



Suivi des microalgues planctoniques toxiques dans les zones de production, d'élevage des mollusques bivalves et d'exploitation des oursins du nord de la Tunisie

Item Type	Journal Contribution
Authors	Turki, S.
Citation	Bull. INSTM Salammbô, 31, p. 83-96
Publisher	INSTM
Download date	06/02/2023 11:36:44
Link to Item	http://hdl.handle.net/1834/1168

SUIVI DES MICROALGUES PLANCTONIQUES TOXIQUES DANS LES ZONES DE PRODUCTION, D'ELEVAGE DES MOLLUSQUES BIVALVES ET D'EXPLOITATION DES OURSINS DU NORD DE LA TUNISIE

Souad TURKI

Institut National des Sciences et Technologies de la Mer. Centre INSTM La Goulette. Port de pêche. 2060 La Goulette. Tunisie.
Souad.turki@instm.rnrt.tn

ملخص

مراقبة الطحالب السامة في المناطق المنتجة للقوقيات والشوكيات في الشمال التونسي : في إطار الشبكة الوطنية لمراقبة المناطق والشوكيات في الشمال المنتجة للقوقيات تمت متابعة الطحالب السامة خلال الفترة الممتدة من سبتمبر 1996 إلى سبتمبر 2003 دراسة هذا المخطط مكنتنا من ملاحظة الظهور الأولي للطحالب المجهرية المرتبطة بإنتاج السميات الإسهالية أو DSP (Diarrhetic Shellfish Poison) وهي *Dinophysis* spp و *Prorocentrum lima*. تحاليل التسمم المسجلة عن المحار مكنتنا من تحديد الفترات الحساسة التي تتبع ظهور هذه الطحالب المجهرية بالعلق النباتي خاصة من سبتمبر إلى ديسمبر وفي شهر مارس. كلمات مفاتيح : *Dinophysis* spp ، *Prorocentrum lima*، تحاليل التسمم، الشمال التونسي.

RESUME

Dans le cadre du réseau national de surveillance des zones de production des mollusques bivalves et des échinodermes du Nord de la Tunisie, un suivi des microalgues planctoniques toxiques a été réalisé pendant la période allant de septembre 1996 à septembre 2003. L'étude de ce bilan nous a renseigné sur la présence des microalgues associées principalement à la production des toxines diarrhéiques ou DSP (Diarrhetic Shellfish Poison) : *Dinophysis* spp et *Prorocentrum lima*. Ces microalgues ont été détectées particulièrement dans les milieux semi-fermés tels que la lagune de Bizerte, le lac Nord de Tunis et le canal de Tunis alors que le long des côtes de la région de Bizerte ainsi que sur la rive occidentale du golfe de Tunis de Kalaât El Andalous à Raoued, les espèces phytoplanctoniques toxiques sont en général absentes dans les zones d'exploitation de l'oursin (*Paracentrotus lividis*) ainsi que dans les zones de production des tellines (*Donax trunculus*). Les tests de toxicité enregistrés sur les palourdes (*Tapes decussatus*) nous ont permis de signaler des périodes sensibles liées à l'apparition de ces microalgues dans le plancton, particulièrement de septembre à décembre et au mois de mars.
Mots clés : *Dinophysis* spp, *Prorocentrum lima*, tests de toxicité, Nord de la Tunisie.

ABSTRACT

The monitoring program of harmful planktonic microalgae shellfish and urchin harvesting from the Northern areas of Tunisia: Within the monitoring program in the shellfish and urchin harvesting areas of the North of Tunisia, the harmful microalgae detected during the period from September 1996 to September 2003, were: *Dinophysis* spp and *Prorocentrum lima* which are associated to the production of diarrhetic toxins or DSP (Diarrhetic Shellfish Poison). These microalgae were occurred particularly in semi-enclosed areas like the North lake of Tunis and the lake of Bizerte while toxic phytoplanktonic species were in general absent along the coasts of the Bizerte zone and western coasts of the gulf of Tunis, from Kalaât El Andalous to Raoued.

Bioassay tests recorded positively on clams were attributed mostly to the presence of these microalgae in the plankton, particularly from september to december and march.

Key words : *Dinophysis* spp, *Prorocentrum lima*, bioassay tests, North of Tunisia.

INTRODUCTION

A l'échelle mondiale, les proliférations de microalgues nuisibles sont considérées comme un des principaux risques de la dégradation des écosystèmes côtiers. Ces proliférations rares durant les années 1980 sont devenues un phénomène de plus en plus étendu et préoccupant à

l'échelle de la région méditerranéenne compte-tenu de ses répercussions socio-économiques de plus en plus importantes. En effet, la présence d'espèces toxiques peut entraîner une prohibition de la commercialisation des produits de la mer par l'accumulation des biotoxines dans les organismes (cas particulier des mollusques bivalves). Depuis 1980, des réseaux de surveillance du phytoplancton

toxique ont été implantés le long des côtes méditerranéennes (France, Italie, Espagne). Les microalgues toxiques à l'origine des intoxications diarrhéiques sont liées à la présence dans le plancton des espèces du genre *Dinophysis* : *D. acuta*, *D. caudata*, *D. fortii*, *D. acuminata*, *D. sacculus* (Belin *et al.*, 1995 ; Poletti *et al.*, 1998 ; Vila *et al.* 2001). Les intoxications paralytiques (PSP) sont liées à de grandes concentrations des espèces du genre *Alexandrium* (*A. catenella*, *A. tamarense*) et à l'espèce *Gymnodinium catenatum* (Forteza *et al.*, 1998 ; Tahri-Joutei, 1998 ; Gomez, 2003 ; Luglié *et al.*, 2003). D'autres espèces du genre *Alexandrium* sont caractérisées par la présence d'une biomasse élevée telles que les proliférations récurrentes de l'espèce *Alexandrium taylori* (Penna *et al.*, 2001) signalée récemment sur la rive Nord méditerranéenne en Espagne.

Cette étude porte sur un suivi des microalgues planctoniques potentiellement toxiques associées à la production des toxines diarrhéiques DSP (*Dinophysis* spp et *Prorocentrum lima*) durant la période allant de 1996 à 2003, ceci dans les différentes stations de prélèvement localisées dans les zones de production et d'élevage des mollusques bivalves du Nord de la Tunisie ainsi que des zones d'exploitation des oursins le long des côtes de la région de Bizerte. De plus, une analyse portant sur les périodes sensibles d'apparition de ces microalgues correspondant aux périodes de contamination des palourdes par les biotoxines marines a été développée dans les zones de production des palourdes du lac Nord Tunis, du canal de Tunis ainsi que celles de la lagune de Bizerte.

MATERIEL ET METHODES

Dans le cadre du réseau national de surveillance des zones de production et d'élevage des mollusques bivalves, un programme de surveillance des microalgues toxiques a été mis en place à partir de septembre 1996 dans le Nord de la Tunisie, conformément aux programmes établis en région méditerranéenne (Andersen, 1996). Un premier bilan a été réalisé durant la période 1997-2001 avec la mise en évidence d'autres espèces toxiques telles que : *Ostreopsis siamensis*, *Coolia monotis* et *Gonyaulax polyedra* dans les zones de production des mollusques bivalves du Nord de la Tunisie (Turki et El Abed, 2001).

Actuellement, le suivi des espèces toxiques porte sur 19 stations de prélèvement (Fig. 1). Le réseau est désormais étendu aux côtes de Bizerte dans les zones d'exploitation des oursins (B4, B5, B6 et B7) et dans les zones de collecte des tellines situées sur la rive occidentale du golfe de Tunis : Raoued (A1) et Kalaât El Andalous (A2).

La fréquence des analyses est quasi hebdomadaire. Les prélèvements sont effectués en surface et au fond pour les stations de plus de 5 mètres de profondeur. La stratégie d'échantillonnage développée au cours des prélèvements

dans les différentes stations du Nord de la Tunisie est mentionnée dans le tableau I.

Tableau I. Stratégie d'échantillonnage des prélèvements d'eau de mer dans les zones de production et d'élevage des mollusques bivalves et des zones d'exploitation des oursins.

	Niveau de	Prélèvement	Date initiale du suivi
Stations de prélèvement	-1 m	- 5 m	
Lac Nord de Tunis			
T1 Steg (T1s)	X	-	27.09.96
T1 Chikly (T1c)	X	-	8.12.99
T1 Kherredine (T1k)	X	-	15.04.02
Canal de Tunis			
Lieu de collecte (T2)	X	-	27.09.96
T2 Radès (T2r)	X	-	8.04.02
Lagune de Bizerte			
Menzel Jmil (B1a)	X	-	10.09.96
STL Menzel Jmil (B1b)	X	X	30.12.98
STL Menzel Jmil (T6)	X	X	9.05.01
Chaâra (B1c)	X	X	30.11.99
Jouaouda (FMB)	X	X	15.03.99
Faroua (B2)	X	-	10.09.96
M.A. TRAD	X	X	21.07.03.
CUTMER	X	X	21.07.03
Côtes de Bizerte			
Remel (B4)	X	X	19.11.01
Ras Zebib (B5)	X	X	4.02.02
Cap Bizerte (B6)	X	X	22.05.02
Ras Angela (B7)	X	X	22.05.02
Golfe de Tunis			
Raoued (A1)	X	X	4.09.02
Kalaât El Andalous (A2)	X	X	4.09.02

La technique utilisée pour la reconnaissance et le comptage des cellules sous microscope inversé Olympus (IMT2) est la technique à sédimentation (Uthermöhl, 1958). Les références utilisées pour la détermination des dinoflagellés sont relatives aux principaux travaux de Balech, 1988 ; 1995, Paulmier, 1992 ; Thomas, 1997 ; Faust *et al.*, 1999.

La concentration des microalgues est exprimée en cellules par litre selon la formule :

$C = n \times V/v$, lorsqu'on fait un comptage sur toute la surface de la chambre à plancton ou :

$C = n \times F \times V/v$, lorsqu'on utilise une fraction de l'échantillon,

v : volume du sous-échantillon (v = 10 ml) ; V : volume de l'échantillon (V = 1000 ml) ; n : nombre de cellules

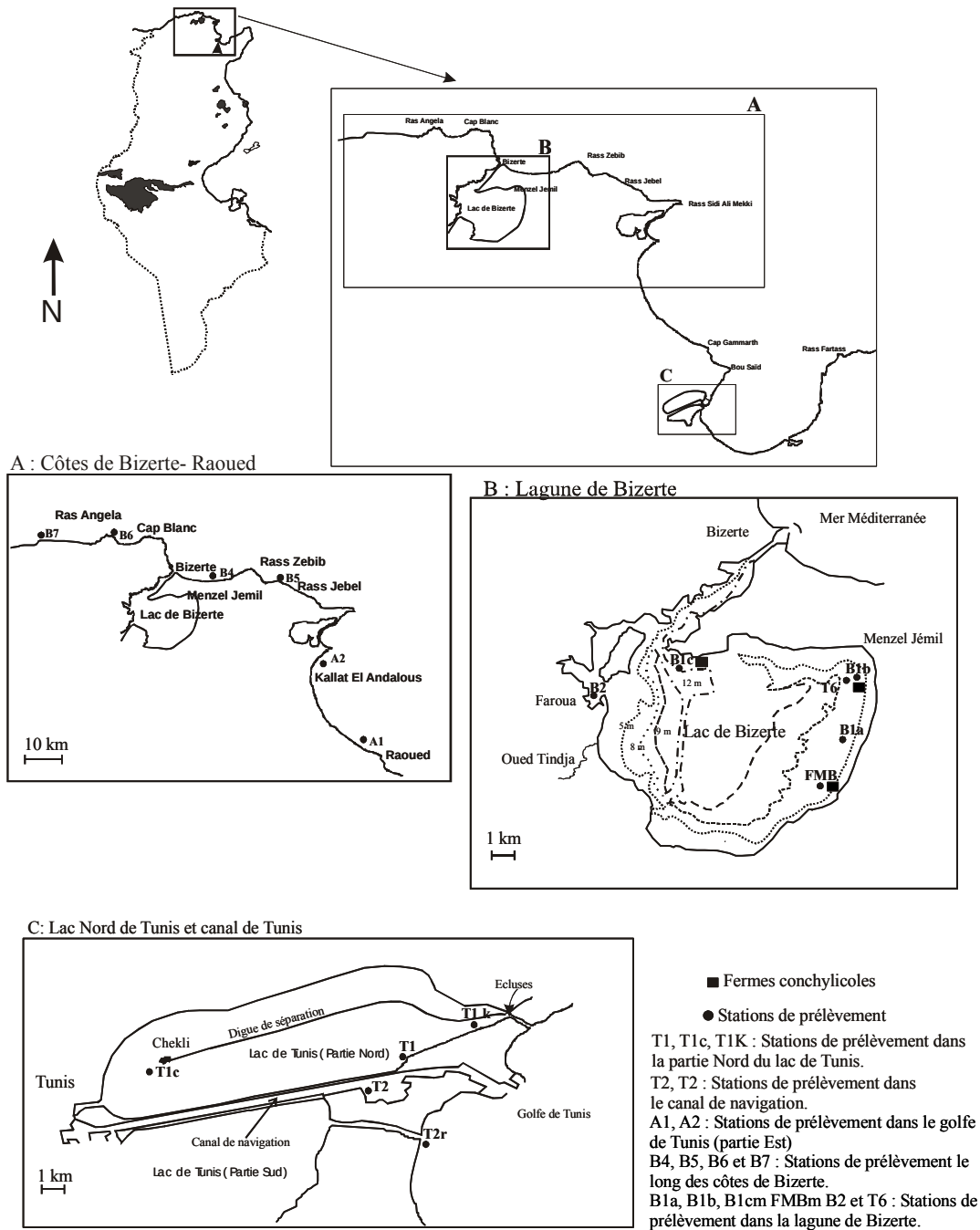


Fig.1. Stations de prélèvement de l'eau de mer dans les zones de production, de collecte ou d'élevage des mollusques bivalves et des échinodermes (oursins)

comptées dans le sous-échantillon et F : facteur de conversion spécifique au microscope inversé IMT2.

RESULTATS ET DISCUSSION

D'après la liste des espèces répertoriées toxiques (IOC de UNESCO, 2002), environ une vingtaine d'espèces,

particulièrement des dinoflagellés, sont l'objet d'une surveillance continue (Tableau II).

Au Nord de la Tunisie, les microalgues planctoniques toxiques détectées ont été attribuées principalement aux microalgues productrices de toxines DSP telles que : les espèces du genre *Dinophysis* et *Prorocentrum lima*. En effet, les espèces du genre *Alexandrium* associées à la production des toxines PSP (Paralytic Shellfish Poisoning)

Tableau II. Liste des espèces de dinoflagellés toxiques rencontrées dans les eaux de la Tunisie septentrionale (en gras), parmi les espèces répertoriées par IOC Taxonomic Reference List of Toxic Plankton Algae (ASOF, avril 2002)

DINOFLAGELLES

<i>Dinophysiales</i> 10 espèces	<i>Gonyaulacales</i> 24 espèces	<i>Peridiniales</i> 4 espèces	<i>Prorocentrales</i> 12 espèces	<i>Gymnodiniales</i> 11 espèces
<i>Dinophysis acuminata</i> <i>D. acuta</i> <i>D. caudata</i> <i>D. fortiii</i> <i>D. mitra</i> <i>D. norvegica</i> <i>D. rapa</i> <i>D. rotundata</i> <i>D. sacculus</i> <i>D. tripos</i>	<i>Alexandrium andersoni</i> <i>A. acatenella</i> <i>A. fundyense</i> <i>A. catenella</i> <i>A. hiranoi</i> <i>A. margalefii</i> <i>A. balechii</i> <i>A. minutum</i> <i>A. monilatum</i> <i>A. ostenfeldii</i> <i>A. tamarense</i> <i>A. tamiyavanichii</i> <i>Pyrodinium bahamense</i> <i>Protoceratium reticulatum</i> <i>Coolia monotis</i> <i>Gambierdiscus australis</i> <i>G. pacificus</i> <i>G. polynesiensis</i> <i>G. toxicus</i> <i>G. yasumotoi</i> <i>Ostreopsis lenticularis</i> <i>O. mascarenensis</i> <i>O. ovata</i> <i>O. siamensis</i>	<i>Heterocapsa circularisquama</i> <i>Pfiesteria piscicida</i> <i>P. shumwayae</i> <i>Protoperidinium crassipes</i>	<i>Prorocentrum renarium</i> <i>P. belizeanum</i> <i>P. borbonicum</i> <i>P. cassubicum</i> <i>P. concavum</i> <i>P. emarginatum</i> <i>P. faustiae</i> <i>P. hoffmannianum</i> <i>P. lima</i> <i>P. maculosum</i> <i>P. mexicanum</i> <i>P. minimum</i>	<i>Amphidinium carterae</i> <i>A. operculatum</i> <i>Cochlodinium polykrikoides</i> <i>Gymnodinium catenatum</i> <i>G. pulchellum</i> <i>G. corsicum</i> <i>Karenia brevis</i> <i>K. brevisulcata</i> <i>K. mikimotoi</i> <i>Karlodinium micrum</i> <i>K. veneficum</i>
DIATOMÉES <i>Bacillariales</i> (12 espèces) <i>Amphora coffeaeformis</i> <i>Nitzschia navis-varingica</i> <i>Pseudo-nitzschia australis</i> <i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> <i>Pseudo-nitzschia fraudulenta</i>				
<i>Pseudonitzschia seriata</i> var. <i>fraudulenta</i> <i>Pseudo-nitzschia multiseries</i> <i>Pseudo-nitzschia multistriata</i> <i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i> <i>Pseudo-nitzschia pungens</i> <i>Pseudo-nitzschia seriata</i> <i>Pseudo-nitzschia turgidula</i>				

n'ont pas été détectées, ni à des quantités élevées, ni de manière continue, leur présence étant très sporadique dans les eaux littorales tunisiennes. Daly Yahia *et al.* (2001) ont identifié 10 espèces du genre *Alexandrium* dans les eaux de la baie du golfe de Tunis. Les concentrations maximales de l'ordre de 300 cellules/l enregistrées en période estivale sont très faibles.

En Méditerranée, les toxines PSP sont liées à la présence de l'espèce *Gymnodinium catenatum* signalée de l'Espagne jusqu'en Algérie (Tahri-Joutei, 1998 ; Gomez, 2003) et des

espèces du genre *Alexandrium* : *A. catenella* dans plusieurs sites portuaires des côtes catalanes en Espagne, *A. minutum* en Espagne, en France et au Nord de l'Adriatique et *A. tamarense* dans l'étang de Thau en France. Les concentrations des microalgues du genre *Alexandrium* sont très élevées, variant de l'ordre de 10^4 à 10^6 cellules/l. Concernant l'espèce *G. catenatum*, les concentrations liées à la production de toxines PSP sont plus faibles, de l'ordre de 10^3 cellules/l (Forteza *et al.*, 1998 ; Tahri-Joutei, 1998).

Concernant les espèces du genre *Pseudonitzschia*, les microalgues associées à la production des toxines amnésiques ASP (Amnesic Shellfish Poisoning) sont :

P. multiseries, *P. australis* et *P. pseudodelicatissima* a (Hasle et Fryxell, 1995).

Nous avons attribué la présence de blooms aux espèces suivantes : *P. seriata*, *P. delicatissima* et *Pseudonitzschia* sp dans le canal de Tunis (T2) et à Menzel Jmil. A priori, ces espèces ne sont donc pas toxiques dans les différentes zones de production des mollusques bivalves du Nord de la Tunisie. En effet durant la période allant du mois de février à juillet 2002, les analyses des biotoxines ASP effectuées sur les palourdes ont toujours été négatives.

Les autres espèces associées à la production d'autres toxines ont proliféré sous forme de blooms sporadiques dans certaines stations localisées surtout en milieux lagunaires : lac de Tunis et lagune de Bizerte. Il s'agit de : *Prorocentrum minimum* ; espèce associée à la production de la vénérupe dans les eaux méditerranéennes le long des côtes françaises (Belin *et al.*, 1995). Cette espèce est

particulièrement abondante dans la lagune de Bizerte soit en période automnale soit en mars-avril. *Lingulodinium polyedrum* (syn : *Gonyaulax polyedra*) est une espèce liée à la présence des yessetoxines selon Tubaro *et al.* (1998) dans le Nord de l'Adriatique, a été très abondante dans le lac Nord de Tunis et dans la lagune de Bizerte en juin. *Karlodinium micrum* (syn : *Gymnodinium pulchellum*) est une espèce associée à la production des toxines hémolytiques ou ichtyotoxiques (Taylor *et al.*, 1995), celle-ci a été rencontrée sous forme de blooms en période estivale dans le lac Nord de Tunis.

Les limites de concentration des différentes espèces potentiellement toxiques détectées dans les zones de production et d'élevage des mollusques bivalves et des zones d'exploitation des oursins du Nord de la Tunisie sont mentionnées dans le tableau III (IIIA, IIIB, IIIC).

Tableau IIIA. Concentrations minimales et maximales (cellules/litre) des microalgues potentiellement toxiques détectées dans les stations de prélèvement du Nord de la Tunisie

		Dinoflagellés <i>Dinophysiales</i>				
Zone	Stations	<i>D. sacculus</i>	<i>D. acuminata</i>	<i>D. caudata</i>	<i>D. rotundata</i>	<i>D. fortii</i>
Lac Nord de Tunis	T1s	10-13452	20-3620	10-1930	40	120-700
	T1c	40-4500	100-1840			
	T1k	40-8200	40-5200		40	
Canal de Tunis	T2	10-3700	20-620	40	10-1940	20
	T2r	40-600	80-100		100	
Lac de Bizerte	B1a	10-11380	20-120	10-1970	20-400	10
	B1b	20-22660	10-400	20-800	40	40
	B1c	80-100		100		
	FMb	20-530	10-2020	40-160		
	B2	100-7575	10	20		
Côtes de Bizerte	B4	40				
	B5	80				
	B6	40				
	B7					
Kalât El Andalous	A2	100-300	100	200		
Raoued	A1	40-300	100		100-500	

Tableau IIIB.

		Dinoflagellés <i>Prorocentrales</i>			
Zone	Stations	<i>P. lima</i>	<i>P. concavum</i>	<i>P. mexicanum</i>	<i>P. minimum</i>
Lac Nord de Tunis	T1s	10-3440	20-880	10-1980	100-680000
	T1c	40-500	120-200		100-500
	T1k	40-600	120		100-200
Canal de Tunis	T2	10-2120	40-100	10-140	100-304000
	T2r	40-500			100
Lac de Bizerte	B1a	20-1360	10-200	20-50	
	B1b	40-1520		10-1980	600-1,01 10 ⁶
	B1c	40-100		160	900-15600
	FMb		10	30	
	B2	20-160	10-1930	20-80	10-1,23 10 ⁶
Côtes de Bizerte	B4	40-200	40		
	B5	40-80	40		100-10300
	B6	80-200	40		
	B7	40-400			8000
Kalât El Andalous	A2	100-700			100-7800
Raoued	A1	40-200	300	80-160	100-200

Tableau IIIC.

		Dinoflagellés <i>Gonyaulacales</i>				Diatomées <i>Bacillariales</i>
Zone	Stations	<i>Alexandrium</i> spp	<i>G. polyedra</i>	<i>O. siamensis</i>	<i>C. monotis</i>	<i>Pseudonitzschia</i> spp
Lac Nord de Tunis	T1s	80-1560	4200-20000	40-1200	40	300-4200
	T1c					300-2600
	T1k					100-7400
Canal de Tunis	T2	10-71590	1770-26196	10-620	300	40-4,6 10 ⁶
	T2r			40-560		100-3200
Lac de Bizerte	B1a	40	80-56640	20-640		40-200
	B1b	10-360	9558	40-1520	40	200-15400
	B1c			40-1440	120	200-9100
	FMb	20-230		40		
	B2	10-1940		40-970		
Côtes de Bizerte	B4			120	40	200-400
	B5	40		80-120	40-360	100-6500
	B6			40	40-560	200-7200
	B7				80	200-5000
Kalât El Andalous	A2					100-5900
Raoued	A1			100-360	80	100-13400

1- Variations spatio-temporelles de *Dinophysis* spp dans les eaux de la Tunisie septentrionale (Fig. 2)

Les espèces du genre *Dinophysis* sont au nombre de six parmi lesquelles : *D. sacculus* principalement et *D. acuminata* secondairement sont les espèces dominantes alors que *D. caudata*, *D. rotundata*, *D. fortii* et *D. acuta* sont très rares.

Ces microalgues toxiques ont été signalées dans la partie nord du lac de Tunis (T1s) en particulier et secondairement dans la station T2 du canal de Tunis.

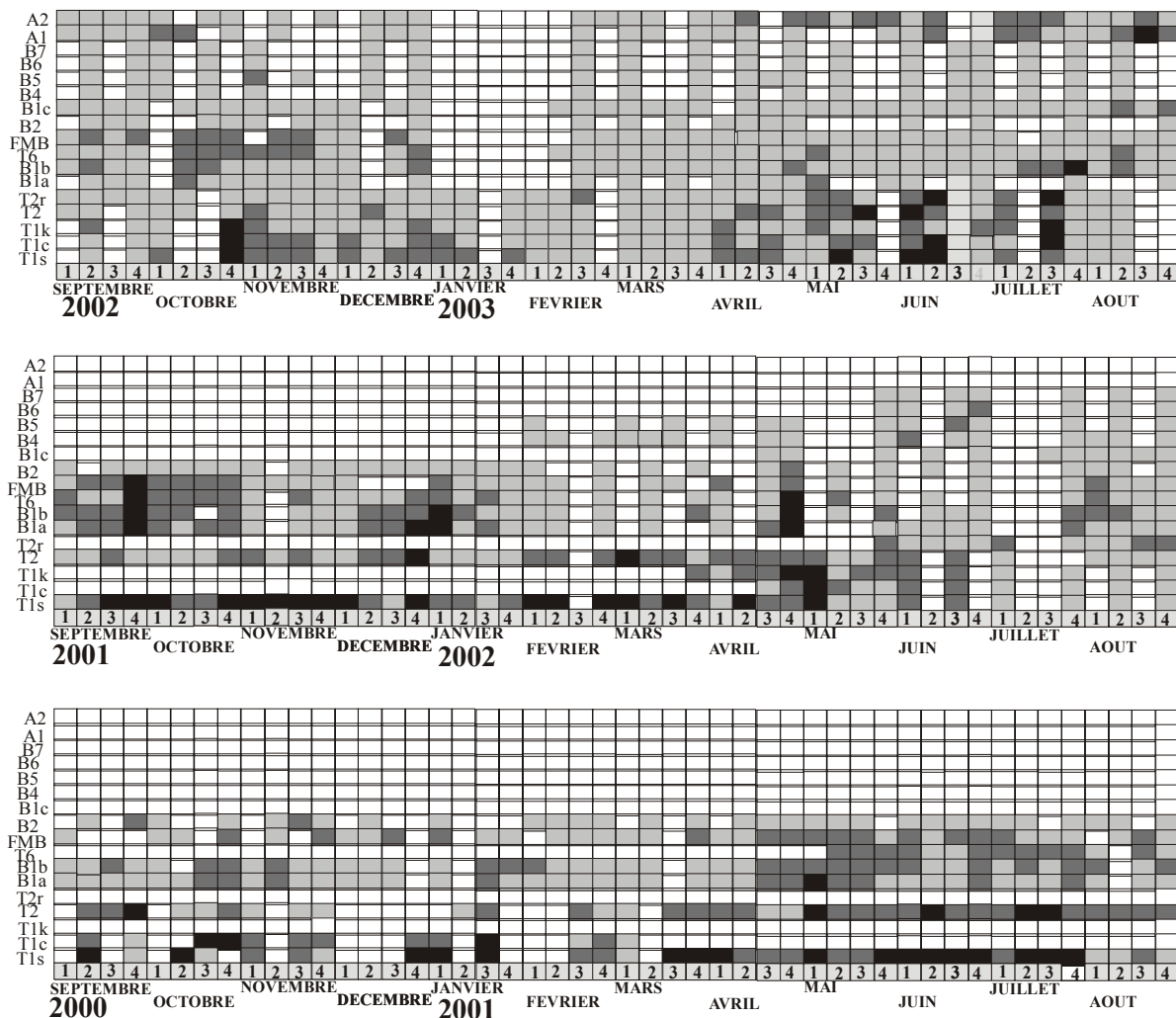
Dans la lagune de Bizerte, l'apparition des espèces de *Dinophysis* avec en particulier les espèces : *D. sacculus* et *D. caudata* a lieu principalement dans la zone de production des palourdes de Menzel Jmil.

Dans le cas des eaux du golfe de Tunis (A1 et A2), nous avons détecté la présence de *Dinophysis* dans la station de Raoued (A1) à une concentration ≥ 500 cellules/l, une seule fois au cours du mois d'août. Nous pouvons noter

deux périodes critiques d'apparition de *Dinophysis* spp à des concentrations ≥ 500 cellules par litre : de septembre à décembre et de mai à juin.

Au cours de la période allant d'avril 2001 jusqu'en avril 2002, nous avons enregistré le nombre maximum de périodes d'abondance liées à la présence des espèces du genre *Dinophysis* dans le lac Nord de Tunis.

En Méditerranée, les espèces du genre *Dinophysis* associées à la production des toxines DSP sont : *D. acuta* (Delta de l'Ebre, Espagne), *D. caudata* (côtes de Brava, Espagne), *D. fortii* (golfe de Trieste, Italie), *Dinophysis sacculus* (delta de l'Ebre, Espagne), *D. acuminata* (golfe de Fos, bouches du Rhône, France). Les concentrations des microalgues de *Dinophysis* spp liées à la production des toxines DSP sont de l'ordre de $2,2$ à $6,8 \times 10^3$ cellules/l dans les eaux ouest méditerranéennes de la France (Belin *et al.*, 1995 ; Poletti *et al.*, 1998 ; Vila *et al.* 2001).



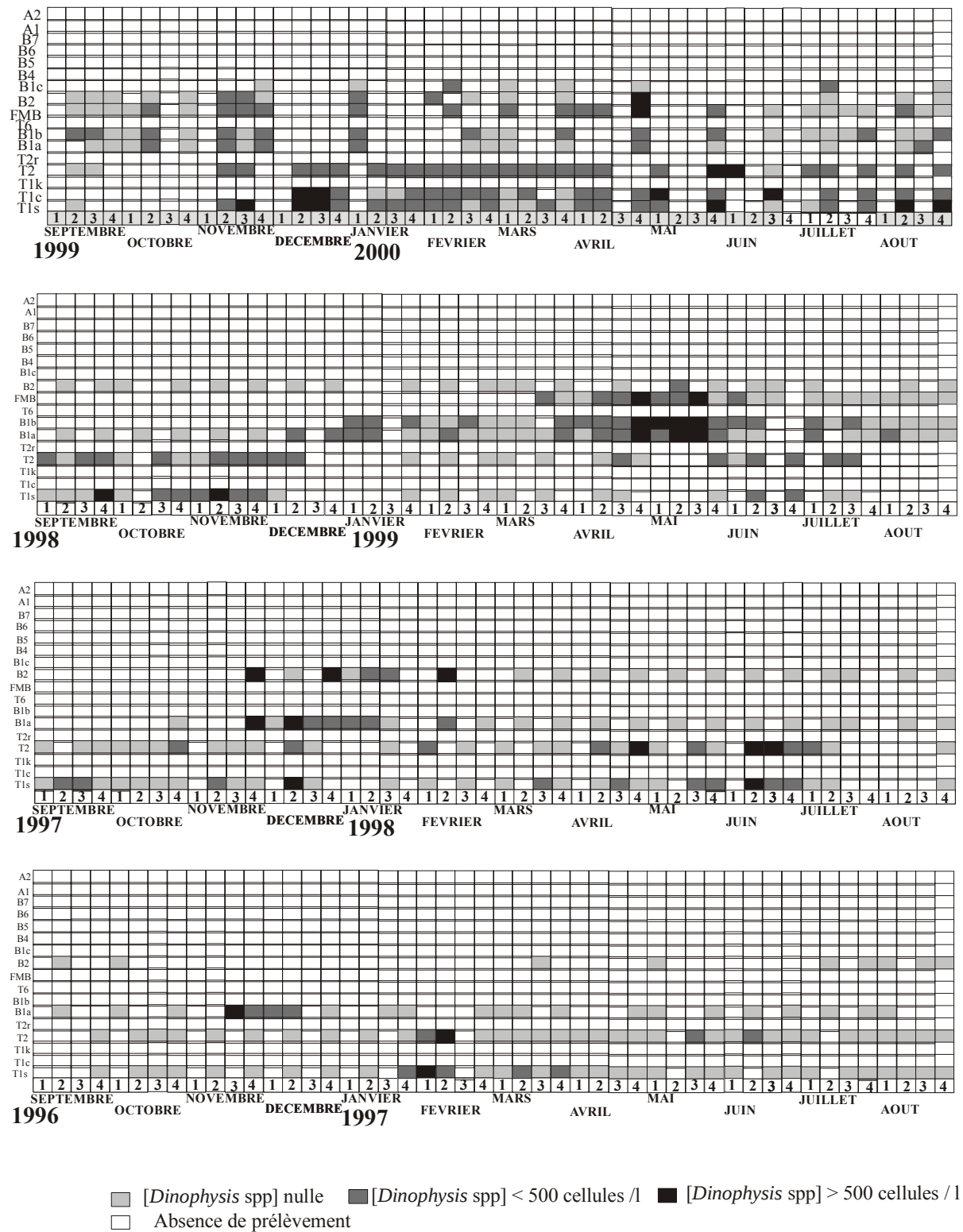


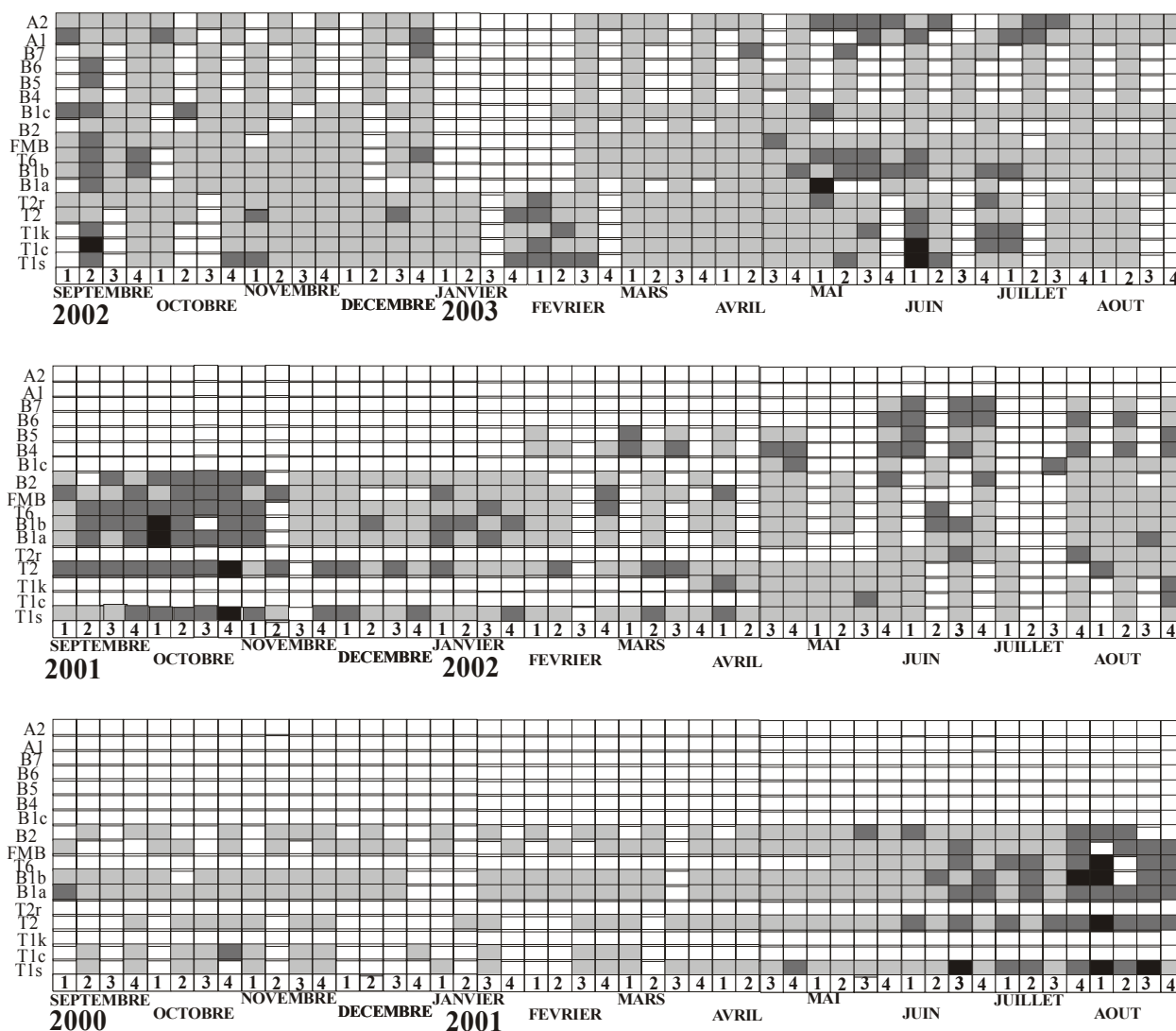
Fig. 2. Abondance des espèces du genre *Dinophysis* (*Dinophysis* spp) rencontrées dans les zones de production, de collecte ou d'élevage des mollusques bivalves et des échinodermes (1996-2003).

2- Variations spatio-temporelles de *Prorocentrum lima* dans les eaux de la Tunisie septentrionale (Fig. 3)

Prorocentrum lima est une espèce essentiellement d'habitat benthique ou épiphyte, la période d'apparition dans l'eau de mer reste sporadique. Toutefois, nous avons enregistré son apparition dans le plancton à partir de l'année 2000 et avec des concentrations qui augmentent progressivement à partir du mois de juin jusqu'en octobre 2001. Les concentrations supérieures à 500 cellules par litre coïncident à peu près, avec celles de *Dinophysis* spp., durant les périodes de septembre - octobre et secondairement pendant les mois de juin et août. Des

concentrations inférieures à 500 cellules par litre sont observées dans presque toutes les stations de prélèvement étant donné que c'est une espèce surtout littorale et cosmopolite et dont la répartition géographique est très large. Cette espèce épiphyte serait particulièrement rencontrée au niveau des herbiers à phanérogames où sont localisées principalement les zones de production des mollusques bivalves et des échinodermes.

Selon Belin *et al.* (1998), *P. lima* a été signalée pour la première fois le long des côtes méditerranéennes, associée à la production des toxines DSP.



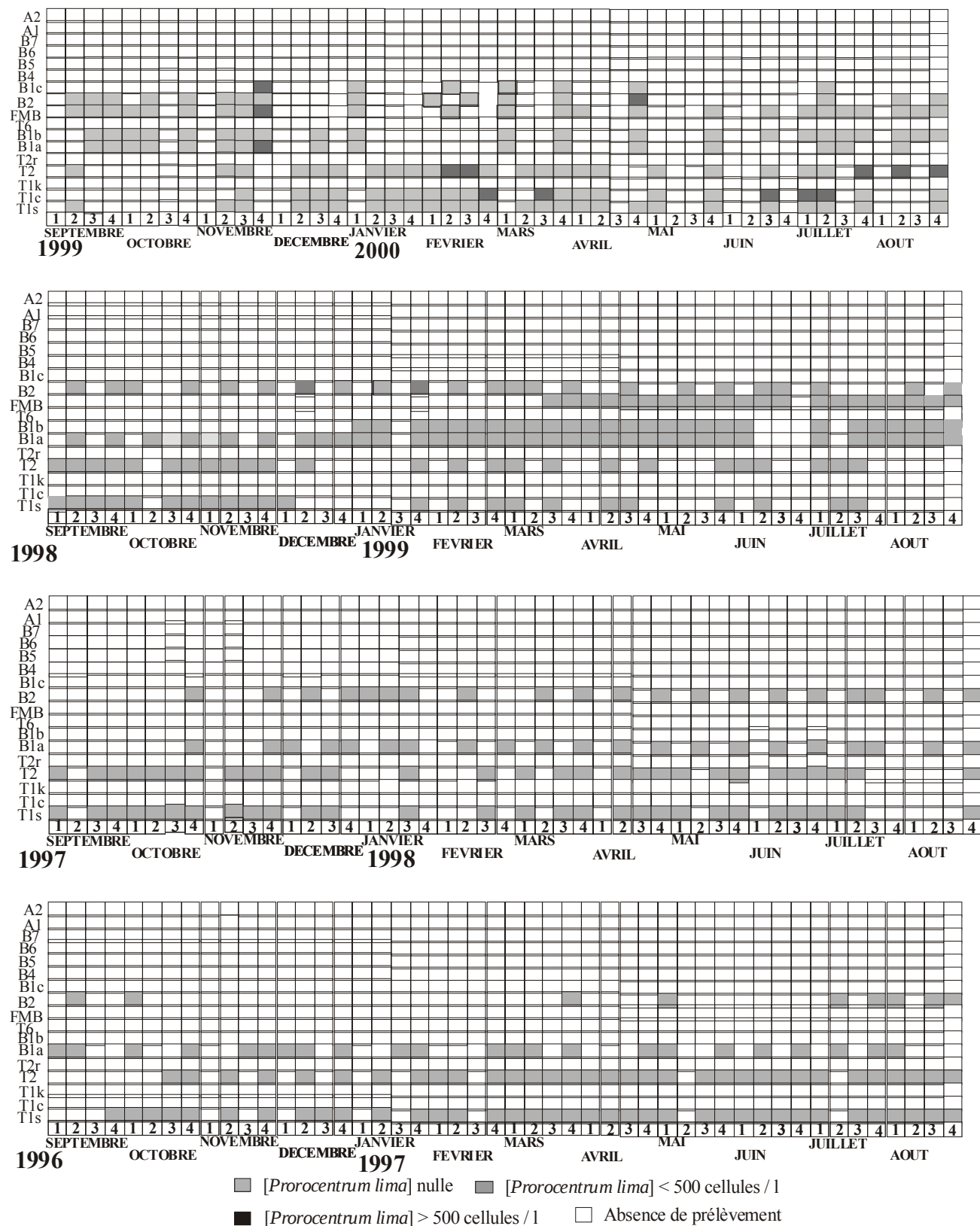


Fig. 3. Abondance de *Prorocentrum lima* dans les zones de production, de collecte ou d'élevage des mollusques bivalves et des échinodermes (1996-2003).

3- Tests de toxicité et espèces productrices des toxines DSP (*Dinophysis* spp et *Prorocentrum lima*)

Les données relatives à l'apparition des espèces du genre *Dinophysis* et *Prorocentrum lima* et la production de toxines DSP dans les zones de production des palourdes T1, T2, B1 et B2, sont mentionnées dans la figure 4.

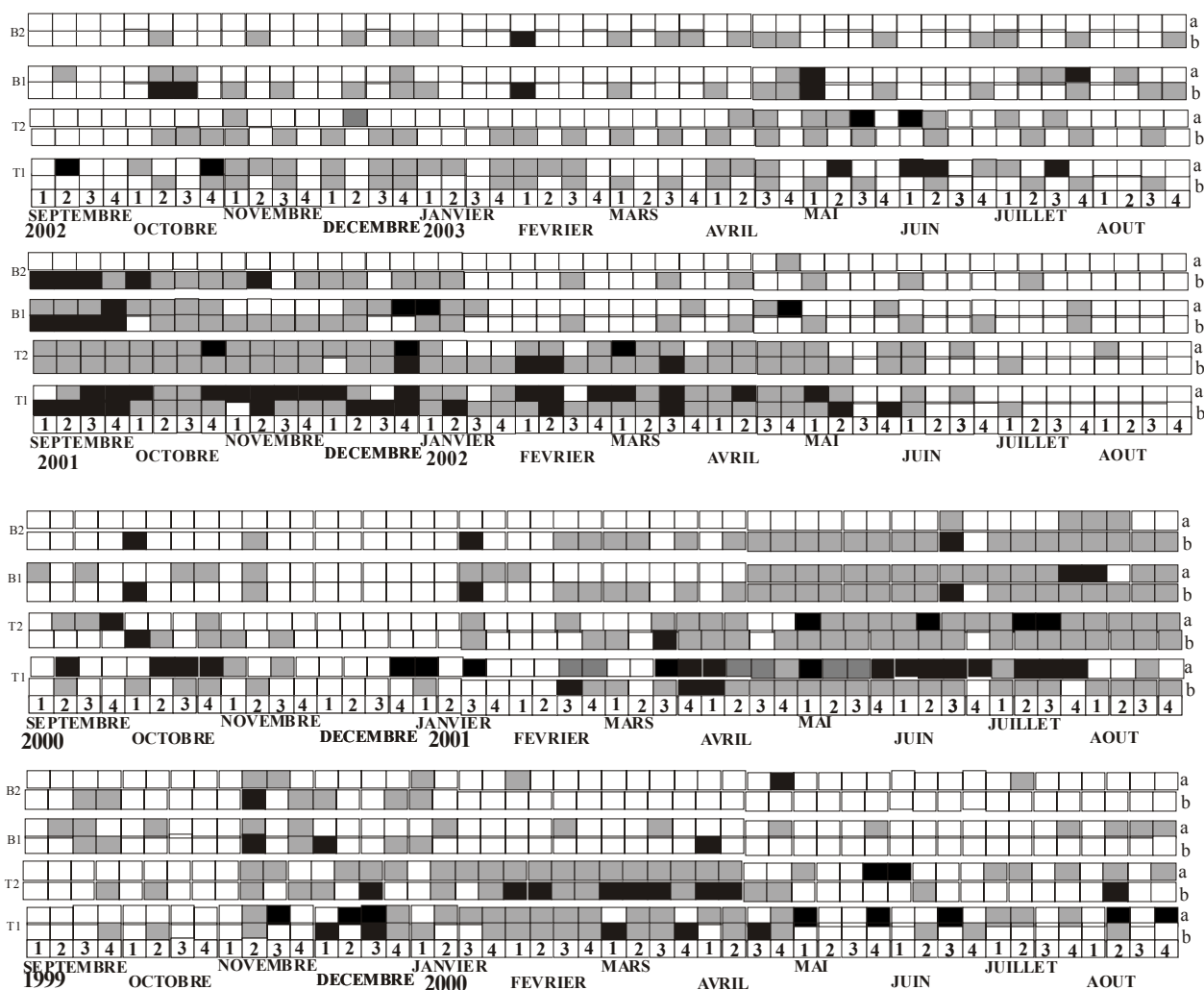
A partir de septembre 1996, les tests de toxicité DSP (Direction Générale des Services Vétérinaires) sont définis du point de vue qualitatif soit par la présence de biotoxines ou «test de toxicité positif», soit par l'absence de biotoxines ou «test de toxicité négatif». Concernant les toxines paralytiques PSP et amnésiques ASP, les taux des toxines ne doivent pas dépasser les seuils critiques respectifs de 80 µg 100 g⁻¹ et 2 mg 100 g⁻¹ de chair de mollusques bivalves, d'après les normes européennes (91/491/ CEE).

- De 1996-1997 : dans les zones de production des palourdes T1 et T2, la contamination des palourdes par les biotoxines enregistrée pendant 3 semaines a lieu après une

semaine d'apparition des microalgues liées à la production de DSP. Cette période s'étale depuis la fin du mois de janvier jusqu'à mi-février.

- Au cours des années 1997-1999, les analyses des biotoxines effectuées soit en septembre- novembre ; soit en mai à juillet ont été toujours négatives malgré les observations des espèces toxiques à certaines périodes de l'année.

- A partir de 1999 : les analyses sont plus régulières dans les zones T1 et T2. La contamination des palourdes par les biotoxines a lieu soit après une semaine de l'apparition des microalgues productrices de DSP à une concentration supérieure à 500 cellules/l, soit après une longue période d'apparition de ces microalgues à une concentration inférieure à 500 cellules/l pendant 7 semaines dans la zone T1, ou même pendant 13 semaines successives dans la zone T2. Les tests de toxicité sont positifs en décembre, en février et en avril.



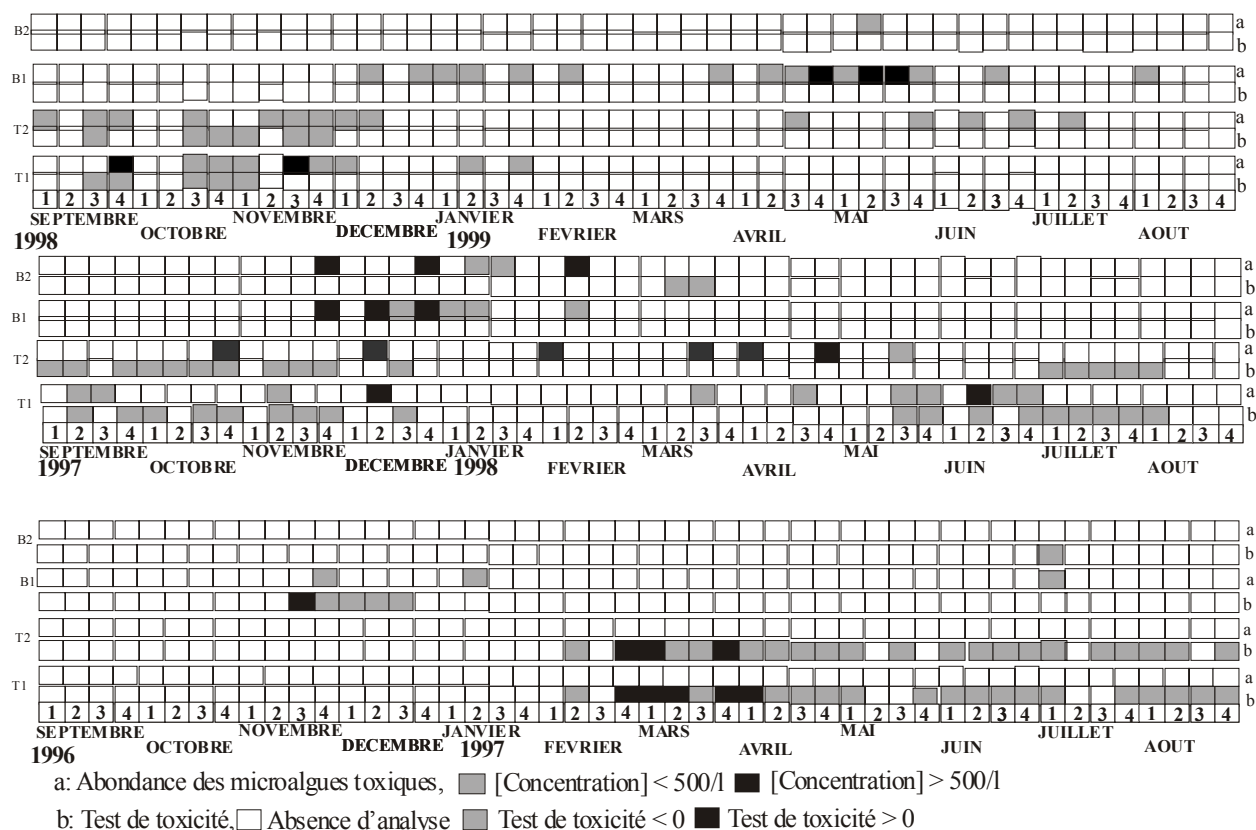


Fig. 4. Concentrations des microalgues liées à la production des toxines diarrhéiques (*Dinophysis* spp et *Prorocentrum lima*) et tests de toxicité dans les zones de production des palourdes du lac Nord de Tunis et de la lagune de Bizerte (1996-2003).

Dans la lagune de Bizerte, la présence des microalgues liées à la production des DSP est très sporadique avec une contamination des palourdes qui reste limitée aux mois de novembre et d'avril.

- De 2000 à 2002, le suivi hebdomadaire est très régulier dans les zones de production de Tunis et de Bizerte à partir de la 3^{ème} semaine de février. Nous avons noté une contamination des palourdes en février après 3 semaines d'apparition des microalgues à une concentration supérieure à 500 cellules/l, puis de manière concomitante en mars dans T1. Les tests de toxicité sont positifs au cours du mois de septembre dans les stations T1, B1 et B2, suivie secondairement d'une autre période de contamination qui a lieu au mois de décembre suite à de longues périodes d'apparition des microalgues toxiques dans les différentes zones de production.

- Concernant l'année 2002-2003 : les analyses de biotoxines effectuées tous les 15 jours, nous ont permis de relever qu'il y a absence de contamination des palourdes par les biotoxines dans les zones T1 et T2.

Dans la zone B1, la contamination des palourdes par les biotoxines a lieu en octobre simultanément à la présence de microalgues à une faible concentration, en février et en mai, qui serait associée à une concentration élevée de ces microalgues. Dans la zone B2, une seule période a été signalée en février, malgré une absence totale des microalgues associées à la production des toxines DSP dans le plancton.

Nous résumons dans le tableau IV, les différentes périodes de contamination des palourdes par les biotoxines marines dans les zones de production T1, T2, B1 et B2.

Tableau IV. Temps de séjour des biotoxines dans les zones de production des palourdes du Nord de la Tunisie.

Année	Zone de production	Temps de séjour des biotoxines	Période de contamination
1996-1997	T1	2-3 semaines	Mars-avril
	T2	1-2 semaines	Mars
1999-2000	T1	1 semaine	Décembre-mars-avril
	T2	1-3 semaines	Décembre-février-mars-avril-août
	B1	1 semaine	Novembre-décembre-avril
	B2	1 semaine	Novembre
2000-2001	T1	1-2 semaines	Février-mars
	T2	1 semaine	Octobre-mars
	B1 et B2	1 semaine	Octobre-janvier-juin
2001-2002	T1	1-4 semaines	Sep.-nov.-déc.-jan.-mars-mai
	T2	1-2 semaines	Décembre-février-mars
	B1	4 semaines	Septembre
	B2	1-3 semaines	Septembre-octobre-novembre
2002-2003	B1	1-2 semaines	Octobre-février-mai
	B2	1 semaine	Février

CONCLUSION

En conclusion, il apparaît que la contamination des palourdes par les biotoxines marines a lieu essentiellement durant deux périodes de l'année, de septembre à décembre et de février à mars. Le temps de séjour maximal des biotoxines marines dans les palourdes enregistré dans les différentes zones de production est estimé à 3 à 4 semaines.

Ces périodes ont été observées au cours des mois suivants :

- i en mars (T1 et T2) durant les années 1996 et 2000,
- ii en septembre 2001 (T1, B1 et B2) et
- iii en décembre 2001 (T1).

L'apparition des microalgues à des concentrations élevées (supérieure à 500 cellules/l), de manière concomitante à la contamination des palourdes par les biotoxines est signalée durant la période allant de septembre à novembre ainsi que du mois de février à mars. Toutefois, la présence de ces microalgues en période estivale ne provoque pas la contamination des palourdes par les biotoxines, au cours de la période allant du mois de juin jusqu'en août 2001, ce qui pourrait être expliqué d'une part par les températures estivales qui sont élevées et d'autre part par la faible fréquence de l'échantillonnage relative à l'analyse des biotoxines pendant cette période.

Afin de mieux valoriser les résultats sur les microalgues toxiques répertoriées dans les eaux de la Tunisie septentrionale, une base de données est en cours d'élaboration à l'Observatoire de la Mer de l'INSTM afin de mieux visualiser la répartition géographique des espèces toxiques dans les eaux tunisiennes à l'échelle spatio-

temporelle. La stratégie d'échantillonnage doit aussi être améliorée en utilisant des moyens de prélèvement phytoplancton quantitatifs intégrant toute la colonne d'eau (Lindahl, 1986) ainsi qu'en mesurant in situ les paramètres hydrologiques afin de mieux comprendre les mécanismes de répartition des proliférations algales nuisibles. En effet, ce problème doit être considéré dans sa globalité car il intègre plusieurs facteurs dont les données physico-chimiques, trophiques et biologiques afin de comprendre le développement anarchique des espèces nuisibles et/ou toxiques du phytoplancton.

Remerciements

Je tiens à remercier particulièrement les responsables des services vétérinaires relevant des Commissariats Régionaux pour le développement de l'Agriculture (CRDA Tunis, CRDA Bizerte et CRDA Ariana) pour leurs collaborations fructueuses. Mes remerciements vont particulièrement au Dr H. BEN JANET responsable de la gestion du réseau national de surveillance des zones de production des mollusques bivalves en Tunisie.

BIBLIOGRAPHIE

- Andersen P., 1996. - Design and implementation of some harmful algal monitoring. *IOC Technical Series* 44, UNESCO 1996, 116 p.

- Balech E., 1988. - Los Dinoflagelados del Atlantico Sudoccidental. *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.* Madrid, No. 1, 310 p.
- Balech E., 1995. - The genus *Alexandrium* Halim (Dinoflagellata). Sherkin Island Marine Station, Ireland, 150 p.
- Belin C., Belliaeff B., Raffin B., Rabia M. et Ibanez F., 1995. - Phytoplankton time. Series data of the French phytoplankton monitoring network: toxic and dominant species. In: Lassus P., Arzul G., Erard E., Gentien P. et Marcaillou C. (eds.). Harmful algal blooms. Proceedings of sixth international conference on toxic marine phytoplankton, Nantes, Paris, October 1993: 771-776.
- Daly Yahia O., Nezan E. et Daly Yahia M.N., (2001). - Sur la présence du genre *Alexandrium* Halim (dinoflagellés), dans la baie de Tunis (Tunisie). *Oceanologica acta* 24 : S17-S25.
- Faust M. A., Larsen J. et Moestrup O. 1999. Potentially toxic phytoplankton. 3. Genus *Prorocentrum* (Dinophyceae). ICES Identification Leaflets for Plankton. International Council for the exploration of the sea. *Leaflet* 184, 24 pp.
- Forteza V., Quetglas G., Delgado M., Reyero I.M., Fraga S., Franco J.M. et Cacho E., 1998. - Toxic *Alexandrium minutum* in Palma de Mallorca harbour (Balearic islands, western Mediterranean. In Reguera B., Blanco J., Fernandez M.L. et Wyatt T. (eds.). Harmful algae. Proceedings of the eighth international conference, Vigo 1997: 58-60.
- Gomez F., 2003. - The toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* : an invader in the Mediterranean sea. *Acta Bot. Croat.* 62 (2) : 65-72.
- Hasle G.R. et Fryxell G.A., 1995. - Taxonomy of diatoms. In: Hallegraeff, G.M., Anderson, D.M. et Cembella, A.D. (eds.) (1995)- Manual on Harmful Microalgae. *IOC Manual and Guides*. UNESCO No. 33 : 339-364.
- Lindahl O., 1986. - A dividable house for phytoplankton sampling. *International Council for the Exploration of the Sea (ICES) C.M.*, 1986/L : 26 (Annex III).
- Lugliè A., Giacobbe M.G., Sannio A., Fiocca F. et Sechi N., 2003. - First record of the dinoflagellate *Alexandrium catenella* (Whedon et Kofoid) Balech (*Dinophyta*), a potential producer of Paralytic Shellfish Poisoning, in Italian waters (Sardinia, Tyrrhenian Sea). *Boccone* 16 (2): 1045-1051.
- Paulmier C., 1992.- Catalogue illustré des microphytes planctoniques et benthiques des côtes normandes. Rapport IFREMER DRV-92. 007-RH, 107 p.
- Penna A., Giacobbe M.G., Andreoni F., Garces E., Berluti S., Cantarini R., Penna N. et Magnani M., 2001. - Blooms of *Alexandrium taylori* (Dinophyceae) in the Mediterranean: a preliminary molecular analysis of different isolates. Harmful algal blooms. In: Hallegraeff G.M., Blackburn S.I., Bolch C.J. and Lewis R.J. (eds.). Harmful algal blooms. Proceedings of the Ninth International Conference on Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Tasmania 2000: 218-221.
- Poletti R., Cettul R., Bovo F., Milandri A., Pompei m. et Frate R., 1998. - Distribution of toxic dinoflagellates and their impact on shellfish along the Northwest Adriatic coast. In: Reguera B., Blanco J., Fernandez M.L. et Wyatt T. (eds.). Harmful algae. Proceedings of the Eighth international conference, Vigo 1997: 88-90.
- Tahri-Joutei L., 1998. - *Gymnodinium catenatum* blooms in Moroccan waters. In Reguera B., Blanco J., Fernandez M.L. et Wyatt T. (eds.). Harmful algae. Proceedings of the eighth international conference, Vigo 1997: 66-67.
- Taylor F.J.R., Fukuyo Y. et Larsen J., 1995. - Taxonomy of harmful dinoflagellates. In: Hallegraeff, G.M., Anderson, D.M. et Cembella, A.D. (eds.) (1995)- Manual on Harmful Microalgae. *IOC Manual and Guides* UNESCO No. 33 : 283-317.
- Thomas C.R., 1997. - Identifying marine phytoplankton. Academic Press, United States of America, 858 p.
- Tubaro A., Sidari L., Della Logia R. et Yasumoto T., 1998. - Occurrence of yessotoxin-like toxins in phytoplankton and mussels from Northern Adriatic sea. In Reguera B., Blanco J., Fernandez M.L. et Wyatt T. (eds.). Harmful algae. Proceedings of the eighth international conference, Vigo 1997: 470-472.
- Turki S. et El Abed A., 2002. - Détection du phytoplankton marin toxique dans les zones de production des mollusques bivalves du Nord de la Tunisie. Actes des 8^{èmes} Journées Nationales sur les résultats de la Recherche Agronomique, Nabeul, 13 et 14 novembre 2001 : 360-367.
- Utermöhl H., 1958- Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton. *Methodik. Mitt. Int. Ver. Limnol.* 9 : 1-38.
- Vila M., Camp J., Garcés E., Maso M. et Delgado M., 2001. - High resolution spatio-temporal detection of potentially harmful dinoflagellates in confined waters of the NW Mediterranean. *Journal of Plankton Research*, 23 (5): 497-514.