

QUELQUES ASPECTS BIOECOLOGIQUES DE GAMBIERDISCUS TOXICUS,
PERIDINIEN BENTHIQUE RESPONSABLE DE LA CIGUATERA A TAHITI

R. BAGNIS, A. INOUE, S. RONGERAS, M. GALONNIER,
J. BENNETT, S. CHANTEAU et J. PASTURAL

Institut de recherches médicales Louis Malarde, B.P. 30,
Papeete, Tahiti, Polynésie française

S U M M A R Y

SOME BIOECOLOGICAL ASPECTS OF GAMBIERDISCUS TOXICUS,
BENTHIC PERIDINIAN RESPONSIBLE FOR CIGUATERA IN TAHITI

We have carried out on a fringing reef of Tahiti, catching periodically ciguateric fishes, a comparative dynamic survey of the population density of *Gambierdiscus toxicus* and some linked environmental factors, during a four year period. Half of the marine parameters, i.e. temperature, salinity, dissolved NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SiO_2 , have been systematically studied according to a weekly or a monthly rhythm ; the other parameters, i.e. pH, dissolved NH_3 , O_2 , C and B_{12} vitamin have been studied episodically. The local pluviometry for the two weeks preceeding the samplings has also been measured. The statistical analysis of the data did not allow us to observe any significant simple correlation between the physical or chemical parameters and the density of *G. toxicus*. These results suggest either the occurrence of multiple correlation still to point out or an indirect action of environmental factors, chiefly on other microorganisms of the benthic community, able to control *G. toxicus* population through trophic competition, antibiosis, synergic or antagonistic relations. From this point of view, the role of bacteria linked to ciguateric biota seems important to elucidate.

I N T R O D U C T I O N

Intoxication alimentaire consécutive à l'ingestion de poissons vivant dans les eaux coralliennes chaudes des trois grands océans, la ciguatera semble traduire une réaction de défense des éco-systèmes récifaux aux agressions naturelles ou humaines dont ils sont victimes. Longtemps considérée comme une énigme biologique, l'origine de la ciguatera a été partiellement maîtrisée avec la découverte d'un péridinien benthique (Bagnis et al., 1977), dont la culture a été réalisée au laboratoire (Inoue, 1978 ; Hurtel et al., 1979). Identifié *Gambierdiscus toxicus* gen. et sp. nov. (Adachi et Fukuyo, 1979), ce dinoflagellé produit tant *in situ* qu'*in vitro* le complexe toxinique ciguatérigène (Bagnis et al., 1979 ; Yasumoto et al., 1979 a). Diverses méthodes ont été mises au point pour évaluer la densité de ses peuplements (Inoue et al., 1977 ; Yasumoto et al., 1979b), sa distribution au sein des écosystèmes (Bagnis, 1981) et ses rapports avec certains paramètres physiques ou chimiques ambiants. Pour essayer de préciser la niche écologique de *G. toxicus*, nous avons procédé pendant une période de quatre ans, sur un récif donné, à une étude dynamique comparée de *G. toxicus* et des facteurs environnants.

M E T H O D E S

Le site expérimental

Il se situe sur la côte Est de Tahiti. Il s'agit du récif frangeant d'Hitiaa, réputé pour abriter périodiquement des poissons ciguatérigènes. Il est particulièrement

exposé aux vents dominants. A cause de la force de la mer, les conditions de vie sont souvent précaires pour les espèces coralliennes fragiles. La station de prélèvement est établie sur la crête algale à 35 m du rivage, aux abords d'un sillon.

L'algue support.

Il s'agit de la Phéophycée *Turbinaria ornata*, commune à l'ensemble de la région Indo-Pacifique. Ses tiges rugueuses cylindriques se ramifient en branches courtes s'épanouissant rapidement en calices hérissés à leur périphérie d'excroissances pointues. Cette texture épineuse fait de cette algue brune fixée solidement au substrat corallien un excellent piège à *G. toxicus*.

La numération de *G. toxicus*

On prélève 50 à 100 g d'algues qu'on agite fortement par brassage dans 500 à 1 000 ml d'eau de mer. On passe celle-ci sur tamis AFNOR à fils en acier inoxydable tissés à mailles carrées de 165 et 36 μm . On recueille la fraction intermédiaire à concurrence de 25 ml. On procède au comptage au microscope sur un ml de suspension. La densité de péridiniens est évaluée par rapport à un gramme d'algue support (G.t./g.a.).

La mesure des facteurs d'ambiance

Elle s'effectue soit directement, soit sur des échantillons d'eau de mer prélevés à une profondeur de 1 m suivant les méthodes classiques pour analyses océanographiques. On mesure systématiquement à chaque prélèvement algal : température, salinité, concentration en NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SiO_2 dissous. D'autres paramètres (pH, concentration en NH_3 , O_2 , C, et vitamine B_{12} dissous) ont été étudiés de façon épisodique ou ponctuelle. La fréquence des prélèvements et mesures systématiques a été hebdomadaire de décembre 1976 à décembre 1978, et mensuelle de janvier 1979 à décembre 1980. Des données relatives à la pluviométrie locale ont fourni des informations sur la hauteur des précipitations au niveau du site expérimental respectivement les 15 et 7 jours précédant les prélèvements.

Le traitement statistique des données

Il a consisté dans un premier temps, à associer les paramètres mesurés lors de chaque observation au cumul des hauteurs de pluie. On a ensuite calculé les moyennes et écarts-types sur différents intervalles de temps. Un dernier traitement a permis d'évaluer les coefficients de corrélation de chaque paramètre en fonction de tous les autres.

RESULTATS

Dynamique des populations de *G. toxicus*

Le récif d'Hitiaa a été le siège d'un véritable bloom de péridiniens ciguatérigènes entre les mois de décembre 1976 et avril 1977. La densité de *G. toxicus* a culminé à 448 cellules/g.a. de *T. ornata*, en janvier 1977. A partir du début mars, la population a commencé à décliner, tandis que se développait une légère floraison d'*Ostreopsis siamensis* péridinien de forme, taille et habitat très voisins de ceux de *G. toxicus*, mais non toxigène. Sa densité a atteint 850 cellules/g.a. au début avril 1977, alors que celle de *G. toxicus* devenait inférieure à 10 cellules/g.a. Dès la fin du même mois, les deux péridiniens ont pratiquement disparu du récif.

A partir de cette époque, et jusqu'à la fin de l'expérimentation, la densité des peuplements de *G. toxicus* est restée extrêmement faible, n'excédant jamais 20 cellules/g.a. Dans ce contexte de population réduite, nous avons néanmoins observé quelques variations suivant les années et les saisons. Ainsi la densité moyenne mensuelle pour 1979 a été pratiquement le double de celle calculée pour 1978 et 1980. Il n'existe pas de variations saisonnières très marquées. Cependant, en 1979 et 1980, respectivement 41 % et près de 50 % des péridiniens dénombrés l'ont été au cours des trois premiers mois. C'est au cours de la même période, le premier trimestre 1977, que s'est placé le bloom mentionné ci-dessus.

Fluctuation des facteurs d'ambiance

Les données statistiques relatives aux diverses mesures font apparaître des variations importantes de tous les paramètres étudiés. A l'exception de la température et de la salinité, pour lesquelles on remarque un caractère pseudo-saisonnier des fluctuations, et de NO_2^- et NO_3^- qui varient de façon parallèle, les divers paramètres explorés évoluent

sur un mode complexe. Les coefficients de corrélation sont dans l'ensemble très faibles. Prenant en compte tous ceux supérieurs à 0,5 (valeur seuil des corrélations simples), nous n'avons pas pu mettre en relief, tant pour l'ensemble de la période couverte par l'étude que pour des périodes plus courtes ou même annuelles, la moindre relation significative homogène entre l'évolution des peuplements de *G. toxicus* et celle des divers facteurs étudiés.

DISCUSSION

L'absence de corrélation franche entre les paramètres physiques et chimiques ambiants et la densité des péridiniens ciguatérigènes durant cette étude portant sur plusieurs années vient corroborer certains résultats déjà obtenus lors de recherches plus ponctuelles réalisées en divers autres sites de la Polynésie Française, différemment exposés au risque ciguatérique (Yasumoto *et al.*, 1980). Par ailleurs, étant donné la faiblesse d'ensemble relative des coefficients de corrélation, il est possible d'envisager l'existence de corrélations multiples qui restent à être mises en évidence. Ces résultats suggèrent également une action éventuelle des facteurs ambiants sur d'autres micro-organismes de la communauté récifale, susceptibles de contrôler la population de *G. toxicus* par des phénomènes de compétition trophique, d'antibiose, d'antagonisme ou l'apport de substances à rôle favorisant. De ce fait, il nous paraît primordial d'envisager l'étude du rôle des bactéries associées aux biotopes ciguatérigènes. En effet nous avons pu constater *in vitro* que la présence d'une population bactérienne associée à *G. toxicus* dans le milieu de culture, favorise le développement du péridinien pendant sa phase exponentielle de croissance, avant de sembler l'inhiber au cours de sa phase stationnaire. Cette observation va dans le sens de celles de Berland *et al.* (1972) pour qui les relations algues-bactéries en culture obéissent à un équilibre changeant, conditionné par des interactions spécifiques complexes des facteurs de croissance ou antagonistes interposés.

Enfin si l'apparition des flambées de ciguatera à la suite d'agressions sur les écosystèmes récifaux suggère la modification conjointe de certains facteurs ambiants et /ou l'apparition dans le milieu marin d'un facteur nutritionnel stimulant la croissance de *G. toxicus*, comme cela se produit lors des blooms de péridiniens pélagiques, on ne peut négliger le rôle joué par la nature et la qualité du substrat tant *in situ* qu'*in vitro*. Inféodé aux récifs coralliens, *G. toxicus* présente un développement optimal lors des périodes de difficulté des madrépores les plus fragiles. De comportement épithytique, ce péridinien se fixe aux thalles des algues pluricellulaires colonisant électivement les formes branchues d'*Acropora*, *Millepora* ou *Montipora* morts ou reste en suspension à leur proximité. Il se complait notamment dans la membrane mucilagineuse sécrétée par certaines algues. Mais les exigences écologiques de *G. toxicus* se placent toujours à l'intérieur des limites de température, profondeur, luminosité, salinité, charge en matières organiques compatibles avec le développement des autres espèces coralliennes. Ainsi peut s'expliquer la faible densité relative (et parfois l'absence) de micro-organismes ciguatérigènes de nombreux écosystèmes récifaux où les conditions géomorphologiques ou hydro-dynamiques de base ne sont pas spontanément propices à l'implantation de colonies de madrépores branchus. Cette importance du substrat se retrouve en culture, où la microalgue s'agglutine en amas massifs adhérant au fond et sur les parois des récipients.

RESUME

Nous avons effectué durant quatre années, sur un récif frangeant de Tahiti, exposé périodiquement au risque ciguatérique, une étude dynamique comparée des peuplements de *Gambierdiscus toxicus*, péridinien responsable du phénomène de la ciguatera, et de certains facteurs de milieu. La moitié des paramètres environnementaux (température, salinité, teneurs en sels nutritifs dissous : NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{4-} , SiO_2) a été mesurée systématiquement d'abord suivant un rythme hebdomadaire, puis mensuel. Pour les autres (pH, teneurs en NH_3 , O_2 , C, Fe, vitamine B_{12}) les mesures ont été moins fréquentes. La pluviométrie locale des deux semaines précédant les prélèvements a aussi été prise en compte. L'interprétation statistique des diverses données obtenues n'a pas permis de déceler la moindre corrélation simple significative entre les paramètres étudiés et la densité des péridiniens ciguatérigènes. Ces résultats suggèrent soit la mise en évidence de corrélations multiples complexes, soit une action indirecte de certains facteurs ambiants explorés, notamment sur d'autres micro-organismes de la communauté récifale susceptibles de contrôler la démographie

de *G. toxicus* par des phénomènes de compétition trophique, d'antibiose, d'antagonisme ou de médiation. Sous cet angle, le rôle des bactéries associées aux péridiniens *in situ* nous paraît capital à appréhender.

M O T S C L E S

TOXINES NATURELLES, CIGUATERA, PERIDINIENS, RECIFS CORALLIENS.

R E M E R C I E M E N T S

Cette étude a été réalisée avec l'aide financière de la D.G.R.S.T. et de l'Assemblée Territoriale de la Polynésie Française, ainsi qu'avec le concours du Service de l'Aviation Civile (Section Météorologie) pour le traitement informatique des données. Nous leur exprimons notre gratitude pour l'intérêt porté à nos recherches.

BIBLIOGRAPHIE

ADACHI R. and FUKUYO Y., 1979 - The thecal structure of a marine toxic dinoflagellate *Gambierdiscus toxicus* gen. et sp. nov. collected in a ciguatera endemic area. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 45, 1 : 67-71.

BAGNIS R., 1981 - Etude morphologique, biologique, toxicologique et écologique de l'agent causal princeps de la ciguatera, le péridinien *Gambierdiscus toxicus*. Thèse d'Etat Biologie Humaine, Université Bordeaux II : 180 p.

BAGNIS R., CHANTEAU S. et YASUMOTO T., 1977 - Mise en évidence d'un dinoflagellé responsable en puissance de la ciguatera. *Rev. Intern. Oceanogr. Méd.*, 15-16 : 29-34.

BAGNIS R., HURTEL J.M., CHANTEAU S., CHUNGUE E., INOUE A. et YASUMOTO T., 1979 - Le dinoflagellé *Gambierdiscus toxicus* Adachi et Fukuyo, agent causal probable de la ciguatera. *C.R. Acad. Sci.*, Paris 289 (série D) : 671-674.

BERLAND B.R., BONIN D.J et MAESTRINI S.Y., 1972 - Etude des relations algues-bactéries du milieu marin. Possibilité d'inhibition des algues par les bactéries. *Téthys*, 4 : 339-348.

HURTEL J.M., CHANTEAU S., DROLLET J.H. et BAGNIS R., 1979 - Culture en milieu artificiel du dinoflagellé responsable de la ciguatera. *Rev. Intern. Oceanogr. Méd.*, 55 : 29-33.

INOUE A., 1978 - Axenic culture and growth conditions of *Diplopsalis* sp. in "Proceedings of South Pacific Commission Expert Committee Meeting on ciguatera fish poisoning, Papeete" : 6-7.

INOUE A., YASUMOTO T. and BAGNIS R., 1977 - A rapid method for surveying the distribution of *Diplopsalis* sp. Technical Report Institut de Recherches Médicales Louis Malardé, Papeete : 6 p.

YASUMOTO T., NAKAJIMA I., OSHIMA Y. and BAGNIS R., 1979a - A new toxic dinoflagellate found in association with ciguatera, in "Toxic dinoflagellates blooms", Elsevier North Inc. Taylor-Seliger Eds. : 65-70.

YASUMOTO T., INOUE A., BAGNIS R. and GARCON M., 1979b - Ecological survey on a dinoflagellate possibly responsible for the production of ciguatera. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 45 : 395-399.

YASUMOTO T., INOUE A., OCHI T., FUJIMOTO K., OSHIMA Y., FUKUYO Y., ADACHI R. and BAGNIS R., 1980 - Environmental studies on a toxic dinoflagellate responsible for ciguatera. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 46 : 1397-1404.