écart de température entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid ne dépasse pas 14°C, tandis que l'écart diurne oscille d'un bout de l'année à l'autre entre 6 et 8°C. L'abondance des précipitations favorise l'agriculture et la production d'énergie hydro-électrique, les neiges d'hiver empêchent le tarissement des sources en été et partant la permanence des rivières. Les eaux de circulation et les rivières qui se déversent dans la mer constituent aussi un apport important de sels minéraux nécessaires pour le développement des algues et pour la production primaire.

Hydrologie des eaux marines libanaises

1. Structure hydrologique

Le courant atlantique entrant en Méditerranée par le détroit de Gibraltar se dirige vers l'Est, parallèlement à la côte nord-africaine. Sur ce courant atlantique pénétrant ainsi en Méditerranée, se branchent des circuits cycloniques tels que le circuit d'Alboran, circuit de la mer des Baléares, circuit Algéro-provençal et circuit Thyrrénéen. La salinité va en croissant vers l'est, de 36,50 ‰ au niveau de Gibraltar, elle augmente à 38‰ plus à l'est de l'Alboran pour atteindre 39,60‰ à l'extrême Est de la Méditerranée. La pente de la mer vers le fond, les forces de Coriolis et les vents d'ouest, contribuent à accélérer la transgression des eaux atlantiques vers l'est sous forme d'un courant bien défini. Ce courant continue à longer la côte libyenne, puis égyptienne, pour s'infléchir ensuite vers le Nord-Est et épouser les côtes

levantines. A l'extrême nord du Bassin Levantin, le courant général tourne vers l'Ouest par la force des configurations géographiques des côtes pour longer la côte turque. Ce courant de surface n'est pas dominé uniquement par l'action des vents comme on le pensait, et sa vitesse estimée entre 15-30m/sec, devient encore plus forte près des côtes (Guerguess, 1976). D'après cet auteur, trois principales cycloses verticales sont déterminées dans le Bassin Levantin; la première est localisée au sud-ouest de Crète, la seconde au milieu de Bassin entre Crète et Chypre, alors que le 3ème circuit, serait localisé au sud-est du Levant au large des côtes égyptiennes. Le seul circuit anticyclonique existant dans ce bassin serait localisé au sud de la région centrale près de la côte nord-africaine. Toujours est-il que la vitesse de ces courants augmente au voisinage des côtes et autour des îles. Ce schéma de la circulation reste presque le même depuis la surface jusqu'à 100m tout en s'atténuant. Au-delà de cette profondeur, les gradients de densité deviennent tellement faibles, que la vitesse de ces courants ne dépasserait pas plus de 2-5cm/sec.

La Méditerranée orientale est caractérisée par trois masses d'eau permanentes: une masse de basse salinité, une masse de haute salinité et une masse d'eau profonde. En plus de ces trois formations, une 4ème masse d'eau de haute salinité et température se forme en été (Lacombe et Tchernia, 1960; Morcos, 1972). Toutefois les eaux du Nil, surtout pendant les périodes des crues, viennent perturber et compliquer ce schéma de la structure hydrologique. Ainsi, après les crues du Nil en août-septembre, on observait une couche supérieure, très peu salée, due surtout aux eaux du fleuve (Halim *et al.*, 1967). Après la construction du haut barrage d'Assouan en 1965 et la régularisation du fleuve, les crues ont cessé et quatre sortes de masses d'eau ont été définies par Guerguess (1976):

- Une masse d'eau superficielle allant jusqu'à 30-50m., caractérisée par une température entre 22 et 29°C et une salinité entre 38,80‰ et 39,10‰.
- Une masse d'eau de faible salinité formée à travers la transformation des eaux atlantiques entrant en Méditerranée avec une température entre 18-23°C et une salinité modérée entre 38,60‰ et 38,80‰; cette masse d'eau se situe dans la couche entre 50 et 75m .
- Une couche d'eau intermédiaire entre 150 et 400m de faible température 16-17°C et haute salinité supérieure à 39‰.
- Une masse d'eau profonde au-dessous de 400 m avec une température de 14-15°C et une salinité autour de 38,85‰.

En hiver, la thermocline est presque inexistante, suite à une isothermie verticale, le processus de brassage des eaux facilite le mélange des différentes masses d'eau et partant l'homogénéisation des couches sous-

jaçentes. Toutefois durant cette période froide, deux masses d'eau seulement sont identifiées: une masse d'eau supérieure et une masse profonde.

Après le fonctionnement du barrage d'Assouan, des conditions hydrodynamiques nouvelles apparaissent dans les eaux égyptiennes et gagnant toutes les côtes levantines qui facilitent le processus de mélange des masses d'eau. L'augmentation de la salinité a créé une densité de l'eau plus élevée et partant une diminution de la stabilité de la couche superficielle. Ceci a semble-t-il créé des conditions favorables au mélange vertical des masses d'eau et ainsi les sels nutritifs sont amenés en surface à partir des couches profondes. Ce phénomène de convection compense en quelque sorte, les pertes en sels nutritifs jadis amenés par les eaux du Nil avant le fonctionnement du barrage d'Assouan (Oren, 1969).

2. Courants marins

Le régime de la circulation générale le long de la côte orientale de la Méditerranée a été étudié par Nielsen (1912), et confirmé ultérieurement par Oren (1952) et Lacombe et Tchernia (1960). Le courant principal local prend une vitesse considérable contournant le cap de Ras Beyrouth à cause de la configuration de la côte et des vents sud-ouest très forts soufflant vers le NE. De ce courant général se détachent des petits courants locaux, (eddies), qui prennent des allures différentes selon la configuration de la côte et les profondeurs. En se détachant du courant principal qui est parallèle à la côte, ils s'infléchissent vers la droite suivant l'aiguille d'une montre formant ainsi des courants cycloniques dans quelques baies et caps. Ces courants inversés créent des zones de convergence et tendent à concentrer les ordures flottantes sur l'eau en formant des rubans prenant des directions SN. La vitesse de ces courants varie selon les saisons et la force du vent entre 0,2 noeud et 1,4 noeud/heure (Goedicke, 1972). Les vents de secteur N-NW tendent à diminuer la vitesse de ces courants ou même d'arrêter et parfois l'inverser du nord vers le sud, surtout en automne. Des courants de surface très forts en février, de vitesse supérieure à un noeud/h, diminuent en été jusqu'à 0,15m/sec (Lakkis, 1982).

3. Houle et vagues

D'une façon générale, la côte libanaise est largement exposée à la houle et à l'action des vagues, sauf pour quelques baies plus ou moins abritées. La houle est liée à la force et la direction des vents dominants du SW, surtout en hiver. Les agitations les plus fréquentes liées à ces vents locaux sont de courte durée, mais atteignent une force si grande que les vagues brassent la couche d'eau jusqu'au sédiment.

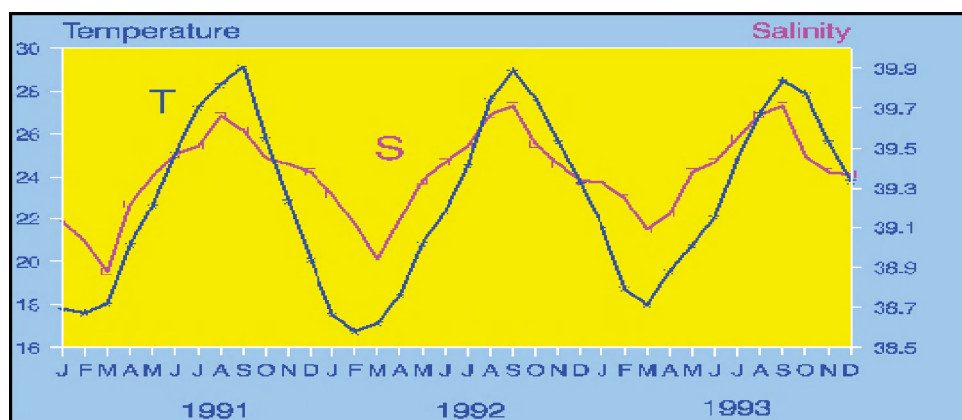


Fig.IV.2. Variations mensuelles de la température et de la salinité de l'eau de mer en surface à 5 milles au large de la côte, par fond de 1200 m durant 1985,86,87.

4. Marée

La marée existant dans cette région est irrégulière, de type semi-diurne et d'amplitude très faible. Durant les équinoxes, on peut observer sur les côtes rocheuses la différence entre la haute et la basse mer; son amplitude variant entre 15 et 20cm. La montée de l'eau est variable selon les vents dominants et les variations de la pression atmosphérique. Des perturbations météorologiques (basse pression, tempêtes, orages) influent sur le niveau de la mer qui gonfle près de la côte si fortement que l'amplitude de la marée se trouve totalement inaperçue.

5. Température de l'eau de mer

L'air a une influence sur la température de surface de l'eau de mer; aussi voit-on les variations saisonnières de la température de l'eau de mer coïncider avec celle de l'atmosphère, avec un minimum de 16°C en février et un maximum de 30-31°C en août (Fig.IV-2). La thermocline commence à se former dans la couche 20-75m à partir du mois de mai avec le début du réchauffement en surface et atteint son maximum en août. En hiver, la thermocline est détruite aux dépens de l'homothermie verticale et le mélange des masses d'eau. L'eau de mer des eaux néritiques libanaises est caractérisée par un cycle thermique formé par deux phases: une phase thermique froide et homogène entre décembre et mars et une phase thermique chaude hétérogène entre juin et novembre. Entre avril et mai, une période intersaison de température modérée (23-25°C) caractérise le printemps. En hiver, la phase thermique froide est caractérisée par une homothermie verticale due au

brassage des masses d'eau et des couches sous-jacentes; la température unique gagne toute la colonne d'eau.

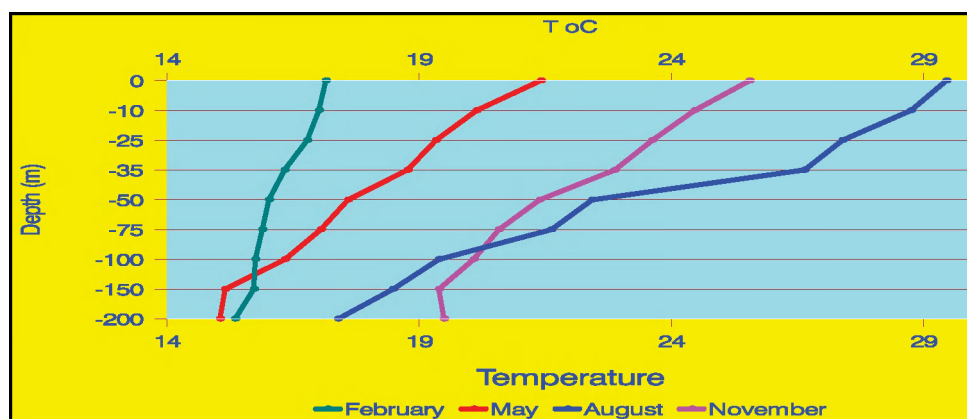


Fig.IV.3. Variations de la température avec la profondeur montrant l'évolution de la thermocline durant 4 mois de l'année 1987 (février, mai, novembre et août où elle est la plus prononcée).

Entre juin et novembre, la stratification des couches d'eau détermine la thermocline qui constitue une barrière thermique pour la remontée d'eau profonde, et partant des organismes planctoniques. Le réchauffement et l'insolation en surface amènent la température à un maximum de 30-31°C en août, alors qu'à 100 m elle se stabilise vers 15-16°C (Fig.IV.3). En été, la thermocline est très prononcée au large, alors que près de la côte les isothermes se confondent entre la surface et le fond qui ne dépasse pas 15m. Vers les 10m la température la plus élevée disparaît et s'uniformise à 27°C sur toute la côte et vers les 100 m elle s'établit entre 16-19°C en été; mais elle descend à 15-16°C dans toute la partie centrale du Bassin Levantin.

Les variations horizontales locales de la température sont très faibles, l'eau côtière est généralement de 0.5 à 1°C. plus froide que l'eau du large, la brise de mer freine le réchauffement des eaux littorales. Au voisinage des eaux estuariennes et des embouchures des cours d'eau, l'eau de mer est légèrement plus froide que l'eau côtière, car l'eau douce des rivières contribue au refroidissement des eaux littorales. Les variations interannuelles des moyennes de la température sont négligeables et peu significatives (Figs.IV.4, IV.5)..

6. Salinité de l'eau de mer

La Méditerranée est un bassin de concentration, les pertes d'eau par évaporation étant plus grandes que les apports par précipitations et les débits des fleuves. Selon Lacombe et Tchernia(1972), cette mer emprunte à l'Atlantique l'eau en déficit, son contenu en sel est aussi constant; elle transforme, comme une machine, l'eau atlantique entrante en eau dense et salée, typiquement méditerranéenne qui s'écoule dans l'Atlantique par le seuil de Gibraltar .En Méditerranée orientale, deux facteurs déterminent la salinité: le taux d'évaporation et le débit des fleuves. L'évaporation sur la côte est plus intense que sur le continent, elle varie du simple au double entre janvier (61,50 mm) et août (115,60 mm). Le taux moyen annuel de l'évaporation en Méditerranée occidentale serait autour de 104cm (Lacombe et Tchernia,1960); alors qu'en Adriatique elle est de l'ordre de 109 cm (Zore-Armanda,1968).

L'influence des fleuves et des rivières est déterminante sur le régime de la salinité des eaux levantines et libanaises. Ce secteur de la Méditerranée orientale est influencé en premier lieu par les eaux du Nil; les cours d'eau et les rivières locales contribuent aussi dans les variations de la salinité de l'eau de mer. Avant la construction du haut barrage d'Assouan en1965 les crues du Nil qui se déroulent chaque année en août-septembre, se faisaient sentir jusqu'aux côtes libano-syriennes; le débit annuel du Nil s'élevait à 52 milliards de m³ environ (Halim, 1975). Durant cette période, la salinité de l'eau à Beyrouth tombait jusqu'à 35‰ (Liebman, 1935; Rouch, 1945). Quelques années après la régularisation du grand fleuve et la disparition des crues, pourtant bénéfiques pour la productivité primaire, une augmentation de la salinité de 0,4‰ a été enregistrée dans les eaux Levantines (Lakkis, 1971 ; Oren et Hornung, 1972,1996). Par ailleurs, l'eau levantine qui était connue avant 1965 à 75m de profondeur avec une salinité de 38,75‰, ne l'est plus aujourd'hui et la salinité au large de nos côtes est devenue la plus élevée de toute la Méditerranée avec environ 39.75‰ (Lakkis, 2000).

Le débit annuel moyen des fleuves du Liban s'élève à 2500 millions de m³, dont les 8/10 arrivent en mer; sans compter l'Oronte,qui déverse dans la mer à Antioche 2739 millions de m³. La plupart de ces rivières se dessèchent en été; quelques unes continuent à apporter peu d'eau douce en mer. Au printemps, durant la fonte des neiges, le débit des fleuves est maximal, l'apport en eau douce en mer est le plus fort, la salinité au large de la côte baisse pendant cette période vers 38,75‰ (Lakkis,1982). Il est intéressant de noter la présence de plusieurs sources d'eau douce en mer qui atténuent la salinité. Selon Dubertret (1955) deux sortes de sources sous-marines existent sur nos côtes: les sources d'eau froide provenant de la percolation partielle des eaux de pluies à travers le calcaire fissuré. Ces

sources peuvent affecter localement la température et la salinité de l'eau de mer. Dans l'autre groupe de sources, la percolation totale des eaux de pluie ou de fonte de neige reçues par les calcaires du Jurassique, ne se fait qu'à la faveur du système de faille et sa température est plus élevée. La plupart de ces sources sont bien connues des pêcheurs et des marins; signalons les sources situées aux ports de Saïda et de Tyr. L'eau de mer en cette région est très dessalée ($S=30\text{‰}$) et la température de surface en avril est faible ($T=18,50^{\circ}\text{C}$). D'autres sources sous-marines sont disséminées le long de la côtes par des fonds de 10-20m, en face de Jounieh, Byblos, Batroun, Chekka, Enfeh. La salinité de l'eau de mer en surface subit des grandes variations spatio-temporelles, notamment les eaux côtières. Entre janvier et mai, la salinité au large montre des valeurs modérées, variant entre 38,60 et 39,30‰, tandis que près des côtes elle peut descendre à 37-38‰ selon les endroits, notamment au voisinage des embouchures des cours d'eau. En été, avec la sécheresse, la forte évaporation et le tarissement des fleuves font que la salinité de l'eau de mer augmente jusqu'à 40‰. Les variations verticales de la salinité ne sont pas très importantes, sauf en été, avec la stratification des couches superficielles et la formation de la thermocline.

Les fluctuations interannuelles de la salinité dans les eaux du large sont modérées, la variabilité ne dépassant pas les 10% sur les 35 années d'observation (fig.IV.4). Par ailleurs, les fluctuations multiannuelles des moyennes de la température et de la salinité montrent une tendance croissante ($\Delta T=0.35^{\circ}\text{C}$) et de la salinité ($\Delta S=0.40\text{‰}$) durant les trois dernières décénies. Avec l'évaporation intense, l'eau de surface devient plus salée, donc plus dense pour descendre en profondeur et être remplacée par de l'eau moins dense qui vient du large. Par contre en hiver, l'apport en eau douce atténue la salinité de surface qui descend à 38,50‰, alors qu'elle reste en profondeur légèrement supérieure à 39‰ (Fig.IV.5).

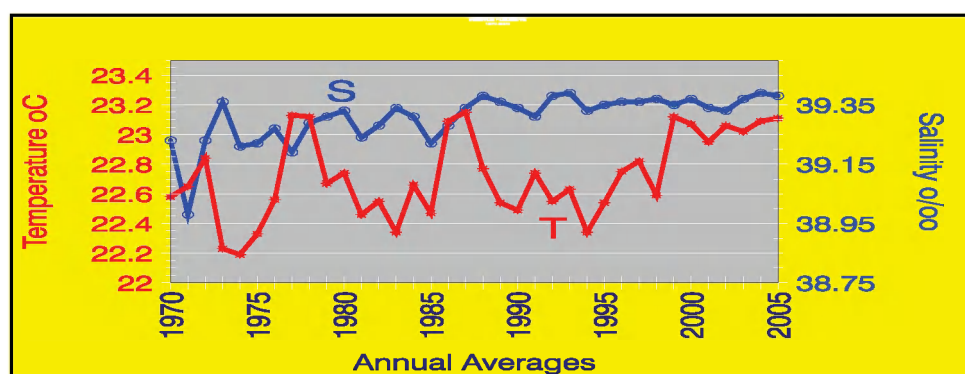


Fig.IV.4-Fluctuations interannuelles de la température salinité en surface au large de la côte libanaise entre les années 1970 et 2005.

On peut dire que les eaux levantines présentent la salinité la plus élevée de toute la Méditerranée, elle forment avec les eaux de la mer Ionienne, qui en ont les mêmes caractéristiques hydrologiques des eaux profondes en Méditerranée orientale et intermédiaires en Méditerranée occidentale (Pollak, 1951).

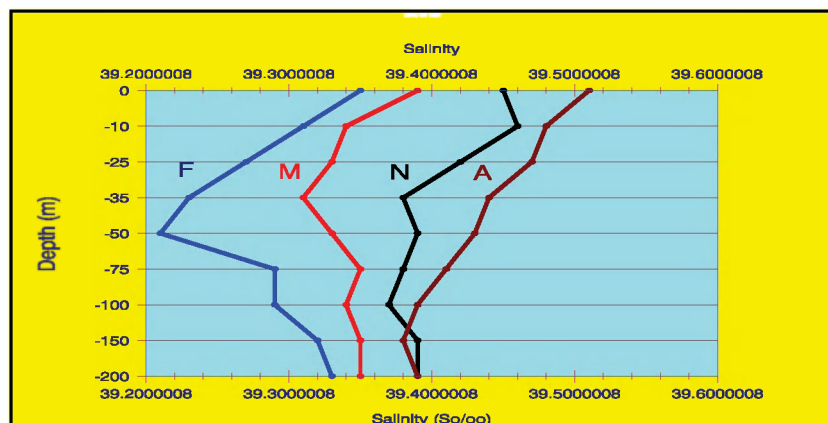


Fig.IV.5-Variations de la salinité de l'eau de mer avec la profondeur au large de la baie Jounieh durant quatre mois de l'année 1985 : février, mai, novembre et août.

7. Oxygène dissous

L'oxygène dissous dans l'eau de mer provient soit de l'air dans les couches de surface où le contact air-eau est le plus important, soit de la production primaire par photosynthèse. L'eau de mer en surface est souvent saturée en oxygène, surtout en hiver, avec le phénomène de brassage et la basse température de l'eau en période d'isothermie ($O_2 = 7 \text{ ml/l}^{-1}$).

Vers les 50m, l'oxygène dissous diminue pour tomber à $3,50 \text{ ml.l}^{-1}$ et à 2 ml.l^{-1} vers les 100m. En été durant la stratification thermique et à cause du réchauffement de l'eau, l'oxygène dissous en surface diminue (entre 5 et $4,30 \text{ ml/l}^{-1}$) pour chuter entre $2-3 \text{ ml/l}^{-1}$ vers les 100m de profondeur. En mai le développement du phytoplancton et l'augmentation de la production primaire favorisent l'augmentation du taux d'oxygène dissous dans les couches superficielles (Fig.IV.6).

Tout près de la côte, la turbidité de l'eau est élevée et la transparence est réduite surtout en hiver et après les tempêtes et le drainage des eaux de ruissellement et des cours d'eau. Le brassage des masses d'eau par la houle et les vagues augmente la turbidité des eaux côtières. Au voisinage des embouchures des rivières et des émissaires urbains, l'eau de mer acquiert des couleurs marron ou bleu-pâle suite aux particules solides en suspension charriées en mer par ces eaux usées; qui contribuent à l'augmentation de la turbidité. Entre mars et mai, période de florescence et de forte poussée

phytoplanctonique, la transparence de l'eau est atténuée par la densité des cellules phytoplanctoniques; par contre en été, période de faible densité, elle est maximale.

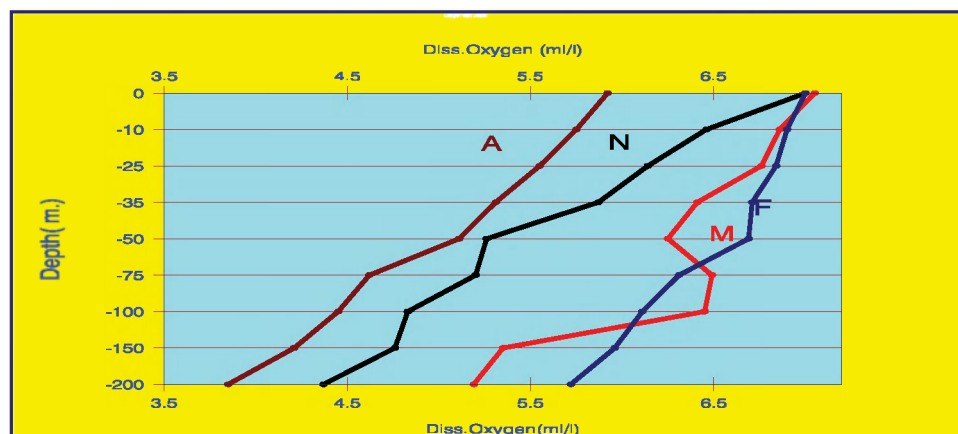


Fig.IV.6. Variations avec la profondeur de l'oxygène dissous dans l'eau de mer durant quatre mois de l'année 1986 : février, mars, novembre, août.

8. La transparence de l'eau de mer est mesurée à l'aide du disque de Secchi, les observations effectuées au large de la côte, ont montré un minimum de transparence en mars-avril avec $18 \text{ m} \pm 2$; tandis qu'entre septembre et octobre, le disque ne disparaît que vers les 35-40m de profondeur selon les stations. Il nous arrivait qu'en plongeant par 45m au mois d'octobre et novembre vers 13-14h de voir encore les détails des objets. D'une façon générale, l'eau de mer au large de la côte est transparente par mer calme, même en hiver, mais il arrive qu'après une tempête ou des vents forts de SW, la mer monte et l'eau brassée réduit la transparence surtout dans les eaux côtières. Un tel phénomène peut arriver souvent en hiver, beaucoup moins au printemps et en été.

9. pH de l'eau de mer.

Le pH de l'eau de mer normale est autour de 8. Les valeurs augmentent légèrement jusqu'à 50 m puis diminuent pour se stabiliser autour de 8.15 dans toute la colonne d'eau.

10. Sels nutritifs.

Plusieurs sels nutritifs sont dissous dans l'eau de mer, les plus importants sont les nitrates, les phosphates et les silicates, indispensables pour le développement et la nutrition des cellules phytoplanctoniques. Ils constituent des facteurs limitant le développement du phytoplancton.

● Les nitrates. Le taux de concentration des nitrates montrent des variations spatio-temporelles importantes. Il est plus élevé en hiver et faible en été. Il augmente avec la profondeur .

● Les phosphates. Le phosphore est utilisé par le phytoplancton sous forme minérale comme les ions orthophosphates PO_4^{3-} , ions de l'acide orthophosphorique H_3PO_4 ,et les ions acides H_2PO_4^- et HPO_4^{2-} existant en mer. Le phosphore est aussi absorbé par le phytoplancton sous forme de phosphates organiques et particulièrement les glycérophosphates grâce aux phosphatases liées aux cellules qui permettent la reminéralisation des molécules organiques en phosphate minéral .

La répartition des phosphates en mer varie suivant les régions, les saisons et la profondeur. D'une façon générale, la teneur en phosphates est faible en été et maximale en hiver; elle augmente avec la profondeur où les variations s'amortissent à mesure que l'on descend. Les eaux profondes sont généralement plus riches en phosphates comme en nitrates; les eaux superficielles sont par contre plus pauvres; elles peuvent parfois être vidées complètement de leur phosphates et devenir peu favorables au développement du phytoplancton. De telles conditions sont observées dans les eaux du Bassin levantin y compris les eaux libanaises, considérées comme fortement oligotrophes. Les données hydrologiques complètes obtenues depuis 1970 sont reportées dans des travaux antérieurs (Lakkis, 2000,2002) .Quelques valeurs relatives aux stations By3,J3 et J2 sont données aux tableaux IVa,IVb.IV.c

Tableau IVa- Répartition des paramètres hydrologiques :T°C, S‰ , O₂, NO₃ et PO₄ , Chl.a dans la colonne 0-200m dans une station au large de la côte libanaises (Station By3) le 12 février 1992.

Prof.(m)	T oC	S ‰	O ² mg.l ⁻¹	NO ³ μM.l ⁻¹	PO ⁴ μM.l ⁻¹	Chl-a mg.m ⁻³	PH
0	16,98	39,34	7.05	0.29	0.18	0.14	8.19
10	16,87	39,32	7.00	0.26	0.15	0.12	8.16
25	16,68	39,28	6.88	0.24	0.14	0.10	8.14
35	16,18	39,21	6.72	0.23	0.09	0.07	8.11
50	16,12	39,19	6.65	0.27	0.11	0.06	8.15
75	15,65	39,26	6.37	0.29	0.13	0.04	8.19
100	15,32	39,29	6.10	0.31	0.18	0.08	8.20
150	15,29	39,30	5.94	0.38	0.19	0.02	8.20
200	15,12	39,31	5.75	0.35	0.22	0.00	8.20

Tableau IVb- Répartition des paramètres hydrologiques dans la colonne 0-200m à la Station J3 le 19 août 1993.

Prof. (m)	T oC	S ‰	O ² mg.l ⁻¹	NO ³ µM.l ⁻¹	PO ⁴ µM.l ⁻¹	CHI-a mg.m ⁻³	PH
0	29,73	39,53	5,36	0,41	0,09	0,11	8.31
10	29,35	39,51	5,12	0,39	0,07	0,09	8.29
25	28,45	39,49	4,75	0,37	0,08	0,06	8.28
35	27,69	39,47	4,42	0,32	0,05	0,05	8.26
50	24,95	39,43	4,21	0,33	0,06	0,04	8.25
75	23,55	39,41	4,15	0,15	0,03	0,25	8.27
100	22,65	39,40	3,82	0,17	0,02	0,29	8.26
150	21,62	39,39	3,71	0,38	0,13	0,03	8.25
200	20,58	39,40	3,45	0,45	0,15	0,00	8.26

Tableau IVc- Variations mensuelles des paramètres hydrologiques en surface au large de la côte libanaise durant 1992.

Mois	T oC	S ‰	O ² mg.l ⁻¹	NO ³ µM.l ⁻¹	PO ⁴ µM.l ⁻¹	CHI-a mg.m ⁻³	PH	Cells Nb.l ⁻¹	Transp. Sechii(m)
J	39.39	17.84	7.00	0.33	0.25	0.09	8.18	25000	19
F	39.38	17.18	7.00	0.28	0.15	0.09	8.17	38000	15
M	39.29	18.35	7.00	0.25	0.19	0.21	8.16	120000	12
A	39.39	21.13	7.00	0.24	0.09	0.42	8.27	280000	10
M	39.38	22.85	7.00	0.19	0.11	0.39	8.35	410000	9
J	39.51	28.75	6.89	0.28	0.11	0.37	8.31	315000	14
J	39.49	27.25	6.19	0.12	0.07	0.12	8.35	150000	22
A	39.58	29.91	5.22	0.41	0.09	0.11	8.32	45000	25
S	39.54	29.81	6.15	0.15	0.08	0.10	8.30	50000	28
O	39.51	26.42	6.46	0.35	0.12	0.11	8.29	75000	29
N	39.47	24.61	7.00	0.23	0.13	0.18	8.29	85000	30
D	39.39	22.74	7.00	0.31	0.16	0.12	8.29	55000	26

Caractéristiques biotiques des eaux libanaises

La faune et la flore marines du Liban appartiennent au type méditerranéen tempéré et tempéré chaud. Une certaine affinité subtropicale caractérise toutefois le plancton du secteur levantin. L'influence du canal de Suez sur la composition des espèces est évidente; elle a été démontrée par plusieurs auteurs (Por, 1971; Lakkis, 1980a,c). Des espèces indo-pacifiques, dites aussi "Lessepsiennes", ont émigré de la mer Rouge vers la Méditerranée orientale

par la voie du canal de Suez, où elles ont formé des populations permanentes et écologiquement stables .

La plupart des biotopes de la Méditerranée sont présents sur les côtes des eaux levantines y compris le secteur libanais, avec toutefois des variantes qualitatives et quantitatives. On y rencontre des biotopes rocheux, sableux, sablo-vaseux, néritiques, océaniques. Les trois principaux écosystèmes, très diversifiés sont: le Necton, le Benthos et le Plancton.

1. **Le Necton**: comprend des vertébrés et des animaux de grande taille comme, les céphalopodes, les tortues, les poissons. et les mammifères marins.

-**Les Céphalopodes** comprennent les poulpes, les seiches et les calmars. Les données de la FAO (1987) mentionnent 21 espèces en Méditerranée, dont six sont communes dans les eaux libanaises à savoir: *Sepia officinalis*, *Octopus vulgaris*, *O. macropus*, *Loligo vulgaris*, *Alloteuthis subulata*, *Eledone moschata*. Ces espèces ont été signalées par Gruvel (1931) et confirmées dans nos observations (Lakkis *et al.*, 1996).

● **Les Poissons**. 44 espèces de Chondrichthyens et 313 Osteichthyens sont présents dans nos eaux, elles ont été mentionnées par Georges *et al.* (1964). La biologie de la pêche et la dynamique des populations des principales espèces les plus communes sur le marché des poissons ont été étudiées par (Mouneimné, 1978)

● **Les Reptiles marins** sont représentés par les tortues de mer. Sur les huit espèces existant dans l'océan mondial, 4 habitent la Méditerranée orientale; *Caretta caretta* étant la plus commune. Malheureusement ces espèces deviennent rares avec l'exploitation des plages sableuses, refuge de reproduction et de ponte pour ces reptiles et les problèmes de pollution en Méditerranée. Heureusement deux zones côtières protégées : plage sableuse de Tyre (sud de Liban) et les plages à l'Est des Isles du Palmier (nord du Liban), constituent des refuges pour la ponte des deux espèces: *Caretta caretta* et *Chelonia mydas*

● **Les Mammifères marins** comprennent des Cétacés et des Pinnipèdes. Mis à part le dauphin commun: *Delphinus delphis*, assez commun sur nos côtes, les baleines à dents ainsi que les baleines à fanons sont extrêmement rares. Quelques individus de *Balaenoptera physalis* ont échoué sur la côte en mars 1982, mai 1993 et le 3 février 2006 un individu de 9 m de long a été capturé par un pêcheur à Tyr (sud du Liban). Un cachalot de 6 m a échoué sur le littoral syrien à Tartous en août 2005, *Hyperodon rostratus* signalé par Gruvel (1931) représente la famille des Ziphiidae; alors que chez les Pinnipèdes, les derniers couples de phoque *Monachus monachus* ont été observés sur les côtes rocheuses et falaises de Amchit en 1972.

2. Le Benthos. Les communautés benthiques des eaux libanaises comprennent la flore et la faune benthiques, depuis l'étage supralittoral jusqu'au niveau inférieur du circalittoral. On distingue dans l'écosystème benthique deux systèmes : le Phytobenthos et le Zoobenthos. Les données et les informations sont rapportées ailleurs.

● **Le Phytobenthos:** inclut toute la végétation benthique. On distingue le microphytobenthos, formé d'algues microscopiques libres ou épiphytes (diatomées) et le macrophytobenthos formé par les algues benthiques et les phanérogames marins. Le microphytobenthos de nos côtes est mal connu; par contre les algues macrophytes ont fait l'objet d'études taxonomiques et écologiques (Basson *et al.*, 1976; Lakkis & Novel-Lakkis, 1999, 2000). La communauté algale est assez diversifiée; 231 espèces ont été identifiées, comprenant les Cyanophytes (23 espèces), des Xanthophytes (3), Chlorophytes (52), Pheophytes (28), Rhodophytes (120 espèces), et 3 espèces de phanérogames: *Zostera nana*, *Cymodocea nodosa* et *Halophila stipulacea* qui se développent sur des fonds sableux par 10-15m. de profondeur, surtout au voisinage des sources d'eau douce sous-marines et près des embouchures des rivières.

● **Le Zoobenthos:** comprend la plupart des groupes zoologiques qui vivent sur le fonds marin et qui sont présents en Méditerranée dont les plus communs sont. On distingue le Micro-zoobenthos qui comprend les protistes et les organismes microscopiques et le Macrozoobenthos qui comprend les animaux visibles à l'œil nu. Les groupes les plus importants

-Les Décapodes. La faune carcinologique des eaux levantines diffère de celle de la Méditerranée occidentale par la composition et l'abondance. Le homard et la langouste qui sont présents dans le bassin occidental, sont absents sur nos côtes. Par ailleurs, l'appartition d'une faune de complément de la mer Rouge et de l'Océan Indien a enrichi cette faune de la Méditerranée orientale au cours des cent dernières années (Holthuis & Gottlieb, 1958). Les plus belles espèces de crevettes que nous trouvons sur nos côtes sont originaires de l'Indo-Pacifique et le *Penaeus kerathurus* local a été remplacé par l'espèce Indo-Pacifique *Penaeus japonicus*. Parmi les décapodes caractéristiques des eaux libanaises signalons: la cigale de mer, *Scyllarus latus* et *S. arcus*, les crevettes: *Penaeus japonicus*, *Penaeus semisulcatus* et *Penaeus trisulcatus*. Les crabes les plus communs sur nos côtes sont: *Nepturus pelagicus*, *Brachyotus sexdentatus*, *Pachygrapsus marmoratus*, *Diogenes pugilator*, *Dorippelana*, *Galathea nexa*, *Myra fugax*, *Macropodia* spp., *Maia squinado*, *Portunus marmoratus*, *Pilumnus hirtellus*

-Les Mollusques. Dans son étude de la faune conchyologique des côtes Syro-libanaises, Moazzo (1931) signale 206 espèces incluses dans 115 genres. Pallary (1938) dresse une liste de 354 espèces sur les côtes levantines. Parmi les Bivalves caractéristiques du Bassin Levantin signalons : *Pinctada*

radiata, *Ostrea stentina*, *Meleagrine occa*, *Pinna nobilis*, *Venus verrucosa*, *Spondylus gaederopus*, *Tapes decussatus*, *Cardium edule*, *Mytilus minima*. Parmi les Gastéropodes les plus communs signalons *Haliotis lamellosa*, *Patella coerulea*, *Patella lusitanica*, *Murex brandaris*, *Murex trunculus*, *Purpurea haemastoma*

-Les Echinodermes. Dans les étages infralittoral et circalittoral les oursins sont dominants sur fonds rocheux; *Paracentrotus lividus* est plus abondant que *Arbacia lixula* plus rare. *Holothuria sanctori* est très commune vers les 10-20m. ainsi que *Asterina gibbosa* et les deux espèces indo-pacifiques *A.burtoni*; *A.gibbosa* sont communes sur des fonds rocheux. Parmi les ophiures les plus communs ,signalons: *Ophiomyxa pentagona*, *Ophiactis savignyi*, *Ophiothrix fragilis* , *Ophioderma longicauda* et *Amphipholis squamata* sur fonds sableux.

-Les Polychètes. Très peu de données sont disponibles sur les polychètes des eaux libanaises. Lakkis *et al.* 1996) ont dressé une liste de 121 espèces trouvée dans les fonds marins, *Hermodice carunculata* est assez commune. Selon Laubier (1966) cette espèce serait un indice de pollution organique. *Pseudeurythoe acarunculata* est moins abondante et semble être une forme Lessepsienne. Les *hesionidés* sont représentés par trois espèces et les *syllidés* en comprennent neuf. Les corniches et les trottoirs à vermetes sont très riches en *néréidés*. Les *nephtyidés*, *sphaerodoridés*, *glyceridés* et *onuphidés* sont bien représentés sur les fonds rocheux. Les *eunicidés* comprennent trois espèces, moins abondantes que les *spionidés*. De toutes ces familles, les *serpulidés* et les *sabellidés* sont les plus communes. Deux nouvelles espèces d'origine indo-pacifique sont signalées par Laubier (1966) *Hydroides heterocercus* et *Spirobranchus giganteus*.

-Les Eponges. Les côtes libano-syriennes sont renommées par la qualité et la quantité des éponges. Malheureusement les fonds spongifères ont été surexploités, ce qui explique leur épuisement. Kassis (1967) mentionne 21 espèces appartenant à trois classes. La plupart des éponges peuplent des fonds rocheux entre 10 et 40m. de profondeur. Parmi les formes communes sur nos fonds sous-marins signalons: *Agelas oroides*, *Axinella polypoides*, *Chondrilla nucula*, *Chondrosia reniformis*, *Cliona viridis*, *Ircinia sp.*, *Petrosia ficiformis*, *Spongia officinalis* et *Tylodesma sp.*

-La Meiofaune ou faune interstitielle du sable varie en composition et en densité selon la granulométrie et l'emplacement des plages et des fonds sableux. Les principaux groupes psammiques qui constituent le gros de la meiofaune sont par ordre d'importance: turbellariés, gastrotriches, nématodes, harpacticoides, oligochètes, ostracodes, tardigrades, mystacocarides, polychètes etc (Gowing & Hulings 1976). Des fluctuations qualitatives et quantitatives spatio-temporelles marquent la meiofaune. Ce biotope constitue

le premier récepteur des polluants qui arrivent sur la côte; quelques espèces constituent de bons bio-indicateurs de pollution organique par excellence.

3. Le Plancton La communauté planctonique des eaux libanaises est richement diversifiée, tous les groupes y sont représentés. Les deux principaux groupes planctoniques sont le Phytoplancton et le Zooplancton.

-Le Phytoplancton qui a fait l'objet d'un travail spécial (Lakkis,2000) comprend:

-Les Diatomées dont nous avons trouvé 151 espèces.

-Les Dinoflagellés, 227 espèces.

-Les Silicoflagellés: 5 espèces.

-Les Ebridiés: 2 espèces

-Le Zooplancton comprend tous les groupes zoologiques connus en Méditerranée depuis le microzooplancton (protistes planctoniques) jusqu'aux protochordés. 747 (220+ 563) espèces ont été identifiées, y compris 220 microzooplancton et 563 macrozooplancton. Le Zooplancton fait l'objet du présent livre.

Méthodologie

L'étude du Phytoplancton comprend deux phases importantes: la collection des échantillons en mer accompagnée de mesures hydrologiques in situ et les analyses chimiques et biologiques au laboratoire.

Pêches planctoniques et prélèvement des échantillons

Le phytoplancton est collecté soit avec le filet planctonique fin pour l'étude qualitative du phytoplancton, soit avec des bouteilles de renversement pour prélever les échantillons d'eau et l'estimation quantitative des cellules et l'abondance du phytoplancton (Fig. V.1).

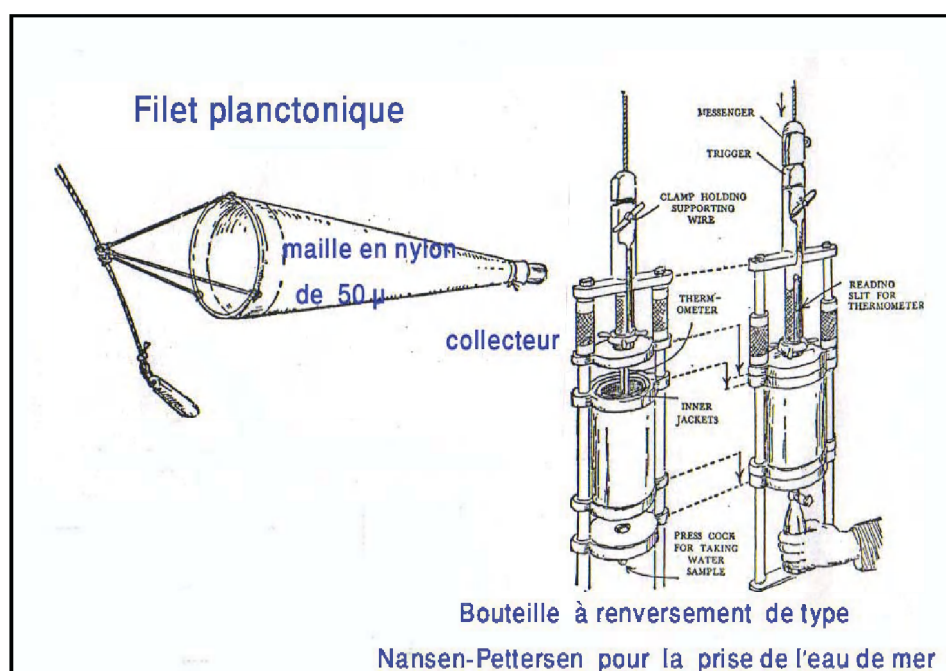


Fig.V.1- Méthodes de pêche du phytoplancton : soit avec le filet planctonique à maille fine (20-50 μ) pour l'analyse qualitative, soit la bouteille à renversement pour l'estimation quantitative et l'abondance des cellules .

Pêche qualitative du phytoplancton

Elle est effectuée à l'aide de filets planctoniques ayant 20 à 40cm de diamètre d'ouverture et 1 mètre de longueur environ, confectionné avec des étoffes en nylon ayant 20-50 μ de vide de maille selon la taille des organismes qu'on veut capturer. L'extrémité du filet est fermée par un collecteur cylindrique qui collecte le plancton filtré par le filet et condensé. Des pêches verticales dans les couches 25-0m., 50-25m. et 100-50m. ont été aussi effectuées avec le même type de filet, muni d'un système de fermeture. Chaque trait de filet est enregistré sur une fiche portant les indications suivantes:

- Date de la sortie en mer, le jour, l'heure, les coordonnées géographiques de la station et la profondeur.
- Genre du filet ou de l'engin de pêche utilisé.
- L'état de la mer (calme, houle, courants, transparence).
- Conditions atmosphériques (luminosité, nébulosité, ciel couvert, vents).
- Température de l'air et de l'eau de mer en surface et au niveau de la pêche.

Dans les pêches profondes, les températures sont prises soit avec une sonde électronique STD ou CTD, soit à l'aide du thermomètre à renversement, permettant d'effectuer en même temps le prélèvement d'eau de mer à la station même de la pêche en vue des analyses de la salinité, de l'oxygène dissous et des sels minéraux (phosphates, nitrates).

Pêches quantitatives

On utilise soit les bouteilles à renversement, soit les filets planctoniques munis d'un compteur pour mesurer le volume d'eau de mer filtré à travers la maille du filet.

- Prélèvement d'eau à la bouteille Nansen ou Niskin en PVC transparent ayant 2 ou 5 litres se fait à des profondeurs déterminées. Généralement on fixe 4 ou 5 bouteilles sur le même câble pour faire un "palanqué" à différentes profondeurs standards: 0m., 5m., 10m, 15m, 25m., 35m., 50m., 75m. et 100m. La température in situ est mesurée avec un thermomètre à renversement fixé sur la bouteille. L'eau prélevée dans chaque bouteille et profondeur est répartie en 3 récipients sur le bord du bateau: l'un est destiné pour le dosage immédiat au laboratoire de la salinité et de la chlorophylle; l'autre fraction de l'échantillon d'eau, additionnée de 3 gouttes de la solution saturée de sublimé servira pour les analyses des sels minéraux nutritifs dissous (phosphates, ammoniacque, nitrites, nitrates, silicates). Le troisième sous-échantillon est fixé immédiatement avec 1/10 d'une solution de formol à 4% neutralisée au borax. Il peut être conservé jusqu'à quelques semaines et servira au comptage du nombre de cellules dans un volume d'eau déterminé. Le comptage des cellules pour l'estimation du nombre des

cellules se fait après sédimentation de 24h dans de petits tubes en verre de 10-20cm³ à fonds mince qu'on examine au microscope inversé (Utermöhl, 1931;1958).ou au microscope ordinaire. L'examen microscopique permet le comptage du nombre des cellules pour chacune des espèces identifiées. L'abondance du phytoplancton est rapportée en nombre de cellules par litre d'eau de mer. La mesure de la concentration des pigments, notamment la chlorophylle-*a* qui forme 95% des pigments photosynthétiques, nécessite la filtration de 5 ou 10 litres d'eau de mer sur papier filtre de 0,30μ, car les eaux marines libanaises sont pauvres en pigments comme partout dans le Bassin Levantin. Pour éviter le transport de grandes quantités d'eau de mer, la filtration pourra être effectuée à bord du bateau, si les facilités sont disponibles. Le traitement des échantillons et l'analyse colorométrique sont effectués au laboratoire après extraction de la chlorophylle avec l'acétone à 90% et la mesure de la densité optique du filtrat au spectrophotomètre. Les résultats sont donnés en mg.de chl.*a* m⁻³

- Pêche planctonique au filet fin. L'avantage de la pêche au filet est que l'échantillon est plus riche en espèces que la bouteille et par conséquent, il permet l'étude qualitative et partant le calcul de la diversité spécifique des échantillons (Travers, 1971). L'inconvénient de cette méthode est que l'estimation du nombre des cellules laisse beaucoup d'erreurs à cause de l'estimation peu sûre du volume d'eau filtré dans le filet Les traits de filets verticaux 25-0m. et 50-0m. permettent de minimiser ces erreurs car l'estimation du volume d'eau filtré est connue.

Analyse des échantillons

Les échantillons traités et labellés sur le bateau sont ramenés au laboratoire où ils sont soumis aux analyses qualitative et quantitative. Les techniques d'étude du phytoplancton que nous avons suivies sont des méthodes classiques et standards, (Sournia (1978).

1. Analyse qualitative.

L'identification des espèces est le travail le plus long et plus difficile. Chez les Dinoflagellés, les espèces communes, l'identification est faite directement au microscope au cours du comptage. Pour les espèces rares ou d'identification délicate, des montages sur lames dans une goutte de bleu de crésyl sont faits, ceci facilite l'observation des squelettes. Quant aux Diatomées, une solution d'hyrax est utilisée après passage des lames à travers une série de bains d'alcool de degrés croissants jusqu'au xylol. Cette technique permet de clarifier la frustule et le contenu cellulaire sans toutefois

le détruire. Des dessins pris à des références utiles ou bien dessinés à la chambre claire ou des microphotographies étaient effectués pour illustrer les espèces identifiées (Fig. IV.2).

Pour la taxonomie et l'identification des espèces nous avons eu recours à des références de base dont les principaux sont pour les diatomées: Gran (1905), Hustedt (1930), Peragallo (1897-1908), Lebour (1930), Cupp (1943), Hendey (1964), Pavillard (1931), et pour les dinoflagellés, les silicoflagellés et les coccolithophorides, nous avons retenu les travaux de Schiller (1933-37), Jörgensen (1920), Paulsen (1908), Halim (1960, 1965), Rampi & Bernhard (1980), Dodge (1982-1985), Steidinger (1971), Sournia (1967, 1986), Taylor (1976) et d'autres références utiles.

2. Analyse quantitative.

L'importance du phytoplancton comme base de la production primaire en mer fait que les études quantitatives donnent une idée sur le degré de production primaire. Les variations d'abondance du phytoplancton dans le temps et dans l'espace constituent un indice de la production secondaire et partant du rendement de la pêche. L'étude quantitative du phytoplancton repose sur l'abondance des cellules et la concentration en pigments, notamment la chlorophyll-*a*.

-Comptage des cellules permet de connaître l'abondance du phytoplancton dans un échantillon déterminé. Généralement ce nombre est rapporté pour un litre d'eau de mer et pour chaque espèce. L'analyse quantitative devrait être effectuée simultanément avec l'identification des espèces. Une liste d'espèces, avec leur nombre rapporté à un volume d'eau de mer, permet de traiter certains aspects de l'écologie du phytoplancton, mais ceci est inutilisable d'emblée dans des études de la biomasse végétale. Les cellules varient de volume à l'intérieur d'une même espèce et plus encore d'une espèce à l'autre. Il s'agit alors de tenir compte du volume des cellules connu à l'avance pour chaque espèce en fonction d'une longueur de référence et d'exprimer les résultats en mm^3 ou μm^3 par un volume d'eau de mer déterminé, exprimé par le litre (l^{-1}) ou le mètre cube (m^3).

Pour le nanoplancton, la collecte des cellules est plus délicate, plusieurs techniques sont utilisées: centrifugation et numération au microscope ordinaire; sédimentation en cuvette à fond mince transparent, suivie de comptage au microscope inversé. La méthode semi-quantitative peut être utilisée sur un échantillon de volume connu; elle consiste non pas à compter le nombre absolu des cellules de chaque espèce, mais plutôt la fréquence de présence d'une espèce donnée dans un échantillon de volume déterminé pendant un temps déterminé. Cette méthode mise au point par des auteurs anglo-saxons est généralisée et couramment utilisée dans l'étude écologique du phytoplancton et la distribution spatio-temporelle des

populations (Colebrook,1960; Lakkis,1967,1973). Elle permet d'estimer la densité relative de chaque espèce; la fréquence de présence d'une espèce au sein d'une communauté étant proportionnelle à la densité de sa population.

- Mesure des pigments. La biomasse déduite du volume du phytoplancton ne donne pas une idée exacte de la quantité de substance organique totale et ceci en raison des différences de structure cellulaire, notamment en ce qui concerne le volume des vacuoles. Par ailleurs, le comptage des cellules est souvent long et onéreux. On a donc cherché à évaluer directement la biomasse végétale du phytoplancton, ou à obtenir un index assez représentatif de cette biomasse. La mesure des pigments et plus particulièrement de la chlorophylle-*a* répond à ce besoin. Cette méthode élaborée par Harvey (1934) dans la Manche a été perfectionnée par Richards avec Thomson(1952) et Margalef (1967). et appliquée par la majorité des chercheurs selon les techniques standards d'analyse des pigments (UNESCO,1966; Strickland & Parsons,1968).

Cette technique consiste à faire l'extrait acétonique de la chlorophylle du phytoplancton, qui donne un spectre d'absorption semblable à celui des plantes terrestres, avec deux pics d'absorption: l'un à 400-500 nm, l'autre vers 650nm. Ce dernier est dû uniquement à la chlorophylle. En effectuant des mesures à trois différentes longueurs d'onde dans le pic supérieur, il est possible de calculer la quantité des chlorophylles *a, b, c* selon les formules élaborées par Margalef et Estrada (1971) :

$$\text{Chl } a \text{ (}\mu\text{g/ml)} = 11,64 \text{ e } 663 - 2,16 \text{ e } 645 + 0,10 \text{ e } 630$$

$$\text{Chl } b \text{ (}\mu\text{g/ml)} = - 3,94 \text{ e } 663 + 20,97 \text{ e } 645 - 3,66 \text{ e } 630$$

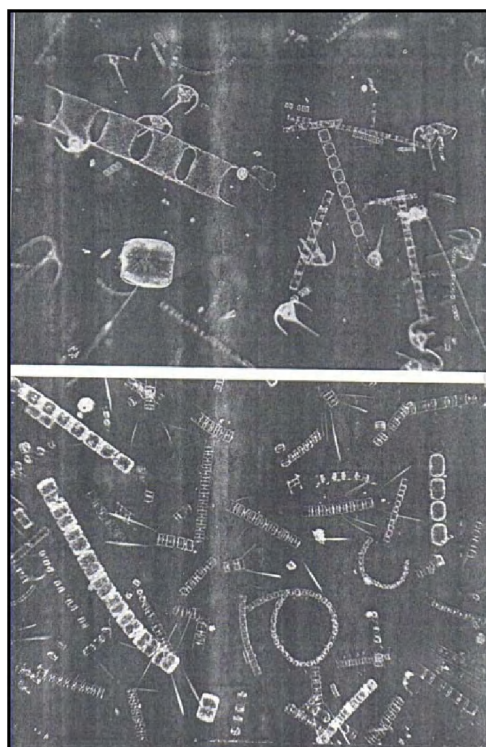
$$\text{Chl } c \text{ (}\mu\text{g/ml)} = - 5,53 \text{ e } 663 - 14,81 \text{ e } 645 + 54,22 \text{ e } 630$$

Il s'agit des concentrations de chlorophylle dans l'extrait acétonique des cellules, e 663 représente l'extinction (densité optique ou absorbance = $\log 10/I$) mesurée à 663 nm, et ramenée à une longueur de cuve de 1 cm. Généralement la teneur de la chlorophylle-*a* est la plus importante, elle représente 95% des pigments chlorophylliens; la chl *b* et chl *c* étant négligeables.

Cette méthode a été perfectionnée en utilisant, non pas l'absorption de la lumière par la chlorophylle, mais sa fluorescence, c'est à dire sa capacité à émettre de la lumière. Excitée par une énergie lumineuse de 430nm de longueur d'onde, un filtrat acétonique de chlorophylle émet de lumière fluorescente à 670nm. Avec le développement de fluoromètres sensibles, il est possible d'utiliser cette méthode pour la chlorophylle in situ. Celle-ci est alors mesurée directement dans l'eau de mer sans extraction. L'analyse en continu est donc possible et important. Faute de fluoromètre à notre disposition, nous ne pouvions pas estimer la distribution verticale de la

chlorophylle in situ, nous nous sommes contentés avec la méthode classique d'extraction au laboratoire et les mesures spectrophotométriques. La chlorophylle-*a* est la plus abondante dans la couche 0-25m., elle diminue ensuite pour devenir très faible vers 75m. En été, on a mesuré la chlorophylle maximale profonde entre 100 et 120m (Lakkis,2000). Ceci a été aussi observé par plusieurs auteurs dans les eaux levantines (Townsend *et al.*,1988). Connaissant la quantité de chlorophylle, on pourra déduire la quantité de carbone contenue dans le phytoplancton à l'aide de la relation: $C_{mg} = F \times mg \text{ chlorophylle}$; le coefficient F qui dépend des espèces du phytoplancton, varie considérablement de 10 à 100 suivant les populations étudiées, et la teneur en chlorophylle varie énormément au cours d'un cycle de 24h. d'où l'erreur considérable dans cette estimation.

Fig.V.2- Examen de deux gouttes d'eau de mer contenant les cellules du phytoplancton au microscope à fond noir. On distingue dans le cliché d'en haut des dinoflagellés du genre *Ceratium* et celui d'en bas des diatomées dominées par le genre *Chaetoceros*.



Le Matériel

Nous avons commencé à collecter régulièrement le phytoplancton à partir de 1969 dans 30 stations choisies et fixées le long de la côte. Ces stations couvraient des eaux côtières, néritiques, océaniques, estuariennes et polluées (Fig.V3a,b).

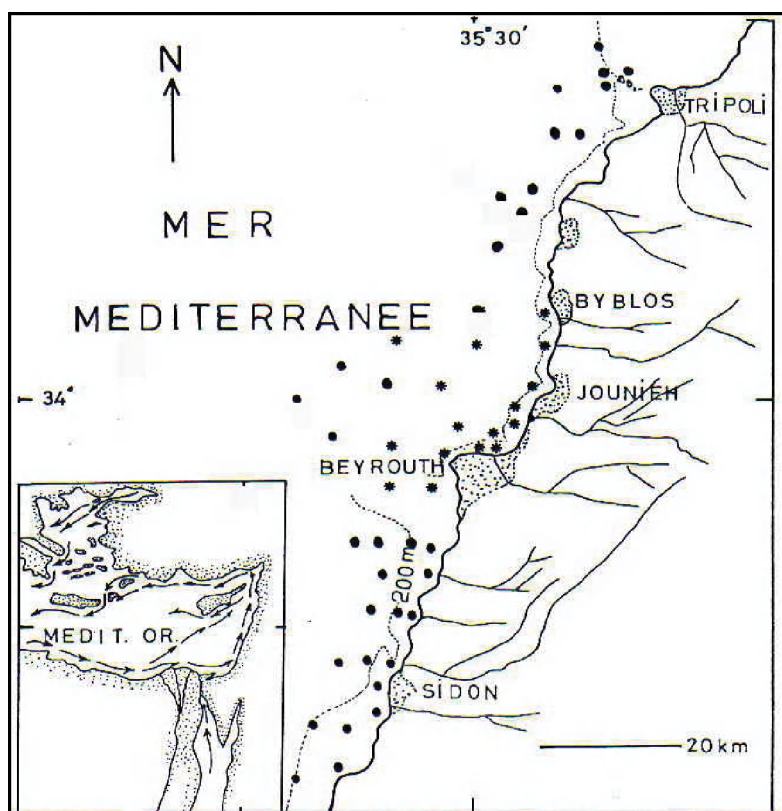


Fig.V.3a- Emplacement des stations fixées sur la côte libanaise entre les années 1968 et 2005. La ligne en pointillé indique l'isobathe -200m limitant le plateau continental étroit. Les flèches dans la carte interne indiquent la circulation générale en Méditerranée orientale.



Fig. V.3b-Pêche du plancton au large de Byblos 15 Mars 1993 au bord d'une barque de pêche, utilisant 2 sortes de filets ; 1: Filets 52 μ et 200 μ de 1.20 m de long et 40 cm de diamètre, couplés sur système Bongo. 2:Filet fermant de 75 cm de diamètre, maille 200 μ et 2.50 m de long.

Plusieurs séries de pêches hebdomadaires, mensuelles, saisonnières et, ont été effectuées. Quelques séries de pêches sur 24 heures (jour et nuit) ont été faites toutes les 4 heures, pour étudier les migrations verticales nycthémerales. Une solution de chlorure de magnésium pour anesthésier les planctontes, est ajoutée aux échantillons pris aux filets et mis dans des bocaux en verres avant de les préserver dans une solution formolée à 4% à raison de 1/10 du volume de l'échantillon. Des mesures hydrologiques accompagnant les pêches à chaque station portaient sur la température, la salinité, l'oxygène dissous, les sels nutritifs, le pH, la chlorophylle et la transparence de l'eau (disque de Secchi). Des sondes électroniques T/S et T/O de type Hydro Bios, allant jusqu'à 200m sont utilisées pour effectuer les mesures in situ de l'oxygène, du pH, de la température et de la salinité. Le filet retient mieux les espèces nombreuses, surtout durant les périodes de faible production (Travers,1972; Lakkis,1982). Les traits généraux de l'évolution saisonnière et annuelle demeurent grossièrement comparables entre le prélèvement à la bouteille et celui du filet, malgré le faible rendement de la première. Quant au choix du fixateur, il revêt une grande importance pour la conservation et partant pour l'analyse ultérieure des échantillons. Des deux fixateurs les plus couramment utilisés: solution de Lugol solution de formaldéhyde à 4%, l'un et l'autre possèdent des avantages et des inconvénients. Le Lugol serait préférable pour la conservation des diatomées et des dinoflagellés nus, par contre l'acidité du Lugol serait nuisible pour les coccolithophoriodes; alors que les résultats de la fixation au Lugol et au formol sont presque équivalents en ce qui concerne les dinoflagellés cuirassés et lessilicoflagellés. Outre le choix du fixateur, la durée de conservation a aussi son importance pour les échantillons: la densité observée des populations pouvant être diminuée de moitié au bout de 5 mois. C'est la raison pour laquelle, nous avons tenu à analyser les échantillons aussi vite que possible après les pêches. Entre 1970 et 2005, plusieurs milliers d'échantillons ont été collectés aussi bien aux filets fins qu'avec les bouteilles à renversement (Lakkis,2002).

Écologie du phytoplancton des eaux libanaises

Généralités

Le plancton du Bassin Levantin et plus particulièrement celui des eaux libanaises est peu connu. Les travaux effectués sur le plancton, notamment le phytoplancton, dans les eaux libanaises avant 1968, sont quasi inexistantes. Gruvel (1931) dans sa monographie sur les richesses marines des côtes de Syrie et du Liban écrit: "On est frappé par l'absence presque complète de diatomées et de péridiniens" dans l'eau de mer. Il constatait que le phytoplancton comprenait uniquement un petit nombre d'espèces de dinoflagellés comme *Ceratium furca* et *C. fusus* et de rares diatomées appartenant aux genres *Coscinodiscus*, *Rhizosolenia*, *Biddulphia*. Dans nos études préliminaires sur le plancton des eaux libanaises (Lakkis, 1971), nous avons constaté cette pauvreté relative de la biomasse du phytoplancton; mais d'un autre côté, nous avons observé une grande diversité taxonomique. Des études plus approfondies effectuées sur la composition et le cycle annuel du phytoplancton du Liban (Lakkis et Novel-Lakkis, 1979, 1981) nous révèlent que le phytoplancton n'est pas aussi pauvre comme le préconisait Gruvel. Nous avons remarqué la présence d'un cycle écologique annuel marqué par une poussée printanière importante en avril-mai et une autre automnale, de moindre importance. La composition et la structure du phytoplancton de ce secteur sont quasi semblables à celles existant dans d'autres régions méditerranéennes, avec toutefois des variations dans la biomasse et un peu moins dans la composition des peuplements. L'abondance du phytoplancton des eaux côtières est assez importante au printemps, notamment dans les eaux littorales et au voisinage des embouchures des rivières et des cours d'eau. La densité des populations que nous avons observée est comparable à celle obtenue dans d'autres régions du Bassin levantin voisines (Kimor & Wood, 1975).

Des travaux relatifs au phytoplancton des régions voisines ont permis de faire des comparaisons avec nos résultats. Mis à part le travail de Jörgensen (1920) qui nous donne des informations sur la distribution du genre *Ceratium* en Méditerranée orientale, des travaux plus récents fournissent plus

de données sur le phytoplancton de la mer du Levant. Halim(1960c) montre que les eaux égyptiennes méditerranéennes sont les plus productives de toute la Méditerranée. Ceci est dû à l'effet bénéfique des eaux du Nil sur la fertilité des eaux dans la région du delta. L'apport en sels nutritifs provoquerait instantanément une poussée massive de diatomées en août chaque année, suite aux crues du Nil, lorsque en l'espace de quelques jours la densité du phytoplancton passait de 66.000 à 2.400.000 cellules par litre d'eau de mer. Mais après la disparition des crues du fleuve, suite à la construction du haut barrage d'Aswan en 1965, des changements hydrologiques et écologiques survenus dans la région du delta du Nil et touchant tout le Bassin Levantin, ont eu pour conséquence une baisse notable du taux de productivité primaire et secondaire et partant une diminution du rendement en matière de pêche (Halim,1975). La plupart des espèces de diatomées et de dinoflagellés observées dans les eaux égyptiennes sont présentes dans les eaux libanaises (Halim,1960b,1963; Lakkis, 1991). Parmi elles signalons: *Cerataulina bergonii*, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros curvisetus*, *Ch.costatus*, *Ch.curvisetus*; *Alexandrium minutum*, *Ceratium egyptiacum*, *C.furca*, *C.fusus* et *Amphisolenia* sp. Le phytoplancton des eaux d'Alexandrie étudié par El-Maghraby et Halim(1965), Salah(1971) et Dowidar (1974) est très comparable par sa composition à celui des eaux côtières du Liban. D'un autre côté, le phytoplancton de ce secteur oriental de la Méditerranée, présente aussi une affinité subtropicale; plusieurs espèces qui forment des populations stables dans les eaux libanaises habitent également la mer Rouge (Halim,1969; Lakkis,1980a). L'influence du canal de Suez sur le plancton de la mer du Levant est reconnue et confirmée par plusieurs auteurs (Kimor,1972; Por,1978;Lakkis,1980b); plusieurs espèces érythréennes et d'origine indo-pacifique qui ont émigré à travers le canal, ont pu s'installer dans nos eaux côtières où elles forment des populations permanentes en s'intégrant à la communauté planctonique endémique. Plus de 75% des espèces de diatomées et de dinoflagellés trouvées dans le canal de Suez (Ghazzaoui,1939; Dowidar,1976) sont présentes dans les eaux libanaises et la mer du Levant. Etudiant le plancton dans les eaux côtières de Palestine, Komarovsky et Edelstein (1960) et plus tard Kimor et Wood (1975) ont décrit plusieurs espèces sur les côtes palestiniennes, que nous avons trouvées dans nos eaux libanaises.

Le phytoplancton au nord-est de la Méditerranée est comparable à celui des eaux libanaises par sa composition et son abondance. Etudiant les variations saisonnières du phytoplancton des eaux côtières méditerranéennes turques, Kideys *et al.*(1989) ont montré la présence de 111 espèces et variétés. Plusieurs travaux effectués au sud de la mer Egée ont montré l'affinité avec la communauté planctonique de la mer du Levant (Bekakos-Kontos,1968; Ignatides,1974, Blasco,1974;Gudenberg,1976). Le phytoplancton de la mer

Egée est proche qualitativement et quantitativement du phytoplancton des eaux levantines.

Biodiversité du phytoplancton du Liban

Le phytoplancton des eaux marines libanaises comprend tous les groupes systématiques connus en Méditerranée. La plupart des genres et espèces présents appartiennent à la flore planctonique méditerranéenne avec une certaine affinité subtropicale. Depuis l'ouverture du canal de Suez à la navigation en 1869, plusieurs espèces dites "Lessepsiennes" ont émigré de la mer Rouge vers la Méditerranée orientale, où elles se sont adaptées au nouveau milieu marin pour former des populations stables enrichissant ainsi la communauté locale (Lakkis, 1980b). Plusieurs espèces d'origine érythréenne ou indo-pacifique présentent une biogéographie limitée à la Méditerranée orientale. Rares sont celles qui ont poussé leur migration vers la Méditerranée occidentale où les conditions hydrologiques et physico-chimiques sont différentes de celles du bassin oriental. L'inventaire floristique que nous avons établi compte 385 espèces réparties sur 151 Diatomées, 227 Dinoflagellés, 5 Silicoflagellés et 2 Ebriidés. Les diatomées et les dinoflagellés représentent 98 % de l'ensemble du phytoplancton marin du Liban.

Les Diatomées

Elles comprennent 15 familles renfermant 46 genres et 151 espèces. Les genres les plus importants sont:

Genres	Nb. d'Espèces
Chaetoceros	33
Rhizosolenia	14
Biddulphia	10
Pseudonitzschia	7
Bacteriastrum	5

Les espèces les plus importantes sont :

<i>Bacteriastrum mediterraneum</i>	<i>Pseudonitzschia fraudulenta</i>
<i>Chaetoceros compressus</i>	<i>Rhizosolenia alata</i>
<i>Chaetoceros brevis</i>	<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>
<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
<i>Hemiaulus hauckii</i>	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Skeletonema costatum.</i>
<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Thalassiosira sp</i>

Les Dinoflagellés

Comprennent 14 familles et 33 genres avec 227 espèces. Les principaux genres sont:

Genre	Nb.d'espèces	Genre	Nb.d'espèces
Ceratium	54	Ornithocercus	7
Protoperidinium	32	Amphisolenia	6
Dinophysis	28	Podolampas	4
Goniaulax	9	Heterodinium	4
Oxytoxum	9	Prorocentrum	9

Les espèces de dinaflagellés les plus communes et les plus fréquentes sont :

Dinophysis caudata

Ceratium furca

Protoperidinium diabolus

Ceratium fusus

Protoperidinium divergens

Ceratium pulchellum

Les Silicoflagellés

Trois genres et 5 espèces sont inventoriés, *Dictyocha fibula* étant la plus commune.

Les Ebriidés

Deux espèces sont présents dans nos eaux: *Ebria tripartita* et *Hermesinum adriaticum*

Compte tenu des incertitudes qui pèsent encore sur la taxinomie de quelques espèces et dans la synonymie de plusieurs autres, nous avons trouvé utile d'adopter la classification suivie par les auteurs spécialistes.

Abondance et fréquence des espèces

En se basant sur l'abondance et la fréquence de présence des espèces calculées sur toute la période d'observation et dans toutes les stations, nous pouvons diviser les peuplements phytoplanctoniques en deux catégories: espèces principales et espèces secondaires.

Espèces contribuant aux poussées printanières

-Espèces principales qui sont très abondantes avec une fréquence de présence > 75%, ce sont :

<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Bacteriastrum elegans</i>
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>
<i>Chaetoceros decipiens</i>	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
<i>Chaetoceros anastomosans</i>	<i>Peridinium diabolus</i>
<i>Chaetoceros brevis</i>	<i>Peridinium divergens</i>
<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Ceratium furca</i>
<i>Asterionella japonica</i>	<i>Cerataulina pelagica</i>

-Espèces secondaires qui sont communes avec une fréquence variant entre 50 et 75%. Ces espèces contribuent à la biomasse du phytoplancton sans toutefois être responsables de la poussée printanière ou automnale. Parmi elles signalons:

<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	<i>Hemiaulus hauckii</i>
<i>Chaetoceros compressus</i>	<i>Hemiaulus sinensis</i>
<i>Chaetoceros rostratus</i>	<i>Ceratium fusus</i> var. <i>seta</i>
<i>Chaetoceros diversus</i>	<i>Ceratium macroceros</i>
<i>Chaetoceros teres</i>	<i>Ceratium pulchellum</i>
<i>Chaetoceros tortissimum</i>	<i>Ceratium karstenii</i>
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	<i>Ceratium trichoceros</i>
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	<i>Ceratium pentagonum</i>
<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>Indica</i>	<i>Diplopsalis lenticula</i>
<i>Thalassiosira decipiens</i>	<i>Glenidium</i> sp.
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	<i>Peridinium depressum</i>
<i>Dactyliosolen mediterraneus</i>	<i>Peridinium globulus</i>
<i>Guinardia blavyana</i>	<i>Peridinium granii</i>
<i>Streptotheca thamensis</i>	<i>Dinophysis caudata</i>

Espèces ne contribuant pas à la poussée phytoplanctonique.

Groupe d'espèces communes de densité modérée et de fréquence variant entre 20% et 50%; elles sont présentes dans la mer presque tout le temps ou pendant quelques mois de l'année; parmi elles nous avons:

<i>Asterionella notata</i>	<i>Chaetoceros constrictus</i>
<i>Biddulphia mobiliensis</i>	<i>Chaetoceros costatus</i>
<i>Asterolampra marylandica</i>	<i>Chaetoceros dadayi</i>
<i>Biddulphia vesiculosa</i>	<i>Chaetoceros densus</i>
<i>Auricula</i> sp.	<i>Chaetoceros peruvianus</i>
<i>Bellerochea malleus</i>	<i>Chaetoceros simplex</i>
<i>Achnanthes longipes</i>	<i>Chaetoceros tetrastichon</i>
<i>Coscinodiscus</i> sp.	<i>Ceratium macroceros</i>

Guinardia flaccida
Gyrosigma balticum
Hemiaulus heirbergi
Melosira juergensi
Pleurosigma angulatum
Pseudo-nitzschia closterium
Pseudo-nitzschia longissima
Striatella unipunctatum
Rhizosolenia alata
Dichtyocha fibula v. *stapedia*

Ceratium massiliense
Ceratium falcatum
Ceratium candelabrum
Ceratium candelabrum
Ceratium concilians
Ceratium carriense f. *volans*
Ceratium declinatum
Ceratium egyptiacum
Ceratium extensum
Ceratium dens

Quelques espèces n'apparaissent qu'occasionnellement ou sporadiquement en nombre faible, dans les eaux néritiques ou océaniques, ou dans des zones à eaux polluées.

La diversité taxonomique du phytoplancton est assez grande, contrastant avec une abondance relativement faible (Figure VI.1).

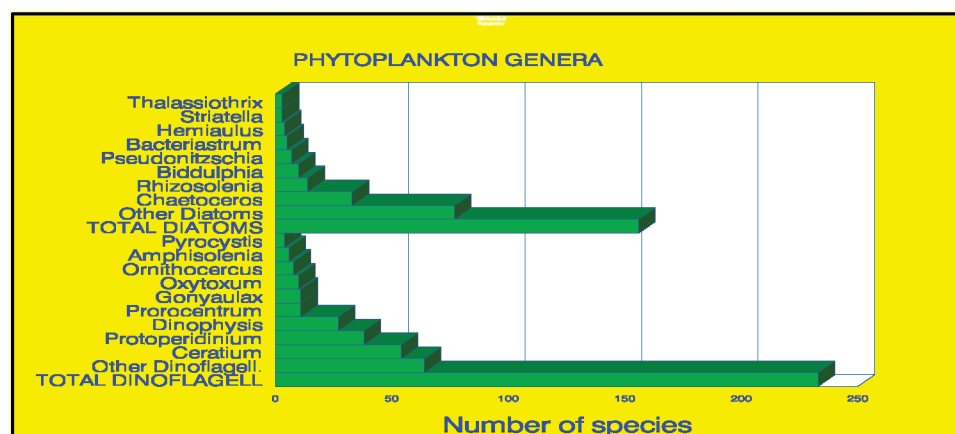


Fig. VI.1- Principaux taxons du phytoplancton des eaux libanaises avec le nombre d'espèces rencontrées dans chaque genre.

Cycle annuel et variations saisonnières des populations

Le cycle annuel du phytoplancton des eaux libanaises est caractérisé par deux pics saisonniers: une poussée printanière entre avril et mai marquée par un pic de densité variant entre 150.000 et 300.000 cellules/litre d'eau de mer ; et une poussée secondaire automnale entre octobre et novembre selon les années et les endroits, ayant un pic de densité plus faible, ne dépassant pas 100.000 cellules/litre. Les espèces qui contribuent à la poussée printanière sont: *Pseudonitzschia seriata* var. *fraudulenta*, *Peridinium depressum*,

Leptocylindrus danicus, *L. minimus*, *Skeletonema costatum*, *Rhizosolenia alata*, *Ceratium furca*, *Dinophysis caudata*.

Après une période d'appauvrissement estival entre juillet et septembre, la poussée automnale est observée mais elle est secondaire et de courte durée. Vers mi-décembre la biomasse commence à diminuer pour rester à son niveau le plus bas en hiver (Fig.VI.2).

Les variations saisonnières en abondance des Diatomées sont importantes avec deux maxima annuels, tandis que chez les Dinoflagellés, elles sont plus modérées avec un seul pic annuel observé en mai pour les eaux côtières et en octobre au large. Ce schéma général du cycle annuel est presque le même d'une année à l'autre et les fluctuations multiannuelles du phytoplancton sont régulières et peu prononcées, surtout dans les eaux du large (Fig.VI.3). Les distributions saisonnières du plancton dépendent des facteurs hydrologiques et des conditions hydro-climatiques qui se résument comme suit:

1. Conditions hivernales. Entre début décembre jusqu'à fin mars, les conditions hydrologiques sont caractérisées par une homothermie verticale; due au mélange des masses d'eau et la remontée d'eau profonde au gré des courants ascendants, d'où une homogénéisation des masses d'eau dans la couche 0-100m. Les courants de surface sont très forts de direction N-NE pouvant atteindre une vitesse de 0,50 m/sec. conditionnés par les vents forts de secteur S-SW. Les précipitations marquent leur valeur maximale en février-mars ce qui correspond à un apport maximal d'eau douce par les pluies, les cours d'eau et la fonte des neiges. La salinité dans les eaux côtières et estuariennes est faible pouvant descendre à 37‰; la turbidité durant cette période est grande et l'eau est peu transparente. La production primaire est faible, le phytoplancton, malgré une diversité spécifique modérée, indique une faible biomasse.

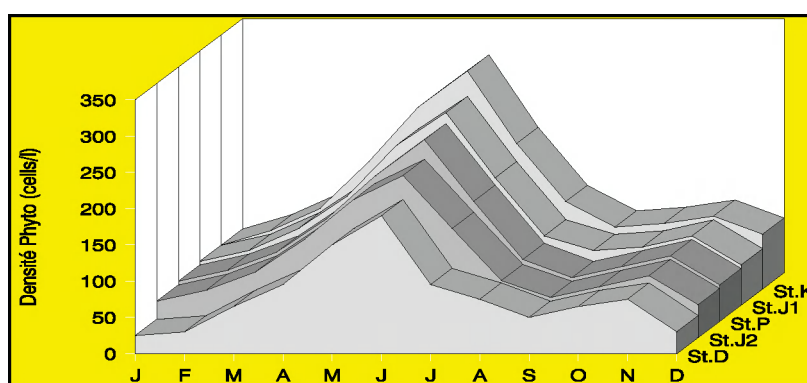


Fig.VI.2- Variations mensuelles de l'abondance dans 5 stations côtières moyennes de la chl-a dans 5 stations côtières (D,J2,P,J1,K) durant 1995.

Les espèces qui caractérisent le peuplement hivernal du phytoplancton sont:

<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Chaetoceros curvisetus</i>
<i>Pseudonitzschia seriata</i> var. <i>fraudulenta</i>	<i>Chaetoceros decipiens</i>
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>
<i>Thalassionema nitzschoides</i>	<i>Bacteriastrum mediterraneum</i>

L'abondance du phytoplancton en hiver est modérée, elle ne dépasse pas 50.000 cellules/litre aussi bien dans les eaux côtières qu'au large.

2. Conditions printanières. Vers mi-avril on observe le début de réchauffement et de stabilisation des couches de surface. Un apport important en sels nutritifs avec les eaux des rivières enrichissent l'eau de mer. Le phytoplancton commence à se développer pour déclencher une poussée printanière en mai, qui débute dans les eaux côtières et gagne progressivement les eaux du large. La densité maximale du phytoplancton montre plusieurs pics successifs entre fin avril et mi-juin variant entre 200.000 et 400.000 cellules.l⁻¹ dominée par des diatomées. Un début de stratification hydrologique est observée prélude à l'installation de la thermocline estivale. Une dizaine d'espèces sont responsables de la poussée printanière avec une dominance nette de *Skeletonema costatum*, *Pseudonitzschia seriata*, *Leptocylindrus danicus*, *L.minimus*, *Chaetoceros pseudocurvisetus*

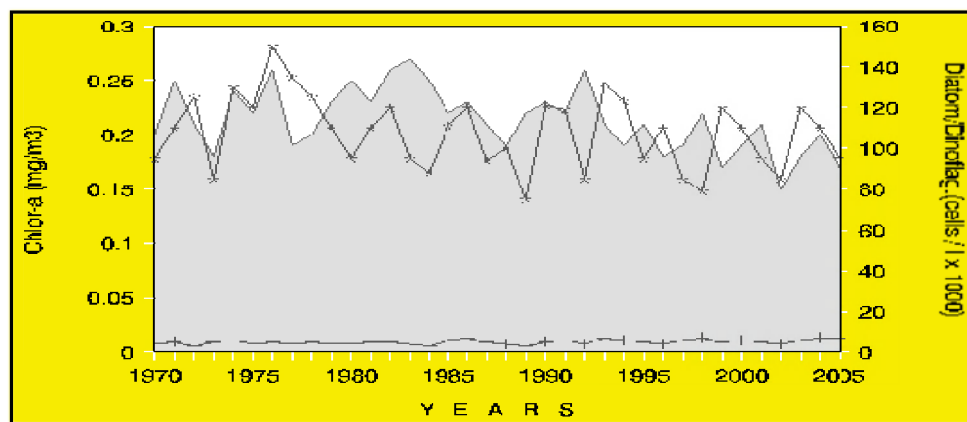


Fig. VI.3-Fluctuations interannuelles des moyennes générales de la chl-a et de l'abondance des diatomées et dinoflagellées durant les années 1970-2005

3. Conditions estivales. Entre mi-juin et mi-octobre, la température en surface augmente pour atteindre un maximum en août de 30-31°C, créant ainsi une forte thermocline dans la couche 35-75m. et une forte salinité en surface pouvant atteindre dans les eaux au large 39.75‰. La stratification qui

accompagne la thermocline constitue une barrière hydrologique et thermique empêchant la remontée des eaux profondes en surface. Les phosphates et les nitrates déjà épuisés par le phytoplancton printanier marquent un taux de concentration très faible. Il s'en suit un appauvrissement de la biomasse et partant de la production primaire. L'abondance varie entre 15.000 et 30.000 cellules/litre; la diversité spécifique est aussi la plus faible. Les peuplements sont dominés par les dinoflagellés des genres *Ceratium* et *Protoperdinium*.

4. Conditions automnales: Cette période entre octobre et décembre est une continuation des conditions hydrologiques estivales, avec toutefois une légère atténuation de la température et de la thermocline. Les valeurs de la salinité ne changent pratiquement pas car la sécheresse continue à sévir et l'apport en eau douce est négligeable.

Quelques mouvements des masses d'eau apparaissent et des courants bénéfiques venant du nord tournent les couches superficielles. En même temps un léger enrichissement en sels nutritifs est enregistré, qui est dû à une reminéralisation des substances organiques dissoutes ou en suspension dans l'eau. Une légère poussée automnale apparaît due à quelques espèces telles que: *Chaetoceros affinis*, *Ch.brevis*, *Ch.anastomosans*, *Ch.decipiens*, *Hemiaulus sinensis*, *Glenodinium sp.*, *Ceratium* spp. Les diatomées représentent environ 80% de l'ensemble de la biomasse du phytoplancton et contribuent à 75% au taux de la production primaire (Tab.VI.1).

Les variations mensuelles des diatomées sont très brusques et serrées comme une dent de scie, avec toutefois deux pics importants: l'un entre avril et juin, le second de moindre importance est enregistré en octobre-novembre. Les dinoflagellés montrent des variations mensuelles plus modérées, avec un seul pic entre mai et juillet. Ce schéma des variations saisonnières est régulier d'une année à l'autre, avec des variantes qualitatives et quantitatives selon les stations (Fig.V.5).

Répartition verticale du phytoplancton

Le phytoplancton cantonne dans les 50 premiers mètres, avec un maximum d'abondance entre la surface et 25m. Au-delà de cette profondeur il commence à devenir plus rare. Ce schéma de la répartition verticale n'est pas stable, il peut varier suivant les saisons, la température, la transparence de l'eau, la richesse en sels nutritifs dissous et selon les régions. Ainsi, en hiver, le phytoplancton est quasi absent au-delà de 50m; par contre au printemps et en été, on a observé des concentrations de chlorophylle profonde entre 90 et 120m (Fig.VI.4).

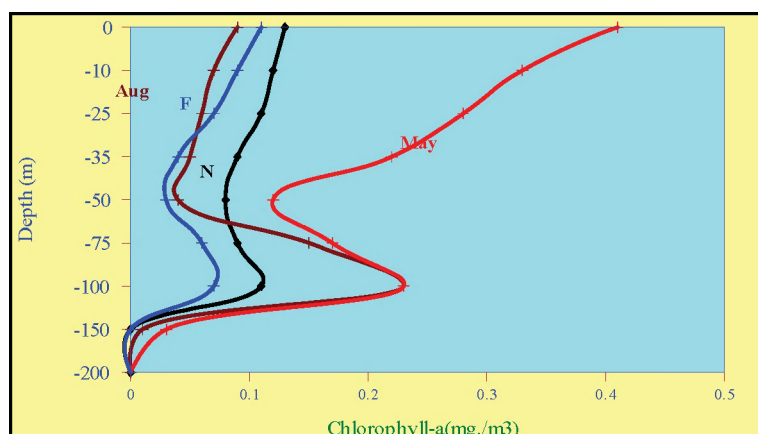


Fig.VI.4-Variations de la chl-*a* avec la profondeur . Le maximum de la chl-*a* est noté en août 1993 dans la couche profonde entre 75 et 120m

Ceci a été observé dans plusieurs endroits de la côte libanaise (Lakkis,1997) et dans d'autres secteurs du sud-est du Bassin levantin (Townsend *et al.*,1984;). Les dinoflagellés peuvent se déplacer verticalement contrairement aux diatomées qui flottent passivement dans l'eau. Aussi ils sont plus abondants dans les couches subsuperficielles et des espèces "d'ombre" peuvent se trouver vers les 100m.

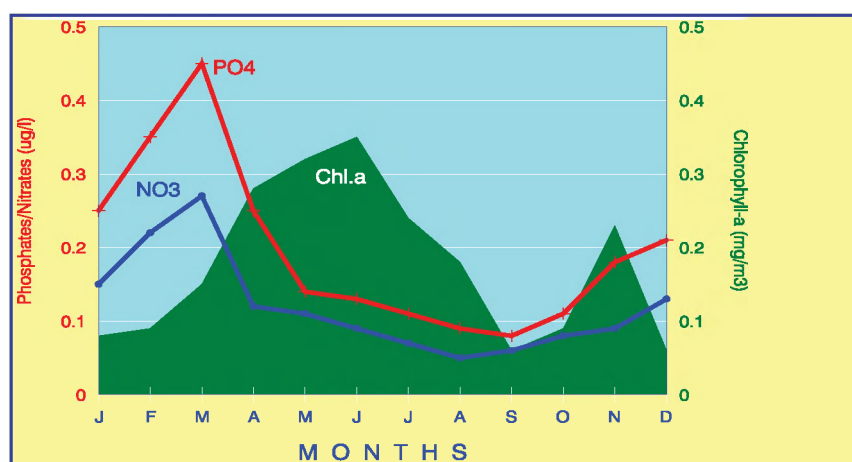


Fig.VI.5- Variations mensuelles de la en fonction des variations des phosphates et des nitrates des nitrates dans une station côtière en 1993.

Indice de diversité spécifique

L'évolution spatio-temporelle de la diversité spécifique du peuplement phytoplanctonique, peut nous informer sur l'organisation de la communauté ainsi que les variations qualitatives et quantitatives du peuplement. Plusieurs indices ont été utilisés pour calculer la diversité spécifique du phytoplancton. Parmi ceux qui ont été retenus nous avons; l'indice de Shannon, la Dominance de Simpson, la Richesse de Margalef. Tous ces indices montrent que la diversité spécifique est inversement proportionnelle à la densité des populations et directement proportionnelle au nombre d'espèces.

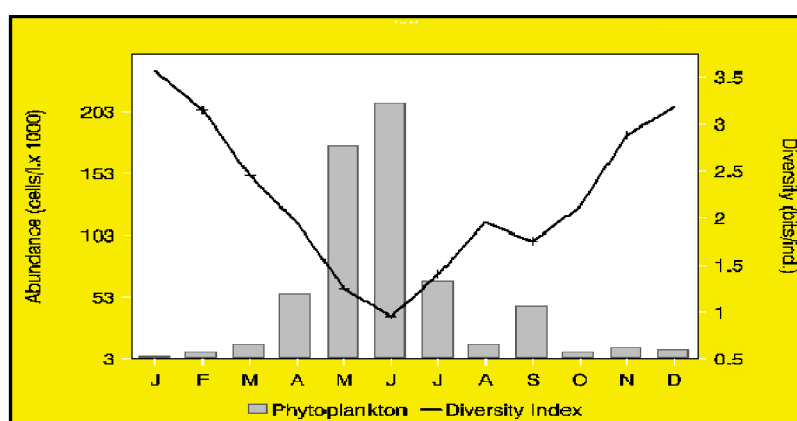


Fig.VI.6-Variations mensuelles de la diversité spécifique en fonction de l'abondance du phytoplancton en une station du large (station Byblos By2).

D'une façon générale, la diversité du phytoplancton la plus élevée est observée entre décembre et mars, coïncidant avec la densité de cellules la plus faible. Par contre cette diversité est la plus basse au printemps lorsque la densité des cellules phytoplanctoniques est la plus grande, correspondant au degré de dominance le plus élevé (Fig.VI.6). sont assez importantes, la densité du phytoplancton peut varier de 50% d'une année à l'autre (Fig. VI.7).

Tableau VI.1- Principales espèces phytoplanctoniques responsables des poussées printanières et automnales en une station côtière (J1) au cours de l'année 2000.

Mois	%Diat	Nb.Cell.l ⁻¹	%Dino	Nb.Cell.l ⁻¹	Espèces dominantes
J	72	54000	28	800.....	<i>Leptocylindrus danicus</i> , <i>Chaetoceros curvisetus</i> .
-	-	-	-	-	
F	78	59 000	21	1200.....	<i>Ch.curvisetus</i> , <i>Ch.decipiens</i> , <i>Ch.pseudocurvisetus</i> , <i>L.danicus</i> .
-	-	-	-	-	
M	80	120000	18	1800.....	<i>Pseudonitzschia seriata</i> , <i>Skeletonema costatum</i> , <i>Thalassionema nitzschioides</i> .
-	-	-	-	-	
A	75	300000	23	1900.....	<i>Ch.pseudocurvisetus</i> , <i>L.danicus</i> , <i>S.costatum</i> <i>P.fraudulenta</i> .
-	-	-	-	-	
M	71	420000	27	2500.....	<i>L.danicus</i> , <i>L.minimus</i> , <i>P.seriata</i> , <i>Dinophysis caudata</i> , <i>Peridinium diabolus</i> .
-	-	-	-	-	
J	70	250000	29	2600.....	<i>L.danicus</i> , <i>L.minimus</i> , <i>P.seriata</i> , <i>Cerataulina pelagica</i> , <i>P. divergens</i> .
-	-	-	-	-	
J	68	85000	31	3500.....	<i>Chaetoceros affinis</i> , <i>Ch.brevis</i> , <i>Streptotheca thamesis</i> , <i>P.divergens</i> .
-	-	-	-	-	
A	65	45000	33	2800	<i>Bacteriastrum elegans</i> , <i>Rhizosolenia calcar-avis</i> , <i>Ceratium furca</i> .
-	-	-	-	-	
S	69	35000	32	1500	<i>Rhizosolenia calcar avis</i> , <i>B. elegans</i> , <i>Ch. anastomosans</i> .
-	-	-	-	-	
O	72	120000	27	3000	<i>Ch. brevis</i> , <i>Ch. affinis</i> , <i>L. danicus</i> , <i>Ch.anastomosans</i> .
-	-	-	-	-	
N	70	130000	29	3200	<i>Ch.anastomosans</i> , <i>Ch.didymus</i> , <i>Ceratium pulchellum</i> .
-	-	-	-	-	
D	73	43000	25	1800	<i>Chaetoceros rostratus</i> , <i>Talassionema .nitzschioides</i> .
-	-	-	-	-	

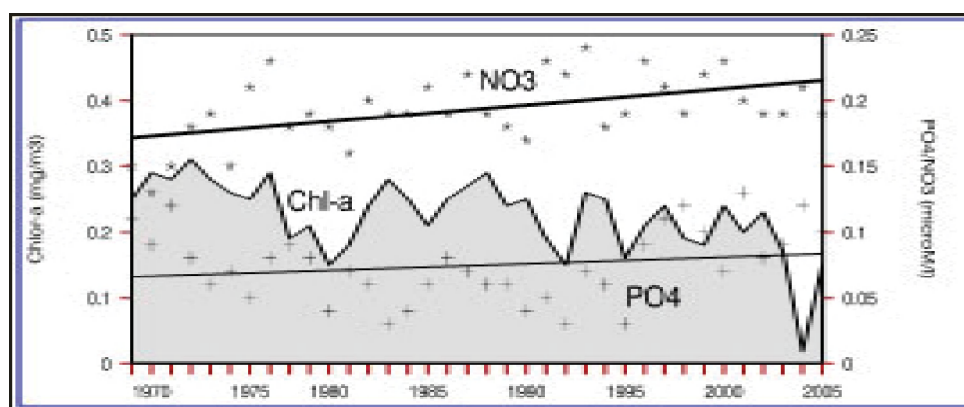


Fig.VI.7- Fluctuations multiannuelles de la chlorophylle-a et tendance croissante de la concentration en nitrates et phosphates durant 1970-2005.

Tableau VI.2–Liste et distribution spatio-temporelle des espèces de Diatomées trouvées dans les eaux côtières, néritiques et pélagiques libanaises entre 1965 et 2005. **Symboles utilisés:** X = espèce occasionnelle, R= espèce Rare, fréquence 1 à 20 % ; C= Commune , fréquence 21 et 40% ; A= Abondante , fréquence: 41-60% ; D= Dominante , fréquence > 61 % ; N= Néritique; O = Océanique ; H = Hivernale; P= Printanière ; E = Estivale ; A = automnale ; * = espèce indo- pacifique.

T A X O N S	Abond. relative	Distribution géographique	Distribution saisonnière
BACILLARIOPHYCEAE			
<i>Acanthes longipes</i>	C	N,O	H
<i>Actinocyclus longipes</i>	X	N	H,P
* <i>Actinoptycus senarius</i>	X	N,O	H,P
<i>Amphiprora alata</i>	X	N	H,P
<i>Amphora</i> sp.	X	N	H,A
<i>Asterionella japonica</i>	C	N	H,A
* <i>Asterionella marylandica</i>	R	N	H
<i>Asterionella notata</i>	R	O	A
<i>Asterolampra grevillei</i>	R	O	H,A
<i>Auliscus</i> sp	X	N	H
<i>Auricula</i> sp.	X	N	H,P,A
<i>Bacillaria paxillifer</i>	R	N	E,A
<i>Bacteriastrum biconicum</i>	R	N	A
* <i>Bacteriastrum delicatulum</i>	C	O	P
<i>Bacteriastrum elegans</i>	C	N	E,A
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	C	N	H
<i>Bacteriastrum mediterraneum</i>	A	N	H,P,A
<i>Bellerochea malleus</i>	R	N	A
<i>Biddulphia alternans</i>	R	N	E,P,A
<i>Biddulphia aurita</i>	R	N	H,E
<i>Biddulphia mobiliensis</i>	R	N,O	H,P,A
<i>Biddulphia pelagica</i>	R	N	H,P,A
<i>Biddulphia pellucida</i>	R	N	H,A
<i>Biddulphia pulchella</i>	R	N	H,P,E
<i>Biddulphia regia</i> (Schültze)	R	N	P,A
<i>Biddulphia schroederiana</i>	R	O	E
<i>Biddulphia tridens</i>	R	O	P
* <i>Biddulphia vesiculosa</i>	R	N	P,E
<i>Campylodiscus fastuosus</i>	R	N	H,A
<i>Campylodiscus</i> sp.	R	N	H
* <i>Cerataulina pelagica</i>	A	N	H,P,E,A
<i>Cerataulus smithii</i>	R	N	H
<i>Chaetoceros affinis</i>	A	N	P,E,A
* <i>Chaetoceros anastomosans</i> .	C	N	P,E,A
<i>Chae.atlanticus V</i>	R	N	E,A
<i>Chaetoceros brevis</i>	C	N	P,E,A
<i>Chaetoceros coarctatus</i>	C	N	P,E,A
* <i>Chaetoceros compressus</i>	R	N	P,A
<i>Chaetoceros contortus</i>	R	N	H,A
<i>Chaetoceros constrictus</i>	R	N	P,E,A

<i>Chaetoceros costatus</i>	A	N	H,P,E,A
<i>Chaetoceros crinitus</i>	R	O	H,P,A
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	A	N	H,P,E,A
<i>Chaetoceros dadayi</i>	R	N	H,P,E,A
<i>Chaetoceros danicus</i>	A	N,O	P,E,A
<i>Chaetoceros decipiens</i>	A	N	H,P,A
<i>Chaetoceros densus</i>	A	N	H,A
<i>Chaetoceros diadema</i>	R	N,O	P,E,A
<i>Chaetoceros didymus</i>	A	N	H,P,E
<i>Chaetoceros diversus</i>	R	N	H,P
<i>Chaetoceros diversus</i>	R	O	H,P,A
<i>Chaetoceros imbricatus</i>	R	N	P,A
<i>Chaetoceros laciniosus</i>	R	N	P,A
<i>Chaetoceros lauderi</i>	R	N	H,E
* <i>Chaetoceros.lorencianus</i>	R	N	H,E
<i>Chaetoceros messanensis</i>	R	N	H,P
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	R	N	H,P
<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	D	N,O	H,P,E,A
<i>Chaetoceros radicans</i>	R	N	E
<i>Chaetoceros rostratus</i>	C	N	P,A
<i>Chaetoceros simplex</i>	R	N	P
<i>Chaetoceros socialis</i>	R	N	H,P
<i>Chaetoceros teres</i>	R	N,O	H,P
<i>Chaetoceros simplex</i>	R	N	P
<i>Chaetoceros socialis</i>	R	N	H,P
<i>Chaetoceros teres</i>	R	N,O	H,P
* <i>Chaetoceros tetrastichon</i>	R	N	H,E,A
<i>Chaetoceros tortissimus</i>	C	N	E
<i>Chaetoceros</i> spp.	C	N,O	H,P
<i>Climacodium frauenfeldii</i>	R	N,O	A
<i>Climacosphaenia moniligera</i>	R	N	P
<i>Cocconeis pseudomarginata</i>	R	N	E
<i>Cocconeis scutellum</i>	R	N	P
<i>Coscinodiscus centralis</i>	R	N	H
<i>Coscinodiscus conccinus</i>	R	N	H
<i>Coscinodiscus gigas</i>	R	N	H
<i>Coscinodiscus granii</i>	R	N	H
<i>Coscinodiscus oculisiridis</i>	R	N,O	H,E
* <i>Coscinodiscus radiatus</i>	C	N,O	H
<i>Dactyliosolen mediterraneus</i>	R	N,O	H,P
<i>Diploneis wissflogii</i>	R	N,O	A
<i>Diploneis crabro</i>	R	N	H,P
<i>Ditylum brightwellii</i>	R	N	E,A
<i>Ditylum intricatum</i>	R	N	E,A
<i>Ethmodiscus gazellae</i>	R	N	H,A
<i>Eucampia zodiacus</i>	R	N,O	H,A
<i>Fragillaria cylindrus</i>	R	N	P,E
<i>Fragillaria oceanica</i>	R	N	E
<i>Fragillaria</i> sp.	X	N	E
<i>Guinardia blavyana</i>	C	N	E,A

<i>Guinardia flaccida</i>	C	N	H,P,E
<i>Gyrosigma balticum</i>	C	N,O	H
<i>Gyrosigma</i> sp.	X	N	H,P,A
<i>Hemiaulus hauckii</i>	C	N	H,P,E,A
* <i>Hemiaulus heirbergii</i>	C	N	H,P,A
<i>Hemiaulus sinensis</i>	C	O	H,P,A
<i>Hemiaulus</i> sp.	R	O	A
<i>Hemidiscus cuneiformis</i>	R	N	A
<i>Lauderia borealis</i>	C	N	P,A
<i>Leptocylindrus danicus</i>	D	N	P,A
<i>Leptocylindrus minimus</i>	A	N	P,E,A
<i>Licmophora abbreviata</i>	D	N	H,P,E,A
<i>Lithodesmium undulatum</i>	R	N	P
<i>Mastogloia splendid</i>	C	N	H,P,A
<i>Mastogloia binotata</i>	R	N	H,A
<i>Melosira juergensii</i>	R	N,O	H,P
<i>Melosira moniliformis</i>	R	N,O	H,P
<i>Navicula cancellata</i>	R	N	H,A
<i>Navicula crabro</i>	R	N	A
* <i>Navicula membranacea</i>	C	N,O	A
<i>Orthonais binotata</i>	X	N,O	A
<i>Orthonais fimbriata</i>	X	N	A
<i>Orthonais splendida</i>	X	N	P
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	R	N	P
<i>Plagiogramma</i> sp.	X	N	A
<i>Pleurosigma angulatum</i>	R	N,O	H,A
<i>Podocystis adriatica</i>	R	N,O	H,A
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i>	C	N,O	H,P,E,A
<i>Pseudonitzschia lanceolata</i>	C	N,O	H,P,A
* <i>Pseudonitzschia longissima</i>	R	N,O	H,P,E
* <i>Pseudonitzschia fraudulenta</i>	D	N,O	H,P,E,A
<i>Pseudonitzschia pungens</i> Grunow	R	N,O	P,E,H,A
<i>Pseudonitzschia spatulata</i>	D	O	H,P,E
<i>Rhabdonema adriaticum</i>	R	N,P	H,P,E,A
<i>Rhizosolenia alata</i> forma <i>alata</i>	R	N	H,P,E,A
<i>Rhizosolenia alata</i> forma <i>gracillima</i>	C	N,O	E
<i>Rhizosolenia alata</i> forma <i>indica</i>	A	N	H,A
<i>Rhizosolenia bergonii</i>	R	N,O	H,P,E,A
* <i>Rhizosolenia calcar-avis</i>	C	N,O	H,P,E,A
<i>Rhizosolenia castracanei</i>	R	N,O	H,P,E,A
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	D	O	A
<i>Rhizosolenia firma</i>	C	O	H,P,E,A
<i>Rhizosolenia fragillissima</i>	R	N	H,P,E,A
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>semispina</i>	C	O	H,P,O,A
* <i>Rhizosolenia imbricata</i> v. <i>schrubsolei</i>	C	N,O	H,P,A
* <i>Rhizosolenia robusta</i>	C	N	H,P,E,A
* <i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	R	O	H,E,A
* <i>Rhizosolenia styliformis</i>	X	N	H
<i>Schroederella delicatula</i>	D	N,O	H,P,A
<i>Skeletonema costatum</i>	C	O	H,E,A

<i>*Streptothea thamesis</i>	X	N,O	H
<i>Striatella delicatula</i>	C	N	H,P,E,A
<i>Striatella interrupta</i>	R	N,O	P,E,A
<i>Striatella unipunctata</i>	X	P	H,A
<i>Surirella fastuosa</i>	D	N,O,P	H,P,E,A
<i>Surirella flumescens</i>	R	N	H,P
<i>Surirella gemma</i>	R	N	H,P
<i>Surirella ovalis</i>	R	N	H,P
<i>Surirella ovata</i>	R	N,O	H,A
<i>Synedra crystallina</i>	R	N	H,A
<i>Synedra hennedyana</i>	R	N	H,A
<i>Synedra undulata</i>	C	N,O	H,P,E,A
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	R	N	H,P
<i>Thalassiosira decipiens</i>	R	N	H,P
<i>Thalassiosira rotula</i>	R	N,O	H,P,A
<i>Thalassiosira subtilis</i>	X	N,O	H
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	X	N	A
<i>Thalassiothrix longissima.</i>	X	N	H
<i>Thalassiothrix mediterranea</i>	X	N	H
<i>Triceratium alternans</i>	X	N	A
<i>*Triceratium favus</i>	X	N	P

Chapitre VII

Diatomeaea
(Bacillariophyceae)

Les Microalgues planctoniques de la Méditerranée comprennent plusieurs classes représentées aussi bien par des microphytes pélagiques que benthiques. Il englobe les Myxophycées (Cyanophycées), les Xanthophycées (*Halosphaera viridis*), les Ebriédiens, les Silicoflagellés, les Bacillariales (Diatomées) et les Péridiniens (Dinoflagellés); ces deux derniers constituent la majorité du phytoplancton en Méditerranée orientale tant du point de vue quantitatif que du point de vue qualitatif. Une grande fraction du nannoplancton et du picoplancton formée par des algues microscopiques autotrophes et dont l'étude ne peut être effectuée que par microscopie électronique n'a pas été envisagée dans cet ouvrage.

MYXOPHYCEAE (CYANOPHYCÉES)

Les Myxophycées ou *Cyanophyta* se distinguent par leurs caractères essentiels particuliers de toutes les autres algues microphytes, car elles sont dépourvues de noyaux individualisés, de chloroplastes et de chondriosomes. Elles contiennent un pigment bleu diffus, la **phycocyanine** associée avec la phycoérythrine, elles sont donc de couleur bleuâtre, d'où leur nom ancien d'algues bleues ou Cyanophycées. Elles abondent dans les eaux thermales, dans les eaux douces, estuariennes et saumâtres ainsi que dans la mer, mais leurs formes planctoniques sont peu nombreuses, la plupart étant littorales ou benthiques. Elles sont généralement autotrophes, quelques unes constituent des parasites internes des végétaux ou des animaux, d'autres sont saprophytes ou symbiotes.

La morphologie et la nature biologique des Cyanophycées sont variables. Certaines espèces sont unicellulaires vivant en groupes coloniaux, la grande majorité constitue des filaments formés par plusieurs cellules cloisonnées. Chez d'autres formes, la thalle filamenteuse baigne dans une gaine mucilagineuse qu'on désigne par le nom de trichome, la membrane de la cellule est mince dépourvue de cellulose présentant une structure pectique. Le cytoplasme comprend deux couches distinctes: l'externe contenant les pigments assimilateurs, le chromoplasme et l'interne appelé corps chromatique. Dans ce dernier est localisé le système nucléaire, représenté par des granulations chromatiques, des filaments ou par un réseau

sans chromosomes apparents et sans membrane différenciée, qu'on compare à un noyau en état de division permanente (Trégouboff et Rose, 1957). Le corps cellulaire comprend par ailleurs, diverses inclusions cytoplasmiques, telles que les grains pigmentaires, les globules lipidiques, les substances azotées et les glucides. Chez les formes planctoniques, les cellules contiennent des pseudo-vacuoles remplies de gaz permettant aux Myxophycées, dépourvues d'organes de locomotion, de flotter dans l'eau.

La reproduction chez les Cyanophycées est asexuée comme chez les bactéries; la division binaire est le mode de reproduction le plus commun chez ces organismes unicellulaires. La sporulation donne des auxospores ou des endospores non mobiles. Chez les formes filamenteuses, la multiplication se fait par bouturage: une seule cellule se détache du filament et se multiplie ensuite par division transversale; parfois toute une partie du filament formée de plusieurs cellules appelées hormogonies, se détache pour se multiplier ensuite par division binaire. On connaît aussi chez les Cyanophycées la formation de stades de repos ou hétérocystes, sorte de kystes unicellulaires entourés d'une épaisse membrane.

Les Cyanophycées qui s'apparentent aux bactéries par leur structure interne, se situant ainsi à la limite inférieure du règne végétal. On les classe d'après la forme du thalle et les modalités de reproduction en trois ordres dont un seul est représenté dans le plancton méditerranéen :

Ordre HORMOGONALES

- Sous-ordre des Hormocystées (Oscillatoriacées) chez lesquelles toutes les cellules du thalle sont semblables. Un seul genre, *Trichodesmium* Ehrenberg, est marin, comprenant plusieurs espèces dans les différentes mers dont l'espèce initiale: *Trichodesmium erythraeum* Ehrenberg, originaire de la mer Rouge et *Trichodesmium thiebautii* (Gomont), forme tropicale se rencontrant en surface en abondance en Méditerranée et dans le Bassin levantin y compris les eaux libanaises où elle est présente toute l'année. Les cellules dont la taille varie entre 5 et 16 μ de largeur, ont les thalles qui forment des faisceaux simples de 6 mm. de longueur réunis en gerbes. Lorsqu'ils pullulent, les *Trichodesmium*, à cause de leur couleur verte, jaune ou rouge, donnent à l'eau une couleur rougeâtre ou verdâtre.

- Sous-ordre des Anhormocystées (Nostocacées) représentées dans le plancton méditerranéen par une espèce *Richelia intracellularis* qui vit en symbiose dans diverses Diatomées pélagiques, notamment à l'intérieur de *Rhizosolenia styliformis*, ou attachée sur la paroi externe des chaînes de *Chaetoceros*. Les filaments courts et simples de *Richelia* atteignant 50-100 μ

sont constituées par une dizaine de cellules se terminant généralement par des hétérocystes sphériques.

XANTHOPHYCEAE

Dans cette classe on range des algues qui étaient classées auparavant avec les Chlorophycées (algues vertes), lesquelles se distinguent des Cyanophycées par des chromoplastes jaune-vert dont la couleur est due à l'excès de xanthophylle et de caroténoïdes. Leur métabolisme particulier se manifeste par les matières de réserve des corps gras (leucosine) et non de l'amidon comme chez les Chlorophycées. La membrane des cellules est riche en composés pectiques additionnés d'une petite quantité de cellulose et imprégnés de silice.

La multiplication se fait par zoospores biflagellés, parfois il y a formation de gamètes. On divise les Xanthophycées en plusieurs ordres, parmi lesquels les Hétérococcales seul représentant dans le plancton méditerranéen par *Halosphaera viridis*. De forme sphérique, de couleur vert-pâle, cette cellule peut atteindre 500-600 μ de diamètre. Chez les stades jeunes, le noyau central est unique situé dans un cytoplasme riche en trabicules anastomosés en réseau et en chromoplastes arrondis et des granulations de substances nutritives. Chez les stades adultes, on observe une grosse vacuole centrale, le noyau devient pariétal. Au stade de reproduction, le noyau se divise en petits noyaux s'entourant de portions cytoplasmiques et s'individualisant en zoospores qui seront libérés par rupture de la membrane cytoplasmique amincie. Cette espèce cosmopolite, largement répandue à la surface de toutes les mers, est plus abondante en Méditerranée en saison froide, parfois elle donne une couleur verdâtre à la mer suite à un bloom particulier. Dans les mers tropicales on la rencontre par 100-300m de fond. Rare dans les eaux côtières libanaises.

Classe DIATOMEAE (BACILLARIOPHYCEAE)

Les premières études sur les Diatomées ont commencé vers la fin du XVIIIème siècle, le nom de la classe *Bacillariophyceae* dérive du genre *Bacillaria* Gmelin (1791); tandis que le nom Diatomées dérive du genre *Diatoma* De Candolle (1805). Malgré les études taxonomiques et morphologiques durant une centaine d'années, l'utilisation du microscope électronique vers le milieu du XXème siècle a introduit de nouvelles informations sur la taxinomie des Diatomées qui a obligé les spécialistes à

réévaluer leurs connaissances sur plusieurs synonymies et partant sur la biogéographie et l'écologie de cette classe importante.

Dans la classification des Diatomées qui représentent une classe parmi les dix classes d'algues, la plupart des taxonomistes respectent l'article 35 du Code International de Nomenclature Botanique institué à Utrecht en 1952. La taxonomie de microalgues planctoniques présente de grandes difficultés à cause de leur variabilité morphologique et biogéographique. La classe des *Bacillariophyceae* se divise en deux sous-classes: les *Centricae* et les *Pennatae*

Sous-classe des CENTRICAEE

Les Diatomées Centriques sont des algues unicellulaires ou coloniales en chaînes, pourvues d'un squelette appelé frustule constituée de pectine imprégnée de silice, formée elle-même de deux pièces emboîtées, l'épithèque et l'hypothèque comportant chacune une valve et une bande connective. Les deux bandes connectives superposées, constituent la ceinture (voir Fig.I.1); elles se reproduisent par auxosporulation ou endosporulation formant parfois des cellules nageuses qu'on pense être des gamètes ou des microspores. Les cellules ont généralement une forme discoïde ou courtement cylindrique. La cellule peut se présenter au microscope sous deux positions: une vue valvaire et une vue cingulaire (*cingulum*=ceinture) ou connective, qu'on appelle parfois vue sagittale ou vue latérale. La majorité des Diatomées planctoniques appartiennent aux Centriques. Hustedt (1930) signale 324 espèces appartenant à 58 genres et 8 familles. L'inventaire floristique est donnée au Tableau VI.2.

Famille COSCINODISCACEAE

Frustules discoïdales, lenticulaires ou en forme de tambours, souvent cylindriques allongées, avec denticules ou piquants périphériques. Parois souvent peu silicifiées, ornements présentes. Plan valvaire circulaire, très rarement elliptique. Cellules isolées ou en chaînes serrées ou lâches. Cette famille comprend six genres habitant le Bassin levantin et les eaux marines libanaises.

Genre *Melosira* Agardh

Cellules globuleuses, ellipsoïdes ou cylindriques, unies en filaments par le centre des valves ponctuées ou aréolées. Chromatophores nombreux en granules petits appliqués contre la paroi cellulaire; noyau central; auxospores et hypnospores présents. Toutes les espèces vivent près de la

côte parfois sur les rochers et sont souvent planctoniques. Trois espèces sont signalées en Méditerranée, présentes dans les eaux libanaises:

***Melosira moniliformis* (O.F.Müller) Agardh - pl. IX, fig. 6.**

Agardh, 1824, p. 8; Hendey, 1964, p. 72, Pl. I, fig. 2; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Espèce commune dans les estuaires, les eaux portuaires et saumâtres des mers tempérées; trouvée parfois sur les rochers ou attachée sur des supports flottants. Elle est présente en petit nombre au printemps.

***Melosira nummuloides* Agardh - pl. X, fig. 1.**

Agardh, 1824, p. 8; Wm. Smith, 1856; Hendey, 1964, Pl. I; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.

Diamètre: 28-34 μ ; espèce souvent attachée au substrat, se rencontre dans le plancton des eaux néritiques et estuariennes. Récoltée en nombre faible en automne dans les ports de Beyrouth, de Jounieh ainsi qu'aux embouchures de Nahr el Kalb et Nahr Ibrahim.

***Melosira juergensii* Agardh - pl. IX, fig. 5.**

Agardh, 1824; Hustedt, 1927-30; Hendey, 1964, p. 72; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.

Espèce largement distribuée dans les eaux côtières des mers tempérées. Trouvée en densité faible dans les eaux côtières du Liban, surtout au printemps avec une fréquence de 83%.

Coscinodiscus Ehrenberg

Cellules solitaires à frustules discoïdales souvent avec petites protubérances marginales. Plan valvaire circulaire, bandes intercalaires présentes, ornementation ponctuée, granulée ou aréolée en lignes radiales ou en faisceaux. Chromatophores sous forme de petites plaques nombreuses; auxospores formés par la disjonction des valves. La cellule peut être très mince ou aussi épaisse que large, ou plus épaisse d'un côté que de l'autre. L'identification sûre des spécimens montés dans l'eau est souvent difficile ou impossible car les fins détails des ornements, des spinules ou des apicules ne sont pas visibles. L'observation au microscope à contraste de phase facilite l'identification. Sur les 40 espèces de *Coscinodiscus* connues dans l'océan mondial (Hustedt, 1931); 15 ont été récoltées dans les eaux libanaises; plusieurs autres formes trouvées de détermination incertaine restent à étudier.

***Coscinodiscus nitidus* Gregory - pl. X, fig. 2.**

Gregory, 1857a; Hustedt, 1927; Hendey, 1964; Dowidar, 1976; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.

Diamètre 50-74 μ ; espèce tempérée, présente en Méditerranée et signalée dans le canal de Suez. Elle est récoltée sporadiquement sur nos côtes.

***Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg-pl.X, fig.3.**

Ehrenberg, 1839,p.129;Hustedt,1927-30,p.392; Gran, 1905; Lakkis et Novel-Lakkis,1981.

Diamètre 44-120 μ ; espèce cosmopolite commune dans les mers tempérées et tropicales. Elle est récoltée dans nos eaux en automne et en hiver, en nombre restreint.

***Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg - pl.VII, fig.6.**

Ehrenberg ,1840a,p.148,Pl.3; Hendey, 1964, pl.XXII; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Diamètre valvaire entre 70-140 μ ; espèce cosmopolite, océanique ou néritique. Elle est présente en hiver, en densité très faible (fréquence 33%) dans les eaux côtières libanaises, ainsi que dans les eaux portuaires.

***Coscinodiscus nodulifer* Schmidt - pl.X, fig.4.**

Schmidt ,1874, pl.59; Hustedt, 1927-30; Hendey, 1964, p.77; Lakkis et Novel-Lakkis,1981.

Diamètre 50-100 μ , cette espèce cosmopolite est plus abondante dans les mers subtropicales. Elle est présente dans le canal de Suez, rarement rencontrée sur nos côtes.

***Coscinodiscus centralis* Ehrenberg - pl.X, fig.5.**

Ehrenberg 1839, p.129; Lebour, 1930; Hendey, 1964, p.77; Lakkis et Novel-Lakkis,1981.

Diamètre valvaire 160-210 μ , pervalve: 50-60 μ ; espèce océanique largement distribuée dans le monde et en Méditerranée. Elle est récoltée en janvier au large de la côte.

***Coscinodiscus perforatus* Ehrenber-pl.X, fig.6.**

Ehrenberg, 1844a, p.79; Hustedt, 1927-30; Hendey,1964; Lakkis et Novel-Lakkis,1981.

Diamètre 90-160 μ , cette espèce est fréquente dans les mers tempérées, en Méditerranée et dans l'Indo-pacifique. Rare au printemps.

***Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg-pl.X, fig.7.**

Ehrenberg, 1843; Hustedt,1927-30; Hendy, 1964, pl.XXII; Lakkis et Novel-Lakkis,1981.

Diamètre 44-80 μ , espèce cosmopolite courante dans toutes les mers. Elle est récoltée en hiver sur nos côtes en nombre limité .

***Coscinodiscus oculis-iridis* Ehrenberg - pl.XV,fig.6.**

Ehrenberg, 1840a; Hustedt, 1927-30; Hendey,1964; Lakkis et Novel-Lakkis,1981.

Diamètre valvaire 120-150 μ ; aréole et rosette larges; espèce cosmopolite océanique largement distribuée. Elle a été récoltée en février.

***Coscinodiscus asteramphalus* Ehrenberg - pl.XV, fig.7.**

Ehrenberg ,1844, p.77; Hustedt, 1927-30; Hendey, 1964,; Lakkis et Novel-Lakkis,1981.

Grande cellule atteignant un diamètre entre 230-350 μ . Espèce cosmopolite, présente sous toutes les latitudes mais peu fréquente dans les eaux levantines. Elle présente une taxinomie complexe, d'où la confusion dans la détermination et la répartition géographique de l'espèce.

***Coscinodiscus concinnus* Wm. Smith - pl.XV, fig.8.**

Wm. Smith, 1856, p.85; Lebour, 1930; Hendey, 1964, p.79; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.
Diamètre valvaire 380-465 μ , axe perivalvaire 440 μ ; espèce commune des mers tempérées, Atlantique Nord, mer du Nord et la Manche. Signalée aussi dans le canal de Suez, cette espèce est présente sur nos côtes en février.

***Coscinodiscus nobilis* Grünow - pl.X, fig. 10.**

Grünow, 1879, p.687, pl.21; Sourmia, 1968, p.13, pl.VII; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.
Diamètre: 250-500 μ ; signalée dans l'Indo-Pacifique, cette espèce est récoltée sporadiquement en automne et hiver sur nos côtes; il s'agit d'une forme migratrice en Méditerranée orientale. Des confusions d'ordre taxinomique existent entre *C. nobilis* et *C. concinnus*.

***Coscinodiscus grani* Gough - pl.X, fig. 11.**

Gough, 1905, p.338; Gran, 1905, p.34; Hendey, 1964, p.79; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.
Cellules discoïdales en vue valvaire, cuneiformes en vue connective, valves couvertes par de fines aréolations en lignes radiales, deux larges apicules coniques situés près du bord marginal, diamètre des valves 140-180 μ . Espèce néritique des eaux subtropicales et tempérées. Elle est rare dans les eaux côtières entre janvier et février avec une fréquence de 42 %.

***Coscinodiscus normani* Gregory in Greville .**

Greville, 1859a, p.80, pl.6, fig.3; Hendey, 1964, p.80, p.10; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.
Diamètre 40-100 μ ; espèce principalement benthique, rencontrée dans le plancton; plus fréquente dans les mers tempérées. Peu connue en Méditerranée, cette espèce est rare sur nos côtes.

***Coscinodiscus gigas* Ehrenberg var *praetextus* (Janisch) Hustedt - pl.X, fig. 8.**

Janisch, 1890, pl.3, fig.4; Sourmia, 1968, p.15, pl. VIII; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.
Espèce d'affinité tropicale; elle est signalée dans l'Indo-Pacifique; mais elle est peu connue en Méditerranée et dans les mers tempérées. Forme lessepsienne, elle est rare dans les eaux néritiques et océaniques du Liban.

***Coscinodiscus eccentricus* Ehrenberg - pl.X, fig. 12.**

Ehrenberg, 1840, p.146; Hustedt, 1930; Hendey, 1964; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.
Syn. *C. heliozoides* Siddal, 1912; Hendey, 1964; *C. labyrinthus* Roper, 1859; Hendey, 1964
Diamètre 40-140 μ ; espèce cosmopolite, commune dans toutes les mers. De tendance euryhaline, elle est récoltée sur nos côtes en hiver et au printemps, surtout au voisinage des embouchures des rivières.

Actinocyclus Ehrenberg

Valves circulaires ou elliptiques, surface convexe, aire centrale petite hyaline ou granulée. Surface valvaire ponctuée ou finement aréolée en lignes radiées groupées en fascicules. Aire marginale plate ou ornementée

en granules ou nodules apiculaires. Parmi les quatre espèces du genre une seule est rencontrée dans nos eaux.

***Actinocyclus octonarius* Ehrenberg var. *octonarius* Ehrenberg.** - pl.I, fig.3.

Ehrenberg, 1838; Hendey, 1964, p.83; Soumia, 1968; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981..

Espèce cosmopolite, nérétique, commune dans les mers tropicales, trouvée aussi dans les mers tempérées froides. Diamètre 150-200 μ ; cette variété-type de l'espèce est rare entre novembre et février.

Thalassiosira Cleve

Cellules en forme de tambours discoïdes, coloniales unies en chaînes par des filaments muqueux émanant du centre valvaire; en vue cingulaire, elles sont étroites, rectangulaires ou légèrement arrondies et tronquées aux extrémités. Les marges valvaires présentent une rangée de spicules, chromatophores nombreux en plaques irrégulières. Auxospores se forment après disjonction complète des deux moitiés d'une cellule végétative.

***Thalassiosira decipiens* (Grunow ex Van Heurck) Jörgensen** - pl.XI, fig. 8.

Jörgensen, 1905, p.96, pl.6, fig.3; Gran, 1905; Hendey, 1964; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981..

Cellules discoïdes rectangulaires de diamètre valvaire: 12-40 μ , unies en chaînes. Cette espèce qui ressemble à l'espèce *Coscinodiscus excentricus* dont il est difficile de les distinguer est largement distribuée dans les mers tempérées. Présente toute l'année avec une fréquence 100%, en densité modérée, commune en hiver dans les eaux côtières, polluées et portuaires.

***Thalassiosira subtilis* (Ostenfeld) Gran** - pl.XII, fig.1.

Gran, 1900a, p.117; Ostenfeld, 1903; Hendey, 1964; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.

Diamètre 20-30 μ , axe pervalvaire 10-15 μ ; espèce largement répandue dans les mers tempérées et tropicales, fréquente dans le canal de Suez. Sa présence sur nos côtes en nombre faible prouve son origine indo-pacifique.

***Thalassiosira rotula* Meunier** - pl.XII, fig.2.

Meunier, 1910, p.264, pl.29, figs.67-70; Hendey, 1964; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.

Diamètre: 32-36 μ , commune dans les mers tempérées froides, cette espèce est signalée en Méditerranée occidentale et fréquente dans le canal de Suez. Nous l'avons récoltée en nombre faible entre novembre et mars.

Skeletonema Greville

Cellules petites, cylindriques, coloniales unies en chaînes au moyen des processus marginaux; faiblement silicifiées. Surface valvaire circulaire, convexe et aréolée. Chromatophores réunis en deux plaques collées contre

les parois valvaires. Parmi onze espèces décrites, la plupart fossiles, seule *S.costatum* est connue actuellement.

***Skeletonema costatum* (Greville) Cleve-pl.XI,fig.2.**

Greville, 1866; Cleve, 1878, p.18; Hendey, 1964; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.

De dimensions entre: 6-10 μ , vivant en colonies filamenteuses, cette espèce pélagique est commune dans les mers tempérées. Elle constitue un élément important des diatomées des eaux côtières libanaises. Très abondante en hiver; elle contribue à la poussée printanière du phytoplancton. Elle est rencontrée avec une fréquence de 83%.

Ethmodiscus Castracane

Frustules cylindroïdes en tambours élevés. Valves convexes ou concaves avec lignes de ponctuations fines, axe peralvaire très allongé.

***Ethmodiscus gazellae* (Janisch ex Grunow) Hustedt - pl.VII, fig.9.**

Hustedt, 1927-30, p.374, fig.196; Grunow, 1879, p.688; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Rare en Méditerranée, cette espèce est récoltée en nombre restreint avec une fréquence de 50% entre décembre et février au large de la côte libanaise.

HEMIDISCACEAE

Un seul genre comprenant une seule espèce a été trouvée dans nos eaux.

Hemidiscus Wallich

Cellules isolées, frustules cuneiformes en vue connective. Valve semi-circulaire ponctuée. Bord ventral fourni avec des petits ocelles et une rangée de fines spinules. Chromatophores nombreux petits et arrondis.

***Hemidiscus cuneiformis* Wallich-pl.XII,fig.3.**

Wallich, 1860, p.42, pl.2, fig.3-4; Sournia, 1968, p.20; Hendey, 1964; Lakkis *et al.*, 1996.

Frustules cuneiformes, solitaires. Valve quasi semi-circulaire, bord dorsal convexe, apex arrondi.; absence de bandes intercalaires. Longueur: 80-120 μ , largeur: 40-70 μ . Espèce cosmopolite, elle est plus fréquente dans les eaux océaniques et dans les mers chaudes. Le polymorphisme de cette espèce est considérable et toutes les transitions sont observables entre les prétendues variétés. Elle est récoltée en nombre très faible en automne.

ACTINODISCACEAE

Cette petite famille de Diatomées comprend deux genres et trois espèces qui sont présents dans les eaux néritiques et océaniques libanaises. Les cellules de cette famille ont des frustules discoïdales, plan valvaire circulaire, rarement polygonal ou irrégulier. Valves planes ou peu convexes avec

compartiments radiaires, disposés en segments par des plis ou lignes hyalines. Pas d'excroissances périphériques, mais souvent dents marginales se terminant en griffes.

Actinoptychus Ehrenberg

Frustules discoïdales; plan valvaire circulaire, polygonal ou triangulaire, avec côtés fortement concaves, secteurs délimités par plis; champ central hyalin, au bord marginal des denticules périphériques. Aréoles disposés en lignes croisées.

Actinoptychus senarius (Ehrenberg) Ehrenberg - pl. I, fig. 2.

Ehrenberg, 1843, pl. 11, fig. 27; Hendey 1964, p. 95; Sournia, 1968, p. 22; Lakkis, 1991.

Syn: *A. undulatus* Kützing, 1844; Hendey, 1964, p. 95

De diamètre valvaire: 40-100 μ , cette espèce est largement distribuée dans les eaux néritiques des mers tempérées. Elle se reproduit par auxosporation. Elle est récoltée dans nos eaux côtières en densité faible, surtout en automne avec une fréquence de 25%.

Asterolampra Ehrenberg

Frustules discoïdes; plan valvaire circulaire, valves plus ou moins convexes, non bilatérales. Champ central rarement aréolé, divisé en secteurs par lignes hyalines. Plis périphériques avec petits prolongements hyalins marginaux et radii hyalins du centre tous semblables.

Asterolampra grevillei (Wallich.) Greville - pl. I, fig. 9.

Greville, 1860, p. 113; Wallich, 1860, p. 17, pl. 2, Hendey, 1937; Lakkis, 1991a.

Diamètre variant entre 90-125 μ , cette espèce est présente en Méditerranée, dans l'océan Indien et l'Atlantique tempéré. De tendance hivernale et d'abondance modérée, elle est récoltée dans les eaux profondes au large de la côte, ainsi que dans les eaux estuariennes des rivières Nahr Ibrahim, de Nahr-el -Kalb et des eaux portuaires, avec une fréquence de 50%.

Asterolampra marylandica Ehrenberg - pl. I, fig. 8.

Ehrenberg, 1844a, p. 76; Hustedt, 1930; fig. 270; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981

Essentiellement tropicale, cette espèce est rencontrée dans le canal de Suez. Elle est présente dans les eaux levantines toute l'année mais en densité faible; plus fréquente au printemps dans les eaux océaniques avec une fréquence de 83%.

AULISCACEAE

Cette famille comprend le seul genre *Auliscus* dont il possède les caractères

et une seule espèce dans les eaux libanaises.

Auliscus Ehrenberg

Cellules solitaires à valves largement ellipsoïdes, avec souvent deux larges ocelles proéminents près de la périphérie. Surface valvaire ornementée avec des punctae inclinés.

Auliscus sculptus (Wm. Smith) Ralphs in Pritchard - pl. XII, fig. 4 .

Pritchard, 1861, p.845; Hendey, 1964, p.98, pl. XXIII; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Seule espèce du genre connue dans la Manche et de la mer du Nord et les mers tempérées. De diamètre 40-80 μ , d'affinité hivernale, cette espèce est rencontrée toute l'année, avec une fréquence de 42%, surtout en janvier.

BIDDULPHIACEAE

Cette grande famille comprend plusieurs groupes génériques de caractères disparates. Frustules en boîtes cylindriques souvent tordues autour de l'axe peralvaire. Plan valvaire elliptique rarement triangulaire. Valves avec prolongements apicaux. Cellules isolées ou en chaînes unies benthiques, Cette famille comprend dix genres .

Biddulphia Gray

Cellules généralement coloniales unies par leurs processus apicaux à un coin pour former des chaînes. Valves bipolaires, elliptiques ou triangulaires, quadrangulaires ou de forme polygonale. Plusieurs espèces sont benthiques, sessiles, quelques unes sont planctoniques. Le genre comprend plusieurs espèces de caractères différents dont le type est *B. pulchella*. La reproduction se fait par auxosporulation et chez quelques espèces par oogamie. Ce genre est représenté par 11 espèces dans les eaux libanaises.

Biddulphia pulchella Gray - pl. II, fig. 8 et pl. XLIV, fig. 10.

Gray, 1821, p.294; Hendey, 1964; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p.129; Lakkis, 1991a.

Syn.: *B. biddulphiana* (W. Smith) Boyer.

Espèce benthique, trouvée parfois dans le plancton néritique des mers tempérées. Rencontrée dans les eaux océaniques du Bassin levantin avec une fréquence de 50%.

Biddulphia alternans (Bailey) Van Heurck - pl. II, fig. 5.

Van Heurck, 1880-85, p.208; Hendey, 1964; Dowidar, 1976; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981 .

Espèce néritique des mers tempérées; signalée dans le canal de Suez. et en Méditerranée occidentale, elle est rare en automne.

Biddulphia aurita (Lyngbye) de Brébisson - pl. II, fig. 6.

de Brébisson, 1838, p. 12; Hendey, 1964 ; pl. XXIV; Sourmia, 1968, p. 29; Lakkis, 1991a.

Cellules irrégulièrement quadrangulaires; en vue cingulaire, elles apparaissent unies en chaînes par leurs processus épineux. Cette espèce des mers tempérées est rarement récoltée en hiver dans les eaux libanaises.

Biddulphia rhombus (Ehrenberg) Wm. Smith forma ***rhombus*** - pl. XII, fig. 5.

Wm. Smith, 1856; Ehrenberg, 1839, p. 156; Hendey, 1964; Halim, 1960b; Lakkis *et al.*, 1996.

Axe apical valvaire 50-180 μ , axe transapical 35-130 μ ; espèce néritique des mers tempérées et en Méditerranée; peu fréquente dans l'Indo-pacifique et dans le canal de Suez; elle est signalée à Alexandrie; rare sur nos côtes.

Biddulphia regia (M. Schultze) Ostenfeld - pl. II, fig. 9.

Schultze, 1859; Ostenfeld, 1908, p. 7, fig. 3; Hendey, 1964; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.

Cellules solitaires de forme quadrangulaire, parfois unies en chaînes par leurs processus épineux courts. Cette espèce néritique habite les eaux tempérées et tempérées chaudes. Rare en automne au large des côtes.

Biddulphia tridens (Ehrenberg) Ehrenberg - pl. II, fig. 11.

Ehrenberg, 1839a, p. 129; Sourmia, 1968, p. 27; Travers, 1975; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *B. Tuomeyi* (Bailey.) Roper, 1859; Dowidar, 1976, p. 245; Ghazzaoui, 1939.

Connue de l'océan Indien, cette espèce est commune dans les mers tropicales et tempérées ainsi qu'en Méditerranée; et dans le canal de Suez. Rare les eaux néritiques libanaises avec une fréquence de 33%.

Biddulphia mobiliensis (Bailey) Grunow in Van Heurck - pl. II, fig. 7.

Van Heurck, 1880, pl. 10; Bailey, 1851; Hendey 1964; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.

Cellules solitaires, parfois unies en chaînes par de longues épines émanant de la surface valvaire; en vue cingulaire, elles sont vaguement rectangulaires ou sub-octogonales avec un large cingulum. Frustules faiblement silicifiées se cassant facilement en montages microscopiques. Chromatophores nombreux et granulés. Espèce littorale des eaux tempérées et chaudes, elle est récoltée en densité modérée dans nos eaux toute l'année mais avec une fréquence de présence 100%.

Biddulphia sinensis Greville - pl. XII, fig. 6.

Greville, 1866; Halim, 1960a; Sourmia, 1968; Dowidar, 1976; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.

Axe apical de la valve 120-260 μ , axe transapical 60-80 μ ; espèce océanique largement distribuée et originellement décrite dans le port de Hong-Kong, d'où l'épithète original *chinensis* (de Chine comme erronée). Signalée dans le canal de Suez et à Alexandrie, elle est rare dans les eaux libanaises.

***Biddulphia shroederiana* Schüssnig-pl.XII,fig. 7.**

Schüssnig, 1915, p.396; Pavillard, 1931; Sournia, 1968; Lakkis and Novel-Lakkis, 1981.

Cellules solitaires, rarement en chaînes; en vue connective, frustules sub-rectangulaires ou sub-trapézoïdaux, plus hautes que larges; manteaux valvaires développés. Axe apical: 70-130 μ , axe transapical: 30-40 μ , axe peralvaire 145-220 μ . Signalée dans l'océan Indien, l'Atlantique tropical, le canal de Suez, et en Méditerranée, elle est rare sur nos côtes.

***Biddulphia pelagica* Schröder-pl.XII ,fig. 8.**

Schröder, 1911, p. 619; Halim, 1960a; Sournia, 1968, p.36; Dowidar, 1976; Lakkis, 1991a.

Syn.: *Triceratium orbiculatum* Shadbolt; Sournia, 1968..

Cellules solitaires, formant parfois de courtes chaînes; diamètre valvaire: 55-130 μ . Signalée dans l'océan Indien, le canal de Suez et les eaux d'Alexandrie, cette espèce est rencontrée sporadiquement au large de nos côtes, surtout en hiver avec une fréquence 25%.

***Biddulphia vesiculosa* (Agardh) Boyer-pl II,fig. 10.**

Boyer, 1900; Agardh, 1830; Dowidar, 1976; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981; Lakkis, 1991a.

Peu connue en Méditerranée, cette espèce est signalée dans le canal de Suez. Elle est récoltée dans nos eaux en hiver en nombre faible mais avec une fréquence très grande ; plus commune dans les eaux polluées et portuaires

***Cerataulus* Ehrenberg**

Cellules cylindriques, contournées sur l'axe peralvaire. Valve convexe, circulaire ou elliptique, fortement silicifiée, aréolée, avec deux grands processus et deux épines.

***Cerataulus smithii* Ralfs in Prichard-pl.IV,fig. 2.**

Prichard, 1861, p.847; Lebour, 1930, p.184; Hendey, 1964; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Diamètre 40-120 μ ; espèce littorale des mers tempérées. Rarement récoltée en hiver durant la période d'homothermie en nombre faible.

***Hemiaulus* Ehrenberg**

Cellules solitaires ou en chaînes; en vue connective, la cellule est rectangulaire, bipolaire avec une longue corne épineuse terminée par une apicule. Valves elliptiques à surface légèrement concave et faiblement silicifiée formant un manteau. Chromatophores nombreux et minuscules. Quatre espèces sont trouvées dans les eaux libanaises.

***Hemiaulus hauckii* Grunow ex Van Heurck-pl VII,fig. 14.**

V.Heurck, 1885, p.103; Hendey, 1964, p.106; Sournia, 1968; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Espèce néritique, tempérée et tropicale. Elle constitue un élément important de la communauté phytoplanctonique du Liban. On la rencontre toute l'année avec une grande fréquence de 92%.

Hemiaulus sinensis Greville-pl.VII, fig.15.

Greville, 1865, p.5, pl.5, fig.9; Pavillard, 1925; Sournia, 1968; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.
Syn. *H.heirbergii* Cleve, 1873a, Pérage, 1908..

Espèce néritique commune des mers tropicales et en Méditerranée, elle est récoltée tout le long de l'année avec une fréquence de présence de 100%.

Hemiaulus heirbergii Cleve-pl.VII, fig.13.

Cleve, 1873a, p.6, pl.1, fig.1; Pavillard, 1913; Sournia, 1968; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981

Espèce des mers tempérées, très proche de *H.sinensis*, elle est récoltée avec *H.hauckii* en hiver et au printemps avec une fréquence de 82% et une densité modérée, absente durant les mois chauds.

Hemiaulus membranaceus Cleve-pl.XII, fig.9.

Cleve, 1873a; Cupp, 1943; Halim, 1960a; Sournia, 1968; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981

Cellules isodiamétriques formant des chaînes courtes, droites ou tordues, parfois isolées; foramen plus ou moins développé, sub-elliptique. Espèce indo-pacifique, fréquente dans le canal de Suez et les eaux d'Alexandrie. Espèce migrante en Méditerranée, ; rare dans nos eaux.

Eucampia Ehrenberg

Cellules unies en chaînes hélicoïdales par deux gros appendices issus des pôles de l'axe apical, et laissant entre elles de larges foramens. Chromatophores nombreux. Ce genre comprend une seule espèce type.

Eucampia zodiacus Ehrenberg-pl.XII, fig.10.

Ehrenberg, 1840a, p.151, pl.4; Cupp, 1943; Hendey, 1964; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981

Cellules unies en chaînes aplaties, parfois incurvées et spiralées. Longueur de l'axe apical: 30-96 μ , axe perpendiculaire, 40-50 μ . Espèce cosmopolite, elle est rencontrée au printemps en densité modérée dans les stations côtières, évitant toutefois les eaux polluées, portuaires et dessalées.

Climacodium Grunow

Cellules en chaînes laissant des espaces intercellulaires entre les cornes en marteau; parois des frustules très faiblement silicifiées. Chromatophores petits et nombreux.

Climacodium frauenfeldianum Grunow-pl.IV, fig.1.

Grunow, 1867, p.102, pl.1a; Hustedt, 1930; Sournia, 1968; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981

Essentiellement tropicale, cette espèce habite aussi la Méditerranée et l'Atlantique tempéré. Rare dans les eaux côtières en automne.

Lithodesmium Ehrenberg

Cellules coloniales unies en chaînes droites par les épines émanant des centres valvaires, valves triangulaires faiblement silicifiées.

***Lithodesmium undulatum* Ehrenberg-pl. IX,fig.4.**

Ehrenberg, 1840a, p.155; Hendey, 1964; Halim, 1960a ;Sournia, 1968, p.41; Lakkis, 1991a.

Espèce néritique des mers tempérées; elle est signalée dans les eaux d'Alexandrie. Cette espèce est récoltée dans nos eaux en abondance modérée, surtout au printemps, avec une fréquence de 50%.

Ditylum Bailey

Cellules généralement libres, allongées; valve triangulaire ou quadrangulaire montrant une épine centrale longue et de courtes épines sur les angles. Frustules formées de plusieurs écailles imbriquées, faiblement silicifiées. Une seule espèce cantonne les eaux libanaises.

***Ditylum brightwellii* (T.West) Grunow ex Van Heurck - pl. VII,fig.8.**

Van Heurck, 1880-85, p.196, pl.114, figs.3-9; Hendey, 1964; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981

Cellules prismatiques à angles arrondis, 2-3 fois plus longues que larges; diamètre valvaire: 25-60 μ ; espèce néritique des mers tropicales et tempérées. Espèce néritique des mers tropicales et tempérées, elle est rencontrée dans les eaux levantines en avril avec une fréquence de 33% .

Belleriochea Van Heurck

Cellules en chaînes plates, se touchant par toute la surface valvaire laissant de petits forams près des angles marginaux. Cellules rectangulaires en vue connective; valves bipolaires lancéolées ou triangulaires faiblement silicifiées, avec des côtés concaves ondulés. Chromatophores sphériques dispersés dans toute la cellule. Une seule espèce est trouvée dans nos eaux.

***Belleriochea malleus* (Brigh.) V.H. forma *biangulata* (Perag.) -pl.II, fig.4.**

Peragallo, 1897-1908; Hendey, 1958; Sournia, 1968; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Espèce néritique, euryhaline, principalement tropicale, mais elle est connue dans la Manche et la Méditerranée. Signalée à Alexandrie, elle est récoltée avec une fréquence 75%, surtout en hiver. .

Streptotheca Shrubsole

Cellules plates rubaniformes, unies sur les bords pour former des chaînes courtes, souvent hélicoidales sans laisser des espaces inter-cellulaires. En

vue connective, les cellules ont une forme carrée; valves linéaires ou étroitement elliptiques, faiblement silicifiées. Chromatophores nombreux petits, sphériques ou elliptiques autour du noyau.

Streptotheca thamesis Shrubsole-pl.XI, fig.3.

Shrubsole, 1891b, p.260; Cupp, 1943; Hendey, 1964; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Cellules faiblement siliceuses, de forme carrée unies en chaînes formant un ruban contournant autour de son axe. Signalée dans l'océan Indien le canal de Suez et à Alexandrie, elle est commune dans les eaux libanaises.

Cerataulina H.Péragallo ex Schütt

Cellules cylindriques, valves faiblement convexes avec deux processus marginaux munis d'épines courtes unissant les cellules entre elles pour former des chaînes. Frustules faiblement silicifiées; chromatophores nombreux et petits.

Cerataulina pelagica (Cleve.) Hendey-pl.II, fig.12.

Hendey, 1964, p.113; Schütt, 1896; Sourmia, 1968; Dowidar, 1976; Lakkis & Novel, 1981

Syn.: *C. bergonii* H.Péragallo., Hustedt, 1930, p.869, fig.517.

Chaînes droites ou hélicoïales; diamètre: 25-52 μ , axe perpendiculaire: 70-120 μ . Espèce cosmopolite, néritique, thermophile, commune dans les eaux tropicales et tempérées. Signalée dans l'océan Indien et dans le canal de Suez, cette espèce est présente toute l'année dans nos eaux.

CHAETOCERACEAE

Cette famille comprend le seul genre *Chaetoceros* qui inclut à lui seul plus de 160 espèces réparties dans toutes les mers et les océans, dont 34 habitent le Bassin levantin, la plupart étant des formes néritiques. Les distinctions taxonomiques entre espèces se basent surtout sur la position et le nombre de chromatophores, la forme du foramen (espace intercellulaire) et la structure des appendices latéraux. En général, les valves sont elliptiques avec deux longues soies sortant des apex et fusionnant avec les autres provenant des cellules voisines pour former des chaînes. Les différents stades de développement créant des formes hivernales et estivales peuvent donner des confusions dans l'identification, qu'on peut les prendre pour des espèces différentes. Plusieurs espèces sont solitaires, mais la majorité forment des chaînes plus ou moins longues. La reproduction par auxosporulation est la plus fréquente et les "resting" spores de forme biconvexe sont très communs dans l'eau. Le genre est également distribué dans les eaux chaudes et froides; les formes tropicales étant plus grandes mais leurs appendices et épines plus réduits que celles des espèces boréales.

Chaetoceros Ehrenberg

Le genre possède les mêmes diagnoses que la famille. Cellules à plan valvaire elliptique ou rarement circulaire, coloniales formant des chaînes en vue sagittale plus ou moins rectangulaires, quelquefois avec des bandes intercalaires entrelacées. Valves elliptiques, planes concaves ou convexes; aucune marque n'est visible entre manteau et ceinture. Dans la plupart des cas la valve porte aux pôles de l'axe apical des soies effilées, très longues, fortes ou fines qui ont souvent une forme, une structure et une orientation caractéristiques; le noyau peut être pariétal ou axile. Les chromatophores sont très diversifiés au niveau du genre, mais ils sont constants chez la même espèce, et constituent un critère pour l'identification. Les cellules sont très rapprochées les unes des autres et laissent entre elles des forams plus ou moins grands. Les soies des cellules terminales de ces chaînes sont plus fortes que les soies des cellules intercalaires et ont une forme et une orientation différentes, elles constituent des critères importants dans la détermination. La reproduction se fait soit par des hypnospores, ou par des microspores, rarement par auxosporulation

A cause de sa grande diversité taxonomique, le genre *Chaetoceros* présente une capacité de variation complexe qui rend très difficile l'identification. En général on ne peut déterminer avec certitude que des chaînes complètes comportant des cellules terminales ainsi que les chromatophores et des hypnospores (resting spores). Gran (1905) divise le genre *Chaetoceros* en deux sous-genres: *Phaeoceros* et *Hyalochaetae*. 33 espèces sont trouvées dans les eaux libanaises.

S/G. *Phaeoceros* Gran

Cellules avec nombreux chromatophores qui entrent dans les soies; espèces surtout océaniques. Il comprend deux sections: *Atlantica*. et *Borealia*.

***Chaetoceros atlanticum* Cleve - pl.IV, fig.3.**

Cleve, 1873b, p.11, pl.2, fig.8; Lebour, 1930; Hendey, 1964, p.119, pl.VIII; Lakkis, 1991a

Cellules unies en chaînes droites, rectangulaires en vue cingulaire; valves légèrement convexes avec une épine courte au milieu; diamètre de l'axe apical 18-46 μ . Signalée dans l'océan Indien, en Méditerranée, dans l'Atlantique, elle est rare sur nos côtes au printemps et en automne.

***Chaetoceros neapolitanum* Schröder-pl.IV, fig.4.**

Schröder, 1900, p.29, pl.1, fig.4; Gran, 1905, p.65, fig.76; Hendey, 1964; Lakkis, 1991a

Cellules en chaînes lâches plus rectilignes. Valves petites légèrement concaves avec une épine centrale courte. Soies émergent droites de la cellule puis se courbent à angle droit avec l'axe de la chaîne et croisant celles des cellules adjacentes. Foramen rhombique. Diamètre: 10-15 μ , axe

pervalvaire:20 μ . Espèce océanique présente en mer Rouge et le canal de Suez, ainsi qu'en mer Egée, elle est commune dans les eaux libanaises.

Chaetoceros densum Cleve-pl.III, fig.12.

Cleve,1901, p.299; Gran, 1905; Hendey, 1964, p.120, pl.XVII, fig.1; Lakkis,1991a

Frustules robustes, valves généralement convexes. Soies longues, divergeant en toutes directions. Epine centrale valvaire généralement absente. Espèce océanique montrant une affinité pour des eaux hypersalées des mers tempérées. Récoltée en hiver au large avec une fréquence de 75%.

Chaetoceros coarctatum Lauder-pl.III, fig.4.

Lauder,1864, p.79, pl.8, fig.8; Hendey, 1964; Sourmia,1968,p.48; Lakkis *et al.*,1996

Espèce océanique, intertropicale, présente en mer Rouge et dans l'océan Indien. Cette espèce Lessepsienne est récoltée sur nos côtes en automne où les conditions hydrologiques sont comparables avec celles de la mer Rouge.

Chaetoceros concavicornis Mangin-pl.IV, fig.6.

Mangin, 1917, p.704; Lebour, 1930; Hendey, 1964; Dowidar,1976; Lakkis *et al.*,1996

Diamètre 12-30 μ , axe pervalvaire plus grand que le diamètre; espèce des mers tempérées et froides. Présente dans le canal de Suez, elle est rare en Méditerranée et dans les eaux libanaises.

Chaetoceros danicum Cleve-pl.V, fig.1.

Cleve,1889, p.55; Hendey, 1964, p.123; Sourmia, 1968, p.49; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Espèce cosmopolite des eaux néritiques avec une affinité pour les eaux de faible salinité. Présente dans l'océan Indien et dans le canal de Suez, elle est peu commune dans les eaux néritiques libanaises.

Chaetoceros peruvianum Brightwell-pl.V, fig.9.

Brightwell, 1856a, p.107, pl.7, figs.1; Hendey, 1964; Sourmia, 1968, p.49; Lakkis,1991a.

Diamètre des valves:10-44 μ ; espèce océanique thermophile, habitant les mers tropicales, elle est signalée dans le canal de Suez, les eaux égyptiennes et en Méditerranée. Récoltée dans nos eaux en nombre modérée en hiver et au printemps avec une fréquence de 83%.

Chaetoceros tetrastichon Cleve-pl.VII,fig.3.

Cleve,1897a, p.22, pl.1, fig.7; Cupp,1943; Hendey, 1964; Sourmia,1968; Lakkis,1991a

Diamètre valvaire:10 μ ; espèce des mers tempérées et tropicales, elle est rarement récoltée dans nos eaux en hiver et au printemps.

S/G.Hyalochaete Gran

Cellules généralement fines, soies longues; 1 ou plusieurs chromatophores dans la cavité cellulaire sans pénétrer dans les soies. La majorité des formes

néritiques. Ostenfeld divise ce sous-genre en 16 Sections dont: *Oceanica*, *Protuberantia*, *Constricta*, *Stenocincta*, *Laciniosa*, *Diadema*, *Diversa*, *Brevicatenata*, *Curviseta*, *Anastomosantia*, *Furcellata*, *Socialia*, *Simplicia*.

***Chaetoceros decipiens* Cleve - pl.III,fig.11.**

Cleve,1873b, p.11, pl.1, fig.5, p.123; Halim,1960c; Sournia,1968,p.50; Lakkis,1991a.

Cellules généralement petites, plates unies en courtes chaînes, soies rarement très longues, fusionnant à la sortie des cellules. Chromatophores, une ou plusieurs plaques dans la cavité cellulaire, ne pénétrant pas dans les soies; valves concaves; pas de spores dormantes. Espèce océanique cosmopolite, connue des mers arctiques, tempérées et tropicale. Assez abondante dans les eaux levantines, elle est récoltée dans les eaux libanaises avec avec une fréquence 75%, surtout au printemps.

***Chaetoceros compressum* Lauder - pl.III,fig.5.**

Lauder,1864b, p.78; Cupp, 1943; Hendey, 1964; Sournia,1968; Halim,1969; Lakkis,1991a.

Cellules étroites, comprimées, souvent en chaînes tordues. Valves légèrement convexes Soies de deux sortes, les unes fines, les autres épaisses et hélicoïdales. Chromatophores nombreux. "Resting spores" lisses ou avec une rangée d'épines. Espèce néritique cosmopolite à affinité psychrophile, présente dans l'océan Arctique, la mer du Nord, la Baltique et l'Atlantique du nord. Signalée également dans l'océan Indien, en mer Rouge, dans le canal de Suez et les eaux d'Alexandrie ainsi qu'en Méditerranée, en mer Egée et en Adriatique, elle est abondante dans nos eaux levantines ; toute l'année avec une fréquence de 100%, contribuant à la poussée printanière.

***Chaetoceros denticulatum* Lauder - pl.IV, fig.8.**

Lauder,1864b, p.79, pl.8, fig.9; Sournia, 1968, p.47, pl.3, fig.24; Lakkis *et al.*,1996.

Cellules aussi hautes que larges, diamètre apical: 20-32 μ formant des chaînes courtes et droites. Cornes robustes, striées et épineuses sortant parallèlement à l'axe pervalvaire puis deviennent perpendiculaires à celui-ci. Connue dans l'Indo-Pacifique, cette espèce rare sur nos côtes; serait une forme exotique introduite dans le Bassin levantin par le canal de Suez.

***Chaetoceros lorenzianum* Grunow - pl.IV,fig.9.**

Grunow,1863,p.157pl.5,fig.13;Hendey,1964;Halim,1969; Dowidar,1976; Lakkis ,1991^a.

Cellules aplaties en chaînes courtes, chromatophores 4-6. Valves concaves. Soies fusionnées près de la cellule. Spores dormantes; diamètre de la valve: 26-60 μ . Espèce néritique des mers tempérées et tropicales, signalée dans le canal de Suez et dans les eaux d'Alexandrie, elle est récoltée toute l'année sur nos côtes en densité modérée et avec une fréquence de 83% .

***Chaetoceros teres* Cleve - pl.VII,fig.2.**

Cleve, 1896b, p.30, fig.7; Cupp, 1943, p.118, fig.72; Hendey, 1964, p.124; Lakkis,1991.

Cellules cylindriques, valves plutôt circulaires. Chromatophores petits, nombreux. Soies des valves terminales dirigées vers le bas. Spores dormantes centrales, lisses. Espèce néritique des mers tempérées froides et arctiques, elle est commune dans les eaux libanaises, récoltée en hiver et printemps avec fréquence 67%.

***Chaetoceros lauderi* Ralfs in Lauder - pl.V, fig.7.**

Ralfs, 1864, p.77; Cupp, 1943; Hendey, 1964; Sournia, 1968; Halim, 1969; Lakkis, 1991.

Diamètre valvaire : 22-50 μ ; espèce commune des mers tempérées et froides, rare dans les mers tropicales, elle est signalée dans le canal de Suez et à Alexandrie. Elle est récoltée en abondance au printemps et en automne dans les eaux côtières libanaises avec une fréquence de 83%.

***Chaetoceros didymum* Ehrenberg-pl.V,fig.3, pl.XLV, fig.3.**

Ehrenberg, 1845b, p.75; Hendey, 1964, p.125; Sournia,1968; Lakkis & Novel-Lakkis,1981

Cellules souvent en chaînes longues, valves convexes avec une protubérance centrale. Soies souvent croisant entre elles bien loin des bords valvaires. Spores dormantes avec deux longues cornes. Chromatophores formés de deux plaques parallèles. Cette espèce suscite des confusions d'ordre taxinomique; plusieurs variétés ont été signalées: var. *anglicum* (Grunow) Gran var.*aggregatum* Mangin, var.*heteroseroides* Subrahmanyam et var. *protuberans* (Lauder). Espèce néritique, largement distribuée dans les mers tempérées, tropicales et en Méditerranée, elle est présente toute l'année dans les eaux libanaises avec une fréquence de 100%.

***Chaetoceros costatum* Pavillard - pl.III, fig.7.**

Pavillard, 1911, p.24, fig.1b; Cupp, 1943, p.127; Hendey, 1964; Lakkis,1991.

Cellules cylindriques, ceinture étroite et profonde, foramens intercellulaires. Soies terminales plus épaisses que les latérales, divergentes et légèrement incurvées à leur extrémité. Spores dormantes situées au centre de la cellule et munies de nombreuses épines. Espèce néritique des mers d'Europe et des côtes de l'Atlantique, elle est récoltée dans le plancton des eaux libanaises, en automne et hiver avec une fréquence de 50%.

***Chaetoceros affinis* Lauder - pl.III, fig.1.**

Lauder, 1864, p.78; Cupp, 1943; Hendey, 1964; Halim, 1960c; Sournia,1968; Lakkis,1991a Syn.*Ch.ralfsii* Cleve, 1873, p.10, pl.3, fig.15.

Espèce cosmopolite néritique, plus abondante dans les mers tempérées et en Méditerranée ainsi que dans l'Indo-Pacifique. Dominante dans les eaux d'Alexandrie et présente dans les eaux du canal de Suez, elle est récoltée toute l'année dans les eaux côtières libanaises, avec une fréquence de 100%.

***Chaetoceros laciniosum* Schütt - pl.V,fig.6.**

Schütt, 1895, p.38, fig.5; Cupp, 1943; Hendey, 1964, p.127; Sournia, 1968; Lakkis, 1991.

Cellules formant de longues chaînes, soies des valves terminales épaisses, aplaties aux extrémités et armées d'épines. Foramens larges. Chromatophores un ou deux plaques. Spores dormantes lisses ou avec des épines fines et situées vers la périphérie de la cellule. Espèce néritique des mers tempérées et tropicales; elle est récoltée dans nos eaux côtières au printemps en densité modérée et avec 75% de fréquence.

***Chaetoceros brevis* Schütt - pl. III,fig.3.**

Schütt, 1895, p.38, fig.4; Cupp, 1943; Hendey, 1964,; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Diamètre valvaire 20-26 μ ; espèce néritique des mers tempérées et tropicales. Abondante, elle contribue à la poussée phytoplanctonique; avec une fréquence de 100%, plus commune dans les eaux à faible salinité et les zones polluées et portuaires.

***Chaetoceros diadema* (Ehrenberg)Gran - pl.V,fig.2.**

Gran, 1897b, p.20, pl.2, figs. 16-18; Lebour, 1930; Hendey, 1964; Travers, 1975; Lakkis, 1991a.

Syn. *Ch.subsecundum* (Grun.) Hustedt; *Ch.paradoxum* Peragallo..

Cellules avec un chromatophore en plaque appliqué sous la ceinture. Chaînes avec soies terminales distinctes; les spores dormantes sont épineuses. Commune dans les mers tempérées froides, et en Méditerranée. Elle est récoltée en hiver dans les eaux néritiques libanaises avec une fréquence de présence annuelle moyenne de 75%.

***Chaetoceros holsaticum* Schütt - pl.IV, fig.10.**

Schütt, 1895, p.40, fig.9; Hendey, 1964, p.128; Dowidar, 1976, p.58; Lakkis *et al.*, 1996.

Diamètre de la valve 6-20 μ ; espèce néritique des mers tempérées chaudes, présente en Méditerranée, canal de Suez, rare dans nos eaux.

***Chaetoceros messanensis* Castracane - pl.VI,fig.1.**

Castracane, 1875, p.32; Sournia, 1968; Halim, 1969; Travers, 1975; Lakkis *et al.*, 1996.

Diamètre: 12-14 μ ; espèce inter-tropicale, présente en mer Rouge, l'océan Indien et en Méditerranée, elle est rare au large des côtes libanaises.

***Chaetoceros diversum* Cleve - pl.V,fig.4.**

Cleve, 1873a, p.9, pl.2, fig.12; Cupp, 1943; Hendey, 1964, pl.17; Halim, 1969; Lakkis, 1991a.

Cellules unies en chaînes courtes. Chromatophore unique en plaque adjacente à la ceinture. Paires de soies spécialement différenciées et dissemblables à l'intérieur de la chaîne, soies spéciales plus fortes et plus développées que les paires des soies ordinaires, fines et délicates. Espèce néritique présente dans l'océan Indien, en mer Rouge, le canal de Suez et en Méditerranée, elle est récoltée toute l'année sur nos côtes en nombre faible sauf l'été; plus fréquente dans les eaux polluées.

***Chaetoceros crinitum* Schütt - pl.III, fig. 8.**

Schütt, 1895,p.42,fig.12; Hendey,1964;Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.130.

Chaînes généralement courtes, formées de peu de cellules, à soies terminales plus ou moins différenciées. Chromatophores un ou deux corps situés le long de la frustule ou au milieu. Soies terminales différentes des autres soies en forme et en direction. Cellules unies en chaînes, rectangulaires en vue cingulaire. Valves elliptiques plus ou moins plates. Soies émergeant du bord marginal des valves. Signalée dans le canal de Suez, cette espèce néritique des mers tempérées est rare dans les eaux libanaises.

***Chaetoceros curvisetum* Cleve - pl.III, fig. 9.**

Cleve,1889,p.55; Cupp,1943; Halim,1960; Hendey, 1964,p.133, pl.XVII. Lakkis, 1991a.

Chaînes courbées ou hélicoïdales, dépourvues de soies terminales différenciées. Soies latérales toutes recourbées du même côté que le plan apical, vers l'extérieur de la courbe hélicoïdale. Chromatophore unique. Espèce cosmopolite d'affinité tempérée, elle est signalée dans l'Indo-Pacifique, le canal de Suez, en Méditerranée et en Atlantique nord. Cette espèce constitue une forme dominante du phytoplancton d'Alexandrie. Présente dans nos eaux toute l'année, surtout au printemps.

***Chaetoceros pseudocurvisetum* Mangin - pl.V,fig.10.**

Mangin, 1910, p. 350,fig.4; Cupp, 1943,p.138, fig.94; Hendey, 1964,p.134; Lakkis,1991a.

Espèce néritique des mers tempérées et tropicales, elle constitue une espèce dominante des diatomées du Liban, contribuant à la poussée printanière. Abondante toute l'année, récoltée avec une fréquence de présence de 100% .

***Chaetoceros imbricatum* Mangin - pl.V,fig.5.**

Mangin, 1912, p.512; Lebour, 1930, p.161; Hendey, 1964; Lakkis & Novel-Lakkis,1981

Espèce des mers tempérées, rarement signalée en Méditerranée. Elle est récoltée dans nos eaux avec une fréquence de 50% et en densité faible .

***Chaetoceros externum* Gran - pl.III, fig.2.**

Gran, 1897, p.25, pl.3, fig.44; Lebour, 1930; Hendey, 1964,p.134; Lakkis & Lakkis,1981.

Syn. *Ch.anastomosans* Grunow in V H 1880-85, pl.82, figs. 6-8; Cupp, 1943, p.140, fig.96.

Soies adjacentes non soudées directement l'une à l'autre mais réunies en dehors de la chaîne par un pont spécial; chaînes molles se désintégrant facilement. Espèce néritique des mers tempérées et en Méditerranée; rarement récoltée en hiver dans les eaux libanaises..

***Chaetoceros tortissimum* Gran - pl.VII,fig.4.**

Gran, 1900a, p.122, pl.9; Cupp, 1943, p. 142; Dowidar,1976;Lakkis & Lakkis,1981.

Cellules en chaînes souvent courbées et hélicoïdales. Soies terminales non différenciées ressemblant aux soies latérales. Chromatophore unique; diamètre valvaire: 12-16 μ ; cette espèce cosmopolite, est signalée dans le canal de Suez, elle est abondante dans les eaux côtières du Liban.

Chaetoceros sociale Lauder - pl.VII, fig.1.

Lauder, 1864, p.77, pl.8; Cupp, 1943, p.143; Hendey, 1964; Dowidar, 1976; Lakkis, 1991a.

Cellules petites formant de courtes chaînes contournées réunies en grand nombre dans une gangue gélatineuse commune arrondie. Espèce néritique des mers tempérées, Atlantique nord. Présente en Méditerranée, elle est signalée dans le canal de Suez et dans les eaux d' Alexandrie. Assez commune sur nos côtes, trouvée avec une fréquence de 50%,

Chaetoceros gracile Schütt - pl.VI, fig.2.

Schütt, 1895, p.42, fig.13; Gran, 1905, p.137; Travers, 1975; Lakkis *et al.*, 1996.

Diamètre des valves: 6-10 μ , même dimension pour l'axe perivalvaire. Espèce néritique des mers tempérées et en Méditerranée; elle est signalée dans le canal de Suez et à Alexandrie. Elle est présente en faible densité au large de la côte libanaise en automne et au début de l'hiver.

Chaetoceros simplex Ostensfeld - pl., fig.11.

Ostensfeld, 1901, p.137; Hendey, 1964; Dowidar, 1976; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Cellules généralement isolées, mais pouvant parfois former de courtes chaînes. Soies courtes, droites ou courbées. Chromatophores simples ou doubles. Hynospores centrales à surfaces épineuses. Espèce néritique euryhaline des mers tempérées froides. Signalée dans le canal de Suez, elle est récoltée dans nos eaux en hiver et au printemps; fréquence 75%.

Chaetoceros rostratum Lauder

Lauder, 1864b, p.79, pl.8, fig.10; Hendey, 1964; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.

Diamètre des valves: 15-20 μ ; axe perivalvaire jusqu'à 34 μ ; espèce largement distribuée dans les mers tempérées et tropicales. Signalée dans l'océan Indien et le canal de Suez, elle est récoltée avec une fréquence de 83% au large des côtes, surtout au printemps.

BACTERIASTRACEA

Cette famille est formée du seul genre *Bacteriastrum* comprenant cinq espèces dans les eaux levantines. Cellules unies en chaînes par fusion des soies émanant des faces circulaires des valves; espaces réduits entre les cellules. Cette famille ressemble aux *Biddulphioidae* et proche des *Chaetoceros* des valves circulaires et des soies latérales et terminales.

Bacteriastrum Shadbolt

Cellules cylindriques, faiblement silicifiées, allongées sur l'axe principal (axe pervalvaire). Valves circulaires munies de soies marginales fusionnées avec celles des cellules voisines sur la moitié de leur longueur et bifurquant ensuite pour former des chaînes. Chromatophores nombreux et arrondis.

***Bacteriastrum elegans* Pavillard - pl.II,fig.2 & pl.XLV fig.4.**

Pavillard, 1916, p.28, pl.1; Lebour, 1930; Sournia, 1968; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Signalée en Atlantique tempéré et en Méditerranée, elle est aussi présente dans l'océan Indien et le canal de Suez. Récoltée toute l'année surtout en hiver avec une fréquence de 100%.

***Bacteriastrum delicatulum* Cleve - pl.II,fig.3.**

Cleve, 1897b, p.298, fig.15; Hendey, 1964; Halim, 1969; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Diamètre valvaire: 12-20 μ , longueur pervalvaire: 20-60 μ ; chaînes jusqu'à 20 cellules. Forme océanique des mers tempérées et tropicales; présente dans la mer Rouge, le canal de Suez, elle est récoltée dans les eaux libanaises côtières avec une fréquence de 100%.

***Bacteriastrum hyalinum* Lauder - pl.VI,fig.3.**

Lauder, 1864a, p.8, pl.3, fig.7; Hendey, 1964; Dowidar, 1976; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Diamètre des valves: 20-40 μ ; 12-32 soies à chaque valve. Espèce néritique des mers tempérées et tropicales, elle est présente dans l'océan Indien, en mer Rouge, dans le canal de Suez et en Méditerranée. Récoltée en quantité modérée dans nos eaux, plus commune, en hiver.

***Bacteriastrum mediterraneum* Pavillard - pl. I,fig.11 & pl.XLIV fig.12.**

Pavillard, 1924; Travers, 1975; Kideys *et al.*, 1989; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p.129

Diamètre des valves: 16-32 μ , cellules terminales des chaînes asymétriques, leurs soies orientées dans des sens différents. Espèce pérennante, assez abondante, surtout aux stations néritiques avec une fréquence de 100%.

***Bacteriastrum biconicum* Pavillard - pl. II,fig.1.**

Pavillard, 1924, p.1085; Travers, 1975; Halim, 1960c; Lakkis, 1991a

Rarement signalée en Méditerranée, cette espèce est mentionnée dans les eaux d'Alexandrie. Elle est récoltée en densité faible sur nos côtes, avec une fréquence de 33%.

***Bacteriastrum varians* Lauder**

Lauder, 1864, p.8, pl.3, figs.1-6; Pavillard, 1924; Travers, 1975; Lakkis *et al.*, 1996.

Cellules isodiamétriques, diamètre: 10-37 μ . Soies internes bifurquées, soies terminales plus épaisses que les soies internes et infléchies vers le centre de la chaîne. Espèce intertropicale et méditerranéenne, elle fait l'objet de

confusions taxinomiques et partant de distribution géographique ; récoltée sur nos côtes, mêlée avec son congénère semblable, *B.hyalinum* .

LEPTOCYLINDRACEAE

Cette famille comprend quatre genres et six espèces tous présents dans nos eaux levantines: *Leptocylindrus* (2 espèces), *Guinardia* (2 espèces) *Lauderia* (1 espèce)et *Dactyliosolen* (1 espèce).

Leptocylindrus Cleve

Cellules longues et cylindriques, unies en chaînes longues et compactes par les surfaces des valves inermes. Bandes intercalaires présentes, difficiles à voir. Paroi cellulaire mince, hyaline, sans ornementation visible. Chromatophores, deux ou plusieurs plaques arrondies.

Leptocylindrus danicus Cleve - pl.IX,fig.1& pl.XLV fig.2.

Cleve, 1889, p.54; Halim, 1960c; Hendey, 1964; Dowidar,1976; Lakkis et Novel, 1981.

Diamètre des valves:5-16 μ , axe perivalvaire: 30-50 μ ; espèce néritique, cosmopolite plus commune dans les mers tempérées et en Méditerranée. Signalée dans l'océan Indien et le canal de Suez, elle est abondante toute l'année, contribuant à la poussée phytoplanctonique printanière; plus commune dans les eaux côtières et portuaires.

Leptocylindrus minimus Gran - pl.IX ,fig.2.

Gran, 1915, p.72; Lebour, 1930; Sournia, 1968; Travers,1975; Lakkis et Novel,1981.

Cellules tubulaires très semblables à *L.danicus*, mais de diamètre valvaire plus petit 5-6 μ ; espèce néritique ayant la même distribution géographique que l'espèce précédente. Elle est abondante dans les eaux côtières, dans les ports et les eaux polluées et près des embouchures des rivières.

Guinardia H.Péragallo

Frustules cylindriques, unies en chaînes; en vue cingulaire les valves planes sont rectangulaires. Bandes intercalaires nombreuses. Chromatophores dispersés en petits corps dans toute la cellule, ou parfois groupés ensemble.

Guinardia blavyana (Castracane) Péragallo - pl.VII, fig.12.

Péragallo,1892,p.108; Travers, 1975; Dowidar, 1976; Lakkis,et Novel-Lakkis,1981,p.130.

Largement distribuée dans l'océan mondial, plus rare dans les mers froides. Récoltée avec une fréquence de 100%; plus abondante en hiver.

Guinardia flaccida (Castracane) H. Péragallo - pl.VII, fig.11.

Péragallo,1892,p.107, pl.13, figs.3-4; Sournia, 1968; Dowidar, 1976 Lakkis,1991a.

Signalée dans l'océan Indien et le canal de Suez, cette espèce tropicale est récoltée avec une fréquence de 67% dans nos eaux néritiques libanaises.

Dactyliosolen Castracane

Cellules cylindriques solitaires ou unies en chaînes droites très serrées. Valves circulaires; frustules allongées avec plusieurs bandes intercalaires.

Dactyliosolen mediterraneus H.Péragallo - pl.VII, fig.7

Péragallo, 1892, p. 104, pl. 13; Halim, 1960c; Travers, 1975; Dowidar, 1976; Lakkis, 1991a.

Syn.: *D. bergonii* H. Peragallo.

Espèce néritique, largement distribuée dans les mers tempérées et tropicales ; elle est présente dans l'océan Indien, signalée dans le canal de Suez et dans les eaux d'Alexandrie et en Méditerranée occidentale. Elle est présente dans les eaux libanaises tout le long de l'année en densité modérée et avec une fréquence de 100%.

Lauderia Cleve

Frustules cylindriques unies en chaînes lâches, plus ou moins longues. Plan valvaire circulaire, valves légèrement convexes, sans pore central, avec spicules longs et courts. Bandes intercalaires aréolées, nombreuses en col droit, ne se touchant pas.

Lauderia borealis Gran ,pl.VII,fig.16.

Gran, 1900, p. 110, pl. 9 figs. 5-9; Cupp, 1943; Hendey, 1964; Lebour, 1930; Lakkis, 1991.

Syn.: *Lauderia annulata* Cleve 1873a; Castracane, 1886.

Cellules cylindriques en chaînes, surfaces valvaires ornementées de petites spinules. Frustules comprenant plusieurs bandes intercalaires, diamètre 30-50 μ . Espèce cosmopolite, commune dans les mers tempérées, elle est commune dans les eaux côtières avec une fréquence de 92% .

RHIZOSOLENIACEAE

Cette famille comprend le seul genre *Rhizosolenia*. Toutes les espèces sont marines et planctoniques, à l'exception de deux espèces d'eau douce.

Rhizosolenia (Ehrenberg) Brightwell

Cellules cylindriques avec axe peralvaire très allongé, solitaires ou formant des chaînes compactes. Valves généralement coniques, en dômes, asymétriques, pourvues d'un prolongement apical, massif ou creux, se terminant souvent par une soie. Parois minces, ponctuations ou striations très fines, disposées en quinconces. Bandes intercalaires, nombreuses peu distinctes, rarement annulaires, en écailles trapézoïdes ou rhomboïdes. Etant donné la diversité dans le genre, plusieurs tentatives de classification ont été faites, celle de Pavillard est la plus adoptée. Il divise le genre *Rhizosolenia* en plusieurs sections ou tribus dont six sections comprenant 17 espèces qui ont été identifiées dans les eaux libanaises.

***Rhizosolenia alata* Brightwell forma *alata* -pl.VI,fig.5.**

Brightwell, 1858, p.96, pl.5, fig.8; Hendey, 1964; Dowidar, 1976; Lakkis and Novel, 1981.

Valves coniques, tronquées, sans soies apicales. Frustules formées d'écailles imbriquées dorso-ventrales. Lignes de suture en zig-zag. Diamètre valvaire: 8-15 μ , longueur jusqu'à 600 μ ; espèce des mers tempérées et tropicales. Signalée dans l'océan Indien, en mer Rouge, dans le canal de Suez et les côtes de Palestine, elle contribue à la poussée phytoplanctonique des eaux côtières libanaises avec une fréquence de 75%.

***Rhizosolenia alata* forma *gracillima* (Cleve) Gran - pl.XIV,fig.1.**

Gran, 1905, p.56, fig.68d; Hendey, 1964; Halim,1960;Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Syn.: *Rhizosolenia .gracillima* Cleve,1881, p.26 .

Diamètre valvaire:4-6 μ , longueur pervalvaire jusqu'à 500 μ ; espèce néritique des mers tempérées et tropicales, plus thermophile que la précédente. Elle est mentionnée dans l'océan Indien, la mer Rouge, le canal de Suez et en Méditerranée occidentale. Présente tout le long de l'année.

***Rhizosolenia alata* forma *indica* (Peragallo) Gran - pl.XIV,fig.2.**

Gran,1905,p.56; Cup,1943;Hendey,1964;Sournia,1968;Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Syn.: *R.indica* H.Péragallo,1892,

Diamètre: 20-60 μ , longueur: 700 μ ; espèce intertropicale, tempérée et en Méditerranée. Récoltée toute l'année dans nos eaux, contribuant à la poussée printanière du phytoplancton.

***Rhizosolenia delicatula* Cleve - pl.XIV,fig.6.**

Cleve,1900,p.28,fig.11,fig.44;Hendey,1964;Dowidar,1976;Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Valves arrondies, avec une courte soie apicale. Frustules composées de bandes intercalaires. Espèce néritique des mers tempérées et en Méditerranée occidentale, elle est signalée dans canal de Suez. Assez commune toute l'année dans nos eaux avec une fréquence de 100%.

***Rhizosolenia fragilissima* Bergon - pl.VI, fig.6.**

Bergon,1903, p.49, pl.1,figs.9, 10; Cupp, 1943;Hendey,1964; Sournia,1968; Halim,1969.

Cellules cylindriques courtes, unies parfois en chaînes lâches .Valves légèrement convexes avec une épine centrale courte. Frustules à paroi mince, formées de segments annulaires. Diamètre valvaire:12-60 μ , longueur:30-80 μ ; espèce néritique, cosmopolite avec affinité pour les mers tempérées. Signalée dans l'océan Indien, en mer Rouge ,dans le canal de Suez et en Méditerranée occidentale, elle est récoltée toute l'année dans les eaux côtières du Liban, avec un maximum d'abondance en avril-mai.

***Rhizosolenia stolterfothii* H.Péragallo - pl. XIV, fig. 9.**

Péragallo, 1888; Hendey, 1964; Sournia, 1968; Halim, 1969; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Diamètre des valves: 15-40 μ , longueur de la cellule: 120-130 μ ; espèce néritique cosmopolite et en Méditerranée. Cette espèce est remarquable par un polymorphisme dû aux conditions écologiques et biogéographiques variées. Présente dans l'océan indien, en mer Rouge, dans le canal de Suez et les eaux levantines, elle est récoltée toute l'année avec une fréquence de 100%, plus abondante au printemps, et dans la couche superficielle.

***Rhizosolenia imbricata* Brightwell-pl. VI, fig. 7.**

Brightwell, 1858a, p.95; Hendey, 1964; Dowidar, 1976; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *R. striata* Greville, 1866a, p.234.

Valves coniques terminées par une épine courte. Frustules composées de deux rangées latérales d'écailles imbriquées ayant des sutures dorso-ventrales en zigzag. Diamètre valvaire: 70-80 μ , longueur jusqu'à 400 μ ; cette espèce-type est largement distribuée dans les mers tempérées et tropicales. Signalée dans l'océan Indien et dans le canal de Suez, elle est récoltée en faible quantité dans les eaux néritiques libanaises.

***Rhizosolenia imbricata* var. *shrubsolei* (Cleve) Schröder - pl. XIV, fig. 7.**

Cleve, 1881, p.26; Schröder, 1906, p.346; Sournia, 1968; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981

Syn.: *R. shrubsolei* Cleve 1881, p.26; Lebour, 1930; Hendey, 1964.

Cette variété ne diffère morphologiquement de l'espèce-type que par son diamètre plus petit (6-20 μ) et sa valve plus effilée. La variété *shrubsolei* a souvent été confondue avec le type *R. imbricata* et mentionnée sous le nom spécifique. Cette variété, contrairement au type, est psychrophile, commune dans l'Atlantique nord. Présente dans l'océan Indien et en mer Rouge, elle est signalée dans le canal de Suez et en Méditerranée occidentale. Elle est récoltée toute l'année avec une fréquence de présence de 100%.

***Rhizosolenia setigera* Brightwell - pl. VI, fig. 8.**

Brightwell, 1858, p.95, pl.5; Halim, 1960; Hendey, 1964; Sournia, 1968; Lakkis & Lakkis, 1981.

Syn.: *R. henseni* Schütt, 1900, p.510, pl.12, figs.25-27.

Cellules cylindriques, tubulaires, droites et solitaires, soies droites ou courbées, frustules ayant deux rangées latérales d'écailles imbriquées. Lignes de suture en zigzag. Epines droites 2/3 de la longueur de la cellule. Diamètre des valves: 8-25 μ , longueur: 250-300 μ . La description insuffisante des bandes intercalaires et du style par Brightwell a créé des confusions entre les trois espèces *setigera*, *hebetata* f. *semispina* et *styliformis*. La redescription ultérieure de Gran et de Hustedt a permis de faire des distinctions morphologiques entre elles. Forme cosmopolite, néritique, présente en océan Indien, mer Rouge, canal de Suez,

Méditerranée occidentale, elle est récoltée dans nos eaux en hiver et au printemps en quantité faible.

Rhizosolenia styliiformis Brightwell - pl.XIV,fig.8.

Brightwell,1858,p.95,pl.5;Hendey,1964;Sournia,1968;Lakkis et Novel-Lakkis,1981.

Diamètre des valves:40-100 μ , longueur jusqu'à 1.5mm; espèce océanique cosmopolite Plusieurs variétés ont été décrites dans la mer du Nord à partir de l'espèce-type: *R.s.var. styliiformis*, *var. longispina*, *var. polydactyla*, *var. latissima*, et *var. typica*. La distinction entre elles n'est pas aisée. Ces mêmes variétés décrites dans la mer du Nord et l'Atlantique n'ont jamais été signalées dans le Bassin levantin, sauf la *var. styliiformis*. Présente en océan Indien, en mer Rouge, dans le canal de Suez et en Méditerranée, cette espèce est rencontrée dans nos eaux avec une fréquence de 67%, plus commune entre décembre et avril.

Rhizosolenia hebetata Bailey

Bailey,1856,pl.1,figs18,19;Hendey,1964,p.150;Lakkis and Novel-Lakkis,1981.

Cellules cylindriques, valves coniques. Espèce dimorphe présentant des variations morphologiques selon les localités et les saisons; la forme *semispina* est seule présente dans nos eaux .

Rhizosolenia hebetata* forma *semispina (Hensen) Gran - pl.VI,fig.9.

Gran,1905, p.55, fig.67b;Hendey, 1964; Dowidar,1976; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn.:*R.semispina* Hensen,1887; Hendey,1964..

Epines généralement droites ou légèrement recourbées, avec une cavité basale interne.Ecailles rhomboïdes en zigzag. Diamètre de la valve: 5-12 μ . Forme cosmopolite thermophile, présente dans les mers tempérées et tropicales. Commune dans l'océan Indien, la mer Rouge, le canal de Suez, l'Atlantique et en Méditerranée. Cette espèce pérennante dans nos eaux, est présente toute l'année avec une fréquence de 92%.

Rhizosolenia calcar-avis Schultze - pl.XIV,fig.4.

Schultze,1858,p.339,pl.13,figs.5-10;Hendey,1964; Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.131.

Ecailles sub-rhomboïdes imbriquées, épines longues incurvées. Cellule jusqu'à 1mm de longueur, largeur: 35-70 μ ; espèce des mers tropicales et tempérées. Elle est présente dans l'océan Indien, en mer Rouge, dans le canal de Suez,et en Méditerranée occidentale. Pérennante dans nos eaux, avec une fréquence 100%.

Rhizolsolenia bergonii H.Péragallo - pl.XIV, fig.3.

Péragallo,1892,p.110,pl.15,fig.5;Hendey,1964,p.151; Lakkis & Novel-Lakkis,1981, p.131.

Cellules cylindriques, parfois plates; valves formant un cône allongé se terminant par une courte épine à apex tronqué. Diamètre valvaire jusqu'à 100 μ , longueur 500 μ . Espèce océanique à tendance thermophile, présente aussi en Atlantique tempéré, en Méditerranée. Espèce rare, elle est récoltée avec une fréquence de 33%.

Rhizosolenia castracanei H.Pérégallo-pl.XIV,fig.5.

H.Pérégallo, 1888,p.93, pl.6, fig.42; Sourmia,1968;Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.131.

Cellules cylindriques ayant des valves coniques;apex court, oblique se terminant par une petite épine courte. Diamètre:140-170 μ ,longueur jusqu'à 600 μ , espèce océanique des mers tropicales. Elle est présente en hiver et au printemps en quantité faible dans les eaux côtières libanaises avec une fréquence de présence de 67%.

Rhizosolenia robusta Norman in Prichard-pl.XIV,fig.10.& pl.XLIV, fig.15.

Pritchard, 1861,p.866,pl.8,fig.42; Dowidar,1976; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Valves larges, allongées, coniques, souvent avec striations. Frustules formant plusieurs bandes intercalaires avec des rangées de ponctuations. Diamètre de la valve:60-150 μ , longueur jusqu'à 500 μ , longueur de la valve conique 100 μ . Espèce cosmopolite, présente dans l'océan Indien et en mer Rouge; elle est signalée dans le canal de Suez. Récoltée toute l'année dans les eaux libanaises, avec une fréquence de 83%.

Rhizosolenia firma Karsten - pl.VI,fig.10

Karsten, 190, p.377, pl.41, fig.2; Pavillard, 1925,p.30; Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.131.

Valves souvent comprimées, soies apicales courtes, frustules ayant plusieurs rangées d'écailles imbriquées. Distribution encore inconnue, cette espèce est signalée dans l'océan Indien et en Méditerranée. Récoltée dans nos eaux avec une fréquence de 42%.

Sous-classe des PENNATAE

Les Diatomées Pennées ont une symétrie bilatérale, leurs valves ont une ornementation disposée de part et d'autre d'une ligne médiane; elles possèdent généralement un *raphé* ou *pseudo-raphé*. Peu de diatomées planctoniques appartiennent aux Pennées; celles qui sont vraiment planctoniques sont presque toujours en chaînes rubannées, rectilignes ou hélicoïdales, en colonies étoilées ou en zigzags. Les quelques diatomées pennées solitaires qu'on rencontre dans le plancton en petit nombre ne sont pas vraiment pélagiques, mais plutôt benthiques se détachant de leur substrat

FRAGILARIACEAE

Cellules en chaînes attachées par toute leur surface valvaire; en vue connective, elles sont rectangulaires, en vue valvaire, elliptiques lancéolées. Valves plates sans pseudoraphé ou très rudimentaire. Cette famille est représentée dans nos eaux littorales par 9 genres et 17 espèces.

Fragilaria Lyngbye

Cellules coloniales unies en chaînes rubannées. Valves linéaires, étroitement lancéolées ou elliptiques. Frustules rectangulaires en vue connective, septum absent. Chromatophores généralement en deux plaques.

Fragilaria oceanica Cleve-pl.VIII, fig.1.

Cleve, 1873, p.22, pl.4, fig.25; Gran, 1905; Lebour, 1930; Hendey, 1964; Lakkis & Novel, 1981.

Axe apical 8-40 μ ; cette espèce arctique est rarement signalée en Méditerranée. Elle est rare sur nos côtes en janvier.

Fragilaria cylindrus Grunow - pl.VII, fig.10.

Grunow, 1884, p.55, pl.2, fig.13; Hendey, 1964, p.153; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p.130.

Longueur de l'axe apical valvaire: 6-30 μ , largeur: 2-4 μ ; espèce littorale des mers arctiques et froides, rarement signalée en Méditerranée; présente dans nos eaux avec une fréquence de 33%.

Asterionella Hassal

Valves vues de profil linéaires avec renflement basal, parfois avec stries délicates transapicales. Pas de bandes intercalaires ni de septum. Pseudoraphé étroit. Frustules en chaînes étoilées, spiralées ou en forme de peignes; genre marin planctonique.

Asterionella japonica Cleve & Möller ex Gran - pl.I, fig.6.

Gran, 1905, p.118, fig.160; Hendey, 1964, p.158; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p.129.

Cellules unies par les angles de la base élargies en colonies étoilées spiralées formées de 10-12 cellules. Valves très étroites s'élargissant en spatule à la base. Longueur des valves: 30-150 μ , longueur de la partie élargie: 10-23 μ , largeur: 8-12 μ . Espèce cosmopolite des eaux néritiques, euryhaline, plus abondante dans les mers tempérées. Signalée dans le canal de Suez elle est présente toute l'année dans nos eaux en quantité modérée.

Asrterionella notata Grunow ex Van Heurck- pl.I, fig.7.

Van Heurck, 1880-85, pl.52, fig.3; Soumia, 1968; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p.129.

Cellules linéaires unies en chaînes droites ou spiralées. Longueur: 50-100 μ , largeur: 5-7 μ . Espèce néritique des mers tempérées et tropicales. Beaucoup

moins abondante que la précédente elle est récoltée avec une fréquence de 33% dans les eaux néritiques libanaises, surtout en hiver.

Striatella Agardh

Cellules coloniales unies en chaînes en zigzag. En vue connective rectangulaire, axe pervalvaire plus que l'axe apical valvaire. Nombreuses bandes intercalaires. Valves linéaires ou lancéolées.

***Striatella delicatula* (Kützing) Grunow in Van Heurck - pl. VIII, fig. 2.**

Van Heurck, 1880-85, p. 54, pl. 5; Hendey 1964; Sournia, 1968; Halim, 1969; Lakkis, 1991a.

Longueur valvaire: 8-24 μ ; espèce benthique trouvée parfois dans le plancton littoral des mers tempérées, mais aussi des mers tropicales. Signalée dans l'océan Indien, en mer Rouge et le canal de Suez, elle est rare sur nos côtes.

***Striatella unipunctata* (Lyngbye) Agardh - pl. VIII, fig. 3.**

Agardh, 1830-32, p. 61; Hendey, 1964; Halim, 1969; Dowidar, 1976; Lakkis, 1991a

Longueur apicale des valves: 60-130 μ , largeur: 20-36 μ . Espèce benthique trouvée souvent dans le plancton des mers tempérées et tropicales et en Méditerranée. Commune dans l'océan Indien, le canal de Suez. Récoltée toute l'année en nombre limité avec une fréquence élevée de 83%.

***Striatella interrupta* (Ehrenb.) Heiberg**

Ehrenberg, 1838, p. 202; Heiberg 1863, p. 73, pl. 5, fig. 15; Lakkis *et al.* 1996, p. 51.

Espèce très rare, connue dans l'Indo-Pacifique et dans les mers tempérées et sub-polaires. Récoltée rarement dans nos eaux néritiques au printemps.

Synedra Ehrenberg

Cellules solitaires ou unies en colonies rubannées. Valves linéaires ou lancéolées; axe apical occupé par un pseudoraphé. Chromatophores nombreux en petites plaques.

***Synedra crystallina* (Agardh) Kützing**

Kützing, 1844, p. 69, pl. 16, fig. 1; Halim, 1969; Dowidar, 1976; Lakkis *et al.* 1996, p. 51.

Valves allongées, lancéolées à surfaces striées et ponctuées, apex arrondi. Longueur valvaire jusqu'à 800 μ , largeur: 20-26 μ . Largement distribuée dans les mers tempérées et subtropicales. Signalée en mer Rouge, dans le canal de Suez, et en Méditerranée, elle est récoltée en hiver dans les eaux levantines en nombre restreint.

***Synedra hennedyana* Gregory - pl. VIII, fig. 4.**

Gregory, 1857, p. 532, pl. 14, fig. 109; Travers, 1975; Dowidar, 1976; Lakkis *et al.*, 1996

Cellules solitaires, minces, très longues. Surfaces des valves ponctuées. Longueur: 750-1200 μ . Espèce néritique des mers tempérées et subtropicales ainsi qu' en Méditerranée. Signalée dans le canal de Suez, cette espèce est récoltée sporadiquement sur nos côtes.

***Synedra undulata* (Bail.) Gregory pl. VIII, fig. 5.**

Gregory, 1857, p. 531 pl. 14, fig. 107; Cupp, 1943; Hendey, 1964; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Cellules solitaires, très longues et minces. Valves droites avec bords ondulés. Surfaces valvaires striées et ponctuées. Longueur valvaire jusqu'à 600 μ ; espèce des mers tropicales et tempérées, elle est récoltée en hiver en nombre avec une fréquence de 67%.

***Thalassiothrix* Cleve & Grunow**

Cellules droites unies en zigzag, parfois libres. En vue connective, les frustules sont rectangulaires. Valves droites, étroites avec des apex inégaux. Bords valvaires striés ou ponctués. Chromatophores minuscules.

***Thalassiothrix longissima* Cleve & Grunow - pl. VIII, fig. 6.**

Cleve & Grunow, 1880, p. 108 ; Sournia, 1968 ; Halim, 1969; Lakkis *et al.*, 1996.

Cellules solitaires, très longues parfois collées en masses; de forme rectangulaire en section transapicale. Longueur valvaire: 3-4 μ ; espèce océanique, réputée des mers froides. Elle est présente dans l'océan Indien en mer Rouge dans le canal de Suez et en Méditerranée occidentale. Récoltée en quantité modérée sur nos côtes en hiver et au printemps.

***Thalassiothrix frauenfeldii* Grunow in Cleve & Grun. - pls. XI, XLIV.**

Cleve & Grunow, 1880, p. 109; Hendey, 1964; Dowidar, 1976; Lakkis & Novel, 1981.

Cellules unies par leurs extrémités formant des colonies. Cellules étroitement rectangulaires en vue sagittale, valves droites à extrémités inégales. Bords valvaires ponctués ou hyalins. Longueur valvaire 80-120 μ , largeur 3 μ ; espèce néritique, cosmopolite à affinité, thermophile. Signalée dans l'océan Indien, en mer Rouge et le canal de Suez, elle est présente dans les eaux libanaises avec une fréquence de 50%.

***Thalassiothrix mediterranea* Pavillard - Pl. XI, fig. 11.**

Pavillard, 1916, p. 39, pl. 2, fig. 3; Cupp, 1943; Hendey, 1964; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Espèce océanique des mers tempérées et chaudes, connue en Méditerranée et en Atlantique sub-tropicale. Cette espèce est récoltée sur nos côtes entre novembre et février avec une fréquence de 42%.

Thalassionema (Grunow) Hustedt

Cellules droites, unies par leurs extrémités formant des chaînes en zigzag. En vue connective, forme rectangulaire, étroite. Chromatophores dispersés dans toute la cellule.

***Thalassionema nitzschioides* Grunow ex Hustedt, - pl. XI, fig. 7.**

Hustedt, 1931, p. 244, fig. 725; Hendey, 1964, p. 165; Halim, 1969; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *Thalassiothrix nitzschioides* Grunow ex Van Heurck, 1880-85..

Longueur des cellules: 30-90 μ , largeur: 2-5 μ . Présente dans l'océan Indien, en mer Rouge, dans le canal de Suez et la Méditerranée; cette espèce cosmopolite, est récoltée toute l'année dans les eaux libanaises, sauf l'été, en densité assez importante et une fréquence de 100%.

Licmophora Agardh

Cellules coloniales, frustules cuneiformes en vue connective, surfaces ponctuées et striées, portant des pseudoraphés dans l'axe apical. Septum rudimentaire, chromatophores nombreux, arrondis, disséminés dans toute la cellule. Ce genre est largement distribué dans l'océan mondial. Les cellules sont souvent sessiles vivant en épiphytes sur les algues macrophytes ou sur d'autres substrats peu profonds; elles se détachent parfois du fond pour flotter dans l'eau.

***Licmophora lyngbyei* (Kütz.) Grun. in Van Heurck - pl. IX, fig. 3.**

Van Heurck, 1880-85, p. 158, pl. 46; Dowidar, 1976; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981..

Syn.: *L. abbreviata* Agardh, Cleve-Euler, 1953.

Espèce littorale, cosmopolite, signalée dans l'océan Indien, le canal de Suez et en Méditerranée, elle est présente tout le long de l'année dans nos eaux levantines, plus abondante au printemps et en automne.

Climacosphaenia Ehrenberg

Cellules ressemblant à celles du genre *Licmophora*. En vue cingulaire et valvaire, elles sont cuneiformes avec deux bandes intercalaires ayant plusieurs septa transapicaux. Surface valvaire avec striations délicatement ponctuées ne dégageant pas un pseudoraphé. Chromatophores en minuscules granulations nombreuses.

***Climacosphenia moniligera* Ehrenberg - pl. VIII, fig. 7 & pl. XLV, fig. 1.**

Ehrenberg, 1843, p. 411, pl. 2 fig. 1; Cupp, 1943; Soumia, 1968, p. 90; Lakkis *et al.*, 1996.

Longueur de l'axe apical: 300-400 μ , largeur maximale de la valve: 25-35 μ ; espèce littorale thermophile, plus fréquente dans les mers tropicales. Signalée dans l'océan Indien, en mer Rouge, dans le canal de Suez et en

Méditerranée, elle est récoltée en nombre restreint dans les eaux côtières libanaises en surface entre mai et juin en.

Rhabdonema Kützing

Cellules unies pour former des chaînes rubannées. En vue valvaire, les cellules sont elliptiques ou lancéolées, en vue connective quadrangulaires avec angles arrondis. Surface valvaire ponctuée, striée. Septum perforé. Chromatophores nombreux en rosettes.

***Rhabdonema adriaticum* Kützing** - pl.XI,fig.1 & pl.XLIV, fig.5.

Kützing, 1844,p.126, pl.18, fig.7;Hendey,1964,p.172; Lakkis and Novel-Lakkis,1981.

Syn.:*R.sulum* Mann,1925,p.141,pl.31,figs.1-2.

Espèce benthique cosmopolite sessile par 5m.de fonds, se détachant parfois dans le plancton, elle est rare en hiver et au printemps

ACHNANTHACEAE

Les cellules de cette famille sont caractérisées par une valve dissymétrique; l'hypothèque porte un vrai raphé alors que l'épithèque montre un pseudoraphé. Deux genres et 4 espèces sont récoltés dans nos eaux

Achnanthes Bory

Cellules unies en colonies rubannées, parfois solitaires, souvent attachées au substrat par un pédoncule muqueux.

***Achnanthes longipes* Agardh** - pl.I, fig.1.

Agardh,1824,p.1; Hendey,1964;p.173,pl.38,figs 1-6; Lakkis and Novel-Lakkis, 1981.

Syn.:*A.brevipes* var.*parvula* (Kützing) Cleve ,1895.

Diatomée benthique qui ne se rencontre qu'occasionnellement dans le plancton. Cellules unies en filaments.Valves fortement ponctuées. Chromatophores nombreux arrondis. Longueur des valves 36-160 μ , largeur 12-28 μ , longueur 500 μ . Espèce peu commune, présente sous toutes les latitudes, surtout dans les mers tempérées; récoltée sur nos côtes avec une fréquence de 33%.

***Achnanthes brevipes* Agardh** - pl.VIII,fig.8.

Agardh, 1824,p.1; Hendey, 1964; Travers,1975;Dowidar,1976; Lakkis *et al.*,1996.

Espèce littorale sessile, commune dans les estuaires et les ports à eaux dessalées. Longueur valvaire 60-90 μ , largeur 30-40 μ ; un filament peut être formé de 140 cellules. Espèce cosmopolite, elle est signalée dans le canal de Suez et en Méditerranée occidentale. Rare dans le plancton côtier du Liban.

Cocconeis Ehrenberg

Genre benthique, sessile, cellules généralement solitaires à valves elliptiques dissemblables. Surfaces valvaires ponctuées, bords striés. Le genre est largement distribué aussi bien dans les eaux marines que douces. Toutes les espèces sont benthiques vivant en épiphytes sur les macroalgues, ou en saprophytes sur la peau des baleines .

***Cocconeis pseudomarginata* Gregory - pl.VII,fig.5.**

Gregory, 1857, p.492, pl.9,fig.27; Hendey, 1964,p.179; Lakkis and Novel-Lakkis,1981.

Espèce benthique sessile des mers tempérées, vivant en épiphyte ne se rencontre qu'occasionnellement dans le plancton littoral. Valves largement elliptiques, longueur valvaire 50-80 μ . Récoltée en été sur la côte libanaise avec une fréquence de 33%.

***Cocconeis scutellum* Ehrenberg var. *scutellum* - pl.VIII, fig.9.**

Ehrenberg, 1838,p.194; Hendey,1964, p.181; Lakkis and Novel-Lakkis,1981.

Longueur valvaire 45-60 μ , largeur 30-40 μ ; espèce sessile rencontrée dans le plancton littoral des mers tempérées et tempérées froides. Elle est récoltée au printemps en quantité très faible .

NAVICULACEAE

C'est la famille la plus grande des Diatomées, mais vue la grande variation morphologique des espèces, la taxinomie du groupe n'est pas encore bien définie. Frustules généralement symétriques, de profil quadrangulaire rarement avec axe transapical, hétéropolaire. Valves elliptiques lancettiformes ou linéaires souvent tordues en S. Raphé dans le plan valvaire faiblement caréné. Bandes intercalaires et septum souvent absents. Cellules benthiques sessiles pédonculées, trouvées parfois dans le plancton, généralement isolées vivant dans des enveloppes gélatineuses. Six genres comprenant 22 espèces ont été récoltés dans le plancton côtier du Liban.

Navicula Bory

Cellules généralement solitaires, parfois unies en colonies filamenteuses mucilagineuses. Frustules simples, linéaires, lancéolées, elliptiques, parfois ponctuées. Apex pointu ou raphé distinct, surface valvaire ponctuée. Chromatophores en plaques aplaties ou lobées contre la paroi. Gouttes d'huile parfois présentes vers l'extrémité de la cellule. *Navicula* est la plus grande cellule parmi les Diatomées; elle comprend plusieurs formes dissemblables. Cleve (1894-95) divise le genre en plusieurs groupes; cette classification a été adoptée par la plupart des spécialistes .

***Navicula cancellata* Donkin - pl.X, fig.1.**

Donkin, 1870-73, p.55pl.8, fig.4; Hendey, 1964,p.203; Lakkis and Novel-Lakkis,1981.

Longueur valvaire:60-90 μ , largeur:12-15 μ ; cette espèce commune des mers froides est rencontrée en Méditerranée occidentale. Rare en Méditerranée orientale; elle est rencontrée occasionnellement en hiver, dans le plancton littoral de nos eaux.

***Navicula lyra* Ehrenberg - pl.XV,fig.2.**

Ehrenberg, 1843, p.419; Hendey, 1964; Dowidar,1976; Lakkis and Novel-Lakkis,1981.

Longueur valvaire:70-120 μ , largeur:27-40 μ ; espèce littorale commune des mers tempérées préférant les eaux sursalées et propres loin des zones de pollution. Signalée dans le canal de Suez, elle est récoltée occasionnellement en hiver sur le littoral libanais.

***Navicula lyroides* Hendey - pl.XV,fig.3.**

Hendey, 1958, p.60, pl.5, fig.3; Lakkis *et al.*, 1996.

Syn.: *N.lyra* var.*elliptica* Schmidt, 1874, p.1, fig.39.

Longueur des valves: 70-120 μ , largeur: 30-46 μ ; espèce littorale largement distribuée dans les mers tempérées; elle est récoltée en hiver dans nos eaux

***Navicula membranacea* Cleve -pl.IX,fig.10.**

Cleve, 1897a,p.24,pl.2,figs.25-28; Halim,1969;Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.131.

Syn.:*Stauroneis membranacea* (Cleve) Hustedt,1931; Hendey,1964.

Axe apical de la cellule: 60-84 μ ,axe perivalvaire 30-40 μ . Espèce répandue dans les mers tempérées et tropicales, signalée dans dans canal de Suez; elle est commune dans les eaux libanaises, récoltée avec une fréquence de 83%, plus abondante en automne.

Diploneis Ehrenberg.

Ce genre est strictement benthique, littoral trouvé parfois dans le plancton côtier. Cellules solitaires et libres. Valves elliptiques avec ou sans constriction médiane. Apex cellulaire arrondi, centre proéminent et large. Structure aréolée des parois.

***Diploneis weissflogii* (A.Schmidt)Cleve- pl.XV,fig.4.**

Cleve, 1894, p.91; Subrahmanyam, 1946; Travers,1875; Lakkis and Novel-Lakkis,1981.

Syn.:*Navicula Weissflogi*,Schmidt, Van Heurck,1899, p.194, pl.III,fig.148.

Valves étroites à extrémité elliptique, longueur 28-54 μ , largeur 10-24 μ ; présente dans l'Indo-Pacifique, elle est signalée en Méditerranée occidentale. Peu commune dans nos eaux littorales.

***Diploneis crabro* Ehrenberg - pl.XV,fig. 5.**

Ehrenberg, 1844, p.86; Cleve,1894,p.100; Hendey,1964, p.225; Lakkis *et al.*,1996.

Valves solitaires panduriformes avec des segments elliptiques cunéiformes. Nodule central carré ou sub-circulaire. Surface valvaire fortement costée et sillonnée. Cette espèce montre des variations morphologiques nombreuses, plusieurs sous-espèces ont été décrites. De longueur 150 μ , cette espèce a une affinité pour les eaux de forte salinité; elle est fréquente dans les mers tempérées chaudes et en Méditerranée. Rare sur nos côtes au printemps.

***Mastogloia* Thwaites ex Wm.Smith**

Cellules généralement entourées dans une masse gélatineuse en épiphyte sur les algues macrophytes, parfois libres. Valves linéaires lancéolées avec apex arrondi ou pointu. Aire axiale peu distincte, petits nodules polaires, raphé droit ou ondulé,surface valvaire ponctuée ou finement aréolée. Septum marginal divisé en compartiments, frustule simple, chromatophores en deux plaques situées aux extrémités.

***Mastogloia splendida* (Gregory) Cleve**

Cleve, 1895, p.148; Hendey, 1964, p.237; Lakkis and Novel-Lakkis,1981.

Syn.:*Cocconeis splendida* Gregory,1857a,p.493,pl.9,fig.29.

Longueur des valves:40-150 μ , largeur:30-110 μ , cette espèce d'affinité tropicale, est présente en mer du Nord,. Rare dans les eaux libanaises, plus fréquente en automne-hiver.

***Mastogloia binotata* (Grunow) Cleve**

Cleve, 1895, p.148; Hendey,1964,p.238, pl.XXXVII, fig.11; Lakkis and Novel-Lakkis,1981

Syn.:*Cocconeis binotata* Grunow 1863,p.145,pl.4,fig.13.

De longueur valvaire 20-40 μ , largeur 16-25 μ , cette espèce est commune dans les mers tempérées; récoltée occasionnellement sur nos côtes en hiver .

***Pleurosigma* Wm.Smith**

Ce genre ne compte que des espèces benthiques qui se rencontrent rarement dans le plancton. Ce sont des cellules solitaires, parfois renfermées dans une colonie gélatineuse. Valves linéaires à lancéolées, droites avec souvent une flexure sigmoïde, à surface striée ou finement ponctuée.

***Pleurosigma formosum* Wm.Smith**

Wm.Smith, 1852, p.5, pl.1; Hendey, 1964; Dowidar ,1976; Lakkis and Novel-Lakkis,1981

Longueur des valves:350-500 μ , largeur: 34-46 μ ; espèce largement distribuée dans les mers tempérées et tropicales, préférant les eaux sursalées. Signalée dans le canal de Suez et en Méditerranée occidentale , elle est récoltée sur nos côtes en nombre faible en automne et en hiver

Pleurosigma naviculaceum de Brébisson

de Brébisson, 1854, p.17, fig.7; Pérégallo, 1890; Hendey, 1964; Lakkis and Novel, 1981

Longueur des valves 80-100 μ , largeur 15-20 μ . Espèce fréquente dans le canal de Suez, les mers tempérées et en Méditerranée; peu fréquente sur les côtes de la Méditerranée orientale.

Pleurosigma elongatum Wm. Smith 1852- pl.XIII, fig. 8.

Wm. Smith, 1852, p.6, pl.1, fig.4; Subrahmanyam, 1946; Sourmia, 1968; Lakkis *et al.*, 1996.

Longueur de la valve 200-380 μ , largeur 24-30 μ . Présente dans l'Indo-Pacifique et le canal de Suez, elle est signalée en Méditerranée; assez commune dans les eaux littorales du Liban.

Pleurosigma normanii Ralfs in Pritchard - pl.XIII, fig.9.

Pritchard, 1861, p.919; Subrahmanyam, 1946; Sourmia, 1968; Lakkis and Novel-Lakkis, 1981.

Longueur des valves: 140 μ -220 μ , largeur: 28-36 μ . C'est l'espèce cosmopolite la plus commune du genre; elle est récoltée en nombre faible sur la côte du Liban.

Pleurosigma angulatum (Quekett) Wm. Smith - pl.XV, fig.9.

Wm. Smith, 1853, p.65, pl.21; Hendey, 1964; Dowidar, 1976; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981

De longueur 128-280 μ , largeur 36-62 μ , cette espèce littorale est commune dans les estuaires et les eaux saumâtres des mers tempérées et tropicales et sur des fonds vaseux. Signalée dans le canal de Suez et en Méditerranée, elle est peu fréquente dans le plancton en hiver et au printemps.

Pleurosigma aestuarii (de Breb. ex Kütz. Wm. Smith 1853- pl.XV, fig.10.

Wm. Smith, 1853, p. 63, pl. 31; Subrahmanyam, 1946; Lakkis and Novel-Lakkis, 1981.

Longueur valvaire 84-148 μ , largeur 28-32 μ ; espèce commune des mers tempérées et tropicales, présente dans l'Indo-Pacifique, dans le canal de Suez et en Méditerranée, elle est récoltée sur nos côtes du Liban au voisinage des embouchures des rivières et des eaux estuariennes dessalées.

Pleurosigma rectum Donkin

Donkin 1858, p.23, pl.3, fig.6; Dowidar, 1976; Lakkis and Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *Donkinia recta* (Donkin) Grun.ex V.H., Van Heurck, 1880.

Longueur des valves 100-180 μ , largeur 15-18 μ . Signalée dans le canal de Suez, cette espèce des mers tempérées est fréquente sur les plages sableuses, rarement récoltée dans le plancton.

***Pleurosigma* sp-pl.XLIV fig.10 et pl.XLV fig.5.**

Une forme non déterminée est rencontrée dans les eaux littorales.

Gyrosigma Hassall

Ce genre comprend des espèces benthiques, littorales, se rencontrant parfois dans le plancton. Cellules solitaires, libres, valves allongées, linéaires lancéolées avec une flexure sigmoïde, raphé présent. Valves finement striées et ponctuées suivant des rangées transversales et longitudinales. Chromatophores à bords indentés en deux plaques. La confusion entre *Gyrosigma* et *Pleurosigma* est assez répandue, car la distinction entre les deux genres est assez délicate, elle est surtout basée sur la structure des striations qui sont obliques chez le dernier alors qu'elles sont croisées à angle droit chez *Gyrosigma*.

***Gyrosigma balticum* (Ehrenberg.) Cleve - pl. XIII, fig. 10.**

Cleve, 1894, p. 118; Hendey, 1964, p. 248; Sourmia, 1968; Lakkis and Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *Navicula baltica* Ehrenberg, 1838.; *Pleurosigma balticum* (Ehrenb.) Wm. Smith, 1852

Longueur 280-330 μ , largeur 28-32 μ , cette espèce euryhaline est largement répandue dans les eaux littorales des mers tempérées et tropicales. Signalée dans l'océan Indien, le canal de Suez et en Méditerranée, elle est commune sur nos côtes en hiver et au printemps avec une fréquence de 75%.

***Gyrosigma hippocampus* (Ehrenberg) Hassall - pl. XIII, fig. 11.**

Hassall, 1845, p. 435, pl. 102, fig. 11; Hendey, 1964; Dowidar, 1976; Lakkis, 1991.

Syn.: *Navicula hippocampus* Ehrenberg, 1838, p. 180.

Longueur des valves 142-180 μ , largeur 22-26 μ . Espèce commune des côtes vaseuses dans les régions tempérées. Signalée dans le canal de Suez et en Méditerranée occidentale, elle est rare sur nos côtes en hiver.

***Gyrosigma acuminatum* Rabenhorst**

Rabenhorst, 1853; Travers, 1975; Dowidar, 1976; Lakkis *et al.*, 1996.

Signalée dans le canal de Suez et en Méditerranée occidentale, cette espèce de détermination incertaine est rare dans le plancton côtier du Liban.

***Gyrosigma spenceri* (Wm. Smith)**

Wm. Smith, 1852; Travers, 1975; Dowidar, 1976; Lakkis *et al.* 1996.

Signalée en Méditerranée occidentale et dans le canal de Suez, cette espèce de détermination douteuse est rarement trouvée dans les eaux libanaises.

***Gyrosigma strigile* Wm. Smith.**

Wm. Smith, 1852; Travers, 1975; Dowidar, 1976; Lakkis and Novel-Lakkis, 1981

Signalée dans les eaux du canal de Suez, cette espèce de détermination douteuse est probablement présente dans le plancton côtier du Liban.

Gyrosigma sp.-pl.XLV fig.7.

Une forme indéterminée est rencontrée rarement dans les eaux littorales.

Amphiprora Ehrenberg

Genre dont les cellules benthiques ne se rencontrent qu'occasionnellement dans le plancton. Cellules solitaires, libres ou unies en chaînes plates formant un film mince. Frustules rectangulaires en vue connective, rétrécies au milieu. Surface valvaire striée; chromatophores en une ou deux plaques .

Amphiprora alata (Ehrenberg) Kützing

Kützing, 1844, p. 107, pl. 3, fig. 63; Hendey, 1964, p. 253; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *Navicula alata* Ehrenb. 1840a.

De longueur 90-100 μ , cette espèce benthique est commune sur le littoral des mers tempérées avec une tendance pour les eaux à faible salinité. Rarement signalée en Méditerranée et sur nos côtes, fréquence de 33%.

Amphiprora sp.-pl.XLIV fig.3.

Une espèce non déterminée a été rencontrée dans les eaux littorales.

AURICULACEAE

Les membres de cette famille sont pélagiques et marins; quelques espèces sont faiblement silicifiées alors que d'autres ont une frustule très épaisse. L'auxosporulation a été décrite lorsque deux cellules s'entourant d'une masse gélatineuse et leur contenu cellulaire fusionne pour former une seule cellule autour de laquelle se développe une grande nouvelle frustule. Le raphé se présente sur le bord ventral et chez d'autres formes il entoure complètement la valve. Les striations forment des lignes incurvées.

Auricula Castracane

Cellules solitaires, frustules rectangulaires avec coins, parfois elliptiques ou globulaires avec manteau à l'extrémité, souvent faiblement silicifiées. Plusieurs bandes intercalaires; valve auriculaire, réniforme, parfois allongée.

Auricula intermedia (Lewis) Cleve.

Cleve, 1894, p. 21; Hendey, 1964, p. 259.

Syn.: *Amphora intermedia* Lewis, 1865.

Espèce subtropicale, habitant les mers tempérées; rare sur nos côtes

Auricula sp.-pl.XLIV, fig.14.

Espèce non déterminée de longueur 80-90 μ , largeur 25 μ , est présente toute l'année sur nos côtes, plus fréquente au printemps et en automne.

CYMBELLACEAE

Cette famille groupe les Diatomées Pennées qui possèdent un vrai raphé et qui ont une symétrie sur l'axe transapical et une assymétrie sur l'axe apical. Les cellules ont une valve arrondie ou arquée. La plupart des formes de cette famille sont benthiques attachées sur des substrats ou vivant en épiphytes sur des algues macrophytes.

Amphora Ehrenberg

Cellules solitaires benthiques, souvent en flottaison, libres ou dans un amas muqueux adhérent au substratum. En vue connective, la frustule est elliptique en forme d'un tiers d'orange avec des extrémités aplaties. Surface valvaire striée, généralement ponctuée. Côté ventral étroit souvent sans ornementation. Chromatophores très variables, composés de 1 à 4 plaques.

Amphora decussata Grunow 1877- pl.XVI,fig.1.

Grunow, 1877, p.178, pl.195, fig.9; Hendey, 1964; Lakkis and Novel-Lakkis,1981.

Frustules minces, elliptiques de longueur 70-110 μ , largeur 28-50 μ . Raphé sur bord ventral, striations obliques d'apparence ponctuée du côté dorsal. Cette espèce des mers tempérées et tropicales est peu commune en Méditerranée. Elle est rencontrée occasionnellement dans les eaux néritiques des côtes sableuses du Liban.

Amphora ostrearia de Brébisson .ex Kützing var.*ostrearia* - pl.XVI,fig.2.

Kützing,1849,p.94;Subrahmanyam,1946,fig.41; Sournia,1968;Lakkis *et al.*,1996.

Frustules sub-rectangulaires ou oblongues-elliptiques, faiblement silicifiées avec extrémités arrondies. Valves avec bords très minces de longueur 56-66 μ , cette espèce est une forme cosmopolite répandue sur les côtes sableuses des mers tempérées et tropicales, souvent associée à des coquillages (huître). Récoltée occasionnellement dans le plancton côtier.

Amphora sp.-pl.XLIV figs.6&11.

D'identification incertaine, cette forme est récoltée sporadiquement.

BACILLARIACEAE

Cette famille qui groupe les quatre genres *Bacillaria*, *Nitzschia*, *Hantzschia* et *Cylindrotheca* est caractérisée par une frustule ayant un raphé type en forme de canal, mais qui prend des allures différentes chez chacun des genres. Cette famille est représentée aussi bien dans les eaux marines que les eaux saumâtres et douces .

Bacillaria Gmelin

Cellules rectangulaires en vue cingulaire formant des colonies. Valves linéaires avec des apex pointus. Les cellules possèdent une certaine motilité qui leur permettent de se déplacer le long du filament formant la colonie. La confusion taxonomique avec le genre *Nitzschia* est fréquente car Grunow montre la grande ressemblance entre plusieurs espèces chez les deux genres. Hustedt (1930) a clarifié la séparation entre les deux en se basant sur la symétrie transapicale des cellules.

Bacillaria paxillifer (O.F.Müller) Hendey 1951- pl.XVI,XLIV, fig.4.

O.F.Müller; 1786; Hendey, 1951, p.74; Hendey, 1964, p.274, pl.XXI, fig.5; Lakkis, 1991a

Syn.: *B.paradoxa* Gmelin ; *Nitzschia paxillifer* , *Vibrio paxillifer* (O.F.Müller).

Longueur des valves 70-100 μ ; espèce cosmopolite, littorale, euryhaline, rencontrée jusque dans l'Antarctique. Commune dans les eaux côtières et portuaires du Liban en automne et en hiver, avec une fréquence de 42%.

Nitzschia Hassall (Pseudo-nitzschia H.Péragallo)

La taxinomie de ce genre est très difficile, car elle est basée sur l'ornementation de la frustule que l'on voit mal au microscope optique. En se basant sur des recherches morphologiques au microscope électronique à balayage (M.E.B.), Mann (1986) et Hasle (1993, 1994) établissent le genre *Pseudonitzschia* pour le distinguer de *Nitzschia*. La révision du genre par ces auteurs a créé de nouvelles synonymies et de nouvelles espèces. Cellules généralement libres, formant parfois des colonies muqueuses filamenteuses. Valves linéaires ponctuées en striations transversales. Ce genre est très grand, bien représenté dans les eaux douces, saumâtres et marines. Il est surtout benthique, se rencontre parfois dans le plancton. Huit espèces de *Nitzschia* et quatre de *Pseudonitzschia* ont été identifiées dans nos eaux côtières, mais il est certain que ces espèces ainsi que plusieurs autres formes ont besoin de confirmation et d'examen détaillé au M.E.B.

Nitzschia panduriformis Gregory var. *continua* Grunow - pl.XVI, fig.4.

Gregory, 1857a, p.529, pl.14; Grunow, 1880, p.71; Subrahmanyam, 1946; Lakkis *et al.*, 1996.

Longueur valvaire 60-120 μ , largeur 12-30 μ ; espèce des mers tempérées largement distribuée dans l'océan Indien. Elle est rencontrée occasionnellement en hiver sur nos côtes en nombre faible.

Nitzschia bilobata Wm.Smith -pl.XVI, fig.5.

Wm.Smith, 1853; p.42, pl.15; Hendey, 1964; Dowidar, 1976; Lakkis *et al.*, 1996.

Longueur 90-110 μ , largeur 15-18 μ . Espèce des régions tempérées, elle est signalée dans le canal de Suez sous la synonymie *N.bilobata*.var.*minor*.et en Méditerranée occidentale. Rare en hiver.

***Nitzschia spathulata* Wm.Smith .**

Wm.Smith,1853,p.40,pl.31,fig.268; Hendey,1964,p.281; Lakkis *et al.*,1996.

Longueur 68-80 μ ;cette espèce cosmopolite présente une affinité pour les mers tempérées; elle est rarement récoltée sur nos côtes en hiver .

***Nitzschia sigma* (Kütz.)Wm.Smith-pl.XVI , fig.6.**

Wm.Smith,1853, p.39,pl.13,fig.108; Hendey,1964,p.281,pl.XLII,fig.1; Lakkis *et al.*,1996.

Longueur 200-240 μ , largeur 10-12 μ ; cette espèce des mers tempérées est la plus commune des diatomées en mer du Nord et dans la Manche. Parmi les cinq variétés de l'espèce-type deux ont été récoltées sur nos côtes en automne et en hiver: var. *sigma* et var. *indica*.

***Nitzschia longissima* (de Bréb. ex Kütz.) Ralfs in Prich. - pl.IX,XLIV,fig.6.**

Pritchard,1861,p.783; Subrahmanyam,1946; Sournia,1968;Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Syn.:*Ceratoneis longissima* de Brébisson ex Kütz.; *Nitzschia birostrata* W.Smith,1853.

Longueur des valves 200-450 μ . Espèce largement distribuée dans tous les océans, commune dans l'Indo-pacifique et signalée dans le canal de Suez et en Méditerranée, cette espèce est commune sur nos côtes, récoltée toute l'année avec une fréquence de 100%.

***Nitzschia closterium* (Ehr.) W.Smith 1853 pl.IX,fig.7.**

W.Smith,1853,p.42,pl.15,fig.120;Hendey,1964; Dowidar ,1976; Lakkis *et al.*,1996.

Syn.: *Ceratoneis closterium* Ehrenberg, 1840..

Espèce cosmopolite,néritique, parfois pélagique. Commune dans l'océan Indien ,dans le canal de Suez et en Méditerranée occidentale, elle est récoltée toute l'année dans les eaux néritiques libanaises,avec une fréquence de 92%.

***Nitzschia vitrea* Norman**

Norman,1861,p.7, pl.II, fig.4; Subrahmanyam,1946,p.188,figs.420-422; Lakkis *et al.*,1996.

De longueur 30-140 μ ,largeur 4 μ , cette espèce euryhaline est distribuée dans les eaux tempérées et tropicales. De détermination incertaine, elle est récoltée dans les eaux littorales et estuariennes.

***Nitzschia punctata* (Wm.Smith) Grunow var.*punctata*- pl.XVI,fig.7.**

Grunow in Cleve & Grunow, 1880, p.68; Hendey, 1964; Lakkis *et al.*,1996

Syn.:*Tryblionella punctata* Wm.Smith,1853.

Longueur des valves 25-70 μ ,largeur 10-16 μ . Espèce commune dans les mers tempérées froides et en Méditerranée. Elle est occasionnellement récoltée sur nos côtes.

***Pseudo-nitzschia delicatissima* (Cleve) Hasle pl.XVI,fig.8.**

Cleve,1897a,p.24,pl.2,fig.32; Cupp,1943,p.204;Hendey,1964,p.283; Lakkis *et al.*,1996

Basionyme:*Nitzschia delicatissima* Cleve. Syn.: *N. actydropbila* Hasle

Longueur des valves 40-78 μ , largeur 1-1.2 μ , interstriae 10 μ ; chaînes chevauchant au 1/7-1/10 de la cellule, 2 rangées de poroïdes. Valves étroites, linéaires, lancéolées. Cette espèce néritique des mers tempérées est commune sur nos côtes; récoltée surtout aux bouteilles.

Pseudo-nitzschia multiseries (Hasle) forma ***.multiseries-*** pl.XVI,fig.9.

Cleve,1897 (*N. pungens*) , p.24,pl.2,fig.24;Cupp,1943,p.202,fig.156;Lakkis *et al.*,1996

Frustules linéaires à lancéolées, symétriques en vue valvaire. Longueur 68-140 μ . Valves fortement silicifiées. Espace intercentral absent, interstriae et fibulae (10 μ) visibles au microscope optique; chevauchement des cellules en chaînes environ 1/3 de la cellule. Espèce néritique des mers tempérées et tropicales. L'identification de cette variété est assez délicate, beaucoup de confusions se présentent avec *N.serjata*, *N.delicatissima*, *N.pacifica* et d'autres espèces voisines. L'espèce type est toutefois présente sur nos côtes, récoltée en quantité faible.

Pseudo-nitzschia seriata Cleve -pl.IX ,fig.9.

Cleve,1883(*N. seriata*),p.478,pl.38,fig.75;Dowidar,1976;Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Espèce cosmopolite néritique, plus commune dans les régions froides, en Méditerranée et les mers tropicales. Signalée dans le canal de Suez, cette espèce est très abondante dans le phytoplancton sur les eaux côtières.

Pseudo-nitzschia fraudulenta (Cleve) Hasle-pl.XVI,fig.10.

Hasle 1964,pl.6,fig.2; Moestrup.et Lakkis,1995; Skov et al.1995;Lakkis *et al.*,1996.

Syn.: *P. seriata* var.*fraudulenta* (Cleve) Pérégallo.

Apparence plus délicate que *Nitzschia seriata*, avec des côtés convexes. Longueur 64-111 μ et 4-6 μ de largeur, entre les transapical costae 10 μ . Axe peralvaire plus court que chez *N.serjata* ainsi que pour le chevauchement des cellules en chaînes. Des spcimens de cette espèce examinés au MEB, ont montré qu'elle est la plus commune du genre dans les eaux libanaises.

SURIPELLACEAE

Cette famille comprend quatre genres dont deux représentés dans le phytoplancton marin: *Surirella* et *Campylodiscus* . Le principal critère chez la famille est la présence d'un raphé autour du bord valvaire. La plupart des espèces de ces deux genres sont littorales avec une large distribution géographique préférant les mers tempérées et subtropicales. Chromatophores en deux corps contre la paroi des valves.

Surirella Turpin

Cellules solitaires en vue cingulaire, valves asymétriques sur l'axe transapical, l'extrémité supérieure largement arrondie, l'autre extrémité proéminente. Surface valvaire striée, l'aire centrale souvent appelée pseudoraphé, linéaire, lancéolée et sombre. Chromatophores en deux corps situés contre la paroi de la frustule.

***Surirella ovata* Kützing - pl.XIII,fig.1.**

Kützing 1844, p.62; Hendey, 1964,p. 287; Dowidar,1976; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Longueur 25-50 μ , cette espèce est très commune en Atlantique du Nord et en Méditerranée. Signalée dans le canal de Suez, elle est récoltée sporadiquement en hiver sur nos côtes.

***Surirella ovalis* de Brébisson 1838 -pl.XIII,fig.2.**

de Brébisson,1838,p.17;Kützing,1844,p.61,pl.30; Hendey,1964,p.287; Lakkis et al.,1996.

De longueur 45-80 μ , cette espèce euryhaline des mers tempérées et en Méditerranée est signalée dans le canal de Suez. Elle est récoltée occasionnellement en hiver sur la côte libanaise.

***Surirella gemma* (Ehrenberg) Kützing- pl.XI,fig.5.**

Kützing 1844,p.62,pl.7,fig.11;Hendey,1964,p.288,pl.XL;Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Syn.:*Navicula gemma* Ehrenberg,1840a,p.156,pl.4.

Longueur valvaire:72-140 μ , largeur:32-56 μ ; espèce des mers tempérées, fréquente sur le littoral. Elle est rare sur la côte avec une fréquence de 33%.

***Surirella fastuosa* (Ehrenberg) Kützing -pl.XIII,fig.3.**

Kützing,1844,p.62,pl.28,fig.19;Hendey,1964; Dowidar,1976; Lakkis et al.,1996.

Syn.:*Navicula fastuosa* Ehrenberg,1840b,p.214.

Longueur des valves 60-130 μ , largeur 20-40 μ . Cette espèce des mers tempérées est confinée aux eaux dessalées .Présente en Méditerranée et dans le canal de Suez, elle est peu commune dans les eaux côtières et portuaires.

***Surirella fluminensis* Grunow - pl.XIII,fig.4.**

Rabenhorst, 1864, p.58; Subrahmanyam, 1946, p. 192, fig.438; Lakkis et al., 1996.

Syn.: *Suriraya fluminensis* Grunow.

Valve ovale, 50 μ de long et 35 μ de large. Signalée dans l'Indo-Pacifique, dans le canal de Suez et en Adriatique, cette espèce est rare sur nos côtes.

***Surirella* sp. pl.XI,fig.6 & pl.XLIV, fig.1.**

De détermination incertaine, cette espèce a été récoltée sur nos côtes par spécimens isolés et sporadiquement en novembre; elle ressemble fortement à *S.fastuosa*, mais de dimensions plus grandes et sans striations visibles dans la zone médiane.

Campylodiscus Ehrenberg

Cellules solitaires. Valves quasi circulaires. Surface valvaire avec striations radiales vers l'aire médiane, elliptique, striée et hyaline. Les axes des deux valves se croisent à angle droit.

***Campylodiscus fastuosus* Ehrenberg pl.XIII, fig. 5.**

Ehrenberg 1845b, p.361; Hendey, 1964; Travers, 1975; Dowidar, 1976; Lakkis et al., 1996.

Syn.: *C. parvulus* Wm. Smith, 1851; *C. thureti* de Brébisson, 1854.

De diamètre 5-60 μ , cette espèce littorale des plages sableuses, peut se trouver dans les mers tempérées, en Méditerranée et dans le canal de Suez. Elle est récoltée rarement sur la côte du Liban.

***Campylodiscus echeneis* Ehrenberg-pl.XIII, fig. 6.**

Ehrenberg 1840b, p.206; Hendey, 1964, p.291, pl.XL, fig.14; Lakkis *et al.*, 1996.

Syn.: *C. cribrosus* Wm. Smith 1853, p. 29, pl.7, fig.55.

Diamètre 20 μ , cette espèce euryhaline est présente dans les mers tempérées et subtropicales. Nous l'avons récoltée tout le long de l'année sauf l'été.

***Campylodiscus biangulatus* Greville**

Greville 1862, p.20, pl.3, fig.2; Sourmia, 1968 p.99, pl.XIII, fig.89; Lakkis *et al.*, 1996.

Diamètre 80-106 μ . Valves fortement ondulées, aire centrale large et rectiligne, arrondies aux extrémités apicales, côtes fortement marquées. Espèce indo-pacifique rencontrée en Atlantique et en Méditerranée. Elle est récoltée en nombre faible sur le littoral libanais.

Dinophyceae (Peridineae)

Caractères généraux

Dérivant du grec “*dino*=tournoyer”, *péridino*=tournoyer autour”, les Dinoflagellés ou Péridiniens constituent la classe des *Dinophyceae*. Ce sont des microalgues unicellulaires dont la taille varie de quelques micromètres à quelques millimètres. Les cellules sont le plus souvent libres, parfois coloniales. Quelques formes filamenteuses connues de ce groupe, ne sont pas planctoniques. Elles sont autotrophes ou mixotrophes, mobiles ou non, planctoniques ou benthiques, libres (le plus souvent), symbiotiques ou parasites d'organismes marins, ou continentaux. Nous ne traiterons dans cet inventaire floristique que les formes planctoniques marines trouvées dans le Bassin levantin y compris les eaux libanaises. Il est vrai que nombre des péridiniens sont dépourvus de chlorophylle et devraient ainsi être exclus du phytoplancton. Cependant trop de confusion persiste autour de ce groupe pour plusieurs raisons. Tout d'abord les auteurs ne précisent pas toujours dans leur description, le contenu cytoplasmique. Par ailleurs, les cellules colorées peuvent contenir d'autres pigments assimilateurs que la chlorophylle. On sait aussi que les dinoflagellés peuvent héberger des algues symbiotiques chlorophylliennes; aussi nombre d'espèces autotrophes peuvent être en même temps phagotrophes. Malgré la grande diversité morphologique et les types d'organisation, les dinoflagellés, selon Sournia (1990), possèdent les caractères communs suivants:

-Cellule à deux flagelles différents l'un de l'autre par leur structure et leur orientation, l'un étant logé dans le sillon équatorial de la thèque. Les deux flagelles peuvent être insérés vers le milieu ou à l'avant de la cellule, l'un logé dans le sillon équatorial (*cingulum*), est dirigé latéralement et l'autre antérieurement. Le flagelle orienté transversalement fait tourner la cellule autour d'elle-même; le second quand il n'est pas inséré à l'apex, est logé dans un sillon longitudinal ou “*sulcus*”; il exerce l'effort de propulsion.

-La thèque ou “*amphiesma*” inclut un système complexe de plaques cellulodiques.

-Le noyau développé présente des caractères primitifs bactériens. Les chromosomes restent condensés pendant l'interphase sous forme de granulations visibles au microscope optique avec une capsule péri-nucléaire.

Le noyau des dinoflagellés appelé *dinocaryon* ou *mésocaryon* est caractérisé par sa composition biochimique (absence d'histone) et par le mode de séparation des chromosomes (sans fuseau ni centromères) et leur insertion sur la membrane nucléaire. Une dizaine d'espèces sont connues pour posséder deux noyaux, l'un eucaryotique et l'autre dinocaryotique.

-Les pigments photosynthétiques, quand ils sont présents, comprennent, outre la chlorophylle *a* et chl. *c*, des caroténoïdes qui donnent à la cellule sa couleur rouge-orangée (carotène, péridinine, dinoxanthine et ses dérivés: pyrrhoxanthine, fucoxanthine et exceptionnellement phycobilines). Les substances de réserve sont constituées d'amidon et de granulations lipidiques. Les chloroplastes, en nombre et de forme variable selon les genres et espèces, se trouvent dans une enveloppe à trois membranes, leurs thylacoïdes sont groupés par trois. Les pyrénoides, s'ils sont présents sont intra-lamellaires ou pédonculés et toujours associés aux chloroplastes.

Le cycle biologique des dinoflagellés est complexe, car il inclut des stades morphologiques et biologiques très distincts. Chez une minorité de dinoflagellés, le cycle biologique est dominé par un stade immobile, le stade mobile constitue le dinospore. Une espèce donnée peut comporter des stades mobiles morphologiques distincts; un même type morphologique mobile ou immobile, peut se rencontrer chez des espèces très éloignées. La classification actuelle est basée surtout sur le stade immobile.

La division végétative est soit binaire, soit multiple; la thèque est soit rejetée avant ou après la division, soit conservée et partagée obliquement. Les dinoflagellés sont haploïdes, la sexualité mise en évidence chez une vingtaine d'espèces constitue une isogamie ou homothallie. Le zygote est mobile, de même aspect, mais plus volumineux que le stade végétatif et donne des **kystes** résistants ou temporaires. Ces kystes peuvent sédimenter et subsister plus ou moins longtemps sur le fond avant de germer en stade gymnodinoïde; sous cette forme kystale que sont connus les dinoflagellés fossiles.

La plupart des dinoflagellés possèdent des trichocystes propulsables par un jeu de filaments protéiques, pour lesquels diverses fonctions physiologiques sont envisagées: sensibilité mécanique, attaque défense et osmorégulation. Deux autres types d'organites éjectiles peuvent se rencontrer chez les cellules: les "mucocystes" (corps polyédriques assimilés à des sécrétions muqueuses) et les nématocystes rappelant les cnidocystes des coelentérés, existent uniquement chez trois genres des Gymnodiniales. Les pusules, organites propres à la classe des Péridiniens, se comportent comme des vacuoles pulsatiles permanentes situées à la base des flagelles, à rôle osmorégulateur.

Plusieurs autres différenciations, rares soient-elles, existent chez quelques dinoflagellés. Citons parmi elles: cystosomes, myofibrilles,

pseudopodes, stomatopodes, velum, tentacules, écailles organiques, granulations bioluminescentes, capsule péri-nucléaire, tâche oculaire (stigma), ocelloïdes, squelette interne, rhabdosomes, suçoirs etc. Ainsi, on voit que les dinoflagellés possèdent plusieurs caractères animaux: hétérotrophie, organites éjectiles ou préhensiles, motilité etc. Plusieurs auteurs les considèrent comme des protozoaires. Cette ambiguïté pose des problèmes d'ordre taxinomique puisque les principes de la nomenclature diffèrent chez les animaux et chez les plantes. Les phycologistes et phytoplanktonologistes considèrent les dinoflagellés, même ceux dépourvus de chlorophylle, comme des algues. Les dinoflagellés peuplent toutes les eaux, marines, douces et estuariennes. Ils sont faiblement clairsemés dans les mers tropicales ou formant des pullulations de plusieurs millions de cellules par litre, parfois toxiques (*Gonyaulax*, *Gymnodinium*). Il est certain que les grandes variabilités morphologiques et physiologiques confèrent à ces protistes une grande polyvalence écologique.

La systématique des Dinoflagellés adoptée actuellement est celle de Schiller (1931-37). Elle est basée sur les caractères morphologiques ou squelettiques pour les groupes où existent la thèque. La classification a toujours été basée sur la morphologie de la cellule et ses appendices ainsi que sur le nombre et la disposition des plaques cellulotiques lorsqu'elles existent. Les caractères biologiques (mode de vie et motilité) ont leur importance dans la systématique de cette classe. Les études biochimiques et génétiques ne sont pas encore très évidentes comme base pour la classification. La thèque des dinoflagellés (amphiesma) est d'importance primordiale dans les diagnoses, elle a été proposée par Schütt (1895). Elle comprend une membrane externe (plasmalemma) et une couche vésiculaire qui inclut un matériel cellulotique et une pellicule interne fibreuse non cellulotique, très résistante et lisse ne comportant pas d'excroissances. Un système de vacuoles et de microtubules est présent généralement dans la cellule. Ainsi on voit la limite entre Dinoflagellés nus sans thèque externe et les cuirassés. Les techniques de coloration et de microscopie électronique montrent que les flagellés nus possèdent un revêtement complexe ne contenant pas de plaquettes et une couche vésiculaire. Il n'en reste pas moins vrai que les péridiniens dépourvus d'une cuirasse sont fragiles et déformables, créant des confusions d'ordre taxinomique chez certains genres.

L'avant de la cellule est indiqué par la direction vers laquelle se dirige la cellule; mais les cellules non flagellées n'ont pas une orientation avant-arrière. L'axe antéro-postérieur est considéré comme longitudinal, la partie antérieure est dite apicale (son extrémité est l'apex), la partie postérieure est dite l'antapicale (son extrémité l'antapex). La face ventrale et dorsale sont déterminées par l'insertion médiale ou antéro-médiale des deux flagelles. Le sillon transversal, le moins développé creusant la cellule est appelé *cingulum*

(du latin:ceinture), le sillon longitudinal est le *sulcus* (du latin:sillon), celui-ci part du côté gauche et contourne la cellule pour finir du côté droit. Les deux sillons peuvent présenter des variantes dans l'orientation, leur distance et leur structure .

Les Dinoflagellés parasites qui sont nombreux dans le milieu marin ont été classés par Chatton dans le Traité de Zoologie de Grassé (1952). Dans le Manuel de Planctonologie Méditerranéenne; Trégouboff et Rose (1957) adoptent la classification mixte combinant celles de Schiller et de Chatton. On distingue chez les Péridiniens 2 sous-classes: *Adinida* formée de deux ordres et *Denifera* qui comprend 5 ordres,

Sous-classe ADINIDA

Formes primitives de dimensions très petites, corps recouvert soit d'une pellicule cellulosique, soit d'une coque bivalve, sans champs ni plaques distinctes et sans sillons flagellaires. Deux flagelles semblables, apicaux ou ventraux.

● **Ordre des ATHECATALES** Lindemann.

Corps arrondi, ovalaire, cordiforme ou lancéolé, plus ou moins aplati latéralement, sans sillons flagellaires apparents, 2 flagelles apicaux quasi semblables sortant à l'extérieur par une fente ou 2 pores; un flagelle antérieur longitudinal et l'autre transversal s'enroulant autour de l'apex.

● **Ordre des THECATALES** Lindemann

Corps revêtu d'une coque bivalve à suture sagittale, sans sillon flagellaire bien net. Corps arrondi, ovalaire ou ellipsoïdal, plus ou moins comprimé; deux flagelles semblables sans sillons flagellaires apparents. Division binaire par scission longitudinale.

Sous-classe DINIFERA

Formes de morphologie très diverse, soit nues, libres ou ecto et endoparasites, soit recouvertes d'une thèque bivalve ou cuirassée avec plaques distinctes. Deux sillons flagellaires et 2 flagelles semblables, insérés latéralement .

● **Ordre des DINOPHYSALES** Lindemann

Thèque à deux valves sub-symétriques avec 2 sillons flagellaires bien marqués dégageant l'épithèque, l'hypothèque et la ceinture (cingulum). Les bords des deux sillons se prolongent en collerettes pour le sillon transversal et en ailerons pour le sillon longitudinal. Deux flagelles dissemblables sortent

par un seul orifice situé dans le sillon longitudinal. Division binaire par scission longitudinale dans le plan sagittal.

● **Ordre des GYMNODIALES** Lindemann

Formes nues, libres, parfois coloniales. Corps nu de forme variable, sans thèque, souvent avec tabulation du périplaste, décelable après traitement au nitrate d'argent. Les deux sillons visibles des deux flagelles dissemblables permettent de distinguer les 3 parties du corps: épisome, hyposome et cingulum. Nombreuses formes animalisées présentent une nature péridinienne avec la structure des dinocaryons (noyaux) et des organites tels que trichites, trichocystes, nématocystes, cnidocystes, stigma, ocelles. Division binaire .

● **Ordre des PERIDINIALES** Schütt

Morphologie externe variable, cellule couverte d'une cuirasse constituée de champs ou de plaques distinctes, avec sillons flagellaires nettement marqués permettant de distinguer l'épithèque, l'hypothèque et la ceinture. Deux flagelles dissemblables sortant par une fente (ombile) située dans le sillon longitudinal. Cuirasses avec ornements divers par suite de l'adaptation à la vie pélagique. Sporulation observée chez quelques formes .

● **Ordre BLASTODINIALES** Schiller

Stades végétatifs ectoparasites ou endoparasites de divers Protistes (Péridiniens, Tintinnides, Radiolaires), dans les tubes digestifs et les cavités coelomiques des Métazoaires ou sur leurs oeufs (Copépodes, Poissons etc.). Multiplication binaire ou au moyen de dinospores ou des gamètes résultant de la palisporogénèse.

● **Ordre DINOCOCCALES**

Stades végétatifs en forme de kystes sphériques, fusiformes ou en croissant, à structure protococcoïdale. Multiplication soit par division du kyste primaire en 2-4 kystes secondaires, soit par la formation dans les kystes secondaires de dinospores. Le cycle évolutif reste encore mal connu. Dans son Atlas du Phytoplancton Marin, Sournia(1986) divise la classe des Dinophycées en 20 ordres dont 5 parasites ou symbiotiques. Les caractéristiques et les diagnostics des ordres trouvés et considérés dans notre région sont uniquement traités dans leur place respective.

Dans notre inventaire floristique ne traitant que les Dinoflagellés planctoniques du Bassin levantin, nous adoptons la classification de Schiller (1937) revue par Sournia (1986).

Classe SILICOFLAGELLATAE Borgert, 1891

Caractérisés par la présence d'un squelette siliceux, les silicoflagellés sont des phytoflagellés nanoplanctoniques autotrophes, possédant des chromoplastes et pourvus d'un seul flagelle. Ce groupe est apparenté à la classe des Chrysophycées aux, dont les dimensions oscillant entre 10 et 50 μ . Les Silicoflagellés qui paraissent avoir joué un rôle important dans le plancton des mers tertiaires, sont actuellement en régression nette, aussi bien quantitativement que qualitativement. Ces organismes constituent la nourriture exclusive de certaines larves d'Echinodermes nordiques ainsi que d'autres formes zooplanctoniques telles que les Copépodes et les Thaliacés. Les Silicoflagellés sont abondantes en Méditerranée en hiver et automne. L'espèce *Dicthyocha fibula* se rencontre en surface et en été préférant les eaux chaudes, alors que les espèces *Dicthyocha speculum* et *D. octonaria* affectionnent les eaux froides; on les trouve à la uniquement en hiver. Les Silicoflagellés qui sont eurythermes et euryhalines, présentant des variétés squelettiques dues aux variations de la température ambiante et de la salinité. La systématique des Silicoflagellés est simple; ils ne comprennent qu'une seule famille, *Dicthyochidae* avec l'unique genre *Dicthyocha* et 4 espèces avec de nombreuses variétés (Tab. VIII.1)

DICTYOCHIDAE Lemmermann

Dictyocha Ehenberg

Anneau basal polygonal avec 4-9 côtés, ornés chacun d'une épine de soutien dirigée vers le bas avec autant de cornes radiales que d'angles.

Dictyocha fibula Ehr. v. *stapedia* (Haek.) Lemm.-pl.L

Trégouboff et Rose, 78, pl. 18; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.

Anneau basal carré ou rhomboïdal, 4 cornes radiales, 4 épines de soutien en forme de H. Sur 4 variétés principales de *D. fibula*, var. *stapedia* étant la plus commune dans les eaux libanaises, plus fréquente en hiver et automne.

Dictyocha speculum Ehrenb.-pl.L

Trégouboff et Rose, 78, pl. 18; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.

Anneau basal hexagonal avec 6 cornes radiales et 6 épines de soutien. Espèce rare dans nos eaux, récoltée en hiver.

Dictyocha octonaria Ehrenb. pl.L.

Trégouboff et Rose, 78, pl. 18; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981

Anneau basal octogonal avec 8 cornes radiales et 8 épines de soutien, relié à l'anneau octogonal apical par 8 tubes. Espèce rare, récoltée en hiver.

Ordre EBRIIDAE Hönigberg *et al.*, 1964

Thèque légère, dépourvue de plaques. Sillons absents. Squelette interne siliceux. Flagelles insérés antérieurement ou sub-apicalement, de longueur et d'orientation différentes. Chloroplastes absents. Ordre exclusivement marin. Ces protistes, très abondants et diversifiés au Tertiaire, ne sont plus représentés actuellement que par deux genres de la famille des *Ebriaceae*.

EBRIACEAE Lemmermann, 1901

Ebria Borgert

Borgert, 1891; [*Ebrius*:ivre]; Sournia, 1986.

Syn.: *Piectanium* Haeckel, partim

Squelette à triode initial, proclades simples, réunis par des synclades antérieurs en un anneau apical. Cellules globuleuses ou ovoïdes, diamètre 20-40 μ . Squelette à symétrie ternaire avec des alvéoles arrondies formant une nacelle. Noyau avec caryosome de type intermédiaire entre protocaryon et dinocaryon. L'insertion et la direction des flagelles ne sont pas précises.

Ebria tripartita Hada - pl.XVIII, fig.1; pl.LVIIC

Hada, 1967; Sournia, 1968; Travers, 1975, p.68; Dowidar, 1976; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981;

Présente en Méditerranée occidentale et rarement signalée dans le canal de Suez, elle est rencontrée sporadiquement dans les eaux libanaises en hiver avec une fréquence faible de 25%.

Hermesinum Zacharias

Zacharias, 1906; [dédié au Dr.Hermes], Sournia, 1986.

Corps cytoplasmique ovoïdal, légèrement aplati du côté ventral. Flagelles courts inégaux. Noyau-dinocaryon typique. Cellules losangiques, aux extrémités pointues. Hauteur: 35-50 μ . Squelette dissymétrique. Cytoplasme coloré en jaune-rosé sans chloroplastes. Deux espèces se rencontrent sur les mers tropicales et tempérées, dont une existe sur nos côtes.

Hermesinum adriaticum Zacharias 1906- pl.XVIII, fig.2.

Zacharias 1906; Sournia, 1986; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p.135.

Espèce côtière et estuarienne des mers tropicales ou tempérées, elle est présente en Méditerranée, dans le canal de Suez et le Bassin levantin. Récoltée en hiver sur nos côtes en nombre faible et avec une fréquence de 25%.

Classe DINOFLAGELLATA (PERIDINEAE)

Ordre PROROCENTRALES Lemmermann, 1910

PROROCENTRACEA Stein, 1883

Cellules petites ayant deux flagelles insérés apicalement et dirigés perpendiculairement l'un à l'autre. Thèque constituée de deux valves. Sillons absents. Chloroplastes présents.

Prorocentrum Ehrenberg-pl.LXI.

Ehrenberg, 1834 ; Sournia, 1986 [*pro*: en avant; *kentron*: aiguillon]; Dodge, 1975b, 1982.

Syn.: *Exuviella* Cienkowski; Dodge, 1965; Balech, 1971b.

Cellules arrondies, lancéolées, cordiformes ou sigmoïdes, aplaties latéralement. Thèque formée de deux valves latérales couvertes ou non de spinules. L'une des valves porte une encoche apicale tapissée de plusieurs plaques autour d'un ou deux pores; l'une de ces plaquettes porte une épine ou une dent bien visible. Les deux flagelles sont issus de l'un ou des deux pores apicaux, parallèles à leur base, pour devenir ensuite perpendiculaires, l'un lisse, l'autre rubanné. Un ou deux chloroplastes.

La distinction entre *Exuviella* et *Prorocentrum*, abolie par Abé (1967a), est abandonnée actuellement par tous les spécialistes. Les détails de cette distinction résident dans l'origine et la direction des flagelles. Selon Sournia (1986), 70 noms d'espèces dans ce genre sont décrites, outre divers taxons infraspécifiques; elles sont répandues dans toutes les mers du globe; alors que Dodge (1975) n'en retient que 21 espèces dont 11 sont présentes dans les eaux côtières du Liban. Les principaux critères à considérer sont: le contour cellulaire, la taille de la cellule, la dent apicale et la différenciation valvaire. Ces critères ne sont pas suffisants pour distinguer des espèces voisines, le microscope électronique à balayage serait indispensable si on veut aller aux détails taxinomiques. La production de toxines a été démontrée chez quelques espèces (Lassus, 1988). La formation des eaux rouges due à ce genre sont fréquentes dans plusieurs régions côtières ou estuariennes de la Méditerranée. Quelques formes toxiques ont été signalées dans les eaux côtières libanaises sans toutefois provoquer des cas d'intoxication (Lakkis, 1998 ; Lakkis & Zeidane, 1997).

***Prorocentrum lima* (Ehrenberg) Dodge-pl.XVIII,fig.3.**

Dodge, 1975b, p. 109, fig. 1E,F, pl. 1B,C; 1982, p. 30, figs. 2G,H; Dowidar, 1976; Lakkis, 1991b.

Syn.: *Exuviella marina* Cienkowski, 1881, p. 159, figs. 36, 37; *P. marinum* Dodge & Bibby,

Cellule plus ou moins ovale, large derrière le centre, extrémité antérieure indentée, theque épaisse. Chloroplastes à deux plaques, un ou deux pyrénoides, noyau postérieur. Longueur 32-50 μ , largeur 20-28 μ ; présente en Méditerranée et signalée dans le canal de Suez, cette espèce littorale, cosmopolite, est rarement récoltée dans les eaux côtières du Liban.

Tableau VIII.1–Liste et distribution spatio-temporelle des espèces de Dinoflagellés trouvées dans les eaux côtières, néritiques et pélagiques libanaises entre 1965 et 2005. Symboles utilisés: X = espèce occasionnelle, R= espèce Rare, fréquence 1 à 20 % ; C= Commune , fréquence 21 et 40% ; A= Abondante , fréquence: 41-60% ; D= Dominante , fréquence > 61 % ;N= Néritique; O = Océanique ; H = Hivernale; P= Printanière ; E = Estivale ; A = automnale ; * = espèce indo- pacifique.

T A X O N S	Abond. relative	Distribution géographique	Distribution saisonnière
DINOPHYCEAE	-	-	-
<i>Adinimonas oviforme</i>	X	N	A
<i>Adinimonas carterae</i>	X	N	P
<i>Alexandrium minutum</i>	R	N,O	E,A
<i>Amphidinium</i> spp.	C	N	P
* <i>Amphisolenia bidentata</i>	C	N,O	H,P,A
<i>Amphisolenia clavipes</i>	X	N	H
<i>Amphisolenia palmata</i>	X	N	H
<i>Amphisolenia quadrispina</i>	X	N	H
<i>Amphisolenia spinulosa</i>	X	N	A
<i>Amphisolenia truncata</i>	X	N	H,P
<i>Asterodinium gracile</i>	X	N	A
* <i>Blepharocysta splendor-maris</i>	R	N	H,P
<i>Brachydinium capitatum</i>	R	N	P,E
<i>Cenchrudinium globosum</i>	R	N	P,E
<i>Cenchrudinium globosum</i>	X	N	A
<i>Cenchrudinium sphaerula</i>	R	N	A
<i>Centrodinium complanatum</i>	R	O	E,A
<i>Centrodinium maximum</i>	X	N	A
<i>Ceratium arietinum</i> Cleve.f. <i>detortum</i>	R	N	E,A
<i>Ceratium azoricum</i>	R	O	P,E,A
<i>Ceratium belone</i>	R	O	H
<i>Ceratium breve</i> var. <i>schmidtii</i>	R	O	H,A
<i>Ceratium buceros</i>	R	N,O	H,P
<i>Ceratium buceros</i> forma <i>tennuissimum</i>	R	N,O	H,,A
* <i>Ceratium candelabrum</i>	C	N,O	H,P
<i>Ceratium candelabrum</i> var. <i>depressum</i>	R	N,O	H,P,E,A
* <i>Ceratium carriense</i> var. <i>carriense</i>	C	N,O	H,P,A
<i>Ceratium carriense</i> var. <i>volans</i>	R	N,O	H,A
<i>Ceratium concilians</i>	X	N,O	H,A
* <i>Ceratium contortum</i> v. <i>contortum</i>	X	N,O	A
<i>Ceratium contortum</i> var. <i>karsteni</i>	C	N,O	A
* <i>Ceratium contrarium</i> f. <i>contrarium</i>	R	N,O	A
<i>Ceratium declinatum</i> f. <i>brachiatum</i>	X	N,O	A
<i>Ceratium declinatum</i> f. <i>normale</i>	X	N,O	P,E,A
<i>Ceratium deflexum</i>	X	N,O	A
* <i>Ceratium dens</i>	X	N,O	H
<i>Ceratium digitatum</i>	R	N,O	E,A
<i>Ceratium ehrenbergii</i>	X	O	E,A
* <i>Ceratium aegyptiacum</i> f. <i>suezensis</i>	C	N,O	E,A
<i>Ceratium eucarvatum</i>	X	N,O	E,A

<i>Ceratium extensum</i> f. <i>extensum</i>	R	N	E,A
<i>Ceratium falcatifforme</i>	R	N,O	E,A
<i>Ceratium falcatum</i>	R	N,O	H,P,E,A
* <i>Ceratium furca</i> v. <i>eugrammum</i>	R	N,O	A
<i>Ceratium furca</i> var. <i>furca</i>	D	O	H,P,E,A
* <i>Ceratium fusus</i> var. <i>schuetti</i>	A	N,O	H
* <i>Ceratium fusus</i> var. <i>seta</i>	A	N,O	H
<i>Ceratium gibberum</i> var. <i>dispar</i>	X	O	H,P,E
* <i>Ceratium gravidum</i>	C	O	P,E,A
<i>Ceratium hexacantum</i> f. <i>spirale</i>	X	N,O	H,P
<i>Ceratium hexacantum</i> var. <i>contortum</i>	X	N,O	H
<i>Ceratium hexacantum</i> var. <i>hexacantum</i>	X	N	A
* <i>Ceratium horridum</i> var. <i>inclinatum</i>	C	N,O	P,E,A
* <i>Ceratium incisum</i>	X	O	P,E,A
<i>Ceratium inflatum</i>	C	O	E
<i>Ceratium kofoidi</i>	C	O	P,E,A
* <i>Ceratium limulus</i>	X	N,O	H
<i>Ceratium longinum</i>	X	N,O	H
<i>Ceratium longirostrum</i>	X	N,O	H,P,E,A
<i>Ceratium lunula</i>	R	N,O	P,A
<i>Ceratium macroceros</i> var. <i>gallicum</i>	A	N	P
* <i>Ceratium macroceros</i>	R	N	A
<i>Ceratium massiliense</i>	C	O	H
<i>Ceratium massiliense</i> var. <i>protuberans</i>	C	N	P,A
<i>Ceratium minutum</i>	R	N,O	H,A
<i>Ceratium paradoxides</i>	X	N,O	H,P,E,A
<i>Ceratium pavillardii</i>	R	N	P,E,A
* <i>Ceratium pentagonum</i> f. <i>tenerum</i>	X	N,O	A
<i>Ceratium pentagonum</i> f. <i>turgidum</i>	C	N	H,P,E,A
<i>Ceratium platycorne</i> f. <i>cuneatum</i>	R	O	H
<i>Ceratium pulchellum</i>	A	N	E,A
<i>Ceratium pulchellum</i> f. <i>tripodioides</i>	X	O	H,A
<i>Ceratium praelongum</i>	X	O	E,A
<i>Ceratium ranipes</i> f. <i>palmata</i>	R	N	A
* <i>Ceratium reflexum</i>	X	N,O	H,P,A
<i>Ceratium schmidtii</i>	X	N,O	H,A
<i>Ceratium setaceum</i>	X	N,O	H,P,E,A
<i>Ceratium symmetricum</i>	C	N,P	H,P,E
<i>Ceratium teres</i>	C	N,O	H,E,A
<i>Ceratium trichoceros</i>	C	N	H,P,E
<i>Ceratium tripos</i> f. <i>ponticum</i>	R	N,O	H
<i>Ceratium tripos</i> v. <i>atlanticum</i>	R	N	H,P,E
* <i>Ceratium vultur</i> v. <i>sumatranum</i>	C	N,O	P
<i>Ceratocorys armata</i>	R	N	A
* <i>Ceratocorys bipes</i>	R	O	H,P,A
<i>Ceratocorys gourreti</i>	R	N	H,E
* <i>Ceratocorys horrida</i>	R	N	A
* <i>Cladopyxis brachiolata</i>	C	N	H,P,A
* <i>Dinophysis acuminata</i>	R	N,O	H,E
<i>Dinophysis acuta</i>	X	N	H,P,E,A

<i>Dinophysis acutoides</i>	X	N,O	E
<i>Dinophysis amandula</i>	X	N	H,P,E,A
<i>Dinophysis argus</i>	R	N,O	A
<i>Dinophysis caudata</i>	X	N,P	H
<i>Dinophysis circumscuta</i>	D	N	H,P,A
<i>Dinophysis cuneus</i>	X	N	H,P
<i>Dinophysis doryphorum</i>	X	N	A
<i>Dinophysis expulsa</i>	R	N	P
<i>Dinophysis fortii</i>	R	O	H
<i>Dinophysis hastata</i> f.hastata	X	N,O	H,P
<i>Dinophysis hindmarchi</i>	X	N	E,A
<i>Dinophysis infundibulus</i>	R	O	E
<i>Dinophysis mitra</i>	R	N	P
<i>Dinophysis odiosa</i>	R	N,O	H,P,E,A
<i>Dinophysis operculata</i>	X	N,O	P
<i>Dinophysis parvula</i>	X	N	P
<i>Dinophysis porodictyum</i>	R	N	P,E
<i>Dinophysis rapa</i>	R	N	P
<i>Dinophysis recurva</i>	R	N	P
<i>Dinophysis rotundatum</i>	R	N	H,A
<i>Dinophysis schroederi</i>	R	O	P
<i>Dinophysis schuetti</i>	X	N,O	E
<i>Dinophysis similis</i>	R	N,O	H
<i>Dinophysis sphaerica</i>	X	N	H
<i>Dinophysis tripos</i>	X	N	P,E,A
* <i>Diplopsalis lenticula</i>	R	N	H,P
<i>Diplopsalis</i> sp.	A	O	P
<i>Goniodoma polyedricum</i>	C	O	H,P
<i>Goniodoma sphaericum</i>	R	O	H,P
<i>Gonyaulax birostris</i>	X	O	H,P
<i>Gonyaulax digitalis</i>	X	N,O	P
<i>Gonyaulax milneri</i>	X	N	H,A
* <i>Gonyaulax minima</i>	X	N,O	H
<i>Gonyaulax monacantha</i>	R	N,O	H,P,A
<i>Gonyaulax .pacifica</i>	X	N,O	H,P,A
<i>Gonyaulax polyedra</i>	X	N	H,P
* <i>Gonyaulax polygramma</i>	C	N	A
* <i>Gonyaulax spinifera</i>	C	N	A
<i>Gonyaulax subulata</i>	C	N	E
<i>Gymnodinium canus</i>	X	N	E
<i>Gymnodinium galatheanum</i>	X	N	P,E
<i>Gymnodinium splendens</i>	X	O	P
<i>Gymnodinium</i> spp.	C	N,O	P
<i>Gyrodinium contortum</i>	X	O	H,A
<i>Heterodinium fides</i>	R	N	E
<i>Heterodinium leiorhynchus</i>	X	N	E,A
<i>Heterodinium mediocre</i>	R	N,O	P,E,A
<i>Heterodinium regdener</i>	X	N,O	P,E
<i>Histioneis hyalina</i>	X	N,O	P,E
<i>Histioneis longicollis</i>	X	N	P,E

<i>Kofoidinium splendens</i>	X	N	H,P
<i>Kofoidinium.velleoides</i>	X	N,O	A
<i>Minuscula bipes</i>	X	O	H
<i>Noctiluca miliaris</i>	X	N	H
<i>Ornithocercus carolinae</i>	R	O	H,P
<i>Ornithocercus geniculatus</i>	C	N	H,P
<i>Ornithocercus heteroporus</i>	C	N,O	H,A
* <i>Ornithocercus magnificus</i>	R	O	A
* <i>Ornithocercus quadratus</i>	R	N	H,A
* <i>Ornithocercus splendidus</i>	C.	N	E
<i>Ornithocercus steini</i>	R	O	A
<i>Oxytoxum constrictum</i>	R	N	P,A
<i>Oxytoxum elegans</i>	R	N	P,A
<i>Oxytoxum longipes</i>	R	N	E
<i>Oxytoxum milneri</i>	R	N,O	P,A
<i>Oxytoxum reticulatum</i>	R	N	E,A
<i>Oxytoxum scolopax</i>	R	N	P,A
<i>Oxytoxum sphaeroideum</i>	R	N	H,P
<i>Oxytoxum tessellatum</i>	R	N	E
<i>Oxytoxum variabile</i>	R	N	P,A
<i>Oxytoxum viride</i>	C	N	A
<i>Pavillardinium intermedium</i>	R	N	P
<i>Protoperidinium (Peridinium) abei</i>	X	N,O	E,P
<i>Protoperidinium achromaticum</i>	X	N	P
<i>Protoperidinium breve</i>	R	N	P,E
<i>Protoperidinium brochi</i>	R	N	P
<i>Protoperidinium brochi</i> f. <i>inflatum</i>	R	N,O	P
<i>Protoperidinium cerasus</i>	X	N	P
<i>Protoperidinium claudicans</i>	X	N	P
* <i>Protoperidinium conicum</i>	R	N	E
<i>Protoperidinium conicum</i> f. <i>concava</i>	R	N	E
* <i>Protoperidinium crassipes</i>	R	N	E
<i>Protoperidinium curtipes</i>	X	N,O	E
<i>Protoperidinium curvipes</i>	X	N	P,E
<i>Protoperidinium deficiens</i>	X	N,O	P,A
* <i>Protoperidinium depressum</i>	X	N	P,A
* <i>Protoperidinium divergens</i>	C	N,O	E,A
* <i>Protoperidinium globulus</i>	C	N	H,P,E,A
<i>Protoperidinium globulus</i> v. <i>ovatum</i>	C	N	P
<i>Protop. globules</i> var. <i>quarnerense</i>	R	N,O	P
<i>Protoperidinium grande</i>	C	N	P,E
<i>Protoperidinium grani</i>	R	N	P
<i>Protoperidinium hirobis</i>	R	N	P,E
<i>Protoperidinium latissimum</i>	C	N	P,E,A
<i>Protoperidinium leonis</i>	X	N	H
<i>Protoperidinium mediterraneum</i>	R	N,O	P,E
<i>Protoperidinium minutum</i>	C	N,O	P
<i>Protoperidinium nux</i>	R	N	H,P
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	R	O	P,E
<i>Protoperidinium pedunculatum</i>	C	N	P

<i>Protopteridinium pellucidum</i>	C	N	P
<i>Protopteridinium pentagonum</i>	R	N	H,P
<i>Protopteridinium piriforme</i>	C	N	E
<i>Protopteridinium quinquecorne</i>	R	N	E
<i>Protopteridinium sphaericum</i>	C	O	E
<i>Protopteridinium spiniferum</i>	X	O	E,A
<i>Protopteridinium solidicorne</i>	X	N,O	E,A
<i>Protopteridinium steini</i>	X	N,O	H,P,E,A
<i>Protopteridinium subinermis</i>	C	N	H,P,E,A
<i>Proto. subinermis var. punctulatum</i>	C	N	H
<i>Protopteridinium trochoideum</i>	R	N	H,P
<i>Podolampas bipes</i>	C	N,O	A
<i>Podolampas elegans</i>	C	N	A
<i>Podolampas palmipes</i>	R	N	H,P,A
<i>Podolampas spinifera</i>	X	N	H,P
<i>Pronoctiluca pelagica</i>	R	N	H,P
<i>Pronoctiluca spinifera</i>	R	N	P,E,A
<i>Prorocentrum adriaticum</i>	R	N	P,E,A
<i>Prorocentrum arcuatum</i>	R	N	P,E,A
<i>Prorocentrum balticum</i>	R	N	P,E,A
<i>Prorocentrum compressum</i>	R	N	P,E,A
<i>Prorocentrum cordatum</i>	C	N	H,P
<i>Prorocentrum gracile</i>	C	N,O	H,P
<i>Prorocentrum lima</i>	R	N	H,P,E,A
<i>Prorocentrum micans</i>	R	O	E,A
<i>Prorocentrum rotundatum</i> r	C	N,O	P
<i>Prorocentrum schilleri</i>	R	N,O	H
<i>Pyrocystis elegans</i>	C	O	H,P,E,A
<i>Pyrocystis fusiformis</i>	R	O	P,A
<i>Pyrocystis hamulus</i> Cleve	R	O	H,A
<i>Pyrocystis lunula</i> Schütt	X	N,O	H,A
<i>Pyrophacus horologium</i>	R	O	H,A
<i>Spiraulax jolliffei</i>	C	O	H,A
<i>Tripodosolenia truncata</i>	R	O	P,A
SILICOFLAGELLATA	-	-	-
<i>Calciosolenia</i> sp.	R	O	H,A
<i>Calyptrorphaera globosa</i>	R	O	H,A
<i>Dictyocha fibula</i> v. <i>stapedia</i>	X	O	H,A
<i>Dictyocha octonaria</i>	C	O	H,A
<i>Dictyocha speculum</i>	X	N,O	H,A
EBRIIDAE	-	-	-
<i>Ebria tripartita</i>	R	O	H,A
<i>Hermesinium adriaticum</i>	X	O	H,A

Prorocentrum compressum (Bailey) Abé ex Dodge - pl.XVIII,fig.4.

Dodge,1975b, p.110,figs.2F,4H;1982,p.31,fig.21;Lakkis,1991b; Abé,1967,p.373,

Syn.:*Exuviella compressa* Bailey, 1850; *E. oblonga* Schiller,1928b.

Longueur 30-50 μ , largeur 25 μ ; espèce océanique répandue dans les mers tempérées et tropicales et en Méditerranée. Elle est présente en nombre faible au printemps et en automne aux stations côtières avec une fréquence de 67%.

Prorocentrum micans Ehrenberg - pl. XVII, fig. 10.

Ehrenberg, 1833, p. 307; Taylor, 1976; Dodge, 1982, p. 32, fig. 2K; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.
Syn.: *P. schilleri*, Bohm in Schiller, 1933, p. 38, figs 40a-e.

Cette espèce, la plus abondante du genre, présente de grande variabilité morphologique; plusieurs auteurs ont décrit des formes géographiques attribuées à des espèces différentes du genre. Espèce cosmopolite, elle est assez commune sur nos côtes, récoltée au printemps surtout dans les stations portuaires avec fréquence de 42%.

Prorocentrum gracile Schütt - pl. XVIII, fig. 5.

Schütt, 1895, pl. 1, fig. 3; Dodge, 1982, p. 33; Balech, 1988; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.
Syn.: *P. hentschellii* Schiller, 1933, p. 37, figs 38a,b.

Cellule allongée, lancéolée avec extrémité antérieure arrondie à épine longue et aigüe, et postérieure pointue; plaques thécales avec pores trychocyste. De longueur variant entre 40 et 60 μ et une largeur de 10-15 μ , cette espèce peut être confondue avec *P. micans* de laquelle elle s'en distingue par une épine antérieure plus longue et une longueur deux fois sa largeur. Espèce cosmopolite, récoltée en hiver et au printemps en quantité modérée.

Prorocentrum dentatum Stein - pl. XVII, fig. 11.

Stein, 1883, pl. 1, figs. 14, 15; Dodge, 1982, p. 34, fig. 2R; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.
Syn.: *P. obtusidens* Schiller, 1928b, p. 57, fig. 15.

Cellule allongée, en forme de coeur L=36-60 μ , l=15-20 μ ; extrémité postérieure pointue, extrémité antérieure à deux dents une plus proéminente et plus pointue que l'autre. rare sur nos côtes.

Prorocentrum balticum (Lohmann) Loeblich - pl. XVIII, fig. 6.

Loeblich, 1980, p. 906; Dodge, 1982, p. 35; Balech, 1988, p. 33, pl. 4, figs. 5-6; Lakkis *et al.*, 1996.
Syn.: *Exuviella baltica* Lohmann, 1908, p. 265, pl. 17, figs 1a,b.

Cellule arrondie ou légèrement ovales en vue valvaire avec des projections apicales derrière les pores flagellaires; plaques thécales couvertes de minuscules épines, noyau sub-sphérique en position postérieure. Longueur 9-10 μ , largeur 7-20 μ . Espèce des mers tempérées et froides, rarement observée sur nos côtes.

Prorocentrum cordatum (Ostenfeld) Dodge - pl. XVIII, fig. 7

Dodge, 1975b, p. 118, fig. 2H; Taylor, 1976, p. 22, pl. 1, figs. 14, 15; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.
Syn.: *Exuviella cordata* Ostenfeld 1901, p. 134, fig. 4; Schiller, 1931, p. 23, fig. 18c.

Cette espèce largement distribuée dans les mers tropicales; signalée dans le canal de Suez; récoltée dans nos eaux avec une fréquence de 58%.

***Prorocentrum adriaticum* Schiller - pl.XVIII,fig.11.**

Schiller,1931; Rampi,1978; Dowidar,1976; Travers,1975,p.67; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Une seule épine robuste plus ou moins longue dans l'aire apicale. Thèque sigmoïde étroite et longue .Longueur entre 40 et 70 μ , rare sur nos côtes.

***Prorocentrum rotundatum* Schiller - pl.XVIII, fig.8.**

Schiller,1931; Taylor,1976; Travers,1975; Dowidar,1976.; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Thèque ovale ou en forme de coeur, légèrement asymétrique avec un bord dorsal plus convexe que le bord ventral, aire porale aplatie. De longueur 25-50 μ , elle est signalée dans le canal de Suez et récoltée en nombre faible au printemps dans les eaux libanaises.

***Prorocentrum oblongum* (Schiller) Abé -pl.XVIII,fig.9.**

Abé,1967a; Dowidar,1976,p.246; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Syn.: *P. ovalis* Rampi , *sensu* Silva 1952b.-

Cette espèce voisine de *P.compressum*, mais plus petite, est rarement observée dans nos eaux du large, plus fréquente au printemps et en été.

***Prorocentrum arcuatum* Issel-pl.XVIII ,fig.10.**

Issel, 1928; Rampi & Bernhard,1980; Tomas,1997; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Thèque allongée avec côté dorsal convexe et ventral légèrement concave, apex arrondi muni d'une épine robuste et pointue; longueur entre 50 et 70 μ . Cette espèce rare est récoltée sporadiquement en hiver dans nos eaux côtières

Cenchrudinium Ehrenberg

Corps ellipsoïde ou oviforme, valves avec pores localisés surtout dans la partie antérieure. A l'apex on distingue un tube membraneux, droit ou courbé, par lequel sortent les flagelles.

***Cenchrudinium globosum* (Williamson) Stein-pl. XVII,fig.7.**

Stein ,1883; Travers,1975,p.64;Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.131.

Assez rare en Méditerranée, où elle est récoltée dans la colonne d'eau 0-70m, cette espèce est récoltée entre avril et août avec une fréquence de 58% .

***Cenchrudinium sphaerula* Ehrenberg 1854-pl.XVII,fig.8 .**

Ehrenberg ,1854; Travers,1975,p.64;Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.131; Lakkis,1991b

Plus rare que la précédente, cette espèce est récoltée sporadiquement dans les eaux néritiques et en surface, en été et en automne .

Ordre DINOPHYSALES Lindemann,1928

Cellules aplaties latéralement, de formes et dimensions diverses. Sillons prolongés par des collerettes cingulaires et par des ailettes sulcales.

Epithèque en deux valves gauche et droite, chacune d'elles composée de plusieurs plaques, sans pore apical, parsemées de pores ou poroïdes. Outre l'organisation bilatérale, la thèque présente un système de tabulation comportant de l'avant vers l'arrière 2 plaques apicales très petites, 4 épithécales, 4 cingulaires, 4 sulcales et 4 hypothécales, soit au total 18 plaques. L'ailette sulcale droite provient de la plaque dorsale H3, la gauche, plus grande provient des deux petites plaques H1 et H4 et elle est sous-tendue parfois par des côtes ou épines (R1, R2, R3). Les quatre plaques sulcales sont: la plaque antérieure *Sa*, postérieure *Sp* la plus développée, plaque gauche ou senestre *Ss* et plaque droite *Sd*. Chloroplastes présents ou non, cytoplasme coloré par des pigments non chlorophylliens d'origine symbiotique "phaeosomes". Exclusivement marin, cet ordre montre une affinité thermophile

DINOPHYSACEAE Stein, 1883

Dinophysis Ehrenberg-pl.LIC

Ehrenberg, 1839b; Sournia, 1986 [*Physis*: nature, forme; ou *Physa*: soufflet, bulle].

Syn.: *Phalacroma* Jørgensen, 1923; Schiller, 1928a; Dodge, 1982.;

Cellules de taille variant entre 30 et 100 μ . Cingulum plus ou moins antérieur, bordé par deux collerettes dont la hauteur ne dépasse guère celle du cingulum ou celle de l'épithèque. Sulcus plutôt court, bordé par deux ailettes peu développées. Hypothèque prolongée ou non par une expansion ou une épine. Chloroplastes souvent absents; phaesomes absents. Près de 200 espèces sont actuellement signalées dans la littérature mais plusieurs d'entre elles ne sont pas suffisamment décrites. Une trentaine d'espèces sont signalées en Méditerranée, dont 28 espèces ont été trouvées au Liban. Certaines espèces produisent des substances toxiques de nature PSP et DSP par consommation de bivalves contaminés (moules, pecten, huîtres etc...).

Dinophysis acuminata Claparède & Lachmann-pl.XXXI, fig.1; pl.LVC.

Claparède & Lachmann, 1859, p.408; Balech, 1988; Dodge, 1982; Lakkis et Zeidane, 1995.

Syn.: *D. borealis* Paulsen 1949-, p.46, figs.14 K-U, 15.

Cellule allongée et étroite en vue latérale sans protubérances ventrales et antapicales. Epithèque réduite aplatie ou légèrement convexe. Cingulum profond du côté dorsal. Longueur de la thèque: 70-95 μ , bords dorsal et ventral presque droits et parallèles, région antapicale tronquée obliquement. Forme toxique sur les côtes de France (Lassus, 1988), l'espèce est citée dans les eaux d'Alexandrie. Nous l'avons récoltée sur nos côtes vers le début de l'été en nombre très faible ne dépassant pas 20-25 cellules.m⁻³.

Dinophysis schroederi Pavillard - pl. XXXI, fig.9.

Pavillard, 1909, p.284, fig.5; Balech, 1988, p.43, pl.7; Travers, 1975; Lakkis & Zeidane, 1995.

Côté antapical sub-conique, épithèque aplatie et réduite, bord ventral droit, côté dorsal convexe. Ailette sulcale occupant tout le bord ventral. Longueur: 65-76 μ , largeur: 44-52 μ . Cette espèce cantonne les mers chaudes; signalée en Méditerranée, rare sur nos côtes, surtout au printemps.

Dinophysis ovum Schütt-pl.XXXI,fig.6, pl.XLI fig.12.

Schütt,1895,pl.1,fig.6;Schiller,1933,p.116,fig.100;Dodge,1982; Lakkis & Zeidane,1995

Syn.: *D. brevisulcus* Tai & Skogsberg 1928 partim,p.430,figs.3a-k.

De longueur:44-58 μ , largeur:35-40 μ ., cette espèce est signalée dans l'Atlantique, en Méditerranée et dans l'Indo-Pacifique. Elle est sporadique sur nos côtes, trouvée surtout en mai.

Dinophysis recurva Kofoid & Skogsberg - pl.XXX,fig.2.

Kofoid & Skogsberg,1928, p.228; Schiller, 1933; Dodge, 1982.; Lakkis & Zeidane, 1995

Syn.: *D. lenticula* Pavillard, 1916, p.59, pl.3, fig.6; Lebour, 1925, p.81 pl.12, fig.4.

Cellule ovoïde avec petite épithèque et hypothèque large. Thèque régulièrement aréolée ou ponctuée; chloroplastes jaunes présents. Longueur 40-50 μ , largeur 25-35 μ ; cette espèce habite les mers tempérées, tropicales et la Méditerranée ; récoltée en petit nombre en avril-mai .

Dinophysis rotundata Claparède & Lachman - pl.XXXI,fig.2; pl.LIIIC

Claparède & Lachman,1859,p.6,pl.20; Dodge,1982; Balech,1988; Lakkis & Zeidane,1995.

Syn.: *Phalacroma rotundatum* Kof. & Michener,1911; *D. whittingae* Balech,1971.

Forme circulaire en vue latérale avec épithèque arrondie, aplatie à l'apex. Ailette dépassant la moitié de la theque. Longueur 25-33 μ , largeur 20-26 μ . Signalée dans l'Atlantique nord et en Méditerranée,elle est récoltée sporadiquement sur nos côtes.

Dinophysis sphaerica Stein - pl.XXIX,fig.6.

Stein,1883; Schütt,1895,pl.1,fig.7; Jørgensen,1923; Travers, 1975; Lakkis & Zeidane,1995.

Syn.: *D. similis* Kof. & Skog.,1928;*D. simplex* Balech,1962b; *D. tati* Balech,1971a.

Cellule irrégulièrement ovale, asymétrique avec bord ventral plus aplati que le dorsal. Ornementation poroïde. Signalée en Méditerranée occidentale, cette espèce est rare surtout dans les eaux de faible salinité.

Dinophysis rapa (Stein) Abé - pl.XXX, L.XLI ,XLIII figs.1,7.

Stein,1883,p.23,pl.19,figs.5-8; Abé ,1967b;Balech,1988; Lakkis & Zeidane,1995.

Syn.: *Phalacroma rapa* Stein ,1883,p.23,pl.19.

Antapex aplati avec bord large et arrondi, bord ventral de l'hypothèque nettement concave. Ornementation à réticulation polygonale. Longueur 70-95 μ , largeur 60-65 μ , cette espèce tropicale est présente en Méditerranée. Elle est récoltée aussi bien dans les eaux côtières qu'au large du Liban avec

une fréquence de 100%, vient en 3^{ème} place d'abondance dans le genre, elle est plus commune au printemps et en été.

Dinophysis acuta Ehrenberg - pl.XXX,fig.7.

Ehrenberg,1840,p.18,pl.I,fig.4;Balech,1976a,p.80, 2A-D; Lakkis et Zeidane,1995.

Thèque asymétrique, bord dorsal convexe, ventral légèrement aplati avec une petite épine soutenant la sulcale transversalement. De longueur 54-90 μ , cette espèce largement distribuée dans les océans et en Méditerranée, est récoltée en nombre faible sur nos côtes.

Dinophysis schuetti Murray & Whitting-pl.XXXIV, fig.6.

Murray & Whitting, 1899,p.331,pl.31,fig.10; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Syn.:*D. uracantha* Schütt 1895,p.16,pl.2,fig.9-

Ailette sulcale postérieure triangulaire située dorsalement suivant l'axe antéro-postérieur. L=33-53 μ , l=29-42 μ , cette espèce thermophile, océanique est signalée dans le canal de Suez. Elle est récoltée entre novembre et février avec une fréquence de 50%, surtout dans les eaux côtières.

Dinophysis caudata Saville-Kent-pl.XXIX,fig.1 ; pl.XLIII fig.1; pl.LIIC...

Saville-Kent,1881,p.455, fig.460;Lebour,1925,p.82;Dodge,1982,p.45.; Lakkis,1971.

Syn.:*D. tripos* Gourret, 1883; Dodge,1982.;*D. caudata* var.*tripos* (Gourret)Gail,1950..

Espèce typique et distincte par son hypothèque ventrale prolongée en projection. Des variabilités dans la taille et la forme de l'hypothèque ont amené plusieurs auteurs à créer des sous-espèces et des variétés. Cingulum développé avec sillon très profond mettant en évidence une épithèque saillante et typique de l'espèce. Ailette sulcale droite élargie à son extrémité inférieure. L=70-170 μ . Espèce largement distribuée dans les mers tropicales, tempérées et en Méditerranée ainsi que dans le canal de Suez. Cette espèce est reconnue comme toxique en produisant des toxines de nature paralytique (PSP) dans la culture des moules (Lassus, 1988). La plus abondante du genre dans nos eaux, elle est récoltée toute l'année, avec un maximum entre mai et juillet surtout dans les eaux portuaires et en surface.

Dinophysis hastata Stein-pl XXXIV, fig.5, pl.XLIII, fig.9.

Stein,1883,pl.19,fig.12;Schiller,1933;Dodge,1982, pl.Iig; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

De forme subovale. Longueur 33-53 μ , largeur 29-42 μ ; espèce océanique, thermophile plus abondante dans les mers chaudes et en Méditerranée. Elle est rare au printemps et en été dans les eaux océaniques.

Dinophysis umbosa Schiller-pl.XXX,fig.3.

Schiller,1933;Lakkis & Zeidane,1995.

Thèque avec des ornements poroïdes, de courtes épines émoussées et éparpillées à la surface. Rarement signalée cette espèce est récoltée en décembre, en nombre très faible.

Dinophysis infundibulus Schiller-pl.XXXI, fig.10.

Schiller,1933; Lakkis & Zeidane,1995.

Thèque avec ornementation formée de pores et de poroïdes, sans épines émoussées. Collerette antérieure fortement élargie. Cette espèce, est récoltée en hiver en nombre très faible.

Dinophysis fortii Pavillard.

Pavillard,1923,p.881,Rampi & Bernhard,1980,p.91,pl.42; Balech,1988;Lakkis *et al.*,1996.

Syn.:*D.intermedia* Pavillard,1916,p.58,pl.3,fig.4.

Thèque plus ou moins symétrique de forme ovoïde ou ellipsoïde. Ailette sulcale développée atteignant le tiers inférieur de l'hypothèque. Ornementation de petites aréoles. Longueur 50-65 µ, largeur 40 µ; espèce des mers tempérées et subtropicales. Reconnue pour sa toxicité de nature PSP et contenant de l'acide okadaïque dans les cultures des moules, cette espèce est signalée en Méditerranée, rare dans nos eaux, en automne

Dinophysis mitra Schütt(Abé)-pl. XXIX,fig.10, pl.XLI, fig.9.

Abé,1967b,p.63,p.18,figs.1,2;Balech,1988;Travers,1975,p.66; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Syn.: *Phalacroma mitra*, Schütt 1891; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Espèce thermophile confinée aux mers chaudes (limite 33°38'S), mais présente en Méditerranée. Elle est récoltée dans les eaux du large en été et en automne par individus clairsemés et avec une fréquence de 50%.

Dinophysis acutoides Balech-pl.XXXI,fig.3.

Balech, 1967a; Lakkis & Zeidane, 1995; Lakkis *et al.*, 1996, p.54.

Syn.:*Phalacroma acutum* Schütt.

Epithèque relativement haute et arrondie, membrane gauche avec extension fine à l'antapex. Signalée à Marseille, elle est rencontrée dans nos eaux en nombre très faible en automne .

Dinophysis tripos Gourret - pl.XXIX,fig.2; pl.LIVC.

Gourret,1883,p.114,pl.3,fig.53;Dodge,1982,p.45;Balech,1988; Lakkis & Zeidane,1995.

Syn.:*D.caudata* Saville-Kent 1881;Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.133.

Commune dans les mers tempérées et tropicales, elle est récoltée toute l'année, sauf l'été ; plus fréquente dans les eaux côtières et de faible salinité.

Dinophysis operculata (Stein)Balech - pl.XXX,fig.6.

Balech,1967a,p.83; Balech,1988,p.49,pl.10,figs.7-10; Lakkis & Zeidane,1995.

Syn.:*Phalacroma operculatum* Stein,1883,pl.18,fig.8.

Fome un peu anguleuse de la cellule, plus ou moins conique de l'épithèque. Membrane latérale arrondie postérieurement, structure réticulaire polygonale. De longueur 59-63 μ , largeur 56-59 μ , cette espèce des mers tempérées froides, est récoltée sporadiquement entre juin et juillet.

***Dinophysis parvula* (Schütt) Balech-pl XXIX, fig. 5. et pl. XLIII, fig. 8.**

Balech, 1967a, p. 83; Balech, 1988, p. 49; Travers, 1975, p. 66; Lakkis *et al.*, 1996, p. 54.

Syn.: *Phalacroma prodictyum* Stein var. *parvula* Schütt, 1895, pl. 2, figs. 13, 6.

Forme arrondie avec membrane cingulaire horizontale, ailette gauche inclinée vers la base, R3 plus robuste que R2; structure finement aréolée. Espèce des mers tropicales et tempérées chaudes, elle est présente en Méditerranée. Elle est récoltée toute l'année avec 2 pics d'abondance en avril et en novembre; plus fréquente dans les eaux côtières et portuaires.

***Dinophysis expulsa* Kofoid & Skogsberg-pl. XXX, fig. 12.**

Kofoid & Skogsberg, 1928; Lakkis *et al.*, 1996.

Epithèque arrondie sans double bosse, plutôt aplatie vers l'apex. Thèque en forme de sac avec courbure dorsale au niveau du sulcus transversal, membrane gauche lisse soutenue par R3, R2 absente ou rudimentaire. Signalée en Méditerranée occidentale, cette espèce est rencontrée occasionnellement au large de la côte libanaise, surtout au printemps.

***Dinophysis amandula* Sournia 1973- pl. XXXI, fig. 5 & pl. XLIII fig. 3**

Sournia, 1973, p. 18; Balech, 1988, p. 50, pl. 10, figs. 16-17 Lakkis *et al.* 1996, p. 54.

Syn.: *Phalacroma ovum* Schütt, 1895, p. 90, pl. 2, figs. 11.

Forme plus ou moins ovale, surface ornée de pores et de poroides, épithèque haute; cingulum convexe suivant le contour général de la thèque. Ailette sulcale postérieure attachée à la membrane aliforme gauche. De Longueur 50-54 μ , largeur 44-47 μ , cette espèce habite les mers tempérées et subtropicales. Récoltée presque toute l'année au, plus fréquente en janvier..

***Dinophysis circumsuta* Karsten-pl. XXXI, fig. 7.**

Karsten, 1907; Lakkis *et al.*, 1996.

Thèque ovale, bord antérieur sans nervure radiale, ailette postérieure soutenue avec une nervure médiane et prolongée jusqu'en R3. Signalée pour la première fois en Méditerranée, cette espèce est récoltée dans les eaux libanaises en novembre.

***Dinophysis odiosum* (Pavillard) Tai & Skogsberg 1934- pl. XXX, fig. 11.**

Tai & Skogsberg, 1928; Travers, 1975, p. 66; Balech, 1976a; Lakkis & Zeidane, 1995.

Syn.: *Phalacroma odiosum* Pavillard, 1931.

Il ya une confusion entre cette espèce et *D.hastata* Stein. Balech suggère que *D.odiosum* et *D.hastata* sont deux espèces distinctes. Thèque ovale, épithèque aplatie, ailette postérieure fortement ventrale par rapport à l'axe antéro-postérieur. Surface ornée de ponctuations fines, elle est récoltée en mai au large de la côte libanaise.

***Dinophysis porodictyum* (Stein) Abé-pls.XXX, XLI ,fig. 13, XLIII fig. 5.**

Abé, 1967b, p.61; Balech, 1988, p.50, pl. 10, figs. 18-20; Lakkis & Zeidane, 1995.

Syn.: *Phalacroma porodictyum* Stein, 1883, pl. 18, . *D.amygdala* Balech, 1971b..

Forme ovale asymétrique, ailette inclinée ventralement, épithèque arrondie, haute. Longueur 62-69 μ , largeur: 58-61 μ , épaisseur 55-56 μ . Elle se rencontre dans le plancton des eaux libanaises à partir du mois d'avril, jusqu'en décembre.

***Dinophysis cuneus* (Schütt) Abé - pl.XXX,fig. 8 ; pL.XLIII figs.2-4-6.**

Abé, 1967b, p.68, fig. 21a-h; Balech, 1988, p.51, pl. 11; Travers, 1975; Lakkis & Zeidane, 1995.

Syn.: *Phalacroma cuneus* Schütt, 1895, p. 148, pl. 3, fig. 14.

Longueur 80-98 μ , hauteur 76-100 μ ; espèce tempérée et subtropicale, elle est récoltée sporadiquement entre décembre et février au large de la côte et en nombre très faible; plus fréquente dans les eaux de faible salinité.

***Dinophysis argus* (Stein) Abé- pl.XXX,fig. 5.**

Abé, 1967b, p.71; Balech, 1988, p.51, pl. 11; Travers, 1975, p.66; Lakkis & Zeidane, 1995.

Syn.: *Phalacroma argus* Stein, 1883, pl. 18, figs. 15-17

Forme ellipsoïde, épithèque haute, membrane gauche arrondie postérieurement; surface de la theque avec réticulations polygonales. Longueur: 80-110 μ , largeur: 70-75 μ ; espèce thermophile et océanique, signalée en Méditerranée. Elle est rencontrée sporadiquement en août dans les eaux néritiques libanaises.

***Dinophysis hindmarchi* (Murray & Whitting) Balech - pl.XXX,fig. 9.**

Balech, 1967a, p.83; 1988, p.52, pl. 12, figs 1-3; Lakkis & Zeidane, 1995.

Syn.: *Phalacroma hindmarchii* Murray & Whitting, 1899..

Hypothèque se prolongeant par un court appendice rostral en forme de mamelon; surface thécale avec de petits pores. De longueur 83-87 μ , largeur 70-74 μ , cette espèce thermophile, tropicale et subtropicale est rarement signalée en Méditerranée occidentale. Elle est rencontrée sporadiquement au large de la côte Libanaise.

***Dinophysis doryphora* (Stein) Abé - pl.XXIX,fig. 3 ; pl.XLI, fig. 14.**

Abé, 1967b, p.77, fig. 26; Balech, 1988, p.55; Travers, 1975, p.66; Lakkis et Zeidane, 1995

Syn.: *Phalacroma doryphorum* Stein, 1883, p.23, pl. 19, figs. 1-4.

Thèque ovale, hypothèque cuneiforme, ailette postérieure robuste située sur l'axe de symétrie. Longueur 52-74 μ , largeur 46-64 μ ; cette espèce thermophile est aussi présente en Méditerranée. Elle est récoltée toute l'année dans les eaux libanaises, plus abondante en automne.

Dinophysis spp. -pl.XXIX,figs.7,8,9; pl.XXXI,figs.11 ; pl.XLI fig.11.

Sept formes non identifiées du genre *Dinophysis* ont été trouvées sporadiquement au printemps et en été; elles peuvent être des formes juvéniles d'espèces connues ou des formes de transitions ou même des formes infraspécifiques ou encore des espèces indéterminées.

Amphisolenia Stein

Stein,1883; Kofoid,1907b; Sournia,1986. [*Amphi*: autour,des deux côtés; *Sôlen*: tuyau].Cellules bacilliformes, longueur 150-500 μ , montrant un apex et un processus antérieur, une partie caudale parfois bifurquée. L'épithèque constitue la tête et le cingulum légèrement descendant; le reste de la cellule forme l'hypothèque. Collerette et ailettes réduites; épines en nombre variable à l'extrémité postérieure. Sulcales Sa et Sd étirées longitudinalement; ailette sulcale gauche en continuation avec la collerette cingulaire inférieure; les épines antapicales sont portées par la seule valve gauche Plastés présents ou non; phaeosomes rarement présents. De 38 espèces connues de ce genre dans l'océan mondial, 6 sont trouvées dans les eaux libanaises.

Amphisolenia palmata Stein-pl.XVII,fig.5.

Stein ,1883,pl.21,figs 11-15; Travers,1975 ;Balech,1988,p.69;Lakkis & Novel-Lakkis,1981. Longueur 550-800 μ , largeur 20-26 μ ; cette espèce se distingue par trois épines antapicales. Commune en Méditerranée occidentale, elle est moins fréquente dans les eaux levantines. Elle est récoltée en hiver au large de la côte libanaise en nombre très faible.et avec une fréquence de 25%.

Amphisolenia bidentata Schröder-pl. XVII,fig.1.

Schröder,1900,p.20,pl.1,figs.16a-c;Balech,1988,p.69,pl.17;Lakkis & Novel-Lakkis,1981.. Une des espèces les plus grandes du genre; longueur 720-990 μ , largeur 19-26 μ ;présente en Méditerranée. Commune en automne-hiver; elle est rencontrée avec une fréquence de 75% .

Amphisolenia globifera Stein 1883-pl.XXI,fig.1.

Stein,1883,pl.21,figs.9,10;Balech,1988;Travers,1975,p.64; Lakkis & Novel-Lakkis,1981. Espèce-type du genre, elle se distingue des autres espèces par sa taille plus petite que les autres (L=135-240 μ , l=10-16 μ) et son extrémité antapicale arrondie avec ou sans épines terminales. Présente en Méditerranée; elle est récoltée sporadiquement en hiver au large de la côte libanaise.

***Amphisolenia spinulosa* Kofoid-pl. XVII,fig.2.**

Kofoid,1907b,p.315,pl.32; Travers,1975;Rampi & Bern.,1980; Balech,1988; Lakkis,1991b.

Corps antapical terminé par 3 minuscules épines, longueur: 750-800 μ . Signalée en Méditerranée, elle est rencontrée au large de la côte libanaise, surtout en hiver avec une fréquence de 25%.

***Amphisolenia clavipes* Kofoid-pl. XVII,fig.13.**

Kofoid,1907b,p.316,pl.32;Lakkis & Novel-Lakkis,1981; Lakkis,1991a.

Rarement signalée en Méditerranée, cette espèce est récoltée sporadiquement dans les eaux libanaises, surtout en hiver et en automne .

***Amphisolenia quadrispina* Kofoid 1907b-pl. XVII, fig.3**

Kofoid, 1907b ,p.316,pl.32.;Lakkis & Novel-Lakkis,1981; Lakkis,1991a.

Espèce très rare, récoltée au début de l'hiver au large des côtes.

***Triposolenia* Kofoid**

Kofoid,1906b;Balech,1980,1988;Sournia,1986 [*Tripod*:à trois pieds; *Sôlen*:tuyau]; Ce genre diffère d'*Amphisolenia* par une hypothèque bifurquée en deux cornes ventrale et dorsale Plastes rarement ou jamais présents. Tabulation inconnue. Neuf espèces, la plupart très rares, sont décrites chez ce genre. Ce genre a les mêmes affinités géographiques que *Amphisolenia* , avec préférence pour les eaux profondes, c'est un "plancton d'ombre".

***Triposolenia truncata* Kofoid-pl.XVII, fig.4.**

Kofoid,1906b,p.98,pl.16,figs.3-4;Balech,1988;Tomas,1997; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Espèce rarement récoltée au large des côtes libanaises , surtout en hiver.

***Ornithocercus* Stein**

Stein, 1883; Balech, 1988; Sournia,1986 [*Ornith* :oiseau; *Kerkos*:queue]. Corps cellulaire quasi arrondi en vue latérale, prolongé par des collerettes en ailettes très développées qui doublent les dimensions de l'organisme. Epithèque elliptique ou sub-rectangulaire en vue apicale. Cingulum très antérieur, plus large dorsalement. Plastes absents, phaeosomes fréquents. L'ailette sulcale gauche constitue un critère de distinction entre espèces; néanmoins forme, nombre de lobes, extension, rayons et réticulations sont autant de critères de diagnoses de détermination. Environ 22 espèces sont décrites dans ce genre et distribuées dans les mers tropicales et tempérées chaudes, dont la moitié sont douteuses ou mal connues et 8 espèces sont présentes dans la Bassin levantin et les eaux libanaises.

***Ornithocercus splendidus* Schütt - pl.XXXIV,fig.9.**

Schütt,1893,p.272,fig.82;Balech,1988,p.59,pl.14,figs.5-6.;Lakkis,1971; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Collerettes antérieure et postérieure de la sulcale transversale très développées et très larges, deux fois le diamètre de la thèque; membrane latérale nettement bilobée. De Longueur 50-75 μ et de largeur 62-75 μ , cette espèce thermophile et océanique est récoltée dans nos eaux en automne et en hiver avec une fréquence de 75%.

Ornithocercus geniculatus Dangeard-pl.XXXIV,fig.8.

Dangeard, 1927; Travers, 1975, p.66; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p.133.

Collerettes antérieure et postérieure égales et un peu plus grandes que la thèque circulaire; membrane latérale rectangulaire. Signalée en Méditerranée; cette espèce thermophile est récoltée au large de la côte libanaise entre septembre et février avec une fréquence de 25%.

Ornithocercus heteroporus Kofoid - pl.XXIX,fig.13.

Kofoid, 1907a, p.206, pl.12, fig.70; Balech, 1988; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981; Lakkis, 1995.

Thèque sub-circulaire, lobes inégaux, le postérieur beaucoup plus développé que celui en position postéro-ventrale. Longueur 27-35 μ , largeur 26-33 μ , cette espèce océanique des mers chaudes est rare dans les eaux libanaise, récoltée en automne avec une fréquence de 25%.

Ornithocercus quadratus var. *schuetti* Schütt-pl.XXIX,fig.12.

Schütt, 1900, p.5, figs.14, 12, 13; Dowidar, 1976; Balech, 1988; Tomas, 1997; Lakkis, 1971.

Fome très grande, longueur totale plus que 130 μ , diamètre plus que 50 μ , membrane latérale bien développée dorso-ventralement, ornementation réticulaire sur les bords externes de la membrane. Cette espèce océanique, thermophile est signalée dans le canal de Suez et en Méditerranée. Récoltée au large de nos côtes en automne- hiver avec une fréquence de 58%.

Ornithocercus quadratus var. *assimilis* (Jorg.) K. & C.-pls.XXIX,XLII,fig.1.

Schiller, 1934; Travers, 1975, p.66; Lakkis, 1971; Lakkis *et al.*, 1996.

Forme plus petite que la précédente, longueur: 100-110 μ , diamètre de la thèque: 40-50 μ . Membrane latérale quadrangulaire moins développée, peu ou pas d'ornementation; bord postérieur rectiligne et légèrement ondulé; structure réticulaire des deux lobes et des nervures radiales. Cette variété d'affinité tropicale est la plus importante du genre dans les eaux libanaises; récoltée dans la couche d'eau 50-0 m.

Ornithocercus steinii Schütt-pl.XXXIV,fig.7.

Schütt, 1900, figs.5-6; Balech, 1988, p.61; Lakkis & Novel, 1981, p.133; Lakkis, 1991.

Membrane latérale à 4 lobes sub-égaux soutenus par des nervures radiales quasi équidistantes. Longueur 55-65 μ , largeur 61-70 μ ; cette espèce thermophile des mers chaudes est récoltée au large entre septembre et mars.

***Ornithocercus carolinae* Kofoid-pl. XXIX,fig.15 , pl.XLI fig.5.**

Kofoid,1907b;Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.133.

Membrane latérale trilobée, le central étant le plus développé,10-15 nervures radiales, lobes réticulés. Espèce thermophile, elle est récoltée par spécimens isolés en automne et en hiver; avec une fréquence de 58% .

***Ornithocercus magnificus* Stein - pl.XXIX,fig.14 , pl.XLII fig.2.**

Stein,1883,pl.23,fig.1;Balech,1988;Travers,1975; Lakkis,1991a;Tomas,1997,p.436,pl.13;.

Membrane latérale avec lobes bien distincts; lobe central soutenu par des nervures radiales disposées en rhomboïdes. Signalée en Méditerranée et dans le canal de Suez, cette espèce thermophile est commune au large de nos côtes entre juin et janvier,avec une fréquence de 75%.

***Histioneis* Stein**

Stein,1883;Rampi,1947;Sournia,1986 [*Histion*:voile; *Naus*:navire].

Syn.:*Parahistioneis* Kofoid & Skogsberg,1928.

Corps cellulaire sphéroïde, le plus souvent tronqué ou déprimé,diamètre: 15-90 μ . Collerette supérieure avec nervures radiales, en entonnoir étroit, pédonculé à la base;. collerette inférieure droite, presque cylindrique, sans nervures radiales, mais avec une nervure basilaire. Aileron gauche très développé, parfois très long et contourné, avec un seul rayon supérieur. Près de 100 espèces sont connues dans l'océan mondial (inclus le genre *Parahistioneis*); dont 5 trouvées sur nos côtes. Les caractères distinctifs portent sur la forme du corps, les deux collerettes et l'ailette gauche (forme, dimensions, réticulations, côtes).

***Histioneis ligustica* Rampi-pl.XXI,fig.2.**

Rampi, 1941;Rampi et Bernhard,1980; Lakkis *et al.*,1996.

Longueur totale: 50-65 μ . Membrane gauche avec extrémité postérieure dépassant 10 μ l'antapex; membrane interne légèrement concave, sans appendice lobiforme. Cette espèce est rare en hiver au large de la côte.

***Histioneis expansa* Rampi-pl.XXI,fig.3.**

Rampi ,1941; Rampi et Bernhard, 1980 ;Lakkis *et al.*,1996.

Membrane gauche sans nervures dorsales, R2 quasi horizontale, R3 sinueuse,. Longueur 65 μ . Cette espèce est récoltée sporadiquement en hiver au large de la côte libanaise.

***Histioneis pavillardi* Rampi 1941-pl.XXI,fig.4.**

Rampi ,1941; Rampi et Bernhard,1980 ;Lakkis *et al.*,1996.

Collerette postérieure sans nervures radiales, membrane gauche finement allongée. R2 recourbée et collée à R3 qui est légèrement sinueuse,

réticulations irrégulières entre R2 et R3 . L=80-95 μ . Rare en Méditerranée, cette espèce est récoltée rarement au large de la côte libanaise.

Histioneis longicollis Kofoed 1906-pl.XXI,fig.5.

Kofoed,1906.; Lakkis *et al.*,1996.

Membrane gauche avec bord presque parallèle, extrémité postérieure étroite et légèrement arrondie, R3 grande et longue. Thèque sans ornementation, longueur: 65-90 μ . Rare en Méditerranée, l'espèce est récoltée sporadiquement en hiver dans les eaux libanaises.

Histioneis joergensii Schiller 1937-pl.XXI,fig.6.

Schiller,1937; Travers,1975,p.66; Lakkis *et al.*,1996.

Membrane gauche non parallèle, extrémité postérieure étroite et légèrement arrondie, R3 grande, marginale. Thèque avec des pores épars. Cette espèce est rarement récoltée au large de la côte, plus fréquente en hiver dans les échantillons d'eau.

Ordre PYROCYSTALES Apstein, 1909

Cet ordre est caractérisé par un cycle biologique complexe :une phase non flagellée, planctonique formée de kystes et une phase flagellée représentée par des spores nus (type *Gymnodinium*) ou tabulée (type *Gonyaulax*), la première étant la plus dominante (Sournia,1986); un stade parasite formé de spores non flagellées ou kystes de résistance existe parfois chez ce groupe. Chloroplastes souvent présents, sauf à certains stades du cycle. Ordre exclusivement marin. L'existence d'une alternance de générations qui diffèrent par leur morphologie rend la taxinomie très complexe.

PYROCYSTACEAE (Schütt) Lemmermann,1899

Pyrocystis Murrey ex Haeckel

Murray ex Haeckel,1890; Pavillard,1931; Sournia,1986; [Pur:feu;Kustis:poche, vessie]. Syn:*Dissodinium* Klebs in Pascher,partim ; *Gymnodinium* Stein,partim. Kyste sphérique ou fusiforme, ou lancéolé ,ou en forme de croissant; dimension maximale: 100-1000 μ . Les spores formés dans les kystes sont soit nues soit biflagellées, soit immobiles, soit tabulées. Chloroplastes présents, noyau allongé. Bioluminescence fréquente; essentiellement planctonique et libre. Formes océaniques des mers subtropicales et tempérées chaudes. Une quinzaine d'espèces sont décrites dans l'océan mondial, mais un doute plane sur la taxinomie, car plusieurs stades de morphologie différente peuvent exister dans le même cycle et qu'on peut qualifier d'espèces différentes. Cette confusion rend l'identification difficile à moins qu'elle ne soit confirmée par une culture monospécifique.

***Pyrocystis noctiluca* Murrey ex Schütt-pl.XXI,fig. 7.**

Murray, 1885, p.935, figs.335-337; Sourmia, 1986, p.48; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *Pyrocystis pseudonociluca* Wyville Thomson in J. Murray, 1876, p.532, pl.21.

De diamètre 500-800 μ , cette espèce des eaux tempérées et en Méditerranée est rencontrée dans le canal de Suez. Elle est assez commune dans les eaux libanaises en hiver et au printemps.

***Pyrocystis lunula* (Schütt) Schütt-pl XXXV, fig.10.**

Schütt, 1896, p.3, fig.2b-f; Balech, 1988, p.24, pl.2, figs.3,4; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *Gymnodinium lunula* Schütt 1895, pl.25.

Diamètre varie entre 80-150 μ ; espèce assez commune en Méditerranée, signalée dans le canal de Suez. Elle est récoltée au large des côtes libanaises en automne dans la colonne d'eau 0-50m. en nombre limité.

***Pyrocystis fusiformis* (W.Thomson) Murray-pls.XXXV,XLIV, fig.2.**

Wyville Thomson, in Murray, 1876; 1885, [937, fig.338; Balech, 1988; Lakkis & Novel, 1981.

Diamètre varie entre 600-1600 μ ; espèce des mers tropicales, plusieurs formes de l'espèce type sont signalées dans l'océan Indien. Présente en Méditerranée et dans l'Atlantique tropical. L'espèce est rencontrée dans les eaux libanaises en hiver durant l'homothermie par spécimens isolés.

***Pyrocystis elegans* Pavillard-pl. XXXV,fig.12.**

Bouquaheux, 1972, p.6; Sourmia, 1978, p.30; Travers, 1975; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

De diamètre 200-300 μ , cette espèce est présente en Méditerranée. Elle est récoltée sur nos côtes en automne en nombre faible.

***Pyrocystis hamulus* Cleve - pl. XXXV,fig.11.**

Cleve, 1900a, p.19, fig.23; Balech, 1988, p.25, pl.2, figs.1,5,6; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Rarement signalée en Méditerranée, cette espèce ombrophile est récoltée rarement au printemps dans la colonne d'eau 50-0m. des eaux libanaises.

***Pyrocystis obtusa* Pavillard - pl.XXI,fig.8.**

Pavillard, 1931; Travers, 1975, p.67; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p.134.

Signalée en Méditerranée, cette espèce est rarement récoltée sur nos côtes.

***Pyrocystis robusta* Kofoid-pl.XXI,fig.9.**

Kofoid, 1907a, p.167, pl.1, fig.5; Balech, 1988, p.24; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p.134.

Présente en Méditerranée, cette espèce peut atteindre 500 μ . Elle est récoltée en automne au large des côtes du Liban par spécimens isolés.

Ordre BRACHYDINALES A.R.Loeblich III ex Sourmia, 1984

Dinoflagellés dépourvus de tabulation. Un corps central réduit. Noyau volumineux et ovoïde. Bras rayonnants dont certains mobiles. Sulcus

inconnu. Cingulum peu apparent, un seul flagelle cingulaire. Cet ordre rassemble un certain nombre de dinoflagellés pourvus d'appendices mobiles. Des deux genres connus, *Brachydinium* Taylor est le plus répandu, alors que le genre *Asterodinium* Sournia n'a pas été retrouvé depuis sa découverte. Le mode de reproduction étant inconnu, il pourrait s'agir de stades de développement d'autres dinoflagellés. Une seule famille est connue.

BRACHYDINIACEA Sournia, 1972b

Brachydinium Taylor

Taylor, 1963; Sournia, 1986 [*Brachus*: court, erreur pour *Brachion*: bras].

Thèque indifférenciée. Cellule étirée, aplatie dorso-ventralement; dimension maximale 120 μ . Cingulum peu visible. Sulcus inconnu. Epithèque réduite terminée par une protubérance apicale; hypothèque prolongée par deux bras latéraux et deux bras postérieurs articulés à leur base. Gros noyau, plastes nombreux. Quatre espèces sont connues dans ce genre; dont une seule présente dans les eaux libanaises.

Brachydinium capitatum Taylor - pl. XXXIX, fig. 3

Taylor, 1963; Sournia, 1987; Lakkis *et al.*, 1996.

Cette espèce assez commune en Méditerranée, rare sur nos côtes.

Asterodinium Sournia

Sournia, 1972; Sournia, 1986 [*aster*: étoile; dino]. Dimension maximale: 80 μ . Epithèque pourvue de trois bras: l'un apical, deux latéraux, hypothèque de deux bras lesquels sont effilés ou tronqués, épineux ou lisses.

Asterodinium gracile Sournia 1972b - pl. XXXIX, fig. 4.

Sournia, 1972b; Sournia, 1986, p. 50, fig. 99; Lakkis *et al.*, 1996.

Rarement observée après sa description, la présence de cette espèce dans nos eaux est probable mais non confirmée.

Ordre NOCTILUCALES Haeckel, 1894

NOCTILUCACEA Kent, 1881

Cellules de grande taille de formes très diverses selon les genres. Sillons et flagelles réduits ou absents. Amphiesma déformable sans tabulations distinctes. Cytoplasme contractile et vacuolaire. Un système bucco-pharyngien complexe. Noyau capsulé ou entouré d'une membrane particulière. Chloroplastes absents. La mobilité de la cellule est assurée par des fibrilles contractiles et la capture des proies par les flagelles. Le cycle de développement un peu complexe est rarement connu dans sa totalité à cause de la fragilité, de la transparence et du polymorphisme des espèces. Cette

famille qui englobe 6 genres est représentée dans nos eaux libanaises par le seul genre *Noctiluca*.

Noctiluca Suriray ex Lamark

Kofoïd, 1920; Pavillard, 1922; Sournia, 1986 [*Noctiluca*: qui brille la nuit].

Caractères de la famille. Cellule ovoïde ou réniforme dépourvue de thèque, son contour varie selon le stade de développement et la contraction; diamètre : 200-2000 μ . Epithèque absente. Cingulum peu visible. Un seul flagelle un tentacule ventral, long et contractile. 4 Noyau à chromosomes non condensés (à l'exception des dinoflagellés). Reproduction sexuée par gamètes uniflagellés. Chloroplastes absents, parfois présents. La noctiluque est la plus anciennement connue des Dinophycées, la plus aberrante et la plus célèbre à cause de sa bioluminescence et des eaux rouges qu'elle provoque dans quelques régions. Elle a cycle de développement isogamique et diploïde. Une seule espèce connue.

Noctiluca miliaris Suriray ex Lamark-pl. XXI, fig. 10.

Suriray ex Lamark, 1816, p. 470; Dodge, 1982, p. 135, figs. 16A-C; Lakkis *et al.*, 1996

Syn. *N. scintillans*, (Macartney) Ehrenberg; Lebour, 1925, p. 69, figs. 17a-d; Balech, 1982.

Cette espèce de très grande taille, 200-2000 μ , est distribuée dans les mers tempérées et subtropicales. Elle est rarement observée sur nos côtes en hiver.

KOFOIDINIACEAE Taylor, 1976

Corps cellulaire aplati latéralement. Epithèque petite ou très réduite. Cingulum présent. Sulcus très développé. Un voile ou coque translucide.

Kofoïdinium Pavillard

Pavillard, 1928; Halim, 1968; Dodge, 1982; Sournia, 1986 [genre dédié à Kofoïd]. Morphologie variable selon le stade de développement et le degré de contraction; dimensions 100-800 μ . Cingulum présent avec flagelle ondulant. Sulcus très développé en deux arcs sous-tendant un vélum. Coque hémisphérique transparente, finement réticulée. Le cycle de développement est décrit par Cachon & Cachon (1968a).

Kofoïdinium velelloides Pavillard-pl. XXXII, fig. 11.

Pavillard, 1928, p. 1, figs. A, B; Cachon & Cachon, 1967; Dodge, 1982, p. 134; Lakkis, 1991.

Dimension: 230-250 μ ; espèce des mers tempérées et en Méditerranée vivant en profondeur 200-400 m. Elle est récoltée surtout à la fin de l'été dans les eaux néritiques libanaises avec une fréquence de 80%.

***Kofoidinium pavillardi* Cachon & Cachon 1967.**

Cachon & Cachon, 1967, p. 440; Lakkis *et al.*, 1996.

Elle se distingue de *K. velelloides* par une taille plus grande (425-490 µ); cingulum bien marqué. Récoltée occasionnellement sur nos côtes en hiver.

PROTODINIFERACEAE Kofoid & Swezy, 1921 (*incertae sedis*)

Cellules plus hautes que larges. Thèque rigide, sans tabulation apparente. Sillons rudimentaires ou absents. Deux flagelles insérés antérieurement de structure et d'orientation différente. Chloroplastes absents; tentacule apical tubulaire; 1 seul genre marin peu connu: *Pronoctiluca*.

***Pronoctiluca* Fabre-Domergue**

Fabre-Domergue, 1889; Pavillard, 1917; Sournia, 1986 [*Pro*: avant; *Noctiluca*, brille la nuit]. Syn.: *Pelagorhynchus* Pavillard; *Protodinifer* Kofoid & Swezy. Cellule fusiforme ou pyriforme; longueur: 15-80 µ. Thèque souple granulée ou ponctuée. Cingulum absent. Sulcus antérieur très court ou absent. Deux flagelles l'un aplati et ondulant dirigé antérieurement, l'autre postérieurement. Antapex arrondi ou bosselé. Noyau (dinocaryon) antérieur. Chloroplastes absents. Kystes pyriformes avec ou sans les flagelles.

***Pronoctiluca pelagica* Fabre-Domergue .**

Fabre-Domergue, 1889; Kofoid, 1931, p. 5, fig. A, B; Balech, 1988, p. 200, pl. 87, fig. 5; Lakkis, 1991. Syn.: *P. spinifera* (Lohmann)?, 1920, p. 216, fig. 63; Taylor, 1976, p. 188, pl. 37.

De longueur 40-50 µ, cette espèce pyriforme océanique et profonde habite les mers tempérées, tempérées froides et la Méditerranée. Elle est récoltée en automne au large des eaux libanaises dans les traits verticaux 0-50 m.

Ordre GYMNODINIALES Lemmermann, 1910

Cellule globulaire ou ovoïde, de taille variant entre 5-200 µ; type d'organisation gymnodinioïde et flagelles caractéristiques. Cingulum fermé ou croisé ou incomplet. Sulcus rectiligne ou flexueux. Thèque plus ou moins dure ne montrant pas de tabulation au microscope optique. Différenciations selon les familles et les genres: ocelloïde, tentacule, nématocyste, capsule périnucléaire. Chloroplastes présents ou absents. Cet ordre comprend les dinoflagellés nus. La présence de plastides chez certaines espèces n'exclut pas la phagotrophie.

GYMNODINIACEAE Lankester, 1885.

Pas de tentacules, ni ocelloïdes, ni et nématocystes; parfois présence de pseudopodes et de chloroplastes. Cet ordre ne comprend que des formes

planctoniques, marines ou d'eau douce (exceptée les zooxanthelles benthiques et symbiotiques).

Gymnodinium Stein

Kofoed, 1931; Schiller, 1928b; Dodge, 1982; Balech, 1988; Sournia, 1986

[*Gummos*:nu;dino]; Syn.: *Aureodinium* Dodge ; *Ceratodinium* Conrad.

Cellule globulaire ou ovale, parfois comprimée dorso-ventralement. Thèque fine plus ou moins déformable, souvent striée; longueur variant entre 10-200 μ . Cingulum fermé ou ouvert central ou antérieur ou légèrement postérieur. Sulcus droit joignant l'apex à l'antapex. Cytoplasme coloré. Chloroplastes présents ou absents. Presque 200 espèces sont décrites dont les critères de distinction sont basés sur le contour cellulaire, striation, position du cingulum, trajet du sulcus, chloroplastes. Deux ou trois espèces sont bioluminescentes et quelques unes sont reconnues comme toxiques.

***Gymnodinium splendens* Lebour**

Lebour, 1925, p.43, pl.5, fig.1; Balech, 1988, p.20, pl.1, figs.1,2; Lakkis *et al.*, 1996.

Syn.: *G.nelsoni* Martin, 1929, p.14.

Taille moyenne, 50-60 μ ; cingulum légèrement excavé de position équatoriale, thèque aplati dorso-ventralement, côté dorsal convexe. Episome conique en vue frontale avec apex arrondi. Noyau sphérique central. Chloroplastes présents. Espèce abondante dans les eaux côtières des mers tempérées provoquant parfois des eaux rouges et sécrétant des toxines. Peu connue en Méditerranée, l'espèce est rare sur nos côtes en hiver.

***Gymnodinium rhomboides* Schütt.**

Schütt, 1895, p.163, pl.21, fig.63; Balech, 1988, p.20, pl.1, fig.8; Lakkis *et al.*, 1996.

De dimensions 30-40 μ , cette espèce signalée en Méditerranée, est récoltée en hiver sur nos côtes, en nombre très faible.

***Gymnodinium cucumis* Schütt.**

Schütt, 1895; Trégouboff & Rose 1957, p.104; Lakkis *et al.*, 1996.

De détermination incertaine, cette espèce est récoltée en automne et en hiver dans les eaux côtières libanaises en quantité très faible.

***Gymnodinium canus* Kofoed & Swezy-pl XXXIV, fig.15.**

Kofoed & Swezy, 1921; Lakkis *et al.*, 1996.

Peu signalée en Méditerranée, cette espèce est récoltée sporadiquement en automne et en hiver.

***Gymnodinium* spp.**

Plusieurs autres formes indéterminées du genre ont été récoltées dans les mêmes conditions que les précédentes.

Gyrodinium Kofoid & Swezy.

Kofoid & Swezy, 1921; Sournia, 1986 [*Gyros*: cercle; dino]. Syn.: *Sclerodinium* Schütt. Cellules globuleuses ou fusiformes. Thèque souvent striée; longueur: 15-200 μ . Cingulum descendant vers la moitié de la cellule. Sulcus droit ou sinueux. Cytoplasme coloré. Chloroplastes rarement présents. Sur 100 espèces reconnues dans l'océan mondial, 5 sont communes en Méditerranée dont 4 trouvées dans les eaux libanaises.

Gyrodinium contortum (Schütt) Kofoid & Swezy - pl. XXXIV, fig. 16.

Kofoid & Swezy, 1921; Lakkis *et al.*, 1996, p. 54; Lakkis, 1991a.

Longueur 111-134 μ , cette espèce est récoltée sporadiquement en automne au large de la côte du Liban avec une fréquence de 33%.

Gyrodinium pavillardi Biecheler.

Biecheler 1952; Trégouboff & Rose, 1957, p. 104, pl. 19, fig. 12; Lakkis, 1991a.

De taille 25-60 μ , cette espèce est rarement récoltée dans les eaux libanaises.

Gyrodinium acutum (Schütt) Kofoid & Swezy.

Kofoid & Swezy, 1921; Trégouboff & Rose, 1957, p. 104.

De longueur variant entre 130-143 μ , cette espèce est assez commune en Méditerranée occidentale, rare dans les eaux levantines. Récoltée sporadiquement en hiver.

Gyrodinium crassum (Pouchet) Kof. & Swezy.

Kofoid & Swezy, 1921, p. 294, fig. C21; Lebour, 1925, p. 56, pl. 8; Dodge, 1982, p. 97, fig. 12H.

Syn.: *Gymnodinium crassum* Pouchet, 1885, p. 66, pl. 4, fig. 28.

Une des formes les plus grandes, 120-200 μ , cette espèce plus commune en Méditerranée occidentale, est rarement observée dans le Bassin levantin.

Amphidinium Claparède & Lachmann

Claparède & Lachmann, 1859; Sournia, 1986, p. 57 [*Amphi*: autour, des deux côtés; *dino*]. Syn.: *Trochodinium* Conrad. Corps arrondi, oviforme ou allongé. Thèque déformable et fragile, parfois striée en long. Longueur moyenne entre 20 et 50 μ . Epithèque réduite de forme variable. Sulcus droit. Chloroplastes présents ou absents. 14 espèces en Méditerranée dont trois habitent le Bassin Levantin et les eaux libanaises.

Amphidinium operculatum Herdman - pl. XXXIX, fig. 6.

Herdman, 1922, p. 554; Dodge, 1982, p. 70, fig. 7H; Lakkis, 1991a.

Syn.: *A. herdmannae* Kofoid & Swezy, 1921, p.143, fig.U2.

Cellule allongée à thèque fragile. Cingulum situé dans le tiers antérieur de la cellule. Epithèque réduite de forme variable. Chloroplastes présents. Peu connue en Méditerranée, cette espèce est rare sur les côtes levantines.

***Amphidinium acutum* Lohmann.**

Lohmann, 1908; Trégouboff & Rose, 1957, p.103.

De taille très petite: 20-25 μ , et de détermination délicate, cette espèce est rare dans nos eaux.

***Amphidinium globosum* Schröder 1909**

Schröder 1911, p.651, fig. 16; Schiller, 1933, p.294, fig.287; Dodge, 1982, p.70; Lakkis, 1991a.

Assez commune en Méditerranée, cette espèce de très petite taille (10 μ) n'est récoltée que dans les échantillons d'eau aux bouteilles.

***Pselodinium* Sournia,**

Sournia, 1986, p.58 [*Pselion*:bracelet;dino]. Forme de bracelet renflé dans sa partie médiane. Thèque très mince, sans ornementation ni tabulation visibles. Diamètre cingulaire: 18-30 μ . Une seule espèce connue en Méditerranée.

***Pselodinium vaubanii* Sournia-pl.XXXIX, fig.7.**

Sournia, 1972, p.156, figs.18-22; Lakkis, 1991a.

Décrite dans l'Indo-Pacifique, elle est rare dans les eaux libanaises..

Ordre PÉRIDINIALES Haeckel, 1894

Cellules de formes et tailles diverses, avec ou sans cornes ou épines. Thèque plus ou moins épaisse peu ou pas déformable formée de plaques cellulodiques polygonales visibles. Chloroplastes présents ou absents selon les genres et espèces. La taxinomie de cet ordre est basée essentiellement sur la tabulation. Le cingulum divise la cellule en deux moitiés homologues. Les plaques sont disposées en séries latitudinales; la numérotation dans une série donnée se fait à partir de la plaque la plus ventrale ou celle située à la gauche du sulcus on contourne ensuite la cellule dans le sens contraire des aiguilles d'une montre en vue antapicale. Le nombre des plaques est constant pour un rang taxinomique donné; les séries des plaques à considérer sont les plaques apicales, plaques intercalaires antérieures, plaques précingulaires, plaques cingulaires, plaques sulcales, plaques postcingulaires, plaques intercalaires postérieures et plaques antapicales.

CERATIACEAE Kofoid, 1907b

Cellules de formes diverses, le plus souvent un corps central prolongé par des cornes tubulaires, une corne apicale, une postcingulaire et une antapicale.

Cingulum incomplet, médian, circulaire ou légèrement spiralé Sulcus de type aberrant. Chloroplastes présents. Thèque concave ventralement, convexe dorsalement avec surface ornementée: pores, réticulations, crêtes aliformes. Tabulation de 16 plaques: 4', 0a, 5'', 5''', 2'' ". L'aile ventral est une zone très différenciée d'où émergent les deux flagelles.

Ceratium Schrank-pl.XLIXC

Kofoed, 1907a; Jörgensen, 1911; Sournia, 1967; Sournia, 1986, p.67 [*keration*: petite corne]. Cellules solitaires, rarement en chaînes, diamètre cingulaire de 20-80µ; dimension maximale entre les extrémités des deux cornes ou les points les plus distants: 80-1200µ. Epithèque prolongée par une corne antérieure formée par les quatre plaques apicales. Entre les deux extrémités du cingulum incomplet, s'étend une aire ventrale concave couverte par des plaques beaucoup plus fines que celles du reste de la theque. Sulcus aberrant de structure incertaine. Hypothèque prolongée par deux cornes postérieures, l'une droite formée par deux plaques post-cingulaires, l'autre gauche formée par les deux plaques antapicales. Kystes inconnus en milieu marin. Reproduction sexuée par anisogamie. Chloroplastes présents. Genre cosmopolite de distribution variée, le plus ubiquiste et le plus étudié de tous les dinoflagellés, mais sa tabulation est peu détaillée et la région cingulo-sulcale reste aberrante et peu étudiée (Sournia, 1986). Etant donné les types morphologiques extrêmement variés, plusieurs auteurs à la suite d'Ostenfeld (1903) et de Jörgensen (1911) ont créé 4 sous-genres

-S/G. *Archaeoceratium*; pas de corne apicale; épithèque aplatie.

-S/G. *Ceratium*; les deux cornes postérieures dirigées vers l'arrière.

-S/G. *Amphiceratium*; cellule très étirée, 2 cornes postérieures dirigées vers l'arrière.

-S/G. *Tripoceratium*; les deux cornes postérieures divergentes puis dirigées vers l'avant.

Sournia (1986) signale actuellement 80 espèces dans l'océan mondial, 30 autres noms spécifiques douteux, 120 sous-espèces, formes et variétés et 85 taxons incertains.

S/G. *Archaeoceratium* Jörgensen

Pas de corne apicale; épithèque aplatie.

Ceratium praelongum (Lemmermann.) Kofoed. ex Jörgensen-pl.XXIV, fig. 1.

Lemmermann, 1899, p.349, pl. 1, fig. 15; Jörgensen

1911, p.9, pl. 1, fig. 9; Sournia, 1967, p.386; Lakkis and Novel, 1981.

Epithèque ovale, plus longue que large, peu convexe, devient graduellement étroite en relation avec le sulcus transversal; les deux cornes antapicales dissemblables grosses, courtes et pointues. De longueur 250-300 µ et de

largeur 53-68 μ , cette espèce oligophotique, océanique, intertropicale, est signalée dans l'océan Indien et en Méditerranée. Elle est rencontrée au large de la côte libanaise, surtout en automne en nombre faible.

Ceratium gravidum Gourret-pl.XIX,fig.1.

Gourret,1883,p.58,pl.1; Kofoed,1907b;Sournia,1967,p.388; Halim,1969; Lakkis,1991a.

Plusieurs variétés morphologiques et écologiques ont été attribuées à cette espèce: var.*latum*, var.*angustum*, var. *elegans*, var.*elongatum* et forma *obovatum*. Epithèque largement ovale fortement convexe et sub-sphérique, devient étroite au niveau du sulcus transversal; deux cornes antapicales courtes et dissemblables. Longueur 300-460 μ , largeur 54-62 μ . Espèce océanique, tropicale et subtropicale, signalée en mer Rouge, dans l'océan Indien et en Méditerranée. Elle est récoltée au large de nos côtes en hiver avec une fréquence de 25% .

S/G.Ceratium Jörgensen

les deux cornes postérieures dirigées vers l'arrière.

Ceratium candelabrum (Ehrenberg.)Stein .

Ehrenberg,1860,p.792;Sournia,1967,p.390;Halim,1969,p.245; Lakkis,1971; Balech,1988.

Syn.:*Peridinium candelabrum* Stein 1883,pl.15,figs.15,16.

Des variétés liées aux facteurs écologiques et biogéographiques sont décrites par plusieurs auteurs. La nature des variations porte surtout sur la longueur des cornes antapicales. Deux variétés sont récoltées dans nos eaux: var.*candelabrum* et var.*depressum*.

Ceratium candelabrum Stein var. *candelabrum* Sournia-pl. XIX ,fig.2a.

Sournia, 1967, p.393,fig. 14; Lakkis,1971..

Plusieurs synonymies sont attribuées à cette variété-type: var. *genuinum* Pavillard, var. *curvatulum* Jörg. forma *commune* Böhm, forma *hiemale* Böhm. Corps central non comprimé, cornes antapicales peu développées, la gauche étant la plus longue, de longueur inférieure au diamètre du corps de la cellule. De diamètre cingulaire:55-75 μ , cette variété psychrophile est récoltée surtout en été dans le plancton des eaux côtières libanaises, diminue dans les eaux océaniques avec une fréquence 58% .

Ceratium candelabrum var. *depressum* (Pouchet) Jörg.-pls.XIX,XL.

Pouchet,1883,p.417,pl.18,fig.1a-b;Jörgensen 1920,p.12,figs.5,6; Lakkis *et al.*,1996,p.52.

Cornes antapicales très développées, divergentes, la gauche égale ou supérieure au diamètre. Corps central comprimé; épithèque et hypothèque beaucoup plus larges que hautes. Diamètre: 80-105 μ , moins abondante que la précédente, récoltée dans la même saison estivale

***Ceratium furca* (Ehrenberg) Clap. & Lachmann-pls.XIX, XL fig. 7.**

Claparède et Lachmann, 1859, p. 399, pl. 19, fig. 5; Sournia, 1967; Lakkis, 1971; Balech, 1988

Syn.: *Peridinium furca* Ehrenberg, 1854, p. 574, pl. 2, fig. 2.

Corps étroit, élargi aux deux côtés. Epithèque conique, courte, corne apicale différenciée peu développée, corne antapicale gauche deux fois plus longue que la droite, laquelle a une longueur inférieure au diamètre transversal. Cette espèce présente plusieurs variétés décrites par certains auteurs. Jörgensen distingue deux sous-espèces: *C. furca Berghii* grande et psychrophile et *C. furca eugrammum*, petite et thermophile à laquelle il adjoint diverses formes, ce qui complique encore la taxinomie de l'espèce. Sournia signale deux variétés dans le canal de Mozambique en océan Indien que nous avons trouvées dans nos eaux: *C. furca* var. *furca* et *C. furca* var. *eugrammum*.

***Ceratium furca* var. *furca* Bergh-pl.XIX, fig. 3d; pl. XXIV, fig. 2c.**

Bergh, 1882, fig. 20; Sournia, 1967, p. 396, fig. 20; Lakkis, 1971; Lakkis *et al.*, 1996, p. 53.

Syn.: *C. furca* var. *Berghii* Lemmermann, 1899; Jörgensen, 1911, 1920.

Cette variété est caractérisée par une épithèque sub-conique, corne apicale assez longue, et des cornes antapicales parallèles et faiblement denticulées. Forme cosmopolite d'affinité psychrophile, commune en Méditerranée, rare dans le canal de Suez. Forme pérennante dans les eaux libanaises (fréquence 100%), elle est la plus abondante du genre; récoltée dans les eaux polluées et estuariennes. Cette variété serait une indicatrice d'eaux polluées; sa densité diminue nettement dans les eaux portuaires et de faible salinité.

***Ceratium furca* var. *eugrammum* (Ehrenb.) Schiller-pls. XIX, XXIV, figs. 2**

Ehrenberg, 1860, p. 792; Sournia, 1967, p. 398, fig. 18; Lakkis, 1971; Lakkis *et al.*, 1996, p. 53.

Syn.: *Peridinium eugrammum* Schiller 1937, p. 368, fig. 405.

Cellule petite, D=30-35 μ , L=75-100 μ ; épithèque se rétrécissant lentement avec une corne apicale courte. Cornes antapicales parallèles, peu développées par rapport au diamètre cingulaire et rarement denticulées, la droite est nettement inférieure à ce diamètre. Forme thermophile; cette variété est moins abondante que la précédente dans nos eaux; elle est récoltée en automne au large de la côte du Liban en nombre modéré.

***Ceratium belone* Cleve-pl. XXIV, fig. 4.**

Cleve, 1900a, p. 13; Jörgensen, 1911; Sournia, 1967; Halim, 1969; Travers, 1975; Lakkis, 1991.

Forme élancée, allongée, corne antapicale gauche droite. Diamètre de la thèque: 25-30 μ . Espèce tropicale signalée dans l'Indo-Pacifique, en mer Rouge, dans le canal de Suez et en Méditerranée. Signalée sur les côtes du Liban, elle est sporadiquement récoltée surtout en automne.

***Ceratium incisum* (Karsten) Jörgensen-pl. XIX, fig. 4.**

Karsten, 1905b, p. 149, pl. 23, figs. 6a, b; Jörgensen 1911, p. 19, pl. 2; Lakkis, 1991b.
Syn. *Ceratium belone* Cleve; Schröder 1906.

Forme robuste et courte, corne antapicale gauche très longue et légèrement recourbée. De diamètre: 30-50 μ , longueur: 320-370 μ ., cette espèce est signalée dans l'océan Indien et à Alexandrie. Elle est récoltée sporadiquement au large de nos côtes.

***Ceratium pentagonum* Gourret-pl. XIX, fig. 5.**

Gourret, 1883, p. 45, pl. 4, fig. 58; Sournia, 1967, p. 400; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p. 132.

D'après Sournia, l'espèce a fait l'objet de controverse taxinomique; elle a été divisée en divers taxons infra-spécifiques, dont certains sont mal définis et qui peuvent tous être intégrés dans trois variétés: var. *robustum*, psychrophile (inconnue en Méditerranée), var. *tenerum*, thermophile, et var. *turgidum*, les deux dernières étant présentes ici.

***Ceratium pentagonum* forma *tenerum* Jörgensen.**

Jörgensen, 1920, p. 26, figs. 16a, b; Sournia, 1967; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p. 132.

Syn.: *C. pentagonum* f. *longisetum* (Ost. & Schm) Jörgensen, 1911.

Cellules petites (< 60 μ); thèque mince pentagonale. Cornes antapicales délicates courtes; la gauche la plus courte, moins que l'espace entre les deux cornes. Cette variété thermophile, tropicale et subtropicale est présente dans l'Indo-Pacifique et le canal de Suez. Elle est récoltée entre novembre et mai avec une fréquence de présence de 75%.

***Ceratium pentagonum* forma *turgidum* (Jörgensen) Jörg. - pl. XXIV, fig. 5.**

Jörgensen, 1920, p. 26; Sournia, 1967, p. 404; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p. 131.

Epithèque anormalement renflée et globuleuse; cornes antapicales relativement longues et peu divergentes. D'après Sournia, cette forme serait une transition entre var. *tenerum* et var. *robustum*. Moins abondante dans nos eaux que la première, elle est cependant récoltée dans les mêmes conditions mais avec une fréquence plus faible.

***Ceratium teres* Kofoid-pl. XIX, fig. 6.**

Kofoid, 1907c, p. 308, pl. 29, figs. 34-36; Sournia, 1967; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.

Espèce tropicale et subtropicale, signalée dans le canal de Suez par elle est présente aussi en Méditerranée occidentale. Récoltée toute l'année avec une fréquence de 100% environ.

***Ceratium kofoidii* Jörgensen-pl. XXIV, fig. 7.**

Jörgensen, 1911, p. 23, pl. 2, figs. 38-39; Sournia, 1967; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Corne apicale allongée, cornes antapicales pointues, plus ou moins développées, la droite est deux fois plus longue que la gauche. Epithèque

droite ou légèrement concave. Longueur: 88-146 μ , largeur: 23-25 μ ; espèce inter-tropicale, signalée dans le canal de Suez et présente en Méditerranée. Elle est récoltée dans les eaux libanaises en été et en automne avec une fréquence faible de 25%.

Ceratium minutum Jörgensen-pl. XXIV, fig. 6 et pl. XL fig. 5.

Jörgensen, 1920, p. 34, figs. 21-23; Halim, 1960; Sournia, 1967; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Cellule délicate de petite taille 23-25 μ ; corne apicale courte, cornes antapicales peu développées sub-parallèles, effilées à leur extrémité, la gauche est la plus longue, inférieure au diamètre de la thèque. Rarement signalée dans les mers tempérées et subtropicales, cette espèce est sporadiquement récoltée dans les eaux néritiques libanaises.

Ceratium setaceum Jörgensen 1911-pl. XIX, fig. 7.

Jörgensen, 1911, p. 23, pl. 2, fig. 40, 41; Schiller, 1937, p. 373; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Corne apicale fine, trois fois plus longue que la thèque. Diamètre cingulaire de 40 à 55 μ . Espèce thermophile, elle est récoltée dans les eaux libanaises surtout en automne et en hiver en nombre limité.

S/G. Amphiceratium (Van Hoffen) Ostenfeld.

Cellule très étirée, 2 cornes postérieures dirigées vers l'arrière

Ceratium fusus (Ehrenb.) Dujardin.

Dujardin, 1841, p. 378; Sournia, 1967, p. 408; Balech, 1988, p. 132, pl. 54, figs. 5, 6, 8; Lakkis, 1971.

Syn.: *Peridinium fusus* Ehrenberg, 1834, p. 271 et 1835, pl. 2, fig. 3.

Forme allongée en aiguille; la région la plus large est adjacente au cingulum d'où sort la corne apicale formant l'épithèque s'allonge pour former la corne apicale et à gauche sort la corne antapicale formant l'hypothèque. La corne antapicale droite est rudimentaire, parfois absente; les deux cornes sont légèrement recourbées. Des auteurs ont décrit trois sous-espèces que Sournia définit comme étant des variétés: var. *fusus*, var. *seta* et var. *schuetti*; toutes les trois étant présentes dans nos eaux.

Ceratium fusus* var. *fusus

Dujardin, 1841; Schiller, 1937; Sournia, 1967, p. 409, fig. 20; Lakkis, 1971; Lakkis, 1991a;

Variété thermophile, plus petite que l'espèce-type. d'une longueur totale de 450-650 μ , cornes apicale et antapicale robustes et finement dentées, corne antapicale droite présente et peu visible. On ne sait pas si la variabilité chez *C. fusus* est génotypique ou biogéographique. Pour éviter ces confusions d'ordre taxinomique, Sournia distingue l'espèce-type sous le nom de var. *fusus*. Cette variété est rencontrée dans les eaux libanaises en hiver et en nombre relativement faible.

***Ceratium fusus* var. *seta* (Ehrenberg) Sournia-pl.XXIV,fig.10.**

Sournia,1967,p.409,fig.32;Halim,1969; Dowidar,1976;Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.132.

Syn.: *C.seta* (Ehrenberg.)Kofoid; 1908b; *Peridinium seta* Ehrenberg, 1860,p.792.

Cellules plus petites que la précédente (280-400 μ), cornes plus fines, légèrement recourbées, corne antapicale droite absente. Espèce thermophile présente dans les eaux tropicales et tempérées. Très abondante, elle est récoltée toute l'année, avec une fréquence de 100%.

***Ceratium fusus* var. *schuettii* Lemmermann-pl.XXIV, fig.13.**

Lemmermann, 1889, p.367; Sournia,1967,p.411,fig.35 ;Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.132

Syn.*C.fusus* Dujardin in Schütt, 1895, p.154, pl.9. fig.35.

Epithèque renflée en forme de cône prolongé par une forte corne apicale; la seule corne antapicale recourbée aussi longue que l'apicale. Forme cosmopolite, elle est récoltée surtout en automne dans les eaux libanaises avec une fréquence 67%.

***Ceratium extensum* (Gourret) Cleve-pl.XXIV,fig.8.**

Cleve,1883,p.52,pl.4,fig.56; Jörgensen,1911;Halim,1969; Lakkis and Novel,1981.

Syn.: *C.fusus* var. *extensum* Cleve, 1900b, p.215; Lakkis, 1991, p.16.

Epithèque étroite(diamètre:18-30 μ).Corne antapicale droite absente ou rudimentaire, la droite très longue; les deux cornes apicale et antapicale légèrement recourbées, longueur totale 650-700 μ . Espèce tropicale, subtropicale et tempérée, présente en mer Rouge, dans le canal de Suez et en Méditerranée. Elle est récoltée dans les eaux côtières et océaniques avec une fréquence 100%.

***Ceratium inflatum* (Kofoid) Jörgensen-pl.XXV,fig.3.**

Kofoid,1907d,p.172,pl.2,fig.13; Sournia,1967, p.412,fig.36; Lakkis ,1991b.

Syn.*C.pennatum* f. *inflatum* Jörgensen,1911, p.25,pl.3,fig.45.

Forme allongée, longueur totale 800-1000 μ . Epithèque robuste et large de diamètre transversal 35-40 μ avec une longue corne antapicale gauche recourbée vers l'extrémité, la corne droite est minuscule et rudimentaire. Espèce océanique, inter-tropicale et en Méditerranée. Elle est récoltée sporadiquement au large de la côte libanaise en été.

***Ceratium longirostrum* Gourret-pl.XIX,fig.9.**

Gourret,1883,p.55, pl.4,fig.65; Jörgensen,1920,p.37; Sournia,1967,p.413; Lakkis,1991a.

Cornes apicale et antapicale également recourbées. Même distribution géographique que la précédente, cette espèce est récoltée rarement au large de la côte libanaise, plus fréquente en hiver dans les eaux océaniques; fréquence de présence 58%.

***Ceratium falcatum* (Kofoid); Jörgensen-pl. XIX, fig. 10.**

Kofoid, 1907d, p. 172, pl. 2, fig. 14; Schiller, 1937; Sournia, 1967, p. 414, fig. 38; Lakkis, 1991b

Syn.: *C. pennatum* f. *falcatum*, Jörgensen 1920 p. 39, fig. 28.

Corne apicale presque droite, corne antapicale gauche plus longue, robuste et fortement recourbée. Espèce thermophile, présente dans l'océan Indien, le canal de Suez et en Méditerranée. Cette espèce assez commune est récoltée tout le long de l'année au large du Liban avec une fréquence de 100% mais en densité modérée.

***Ceratium falcatiforme* Jörgensen-pl. XXV, fig. 4.**

Jörgensen, 1920, p. 40, fig. 29; Schiller, 1937, p. 378; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p. 132.

Espèce tropicale peu fréquente. Elle est récoltée dans nos eaux surtout en automne et en hiver en nombre faible.

S/G Tripoceratium (= *Orthoceratium*) Sournia

Les deux cornes postérieures sont d'abord divergentes, puis recourbées vers l'avant.

***Ceratium tripos* (Müller) Nitzsch-pl. XL fig. 3**

Müller, 1786, p. 136, pl. 19, fig. 22; Sournia, 1967, p. 416; Lakkis & Novel, 1981, p. 133.

Syn.: *Cercaria tripos*, p. 4 Nitzsch 1817; *C. pulchellum* Schröder.

L'affinité entre *C. tripos* et *C. pulchellum* a créé des confusions d'ordre taxinomique; des problèmes de nomenclature viennent s'ajouter pour compliquer encore ce sujet. Quatre variétés sont présentes dans nos eaux: *v. pulchellum*, *v. atlanticum*, *ponticum* et *v. tripodoides*.

***Ceratium tripos* var. *pulchellum* (Schröder) Lopez-pl. XXV, figs. 5a, 5b.**

Lopez, 1955; Sournia, 1967, p. 420, fig. 40; Lakkis, 1971; Lakkis, 1991a.

Syn.: *C. pulchellum* Schröder; Jörgensen; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Thèque petite, diamètre 40-60 μ , plus haute que large. Cornes antapicales réduites, la droite étant plus petite que la gauche. Cette variété-type thermophile est récoltée toute l'année avec une fréquence de 100% dans les eaux, plus abondante en été.

***Ceratium tripos* var. *atlanticum* (Ostenfeld) Paulsen-pl. XXV, figs. 5b-d.**

Paulsen, 1907, p. 21, fig. 30; Jörgensen, 1911; Sournia, 1967, p. 418, fig. 43; Lakkis et al., 1996.

Syn.: *C. tripos* f. *atlantica*, Ostenfeld; *C. tripos* subsp. *atlanticum* (Ostenfeld) Peters; *C. tripos* var. *tripodoides* Jör., Paulse; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981

Thèque grande de diamètre transversal 70-80 μ , aussi large que haute; cornes antapicales droite et gauche quasi égales. Cette variété-type signalée dans le canal de Suez et en Méditerranée occidentale est récoltée en automne et en hiver en nombre modéré.

***Ceratium tripos* var. *ponticum* Jörgensen-pl.XXIII, fig. 7.**

Jörgensen, 1920, p. 47, figs. 37, 38; Sournia, 1967, p. 423; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p. 133.

Cette forme rare est trouvée sur nos côtes presque toute l'année, sauf en juillet-août avec une fréquence de 83% et en nombre modéré.

***Ceratium tripos* var. *tripodoides* (Jörgensen) Paulsen .**

Jörgensen, 1920; Paulsen, 1930, figs. 47a-b; Sournia, 1967, p. 419, 420; Lakkis, 1991a.

Syn.: *C. pulchellum* f. *tripodoides* Jörgensen; *C. tripodoides* (Jörg.) Steeman-Nielsen, 1934.

Diamètre cingulaire 70-90 μ . Cornes antapicales bien développées, la droite est la plus courte. Corps central aussi large que haut. D'après Sournia, cette variété qui n'est qu'une création de la var. *atlanticum* trouvée en Méditerranée est peu commune, récoltée avec une fréquence de 25%.

***Ceratium breve* (Ostenfeld & Schmidt) Schröder.**

Ostenfeld & Schmidt, 1901, p. 164, fig. 13; Sournia, 1967, p. 426; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981

Syn.: *C. tripos* var. *breve* Schröder, 1906; Jörg., 1920; Halim, 1969; Lakkis, 1991.

Forme commune dans les eaux levantines avec deux variétés.

***Ceratium breve* var. *parallelum* (Schmidt) Jörgensen-pl. XXV, figs. 6b-d.**

Schmidt, 1901, p. 213, fig. 1; Sournia, 1967, p. 427, figs. 47-48; Lakkis, 1991.

Syn.: *C. balticum* Schütt f. *parallelum* Jörgensen 1911, p. 41, pl. 4, fig. 86.

Parties distales des cornes antapicales parallèles ou légèrement divergentes. Espèce d'origine indo-pacifique se retrouvant en nombre modéré dans le phytoplancton du Liban au mois d'août.

***Ceratium breve* var. *Schmidtii* (Jörgensen.) Sournia-pl. XXV, figs. 6e-f.**

Sournia, 1966, 1967, p. 427, fig. 49; Lakkis, 1991.

Syn.: *Ceratium Schmidtii* Jörgensen, 1911; *C. curvicorne* (Daday) Cleve

Cornes antapicales très peu écartées du corps, la gauche quasi parallèle à l'apicale, la droite fortement recourbée. Elle est rare au printemps.

***Ceratium arietinum* Cleve.**

Cleve, 1900a, p. 13, pl. 7, fig. 3; Sournia, 1967, p. 429; Lakkis & Novel, 1981.

Syn. *C. a.* var. *bucephalum* (Cleve) Sournia; *C. ar. bucephalum* (Cleve) Graham & Bron.

Des confusions sur des variétés et sous-espèces existent chez les auteurs. Graham et Bronikovsky distinguent deux sous-espèces chez *C. arietinum* subsp. *bucephalum* et subsp. *gracilentum*. Sournia suggère d'en faire 3 variétés: *arietinum*, *bucephalum* et *gracilentum*.

***Ceratium arietinum* var. *gracilentum* (Jörgensen.) Sournia-pl. XL, fig. 4.**

Jörgensen, 1920, p. 64, fig. 62; Halim, 1960, 1963; Sournia, 1966; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *C. a.* forma *gracilentum* Schiller; *Ceratium arietinum* subsp. *gracilentum* (Jörgensen.).

C'est la variété thermophile la plus délicate de l'espèce. Corne apicale longue et subrectiligne, corne postérieure droite mince non tordue à son extrémité. Récoltée dans les eaux libanaises avec une fréquence de 50%.

***Ceratium arietinum* forma *detortum* (Stüwe) Jörgensen-pl XX,fig.3.**

Jörgensen,1920;Schiller,1937;Sournia,1967,p.430; Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.132.

Syn.:*C. arietinum* Cleve *stricto sensu*,1900; *C. arietinum f.valens* Jörgensen,1920.

Forme épipélagique, rarement signalée dans les mers tropicales et subtropicales. Elle est peu commune au large des eaux libanaises

***Ceratium symetricum* Pavillard-pl.XX.fig.4.**

Pavillard,1905,p.52,pl.1,fig.4;Sournia,1967, p.432; Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.132.

Grande affinité entre trois variétés de l'espèce: var. *symetricum*, var.*orthoceras* et var. *coarctatum* dont les caractères distinctifs prêtent à des confusions taxinomiques.Certains auteurs les considèrent comme des formes infraspécifiques.

***Ceratium symetricum* var. *symetricum* Graham & Bronikovsky-pl.XXVI.**

Graham & Bronikovsky,1944,p.29,fig.151;Sournia,1967,p.432,fig.57.

Syn.:*C. symetricum* Pavillard,1905; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Cornes fines sub-parallèles, cornes antapicales largement déployées de part et d'autre de la corne apicale. Forme des eaux tropicales, présente en Méditerranée, elle est rarement récoltée dans les eaux libanaises, surtout en hiver en nombre faible et une fréquence 42%.

***Ceratium symetricum* v.*orthoceras* (Jörg.) Graham & Bronik. -pl. XXVI.**

Graham & Bronikovsky,1944,p.29,fig.15h;Sournia,1967,p.434;Lakkis *et al.*,1996.

Syn.:*C. gracile* f.*orthoceras* (Jörgensen); *C. orthoceras* Pavillard, 1931.

Cornes relativement plus robustes, sub-parallèles dans leurs parties distales;corne antapicale droite, légèrement incurvée à sa base. Cette forme est rare dans les eaux superficielles au large de la côte libanaise.

***Ceratium symetricum* var *coarctatum* (Pav.) Graham & Bronik.pl.XXVI.**

Graham & Bronikovsky,1944,p.29,fig.15; Sournia,1967,p.433,fig.56;Lakkis,1991.

Syn.:*C. gracile* (Gourret) Jörgensen,1911; *C. coarctatum* Pavillard,1905;Halim,1960.

Cette forme des mers chaudes est récoltée sporadiquement dans nos eaux , surtout en surface et dans les eaux océaniques.

***Ceratium azoricum* Cleve - pl.XXVI,fig.2a.**

Cleve,1900a,p.13,pl.7,figs.6-7; Lakkis & Novel-Lakkis,1981

Syn. *C. tripos* var.*azoricum*,Jörgensen,1911; Lakkis *et al.*,1996.

Forme trapue avec cornes aplaties de longueur presque égale. Cette espèce tropicale et subtropicale est récoltée sporadiquement dans les eaux libanaises.

Ceratium euarcuatum Jörgensen-pl.XX,fig.1.

Jörgensen, 1920, p.56, fig.54; Sournia, 1967, p.436.; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p.132.

Corne antapicale gauche plus courte que la droite, légèrement plus longue que le corps cellulaire. Espèce tropicale oligophotique, présente en Méditerranée, elle commune dans les eaux libanaises.

Ceratium declinatum (Karsten) Jörgensen *sensu lato*

Karsten, 1907, p.406, pl.48, fig.2; Sournia, 1967, p.438.; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p.132.

Syn.: *Ceratium tripos declinatum* Jörgensen 1911, p.42, pl.4, figs.87,89.

D'après Sournia, cette espèce présente une variabilité complexe et instable due notamment à la plasticité de la cellule plutôt qu'aux facteurs écologiques du milieu. La distinction entre les trois formes connues en Méditerranée et rencontrées rarement dans nos eaux, prête à des confusions: forma *declinatum*, forma *normale* et forma *brachiatum*.

Ceratium declinatum forma *declinatum* Sournia-pl.XX,fig.2.

Sournia, 1967, p.439; Dowidar, 1976, p.247; Travers, 1975, p.65; Lakkis & Novel, 1981.

Syn.: *C.declinatum* f.*debile* Jörgensen, 1920.

Cette forme désigne le type de l'espèce. Cornes antapicales peu divergentes, quasi parallèles à l'apicale, la droite est légèrement plus longue que la gauche. Cette forme plus facilement reconnaissable que les deux autres est la plus commune dans les eaux levantines; elle est trouvée toute l'année.

Ceratium declinatum forma *normale* Jörgensen-pl.XXVI,fig.2b.

Jörgensen, 1911; Schiller, 1937; Halim, 1960, 1963; Sournia, 1967, p.439, fig.66 et pl.II, fig.8.

Les spécimens que nous avons récoltés sont rattachés à forma *normale*.

Ceratium contortum(Gourret) Cleve.

Gourret, 1883, p.35, pl.2; Cleve, 1900a, p.14, pl.7, fig.10; Sournia 1967; Lakkis & Novel 1981..

Incl.*C.longinum* Karsten et *C.Karstenii* Pavillard.

Des confusions d'ordre taxinomique ont amené les taxonomistes à attribuer plusieurs synonymies pour cette espèce; à cause de son extrême variabilité. Sournia reconnaît quatre variétés dans les eaux de Mozambique: *robustum*, *longinum*, *karstenii* et *contortum*, les trois dernières étant présentes dans les eaux levantines.

Ceratium contortum var. *contortum* (Gourret) Cleve-pl.XXVI, fig.4a.

Gourret, 1883; Cleve, 1900; Sournia, 1967, p.444, fig.67; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

C'est la forme la plus délicate de l'espèce et la plus originale, présente toute l'année avec une fréquence de 100%; plus abondante en été et en automne.

***Ceratium contortum* var. *Karstenii* (Pavillard.) Sournia-pls.XXV, XL, fig. 10.**

Sournia, 1966; 1967, p. 442, fig. 71 et pl. III, fig. 10.

Syn.: *C. Karstenii*, Pavillard, 1907, p. 152; Halim, 1960; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Type moyen de l'espèce, cornes longues et fines, sub-parallèles dans leur partie distale. Cornes antapicales régulièrement recourbées, la droite moins que la gauche). De diamètre 70-100 μ ; cette variété récoltée toute l'année avec une fréquence de 100%, est plus abondante en décembre.

***Ceratium contortum* var. *longinum* (Karsten) Sournia.**

Sournia, 1966; 1967, p. 444, fig. 68; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981, p. 132.

Syn.: *C. tripos longinum* Karsten, 1905b; *C. longinum* (Karsten) Jörg., 1911; Schiller, 1937.

C. Karstenii (Pavillard.) *pro parte*, Wood, 1954; Lakkis, 1991b; *C. contortum* (Gourret).

Cellules plus délicates que chez les autres variétés. Corne apicale plus longue que les deux antapicales, souvent flexueuses et qui sont parallèles dans leur partie distale; l'antapicale gauche plus rapprochée de l'apicale que la droite. Récoltée avec une fréquence de 58%.

***Ceratium gibberum* Gourret-pl. XL fig. 9.**

Gourret, 1883, p. 34, pl. 2, fig. 33-35; Sournia, 1967, p. 446; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.

D'après Sournia, cette espèce présente une taxinomie assez complexe à cause des caractères morphologiques variables, tels la longueur et la direction des cornes antapicales, l'inflexion de l'antapicale, la convexité de l'hypothèque et l'ornementation lamellaire. Aussi les variabilités écologiques restent à élucider; trois variétés sont décrites par les auteurs, dont deux sont présentes dans les eaux levantines.

***Ceratium gibberum* Gourret var. *gibberum*-pl. XX fig. 7.**

Gourret, 1883, p. 34, pl. 2, figs. 33-35; Sournia, 1967, p. 446; Lakkis & Novel, 1981, p. 132.

Type de l'espèce; sporadique dans les milieux océaniques. Cette variété hivernale est récoltée en nombre faible et avec une fréquence de 25%.

***Ceratium gibberum* Gourret var. *dispar* (Pouchet) Sournia - pl. XXVI, fig. 3.**

Sournia, 1966; 1967, p. 447, fig. 73; Jörgensen, 1920; Schiller, 1937; Dowidar, 1976; Lakkis, 1991.

Syn.: *C. tripos* var. *dispar* Pouchet, 1883, p. 423, fig. D.

Confondue souvent avec *C. concilians*, cette variété assez commune dans les mers tropicales, le canal de Suez et en Méditerranée, elle est récoltée dans les eaux libanaises par spécimens isolés.

***Ceratium concilians* Jörgensen-pl. XX, fig. 5.**

Jörgensen, 1920, p. 72, fig. 69; Halim, 1960, pl. 4, fig. 20; Sournia, 1967; Lakkis & Novel, 1981.

Rare dans l'océan Indien, elle est présente en Méditerranée. Nous l'avons récoltée avec une fréquence 75% surtout en été et automne.

***Ceratium lunula* (Schimper. ex Karsten.) Jörgensen-pls. XXIII, XLI, fig. 2.**

Karsten, 1905b, p. 142, pl. 20, fig. 12; Sournia, 1967, figs. 75, 76; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.
Syn. *C. tripos lunula* Schimper.

Présente dans l'océan Indien, le canal de Suez et le Bassin levantin, cette espèce est récoltée sporadiquement dans les eaux libanaises en hiver et en automne avec une fréquence de 50%.

***Ceratium platycorne* Daday.**

Daday, 1888, p. 101, pl. 3, figs. 1-2; Sournia, 1967; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p. 132.

Sournia distingue deux variétés dans cette espèce: var. *platycorne*, thermophile à cornes postérieures larges et aplaties et var. *compressum*, psychrophile à cornes tubiformes; seule la 1ère est observée dans nos eaux.

***Ceratium platycorne* var. *platycorne* Sournia-pl. XX, fig. 6.**

Sournia, 1967, p. 454 fig. 78; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn. *C. platycorne* Daday.; *C. p.* var. *cuneatum* Jörg., Schiller.; Lakkis, 1991a.

Rencontrée en automne et en hiver dans les stations néritiques et au large de la côte avec une fréquence de 58% mais avec un nombre faible.

***Ceratium dens* Ostenfeld & Schmidt-pl. XXVI, fig. 5.**

Ostenfeld & Schmidt, 1901, p. 165, fig. 16; Karsten, 1907; Halim, 1969; Lakkis *et al.*, 1996.

Espèce des mers tropicales, elle est inconnue en Méditerranée et dans l'Atlantique tempéré, Signalée dans la mer Rouge, cette espèce est rarement récoltée dans nos eaux, surtout en été et automne au large de la côte. Il s'agit probablement d'une espèce migratrice Lessepsienne.

***Ceratium limulus* (Gourret ex Pouchet) Gourret-pl. XXIII, fig. 3.**

Gourret, 1883, p. 33, pl. 1, fig. 7; Sournia, 1967, p. 458; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p. 132.

Syn. *C. tripos* var. *limulus* Pouchet, 1883, p. 424, pl. 18-19, fig. 4.

Espèce de forme trapue, cornes antapicales grosses et symétriques, structure de la thèque peu visible. Espèce tropicale et subtropicale, océanique, d'affinité euphotique, peu commune au large des côtes Liban.

***Ceratium paradoxides* Cleve - pl. XX, fig. 8.**

Cleve, 1900a, p. 15, pl. 7, fig. 14; Jörgensen, 1911, p. 57, pl. 6, fig. 123; Sournia, 1967; Lakkis, 1991a.

Espèce tropicale et subtropicale, rare en Méditerranée. Elle récoltée en automne et en hiver dans les eaux libanaises en nombre très faible et une fréquence de 25%, plus commune au large.

***Ceratium ranipes* Cleve 1900-pl. XX, fig. 9.**

Cleve, 1900a, p. 15, pl. 7, fig. 1; Jörgensen, 1920; Sournia, 1967; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *C. ranipes* var. *palmatum* (Schröder) Jörgensen, 1911, 1920.

Cette espèce caractéristique par les cornes antapicales à extrémités digitiformes, présente des variabilités considérables se rapportant sur la forme, le nombre et la direction des «doigts»; cette variabilité n'est cependant pas fondée sur des évidences écologiques. Largement distribuée dans les eaux oligotrophes des mers tropicales et en Méditerranée, *C. ranipes* est récoltée au large de nos côtes avec une fréquence de 50%.

Ceratium macroceros (Ehrenberg) Vanhöffen-pl. XXII, fig. 1 & pl. XL, fig. 6.
Vanhöffen, 1896, p. 310, 382, pl. 5; Schiller, 1937, Halim, 1960; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.
Syn.: *Peridinium macroceros* Ehrenberg, 1840, p. 201.

Sournia a créé de cette espèce psychrophile la variété "*gallicum*" forme des mers chaudes. Une variabilité thermophile chez l'espèce crée des variétés morphologiques et biogéographiques signalées par Schiller. La variété *macroceros* qui représente l'espèce-type est assez commune dans les eaux levantines, récoltée avec une fréquence de 75%.

Ceratium macroceros* var. *gallicum (Kofoid) Sournia-pl. XXVII, fig. 1.

Sournia 1966, 1967, p. 462, fig. 84; Schiller, 1937; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p. 132.

Syn.: *C. macroceros* subsp. *gallicum* (Kofoid) Jörgensen, 1911, 1920; Lakkis, 1991a

Cellule plus petite et plus délicate que l'espèce-type, cornes antapicales très peu divergentes à leur origine, la base gauche quasi parallèle à l'axe apical. Partie basale de ces deux cornes formant un angle brusque avec la partie médiane. Epines et crêtes absentes ou très réduites. Forme océanique, tropicale et subtropicale, présente en Méditerranée. Elle est récoltée toute l'année avec une fréquence de 100% dans nos eaux levantines, plus commune au printemps et en automne, surtout dans la colonne 50-0 m.

Ceratium deflexum (Kofoid) Jörgensen.

Jörgensen 1911, p. 64, pl. 7, fig. 138; Sournia, 1967, p. 465, fig. 86; Lakkis *et al.*, 1996, p. 52.

Syn.: *C. macroceros* subsp. *deflexum* Kofoid, 1907c, p. 304, pl. 24, figs. 13-15.

Proche de *C. macroceros* et *C. carriense*, cette espèce est sujet de confusion dans la détermination. Forme tropicale et largement distribuée dans les mers tempérées, elle est récoltée au large des côtes du Liban en nombre très faible, plus fréquente en automne.

Ceratium massiliense (Gourret) Jörgensen.

Jörgensen, 1911, p. 66, pl. 7, figs. 140-143; Sournia, 1967, p. 465; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *C. tripos* var. *massiliense* Gourret, 1883, p. 27, pl. 1, fig. 2.

C'est l'une des espèces qui présente la plus grande variabilité morphologique du genre. En effet *C. massiliense* est très polymorphe, la variabilité portant sur la direction, la longueur et le diamètre des cornes, la forme du corps central, l'insertion et la divergence des cornes antapicales, présence ou absence de crêtes et d'épines. En se basant sur ces critères on distingue la

forme thermophile, var. *macroceroides* (Karsten) Jörgensen, la variété-type *massiliense* et la forme psychrophile correspondant à la var. *protuberans* ou var. *armatum*, mal connues. Deux variétés trouvées dans nos eaux.

Ceratium massiliense (Gourr.) Jörg. var. *massiliense* Karst-pls. XXII, XXVII. Jörgensen, 1920; Halim, 1963; Sournia, 1967; Travers, 1975; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p. 132. Syn. *C. tripos macroceroides* Karsten 1905b.; *C. massiliense* (Gourret) Jörg.; Abé; Halim, 1960. Forme courante du genre, largement distribuée dans les mers oligotrophes tropicales et tempérées; récoltée toute l'année avec une fréquence de 100%.

Ceratium massiliense* var. *protuberans (Karsten) Jörgensen-pl. XXVII, fig. 5c. Jörgensen, 1911, p. 67, pl. 7, fig. 143; Sournia, 1967, p. 467; Lakkis *et al.*, 1996, p. 53. Syn. *C. tripos protuberans* Karsten; *C. protuberans* (Karsten) Paulsen; Pavillard. Cellule plus petite mais plus robuste que la précédente; corne antapicale gauche ne dépassant pas le prolongement du contour postérieur du corps, ce dernier légèrement concave; corne apicale légèrement fléchie et pourvue de crêtes; cornes robustes à leur origine, s'effilant vers leur extrémité; dents plus ou moins développées sur les cornes antapicales. Forme tempérée, cette variété est présente en Méditerranée, rare dans le Bassin levantin.

Ceratium carriense Gourret

Gourret 1883, p. 38, pl. 4, fig. 57; Sournia, 1967; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Très proche morphologiquement de *C. massiliense*; Sournia distingue deux variétés de cette espèce: var. *carriense* et var. *volans*, toutes les deux sont présentes dans les eaux libanaises.

Ceratium carriense Gourret var. *carriense* Sournia-pl. XXII, fig. 6a.

Gourret 1883; Jörgensen, 1911, 1920; Sournia, 1967, p. 470; Lakkis et Novel-Lakkis, 1981.

Cornes antapicales longues et fortement divergentes; contour postérieur du corps situé plus profondément entre les deux antapicales. Signalée comme rare dans l'océan Indien en Mozambique. Nous l'avons récoltée en hiver et au printemps au large des côtes libanaises dans les pêches verticales 50-0 m

Ceratium carriense* forma *volans (Cleve) Jörgensen-pl XXII, fig. 6b

Jörgensen, 1911, p. 70, pl. 8, fig. 148-149; Pavillard, 1916; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *C. volans* Cleve, 1900a, p. 15, pl. 7, fig. 4.

Cornes très longues et fines. Antapicales infléchies vers l'avant. Courbature basale des cornes antapicales en forme de U large. Assez commune toute l'année avec fréquence de présence 100%, plus abondante en automne.

Ceratium trichoceros (Ehrenberg) Kofoed - pl. XXII, fig. 4 & Pl. XL fig. 13.

Kofoed, 1908a, p. 361, figs. 16-19; Jörg., 1911.; Dowidar, 1976; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *Peridinium trichoceros* Ehrenberg, 1860, p. 3, pl. 1, fig. 1.

Espèce tropicale sténotherme, présente dans l'Indo-Pacifique, le canal de Suez, rare en Méditerranée. La longueur des cornes est particulièrement variable. Espèce pérennante, nous l'avons récoltée dans les eaux libanaises toute l'année avec une fréquence de présence de 83%; sa densité diminue nettement dans les milieux portuaires et pollués.

Ceratium contrarium (Gourret) Pavillard - pl.XXII,fig.5.

Pavillard,1905,p.53,pl.2,fig.1; Sournia,1967,p.473;Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.132.

Syn.:*C.inflexum* (Gourret) Kof; *C.trichoceros* var. *contrarium* (Gourret) Schiller

Contour gauche de l'hypothèque légèrement concave, cornes antapicales légèrement ondulées et courbature non symétrique;corne gauche à son origine non infléchie, corne droite courbée à son insertion. Espèce tropicale et subtropicale y compris en Méditerranée. Elle est rare au large des côtes.

Ceratium horridum (Cleve) Gran-pl. XXII,fig.7.

Gran,1902, p.54; Jörgensen,1920; Sournia,1967,p.474;Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Syn.:*C.tripos* var. *horridum* Cleve,1897.

La grande variabilité de cette espèce et son affinité morphologique avec plusieurs autres ont amené Jörgensen à en créer deux sous-espèces, l'une psychrophile de forme robuste, subsp. *horridum* et l'autre thermophile comprenant des formes délicates: subsp. *buceros*; chaque sous-espèce divisée en variétés avec des formes de transition entre elles.

Ceratium horridum* var. *horridum Graham.& Bronikovsky-pl.XXVII,fig.3.

Graham.& Bronikovsky,1944,p.42,fig 24d ;Sournia,1967,fig.91;Travers,1975,p.65.

Syn.:*C.horridum* (Cleve) Gran; *C.intermedium* (Jörg.);*C.horr.var.genuinum* Gran;*C.buceros* f.*tenue* (Ost. & Schmidt)

Cellule robuste et épaisse, les antapicales parallèles ou légèrement divergentes jamais flexueuses;crêtes et épines présentes, corne apicale rectiligne. Cette variété psychrophile est présente en Méditerranée. Elle est rare récoltée en hiver au large des côtes du Liban.

Ceratium horridum* var. *buceros (Zacharias) Sournia-pl.XXVII,fig.3d.

Sournia,1966,1967,p.477,fig.95; Lakkis & Novel-Lakkis; Lakkis,1991a.

Syn. *Ceratium horridum* subsp. *buceros* (Zacharias) Jörg; *C.buceros* Zach.; *C.inclinatum* Kofoed =*C.tenue* f.*inclinatum* (Kofoed); *C.tenuissimum* Kofoed=*C.horridum* subsp.*buceros* (Kofoed) Jörg.; *C.buceros* f.*inclinatum*.

Cellule délicate; corne apicale plus ou moins infléchie, cornes antapicales fines, largement ouvertes, de direction variable. Diamètre cingulaire: 30-50µ, pas de crêtes lamellaires, épines présentes ou non sur le bord postérieur des cornes antapicales. Variété tropicale et subtropicale, d'affinité oligophotique, signalée dans le canal de Suez et en Méditerranée. Elle est récoltée en nombre faible dans nos eaux durant l'homothermie hivernale.

***Ceratium vultur* Cleve.**

Cleve 1900a,p.15,pl.7,fig.5;Sournia,1967,p.480; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Etant donné la grande variabilité de l'espèce, Sournia distingue quatre formes: *sumatranum*, *vultur*, *japonicum*, et *recurvum*. Ces formes auraient les mêmes répartitions géographiques et même biologie. Elles s'en distinguent par le degré de repliement et de déploiement en avant ou en arrière des cornes antapicales par rapport au corps cellulaire, ainsi que l'angle de concavité ou de convexité des cornes antapicales. *C.vultur* forma: *sumatranum* et forma *vultur* sont présentes dans nos eaux

***Ceratium vultur* Cleve forma *vultur*-pl. XXIII,figs.2a,b.**

Sournia,1967,p.481;Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.133.

Syn.:*C.vultur* Cleve 1900a; Pavillard, 1931; *C.vultur* var.*tenue* Okamura,1912 ; *C.japonicum* Schröder; Pavillard; *C.vultur* var. *japonicum*; *C.vultur* f.*summatranum* (Kar.) Jorg.

Cornes antapicales en position intermédiaire. Forme tropicale, océanique, oligophotique. Présente en Méditerranée; récoltée dans nos eaux avec une fréquence de 50%.

***Ceratium vultur* forma *sumatranum* (Karsten) Sournia.**

Sournia,1967,p.482; Schiller,1937,fig.460b.;Lakkis & Novel-Lakkis,1981..

Syn.: *C.tripos vultur* var. *sumatranum* Karsten,1907, p.530,pl.48,fig.15; *C.summatranum* (Karsten) Jörgensen,1911.

Cornes antapicales largement déployées, plus ou moins convexes vers l'intérieur. Forme hivernale et printanière, elle est récoltée sporadiquement au large, surtout en hiver .

***Ceratium Pavillardii* Jörgensen 1911, p.74,pl.9,fig.157-pl.XXVII,fig.4.**

Jörgensen,1911,p.74,pl.9,figs.157,158; Halim,1960,pl.5,fig.8; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Syn.:*C.vultur* var.*Pavillardii* (Jörgensen) Graham & Bronikovsky,1944.

Cornes antapicales avec partie basale manquante, la gauche brusquement infléchiée en avant à angle aigu avec le corps cellulaire. Cette espèce a été souvent confondue avec *C.vultur* ; Graham et Bronikovsky en ont fait une variété. Elle est peu connue en dehors de la Méditerranée; récoltée en hiver et au printemps dans les eaux libanaises.

***Ceratium egyptiacum* forma.*suezensis* Halim-pl.XX, fig.11, pl.LXI figs.1,3.**

Halim 1963,figs.15-18;1965; p.374,figs.1,4 et 5; Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.132.

L'antapicale droite plus épaisse que la gauche qui est courte et grêle et très incurvée ventralement. L'espèce-type décrite par Halim dans le lac Timsah (S=34%) présente un corps massif plus ou moins triangulaire de diamètre 77 µ; corne apicale robuste relativement courte, atteignant 1½ le corps. La forme *suezensis* décrite dans le golfe de Suez se distingue de l'espèce-type par des cornes antapicales plus longues (l'antapicale gauche est courte et grêle chez

l'espèce type). Cette forme lessepsienne montre des populations permanentes dans les eaux levantines, avec parfois des variétés morphologiques dues à la plasticité de la cellule, sans toutefois créer des formes ou variétés écologiques et biogéographiques évidentes. Elle est récoltée uniquement en été et automne, avec une fréquence de 75%.

***Ceratium hexacantum* Gourret**

Gourret, 1883, p. 36, pl. 3, fig. 19; Sournia, 1967; Halim, 1969; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.
Syn.: *C. reticulatum* (Pouchet) Cleve; Pouchet, 1883, Cleve, 1903.

A cause de sa plasticité morphologique en rapport avec l'adaptation saisonnière, plusieurs formes ont été décrites sur la considération de la taille de la cellule, du diamètre et de la direction des cornes postérieures antapicales. Espèce tropicale et subtropicale, rarement tempérée. Présente dans l'Indo-Pacifique, en mer Rouge, elle est signalée dans le canal de Suez et en Méditerranée. La fréquence de récolte dans nos eaux est de 75%.

***Ceratium hexacanthum* var. *contortum* Lemmermann.**

Lemmermann, 1899; Karsten, 1905b, 1907; Sournia, 1967, p. 485.
Syn.: *C. reticulatum* f. *contortum* (Lemmermann) Jørgensen; *C. contortum* (Gourret) Cleve
Cornes antapicales fortement incurvées et croisant l'apicale sur plusieurs plans. Cette forme commune en Méditerranée est récoltée toute l'année au large des eaux libanaises en fréquence élevée et en nombre modéré.

***Ceratium hexacanthum* forma *spirale* (Kofoid) Schiller-pl. XXII. fig. 3.**

Kofoid, 1907c; Schiller, 1937; Sournia, 1967, p. 485; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p. 132.
Syn.: *C. reticulatum* subsp. *spirale* Kofoid, 1907c.
Corne antapicale gauche très longue incurvée vers l'intérieur avec la partie distale spiralée. Espèce commune dans les eaux libanaises, récoltée en hiver.

***Ceratium reflexum* Cleve**

Cleve, 1900a, p. 15, pl. 7, figs. 8, 9; Sournia, 1967, p. 485, fig. 99 et pl. III, fig. 13; Lakkis *et al.*, 1996.
Espèce tropicale, rare dans l'Indo-Pacifique et la mer Rouge. Inconnue en Méditerranée; très rare dans les eaux libanaises.

***Ceratium buceros* (Zacharias)-pl. XXVII fig. 3d.**

C.f. *Ceratium. horridum*.
Syn.: *C. horridum* var. *buceros* (Zacharias) Sournia; *C. buceros* forma *tenue* (Ost. & Schmidt)

***Ceratium longinum* (Karsten) Jørgensen**

C.f. *C. contortum*.

***Ceratium longissimum* (Schröder) Kofoid-pl. XXIII. fig. 4**

Kofoid, 1909; Travers, 1975; Balech, 1988; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Corps cellulaire petit, cornes antapicales fines, étroitement parallèles à l'apicale, rapprochées et plus courtes. Présente en Méditerranée occidentale, cette espèce est rare dans les eaux libanaises.

PODOLAMPADACEAE Lindemann, 1928

Cellules de formes variables, sphériques, arrondies, pyriformes ou étirées, de taille moyenne. Ceinture absente ou réduite et peu visible. Thèque constituée de trois plaques très développées en position post-équatoriale. Sulcus avec plaque sulcale droite. Plaques apicales et antapicales très réduites, visibles uniquement par dissection. Plastes présents ou absents. Famille exclusivement marine à affinité tropicale, largement distribuée dans les eaux tempérées et en Méditerranée. Les deux genres de cette famille présents dans les eaux levantines sont: *Podolampas* et *Blepharocysta*.

Podolampas Stein

Stein, 1883, figs. 192-96; Sournia, 1986 [*pod*: pied; *lampas*: flambeau].

Thèque pyriforme légèrement aplatie dorso-ventralement. Ceinture réduite à un ruban strié séparant l'épithèque étirée en une corne apicale de l'hypothèque plus petite avec prolongements antapicaux. Ce genre comprend 4 espèces présentes dans nos eaux.

***Podolampas bipes* Stein-pl. XXXV, fig. 6.**

Stein, 1883, pl. 8, figs. 1-2; Balech, 1988, p. 123, figs. 1-2; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Thèque pyriforme, large, corne apicale basse et distincte; 2 cornes antapicales subégales avec ailes larges séparées l'une de l'autre. La plus importante du genre; cette espèce thermophile et océanique de faible importance dans les eaux libanaises; abondante au printemps, rare dans les eaux portuaires. Elle est récoltée avec une fréquence de 75%.

***Podolampas palmipes* Stein-pl. XXXV, fig. 7.**

Stein 1883, pl. 8, figs. 9-11; Balech, 1988, pl. 52, fig. 21; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Thèque fusiforme allongée apicalement avec une corne apicale tronquée courte et conique et deux épines antapicales robustes, la gauche 2 fois plus longue que la droite. Espèce euryhaline largement distribuée dans tous les océans. Récoltée en hiver en nombre faible avec une fréquence de 33%.

***Podolampas elegans* Schütt-pl. XXXV, fig. 5.**

Schütt 1895, pl. 18, fig. 57; Dowidar, 1976; Balech, 1988; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p. 134.

Thèque pyriforme allongée apicalement avec longue corne tubulaire, deux épines antapicales robustes subégales avec ailes contigües. Espèce thermophile, océanique. Signalée dans les eaux du canal de Suez, cette espèce est récoltée rarement au printemps avec une fréquence de 42%.

***Podolampas spinifera* Okamura-pl.XXXV,fig.8.**

Okamura 1912,pl.2,figs.35,36;Balech,1988,p.125,pl.52, ;Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Thèque fusiforme élancée, avec longue corne tubulaire terminée par une petite épine apicale, l'antapicale unique, longue et robuste. De longueur entre 90-115 μ , elle est commune en été et au printemps, fréquence de 67%.

Blepharocysta Ehrenberg-pl.XLVIII.C.

Ehrenberg, 1873; Balech,1963a; Sournia,1986 [*blepharos*: paupière, cils ; *kustis*:vessie]. Cellule sphérique ou sub-ovoïde, plus haute que large; hauteur: 40-70 μ , couverte avec des plaques lisses. Epithèque hémisphérique. Hypothèque réduite à une calotte avec deux ailettes «sulcales» portées par les plaques antapicales petites Tabulation selon Balech: P3'1a 5'' 3c 4-6s 3'' 3''.

Distribuée dans les eaux tropicales et en Méditerranée. Six à 7 espèces, toutes sont thermophiles; une seule habite nos eaux .

***Blepharocysta splendor-maris* Ehrenberg - pl.XVII, fig.6.**

Ehrenberg 1860,p.791;Balech,1988; Halim,1969 ; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Cellule ovoïde ou ellipsoïde avec un processus terminal postérieur. Aire ventrale étroite (sulcus et l') conduisant à un pore apical. Plaque thécale lisse avec poroïdes. Longueur 40-70 μ , largeur 38-65 μ . Des trois espèces méditerranéennes, elle est la seule commune dans nos eaux levantines. récoltée en hiver et au printemps avec une fréquence de 67%.

OXYTOXACEAE Lindemann,1928

Cellules de dimensions et de formes diverses contenant des chloroplastes. Epithèque de la cellule plus petite que l'hypothèque sphérique avec sommet arrondi, tronqué ou pointu. Cingulum antérieur tabulation d'après Sournia: 2-3' 1-3a 3-7'' 5-6c 7s 5'' ' 0-2p 1''. Les espèces de cette famille sont exclusivement marines. Taylor (1976) inclut dans cette famille 3 genres: *Oxytoxum*, *Centrodinium*, *Corythodinium*. dont les deux premiers ont des représentants dans les eaux libanaises

***Oxytoxum* Stein-pl.LXC.**

Stein,1883;Balech,1988,p.177; Sournia,1986,p.73 [*oxus*:aigu; *toxon*:arc].

Cellules de petite taille (hauteur15-110 μ), 6-7 fois plus hautes que larges, de formes diverses, globulaires à fusiformes. Thèque réticulée ou porulée. Epithèque arrondie ou pointue, plus petite que l'hypothèque ou très réduite et terminée par une épine apicale. Cingulum situé vers le quart antérieur de la cellule. Sulcus intègre légèrement l'hypothèque. Affinité thermophile. Sur les 70 noms spécifiques disponibles en littérature, 50 sont connues dans l'océan mondial; la tabulation étant mal définie, les critères actuels sont basés

sur les dimensions, le contour cellulaire, les épines. Sur 44 espèces signalées en Méditerranée, une dizaine peuplent les eaux libanaises.

Oxytoxum mediterraneum Schiller-pl. XXXVI, fig. 1.

Schiller, 1937, p.459, fig. 516; Rampi & Bernhard, 1980; Balech, 1988; Lakkis *et al.*, 1996..

Thèque de 24 μ de longueur terminée par une seule épine apicale, ornée de grosses poroïdes; épithèque aplatie en forme de champignon à bord très convexe, sulcus transversal large et excavé sans structure ornementale; hypothèque cardiforme avec antapicale pointue. Récoltée sporadiquement, surtout au printemps-été.

Oxytoxum sphaeroideum Stein-pl. XXXVI, fig. 2.

Stein, 1883, pl. 5, fig. 9; Balech, 1988, p. 182; Travers, 1975, p. 67; Lakkis *et al.*, 1996, p. 55.

Epithèque globuleuse, légèrement aplatie et mamelonnée; hypothèque ovoïde fortement convexe, surface lisse sans ornementation particulière. Etant donné sa petite taille (L=39 μ ; l=29 μ), elle est rarement récoltée au filet, plus fréquente dans les échantillons d'eau en automne .

Oxytoxum viride Schiller-pl. XXXVI, fig. 3

Schiller, 1937, p.456, fig. 510b; Rampi & Bernhard, 1980, p. 129, pl. 61; Lakkis *et al.*, 1996, p. 55

Thèque lisse sans ornementation apparente; épithèque basse , arrondie, hypothèque cardiforme sulcus transversal, taille petite (L=30 μ , l=23 μ). Signalée dans l'Adriatique méridionale par Schiller, l'espèce est récoltée au large des côtes libanaises en densité faible.

Oxytoxum constrictum (Stein) Bütschli-pl. XXXVI, fig. 4.

Bütschli, 1885, p. 1006, pl. 53, fig. 5; Schiller, 1937; Rampi & Bernhard, 1980; Lakkis *et al.*, 1996.

Syn.: *Pyrgidium constrictum* Stein, 1883, pl. 5, figs. 15-18.

Epithèque tronquée en cône avec apex arrondi; hypothèque se terminant par un processus épineux. De Longueur 70 μ , largeur 40 μ , cette espèce est récoltée sur nos côtes presque toute l'année aux les stations côtières et dans les couches superficielles.

Oxytoxum tessellatum (Stein) Schütt-pl. XXXVI, fig. 5.

Schütt, 1895, p. 160, pl. 17, fig. 52; Schiller, 1937; Halim, 1969; Balech, 1988; Lakkis *et al.*, 1996

Syn.: *Pyrgidium tessellatum* Stein, 1883, pl. 6, figs. 2 & 3.

Longueur varie entre 38-60 μ , cette espèce habite la mer Rouge, l'Atlantique et la Méditerranée. Elle est récoltée sporadiquement en mai

Oxytoxum reticulatum (Stein) Schütt - pl. XXXVI, fig. 6.

Schütt, 1896; Schiller, 1937, p. 462, fig. 525; Balech, 1988, p. 180, pl. 82; Lakkis *et al.*, 1996.

Syn.: *Pyrgidium reticulatum* Stein; *Corythodinium reticulatum* (Stein) Taylor, 1976

De longueur 115-120 μ , cette espèce possède une hypothèque conique. Commune en Atlantique et en Méditerranée; elle est récoltée sporadiquement en septembre dans la colonne d'eau 50-0 m.

Oxytoxum variabile Schiller-pl.XXXVI,fig.7.

Schiller,1937,p.466,fig.5;Lakkis *et al.*,1996,p.55.

Hypothèque conique prolongée par une fine épine apicale; épithèque pyriforme de largeur variable de 7-12 μ de côtés plus ou moins convexes avec une épine antapicale. Cette espèce de longueur 20-24 μ est signalée dans l'Adriatique et en Méditerranée; elle est peu commune dans nos eaux.

Oxytoxum scolopax Stein-pl. XXXV,fig.2 et pl. XLV fig.8.

Stein,1883,pl.5,figs.1-3;Schiller,1937,p.453,fig.502a-c; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Epithèque petite de largeur 5-6 μ , conique prolongée par une longue épine nettement différenciée de l'épithèque. Espèce des mers chaudes et en Méditerranée, elle est récoltée toute l'année, surtout en hiver,avec une fréquence de 75% .

Oxytoxum milneri Murray et Whitting - pl.XXXV,fig.3.

Murray et Whitting,1899,p.328,pl.27,fig.6;Schiller,1937; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Epithèque prolongée en une longue corne conique et pointue.De longueur: 126-131 μ , cette espèce est signalée dans l'Atlantique tempéré et en Méditerranée; elle est récoltée sporadiquement aux stations néritiques, en hiver et au printemps avec une fréquence de 58%.

Oxytoxum elegans Pavillard - pl.XXXVI,fig.9.

Pavillard 1916, p.43, pl.2,fig.4;Schiller,1937;Rampi & Bernhard,1980; Lakkis *et al.*,1996.

De longueur 80 μ , cette espèce peu signalée en Méditerranée a été récoltée sporadiquement en septembre par spécimens isolés.

Oxytoxum longiceps Schiller-pl.XXXV,fig.1; pl.XXXVI,fig.10

Schiller,1937,p.464,fig.532;Rampi & Bernhard,1980 pl.68; Lakkis & Novel-Lakkis,1981,

Hypothèque allongée et pointue,épithèque plus petite conique. De longueur 63 μ , cette espèce autotrophe signalée dans l'Adriatique, l'Atlantique sud-occidental et en Méditerranée orientale, elle commune en subsurface en mai.

Centrodinium Kofoid

Kofoid,1907b,p.185; Sournia,1986,p.73[*Kentron*: aiguillon, centre: *Dino*].

Syn.: *Pavillardinium* De Toni ;*Murrayella*, Kofoid. Cellule de moyenne ou grande taille (hauteur:100-400 μ), biconique, plus ou moins aplatie latéralement. Thèque fine et transparente, de tabulation faiblement marquée. Epithèque aussi haute ou plus haute que large, tronquée à l'apex. Cingulum

médian légèrement descendant. Hypothèque parfois terminée par une corne tordue. Chloroplastes présents; les critères d'identification sont basés sur la forme et les dimensions de la cellule, la tabulation étant inconnue. Genre thermophile, largement distribué dans les eaux tropicales et les mers chaudes. Sur les 12 espèces connues, deux sont présentes dans nos eaux libanaises.

***Centrodinium complanatum* (Cleve) Kofoed-pl.XVII,fig. 12.**

Kofoed,1907b,p.186;Schiller,1937,p.433; Rampi & Bernhard,1980,pl.15; Lakkis *et al.*,1996. Syn.:*Steiniella complanata* Cleve,1903/4,p.37.

Thèque assez longue: 300-400 μ , corne apicale courte et trapue, pliée dorsalement à angle obtus, corne antapicale avec trois épines terminales. Distribution inter-océan avec affinité pour les mers chaudes et en Méditerranée. Récoltée sporadiquement dans les eaux du large.

***Centrodinium maximum* Pavillard-pl.XXXIX,fig. 1.**

Pavillard,1930,p.12,fig.14;1931,p.96,fig.14;Schiller,1937,p.435,fig.476a; Lakkis *et al.*,1996.

Thèque élancée avec bord faiblement convexe, longue corne apicale conique, droite ou légèrement pliée dorsalement, longueur 150-400 μ . Présente dans le Pacifique, l'Atlantique et la Méditerranée; elle est rare dans nos eaux.

CLADOPYXIDEA Lindemann,1928

Cladopyxis Stein

Stein,1883; Sournia ,1986 ,p.75[*Clados*:rameau; *Puxis* boîte].

Syn.:*Acanthodinium* Kofoed,1907b,p.193.

Corps cellulaire arrondi ou ovale portant des appendices rayonnants; hauteur sans les bras: 25-65 μ .Cingulum situé au tiers antérieur de la cellule. Sulcus court à peine 1/3 de la hauteur de cellule sur l'hypothèque seulement, sans collerette. Les bras au nombre 3 à 12 sont soit simples ou pointus, soit bifurqués aux extrémités. Chloroplastes présents. Tabulation d'après Balech (1963): P3' 3-4a 7'' 6c 5-6s 6'' 2'' Genre exclusivement marin des eaux tropicales et tempérées. Parmi les 5 espèces connues dans l'océan mondial, une seule est trouvée dans nos eaux libanaises.

***Cladopyxis brachiolata* Stein-pl. XVII,fig.9.**

Stein ,1883,pl..II,figs.7,8; Schiller,1937; Dowidar,1976; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Thèque ellipsoïde ou ovale avec extrémité postérieure arrondie.Longueur:46-64 μ , larger 41-49 μ . Espèce thermophile et océanique, signalée en mer Rouge, dans le canal de Suez et en Méditerranée, elle est récoltée au large de la côte libanaise entre novembre et mars avec une fréquence de 50% .

HETERODINIACEAE Lindemann,1928

Heterodinium Kofoed.

Kofoed, 1906a; Sournia, 1986 [*Heteros*: autre, dino].

Cellule subsphérique plus ou moins aplatie, de dimensions variables entre 40-250 μ . Epithèque conique ou tronconique ou en cloche, à contour gibbeux. Cingulum quasi équatorial, quelquefois fermé et généralement descendant. Hypothèque arrondie ou terminée par 2-3 épines souvent bifurquées en deux cornes antapicales, parfois denticulées. Thèque parfois porulée, assez fine et transparente. Noyau petit et chloroplastes petits (s'ils sont présents) Ce genre comprend une cinquantaine d'espèces, rarement signalées dans l'océan mondial. Quatre espèces sont présentes dans les eaux libanaises.

Heterodinium fides Kofoed-pl. XXXVII, fig. 1.

Kofoed 1907a, p. 165, pl. 7, fig. 45; Schiller, 1937, p. 343, fig. 3702, b; Lakkis *et al.*, 1996, p. 54.

Espèce tropicale signalée dans l'Indo-Pacifique et en Méditerranée. Longueur 120-125 μ , largeur 70-83 μ , elle est rare dans nos eaux.

Heterodinium leiorhynchus (Murray & Whitting) Kofoed-pl. XXXII, fig. 12.

Kofoed 1906a, p. 358; Rampi & Bernhard, 1980, p. 107, pl. 50; Lakkis and Novel-Lakkis, 1981.

Cornes antapicales coniques avec une petite épine terminale; apex nettement incliné à droite; surface réticulée au niveau du sulcus transversal. De longueur 95 μ , largeur 62 μ , cette espèce océanique thermophile est signalée dans le Pacifique, l'Atlantique et en Méditerranée. Présente toute l'année dans les eaux néritiques libanaises, sauf l'été, nous l'avons récoltée avec une fréquence de 75% et en nombre limité.

Heterodinium mediocre (Kof.) Kof. & Adam. f. *sinistrum*-pl XXXVII, fig. 2.

Kofoed & Adamson 1933, p. 105, pl. 16, fig. 34; Schiller, 1937, p. 346, fig. 376; Lakkis *et al.*, 1996.

Très proche de l'espèce-type, cette forme thermophile de longueur 142 μ , largeur 77 μ est peu signalée en Méditerranée et en Adriatique. Commune dans le Pacifique et les mers chaudes; elle est rare dans les eaux libanaises.

Heterodinium rigdenae Kofoed-pl. XXXVII, fig. 3.

Kofoed, 1906a, p. 356, pl. 18, figs. 6-8; Schiller, 1937, p. 337, fig. 360a-d; Lakkis *et al.*, 1996, p. 55.

Longueur 95-140 μ , largeur 60-94 μ ; cette espèce intertropicale est commune dans les mers chaudes; peu signalée en Méditerranée, rare sur nos côtes.

CERATOCORYTHACEAE Lindemann, 1928.

Cellules de petite ou grande taille ayant plusieurs épines sur le bord de certaines plaques. Epithèque réduite; cingulum antérieur; crêtes cingulaires et ailettes sulcales présentes. Tabulation comme chez *Ceratocorys*. Chloroplastes présents. D'affinité thermophile, les espèces de cette famille appartenant à un seul genre sont distribuées dans les mers tropicales.

Ceratocorys Stein

Stein, 1883; Sournia 1986 [*Keras*: corne, *Korus*: casque].

Corps central ovoïde ou polyédrique, prolongé par des épines; hauteur: 40-100µ. Sulcus bordé de petites ailettes. Hypothèque hérissée de 2-8 épines qui naissent aux angles des plaques antapicales, constituée d'un axe longé de plusieurs ailettes. Thèque réticulée ou porulée. Chloroplastes présents. Genre marin et tropical, facilement reconnaissable mais sa tabulation: P3' 1a 5" 6c 6-10s 5" '0-1p 1-2" " prête à des confusions. Une douzaine d'espèces sont reconnues dans l'océan mondial dont 4 dans les eaux libanaises..

Ceratocorys armata (Schütt) Kofoid-pl.XXXIV, fig.1 , pl.XLII, fig.4.

Kofoid, 1919, p.181; Schiller, 1937, p.444, fig.486a-c; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p.133.

Espèce des mers tropicales et tempérées chaudes. Signalée dans le canal de Suez et en Méditerranée, elle est rencontrée dans les eaux levantines tous les mois de l'année sauf pendant la période chaude avec une fréquence de 75%.

Ceratocorys bipes (Cleve) Kofoid pl. XXXIV, fig.4.

Kofoid, 1910, p.183; Schiller, 1937, p.445; Halim, 1969, p.245; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *Goniodoma bipes* Cleve, 1903, p.371, fig.2.

Espèce tropicale, signalée en mer Rouge, elle est récoltée dans les eaux libanaises en nombre faible avec une fréquence de 33%.

Ceratocorys Gourretti Paulsen-pl. XXXIV, fig.3.

Paulsen 1908, p.36; Schiller, 1937, p.446; Travers, 1975, p.65; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *Ceratocorys jourdani* (Gourret) Kofoid, 1910; *Phalacroma jourdani* ; Schütt, 1895,

Espèce thermophile, habitant les eaux tropicales, en mer Rouge et dans le canal de Suez, ainsi qu'en Méditerranée. Récoltée tout le long de l'année surtout dans les eaux océaniques avec une fréquence de 83%.

Ceratocorys horrida Stein-pl. XXXIV, fig.2, pl.XLII figs.3a-b-c.

Stein, 1883, p.20, pl.6, figs.4-11; Schiller, 1937; Halim, 1969; Lakki & Novel-Lakkis, 1981.

Syn. *C.spinifera* Daday, 1888, p.329, pl.30, fig.56.

Espèce des mers chaudes et tempérées, présente en Méditerranée. Signalée en mer Rouge, le canal de Suez, cette espèce est récoltée dans les eaux libanaises en nombre modéré toute l'année avec une fréquence de 100%.

GONIODOMATACEAE Lindemann, 1928

Cellules de moyenne et petite taille, sub-globulaires. Cingulum équatorial fermé ou un peu descendant. Tabulation: P 3' 7" 6-7c 6-8s 6" 1p 1" avec de légères variantes selon les genres. Chloroplastes présents. Famille exclusivement marine, monogénérique par son auteur. Sournia(1986) y adjoint 4 autres genres: *Gessnerium*, *Alexandrium*, *Pyrodinium* et *Gambierdiscus*, les trois premiers ont des représentants dans nos eaux.

Goniodoma Stein

Stein, 1883; Sournia, 1986 [*Gonio*=angulaire, anguleux ; *Doma*: construction].

Syn.: *Triadinium* Dodge; *Heteraulacus* Diesing,

Cellules sub-sphériques ou polyédriques de longueur moyenne dans l'intervalle 30-95 µ. Cingulum équatorial, légèrement descendant. Thèque porulée. Plaque apicale n'atteint pas le cingulum. Balech (1980) décrit 7 espèces, dont deux ont été trouvées dans nos eaux.

***Goniodoma polyedricum* (Pouchet) Jørgensen-pl. XXXIV.fig. 13.**

Jørgensen 1899, p.33; Schiller, 1937; Dowidar, 1976; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981..

Syn.: *Peridinium polyedricum* Pouchet, 1883; *Triadinium polyedricum*, Dodge, 1982.

Espèce tropicale et subtropicale des eaux néritiques, longueur: 48-60 µ, largeur: 52-68 µ. Signalée en mer Rouge, dans le canal de Suez et en Méditerranée, elle est récoltée toute l'année avec une fréquence de 100%.

***Goniodoma sphaericum* Murray & Whitting-pl. XXXIV.fig. 14.**

Murray & Whitting 1899, p.325, pl.27, fig.3; Schiller, 1937; Halim, 1969; Lakkis, 1991a

Syn.: *Triadinium sphaericum* Murray & Whitting.

Espèce autotrophe, diamètre: 35-50 µ; largement distribuée dans l'océan Indien, la mer Rouge, le canal de Suez, l'Atlantique et la Méditerranée. Elle est rarement récoltée dans les eaux libanaises, surtout au printemps.

Alexandrium Halim-pl. XLVII.

Halim, 1960b; Sournia, 1986 [*Alexandrie*=localité-type].

Petites cellules arrondies, autotrophes sans cornes ni épines; longueur: 20 µ. Cingulum équatorial, sans crêtes. Thèque lisse, hypothèque hémisphérique. Tabulation: P 3' 7" 7c 5s 5" ' 2p 1"; grande plaque P; plaque 1' non contigue au cingulum. Depuis sa description, ce genre avec les espèces qui s'y rattachent font l'objet de controverses et de confusions taxinomiques. Taylor (1976) pense que la description de l'espèce-type *A.minutum* faite par Halim est insuffisante; il inclut *A.minutum* dans *Pyrodinium* puis il la sépare. *Gonyaulax balechii* décrite par Steidinger (1971) en Floride est proche d'*Alexandrium minutum*. Balech (1990) a fait une nouvelle description sur des spécimens provenant d'Alexandrie et identifiés par Halim lui-même.; il a confirmé la légalité taxinomique du genre *Alexandrium*, qui doit prévaloir sur son synonyme *Protogonyaulax*. La réhabilitation du genre *Alexandrium* est actuellement entérinée sur le phytoplancton toxique (Moestrup & Larsen, 1990). Une seule espèce connue dans les eaux libanaises.

***Alexandrium minutum* Halim-pl. XLVI; pl. XLVII.**

Halim 1960b; p.103, fig.1; Taylor, 1976; Balech, 1989.; Sournia, 1986, p.79; Lakkis *et al.*, 1996.

Syn.: *A. ibericum* Balech.

Cellule arrondie sans cornes ni épines, parfois irrégulièrement ovale, légèrement plus longue que large; chloroplastes présents. Face ventrale de forme ovale à elliptique ;la partie apicale conique; apex arrondi, quelquefois plat. Les variations de forme sont rares, mais les variations de taille sont considérables. L'hypothèque varie peu en forme, tandis que l'épithèque montre une grande variation (conique, convexe, pointue). L'espèce-type, a été observée pour la première fois et décrite lors d'une apparition des eaux rouges signalées dans le port d'Alexandrie. Reconnue comme espèce toxique en produisant une toxicité de type PSP. dans les parcs de conchyliculture. Elle est commune dans les eaux côtières du Liban.

Pyrodinium Plate

Plate, 1906; Sournia, 1986 [*Pur*: feu ; *Dino*].

Cellules en forme de toupie, isolées ou en chaînes; longueur : 45-85 μ , épines comprises. Apex proéminent, tronqué avec 2-3 épines. Cingulum équatorial, descendant bordé de fortes crêtes. Sulcus atteignant l'antapex, bordé d'ailettes. Hypothèque prolongée par une forte épine. Thèque épaisse à porulation bien marquée. Chloroplastes présents. Bioluminescence intense et production de toxines. Genre exclusivement marin des mers tropicales, formant parfois des "eaux rouges".

***Pyrodinium schilleri* (Matzenauer) Schiller .**

Schiller 1937; p. 314, figs. 330a-e; Lakkis, 1991.

Syn.: *Gonyaulax schilleri* Matzenauer, 1933, p. 449, fig. 16.

Aussi large que haute, longueur: 35-40 μ , largeur: 45 μ ; cette espèce tropicale est présente dans l'Atlantique tropical, la mer Rouge, golfe Arabique où la salinité est élevée. Récoltée en nombre faible au filet en été et automne au large de nos côtes.

GONYAULACEAE Lindemann, 1928

Contour cellulaire arrondi ou sub-polygonal. Taille petite autour de 50 μ . Formation de colonies en chaînes. Epines et cornes présentes ou absentes. Chloroplastes présents. Les tabulations peuvent varier suivant les genres.

***Gonyaulax* Diesing, pl. LVIII C.**

Diesing, 1866; Sournia, 1986, p. 81 [*Gonu*: genou ou *Gonio*: angulaire; *Aulax*: sillon]. Cellules solitaires de formes diverses, généralement polygonales ou arrondies; longueur variant entre 25 et 175 μ selon les espèces. Epithèque arrondie terminée par une corne, apex tronqué. Cingulum équatorial descendant, souvent croisé. Sulcus formant encoche sur

l'épithèque. Hypothèque arrondie ou bosselée. Tabulation: P 3' 2a 6'' 6c 7-8s 6'' '1p1'' ' '; plaque 1' étroite ou infléchie ; pore ventral présent sur le côté externe droit de cette plaque 1'. Production fréquente d'"eaux rouges"; émission parfois de toxines. Plusieurs controverses ont été soulevées pour ce qui est de la taxinomie du genre. Taylor et Steidinger ont créé des "groupes" ou des "complexes "tamarensis", rendant la discrimination entre les espèces assez difficile. Parmi une centaine d'espèces marines décrites, une trentaine sont retenues et une quarantaine restent incertaines. Les critères d'identification sont: la taille, le contour cellulaire, le cingulum, les épines et l'ornementation de la thèque; et aussi l'examen de la tabulation.

***Gonyaulax spinifera* (Clap. et Lachm.) Diesing-pl. XXXII, fig. 6.**

Diesing, 1866, p. 96; Dodge, 1982, p. 214; Halim, 1969; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn. *G. levanderi* (Lemm.) Paulsen 1907; *Peridinium spiniferum* Clap. & Lachm. 1859.

Thèque globuleuse, épithèque de côtés convexes, anguleux, prolongée d'une corne peu différenciée, hypothèque avec ou sans petites épines antapicales, sulcus transversal nettement profond. L=39-50 μ , l=33-38 μ , cette espèce largement distribuée dans l'océan mondial est plus fréquente dans les mers tempérées froides. Signalée en mer Rouge et en Méditerranée, elle est récoltée en hiver dans nos eaux côtières avec une fréquence de 67% .

***Gonyaulax polygramma* Stein-pl. XXXII, fig. 2 , pl. XLI fig. 4.**

Stein 1883, pl. 4, fig. 15; Schiller, 1937, p. 292; Dowidar, 1976; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981..

Syn. *G. schuetti* Lemmermann 1899, p. 367.

Épithèque conique à bord plus ou moins anguleux, hypothèque large, arrondie avec ou sans épines antapicales très petites. Surface ornementée de poroïdes et d'aréoles avec des nervures longitudinales robustes. L.: 49-71 μ , l.: 27-45 μ . Largement distribuée dans l'océan mondial, signalée en mer Rouge, dans le canal de Suez et en Méditerranée occidentale, elle est récoltée toute l'année dans les eaux néritiques libanaises avec une fréquence de 75%.

***Gonyaulax polyedra* Stein - pl. XXXII, fig. 3; pl. LIXC..**

Stein, 1883, p. 13, pl. 4, figs. 7-9; Schiller, 1937; Dowidar, 1976; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Corne apicale peu distincte, l'antapex tronqué sans vraie formation épineuse antapicale. L. 38-60 μ , l. 34-46 μ , cette espèce largement distribuée dans l'océan mondial, est aussi présente dans le canal de Suez et en Méditerranée. Elle est récoltée au printemps avec une fréquence de 75%.

***Gonyaulax milnerii* (Murray & Whitting) Kofoid-pl. XXXII, fig. 10.**

Kofoid, 1911a, p. 205; Rampi et Bernhard, 1980, p. 101, pl. 47; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981..

Syn.: *Goniodoma milneri* Murray & Whitting, 1899, p. 325, pl. 27, figs. 2a-d.

Corne apicale bien délimitée, épithèque de côtés irréguliers et légèrement concaves; hypothèque quadrangulaire avec petites formations épineuses.

Cette espèce est confinée aux mers tempérées froides. Récoltée en février et mars dans les eaux libanaises avec une fréquence de 75% .

Gonyaulax birostris Stein-pl. XXXII, fig. 7.

Stein, 1883, pl. 4, fig. 20; Balech, 1988, p. 171, pl. 77, figs. 6-8; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p. 133. Forme allongée, L=86-110 μ , l=26-31 μ , hypothèque et épithèque subégales, toutes les deux prolongées par de grandes cornes subconiques. Espèce thermophile et océanique, largement distribuée dans les mers tropicales et en Méditerranée. Elle est peu commune au printemps et en été.

Gonyaulax digitale (Pouchet) Kofoid-pl. XXXII, fig. 9.

Kofoid, 1911, p. 214, pl. 9, figs. 1-5; Schiller, 1937, p. 283; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981. Syn.: *Protoperdinium digitale* Pouchet, 1883, p. 443, pl. 18, fig. 14.

Épithèque conique à bord ondulé; corne apicale étroite; hypothèque avec deux fortes épines antapicales divergentes; sulcus longitudinal; surface thécale réticulée. L.: 55-74 μ , l.: 41-60 μ . Cette espèce de distribution limitée aux mers tempérées, est rarement récoltée dans nos eaux.

Gonyaulax minima Matzenauer-pl. XXXII, fig. 4.

Matzenauer, 1933, p. 450, fig. 17; Schiller, 1937, p. 287, fig. 291a; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981. Longueur 21-28 μ ; largeur 14-22 μ . Espèce des mers tropicales, signalée dans l'Indo-Pacifique en mer Rouge et en Méditerranée. Elle est rarement récoltée en hiver dans le plancton de surface avec une fréquence de 25%.

Gonyaulax monacantha Pavillard-pl. XXXII, fig. 5.

Pavillard, 1916, p. 21, pl. 1, fig. 78; Schiller, 1937, p. 287, fig. 293; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981. L= 45-80 μ ; l=34-60 μ , cette espèce présente un antapex avec une forte épine située sur l'axe antéro-postérieur; sulcus transversal hélicoïdal. Commune en Méditerranée, elle est récoltée dans les eaux côtières entre novembre et février avec une fréquence de 67%.

Gonyaulax pacifica Kofoid 1907-pl XXXII, fig. 1.

Kofoid 1907b, p. 308, pl. 30, figs. 37-39; Schiller, 1937, p. 290; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981. Hypothèque avec un bord droit fortement convexe; antapical arrondi; surface thécale ornée de pores épars et de nervures longitudinales et fines; longueur 150-170 μ . Espèce thermophile, océanique des mers tropicales; signalée dans l'Indo-Pacifique et en Méditerranée. Rare sur nos côtes.

PERIDINIACEAE Ehrenberg 1828

Cellules isolées, sub-globuleuses ou ovoïdes, aplaties antéropostérieurement. Taille variable n'excédant pas 60 μ m; parfois cornes et épines; cingulum équatorial. Tabulation: P 3-4' 1-3a 6-7'' 4-6c 4-7s 5'' 2'' ". Chloroplastes présents ou absents selon les genres et les espèces.

Protopteridinium Bergh 1881-pl.LXIIC.

Bergh, 1881; Sournia, 1986. [*Proto*: premier, primitif; *Peri*: autour].

Syn.: *Peridinium* Ehrenberg. Cellules globulaires ou ovoïdes, pyriformes ou biconiques de dimensions diverses selon les espèces de longueur, variant entre 25 et 275 μ . Epithèque terminée ou non par une corne apicale; pore apical présent. Hypothèque soit terminée par deux cornes antapicales creuses ou pleines, soit par deux épines portant ou non des ailettes parfois 1-2 petites épines; cingulum équatorial, sulcus plus ou moins creusé de formes diverses. Thèque diversement ponctuée, striée ou réticulée avec bandes intercalaires. Chloroplastes généralement absents. Tabulation-type: P3-4' 1-3a 6-7'' 4-6c 4-7s 5'' ' 2'' varie chez quelques espèces. Ce genre a été désigné récemment sous le nom de *Protopteridinium*. Pourquoi *Protopteridinium*? Selon Sournia (1986), les critères d'identification du genre *Peridinium* ont évolué depuis le siècle dernier; ce sont surtout les caractères externes qui ont attiré l'attention: taille, forme générale, parcours du cingulum, présence des cornes et d'épines et la tabulation. Des taxinomistes comme Abé, Balech, Graham, en examinant les plaques sulcales, ont trouvé qu'elles sont hautement différenciées et spécifiquement stables pour constituer des critères de base pour l'identification des espèces. Malheureusement l'examen de ces plaques sous microscope, est très difficile et nécessite des techniques spéciales (microscopie à épifluorescence ou autres). Par contre les plaques cingulaires apparentes, et plus faciles à dénombrer seraient aussi des critères différentiels entre *Peridinium* qui compte 6 plaques cingulaires et *Protopteridinium* qui n'en a que 4. Ainsi les espèces qui ont 5-6 cingulaires appartenant au genre *Peridinium* sont pour la plupart dulcicoles, alors que les *Protopteridinium* sont exclusivement marins. Ce genre compte actuellement 260 espèces, non compris les taxons infra-spécifiques. Une trentaine d'espèces ont été trouvées jusqu'à présent dans nos eaux marines.

***Protopteridinium oceanicum* (Vanhoffen) Balech-pl.XXVIII, fig. 5.**

Balech, 1974, p. 57, 1988, p. 85, pl. 23, fig. 7-10; Dodge, 1982, p. 180; Lakkis, 1991a.

Syn.: *Peridinium oceanicum* Vanhoffen; Schiller; *P. obliquum* Dangeard.

Espèce cosmopolite, de longueur 129-210 μ , largeur 68-128 μ , aplatie dorso-ventralement, corne apicale longue, cornes antapicales effilées, la droite légèrement plus courte que la gauche. Signalée en mer Rouge et en Méditerranée, elle est récoltée dans les eaux libanaises uniquement au printemps en densité faible et avec une fréquence de 42%.

***Protopteridinium claudicans* (Paulsen) Balech-pl.XXXIII, fig. 5.**

Balech 1974, p. 57; 1988, p. 86, pl. 24, figs. 5-9; Sournia, 1978; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *Peridinium claudicans* Paulsen, 1907, p. 16, fig. 22; Schiller, 1937, p. 249, figs. 250-a-g.

Thèque avec sulcus peu ou pas oblique à l'axe antéro-postérieur, corne antapicale droite plus longue et plus grosse que la gauche. De longueur: 87-103 μ et largeur: 56-60 μ , cette espèce euryhaline est largement distribuée dans les mers tempérées et chaudes. Commune en Méditerranée, elle est récoltée dans les eaux libanaises en nombre faible en hiver et au printemps ; plus abondante dans les eaux portuaires.

***Proto-peridinium conicum* (Gran) Balech-pl. XXXIII, fig. 6.**

Balech, 1974, p. 58; 1975, p. 21, pl. 2, figs. 12-13; Lakkis and Novel-Lakkis, 1981, p. 134.

Syn.: *Peridinium conicum* Gran, 1902, p. 189, fig. 14; Schiller, 1937, p. 233, fig. 229.

Thèque avec sulcus transversal, cornes antapicales coniques, larges et robustes terminées par une pointe plus ou moins obtuse, la gauche légèrement plus courte que la droite. Espèce néritique et océanique largement distribuée, signalée en mer Rouge, dans le canal de Suez et présente en Méditerranée, elle est rarement récoltée au large de la côte.

***Proto-peridinium conicum* forma *conconvum* Matzenauer-pl. XXXIII, fig. 7.**

Matzenauer 1933, p. 455, fig. 28d; Balech, 1988, p. 88, pl. 28, figs. 5-6; Sournia, 1978, p. 25.

Cette variété est récoltée au début de l'hiver par spécimens isolés, plus abondante dans les eaux côtières de faible salinité; fréquence 25%.

***Proto-peridinium globulus* (Stein) Balech-pl. XXXVIII, fig. 2.**

Balech, 1974, p. 64; Dodge, 1982, p. 194, fig. 22A; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *Peridinium globulus* Stein, *P. sphaeroides* Dangeard, 1927; Schiller, 1937, p. 182, fig. 185.

Sulcus transversal avec extrémité ventrale non fourchue, sulcus longitudinal avec bord simple non ailiforme. Espèce thermophile interocéan, signalée dans l'océan Indien, en mer Rouge, et en Méditerranée, elle est récoltée au large des côtes libanaises en été et automne en nombre modéré.

***Proto-peridinium globulus* var *quarnerense* Stein-pl. XXXIII, fig. 14.**

Balech, 1974, fig. 61; 1988, p. 112, pl. 45, figs. 6-8; Lakkis & Novel, 1981, p. 134.

Syn.: *Peridinium quarnerense* Schöder ; *P. globulus* var *quarnerense* Stein.

Corne antapicale courte, sulcus transversal fortement dextrogyre avec extrémité fourchue, épines antapicales fines situées dans le prolongement des bords du sulcus longitudinal. Cette variété thermophile est la plus abondante du genre dans nos ; récoltée toute l'année avec une fréquence de 100% .

***Proto-peridinium granii* (Ostenf.) Balech forma . *mite* Pavillard-pl. XXVIII.**

Balech, 1974, p. 65; 1988, p. 107, pl. 40, figs. 9-11; Dodge, 1982, p. 196, fig. 23A.

Syn.: *Peridinium granii* Ostensfeld; Schiller, 1937; *P. mite* Pavillard, 1916.

Epithèque avec plaque apicale losangique de type para, hypothèque à base fortement concave, cornes antapicales rudimentaires, robustes, divergentes fortement pointues. De longueur et hauteur 40-55 μ , cette forme est

commune dans l'Atlantique tropical, l'Indo-Pacifique. Signalée dans le canal de Suez et en Méditerranée, elle est récoltée toute l'année au large des eaux libanaises, plus fréquente au printemps.

***Protoperidinium pyriforme* (Paulsen) Balech-pl. XXVIII, fig. 9.**

Balech, 1974, p. 63; Dodge, 1982, p. 198, figs. 23F-G; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p. 134

Syn.: *Peridinium pyriforme* Paulsen, 1907; Schiller, 1937, p. 194, fig. 191; Lakkis, 1991a, b.

Thèque pyriforme, épithèque convexe avec corne apicale peu différenciée et deux petites épines antapicales parallèles faiblement ailées. De longueur 42-70 μ , cette espèce de forme elliptique est largement distribuée dans les mers tempérées. Elle est récoltée toute l'année avec une fréquence de 75%.

***Protoperidinium Steinii* Jörg. var. *mediterraneum* (Kof.) Balech, pl. XXVIII.**

Balech 1974, p. 63; Dodge, 1982, p. 199, fig. 23C; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p. 134.

Syn.: *Peridinium steini* Jörgensen, 1899, p. 38; Schiller, 1937, p. 196, fig. 192a-h; Lakkis, 1991.

Thèque oviforme avec une longue corne apicale subcylindrique; hypothèque avec deux longues cornes pointues ailées et divergentes. De longueur totale avec les épines 115-135 μ , (corps seul 60 μ), largeur 45 μ , signalée dans l'Atlantique, en mer Rouge, le canal de Suez et en Méditerranée, cette espèce est commune dans nos eaux avec une fréquence de 100%.

***Protoperidinium breve* Paulsen - pl. XXXIII, fig. 2.**

Paulsen, 1907, p. 13; 1908, p. 46; Schiller, 1937, p. 198, fig. 194a-j; Lakkis, 1991b.

Syn. *Peridinium breve* Paulsen, 1907

Aussi longue que large 30-75 μ , cette espèce montre des variabilités morphologiques importantes, d'où les confusions taxinomiques et dans la synonymie. Thèque pyriforme, épithèque triangulaire avec corne conique très courte, antapex aplati terminé par deux petites épines parallèles ou légèrement divergentes. Largement distribuée dans les mers tempérées froides et chaudes; signalée dans le canal de Suez et Méditerranée, elle est récoltée toute l'année, surtout en hiver avec une fréquence de 75%.

***Protoperidinium curvipes* (Ostenfeld) Balech-pl. XXXIII, fig. 9.**

Balech, 1974, p. 65; 1988, p. 117 pl. 48, figs. 9-15; Dodge, 1982, p. 199, fig. 22L, M.; Lakkis, 1991.

Syn.: *Peridinium curvipes* Ostenfeld, 1906, p. 15, fig. 128; Schiller, 1937, p. 201, figs. 197a-p.

Thèque de forme oblongue plus large que haute, L: 44-52 μ , l: 44-46 μ ; aile antapicale courbée du côté dorsal de la thèque, bord droit prolongé par une courte épine. Cette espèce est largement distribuée dans les mers froides et tropicales ainsi qu'en Méditerranée. Récoltée sur nos côtes avec une fréquence de 42%.

***Protoperidinium diabolus* (Cleve) Balech-pl. XXXIII,fig.12.**

Balech, 1974,p.66;1976d,p.43,figs.7a-n;Dodge,1982,p.200;Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Syn.: *Peridinium diabolum* Cleve 1901;Schiller,1937, *P. formosum* Pavillard.

Thèque pyriforme à contour arrondi, corne apicale moyennement longue, antapicales longues, largement ailées, divergentes,terminées par des épines très fortes. Forme typique des eaux oligotrophes, cette espèce est largement distribuée dans les mers tropicales et en Méditerranée. Elle est une des plus abondantes du genre dans les eaux néritiques et portuaires du Liban.

***Protoperidinium hirobis* Abé-pl. XXVIII,fig.2.**

Abé 1927, p.399,fig.18;Balech,1974,p.64;1988,p.103; Lakkis & Novel-Lakkis,1981..

Syn.: *Peridinium hirobis* Abé ;Schiller,1937; Lakkis,1991b.

Décrite pour la première fois dans la mer du Japon et citée en Méditerranée sous le synonyme *P. pellucida* Bergh 1881, cette petite cellule (L=26 μ et l=24 μ) montre une thèque pyriforme, ovale, corne apicale courte nettement visible ,épines antapicales fortes,divergentes avec ailes étroites. Assez commune au large du Liban, plus abondante au printemps .

***Protoperidinium pentagonum* (Gran) Balech var. *latissimum* K.-pl. XXVIII,**

Balech, 1974, p.59;1988,p.88,pl.27,figs.1-6;Dodge,1982,p.188,figs.21L-N;Lakkis *et al.*,1996.

Syn.: *Peridinium pentagonum* Gran, *Protoperidinium latissimum* Kofoid;Balech,1988.

Thèque pentagonale, corne antapicale à peine distincte, cornes antapicales courtes avec petites épines terminales. Sulcus longitudinal court ne touchant pas le bord postérieur de l'hypothèque. aplati. De L=74-119 μ , l=82-138 μ , cette espèce des mers tempérées chaudes et tropicales ,ainsi qu'en Méditerranée, est commune dans les eaux libanaises, surtout au printemps.

***Protoperidinium depressum* (Bailey) Balech-pl. XXXIII,fig.11.**

Bailey 1855; Balech,1974,p.57;1988,p.87,pl.25,fig.48; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Syn.: *Peridinium depressum* Bailey; *P. parallelum* Broch;*P. divergens* Vanhöffen;

P. Kofoidi Fauré-Fremiet;*P. divergens* var. *refiforme* Ehrenberg.

Thèque volumineuse avec sulcus transversal très oblique dans l'axe antéro-postérieur, corne antapicales longues et pointues. De longueur entre 110 et 200 μ , cette espèce euryhaline des mers chaudes est fréquente en Méditerranée. *P. depressum* est la plus abondante du genre dans les eaux libanaises, elle est récoltée tout le long de l'année avec une fréquence de 100%. Cette espèce domine au printemps et contribue à la poussée du phytoplancton côtier. Contrairement aux autres espèces du genre, elle est plus fréquente dans les eaux de faible salinité et estuariennes .

***Protoperidinium grande* (Kofoid) Balech - pl. XXXIII,fig.16.**

Kofoid ,1907a; Balech,1974, p.59;1988,p.110,pl.42,figs.2-9; Lakkis *et al.*,1996..

Syn.: *Peridinium grande* Kofoid; *P. truncatum* Graham; *P. elegans* Matzenauer.

Forme robuste de longueur 170-200 μ , largeur 112-144 μ , épithèque de côté fortement concave prolongée d'une corne apicale conique, cornes antapicales longues et pointues, légèrement divergentes. Espèce thermophile, océanique commune en mer, dans le canal de Suez et en Méditerranée occidentale; elle est assez commune dans les eaux océaniques du Liban tout le long de l'année, avec une fréquence de 83% ; plus abondante en surface.

***Protoperidinium deficiens* (Meunier) Balech-pl. XXXIII, fig. 10.**

Meunier, 1919, p. 44, pl. 20, fig. 5-8; Balech, 1973b; Dodge, 1982; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981. Syn.: *Peridinium deficiens* Meunier; Schiller, 1937, p. 267, fig. 268.

Epithèque et hypothèque coniques subégales; corne apicale peu prononcée et bipointue, cornes antapicales peu proéminentes; plaques thécales bien visibles. $L=1.45 \mu$. Cette espèce est commune dans les mers tempérées froides et les eaux saumâtres. Rarement signalée en Méditerranée, elle est récoltée sporadiquement en hiver au large de la côte avec une fréquence 25% .

***Protoperidinium pedunculatum* (Schütt) Balech-pl. XXVIII, fig. 6.**

Balech, 1974, p. 64; Sournia, 1978, p. 28; Schiller, 1937; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981. Syn.: *Peridinium pedunculatum* Schütt, *Protoperidinium pellucidum* Bergh, *P. Huberi* Schiller, *P. meunieri* Peters.

Thèque ellipsoïde, hypothèque à côtés convexes ou légèrement concaves avec une apicale courte et bien distincte, deux épines apicales ailées longues et fines. De taille $L=30-50 \mu$, $l=25-35 \mu$, cette espèce est largement distribuée dans l'océan mondial avec une affinité thermophile. Présente en Méditerranée, elle est peu commune dans nos eaux; fréquence 58% .

***Protoperidinium pellucidum* (Bergh) Schütt-pl. XXVIII, fig. 7.**

Bergh, 1882, p. 227, pl. 15, figs. 46-48; Dodge, 1982, p. 202.; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981. Syn.: *Peridinium pellucidum* Schütt 1895, pl. 14, fig. 45; Schiller, 1937, p. 312, fig. 209.

Thèque pyriforme ovale, corne apicale courte, épines antapicales robustes, divergentes avec des ailes étroites. Cette espèce de petite taille ($L=40-68 \mu$, $l=36-70 \mu$) présente une grande variabilité morphologique. Broch (1910) distingue trois formes: *f. spinosa*, *f. intermedia* et *f. membranata*; Fauré-Fremiet (1908) en distingue deux variétés, *crassum* et *acutum*. Commune dans toute la Méditerranée, elle est récoltée avec une fréquence de 83%.

***Protoperidinium sphaericum* Okamura-pl. XXXVIII, fig. 1.**

Okamura 1912, p. 14, pl. 4, fig. 71-72; Travers, 1975, p. 66; Lakkis *et al.*, 1996, p. 56. Syn.: *Peridinium sphaeroidea* Abé; *P. sphaeroidea* var. *gracilis* Matzen.; *P. globulus* Stein.

Thèque petite globuleuse, épithèque avec plaque apicale à losange de type meta, épines antapicales ailées divergentes. Espèce interocéanique, signalée en Méditerranée et dans l'Adriatique; elle est rare dans les eaux libanaises.

***Protoperidinium Abei* Paulsen-pl. XXXIII.fig. 1.**

Paulsen 1930,p.73; Schiller,1937,p.138,fig.136a-h; Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.134.

Syn.*Peridinium biconicum* Abé 1927, p.416,fig.34; Halim,1969,p.246.

Thèque quadrangulaire; hypothèque et épithèque subégales; sulcus transversal circulaire, sulcus longitudinal court, surface ornée de petites protubérances arrondies. Décrite dans la mer du Japon, cette espèce thermophile est signalée dans l'Indo-Pacifique, en mer Rouge et en Méditerranée. Signalée dans le canal de Suez, elle est peu commune dans les eaux libanaises, trouvée avec une fréquence de 25%.

***Protoperidinium trochoideum*(Stein) Lemmermann-pl.XXXVIII,fig. 3**

Lemmermann, 1910, p.336; Schiller, 1937, p.137, fig.134a-d; Lakkis et al., 1996,p.55.

Syn.*Glenodinium trochoideum* Stein,1883; *G.acuminatum* (Ehrenb.) Jörgensen;

Peridinium faeroense Paulsen, 1905; *P.acuminatum* Ehrenberg,1838.

Thèque pyriforme, longueur:16-36 μ , apex sur l'axe de symétrie antéro-postérieur.Forme néritique et côtière des mers tempérées. Présente en Méditerranée, cette espèce est commune toute l'année au large des côtes.

***Protoperidinium ovatum* (Pouchet)Schütt-pl.XXXVIII,fig. 4.**

Pouchet,1883,p.35,pl.18;Balech,1976;Lakkis & Novel-Lakkis,1981,p.134.; Dodge,1982.

Syn.:*Peridinium ovatum*, Schütt,1891; *P.globulus* var. *ovatum* Schiller,1937.

Régulièrement rencontrée dans les eaux libanaises, mais en densité faible.

***Protoperidinium cerasus* (Paulsen)Balech-pl.XXXVIII,fig. 5.**

Balech 1973,p.357,pl.3,figs.57-62,pl.4,figs.63-72; Dodge,1982; Lakkis *et al.*,1996.

Cellule globulaire de L=46 μ , l=30-40 μ , arrangement des plaques sur l'épithèque meta-quadr. Corne apicale conique petite et deux épines antapicales longues et fines, parfois faiblement ailées. Sulcus transversal, dextrogyre à extrémité élargie débordant sur l'épithèque. Signalée dans l'Atlantique, en Méditerranée ainsi que dans le canal de Suez, cette espèce a été récoltée sporadiquement au large des côtes.

***Protoperidinium subinerme* (Paulsen) Loeblich III-pl.XXVIII.fig. 12.**

Loeblich III ,1969,p.905; Dodge,1982,p.189; Balech,1988,p.89,pl.29; Lakkis,1991a.

Syn.:*Peridinium subinerme* Paulsen,1908,p.61,fig.79; Lakkis & Novel-Lakkis,1981.

Thèque quadrangulaire, côtés plus ou moins convexes sans corne apicale évidente, bord postérieur de l'hypothèque mince, avec deux épines courtes et grosses. Espèce largement distribuée dans l'Atlantique tropical,en Méditerranée, elle est récoltée toute l'année dans les eaux libanaises avec une fréquence de 67% .

***Protoperidinium subinerme* Paulsen var. *punctulatum* Schiller-pl. XXVIII**

Schiller, 1937, p. 245, fig. 245; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981, p. 134; Lakkis, 1991b.

Syn.: *Protoperidinium punctulatum* Balech, *Peridinium punctulatum* Paulsen, *P. subinerme* var. *punctulatum* (Paulsen).

Thèque rhomboïde, épithèque conique, hypothèque arrondie, antapex aplati; sulcus transversal légèrement levogyre, sulcus longitudinal prolongé jusqu'au bord de l'antapex; surface ornée de protubérances épineuses. Présente dans l'Atlantique, en Méditerranée, signalée dans le canal de Suez, cette variété-type est récoltée toute l'année dans les eaux libanaises en nombre modéré.

***Protoperidinium brochi* (Kofoid & Swezy) Balech-pl. XXXIII, fig. 3.**

Balech 1974, p. 60; 1988, p. 108, pl. 41, figs. 4-7; Lakkis, 1991a; Lakkis *et al.*, 1996, p. 55

Syn.: *Peridinium brochi* (Kofoid & Swezy), 1921, p. 183; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981..

Epithèque avec plaques losangiques de type meta; cornes antapicales courtes et fortes. Présente en Méditerranée, signalée dans le canal de Suez, cette espèce est récoltée dans les eaux libanaises toute l'année, sauf en été avec une fréquence de 75%.

***Protoperidinium brochi* f. *inflatum* (Okamura)-pl. XXXIII, fig. 4.**

Okamura 1912.

Syn.: *Peridinium inflatum* Okamura, *P. brochi f. inflatum* (Okamura) Schiller, *Protoperidinium inflatum* (Ok.) Balech.

Longueur: 70-107 μ , largeur: 60-88 μ . Espèce thermophile présente en Méditerranée occidentale; elle est peu commune en hiver et en automne.

***Protoperidinium crassipes* (Kofoid) Balech-pl. XXXIII, fig. 8.**

Balech, 1974, p. 65; Dodge, 1982, p. 199, fig. 22L-M; Lakkis *et al.*, 1996, p. 55.

Syn.: *Peridinium crassipes* Kofoid, *P. curtipes* Jörgensen, *P. magnum* Schiller.

Cornes antapicales inégales, la droite plus longue que la gauche qui souvent porte sur le bord interne 2-3 pointes épineuses caractéristiques. D'après Dodge, *P. crassipes* et *curtipes* doivent être deux espèces séparées par la couleur du contenu cellulaire, par les plaques sulcales et la forme du corps, la corne apicale étant plus proéminente chez *P. curtipes*. L'espèce *crassipes* est largement distribuée dans l'océan mondial, présente en Méditerranée, en mer Rouge et dans le canal de Suez; récoltée avec une fréquence de 50%.

***Protoperidinium curtipes* (Jörgensen) Balech-pl. XXXVIII, fig. 6.**

Balech 1974, p. 60; Dodge, 1982, p. 22E-G, pl. Iva; Lakkis, 1991b.

Syn.: *Peridinium curtipes* Jörgensen, 1912; *P. crassipes* Kofoid, Schiller, 1937, p. 223.

Cellule aussi large que longue 80-100 μ ; côtés de l'épithèque et l'hypothèque concaves; plaques thécales de type meta-quadra fortement réticulées, hypothèque terminée par deux cornes vides, contenu cellulaire couleur jaune non rose comme chez *P. crassipes*. Espèce des mers tempérées, elle est récoltée sporadiquement dans les eaux libanaises au printemps.

***Protoverdinium leonis* (Pavillard) Balech-pl.XXVIII,fig. 3.**

Balech, 1974, p. 58; 1976, p. 30, figs. 2A-H; Dodge, 1982, p. 187 fig. 22D-E.; Lakkis *et al.*, 1996.

Syn.: *Peridinium leonis* Pavillard 1916, p. 32, fig. 6; Schiller, 1937, *P. saltans* Pavillard, 1915.

Thèque légèrement aplatie dorso-ventralement; épithèque et hypothèque de côtés droits ou légèrement concaves. Plaques de type ortho-hexa, hypothèque munie de deux cornes vides terminées par une forte épine chacune. Sulcus profondément incrusté, circulaire ou légèrement dextrogyre. Forme bioluminescente. Espèce cosmopolite et thermophile, présente en mer Rouge et en Méditerranée; elle est récoltée en hiver avec une fréquence de 67%.

***Protoverdinium divergens* (Ehrenberg) Balech-pl. XXXIII, fig. 13.**

Balech, 1974, p. 60; 1988, p. 109, pl. 41, figs. 13-16; Dodge, 1982, p. 193; Lakkis *et al.*, 1996,

Syn.: *Peridinium divergens* Ehrenberg, 1841; Schiller, 1937, p. 226, figs. 222a-e; Lakkis, 1991.

De taille moyenne, longueur: 70-95 μ ; épithèque à côtés légèrement concaves, droits ou convexes; cornes antapicales assez longues, pointues et fortement divergentes; surface nettement réticulée. Largement distribuée dans l'océan mondial, cette espèce est présente en mer Rouge, dans le canal de Suez, et en Méditerranée. Parmi les plus abondantes du genre, elle est récoltée tout le long de l'année dans nos eaux avec une fréquence de 100%.

***Protoverdinium minutum* (Kofoid) Loeblich II- pl. XXXVIII, fig. 7.**

Loeblich II, 1969, p. 905; Dodge, 1982, p. 174; Lakkis *et al.*, 1996, p. 55.

Syn.: *Peridinium minutum* Kofoid; *P. monospinum* Paulsen; *Properidinium aspinum* Meunier.

Cellules globulaires de taille 40-56 μ , avec petite corne apicale et une projection antapicale, hypothèque légèrement plus petite que l'épithèque. Le sulcus arrive au milieu de l'hypothèque, terminé par une petite épine peu visible. Largement distribuée dans l'océan l'Atlantique et le Pacifique et rarement signalée en Méditerranée, elle est peu commune au large du Liban..

***Protoverdinium quinquecorne* (Abé)-pl. XXXVIII, fig. 8.**

Halim, 1965; Balech, 1974, p. 57; Sournia, 1978, p. 29; Lakkis *et al.*, 1996, p. 56.

Syn.: *Peridinium quinquecorne* Abé, 1927, p. 410, fig. 30; Schiller, 1937, p. 142, fig. 142a-c.

Cette espèce décrite dans la mer du Japon est signalée dans les eaux d'Alexandrie. De taille relativement petite (20 μ), elle est récoltée entre août et novembre. Il serait une forme Indo-Pacifique, migrante en Méditerranée.

***Protoverdinium spiniferum* (Schiller) Balech**

Balech, 1974, p. 67; Sournia, 1978, p. 29.

Syn.: *Peridinium spinifera* Clap. & Lachm.; *Gonyaulax spinifera* (Clap. & Lachm) Diesing.

Occasionnellement rencontrée dans nos eaux.

***Protoverdinium achromaticum* (Levander) Balech-pl. XXXVIII, fig. 9.**

Balech, 1974, p. 56; Dodge, 1982, p. 183, fig. 21B; Lakkis *et al.*, 1996.

Syn.: *Peridinium achromaticum*, Schiller, 1937, p. 228, fig. 225a-h.

Forme rhombique, côtés légèrement convexes. Sulcus s'élargit pour finir par des épines à peine visibles, cingulum assez profond. L: 27-40 μ , largeur: 23-40 μ . Signalée dans le canal de Suez, cette espèce a été sporadiquement récoltée dans les eaux néritiques libanaises.

Protoperidinium tenuissimum (Kofoid) Balech-pl. XXXIX fig. 8.

Balech, 1974, p. 67; Sournia, 1978, p. 28; Lakkis *et al.*, 1996, p. 56.

Syn. *Peridinium tenuissimum* Kofoid 1907b, p. 176; Schiller, 1937, p. 215, fig. 211a-c

De taille très petite L: 45-50 μ , largeur: 25-28 μ ; forme arrondie ou légèrement oblongue, cornes et antapicales très longues; celles-ci sont fortement pointues et divergentes, la gauche ailée à sa base. Forme tropicale, peu connue en Méditerranée, elle est récoltée en nombre faible dans nos eaux.

Diplopsalis Bergh

Syn.: *Glenodinium* Ehrenberg; Dodge, 1982; Sournia, 1986 [*Diplos*: double; *Psalis*: voûte]. Cellule sub-lenticulaire ou sub-sphérique de petite ou moyenne taille : 25-60 μ m. Apex formant une légère protubérance. Pore apical bien marqué. Cingulum équatorial fermé. Planizone bordé de crêtes. Sulcus court bordé d'une ailette gauche. Hypothèque sans cornes ni épines. Tabulation: P 3' 1a 6'' 4c ?s 5'' ' 1'' " ; plaque apicale 1'. Chloroplastes absents. Genre exclusivement marin.

Diplopsalis lenticula (Bergh)-pl. XXXIV, fig. 11, pl. XXXIX fig. 10.

Bergh 1881, figs. 60-62; Stein, 1883, pl. 8; Lebour, 192; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn. *Glenodinium lenticula* (Bergh) Schiller, *P. lenticula* Paulsen; *P. l. minor* (Paulsen) Pav.;

Diplopsalis sphaerica Meunier

Thèque lentiforme ou globuleuse; corne apicale courte; membrane hyaline gauche vaste et pointillée. Une seule plaque antapicale, pas de plaque intercalaire. Longueur 29-75 μ , largeur 33-135 μ . Forme euryhaline et eurytherme; elle est présente en Méditerranée et dans le Bassin levantin. Cette espèce est récoltée surtout en avril et en été dans les eaux libanaises avec une fréquence de 100%; plus abondante dans les eaux polluées.

PYROPHACAXEAEA Lindemann, 1928

Pyrophacus Stein-pl. LXIII C

Stein, Sournia, 1986 [*Pur*: feu; *Phacos*: lentille].

Cellule lenticulaire aplatie antéro-postérieurement; diamètre maximal: 35-190 μ ; Contour subcirculaire en vue apicale et antapicale. Epithèque et hypothèque d'égale hauteur. Deux espèces et une sous-espèce sont connues dans ce genre.

***Pyrophacus horologium* Stein-pl. XXXII, fig. 13.**

Stein 1883, p. 28, pl. 28, figs. 6-13; Schiller, 1937, p. 87, fig. 73a-c; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Cellule discoïde quasi circulaire en vue antérieure, biconvexe lenticulaire en vue latérale. Thèque faiblement ornée par plusieurs plaques. Cytoplasme contenant des chloroplastes. Reproduction par cystes, largeur, 35-136 μ , hauteur, 32-125 μ . Forme néritique des mers tempérées, elle est récoltée toute l'année avec une fréquence de 50%.

***Pyrophacus horologium* var. *Steinii* (Schiller) 1937-pl. XXXIX, fig. 9.**

Schiller, 1937, p. 87, fig. 74a-d; Sournia, 1978, p. 31.

Syn.: *Pyrophacus steinii* (Schiller) Wall & Dale, 1971; Balech, 1988.

De L=40-60 μ , l= 90-235 μ , cette variété-type cantonne les mers chaudes est signalée dans la mer Rouge, en Méditerranée et dans le canal de Suez, elle est récoltée sporadiquement au large des côtes libanaises..

***Spiraulax* Kofoid**

Kofoid, 1911c; Sournia, 1986 [*Speira*: enroulement; *Aulax*: sillon].

Cellules sub-fusiformes de longueur 100-170 μ . Epithèque et hypothèque sub-coniques quasi égales avec côtés déprimés et bosselés, se terminant par une sorte de corne; hypothèque prolongée par une épine antapicale. Cingulum cavizone bordé de crêtes. Sulcus légèrement sigmoïde s'élargissant et atteignant l'antapex, bordé de courtes ailettes. Tabulation: P4' 1a6'' 6c 6s 6'' '1p1'' '. Chloroplastes présents. Ce genre comprend une seule espèce.

***Spiraulax Jollifei* (Murray & Whitting) Kofoid-pl. XXXII, fig. 14.**

Kofoid 1911c, p. 296, pl. 19; Schiller, 1937, p. 312; Halim, 1969; Lakkis & Novel-Lakkis, 1981.

Syn.: *Goniaulax Jollifei* Murray & Whitting, 1899.

Cette espèce thermophile est présente en mer Rouge, en Méditerranée et dans l'Adriatique. Elle est récoltée dans nos eaux avec une fréquence de 75%.

***Ceratoperidinium* Margalef ex Loeblich III.**

Loeblich III, 1980; Sournia, 1986 [*Kerat*: corne].

Corps cellulaire pentagonal, prolongé par deux longs appendices postérieurs, longueur 63 μ . Epithèque sub-conique, terminée par un pore apical. Cingulum cavizone. Sulcus non observé. Thèque rigide sans tabulation ni ornementation visibles. Chloroplastes présents.

***Ceratoperidinium yeye* Margalef ex A.R. Loeblich III- pl. XXXIX, fig. 5.**

Margalef, 1969; Loeblich III 1980.

Forme très rare, cette espèce est récoltée occasionnellement dans nos eaux

Références

- Abé T.H., 1927. Report on the biological survey of Mutsu Bay 3. Notes on the protozoan fauna of Mutsu Bay. I. Peridinales. *Sci. Rep. Tohoku imp. Univ. Ser.* 4 (Biol.) 2:383- 438.
- Abé T.H., 1967a. The armoured dinoflagellata: II. Prorocentridae and Dinophysidae. *Publ. Seto mar. Biol. Laboratory*, XIV(5):369-389.
- Abé T.H., 1967b. The armoured dinoflagellata, II (B). *Dinophysis* and its allied genera. *Publ. Seto mar. Biol. Laboratory*, XV(1):37-78.
- Agardh C.A., 1824-Systema Algarum. *Lund*.
- Agardh C.A. 1830-32. *Conspectus Criticus Diatomacearum*. *Lund*.
- Atlas Climatique du Liban, 1970. Service météorologique du Liban, Ministère des Travaux publics et des Transports, 4 Tomes: I, II, III, IV.
- Bailey J.W. 1850. Microscopical observations made in South Carolina, Georgia and Florida. *Smithson. Contr. Knowl.*, vol. 2(8):1-48.
- Bailey J.W. 1851. Microscopical examination of soundings made by the U.S. Coast Survey off the Atlantic coast of U.S. *Smithsonian Contr. Knowl.*, 2(8), 1-48, pl. 1-3
- Bailey J.W. 1854. Notes of new American species and localities of microscopical organisms. *Smithsonian Contributions to Knowledge*, 7:1-16.
- Bailey J.W., 1856. Notice of microscopic forms found in the soundings of the Sea of Kamchatka. *Amer. J. Sci. Arts*, 22:1-6.
- Balech E., 1962b. Tintinnoinea y dinoflagellata del Pacifico segan material de las expediciones Norpac y Downwind del Instituto Scripps de Oceanografia. *Rev. Mus. argent. Cienc. nat. "Bernadino Rivadavia" Inst. nac. Invest. Cienc. nat.*, 7(1):1-253.
- Balech E., 1963°. La familia Podolampacea (Dinoflagellata). *Boln. Inst. Biol. mar.* 2:1-33.
- Balech E., 1963b. Dos dinoflagelados de una laguna salobre de la Argentina . *Notas Mus. La Plata*, 20 (Zool. 199):111-123.
- Balech E., 1967a. Dinoflagelados nuevos o interesantes del Golfo de Mexico y Caribe. *Revta. Mus. argent. Cienc. nat. "Bernadino Rivadavia"*, *Inst. Nac Invest. Cienc. Nat.*, 2(3):77-126+9pl
- Balech E., 1967b. Palaeophalacroma Schiller, otro miembro de la familia *Cladopyxidae* (Dinoflagellata). *Neotropica*, 13(42):105-112.
- Balech E., 1971a. Microplancton de la Campaña Productividad III. *Rev. Mus. Argent C. Nat. "B. Rivadavia" Hidrobiologia*, 3:1-202 y 39 laminas.
- Balech E., 1971b. Microplancton del Atlantico Ecuatorial Oeste (Equalant I)- *Servicio Hydrogr. Naval. Buenos Aires*, H. 635:1-103 y 12 laminas.
- Balech E., 1973b. Cuarta contribucion al conocimiento del genero

- "*Protoperidinium*" *Revta. Mus. Argent. Cienc. nat.* "Bernadino Rivadavia"
Inst. nac. Invest. Cienc. nat. 3(5)347-368+6pl.
- Balech E., 1974. El genero *Protoperidinium* Bergh, 1881 (*Peridinium* Ehr., 1831, partim). *Revta. Mus. Argent. Cienc. natur.* "B. Rivadavia".
Hidrobiologia, 4(1):1-79.
- Balech E., 1976a. Fitoplancton de la Campaña Convergencia 1973-*Physis*,
Secc. A, 35(90):47-58.
- Balech E. 1976d . Sur quelques *Protoperidinium* du Golfe du Lion-*Vie et Milieu*, 26(1), Sér. B:27-46.
- Balech E., 1980. On thecal morphology of Dinoflagellates with special emphasis on cingular and sulcal plates. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnologia* Universidad Nacional Autonoma de Mexico 7:57-68.
- Balech E., 1988. Los Dinoflagelados del Atlantico sudoccidental. *Publ. Espc. Inst. Esp. Oceanogr.*, no1, Madrid:1-219, lam. 88
- Balech E., 1989. Redescription of *Alexandrium minutum* Halim (*Dinophyceae*), type species of the genus *Alexandrium*. *Phycologia* (1989) vol. 28(2):206-211.
- Balech E., 1990. A short dignostic description of *Alexandrium*. In E. Graneli et al. (Edit). Toxic marine phytoplankton 77. Elsevier, New York etc.
- Basson P.W., J.T. Hardy and V. Lakkis, 1976. Ecology of marine macroalgae in relation to pollution along the coast of Lebanon. *Acta Adriatica*, XVIII:305-327.
- Bekakos-Kontos T., 1968. The annual cycle of primary production in the Saronicos Gulf (Aegean Sea) for the period November 1963. October 1964. *Limnol. Oceanogr.*, 13:485-489.
- Bergh R.S., 1881. Der organisms der cilio flagellaten, Eine phylogenetische Studie. *Morphol. Jahrb.*, 7, "1882" (2):177-288, pl. 12-16.
- Bergh R.S., 1882. Der Organismus der Cilio-flagellaten. Eine phylogenetische Studie. *Morph. Jb.*, 7:177-288, pl. 12-16.
- Bergon P. 1903. Etudes sur la flore diatomique du bassin d'Arcachon et des parages de l'Atlantique voisins de cette station. *Bull. Soc. sci. Arcachon*, 6:39-
- Berman D.W., Townsend S.Z., el-Sayed CC. and Azov Y., 1984. Optical transparency, chlorophyll and primary productivity in the Eastern Mediterranean near the Israeli coast. *Oceanologica Acta*, 7, 3:367-372
- Berman D.W., Townsend S.Z., el-Sayed C.C. and Azov Y., 1984. Optical transparency, chlorophyll and primary productivity in the Eastern Mediterranean near the Israeli coast. *Oceanologica Acta*, 7, 3:367-372
- Bernard F., 1938. Cycle annuel du Nannoplancton à Monaco et à Banyuls. *Ann. Inst. Océanogr.* T. 17, f. 6.
- Biecheler B., 1952. Recherches sur les Péridiniens. *Bull. Biol. Fr. Belg. Suppl.* 36:1-149.
- Blasco D., 1974. Etude du phytoplancton du golfe de Petalion (Mer Egée)

- en mars 1970. *Rapp.Comm.int.Mer Médit.*, 22(9):65-67.
- Borgert A.,1891. Über die Dichtyochiden insbesondere über; sowie Studien an Phaeodarien. *Ztschr.wiss.Zool.* 51(4):629-676, pl.33.
- Borgert A.,1908. Bericht über eine Reise nach Ostafrika und dem Victoria Nyansa nebst Bemerkungen über einen kurzen Aufenthalt auf Ceylon. *Sitzungsberichte der naturwissenschaftlichen Abteilung der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur und Heilkunde zu Bonn* 1907:12-33.
- Bougis P., 1974. Ecologie du Plancton Marin. Tome I: Le Phytoplancton. *Masson & Co*, Paris, 196 p.
- Bouquaheux F.,1972. Variations morphologiques de *Pyrocystis fusiformis* Murray 1876 et *Pyrocystis elegans* Pavillard 1931. *Cah.Biol.mar.* 13(1):1-8,pl.1-2.
- Boyer C.S.,1900. The biddulphioid forms of North American Diatomaceae. *Proc.Acad. nat.Sci.Philad.*,50685-748.
- Boyer C.S.1927. Synopsis of the North American Diatomaceae. Parts 1 and 2. *Proc. Acad. nat. Sci.Philad.*,78 supp.:3-228;79 supp.: 229-583.
- Brébisson A.de, 1838. Considérations sur les diatomées et essai d'une
- Brébisson A.de, 1854. Note sur quelques Diatomées marines rares ou peu connues du littoral de Cherbourg. *Mém.Soc.nat.Sci.*, Cherbourg,2:241-58..
- Brightwell T., 1856a. On the filamentous ,long-horned *Diatomaceaea*, with a description of two new species. *Quart.J.micr.Sci.*,4:105-109.
- Brightwell T.,1856 b. Further observations on the genus *Triceratium*,with descriptions and figures of new species. *Idem.*,4:272-6.
- Brightwell T.,1858 a. Remarks on the genus "*Rhizosolenia*"of Ehrenberg. *Idem.*,6:93-95
- Brightwell T.,1858b. Further observations on the genera *Triceratium* and *Chaetoceros*. *Idem.*,6:153-5.
- Broch H., 1906. Bemerkung über den Formenkreis von *Peridinium depressum* s.lat. s.lat. *Nyt.Magazin f. Naturvidensk.*, 49:151-157.
- Broch H.,1910a. Das Plankton der schwedischen Expedition nach Spitzbergen 1908. *K.svenska Vetenskapsakad.Handl.*, 45(9):25-64+1pl.
- Broch H.,1910b. Die *Peridinium*-Arten des Nordhafens (Val di Bora) bei Rovigno in Jahre 1909. *Arch.Protistenk.*,20(2):176-200. Tab.13.
- Bütschli O.,1885. Unterabtheilung (Ordnung) Dinoflagellata. In: Protozoa. in BRONN: *Klass Ordn. Their-Reichs*,1,pp.906-1029,pl.51-55. Winter (Leipzig & Heidelberg).
- Cachon J. & Cachon M., 1967. *Cymbodinium elegans nov.gen.nov.sp. Noctilucidae*. *Protistologica*, 3(3):313-318 +1pl.
- Cachon J.,& Cachon M.,1968a. Contribution à l'étude des *Noctilucidae* Saville-Kent .I. *Les Kofoidininae*. Evolution morphologique et systématique. *Protistologica*,3(4):427-444,pl.1-5.

- Castracane A.F., 1875. Contribuzione alla florula delle diatomee del Mediterraneo. *Atti Accad. Nuovi Lincea* 28:385-403.
- Castracane A.F., 1886. Report on the Diatomacea. *Report on the scientific results of the voyage of H.M.S. Challenger during the years 1873-6. Challenger Reports, Botany* 2.
- Cienkowski L., 1881. Bericht über eine Exkursion ins weisse Meere um Jahre 1880. *Société Imperiale Des Naturalistes de St Petersburg Travaux* 12(1).
- Claparède E. & Lachmann J., 1858-59. Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes. *Méms. Inst. Genev.*, 6(1):261-482, pl. 1-24.
- Cleve P.T., 1873a. Examination of diatoms found on the surface of the Sea of Java. *Bih. svensk. Vetensk. akad. Handl.*, 1(11):1-13.
- Cleve P.T., 1873b. On diatoms from the Arctic sea. *Idem.*, 1(13):1-28.
- Cleve P.T., 1878. Diatoms from the West Indian Archipelago, Bih. Svensk. Vetensk. Akad. Handl., 5(8): 1-28.
- Cleve P.T., 1881. On some new and little-known diatoms. *Idem.*, 18(5):1-28.
- Cleve P.T., 1883. Diatoms collected during the expedition of the "Vega". Vega- Exp. Vetensk. Arbet. Iakttag., vol. 3, :457-517, pls 35-38.
- Cleve P.T., 1889. Pelagiske Diatomeer fran Kattegat. *Det Videnskabelige Udbytte af Kanonbaaden "Hauch's" Togter I de danske Have. Part I.* Copenhagen.
- Cleve P.T., 1894. 95-Synopsis of the *Naviculoid* Diatoms. Part I. *Kongl. Svensk. Vet-Akad. Handl.*, vol. 26, no. 2: 1-194, pls. 1-5. 1894. Part II. *Ibid.*, vol. 27, no 5. 1894. Part II. *Ibid.*, vol. 27, no. 3: 1-219, pls 14. 1895. Stockholm.
- Cleve P.T., 1896a. Diatoms from Baffin Bay and Davis Strait, collected by M.E. Nilsson. *Bih. idem.*, vol. 22, pt. 3, no. 4, :1-22, pls 1-2, Stockholm.
- Cleve P.T., 1896b. Planktonun undersökningar Vegetabiliskt Plankton. *Bih. svensk. Vetensk. Handl.*, 22, Afd 3, No 5.
- Cleve P.T., 1897a. A treatise on the phytoplankton of the northern Atlantic and its tributaries and on the periodical changes of the plankton of Skagerak. Upsala.
- Cleve P.T., 1897b. Report on the phytoplankton collected on the expedition of H.M.S. RESEARCH 1896. *Ann. Rep. Fish. Bd. Scot.*, 15, Part 3:297-304.
- Cleve P.T., 1900. The plankton of the North Sea, the English Channel and the Skagerak in 1898. *K. sveka Vetensk. Akad. Handl.*, 32(8):1-53.
- Cleve P.T., 1901a. The seasonal distribution of Atlantic plankton organisms. . *Kongl Vet. och vett. samh. Handl.*, 17.
- Cleve P.T., 1903. Report on plankton collected by Mr. Thorild Wulff during a voyage to and from Bombay. *Ark. Zool.*, 1:329-381, pl. 16-19. and from Bombay. *Ark. Zool.*, 1:329-381, pl. 16-19.
- Cleve P.T. and Grunow A., 1880. Beitrage zur Kenntnis der Arktischen Diatomeen. *K. svenska Vetensk. Akad. Handl.*, 17, 2

- Cleve-Euler A., 1951-55. Die Diatommeen von Schweden und Finland.
Vetens. Akad. Handl. Ser.4. II: 1-158; III: 1-252.
- Colebrook J.M., 1960. Plankton and water movements in Windermere.
J.Anim.Ecol. 29:217-240.
- Cupp E.E., 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America.
Bull.ScrippsInst.Oceanogr., Univ.California, LaJolla, 5(1):238pp.
- Daday E., 1888. Systematische Übersicht der Dinoflagellaten des Golfes von Neapel.
Termés zettud.Füz., 11(2):98-104, pl.3 [Ed.: Hongrois et Allemand]
- Dangeard P., 1927a. Péridiniens nouveaux ou peu connus de la croisière du Sylvana.
Bull. Inst. océanogr. Monaco, 491:1-16.
- Dangeard P., 1927b. Phytoplancton de la croisière de Sylvana (Févr.-juin 1908).
Ann.Inst. Océan Monaco, Nlle Série, IV (8): 285-407.
- Dangeard P., 1927c. Notes sur la variation dans le genre *Peridinium*.
Bull. Inst. Océanogr. Monaco, 507:1-16.
- De Brébisson A., 1838. Considerations sur les diatomées et essai d'une classification des genres et des espèces appartenant à cette famille.
Falaise.
- De Brébisson A., 1854. Note sur quelques Diatomées marines rares ou peu connues du littoral de Cherbourg.
Mém. Soc.nat.Sci. Cherbourg, 2:241-258.
- De Vaumas E., 1954. Le Liban. Etude de géographie physique.
Firmin-Didot, Paris, 377 p.
- Diesing K.M., 1866. Revision der Prothelminthen.
S.B.Akad.Wiss.Wien, math-nat -Kl.52:287-401.
- Dodge J.D., 1965. Thecal fine structure in the dinoflagellate genera *Prorocentrum* and *Exuviella*.
J.mar.biol.Ass.U.K., 45:607-614.
- Dodge J.D., 1975b. The *Prorocentrales* (Dinophyceae). II. Revision of the Taxonomy within the genus *Bot.*
J.Linn.Soc., 71(2):103-125, pl.1-4.
- Dodge J.D. 1982. Marine Dinoflagellates of the British Isles.
H.M.S.O., London, vi-303pp. 8pl
- Dodge J.D., 1985. *Atlas of Dinoflagellates:* "A Scanning Electron Microscope Study", pp.119,
- Donkin A.S., 1861. On the marine Diatomaceae of Northumberland, with a description of several new species.
Quart.J.micr.Sci., N.S., 1:1-15, pl.1.
- Donkin A.S., 1858. On the marine Diatomacea of Northumberland, with a description of several new species.
Trans.micr.soc.Lond.N.S. 6, 12-34, 3 pl.
- Donkin A.S., 1870-1873. *The Natural History of the British Diatomaceae*, Pts.1-3, London.
- Dowidar N.M., 1974. The phytoplankton of the Mediterranean waters of Egypt. I. A check list of the species recorded.
Bull.Inst.oceanogr.& Fish., A.R.E., 4:319-344.
- Dowidar N.M., 1976. The phytoplankton of the Suez Canal.
Acta Adriatica, 18:241-256.

- Dowidar N.M.,1983. The genus *Ceratium* from the Red Sea .
J.Fac.Mar.Sci.King AbdulAziz Univ.Jeddah,3(1404H):5-37.
- Dubertret L.,1955. Carte géologique du Liban. *Institut géographique national*, Paris.
- Dujardin F.,1841. Histoire naturelle des zoophytes Infusoires, comprenant la physiologie et classification de ces animaux ,et la manière de les étudier à l'aide du microscope.Suites à Buffon,xii-684p.,22 pls.
Librairie de Roret,Paris.
- Ehrenberg C.G., 1833. Dritter Beitrag zur Erkenntnis grosser Organisationen in der Richtung des Kleinsten Raumes.- *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaftenzu Berlin* (Phys.Kl.)1833:145-336.
- Ehrenberg C.G.,1834. Dritter Beiträge zur Erkenntniss grosser Organization in der Richtung des Kleinsten Raumes.*Abh.Akad.Wiss.Berlin*, 1833:145-336,pl.1-11.
- Ehrenberg C.G.,1838. *Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen*.Leipzig
- Ehrenberg C.G.,1839a. Über die Bildung der Kreidefelsen und des Kreidemergels durch unsichtbare Organismen.
Abh.Akad.Wiss.Berlin,1838:54-147.
- Ehrenberg C.G., 1839b. Über noch jetzt wirklich noch zahlreich lebende Thierarten der Kreideformation der Erde. *Ber. Akad.Wiss.Berlin*:152-157.
- Ehrenberg C.G.,1840a. Über noch jetzt zahlreich lebende Thierarten der Kreidebildung und den Organisms der Polythalmien .Berlin.1840; and in *Abh.Akad.Wiss.Berlin* 1839(1841),Berlin,81-174.
- Ehrenberg C.G., 1840b. Hr. E. legte hierauf 274 Blätter von ihm selbst ausgeführter Zeichnungen von eben so vielen Arten. *Ber. Akad.Wiss.Berlin*,1840:197-219.
- Ehrenberg C.G.,1841. Über noch jetzt zahlreich lebende Thierarten der Kreidebildung und den Organismus der Polythalmien in *Abh.Akad.Wiss.Berlin*, (1839), 1841:81-174.
- Ehrenberg C.G.1843. Verbreitung und Eunfluss des mikroskopischen Lebens in Süd-und Nord-America. *Abh.Akad.Wiss.Berlin*,1841:291-446.
- Ehrenberg C.G.1844a. Über 2 Neue Lager von Gebirgsmassenaus Infusorien als Meeres-Absatz in Nord America und eine Vergleichung derselbenmit den organischen Kreide-Gebilden in Eueopa und Africa.
Ber. Akad.Wiss.Berlin ,1844:57-97.
- Ehrenberg C.G.,1844b. Resultate Untersuchungen der ihm Südpolreise des Capt. Ross in den Jahren 1841-3.*Ber.Akad.Wiss.Berlin*,1844:182-207.
- Ehrenberg C.G., 1845b. Neue Untersuchungen uber das kleinste Leben als geologische Moment.*Ber.Akad.Wiss.Berlin*:53-88.

- Ehrenberg C. G., 1854. Microgeologie. Das Erden und Felsen schaffende wirken des unsichtbar kleinen selbständigen Lebens auf der Erde. *Leipzig*.
- Ehrenberg C.G., 1860. Über das Leuchten und über neue mikroskopische Leuchthiere des Mittelmeeres. *Mber.dt Akad.Wiss.Berl.*, 1859, pp.727-738 et 791-793.
- El-Maghraby A.M.& Halim Y. 1965. A quantitative and qualitative study of the plankton of Alexandria waters. *Hydrobiologia*, 25:221-238.
- Emery K.O. & George C.J., 1963. The shores of Lebanon. *Misc. Pap. Nat. Sc,AUB, Beirut*, 1:1-10.
- Entz G. 1902-5. Beiträge zur Kenntnis der Peridineen. *Math.naturw Peridineen Math.naturw.Ber.Ung.*, *Peridinen* 20(12), 96-144 [édition Hongroise].
- FAO 1987. Fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche, Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37, Vol.1: *Végétaux et Invertébrés*, Vol.2: *Vertébrés*.
- Fabre-Domergue J., 1889. Sur une nouvelle forme de Colpode (*Colpoda Henneguyi*) et sur un Flagellé pélagique. *Ann.Microgr.*, 1:353-357, pl.3
- Fauré-Fremiet E., 1908. Etude descriptive des Péridiniens et des Infusoires ciliés du plancton de la baie de la Hougue. *Ann.Sci.Nat.Zool.*, Sér.9, 7:209-242, pl.15-16.
- Fevet M. et Sanlaville, P., 1965. Contribution à l'étude du littoral libanais. *Revue méditerr.* No 2, 16pp.
- Fleming R.H., 1940. The composition of plankton and units for reporting population and production. *Proc. 6th Sci.calif.*, 3:535-540.
- Gail G.I., 1950. Opredelitel fitoplanktona laponskogo moria. *Izvest Tokook.Inst.rib.koz Okeanogr.*, Vladivostok 33:1-177.
- Georges C.J., Athanassiou, V.A., Boulos, I. 1964. The fishes of the coastal waters of Lebanon. *Amer.Univ.Beirut, Misc.Papers Nat.Sci.*, 4:1-27.
- Ghazzawi F.M., 1939. A study of the Suez Canal plankton. A. The phytoplankton (preliminary report). *Hydrobiol.Fish.Direct., Egypt Notes and Mem.*, 24: 83pp.
- Gmelin J.F., 1791. *Systema Naturae*, ed.13, 6.
- Goedicke T., R. 1972. Submarine canyons on the central continental shelf of Lebanon. In: *The Mediterranean Sea: a natural sedimentation Laboratory. D. J. Stanley, Ed. Dowden, Hutchinson Ross, Stroudsburg, Penn* 800p.
- Gough L.H., 1905. Report on the plankton of the English Channel in 1903. *North Sea Fisheries Investigation Commette Report (No 2 Southern Area)*; Fishery and Hydrographical Investigations in the North Sea and adjacent waters: 325-377.

- Gourret P.,1883. Sur les Péridiniens du Golfe de Marseille. *Ann.Mus.Hist.nat.Marseille*,. 1(8);1-114, pl.1-4.
- Graham H.W.,1942. Studies in the morphology,taxonomy and ecology of the Peridiniales.*Scient. Res. Cruise VII Carnegie, Carnegie Inst. Washington Publ.*542 (Biol.3):vii-129p.
- Graham H.W. & Bronikovsky,N.,1944. The genus *Ceratium* in the Pacific and North Atlantic oceans. *Ibid.*,565(Biol.5):vii-209 p.
- Gran H.N, 1897a. Bacillariaceen vom kleinen Karajakfjord. *Bibl.bot.*,Stuttgart,42:13-24.
- Gran H.N,1897b. Protophyta: *Diatomaceae*, *Silicoflagellata* and *Cilioflagellata*,*Den. Norske Nordhavs-Exped.*,1876-78,*Bot.*,Hefte 24:1-36,pl.1-4.
- Gran H.N, 1900a. Bemerkungen uber einige Planktondiatomeen. *Nyt. mag.Naturv* 38(2):103-28
- Gran H.N.,1900b. Diatomaceae from the icefloes and plankton of the Arctic Ocean. *The Norwegian North polar Expedition 1893-6.Scientific Results*,4,11,74.
- Gran H.N.,1902. Das Plankton des Norwegischen Nordmeeres von biologischen und hydrographischen Gesichtspunkten behandelt.*Rep.Norweg.Fish.Invest.*, 2,pt.2,No 5.
- Gran H.N.,1905-Diatomeen in "*Nordisches Plankton*"(Brandt and Apstein,C), 19:1-146.
- Gran H.N., 1915. The plankton production of the North European waters in the spring of 1911.C.I.E.M.,Bull.Planktonique pour l'année 1912.Copenhagen.
- Grassé P-P.1952. Traité de Zoologie, Anatomie, Systématique, Biologie.1(1).Phylogénie des Protozoaires. *Généralités. Flagellés.* "Masson & Cie, Paris.
- Gray S.F.,1821. A Natural Arrangement of British Plants. London.
- Gregory W.,1857a. On new forms of marine Diatomaceae, found in the Firth of Clyde and in Loch Fyne . illustrated by numerous figures drawn by R.K.Greville. *Trans Roy.Soc.,Edinburgh* 21:473-542,pls.9-14.
- Greville R.K., 1859a. Descriptions of new species of British Diatomaceae, chiefly observed by the late professor Gregory. *Quart.J.micr. Sci.*, 7: 79-86,pl.6.
- Greville R.K.,1859b. Description of Diatomaceae observed in Californian guano. *Quart. J.micr.Sci.*, 7:155-66,pl.7,8.
- Greville R.K.,1859c. Descriptions of new species and varieties of *Naviculæ*, etc.. observed in Californian guano.*Edinb.new Phil.J.*,10:25-30,pl.4.

- Greville R.K., 1860. A monograph of the genus *Asterolampra*, including *Asteromphalus* and *Spatangidium*. *Trans.micr. Soc.*, n.s. 8,:102-24,pl.3-4.
- Greville R.K.1862. Descriptions of new and rare diatoms .Series 5.*Idem.*,n.s.,10:18-29,Pl.2-3.
- Greville R.K.1865. Descriptions of new and rare diatoms.Series 14.*Idem.*,n.s.,13:1-10,Pl.1-2.
- Greville R.K.,1866a. Descriptions of new species of diatoms from the South Pacific, part 3. *Trans.bot.Soc.Edinb.*,8:233-38.
- Greville R.K.,1866b. Description of new and rare diatoms .Series 20 *Trans.micr.Soc.*,14:77-86.
- Greville R.K.,1866c. *Idem.*,:121-130,pl.11-12.
- Grunow A.,1862. Die österreichischen Diatomaceen.*Verhandlungen der kaiserlicgh-Königlichen*
- Grunow A.,1863. Über einige neue und ungenugend bekannte Arten und Gattungen von Diatomaceen.*Idem.*,13:137-162.
- Grunow A.,1867. Nachtragliche Bemerkungen über die von Herrn Landig gesamelton Diatomeen von Honduras. *Hedwigia.*,6:33-37.
- Grunow A.,1877. New diatoms from Honduras. *Mon.Micr.J.*,18:165-86.
- Grunow A., 1879. New species and varieties of Diatomaceae from the Caspian Sea. *J.R.micr.Soc.*, 2:677-91.
- Grunow A., 1880. On some new species of Nitzschia.*J.R.micr.Soc.*, 3:394-97,Pl.12-13.
- Grunow A.,1884. Die Diatomeen von Franz Josefs-land.*Denkschr.Akad.Wien*,48:53-112.
- Gruvel A.,1931. Les Etats de Syrie.Richesses marines et fluviales.Exploitation actuelle.Avenir. *Soc.Edit.Geogr.marit.colon Soc.Edit.Geogr.marit.colon.*,Paris: 453pp.
- Gudenberg H.J.W.1976. Phytoplankton biomass investigation in the Saronikos Gulf; winter 1973.*Acta Adriatica*, XVIII: 305-327.
- Guerguess M.A. 1976. The damning of the Nile river and its effect on the hydrographic conditions and circulation pattern in the southeastern Mediterranean and Suez Canal *Acta Adriatica*,XVIII,1/23:177-192
- Hada Y.,1967. Protozoan plankton of the Inland Sea, Setonaikai.I. The *Mastigophora*. *Bull.Suzugamine Women's Coll.,nat.Sci.*,13:1-26.
- Haeckel E.,1890. Plankton Studien. Vergleichende Untersuchungen über die Bedeutung und Zusammenseizung der pelagischen Fauna und Flora. *Iena*,105.
- Haeckel E.,1894.“Systematische Phylogenic der Protisten und Pflanzen”. *Reimer,Berlin*.

- Halim Y.,1960a. Etude quantitative et qualitative du cycle écologique des Dinoflagellés dans les eaux de Villefranche-sur-Mer. *Ann.Inst.Océanogr.*,38;123-232.
- Halim Y.,1960b. *Alexandrium minutum* nov.g. nov.sp.Dinoflagellé provoquant des "eaux rouges". *Vie et Milieu* ,11(1):102-105.
- Halim Y. 1960c. Observations on the Nile bloom of Phytoplankton in the Mediterranean. *J.Cons.*,26(1):57-67.
- Halim Y.1963. Microplancton des eaux égyptiennes. Le genre *Ceratium* Schrank (Dinoflagellés). *Comm.int.Explor.sci Mer Médit.Rapp.et P.V.*,17(2):495-502.
- Halim Y.,1965. Le microplancton des eaux égyptiennes. II *Chrysomonadines,Ebridiens* et Dinoflagellés nouveaux ou d'intérêt biogéographique. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*,18(2):373-379.
- Halim Y. 1969. Plankton of the Red Sea. *Oceanogr.Mar.Biol. Ann.Rev.* 7:231-275
- Halim Y. 1975. The Nile and the East Levantine Sea: past and present. *Rec. Res. in estuarine biology*. R. Natarajan (ed.). Hindustan Publ.Corp.(I),Delhi-India:76-84.
- Halim Y., S.K. Guerguess and H.H.Saleh, 1967. Hydrographic conditions and plankton. In the south-east Mediterranean during the last normal Nile flood (1964).*Int. Revue ges .Hydrobiol.*, 52(3):401-25.
- Harvey H.W.,1934. Measurement of phytoplankton population *J. mar. biol. Ass.U.K.*, 19:2:253-76.
- Hassal A.H.,1845. *History of the British Freshwater Algae*.London.
- Hasle G. R.,1964. *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscopes. I. Some marine species of the groups *Nitzschiella* and *Lanceolata* De Norske Videnskaps- Akademi Oslo.I. *Matematisk-Naturvidenskapelig Klasse*. N. Serie 16:1-48.
- Hasle G.R.,1965. *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron II. The group *Pseudonitzschia*. *Skr. norske Vidensk-Akad, Oslo. I.Mat.- Naturv.Kl.,N.,sér.*,18:45pp.
- Hasle G.R.,1993. Nomenclatural notes on marine planktonic diatoms.The family *Bacillariophyceae*. *Nova Hedwigia* , *Beiheft* , 106:315-321.
- Hasle G.R.,1994. *Pseudo-nitzschia* as a genus distinct from *Nitzschia* (*Bacillariophyceae*). *Nova Hedwigia* , *Beiheft* , 106:315-321.
- Heiberg P.A.C.,1863. *Conspectus criticus Diatomacearum Danicarum*.Copenhagen.
- Heiden H.,& Kolbe,R.W.1928. Die Marinen Diatomeen der Deutschen Südpolar Expedition1901 -3.*Dtsch.Südpol-Exped.*, 8, *Heft* 5:450-714.
- Hendey N.I.,1937. The plankton diatoms of the southern seas. *Discovery. Rep.*,16:151-364.
- Hendey N.I.,1951. Littoral diatoms of Chichester Harbour with special reference to fouling.*J.R.micr.Soc.*,71:1-86.

- Hendey N.I.,1958. Marine Diatoms from some West African ports. *Idem.*,77:28-85.
- Hendey N.I.,1964. An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. *Bacillariophyceae. Minist. Agric., Fish & Food, Invest.Ser.*, 317pp.+45pl.\
- Hensen V.,1887. Ueber die Bestimmung des Planktons. *Ber. Kommis Wiss. Untersuch. deutschen meere in Kiel, Jahre 1882-6*,12-16:1-108.
- Herdman E.C.,1922. Notes on dinoflagellates and other organisms causing discolouration of the sand at Port Erin II. *Trans.Lpool Biol.Soc.*,36:15-30.
- Heurck H.van,1880-85. *Synopsis des diatomées de Belgique*. Atlas (1880-3),Text (1885),Anvers.
- Heurck H.van, 1896. A treatise on the Diatomaceae. Transl.W.E.baxter,London.
- Hönigberg B.M.[et 10 auteurs],1964. A revised classification of the phylum Protozoa. *J.Protozool.* 11(1):7-20.
- Holthuis L.B. and Gotlieb,E.,1958. An annotated list of the Decapod Crustacea of the Mediterranean coast of Israël, with an appendix listing the Decapoda of the Eastern Mediterranean. *Bull.Res.Council, Israël*, Vol. 7B(1-2):1-128.
- Honsell G. and Lakkis S.,1992. Study of some dinoflagellate from Lebanon on SEM Dep.of Biology, *University of Trieste , Italy*, (unpublished)
- Hustedt F., 1927-66. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der Übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. in: *Kryptogamen Flora, L.Rabenhorsted., Akad.Verlag, Leipzig. V.7. Teil, 1:920pp.* (1927-30), Teil,2:845pp (1931-1959), Teil3:816pp (1961-1966).
- Ignatides L.,1994. Species dominance and niche breadth in bloom and “non bloom” phytoplankton populations. *Oceanologica Acta*, vol. 17, 1:89-96.
- Jespersen P.,1923. On the quantity of macroplankton in the Mediterranean and the Atlantic. *Rep.Dana Exped.to Medit.*,II(7):1-17.
- Jørgensen E.,1899. Protophyten und Protozoën im Plankton aus der 112,LXXXIII..
- Jørgensen E.,1905. Protistplankton. The protist plankton and the diatoms in bottom samples. Hydrographical and biological investigations in Norwegian fjords. Norwegian fjords. Norwegian fjords. Norwegian fjords. *Bergens Mus.Skr.*,7:49-148.
- Jørgensen E.,1911. Die Ceratien. Eine kurze Monographie der Gattung biologischen Kommission in den schwedischen Gewässern in den jahren 1909-1910 eingesammelten Planktonproben. *Svenska hydrogr..biol.Komm.Skr.*,4:1-48.
- Jørgensen E., 1913. Bericht über die von der schwedischen hydrographisch-

- biologischen Kommission in den schwedischen Gewässern in den Jahren 1909-1910 eingesammelten Planktonproben. *Svenska hydrogr. biol. Komm. Skr.* 4:1-20-
- Jørgensen E., 1920. Mediterranean Ceratia. *Rep. dan. oceanogr. Exped.*, II, 6(J.1): 1-110
- Jørgensen E., 1923. Mediterranean Dinophysiaceae. *Rep. Dan. Oceanogr. Exped. Mediter.*, 2:1-48
- Karsten G., 1905b. Das Phytoplankton des atlantischen Oceans nach dem Material der deutschen Tiefsee-Expedition 1898-1899. *Wiss. Ergebn. dt. Tiefsee. Exped. "Valdivia"*, 2, 2(2):1-136, pl. 1-19.
- Karsten G., 1907. das Indische Phytoplankton. Nach dem Material der Deutschen Tiefsee-Expedition, 1898-1899. *Ibid.*, 2 (3):221-458, pl. 35-54.
- Kassis G., 1967. Marine sponges of Lebanon. *M.Sc. Thesis; AUB, Beirut*; 93pp.
- Kent W.S., 1880-82. *A manual of the Infusoria*. David Bogue, London.
- Kideys A.E., Unsal, M. & Bingel F., 1989. Seasonal changes in net phytoplankton off Erdemli, northeastern Mediterranean. *DOGA, Botany* vol. 13, 1:45-54
- Kimor B., 1972-The Suez Canal as a link and a barrier in the migration of planktonic organisms. *Israel J. Zool.*, 21:391-403. *Fish. Res. Sta. Haifa*
- Kimor, B. & Berdugo V., 1967. Cruise to the eastern Mediterranean. Cyprus 03 plankton reports 30.7.1964-15.8.1964. *Bull. Sea Fish. Res. Sta. Haifa*, 45:6-31.
- Kimor B. and Wood E.J.F., 1975. A plankton study in the eastern Mediterranean Sea. *Mar. Biol.*, 29:321-333.
- Kofoed C.A., 1906a. Dinoflagellata of the San Diego region. I. On *Heterodinium*, a new genus of the Peridinidae. *Univ. Calif. Publs. Zool.*, 2(8):341-369, pl. 17-19.
- Kofoed C.A., 1906b. Dinoflagellata of San Diego region. I. On *Triposolenia*, a new genus of the Dinophysidae. *Ibid.*, 3 (6):93-116, pl. 15-17.
- Kofoed C.A., 1907a. Dinoflagellata of San Diego region, III. Descriptions of new species. *Univ. Calif. Publs. Zool.*, 3:299-340, 12pl.
- Kofoed C.A., 1907b. New species of dinoflagellates. *Bull. Mus. Compar. Zool. Harvard* 50(6):163-207, pl. 1-18.
- Kofoed C.A., 1907c. The plates of *Ceratium* with a note on the unity of the genus. *Zool. Anzeiger*, 32:177-183.
- Kofoed C.A., 1908a. Exuviation, Autonomy and Regeneration in *Ceratium*. *Univ. of California, Publ. Zool.*, 4 (7):387-393.
- Kofoed, C.A., 1908a. Note on the obscure species of *Ceratium*. *Univ. of California, Publ. Zool.*, 4 (7):387-393
- Kofoed C.A., 1909. Mutations in *Ceratium* (Reports on the scient. results 20). *Bull. Mus. comp. Zool. Harv.*, 52(13):211-257, pl. 1-4.
- Kofoed C.A., 1910. A revision of the genus *Ceratocorys* based on skeletal morphology. *Univ. Calif. Publs. Zool.*, 6(8):177-187.

- Kofoed C.A.,1911a. Dinoflagellata of San Diego region ,IV .The genus *Gonyaulax*,with notes on its skeletal morphology and adiscussion of its generic and specific characters. *Univ.of California, Publs. Zool.*,8(4):187-287 incl.pl. 9-17.
- Kofoed C.A.,1911c. Dinoflagellata of the San Diego region.V.On *Spiraulax*, a new genus of the Peridinida. *Ibid.*, 8(6):295-300,Pl.19.
- Kofoed C.A.,1920. A new morphological interpretation of the structure of *Noctulica*, and its bearing on the status of the Cystoflagellata (Haeckel). *Univ.of California,Publs. Zool.*,19(10):317-334,pl.18.
- Kofoed C.A.,1931. Report on the biological survey of Mutsu bay, 18 Protozoan fauna Subclass Dinoflagellata; Tribe Gymnodinioidae-*Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser.* 4,6(1):1-43.
- Kofoed C.A.& Adamson,A.M.,1933. The dinoflagellata: the family *Heterodiniidae* of the Peridinioidea. *Mem.Mus.compar.Zool.Harvard Coll.*,54(1):1-136,pl.1-22.
- Kofoed C.A.,& Mitchener,J.R., 1911. Reports on the scientific results of the expedition to the eastern tropical Pacific ,in charge of ALEXANDER AGASSIZ by the .S.Fish.Commission steamer "Albatross" from October 1904 to March 1905. 22. New genera and species of Dinoflagellates. *Bull.Mus.comp.Zool.Harv.*54,7:267-302
- Kofoed C.A. & T.Skogsberg,1928. The Dinoflagellata: the Dinophysoidae *Ibid.*,Coll. 51:1-706, pl.1-31.
- Kofoed C.A. & O.Swezy,1921. The free living unarmoured Dinoflagellata. *Mem._Univ.Calif.*, 5:1-562,pl.1-12.
- Komarovsky B. & Edelstein T.,1960. Diatomeae and Cyanophyceae occurring on deep-water algae in the Haifa Bay area.*Bull.Res.Counc.of Israel*,vol.9D:73-92.
- Kützing F.T.,1844. Die Kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen *Nordhausen*
- Kützing F.T.,1849. *Species Algarum*. Leipzig .
- Lacombe H., & Tchernia P., 1960. Quelques traits généraux de l'hydrologie Méditerranéenne.*Cah.océanogr.*, XII,8:5-27.
- Lacombe H. & Tchernia P. 1972. Caractères hydrologiques et circulation des eaux en Méditerranée :25-36, in :The Mediterranean Sea: *A natural sedimentation laboratory*.D.J.Stanley ed.,Dowden,Hutchinson & Ross Inc, Pa, 765pp.
- Lakkis S.1973. Fluctuations annuelles des copépodes et du phytoplancton dans la Manche et le golfe de Gascogne .*Hydrobiologia* ,43,1-2:235-252.
- Lakkis S.1980a. A comparative study of the plankton in the Red Sea and Lebanese waters. *Proceedings of the Symposium on the Coastal and Marine environment of the Red Sea,Gulf of Aden, and tropical western Indian ocean.*,vol.II:541559. UNESCO, RSC,Khartoum.

- Lakkis S.1980b. Le plancton des eaux libanaises: caractéristiques biogéographiques. *Journée. Etud System et Biogeorg. Med. CIESM* 59-63.Cagliari.
- Lakkis S.1985. Sur un projet d'établissement d'un parc marin dans les Iles du Palmier, nord du Liban:aspects écologiques et maritimes.*Atti del Conv.Intern.I Parchi Costieri Mediterranei, Salerno, Castellabate (Italia)*,18-22giugno1973:473-484.
- Lakkis S.,1991a. Phytoplankton assemblages from the marine Lebanese waters: a multivariate analysis. *Abstracta Botanica*,15:1-18.
- Lakkis S., 1991b. Les Dinoflagellés des eaux côtières libanaises:aspects écologiques. *Rev.Int.Océanogr.Médicale*,101/104:115-123.
- Lakkis, S.,1998- Dinoflagellate assemblages from the Lebanese seawaters (Eastern Mediterranean). *NTNU Vitensk.muys.Rapp.bot.Ser., Trondheim,Norway 1998-I*,.-1:89
- Lakkis S.1997. Long-time series of Hydrological and Plankton data from Lebanese waters (Eastern Mediterranean), NOAA Washington,D.C., *Technical Report NESDIS*,87:185-2-3.
- Lakkis S.,2002a. Archiving and Rescue of oceanographic data in Eastern Mediterranean.In: *MEDAR/MEDATLAS II EC Project, IFREMER, France, 4 CD*
- Lakkis S.,2009. Biological invasion in the Levantine Basin (East Mediterranean). *3rd Globec Open Science Meeting, Victoria, Canada, 22-26 June 2009*:Book of Abstract:135.
- Lakkis S.,Bitar G.,Novel-Lakkis V. et Zeidane R., 1996. Flore et Faune Liban:Espèces, Populations et Diversité génétique. Monographie Nationale sur la Biodiversité au Liban. *Rapport UNEP*,134p.
- Lakkis S. & Novel-Lakkis V., 1979. Le phytoplancton des eaux côtières libanaises: observations floristiques et écologiques. *Rapp.Comm.int. MerMédit.*,25,8:77-78.
- Lakkis S.& Novel-Lakkis V., 1981. Composition, annual cycle and species diversity of the phytoplankton in Lebanese coastal water.*J.Plankton Res.*,3(1):123-136.
- Lakkis S. & Novel-Lakkis V., 2000. Distribution of the Phytobenthos along the coast of Lebanon (East Mediterranean). *Medit.Mar.Sci.*,1/2;143-164
- Lakkis S. & Novel-Lakkis V., 2001. Importance des Caulerpes dans les peuplements algaux de la côte Libanaise le long de la côte (Bassin levantin,Méditerranée orientale).*4th In.t.Workshop on Caulerpa taxifolia (Gravez et al. eds.),GIS Posidonie publ.,Fr.*:315-327
- Lakkis S. & V.Novel-Lakkis,2010. Marine protected area, an efficient tool for the conservation and protection of marine life. Case study: Palm Island Reserve, North Lebanon. *Rapp.Comm.int.Mer Médit.*,39.
- Lakkis S.& Zeidane R.,1987. Modifications de l'écosystème planctonique

- par la pollution des eaux côtières libanaises. FAO Fish. Rep. N.352 suppl.:123-159.
- Lakkis S. & Zeidane R., 1995. Le genre *Dinophysis* Ehrenb. des eaux
- Lakkis S. & Zeidane R. 1997. On the presence of toxic phytoplankton species in Lebanese coastal water. *VIIIth Int. Conf. on Harmful Algae*, Vigo, Spain.
- Lamarck J.B., 1816. Histoire naturelle des animaux sans vertèbres .II, 568p., Paris.
- Lassus P. 1988. Plankton toxique et plankton d'eaux rouges sur les côtes européennes *IFREMER, Brest*, 111p.
- Lassus P. et Lakkis S., 1994. Ultrastructure des thèques de quelques espèces du genre *Dinophysis* des eaux marines libanaises au Microscope Electronique Balayage (MEB) (unpublished)
- Laubier L., 1966. Sur quelques annélides polychètes de la région de Beyrouth. *Misc. Pap. Nat. Sc. AUB.*, Beirut, 5:9-23.
- Lauder H.S., 1864a. On new diatoms. *Trans. micr. Soc. Lond.*, n.s., 12:6-8.
- Lauder H.S., 1864b. Remarks on the marine Diatomaceaea found at Hong Kong, with descriptions of new species. *Idem.*, n.s., 12:75-79.
- Lebour M.V., 1922. Plymouth peridinians. I-III. A new species of *Phalacroma*. - *J. mar. biol. Ass. Plymouth, new ser.*, 12:817-818.
- Lebour M.V., 1925. *The dinoflagellates of northern Seas*. Plymouth, Marine Biological Association vii-250p., pl. 1-35.
- Lebour M.V., 1930. The plankton diatoms of northern seas. *The royal society*, London, 116:253pp.
- Lemmermann E., 1899. Ergebnisse einer Reise nach dem Pacific (H. Schauinsland 1896/97). Planktonalgen. *Abhandl. naturwiss. Ver., Bremen* 16«1900»(2):313-398, pl. 1-3.
- Lemmermann E., 1901. Beitrage zur Kenntniss der Planktonalgen XII. Notizen über einige Schwebel-Algen. XIII. Das Phytoplankton des Ryck und des Greifswalder Boddens. *Ber. dt. bot. Ges.* 19(2):85-95, pl. 4.
- Lemmermann E., 1904. Das Plankton schwedischen Gewässer. *Ark. Bot.*, 2:1-209.
- Lemmermann E., 1910. Algen, I. In " *Kryptogamenflora der Mark Brandenburg*" Gebrüder Borntraeger, Leipzig, 712p.
- Lewis F.W., 1862. Notes on new and rare species of Diatomaceae of the United States seaboard. Lewis, F.W., 1861:61-71, pl. 1-2.
- Lewis F.W., 1865. On extreme and exceptional variations of diatoms in some white Mountain localities. *Proc. Acad. nat. Sci. Philad.*, 1965:7-18.
- Liebmann M.E., 1935. Observations océanographiques sur les côtes de Palestine. *Comm. int. Explor. Mer, Rapport P.V.*, 153(14):86-91.
- Lindemann E., 1928. *Peridineae* (Dinoflagellatae). Die Nat. Pflanzenfam *Engler-Prantl*. 2:3-104.

- Loeblich A.R., Jr & Loeblich A.R. III., 1969. *Index to the genera, subgenera and sections of the Pyrrhophyta*. III. *J. Paleontol.*, 43(1):193-198.
- Loeblich A.R., III, 1980. Dinoflagellate nomenclature. *Taxon*, 29 (2-3):321-324.
- Lohmann H., 1908. Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. *Wiss. Meeresunters. Komm. Kiel Helgoland, NF, Abth. Kiel*, 7:1-87, pls. 7
- Lopez J., 1955. Variacion alometrica en *Ceratium tripos*. *Investigacion Pesq.*, 2:131-159.
- Mann S.M., 1925. Marine diatoms of the Philippine Islands. *Bull. U.S. nat. Mus.*, 100, 6:1-182.
- Mangin L., 1910. Sur quelques algues nouvelles ou peu connues du phytoplancton de l'Atlantique. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 57, Paris.
- Mangin L., 1912. Phytoplancton de la croisière du Prince Rainier dans l'Atlantique. *Ann. Inst. Océanogr.*, 4, Paris
- Mangin L., 1917. Sur le *Chaetoceros criophilus* Castr., espèce caractéristique des mers antarctiques. *Acad. Sci. C.R.*, 164:704-09.
- Mann D.G., 1986. *Nitzschia* subgenus *Nitzschia* (notes for a monograph of the Bacillariacea) *Proc. Int. Diatom Symp.* 8:215-26.
- Margalef R., 1967. La algas inferiores. In *Ecologia marina*. Monografia n° 14. Fund. La Salle de Ciencias naturales. Caracas:230-272.
- Margalef R. & Estrada M., 1971. Sample approaches to a pattern analysis of phytoplankton. *Inv. pesq.*, 35:269-297
- Martin G.W., 1929. Three new dinoflagellates from New Jersey. - *Bot. Gaz. May*:556-558.
- Matzenauer L., 1933. Die Dinoflagellaten der Indischen Ozean (Mit Ausnahme der Gattung *Ceratium*). *Bot. Arch.*, 35:437-510.
- Meunier A. 1910. Microplancton des mers de Barentz et de Kara. In: Duc d'Orléans, «Campagne Arctique de 1907» xviii Ch. Bulens, Bruxelles.
- Meunier A., 1919. Microplancton de la mer Flamande. IIIe partie: les Péridiniens. *Mus. Hist. natur. Belgique*, 8(1):1-116, pl. 15-21.
- Morcos S.A., 1972. Sources of Mediterranean intermediate water in the Levantine sea. In: *Studies in physical oceanography; a tribute to Georg Wüst on his 80th birthday*. A.L. Gordon, Ed.:185-206.
- Moestrup O. & Lakkis S., 1995. Etudes de quelques espèces de *Pseudonitzschia* des eaux côtières libanaises au MEB (unpublished).
- Mouneimné N., 1978. Poissons des côtes du Liban (Méditerranée orientale) Biologie et pêche. *Thèse Doctorat d'Etat, Univ. Paris VI*:489 pp.
- Müller O.F., 1783. Strand-Parlebandet och Armbandet, tvanne, Microscopisca Strand-vaxter. *Kongl. Vet. Acad. Handl.*, 4: 80-85, Stockholm.
- Müller O.F., 1786. *Animalcula Infusoria Fluviatilia et Marina*.

- Murray J. 1876. Preliminary reports to Professor Wyville Thompson, F.R.S., Director of the civilian scientific staff, on work done on board the «Challenger» *Proc. r. Soc. London*, 24(170):471-544, pl. 20-24.
- Murray G., 1885. *Pyrocystis noctiluca*. Rep. sci. Res. "Challenger" Expedition. *Narrative* 1(2):935-938.
- Murray G. & Whitting F.G., 1899. New Peridiniaceae from the Atlantic Trans. *Linn. Soc. London, Bot.*, 5(9):321-342, pl. 27-33.
- Nézan J.N. et Piclet G., 1996. Guide pratique à l'usage des analyses du phytoplancton. IFREMER, D.E.L. Concarneau, France.
- Nielsen J.N., 1912. Hydrography of the Mediterranean and adjacent waters. *Rep. Dan oceanogr. Expedition*, 1:77-192.
- Nikolaides G. & Moustaka-Gouni M., 1990. The structure and dynamics of phytoplankton assemblage from the inner part of the Thermaikos Gulf, Greece. I. Phytoplankton composition and biomass from May 1988 to April 1989. *Helgolader Meeresuntersuchungen*, 44:487-501.
- Nitzsch C.L., 1817. Beitrag zur Infusionenkunde oder Naturbeschreibung der Zerkarien und Bazillarien. *Neue Schr. naturf. Ges. Halle*, 3(1), pp. 1-128, pl. 1-6.
- Norman G., 1861. On some undescribed species of Diatomaceae. *Trans. Micr. Soc. Lond.* 1861, 9:5-9.
- Okamura S., 1912. Plankton organisms from bonito-fishing grounds. *Rep. imp. Bur. Fish. scient. Invest.*, Tokyo, 1, pp. 4-38, pl. 1-5.
- Oren O.H., 1952. Some hydrological features observed off the coast of Israël. *Bull. Inst océanogr. Monaco*, no. 1017: 9 pp.
- Oren O.H., 1969. Oceanographic and biological influence of the Suez canal, the Nile and the Aswan Dam on the Levant basin. *Progress in Oceanography*, 5:161-167
- Oren O.H., & Hornung H. 1972. Temperature and salinities off the Israël Mediterranean coast. *Sea Fisheries Res. Station Haifa*, 59:1-31.
- Ostenfeld C.H., 1901. Jagttagelser over Plankton-Diatomeer. *Nyt mag. Naturv.*, 39.
- Ostenfeld C. H., 1903. Phytoplankton from the sea around the Faroes. Botany of the *Faroes*, 2:558-611.
- Ostenfeld C.H., 1906. Plancton végétal. Catalogue des espèces de plantes et d'animaux observées dans le plancton recueilli pendant les expéditions périodiques depuis le mois d'août 1902 jusqu'au mois de mai 1905. *Publs. int. Explor. Mer*, 33, pp. 1-122.
- Ostenfeld C.H., 1908. On the immigration of *Biddulphia sinensis* Grev. and its occurrence in the North Sea, during 1903-7- *Medd. Komm. Havundersag ,Kbh. S. Plankton*, 1, No. 6

- Ostenfeld C.H., & Schmidt J., 1901. Plankton fra det Røde Hav og Adenbugten *Vidensk.Medd.dansk.naturh.Foren .Kbh.*, 141-90.
- Pallary P., 1938. Les Mollusques marins de la Syrie. *Extrait du Journal Conchyliologie*, vol. LXXXII:5-58.
- Paulsen O., 1904. Plankton investigations in the waters around Iceland *Meddr.Kommn. Havunders.Kjöbenhavn*, 1(1):39pp.
- Paulsen O., 1905. On some Peridinae and Plankton Diatoms. *Meddr.Kommn. Havunders. Kjöbenhavn.Ser.Plankton* 1(3):24pp.
- Paulsen O., 1907. The *Peridinales* of the Danish waters. *Meddr Kommn Dann.Fisk.-og Havunders.,Plankton*, 1(5), pp.1-26.
- Paulsen O. 1908. *Peridinales*. In K. Brandt & C. Apstein, «Nordisches Plankton» *Bot.Teil*,:1-124.
- Paulsen O. 1911. Marine plankton from the East Greenland Sea. III. Péridiniales. *Medd.Grönl Kjöbenhvn* 43:391-318.
- Paulsen O., 1930. Etudes sur le microplancton de la mer d'Alboran. *Trab. Inst. esp. Oceanogr.*, 4, pp.1-108.
- Paulsen O., 1949. Observations on dinoflagellates. *K.danske Vid.Selsk.Skr.* 6(4):1-67.
- Pavillard J., 1905. Recherches sur la flore pélagique (phytoplancton) de l'étang de Thau. *Trav.Inst.Bot.Univ.Montpellier,sér.mixte*, 2, pp.1-113, pl.1-3, +carte.
- Pavillard J., 1909. Sur les Péridiniens du golfe de :Lion. *Bull.Soc.Bot.Fr.* sér.4, 9:277-284.
- Pavillard J., 1911. Observations sur les Diatomées. *Bull. Soc. Bot.France* , 58:21-29.
- Pavillard J., 1913. Observations sur les Diatomées. *Bull. Soc. Bot.France*, 60:126-133
- Pavillard J., 1915. Péridiniens nouveaux du Golfe de Lion. *C.R.Soc.Biol. Paris*, vol. 78:120-122.
- Pavillard J., 1916. Recherches sur les Péridiniens du golfe du Lion. *Trav. Inst. Bot. Univ. Montpellier* 4:9-687
- Pavillard J., 1922. *Pronoctiluca* et *Noctiluca*. *Bull.Soc.bot.Fr.*, 69:365-370.
- Pavillard J., 1923. A propos de la systématique des Péridiniens (1et 2). *Bull.Soc.Bot.France*, 70 (4e Sér.,T.23):876-882 et 914-918.
- Pavillard J., 1924. Observations sur les Diatomées, 4ème série. Le genre *Bacteriastrum* *Bull.Soc.bot.Fr.*, 71:1084-1090.
- Pavillard J., 1925. Bacillariales. *Rep.on the Danish Oceanographical Expedition . 1908-10. to the Mediterranean and adjacent seas* 2:1-72.
- Pavillard J., 1928. *Kofoidinium velleloides*, n.g., n.sp. *Ann.Protistol.*, 1(4):159-161.
- Pavillard J., 1930. Sur quelques formes intéressantes ou nouvelles du phytoplancton (Diatomées et Péridiniens) des croisières du prince Albert Ier de Monaco *Bull.Inst.océanogr.*, 558:1-12.

- Pavillard J.,1931. Phytoplankton (Diatomées, Péridiniens) provenant des Campagnes Scientifiques du Prince Albert Ier de Monaco. *Résult.Camp.scient.Monaco*, 82:1-203.
- Pavillard J.,1937. Les Péridiniens et Diatomées pélagiques de la mer de Monaco pendant les années 1912,1913 et 1914 . *Bull.Inst.océanogr.* 727:1-8 + tables.
- Péragallo H.,1888. Diatomées de la baie de Villefranche. *Bull. Soc. Hist.nat.Toulouse*, 22:13-100.
- Péragallo H.,1890-91. Monographie du genre *Pleurosigma* et des genres alliés. *Le Diatomiste*, I, 4:1-16, pl.1-5, 1890; 5:17-35,pl.6-10,1891.
- Péragallo H., 1892. Monographie du genre *Rhizosolenia* et de quelques genres voisins. *Le Diatomiste*, 1,79,82:99-117.
- Peragallo H, & Peragallo M.,1 897-1908. Diatomées marines de France, et des districts maritimes voisins. *M.J.Tempère. Grez-sur-Loing*, 540 pp;Atlas,137 pls.
- Peters G.,1934. Die Bevolkerung des Sudatlantische Ozeans mit Ceratien.*Wiss.Ergebn.dt.Atlant Exped.Meteor* 12(1):1-69 incl. pl.1-4.
- Plate L., 1906. Pyrodinium bahamense n.g., n.sp., die Leucht-Peridinee des "Feuersees" von Nassau, Bahamas. *Ibid.* 7(3):411-429, pl.19.
- Pollak M.J.,1951.The source of the deep water of the eastern Mediteranean Sea. *J.mar.Res.*,10:219-283.
- Por F.D., 1971. One hundred years of Suez Canal:A century of Lessepsian migration:retrospect and viewpoints, *Syst.Zool.*,20:138-158.
- Por F.D.,1978. Lessepssian Migration. *Ecological Studies* 23.Springer-Verlag ,Berlin,228.
- Pouchet G.,1883. Contribution à l'histoire des Cilio-flagellés. *J. Anat. Physiol.*, Paris, 19:399-485.Lam.18-21.
- Pouchet G.1885. Contribution à l'histoire des Péridiniens marins. *J.Anat.Physiol.*,21(1) ; 28-88,pl.4.
- Pritchard A.,1861."A history of the infusoria,including the *Desmidiaceae* and *Diatomaceae*, British and Foreign".London 4th Edition.*Diatoms by J.Ralfs*:756-947.
- Quekett J.1848. *A Practical Treatise on the Microscope*.
- Rabenhorst L.,1853. *Die Süßwasser Diatomaceen*.Leipzig.
- Rabenhorst L.,1864. *Flora europea algarum aquae dulcis et submarinae submarinae*.Sect.1.
- Ralphs J.1864.Remarks on the marine diatomaceae found at Hong-Kong with descriptions of new species. *Trans.micr.Soc.Lond.*,n.s. 12:75-79.
- Rampi L.,1939. Ricerche sul fitoplankton del mare ligure,1-I Ceratium delle aque di San Remo, parte 2.*Nuovo Gr.bot.ital.*,46:299-312.
- Rampi L.,1941a. I genera *Histioneis* Stein e *Parahistioneis* Kof.a Skogsb.nel bacino mediterraneo.*Riv.Sc.Nat.Natura*,32(3):118-122.

- Rampi L. 1941b. Ricerche sul fitoplankton del mare ligure.3 le Heterodiniacee le *oxytoxaceae* delle acque di Sanremo. *Ibid.*, 61:141-152.
- Rampi L. 1941c. Ricerche sul fitoplankton del mare Ligure.4-I *Ceratium* delle acque di Sanremo. *Atti .Soc.Ital.Sc.Nat.*, 82:318-327.
- Rampi L., 1947. Osservazioni sulle Histioneis (Peridinee) raccolte nel Mare Ligure presso San Remo. *Bull.Inst.Océanogr.*, 920:1-16.
- Rampi L., 1948. Ricerche sul fitoplankton del Mare Ligure.6. Silicoflagellati delle acque di San Remo. *Idem.*, 87:64-67.
- Rampi L., Bernhard M., 1980. Chiave per la determinazione delle Diatomee pelagiche Mediterranee, pp.97. *Comitato Nazionale Energia Nucleare–CNEN- RT/BIO(78)1*
- Rampi L., Bernhard M., 1980. “ Chiave per la Determinazione delle Peridinee Pelagiche Mediterranee, pp.193. *Comitato Nazionale Energia Nucleare–CRT/B10(80)8*.
- Raymont J.E., 1980. plankton and productivity in the oceans-2nd ed. Vol.1-Phytoplankton *Pergamon Press*, 489p.
- Richards F.A. with T.G. Thompson, 1952. The estimation and characterization of plankton populations by pigments analyses.II. A spectrophotometric plankton pigments. *J.Mar.Res.* 11:156-172..
- Roper F.C.S., 1859. On the genus *Biddulphia* and its affinities. *Trans.micr.Soc.London* n.s., 7:1-24, pl.1-2.
- Rose M. 1925. Contribution à l'étude de la biologie du plancton , le problème des migrations verticales journalières. *Arch.Zool.exper.*, T.64.
- Rouch J., 1945. Température et salinité de la mer à Beyrouth. *Bull.Inst.océanogr.* Monaco, no.884:5pp.
- Salah M., 1971. A preliminary check list of the plankton along the Egyptian Mediterranean coast *Rapp.Comm.int.Mer Médit.*, 20(3):317-322.
- Saville-Kent W., 1880-82. A manual of the infusoria (London) 1-3:1-193 y laminas 1-50.
- Schiller J., 1928b. Die planktischen Vegetationen des Adriatischen Meeres. C. Dinoflagellata. I Teil. *Adiniferidea, Dinophysidacea.* *Arch.Protistenk.*, 61:45-91.
- Schiller J., (1931-1937). Dinoflagellatae (Peridinae) in monographischen Behandlung. In *Rabenhorst's Kryptogamen Flora*, vol. 10(3). Teil 1-4
- Schmidt A., 1874. *Atlas der Diatomaceen-Kunde*. Leipzig, pl.1-460.
- Schmidt J., 1901. Pridiniales. In J.Schmidt: "Flora of Koh Chang". *Bot Tidsskr.* 24(2):225-292
- Schröder B., 1900. Das Phytoplankton des Golfes von Neapel nebst vergleichenden Ausblicken auf das des atlantischen oceans. *Mitt.zool.Sta.Neapel*, 14:1-38
- Schröder B., 1906. Beiträge zur Kenntnis des Phytoplanktons warmer Meere. *Vjschr.naturf.Ges.Zürich*, 51:319-377.

- Schröder B., 1909. Phytoplankton von *Westindien*. *Ber. dt. bot. Ges.*, 27:210-214.
- Schröder B., 1911. Adriatisches Phytoplankton. *S.B.Akad.Wiss. Wien*, 120, 1:607-57
- Shrubsole W.H., 1891b. On a new diatom from the estuary of the Thames. *J. Quekett micr. Cl.*, 4:259-62
- Schultze M., 1858. Innere Bewegungserscheinungen bei Diatomeen der Nordsee aus den Gattungen *Coscinodiscus*, *Denticella*, *Rhizosolenia*. *Arch. Anat. Physiol Wiss. Med.* (Müller), 1858, 330-342.
- Schultze M., 1859. Phenomena of internal movements in Diatomacea of the North sea, belonging to the genera *Coscinodiscus*, *Denticella*, and *Rhizosolenia*. *Quart. J. micr. Sc* 7:13-21.
- Schussnig B., 1915. Bemerkungen zu einigen Adriatischen Plankton-Bacillarieen Sitzber. *Kais. akad. d. wiss. in Wien, Math. Naturw. Kl. Abt. I* CXXIV. Vienna
- Schütt F., 1891. Sulla formazione scheletrica intracellulare di un dinoflagellato *Neptunia* 1(10):405-426, pl. 3.
- Schütt F., 1893. *Das Pflanzenleben der Hochsee*. Kiel und Leipzig.
- Schütt F., 1895. Arten von *Chaetoceros* und *Paragallia*. Ein Beitrag zur Hochseeflora.
- Schütt F., 1895. Die Peridineen der Plankton Expedition. *Ergebn. Plankton Exped. Humboldt Stiftung*, IV (M. a. A.): 1-170, pl. 1-27
- Schütt F. 1896. Bacillariales. *Natürlichen Pflanzenfamilien.*, 1, 1b:31-150.
- Schütt F., 1900. Centrifugale und simultane membranverdickungen. *Jb. Wiss. Bot.*, 35: 470-534.
- Shadbolt G., 1854. A short description of some new forms of Diatomaceae from Port Natal. *Trans. micr. Soc. Lond.*, n.s., 2: 13-18, Pl. 1.
- Silva E. S. 1949. Diatomaceas e dinoflagelados da Baía de Cascais. *Port. Acta biol.* (Série B): 300-382.
- Silva E. S. 1952b. Diatomaceas e dinoflagelados das águas litorais da Guiné Portuguesa- *Bol. Cult. Guiné Portuguesa* 27:585-606 + 5pl.
- Skov J., N. Lundholm, Moestrup O. and Larsen J., 1995. Potentially toxic phytoplankton 4. The Diatom genus *Pseudonitzschia* (*Diatomophyceae* *Diatomophyceae* *Bacillariophyceae*). Fiches d'Identification du Plancton, N.182, ICES
- Siddal J.D., 1912. Notes on the life history of some marine diatoms from Bournemouth *J. R. micr. Soc.* 377-81.
- Smayda T.J., 1970. The suspension and sinking of phytoplankton in the sea. *Oceanogr. mar. Biol. Ann. Rev.*, 8:353-414.
- Smith Wm., 1851. Notes on the Diatomaceae, with descriptions of British species included in the genera *Campylodiscus*, *Surirella* and *Cymatopleura*. *Ann. Mag. nat. Hist.*, 7

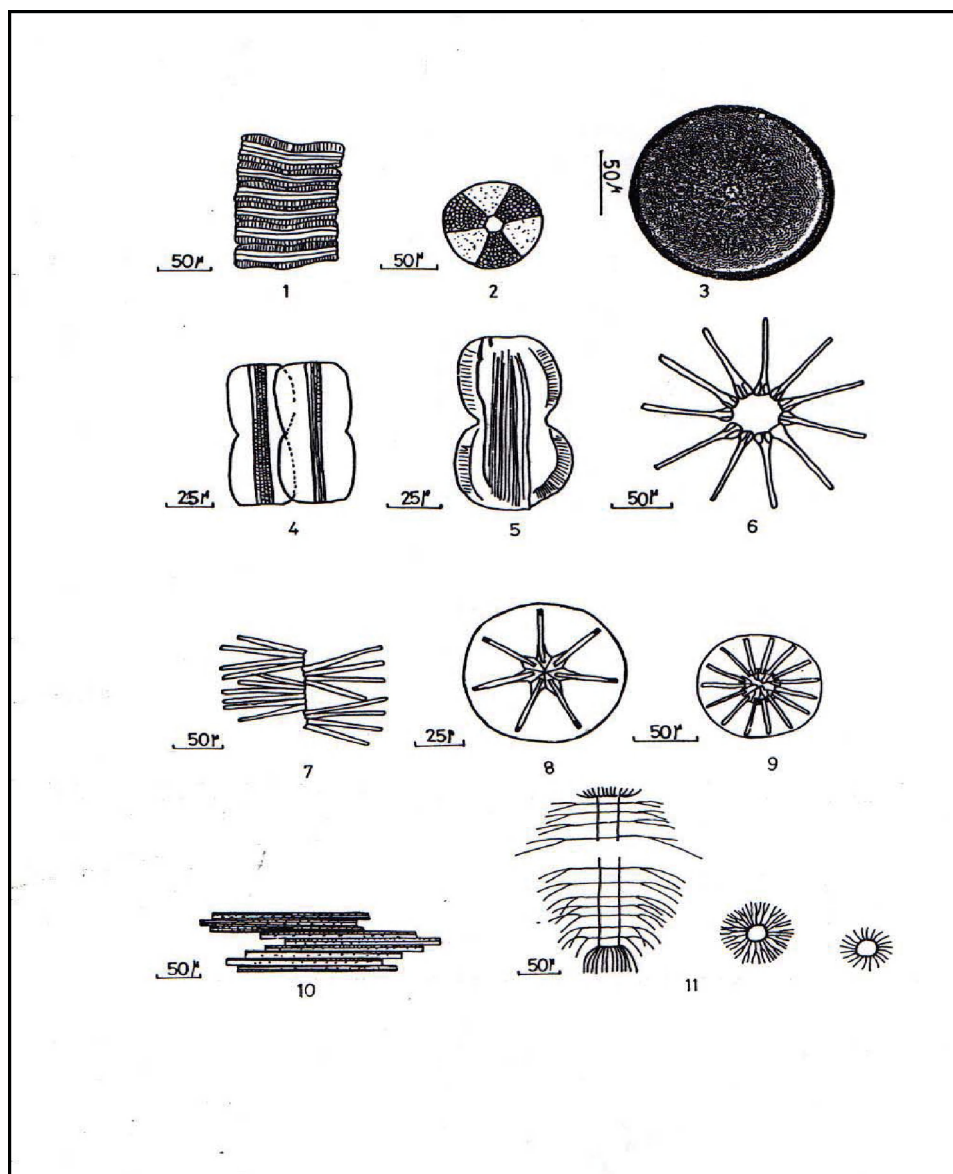
- Smith Wm., 1852. Notes on the Diatomaceae; with descriptions of british species included in the genus *Pleurosigma*. *Mnn.Mag.nat.Hist.*, 9:1-12.
- Smith Wm., 1853-1856. A Synopsis of the British Diatomaceae, vol.1, 1853, vol.2, 1856. *London*
- Sournia A., 1966. Sur la variabilité infra spécifique du genre *Ceratium* (Péridinien planctonique) en milieu marin. *C.R.Acad.Sc.Paris, sér.D.*, 263:1980-1983 (1967).
- Sournia A., 1967. Contribution à la connaissance des Péridiniens microplanctoniques du canal de Mozambique. *Bull. Mus .natn. Hist. natuParis*, Sér.2, 39 (2):417-438 incl.pl.1.
- Sournia A., 1967a. Le genre *Ceratium* (péridinien planctonique) dans le canal de Mozambique. Contribution à une révision mondiale. *Vie et Milieu*, sér.A., 18:375-499.
- Sournia A., 1968. Variations saisonnières et nyctémérales du phytoplancton marin et de la production marine dans une baie tropicale, à Nosy- Bé (Madagascar). *Int.Revue ges.Hydrobiol.*, 53:1-76.
- Sournia A., 1968. Diatomées planctoniques du canal de Mozambique et de l'île Maurice. *Mémoire ORSTOM*, 31:1-118.
- Sournia A., 1972. Quatre nouveaux Dinoflagellés du plancton marin. *Phycologia*, 11:71-74.
- Sournia A., 1973. La production primaire planctonique en Méditerranée Essai de mise à jour. *Bull.Etude en commun de la Méditerranée* No.spéc.5:128pp.
- Sournia A., 1973. Catalogue des espèces et taxons infraspécifiques de dinoflagellés marins actuels publiés depuis la révision de J.Schiller. I. Dinoflagellés libres. *Beih .Nova Hedw.*, 48:xii-92p.
- Sournia A., 1978. (Edit.). Phytoplankton manual. *Monogr. oceanogr..Methodol.* 6:xvi-337p. *Unesco Press*, Paris
- Sournia A., 1984. Classification et nomenclature de divers dinoflagellés marins (classe des Dinophyceaea). *Phycologia* 23(3):345-355.
- Sournia A. 1986. "Atlas du Phytoplancton Marin. Volume I: Introduction, *Cyanophycées Dictyochophycées* et *Rhaphidophycées*", *Editions du CNRS*, Paris., pp.219.
- Steemann-Nielsen E., 1934. Untersuchungen über die Verbreitung. Biologie und Variation der Ceratien im Südlichen Stillen Ozean. *Dana Rep.* 1(4):1-68.
- Steemann-Nielsen E., 1939. Die Ceratien des Indischen Oceans und der ostasiatischen Gewasser, *Dana Rep.*, 17:1-33.
- Steemann-Nielsen, E. 1952. The use of radioactive carbone (^{14}C) for measuring organic production in the sea. *J.Cons.*, 18:117-140.

- Steidinger K.A.,1971. *Gonyaulax balechii* sp.nov.(Dinophyceae)with a discussion of the genera *Gonyaulax* et *Heteraulacus*.*Phycologia* 10:183-187.
- Steidinger K.A.,1983. A re-evaluation of toxic dinoflagellate biology and ecology. In F.E.Round&D.J.Chapman,*Progress in Phycological Research*,2:147-188 .Elsevier.
- Stein F.R.von., 1883. Der organismus der Infusionsthier. III. Abt. Der Organismus der Arthrodelen Flagellaten. II. Hälfte. Die Naturgeschichte der Arthrodelen Flagellaten. Abt. III). . W.Engelmann,Leipzig, 31p.,25pl.
- Strickland J.D. and T.R. Parsons,1968. A practical handbook of sea water analysis. *Bull. Fish. Res. Board Canada*, 127: 311 pp.
- Subrahmanyam R., 1946-A systematic account of the marine plankton diatoms of the *Madras coast*.*Proc.Indian Acad.Sci.*,24:85-197,Pl.II.
- Tai L.,& Skosberg T., 1934. Studies on the *Dinophysoidae*,marine armoured dinoflagellates of Monterey Bay,California. *Archiv fur Protistenkunde*, 82:380-482.
- Taylor E.J.R.,1963. *Brachydinium*,a new genus of the *Dinococcales* from the Indian Ocean.*J.S.Afr.Bot.*,29(2):75-78 incl.pl.8
- Taylor E.J.R.,1976. Dinoflagellates from the International Indian Ocean Expedition. A report on material collected by the R/V."Anton Brunn "1963/1964.*Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung* Stuttgart:234pp.+46pl
- Tomas C.R., 1997. (Eds.) Identifying Marine phytoplankton, *Academic Press*, 857p.
- Townsend D.W. Christensen J.P.,Berman T, Walline P., Schneller A.,& Yentsch C.S.,1988-Near-bottom chlorophyll maxima in Southeastern Mediterranean shelf and sediments as possible nutrient sources. *Oceanologica Acta*,No Sp.:235-244
- Travers M., 1971. Diversité spécifique du microplancton du golfe de Marseille en 1964. *Mar.Biol*,8(4): 308-343.
- Travers M., 1972. Le microplancton du golfe de Marseille. Méthodes d'étude microscopique des organismes. *Téthys* ,4(3):535-558.
- Travers M., 1975. Inventaire des Protistes du golfe de Marseille et de ses parages. *Ann.Inst.Océanogr.Paris*, 51(1):51-75.
- Trégouboff G., & Rose M., 1957. Manuel de planctologie méditerranéenne *Centre National de la Recherche Scientifique*, Paris, T. 1. :597,T.2 :207 pl.
- UNESCO-SCOR,1966. Monographs on oceanographic methodology. I. *Determination of photosynthetic pigments in sea water*.UNESCO,Paris :69 p
- Utermöhl H.,1931. Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Utermöhl H.,1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik. *Mitt.int.Ver.Limnol.*,9:1-38.
- Vanhöffen E.,1896. Das Genus *Ceratium*.*Zool.Anz.*,19 (499),133-134.

- Viličić D., Vučak Z., Škrivanič A., & Gržetič Z., 1989. Phytoplankton blooms in the oligotrophic open south Adriatic waters. *Marine Chemistry*, 28:89-107.
- Wall D. & Dale, B., 1971. A reconsideration of living and fossil *Pyrophacus* Stein 1883 (Dinophyceae). *J. Phycol.*, 7(3):221-235.
- Wood E.J.F., 1954. Dinoflagellates of Australian region. *Austr. J. mar. Freshwat. Res.* 5(2): 171-351.
- Wallich G.C. 1860. On siliceous organisms found in the digestive cavities of the *Salpae*. *Trans. micr.Soc.London.*, n.s.8:36-55, pl.2.
- Zacharias O. 1906. Eine neue Dictyochide aus dem Mittelmeer: *Hermesinium adriaticum* n.g., n.sp. *Arch. Hydrobiol. Planktonk.* 1:394-398.
- Zore-Armanda M., 1968. The system of currents in the Adriatic Sea. *Stud. Rev Gen. Coun. Medit*, 34:48pp.

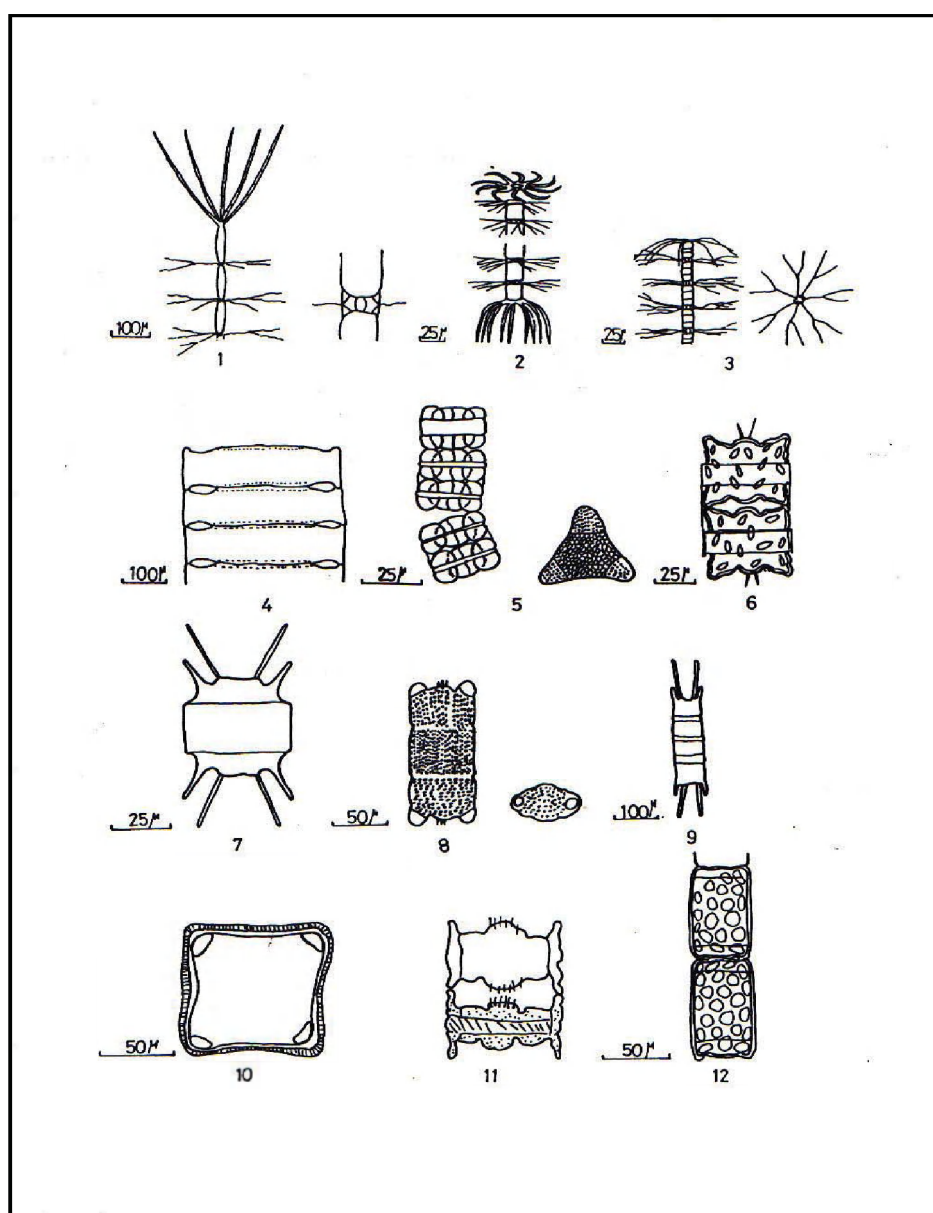
PLANCHES ANNOTÉES

Pl I



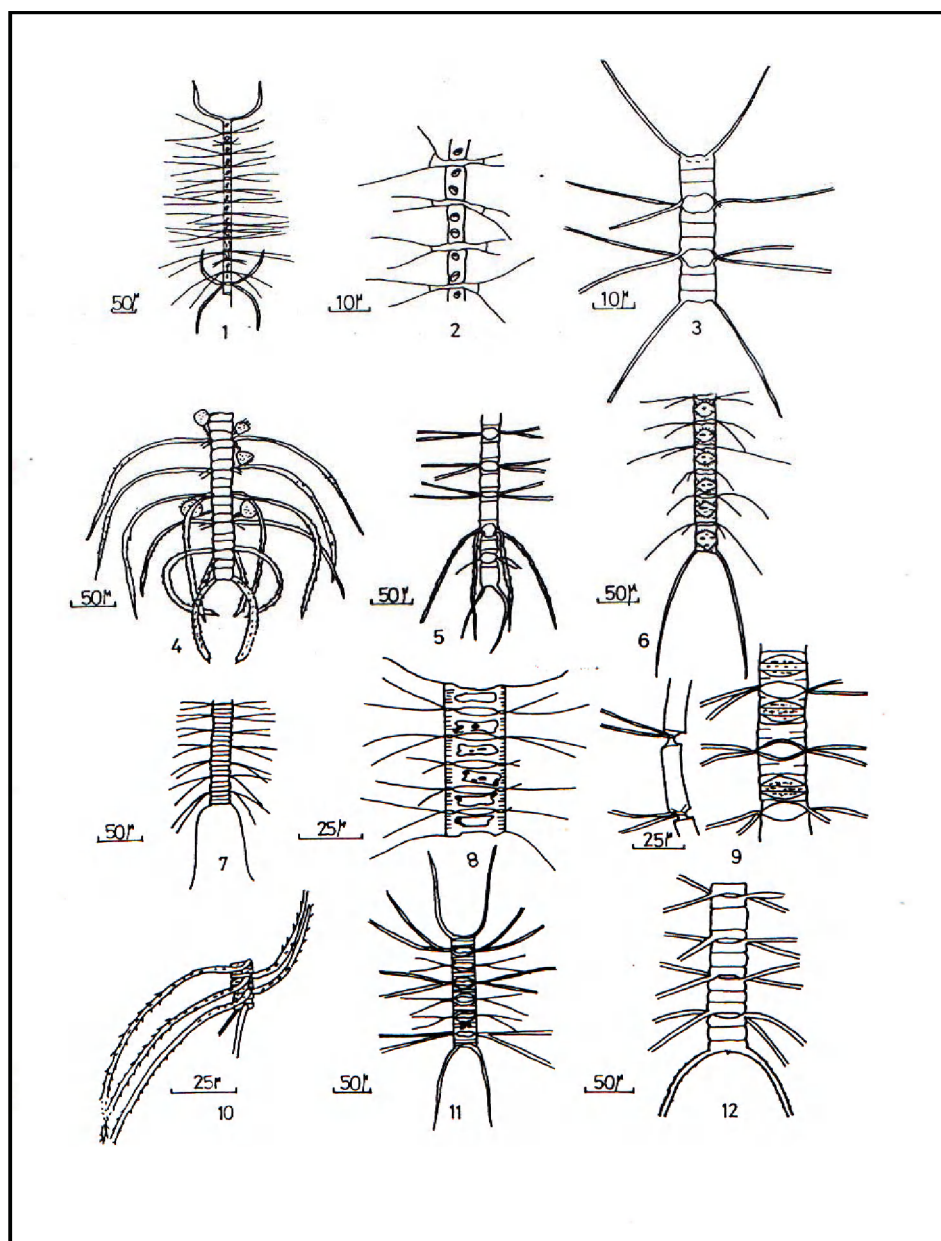
Figs.1:*Achnanthes longipes*, d ; 2:*Actinoptychus senarius*; 3:*Actinocyclus octonarius*; 4: *Amphiprora* sp.; 5:*Amphiprora alata*, original 6: *Asterionella japonica* ; 7:*Asterionella notata*; 8: *Asterolampra marylandica*,; 9:*Asterolampra grevillei*; 10: *Bacillaria paradoxa*; 11:*Bacteriastrum mediterraneum* (d'après Hendey; Pérageallo; Pavillard).

PI II



Figs.1: *Bacteriastrum biconicum*; 2: *Bacteriastrum elegans*; 3: *Bacteriastrum delicatulum*; 4: *Bellerochea malleus* forma *biangulata*; 5: *Biddulphia alternans*; 6: *Biddulphia aurita*; 7: *Biddulphia mobiliensis*; 8: *Biddulphia pulchella*; 9: *Biddulphia regia*; 10: *Biddulphia vesiculosa*; 11: *Biddulphia tridens*; 12- *Cerataulina bergonii* (d'après Lebour, Hustedt; Pavillard; Lakkis).

Pl III



Figs.1 :*Chaetoceros affinis* ; 2:*Ch. anastomosans*; 3:*Ch. brevis*; 4:*Ch. coarctatus*;
 5:*Ch. compressus* ; 6: *Ch. constrictus*; 7:*Ch. costatus*;8: *Ch. crinitus* ; 9:*Ch. curvisetus*; 10: *Ch. dadayi*;11: *Ch. decipiens* ; 12:*Ch. densus* ,
 (d'après Cupp ; Lakkis & Novel-Lakkis).

Pl. IV

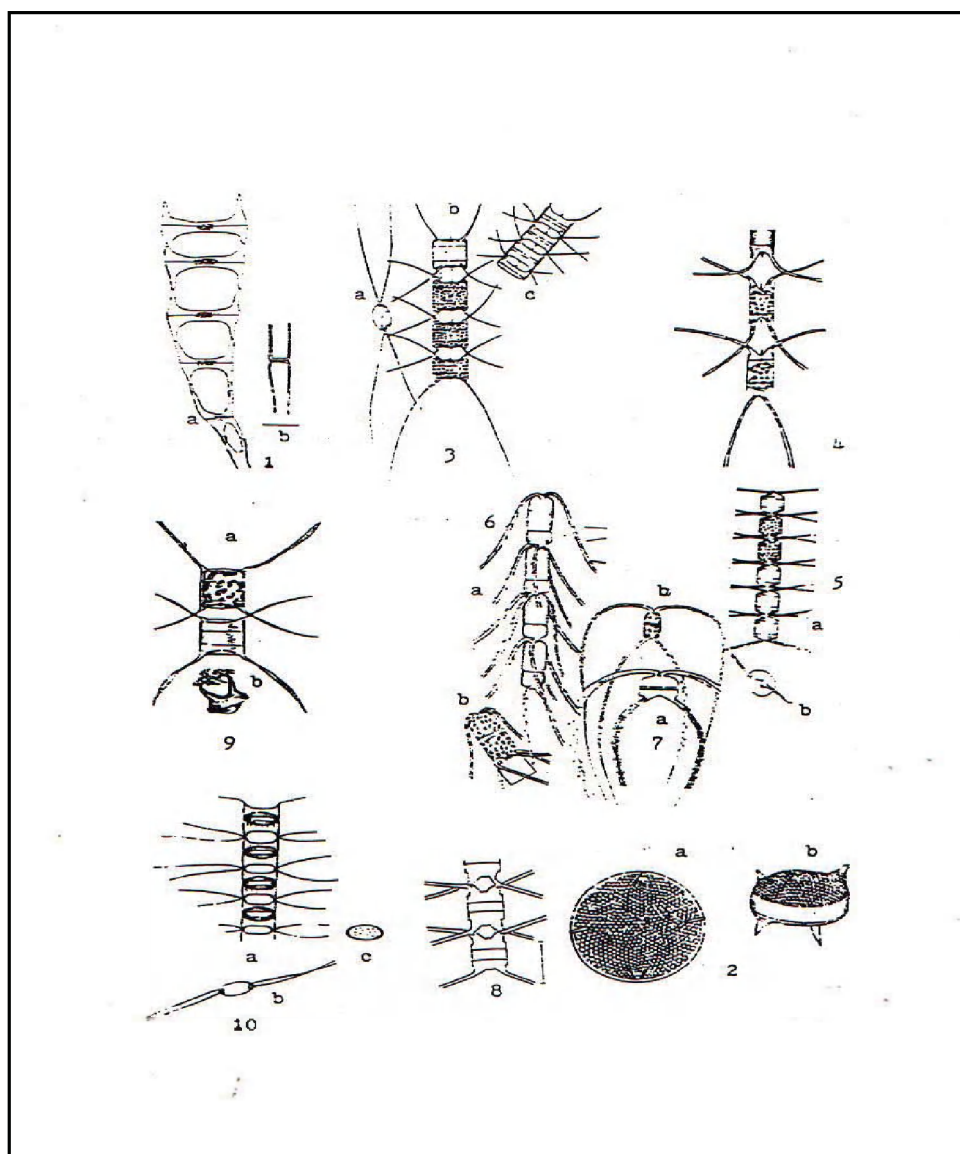
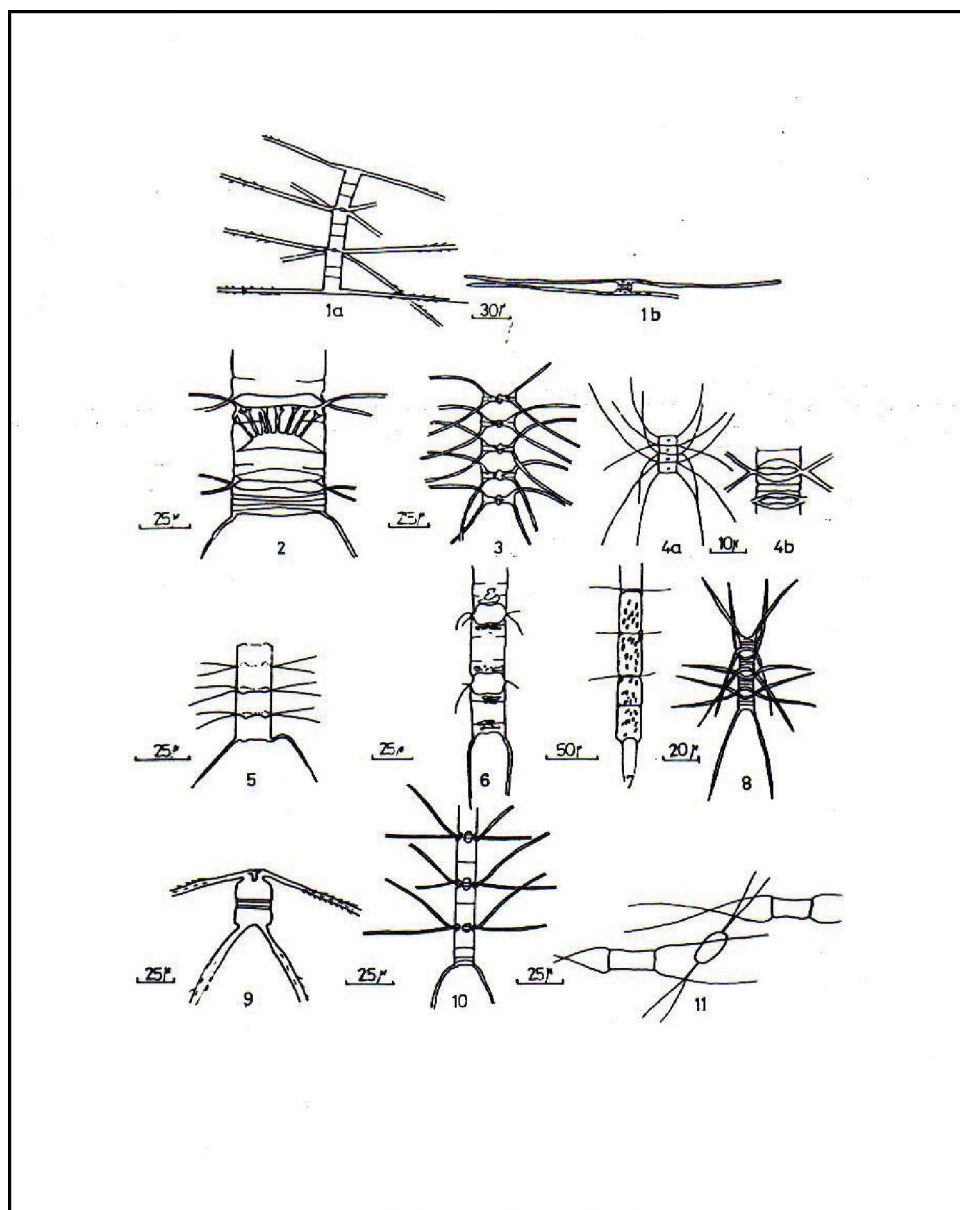


Fig.1 : *Climacodium frauenfeldianum* , a: chaîne typique, b: connection entre deux cellules; d'après Cupp ; 2 : *Cerataulus smithii*; 3 : *Chaetoceros atlanticum* , a: vue valvaire, b et c: chaîne de cellules ; 4 : *Ch. neapolitanum*; 5 : *Ch. glandazii*, a: chaîne de cellules , b: vue valvaire; 6 : *Ch. concavicornis*, a: chaîne de cellules, b: cellules montrant des chromatophores; 7 : *Ch. peruvianum*, a: cellule, b: chromatophores; 8 : *Ch. denticulatum* ; 9: *Ch. lorenzianum*., a: cellules , b: spore dormant ; 10 : *Ch. holsaticum* a: vue valvaire b, c: spores dormantes,; (d'après Pérégallo; Hendey).

Pl.V



Figs.1 :*Chaetoceros danicus*, a:chaîne de cellules,b: une cellule avec chromatophores ; 2:*Ch. diadema*; 3 :*Ch. didymus*; 4 :*Ch diversus*, a: chaîne, 4: section de chaîne ; 5 :*Ch. imbricatus*; 6 :*Ch. lacinosus* ; 7 :*Ch. lauderi*; 8 : *Ch. Lorenzianu* ; 9 :*Ch.peruvianus* ; 10: *Ch. pseudocurvisetus*; 11- *Ch. simplex* (d'après Lebour; Hustedt; Cupp).

Pl VI

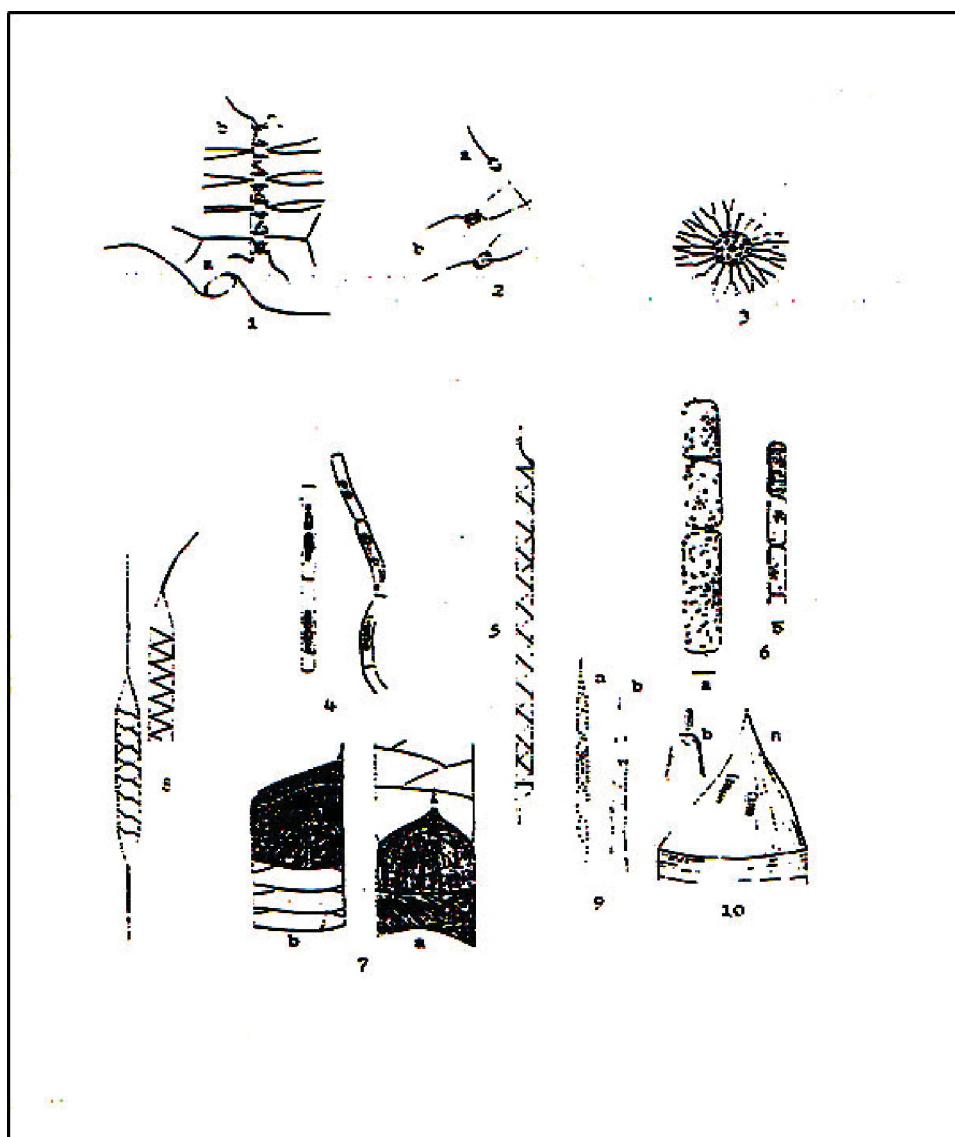


Fig.1- *Chaetoceros messanensis*; 2 : *Ch.s gracile* a: vue valvaire , b: chromatophores; 3: *Bacteriastrum hyalinum*; 4 : *Leptocyclus minimus* ; 5: *Rhizosolenia alata*; 6 : *R. fragilissima* a , b : chaîne de cellules ; 7 : *R. imbricata*, a: cellule en division, b: vue sagittale ; 8 : *R. setigera*; 9 : *R. hebetata* forma *semispina*, a: vue de côté, b: vue ventrale,; 10 : *R. firma*, a: extrémité de la cellule, b: détail de l'épine, (d'après Sournia ; Hendey).

Pl VII

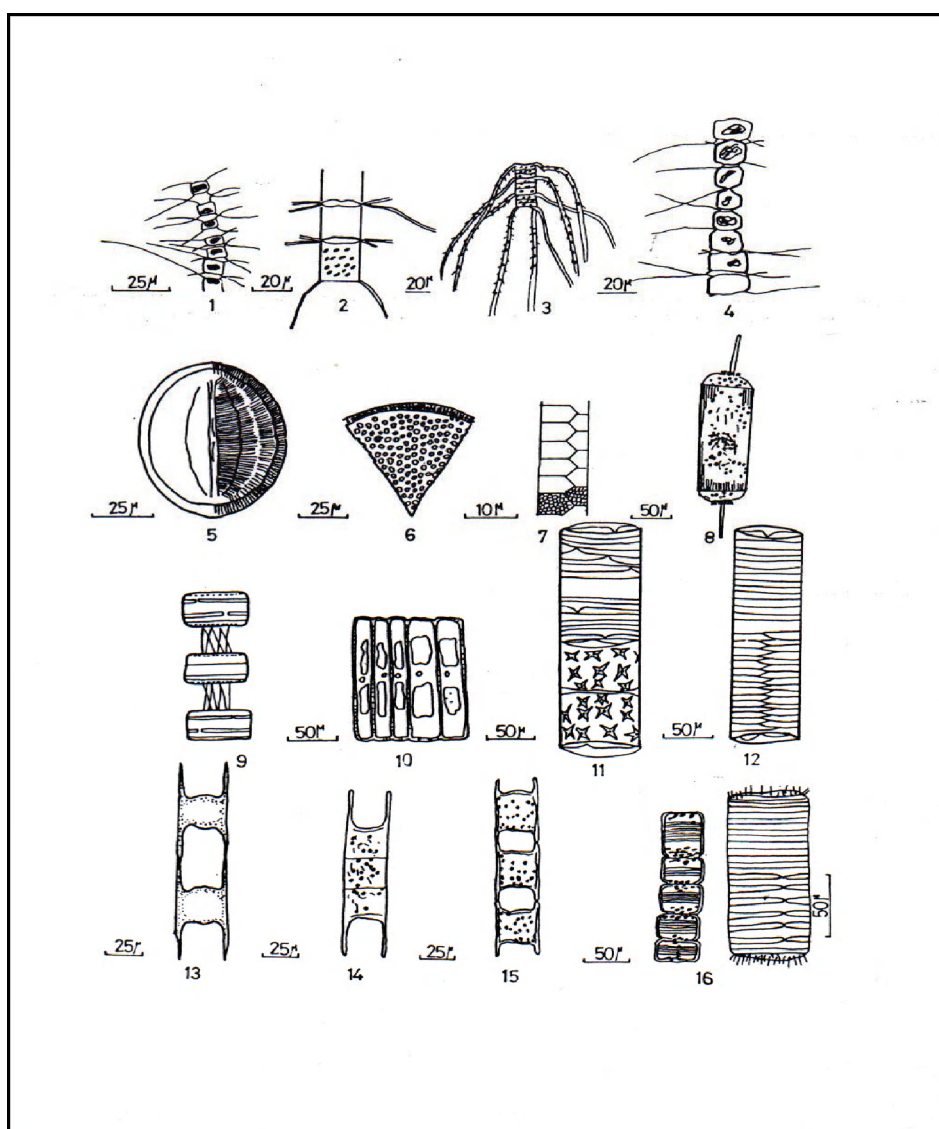


Fig.1: *Chaetoceros socialis*; 2: *Ch. teres*; 3: *Ch. tetrastichon*; 4: *Ch. tortissimus*; 5: *Cocconeis pseudomarginata*; 6: *Coscinodiscus radiatus*; 7: *Dactyliosolen mediterraneus*; 8: *Ditylum brightwelli*; 9: *Ethmodiscus gazellae*; 10: *Fragilaria cylindrus*; 11: *Guinardia flaccida*; 12: *Guinardia blavyana*; 13: *Hemiaulus heirbergii*; 14: *H. haukii*; 15: *H. sinensis*; 16: *Lauderia borealis*.
(d'après Cupp ; Lebour ; Pérageallo ; Lakkis).

PI VIII

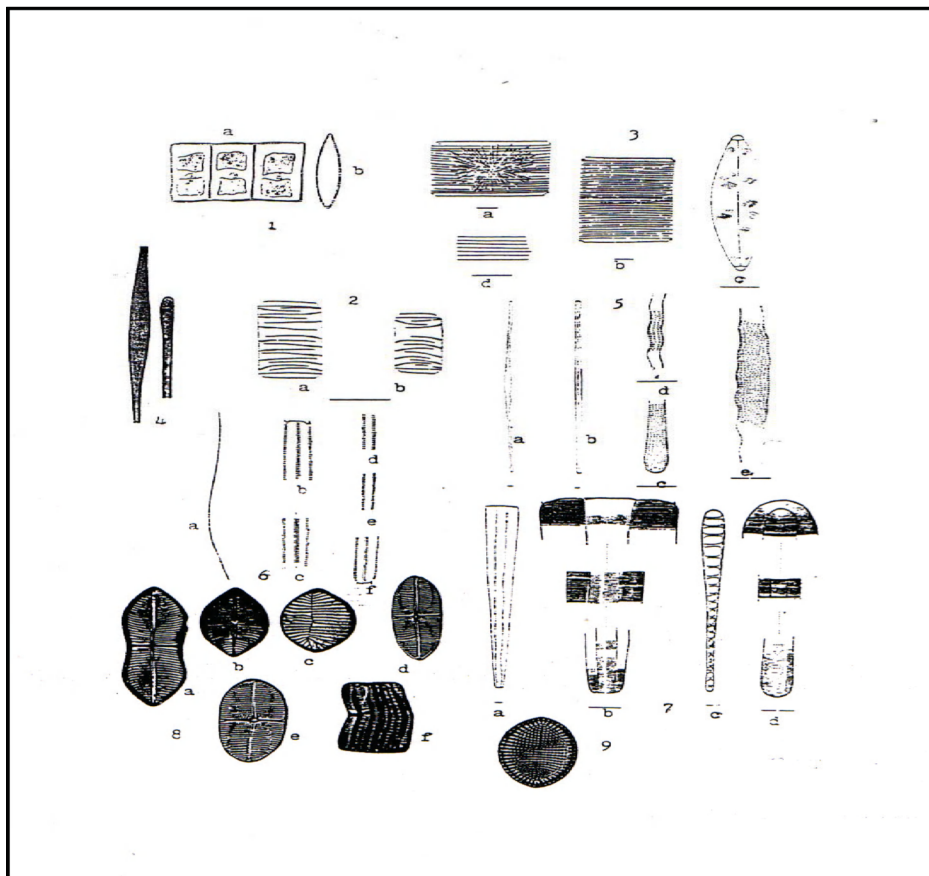


Fig.1: *Fragilaria oceanica*, a: chaîne, b: vue cingulaire de la valve; 2: *Striatelladelicatula*, a et b: cellules en vue valvaire, largeur a: 11μ , b: 8μ ; 3: *Striatella unipunctata*, a: cellule avec chromatophore, largeur 62μ , b: cellule en vue cingulaire, largeur 50μ , c: vue valvaire, longueur axe apical 55μ , d: striation des bandes intercalaires; 4: *Synedra hennedyana*, parties centrale et terminale de la valve; 5: *Synedra undulata*, a: vue valvaire de la cellule, longueur 610μ , largeur 13μ , b: cellule en vue cingulaire; 6: *Thalassiothrix longissima*, a: cellule entière, longueur 1450μ , largeur 3μ , b: extrémité de la frustule, c, d, e: sections médianes, vue cingulaire; 7: *Climacosphenia moniligera*, a: vue cingulaire, L: 373μ , b: section de la cellule en vue cingulaire, c: bandes intercalaires, d: vue valvaire; 8: *Achnanthes brevipes*, a, b, d, e: valve inférieure avec raphé, c: valve supérieure avec pseudoraphé, f: cellule en vue cingulaire montrant formation de deux frustules; 9- *Cocconeis scutellum* (d'après Hendey; Cupp).

PI IX

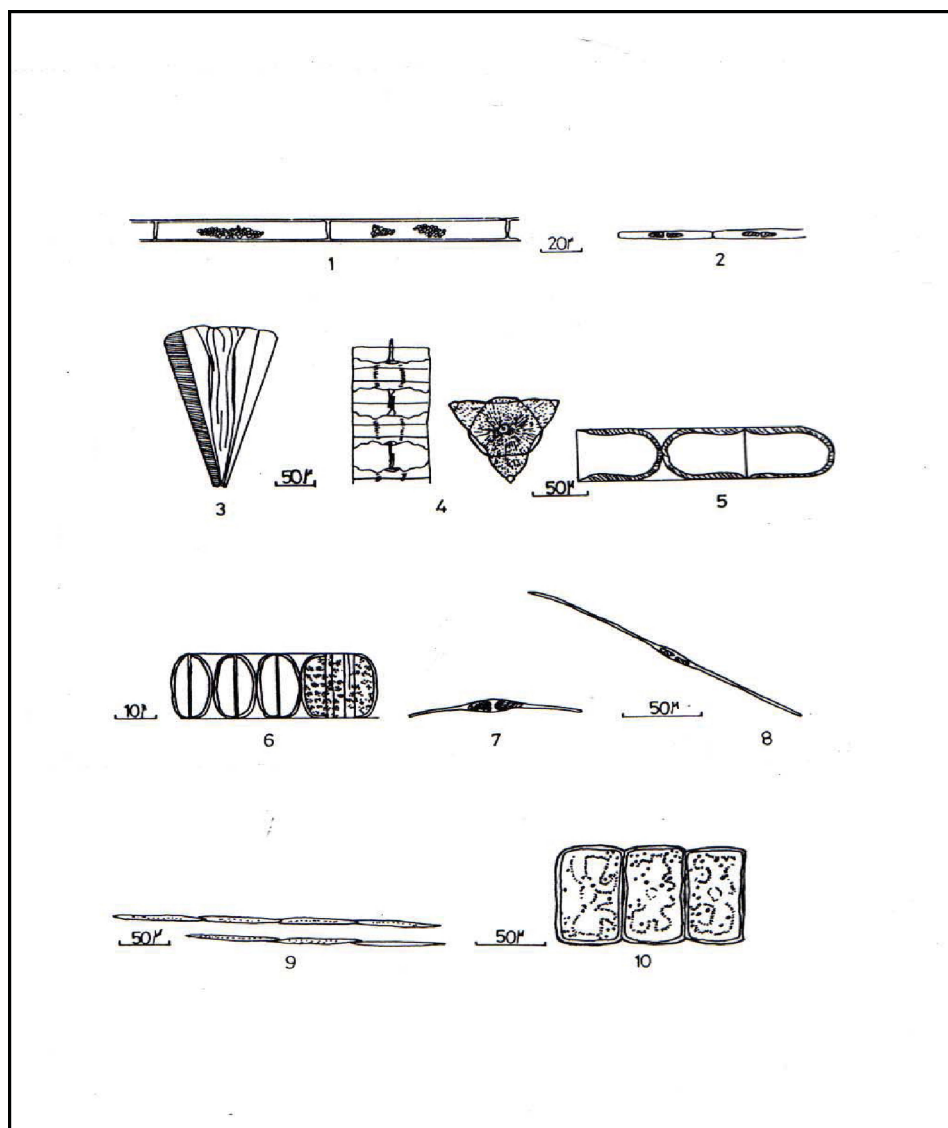


Fig.1 : *Leptocylindrus danicus*; 2 : *Leptocylindrus minimus* ; 3 : *Licmophora abbreviata* ; 4 : *Lithodesmium undulatum* ; 5 : *Melosira juergensii* ; 6 : *Melosira moniliformis* ; 7 : *Nitzschia closterium* ; 8 : *Nitzschia longissima* ; 9 : *Pseudonitzschia seriata* ; 10 : *Navicula membranacea*.
(d'après Lebour et Lakkis & Novel-Lakkis).

P I X

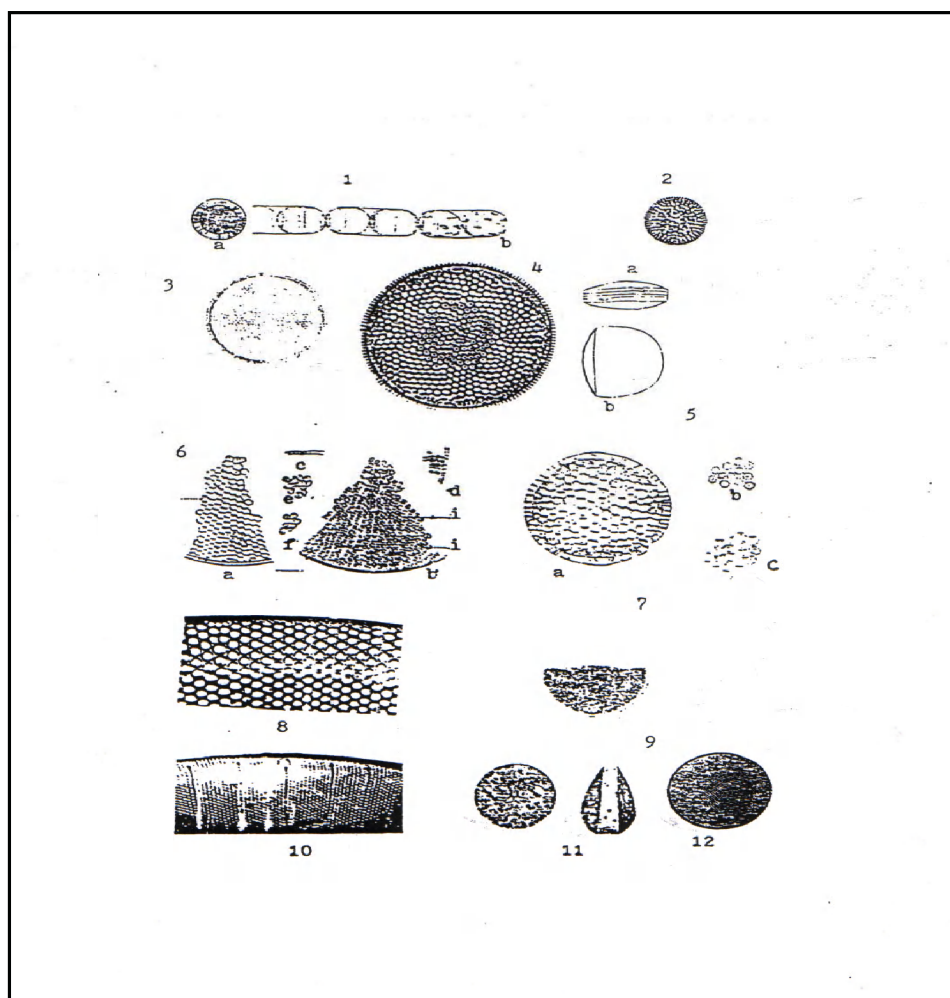


Fig.1 : *Melosira nummuloides*, vue valvaire, a:cellules en chaîne , b: cellule en formation; 2 : *Coscinodiscus nitidus*; 3: *Coscinodiscus lineatus*; 4 : *Coscinodiscus nodulifer*; 5: *Coscinodiscus centralis*, a: vue connective; b: auxospore ; 6: *Coscinodiscus perforatus* var.*cellulosa*,a:aréoles et pores ; b: section de la même valve montrant les interstices; c: bord de la cellule; d: poroïdes de la membrane externe, e: centre valvaire, f: bord et centre de la cellule; 7 :*Coscinodiscus marginatus*. a: vue de la valve aréolée, b: membrane externe de la valve, c: partie centrale de la valve; 8 : *Coscinodiscus gigas* var.*praetextus*, fragment du bord de la valve dimension du fragment 40 x 75μ.; 9 :*Coscinodiscus subtilis*, d'après Schmidt; 10: *Coscinodiscus nobilis*, valve montrant les spinules,; 11:*Coscinodiscus granii*, valve montrant les chromatophores; 12 : *Coscinodiscus eccentricus*. (d'après Hendey ; Cupp ; Lebour ; Sournia).

Pl XI

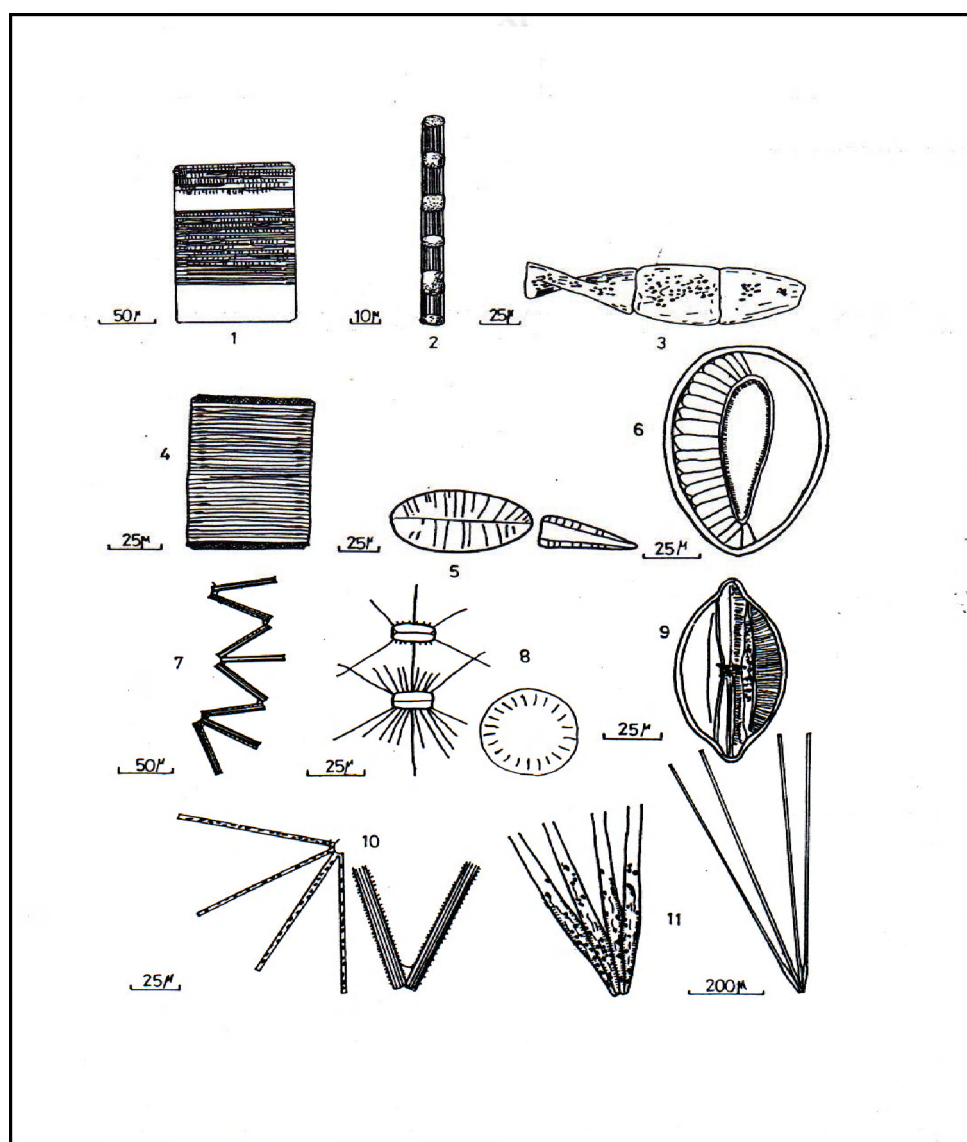


Fig.1:*Rhabdonema adriaticum*; 2:*Skeletonema costatum*; 3:*Streptotheca thamesis*; 4:*Striatella unipunctata*; 5:*Surirella gemma*; 6:*Surirella* sp., original; 7:*Thalassionema nitzschioides*; 8:*Thalassiosira decipiens*; 9:*Navicula clavata*; 10:*Thalassiothrix frauenfeldii*; 11:*Thalassiothrix mediterranea*.
(Figs.3,4,7,10,d'après Cupp), (Figs.1,2,5,8, d'après Lebour).

Pl XII

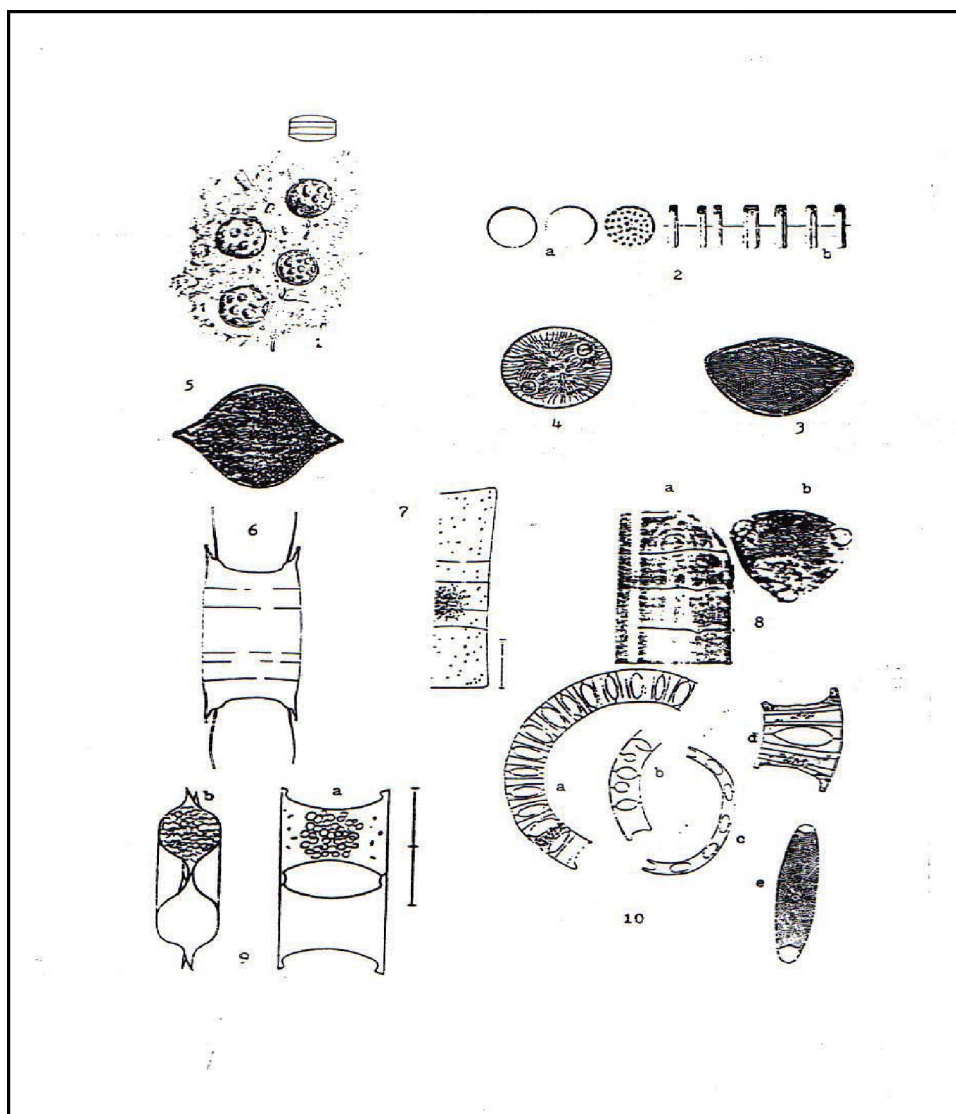


Fig.1 : *Thalassiosira subtilis*; 2 : *Th. Rotula* a: spores dormantes, b: chaîne de cellules; 3: *Hemidiscus cuneiformis*; 4 : *Auliscus sculptus*; 5: *Biddulphia rhombus*; 6 : *Biddulphia sinensis*; 7: *Biddulphia schroederiana* ; 8 : *Biddulphia pelagica* a: cellule en vue connective , b: vue valvaire; 9 : *Hemiaulus membranaceus* , a: plan apical, b: transapical; 10 : *Eucampia zodiacus*, largeur: a : 46 μ ; b, 36 μ ; c: 14 μ , d, chaîne en vue connective, deux cellules attachées; e, vue valvaire d'une cellule.
(d'après Hendey ; Sournia).

PI XIII

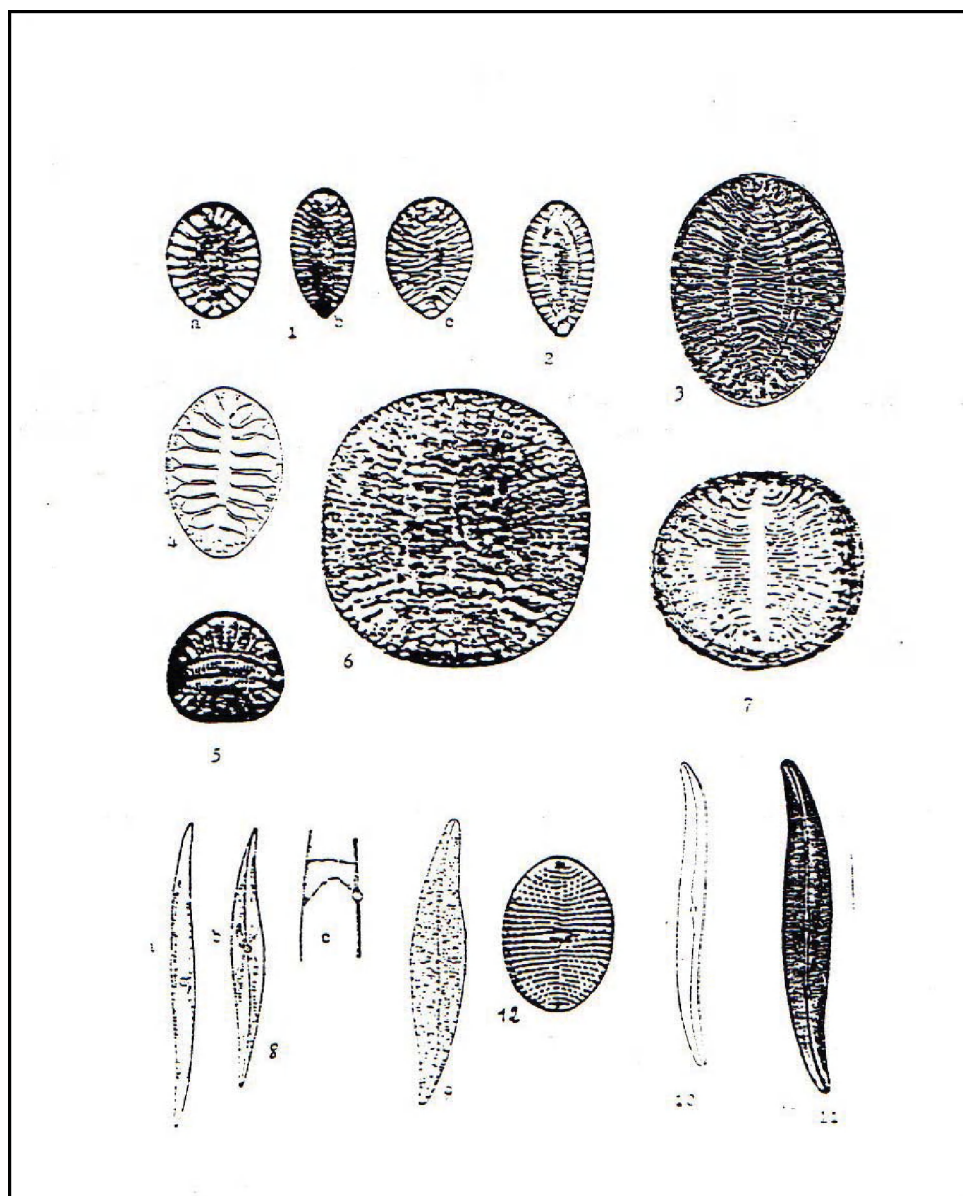


Fig.1 :*Surirella ovata*; 2: *Surirella ovalis*; 3: *Surirella fastuosa*; 4: *Surirella fluminensis*; 5: *Campylodiscus fastuosus*; 6: *C. echeneis*; 7: *C. biangulatus*, axe apical;; 8- *Pleurosigma elongata*; 9: *P. normanii*; 10: *Gyrosigma balticum*; 11: *G. hippocampus*; 12: *Mastogloia binotata* (d'après Hendey; Subrahmanyam)..

PI XIV

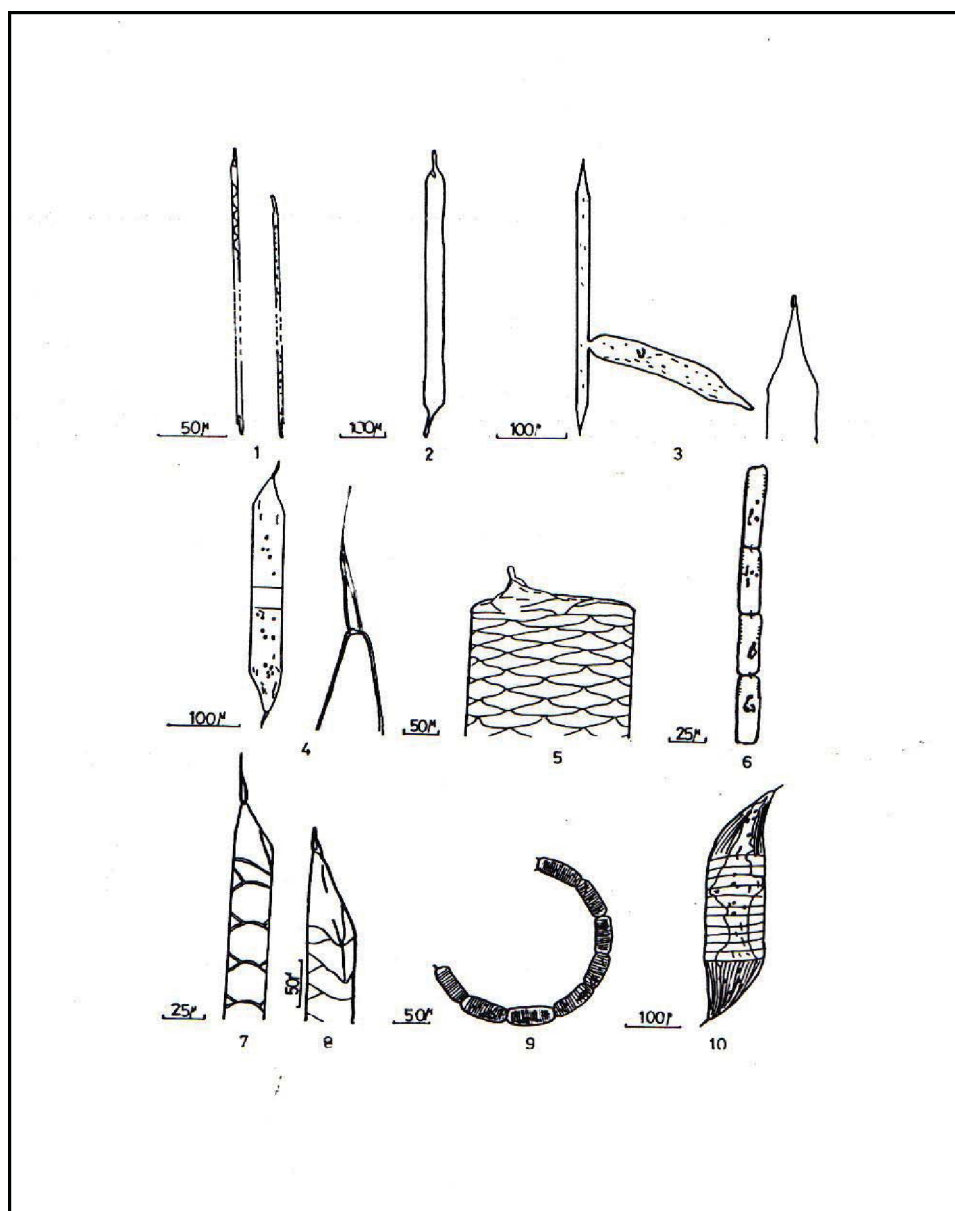


Fig.1:*Rhizosolenia alata* forma *gracillima*; 2:*Rh. alata* forma *indica*; 3:*Rh. bergonii*; 4:*Rh. calcaravis*; 5:*Rh. castracanei*; 6:*Rh. delicatula*; 7:*Rh. imbricata* var. *schrubsole*; 8:*Rh. styliformis* var. *styliformis*; 9:*Rh. stolterforthii*; 10:*Rh. robusta*, (d'après Cupp).

PI XV

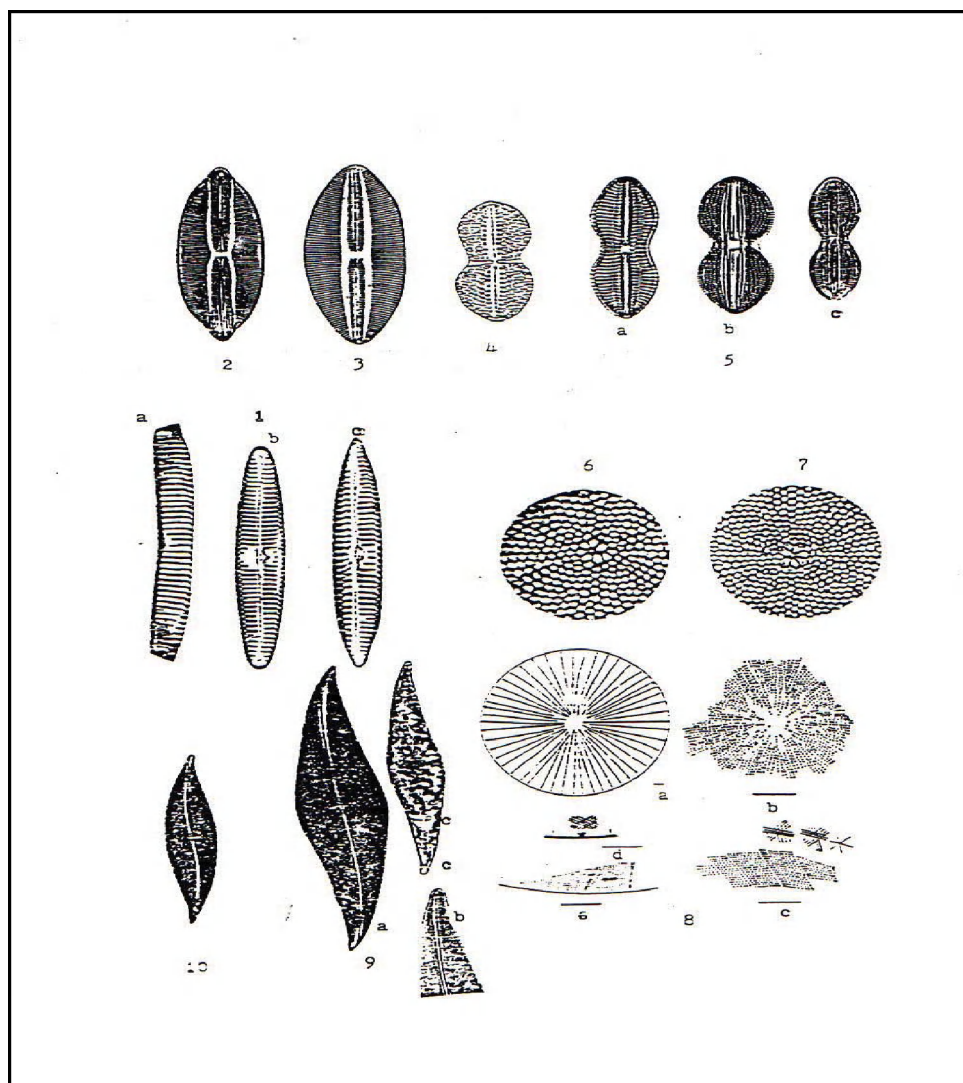


Fig.1- *Navicula cancellata* , a,b: valves; c: vue connective; 2 :*Navicula lyra*, vue valvaire ;3 :*Navicula lyroides*; 4 :*Diploneis weissflogii* d ; 5 :*Diploneis crabro*; 6 :*Coscinodiscus oculis-iridis* valve avec ornementation centrale; 7 :*C. asteramphalus*, vue valvaire montrant ornementation; 8 :*C. concinnus* a: valve montrant spinules et lignes radiales, b: centre valvaire montrant ornementation, c: ornementation entre le bord et le centre valvaire , d: bord valvaire montrant processus apiculaire., e: section près du bord montrant ornementation ; 9 :*Pleurosigma angulatum* a: forme générale, b: apex valvaire, c: contenu cellulaire;10 :*Pleurosigma aestuarii* (d'après Hendey).

PI XVI

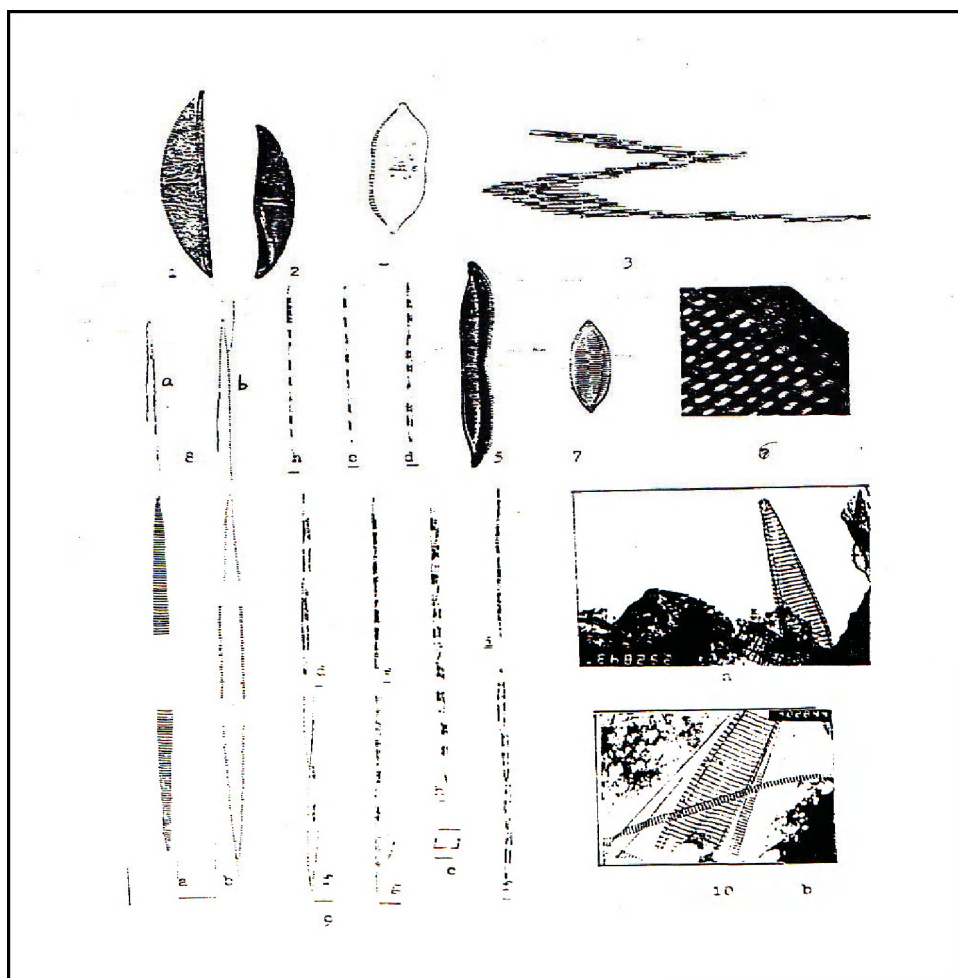


Fig.1 : *Amphora decussata* ; 2 : *Amphora ostrearia*; 3 : *Bacillaria paxillifer* cellules en colonie; 4 : *Pseudonitzschia (Nitzschia) panduriformis* var. *continua*; 5: *P. bilobata*; 6 : *P. sigma* x14000, microphoto au M.E.B. montrant la structure détaillée de la valve ; 7 : *P. punctata* ; 8 : *P. delicatissima* a : vue valvaire de la cellule; b : vue connective, c,d : même chaîne de cellules, h : chaîne de cellules avec auxospores; 9 : *P. pungens* var. *atlantica* ; a : vue valvaire; b : vue connective de la même cellule. c : section transversale; d,h : chaîne de cellules en division ; e : vue valvaire de la chaîne ; f,g : même cellule en vue valvaire connective; h : chaîne de cellules en division; i : chaîne en vue valvaire; 10 : *P. fraudulenta* (= *P. seriata* var. *fraudulenta* microphoto au MEB, a : x12000 ; b : x 4500 (original). (d'après Hendey ; Cupp).

PI XVII

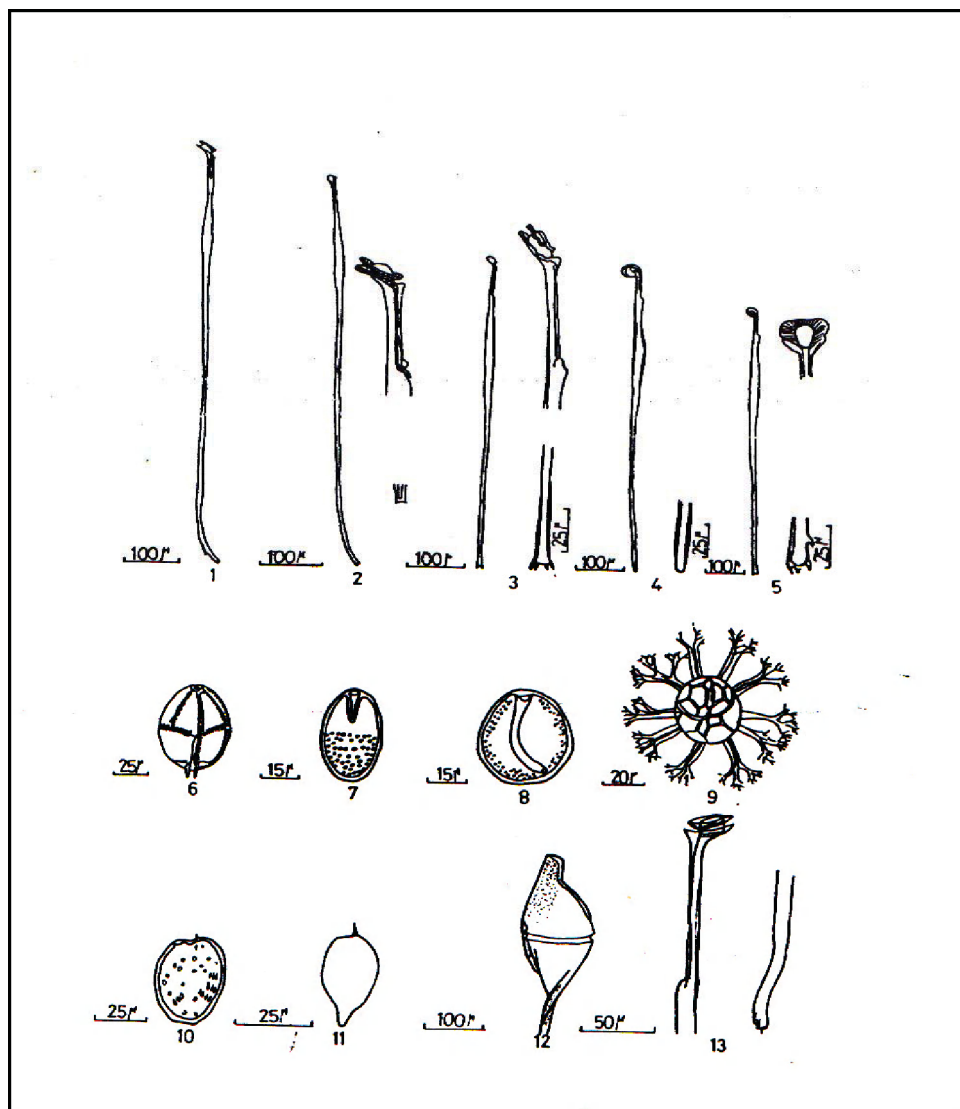
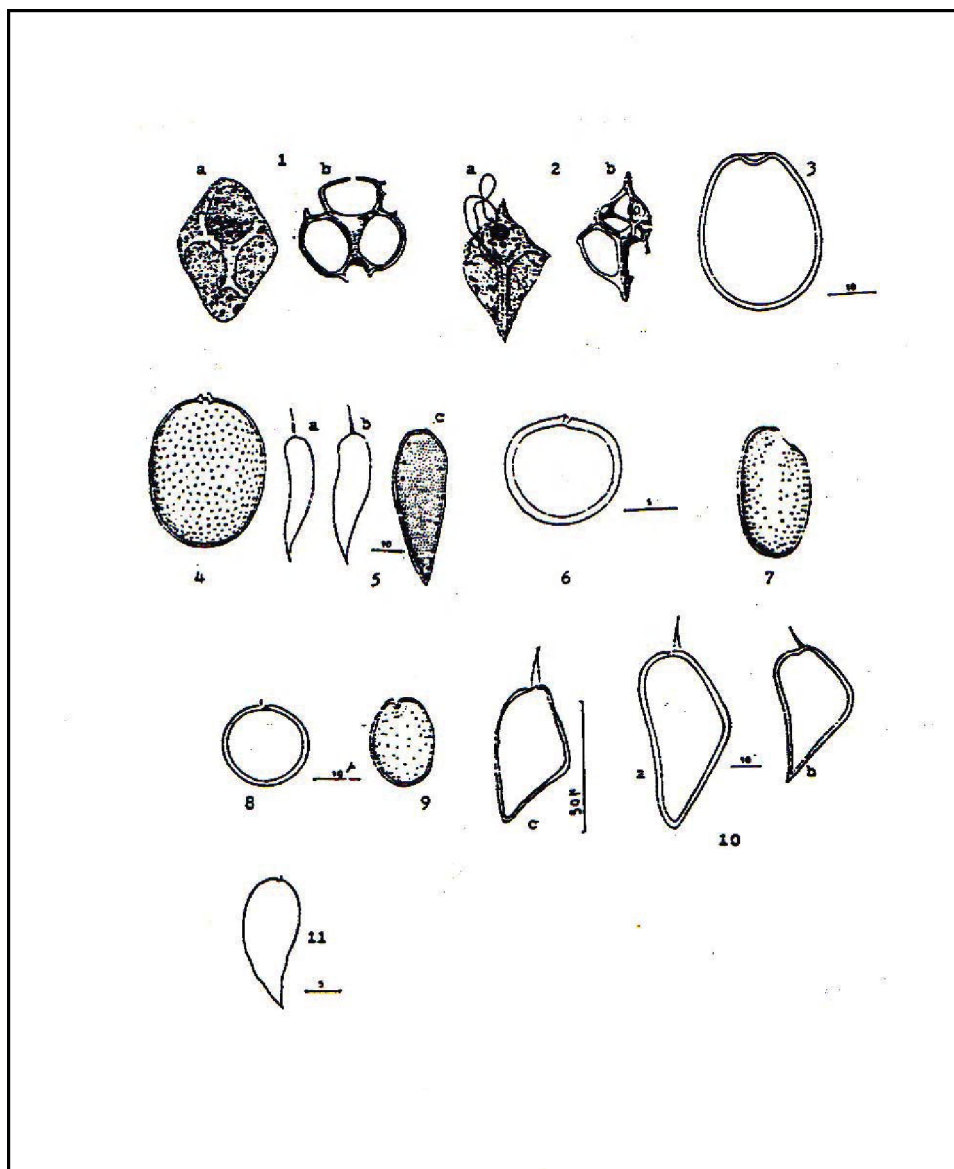


Fig.1: *Amphisolenia bidentata*; 2: *Amphisolenia spinulosa*; 3: *Amphisolenia quadrispina*; 4: *Tripodosolenia truncata*; 5: *Amphisolenia palmata*; 6: *Blepharocysta splendor-maris*; 7: *Cenchridium globosum*; 8: *Cenchridium sphaerula*; 9: *Cladopyxis brachiolata*; 10: *Prorocentrum micans*; 11: *P. schilleri (dentatum)*; 12: *Centrodinium complanatum*; 13: *Amphisolenia clavipes* (d'après Taylor ; Schiller ; Lakkis).

PI XVIII



Figs.1:*Ebria tripartita* a: cellule vivante b:squelette interne ; 2 :*Hermesinum adriaticum*; a: cellule vivante, b:squelette interne; 3 :*Prorocentrum lima* ; 4 :*P. compressum*; 5:*P. gracile*; 6:*P. balticum*; 7:*P. cordatum*;8 : *P. rotundatum*; 9 :*Prorocentrum oblongum*;10 :*P. arcuatum*;11:*P. adriaticum* (d'après Taylor; Rampi & Bernhard).

PI XIX

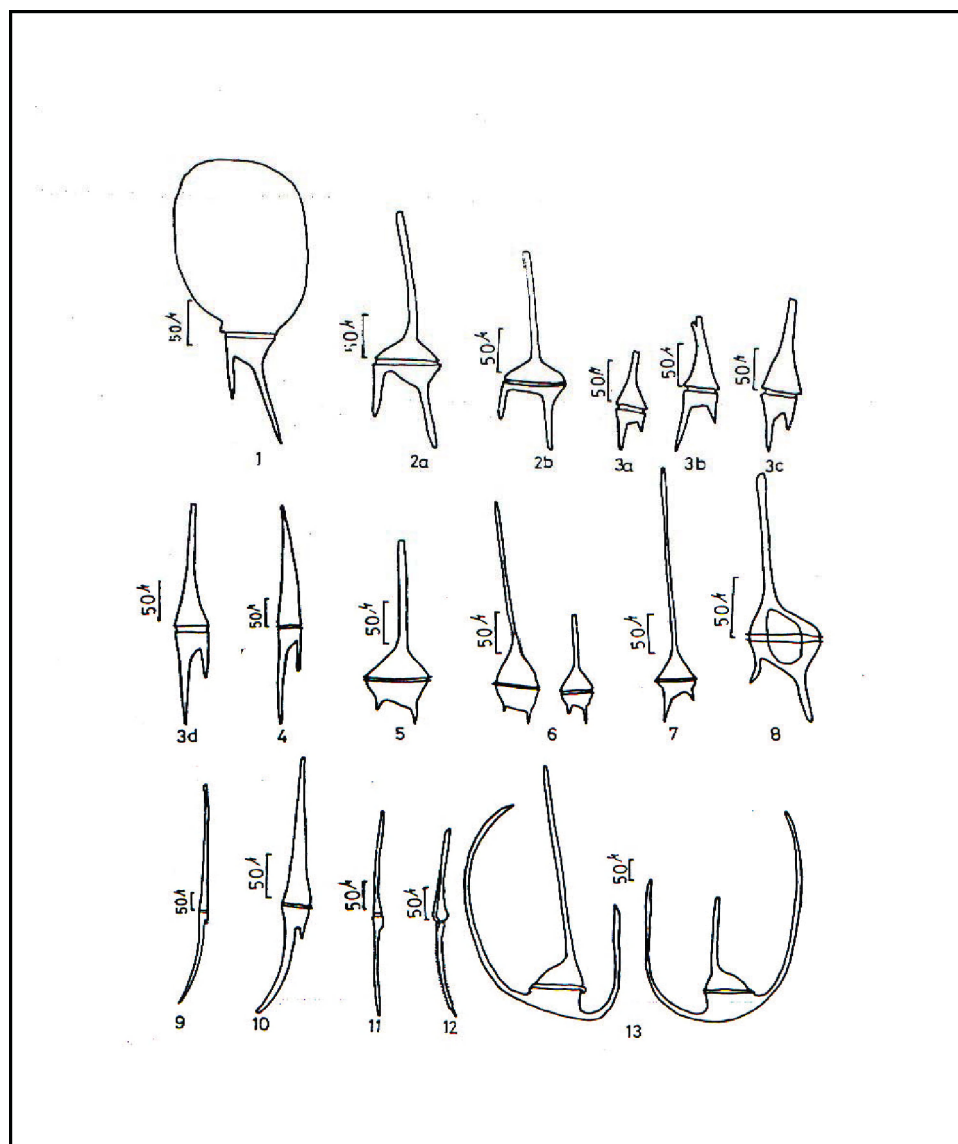


Fig.1: *Ceratium gravidum* ; 2 a: *C. candelabrum* var. *candelabrum*; 2b: *C. candelabrum* var. *depressum*; 3a,b,c: *C. furca* var. *eugrammum*, d: *C. furca* var. *furca*; 4: *C. incisum*; 5: *C. Pentagonum*; 6: *C. teres* ; 7: *C. setaceum*; 8: *C. ehrenbergii*; 9- *C. longirostrum* ; 10: *C. falcatum*; 11: *C. fusus* var. *seta*; 12: *C. fusus* var. *schuetti*; 13: *C. contortum* var. *karsteni* (d'après Sournia ; Lakkis).

Pl XX

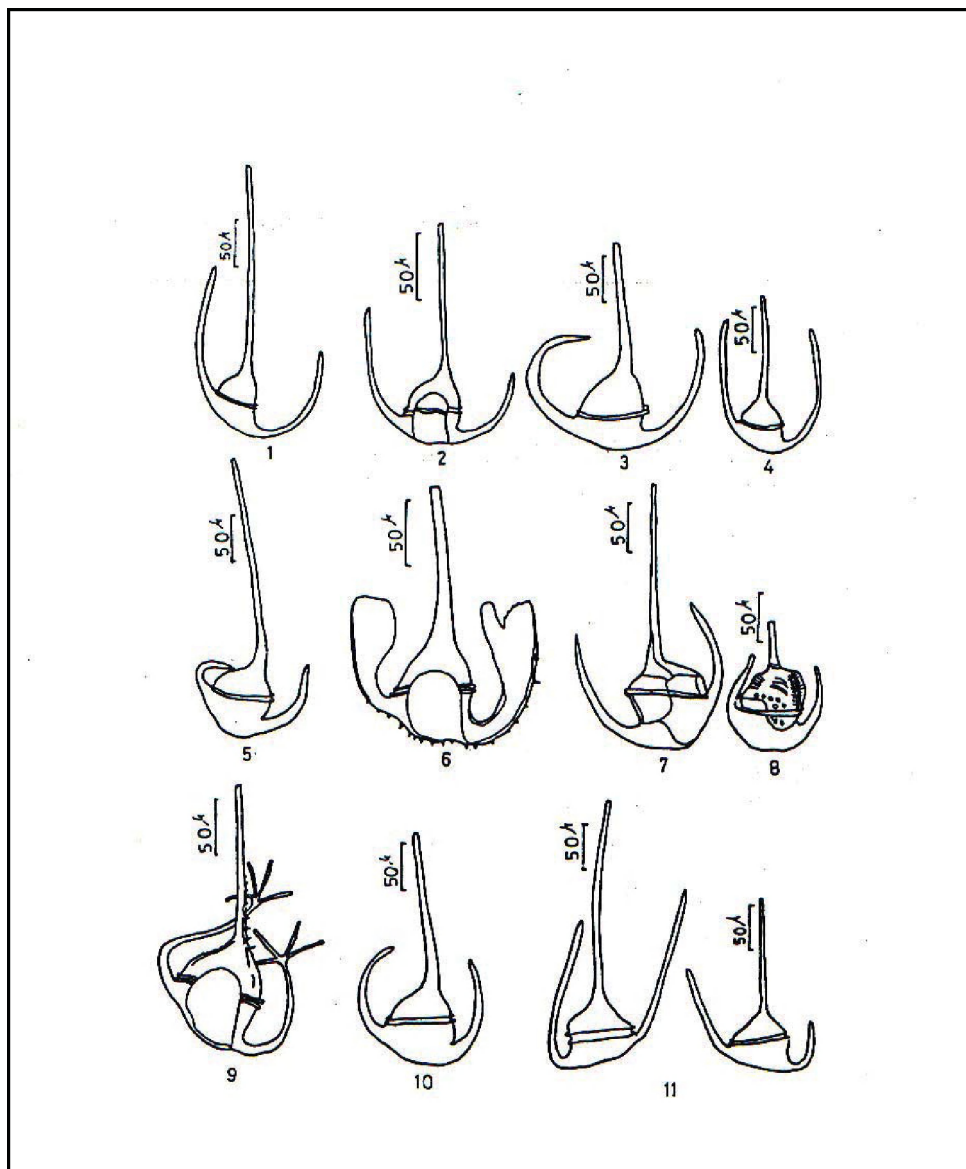


Fig.1: *Ceratium euarcuratum*; 2: *C. declinatum* f. *declinatum*; 3: *C. arietinum* forma *detortum*; 4: *C. symmetricum*; 5: *C. concilians*; 6: *platycorne* var. *platycorne*; 7: *C. gibberum* var. *gibberum*; 8: *C. paradoxides*; 9: *C. ranipes* forma *palmata*; 10: *C. schmidtii*; 11: *C. egyptiacum* forma *suezensis* (d'après Sournia; Lakkis).

PI XXI

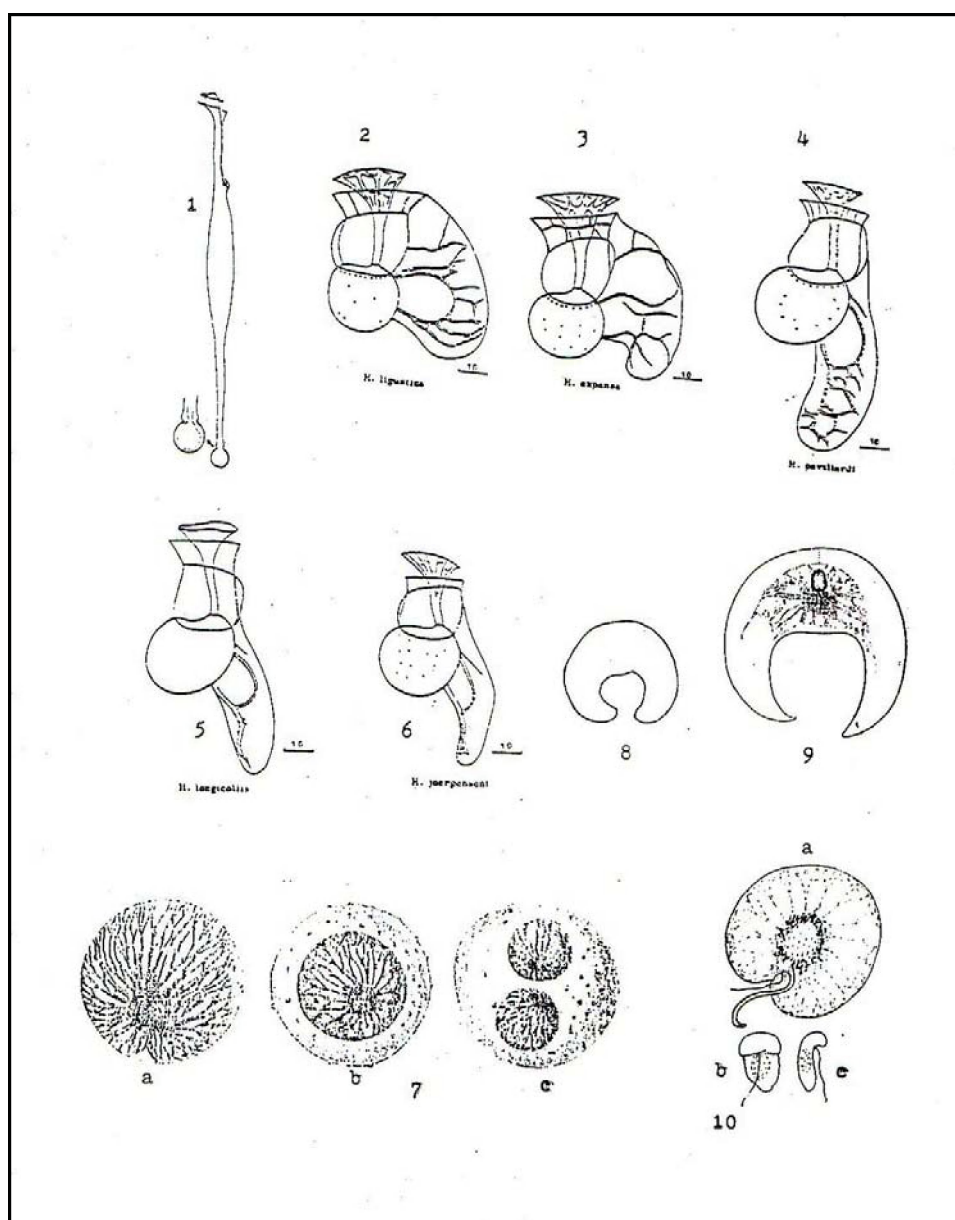


Fig.1 : *Amphisolenia globifera* ; 2 : *Histioneis ligustica*; 3 : *H. expansa*; 4 : *H. pavillardi*; 5 : *H. longicollis* ; 6 : *H. joergensi*; 7 : *Pyrocystis pseudonociluca* a: cellule entière, b, c, d: 800 μ cellule en division;; 8 : *P.s obtusa*. ; 9: *P. robusta* ; 10: *Noctiluca miliaris* (= *N.scintillans*), a, cellule entière, b, c, gamètes (d'après Rampi & Bernhard; Lakkis).

PI XXII

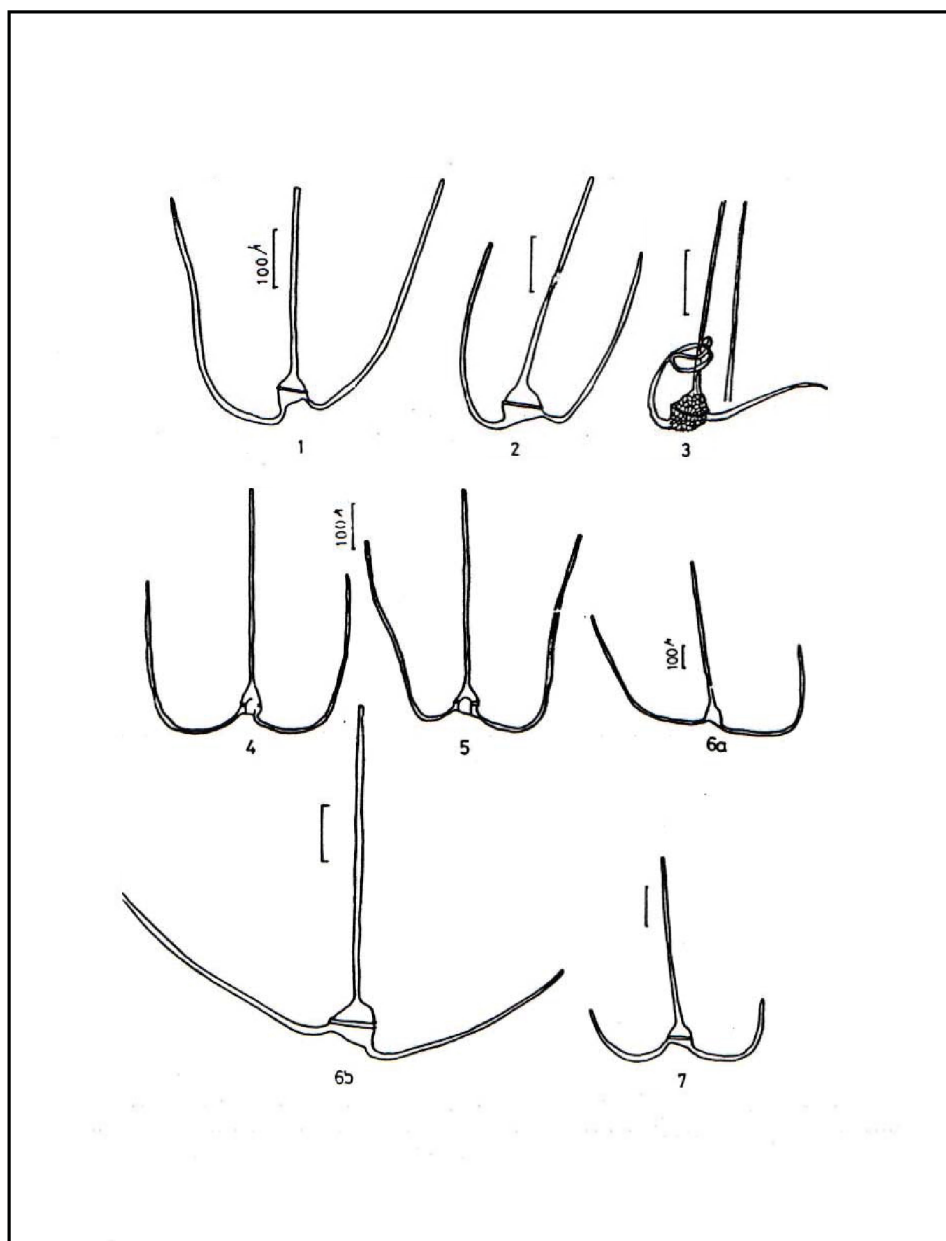


Fig.1:*Ceratium macroceros*; 2:*C. massiliense*; 3:*C. hexacanthum* f.*spirale*;
4:*C. trichoceros*; 5: *C. contrarium* ; 6 : a ,*C. carriense* var.*carriense*;b.*C.carriense* f.
volans ;7:*C. horridum* (Figs. 1,2,6,7 originaux;Figs.4,5, d'après Sournia).

PI XXIII

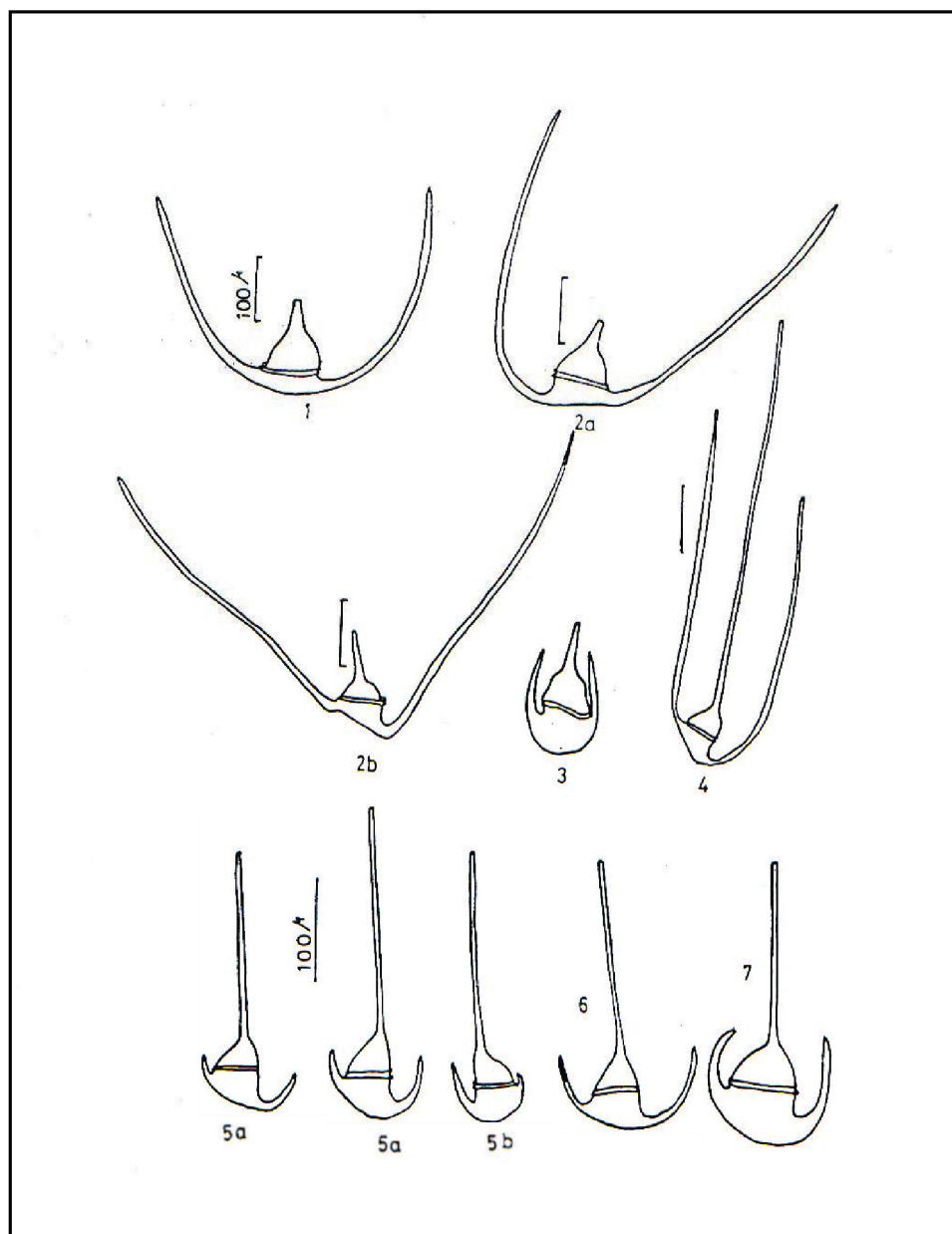


Fig.1: *Ceratium lunula*; 2a,2b: *C. vultur* f. *vultur*; 3: *C. limulus*, d'après Böhm ;
 4: *C. longissimum*, d'après Jörg.; 5: *C. pulchellum* forma *semipulchellum*;
 6: *C. pulchellum* ,original; 7: *C. tripos* forma *ponticum* .

PI XXIV

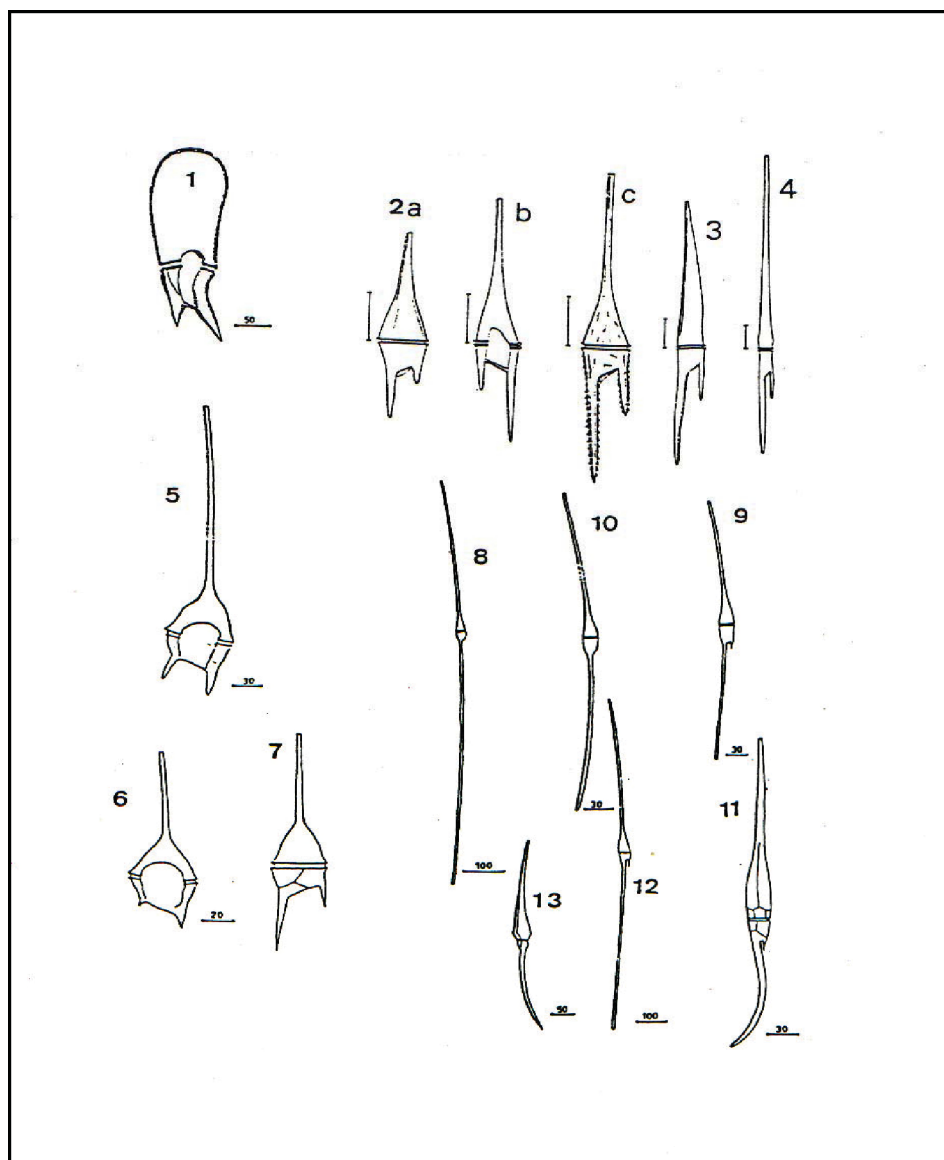


Fig.1: *Ceratium praelongum*; 2a: *C. furca* var. *eugrammum*; 2b: *C. furca*; 2c: *C. furca* var. *furca*; 3: *C. incisum*; 4: *C. belone*; 5: *C. pentagonum* f. *turgidum*; 6: *C. minutum*; 7: *C. Kofoidii*; 8: *C. extensum*; 9: *C. fusus* var. *fusus*; 10: *C. fusus* var. *seta*; 11: *C. falcatum*; 12: *C. strictum*; 13: *C. fusus* var. *shuettii*. (Rampi et Bernhard; Sournia).

Pl XXV

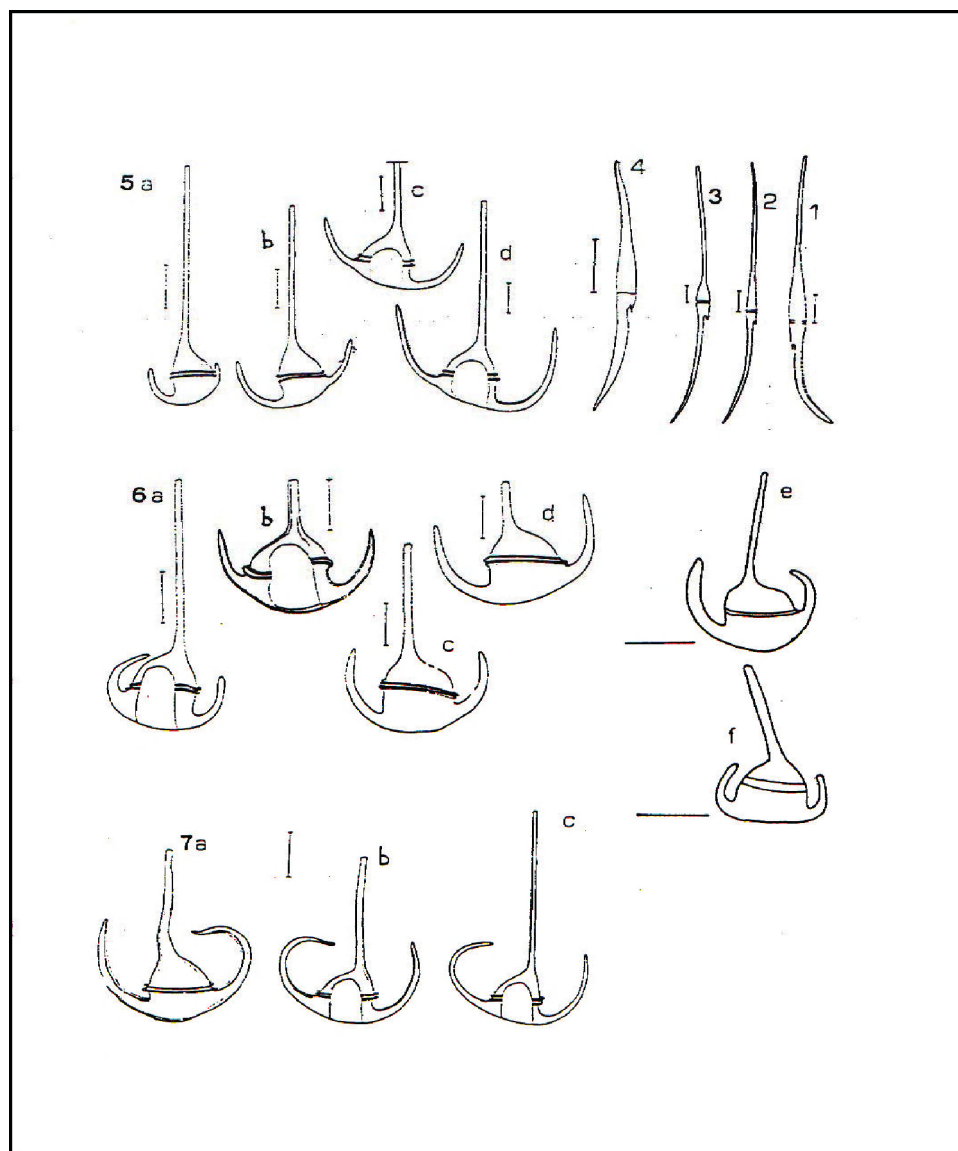


Fig.1 : *Ceratium falcatum*; 2 : *C. longirostrum*; 3 : *C. inflatum*; 4 : *C. falcatifforme*;
 5a : *C. tripos* var. *pulchellum*; 5b : *C. tripos*; 5c : *C. tripos*; 5d : *C. tripos* var. *atlanticum*;
 6a : *C. breve* var. *schmidtii*; 6b : *C. breve* var. *parallelum*, vue ventrale; 6d : *C. breve*
 var. *parallelum* vue dorsale; 6c : *C. breve*; 6e, f : *C. breve* var. *schmidtii*; 7a : *C. arietinum*
 var. *arietinum*; 7b : *C. arietinum*; 7c : *C. arietinum* var. *gracilentum*.
 (L'échelle bar = 50 μ). (d'après Sournia).

PI XXVI

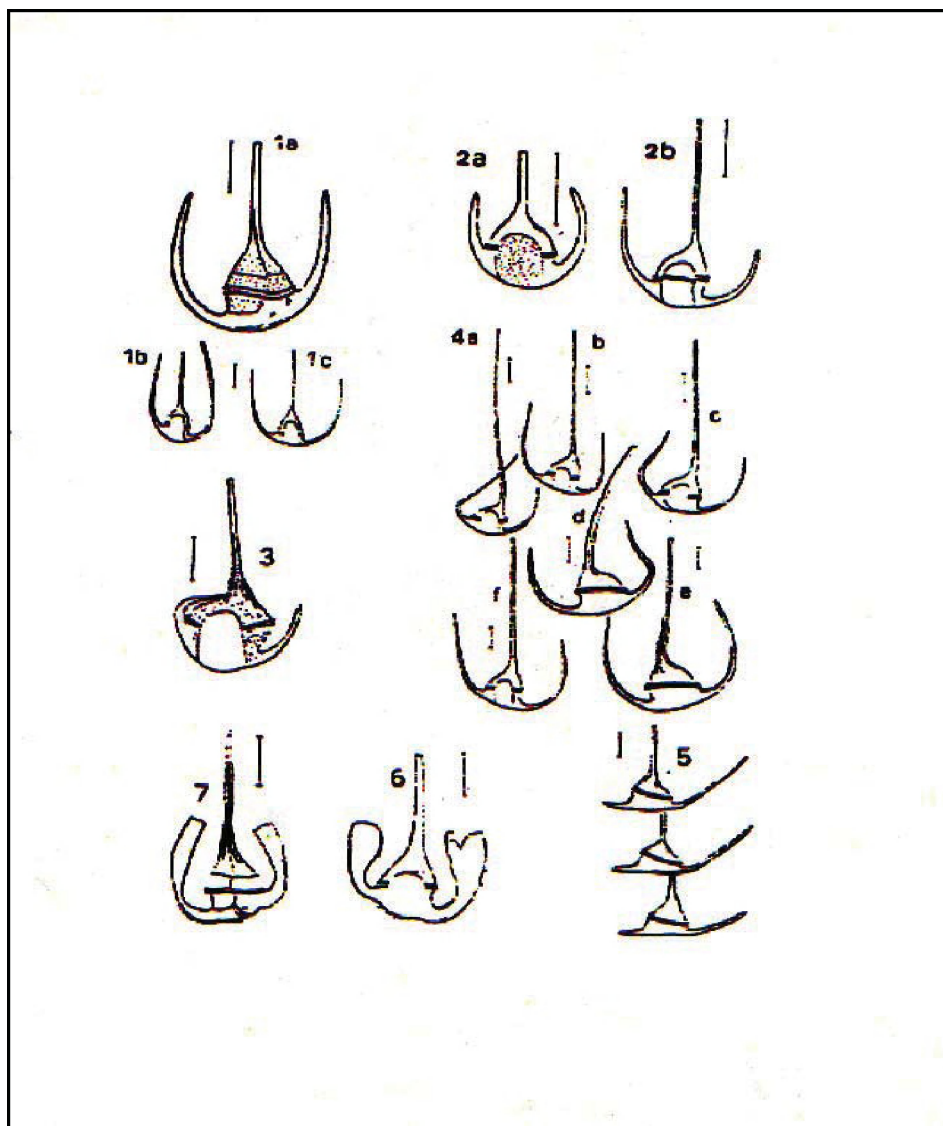


Fig.1a :*Ceratium symetricum* var.*orthoceras*; 1b- *C. symetricum* var. *coarctatum* ;
 1c :*C.symetricum* var.*symetricum*; 2 a:*C. azoricum*; 2b:*C. declinatum* forma
normale ; 3 :*C. gibberum* var. *dispar* ; 4a :*C. contortum* var.*contortum*;
 4b :*C. contortum* var.*longinum*; 4c :*C. contortum*; 4d :*C. contortum* ;
 4e :*C. contortum* var.*robustum*; 4f : *C. contortum* var. *Karstenii*; 5 :*C. dens*; 6 :*C.*
platycorne var.*platycorne*;7:*C. platycorne* (d'après Sournia). (L'échelle bar = 50 μ).

PI XXVII

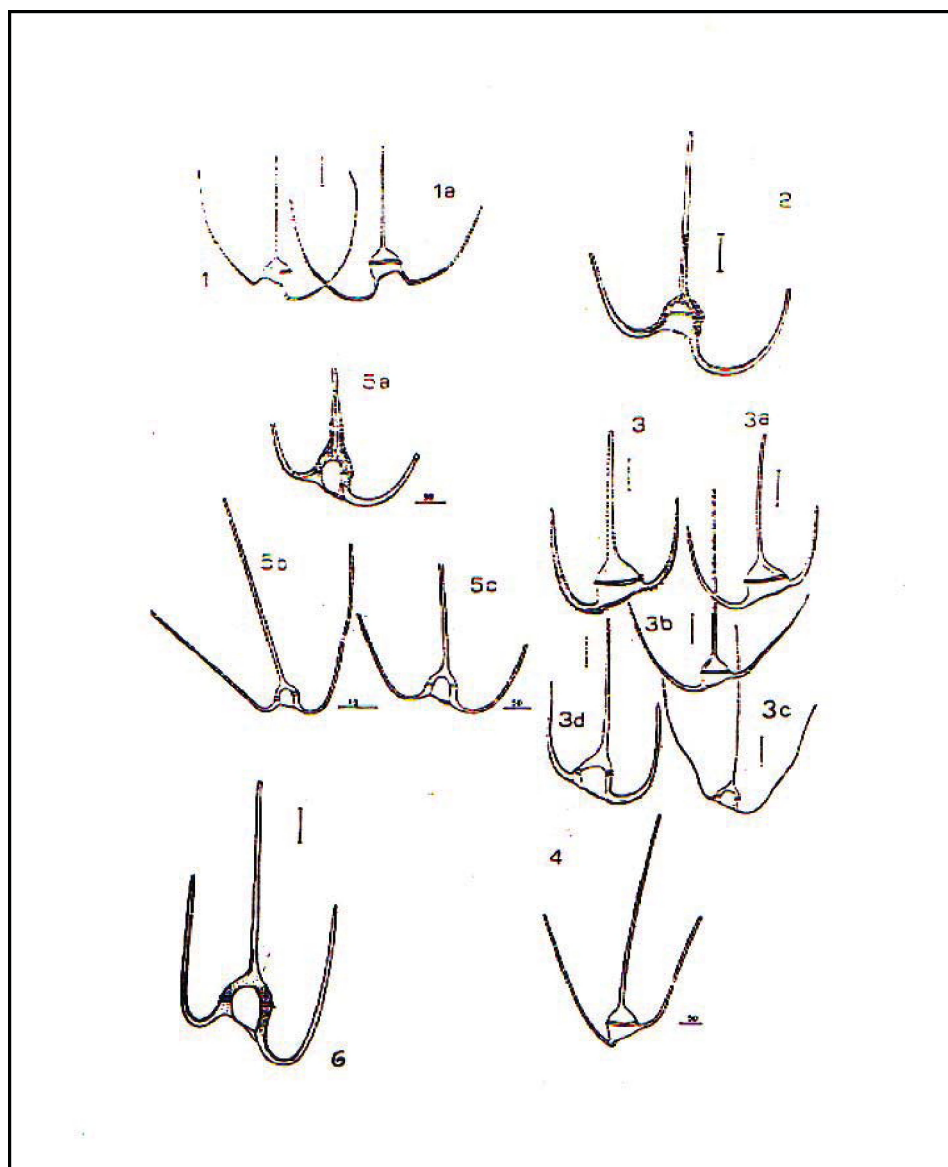


Fig.1: *Ceratium macroceros* var. *gallicum*; 2 : *C. macroceros*; 3: *Ceratium horridum* var. *horridum* ; 3 a: *C. horridum* ; 3b: *C. horridum*; 3c: *C. horridum*; 3d: *C. horridum* var. *buceros f. tenue*; 4 : *C. pavillardii*; 5a : *C. massiliense* f. *armatum*; 5b : *C. massiliense* var. *massiliense*; 5c : *C. massiliense* var. *protuberans* (d'après Rampi & Bernhard; Sournia). (L'échelle bar = 50 μ).

PI XXVIII

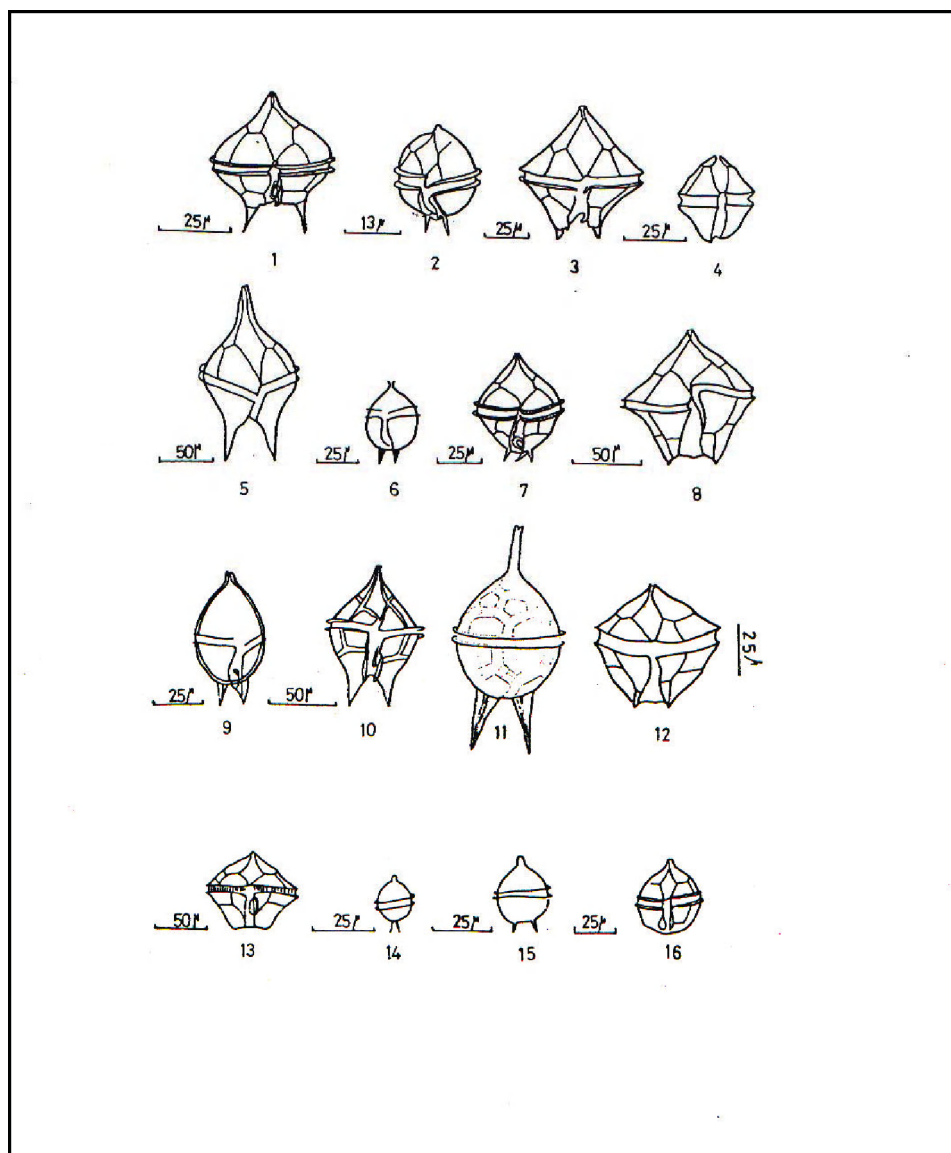


Fig.1: *Protoperidinium granii*; 2: *P. hirobis*, d'après Abé in Schiller; 3: *P. leonis*; 4: *P. nux*; 5: *P. oceanicum*; 6: *P. pedunculatum*; 7: *P. pellucidum*; 8: *P. pentagonum*; 9: *P. pyriforme*; 10: *P. solidicorne*; 11: *P. steinii* var. *mediterraneum*; 12: *P. subinerve*; 13: *P. subinerve* var. *punctulatum*; 14: *Protoperidinium* sp1.; 15: *Protoperidinium* sp2.; 16: *P. minutum* (d'après Schiller; d'après Paulsen).

PI XXIX

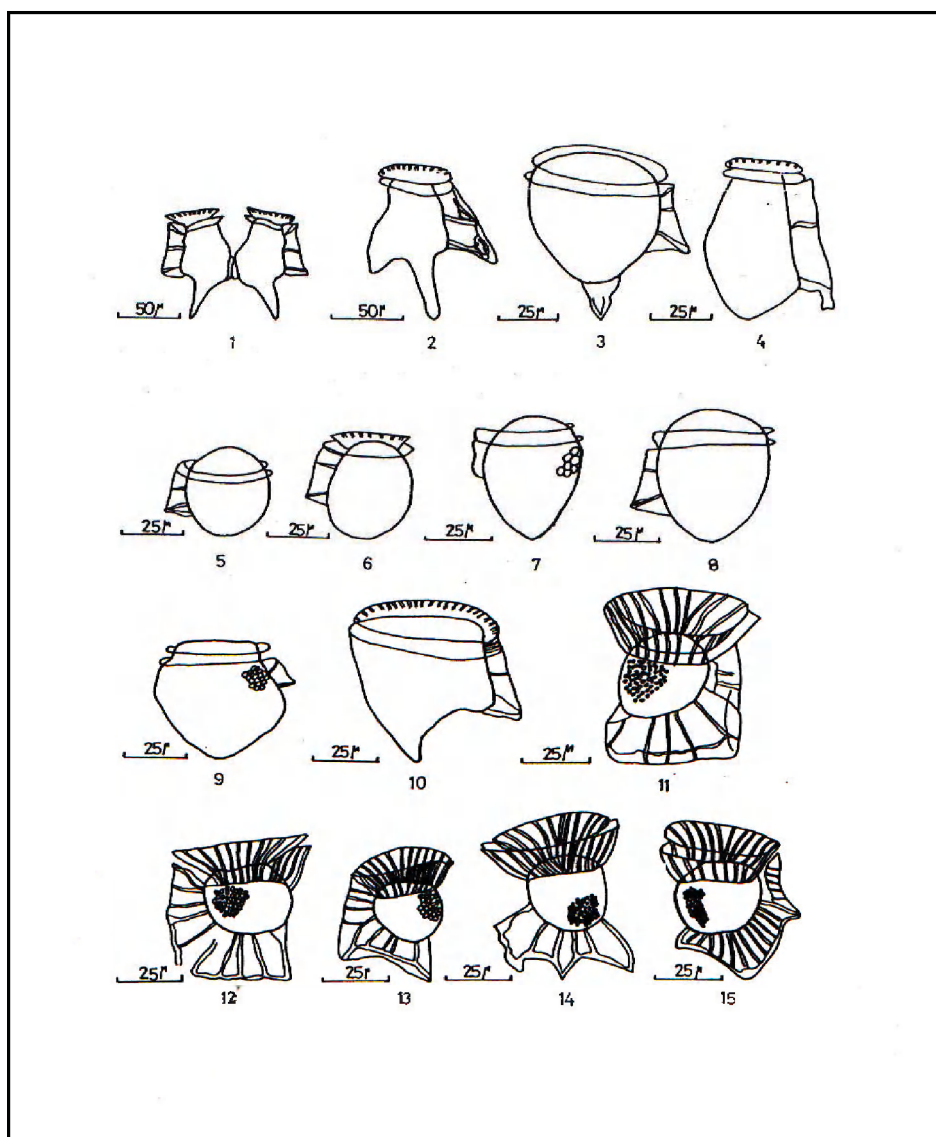


Fig.1: *Dinophysis caudata*; 2: *D. tripos*; 3: *D. doryphorum*; 4: *D. schroederi*; 5: *Phalacroma parvulum*; 6: *Dinophysis sphaerica*; 7: *Dinophysis* sp1; 8: *Dinophysis* sp2; 9: *Dinophysis* sp3; 10: *Phalacroma mitra*; 11: *Ornithocercus quadratus* var. *assimilis*; 12: *O. quadratus* var. *schuetti*; 13: *O. heteroporus*, original; 14: *O. magnificus*; 15: *O. carolinae*.

PI XXX

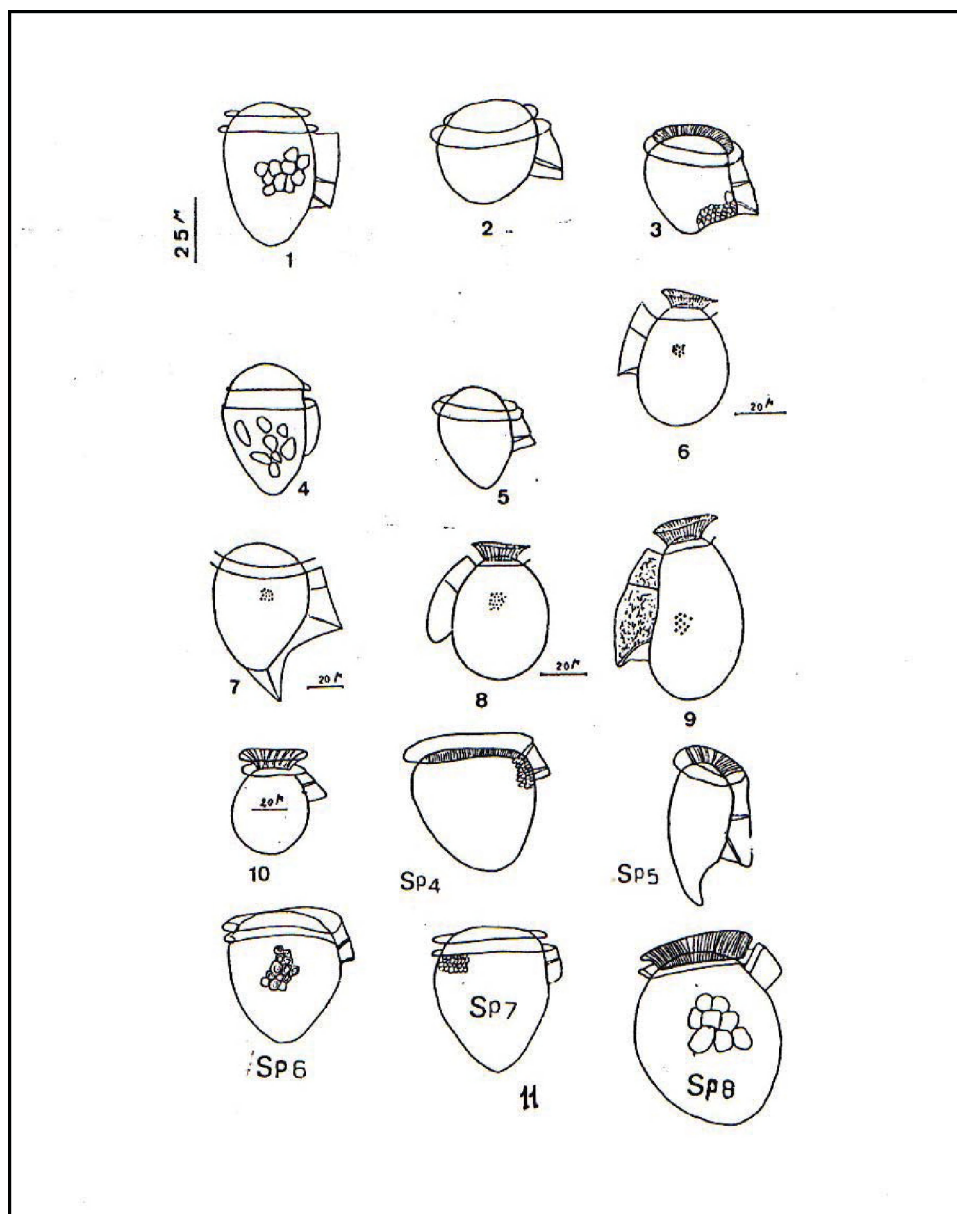


Fig.1: *Dinophysis acuminata* ; 2: *Dinophysis rotundata* ; 3: *Dinophysis acutoides* ;
 4 : *Dinophysis elongata* ; 5: *Dinophysis amandula* ; 6: *Dinophysis ovum*; 7: *Dinophysis*
circumsuta; 8: *Dinophysis similis*; 9: *Dinophysis schroderi*; 10: *Dinophysis infundibulus*;
 11: *Dinophysis* sp4, sp5, sp6, sp7, sp8.

PI XXXI

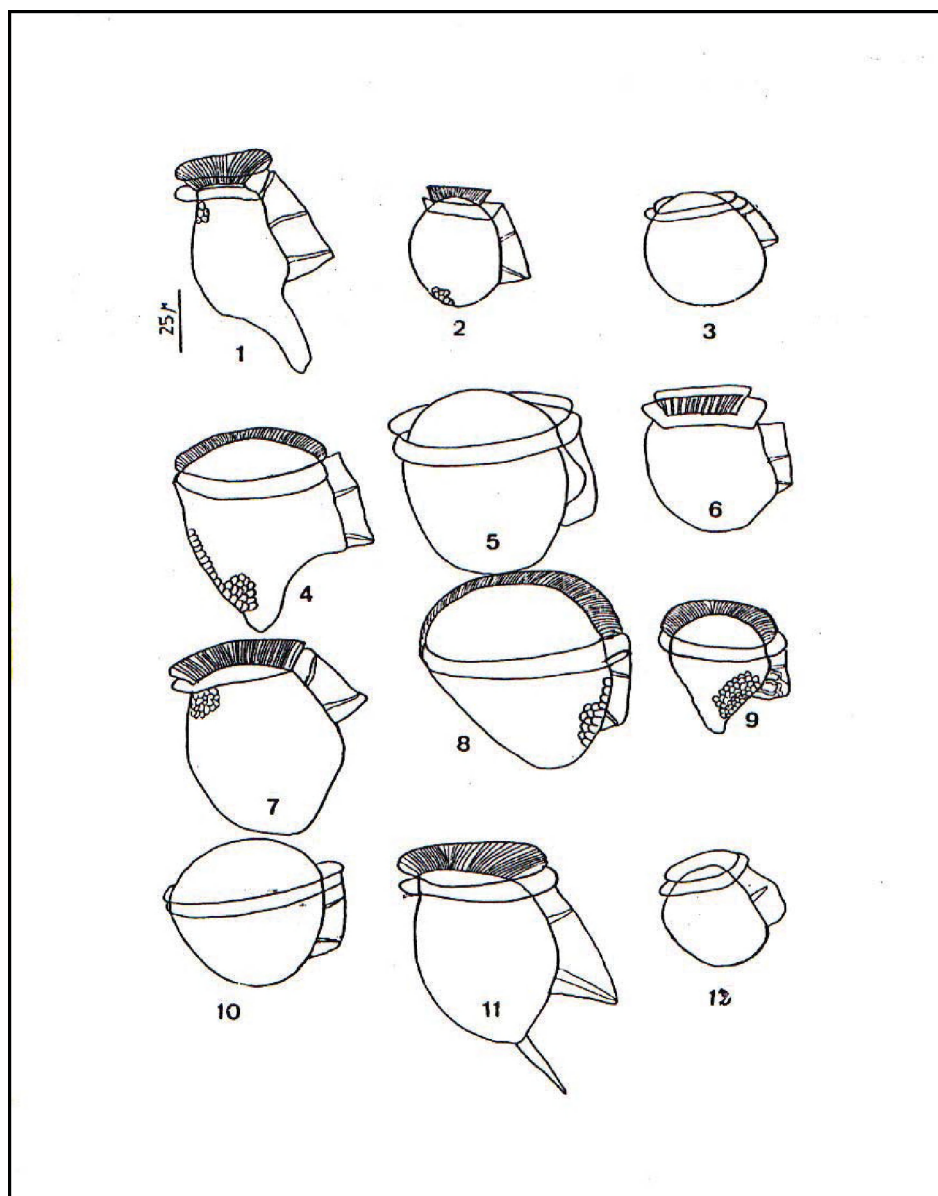


Fig.1:*Dinophysis caudata*; 2: *Dinophysis recurva* ; 3:*Dinophysis umbosa*;
 4:*Dinophysis rapa*; 5:*Dinophysis argus*; 6:*Dinophysis operculata*; 7:*Dinophysis acuta*;8:*Dinophysis cuneus*.;9:*Dinophysis hindmarchi*; 10:*Dinophysis porodictyum*;
 11:*Dinophysis odiosum*; 12:*Dinophysis expulsa*.

PI XXXII

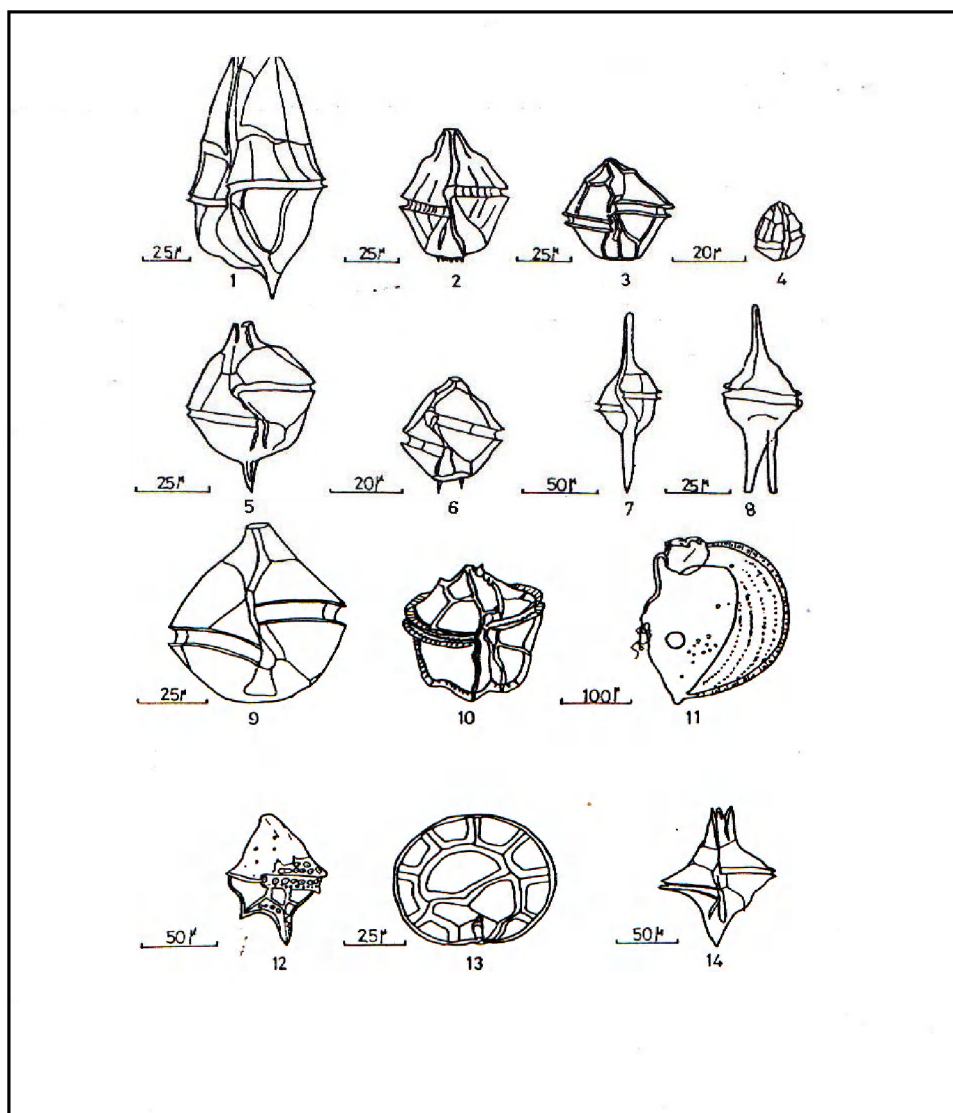


Fig.1: *Gonyaulax pacifica* ; 2: *Gonyaulax polygramma*; 3: *Gonyaulax polyedra*;
 4: *Gonyaulax minima*; 5: *Gonyaulax monacantha*; 6: *Gonyaulax spinifera*; 7: *Gonyaulax birostris*; 8: *Gonyaulax* sp.; 9 : *G. digitale*; 10: *Gonyaulax milner*; 11 : *Kofoedinium velloides*; 12 : *Heterodinium leiorhynchum*; 13 : *Pyrophacus horologium*, vue latérale, d'après Meunier; 14: *Spiraulax Jollifei* (d'après Taylor; Rampi..).

PI XXXIII

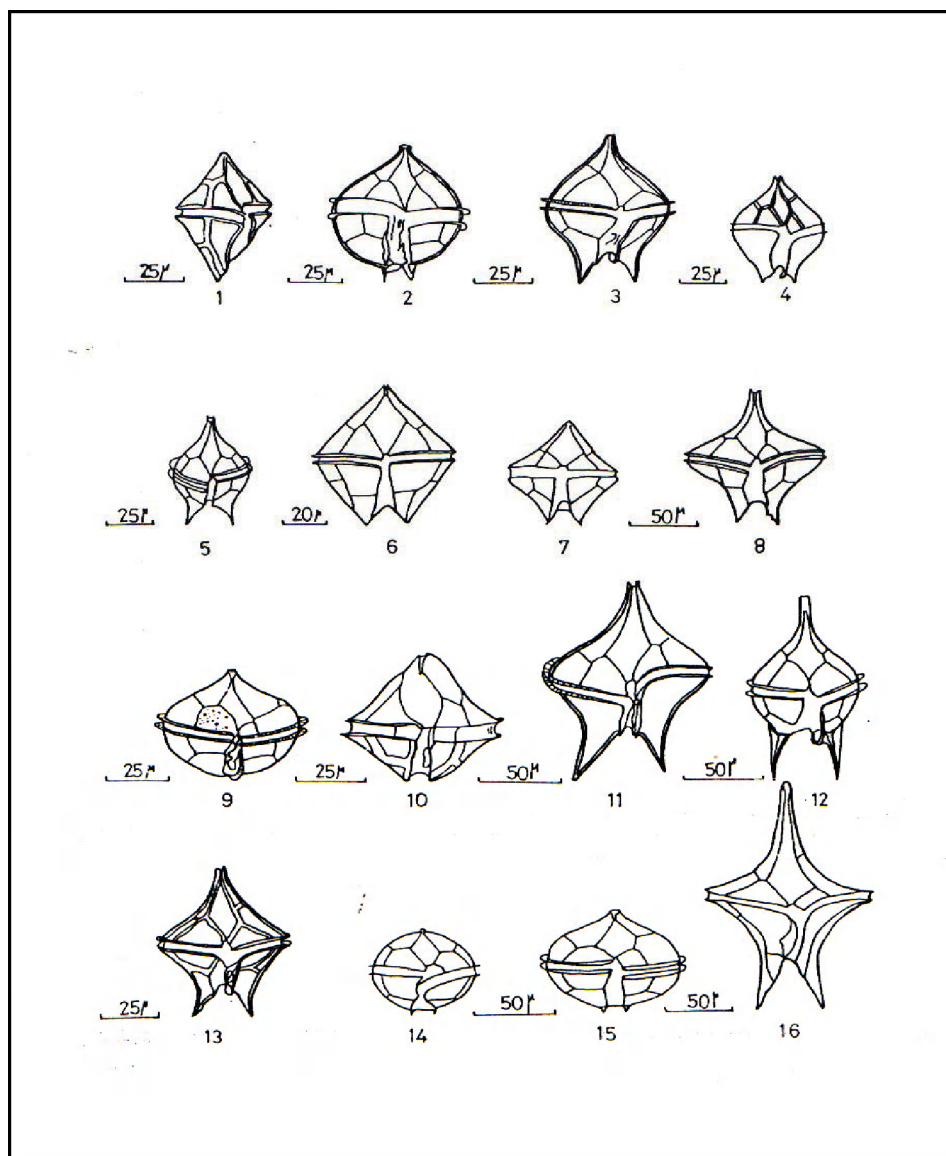


Fig.1: *Protoperidinium abei*; 2: *P. breve*; 3: *P. brochi* ; 4: *P. brochi forma inflatum*; 5: *P. Claudicans*; 6: *P. conicum* ; 7: *P. conicum forma concava*; 8: *P. crassipes*; 9: *P. curvipes*; 10: *Protoperidinium deficiens*; 11: *P. depressum*; 12: *P. diabolus*; 13: *P. divergens*; 14: *P. globulus var. quarnerense*; 15: *P. globulum var. ovatum*; 16: *P. grande* (d'après Schiller).

PI XXXIV

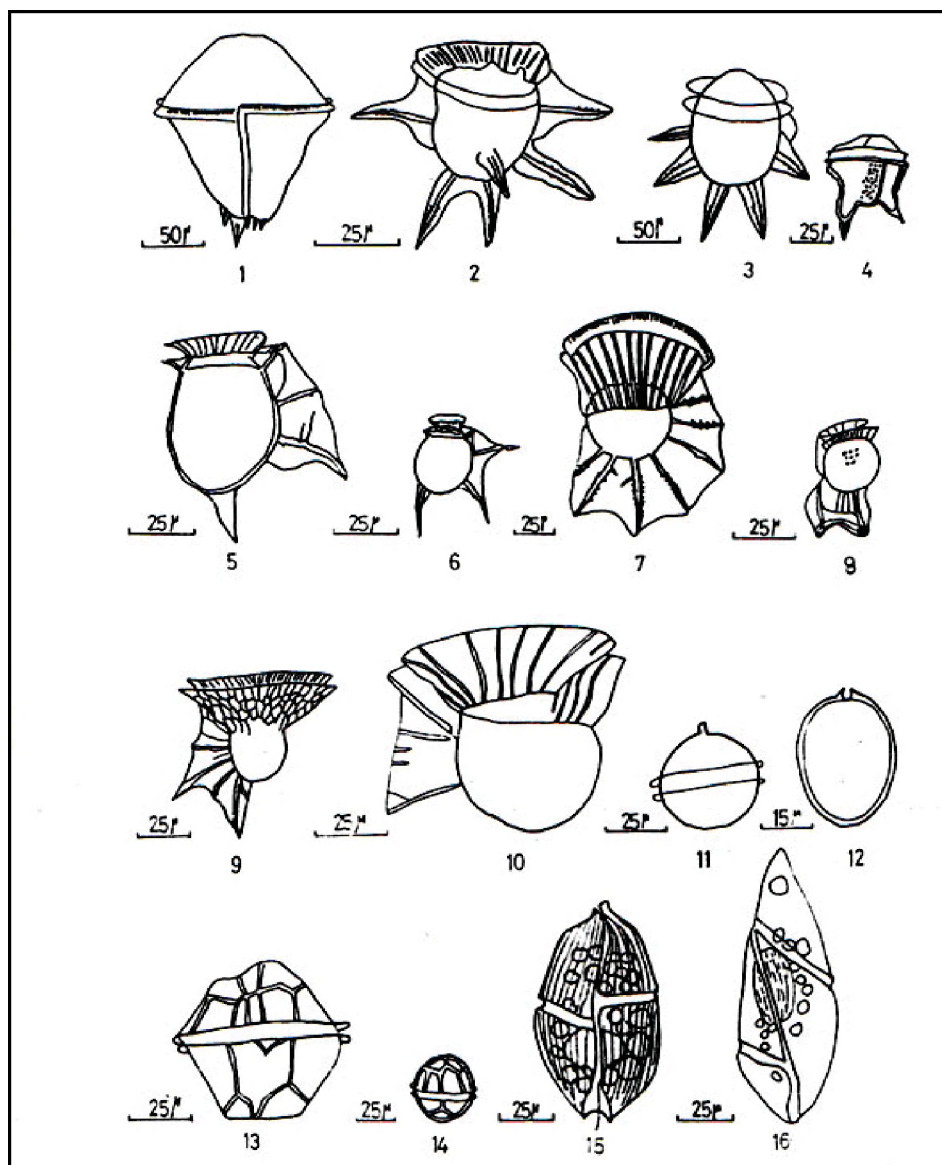


Fig.1: *Ceratocorys armata*; 2: *C. horrida*; 3: *C. gourreti*; 4: *C. bipes*; 5: *Dinophysis hastata* forma *hastata*; 6: *Dinophysis schuetti*; 7: *Ornithocercus steinii*; 8: *O. geniculatus*; 9: *O. splendidus*; 10: *Ornithocercus* sp.; 11: *Glenodinium lenticula*; 12: *Exuviella compressa*; 13: *Heteraulacus polyedricus*; 14: *Goniodoma sphaericum*; 15: *Gymnodinium canus*; 16: *Gyrodinium contortum* (d'après Taylor; Schiller; Lakkis).

PI XXXV

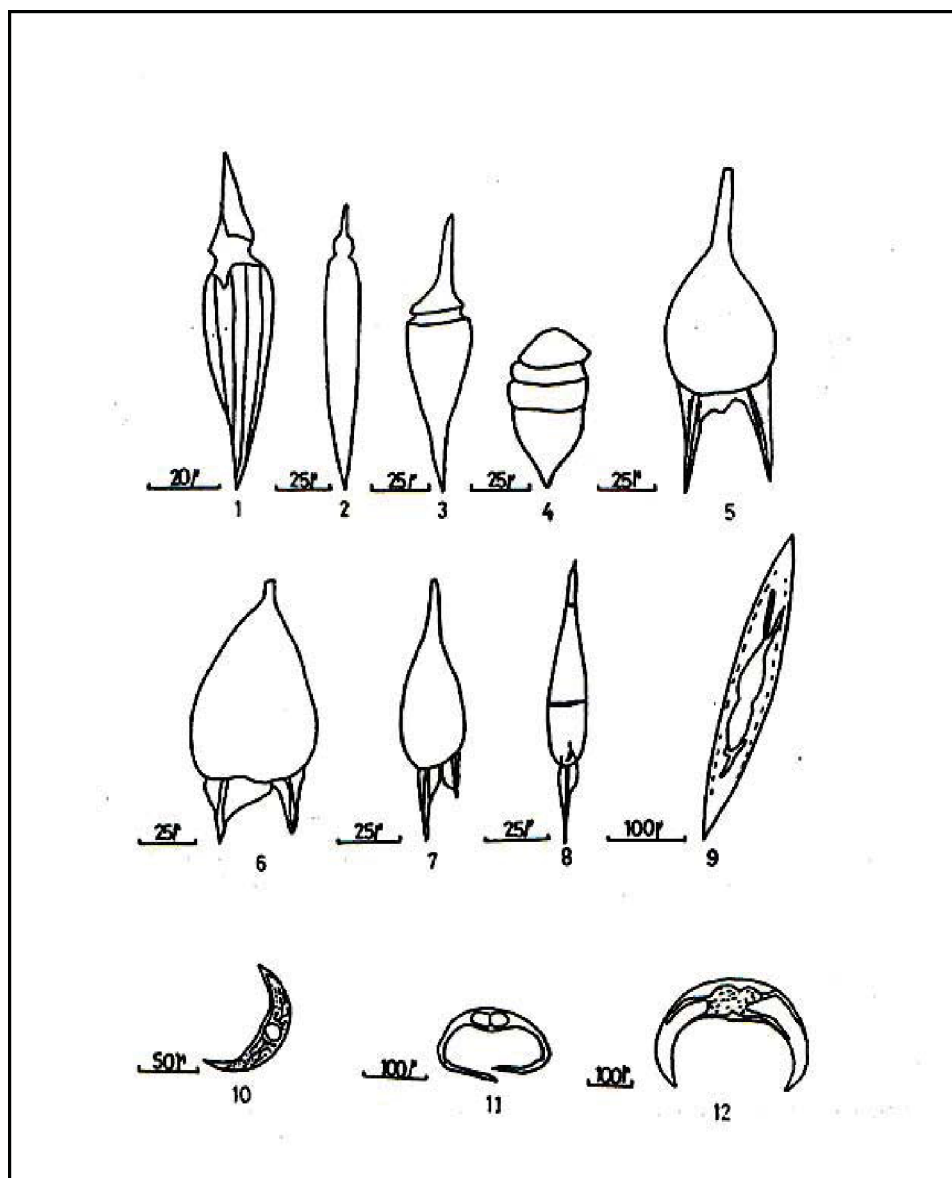


Fig.1:*Oxytoxum longiceps*,; 2:*Oxytoxum scolopax*; 3:*Oxytoxum Milneri*; 4:*Oxytoxum constrictum*; 5:*Podolampas elegans* ; 6:*Podolampas bipes* ; 7:*Podolampas palmipes*; 8:*Podolampas spinifera*; 9 :*Pyrocystis fusiformis* ; 10 :*Pyrocystis lunula*; 11 :*Pyrocystis hamulus* ; 12 :*Pyrocystis elegans* (d'après Schiller; Taylor; Lakkis)

PI XXXVI

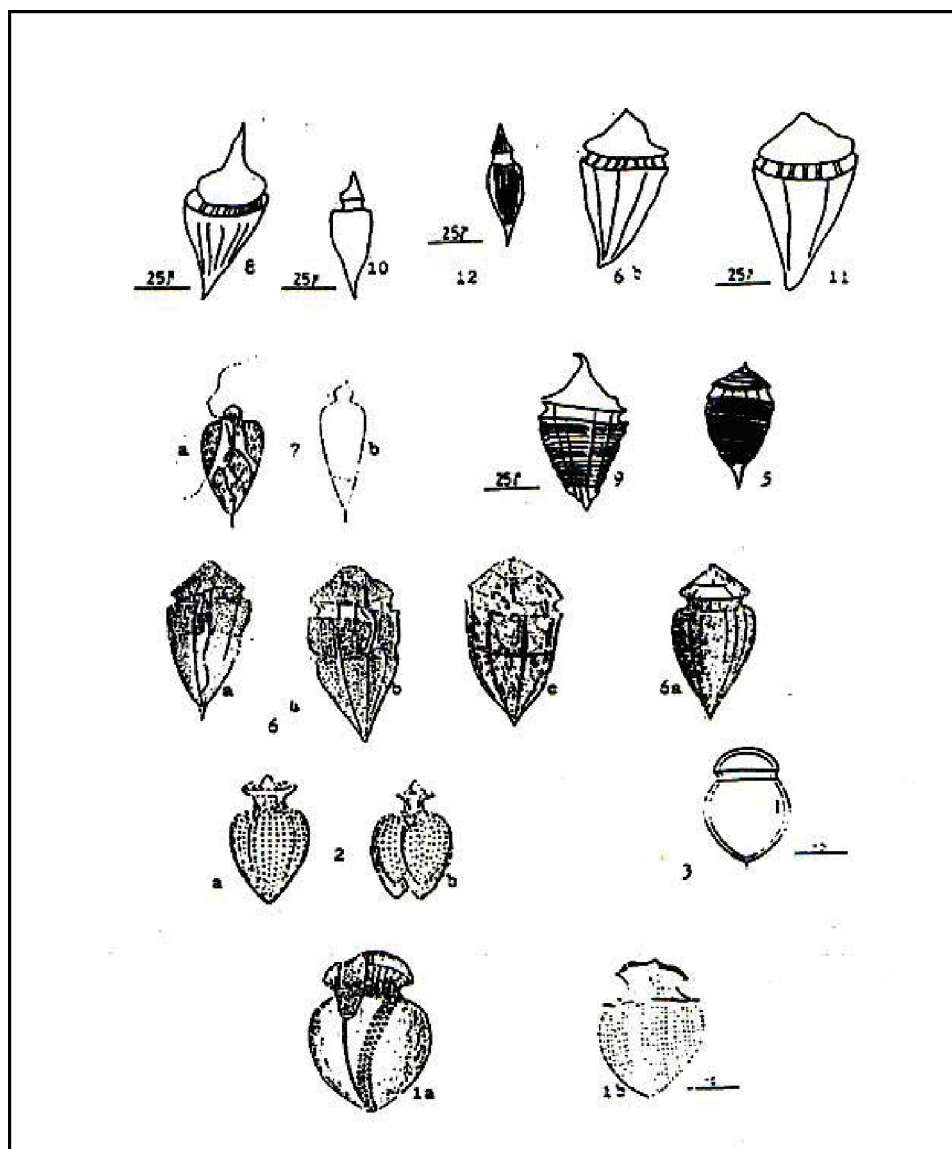


Fig.1: *Oxytoxum mediterraneum*, a,b d'après ; 2 : *O. sphaeroideum* var. *Steinii*, a: cellule, b: cellule en division ; 3: *O. viride* ; 4: *O. constrictum*, a,b: vue ventrale, c: vue dorsale ; 5 : *O. tessellatum* ; 6 : *O. reticulatum* a, b; 7 : *O. variabile*, a: cellule vivante, b: squelette externe ; 8: *O. milneri*; 9: *Oxytoxum elegans*; 10: *O. longiceps* , original ; 11 : *O. compressum*,; 12: *Oxytoxum* sp. (d'après Schiller; Rampi & Bernhard)

PI XXXVII

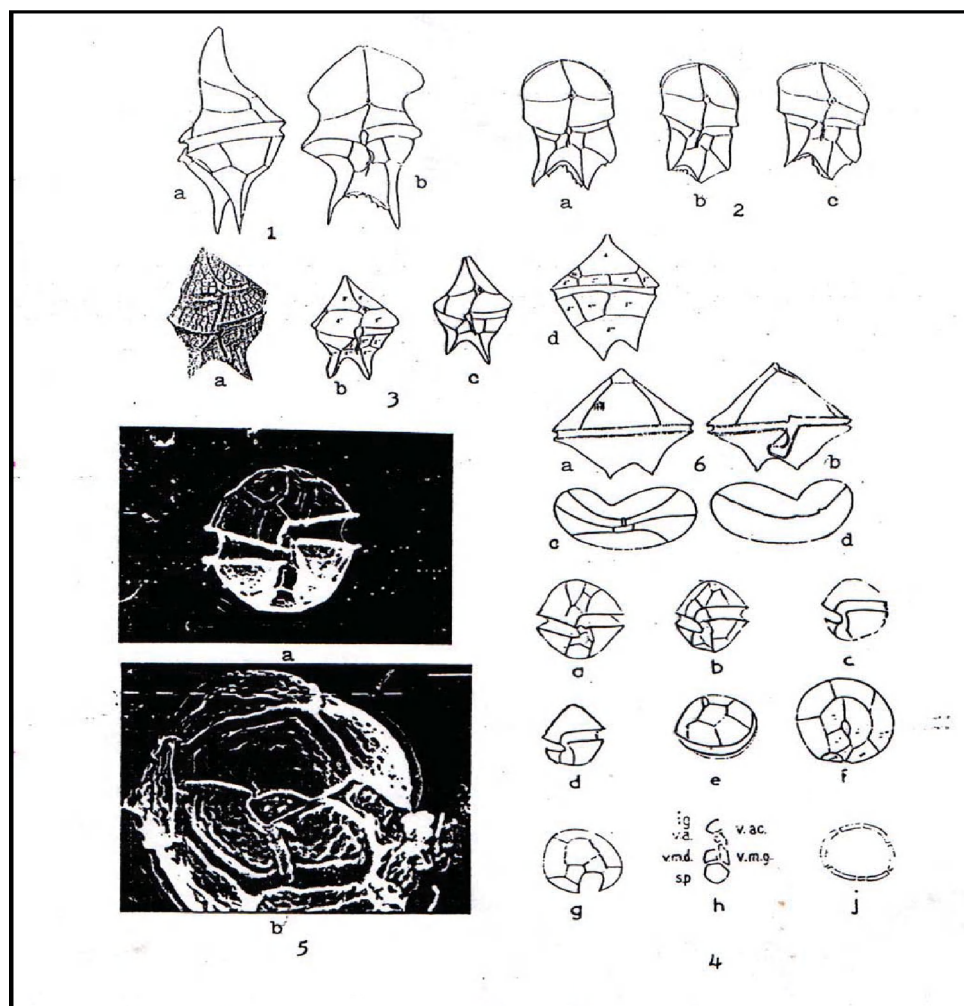


Fig.1- *Heterodiinium fides* a: vue dorsale, d'après Kof. & Adam.; 2: *H. mediocre* a,b,c: vue ventrale ; 3 : *H. rigdenae* a: vue de la thèque , b et c: vue ventrale, d: plaques thécales; 4 : *Alexandrium minutum* ,a-d: vue ventrale, e: vue dorsale de l'épithèque, f: vue apical, g : vue antapicale de l'hypothèque; h:plaques sulcales ; sp: sulcale postérieure ; v.m.d:ventrale médiane droite; v.m.g:ventrale médiane gauche; v.a.: ventrale antérieure ; v.ac.: ventrale accessoire;g: première plaque cingulaire; j: les 7 plaques cingulaires ; 5 : *A. minutum* microphoto au MEB , a: cellule en vue ventrale x 1500, b: vue apicale x 3000 ; 6 : *Peridinium pentagonum* var. *latissimum* , a,b,c,d (d'après Abé x 280 in Schiller, Halim).

PI XXXVIII

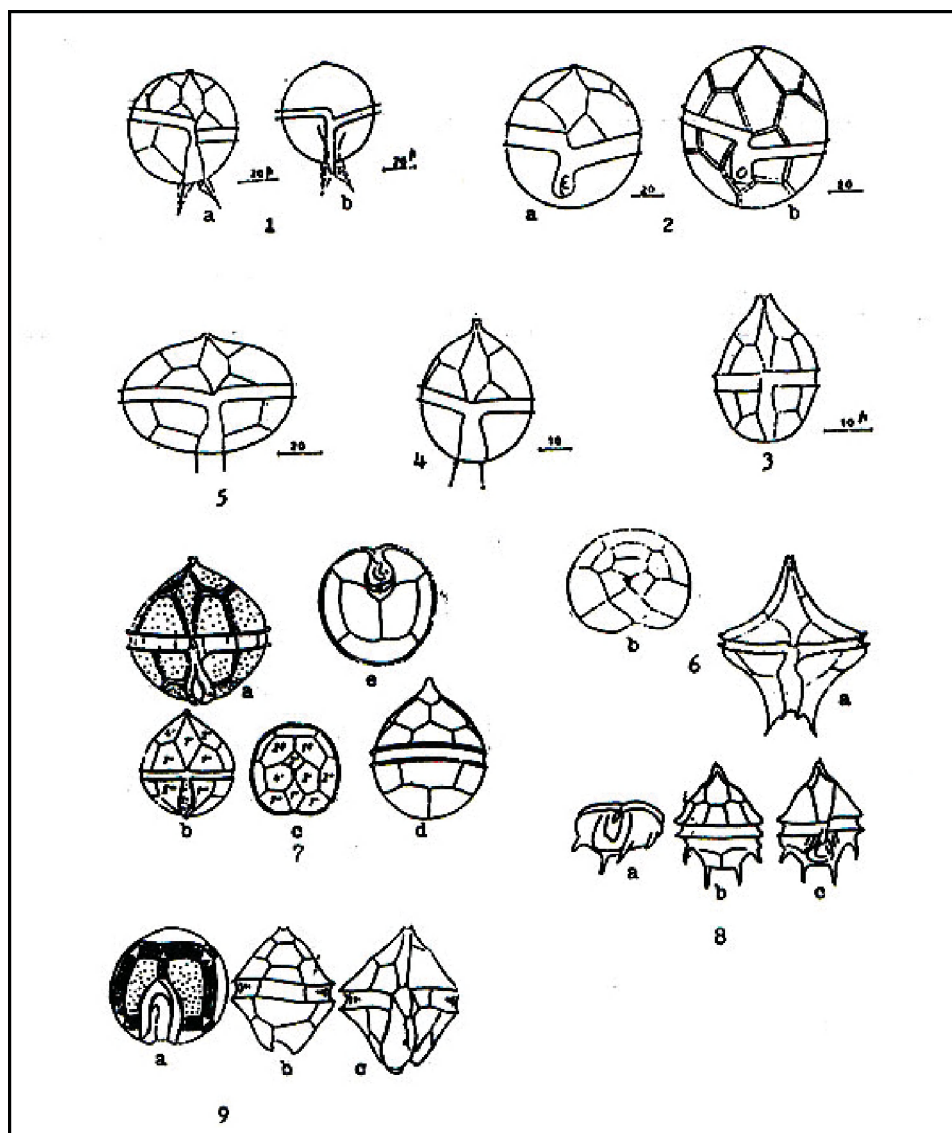


Fig.1: *Protoperidinium sphaericum*; a: plaques thécales, b: vue dorsale; 2 : *P. globulus*, a: vue ventrale, b: plaques thécales; 3: *P. trochoideum*; 4 : *P. ovatum*; 5 : *P. cerasus*; 6 : *Protoperidinium curtipes*, a: vue ventrale , b: vue apicale ; 7 : *P. minutum* , a: vue ventrale ; 8 : *P. quinquecorne* ; 9: *P. achromaticum*; a: thèque , b: tabulation plaques thécales , c: plaques de l'hypothèque et d: plaques thécales en vue dorsale (Figs.1,2,3,4,5,6, d'après Rampi & Bernhard).

PI XXXIX

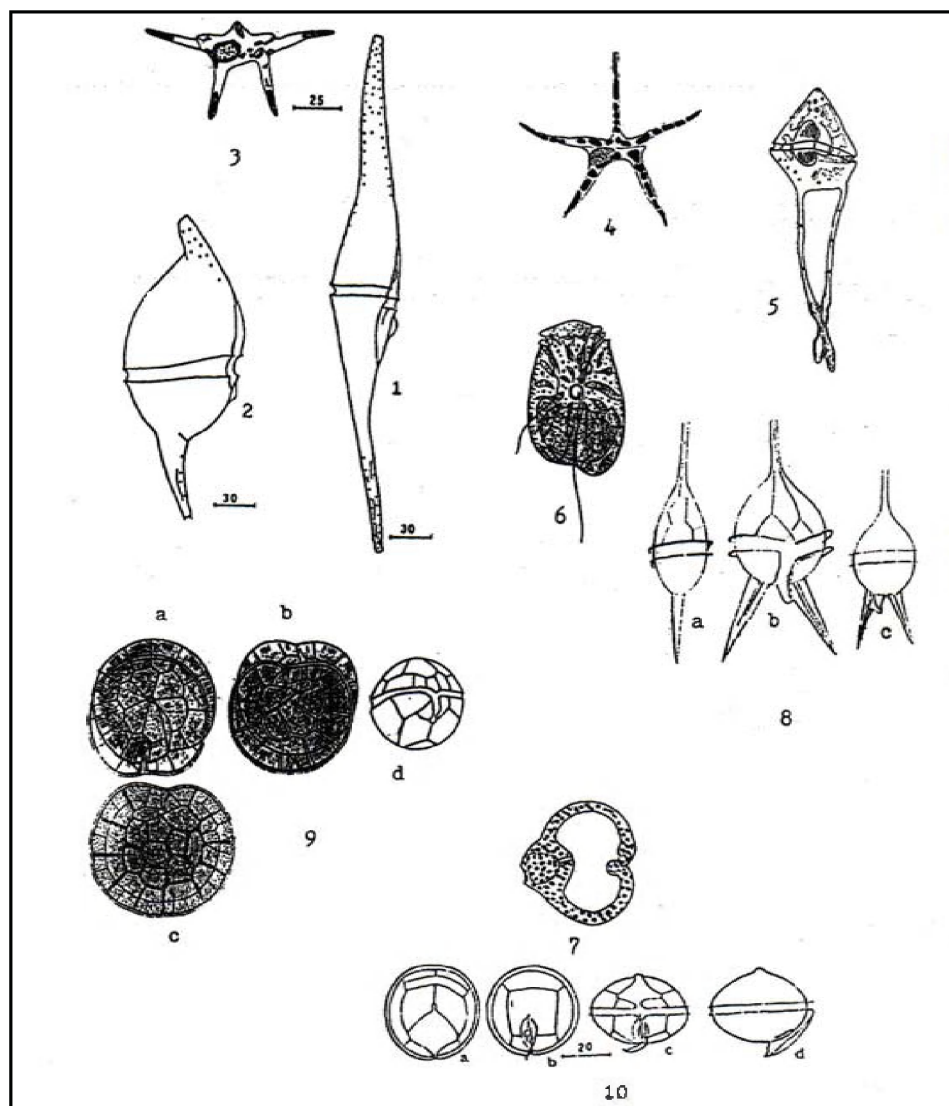
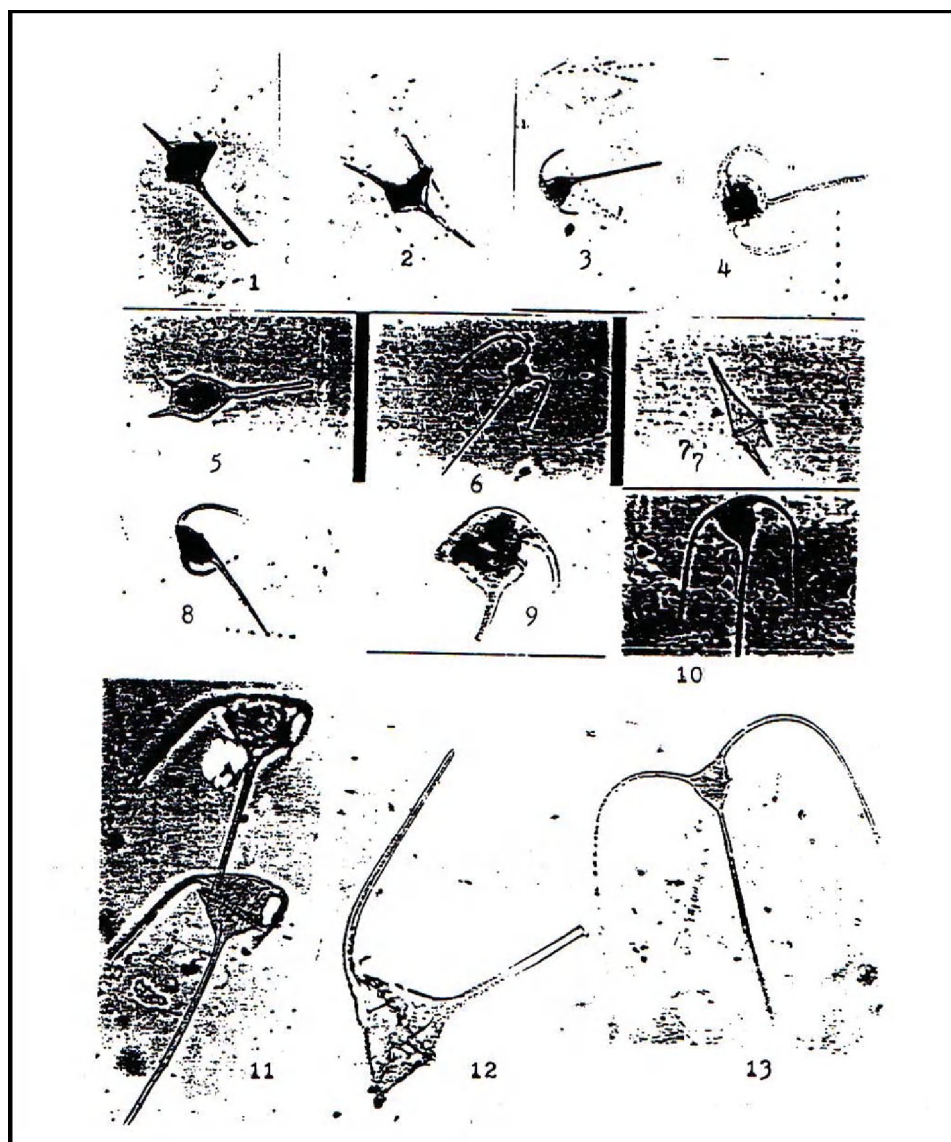


Fig.1: *Centrodinium maximum* ; 2: *C. intermedium* ; 3: *Brachydinium capitatum* ;
 4 : *Asterodinium gracile* (d'après Sournia) ; 5: *Ceratoperidinium* 6: *Amphidinium* ;
 7: *Pselodinium* ; 8 : *Peridinium tenuissimum* ; 9 : *Pyrophacus horologium* var. *Steinii*,
 a: plaques en vue supérieure , b: vue inférieure, c: plaques antapicales;
 10 : *Diplopsalis* c: plaques antapicales; 10 : *Diplopsalis* (*Dissodium*) *lenticulum*. a:
 épithèque , b: hypothèque, vue ventrale , d: vue dorsale.
 (d'après Matzenauer in Schiller; Stein; Rampi & Bernhard; Sournia).

PI XL



Microphotographies. Fig. 1: *Ceratium candelabrum* var. *depressum* (x 500) ;
 2: *C. candelabrum* var. *depressum* (x 500) ; 3: *C. tripos* ; 4: *C. arietinum*; 5: *C.*
minutum; 6: *C. macroceros* var. *macroceros*.; 7: *C. furca*; 8: *C. egyptiacum* f.
suezensis; 9: *C. gibberum*; 10: *C. contortum* var. *karsteni*; 11 : *C. egyptiacum* f.
suezensis, chaîne de deux cellules; 12: *C. egyptiacum* f. *suezensis* ; 13: *C. trichoceros*.

PI XLI

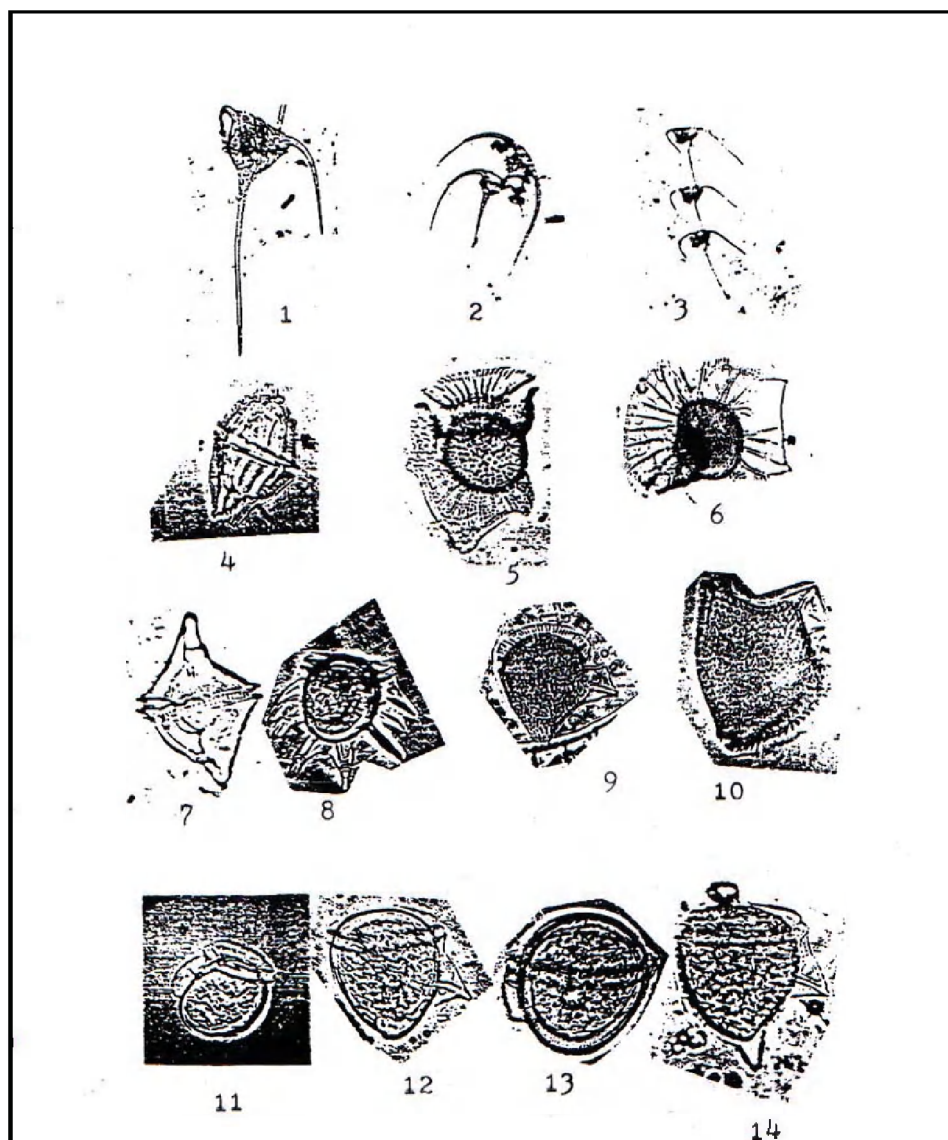


Fig.1: *Ceratium egyptiacum* f. *suezensis* x 200; 2: *C. lunula* x 79; 3: *C. egyptiacum* f. *suezensis* x 79, chaîne de 3 cellules; 4: *Gonyaulax polygramma* x 500; 5: *Ornithocercus carolinae* x 500; 6: *O. quadratus* f. *assimilis* x 500; 7: *Spiraulax jollifei* x 500; 8: *Ceratocorys gurreti* x 500; 9: *Dinophysismitra* x 500; 10: *D. rapa* x 500; 11: *Dinophysis* sp. x 500; 12: *D. ovum* x 500; 13: *Dinophysis porodictyum* x 500; 14: *Dinophysis doryphorum* x 500 (Microphotos originales).

PI XLII

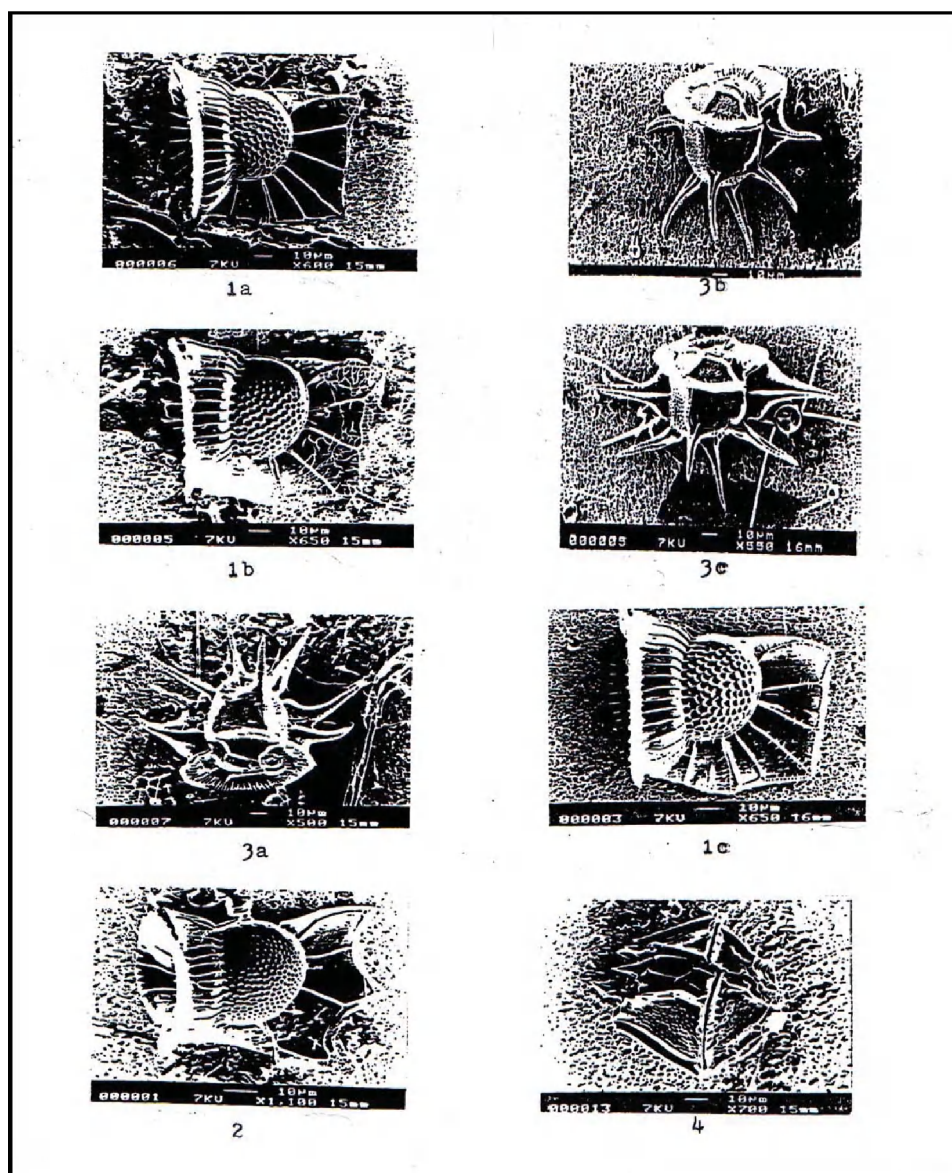


Fig.1a : *Ornithocercus quadratus* f. *assimilis* x 600,; 1b : *O. quadratus* f. *assimilis* x 650; 1c : *O. quadratus* x 650 ; 2 : *O. magnificus* x 1100 ; 3a: *Ceratocorys horrida* var. *horrida* x 500 ; 3b- *C. horrida* var. *horrida* x 550; 3c: *C. horrida* x 550; 4 : *C. armata* x700 . (Microphotographies au MEB, originales).

PI XLIII

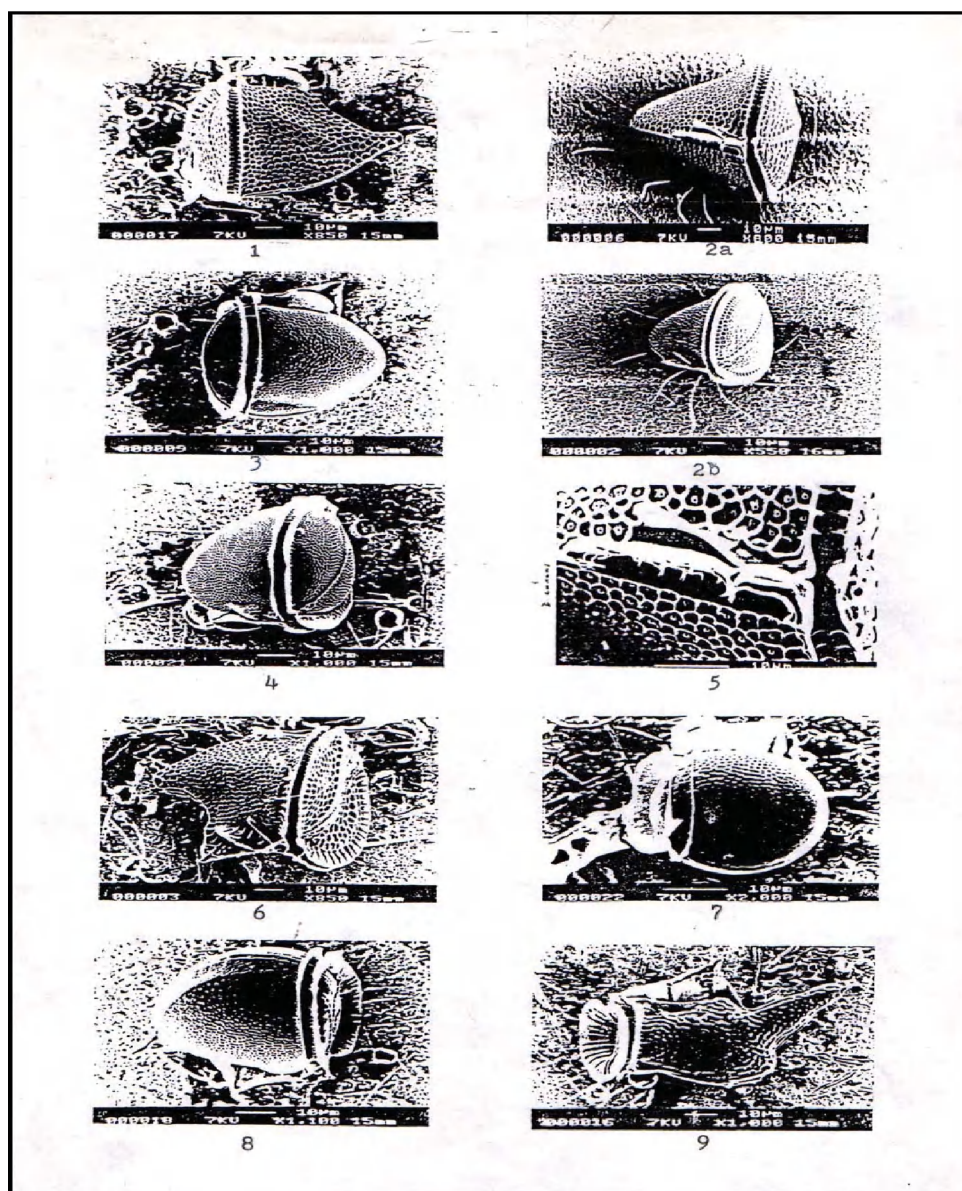


Fig.1 :*Dinophysis rapa* x 850 ; 2 a:*D. cuneus* x 800 ; 2b:*D. cuneus* x 550 ; 3:*D. amandula* x1000; 4:*D. cuneus* x 550; 5:*D. porodictyum* x1000; 6 :*D. cuneus*, pore apical x 2700 ; 7:*D. rapa* x 850; 8 :*D. parvula* x 2000; 9:*Dinophysis hastata* forma *hastata* x1100, (Microphotographies MEB, originales).

PI XLIV

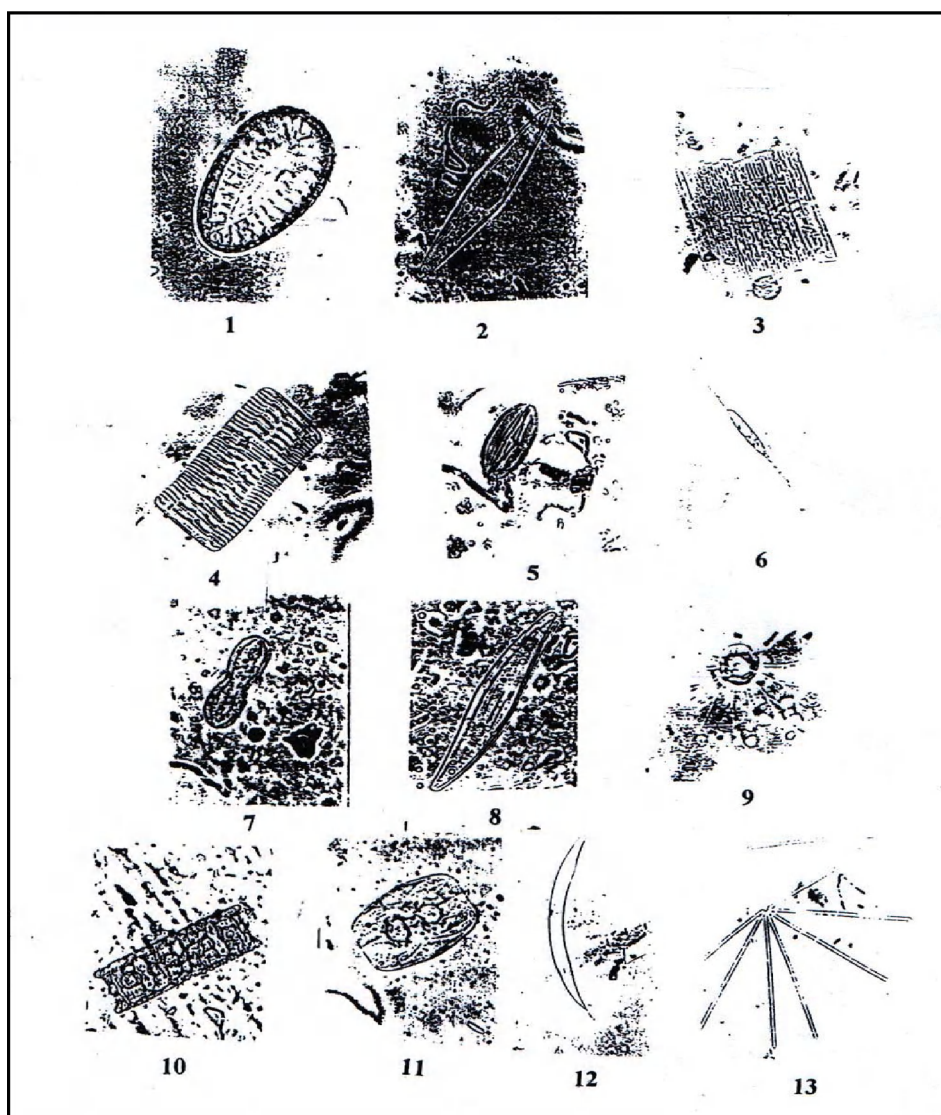


Fig.1 :*Surirella* sp., 120 μ x 500 ; 2 :*Pyrocystis* sp., 371 μ x 200 ; 3 :*Bacillaria paxillifer* ,228 μ x 300 ; 4 :*Rhabdonema adriaticum*, 100 μ x500 ; 5 :*Navicula* sp. 90 μ x500); 6 :*Pseudonitzschia longissima*,90 μ x500 ; 7 :*Diploneis* sp. x312.5 ; 8 :*Pleurosigma* sp., 400 μ x312 ; 9:*Bacteriastrum méditerranéum* x 500 ; 10 :*Biddulphia pulchella* 271 μ x200; 11:*Amphiprora* sp. , 86 μ x 500; 12:*Rhizosolenia robusta* x 78; 13 :*Thalassiothrix frauenfeldii* x200 (Microphotos originales).

PI XLV

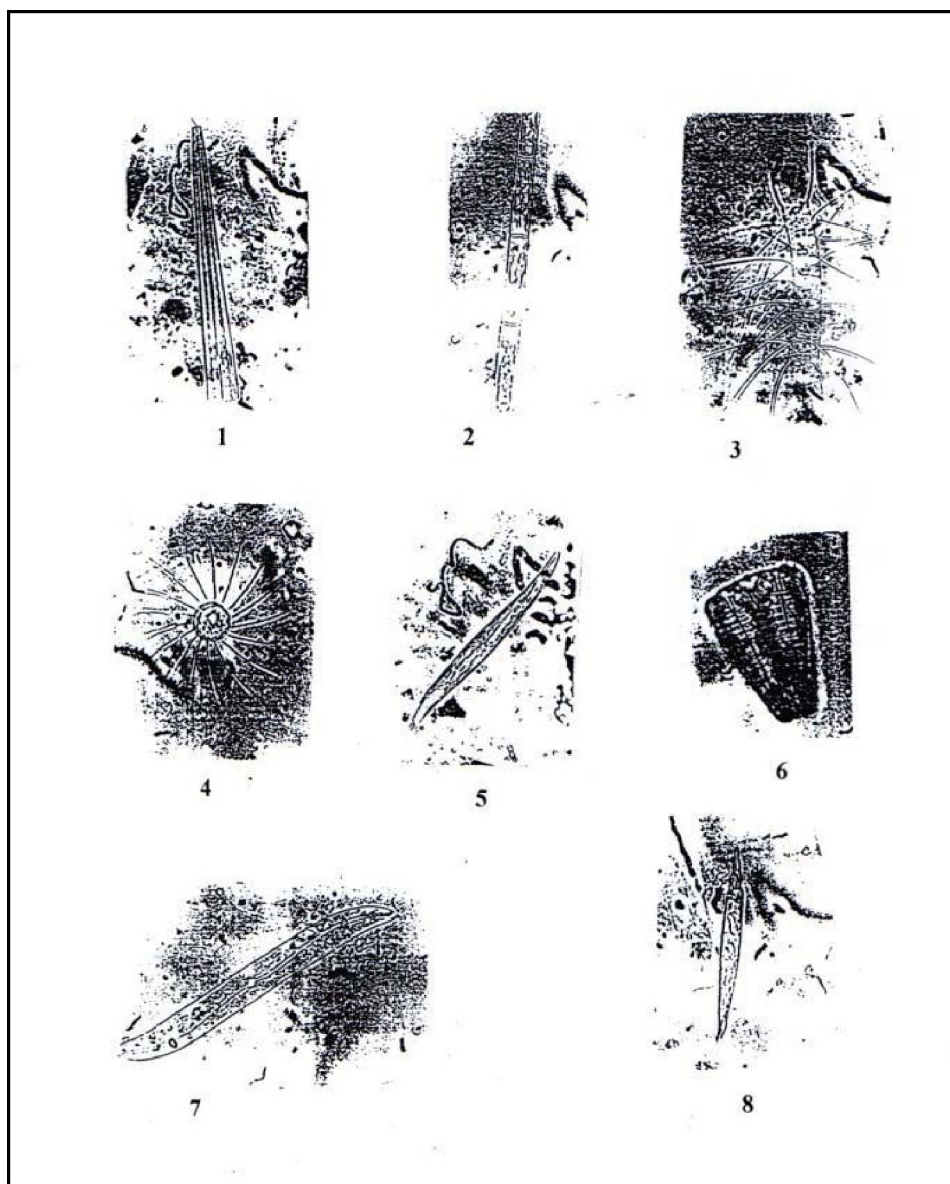


Fig.1: *Climacosphaenia moniligera* x200; 2: *Leptocylindrus danicus* x500; 3: *Chaetoceros didymus* x312.5; 4: *Bacteriastrum elegans* x500; 5: *Pleurosigma* sp. x500; 6 :Forme non identifiée x500; 7: *Gyrosigma* sp. x312.5 ; 8: *Oxytoxum scolopax* x500 (Microphotos originales).

PI XLVI

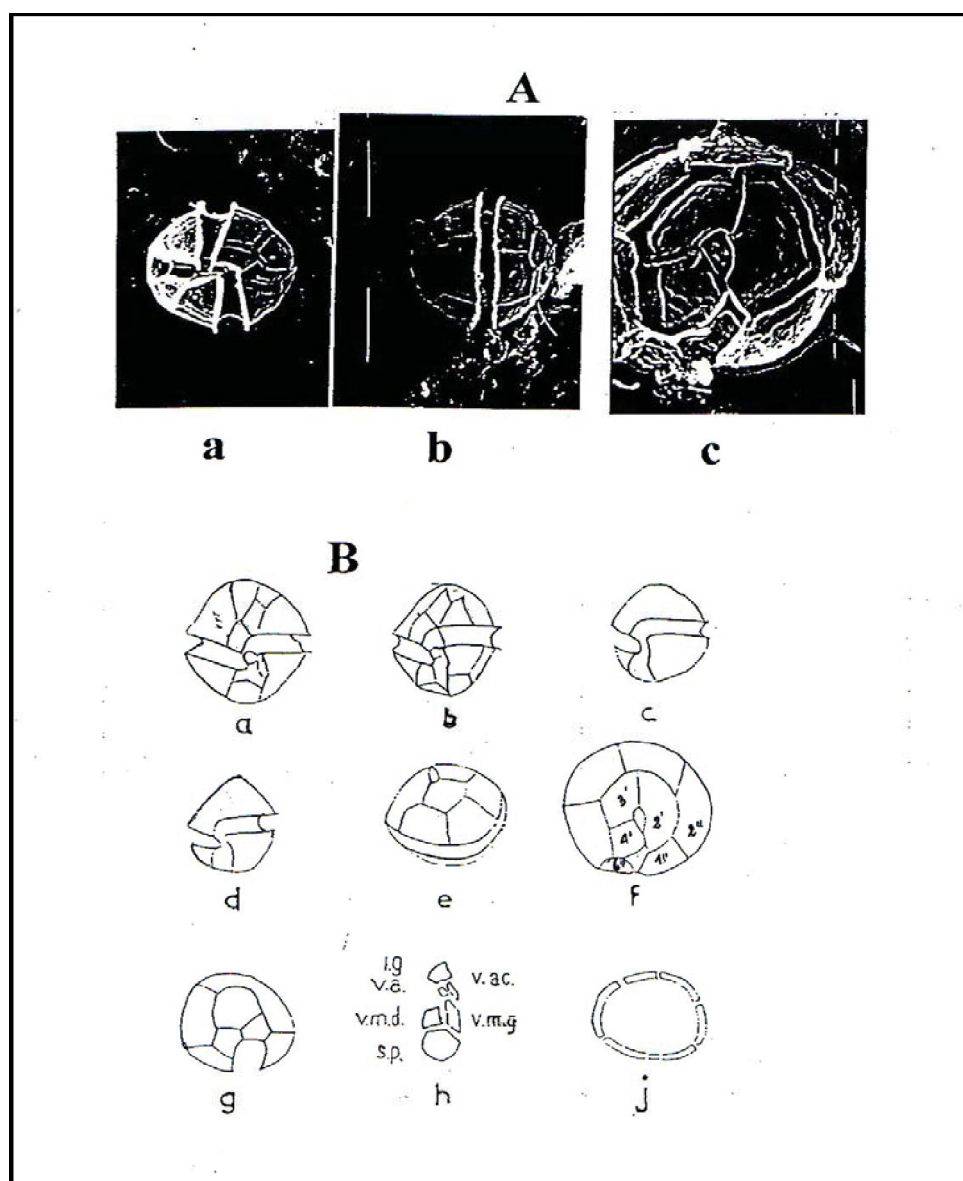


Fig. A : *Alexandrium minutum* (microphoto MEB originale) **a**, cellule en vue ventrale x 1500 ; **b**, vue apicale x 3000, **c**, sulcus x 5000 ; **B** : *Alexandrium minutum* d'après Halim **a - d**, différents spécimens en vue ventrale **e**, vue dorsale de l'épithèque **f**, vue apicale de l'épithèque **g**, vue antapicale de l'hypothèque **h**, plaques sulcales: **sp**, sulcale postérieure, **v.m.d.**, ventrale médiane droite, **v.m.g.**, ventrale médiane gauche, **v.a.**, ventrale antérieure, **v.a.c.**, ventrale accessoire **lg**, première plaque cingulaire, **j**, les 7 plaques cingulaires .

PI XLVII

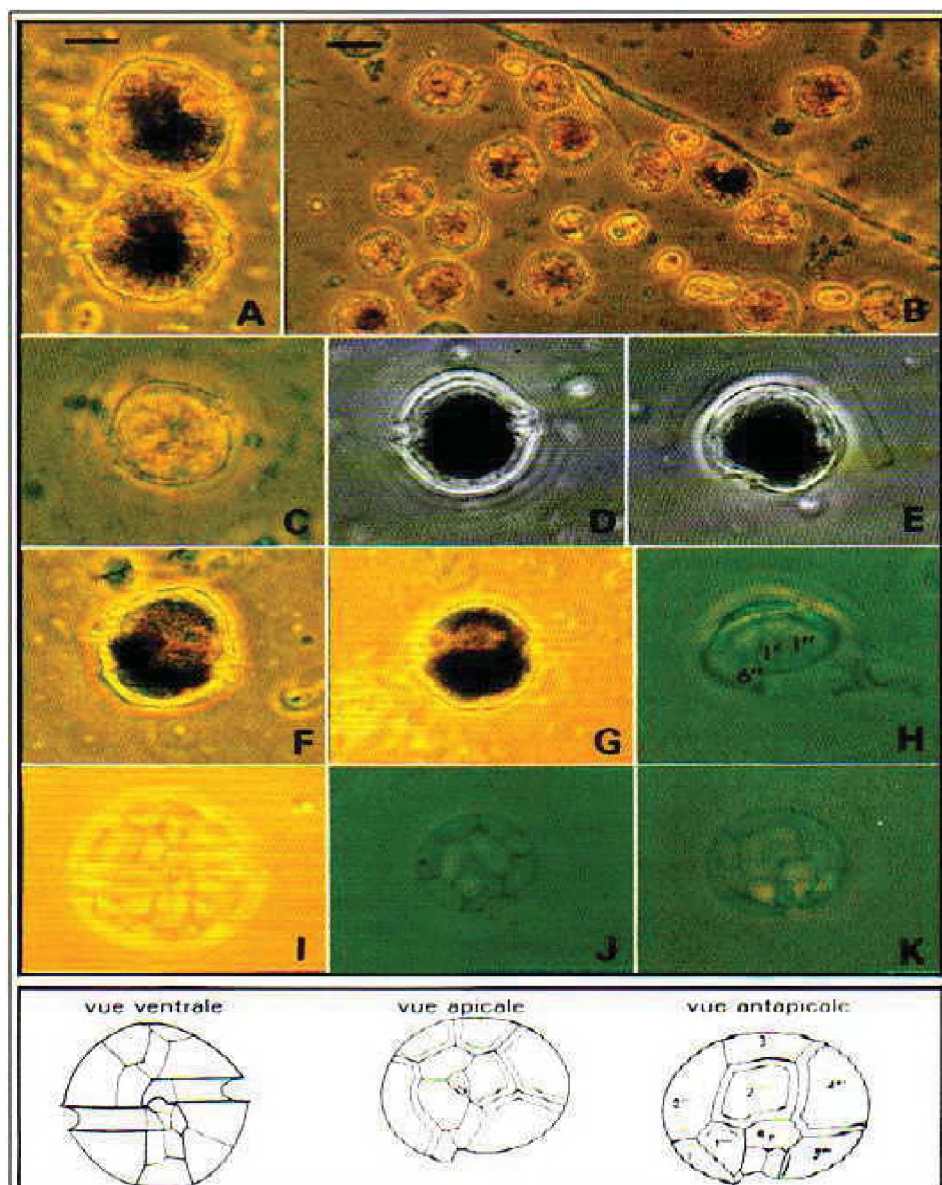
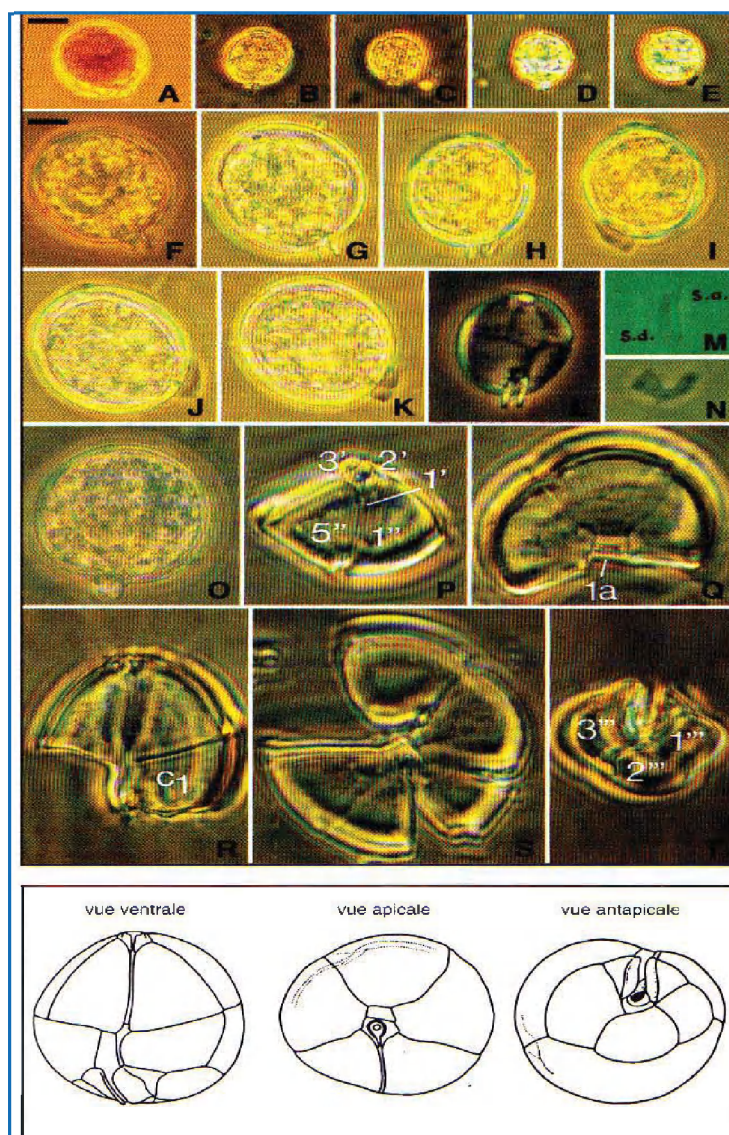


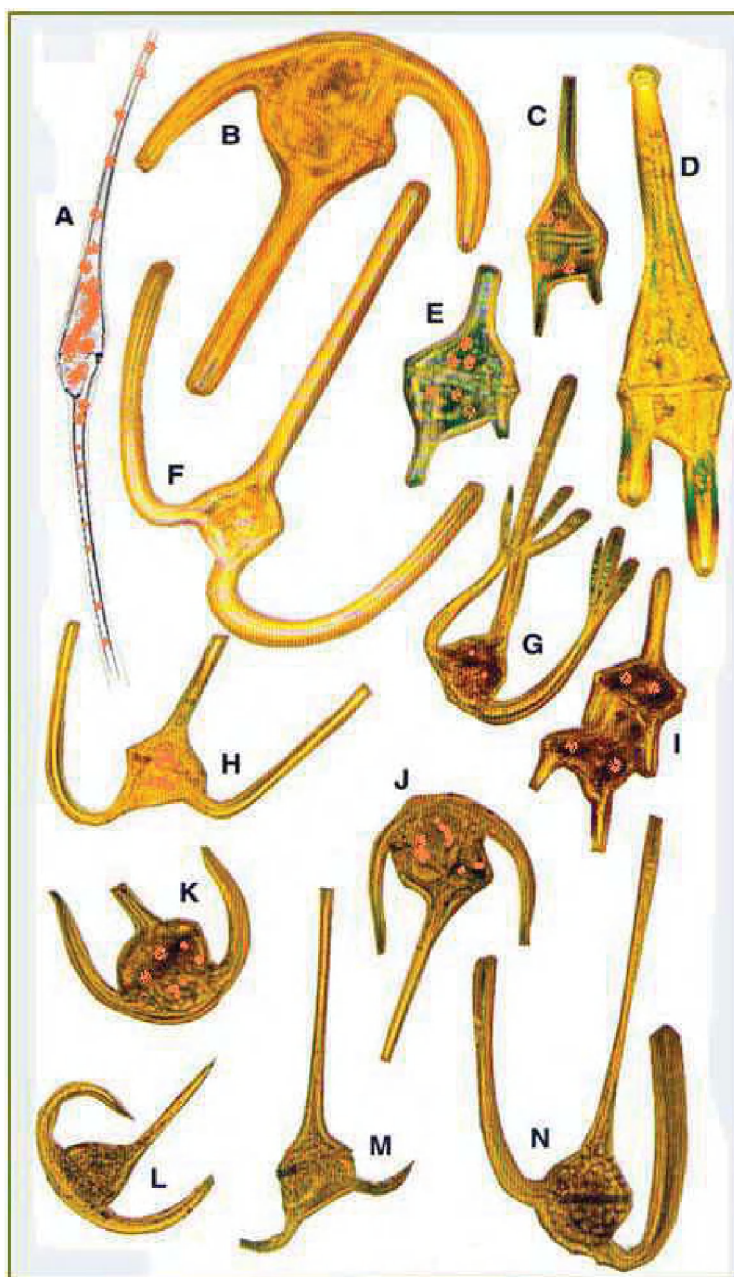
Fig.A :*Alexandrium minutum* , chaînes de 2 cellules (lugolées); B: goutte d'eau avec *A.minutum* dominante (formolée); C: cellule vivante vue ventrale; D-G: cellules lugolées;H: épithèque vue ventrale; I: thèque vue ventrale;J: épithèque vue apicale;K: épithèque vue antapicale.Echelle: Figs.A-K : 10 μ m ; B: 20 μ m.
(Microphotos d'après Balech *in*:Nézan et Piclet, en bas schémas *A. minutum*).

PI XLVIII



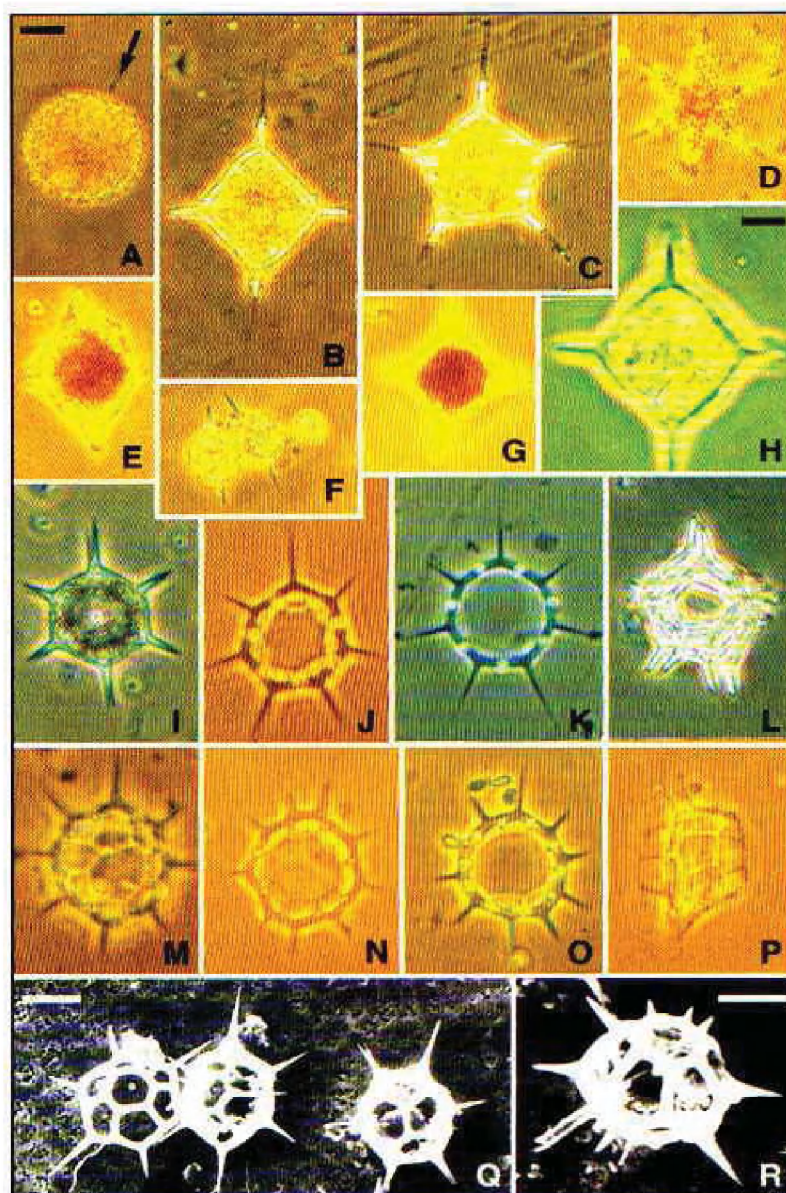
***Blepharocysta*.** Fig. A: Cellule vue ventrale lugolée; B-C: cellules vues ventrales formolées; D, F, G, H, O: cellules vues ventrales; E, I, J, K, vue latérale; L: thèque vue ventrale; M: plaque sulcale antérieure; N: plaque post-cingulaire; P, Q: fragments d'épithèque; R: fragment de thèque; S: épithèque éclatée vue apicale; T: fragment d'hypothèque; Echelle: A-F : 20 μ m ; F-T : 10 μ m (d'après (Microphotos d'après Nézan et Piclet, 1996).

PI XLIX



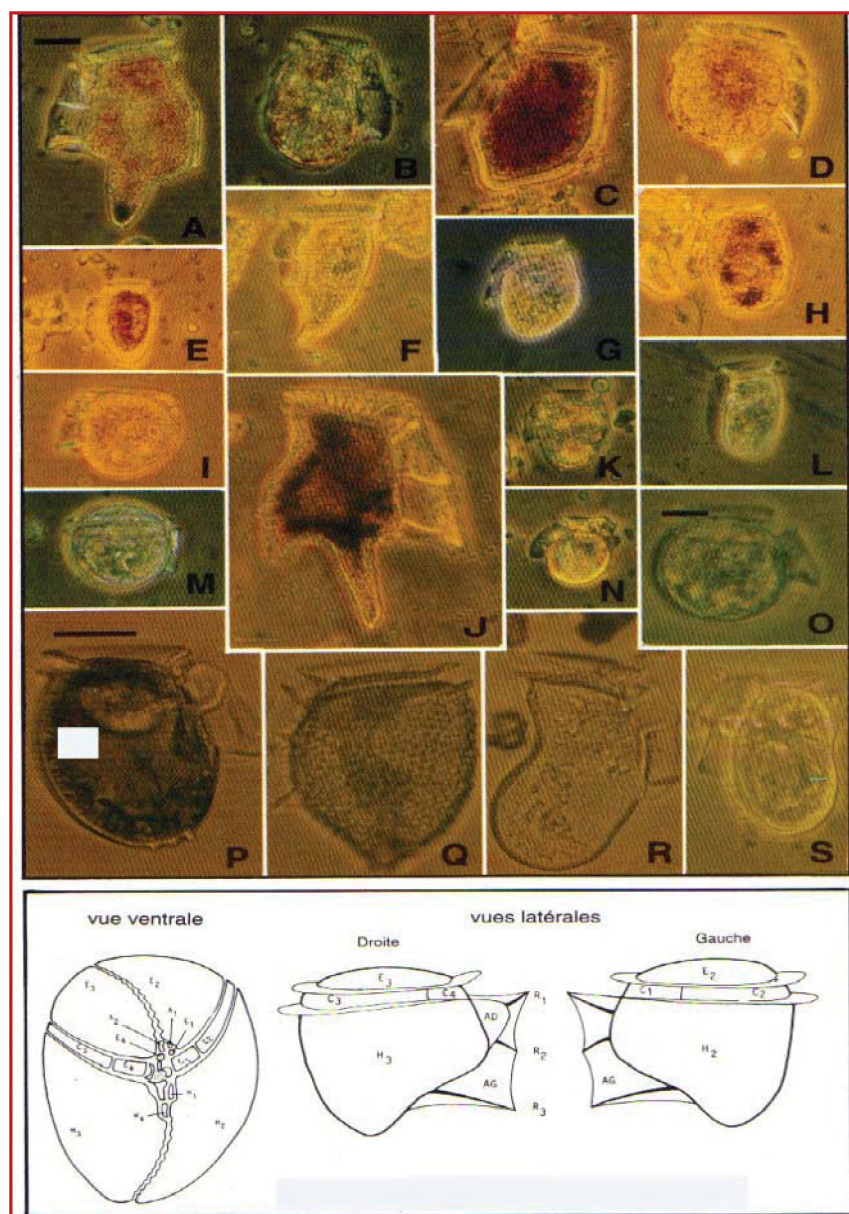
Pl. XLIX -*Ceratium* . Figs. A,B: cellules vivantes; C :cellule vue dorsale ;D,F,G,H :cellules vivantes ;E : cellule formolée ; I-N :cellules formolées.
 Echelle: A-E: 20 μ m; F: 30 μ m; G-N:40 μ m. (d'après Nézan et Piclet modifié).

PI L



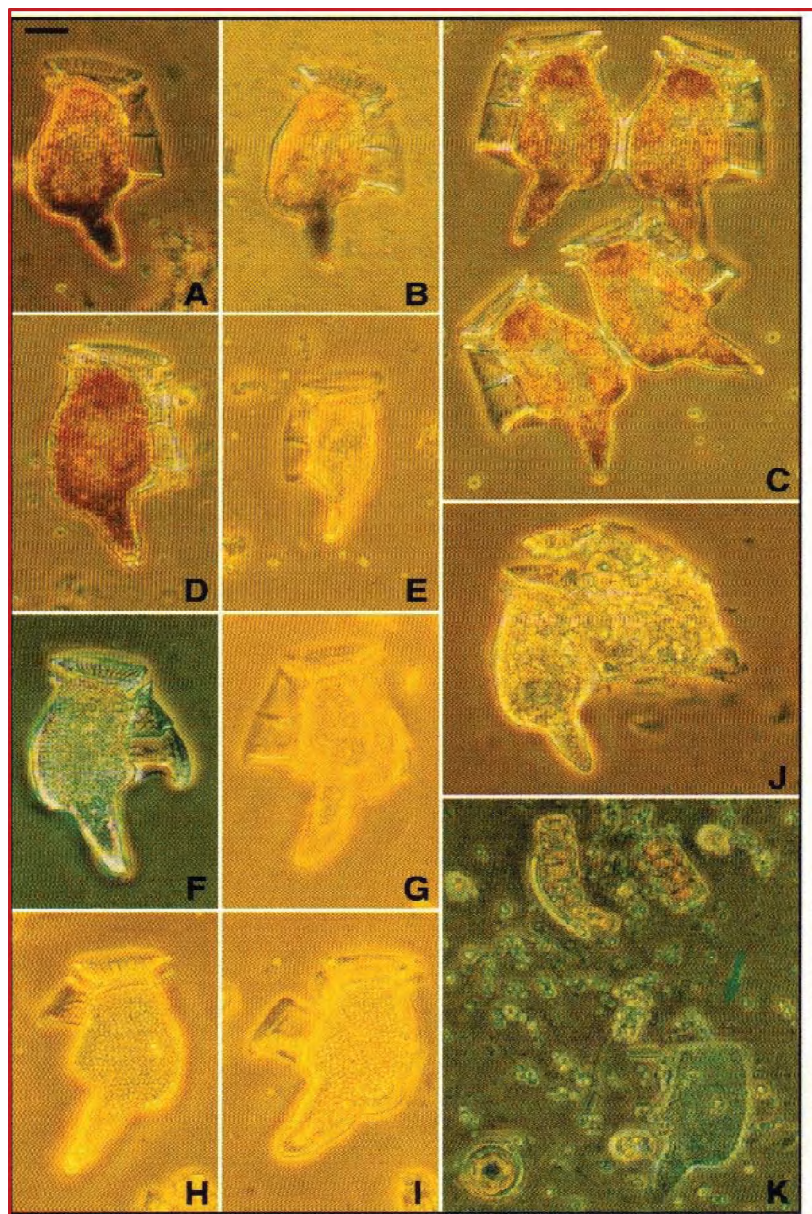
Dictyocha. Fig. A: forme sans squelette vivante, flagelle antérieur (flèche) ; B-L :formes avec squelette, vue apicale ; F :division binaire ; M-O :squelette vue apicale ;P :vue latérale ;Q,R :cellules au MEB. Echelle : A-L 20 μm , HP 10 μm ;Q,R 10 μm . (Microphotos d'après Nézan et Piclet modifié).

PI LI



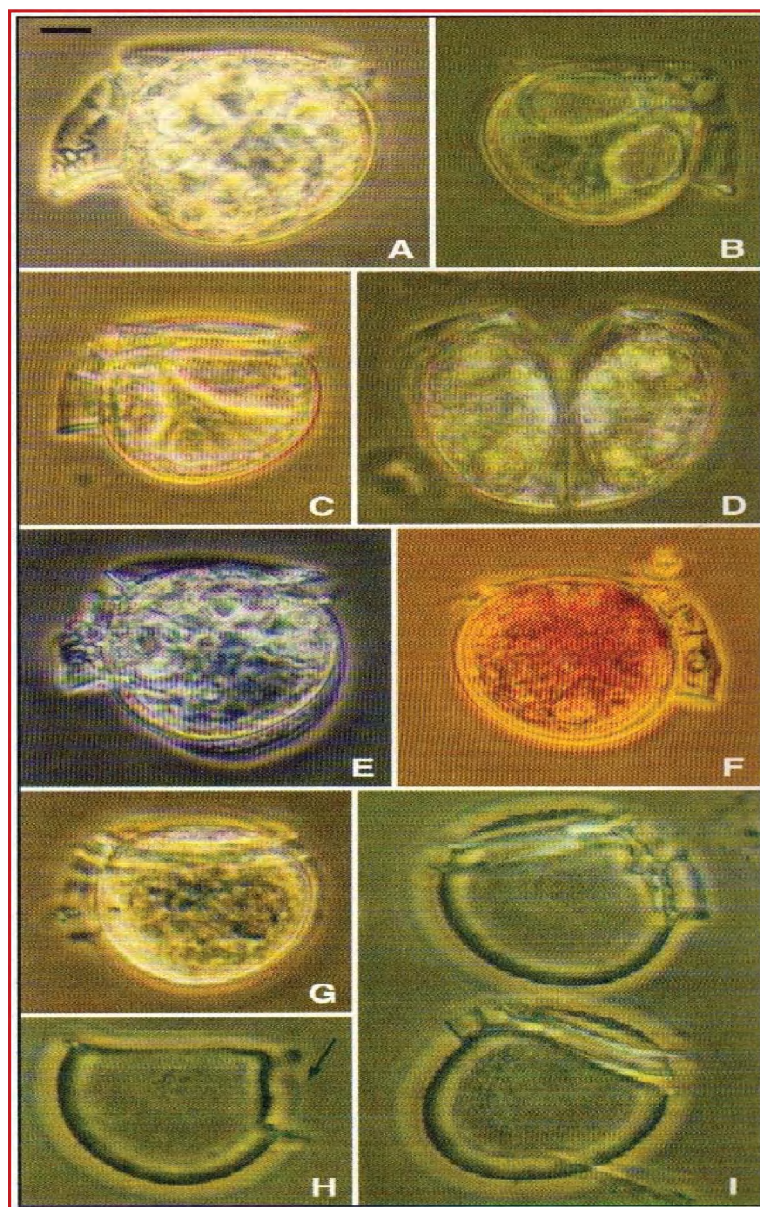
***Dinophysis*.** Figs.A,B : cellules vivantes ; C-J: cellules lugolées ; K-S : cellules formolées ; Echelles :A-N 20 μ m ;O 10 μ m ;PS 20 μ m.
(Microphotos d'après Sournia , modifié ; en bas schémas).

PI LII



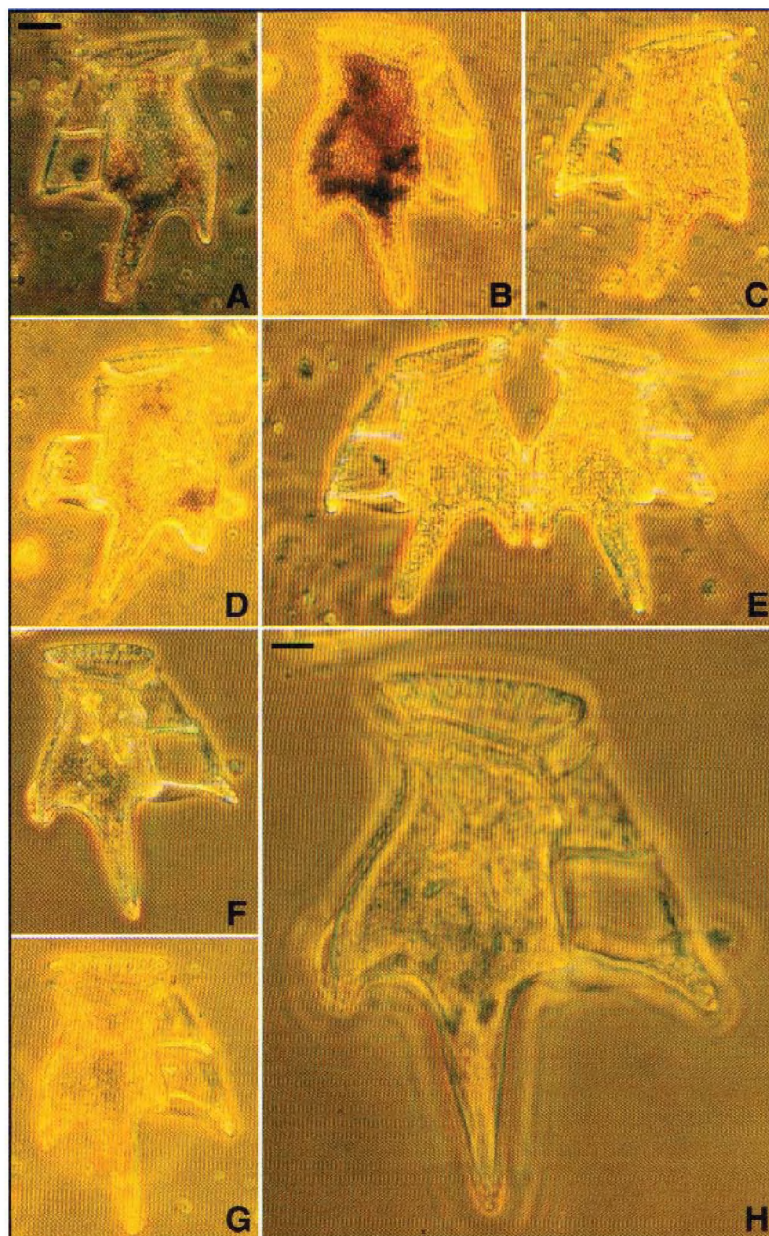
Dinophysis caudata. Figs.A-D :cellules vivantes ; K : thèque dans un contenu stomacal de moule ; F-G : cellules formolées ;H-I : valves (demi-thèques)
Echelle : 20 μ m (Microphotos d'après Nézan et Piclet, modifié)..

PI LIII



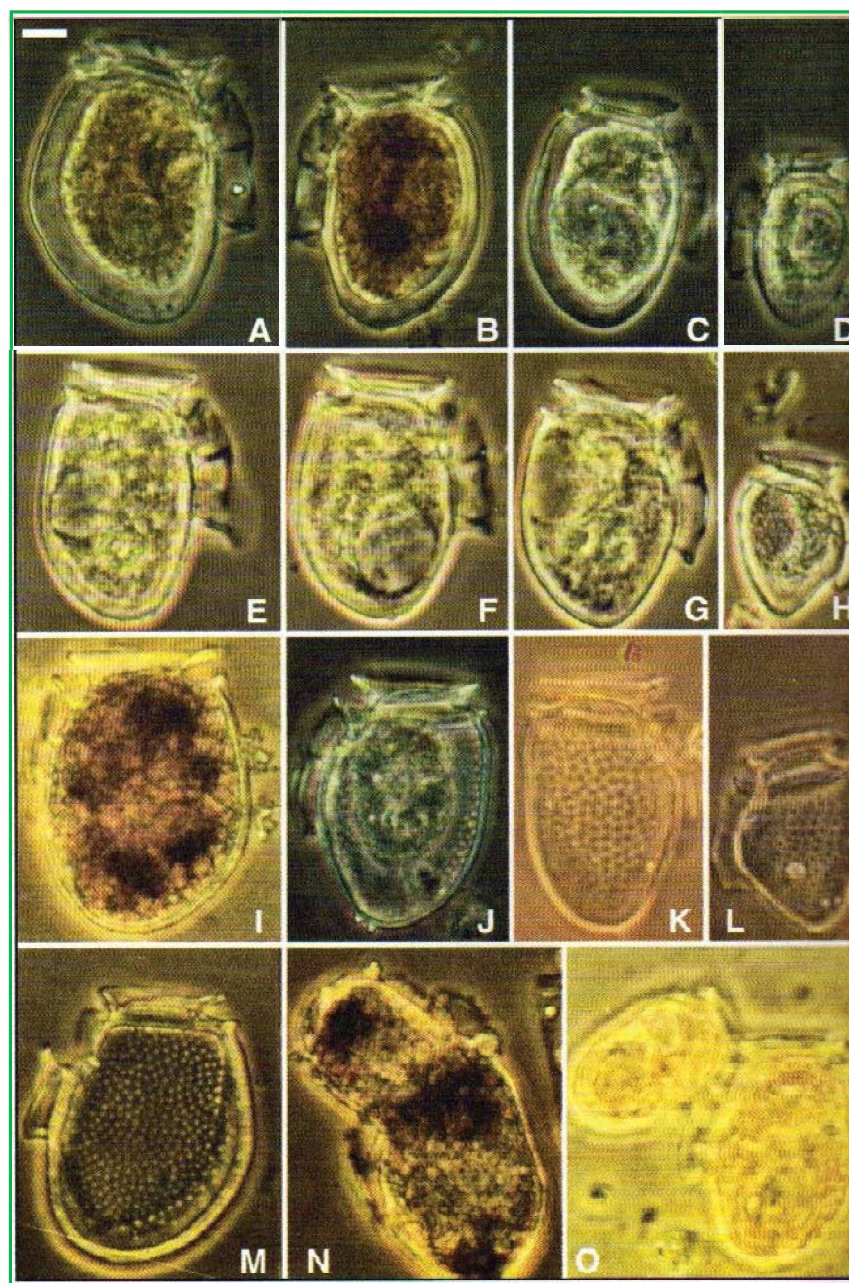
Dinophysis rotunda . Figs.A-E: cellules vivantes; A-C:vue latérale;D: scission binaire; E :cellule fille avec demi-thèque mère ;F,G : cellules formolées ; H : ailette sulcale droite ;I : séparation des valves. Echelle : 10 μ m (Microphotos d'après Nézan et Piclet, modifié).

PI LIV



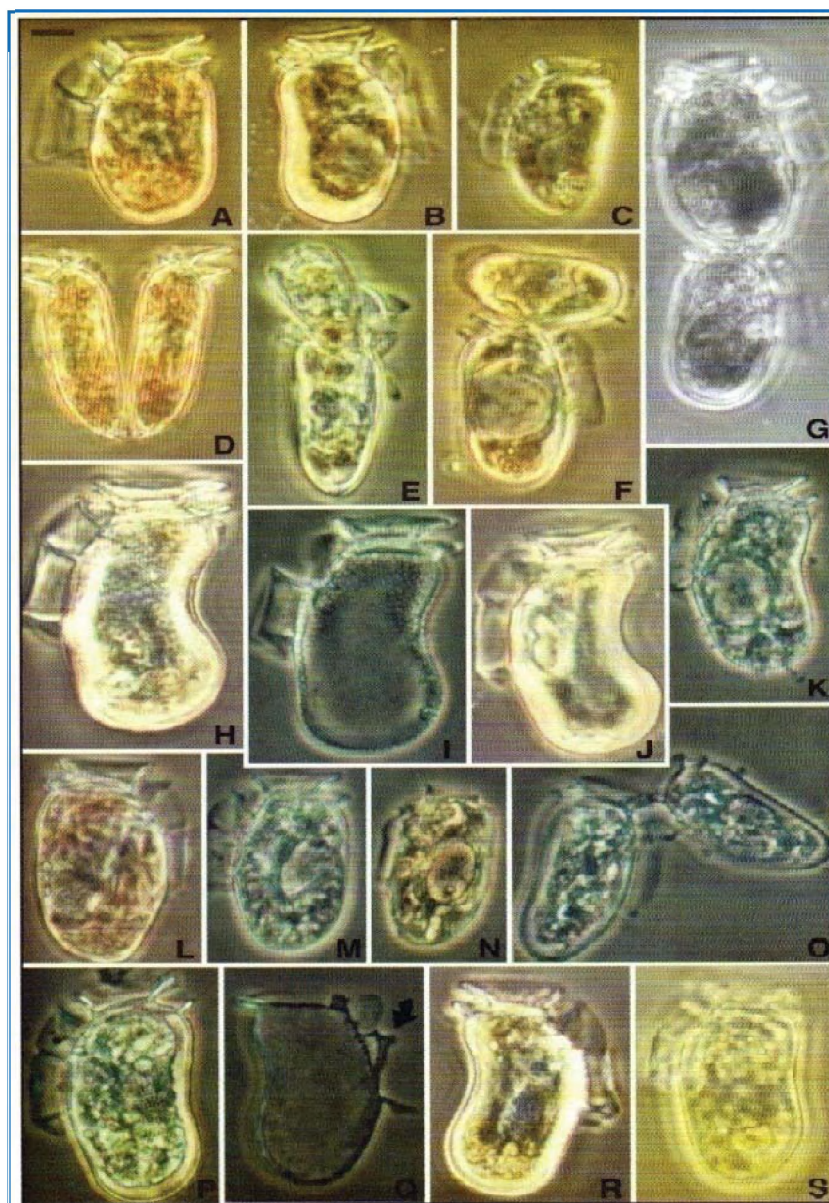
Dinophysis tripos. Figs.A-E : cellules vue latérale ; A : cellule vivante ;B-D : lugolées ; E :division binaire ; F-G :cellules vue latérale. Echelles :A-G : 20 μm ; H :10 μm .(Microphotos Nézan et Piclet, modifié).

PILV



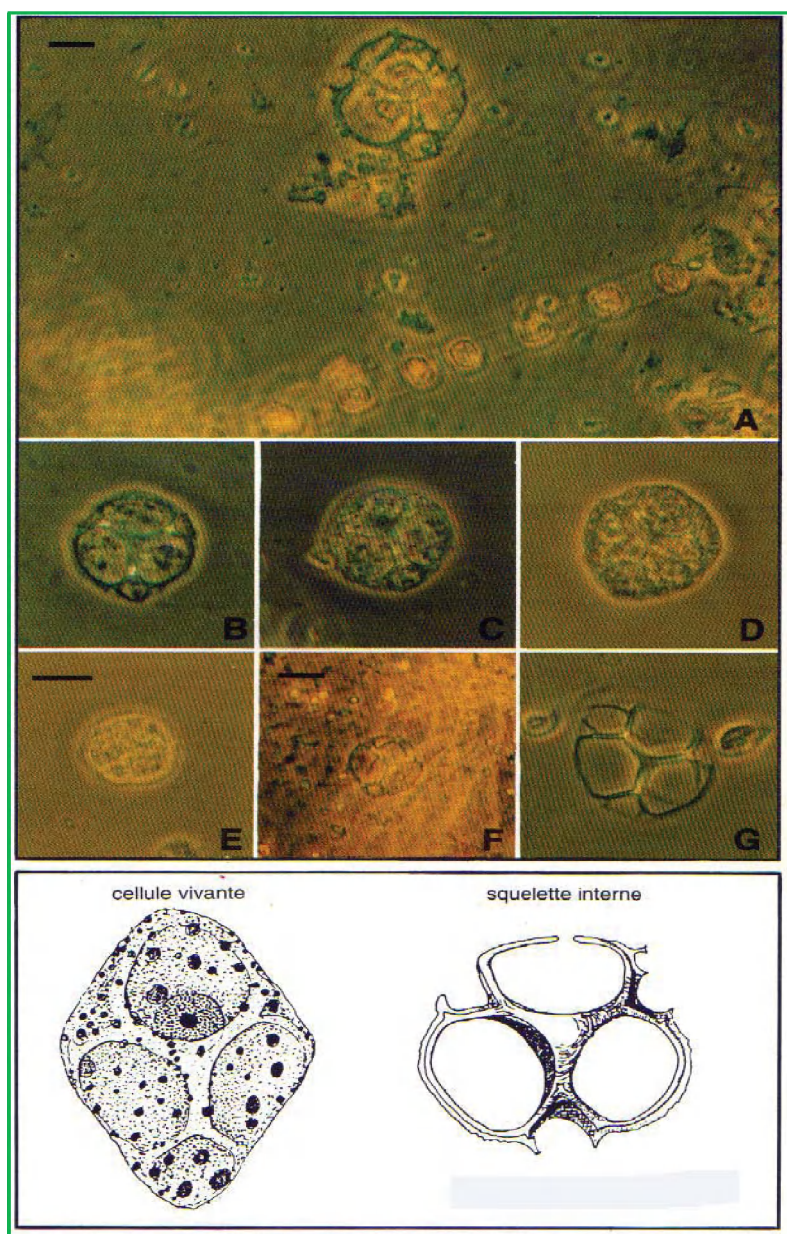
Complexe Groupe *Dinophysis acuminata*. Figs. A-H : Cellules de la Manche ; I-O : cellules de l'Atlantique ; Echelle : 10 μ m (clichés Nézan et Piclet).

PI LVI



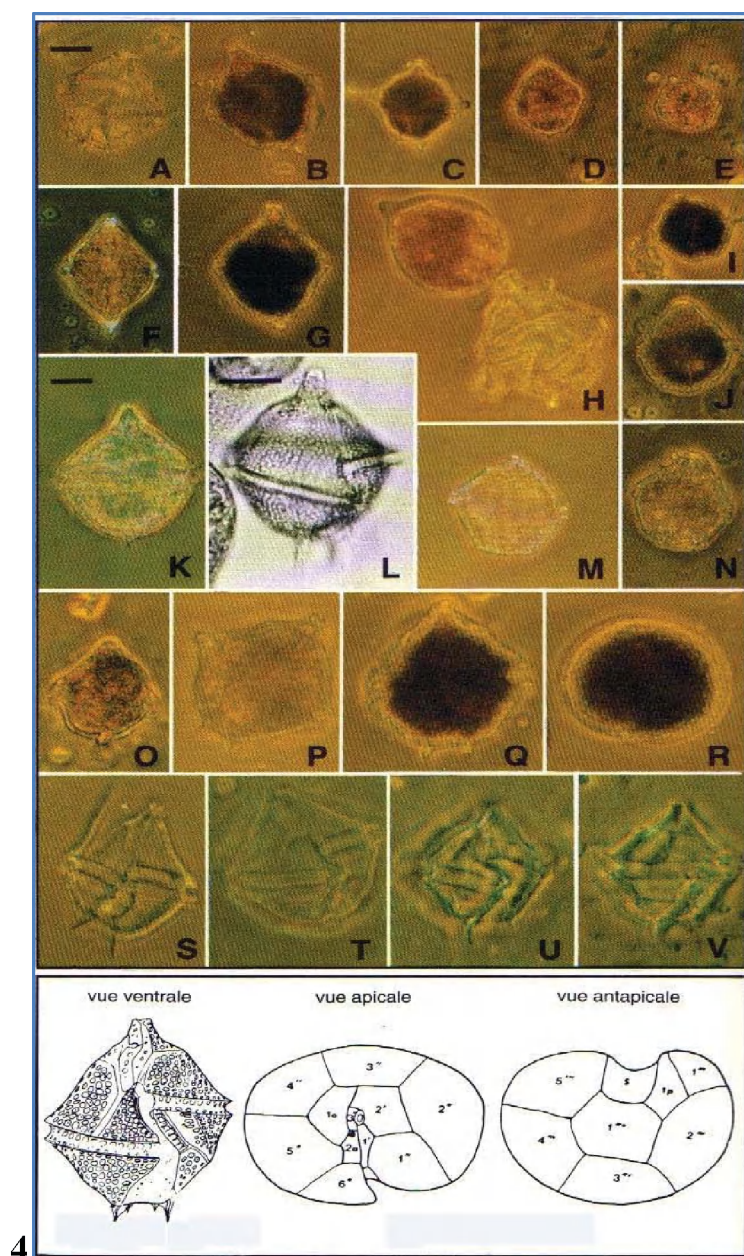
Complexe Groupe *Dinophysis sacculus*. Figs. A-C : cellules formolées ; D : division binaire ; E : bourgeonnement ; F : gamétogenèse ; H-K : cellules chlorées ; L : cellule vivante ; N : enkystement ; O : rapprochement des gamètes ; R : cellule vivante. Echelle : 10 μ m (Microphotos d'après Nézan et Piclet modifié).

PI LVII



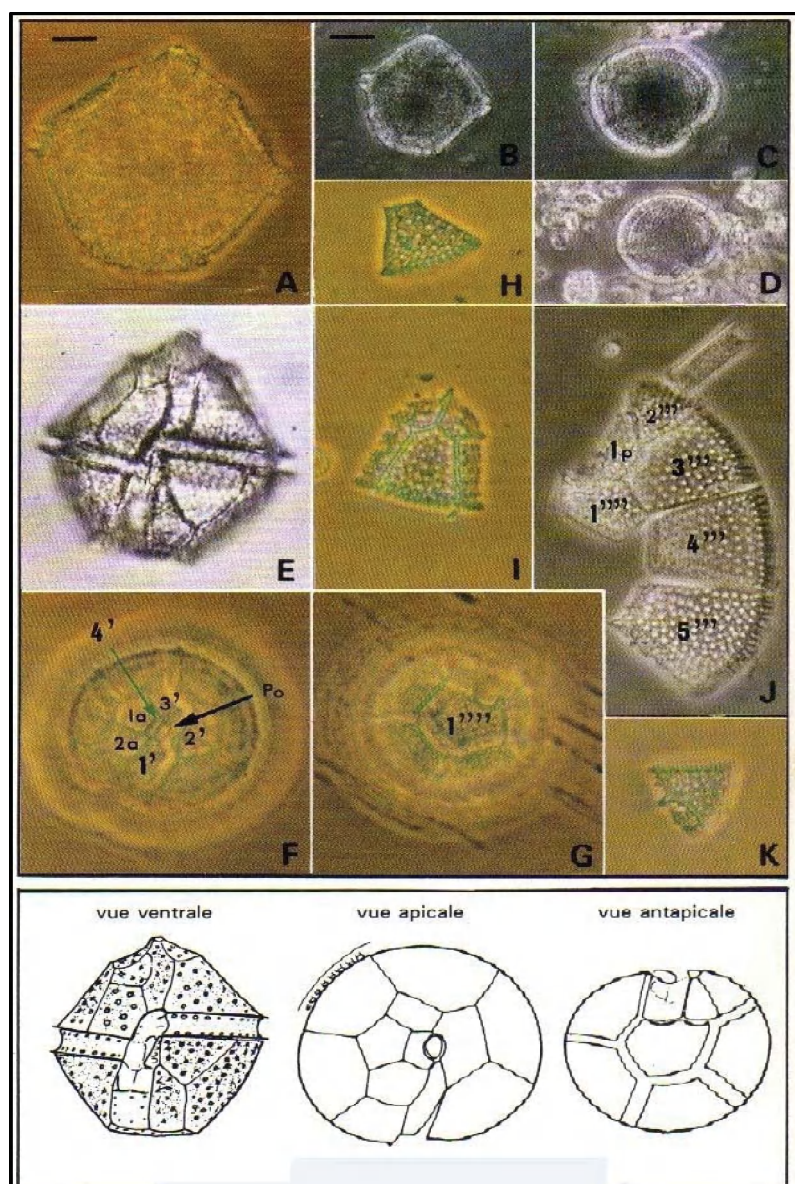
Ebria. Fig. A : cellule accompagnée d'une chaîne de *Skeletonema costatum* (lugolée) ; B : cellule vivante ; C-F : cellules lugolées ; G : squelette interne. Echelle : A-G 10 μ m, E, F 20 μ m, (d'après Nézan et Piclet modifié).

PI LVIII



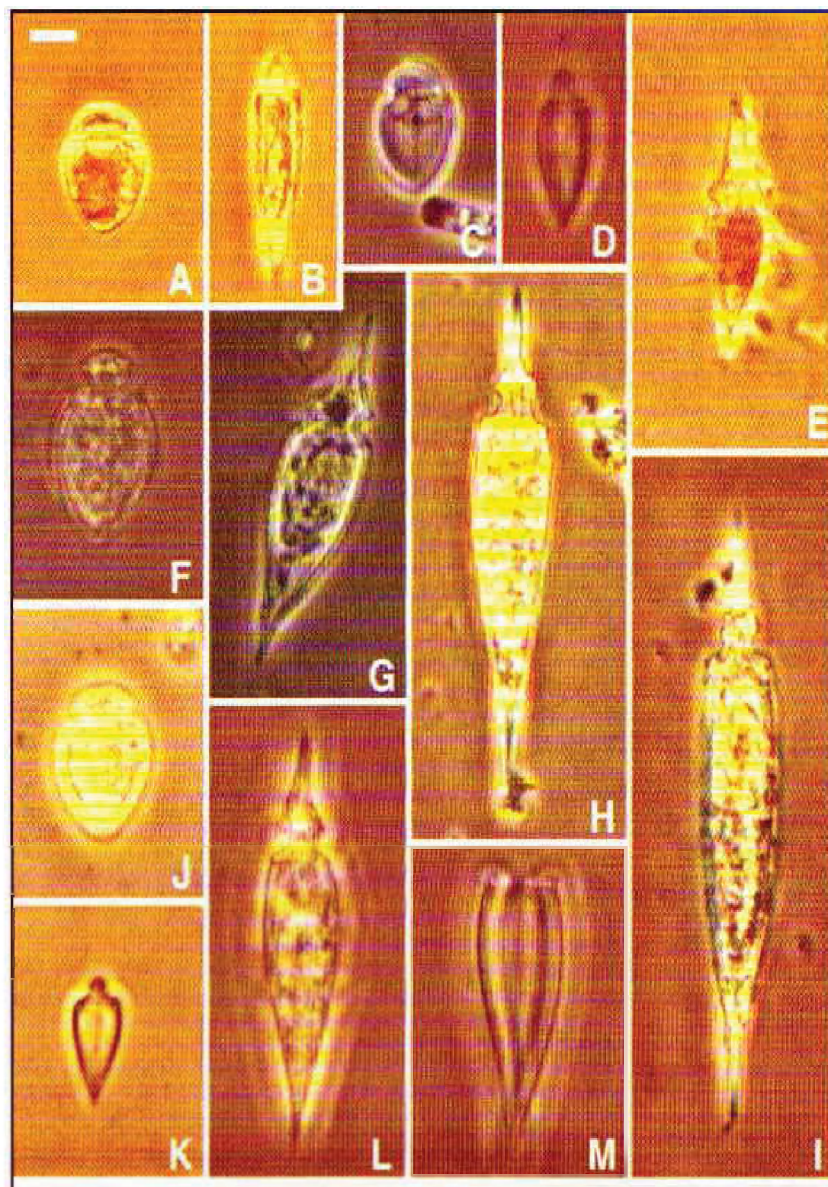
Gonyaulax. Figs. A-K : différentes cellules vivantes; L : photo (MEB) ;
 M-R : cellules lugolées ; S-U : thèque vue ventrale ; V : thèque vue dorsale. Echelle :
 A-N : 20 μ m , K, L, O-V : 10 μ m. (d'après Nézan et Piclet, modifié).

PI LIX



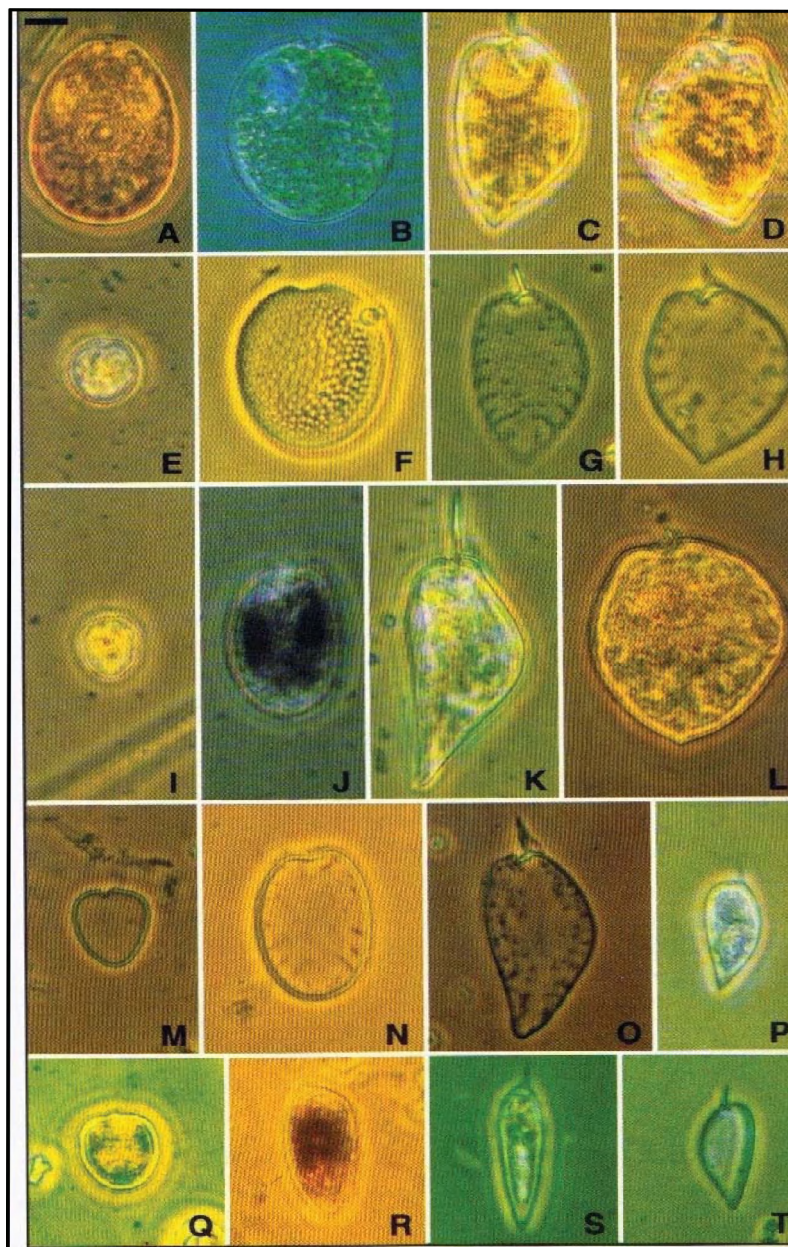
Gonyaulax polyedra. Figs. A-D : cellules formolées ; A,B : vue ventrale ; C,D : vue apicale ; E : vue ventrale ; F : thèque vue apicale ; G : vue ventrale ; H-I : plaques pré-cingulaires ; J : fragment d'hypothèque ; K : plaque post-cingulaire. Echelle : A-K μ 10 m, B-D 20 μ m (d'après Nézan et Piclet, modifié)..

PILX



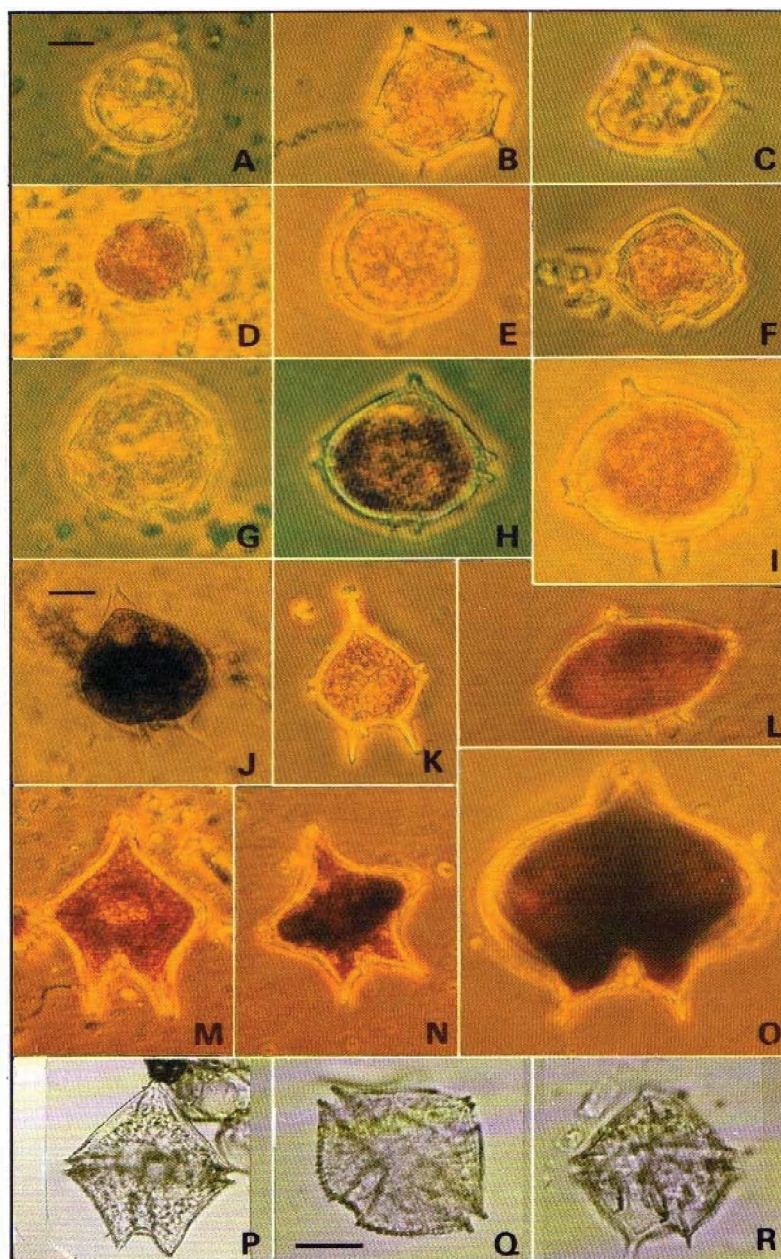
Oxytoxum. Figs. A, B, E : cellules lugolées ; C, D : thèques ; F, G, H : cellules formolées ; I-K : cellules lugolées ; M : hypothèque. Echelle : 10 μ m.
(Microphotos d'après Nézan et Piclet, modifié).

PI LXI



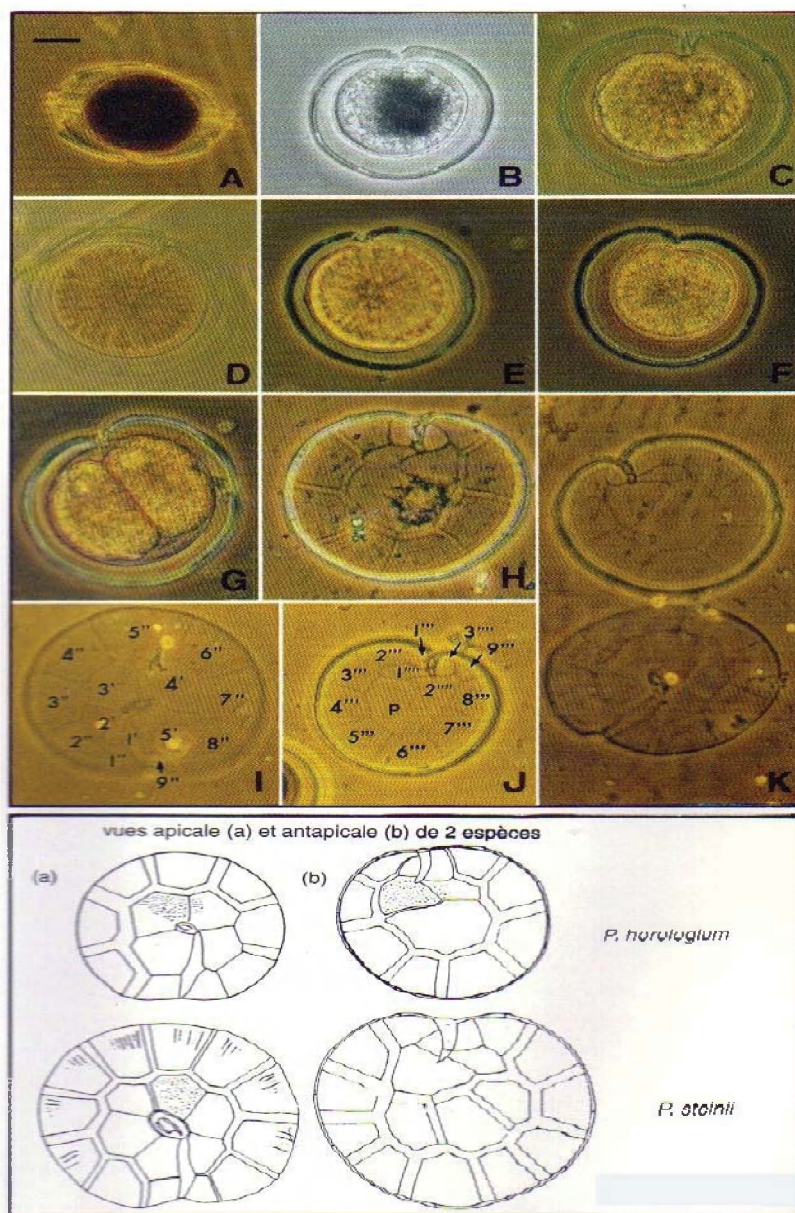
Prorocentrum. Figs. A-E : cellules vivantes ; I,J,Q,R,S : cellules lugolées ; K,L,P : cellules formolées ; F,G,H,M,N,O,T : valves ou thèques. Echelle : 10 μ m. (Miropgotos Nézan et Piclet).

PI LXII



Protoperidinium. Figs. A,B,D,N,O : cellules lugolées ; C : cellule vivante; P,Q,R: formolées. Echelle: A-I 10 μ m, J-P,Q-R 20 μ m (d'après Nézan et Piclet).

PI LXIII



Pyrophacus. Figs. A : vue ventrale ; B : vue apicale ; C-G : cellules vivantes en début de division ; H : hypothèque vue antapicale ; I : épithèque ; hypothèque ; K : thèque ouverte avec plaques cingulaires. Echelle : 20 μ m (d'après Balech, Nézan et Piclet modifié).

INDEX DES NOMS

Noms des genres **bold**, noms des espèces *en italique*

•

DIATOMEAE**Achnanthes 75,85***brevipes* 121*longipes*, 121*brevipes* var. *parvula* 79**Actinocyclus 72***octonarius* 94**Actinoptychus 79***senarius* 96*undulatus* 96**Amphiprora 79,121***alata* 122**Amphora 78***decussata* 123*ostrearia* 123**Asterionella 79,112***japonica* 108*notata* 109**Asterolampra 71,78***grevillei* 78,92*marylandica* 78,92**Auliscus 78***sculptus* 92**Auricula 71,78***intermedia* 124**Bacillaria 78,124***paxillifer* 124**Bacteriastrum 18,78***biconicum* 106*delicatulum* 106*elegans* 105*mediterraneum* 106*varians* 106**Belleriochea 71,78***malleus* 107*malleus* f. *biangulata* 107**Biddulphia 18,71***alternans* 93*aurita* 93*mobiliensis* 93*pelagica* 93*pulchella* 94*regia* 93*rhombus* 93*sinensis* 94*shroederina* 96*tridens* 96*vesiculosa* 96**Campylodisus 79***biangulatus* 128*echeneis* 128*cribrosus* 128*fastuosus* 128*parvulus* 128*thureti* 128**Cerataulina 79***pelagica* 98*bergonii* 98**Cerataulus 79***smithii* 95**Chaetoceros 60,71,77****S/G.Phaeoceros 99***atlanticum* 99*coarctatum* 100*concavicornis* 100*danicum* 100*densum* 99*neapolitanum* 99*peruvianum* 100*tetrastichon* 100**S/G.Hyalochete 100***affinis* 102*anastomosans* 102*brevis* 103*coarctatum* 100*compressum* 101*costatum* 102*crinitum* 103*curvisetum* 104*decipiens* 100*denticulatum* 101*diadema* 103*subsecundum* 103*didymum* 102*diversum* 103*externum* 104*gracile* 104*holsaticum* 103*imbricatum* 104*laciniosum* 102

lauder 102
lorenzianum 101
messanensis 103
neapolitanum 99
pseudocurvisetum 104
rostratum 104
simplex 104
sociale 104
teres 101
tetrastichon 100
tortissimum 104
Climacosphenia 79
moniliger 116
Climacodium 79
frauenfeldianum 96
Cocconeis 80
pseudomarginata 117
scutellum 117
Coscinodiscus 80
asteromphalus 88
centralis 88
concinus 88
eccentricus 89
gigas 89
granii 89
lineatus 87
marginatus 88
nitidus 87
nobilis 88
nodulifer 87
normani 89
oculis-iridis 88
perforatus 88
radiatus 87
Dactyliosolen 18, 80
mediterraneus 107
Diploneis 80, 118
crabro 119
weissflogii 118
Ditylum 80
brightwellii 97
Ethmodiscus 80, 94
gazellae 91
Eucampia 80
zodiacus 96
Fragilaria 80
cylindrus 112
oceanica 116
Guinardia 80
Blavyana 107

flaccida 107
Gyrosigma 71, 80
acuminatum 121
balticum 121
hippocampus 121
spenceri 121
strigile 121
Hemiaulus 80, 99
hauckii 95
heirbergi 96
membranaceus 96
sinensis 95
Hemidiscus 80
cuneiformis 91
Lauderia 80
borealis 108
annulata 108
Leptocylindrus 80
danicus 107
minimus 107
Licmophora 80
lyngbye 115
abbreviata 115
Lithodesmium 80
undulatum 97
Mastogloia 80
binotata 119
splendida 119
Melosira 80, 90
juergensii 87
moniliformis 86
nummuloides 86
Navicula 80
cancellata 118
lyra 118
lyroides 118
membranacea 118
Nitzschia (Pseudonitzschia)
Pleurosigma 71, 80, 119
aestuarii 120
angulatum 120
elongatum 120
formosum 119
naviculaceum 120
normanii 120
rectum 120
Pseudonitzschia 80
bilobata 124
closterium 125
delicatissima 125

actydropbila 125
fraudulenta 126
seriata 126
longissima 125
multiseries 126
panduriformis 124
punctata 125
sigma 125
spathulata 124
vitrea 124

Rhabdonema 81

adriaticum 116

Rhizosolenia 81

alata 108
 f. *gracillima* 109
 f. *gracillima* 109
indica 109
bergonii 109
calcar-avis 109
castracanei 109
delicatula 109
firma 112
fragillissima 109
hebetata 111
 f. *semispina* 111
imbricata 110
shrubsolei 110
robusta 111
setigera 110
hensenii 110
magna 110
stolterfothii 109
styliformis 110
Skeletonema 81
costatum 90

Streptotheca 71,81

thamesis 97

Striatella 71,81

delicatula 113
interrupta 113
unipunctata 113

Surirella 81

fastuosa 127
flumescens 127
gemma 127
ovalis 127
ovata 126

Synedra 81

crystallina 114
hennedyana 114

undulata 114

Thalassionema 81

nitzschoides 115

Thalassiosira 81,89

decipiens 89
rotula 89
subtilis 89

Thalassiothrix 81

frauenfeldii 114
longissima 114
mediterranea 115

DINOPHYEAE(PERIDINAE)

Alexandrium 136,185

minutum 186

Amphidinium 136

acutum 160
globosum 160
operculatum 160
herdmanae 160

Amphisolenia 136,149

bidentata 150
clavipes 150
globifera 150
palmata 150
quadrispina 150
spinulosa 150

Asterodinium 136

gracile 183

Blepharocysta 136

splendor-maris 179

Brachydinium 136

capitatum 179

Cenchrudinium 137

globosum 143

Sphaerula 143

Centrodinium (Murrayella) 136,182

complanatum 182

maximum 177

Ceratium 136,137,165

arietinum 169
 f. *detortum* 169
 var. *gracilentum* 169
 s/sp. *gracilentum* 169
azoricum 170
belone 168
breve 168
buceros 177
curvicorne 178
 var. *parallelum* 178
candelabrum 163

carriense 174
coarctatum 170
compressum 170
concilians 171
contortum 170
var. karstenii 172
var. longinum 172
contrarium 173
deflexum 172
declinatum 169
forma normale
dens 171
egyptiacum 176
f. suzensis 176
euarcuatum 169
extensum 165
falcatifforme 165
falcatum 165
furca 162
var. eugrammum 162
fusus 165
var. seta. 165
var. schuettii 165
gibberum 170
var. dispar
gracile 170
f. orthoceras 170
gravidum 161
var. angustum 161
var. elegans 161
var. elongatum 161
var. latum 161
f. obovatum 161
hexacanthum 177
horridum 174
var. buceros 174
intermedium 166
f. inclinatum 166
incisum 173
inflatum 166
japonicum 167
kofoidii 164
limulus 172
longinum 177
longirostrum 177
longissimum 177
lunula 175
macroceros 173
var. gallium 173
s/sp. gallicum 173

var. macroceros 173
massiliense 174
f. armatum 174
var. massiliense 174
var. protuberans 174
minutum 164
paradoxides 172
pavillardi 177
pennatum 176
pentagonum 164
f. tenerum 164
f. turgidum 164
var. robustum 164
platycorne 172
var. platycorne 172
var. compressum 172
var. cuneatum 172
praelongum 162
ranipes 172
var. palmatum 172
reflexum 177
reticulatum 172
f. contortum 172
setaceum 164
strictum 169
symetricum 169
var. coarctatum 173
var. orthoceras 173
tenue 175
tenuissimum 176
teres 164
trichoceros 174
tripos 166
var. atlanticum 166
var. limulus 166
var. ponticum 166
var. pulchellum 166
var. tripodoides 166
vultur 177
f. recurvum 177
sumatranum 165
var. pavillardi 165
volans 176
Ceratocorys 138
armata 184
bipes 184
gourretti 184
horrida 184
Ceratoperidinium 138
yeye 198

Goniodoma 139*polyedricum* 185*sphaericum* 185**Cladopyxis** (Acanthodinium) 139*Brachiolata* 182**Dictyocha 139***fibula* 139*speculum* 139*octonaria* 139**Dinophysis** (Phalacroma) 139*acuminata* 144*acuta* 145*acutoides* 147*acutum* 145*amandula* 148*amygdala* 146*argus* 149*borealis* 146*caudata* 148*circumsuta* 148*cuneus* 148*doryphora* 149*elongata* 146*expulsa* 148*fortii* 146*hastata* 146*hindmarchi* 149*infundibulus* 146*intermedia* 146*lenticula* 147*mitra* 147*odiosum* 147*operculata* 147*ovum* 144*parvula* 176*prodictyum* 148*rapa* 145*recurva* 145*rotundata* 145*schroederi* 144*schuettii* 147*sphaerica* 146*similis* 148*simplex* 149*tripos* 147*umbosa* 146*uracantha* 147**Diplopsalis** (Glenodinium) 139*lenticula* 191*sphaerica* 191**Ebria** (Plectanum) 140*tripartita* 135*compressa* 135*cordata* 135*marina* 135**Goniodoma** (Heteraulacus) 139*polyedricum* 165*sphaericum* 185**Gonyaulax 139***birostris* 186*digitale* 188*minima* 188*milneri* 187*monacantha* 188*pacifica* 188*polyedra* 188*polygramma* 187*schuetti* 186*spinifera* 187*levander* 187**Gymnodinium** (Ceratodinium) 139, 158*canus* 159*cucumis* 159*rhomboides* 159*splendens* 158**Gyrodinium** (Sclerodinium) 139, 159*acutum* 160*contortum* 159*crassum* 160*pavillardi* 159**Hermesinum 140***driaticum* 140**Heterodinium 183***fides* 183*leiorhynchus* 183*mediocre* 183*f. sinistrum* 183*rigdenae* 183**Histioneis** (Parahistioneis) 152*expansa* 153*joergensii* 153*ligustica* 153*longicollis* 153*pavillardi* 153**Kofooidinium 139***pavillardi* 157*velelloides* 157**Noctiluca 139***miliaris* 156*scintillans* 157

Ornithocercus 151

carolinae 152
geniculatus 151
heteroporus 151
magnificus 152
quadratus 152
 var. *schuetti* 152
 var. *assimilis* 152
splendidus 152
steinii 152

Oxytoxum 179

constrictum 179
elegans 181
longiceps 181
mediterraneum 180
milneri 181
reticulatum 181
sphaeroideum 181
scolopax 181
tesselatum 180
variabile 181

Podolampas 178

bipes 178
elegans 178
palmipes 178
spinifera 179

Pronoctiluca (Protodiniifer) 140

pelagica 157
spinifera 157

Prorocentrum (Exuviella) 140

arcuatum 142
adriaticum 142
balticum 142
compressum 141
cordatum 142
dentatum 142
gracile 141
hentschelii 142
lima 141

Protoperidinium (Peridinium) 140

abei 193
biconicum 190
achromaticum 196
tenuissimum 196
breve 191
brochi 194
 f. *inflatum* 194
cerasus 194
claudicans 189
conicum 190

f. *concavum* 190
crassipes 195
curtipes 195
deficiens 193
depressum 192
diabolus 191
divergens 196
globulus 190
 var. *ovatum* 193
 var. *quarnerense* 193
grande 190
 f. *mite* 190
granii 190
hirobis 192
leonis 195
minutum 196
oceanicum 189
pellucidum 193
pedunculatum 193
pentagonum 192
 var. *latissimum* 192
quinquecorne 195
solidocorne 195

subinermis 194

sphaeroidea 193
spiniferum 196
sphaericum 193

Gonyaulax 186

birostris 188
digitale 188
milneri 187
minima 188
monacantha 188
nux 188
pacifica 198
polyedra 187
polygramma 187
spinifera 186

Pyrocystis (Dissodinium) 140

elegans 154
fusiformis 154
hamulus 154
lumula 154
noctiluca 154
pseudonociluca 155
obtusa 155
robusta 155

Pyrodinium 140

schilleri 186

Pyrophacus 140

horologium 198

var.steinii 198

steinii 198

Spiraulax 140

jollifei 198

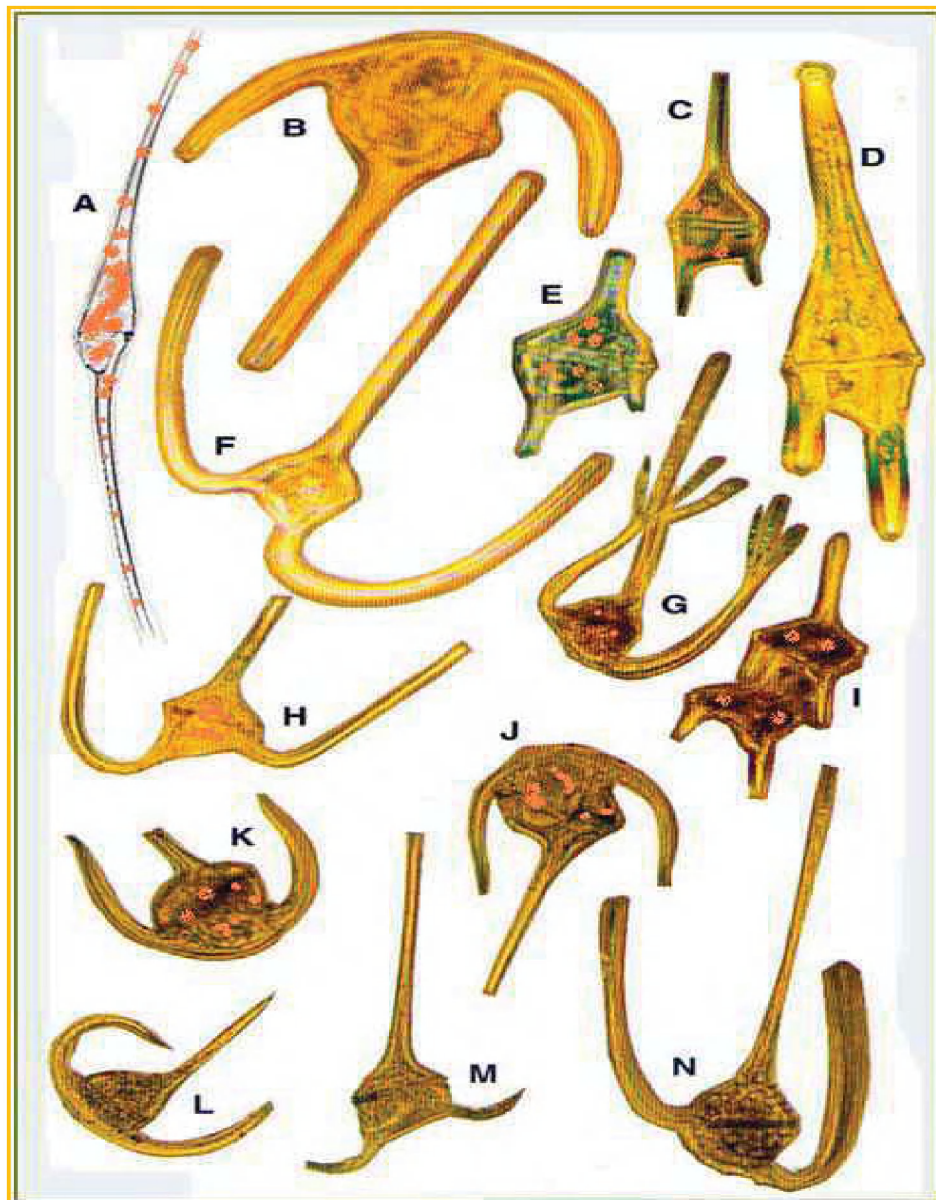
Triposolenia 87

truncata 87

APERÇU SOMMAIRE DE L'AUTEUR

- *Professeur Emérite en Océanographie,
Université Libanaise, Beyrouth.
- * Docteur 3ème Cycle Océanographie
biologique, Université de Paris.
- * Post-Doc à la « Scottish Marine
Biological Association » Edimbourg, UK
- *Research Fellow” au “ British Marine
Biological Association”, Londres
- *Docteur d'Etat ès-Sciences Biologie,
Université de Paris VI.
- *« Lecturer » et Chercheur à l'AUB,
Beyrouth.
- * « Lecturer » à la « Lebanese American University » (LAU)
- * Superviseur et Chef de Projets de Master et de Ph.D, Université Kaslik
- * Directeur de Recherche au CNSM/ CNRS , Beyrouth & Batroun, Liban
- * Expert en Océanographie et Pêche à la FAO, Rome
- * Expert auprès de la COI, UNESCO, Paris et UNEP, Athènes
- * Professeur visiteur, Univ. de Trieste, Italie, Univ. Paris 6, Museum HN, Paris.
- * Membre fondateur de l'Association Arabe pour l'Océanographie » (AAO)
- * Membre de la CIESM (Monaco)
- * Président du Comité du Plancton, CIESM, Monaco.
- *Participation à une centaine conférences internationales et régionales
- * Une centaine de publications dans des journaux scientifiques spécialisés
- * Projets de Recherches nationaux, méditerranéens et internationaux
- * Quatre livres scientifiques en Biologie, Ecologie et Biodiversité Marines
- * Membre Fondateur of « Arabic Sciences and Technology Foundation » (ASTF).
- * « Peer Reviewer » pour articles dans des Journaux scientifiques spécialisés
- * Fondateur de la Réserve Naturelle des Iles des Palmiers, Nord Liban
- * Membre fondateur de la Société Libanaise pour l'Environnement
- * Membre fondateur des « Amis de la Nature au Liban »
- * Membre fondateur de la Société Libanaise pour l'Avancement des Sciences.
- * Membre fondateur de Byblos Ecologia , Liban.
- * Membre Fondateur de la Réserve Nationale de Bentaël.
- * Moniteur et expert de plongée sous-marine scientifique.





Très diversifié, le genre *Ceratium* (Péridiniens) avec 54 espèces et variétés trouvées dans les eaux libanaises constitue un des composants les plus importants du phytoplancton de la Méditerranée orientale

