

Liste des abréviations

INRH	: Institut National de Recherche Halieutique
RSSL	: Réseau de Surveillance de Salubrité du Littoral
PSP	: Paralytic Shellfish Poisoning
ASP	: Amnesic Shellfish Poisoning
DSP	: diarrhetic Shellfish Poisoning
NSP	: Neurologic Shellfish Poisoning
CFP	: Ciguatorial Fish Poisoning
OAs	: Acide Okadeic et ses dérivés
DTXs	: Dinophisistoxines

Liste des figures

Figure 1. Positionnement des sites étudiés au niveau de la Baie de Dakhla	16
Figure 2. matériel de prélèvement.....	18
Figure 3. Préparation des échantillons au terrain	18
Figure 4. Décantation des échantillons	19
Figure 5. Microscope inversé au laboratoire de l'INRH à Dakhla	20
Figure 6. Importances relatives des différents groupes d'algues à T.Oum labouir	25
Figure 7. Importance relatives des différents groupes d'algues à Peurtittou	26
Figure 8. Importances relatives des différents groupes d'algues à Duna blanca.....	27
Figure 9 Densité des espèces toxiques au niveau de T.oum labouir, aux mois d'Avril et Mai.(Annexe)	31
Figure 10 Densité des espèces toxiques au niveau de Peurtittou, aux mois d'Avril et Mai.(annexe)	31
Figure 11 . Densité des espèces toxiques au niveau de Duna Blanca, aux mois d'Avril et Mai.(Annexe)	32
Figure 12. Densité des espèces toxiques au niveau de Boutalha, aux mois d'Avril et Mai.(Annexe)	32

Liste des tableaux

Tableau 1. LISTE DES ESPECES PHYTOPLANCTONIQUES PRODUCTRICES DES TOXINES A L'ECHELLE NATIONALE ET INTERNATIONALE	9
Tableau 2.Espèces phytoplanctoniques trouvés à T.oum labouir	25
Tableau 3. . Espèces phytoplanctoniques trouvés à Peurtittou.....	26
Tableau 4. Espèces phytoplanctoniques trouvés à Duna blanca	27
Tableau 5. Espèces phytoplanctoniques trouvés à Boutalha.....	28
Tableau 6. Importances relatives des différents groupes d'algues à Boutalha	28
Tableau 7. ESPECES TOXIQUES RENCONTREES AU COURS DES PRELEVEMENT DU MOIS D'AVRIL (Annexe)	30
Tableau 8. Espèces toxiques rencontrées au cours des prélèvement du mois de Mai.(Annexe)	30

Sommaire

Avant-propos	i
<i>Dédicace</i>	ii
<i>Remerciements</i>	iii
Liste des abréviations	v
Liste des figures	vi
INTRODUCTION GENERALE.....	1
Chapitre 1 Synthèse bibliographique	3
I. Introduction	4
II. Diversité des microalgues planctoniques.....	4
III. Phycotoxines.....	7
1. Définition.....	7
2. Classification des toxines	8
3. Espèces productrices des phycotoxines	9
a) Espèces productrices des phycotoxines PSP.	9
b) Espèces productrices de toxines Amnésiques ASP	11
c) Espèces productrices des toxines diarrhéiques DSP.....	11
IV. Institut National de Recherches Halieutiques (INRH) et le Réseau de Surveillance et Salubrité du Littoral (RSSL).....	12
1. INRH	12
2. RSSL	12
3. Rôle du RSSL.....	12
Chapitre 2 Matériel et méthodes	13
I. Baie de Dakhla	14
1. Unicité de la baie	14
2. Caractéristiques de la baie	14
II. Zones et les espèces surveillées	15
1. Au niveau littoral.....	15
2. Au niveau de la baie	15
III. Méthodologie de travail	16
1. Echantillonnage	16
2. Fixation des cellules.....	16
3. Types d'échantillonnage	17
4. Matériel de Prélèvement	17
5. Protocole de prélèvement.....	18

IV. Préparation des sous-échantillons pour le dénombrement.....	19
1. Mise en cuve	19
2. Décantation des sous échantillons	19
V. Analyse quantitative au microscope inversé	20
1. Microscope inversé	20
2. Détermination des populations	21
VI. Identification.....	22
1. Calcul des concentrations	22
Chapitre 3 Résultats et discussion.....	23
1. Population phytoplanctonique globale	24
2. Espèces phytoplanctoniques toxiques	29
3. Conclusion et perspectives	33
Références bibliographiques.....	34
IV. Annexe	37

INTRODUCTION GENERALE

Les milieux côtiers sont très convoités pour leur intérêts touristiques et économiques et constituent des écosystèmes fragiles, sensibles à l'action des agents anthropiques : pollution, artificialisation, assèchement, industrialisation, urbanisation, etc.

Le Maroc possède un vaste territoire maritime. Au Nord, les côtes méditerranéennes s'étendent sur 512 kilomètres. A l'Ouest, la façade maritime de la côte atlantique représente 2934 kilomètres. Ces cotes font partie des plus grands réservoirs de richesse halieutique mondiale. De plus, les zones littorales renferment des sites potentiels d'aquaculture offrant des possibilités de développement de la production d'espèces de haute valeur commerciale. Ces produits et produits de mer en générale jouent un rôle très important dans l'économie du Maroc.

Le phytoplancton en édifiant le premier maillon de la chaîne trophique des milieux aquatiques, peut traduire chaque perturbation ou défaillance au milieu marin. Son étude et sa quantification sont des paramètres nécessaires et intéressants dans la programmation des plans d'aménagement relatifs au milieu marin.

Cependant, certaines microalgues sont toxiques pour la faune aquatique, notamment pour les poissons et les coquillages. Lorsqu'elles sont filtrées par les mollusques, ces algues libèrent des **phycotoxines** dans leur chair et les rendent impropres à la consommation humaine. Et par conséquent, la prolifération de ces espèces de microalgues nuisibles et toxiques représente un vrai danger pour la santé du consommateur marocain et pour l'exploitation commerciale et récréative de certaines espèces marines.

Afin de protéger la santé du consommateur, le ministère de la pêche maritime et le ministère de l'agriculture ont élaboré conjointement en 1989, une première circulaire fixant aussi bien les conditions de commercialisation et de mise sur le marché des mollusques bivalves que la classification du littoral national en zones salubres et insalubres.

En Novembre 1994, les premiers cas d'intoxications ayant entraînés des décès ont été enregistrés à Casablanca suite à la consommation de moules provenant de zones interdites de refermant des biotoxines marines. A cette date, tout ramassage et commercialisation de coquillage ont été interdits.

Et pour renforcer cette protection contre les intoxications, l'Institut National de Recherche Halieutique a initié dès 1992, un programme de suivi de toxicité des mollusques le long du littoral marocain.

Cette étude a pour objectif :

La caractérisation de la communauté phytoplanctonique de la baie de Dakhla, par identification et dénombrement au microscope inversé.

Chapitre 1

Synthèse bibliographique

RapportGratuit.com

I. Introduction

Le phytoplancton est constitué de l'ensemble des algues microscopiques unicellulaires qui flottent dans les eaux. Il existe plusieurs milliers d'espèces phytoplanctoniques au niveau mondial. Certaines d'entre elles peuvent proliférer de façon importante en formant éventuellement des eaux rouges, brunes ou vertes, selon la couleur des pigments qu'elles contiennent. Si les proliférations, ou efflorescences, sont excessives ou trop fréquentes, on parle d'eutrophisation, provoqué par l'enrichissement du milieu en éléments nutritifs, essentiellement le phosphore et l'azote qui constituent un véritable engrais pour les plantes aquatiques. Ces efflorescences peuvent être sources de nuisances : en diminuant l'oxygène disponible elles peuvent provoquer l'asphyxie des animaux marins, elles peuvent également conduire à une diversité animale et végétale amoindrie et à des usages perturbés. Certaines espèces phytoplanctoniques produisent également des substances toxiques, soit pour la faune ou la flore marine, soit pour les consommateurs de produits de la mer : ces substances sont appelées phycotoxines. A ces exceptions près, la plupart des espèces phytoplanctoniques sont totalement inoffensives, et l'ensemble du phytoplancton forme le premier maillon de la chaîne alimentaire dans l'écosystème marin. Pour toutes ces raisons, le phytoplancton est un indicateur crucial de la biodiversité en milieu marin, il permet également d'évaluer la qualité du milieu en termes de potentialités pour l'ensemble de l'écosystème.

II. Diversité des microalgues planctoniques

Il y'a différentes espèces phytoplanctoniques qui ne réagissent pas de la même manière aux facteurs du milieu, en particulier la turbulence. Leurs taux de croissance, ainsi que leur dépendance vis-à-vis des nutriments, sont également variables. En outre, afin de faire face aux variations environnementales, les espèces phytoplanctoniques ont développé des stratégies adaptatives, telles que :

- i) différents mécanismes favorisent leur mobilité, et leur migration vers des zones riches en nutriments et en lumière (phototaxisme, migration verticale, nage, agrégation),
- ii) le mode de nutrition mixotrophe,
- iii) la compétition interspécifique par production de substances allélochimiques
- iv) des mécanismes de défense contre la prédation (allélopathie). Le cycle biologique de chaque espèce phytoplanctonique participe ainsi à un réseau complexe de relations interspécifiques à l'intérieur d'un assemblage d'espèces.

Le phytoplancton regroupe deux types d'organismes qui diffèrent au niveau cytotologique essentiellement par la présence (eucaryotes) ou non (procaryotes) d'un noyau cellulaire (ADN confiné dans une enveloppe nucléaire) (Prescott et al. 2003). Actuellement, la phylogénie est en pleine évolution, grâce notamment aux avancées technologiques en biologie moléculaire (Iglesias-Rodriguez et al. 2006; Not et al. 2007; Saez et al. 2008).

8 classes principales différenciées selon des critères morphologiques, cytologiques, biochimiques et reproductifs sont recensées dans les milieux aquatiques

Les cyanobactéries, organismes procaryotes, regroupent plus de 110 genres et environ 1000 espèces dulçaquicoles. La plupart des cyanobactéries sphériques appartiennent à la famille des Chroococcacées et les filamenteuses aux familles des Nostocacées et Oscillatoriacées (Bourelly 1985a). Les cellules se caractérisent par l'absence de noyau et d'organites membranaires (plastides, mitochondries,etc).

Les chlorophycées forment un groupe extrêmement vaste et morphologiquement très diversifié. Elles sont réparties en 4 classes : les Euchlorophycées, les Ulothricophycées, les Zygothricophycées et les Charophycées. Celles-ci comportent environ 500 genres, représentant plus de 15000 espèces (John 1994). Toutefois, la plupart des algues vertes planctoniques lacustres appartiennent à l'ordre des Volvocales et à celui des Chlorococcales qui font partie de la classe des Euchlorophycées (Bourelly 1985b). Les cellules des Volvocales possèdent une paroi cellulaire glycoprotéique pourvue de 2, 4 ou 8 flagelles de même taille, 1 noyau et 2 vacuoles contractiles localisées à la base des flagelles. Les chloroplastes de la plupart des volvocales sont en forme de U et les chlorophylles a et b sont les pigments majeurs (Ettl 1983). Les Chlorococcales sont unicellulaires ou coloniales avec une membrane bien définie, parfois de formes filamenteuses (Ettl et Gärtner 1988). L'état végétatif est sous forme immobile et les flagelles sont absents au stade adulte.

Les xanthophycées regroupent plus de 100 genres et environ 600 espèces dulçaquicoles. Elles vivent à l'état unicellulaire, colonial ou de filament et sont caractérisées par une plus grande proportion de pigments caroténoïdes (β -carotène) que de chlorophylle, ce qui peut expliquer leur couleur jaune-verte (Ettl 1978). Les cellules mobiles possèdent deux flagelles de taille différente. La paroi cellulaire est souvent absente et quand elle est présente, elle contient une grande quantité de pectine et peut être siliceuse chez plusieurs espèces. La reproduction sexuée, quand elle a lieu, est le plus souvent isogame.



Les chrysophycées ce sont des algues unicellulaires ou coloniales (rarement filamenteuses), dont certaines vivent dans une enveloppe protectrice appelée lorique. Leurs cellules possèdent un ou plusieurs plastes jaunes ou bruns à cause de la forte concentration en xanthophylles (lutéine, fucoxanthine, diadinoxanthine) et caroténoïdes (β -carotène) masquant la couleur due aux chlorophylles a etc. (Wetzel et al. 2001). Le nombre de flagelles est variable. La plupart des cellules sont uniflagellées mais d'autres possèdent deux flagelles généralement de même taille. Beaucoup des espèces appartenant à cette classe n'ont pas de paroi cellulaire mais sont juste entourées d'une membrane cytoplasmique. D'autres possèdent une surface cellulaire couverte de plaques ou d'écailles siliceuses ou calcaires. La multiplication se fait par fission binaire ou par zoosporulation. Les phénomènes sexuels, rarement signalés, sont de nature isogamique. En période de repos, la formation endogène de kystes siliceux, globuleux, percés d'un pore obstrué par un bouchon, est caractéristique des Chrysophycées.

Les diatomées (Bacillariophycées) engloberaient plus de 100 000 espèces et on estime que seulement près de 15 000 ont été identifiées à ce jour. Leur caractéristique principale est la présence d'une paroi cellulaire siliceuse appelée frustule (Germain 1981). Le pourtour des valves est connecté avec des bandes qui constituent la ceinture de la cellule. Ces microorganismes sont unicellulaires ou coloniaux et sont communément divisés en deux groupes : les diatomées centriques qui ont une symétrie radiale et les diatomées pennées qui ont une symétrie bilatérale. Les valves des diatomées pennées présentent des parties de cellules plus épaisses et dilatées. Chez certaines espèces, une fente, nommée raphé, traverse une partie ou la cellule entière alors que chez d'autres espèces, on observe une dépression de la paroi cellulaire appelée pseudoraphé. Quatre groupes de diatomées pennées sont différenciés sur la base de ces structures : les Araphidées, les Raphidioidées, les Monoraphidées et les Biraphidées. La reproduction végétative par division cellulaire est le mode le plus commun de multiplication.

Les cryptophycées elles sont unicellulaires, mobiles de par la présence de deux flagelles (de taille égale) et dépourvues de paroi cellulaire. En effet, l'enveloppe qui les entoure est appelée périplaste et est composé de deux couches distinctes, le périplaste interne (succession de plaques protéiques) et le périplaste externe (membrane protéique unique) qui entourent la membrane plasmique (Kugrens et Clay 2003). Les cellules sont aplaties dorso-ventralement et sont pourvues d'une invagination antérieure qui porte les deux flagelles. Les cellules

contiennent une variété de pigments dont la phycoérythrine qui leur donne une couleur rougeâtre caractéristique. La reproduction se fait par fission binaire (Starmach 1974; Bourelly 1985a).

Les dinoflagellés regroupent environ 300 espèces et sont des algues flagellées unicellulaires dont la plupart sont mobiles. Une ceinture transversale, le cingulum, encercle la cellule et la divise en une épithèque et une hypothèque alors qu'une invagination longitudinale. Ils possèdent des plaques de cellulose sur la partie externe de la membrane et la taxonomie de ces microorganismes est basée sur le nombre et l'arrangement de ces plaques (Kofoid 1909). Ces plaques peuvent être très fines et sont parfois difficiles à voir par microscopie optique. Des pores apicaux, des extensions de plaques et des épines peuvent aussi apparaître chez certaines espèces. La chlorophylle a et c sont deux pigments photosynthétiques majeurs des cellules de dinoflagellés.

Les euglènes sont réparties en 13 genres et plus de 2000 espèces. Ils sont presque tous unicellulaires, sans paroi cellulaire, possèdent un, deux ou trois flagelles qui émanent d'une invagination de la membrane cellulaire, une vacuole contractile et un stigma (« eyespot ») orange à rouge composé de globules de caroténoïdes (Rosowski 2003). Bien que certaines euglènes soient non pigmentées, phagotrophes (capable d'ingérer des particules solides) et par conséquent considérés comme des protistes animaux (ex protozoaires), la plupart sont photosynthétiques et parfois hétérotrophes. Il reste que même si la phagotrophie peut constituer le mode d'assimilation de carbone principal, aucune de ces espèces n'en dépend uniquement. Ce dernier est toujours combiné à l'absorption de composés organiques dissous. En ce qui concerne leur mode de reproduction, la division cellulaire semble être la règle pour cette classe du phytoplancton.

III. Phycotoxines

1. Définition

Les phycotoxines marines sont des métabolites secondaires produites par le phytoplancton :

phycos vient du grec: algue et plancton constitue l'ensemble des organismes vivants qui flottent passivement à l'opposé du necton qui nage.

Ces microalgues fréquentent particulièrement les couches d'eau superficielles de la mer (entre 0 et 50 mètres de profondeur). Elles absorbent les sels minéraux et du CO₂ pour accomplir les

réactions de la photosynthèse. Le phytoplancton représente le premier maillon de la chaîne alimentaire dans l'écosystème marin.

Selon les travaux réalisés sur le phytoplancton, 4000 espèces environ de microalgues sont répertoriées dans le monde, dont seules 70 sont capables de synthétiser des biotoxines selon des conditions écologiques encore mal définies. Pour prévoir et mettre en place des mesures de prévention visant la protection de la santé des consommateurs des produits de la mer contaminés, les travaux sont en cours dans les différentes régions du globe et les résultats sont encore loin de cerner la prévention.

2. Classification des toxines

Les phycotoxines marines peuvent être classées selon les symptômes provoqués chez l'Homme :

- Les phycotoxines paralytiques (PSP) ;
- Les phycotoxines diarrhéiques DSP (toxines lipophiles et les cycliques imines) ;
- Les phycotoxines Neurologiques (NSP) ;
- Les phycotoxines Amnésiques (ASP) ;
- La Ciguatera (CFP), (spécifique aux poissons).

❖ **PSP** (Paralytic Shellfish Poisoning) : l'identification d'intoxication paralysante date de 1937. Ces intoxications sont parmi les plus redoutables, elles entraînent une paralysie musculaire et dans les cas les plus graves, peuvent être mortelles lorsque le système respiratoire est atteint. Elles sont provoquées par la saxitoxine produites par des Dinoflagellés du genre *Alexandrium*, *Gymnodinium catenatum* et *Pyrodinium bahamense*

❖ **ASP** (Amnesic Shellfish Poisoning) : les toxines amnésiantes ont été d'identifiées en 1987, suite à une intoxication alimentaire massive. Les symptômes sont de type gastro-intestinal, mais également neurologiques (avec notamment des pertes de mémoires), ces toxines pouvant, dans les cas les plus graves, entraîner la mort. La toxine responsable de ces intoxications est une neurotoxine, l'acide domoïque, synthétisée principalement par des diatomées Pennales de genre *Pseudo-nitzschia*.

❖ **DSP** (Diarrhéique Shellfish Poisoning) : les intoxications diarrhéiques ont été d'abord observées aux Pays-Bas dès 1961 (Korringa and Roskam) puis identifiées pour la première fois au Japon en 1976. Les toxines responsables sont l'acide okadaïque et ses

derivés (OAs), les dinophysistoxines (DTXs) produits par des dinoflagellés planctoniques appartenant aux genres *Dinophysis*.

TABLEAU 1. LISTE DES ESPECES PHYTOPLANCTONIQUES PRODUCTRICES DES TOXINES A L'ECHELLE NATIONALE ET INTERNATIONALE

Classe	Taxons	Seuil de toxicité cellule/litre	toxines
Diatomées	<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	10 ⁵	ASP
Dinoflagellés	<i>Dinophysis spp</i> (<i>D.caudata</i> , <i>D.acuminta</i> , <i>D.fortii</i> , <i>D.hastata</i> , <i>D.rotunda</i> , <i>D.sacculus</i>)	4.10 ²	DSP
	<i>Prorocentrum lima</i>	10 ⁵	DSP
	<i>Protoperdinium crassipes</i>	10 ³	Azaspiracide
	<i>Alexandrium.spp</i> (<i>A.minutum</i> , <i>A.ostenfeldii</i> , <i>A.tamaense</i>)	10 ³	PSP
	<i>Gymnodinium catenatum</i>	10 ³	PSP
	- <i>Gonyaulax spinifera</i> - <i>Lingulodinium polyedrum</i> - <i>Protoceratium reticulatum</i>	10 ⁵	Yessotoxine Yessotoxine Yessotoxine

3. Espèces productrices des phycotoxines

a) Espèces productrices des phycotoxines PSP.

- *Alexandrium spp*

Position systématique : O/ Gonyaulacales

F/ Goniodomacées

G/ Alexandrium

Ce genre est constitué par un ensemble d'espèces difficilement identifiables à cause de leurs caractères morphologiques très proches. Il regroupe environ 30 espèces qui habitent généralement les écosystèmes marins côtiers et produisent parfois des kystes qui se déposent dans les sédiments (Balech, 1995). Toutes les espèces d'*Alexandrium* sont considérées productrices des phycotoxines. Parmi les espèces répertoriées en Méditerranée et en Atlantique marocain et européen, on cite : *Alexandrium minutum* (= *A. lusitanicum*, Zardoya *et al.* 1995), *Alexandrium ostenfeldii*, *Alexandrium tamarense* (produit la tétrodoxine), *Alexandrium andersonii* (récemment reconnu toxique en Adriatique, Ciminiello *et al.*, 2000), *Alexandrium catenella*, *Alexandrium acatenella*; *Alexandrium fundyense*. On souligne

l'existence de clones toxiques ou non chez certaines de ces espèces qui seraient différents selon les zones géographiques.

- *Gymnodinium catenatum*

Position systématique : O/ Gymnodiniales

F/ Gymnodiniacees

G/ Gymnodinium.

Gymnodinium catenatum a récemment été renommée *Karenia selliformis*.

Ce genre comprend plus de 200 espèces (Litaker *et al.*, 1999). On distingue deux principales espèces toxiques pour l'Homme (*G. catenatum* et *G. brève*, espèce productrice de toxines neurologiques).

G. catenatum forme des chainettes d'individus (4 à 64), et ne passe donc pas inaperçu. Ses cellules sont oviformes (à noyau central et à hypothèque plus allongée que l'epithèque. Concernant sa reconnaissance, la plus grande difficulté repose sur sa ressemblance avec *Gyrodinium impudicum* qui est une espèce inoffensive, également coloniale, mais appartenant à un genre différent (Billard *et al.*, 2001). Le déplacement plus ou moins important du cingulum est un critère important pour différencier entre les deux genres voisins, *Gymnodinium* et *Gyrodinium*. Au sein du genre *Gymnodinium*, les différences entre *G. catenatum*, *G. mikimotoi* et *G. breve* sont les suivantes : - les caroténoïdes synthétisés sont différents ; - *G. catenatum* est dépourvu du sillon linéaire apical caractérisant les espèces des complexes *G. mikimotoi* et *G. breve* ; - *G. catenatum* ne synthétise pas de toxines polyéther comme *G. breve*, mais des composés azotés; *G. catenatum* possède des kystes bruns sphériques à la surface microréticulée très caractéristiques. Deux autres espèces non toxiques de *Gymnodinium* solitaires, *G. nolleri* et *G. microreticulatum* possèdent le même type de kystes (Bolch *et al.*, 1999). Les trois espèces, *G. catenatum*, *G. nolleri* et *G. microreticulatum*, forment donc un autre complexe au sein du genre *Gymnodinium*. Au sein de ce complexe, *G. catenatum* est la seule espèce la productrice des toxines paralysantes.

- *Pyrodinium bahamense*.

Position systématique : G/ *Pyrodinium*

O/ Gonyaulacales

F/ Goniodomacees

Dans ce genre deux variétés de *P. bahamense* ont été décrites : L'une, *P. bahamense* var. *bahamense* est présente dans l'Atlantique tropical, et l'autre, *P. bahamense* var. *compressum* dans les eaux tropicales du Pacifique. Seule la deuxième produit les toxines paralysantes de type IPFM (Streidinger, 1993). Cette espèce, très toxique, semble actuellement en pleine extension (Hallegraeff, 1993) et elle peut former des kystes.

b) Espèces productrices de toxines Amnésiques ASP

▪ *Pseudonitzschia*

Pseudonitzschia pungens f. *multiseriis* (Bates, 1989) appartient à la classe des diatomées ou diatomophycées et non aux dinoflagellés comme pour les autres intoxications et au genre *Nitzschia* ou *Pseudo-nitzschia*. Cette espèce est capable de se proliférer en milieu côtier en provoquant des efflorescences. Cette toxine pourrait être produite par d'autres espèces, mais ces microorganismes phytoplanctoniques ne prolifèrent pas sur les côtes. C'est le cas par exemple d'une espèce de phytoplancton appartenant au genre *Amphora*. C'est une diatomée pennée productrice d'acide domoïque, mais qui appartient aux espèces benthiques du genre non proliférantes (Billard *et al.* 2001)

c) Espèces productrices des toxines diarrhéiques DSP

▪ *Dinophysis spp*

Les espèces qui sont liées aux intoxications diarrhéiques par les fruits de mer sont *Dinophysis acuminata* (= *D. lachmanii*, *D. skagii*); *D. acuta* (= *D. dens*); *D. caudata* (= *D. diegensis*); *D. fortii*; *D. norvegica*; *D. tripos*; et *D. sacculus* (= *D. pavillardii*), ces espèces appartiennent toutes à la classe des *Dinoflagelles* (= *Dinophycées*), à l'ordre des *Dinophysiales*, à la famille des *Dinophysacées* et au genre *Dinophysis*. Le risque potentiel pour le consommateur apparait pour une faible densité de *Dinophysis* dans un litre d'eau de mer (Viviani *et al.* (1995). Cependant l'activité toxique varie selon l'état physiologique des cellules et les conditions du milieu (Pavela-Vrancic *et al.* 2002). De puis de le démarrage au Maroc du réseau de surveillance de la salubrité du littoral, *Dinophysis* a été identifié tout le long de l'année dans l'eau de mer des cotes marocaine (Bennouna *et al.* 2005b ; Abouandellah *et al.*, 2011)

▪ *Prorocentrum spp*

Parmi les espèces toxiques de *Prorocentrum* (Ten-Hage *et al.* 2000), on peut distinguer des espèces majoritairement benthiques et productrices de toxines diarrhéiques : *P. arenarium*, *P. belizeanum*, *P. faustiae*, *P. hoffmannianum*, *P. lima* et *P. maculosum*. Les espèces *P. lima*, *P.*

hoffmannianum et *P. maculosum* sont à la fois producteurs de toxines diarrhéiques et de neurotoxines à action rapide (prorocentrolides). D'autres espèces de *Prorocentrum* planctoniques, telles que *P. mexicanum* et *P. minimum* ne synthétisent ni acide okadaïque ni dinophysistoxines mais produisent des composés hémolytiques ou cytotoxiques (Billard *et al.* 2001)

IV. Institut National de Recherches Halieutiques (INRH) et le Réseau de Surveillance et Salubrité du Littoral (RSSL)

1. INRH

L'Institut National de Recherches Halieutique est un établissement public à vocation scientifique doté de la personnalité morale de l'autonomie financière.

L'INRH est chargé d'entreprendre toutes activités de recherche, études, actions expérimentales et travaux en mer ou à terre afin d'évaluer, d'aménager, de préserver et de valoriser les ressources halieutiques.

2. RSSL

Depuis 1992, l'INRH a mis en place un réseau national de surveillance de la salubrité du littoral composé de 8 stations fonctionnelles basées à Nador, M'Diq et Tanger en méditerranée, puis à Casablanca, Oualidia, Agadir, Laâyoune et Dakhla en atlantique.

L'objectif principal de ce réseau est d'assurer le suivi de la qualité sanitaire des bivalves au niveau des zones conchylicoles classées, par des analyses régulières microbiologiques, chimiques, du phytoplancton toxique et des phycotoxines.

3. Rôle du RSSL

Les principales missions du RSSL se focalisent sur la préservation de l'environnement marin et de la protection du consommateur.

Cette surveillance s'exerce sur quatre domaines :

- Le phytoplancton et les phycotoxines,
- Les polluants chimiques,
- Les polluants microbiens,
- Les effets biologiques sur le milieu.

RapportGratuit.com

Chapitre 2

Matériel et méthodes

I. Baie de Dakhla

1. Unicité de la baie

Cette baie marine est située au sud du Maroc, dans la région de Dakhla, dont elle a pris le nom : cette ville est établie au niveau du cordon dunaire qui sépare la baie de l'océan. La limite sud-est de la lagune coïncide avec le petit centre urbain d'El Argoub.

C'est une Vaste baie marine saharienne localisé par la latitude 23°45'N et la longitude 015°50'W, allongée (37 km sur 13.5 km) creusée au sein d'un plateau désertique et largement ouverte sur l'océan, dont elle est séparée sur toute sa longueur par un cordon dunaire. L'hydrodynamisme et la profondeur s'affaiblissent progressivement du Sud vers la Nord, pour aboutir à une vaste sablière plus au mois salée inondé par les marées de vives eaux. Unique en son genre en Afrique du Nord, elle constitue à la fois un relais de migration, une zone d'hivernage et de nidification pour des milliers d'oiseaux d'eau.

Cette baie forme un idéal habitat pour plus de 120 espèces de mollusques, parmi elles des espèces endémiques et plus de 41 espèces de poissons (Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar). C'est un site d'hivernage et de reproduction remarquable pour de nombreuses espèces d'oiseaux et une escale pour la plupart des oiseaux d'eau paléarctique (une moyenne de 60 000 oiseaux entre 1995 et 2000).

La baie de Dakhla et connue également par le peuplement de mammifères marins notamment les grands dauphins et constitue un excellent site pour le développement des activités aquacoles, notamment l'exploitation des gisements naturels de coquillage et la production conchylicole. C'est pour ces considérations que la baie de Dakhla est classée site RAMSAR (Convention sur les zones humides d'importance internationale) le 15 Janvier 2005, site à intérêt écologique et biologique, faisant partie des aires marines protégées au Maroc.

Au nord-est de la baie se situe une formation exceptionnelle nommée la Dune Blanche : une dune de sable limitrophe de la baie fixe, ne se déplaçant pas sous l'effet des vents forts de la région. Elle constitue un site intéressant du point de vue écologique et touristique.

2. Caractéristiques de la baie

La baie semi-ouvert de Dakhla est élargie dans une superficie de 300 Km² avec un vent dominant Nord-NE et une profondeur qui est inférieure à 20 m, ce qui montre des

caractéristiques spéciales concernant la température, la salinité, l'oxygène dissout, la chlorophylle a et le type du sédiment .

II. Zones et les espèces surveillées

1. Au niveau littoral

- Taourta-oum labouir : située à 8 km au nord-ouest de la ville Dakhla. C'est une zone riche en gisement naturel des moules.

2. Au niveau de la baie

Plusieurs zones conchylicoles sont classées au niveau de cette baie il s'agit de :

- Peurtitou : la zone conchylicole de Peurtitou est située à 85km de la ville de Dakhla, au niveau de la passe de la baie Dakhla. Zone rocheuse riche en gisements coquilliers naturels de moule (*Perna perna*).
- Pk 25 : cette zone est située, en amont de la baie de Dakhla à 25 km au nord de la ville, c'est une zone sablonneuse, dont un étendu qui va jusqu'à 40 km², avec le plus important gisement naturel de couteau de la région (*Solen magrinatus*).
- Boutalha : situé à 14 km au nord de la ville de Dakhla, l'estran au niveau de cette zone conchylicole présente un substrat sableux à vaseux et peu argileux. Cette zone connaît une forte activité d'élevage des huitres creuse. De même la nature de l'estran de cette partie de la baie permet l'exploitation de gisements naturels de coque commune (*Cerastoderma edule*) (18 km au nord de la ville Dakhla).
- Duna Blanca : situé au nord-est de la baie de Dakhla (65 km de la ville de Dakhla), la zone de Duna Blanca est en retrait de l'agglomération urbaine de la ville de Dakhla. Cette zone connaît, avec la zone de Boutelha, une forte activité d'élevage des huitres creuses.



FIGURE 1. POSITIONNEMENT DES SITES ETUDIÉS AU NIVEAU DE LA BAIE DE DAKHLA

III. Méthodologie de travail

1. Echantillonnage

Nous avons réalisé quatre missions d'échantillonnage au niveau des zones de surveillances (Oum-labouir, Peurtitou, Boutelha, Duna blanca), la fréquence des prélèvements est hebdomadaire au niveau des points de surveillance, les prélèvements sont effectués à marée haute ($\pm 2h$ de pic)

Les échantillons d'eau de mer sont prélevés à environ 1 m de profondeur moyennant une bouteille Niskin de 1 litre de volume

Pour une bonne conservation, les échantillons destinés pour l'analyse quantitative ont été fixés par Lugol. Ces échantillons sont transportés dans une glacière afin d'être analysés.

2. Fixation des cellules

Dans le cas d'une fixation pour observation immédiate, la fixation se fait par lugol jusqu'à l'obtention d'une coloration jaune thé. A titre indicatif, à raison de 2.5 ml par 500ml. La solution de lugol est préparée selon Lassus 1989 :

Dans un litre d'eau distillée il y a :

-50g d'iode.

-100g d'iodure de potassium

-100ml d'acide acétique

Cette solution est conservée au réfrigérateur dans un flacon opaque à l'abri de la lumière à température ambiante pendant au moins une année.

3. Types d'échantillonnage

Échantillonnage régulier : concerne seulement les points eau échantillonnés (points « eau régulier »)

Échantillonnage épisodique (occasionnelle) : concerne les points eau échantillonnés seulement si la présence d'espèces toxiques est détectée sur les points réguliers (points « eau épisodique »), et tous les points « coquillages », dont l'échantillonnage est par définition épisodique, puisqu'il n'est effectué que pendant la durée de présence des toxines dans les coquillages.

4. Matériel de Prélèvement

Matériels requis pour le prélèvement d'échantillon du phytoplancton :

- ✓ Bottes et cirées
- ✓ Bouteilles à prélèvement
- ✓ Flacons de 1 litre
- ✓ Glacière suffisamment grande
- ✓ Etiquettes de prélèvement
- ✓ Thermomètre de terrain
- ✓ Fixateur (lugol)
- ✓ Pipette
- ✓ Fiches itinéraires



FIGURE 2. MATERIEL DE PRELEVEMENT

5. Protocole de prélèvement

1. L'eau de mer est prélevée, à 1 mètre de la surface, à l'aide d'une bouteille de prélèvement. Il est ensuite transvasée dans un flacon d'échantillonnage de contenance 1 litre;
2. La température est immédiatement mesurée à l'aide d'un thermomètre portable ;
3. Deux sous-échantillons de 500 ml ont été préparés dont un est fixé au lugol (2.5ml) in situ pour comptage. Le deuxième sous-échantillon servira à l'observation des cellules vivantes.
4. l'échantillon fixé au lugol est homogénéisé;
5. la fiche de prélèvement est ensuite remplie ;
6. Les échantillons sont transportés jusqu'au laboratoire dans une glacière (4°C- 10°C).



FIGURE 3. PREPARATION DES ECHANTILLONS AU TERRAIN

IV. Préparation des sous-échantillons pour le dénombrement

1. Mise en cuve

Afin de remettre en suspension les cellules fixées, après un stockage d'une durée plus ou moins longue, il est nécessaire d'agiter le flacon contenant l'échantillon à traiter. L'agitation est faite manuellement pendant une quinzaine de secondes, et comprend des mouvements rotationnels. Cette agitation ne doit pas être trop vigoureuse de façon à ne pas entraîner la désintégration des colonies fragiles.

2. Décantation des sous échantillons

Immédiatement après homogénéisation de l'échantillon, un volume connu est versé dans la chambre de sédimentation, dont la taille est de 10 ou 25 ml en rapport avec la concentration en particules de l'échantillon. La cuve de sédimentation est posée sur une surface plane sans vibration.



FIGURE 4. DECANTATION DES ECHANTILLONS

Après remplissage de la chambre de sédimentation, une lame de verre ronde couvre la chambre de sédimentation. Cette opération doit être effectuée en évitant de piéger des bulles d'air.

Dans le but de laisser précipiter les espèces, chaque cuve à son temps de fixation :

-la cuve à 25 ml → 12h

-la cuve à 10 ml → 8h

La sédimentation a lieu à l'obscurité à une température ambiante.

V. Analyse quantitative au microscope inversé

1. Microscope inversé

Le microscope est un instrument optique qui donne une image grandie d'un objet en général transparent. Il est constitué d'un banc optique dont une partie se trouve devant l'objet : l'éclairage, l'autre partie derrière l'objet pour l'observation. Ce banc doit être rigide et posséder tous les organes de centrage des pièces optiques.



FIGURE 5. MICROSCOPE INVERSE AU LABORATOIRE DE L'INRH A DAKHLA

Principe :

L'objet est transformé en une image réelle à l'aide d'un objectif. L'image se forme au plan focal d'un oculaire qui va pouvoir en donner ensuite une image virtuelle située à l'infini. On peut déduire de ce simple schéma que le grossissement de l'appareil dépend non seulement des objectifs et des oculaires mais aussi des distances qui séparent les composants. Initialement, pour la plupart des constructeurs, la longueur de tube était de 160 mm, sauf Leica qui utilisait des tubes de 170 mm et certains microscopes métallographiques avec des tubes de 250 mm. L'image se forme à 14 mm du plan focal de l'oculaire. Le pas de vis et le diamètre de la monture étaient fixés et universels. Ainsi, on pouvait passer un objectif d'un microscope d'une marque à un microscope d'une autre marque. Toutefois, depuis quelques années les constructeurs ont mis sur le marché les optiques dites à l'infini. Ces objectifs ne forment plus d'image en un plan défini mais à

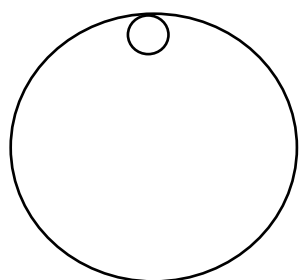
l'infini. Le faisceau sortant de l'objectif est donc parallèle. Ceci permet de positionner l'oculaire n'importe où. Quel est l'avantage ? On peut intercaler entre l'objectif et l'oculaire autant d'accessoires que l'on veut sans être obligé de rajouter des lentilles additionnelles de correction. Cependant, les tailles de montures et de pas de vis ont été modifiés rendant impossible le transfert des objectifs d'une marque à l'autre.

2. Détermination des populations

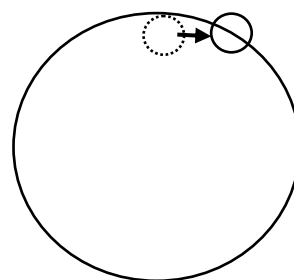
La détermination des populations phytoplanctoniques a été effectuée par la méthode d'Utermohl (1958) dans des cuves de sédimentation d'une capacité de 10 ou 25 ml.

L'observation et la numération se font à l'aide d'un microscope inversé de type Leica DM IRB.

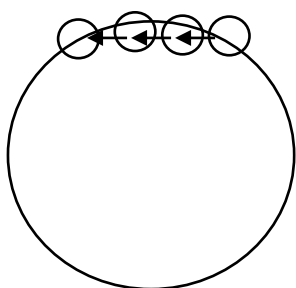
Pour la lecture des cuves : On a suivi la technique suivante :



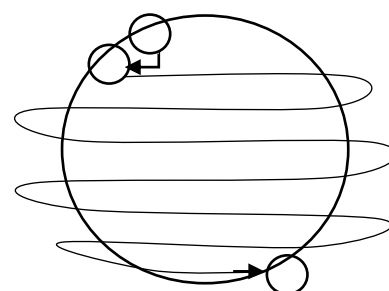
1. Positionnement du champ au plus



2. Déplacement horizontal à droite



3. Déplacement champ par champ



4. Descente de 1 champ et déplacement vers la droite et comptage

VI. Identification

L'identification du phytoplancton toxique se fait à partir de plusieurs manuels et description photographique chaque manuel traite une partie unique du phytoplancton.

1. Calcul des concentrations

$$N = n \frac{S}{S.obj} \times \frac{1000}{V}$$

n= nombre de cellules algales par champs

S= surface de cuve

S.obj= surface de l'objectif

V= volume de cuve

1 cellule observée sur la cuve de 10 ml → 100 cellules/litre.

1 cellule observée sur la cuve de 25 ml → 40 cellules/litre

RapportGratuit.com

Chapitre 3

Résultats et discussion

1. Population phytoplanctonique globale

L'étude qualitative et quantitative des peuplements phytoplanctoniques au niveau des quatre points de prélèvement dans la baie de Dakhla a abouti au recensement de plusieurs taxons regroupés en trois groupes : les Diatomées, les Dinoflagellés et les Silicoflagellés.

Au niveau de tous les sites, ce sont les Diatomées qui composent l'essentielle du peuplement phytoplanctonique puisque elles représentent respectivement 63, 80, 65 et 59% de l'abondance totale à T.OUM LABOUIR, PEURITOU, DUNA BLANCA et BOUTALHA (Tableaux 2, 3, 4,5 et Figures 6, 7, 8, 9).

Les Dinoflagellés représentent presque 32% de l'abondance phytoplanctonique totale au niveau des sites T.OUM LABOUIR, DUNA BLANCA et BOUTALHA, et représentent 13% de l'abondance phytoplanctonique totale à PEURTITOU (Tableaux 2, 3, 4,5 et Figures 6, 7, 8, 9).

Les Silicoflagellés sont les moins abondants par rapport aux autres groupes, elles représentent 6% à T.OUM LABOUIR, 7% à PEURTITOU, 5% à DUNA BLANCA et 8% de l'abondance phytoplanctonique totale à BOUTALHA (Tableaux 2, 3, 4,5 et Figures 6, 7, 8, 9).

La répartition des espèces phytoplanctonique est généralement sous l'influence de différents paramètres environnementaux (ou abiotiques) qui ont des effets directs ou indirects sur leurs prolifération.

TABLEAU 2. ESPECES PHYTOPLANCTONIQUES TROUVES A T.OUM LABOUIR

T. OUM LABOUIR		
Les diatomées	Les dinoflagellés	Silicoflagellés
<i>Nitzschia</i> <i>Dactyliosolen</i> , <i>Hyalodisus</i> , <i>Biddulphia</i> , <i>Thalassiosiria</i> , <i>Pleurosigma</i> , <i>Licmophora</i> , <i>Leptocylindrus</i> , <i>Guinardia</i> , <i>Odontella</i>	<i>Lingulodinium</i> <i>Fibrocapsa</i> , <i>Alexandrium</i> <i>Gymnodinium</i> <i>Protoperidinium</i>	<i>Octactis</i>

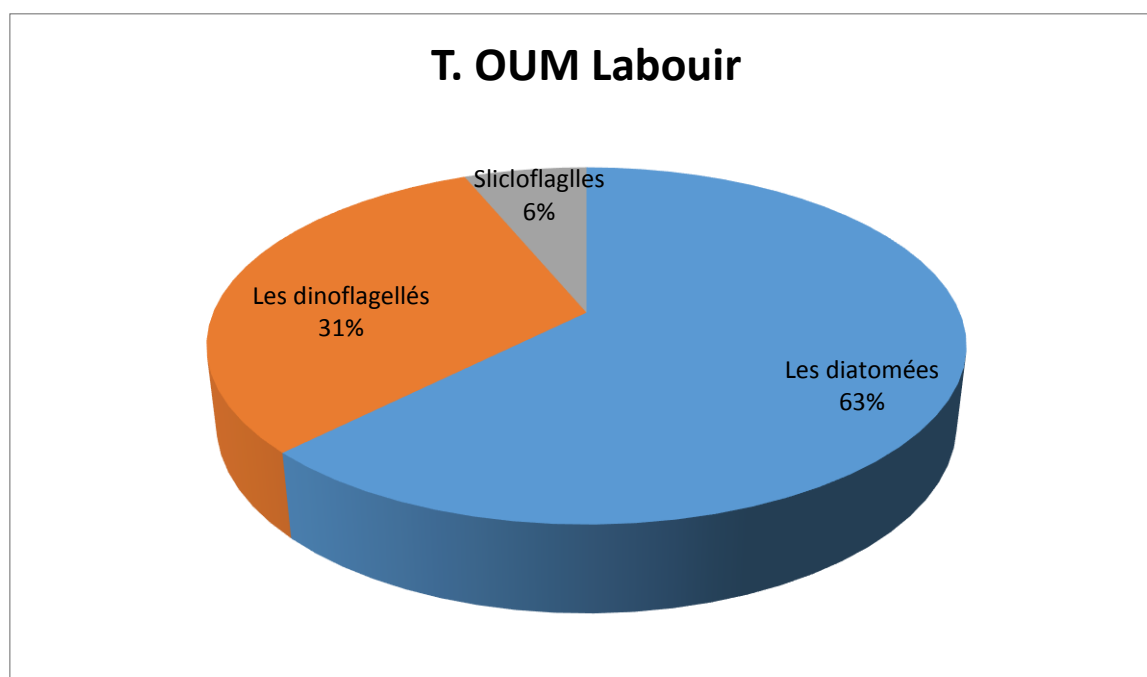


FIGURE 6. IMPORTANCES RELATIVES DES DIFFERENTS GROUPES D'ALGUES A T.OUM LABOUIR

TABLEAU 3. . ESPECES PHYTOPLANCTONIQUES TROUVES A PEURTITTOU

PEURTITTOU		
Les diatomées	Les dinoflagellés	Silicoflagellés
<i>Leptocylindrus</i>	<i>Gymnodinium</i>	<i>Octactis</i>
<i>Chaetocerose</i>	<i>Alexandrium</i>	
<i>Nitzschia</i>		
<i>Guinardia</i>		
<i>Licmophora</i>		
<i>Skeletonemmma</i>		
<i>Navicula</i>		
<i>Rhizosolenia</i>		
<i>Coscinodiscus</i>		
<i>Thalasonema</i>		
<i>Rhabdonema</i>		
<i>Biddulphia</i>		

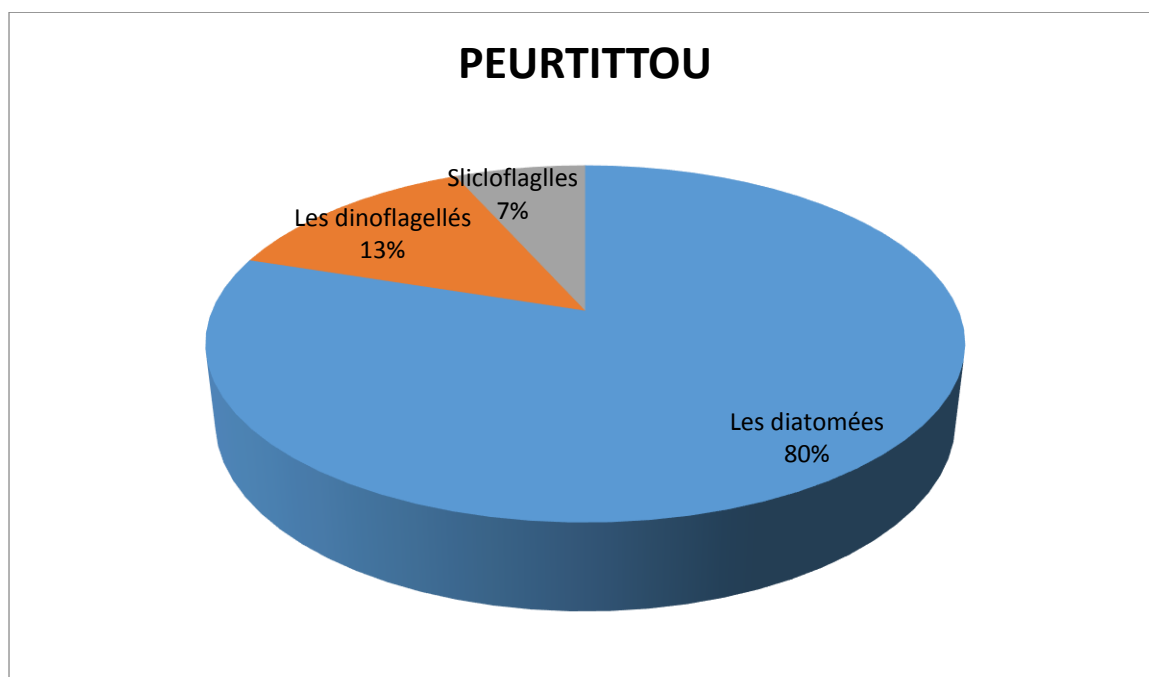


FIGURE 7. IMPORTANCE RELATIVES DES DIFFERENTS GROUPES D'ALGUES A PEURTITTOU

TABLEAU 4. ESPECES PHYTOPLANCTONIQUES TROUVES A DUNA BLANCA

DUNA BLANCA		
Les diatomées	Les dinoflagellés	Silicoflagellés
<i>Leptocylindrus</i>	<i>Alexandrium</i>	
<i>Chaetocerose</i>	<i>Lingulodinium</i>	
<i>Nitzschia</i>	<i>Ceratium</i>	
<i>Guinardia</i>	<i>Scrippseilla</i>	
<i>Licmophora</i>	<i>Fibrocapsa</i>	
<i>Skeletonemmma</i>	<i>Prorocentrum</i>	
<i>Navicula</i>		
<i>Thalasonema</i>		
<i>Delphineis</i>		
<i>Corethron</i>		
<i>Pseudontzschia,</i>		
<i>Hyalodiscus</i>		
<i>Dactyliosolen</i>		

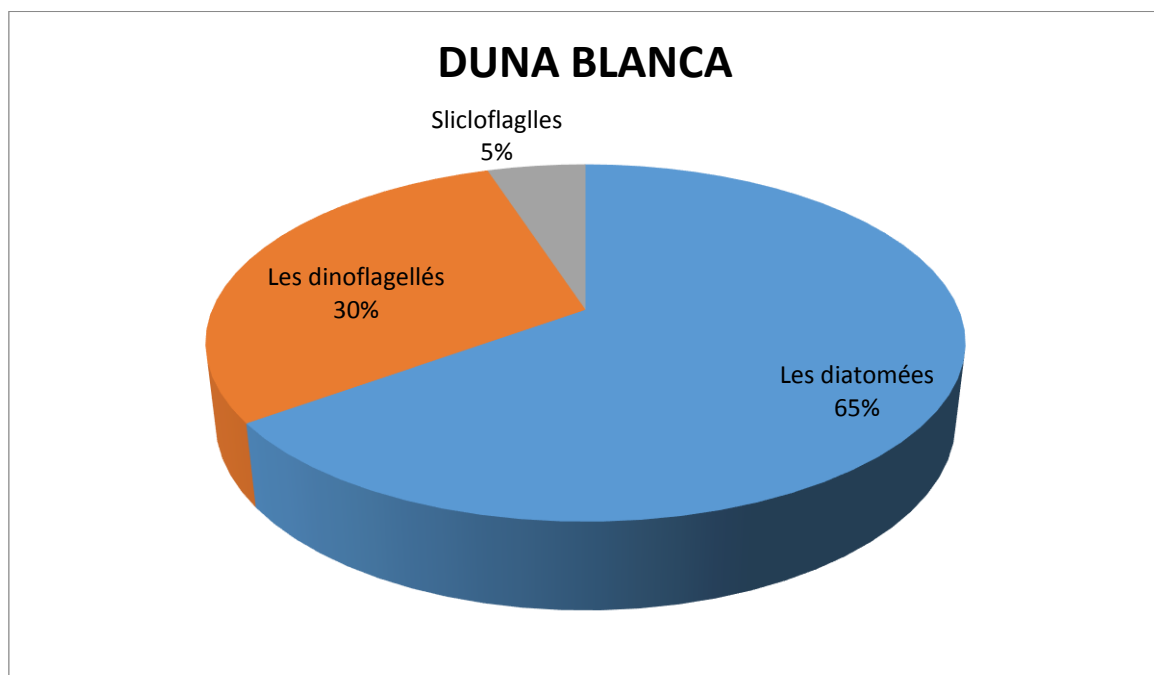


FIGURE 8. IMPORTANCES RELATIVES DES DIFFERENTS GROUPES D'ALGUES A DUNA BLANCA

TABLEAU 5. ESPECES PHYTOPLANCTONIQUES TROUVES A BOUTALHA

BOUTALHA		
Les diatomées	Les dinoflagellés	Silicoflagellés
<i>Leptocylindrus</i>	<i>Lingulodinium</i>	<i>Octactis</i>
<i>Nitzschia</i>	<i>Scrippseilla</i>	
<i>Guinardia</i>	<i>Fibrocapsa</i>	
<i>Skeletonemmma</i>	<i>Gumnodinium</i>	
<i>Thalasonema</i>		
<i>Pseudontzschia</i>		
<i>Rhizosolenia</i>		

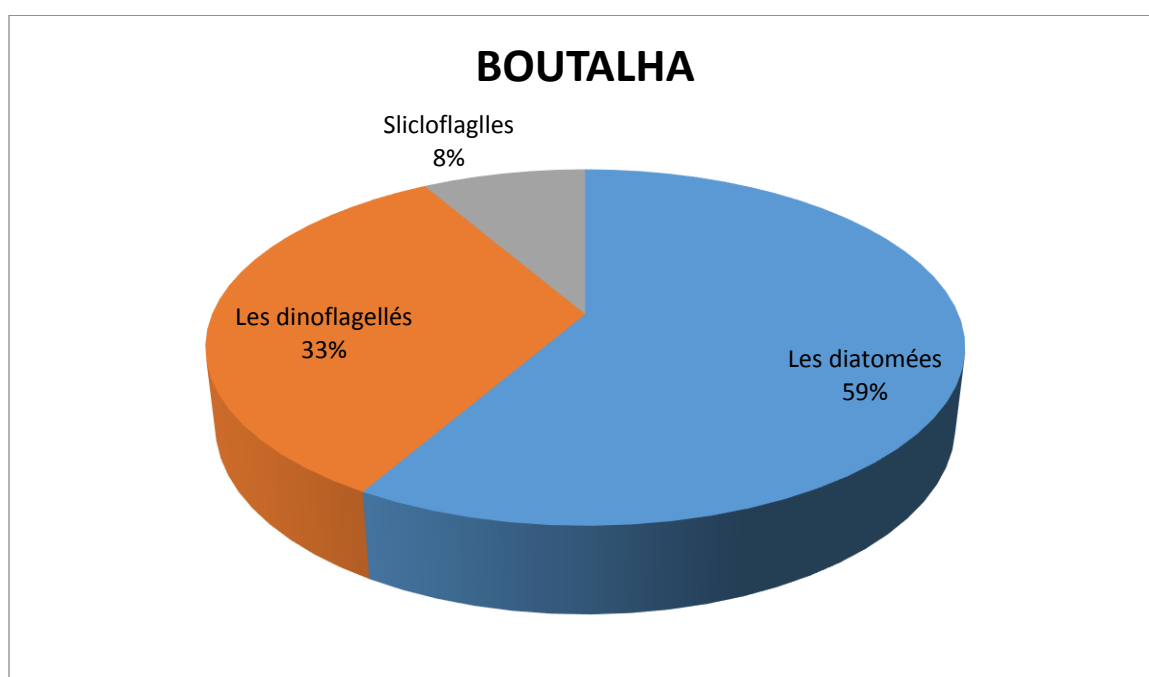


TABLEAU 6. IMPORTANCES RELATIVES DES DIFFERENTS GROUPES D'ALGUES A BOUTALHA

2. Espèces phytoplanctoniques toxiques

L'étude qualitative des microalgues toxiques révèle la présence de plusieurs espèces à savoir, *Pseudonitzschia*, présente dans tous points étudiés. *Dinophysis* et *Dictyocha* présente à T.Oum labouir et à DUNA BLANCA. *Alexandrium*, présente à Boutalha. *Ostreopsis spp* et *Karenia spp* à PEURTITTOU (tableaux 7 et 8).

L'INRH, s'intéresse plus particulièrement à la recherche des espèces appartenant aux genres *Pseudonitzschia*, *Dinophysis* et *Alexandrium*, ces trois espèces sont les plus dangereuses et peuvent être à l'origine d'intoxications mortelles.

Pseudonitzschia est une espèce bien marquée dans les quatre sites, sa densité a varié de 16840 cellules/l à Boutalha en Mai (figure 12) à 80 cellules/l à T.oum labouir en Avril (figure 9). En effet, sa concentration cellulaire n'a jamais dépassée le seuil de toxicité (10^5 cellules/l). Les symptômes sont de type gastro-intestinal, mais également neurologiques (avec notamment des pertes de mémoires). Cette espèce est responsable de la production d'une toxine pouvant, dans les cas les plus graves, entrainer la mort, c'est une neurotoxine, l'acide domoïque.

Dinophysis n'est présente que dans T.oum labouir (figure 9) et Duna blanca (figures 11) sa densité très faible varie de 120 cellules/l à T.oum labouir (figure 9) en Mai à 0 cellules/l en Mai à Duna blanca (figure 11). Toutefois, n'a jamais dépassée la norme (4.10^4 cellules/l). Ce genre produit une toxine diarrhéique, l'acide okadeïque.

Alexandrium est une espèce présente à Boutalha (figure12) et Duna blanca (figure11) et absente à Peurtittou (figure 10) et T.oum labouir (figure 9), sa densité a varié de 800 cellules/l à Boutalha (figure12) en Mai à 0 cellules/l en Avril dans le même site et en Mai à Duna blanca (figure11). En cas d'intoxication, elle entraine une paralysie musculaire et dans les cas les plus graves, peuvent être mortelles lorsque le système respiratoire est atteint. La toxine responsable est la saxitoxine.

En fin, il paraît que l'ensemble de ces analyses montre que, ces milieux sont salubres et constituent des sites favorables d'élevage des fruits de mer en particulier, les huitres creuses et aussi c'est gisement naturel pour la collecte des moules, coques et couteaux.

TABLEAU 7. ESPECES TOXIQUES RENCONTREES AU COURS DES PRELEVEMENT DU MOIS D'AVRIL (ANNEXE)

Sites	Espèce toxiques	Espèces ichtiotoxiques
T.Oum labouir	<i>Pseudo-nitzscha spp</i> <i>Dinophysis spp</i>	<i>Dictyocha spp</i>
Peurtittou	<i>Pseudo-nitzscha spp</i> <i>Prorocentrum lima</i>	<i>Ostreopsis spp</i> <i>Karenia spp</i>
Boutalha	<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	
Duna balnca	<i>Dinophysis spp</i> <i>Alexandrium spp</i> <i>Pseudo-nitzschia spp</i> <i>Prorocentrum lima</i>	<i>Karenia spp</i> <i>Ostreopsis spp</i>

TABLEAU 8. ESPECES TOXIQUES RENCONTREES AU COURS DES PRELEVEMENT DU MOIS DE MAI.(ANNEXE)

Sites	Espèce toxiques	Espèces ichtiotoxiques
T.Oum labouir	<i>Pseudo-nitzscha spp</i> <i>Dinophysis spp</i>	
Peurtittou	<i>Pseudo-nitzscha spp</i>	
Boutalha	<i>Alexandrium spp</i> <i>Pseudo-nitzschia spp</i>	<i>Karenia spp</i>
Duna balnca	<i>Pseudo-nitzschia spp</i>	

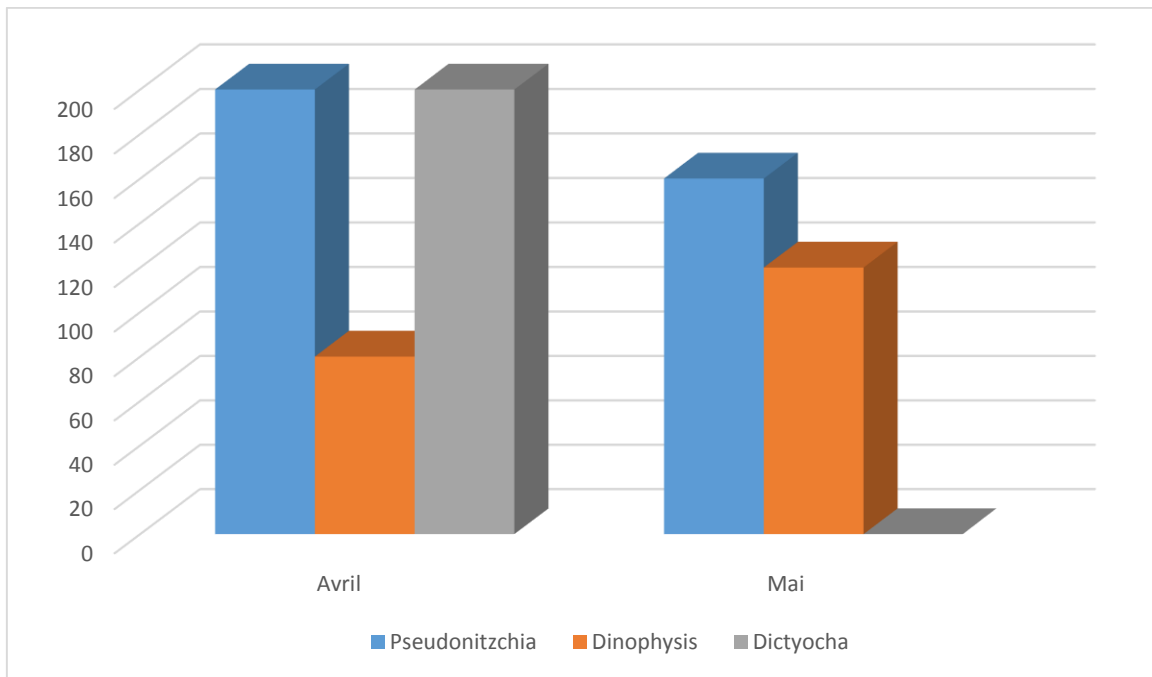


FIGURE 9 DENSITE DES ESPECES TOXIQUES AU NIVEAU DE T.OUM LABOUIR, AUX MOIS D'AVRIL ET MAI.(ANNEXE)

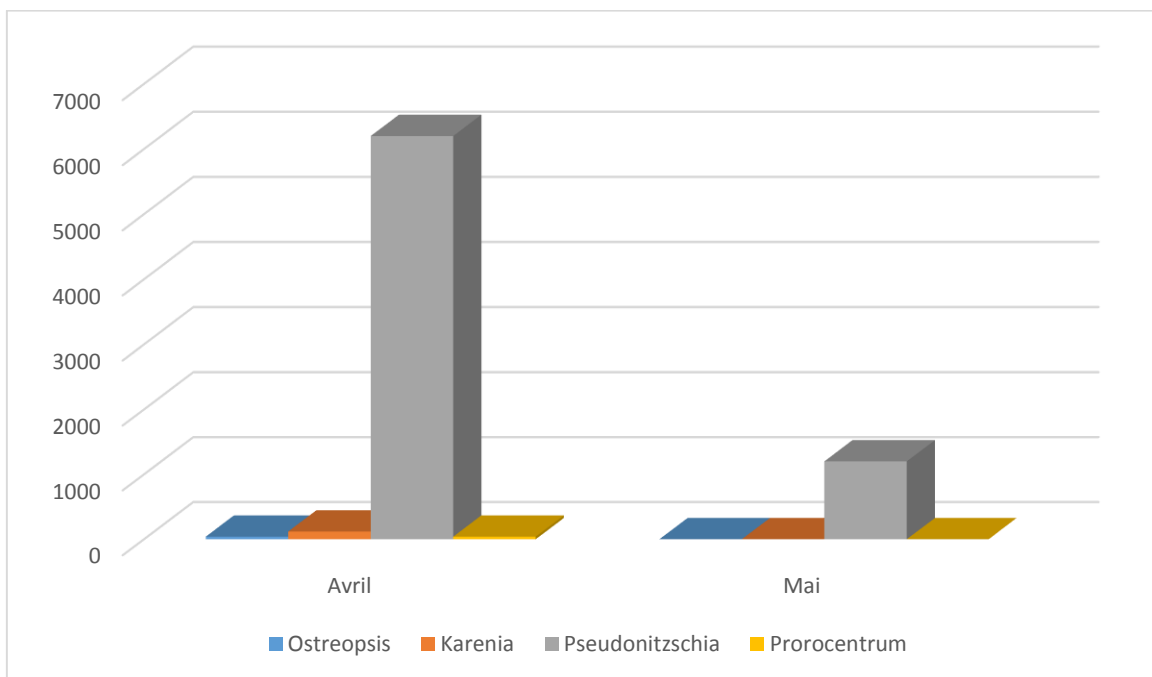


FIGURE 10 DENSITE DES ESPECES TOXIQUES AU NIVEAU DE PEURTITTOU, AUX MOIS D'AVRIL ET MAI.(ANNEXE)

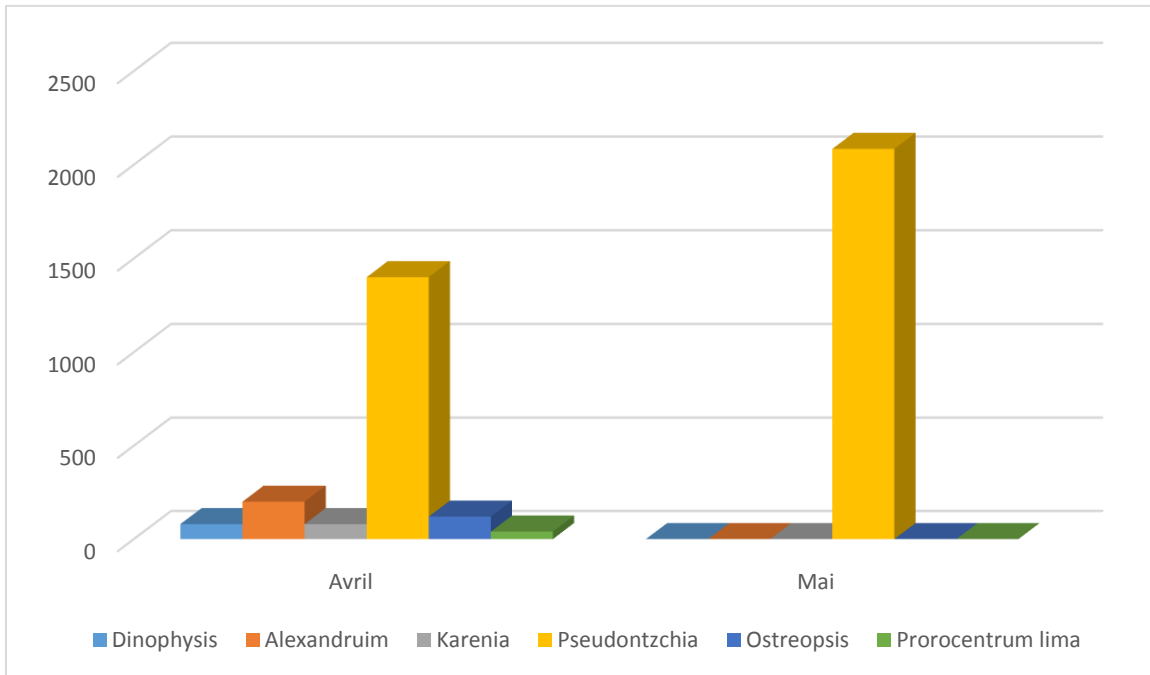


FIGURE 11 . DENSITE DES ESPECES TOXIQUES AU NIVEAU DE DUNA BLANCA, AUX MOIS D'AVRIL ET MAI.(ANNEXE)

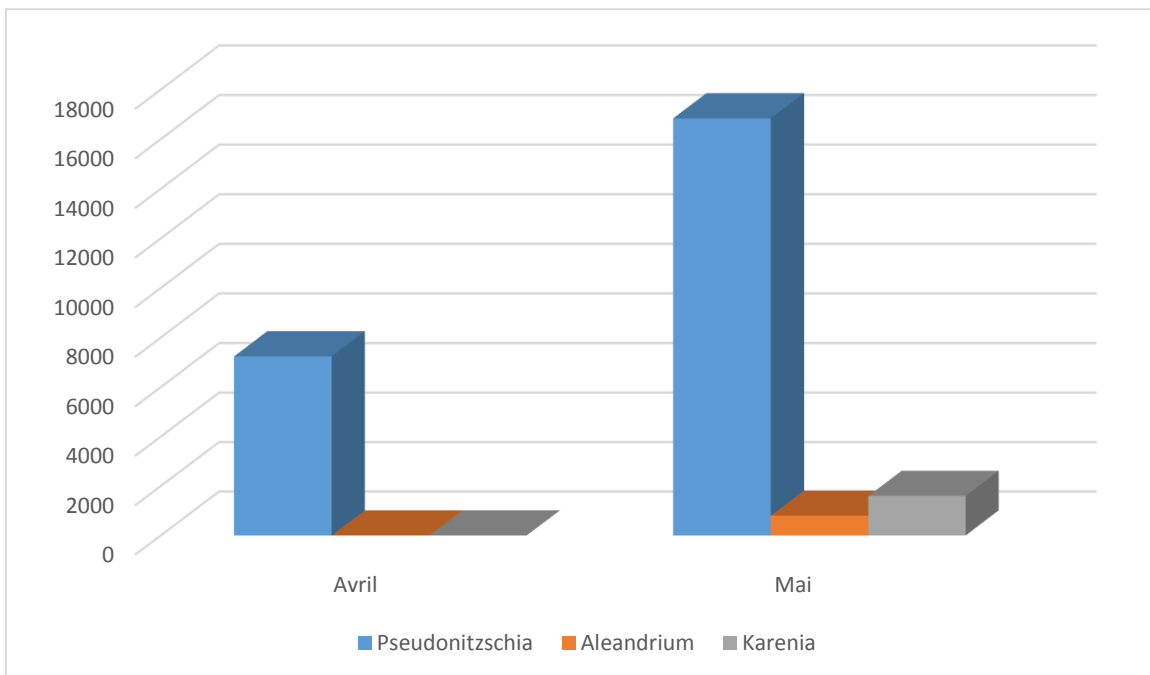


FIGURE 12. DENSITE DES ESPECES TOXIQUES AU NIVEAU DE BOUTALHA, AUX MOIS D'AVRIL ET MAI.(ANNEXE)

3. Conclusion et perspectives

Durant la période de stage étalée sur deux mois (Avril- Mai 2017), les résultats d'analyse des échantillons ont permis la distinction de différents grands groupes phytoplanctonique. A savoir les diatomées, les dinoflagellés, et au sein de ce groupe nous avons pu identifier plusieurs espèces toxiques et ichtiotoxiques.

Les échantillons d'eau de mer prélevés au niveau de différents sites d'échantillonnage de la baie de Dakhla ont révélé la présence de plusieurs espèces phytoplanctoniques toxiques appartenant aux genres *Pseudo-nitzschia*, *Dinophysis* et *Alexandrium*. Ces populations présentent des variations géographiques et temporelles dans leur composition.

Pendant les deux mois d'étude, aucun bloom planctonique n'a été enregistré.

En perspective :

- Elargir le nombre et la durée d'échantillonnage des espèces phytoplanctoniques marins.
- Etude de la dynamique de phytoplancton en corrélation avec les paramètres physico-chimiques de milieu (salinité, pH, les éléments nutritifs, Oxygène dissout, chlorophylle..), et le développement d'une manière générale et les espèces toxiques en particulier.

Références bibliographiques

Abouabdellah R., Taleb H., Bennouna A., Erler K., Chafik A & Moukrim A., 2008. Paralytic shellfish poisoning toxin profile of mussels *Perna perna* from southern Atlantic coasts of Morocco. *Toxicon*, 51 : 780-786.

ABOUABDELLAH. R. Etude des phycotoxines paralytiques et lipophiles chez les mollusques bivalves de l'Atlantique sud marocain .2012.174/12

Balech 1995. The genus *Alexandrium* Halim (Dinoflagellata). Sherkin Island Marine Station, Sherkin Island, Co. Cork, Ireland, 151.

Bates S.S., 1989. Pennate diatom *Nitzschia pungens* as the primary source of domoic acid, a toxin in shellfish from eastern Prince Edward Island, Canada. *Can. J. Fish. Aquat.Sci.*, 46: 1203-1215.

Bennouna A, El Attar J, Berland B & Assobhei O. 2005b: «Study of phytoplankton along of Abda-doukkala area (Moroccan Atlantic), GEOHAB and Stratification, UNESCO,. .19.

Billard C., Fresnel J. & Chrétiennot-Dinet M.J., 2001. Les espèces productrices de phycotoxines marines et leur détection. In: *Toxines d'algues dans l'alimentation*. Frémy J.P., Lassus P. & al. Ifremer, 129-156

Bolch C.J.S., Negri A.P. & Hallegraeff G.M., 1999. *Gymnodinium microreticulatum* nov. sp. (Dinophysaceae): a naked, microreticulate cystproducing dinoflagellate, distinct from *Gymnodinium catenatum* and *Gymnodinium nolleri*. *Phycologia*, 9-74.

Bourelly, P. 1985a. Les algues d'eau douce: Initiation à la systématique. Tome I: Les algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines. Société nouvelle des éditions Boubée, Paris.

Bourelly, P. 1985b. Les algues d'eau douce: Initiation à la systématique. Tome III: Les algues Vertes. Editions N. Boubée & Cie, Paris

Ciminiello P, Fattorusso E., Fiorino M. & Montresor M., 2000. Saxitoxin and neosaxitoxin as toxic principles of *Alexandrium andersonii* (Dinophysaceae) from the Gulf of Naples, Italy. *Toxicon*, 38:1871-1877

Ettl, H. 1978. Xanthophyceae. Ettl, H., Gerloff, J. et Heynig, H. (eds). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

Ettl, H. & Gärtner, G. 1988. Chlorophyta II (Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales). Ettl, H., Gerloff, J. Heynig, H. et Mollenhauer, D. (eds). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

Germain, H. 1981. Flore des diatomées : eaux douces et saumâtres. Société nouvelle des éditions Boubée, Paris.

Hallegraeff, G.M., 1993. A review of harmful algae blooms and their apparent global increase. *Phycologia*, 32: 79-99.

Iglesias-Rodriguez, M.D., Schofield, O.M., Batley, J., Medlin, L.K. et Hayes, P.K. 2006. Intraspecific genetic diversity in the marine coccolithophore *Emiliana huxleyi* (Prymnesiophyceae): The use of microsatellite analysis in marine phytoplankton population studies. *Journal of phycology*. 42 : 526-536.

Kofoed, C.A. 1909. On *Peridinium steinii* Jörgensen, with a note on the nomenclature of the skeleton of the Peridinidae. *Archiv für Protistenkunde*. 16 : 25-47.

Kugrens, P. et Clay, B.L. 2003. Cryptomonads. Dans : *Freshwater Algae of North America : Ecology and Classification*. Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (eds). Academic Press, Paris.

Litaker R.W., Tester P.A., Levy M.G., Noga E.J. 1999. The phylogenetic relationship of *Pfiesteria piscida*, *Cryptoperidiniopsis* sp., *Amyloodinium ocellatum* and a *Pfiesteria*-like dinoflagellate to other dinoflagellates and apicomplexans. *J. Phycol.*, 35, 1379-1389.

Majid Mansour TS7.3 Environnements littoraux et aménagement durable: Apport de l'information spatiale 2nd FIG Regional Conference Marrakech, Morocco, December 2-3, 2003

Manuel à l'usage de formation des analystes « IFREMER », surveillance du phytoplancton marins « **Elisabeth NEZAN** » 1996. Guide « identifying marine phytoplankton » Carmelo R. Tomas. 1996...

Marc Moreau, CNRS Catherine Leclerc, CNRS Centre de Biologie du Développement, UMR 5547, Université Paul Sabatier

Noël Grogg / Thèse d'écologie fonctionnelle / Université de Toulouse, INP-Ensat.

Pavela-Vrancic M, Mestrovic V, Marasovic I, Gillman M, Fureyc A & James K J. 2002. DSP toxin profile in the coastal waters of the central Adriatic Sea. *Toxicon* 40: 1601-1607.

Phytoplancton et phycoroxine, Ifremer Octobre 2016, Observation et surveillance des phytoplanctons et l'hydrologie en France métropolitaine

Pierre Mollo, Anne Noury – 2013 Le manuelle de plancton 79/191

Prescott, L.M., Harley, J.P. & Klein, D.A. 2003. Microbiologie, 2ème édition. De boeck Université, Bruxelles

Rosowski, J.R. 2003. Photosynthetic Euglenoids. Dans : Freshwater Algae of North America : Ecology and Classification. Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (eds). Academic Press, Paris.

Starmach, K. 1974. Cryptophyceae, Dinophyceae, Raphidophyceae. Flora Slodkowodna Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

Steidinger, K. A. 1993. Some taxonomic and biologic aspects of toxic dinoflagellates. In Falconer, I. R. (Ed.). Algal toxins in sea food and drinking water. Academic Press, London, pp. 1–28.

Ten-Hage L., Turquet J., Quod J.P. & Couté A. 2000. An overview of the biodiversity of benthic dinoflagellates from La Réunion Island (France, South West Indian Ocean). Proc. 9th Int. Conf. Harmful algal blooms, February 7-11, Hobart, Tasmania, abstract book, 232.

Viviani, R., Boni, L., Cattani, O., Milandri, A., Polleti, R. & Pompei M., 1995. ASP, DSP, NSP and PSP monitoring in mucilaginous aggregates and in mussels in a coastal area of the Northern Adriatic Sea facing Emilia-Romagna in 1988, 1989 and 1991. Sci. Total. Environ. 165, 203.

Wetzel, R.G. 2001. Limnology : Lake and River Ecosystems. 3rd Edition. Academic Press, London.

Zardoya R., Costas E., Lopez-Rodas V., Garrido-Pertierra A. & Bautista J.M., 1995. Revised dinoflagellate phylogeny inferred from molecular analysis of large-subunit ribosomal RNA gene sequences. J. Mol. Evol., 41: 637-645.

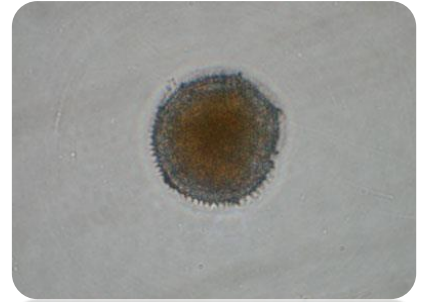
IV. Annexe



Octactis



Nitzschia



Lingulodinium



Dactyliosolen



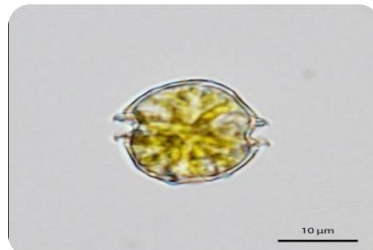
Hyalodisus



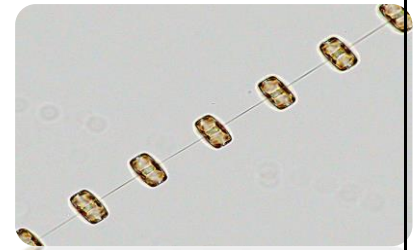
Fibrocapsa japonica



Biddulphia



Alexandrium



Thalassiosira



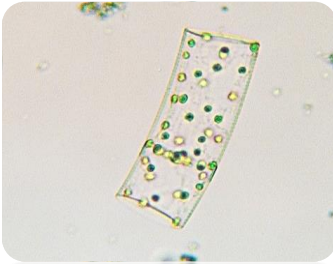
Pleurosigma



Licmophora



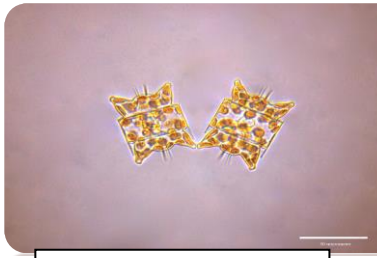
leptocylindrus



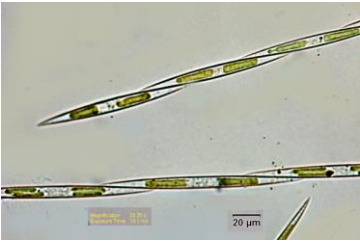
Guinardia



Gymnodinium



Odontella



Pseudonitzschia



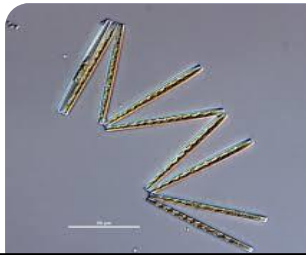
Chaetoceros



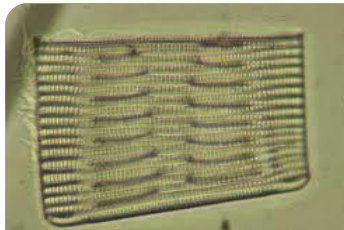
Skeletonemmma



Coscinodiscus



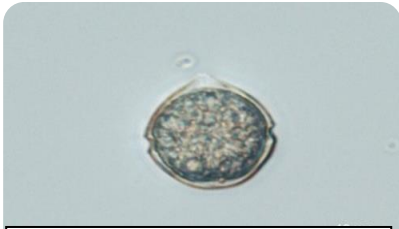
Thalassonema



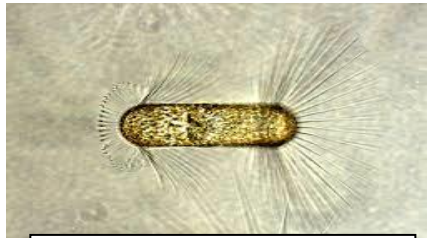
Rhabdonema



Ceratium



Scrippseilla



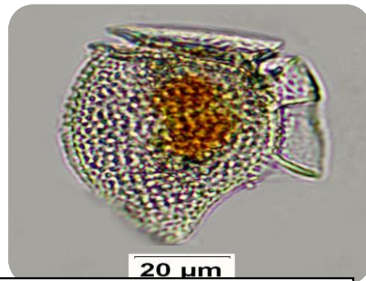
Corethron



Prorocentrum micans



Rhizosolenia



Dinophysis

