

DINOFLAGELLÉS TOXIQUES SUR LES CÔTES FRANÇAISES PENDANT L'ÉTÉ 1983

MANIFESTATIONS DE *DINOPHYSIS ACUMINATA* SUR LE LITTORAL NORMAND

Gérard PAULMIER et Jean-Pierre JOLY

avec la collaboration technique de Claude ETOURNEAU et Hervé THILLAYE DU BOULLAY.
IFREMER - 65, rue Gambetta, 14150 Ouistreham.

Abstract

PRESENCE OF *DINOPHYSIS ACUMINATA* ALONG THE COAST OF NORMANDY.

Numerous cases of food poisoning were observed in South Normandy during the summer 1983 and attributed to shellfish consumption. At the same time a dinoflagella *Dinophysis acuminata* was found in the Bay of Seine and in North Normandy where high concentrations induced « red waters ». The observation of the stomach contents of the mussels showed that this *Dinophysis* was one of the main constituents of the alimentary bolus. The toxicity of type DSP, determined by the micetest, is more or less correlated with the abundance coefficient of *D. acuminata*. Its space distribution also seems connected to the tidal movements.

Résumé

En Basse-Normandie, lors de l'été 1983, de nombreux cas d'intoxications alimentaires ont été relevés, attribués à la consommation de moules. Dans le même temps un dinoflagellé *Dinophysis acuminata* est observé en baie de Seine et en Haute-Normandie où de fortes concentrations induisent des « eaux rouges ». Les examens des contenus stomacaux des moules montrent que ce *Dinophysis* est un des principaux constituants du bol alimentaire. La toxicité du type DSP, appréciée par le test-souris, est plus ou moins bien corrélée avec les indices d'abondance de *D. acuminata*. La distribution spatiale de l'espèce paraît également liée aux mouvements de la marée.

Introduction.

Dès le 16 juillet 1983, de nombreux cas de gastro-entérites de type toxinique ont été signalés en divers endroits de la côte du Calvados et un peu plus tard dans le nord du Cotentin (fig. 1). Les Services d'hygiène locaux ont relevé, dans la semaine du 16 au 22 juillet, 125 cas d'intoxications alimentaires survenus chaque fois après ingestion de coquillages par les consommateurs estivaux (DDASS *, comm. pers.). Afin de stopper cette épidémie, un Arrêté pris localement et d'application immédiate concernant l'interdiction du ramassage et de la vente de certains coquillages du littoral normand a eu pour effet de réduire rapidement le

* DDASS : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales.

nombre des cas d'intoxications alimentaires, tombés à 18 dans la semaine du 23 au 28 juillet. Les enquêtes menées ont permis de mettre en relation la consommation des moules (*Mytilus edulis*) et les intoxications de type DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning). Ce coquillage est le plus commercialisé dans une région à vocation touristique durant les mois d'été. Pour la même période, les autres mollusques exploités, tels que les huîtres (*Crassostrea gigas*) et surtout les coques (*Cerastoderma edulis*) ont été peu incriminés.

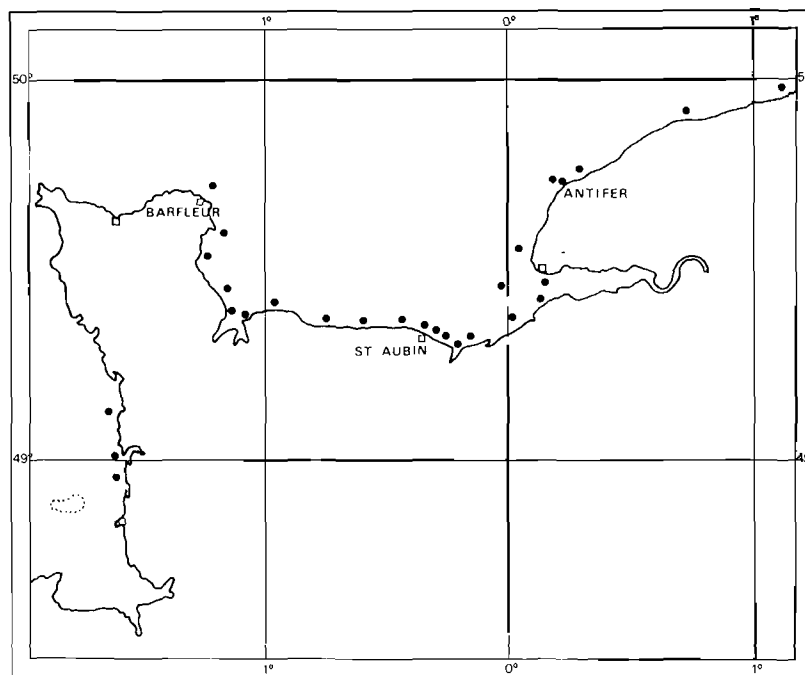


FIG 1. — Côtes normandes : les stations d'échantillonnage sont indiquées par un point.
Coasts of Normandy : sampling stations indicated by dots.

Dans le même temps, des investigations hydro-biologiques ont été faites dans le secteur littoral et côtier, ainsi que des examens de contenus stomacaux de moules afin d'essayer de déterminer l'agent responsable des troubles manifestés par les consommateurs. Pratiquement à chaque fois, ils ont pu être liés à la présence abondante ou relativement abondante d'un dinoflagellé : *Dinophysis acuminata* Claparède et Lachmann.

Méthodes.

Le secteur d'étude englobe le littoral normand depuis le Tréport jusqu'à Granville (fig. 1). A l'intérieur de cette région, seules les zones sensibles ont fait l'objet d'un suivi régulier durant tout le phénomène : le secteur d'Antifer, le Calvados entre Ouistreham et Port-en-Bessin, la pointe de Barfleür. Entre ces zones, il n'a été procédé qu'à une simple surveillance, plus ou moins dense selon la situation en cours et l'évolution de la population de *Dinophysis acuminata*.

La surveillance du milieu a commencé durant la seconde quinzaine de mai, avec une fréquence de une à deux sorties mensuelles, sur le littoral de la Seine-Maritime et du Calvados. Les échantillonnages deviennent plus fréquents dès le mois de juillet, à raison de 2 à 3 sorties hebdomadaires et s'étendent à l'ensemble des côtes normandes.

Méthodes de prélèvement et analyses.

Les échantillons d'eau prélevés à la bouteille sont fixés au lugol et les numérations des organismes phytoplanctoniques effectuées en microscopie photonique droite, après concentration ou non de l'échantillon d'eau. Les comptages sont faits dans des cellules quadrillés de type Agasse-Lafont.

Dans le même temps, des moules sont prélevées pour l'examen et le comptage des organismes du contenu stomacal. Pour chaque échantillon, 4 contenus stomacaux sont préparés et examinés sous microscope entre lame et lamelle. Les organismes suspects et notamment les *Dinophysis* sont comptés et, dans le but de standardiser les résultats, les nombres sont ramenés à un champ optique convenu (en l'occurrence 1 mm de diamètre). En raison des difficultés inhérentes à ce genre d'analyse, en particulier pour l'obtention de tous les organismes contenu dans l'estomac à un moment donné, les chiffres obtenus ne peuvent avoir qu'une valeur relative. On part du principe que plus les organismes sont nombreux dans l'estomac, plus la probabilité est grande d'en compter sur les frottis. Les résultats sont donc exprimés sous forme d'un indice d'abondance.

Tests de toxicité.

La présence de toxine dans les coquillages est évaluée d'après le comportement de souris auxquelles ont été injectés des extraits d'hépatopancreas des coquillages suspectés. La toxicité est inversement proportionnelle au temps de survie des souris. Le test était réputé négatif si aucune mortalité n'intervenait dans les 48 h suivant l'injection : ce temps est maintenant ramené à 4 h.

La préparation et l'injection des extraits d'hépatopancreas se font selon le protocole suivant : double extraction à l'acétone de 30 g d'hépatopancreas broyés, filtration ; reprise du résidu filtré, après évaporation de l'acétone, dans une solution à 1 % de Tween 60, puis injection intrapéritonale de 1 ml d'extrait par souris.

Résultats.

Données générales sur Dinophysis acuminata (pl. 1).

Ce dinoflagellé marin appartient à la famille des Dinophysiacées. Le corps de forme ovulaire est comprimé latéralement. La ceinture, bordée par deux collerettes légèrement infundibuliformes, est en position apicale et conséquemment l'épithèque est réduite. L'hypothèque est bivalve. Chaque valve est munie ventralement d'un aileron ou membrane aliforme sous-tendu par une ou deux nervures spinulées et bordant le sillon longitudinal. La thèque a une structure alvéolaire (pl. 1). Présence de chloroplastes ou taches brun-vert. Les dimensions des individus sont variables, entre 38 et 54 μm . Cet organisme est apparemment autotrophe, toutefois on ne peut totalement exclure une autre possibilité d'assimilation de substances nutritives, par exemple par voie osmotique. L'espèce est considérée comme néritique (DREBES, 1974).

L'aire de répartition de ce dinoflagellé semble très vaste et occupe la province néritique des eaux boréales. Il est cité pour le Pacifique, au Japon (ABE, 1967 ; YASUMOTO *et al.*, 1980) ; dans les eaux canadiennes de l'Atlantique nord-ouest (BRUNNEL, 1962), dans les eaux européennes (LEBOUR, 1925 ; DREBES, 1974 ; KAT *et al.*, 1982).

C'est une espèce très commune dans les eaux côtières françaises de la Manche (PAULMIER, 1969 ; GRALL, 1972), du Cotentin au Tréport, notamment dans le port du Havre (BRETON *et al.*, 1979) et en baie de Seine (LASSUS *et al.*, 1980), dans les eaux de l'Atlantique, surtout en Bretagne-sud (PAULMIER, 1971, 1972). L'écologie de cette dinophycée dans les eaux françaises n'est pas encore bien définie. Elle apparaît comme une forme printanière ou estivale, côtière et littorale. Bien que très répandue, son abondance paraît circonstancielle.

Elle est considérée en 1983, avec une forte probabilité, comme l'agent causal d'une toxicité induite des mollusques filtreurs et en particulier des moules. Les examens de leurs contenus stomacaux ont permis de déceler de fortes concentrations de *Dinophysis acuminata* dans leur tractus digestif (pl. 1). Elle est mentionnée par PAULMIER (1971, 1972) dans le contenu stomacal d'huîtres plates (*Ostrea edulis*) de la côte sud de Bretagne, surtout de juin à août et parfois jusqu'en octobre.

Ces observations corroborent celles de KAT *et al.* (1982, 1983) pour les eaux hollandaises, où la toxicité des moules est attribuée à la présence dans le plancton et à la consommation par ces dernières de *Dinophysis acuminata*. Une bonne corrélation est trouvée par KAT (1983) entre les efflorescences de *D. acuminata* et les périodes de forte toxicité des mollusques. Par ailleurs, CAMPOS *et al.* (1982) citent des cas de gastro-entérites dans la région de La Corogne, causés par les moules et, dans le même temps, notent la présence dans l'eau de plusieurs *Dinophysis* dont *Dinophysis acuminata*.

Cette Dinophysiale serait donc une espèce toxicogène. Les effets de la toxine se sont traduits chez les consommateurs, par des symptômes de gastro-entérites aiguës et les troubles ont généralement été de courte durée, le plus souvent sans séquelle ultérieure. Le mode de préparation du coquillage pour la consommation ne semble pas avoir eu d'influence sur sa nocivité. La toxine reste active que le coquillage soit cru ou cuit, ce qui démontrerait qu'elle est thermostable.

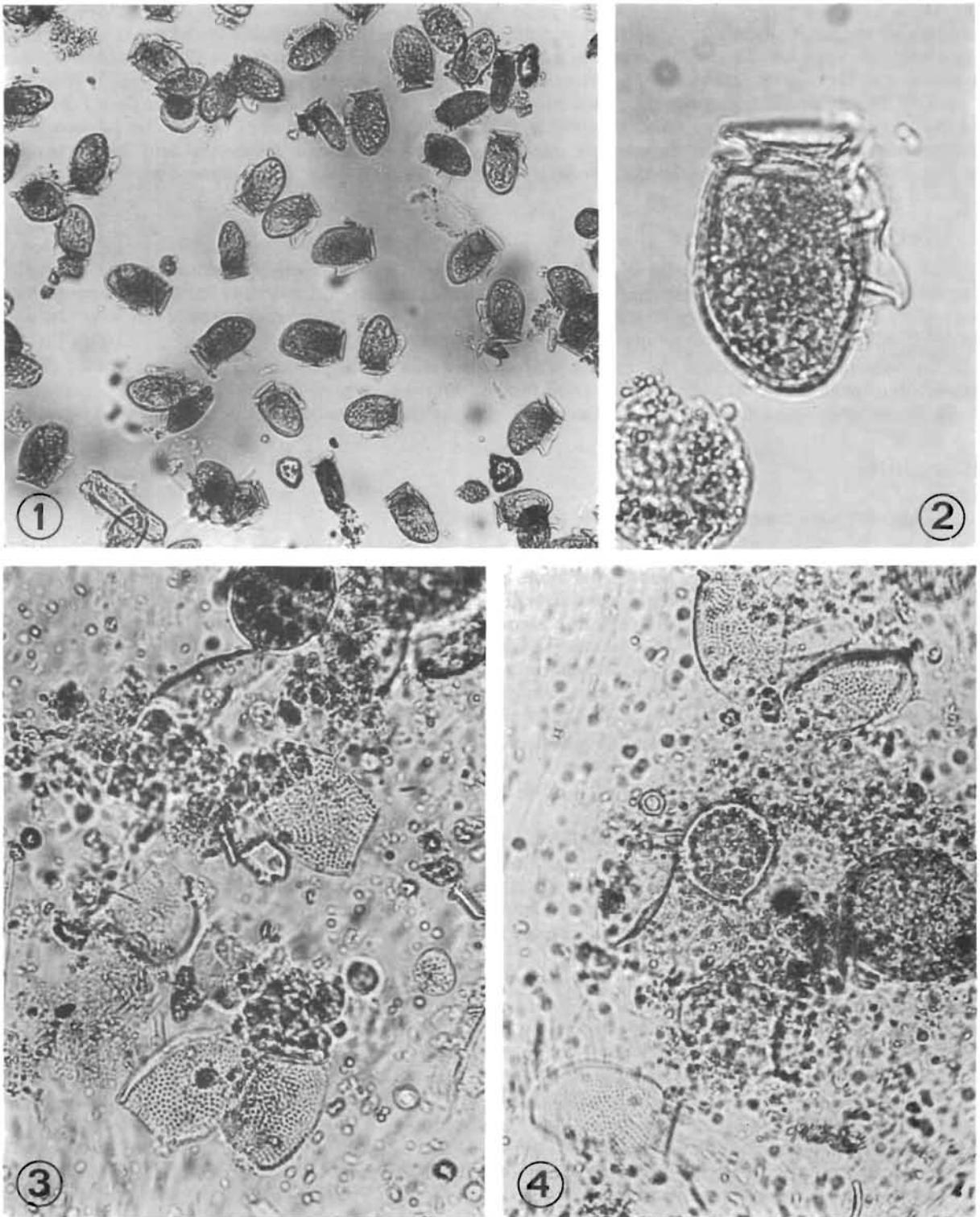


PLANCHE I, 1 : — *Dinophysis acuminata*, Antifer le 18 juillet 1983 ($G \times 190$). Eaux rouges : $1.2.10^6$ cell. l^{-1} . 2 : *Dinophysis acuminata*, Antifer le 18 juillet 1983 ($G \times 780$). 3 : Contenu stomacal de moules de Barfleur : tests de *Dinophysis* ($G \times 480$) - 2 août 1983. 4 : Contenu stomacal de moules d'Antifer : tests de *Dinophysis* ($G \times 480$) - juillet 1983.

1 : — *Dinophysis acuminata*, Antifer, July 18th, 1983 ($G \times 190$). Red waters : $1.2.10^6$ cell. l^{-1} . 2 : *Dinophysis acuminata*, Antifer, July 18th, 1983 ($G \times 780$). 3 : Stomach content of the mussels of Barfleur : tests of *Dinophysis* ($G \times 480$) - August 2d, 1983. 4 : Stomachal content of the mussels of Antifer : tests of *Dinophysis* ($G \times 480$) - July 1983.

Jusqu'à ce jour, il ne paraît pas que la « toxine » de *Dinophysis acuminata* ait été isolée. YASUMOTO *et al.* (1980) font état d'une toxine du type DSP chez *Dinophysis fortii* Pavillard, baptisée "Dinophysis toxine", mais sa véritable nature ne semble pas avoir été bien définie ni formulée. Par ailleurs, les résultats de ces auteurs montrent que les deux espèces *Dinophysis fortii* et *Dinophysis acuminata* sont associées dans les échantillons. Notons cependant que depuis le moment où ce travail a été rédigé, des résultats ont été obtenus au Japon montrant que *Dinophysis fortii* produit 3 toxines diarrhéiques et au moins deux neurotoxines, tandis que *D. acuminata* ne produirait qu'une toxine : l'acide okadaïque (YASUMOTO *et al.*, 1984). Dans tous les cas, la structure chimique de ces toxines a été déterminée.

Cycle des populations phytoplanctoniques au printemps - été 1983.

Au mois de juin, le phytoplancton est dominé par les diatomophycées. L'efflorescence des bacillariales qui commence à la fin mai culmine pendant la première semaine de juin avec des formations locales d'eaux colorées brun-vert à rouge, de plus ou moins grande amplitude.

Le 2 juin, une « eau brune » est signalée à environ 3 milles des côtes du Calvados, parallèle à celles-ci, sur une largeur de plus de 3 km. Les observations *in situ* permettent de constater une concentration très forte de micro-organismes dans la couche superficielle. Les analyses effectuées au laboratoire montrent qu'il s'agit de diatomées, avec dominance de *Rhizosolenia delicatula* ($467,6 \cdot 10^6$ cell. l⁻¹), représentant près de 77 % du total. Dans cet ensemble, les dinophycées peu nombreuses ne dépassent pas la proportion de 0,2 %. Il s'agit essentiellement de *Heterocapsa triquetra*, *Gonyaulax spinifera* et *Protoperdinium punctulatum*. Cette poussée de diatomées affecte également l'entrée de la baie de Seine et la zone depuis le nord du Havre jusqu'à Antifer. Cet état dure approximativement jusqu'au 7 juin, date à laquelle s'amorce un déclin relatif des bacillariales.

Les dinophycées tendent alors à se développer plus abondamment et peuvent provoquer localement des eaux colorées dans les régions du Havre et d'Antifer : le 9 et le 10 juin, l'organisme responsable est un petit dinoflagellé *Katodinium rotundatum* avec $86,5 \cdot 10^6$ cell. l⁻¹ à Antifer et $135,3 \cdot 10^6$ à Sainte-Adresse, près du Havre. Divers autres péridiniens accompagnent la prolifération de *K. rotundatum* : *Gonyaulax spinifera* et plusieurs formes nues dont : *Gyrodinium britannica*, *G. spirale*, *G. lachryma*, *Gymnodinium* sp. et *Cochlodinium* sp. A la fin de juin et au début de juillet, d'autres eaux colorées sont signalées dans les bassins du Havre et le secteur d'Antifer. Elles sont dues au cilié *Mesodinium rubrum* : $0,8 \cdot 10^6$ cell. l⁻¹ associé à de nombreux petits phytoflagellés : $6,8 \cdot 10^6$ cell. l⁻¹.

On peut également noter une « eau colorée brun-rougeâtre » à l'entrée et dans le chenal de l'accès du port de Ouistreham, vers le 20 juillet, et dont l'organisme responsable est une diatomée du genre *Thalassiosira* (*T. weissflogii* ?), entre $12,2 \cdot 10^6$ et $129,6 \cdot 10^6$ cell. l⁻¹ selon les endroits. Elle est associée à d'autres diatomées dont *Chaetoceros socialis* : $3,6 \cdot 10^6$ à $8 \cdot 10^6$ cell. l⁻¹.

Dinophysis acuminata dans les eaux normandes.

Ce dinoflagellé est absent ou très rare jusqu'au début du mois de juillet, mais il doit probablement subsister à l'état de statospore. Son développement commence vers le 4 ou 5 juillet dans la région d'Antifer et, dès ce moment, sa population croît rapidement, entre $1,3 \cdot 10^5$ et $5 \cdot 10^5$ cell. l⁻¹ le 8 juillet. La croissance de *Dinophysis acuminata* est concomitante avec le développement d'une coloration rouge des eaux. Le phénomène culmine aux environs du 18 juillet, où la population de *Dinophysis acuminata* passe par un maximum avec $1,2 \cdot 10^6$ cell. l⁻¹ et paraît être le principal agent de la coloration des eaux (pl. 1). Les autres composantes de cette population phytoplanctonique sont des dinoflagellés : *Scrippsiella trochoidea* (*Peridinium trochoideum*), *Heterocapsa triquetra* et des diatomées dont *Chaetoceros socialis*. La dinophycée *Prorocentrum micans*, parfois suspectée de toxicité (PINTO et SILVA, 1956) est rare et peu fréquente durant cette période. Après le 20 juillet, la population de *Dinophysis acuminata* décline, bien qu'un petit pic soit encore observé le 2 août. Dans la seconde quinzaine de ce mois, sa distribution estivale devient presque normale.

Dans les eaux côtières et littorales du Calvados, le phénomène se déclare à peu près au même moment ou avec un retard d'environ une semaine selon les endroits, par rapport à Antifer. L'efflorescence maximale, d'inégale importance suivant les points d'observation, se situe vers le 18-20 juillet et n'a pas la même ampleur qu'à Antifer ($1,7 \cdot 10^4$ cell. l⁻¹). Aucune modification de la coloration de l'eau n'est signalée. L'intensité du développement de *Dinophysis acuminata* est plus forte entre Saint-Aubin-sur-Mer et Ouistreham, d'autres secteurs sensibles sont relevés à Trouville et Villerville. Le déclin commence vers le 24 et 25 juillet, mais *D. acuminata* se maintient à un niveau moyen jusqu'au 8 août, où il disparaît presque complètement.

Le décalage avec Antifer est encore plus accusé sur la côte de l'est Cotentin, notamment au nord de la pointe de Barfleur. Les premières manifestations du *Dinophysis* sont observées vers le 20 juillet. Leur nombre croît par la suite et le phénomène arrive à son intensité maximale entre le 25 juillet et le 1^{er} août. L'évolution est semblable à celle des autres secteurs et se termine à la fin août.

Les investigations faites sur la côte ouest du Cotentin, entre Carteret et Granville, aussi bien dans les eaux que par l'analyse du bol alimentaire des moules, n'ont pas permis de déceler la présence de *Dinophysis acuminata* qui semble très rare sur cette côte où aucun cas d'intoxication, d'origine planctonique n'est à signaler.

Autres dinoflagellés associés.

Beaucoup d'autres dinophycées se rencontrent en même temps ou se succèdent pendant la même période et généralement ne sont pas connus pour être toxigène, c'est le cas de beaucoup de peridiniales appartenant à différents genres : *Gymnodinium*, *Gyrodinium*, *Gonyaulax* (*G. spinifera*), *Diplopsalis*, *Protoperidinium* (dont *P. quinquecorne*). Quelques espèces suspectes et divers eugléniens sur les côtes du Calvados sont également récoltés avec *Dinophysis acuminata* : *Prorocentrum micans* et *Gymnodinium cf. catenatum* (CAMPOS *et al.*, 1981), présents en faible quantité au début du phénomène dans la région d'Antifer. Du 20 juillet au 10 août, répandu sur l'ensemble du littoral de la Manche en petit nombre, *Polykrikos schwartzii* (de $1,6$ à 6.10^3 cell. l⁻¹), et surtout du 25 juillet au 15 août, *Gymnodinium splendens*, observé sur tout le littoral de la Manche avec un pic vers le 8 août dans les eaux du Calvados : $1,7.10^5$ cell. l⁻¹. Il ne semble pas que ces espèces aient eu d'incidence dans les intoxications humaines.

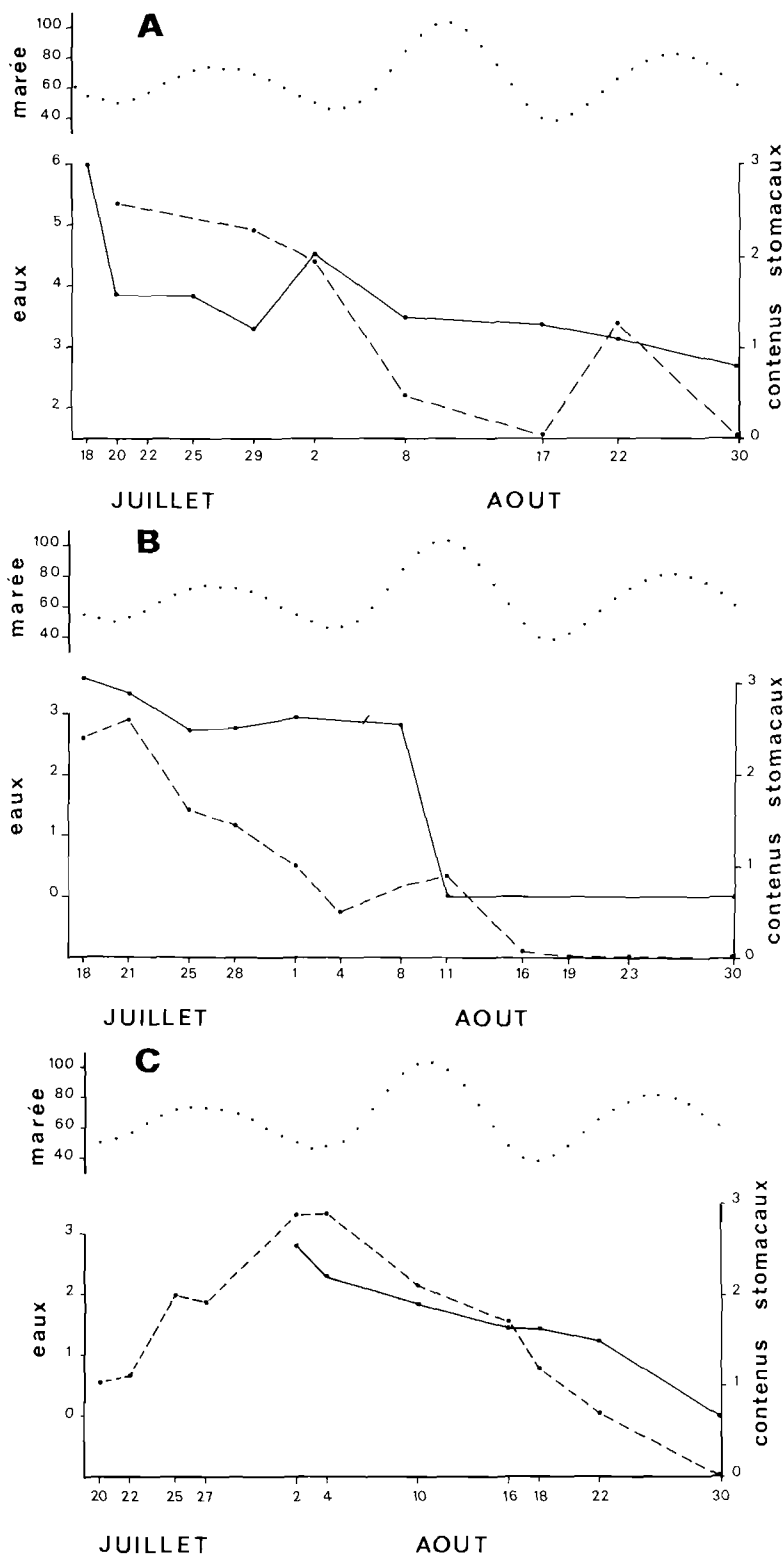


FIG. 2. — Evolution quantitative de *Dinophysis acuminata* dans les eaux (—) dans les contenus stomacaux des moules (- - -) en fonction de la marée (...). Quantitative evolution of *Dinophysis acuminata* in the water (—) in the stomach contents of the mussels (- - -) according to the tide (...).

A : site d'Antifer ; B : Calvados ; C : site de Barfleur.

Analyses des contenus stomacaux des moules.

Après avoir été absorbé par les moules, *Dinophysis acuminata* devient dehiscent, probablement sous l'action des sucs digestifs. A ce moment, les plaques de la thèque se désolidarisent et le contenu cellulaire diffuse dans l'estomac. Les individus entiers observables sont rares, et le plus souvent l'espèce est identifiable par les valves de l'hypothèque.

L'indice d'abondance de *Dinophysis* dans les contenus stomacaux suit une règle quasi générale pour l'ensemble des secteurs étudiés. Dès son apparition, le nombre augmente progressivement et atteint un maximum dans le bol alimentaire, postérieurement au pic principal dans les eaux. Le décalage entre les deux pics est de 5 à 10 jours. L'allure des courbes (fig. 2) montre une relation normale proie-prédateur. Sur Barfleur, les coquillages affectés vivent entre 20 et 40 m de profondeur.

Discussion.

Les causes possibles du phénomène.

Elles sont peu expliquées ou hypothétiques en raison du caractère imprévisible du développement de *Dinophysis acuminata*, espèce généralement commune sur nos côtes. Un printemps et surtout un été secs et ensoleillés font suite à une longue période hivernale froide et pluvieuse. Cela se traduit dès la fin du mois de mai par un accroissement rapide des températures de l'eau. Sur les côtes normandes, les températures oscillent entre 14°5 et 17°5 C au début de juin. Elles se situent entre 19° et 22° C vers la mi-juillet, c'est-à-dire au moment des principales efflorescences de *D. acuminata*. Elles restent élevées jusqu'à la fin du mois d'août, avec des baisses sensibles pendant les périodes de vives eaux du 24 au 29 juillet : 17°-17°5, et du 7 août au 14 août : 16°-17° C.

La température et l'ensoleillement peuvent intervenir comme des stimulants sur le développement de *Dinophysis*, mais pour que le processus s'accomplisse, il semble nécessaire que d'autres conditions hydrobioclimatiques soient réunies, notamment le régime des vents, la qualité biotique du milieu et la forme d'évolution et de succession des populations phytoplanctoniques. Le déterminisme qui agit sur les mécanismes de déclenchement et de développement des populations de *Dinophysis acuminata*, apparaît donc complexe. D'une manière générale, les apparitions d'eaux colorées ou les croissances anormales de micro-organismes planctoniques se font dans des conditions hydroclimatiques particulières. Elles sont souvent consécutives à de fortes précipitations printanières ou estivales et à l'enrichissement du milieu en nutriments, par exemple pour les efflorescences de diatomées (BRETON *et al.*, 1979). Cependant, il a été souvent observé que la croissance des dinoflagellés survenait après le déclin des diatomées et l'épuisement partiel des sels nutritifs (GILSON, 1937). C'est ce qui a pu être constaté durant l'été 1983 sur le littoral normand.

Durant la période de juin 1982 à mai 1983, la pluviométrie a été de 44,6 % supérieure à la moyenne annuelle établie sur 25 années (station météorologique de Bayeux). Le quatrième trimestre de 1982 et les mois d'avril et mai 1983 ont été exceptionnellement pluvieux : 121,6 et 100 mm (DE TRAVERSAY, 1983). Par ailleurs, les vents faibles pendant les mois d'été et la stabilité des eaux ont été, avec les précipitations printanières, des facteurs très favorables au développement du phytoplancton.

Une relation très nette a pu être mise en évidence entre l'abondance de *Dinophysis acuminata* et le coefficient de marée (fig. 2). Pendant les périodes de vives-eaux, le brassage est plus important et la stratification qui a pu s'établir durant la morte-eau précédente disparaît momentanément, entraînant une dispersion des organismes sur toute la hauteur d'eau. Si le climat n'a pas varié, la morte-eau suivante voit les conditions antérieures se rétablir : diminution de la turbulence et couche superficielle favorable à la concentration des organismes.

Intoxications alimentaires.

Les données épidémiologiques ont été rapidement rapportées dans l'introduction. Il faut seulement souligner ici que le nombre de cas enregistrés fut moins spectaculaire qu'en Bretagne-sud, les divers Services administratifs étant déjà fortement sensibilisés au phénomène et prêts à intervenir rapidement malgré la soudaineté d'apparition du phénomène. La promptitude de prise de l'Arrêté d'interdiction de commercialisation, largement diffusé par voie de presse, a permis de réduire rapidement le nombre de gastro-entérites, puisque les derniers cas sont survenus le 24 juillet (signalés le 27). Aucune intoxication ne fut signalée officiellement dans la Manche, mais l'augmentation du nombre de *Dinophysis* observés dans les moules du gisement de Barfleur puis les tests de toxicité positifs ont conduits à sa fermeture le 4 août.

Le traitement des données pour le Calvados a permis d'ajuster les résultats à une droite de régression de pente négative, du type $y = ax + b$ (fig. 3), $y = -0,04 x + 5,22$; $r = -0,80$ où y : nombre de cellules de *D. acuminata*, x : coefficient de marée.

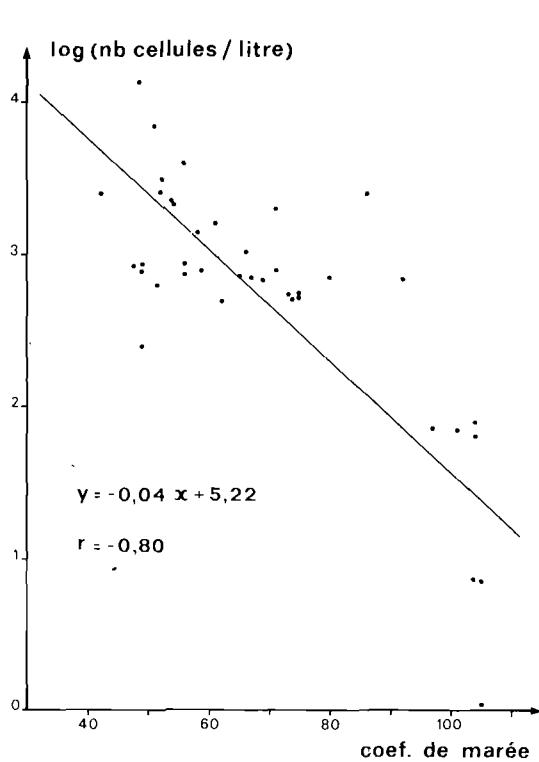


FIG. 3. — Relation entre le nombre de cellules de *Dinophysis acuminata* dans l'eau et le coefficient de marée.

Relationship between the number of cells of *Dinophysis acuminata* in the water and the tide-factor.

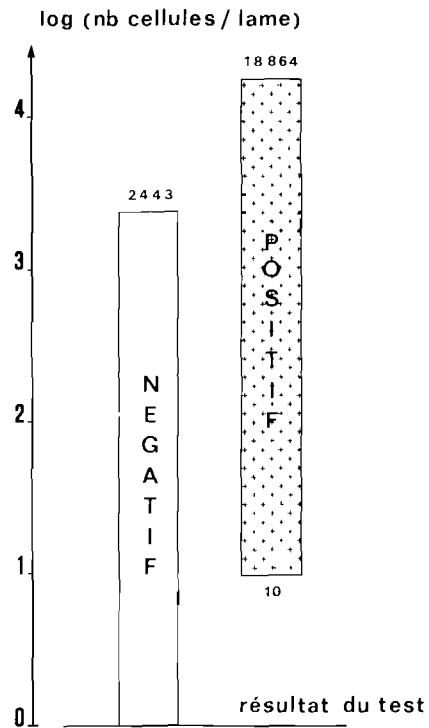


FIG. 4. — Variation de la concentration en *Dinophysis* observés dans les moules, en fonction du résultat du test de toxicité.

Variation of the concentration of *Dinophysis* observed in mussels, according to the results of the toxicity-test.

Les tests réalisés.

34 tests-souris ont été réalisés localement par le Laboratoire départemental d'hygiène de Caen dont 18 ont été positifs.

Les résultats des tests et le nombre de *Dinophysis* observés simultanément dans les moules (fig. 4) indiquent pour l'un ou l'autre résultat, l'étendue des concentrations en *Dinophysis* des contenus stomacaux. Ainsi, les résultats négatifs et positifs correspondent à des concentrations variant respectivement de 0 à 2443 et de 10 à 18684.

Il semble donc difficile dans ce cas de relier le seuil de toxicité du phytoplancton à un nombre précis de cellules observées dans les coquillages. De même, aucune corrélation entre nombre de *Dinophysis* observés dans les coquillages et le temps de survie des souris (des tests positifs) n'a été mise en évidence. Mais ceci est malheureusement dû au manque de rigueur dans l'observation du comportement des souris : il est matériellement impossible d'observer en continu le comportement des souris pendant 48 h. Ces constatations nous amènent à remettre en cause la valeur, essentiellement quantitative, du test-souris : à partir de quelle concentration en *Dinophysis* la mort de la souris est-elle liée à la toxicité des coquillages pour le consommateur ? Quelle valeur peut-on également accorder aux « concentrations » en *Dinophysis* observées dans les contenus stomacaux compte tenu du manque de rigueur inhérent à la méthodologie de prélèvement et de dilution employée ?

Les résultats ne peuvent être interprétés qu'en valeur relative et en se référant toujours à la même méthode de prélèvement, c'est-à-dire, plus simplement, que prélèvement et analyse devraient toujours être faits par le même analyste. Trois résultats de test-souris positifs ont par ailleurs attiré notre attention. En effet, aucune cellule de *Dinophysis acuminata* ne fut observé dans le contenu stomacal des moules.

Ceci implique qu'il existe : soit une rémanence de la toxine dans les tissus des bivalves, ce qui est fort probable ; soit une autre espèce de plancton toxique non identifiée comme telle : on peut ainsi remarquer avec intérêt la présence de *Gymnodinium splendens* sur les côtes du Calvados, avec un pic vers le 8 août, date à laquelle deux tests-souris furent positifs en l'absence de *Dinophysis acuminata*.

Conclusion.

Il apparaît urgent d'isoler la toxine et de mettre au point une méthode d'estimation de la toxicité fiable et quantifiable, sur culture cellulaire par exemple, ou plus simplement par un immunsérum marqué (fluoro-chrome), à appliquer sur frottis cellulaire de glande digestive de bivalve. Ceci impose un travail de coopération efficace avec des laboratoires de recherches médicales ou universitaires. Les conséquences de la prolifération de *Dinophysis acuminata* furent économiquement sensibles pendant les périodes d'interdiction de la commercialisation, principalement pour les pêcheurs des côtes du Calvados et de Barfleur. L'impact fut moindre pour les conchyliculteurs, peu nombreux sur les zones touchées. Malgré les esprits fortement marqués par le phénomène est surtout l'énorme « publicité » qui lui fut faite dans la presse, les ventes de coquillages reprirent fortement dès le mois de septembre.

BIBLIOGRAPHIE

- ABE (T.H.), 1967. — The armoured dinoflagellata : II. Proocentridae and Dinophysidae (B) - *Dinophysis* and its allied genera. — *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, 15 (1) : 37-48.
- BRETON (G.), JEANNOT (R.) et PRONIEWSKI (F.), 1979. — Les phénomènes d'eaux rouges à *Prorocentrum* et à *Pseudopedinella* et *Pyraminonas* dans les bassins du Port du Havre au cours de l'été 1978. — *Bull. Soc. Geol. Norm. et Amis du Museum du Havre*, 65 (4) : 105-116.
- BRUNEL (J.), 1962. — Le phytoplancton de la Baie des Chaleurs. — *Contr. Départ. Pêcheries*, Québec, 91, 365 p., 66 pl.
- CAMPOS (M.J.), FRAGA (S.), MARINO (J.) et SANCHEZ (F.J.), 1982. — Red tide monitoring programs in N.W. Spain. Report of 1977-1981. — *CIEM 1982/L* : 27.
- DREBES (G.V.), 1974. — Marines phytoplankton. Eine Auswahl der Helgoländer Planktonalgen (Diatomeen, Peridineen). G. Thieme Verlag Stuttgart.
- GILSON (H.C.), 1937. — The nitrogen cycle. — *John Murray Exped.*, 2 : 21-81.
- GRALL (J.-R.), 1972. — Recherches quantitatives sur la production primaire du phytoplancton dans les parages de Roscoff. — Thèse Doct. Etat. Sc. nat., Univ. Paris VI. C.N.R.S. A.O. 6556, 261 p.
- KAT (M.), 1983. — *Dinophysis acuminata* blooms in the Dutch Coastal area related to diarrhetic mussel poisoning in the Dutch Waddensea. — *Sarsia* 68 : 81-84.
- KAT (M.), SPEUR (J.) et OIJER (P.F.), 1982. — Diarrhetic mussel poisoning in the Netherlands related to the occurrence of *Dinophysis acuminata* september-october 1981. — *CIEM, CM 1982/E* : 24, 12 p.
- LASSUS (P.), MAGGI (P.) et BESSINETON (C.), 1980. — Les phénomènes d'eaux colorées de la Baie de Seine en 1978. — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 298, 28 p.
- LEBOUR (M.), 1925. — The dinoflagellates of Northern Seas. — *Mar. biol. Assoc. U.K.*, Plymouth, 250 p.
- PAULMIER (G.), 1969 a. — Le microplancton des rivières de Morlaix et de la Penzé. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 33 (3) : 311-332.
— 1969 b. — Cycle des matières organiques dissoutes, du plancton et du microphytobenthos dans l'estuaire du Belon. Leur importance dans l'alimentation des huîtres. *Ibid.*, 35 (2) : 157-200.
— 1972. — Seston-phytoplancton et microphytobenthos en rivière d'Auray. Leur rôle dans le cycle biologique des huîtres (*Ostrea edulis* L.). — Thèse Doct. Univ. Sci. Univ. Marseille-Saint-Charles, 142 p.
- PINTO (J.S.) et SILVA (E.S.), 1956. — The toxicity of *Cardium edule* L. and its possible relation to the dinoflagellate *Prorocentrum micans* Ehr. — *Notas. Estud. Inst. Biol. Mar.* n° 12.
- TRAVERSAY (N. DE), 1983. — Gestion rationnelle des Ressources biologiques du plateau du Calvados. Côte de Nacre. Etude des possibilités d'implantation ostréicole. — *Rapp. polycop. C.L.P.M., Port-en-Bessin*, 127 p.
- YASUMOTO (T.), OSHIMA (Y.), SUGAWARA (W.), FUKUYO (Y.), OGURI (H.), IGARASHI (T.) et FUJITA (N.), 1980. — Identification of *Dinophysis fortii* as the causative organism of diarrhetic shellfish poisoning. — *Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries*, 46 (11) : 1405-1411.
- YASUMOTO (T.), MURATA (M.), OSHIMA (Y.), MATSUMOTO (G.K.) et CLARDY (J.), 1984. — Diarrhetic Sheff fish Poisoning in : Seafood toxins. — *Amer. Chem. Soc.* : 207-214.