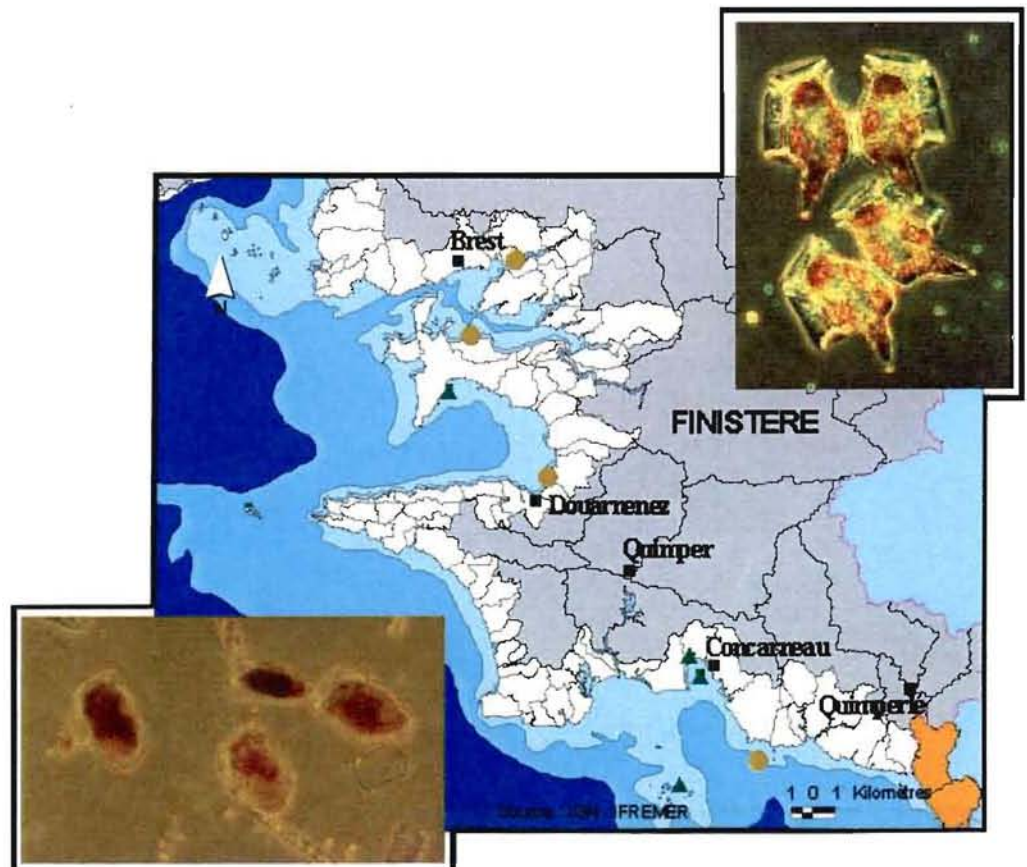


Episodes à *Dinophysis* dans le Finistère et variations morphologiques des espèces responsables



FICHE DOCUMENTAIRE

Numéro d'identification du rapport : R.S.T. - DEL/ 00-01 / CONCARNEAU Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> interdite <input type="checkbox"/> Validé par : P. MAGGI, secrétaire du Comité de lecture DEL Version du document : Définitive	date de publication Février 2000 nombre de pages 30 bibliographie Oui illustration(s) Oui langue du rapport Français
Titre et sous-titre du rapport : Episodes à <i>Dinophysis</i> dans le Finistère et variations morphologiques des espèces responsables Titre traduit : Outbreaks of <i>Dinophysis</i> along the coast of Finistère and morphological variations of the responsible species	
Auteur(s) principal(aux) : nom, prénom NEZAN Elisabeth	Organisme / Direction / Service, laboratoire IFREMER / Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral / Laboratoire côtier de Concarneau
Collaborateur(s) : nom, prénom	Organisme / Direction / Service, laboratoire
Travaux universitaires : diplôme : _____ discipline : _____ établissement de soutenance : _____ année de soutenance : _____	
Titre du contrat de recherche :	n° de contrat IFREMER
Organisme commanditaire : nom développé, sigle, adresse Organisme(s) réalisateur(s) : nom(s) développé(s), sigle(s), adresse(s) Responsable scientifique : _____	
Cadre de la recherche : Programme : _____ Convention : _____ Projet : _____ Autres (préciser) : _____ Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire)	

FICHE DOCUMENTAIRE

Résumé :

Depuis le début des années 80, le genre *Dinophysis* fait l'objet d'une surveillance attentive dans la mesure où certaines de ses espèces sont capables de se développer sur nos côtes. C' est le cas de *D. caudata* et *D. acuminata* sur la côte Atlantique, notamment dans le Finistère.

Sur la base de données acquises au cours des 7 dernières années (1993 - 1999), nous avons cherché à décrire leurs épisodes. Il ressort que *D. caudata* est une espèce à épisode automnal tandis que les périodes printanières et estivales sont marquées exclusivement par des épisodes à *D. acuminata*; ces 2 espèces étant par ailleurs fortement soupçonnées de nutrition phagotrophe.

Chaque épisode est caractérisé par la forme générale du planoméiocyte, stade planctonique initial de référence, puis par une grande variabilité morphologique selon les deux processus de reproduction; asexuée et sexuée. Nous en arrivons à un degré de variabilité tel que certains morphotypes de *D. caudata* et de *D. acuminata* sont considérés comme des espèces à part entière; *D. diegensis* et *D. skagii* respectivement ou que certaines formes de *D. acuminata* sont assimilées à l'espèce *D. norvegica* ou *D. sacculus*.

Abstract :

Shortly after 1980 the genus *Dinophysis* has been surveyed because some species are able to grow plentifully such as *D. caudata* and *D. acuminata* along the Atlantic coast and especially in the area of Finistère.

From data obtained between 1993 and 1999 we tried to describe their occurrences. It appears that *D. caudata* is associated to autumnal outbreaks whereas *D. acuminata* is linked to spring and summer episodes. Besides, these species are strongly suspected of phagotrophy.

Each outbreak is characterized i) by the general shape of the planomeiocyte which is the initial planktonic stage of reference, ii) by a high morphological variability according to processes of asexual and sexual reproduction. A high degree of variability is reached such as some morphotypes of *D. caudata* and *D. acuminata* are taken as *D. diegensis* and *D. skagii* respectively or some *D. acuminata* are assimilated to *D. norvegica* or *D. sacculus*.

Mots-clés :

Dinophysis acuminata, *Dinophysis caudata*, *Dinophysis diegensis*, *Dinophysis norvegica*, *Dinophysis skagii*, épisodes, variations morphologiques, phagotrophie

Keywords :

Dinophysis acuminata, *Dinophysis caudata*, *Dinophysis diegensis*, *Dinophysis norvegica*, *Dinophysis skagii*, outbreaks, morphological variations, phagotrophy

Commentaire :

Sommaire

Introduction	1
1. Méthodologie	2
2. Résultats	4
2.1 Description des épisodes	4
2.2 Variations morphologiques des espèces responsables	6
2.2.1 Variations morphologiques inter-épisodes de <i>D. acuminata</i>	6
2.2.2 Variations morphologiques intra-épisode de <i>D. acuminata</i> et <i>D. caudata</i>	7
2.3 Modes de nutrition	14
Conclusions	16
Remerciements	17
Références	18
Glossaire	20
Annexes	

Introduction

La surveillance du phytoplancton, dans le cadre du réseau national REPHY (Réseau de Surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines) met en exergue un développement quasi annuel du genre *Dinophysis* Erhenberg sur la côte Atlantique de Bretagne et des Pays de Loire (Belin & Raffin, 1998). Les épisodes se rapportent exclusivement à 2 espèces: *D. caudata* Saville Kent en période automnale et *D. acuminata* Claparède & Lachmann au printemps, en été et en automne.

Si les données toxicologiques font apparaître que sur la côte Atlantique *D. caudata* n'est pas producteur d'acide okadaïque (toxine D.S.P.) contrairement à *D. acuminata*, en revanche ces 2 espèces présentent en commun une variabilité morphologique telle que certains de leurs morphotypes* sont tantôt attribués dans la littérature à des noms différents d'espèces, ce qui ne facilite pas la tâche des observateurs du REPHY chargés d'identifier certains *Dinophysis* au rang de l'espèce. Face au caractère répétitif de ces difficultés rencontrées, une analyse approfondie a donc été décidée en 1999.

Outre le fait qu'elle doit être l'occasion de mettre en évidence des stades connus mais rarement observés du cycle biologique* de *Dinophysis* ainsi que des scènes susceptibles de traduire une nutrition phagotrophe*, cette étude vise à décrire ces variations morphologiques tout en tentant de les relier à des processus de reproduction connus comme la division binaire* mais également incomplètement connus comme la gamétogénèse*. Par ailleurs, l'exploitation des données acquises sur la côte finistérienne au cours des 7 dernières années (1993 – 1999) a pour but, outre de positionner chaque épisode par rapport à l'environnement floristique qui le précède ou l'accompagne, de savoir si chez *D. acuminata* la variabilité morphologique n'est pas également liée au caractère saisonnier des épisodes

1. Méthodologie

Les sites étudiés sont particulièrement la baie de Concarneau, la baie de Douarnenez et la rade de Brest (Fig. 1) dans lesquels le REPHY exerce un suivi bimensuel (●) des populations phytoplanctoniques sur au moins une station de prélèvement. Par ailleurs, un suivi épisodique (▲) des espèces toxiques, notamment celles de *Dinophysis*, est mené sur les autres stations durant chaque épisode.

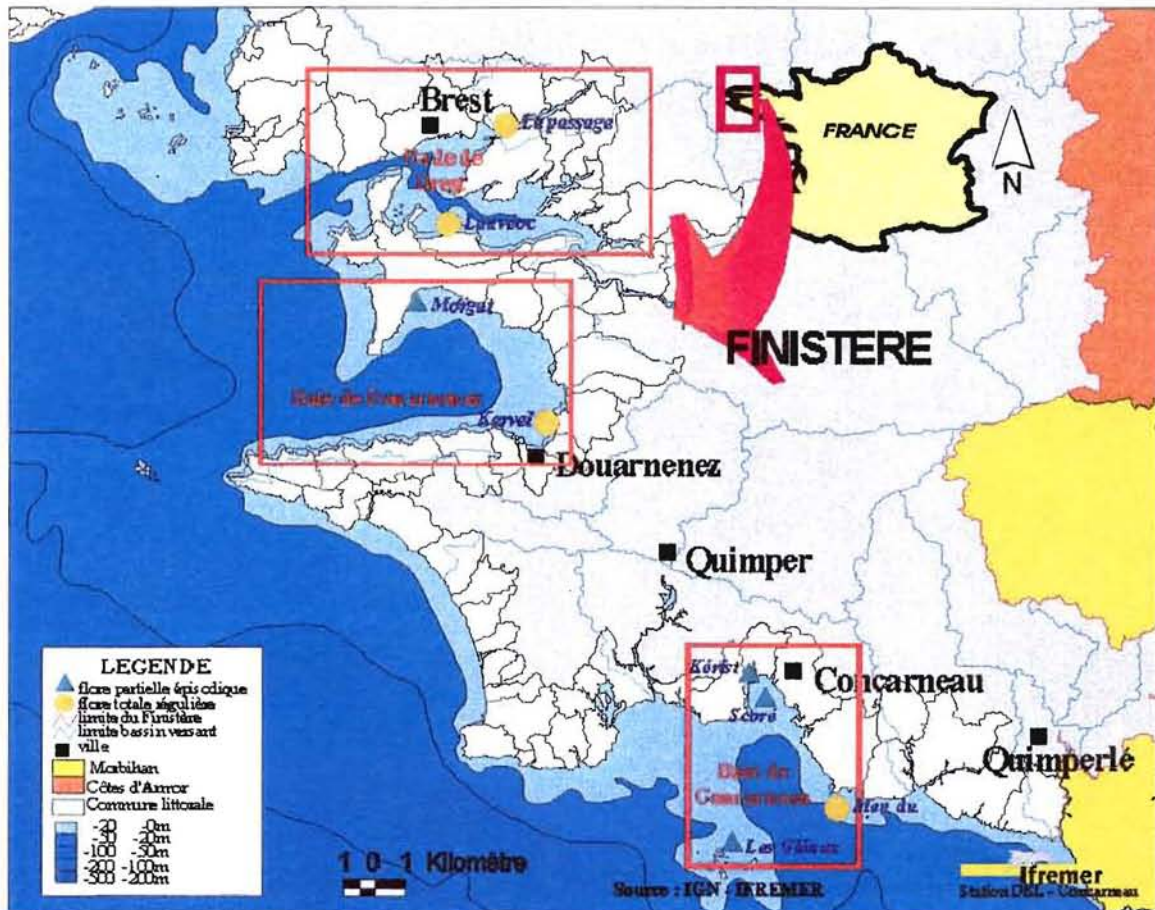


Fig. 1 . Situation géographique des sites et localisation des stations de prélèvement.

A l'aide le plus souvent d'une bouteille Hydrobios, l'eau de mer est prélevée en surface sur toutes les stations mais également à d'autres niveaux tels que -3m, -5m, -10m, et fond ainsi qu'au niveau de la thermocline pour certaines d'entre elles. Un filet à plancton d'une maille de 30µm, lesté d'un poids de 5kg, est également employé pendant 30 secondes à vitesse minimum du bateau pour effectuer des traicts entre le niveau -3 m et la surface.

Chaque prélèvement d'eau ou de plancton est échantillonné dans 2 flacons en plastique d'un litre, l'un non fixé, l'autre lugolé à raison de 1 ml/l. Dès leur arrivée au laboratoire et selon la méthode d'Utermöhl, les échantillons fixés sont mis à décanter, avec ou sans dilution préalable, dans des cuves à sédimentation de 10 ml pendant au moins 4 heures. Puis, ils sont analysés quantitativement au moyen d'un microscope inversé Olympus IMT 2. Lorsque, pour une même station, les cellules de *Dinophysis* sont dénombrées à plusieurs niveaux, seule la concentration cellulaire la plus élevée est retenue.

Un épisode est décrit dans ce document comme un ensemble d'observations indicatrices d'une population en développement actif telles que i) un relevé dans les eaux brutes d'un pic d'une concentration cellulaire ≥ 1000 cellules/litre, ii) une collecte abondante de cellules dans le filet à plancton, mais également iii) une succession de différents stades du cycle biologique* à partir du planoméiocyte*, stade planctonique de référence. Aussi, une analyse qualitative à partir des échantillons vivants ou lugolés est-elle menée en parallèle. Elle consiste à isoler des cellules entre lame et lamelle à l'aide d'une pipette Pasteur et à les examiner sous microscopes Olympus IMT 2, IX 70 ou BX 40 selon que les objectifs utilisés sont avec ou sans contraste de phase. Les principaux critères pris en compte sont le nombre de flagelles longitudinaux, la forme générale et la taille de la cellule ainsi que la morphologie comparée des valves. Pour illustrer ce document, des photographies ont été réalisées à l'aide d'appareils Olympus OM-2 et OM-4 Ti.

2. Résultats

2.1 Description des épisodes

L'épisode automnal se rapporte à *D. caudata* Saville Kent et occasionnellement à *D. acuminata* Claparède & Lachmann (Tab. 1). Il se positionne après le développement de petites gymnodiniales du genre *Gymnodinium*, *Gyrodinium*, *Katodinium*, *Amphidinium* et alors que la flore est particulièrement riche en dinoflagellés microplanctoniques hétérotrophes* tels que *Oblea rotunda*, *Protoperidinium* spp., *Gyrodinium* spp., *Polykrikos schwarzii*. Sur la période étudiée (1993-1999), sont concernées les années 1993, 1994, 1995 et 1997 (Annexes 1, 2, 3, 5).

Quant à la période printanière et estivale, elle est marquée exclusivement par des épisodes à *D. acuminata*. Matérialisé par une première forme de planoméiocyte* (Fig. 12), l'épisode dit « printanier » apparaît, accompagné dans un premier temps par des poussées nanoplanctoniques à Prasinophycées, puis par la première phase du bloom à diatomées ou encore par un bloom à Prymnésiophycées du genre *Phaeocystis*. Il peut s'observer, dès fin mars début avril, d'abord près du fond puis en surface ou seulement à partir de mai, en zone stratifiée, coïncidant alors avec la seconde phase du bloom à diatomées. La côte finistérienne est touchée à des degrés divers par cet épisode et les blooms à Prymnésiophycées du genre *Chrysochromulina* observés en avril-mai pourraient être un élément perturbateur au développement de celui-ci. Lorsqu'elle est atteinte, il s'agit en priorité de la partie Sud et de la baie de Douarnenez, sauf en 1993 où ce sont les sites de la façade Ouest, y compris la rade de Brest qui ont été concernés. (Annexe 1).

Alors que la flore s'enrichit en dinoflagellés nano et microplanctoniques, une seconde forme de planoméiocyte* (Fig. 13) est observée en juin, parfois même avant la fin du premier épisode. Elle initie l'épisode dit « estival » qui se produit tous les ans dans le Finistère en même temps que des eaux colorées, plus spécialement à *Gymnodinium chlorophorum* depuis 1996 ou encore des efflorescences à diatomées, notamment à *Chaetoceros* spp. Une singularité toutefois est à signaler pour l'année 1995 où la côte Ouest (baie de Douarnenez, rade de Brest) a échappé à l'épisode alors qu'elle était marquée par la prolifération massive de juin à septembre de *Gymnodinium mikimotoi*, dinoflagellé ichtyotoxique.

ANNEE	SITE	MOIS							
		Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.
1993	Baie CC					Acu		Cau	
	Baie DZ	Acu	Acu	Acu		Acu	Acu		
	Rade BR		Acu	Acu					
1994	Baie CC		Acu	Acu	Acu			Cau	Cau
	Baie DZ			Acu	Acu	Acu		Cau	Cau
	Rade BR				Acu				
1995	Baie CC			Acu	Acu			Cau	Cau
	Baie DZ								
	Rade BR								
1996	Baie CC			Acu					
	Baie DZ			Acu	Acu	Acu			
	Rade BR								
1997	Baie CC			Acu	Acu	Acu		Cau	
	Baie DZ			Acu					
	Rade BR				Acu				
1998	Baie CC		Acu	Acu	Acu				
	Baie DZ			Acu		Acu			
	Rade BR								
1999	Baie CC	Acu	Acu		Acu				
	Baie DZ	Acu	Acu	Acu					
	Rade BR								




 pics "printaniers"
 pics "estivaux"
 pics "automnaux"

Tableau 1. Récapitulatif mensuel des pics de *Dinophysis* \geq 1000 cell./L observés entre 1993 et 1999 dans 3 sites du Finistère. CC=Concarneau, DZ=Douarnenez, BR=Brest. *Acu*=*Dinophysis acuminata*, *Cau*=*D. caudata*.

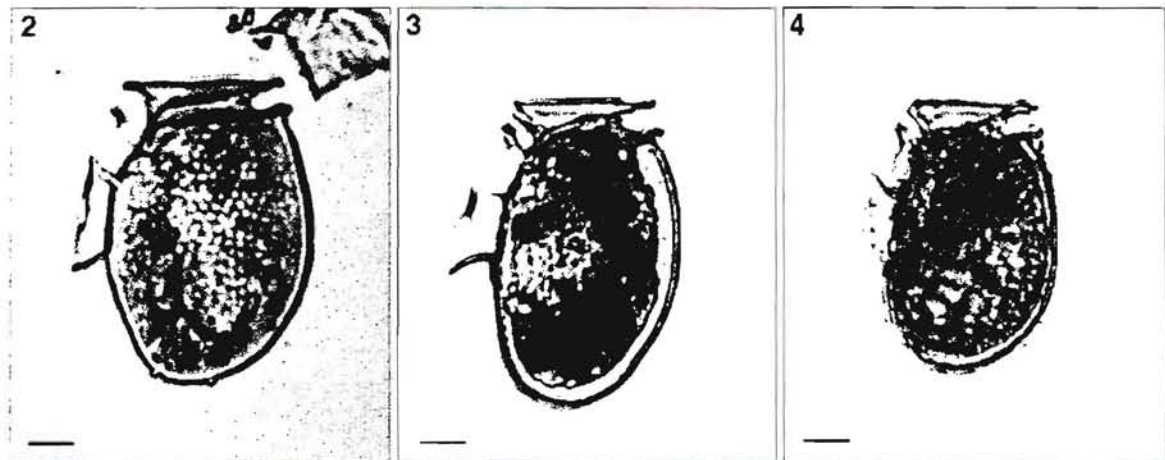
2.2 Variations morphologiques des espèces responsables

2.2.1 Variations morphologiques inter-épisodes de *D. acuminata*

Dinophysis acuminata peut donc être responsable au cours d'une même année de plusieurs épisodes dont la délimitation n'est pas toujours aisée à établir dans la mesure où leurs périodes peuvent se chevaucher. La forme générale des cellules permet néanmoins de les séparer: **trapue** en début d'épisode dit « printanier » et « automnal », **allongée** en début d'épisode dit « estival » (Figs 2,3,4); cette différence pouvant s'exprimer par le ratio longueur/largeur (L/l).

Il reste que certains taxonomistes assimilent la grande forme trapue avec une suture* ventrale postérieure droite à légèrement concave (Fig. 2) à un morphotype* de *Dinophysis norvegica*. Toutefois, dans la mesure où celle-ci apparaît exclusivement en début d'épisode « printanier » et que la forme type de *D. norvegica* Claparède & Lachmann n'est pas signalée sur nos côtes, cette position ne peut être adoptée.

Par ailleurs, la forme allongée (Fig. 3) est considérée par certains auteurs (Lassus et Bardouil, 1991) comme un morphotype* de *Dinophysis sacculus* alors que, sur la base d'une analyse récente, (Zingone *et al.*, 1998), d'autres la rapportent à l'espèce *D. acuminata*. Cette seconde analyse, qui est acceptée, se fonde sur la forme de l'hypothèque déplacée ventralement à l'antapex* chez *D. acuminata* Claparède & Lachmann alors qu'elle est presque rectangulaire ou en forme de sac chez *D. sacculus* Stein.



Figs. 2-4. *Dinophysis acuminata*. Fig. 2: forme « printanière ». Fig. 3: forme « estivale ». Fig. 4: forme « automnale ». Echelle : 10µm.

2.2.2. Variations morphologiques intra-épisodes de *D. acuminata* et *D. caudata*

Quel que soit l'épisode, différents morphotypes* sont à relever chez chacune de ces 2 espèces. Ceux-ci correspondent à divers stades du cycle biologique* type d'un dinoflagellé (Fig. 5). En début d'épisode, le contour d'une majorité de cellules est mal défini. Elles présentent à leur périphérie (Figs 6,8) des agrégats de matière supposés être des débris de membrane pouvant servir de piège à particules y compris de particules vivantes. La grande taille de ces cellules présentant de larges zones mégacytiques* le long de la suture* entre les plaques hypothécales (Figs 9,10,11) d'une part, la présence de 2 flagelles longitudinaux (Figs 12,13) d'autre part, sont la preuve de stades planozygote* ou planoméiocyte* et donc d'hypnozygotes* (stades benthiques). La dissection d'une forme elliptique à double membrane (Fig.14) a révélé que la membrane interne correspondait à une thèque de *Dinophysis* aux lisières cingulaires* rudimentaires. Observée en début d'épisode « printanier », elle pourrait donc refléter un processus de désenkystement.

Ces cellules subissent une à plusieurs divisions binaires* (Figs 15-20). Selon un mode classique chez les dinophysales, les 2 valves parentales s'écartent et une nouvelle valve de taille plus petite et d'ornementation plus fine mais parfois aussi de forme différente est formée, opposée à chaque valve parentale. Puis elles se séparent, libérant ainsi 2 cellules filles (Figs 21-26) parfois hétéromorphiques* avec 2 valves morphologiquement distinctes (Figs 27,28,29). La valve parentale porte l'empreinte de la valve fille (Figs 31,34,36,38), qui pourrait déterminer la nouvelle taille, voire la nouvelle forme de la cellule fille. Au fur et à mesure que les divisions se succèdent, chaque espèce évolue selon un continuum morphologique* (Figs 40-55). Une réduction notable de la taille des cellules est alors observée car le déficit créé n'est plus compensé (Fig. 38) par la formation préalable de bandes intercalaires de croissance (Figs 10,11,31,34). De plus, une modification extrême du contour cellulaire, notamment de la suture* ventrale postérieure (Figs 42,56) ou de la courbure dorsale hypothécale (Figs 42,57) est notée. Or, le degré de concavité de la suture* ventrale postérieure a servi à distinguer *D. acuminata* Claparède & Lachmann et *D. norvegica* Claparède & Lachmann et le degré de convexité de la courbure dorsale a longtemps été retenu comme critère discriminant pour distinguer *D. acuminata* et *D. sacculus* Stein. De même que les plus petits spécimens rencontrés respectivement au cours d'un épisode de *Dinophysis caudata* ou *D. acuminata* ont été ou sont encore attribués à une espèce à part entière: *D. diegensis* Kofoid (Fig. 42) et *D. skagii* Paulsen (Figs 47,52).

La différenciation des cellules pourrait aussi se rapporter à d'autres processus tels que la gamétogénèse* ou processus de reproduction sexuée voire à un processus de bourgeonnement*. En effet, à côté du processus de reproduction asexuée (division binaire) où les 2 cellules filles, de taille identique, peuvent être vues accolées dorsalement en fin de séparation (Figs 15-19), il arrive qu'un voire deux autres arrangements de cellules, de taille différente, soient observés. Les figures 58 et 59 illustrent un rapprochement par le bord ventral de chacune d'entre elles assimilées à des gamètes par une majorité d'auteurs. Chez l'une comme chez l'autre, les lisières cingulaires* sont bien développées alors qu'elles sont rudimentaires chez les plus petits spécimens des figures 60-61, par ailleurs intimement liés à l'apex* des plus grands, d'où l'hypothèse d'un second arrangement par bourgeonnement*, à différencier de l'étape de conjugaison sexuelle des gamètes anisogames*.

Bien que MacKenzie (1992) ne dissocie pas ces 2 arrangements, il émet l'hypothèse qu'ils peuvent aussi bien traduire une forme peu commune de division cellulaire végétative. Aussi, pour le second arrangement, cette hypothèse est-elle à privilégier, étayée par celle de Partensky & Vaultot, (1989) relative au processus de bourgeonnement* chez *Gymnodinium* cf. *nagasakiense* (= *G. mikimotoi* Miyake & Kominami ex Oda), autre dinoflagellé.

Si la gamétogénèse* n'a pu être mise en évidence que grâce à l'étape de rapprochement des gamètes, ceux-ci ne pouvant par ailleurs se différencier d'une cellule végétative ni par leur taille ni par leur forme, il reste que l'étape ultime de fusion des gamètes pour former des planozygotes* de grande taille doit permettre un réajustement de la taille des cellules.

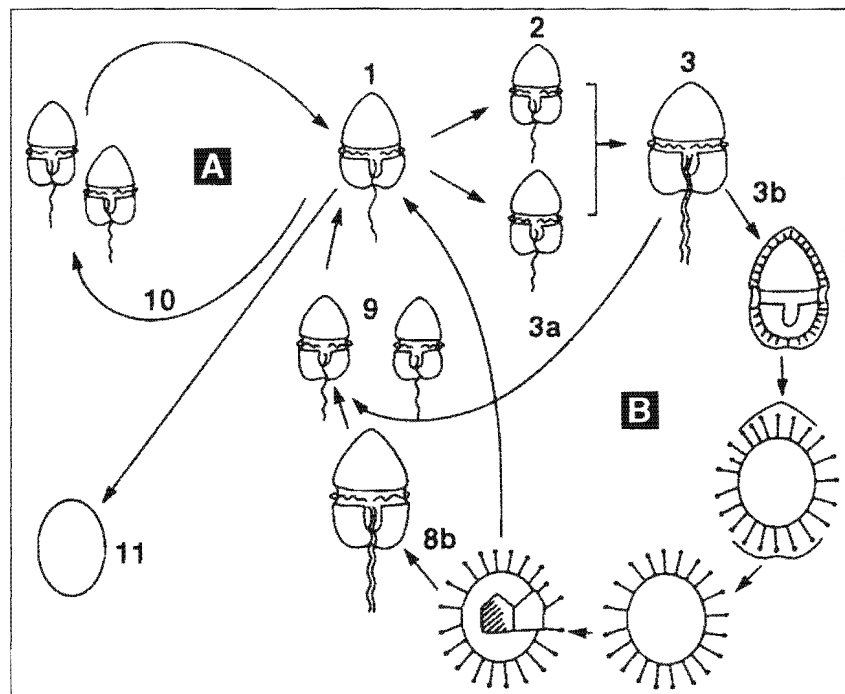
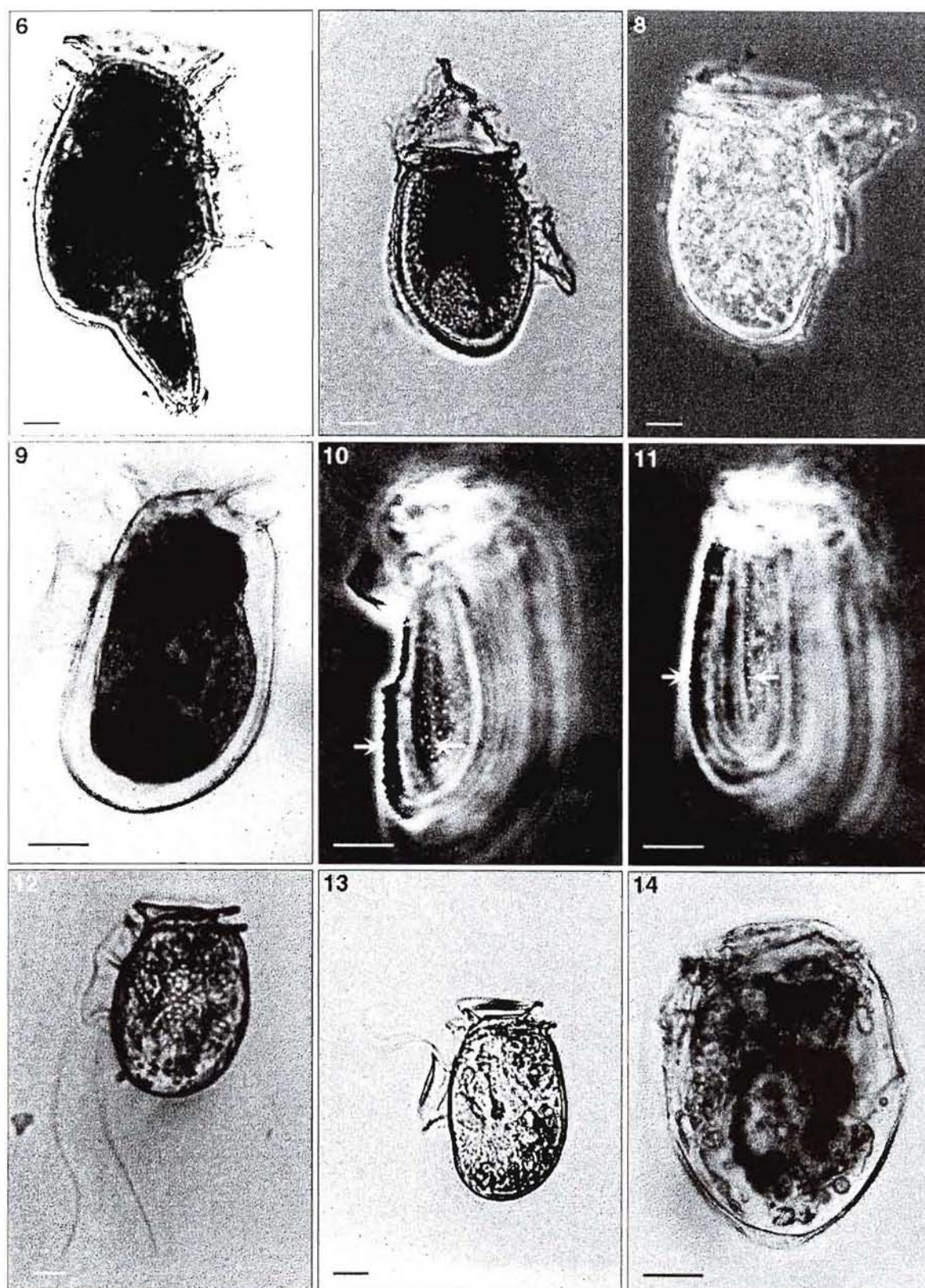
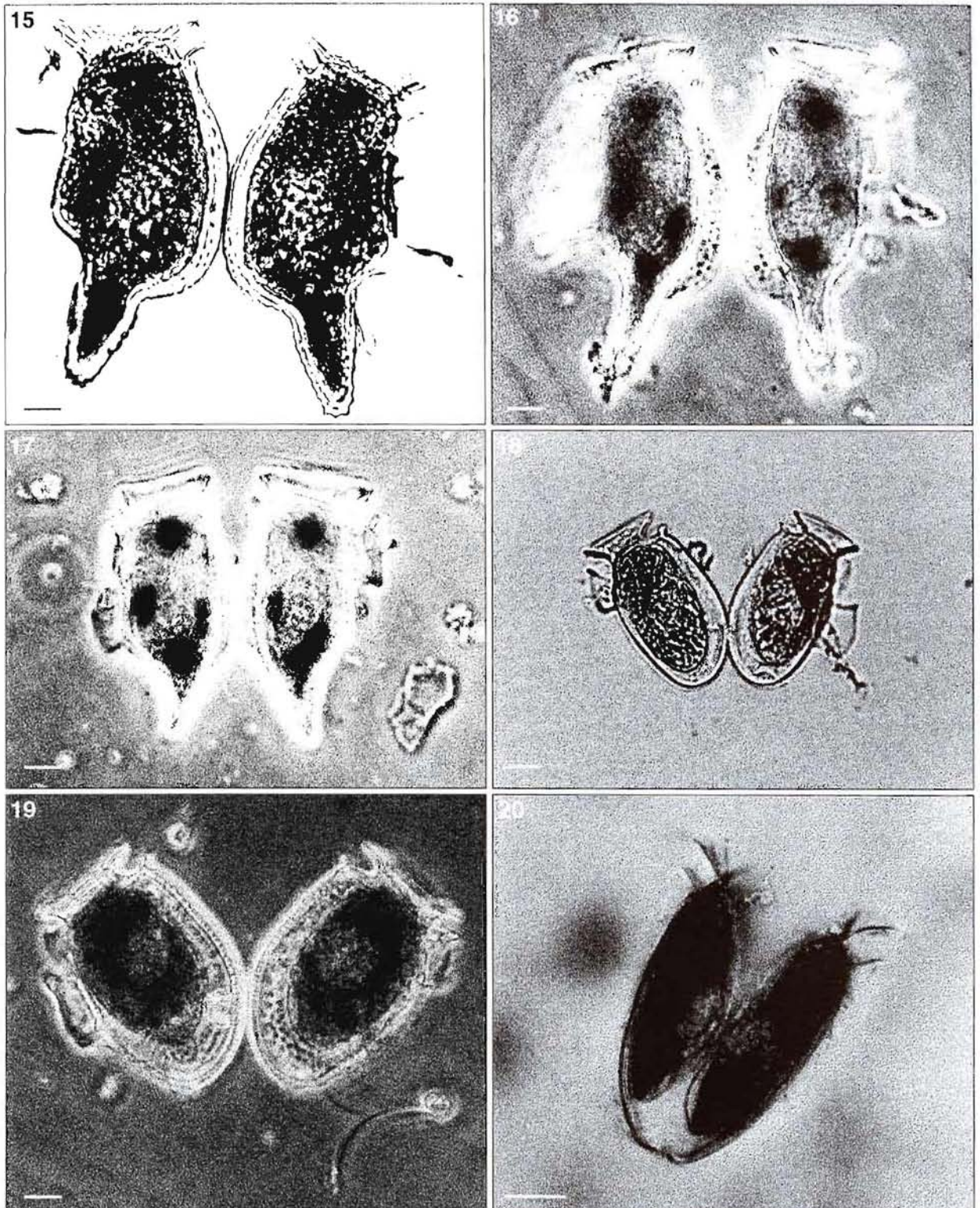


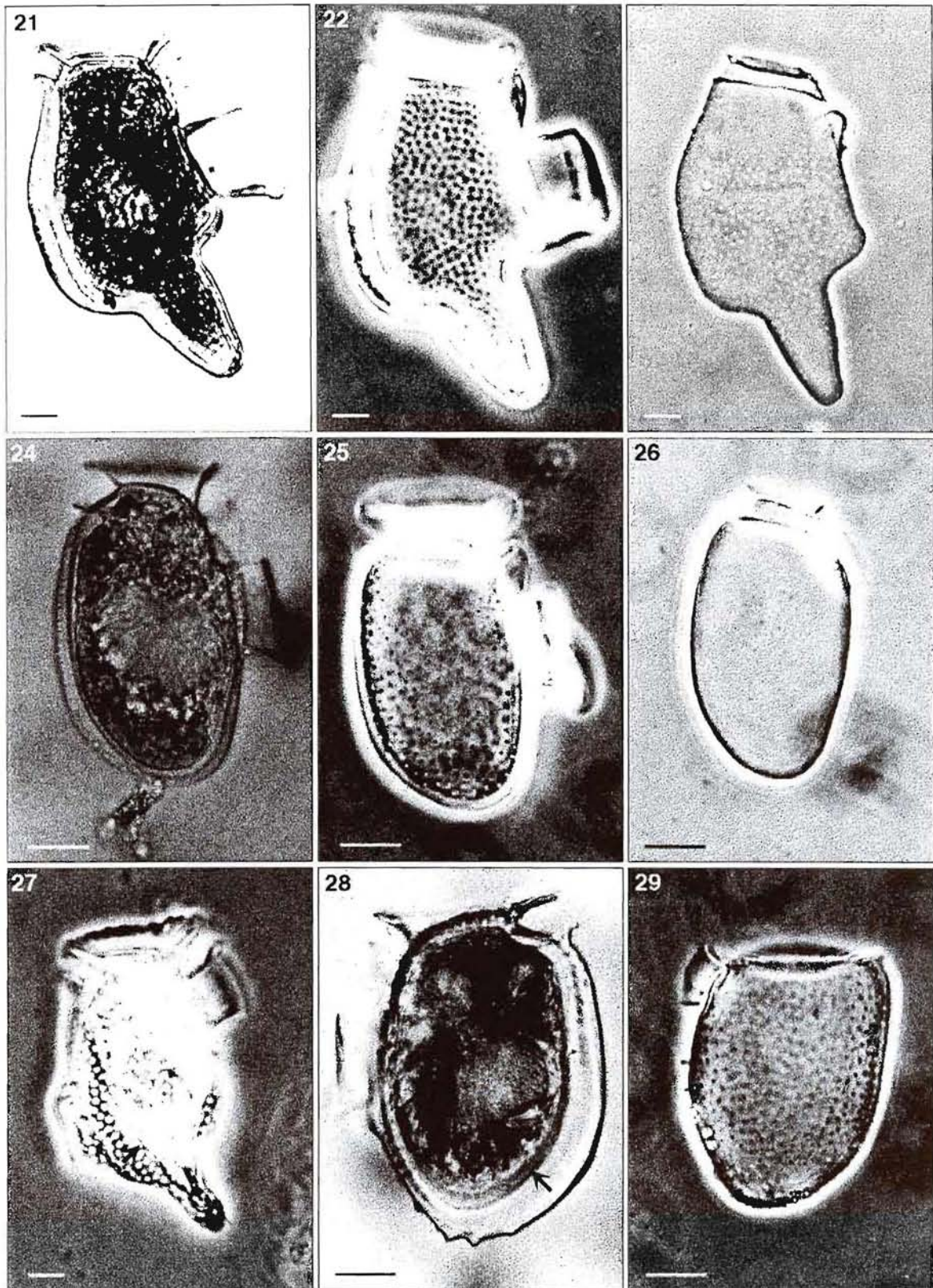
Fig. 5. Cycle biologique schématisé d'un dinoflagellé produisant un stade hypnozygote. (A) Reproduction asexuée à partir d'une cellule végétative planctonique mobile (1) qui se divise par scission binaire (10) et parfois forme un kyste temporaire immobile (11); (B) Reproduction sexuée avec formation de gamètes (2) qui fusionnent pour former un planozygote (3). Le planozygote peut produire des cellules végétatives planctoniques (9) par méiose (3a) ou par formation d'un hypnozygote (3b) puis d'un planoméiocyte (8b). Redessiné à partir de Dale (1986) et traduit de Tomas (1996).



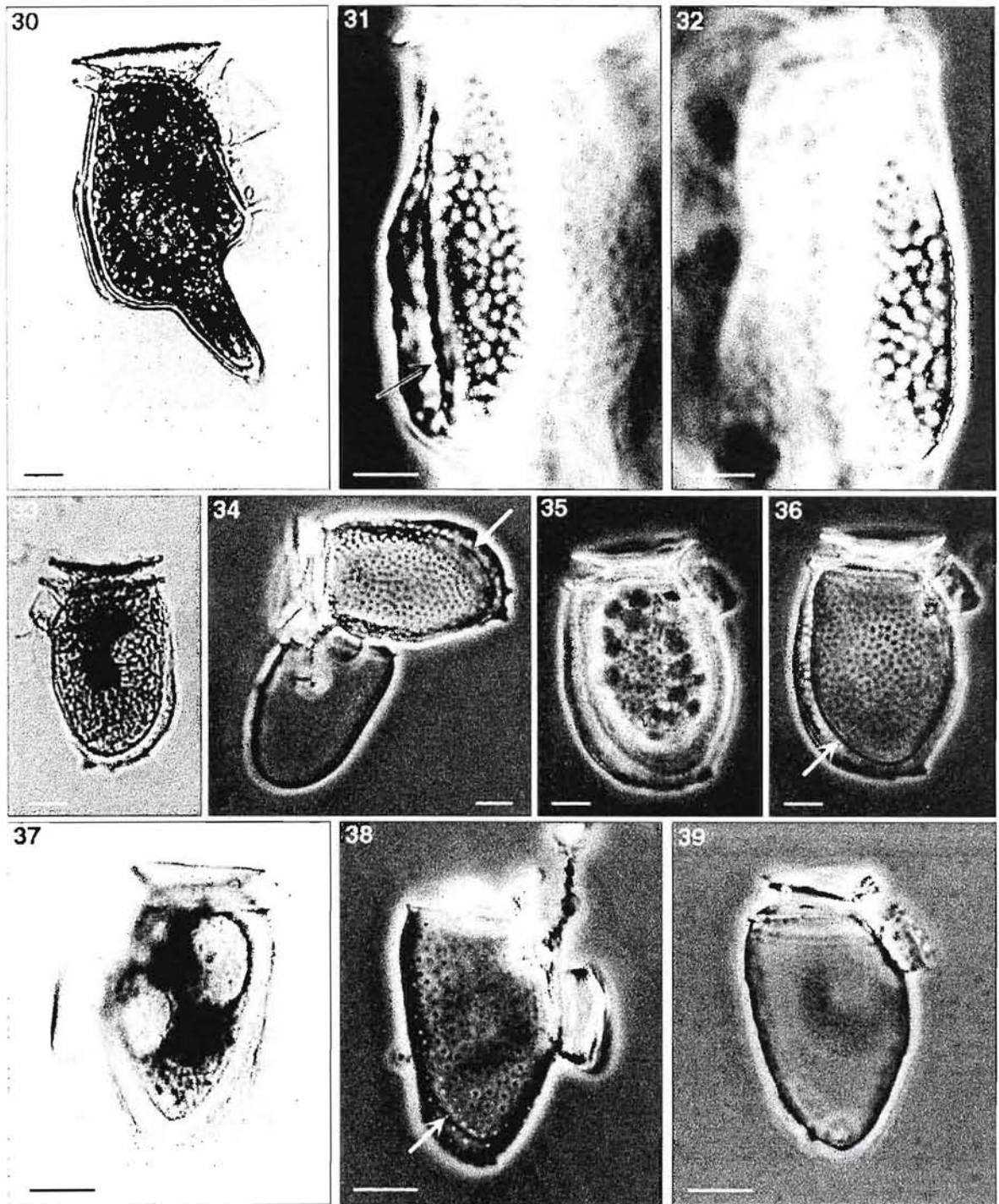
Figs 6-8. Débris de membrane. Figs 9-11. Cellule avec de larges bandes intercalaires (zone mégacytique).
 Fig. 10 : suture ventrale. Fig. 11 : suture dorsale. Figs 12-13. Cellule avec 2 flagelles longitudinaux. Fig. 14.
 Désenkystement? Echelle : 10 μ m.



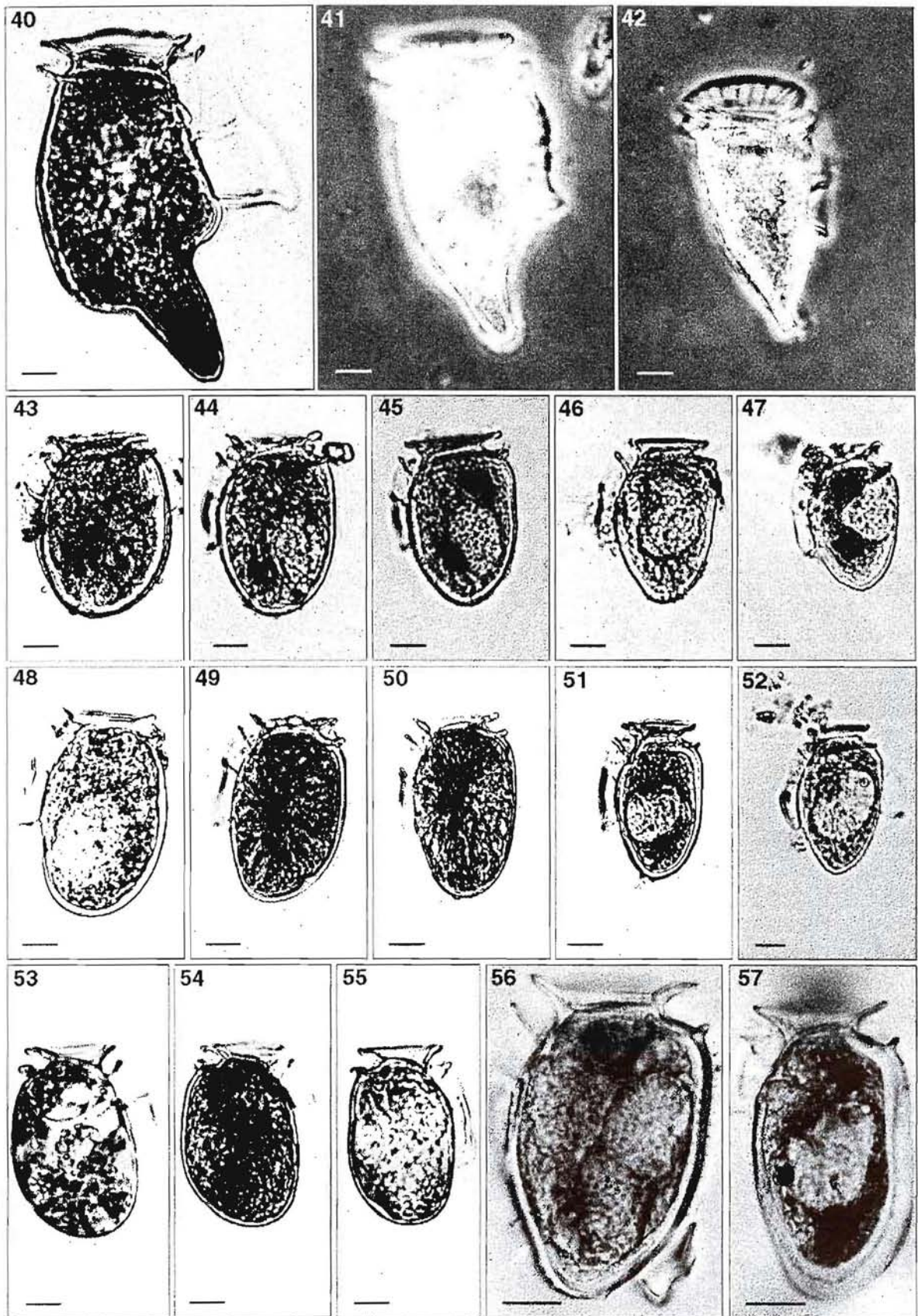
Figs 15-20. Divisions binaires. Figs 15,16,17 :Fin de séparation de *D. caudata*. Figs 18,19 :Fin de séparation de *D. acuminata*. Echelle : 10 μ m.



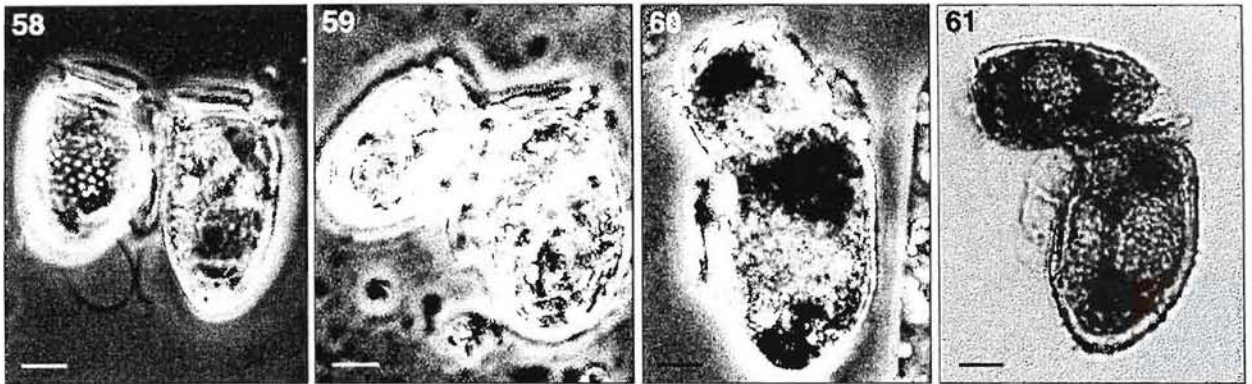
Figs 21-23. *D. caudata*. Fig. 21 : cellule fille. Fig. 22 : valve parentale. Fig. 23 : valve fille. Figs 24-26. *D. acuminata*. Fig. 24 : cellule fille. Fig. 25 : valve parentale. Fig. 26 : valve fille. Figs 27-28. cellule fille hétéromorphe avec délimitation de la valve fille (flèche). Fig. 27 : *D. caudata*. Fig. 28 : *D. acuminata*. Fig. 29. Hypovalve fille de Fig. 28. Echelle : 10 μ m.



Figs 30-32. *D. caudata*. Fig. 30 : cellule fille. Fig. 31 : vue dorsale de la valve parentale portant l'empreinte de la valve fille (flèche). Fig. 32 : vue dorsale de la valve fille. Figs 33-39. *D. acuminata*. Figs 33,35,37 : cellule fille. Figs 34,36,38 : valve parentale portant l'empreinte de la valve fille (flèche). Fig. 39 : valve fille. Echelle : 10 μ m.



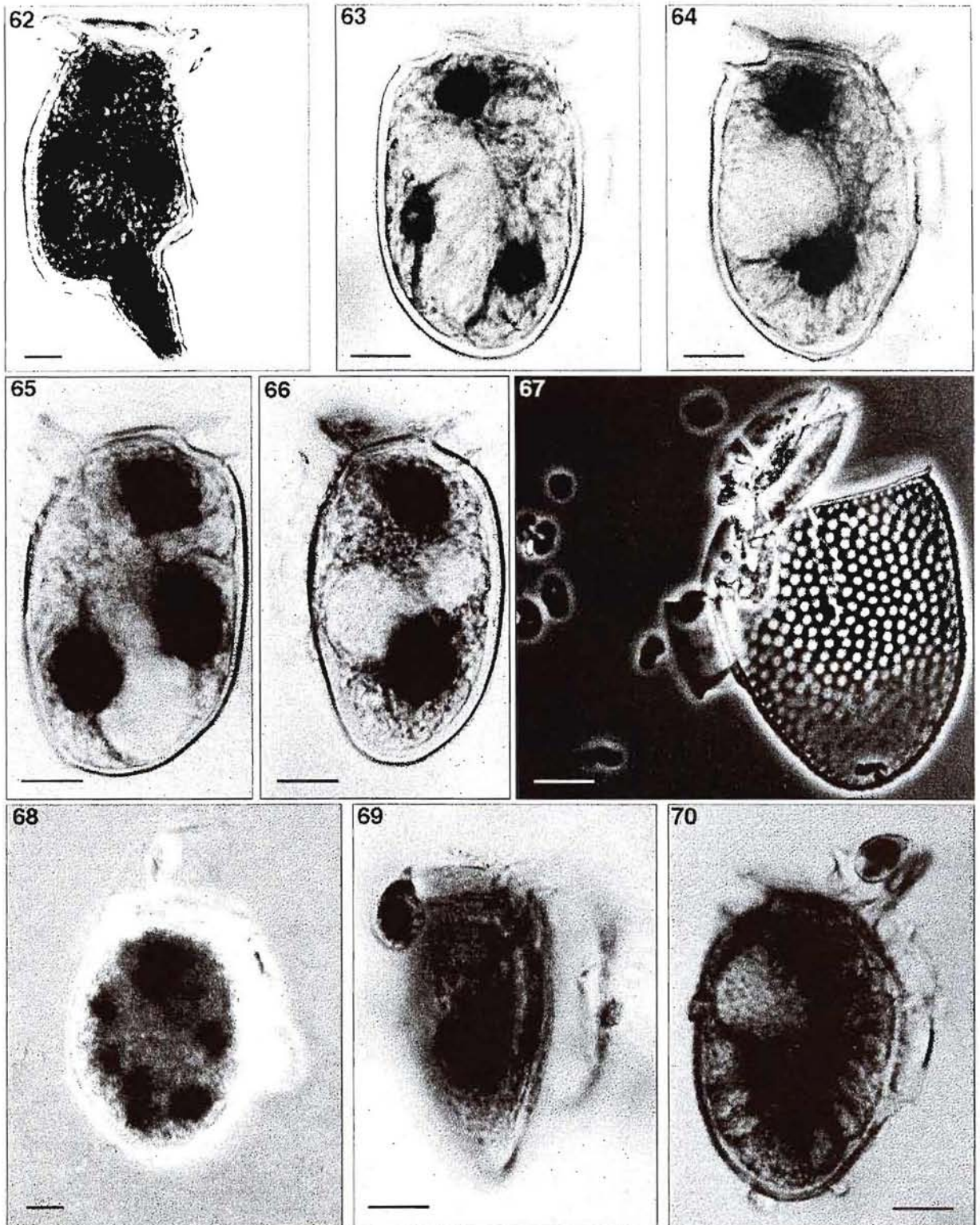
Figs 40-55. Continuum morphologique. Figs 40-42 : *Dinophysis caudata*. Figs 43-47 : *D. acuminata* de l'épisode « printanier ». Figs 48-52 : *D. acuminata* de l'épisode « estival ». Figs 53-55 : *D. acuminata* de l'épisode « automnal ». Fig. 56. Specimen avec une suture ventrale postérieure concave (flèche). Fig. 57. Specimen avec une courbure dorsale hypothécale droite voire légèrement concave. Echelle : 10 μ m.



Figs 58-61. *Dinophysis acuminata*. Figs 58,59 : rapprochement de gamètes. Figs 60,61: bourgeonnement?
Echelle : 10µm.

2.3 Modes de nutrition

D. caudata et *D. acuminata* sont deux espèces photosynthétiques. Or, quel que soit l'épisode, il n'est pas rare d'observer dans le cytoplasme de chacune de ces espèces, des globules en nombre variable d'une cellule à l'autre, qui se colorent en brun sous l'action du lugol acétique (Figs 62-66) et laissent s'échapper à la dissection de nombreux corpuscules (Fig. 67). Supposés être des cupules d'amidon, ceux-ci pourraient traduire une nutrition phagotrophe, soupçonnée chez plusieurs espèces de *Dinophysis* par de nombreux auteurs. Ishimaru *et al.* (1988) ayant réussi à montrer que l'ingestion d'une Cryptophycée du genre *Plagioselmis* était nécessaire à la croissance de 2 espèces de *Dinophysis* : *D. fortii* et *D. acuminata*, des scènes indubitables de phagotrophie* ont donc été recherchées. Malgré l'examen de nombreuses cellules de *Dinophysis acuminata* prélevées tant en surface qu'au fond, seules de rares figures permettent de penser à un piègeage (Figs 68-69) voire à la capture d'une Cryptophycée (Fig. 70). La phagotrophie*, notamment l'étape d'ingestion des proies, reste donc difficile à appréhender chez *Dinophysis*; ce qui pourrait s'expliquer entre autres par sa rapidité d'exécution.



Figs 62-66. Globules ronds intra-cytoplasmiques. Fig. 62 : *Dinophysis caudata*. Figs 63,64 : *D. acuminata* de l'épisode « printanier ». Figs 65,66 : *D. acuminata* de l'épisode « estival ». Fig. 67. Libération de cupules d'amidon. Figs 68-69. Piégeage d'une Cryptophycée. Fig. 70. Capture? d'une Cryptophycée. Echelle : 10 μ m.

Conclusions

Les données acquises au cours de ces 7 dernières années sur *Dinophysis* avec 2 espèces aptes à se développer de manière optimale dans les eaux côtières du Finistère: *D. caudata* et *D. acuminata* révèlent la complexité des épisodes tant au niveau de leur développement qu'à celui de la systématique.

Si la capacité phagotrophe* chez ces 2 espèces n'a pu être démontrée, nous avons pu mettre en relief leur présence dans les couches profondes ou les zones stratifiées et une certaine saisonnalité de leurs épisodes : printanier et estival à *D. acuminata*, automnal à *D. caudata* et occasionnellement à *D. acuminata*. La détermination des espèces, basée sur un nombre restreint de critères tels que le contour cellulaire et la taille, est rendue d'autant plus délicate que ces espèces subissent, au cours de la division binaire* de nombreuses variations selon un continuum morphologique*; la gamétogénèse* apportant de plus sa contribution dans cette variabilité morphologique. C'est ainsi qu'ont été déterminées des espèces comme *Dinophysis diegensis* Kofoid et *D. skagii* Paulsen correspondant vraisemblablement à des petites formes de *D. caudata* Saville Kent et de *D. acuminata* Claparède & Lachmann respectivement. Par ailleurs, sont connues pour *D. acuminata* des divergences de diagnose telles que la forme « printanière » avec une suture* ventrale postérieure concave est assimilée à un morphotype* de *D. norvegica* Claparède & Lachmann et la forme « estivale » allongée avec une suture* dorsale droite à légèrement concave à un morphotype* de *D. sacculus* Stein.

Il est donc évident que la systématique chez *Dinophysis* doit recourir à de nouvelles analyses. Et si l'examen détaillé des plaques sulcales ainsi que l'étude morphométrique par analyse d'image n'ont pu nourrir que quelques espoirs dans la discrimination entre *D. sacculus* et *D. acuminata*, il reste que l'analyse génétique ouvre des perspectives de discrimination.

Remerciements

Ce rapport a été élaboré grâce à la collaboration de:

- Pierre RAGUÉNÈS, Dominique LE GAL, Jean-Claude LE SAUX, Gwenaël BILIEU, pour la réalisation des prélèvements
- Pierre RAGUÉNÈS, pour sa participation aux observations microscopiques et pour la saisie des données et leur extraction de la base Quadriga
- Gwenaël BILIEU, pour sa participation à la mise en page du document
- Patrick MONFORT, pour la mise en forme de la couverture et la carte de localisation de la zone étudiée
- Pierre BODÉNÈS, pour la mise en forme des planches de photos
- Jacky CHAUVIN, pour la fourniture d'échantillons du Morbihan
- Françoise DUMONT, pour la fourniture d'échantillons de Loire Atlantique et de Vendée

Ce rapport a été soumis à l'analyse critique de Marie-Jo CHRÉTIENNOT-DINET, Evelvne ERARD-LE DENN, Patrick LASSUS et Guy PICLET.

Références

BELIN C. & RAFFIN B., 1998. Les espèces phytoplanctoniques toxiques et nuisibles sur le littoral français de 1984 à 1995, résultats du REPHY (réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines). Rapport IFREMER / RST.DEL/MP-AO 98-16 / Nantes, 283 p.

BERLAND B.R., MAESTRINI S.Y. & GRZEBYK D., 1995. Observations on possible life cycle stages of the dinoflagellates *Dinophysis* cf. *acuminata*, *Dinophysis acuta* and *Dinophysis pavillardii*. Aquatic Microbial Ecology, 9, 183-189.

BERLAND B. & LASSUS P., 1997. Efflorescences toxiques des eaux côtières françaises. Écologie, écophysiologie, toxicologie. Repères Océan n°13. Ed. IFREMER, 202 p.

BRAVO I., REGUERA B. & FRAGA S., 1995b. Description of different morphotypes of *Dinophysis acuminata* complex in the Galician Rias Baixas in 1991. In Harmful Marine Algal Blooms (Lassus, P., Arzul, G., Erard-Le-Denn, E., Gentien, P. & Marcaillou-Le Baut, C., editors), Lavoisier, Paris, 21-26.

GARCÉS E., DELGADO M. & CAMP J., 1997. Phased cell division in a natural population of *Dinophysis sacculus* and the *in situ* measurement of potential growth rate. J. Plankton Res., 19(12), 2067-2077.

HANSEN G., 1993. Dimorphic individuals of *Dinophysis acuta* and *D. norvegica* (Dinophyceae) from Danish waters. Phycologia, 32(1), 73-75.

ISHIMARU T., INOUE H., FUKUYO Y., OGATA T. & KODAMA M., 1988. Cultures of *Dinophysis fortii* and *D. acuminata* with the Cryptomonad, *Plagioselmis* sp. In: Mycotoxins and phycotoxins, ed. by Aibara K. *et al.*, Jap. Ass. Micotoxicol., Fac. Pharm. Sc., Univ. Tokyo, 19-20.

LASSUS P. & BARDOUIL M., 1986. Distribution du dinoflagellé *Dinophysis* sur les côtes françaises. Données taxonomiques récentes. Rapport IFREMER / DERO/MR 86-10 / Nantes.

LASSUS P. & BARDOUIL M., 1991. Le complexe « *Dinophysis acuminata* »: identification des espèces le long des côtes françaises. Cryptogamie Algol., 12(1), 1-9.

LASSUS P. & MARCAILLOU-LE BAUT C., 1995. *Dinophysis acuminata* (Dinophyceae), une espèce à géométrie variable sur les côtes françaises. *Cryptogamie Algol.*, 16(3), 167-172.

MACKENZIE L., 1992. Does *Dinophysis* (Dinophyceae) have a sexual life cycle? *Journal of Phycology*, 28(3), 399-406.

PARTENSKY F. & VAULOT D., 1989. Cell size differentiation in the bloom forming dinoflagellate *Gymnodinium* cf. *nagasakiense*. *J. Phycol.*, 25(4), 741-750.

TRUQUET P., LASSUS P., HONSELL G. & LE DÉAN L., 1996. Application of a digital pattern recognition system to *Dinophysis acuminata* and *D. sacculus* complexes. *Aquatic Living Resources*, 9, 273-279.

ZINGONE A., MONTRESOR M. & MARINO D., 1998. Morphological variability of the potentially toxic dinoflagellate *Dinophysis sacculus* (Dinophyceae) and its taxonomic relationships with *D. pavillardii* and *D. acuminata*. *Eur. J. Phycol.*, 33, 259-273.

Glossaire

Antapex : partie la plus postérieure d'une cellule

Apex : partie la plus antérieure d'une cellule

Bourgeonnement : processus de reproduction asexuée produisant 2 cellules de taille différente. La « petite » cellule est issue d'un bourgeon néoformé à l'apex de la « grosse » cellule

Continuum morphologique : ensemble continu de formes peu différenciées et appartenant, *a priori*, à une même espèce

Cycle biologique : succession de stades ou de formes dans la reproduction et la croissance d'une espèce

Division binaire : processus de reproduction asexuée produisant 2 cellules de taille identique

Gamètes anisogames : stades (1N) de reproduction sexuée. Les gamètes mâle et femelle ont la même forme mais ils sont de taille différente

Gamétogénèse : processus de reproduction sexuée avec formation de 2 gamètes mâle et femelle

Hétéromorphique : état d'une cellule qui présente 2 demi-thèques morphologiquement distinctes

Hétérotrophe : qui se nourrit de substances organiques

Hypnozygote (ou kyste dormant) : stade (2N) immobile résultant de l'enkystement du planozygote

Lisières cingulaires : extensions membraneuses du cingulum (sillon transversal) qui s'étendent au-delà du contour cellulaire

Morphotype : l'une des formes que peut revêtir une espèce dont la morphologie est variable d'un individu à l'autre

Phagotrophie : mode de nutrition de certains dinoflagellés qui consiste à ingérer des particules algales ou des proies

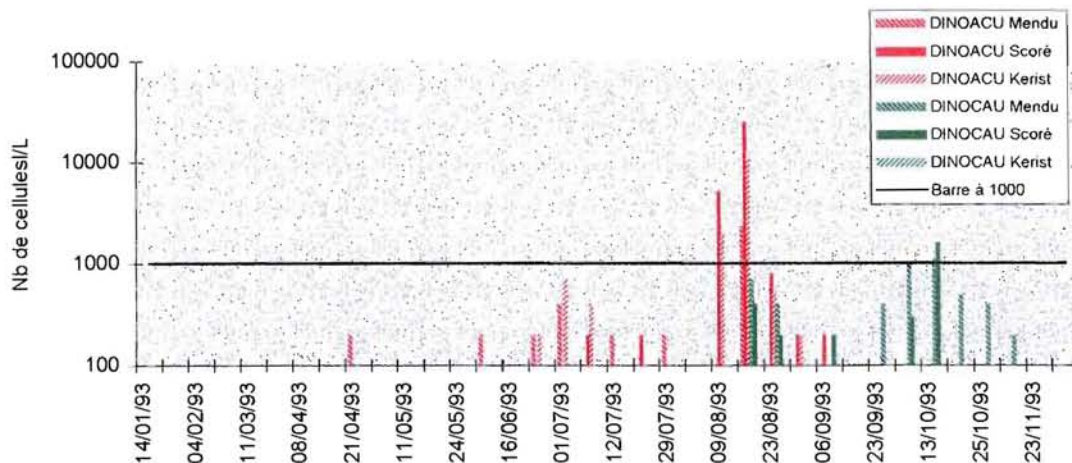
Planoméiocyte : stade (2N) mobile qui résulte de la germination de l'hypnozygote et qui possède 2 flagelles longitudinaux. Sa forme générale est similaire à celle d'un planozygote ou d'une cellule végétative

Planozygote : stade (2N) mobile qui résulte de la fusion de 2 gamètes et qui possède 2 flagelles longitudinaux. Sa forme générale est similaire à celle d'un planoméiocyte ou d'une cellule végétative

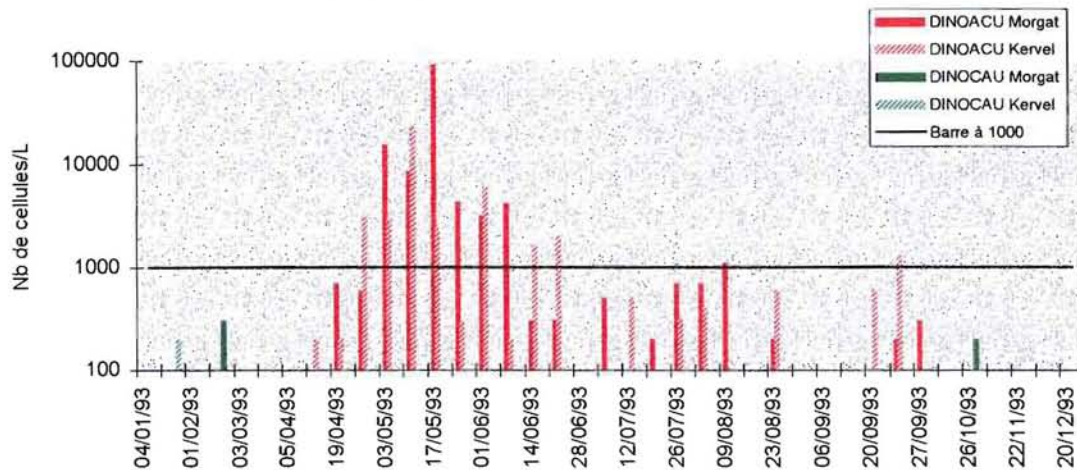
Suture : ligne de jonction entre les plaques ou les valves d'une thèque

Zone mégacytique : zone de croissance plus ou moins large qui se produit à la suture entre les plaques ou les valves

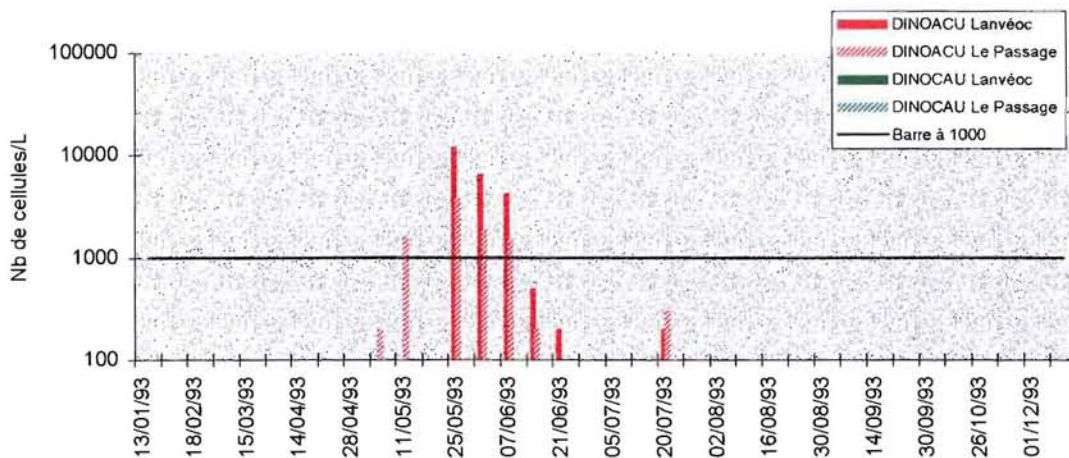
Baie de CONCARNEAU 1993



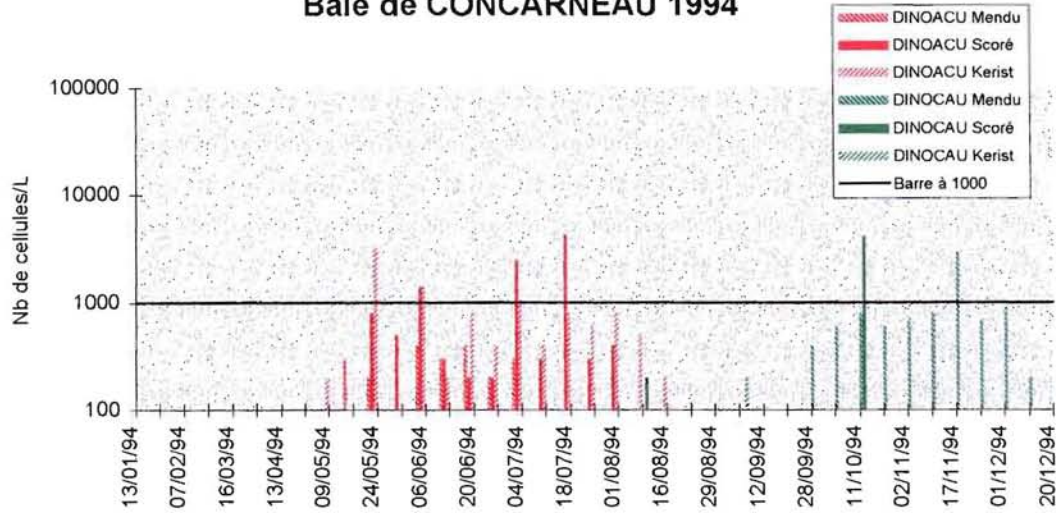
Baie de DOUARNENEZ 1993



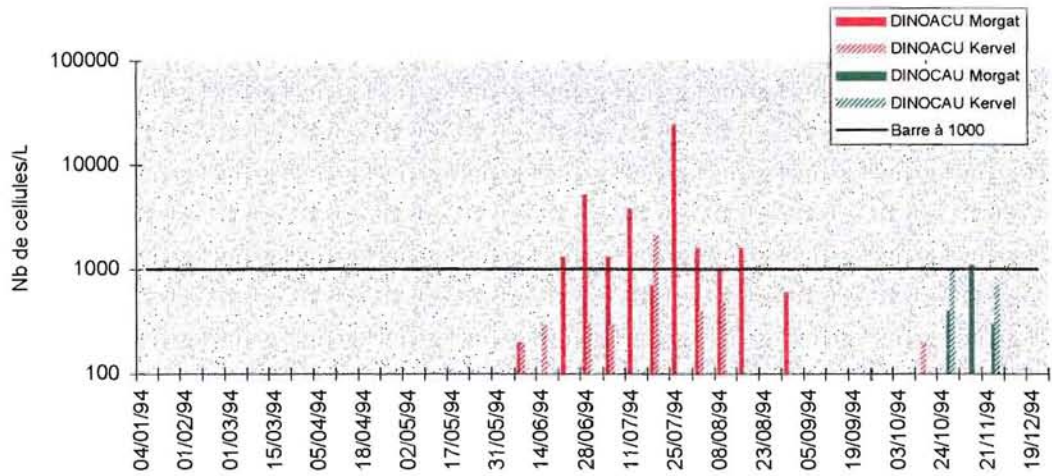
Rade de BREST 1993



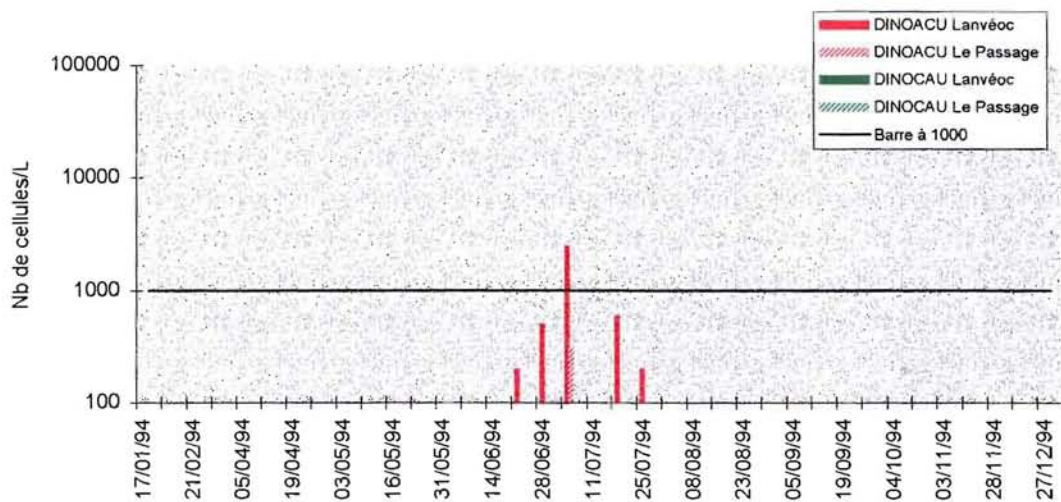
Baie de CONCARNEAU 1994



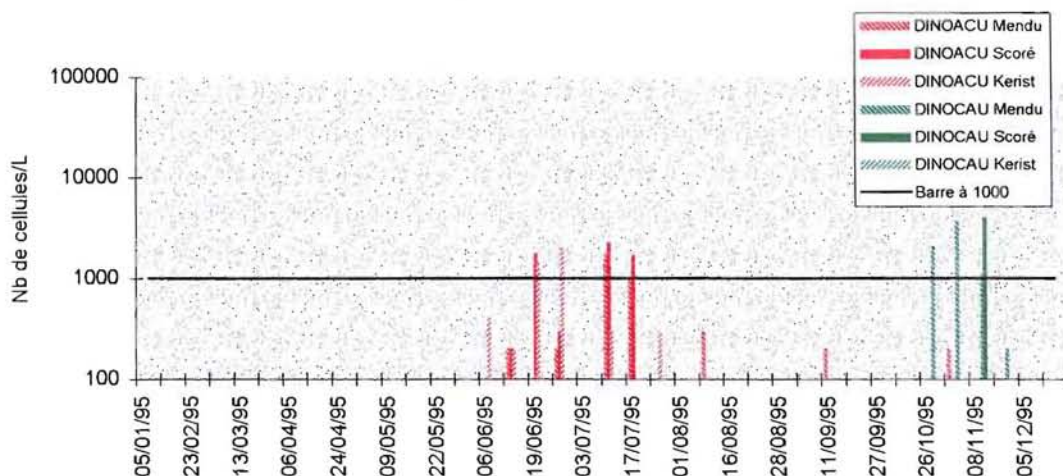
Baie de DOUARNENEZ 1994



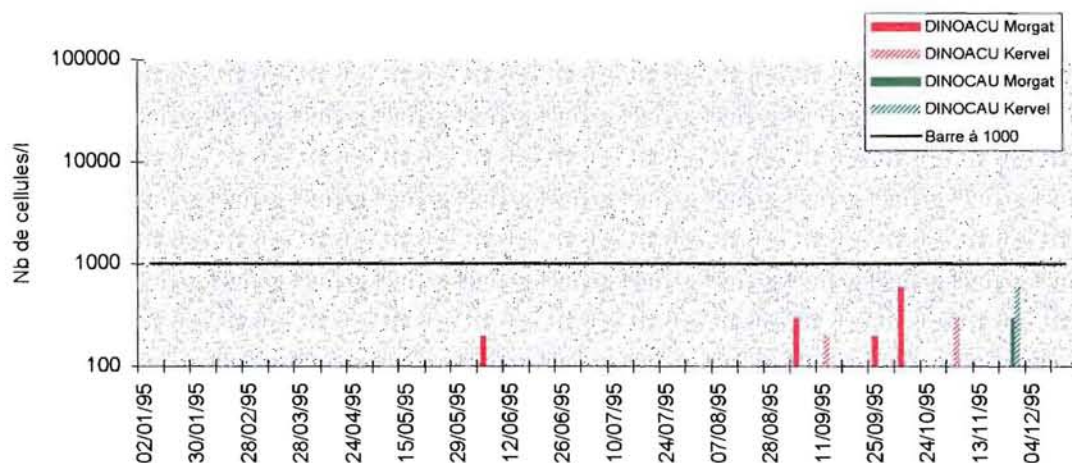
Rade de BREST 1994



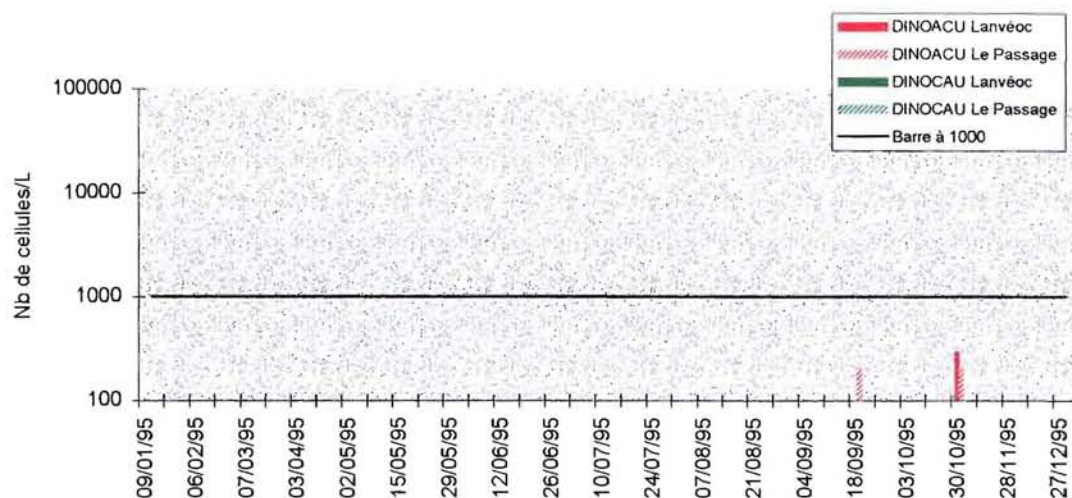
Baie de CONCARNEAU 1995



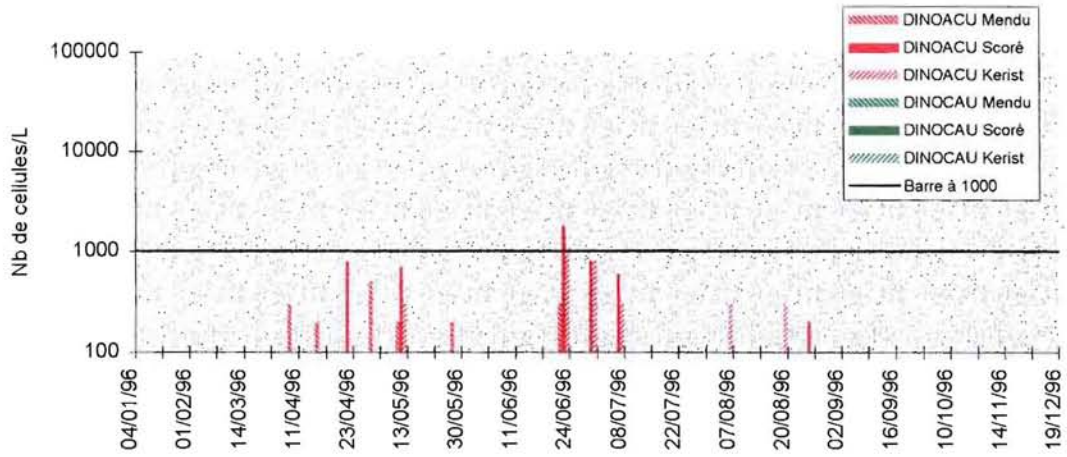
Baie de DOUARNENEZ 1995



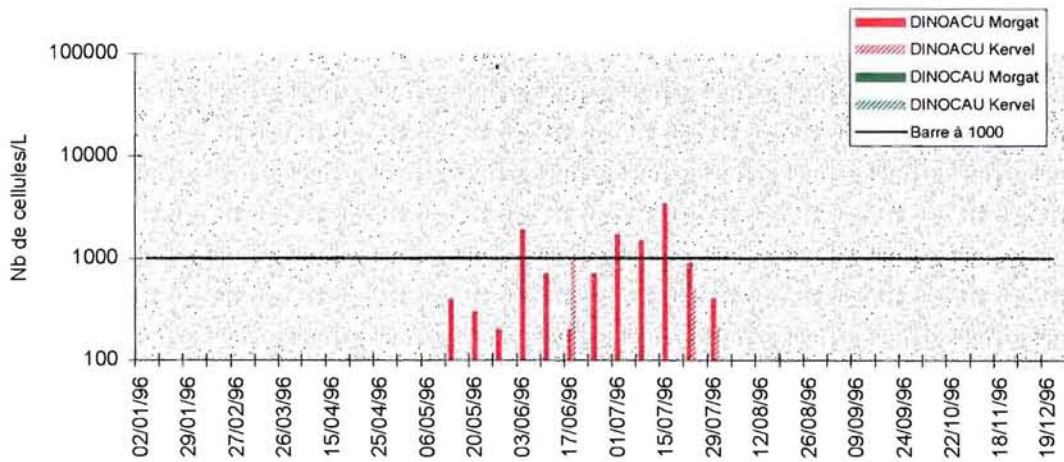
Rade de BREST 1995



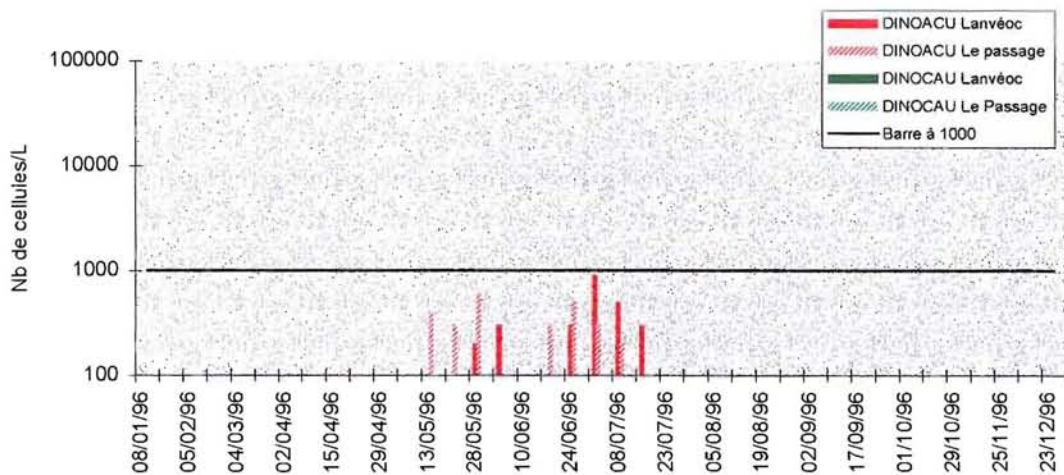
Baie de CONCARNEAU 1996



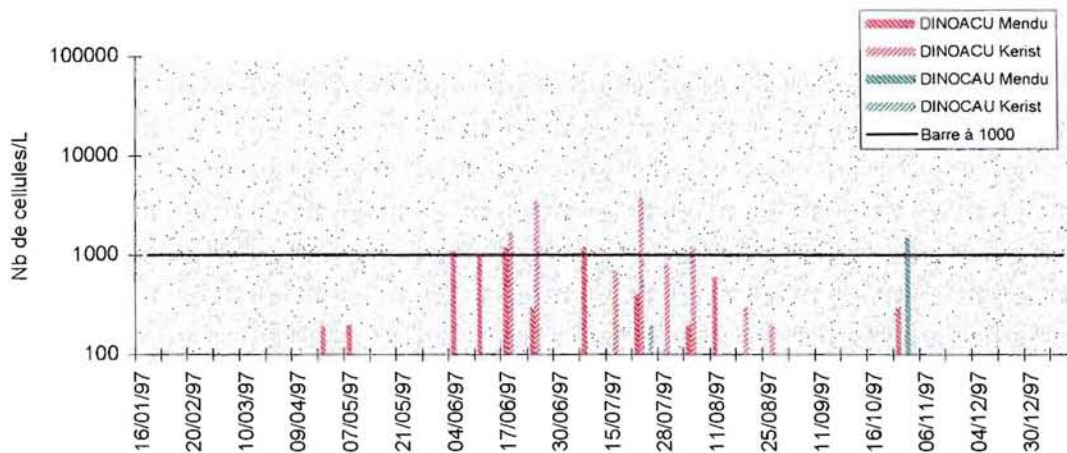
Baie de DOUARNENEZ 1996



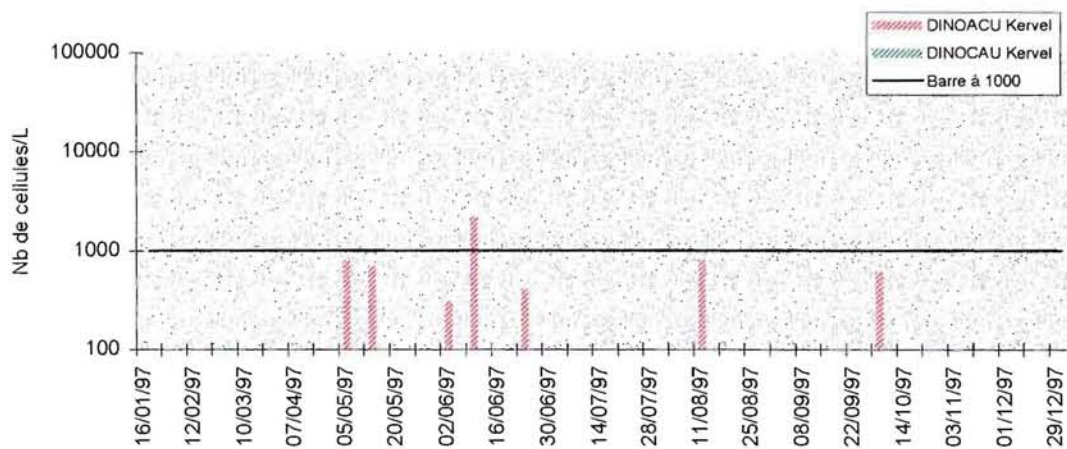
Rade de BREST 1996



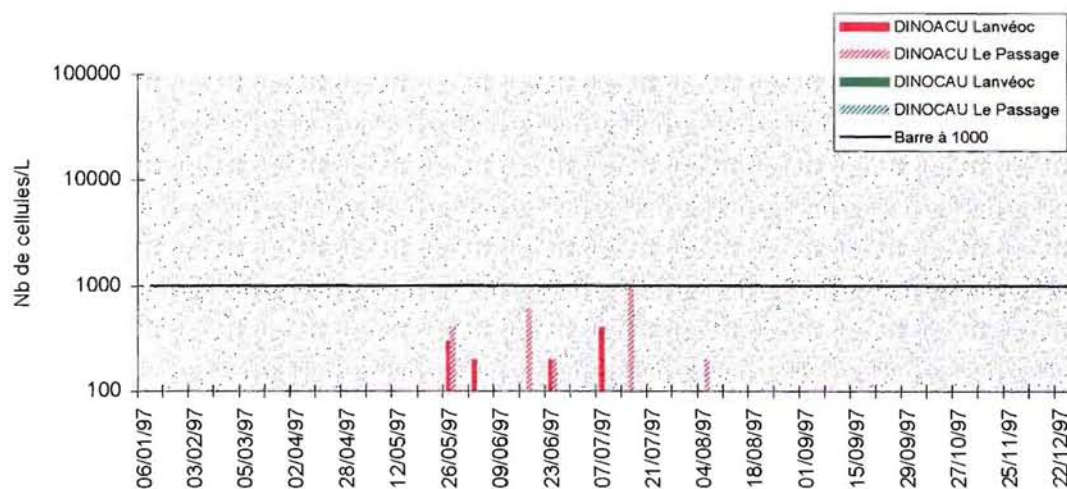
Baie de CONCARNEAU 1997



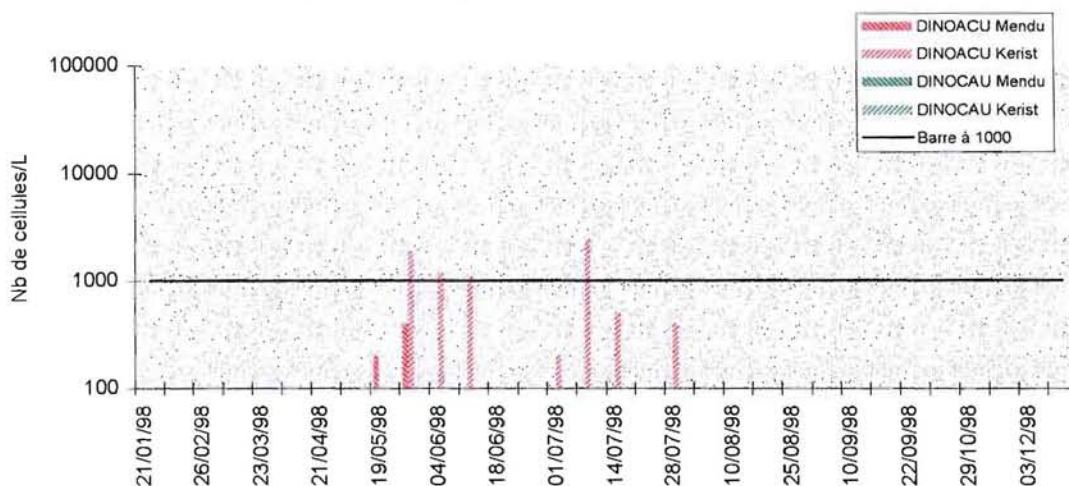
Baie de DOUARNENEZ 1997



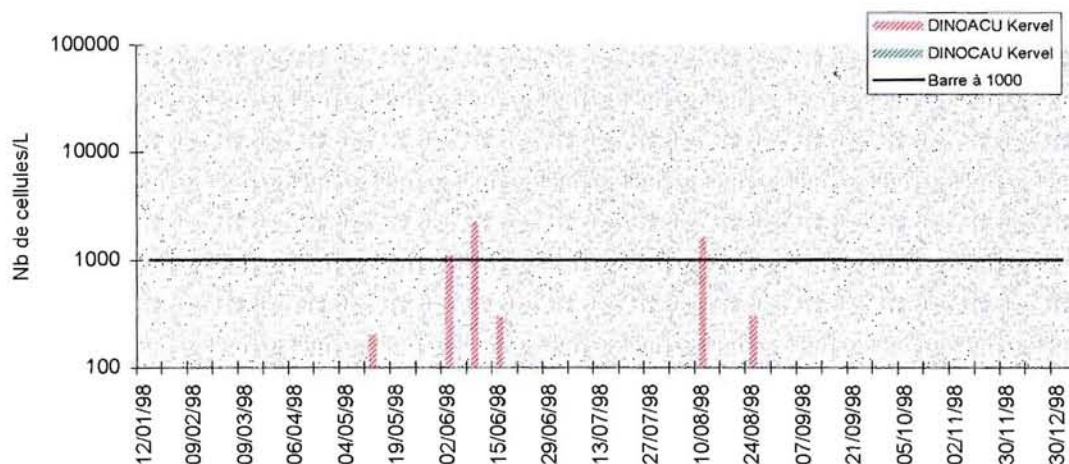
Rade de BREST 1997



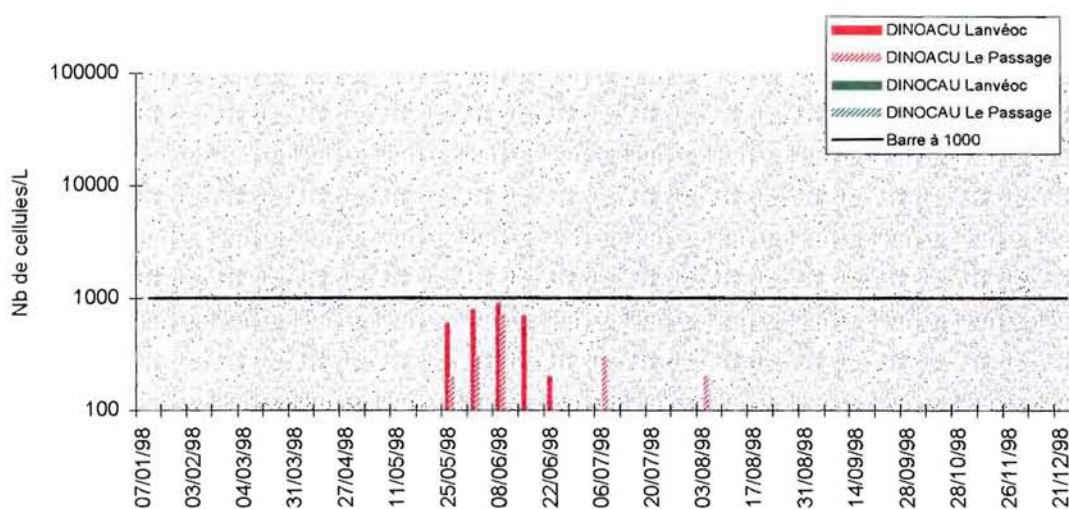
Baie de CONCARNEAU 1998



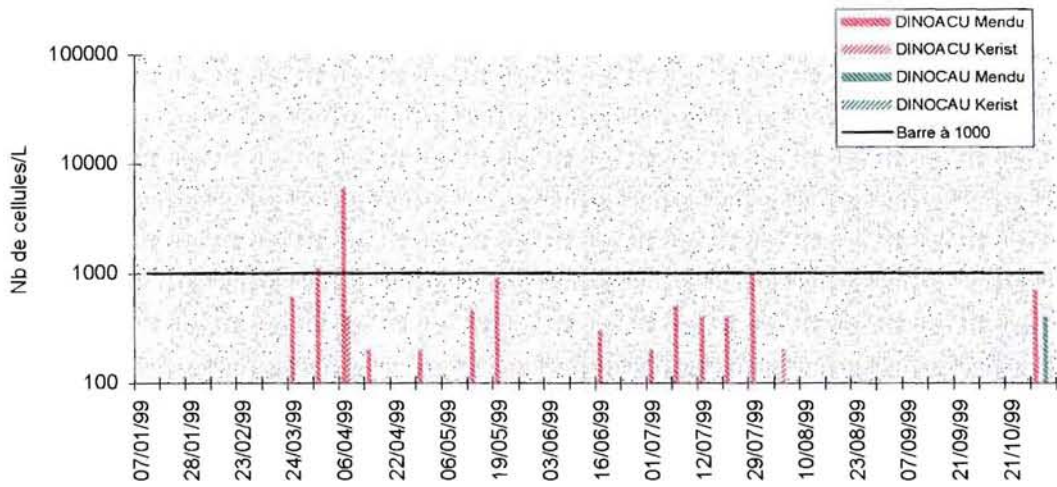
Baie de DOUARNENEZ 1998



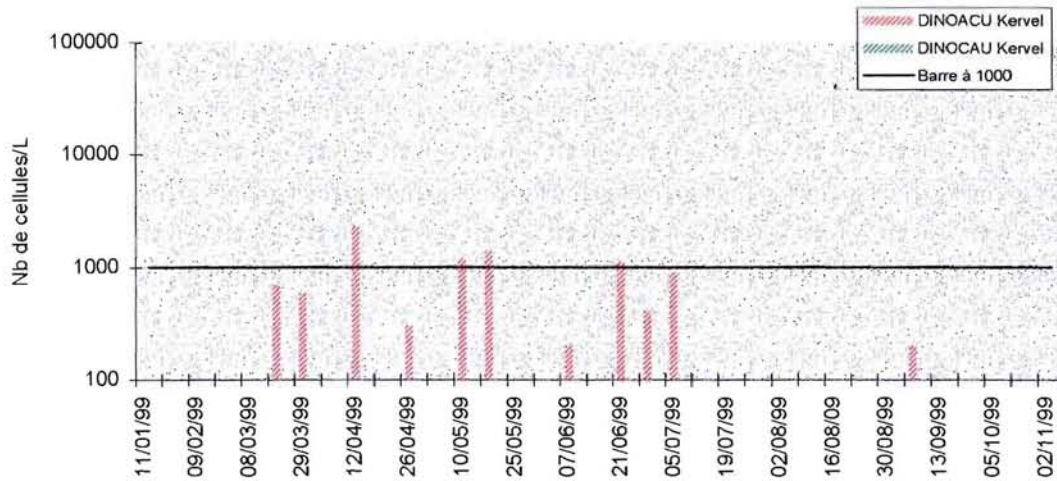
Rade de BREST 1998



Baie de CONCARNEAU 1999



Baie de DOUARNENEZ 1999



Rade de BREST 1999

