

# Contribution à l'étude du phytoplancton de la côte atlantique marocaine. I - Espèces récurrentes, proliférantes ou potentiellement toxiques

*Contribution to the phytoplankton survey of the Moroccan Atlantic Coast.  
I - Recurrent, proliferating or potentially toxic species*

Rachida Akallal\*, Chantal Billard\*\*, Jacqueline Fresnel\*\*, Thierry Givernaud\*\*\*, Aziza Mouradi\*

\* Laboratoire de biochimie et biotechnologies marines, Faculté des sciences, Université Ibn Tofail, 14000 Kénitra, Maroc

\*\* Laboratoire de biologie et biotechnologies marines, Université de Caen, Esplanade de la Paix, 14032 Caen cedex, France

\*\*\* SETEXAM, BP 210, 14000 Kénitra, Maroc

**Mots clés :** *phytoplancton, Maroc, littoral atlantique, prolifération, espèces toxiques.*

**Key-words:** *phytoplankton, Morocco, Atlantic coast, bloom, toxic species.*

## RÉSUMÉ

Akallal R., C. Billard, J. Fresnel, T. Givernaud, A. Mouradi - Contribution à l'étude du phytoplancton de la côte atlantique marocaine. I - Espèces récurrentes, proliférantes ou potentiellement toxiques. Mar. Life, **12** (1-2) : 11-20.

Sur une période de deux ans nous avons réalisé un suivi de l'évolution de la population phytoplanctonique du littoral Atlantique Nord du Maroc (régions de Kénitra et de Rabat). Sur plus de 180 taxons identifiés, seules sont commentées les espèces récurrentes, proliférantes ou encore potentiellement toxiques appartenant aux diatomophycées, dinophycées et dictyochophycées. Parmi les organismes non toxiques, certains sont observés en faible quantité tout au long de l'année (*Leptocylindrus danicus*, *Odontella mobiliensis*, *Protoperidinium spp.*, *Ceratium spp.*), alors que d'autres abondent à certaines saisons (*Bacteriastrum hyalinum*, *Chaetoceros curvisetus*, *Asterionellopsis glacialis*, *Scrippsiella trochoidea*, *Protoperidinium diabolium*). La présence d'espèces potentiellement nuisibles a été décelée tout au long de l'année dans les sites échantillonnés, certaines en faible quantité (*Pseudo-nitzschia spp.*, *Dinophysis acuta*, *D. fortii*, *Phalacroma rotundatum*, *Lingulodinium polyedrum*), tandis que d'autres (*D. acuminata*, *D. caudata*) prolifèrent à certaines périodes.

## ABSTRACT

Akallal R., C. Billard, J. Fresnel, T. Givernaud, A. Mouradi - [Contribution to the phytoplankton survey of the Moroccan Atlantic Coast. I - Recurrent, proliferating or potentially toxic species]. Mar. Life, **12** (1-2) : 11-20.

A two year phytoplankton survey was carried out on the North Atlantic Moroccan Coast (areas of Kénitra and Rabat). Of over 180 taxa identified, only the recurrent and the proliferating or potentially toxic species are presented within the Diatomophyceae, Dinophyceae and Dictyochophyceae. Among the non-toxic organisms, some occur at low densities all year round (*Leptocylindrus danicus*, *Odontella mobiliensis*, *Protoperidinium spp.*, *Ceratium spp.*), whereas others are seasonally highly abundant (*Bacteriastrum hyalinum*, *Chaetoceros curvisetus*, *Asterionellopsis glacialis*, *Scrippsiella trochoidea*, *Protoperidinium diabolium*). The presence of potentially harmful species was detected all year round in the sampled areas, some at low abundances (*Pseudo-nitzschia spp.*, *Dinophysis acuta*, *D. fortii*, *Phalacroma rotundatum*, *Lingulodinium polyedrum*), whereas others (*Dinophysis acuminata*, *D. caudata*) bloomed at certain periods.

## INTRODUCTION

Les côtes marocaines (3 500 km ; figure 1) sont connues pour leur richesse en ressources halieutiques qui résultent notamment de l'abondance du plancton marin. Ces ressources peuvent être compromises par le risque d'apparition d'efflorescences phytoplanctoniques toxiques dues à

la prolifération de dinoflagellés nuisibles tels que *Gymnodinium catenatum*, *Alexandrium spp.* ou *Dinophysis caudata*. Ces derniers peuvent être cause d'intoxications humaines via la chaîne alimentaire et de tels phénomènes, ainsi que des mortalités massives de poissons, ont déjà été observés en différents points des côtes atlantique ou méditerranéenne du Maroc (Beaubrun, 1979 ;

Tagmouti *et al.*, 1996 ; Tahri Joutei *et al.*, 1996 ; Tahri Joutei, 1998).

En dehors de ces observations spécifiques, réalisées par l'Institut national de recherche halieutique (INRH) du Maroc, le phytoplancton des côtes marocaines n'a fait l'objet à ce jour d'aucun recensement exhaustif. Or, outre les dinoflagellés toxiques déjà répertoriés, d'autres dinoflagellés mais aussi des organismes marins différents peuvent présenter un risque potentiel, comme par exemple les efflorescences à diatomées neurotoxiques du genre *Pseudo-nitzschia* qui affectent déjà certaines régions du monde (e.g. Fryxell *et al.*, 1997). D'une façon générale, une étude systématique du phytoplancton des côtes marocaines nous paraît constituer un préalable indispensable, ne serait-ce que comme support des réseaux de surveillance des espèces toxiques et pour constituer une base de données floristiques.

Dans ce contexte, nous avons suivi durant deux ans l'évolution de la population phytoplanctonique sur un secteur de la côte atlantique nord, entre Kénitra et Rabat (sites de Mehdia et Témara, respectivement). Cette zone peu étudiée s'est avérée riche en phytoplancton. Sur plus de 180 taxons identifiés au cours de ce travail, certains sont rares ou peu fréquents, aussi avons-nous choisi de présenter dans cette étude préliminaire les espèces représentatives récurrentes des sites échantillonnés (présentes toute l'année), les espèces ayant proliféré à certaines périodes, ainsi que les espèces potentiellement toxiques de ce secteur des côtes marocaines.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Sites de prélèvement

Les sites de Mehdia et de Témara sont distants d'environ 60 kilomètres et dotés de moyens d'embarquement (petits bateaux de pêche) ; ils ont été échantillonnés presque tous les mois entre octobre 1997 et juin 1999. La station de Mehdia

(figure 1) est caractérisée par sa proximité avec l'estuaire de l'oued Sebou. Ce dernier traverse un certain nombre de villes (Taza, Fès, Sidi Kacem et Kénitra) qui rejettent directement des charges organiques, minérales et industrielles sans traitement préalable. Sur l'embouchure, on note la présence d'un port de pêche. Un autre port fluvial commercial est situé sur l'oued Sebou à huit kilomètres de l'estuaire. Le site de Témara (figure 1), éloigné d'une dizaine de kilomètres de la ville de Rabat, est une plage avec un port de plaisance et de pêche traditionnelle. Dans les deux sites, les prélèvements ont été effectués à deux kilomètres au large.

### Étude qualitative

Afin de réaliser une étude de la systématique des taxons présents, des pêches au filet à plancton ont été effectuées en remorquant un filet (30 cm de diamètre, 90 cm de longueur avec un maillage de 20  $\mu\text{m}$ ) pendant 15 minutes en subsurface. Le matériel est ramené rapidement au laboratoire où il est toujours examiné vivant puis fixé au formol (concentration finale 5%). Les observations sur ces prélèvements où la densité des organismes est élevée facilitent la détermination des espèces présentes et renseignent déjà sur leur abondance relative. La salinité et la température sont mesurées sur place respectivement à l'aide d'un réfractomètre et d'un thermomètre à mercure. Les cellules sont observées à l'aide d'un microscope photonique Nikon Fx-35A ou d'un Leitz Orthoplan équipé d'un système de contraste interférentiel. Les différentes espèces ont été identifiées à l'aide des ouvrages de référence suivants : Cupp (1943) ; Dodge (1982) ; Sournia (1986) ; Ricard (1987) ; Hasle, Syvertsen (1996) ; Nézan, Piclet (1996) ; Steidinger, Tangen (1996) ; Bérard-Therriault *et al.* (1999).

### Estimation quantitative

Pour cette étude, un litre d'eau de mer est prélevé à 50 cm de profondeur. En l'absence de microscope inversé, la méthodologie utilisée a été la

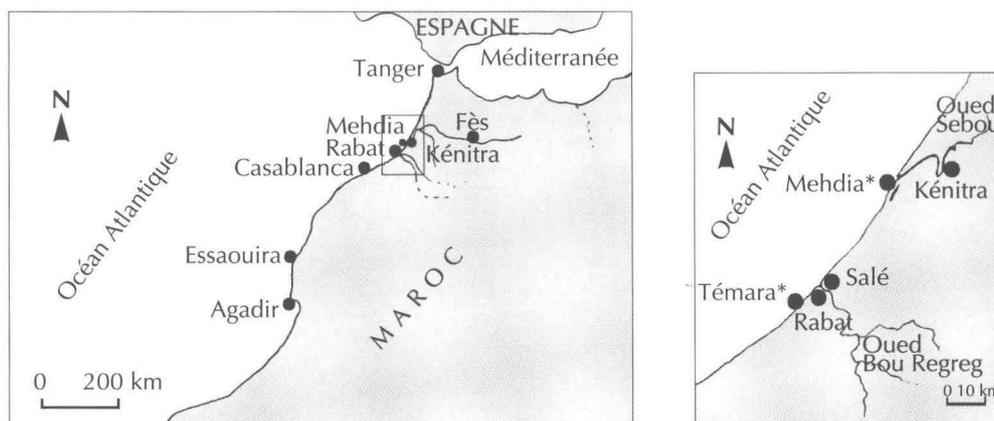


Figure 1 - Situation géographique des zones de prélèvements (\*). / Location of sampling sites (\*).

suivante : le prélèvement formolé est laissé à sédimenter quelques jours dans une bouteille en matière plastique renversée dont le fond a été découpé puis le surnageant est éliminé par aspiration douce jusqu'à atteindre un volume final de 50 mL. Après homogénéisation, des microvolumes (100 µL) sont prélevés, et l'estimation de l'abondance des principales espèces est réalisée à partir de l'examen de tels microvolumes au microscope optique. Le nombre de microvolumes observés dépend de la densité du prélèvement. La concentration en phytoplancton a été exprimée en trois catégories : forte (+++) : supérieure à 10<sup>3</sup> cellules.L<sup>-1</sup> ; moyenne (++) : entre 10<sup>2</sup> et 10<sup>3</sup> cellules.L<sup>-1</sup> ; faible (+) : nombre de cellules réduit.

**RÉSULTATS ET DISCUSSION**

**Analyse des paramètres physiques**

Température et salinité ont été mesurées pour chaque échantillon. La figure 2 montre qu'à Mehdiya la salinité présente des fluctuations assez importantes, vraisemblablement liées aux apports fluviaux qui sont très variés. À Témara, la salinité

est relativement plus élevée et plus stable que celle mesurée à Mehdiya (figure 3).

Les courbes de température (figures 2 et 3) montrent que les deux sites présentent une période chaude entre mai et octobre (températures comprises entre 19°C et 22°C) et une période relativement plus fraîche entre novembre et avril (températures comprises entre 17°C et 19°C).

**Étude de la population phytoplanctonique**

Les taxons identifiés dans les prélèvements fixés appartiennent essentiellement à trois classes de microalgues, soit les diatomophycées (= bacillariophycées), les dinophycées et les dictyochophycées, les deux premières constituant les groupes dominants du phytoplancton marin dans les eaux côtières. Quelques cellules de coccolithophorides (haptophycées = prymnésiohaptophycées) ont été observées mais nous n'avons pas tenté de rechercher les "phytoflagellés" en général : ces organismes qui appartiennent au nanoplancton n'auraient été que partiellement retenus par les mailles du filet utilisé et d'autre part, si les genres sont identifiables sur le vivant, la reconnaissance

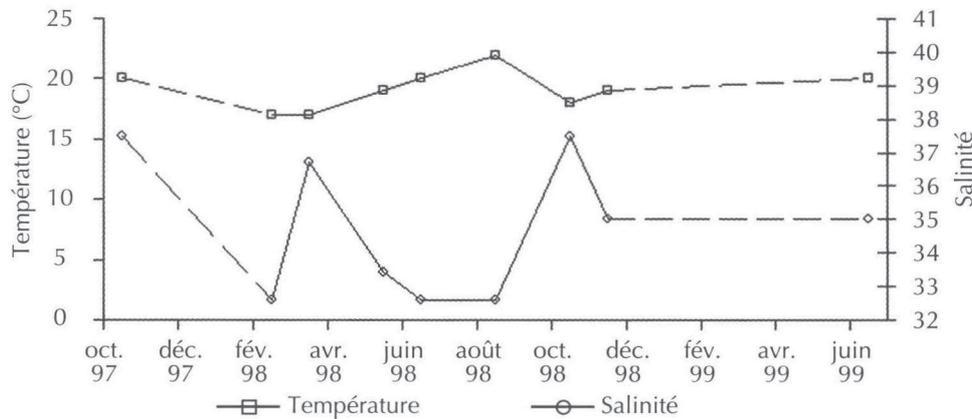


Figure 2 - Température et salinité à la station de Mehdiya. / Temperature and salinity curves at Mehdiya.

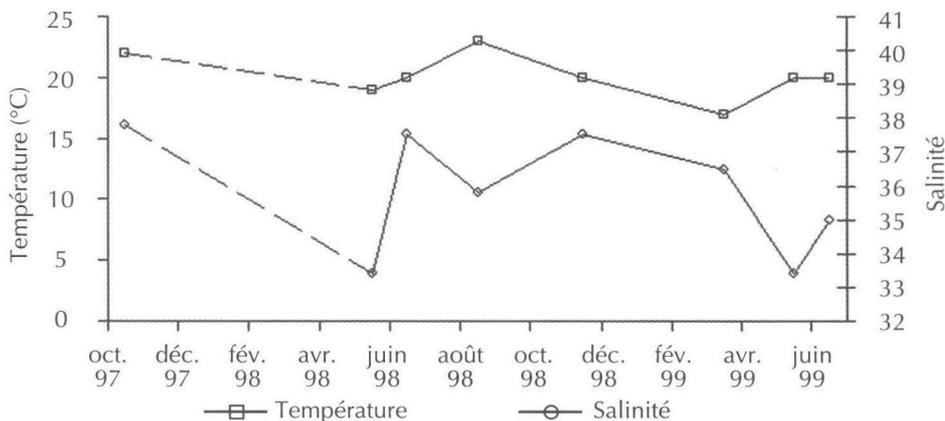


Figure 3 - Température et salinité à la station de Témara. / Temperature and salinity curves at Témara.

Tableau I - Diatomophycées récurrentes, proliférantes ou potentiellement toxiques récoltées à Mehdià et Témara ( ). Les astérisques indiquent les dates des prélèvements à Témara. / Recurrent, proliferating or potentially toxic species of diatomophyceae collected at Mehdià and Témara ( ). The asterisks indicate dates of sampling at Témara.

Diatomophycées	10/97*	2/98	3/98	5/98*	6/98*	8/98*	10/98	11/98*	1/99	3/99*	4/99	5/99*	6/99*
<i>Paralia sulcata</i>	+	+	+	+	+		+	+	+				+
<i>Leptocylindrus danicus</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	(+)	+	+	+
<i>Coscinodiscus concinnus</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	++	+	+	+
<i>Proboscia alata</i>			+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Guinardia striata</i>		+	+	+	+	+	+				+	+	+
<i>Guinardia flaccida</i>			+	+	+	+	+			+	+	+	+
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>		+	++		+			+	+	+	+		+
<i>Chaetoceros affinis</i>		++	+	+	+					(+)			(+)
<i>Chaetoceros curvisetus</i>		++	++	+	+		+	+		+			+
<i>Chaetoceros decipiens</i>			+		+		++		+				+
<i>Helicotheca tamesis</i>	+	+	+		+	+		+	+		+	+	+
<i>Biddulphia alternans</i>	(+)	+			+	+	+	+	+		+	+	+
<i>Odontella mobiliensis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	(+)				(+)	(+)				(+)		(+)	(+)
<i>Thalassionema nitzschioides</i>			+		+		++		+				+
<i>Pleurosigma</i> sp.		+		+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	(+)		+	(+)	+	(+)	+	(+)	+	(+)	+	(+)	(+)

des espèces nécessite souvent des examens complémentaires en microscopie électronique (Billard, Chrétiennot-Dinet, 1995). La liste complète des différents taxons identifiés est fournie dans le tableau IV, soit au total plus de 180 espèces. Seules seront commentées, ci-dessous, les espèces les plus remarquables (récurrentes ou proliférantes) ou encore potentiellement toxiques, parmi les trois classes phytoplanctoniques étudiées.

#### Diatomophycées (tableau I)

Les espèces responsables du maximum de biomasse phytoplanctonique durant la saison printanière au Maroc (février-mars) sont représentées essentiellement par *Coscinodiscus concinnus*, *Bacteriastrum hyalinum* (figure 4a), *Chaetoceros affinis* et *Ch. curvisetus* (figure 4b), alors que *Ch. decipiens* n'a été observé en quantités notables que durant le mois de novembre. Deux espèces de *Chaetoceros* : *Ch. convolutus* et *Ch. concavicornis*, connues pour

provoquer des lésions au niveau des branchies des poissons en cas de prolifération excessive (Albright *et al.*, 1992), n'ont jamais été observées dans nos prélèvements, en accord avec leur préférence pour les eaux froides. Les diatomées pennales, représentées par *Asterionellopsis glacialis* (= *Asterionella japonica*; figure 4c) et *Thalassionema nitzschioides*, ont proliféré surtout en été et en automne.

D'autres diatomées ont été observées en permanence toute l'année, mais en quantités faibles : *Paralia sulcata* (= *Melosira sulcata*), *Leptocylindrus danicus*, *Proboscia alata* (= *Rhizosolenia alata*), *Guinardia striata* (= *Rhizosolenia stolterfothii*), *G. flaccida*, *Helicotheca tamesis* (= *Streptotheca tamesis*), *Odontella mobiliensis* (= *Biddulphia mobiliensis*), *Biddulphia alternans* et *Pleurosigma* sp.

Au niveau biogéographique, les diatomées citées ci-dessus sont tantôt des espèces communes d'eaux tempérées (e.g. *B. hyalinum* et les différents *Chaetoceros* observés), tantôt des espèces

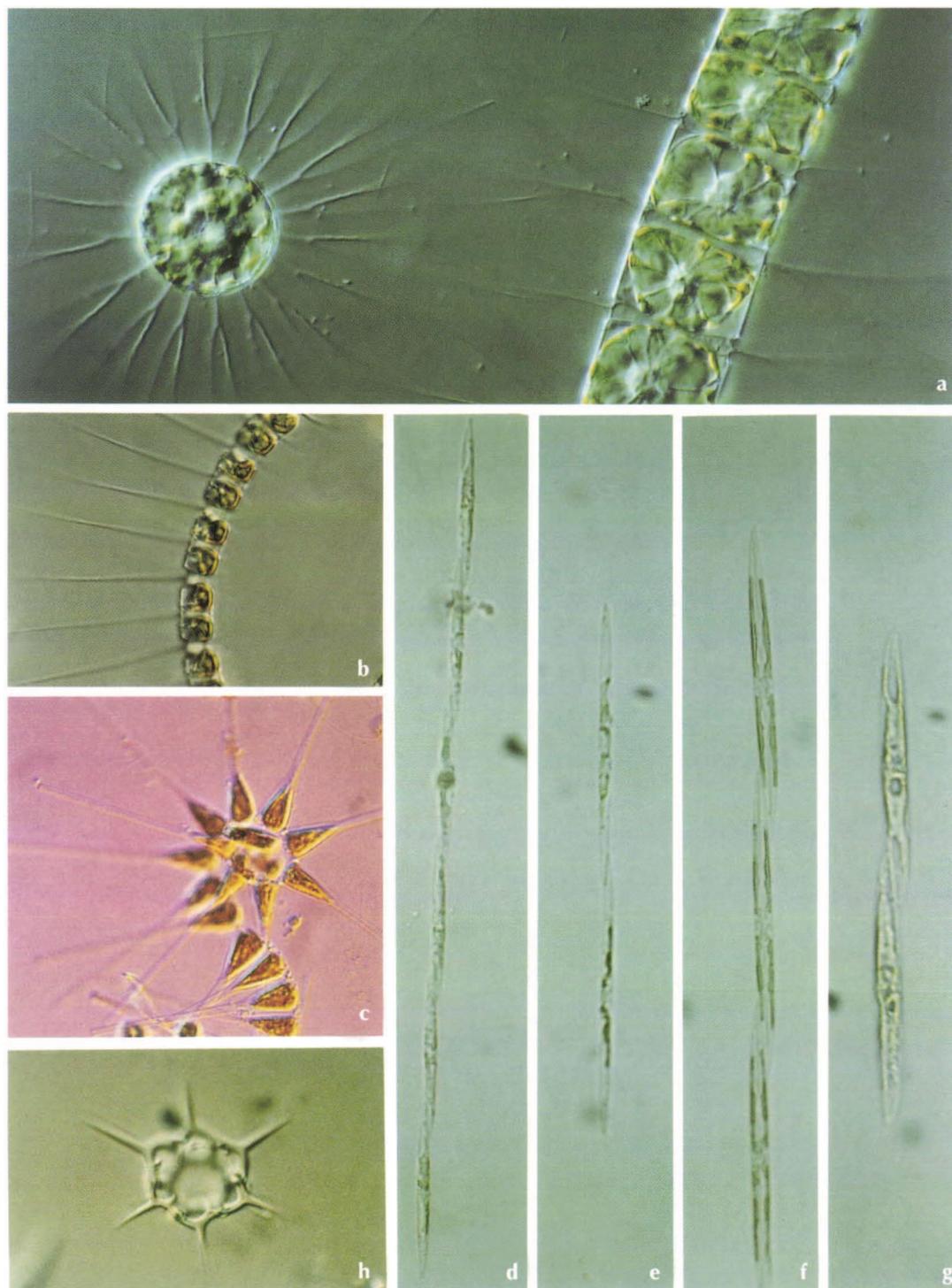


Figure 4 - Observation en microscopie photonique (x 640) de diatomées centrales (a et b), pennales (c-g), et d'un silicoflagellé (h). a : *Bacteriastrum hyalinum* : vue valvaire d'une valve intercalaire (à gauche) et vue connective (à droite). b : *Chaetoceros curvisetus*. c : *Asterionellopsis glacialis*. d et e : deux espèces de *Pseudo-nitzschia* du groupe "delicatissima" différant par la longueur du recouvrement des extrémités des cellules. f et g : deux espèces de *Pseudo-nitzschia* du groupe "seriata" différant par la largeur des frustules et la longueur de recouvrement des cellules. h : *Dictyocha speculum*. / Light microscopical views of centric (a and b) and pennate (c-g) diatoms, and of a silicoflagellate (h). a: *Bacteriastrum hyalinum*: intercalary valve view (left) and girdle view (right). b: *Chaetoceros curvisetus*. c: *Asterionellopsis glacialis*. d and e: two species of *Pseudo-nitzschia* of the "delicatissima" group differing in the length of overlap of the cell ends. f and g: two species of *Pseudo-nitzschia* of the "seriata" group differing in the width of the frustules and overlap of the cell ends. h: *Dictyocha speculum*.

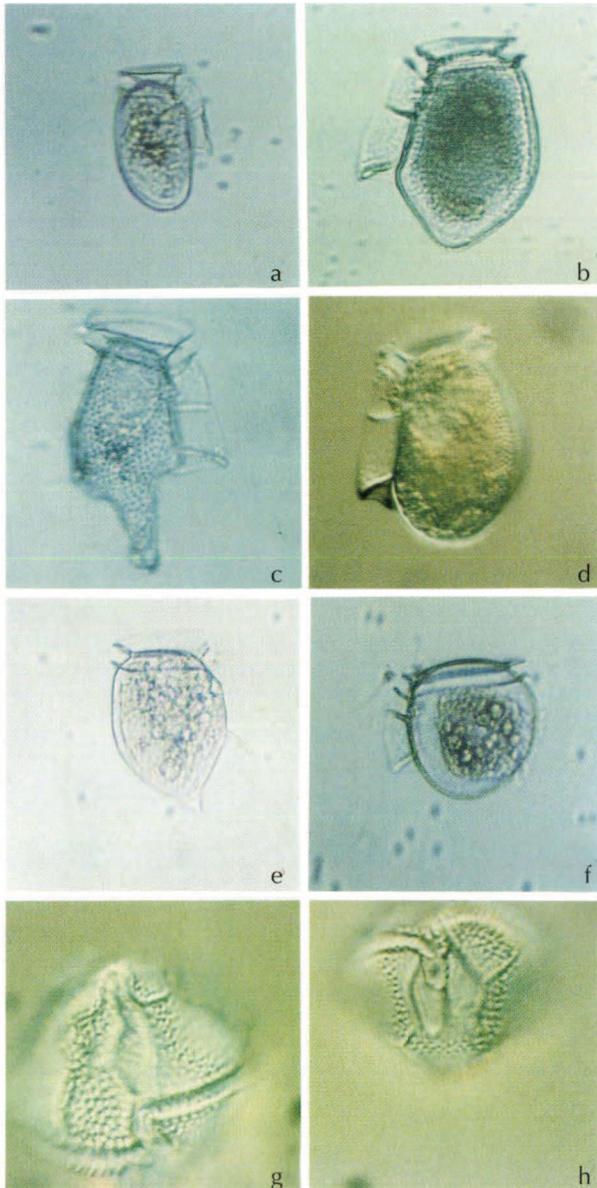


Figure 5 - Observation au microscope photonique de différents dinoflagellés nuisibles.

a - f : x 360 ; g - h : x 640.

a : *Dinophysis acuminata*.

b : *Dinophysis acuta*.

c : *Dinophysis caudata*.

d : *Dinophysis fortii*.

e : *Dinophysis hastata*.

f : *Phalacroma rotundatum*.

g et h : *Lingulodinium polyedrum*, vue ventrale de l'épithèque (g) et de l'hypothèque (h).

Light microscopic views of different harmful dinoflagellates.

a - f : x 360; g - h : x 640.

a: *Dinophysis acuminata*.

b: *Dinophysis acuta*.

c: *Dinophysis caudata*.

d: *Dinophysis fortii*.

e: *Dinophysis hastata*.

f: *Phalacroma rotundatum*.

g and h: *Lingulodinium polyedrum*, ventral view of the epitheca (g) and of the hypotheca (h).

cosmopolites (e.g. *C. concinnus*, *A. glacialis* et *T. nitzschioides*) tolérant une large gamme de température (Hasle, Syvertsen, 1996).

Des diatomées potentiellement toxiques du genre *Pseudo-nitzschia* ont été observées régulièrement au cours de cette étude (tableau I). Elles appartiennent soit au groupe dit "*delicatissima*" (largeur des frustules < 3 µm ; figures 4d et 4e), soit au groupe dit "*seriata*" (largeur des frustules > 3 µm ; figures 4f et 4g), ces deux groupes renfermant des espèces productrices d'acide domoïque, responsable du syndrome ASP (Amnesic Shellfish Poisoning). Cependant, l'identification précise des espèces ne pouvant se faire qu'après examen des frustules en microscopie électronique, une étude de ce type a été réalisée (Akallal *et al.*, 2002).

#### Dictyochophycées (tableau II)

Deux espèces de silicoflagellés, *Dictyocha fibula* et *Dictyocha speculum* (= *Distephanus speculum* ; figure 4h) ont été observées durant toute l'année, en faible quantité. *D. speculum* est susceptible d'être nuisible pour la faune marine en cas de prolifération, l'accumulation dans les branchies des poissons des cellules à épines siliceuses pouvant provoquer des sécrétions de mucus susceptibles d'asphyxier les animaux (Erard-Le Denn, Ryckaert, 1990 ; Prego *et al.*, 1998). Par ailleurs, les proliférations de cellules "nues" de *D. speculum*, stade où les cellules sont dépourvues de squelette siliceux, ont également la réputation d'être néfastes pour les animaux marins (Thomsen, Moestrup, 1985).

#### Dinophycées (tableau III)

Peu de dinoflagellés "nus", c'est-à-dire sans thèque apparente, ont été dénombrés au cours de cette étude, l'essentiel des espèces rencontrées appartenant aux genres *Gymnodinium*, *Gyrodinium* ou *Polykrikos*. Notons que *Gymnodinium catenatum*, organisme remarquable et facilement identifiable car susceptible de constituer des chaînes de plusieurs individus (Steidinger, Tangen, 1996), n'a pas été observé durant la période considérée. La présence de cette espèce à toxines paralysantes sur le littoral atlantique marocain a été signalée par le passé entre Larache et Essaouira, et notamment dans la région de Casablanca où elle est considérée comme l'agent causal des graves épisodes toxiques type PSP (Paralytic Shellfish Poisoning) ayant entraîné des mortalités humaines en novembre 1994 (Tahri Joutei, 1998).

Les Dinophycées non toxiques présentent des pics d'efflorescence à la fin du printemps, en été et en automne, saisons pendant lesquelles elles dominent les diatomées. Au printemps, on note une prolifération de dinoflagellés avec en particulier *Ceratium furca* (de mars à juin), *Scrippsiella trochoidea* (d'avril à juin), *Prorocentrum triestinum* et *Protopteridinium diabolium* (mai). En été (août) deux espèces de *Prorocentrum* dominant (*P. micans* et *P. scutellum*). *Ceratium candelabum*, *C. trichoceros* et *Protopteridinium depressum* ont

PHYTOPLANKTON DU MAROC ATLANTIQUE NORD / NORTH ATLANTIC MOROCCAN PHYTOPLANKTON

Tableau II - Dictyochophycées récurrentes ou potentiellement toxiques récoltées à Mehdia et Témara ( ). Les astérisques indiquent les dates des prélèvements à Témara. / Recurrent or potentially toxic species of dictyochophyceae collected at Mehdia and Témara ( ). The asterisks indicate dates of sampling at Témara.

Dictyochophycées	10/97 *	2/98	3/98	5/98 *	6/98 *	8/98 *	10/98	11/98 *	1/99	3/99 *	4/99	5/99 *	6/99 *
<i>Dictyocha fibula</i>			+		+	+	+	(+)	+	+	+	+	
<i>Dictyocha speculum</i>	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+

Tableau III - Dinophycées récurrentes, proliférantes ou potentiellement toxiques récoltées à Mehdia et Témara ( ). Les astérisques indiquent un second prélèvement à Témara. / Recurrent, proliferating or potentially toxic species of dinophyceae collected at Mehdia and Témara ( ). The asterisks indicate a sampling at Témara.

Dinophycées	10/97 *	2/98	3/98	5/98 *	6/98 *	8/98 *	10/98	11/98 *	1/99	3/99 *	4/99	5/99 *	6/99 *
<i>Prorocentrum micans</i>	+		+	+	+	++	+	+	+	+	+	+	+
<i>Prorocentrum scutellum</i>	+		+	(+)	(+)	(++)	+	(+)	+	(+)	+	(+)	(+)
<i>Prorocentrum triestinum</i>				(+)	(+)	(++)		(+)			+	(+)	(+)
<i>Dinophysis acuminata</i>	++ (+)	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Dinophysis acuta</i>				(+)	(+)	(+)		+	+	(+)	+	(+)	(+)
<i>Dinophysis caudata</i>	+		+	+	+	+	+	++	+	+	+	++	+
<i>Dinophysis fortii</i>	(+)			(+)	(+)	(+)		(+)	+	(+)		(+)	(+)
<i>Dinophysis hastata</i>			+	+				+			+	+	(+)
<i>Phalacrocoma rotundatum</i>	+		+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Ceratium candelabrum</i>	(+)			(+)	(+)	(+)	+	(+)		(+)	+	(+)	(+)
<i>Ceratium furca</i>	+		++	++	+	+	+	+	+	++	++	+	++
<i>Ceratium fusus</i>	(+)		+	(+)	(+)	+				(+)	+	(+)	(+)
<i>Ceratium trichoceros</i>	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ceratium tripos</i>	(+)	+	+	(+)	(+)	(++)	+	(+)		(+)	+	(+)	(+)
<i>Gonyaulax spinifera</i>			+	+	+	+		+		+	+	+	+
<i>Lingulodinium polyedrum</i>	+		+	(+)	(+)						+	+	+
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	(+)		+		(+)	(+)		(+++)		(+)	++	+	++
<i>Protoperidinium claudicans</i>			+	(+)	(+)	+	+	(+)	+	+	+	+	(+)
<i>Protoperidinium depressum</i>				+	(+)	(++)	+	(+)	+	+	+	(+)	(+)
<i>Protoperidinium diabolium</i>	+			+++	+	+	+	+		+	+	+	+
<i>Protoperidinium divergens</i>				(+)	(+)	(+)		++	+	(+)	+	(+)	(+)
<i>Protoperidinium leonis</i>		+	+	(+)	(+)			(+)		(+)	+	(+)	(+)
<i>Protoperidinium oblongum</i>	(+)		+	(+)	(+)	(+)		(+)		(+)	+	(+)	(+)

également proliféré en été mais en quantité moindre. La saison automnale (novembre surtout) est marquée par de fortes multiplications de *Scrippsiella trochoidea* et, dans une moindre mesure, de *Protoperdinium divergens*. *S. trochoidea*, espèce non toxique, est susceptible parfois de provoquer des eaux colorées accompagnées de mortalités de poissons dues à des phénomènes d'anoxie (Hallegraeff, 1991). D'autres dinoflagellés, comme *Protoperdinium leonis*, *P. oblongum*, *P. claudicans*, *Gonyaulax spinifera*, *Ceratium fusus* et *C. tripos* sont présents toute l'année sans montrer de proliférations marquées.

En dehors de *Ceratium candelabrum* et de *C. trichoceros*, espèces considérées d'eaux tempérées chaudes à tropicales, les autres dinoflagellés observés sont cosmopolites et tolèrent une large gamme de températures (Steidinger, Tangen, 1996).

Les espèces toxiques ou potentiellement toxiques constituent une fraction importante des dinophycées observées dans les deux zones échantillonnées (tableau III). Parmi les genres connus pour produire des toxines diarrhéiques, plusieurs espèces de *Dinophysis* et une de *Phalacroma* sont bien représentées. *Dinophysis acuminata* (figure 5a) est une espèce cosmopolite des eaux tempérées froides qui a proliféré en automne à Mehdiya. Il s'agit du principal organisme responsable d'intoxications du type DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning) en Europe, notamment en Espagne sur les côtes de la Galicie (Blanco *et al.*, 1995) et en France (Lassus *et al.*, 1985) où elle prolifère régulièrement en été et en automne. *D. acuminata* produit à la fois de l'acide okadaïque (OA) et son dérivé la dinophysistoxine-1 (DTX-1) (Wright, Cembella, 1998). *Dinophysis acuta* (figure 5b), également cosmopolite, n'est apparu qu'à la fin de l'année 1998 à Mehdiya. Sa présence est devenue plus remarquable au début 1999 dans les deux sites ; outre les toxines OA et DTX-1, *D. acuta* produit des pecténotoxines (PTX) diarrhéiques et a été impliqué dans des épisodes DSP notamment au Portugal (Alvito *et al.*, 1990). *Dinophysis caudata* (figure 5c), espèce des eaux tempérées chaudes à tropicales, s'est multiplié au printemps puis en automne à Mehdiya. Cette espèce, considérée comme peu toxique mais productrice d'OA, a été impliquée dans des mortalités massives de poissons au Japon (Fukuyo *et al.*, 1990). *Dinophysis fortii* (figure 5d) n'a été observé qu'occasionnellement en été au niveau des deux sites ; il s'agit d'une espèce dangereuse, connue des eaux tempérées chaudes, synthétisant les trois types de toxines diarrhéiques (Lee *et al.*, 1989) et régulièrement impliquée dans des épisodes DSP, notamment au Japon (Yasumoto *et al.*, 1980). Une autre espèce d'eaux chaudes à tropicales, *D. hastata* (figure 5e), a été identifiée dans nos prélèvements mais toujours en faible quantité. Elle appartient au groupe des *Dinophysis* incolores et est considérée comme non toxique et non proliférante. En effet, seules les espèces photosynthétiques (avec chloroplastes) de

*Dinophysis* (et de dinoflagellés en général) produisent, semble-t-il, des toxines (Wright, Cembella, 1998). *Phalacroma rotundatum* (= *Dinophysis rotundata* ; figure 5f) est également un organisme incolore, fréquent toute l'année dans les deux sites mais en faible abondance. Cette espèce cosmopolite des eaux tempérées est signalée comme productrice de DTX (Lee *et al.*, 1989), mais ce résultat demanderait à être confirmé (voir Wright, Cembella, 1998).

*Lingulodinium polyedrum* (= *Gonyaulax polyedra*, figures 5g et 5h) est présent au printemps en quantité réduite dans les deux sites. Il s'agit d'un dinoflagellé néritique d'eaux chaudes, récemment désigné comme l'un des producteurs de yessotoxines, toxines non diarrhéiques pouvant s'accumuler dans les coquillages (Draisci *et al.*, 1999).

Nous n'avons pas observé d'espèces appartenant au genre *Alexandrium* dans nos échantillons durant la période considérée. *A. minutum* et *A. tamarense* sont deux espèces qui ont été repérées sur les côtes méditerranéennes du Maroc (Thari Joutei, 1998), et le genre a déjà été signalé sur la côte atlantique à Mohammadia en 1986 (rapport de l'INRH).

## CONCLUSION

Cette étude menée entre octobre 1997 et juin 1999 a révélé que les sites de Mehdiya (région de Kénitra) et de Témara (région de Rabat) présentent une riche diversité phytoplanctonique. Plus de 180 espèces ont été observées dans les échantillons prélevés près des côtes. Dans le présent travail nous sommes volontairement limités à commenter les espèces présentes toute l'année, celles ayant provoqué des efflorescences localisées ou bien les organismes potentiellement toxiques.

La présence quasi permanente de certains dinoflagellés (*Dinophysis* spp., *Ceratium* spp., *Protoperdinium* spp.), de diatomées (*Leptocylindrus danicus*, *Guinardia* spp., *Odontella mobiliensis*) et des silicoflagellés (*Dictyocha speculum* et *D. fibula*), pourrait s'expliquer par une stabilité de la température des eaux dont l'amplitude des variations saisonnières ne dépasse pas 5°C. Dans certains pays d'Europe, en France et sur les côtes de la Manche par exemple, où l'eau de mer est nettement plus froide en hiver, on note classiquement une diminution très marquée des dinophycées à cette saison.

À Mehdiya, la plupart des dinoflagellés et des diatomées prolifèrent au printemps et en automne. On retiendra la présence marquante dans ce site des espèces potentiellement toxiques *Dinophysis acuminata* et *D. caudata*. Les multiplications observées durant ces périodes pourraient être dues aux apports organo-minéraux. À Témara, la majorité des proliférations a été notée en été mais aucune espèce signalée toxique n'a donné lieu à des efflorescences dans cette station.

Tableau IV - Liste taxonomique complète (dans l'ordre alphabétique) des espèces phytoplanctoniques identifiées sur les deux sites (les autorités pour les espèces se trouvent dans les ouvrages de référence cités dans le texte). / Complete taxonomic list (in alphabetical order) of the phytoplankton species collected at both sampling sites (authorities for these species may be found in the works of reference cited in the text).

DIATOMOPHYCEAE	<i>Rhizosolenia imbricata</i>	<i>Ceratium inflatum</i>	<i>Phalacroma argus</i>
	<i>Rhizosolenia robusta</i>	<i>Ceratium lineatum</i>	<i>Phalacroma rapa</i>
<b>Centrales</b>	<i>Rhizosolenia setigera</i>	<i>Ceratium macroceros</i>	<i>Phalacroma rotundatum</i>
	<i>Stephanopyxis turris</i>	<i>Ceratium minutum</i>	<i>Podolampas bipes</i>
<i>Actinoptychus senarius</i>	<i>Thalassiosira angulata</i>	<i>Ceratium paradoxides</i>	<i>Podolampas elegans</i>
<i>Actinoptychus splendens</i>	<i>Thalassiosira eccentrica</i>	<i>Ceratium pentagonum</i>	<i>Podolampas palmipes</i>
<i>Asteromphalus flabellatus</i>	<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Ceratium symmetricum</i>	<i>Polykrikos schwartzii</i>
<i>Aulacodiscus kittoni</i>	<i>Thalassiosira subtilis</i>	<i>Ceratium teres</i>	<i>Preperidinium meunieri</i>
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	<i>Triceratium favus</i>	<i>Ceratium trichoceros</i>	<i>Prorocentrum compressum</i>
<i>Bellerochea malleus</i>		<i>Ceratium tripos</i>	<i>Prorocentrum gracile</i>
<i>Biddulphia alternans</i>	<b>Pennales</b>	<i>Ceratocorys armata</i>	<i>Prorocentrum micans</i>
<i>Biddulphia pulchella</i>		<i>Ceratocorys horrida</i>	<i>Prorocentrum scutellum</i>
<i>Biddulphia rhombus</i>	<i>Amphora costata</i>	<i>Cochlodinium pulchellum</i>	<i>Prorocentrum triestinum</i>
<i>Biddulphia tuomeyi</i>	<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Corythodinium constrictum</i>	<i>Protoperidinium cerasus</i>
<i>Cerataulina pelagica</i>	<i>Campylodiscus</i>	<i>Corythodinium</i> sp.	<i>Protoperidinium conicum</i>
<i>Chaetoceros affinis</i>	<i>innominatus</i>	<i>Dinophysis acuminata</i>	<i>Protoperidinium depressum</i>
<i>Chaetoceros compressus</i>	<i>Delphineis surirella</i>	<i>Dinophysis acuta</i>	<i>Protoperidinium diabolum</i>
<i>Chaetoceros costatus</i>	<i>Epithemia</i> sp.	<i>Dinophysis caudata</i>	<i>Protoperidinium divergens</i>
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	<i>Diploneis bombus</i>	<i>Dinophysis diegensis</i>	<i>Protoperidinium elegans</i>
<i>Chaetoceros decipiens</i>	<i>Grammatophora marina</i>	<i>Dinophysis fortii</i>	<i>Protoperidinium</i>
<i>Chaetoceros densus</i>	<i>Licmophora abbreviata</i>	<i>Dinophysis hastata</i>	<i>excentricum</i>
<i>Chaetoceros diadema</i>	<i>Lioloma delicatulum</i>	<i>Diplopsalis lenticulata</i>	<i>Protoperidinium leonis</i>
<i>Chaetoceros didymus</i>	<i>Navicula gregaria</i>	<i>Fragilidium mexicanum</i>	<i>Protoperidinium</i>
<i>Chaetoceros lauderi</i>	<i>Navicula septentrionalis</i>	<i>Goniodoma polyedricum</i>	<i>mediterraneum</i>
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	<i>Navicula</i> sp.	<i>Gonyaulax diegensis</i>	<i>Protoperidinium minutum</i>
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	<i>Navicula vanhoeffenii</i>	<i>Gonyaulax digitale</i>	<i>Protoperidinium mite</i>
<i>Chaetoceros rostratus</i>	<i>Nitzschia fontifuga</i>	<i>Gonyaulax grindleyi</i>	<i>Protoperidinium oblongum</i>
<i>Chaetoceros</i> sp.	<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Gonyaulax</i> sp.	<i>Protoperidinium</i>
<i>Corethron criophilum</i>	<i>Plagiotropis</i> sp.	<i>Gonyaulax spinifera</i>	<i>oceanicum</i>
<i>Coscinodiscus centralis</i>	<i>Pleurosigma normanii</i>	<i>Gonyaulax verior</i>	<i>Protoperidinium ovatum</i>
<i>Coscinodiscus concinnus</i>	<i>Pleurosigma</i> sp.	<i>Gymnodinium</i> cf.	<i>Protoperidinium</i>
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	<i>microreticulatum</i>	<i>pellucidum</i>
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	<i>Rhabdonema adriaticum</i>	<i>Gymnodinium</i> cf.	<i>Protoperidinium</i>
<i>Dactyliosolen phuketensis</i>	<i>Surirella fastuosa</i>	<i>mikimotoi</i>	<i>pentagonum</i>
<i>Detonula pumila</i>	<i>Surirella gemma</i>	<i>Gymnodinium</i> cf. <i>variabile</i>	<i>Protoperidinium</i>
<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	<i>Gyrodinium</i> cf. <i>biconicum</i>	<i>punctulatum</i>
<i>Guinardia flaccida</i>	<i>Thalassionema</i>	<i>Gyrodinium</i> cf. <i>lebouriae</i>	<i>Protoperidinium steinii</i>
<i>Guinardia striata</i>	<i>nitzschioides</i>	<i>Gyrodinium</i> cf. <i>pepo</i>	<i>Protoperidinium thorianum</i>
<i>Helicotheca tamesis</i>		<i>Gyrodinium</i> cf. <i>uncatenum</i>	<i>Pyrocystis lunula</i>
<i>Hemiaulus hauckii</i>	DINOPHYCEAE	<i>Heterocapsa niei</i>	<i>Pyrophacus horologium</i>
<i>Hemiaulus sinensis</i>		<i>Lingulodinium polyedrum</i>	<i>Scrippsiella precaria</i>
<i>Hyalodiscus stelliger</i>	<i>Centrodinium</i> sp.	<i>Metaphalacroma</i>	<i>Scrippsiella trochoidea</i>
<i>Lauderia annulata</i>	<i>Ceratium arietinum</i>	<i>skogsbergii</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Ceratium candelabrum</i>	<i>Ornithocercus splendidus</i>	<i>Spiraulax kofoidii</i>
<i>Minidiscus trioculatus</i>	<i>Ceratium declinatum</i>	<i>Oxytoxum milneri</i>	
<i>Odontella mobiliensis</i>	<i>Ceratium furca</i>	<i>Oxytoxum scolopax</i>	DICTYOPHYCEAE
<i>Paralia sulcata</i>	<i>Ceratium fusus</i>	<i>Peridiniella</i> sp.	
<i>Planktoniella sol</i>	<i>Ceratium gibberum</i>	<i>Peridinium quinquecorne</i>	<i>Dictyocha fibula</i>
<i>Proboscia alata</i>	<i>Ceratium gravidum</i>	<i>Podolampas bipes</i>	<i>Dictyocha speculum</i>
<i>Pseudosolenia calcar avis</i>	<i>Ceratium horridum</i>	<i>Phalacroma apicatum</i>	<i>Octactis octonaria</i>

Durant cette période d'échantillonnage, il n'a pas été signalé de cas d'intoxications dus à la consommation de mollusques en provenance des sites étudiés. Vu l'importance de ces deux sites, tant au niveau pêche qu'au niveau tourisme, il serait cependant souhaitable de mettre en place un réseau régulier de surveillance phytoplanctonique et de quantifier avec plus de précisions les espèces nuisibles et leur toxicité potentielle.

## REMERCIEMENTS

Nous exprimons notre gratitude au ministère français de la Coopération qui a financé les différents stages d'échange, au sein d'une Action intégrée franco-marocaine (n° 97/110/SVS). Au Maroc, ces recherches ont été menées dans le cadre du Programme d'appui à la recherche scientifique (PARS).

**BIBLIOGRAPHIE**

- Akallal R., C. Billard, J. Fresnel, T. Givernaud, A. Mouradi, 2002 - Contribution à l'étude du phytoplancton de la côte atlantique marocaine. II. Le genre *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae). *Cryptogamie Algol.*, **23** : 187-202.
- Albright L.J., S. Johnson, A. Yousif, 1992 - Temporal and spatial distribution of the harmful diatoms *Chaetoceros concavicornis* and *Chaetoceros convolutus* along the British Columbia Coast. *Can. J. Fish. aquat. Sci.*, **49** : 1924-1931.
- Alvito P., I. Sousa, S. Franca, M.A. Sampayo de M., 1990 - Diarrhetic shellfish toxins in bivalve molluscs along the coast of Portugal. In : *Toxic marine phytoplankton*. E. Granéli, B. Sundström, L. Edler, D.M. Anderson (eds), Elsevier, New York, pp : 443-448.
- Beaubrun P.C., 1979 - Les phénomènes d'eaux rouges au Maroc. *Rev. Attabea*, **32** : 31-35.
- Bérard-Therriault L., M. Poulin, L. Bossé, 1999 - *Guide d'identification du phytoplancton marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent incluant également certains protozoaires*. Les presses scientifiques du CNRC, Ottawa, 387 pp.
- Billard C., M.J. Chrétiennot-Dinet, 1995 - Métodos para el estudio de los fitoflagelados. In : *Manual de Métodos Ficológicos*. K. Alveal, M.E. Ferrario, E.C. Oliveira, E. Dar (eds), Universidad de Concepcion, Chile, pp : 25-53.
- Blanco J., M. Fernandez, J. Marino, B. Reguera, A. Miguez, J. Maneiro, E. Cacho, A. Martinez, 1995 - From *Dinophysis* spp toxicity to DSP outbreaks: a preliminary model of toxin accumulation in mussels. In : *Harmful marine algal blooms*. P. Lassus, G. Arzul, E. Erard, P. Gentien, C. Marcaillou (eds), Technique et Documentation - Lavoisier, Intercept Ltd, pp : 777-782.
- Cupp E.E., 1943 - *Marine plankton diatoms of the West Coast of North America*. Bull. Scripps Inst. Oceanogr., 5, Univ. California Press, Berkeley, Los Angeles, 238 pp.
- Dodge J.D., 1982 - *Marine Dinoflagellates of the British Isles*. Her Majesty's Stationery Office, London, 303 pp.
- Draisci R., E. Ferretti, L. Palleschi, C. Marchiafava, R. Poletti, A. Milandri, A. Ceredi, M. Pompei, 1999 - High levels of yessotoxin in mussels and presence of yessotoxin and homoyessotoxin in dinoflagellates of the Adriatic Sea. *Toxicon*, **37** : 1187-1193.
- Erard-Le Denn E., M. Ryckaert, 1990 - Trout mortality associated to *Distephanus speculum* in Douarnenez (France). In : *Toxic marine phytoplankton*. E. Granéli, B. Sundström, L. Edler, D.M. Anderson (eds), Elsevier, New York, p. 137.
- Fryxell G.A., M.C. Villac, L.P. Shapiro, 1997 - The occurrence of the toxic diatom genus *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) on the West Coast of the USA, 1920-1996: a review. *Phycologia*, **36** : 419-437.
- Fukuyo Y., H. Takano, M. Chihara, K. Matsuoka, 1990 - *Red tide organisms in Japan. An illustrated taxonomic guide*. Uchida Rokakuho, Tokyo, 407 pp.
- Hallegraeff G.M., 1991 - *Aquaculturists' guide to harmful Australian microalgae*. CSIRO Div. Fish. Res., Hobart, Tasmania, 111 pp.
- Hasle G.R., E.E. Syvertsen, 1996 - Marine diatoms. In : *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. C.R. Tomas (ed.), Academic Press, San Diego, pp : 5-385.
- Lassus P., M. Bardouil, I. Truquet, C. Le Baut, M.J. Pierre, 1985 - *Dinophysis acuminata* distribution and toxicity along the southern Brittany coast (France). In : *Toxic dinoflagellates*. D.M. Anderson, A.W. White, D.G. Baden (eds), Elsevier, New York, pp : 485-488.
- Lee J.S., T. Iragashi, S. Fraga, E. Dahl, P. Hovgaard, T. Yasumoto, 1989 - Determination of diarrhetic shellfish toxins in various dinoflagellate species. *J. appl. Phycol.*, **1** : 147-152.
- Nézan E., G. Piclet, 1996 - *Guide pratique à l'usage des analystes du phytoplancton* : 66 fiches. IFREMER, Plouzané.
- Prego R., Y. Pazos, J. Maneiro, J. Mariño, 1998 - First bloom of silicoflagellate *Dictyocha speculum* causing salmon mortality in a Galician Ria (NW Spain). In : *Harmful algae*. B. Reguera, J. Blanco, M.L. Fernandez, T. Wyatt (eds), Xunta de Galicia & IOC of UNESCO, pp : 106.
- Ricard M., 1987 - *Atlas du phytoplancton marin. Volume II. Diatomophycées*. Éditions du CNRS, Paris, 297 pp.
- Sournia A., 1986 - *Atlas du phytoplancton marin. Volume I. Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Raphidophycées*. Éditions du CNRS, Paris, 219 pp.
- Steidinger K.A., K. Tangen, 1996 - Dinoflagellates. In : *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. C.R. Tomas (ed.), Academic Press, San Diego, pp : 387-584.
- Tagmouti F., H. Chafak, K. Fellat-Zarrouk, M. Talbi, M. Blaghen, A. Mikou, E. Guittet, 1996 - Detection of toxins in bivalves on the Moroccan coasts. In : *Harmful and toxic algal blooms*. T. Yasumoto, Y. Oshima, Y. Fukuyo (eds), UNESCO, Paris, pp : 85-87.
- Tahri Joutei L., 1998 - *Gymnodinium catenatum* Graham in Moroccan waters. In : *Harmful algae*. B. Reguera, J. Blanco, M.L. Fernandez, T. Wyatt (eds), Xunta de Galicia & IOC of UNESCO, pp. : 66-67.
- Tahri Joutei L., H. Idrissi, M.S. Shafée, N. Berday, 1996 - *Étude du phytoplancton toxique sur le littoral méditerranéen de Restinga à Kaassrass*. Trav. Doc. INRH, **895**, 82 pp.
- Thomsen H.A., Ø. Moestrup, 1985 - Is *Distephanus speculum* a fish-killer? A report of an unusual algal bloom from Danish coastal waters. *Bull. mar. Sci.*, **37** : 778.
- Wright J.L.C., A.D. Cembella, 1998 - Ecophysiology and biosynthesis of polyether marine biotoxins. In : *Physiological ecology of harmful algal blooms*. D.M. Anderson, A.D. Cembella, G.M. Hallegraeff (eds), NATO-ASI Series, vol. G. 41, pp : 427-451.
- Yasumoto T., Y. Oshima, W. Sugawara, Y. Fukuyo, H. Oguri, T. Igarashi, N. Fujita, 1980 - Identification of *Dinophysis fortii* as the causative organism of diarrhetic shellfish poisoning. *Bull. japan. Soc. scient. Fish.*, **46** : 1405-1411.

Reçu en juin 2000 ; accepté en avril 2002.  
Received June 2000; accepted April 2002.