

# Y a-t-il des microalgues nuisibles dans la lagune de Venise ? (Période d'observation : 1988-1993)

*Are there harmful microalgae in the Venice Lagoon ?  
(Survey period : 1988-1993)*

---

Claudio Tolomio, Emanuela Moschin  
Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Padova, Via Trieste 75, 35121 Padova, Italia

**Mots clés :** phytoplancton, espèces nuisibles, lagune de Venise

**Key-words:** phytoplankton, harmful species, Venice Lagoon

## RÉSUMÉ

Tolomio C., E. Moschin, 1995 - Y a-t-il des microalgues nuisibles dans la lagune de Venise ? (Période d'observation : 1988-1993). Mar. Life, 5 (1) : 3 - 9.

L'apparition dans la mer Adriatique d'espèces phytoplanctoniques toxiques ou potentiellement nuisibles a amené à entreprendre des observations à cet égard dans les eaux de la lagune de Venise, où il y a des activités économiques axées sur la pêche et la conchyliculture. Au cours de recherches pluriannuelles (1988-1993), on a analysé un millier d'échantillons de phytoplancton. Parmi les Dinophycées considérées nuisibles, seulement *Prorocentrum minimum* a été trouvé en quantité remarquable ; les autres espèces (*Prorocentrum lima*, *Dinophysis sp. pl.*, *Goniaulax polyedra*, *Gymnodinium splendens*, *Protoperidinium pellucidum*, *P. quinquecorne*) sont présentes en quantité bien réduite.

## ABSTRACT

Tolomio C., E. Moschin, 1995 - [Are there harmful microalgae in the Venice Lagoon ? (Survey period : 1988-1993)]. Mar. Life 5, (1) : 3 - 9.

The occurrence of potentially harmful phytoplankton species in the Adriatic Sea induced us to undertake some observations on the waters of the Venice Lagoon, where there is an economic interest involving fishing and aquaculture. During pluriannual research (1988-1993) about a thousand phytoplankton samples were analyzed. Among the toxic Dinoflagellates, only *Prorocentrum minimum* was found in remarkable quantity ; the other species (*Prorocentrum lima*, *Dinophysis sp. pl.*, *Goniaulax polyedra*, *Gymnodinium splendens*, *Protoperidinium pellucidum*, *P. quinquecorne*) occurred with low density.

## INTRODUCTION

La présence toujours plus fréquente de microalgues potentiellement toxiques dans les systèmes côtiers du monde entier (Hallegraeff, 1993) a poussé à effectuer plusieurs recherches à ce propos (Sournia *et al.*, 1991) à cause du grand intérêt que le phénomène revêt au point de vue économique et sanitaire lorsque les pièces d'eau sont utilisées pour des activités halieutiques ou pour la conchyliculture.

L'isolement des principales toxines produites par les espèces nuisibles avec détermination de leur structure chimique (Oshima *et al.*, 1978 ; Sullivan, Wekell, 1984 ; Yasumoto *et al.*, 1985 ; Lee *et al.*, 1989 ; Yasumoto, 1990) et la description des méthodes de prévention et d'aménagement (Le Baut *et al.*, 1990 ; Lassus, 1992) ont amélioré la connaissance du phénomène.

Dans la lagune de Venise, où il y a des élevages de moules, pour une bonne part d'importa-

tion, et où la pêche est pratiquée depuis longtemps, on a étudié, au cours de plusieurs années, les communautés phytoplanctoniques tant au point de vue qualitatif que quantitatif ; une attention particulière a été prêté à la présence d'espèces nuisibles et aux efflorescences qui se sont succédé pendant la période des recherches.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

D'avril 1988 à avril 1993, environ 1000 échantillonnages ont été effectués dans la lagune de Venise (Figure 1), en considérant aussi bien les eaux du flux que celles du jusant. Les recherches ont été particulièrement actives dans le bassin méridional où la mytiliculture est très développée.

Le matériel récolté par des filets Apstein ou par des bouteilles Niskin modifiées a été fixé par du formol neutralisé (concentration finale de 4 %) ; pour la conservation du matériel destiné à l'étude au microscope électronique à balayage, on a utilisé un mélange de formol (3 %) et de glutaraldéhyde (3 %).

L'identification et le dénombrement des cellules phytoplanctoniques ont été conduits en chambres de sédimentation selon la méthode d'Utermöhl (1958).

Les préparations pour M.E.B. ont été traitées suivant la méthodologie habituelle : la déshydratation a été effectuée au moyen d'alcool éthylique de concentration croissante, en centrifugeant chaque fois 15 minutes à 1500 tour/min. ; puis le matériel a été traité par la technique du point critique et collé sur le support métallique en utilisant un ruban biadhésif au charbon ; enfin, la métallisation a été faite à l'or (système sputtering).

## RÉSULTATS

En analysant la liste de tous les taxons trouvés au cours de la recherche, sur la base des références bibliographiques (Lassus, 1988 ; Sournia *et al.*, 1991), on a reconnu les espèces nuisibles (Tableau I).

On a prêté beaucoup d'attention à la présence d'espèces appartenant au genre *Dinophysis* qui, le long des côtes de l'Europe du Nord (Krogh *et al.*, 1985 ; Dahl, Yndestad, 1985 ; Lassus *et al.*, 1991), a déjà causé plusieurs problèmes concernant la qualité des eaux.

Quelques-unes de ces espèces ont même été récoltées dans la lagune de Venise (Tableau I) : *Dinophysis acuta* a été signalée dans le bassin septentrional (été 1988) mais à concentration très réduite ; on peut dire la même chose pour *D. fortii* (Figure 2) et *D. sacculus* (Figure 3) (bassin septentrional et méridional) et *D. caudata* (Figure 4) (bassin central et méridional). Dans quelques échantillons récoltés au filet, on a observé aussi *D. tripos* (Figure 5) et *D. rotundata* (Figure 6), toujours présentes d'une façon sporadique.

*Goniaulax polyedra* Stein (Figure 7), jamais abondant pendant la période de la recherche, a été signalé il y a longtemps dans la lagune de Venise (Migliardi O'Riordan, 1915 ; Teodoro, 1925). Sa toxicité a été démontrée en laboratoire (saxitoxines du type hydrosoluble : Schradie, Bliss, 1962 ; Bruno *et al.*, 1990) ; toutefois, il semble que la prolifération de *Goniaulax polyedra* est nuisible surtout à cause de la chute d'oxygène dissous, qui peut provoquer à son tour une grande mortalité de poissons. Il s'agit donc d'une espèce qui est en mesure d'exercer une pression biologique sur les systèmes côtiers caractérisés par une circulation des eaux peu active.

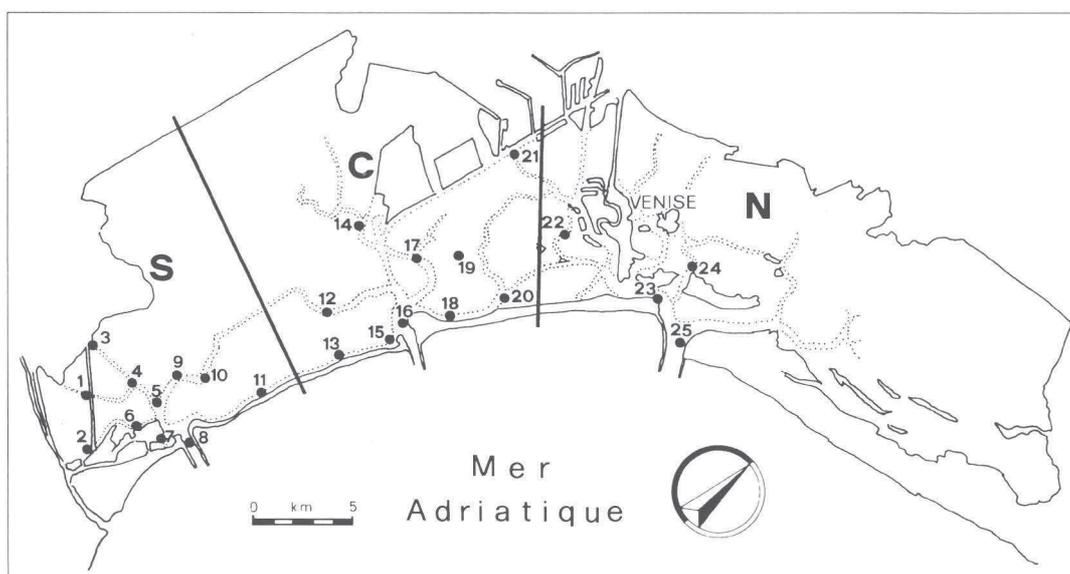


Figure 1 - La lagune de Venise : les trois bassins (N = Nord ; C = Centre ; S = Sud) et les stations de surveillance. The Venetian lagoon : the three basins (N = North ; C = Center ; S = South) and the survey stations.

Tableau I - Liste des espèces potentiellement toxiques trouvées pendant la période d'observation (avril 1988-avril 1993) dans les 25 stations lagunaires. Pour chaque espèce, on a mentionné la distribution (N = bassin du Nord ; C = bassin central ; S = bassin du Sud ; + = présence ; - = absence), la date et la station où l'on a relevé les concentrations maximales (cell.l<sup>-1</sup>), les limites de variation de la température et de la salinité (\* = espèce trouvée seulement dans les échantillons récoltés au filet) / List of potentially harmful taxa found during the investigation (April 1988-April 1993) in the 25 stations of the lagoon. The distribution (N = Northern basin ; C = Central basin ; S = Southern basin ; + = presence ; - = absence), the date and the station where the highest values were recorded (cells. l<sup>-1</sup>), the ranges of temperature and salinity are indicated for all species. (\* = species found only in the net samples).

	N	C	S	date	St.	cell.l <sup>-1</sup>	t°C min ÷ max	S min ÷ max
DINOPHYCEAE								
<i>Dinophysis acuta</i>	+	-	-	21/5/88	24	1.400	8,0 ÷ 23,5	23,5 ÷ 34,0
<i>Dinophysis caudata</i>	-	+	+	21/9/91	1	1.500	12,3 ÷ 26,7	31,6 ÷ 37,0
<i>Dinophysis fortii</i>	+	-	+	13/9/88	24	800	15,5 ÷ 23,7	31,5 ÷ 35,0
<i>Dinophysis rotundata*</i>	-	-	+					
<i>Dinophysis sacculus</i>	+	-	+	21/9/91	1	2.300	8,0 ÷ 26,1	15,6 ÷ 35,0
<i>Dinophysis tripos*</i>	-	-	+					
<i>Goniaulax polyedra</i>	+	+	-	8/7/89	2	700	17,7 ÷ 29,5	29,6 ÷ 37,9
<i>Gymnodinium splendens</i>	-	-	+	30/7/91	10	8.000	23,4 ÷ 29,5	28,1 ÷ 37,4
<i>Prorocentrum lima</i>	-	-	+	1/7/92	8	700	23,0 ÷ 29,5	33,0 ÷ 34,4
<i>Prorocentrum minimum</i>	+	+	+	16/8/88	8	141.000	4,1 ÷ 29,6	12,3 ÷ 38,0
<i>Protoperidinium pellucidum</i>	-	+	+	21/9/91	2	2.700	21,8 ÷ 29,5	30,4 ÷ 35,5
<i>Protoperidinium quinquecorne</i>	+	+	+	18/9/91	7	6.100	18,5 ÷ 29,5	23,9 ÷ 37,0
DIATOMOPHYCEAE								
<i>Nitzschia cf. seriata</i>	+	+	+	16/8/88	8	257.000	2,6 ÷ 31,4	12,2 ÷ 38,0
DICTYOCOPHYCEAE								
<i>Dictyocha speculum</i>	+	+	+	9/1/89	8	140.000	2,5 ÷ 19,4	24,0 ÷ 37,0

L'effet nuisible de *Gymnodinium splendens* Lebour (Figure 8), qui a atteint 8 000 cell. l<sup>-1</sup> en été 1991 dans le bassin méridional, n'est pas encore bien connu ; d'ailleurs, cette espèce a souvent été confondue avec *G. nelsonii* Martin, producteur de biotoxines dans les extraits de culture (Tindall *et al.*, 1984 in Lassus, 1988).

Peu de références font état d'une toxicité de *Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller ; seulement la variété *mariae-lebouriae* a fait l'objet d'études à cet égard et le principe toxique a été isolé à partir de culture (Okaichi, Imatomi, 1979). Il s'agit d'une Dinophycée qui tend à proliférer dans les eaux portuaires et eutrophisées ; cette espèce, en particulier la variété *triangulatum* (Figure 9), est plus répandue dans la lagune méridionale ; en 1984, dans des viviers endigués du bassin septentrional, elle avait pullulé d'une façon extraordinaire atteignant 18.10<sup>6</sup> cell. l<sup>-1</sup> (Andreoli *et al.*, 1986). Une autre espèce, *Prorocentrum lima*, qui peut être responsable de graves cas d'empoisonnement (Ghiretti, Cariello, 1984) et qui, quelquefois, constitue des populations monospécifiques (Tolomio, Lenzi, 1996), est rare et présente seulement au sud de la lagune.

Le caractère toxique de quelques espèces du genre *Protoperidinium* (*P. pellucidum*, *P. quinquecorne*), récoltées à Venise en quantité négligeable, est moins prouvé.

Les connaissances sur les propriétés toxiques des Diatomophycées sont encore restreintes, sauf deux taxons : *Nitzschia pungens* f. *multiseries* Hasle (Fryxell *et al.*, 1990) et *N. pseudodelicatissima* Hasle

(Martin *et al.*, 1990). Compte tenu des difficultés dans l'identification taxinomique des formes attribuées à ce groupe (*Nitzschia seriata* complex : Hasle, 1965), les exemplaires récoltés à Venise ont été signalés sous le taxon *Nitzschia cf. seriata* Cleve (Tableau I ; Figure 11) ; du reste, les observations effectuées au M.E.B. (Figure 12) ont permis d'exclure la présence en lagune des deux formes toxiques susmentionnées.

Parmi les Dictyochophycées, *Dictyocha speculum* (Ehr.) Haeckel (Figure 13) est nuisible lorsque la cellule est sans squelette, forme nue appelée "flagellé X" par Thomsen, Moestrup (1985). Des effets néfastes (mortalité massive de poissons) se sont manifestés à l'occasion de blooms exceptionnels qui se sont produits en Irlande et en Ecosse (Sournia *et al.*, 1991) ; de toute façon, on n'a pas la preuve d'une toxicité intrinsèque. Cette espèce a été trouvée abondante pendant le flot, surtout dans le bassin méridional.

Mais il faut mentionner que des effets négatifs peuvent être produits même par l'efflorescence d'espèces non toxiques, lorsqu'elles entraînent une concentration très élevée (plus d'un million de cellules par litre). Dans la lagune de Venise, il n'y a pas de conditions favorables à des proliférations phyto-planctoniques prolongées ; toutefois, on a observé, de temps en temps, une présence massive de taxons particulièrement adaptables aux variations de l'environnement : *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl. et *Cyclotella* sp. parmi les Diatomophycées, *Eutreptia lanowi* Steuer parmi les Euglenophycées (Tableau II).

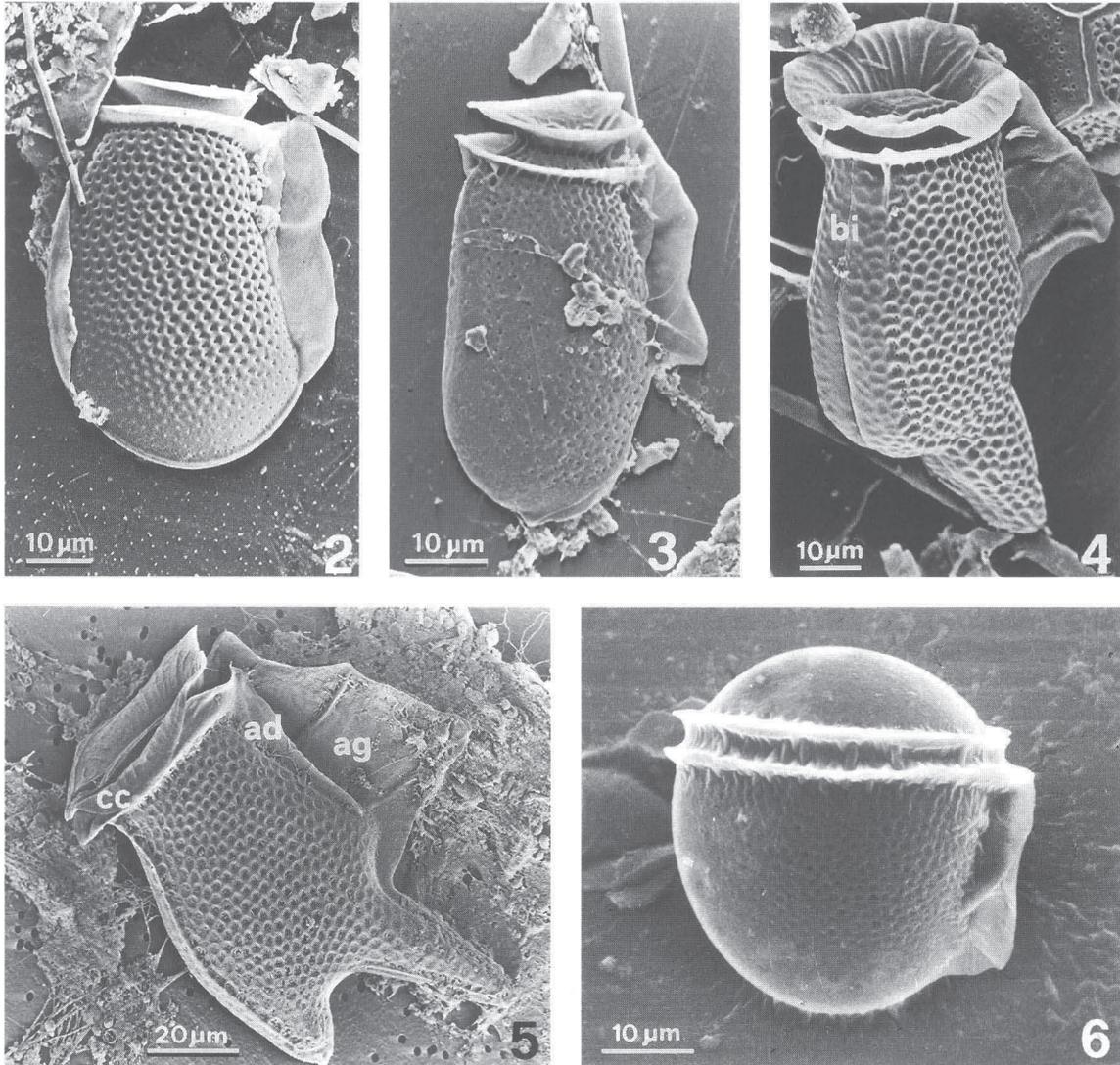


Figure 2 - M.E.B. : *Dinophysis fortii*, vue latérale droite.  
S.E.M. : *Dinophysis fortii*, right lateral view.

Figure 3 - M.E.B. : *Dinophysis sacculus*, vue latérale droite.  
S.E.M. : *Dinophysis sacculus*, right lateral view.

Figure 4 - M.E.B. : *Dinophysis caudata*, vue dorso-latérale. On peut distinguer la bande intercalaire de croissance (bi)  
S.E.M. : *Dinophysis caudata*, lateral-dorsal view. Intercalary band can be easily distinguished (bi).

Figure 5 - M.E.B. : *Dinophysis tripos*, vue latérale droite. Les collerettes cingulaires (cc) et les ailettes sulcales droite (ad) et gauche (ag) sont bien visibles.  
S.E.M. : *Dinophysis tripos*, right-lateral view. Cingular lists (cc), right (ad) and left (ag) sulcal lists are clearly visible.

Figure 6 - M.E.B. : *Dinophysis rotundata*, vue latérale droite. La hauteur de l'épithèque est plus prononcée que dans d'autres espèces du même genre.  
S.E.M. : *Dinophysis rotundata*, right lateral view. The epithecal height is more marked than in other species belonging to the same genus.

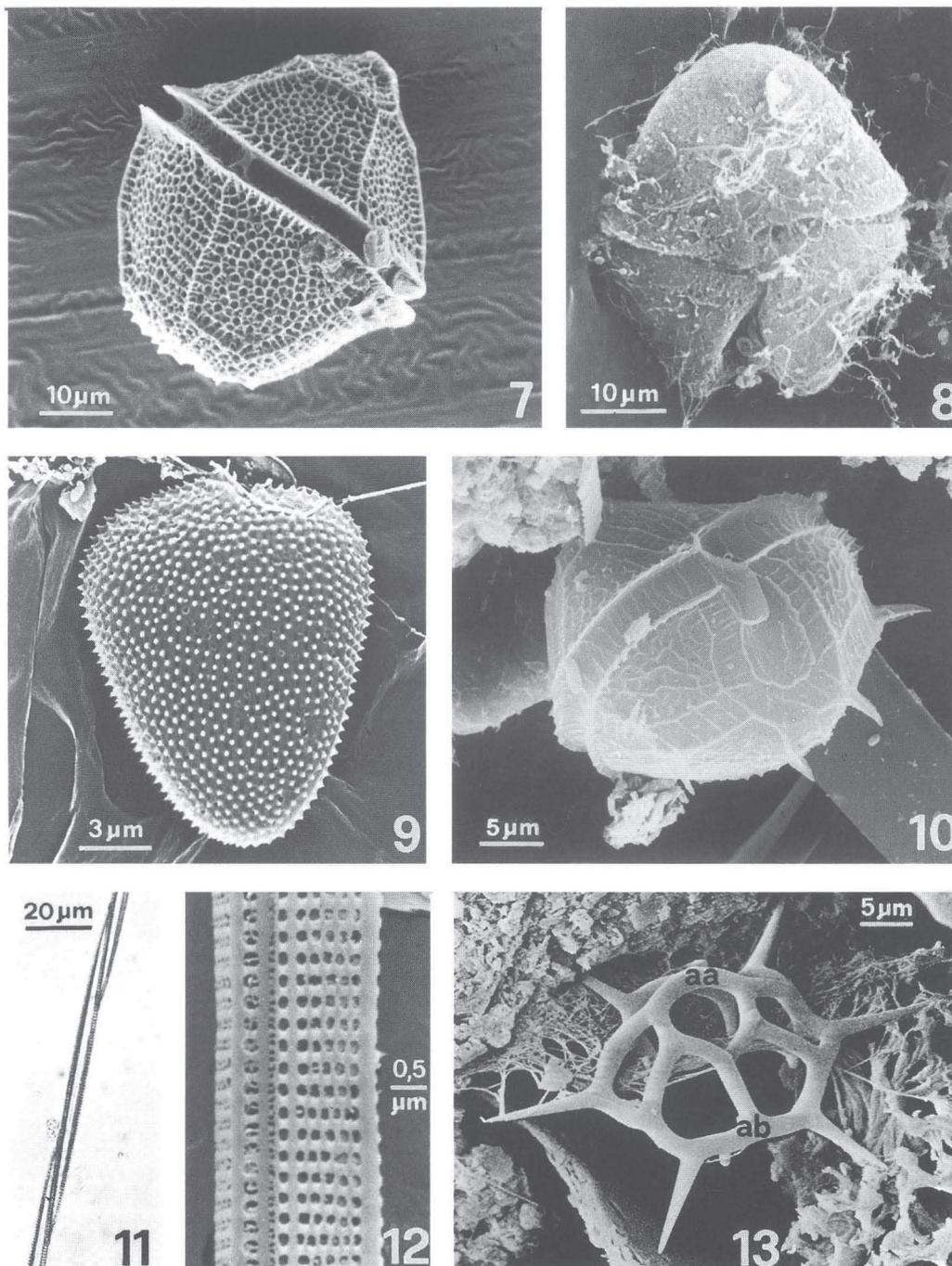


Figure 7 - M.E.B. : *Goniaulax polyedra*, vue dorsale.  
S.E.M. : *Goniaulax polyedra*, dorsal view.

Figure 8 - M.E.B. : *Gymnodinium splendens*, vue ventrale : cingulum descendant ; sulcus très marqué.  
S.E.M. : *Gymnodinium splendens*, ventral view : descending cingulum ; the sulcus is very pronounced.

Figure 9 - M.E.B. : *Prorocentrum minimum* var. *triangulatum*, valve gauche.  
S.E.M. : *Prorocentrum minimum* var. *triangulatum*, left valve.

Figure 10 - M.E.B. : *Proroperidinium quinquecorne*, région ventro-antapicale avec les épines.  
S.E.M. : *Proroperidinium quinquecorne*, ventral antapical area with spines.

Figure 11 - M. O. : colonie de *Nitzschia* cf. *seriata* (?).  
L.M. : colony of *Nitzschia* cf. *seriata* (?).

Figure 12 - M.E.B. : structure de la thèque d'un exemplaire attribué au groupe *Nitzschia seriata* complex.  
S.E.M. : structure of the theca of a specimen attributed to the *Nitzschia seriata* complex group.

Figure 13 - M.E.B. : *Dictyochoa speculum*, squelette : ab = anneau basal ; aa = anneau apical.  
S.E.M. : *Dictyochoa speculum*, skeleton : ab = basal ring ; aa = apical ring.

Tableau II - Principales efflorescences (avec une dominance  $\delta_1 > 85\%$ , calculée suivant Hulburt, 1963) qui se sont succédé pendant la période d'observation (avril 1988- avril 1993) / The main blooms (with a dominance  $\delta_1 > 85\%$ , calculated according to Hulburt, 1963) occurring during the investigation (April 1988-April 1993).

Espèce responsable	date	St.	cell.l <sup>-1</sup>	t°C	S
<i>Skeletonema costatum</i>	6/3/89	9	11.050.000	9,1	32,0
<i>Skeletonema costatum</i>	13/3/90	6	1.168.000	12,8	25,0
<i>Eutreptia lanowii</i>	21/3/91	1	1.170.000	15,0	29,5
<i>Cyclotella</i> sp.	8/8/91	7	9.700.000	28,1	34,0
<i>Cyclotella</i> sp.	18/9/91	7	5.600.000	24,9	34,0
<i>Eutreptia lanowii</i>	21/3/92	2	890.000	11,6	33,7
<i>Skeletonema costatum</i>	6/4/93	4	3.154.000	10,0	34,5

## CONCLUSION

Les observations effectuées au cours des recherches qui se sont déroulées de 1988 à 1993 sont bien significatives en raison du nombre très élevé d'échantillons examinés.

Dans les eaux de la lagune de Venise, la présence de microalgues toxiques est pour la plupart limitée aux mois d'été et d'automne ; de toute façon, on a rarement trouvé des concentrations supérieures au seuil de sécurité sanitaire établi par la législation en vigueur (D.M. 1er août 1990, n. 256). Du reste, le pourcentage des espèces sûrement toxiques ou potentiellement nuisibles par rapport à toutes les espèces observées dans les échantillons examinés est toujours assez limité (< 5 %).

En effet, la composition des communautés à l'intérieur de la lagune est influencée par les variations du milieu qui peuvent se vérifier même à une échelle temporelle très petite, avec l'apparition, l'adaptation et le développement d'espèces même allochtones à la suite d'une sélection prononcée ; les espèces potentiellement toxiques (qui appartiennent, pour la plupart, aux Dinophycées) sont peu tolérantes et, donc, plus fréquentes dans les eaux marines que dans la lagune. Par conséquent, les moules élevées en lagune montrent des concentrations de biotoxines plus basses que les moules élevées dans la mer (Poletti *communication personnelle*).

Il faut rappeler que, maintes fois, la toxicité n'est pas liée à l'efflorescence massive des microorganismes responsables ; les processus de bio-intoxication sont souvent amorcés par des espèces qui ne dépassent pas un millier de cellules par litre mais qui deviennent très toxiques dans des conditions particulières du milieu (Sournia *et al.*, 1991).

Une période de développement très prolongée peut jouer aussi un rôle très important sur le niveau de contamination : en effet, les organismes filtreurs, en particulier les moules, absorbent les microalgues et stockent dans leurs tissus les toxines. C'est pour cela que la numération des cellules végétales présentes dans les masses d'eau ne suffit pas ; elle permet seulement d'alerter le réseau de surveillance dans le but d'engager des actions de prévention sanitaire.

Pendant la période d'observation, la consommation de poissons et de mollusques lagunaires n'a pas provoqué l'apparition de pathologies typiques des "bio-intoxications" ; toutefois, en considérant l'importance et l'intérêt que le problème revêt au point de vue économique et sanitaire, il serait à souhaiter l'institution d'un service de surveillance en lagune comme il en existe un pour les eaux côtières de l'Adriatique du Nord, où le contrôle s'est fait plus attentif à la suite de cas d'empoisonnement gastro-entérique (Boni *et al.*, 1992) attribués en toute certitude à la consommation de moules contaminées par des toxines DPS (Zhao *et al.*, 1994).

D'ailleurs, même si les méthodes d'analyse du phytoplancton sont normalisées, les méthodes de détection des toxines sont encore bien disparates, quelquefois avec des résultats contradictoires ; par conséquent, il y a une certaine difficulté à estimer précisément le risque de contamination.

## REMERCIEMENTS

Cette recherche a été financée par le M.U.R.S.T. (Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica), Projet Sistema Lagunare Veneziano.

## BIBLIOGRAPHIE

- Andreoli C., C. Tolomio, A. Tonello, S. Zorzetto, L. Guglielmo, F. Lumare, 1986 - Effetti della fertilizzazione sulle catene trofiche in due valli da pesca della laguna di Venezia. *Ambiente e Risorse*, **1** : 37-46.
- Boni L., L. Mancini, A. Milandri, R. Poletti, M. Pompei, R. Viviani, 1992 - First cases of diarrhetic shellfish poisoning in the Northern Adriatic Sea. *Sci. total Environ., suppl.* **1992** : 419-426.
- Bruno M., P.M.P. Gucci, E. Pierdominici, A. Ioppolo, L. Volterra, 1990 - Presence of saxitoxin in toxic extracts from *Goniaulax polyedra*. *Toxicon*, **28** : 1113-1116.
- Dahl E., M. Yndestad, 1985 - Diarrhetic shellfish poisoning (DSP) in Norway in the Autumn 1984 related to the occurrence of *Dinophysis* spp. In : *Toxic Dinoflagellates*. D.M. Anderson, A.W. White, D.G. Baden (eds), Elsevier Scientific Publications, New York, pp : 495-500.

- Fryxell G.A., M.E. Reao, D.L. Valencic, 1990 - *Nitzschia pungens* Grunow f. *multiseriata* Hasle : observations of a known neurotic diatom. *Nova Hedwigia (Beih.)*, **100** : 171-188.
- Ghiretti F., A. Cariello, 1984 - *Gli animali marini velenosi e le loro tossine*. Piccin Nova Libr., Padova, 165 pp.
- Hallegraeff G.M., 1993 - A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia*, **32** : 79-99.
- Hasle G.R., 1965 - *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscopes. II. The Group *Pseudonitzschia*. *Skr. norske Vidensk.-Akad.*, **18** : 1-48.
- Hulbert E.M., 1963 - The diversity of phytoplanktonic populations in oceanic, coastal and estuarine regions. *J. mar. Res.*, **21** : 81-93.
- Krogh P., L. Edler, E. Graneli, 1985 - Outbreak of Diarrhetic Shellfish Poisoning on the west coast of Sweden. In : *Toxic Dinoflagellates*. D.M. Anderson, A.W. White, D.G. Baden (eds), Elsevier Scientific Publications, New York; pp : 501-502.
- Lassus P., 1988 - *Plancton toxique et plancton d'eaux rouges sur les côtes européennes*. IFREMER, Nantes : 111 pp.
- Lassus P., 1992 - Accumulation des biotoxines par les coquillages. In : *Coquillages et santé publique. Du risque à la prévention*. ENSP Ed., pp : 79-98.
- Lassus P., A. Herbland, C. Le Baut, 1991 - *Dinophysis* blooms and toxic effects along the French coast. *World Aquacult.*, **22** : 49-54.
- Le Baut C., B. Bardin, M. Bardouil, M. Bohec, L. Le Dean, P. Maselin, P. Truquet, 1990 - Étude de la décontamination de moules toxiques (toxines diarrhéiques) en laboratoire et en milieu naturel. IFREMER (Rapport intern) DERO/90/02/MR, 21 pp.
- Lee J.S., T. Igarashi, S. Fraga, E. Dahl, P. Hovgaard, T. Yasumoto, 1989 b - Determination of diarrhetic shellfish toxins in various Dinoflagellate species. *J. Appl. Phycol.*, **1** : 147-152.
- Martin J.L., K. Haya, L.E. Burrige, D.J. Wildish, 1990 - *Nitzschia pseudodelicatissima* - a source of domoic acid in the Bay of Fundy, eastern Canada. *Mar. Ecol.-Prog. Ser.*, **67** : 177-182.
- Migliardi O'Riordan V., 1915 - Ulteriore contributo alla conoscenza del plancton della Laguna Veneta. *Zoologischer Anz.*, **45** : 165-170.
- Okaichi T., Y. Imatomi, 1979 - Toxicity of *Prorocentrum minimum* var. *mariae-labouriae* assumed to be a causative agent of short-necked clam poisoning. In : *Toxic Dinoflagellate blooms*. D.L. Taylor, H.H. Seliger (eds), Elsevier Scientific Publications, New-York, pp : 385-388.
- Oshima Y., Y. Shimizu, S. Nishio, T. Okaichi, 1978 - Identification of paralytic shellfish toxins in shellfish from Inland Sea. *Bull. Japan. Soc. scient. Fish.*, **44** : 395.
- Schradie J., C.A. Bliss, 1962 - The cultivation and toxicity of *Gonyaulax polyedra*. *Lloydia*, **25** : 214-221.
- Sournia A., C. Belin, B. Berland, E. Erard-Le Denn, P. Gentien, D. Grzeboyk, C. Marcaillou-Le Baut, P. Lassus, F. Partensky, 1991 - *Le phytoplancton nuisible des côtes de France. De la biologie à la prévention*. IFREMER-CNRS, Plouzan, 154 pp.
- Sullivan J.J., M.M. Wekell, 1984 - Determination of PSP toxins by HPLC. In : *Seafood toxins*. E. P. Ragelis (ed.), American Chemical Society, Washington, pp : 197-205.
- Teodoro G., 1925 - Primo contributo alla conoscenza dei Dinoflagellati della Laguna Veneta. *Atti Ist. ven. Sci.*, **84** : 591-597.
- Thomsen H.A., Ø. Moestrup, 1985 - Is *Distephanus speculum* a fish-killer ? A report on an unusual algal bloom from Danish coastal waters. *Bull. mar. Sci.*, **37** : 778.
- Tolomio C., M. Lenzi, 1996 - Eaux colorées dans les lagunes d'Orbetello et de Burano. *Vie Milieu*, **46** (1) : 25-37.
- Utermöhl H., 1958 - Zur vervollkommnung der quantitative Phytoplankton-Methodik. *Mitt. int. Verein. theor. angew. Limnol.*, **9** : 1-38.
- Yasumoto T., 1990 - Marine microorganisms toxins - an overview. In : *Toxic marine phytoplankton*. E. Graneli, B. Sundström, L. Edler, D.M. Anderson (eds.), Elsevier Scientific Publications, New-York, pp : 3-8.
- Yasumoto T., M. Murata, Y. Oshima, M. Sano, G.K. Matsumoto, J. Clardy, 1985 - Diarrhetic shellfish toxins. *Tetrahedron*, **41** : 1019-1025.
- Zhao J., G. Cenci, E. Di Antonio, T. Yasumoto, 1994 - Analysis of diarrhetic shellfish toxins in Mussels from the Adriatic Coast of Italy. *Fisheries Science*, **60** : 687-689.

Reçu en février 1995 ; accepté en mars 1996  
Received February 1995; accepted March 1996