ACTES DU COLLOQUE PLURIDISCIPLINAIRE FRANCO-JAPONAIS

OCEANOGRAPHIE

LES AMENAGEMENTS COTIERS ET LA GESTION DU LITTORAL MARSEILLE 16-21 SEPTEMBRE 1985

Fascicule 2

Eaux colorées

Editeurs scientifiques : Hubert J. CECCALDI Gisèle CHAMPALBERT

第一回日仏海洋学会 沿岸域利用と管理 於マルセイユ市 1985年 9 月16日 - 21日

テーマ2 赤潮



Société franco-japonaise d'Océanographie

QUATRIEME COLLOQUE PLURIDISCIPLINAIRE FRANCO-JAPONAIS

OCEANOGRAPHIE

LES AMENAGEMENTS COTIERS
ET
LA GESTION DU LITTORAL

FASCICULE 2 Eaux colorées

REUNIONS SCIENTIFIQUES
AU CENTRE MEDITERRANEEN DE COMMERCE
INTERNATIONAL
CENTRE BOURSE

MARSEILLE 16-21 SEPTEMBRE 1985

LES COLLOQUES INTERDISCIPLINAIRES FRANCO-JAPONAIS

Sous l'égide du Ministère des Relations extérieures, des Colloques scientifiques interdisciplinaires franco-japonais sont organisés tous les trois ans, alternativement au Japon et en France.

Ces réunions se déroulent en grande partie dans le cadre des activités de la Maison franco-japonaise de TOKYO, qui abrite les activités d'une vingtaine de Sociétés scientifiques franco-japonaises. Au Japon, leurs membres sont pratiquement tous des spécialistes de nationalité japonaise.

Dans plusieurs disciplines, il existe en France et au Japon des Sociétés jumelles et homologues, s'intéressant aux mêmes sujets et aux mêmes problèmes dans les deux pays et ayant entre elles des échanges actifs et efficaces : techniques industrielles, médecine, biologie, sciences pures et appliquées, agronomie, sociologie, langue et littérature franpaise, philosophie, sciences de l'éducation, géographie, etc.

Le Ministère des Relations extérieures a souhaité que l'Océanographie fasse désormais partie de ces échanges scientifiques. C'est la raison pour laquelle une série de reunions et de contacts entre spécialistes français et japonais ont permis d'une part de fonder en France une Société homologue de la Société franco-japonaise d'Océanographie de Tokyo et d'autre part d'organiser le programme d'un colloque scientifique franco-japonais intéet d'autre part d'organiser le programme d'un colloque scientifique franco-japonais intéet d'autre part d'organiser le programme d'un colloque scientifique franco-japonais intéet d'autre part d'organiser le programme d'un colloque scientifique franco-japonais intéet d'autre part d'organiser le programme d'un colloque scientifiques et les spécialistes océanographes des deux pays.

LE COLLOQUE DE MARSEILLE

Marseille a été choisie comme ville d'accueil, en raison en particulier des nombreuses activités de la région dans le domaine de l'étude et de l'exploitation des océans : nombreuses entreprises spécialisées dans l'off-shore, dans la construction navale, dans le profonde ; siège de la COMEX : existence de trois unigénie océanique, dans la plongée profonde ; siège de la COMEX : existence de trois universités ayant d'importantes activités en biologie marine et en océanographie, comme le Centre d'Océanologie de Marseille, associé au C.N.R.S. ; entreprises spécialisées en aquaculture ; création récente de l'Office régional de la Mer par le Conseil régional Alpesculture ; création récente de l'Office régional de la Mer par le Conseil régional Alpesculture ; création récente de la pêche et des métiers étroitement liés à l'exploitation provence-Côte d'Azur ; monde de la pêche et des métiers étroitement liés à l'exploitation des océans, etc.

Le but du colloque est de confronter les expériences et les connaissances des spécialistes français et japonais sur des questions d'actualité, restreints et bien ciblés dans le domaine

des aménagements côtiers et de la gestion du littoral. Des échanges entre spécialistes durant les conférences et au cours des réunions plus informelles sur thèmes précis permettront de mettre sur pied des programmes concrets de coopération scientifique qui viendront renforcer et complèter les échanges scientifiques déjà établis dans d'autres cadres.

COMITE DE PATRONAGE

- M. Paul AUGIER, Président du Comité économique et social, Provence-Alpes-Côte d'Azur, 13001 MARSEILLE
- M. Augustin BERQUE, Directeur d'études à l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences sociales, Directeur de la Maison franco-japonaise de TOKYO, Japon.
- M. Gérard BODINIER, Délégué régional Provence-Alpes-Côte d'Azur, Agence nationale pour la Valorisation de la Recherche (ANVAR), 13008 MARSEILLE.
- M. Edouard BONNEFOUS, Vice-Président du Conseil d'administration de l'Institut océanographique, 75005 PARIS.
- M. Christian BROSSIER, Directeur des Ports et de la Navigation maritimes, 75007 PARIS.
- M. René BRUE, Secrétaire général de l'Institut français de la Mer, 13001 MARSEILLE.
- M. Jacques-Yves COUSTEAU, Fondation COUSTEAU, 75016 PARIS.
- M. Bernard DECOMPS, Directeur de la Recherche, Ministère de l'Education nationale, 75015 PARIS.
- M. Henri DELAUZE, Président Directeur général de la COMEX, 13005 MARSEILLE.
- M. Jean DELORME, Président du Conseil d'administration de l'Institut océanographique, 75005 PARIS.
- M. Jacques DEVERGNE, Secrétaire général de la Chambre régionale de Commerce et d'Industrie Provence-Alpes-Côte d'Azur-Corse, 13222 MARSEILLE
- M. François DIVERRES, Administrateur Général des Affaires maritimes, 13227 MARSEILLE Cedex 1.
- M. Bernard DUBREUIL, Président du Comité central des pêches maritimes, 75015 PARIS.
- M. Marc DUPUIS, Coordinateur général du Colloque scientifique interdisciplinaire franco-japonais. Professeur à l'Université Paris VI, 75005 PARIS.
- M. Paul FABRE, Président de la Chambre régionale de Commerce et d'Industrie Provence-Alpes-Côte d'Azur, 13222 MARSEILLE.
- M. Claude FREJACQUES, Président du Conseil d'Administration, Centre national de la Recherche scientifique, 75007 PARIS.
- M. le Vice-Amiral d'Escadre GAGLIARDI, Préfet maritime de la IIIº Région, 83000 TOULON.
- M. François GERARD, Chef de la Mission de Recherche, Secrétariat d'Etat auprès du Ministère des Transports, chargé de la Mer, 75700 PARIS.
- M. Dominique GIRARD, Directeur du centre IFREMER de Toulon, 83507 LA SEYNE-SUR-MER.
- M. Philippe GUILLEMIN, Sous-Directeur des Sciences sociales et humaines, Direction de la Coopération scientifique et technique, Ministère des Relations extérieures, 75775 PARIS.
- M. Roger HEUILLET, Président. Port Autonome de Marseille, 13002 MARSEILLE.
- M. Daniel JACQUOT, Conseiller scientifique, DETN, Gaz de France, 92531 LEVALLOIS-PERRET.
- M. Jean KNIBIEHLER, Président, Comité consultatif régional de la Recherche et du Développement technologique, 13241 MARSEILLE.
- M. Yves LA PRAIRIE. Président fondateur du Centre national pour l'Exploitation des Océans (CNEXO), 33610 CESTAS.
- M. Jean LACOMBE, Président du CEPRALMAR, Conseil régional, Président du groupe Mer à l'Assemblée nationale. 34000 MONTPELLIER.
- M. Yves LASSAIGNE, Délégué régional à l'Architecture et à l'Environnement, 13100 AIX-EN-PROVENCE.
- M. Claude LOMBOIS, Recteur de l'Académie d'AIX-MARSEILLE, 13100 AIX-EN-PROVENCE.
- M. Lucien LAUBIER, Membre correspondant à l'Académie des Sciences. Haut-Conseiller scientifique de l'IFREMER, 75116 PARIS.

- M. François MARIANI, Conseiller scientifique, Ambassade de France, TOKYO, Japon.
- M. Fumio MATSU-URA, Président de l'Université KITASATO, TOKYO, Japon.
- M. Mohammed MEBKHOUT, Professeur, Doyen de la Faculté des Sciences de Luminy, 13288 MARSEILLE.
- M. Jean de MENTON, Chargé de mission, Délégation aux Affaires internationales. Ministère de l'Industrie et de la Recherche, Ministère du Redéploiement industriel et du Commerce extérieur, 75700 PARIS.
- M. Henri MERCIER, Président de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Marseille, 13222 MARSEILLE.
- M. Roger MULLER-FEUGA, Délégué régional, Electricité de France Gaz de France. 13008 MARSEILLE.
- M. Jean-Pierre NIGOGHOSSIAN, Délégué régional, Ministère de la Recherche et de la Technologie, 13008 MARSEILLE.
- M. Henry O'BYRNE, Directeur général, Chambre de Commerce et d'Industrie de Marseille. 13222 MARSEILLE.
- M. Jean-Claude OPPENEAU, Conseiller technique au Cabinet du Ministre, Ministère de l'Environnement , 92523 NEUILLY-SUR-SEINE.
- M. Pierre PAPON, Directeur général, Centre national de la Recherche scientifique, 75007 PARIS.
- M. Michel PEPRATX, Président de l'Office régional de la Mer, 13016 MARSEILLE.
- M. Jacques PERROT, Président, France-Aquaculture, 75116 PARIS.
- M. Louis PHILIBERT, Président du Conseil général des Bouches-du-Rhône. 13008 MARSEILLE.
- M. René PORTET, Président de la 3^e Section, Sciences de la Vie et de la Terre. Ecole Pratique des Hautes Etudes, 75005 PARIS.
- M. Louis POTIE, Délégué général, Institut méditerranéen de l'Eau, 13006 MARSEILLE.
- M. Guy POUZARD, Président de l'Université de Provence, Aix-Marseille I, 13331
- M. Jean-Paul PROUST, Directeur des Pêches maritimes et Cultures marines, Secrétariat d'Etat à la Mer. 75007 PARIS.
- M. Jean RENARD, Directeur de l'Aménagement, Ministère de l'Agriculture, 75007 PARIS.
- M. Alain RUELLAN, Directeur général, Office de Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, 75009 PARIS.
- M. Jacques RUFFIÉ, Professeur, Collège de France. 75005 PARIS.
- M. Georges SERRATRICE. Président de l'Université Aix-Marseille II. 13007 MARSEILLE.
- M. Yves SILLARD, Président Directeur général, Institut français de Recherches pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER), 75116 PARIS.
- M. Pierre SOMVEILLE, Commissaire de la République, Préfecture, 13282 MARSEILLE.
- M. Jean-François STUYCK-TAILLANDIER, Sous-Directeur Recherche et Technologie, Direction de la Coopération scientifique et technique, Ministère des Relations extérieures, 75775 PARIS.
- M. Claude TARDITS, Président du Conseil supérieur de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, 75005 PARIS.
- M. Masahide TOMINAGA, Professeur, Président de la Société franco-japonaise d'Océanographie, TOKYO, Japon.
- M. Jean-Paul TROADEC, Directeur général adjoint, IFREMER, 75116 PARIS.
- M. Kuniomi UMESAWA. Président, Japan Marine Science and Technology Center, YOKOSUKA 237, Japon.
- M. Michel VIGNEAUX, Professeur, Directeur de l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine, 33405 TALENCE.

SOUS LE HAUT PATRONAGE DE

Monsieur le Ministre d'Etat, chargé du Plan et de l'Aménagement du Territoire

Monsieur le Ministre des Relations extérieures

Monsieur le Ministre de l'Agriculture

Madame le Ministre du Redéploiement industriel et du Commerce extérieur

Monsieur le Ministre de l'Education Nationale

Madame le Ministre de l'Environnement

Monsieur le Ministre de la Recherche et de la Technologie

Monsieur le Secrétaire d'Etat auprès du Ministre de l'Education nationale, chargé des Universités.

Monsieur le Secrétaire d'Etat auprès du Ministre des Transports, chargé de la Mer

Monsieur le Président du Conseil régional Provence - Alpes - Côte d'Azur.

Monsieur le Président du CEPRALMAR, Président du Groupe Mer à l'Assemblée nationale

Monsieur le Professeur Maurice FONTAINE, de l'Institut

Monsieur le Professeur Constantin VAGO, de l'Institut

Monsieur le Professeur Jean DORST, de l'Institut

Monsieur le Professeur Henri LACOMBE, de l'Institut

Monsieur le Professeur Jean-Marie PERES, de l'Institut

Monsieur le Professeur François GROS, de l'Institut

Monsieur le Professeur Ivan ASSENMACHER, de l'Institut.

TABLE DES MATIERES

Fascicule 2 : Eaux colorées

| • | Patrick LASSUS - Les eaux colorées et leur importance au niveau de la ressource exploitable. Discolored waters and marine ressources | 5 |
|---|---|----|
| • | Tomotoshi OKAICHI - Aspects biologiques des eaux rouges dans les zones côtières au Japon. Biological aspects of red tides in coastal areas in Japan | 25 |
| • | Jean-Paul BERTHOME et Patrick LASSUS - Bilan de la situation française en matière de contrôle conchylicole en relation avec les contaminations par Dinoflagellés toxiques. French status of shellfishes monitoring with regard to toxic Dinoflagellates contaminations | 37 |
| • | Jean-Louis BIRRIEN, Pierre LE CORRE et Christiane VIDEAU - Développement de Gyrodinium aureolum HULBURT en Baie de Douarnenez et en Mer d'Iroise pendant l'été 1983. Development of Gyrodinium aureolum HULBERT in the Bay of Douarnenez and the Iroise Sea in the summer 1983 | 51 |
| • | Yasuwo FUKUYO - Aspects écologiques d'intoxications (PSP et DSP) causées par les dinoflagellés dans les eaux côtières japonaises. Ecological aspects on PSP and DSP causing dinoflagellates in Japanese coastal waters | 65 |
| • | Claire MARCAILLOU-LE BAUT et Patrick LASSUS - Manifestation d'un dinoflagellé responsable des intoxications diarrhéiques sur les côtes françaises en 1983 et 1984 : Dinophysis acuminata Diarrhetic musselpoisoning in the French coasts related to the occurrence of Dinophysis acuminata in 1983 and 1984 | 73 |
| • | POSTER - RESUME: | |
| • | Catherine RIAUX-GOBIN et Patrick LASSUS - Une eau colorée à Gonyaulax spinifera (dinoflagellé) en 1979 dans un estuaire du Nord-Finistère. A red tide caused by the dinoflagellate Gonyaulax spinifera along a Northern Brittany estuary, in 1979 | 95 |

COLLOQUE FRANCO-JAPONAIS D'OCEANOGRAPHIE Marseille 16-21 Septembre 1985

Fascicule 2 : Eaux colorées

Les eaux colorées et leur importance au niveau de la ressource exploitable

Discolored waters and marine ressources

Patrick LASSUS

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER, CENTRE DE NANTES, RUE DE L'ILE D'YEU, B.P. 1049, 44037 NANTES CEDEX

Résumé :

Le problème des eaux colorées toxiques et non toxiques à l'échelle mondiale est abordé. Après une revue des principaux organismes responsables de la décoloration superficielle des eaux côtières - et de leurs effets - les causes de ces phénomènes sont analysées.

Par ailleurs, um bilan de la situation française vis-à-vis des dinoflagellés toxiques est esquissé, tandis que les études actuellement en cours au Japon sur les manifestations de Chattonella, Gonyaulax, Gymnodinium, et Dinophysis sont résumées. La similitude des manifestations de certaines espèces - en particulier le genre Dinophysis - dans ces deux pays devrait permettre l'établissement prochain d'échanges fructueux.

Abstract:

The question of toxic and non toxic discolored waters in the world is here discussed. After reviewing main organisms known for discoloring upper coastal waters, causes of such phenomenons are analyzed. Besides, an evaluation is made of toxic dinoflagellates occurrences in France, whereas japanese studies bearing on Chattonella, Gonyaulax, Gymnodinium and Dinophysis occurrences are summarized. When observing certain similar outbursts of species like Dinophysis in both countries, it is reasonable to propose further advantageous exchange between France and Japan.

1.- LE PROBLEME DES EAUX COLOREES TOXIQUES DANS LE MONDE

Les phénomènes de coloration des eaux marines, au voisinage des côtes des estuaires, à l'intérieur des baies, des lagunes ou des ouvrages portuaires, sont connus depuis fort longtemps. En effet, deux versets de la Bible (chapitre de l'Exode) en font déjà mention.

Par la suite, cette couleur de l'eau, souvent comparée par nos contemporains à celle du minium, n'a pas manqué d'inquiéter au fil des siècles les observateurs, d'autant qu'elle s'accompagnait parfois de mortalités subites et importantes de poissons et de coquillages.

Il convient cependant d'éviter dès maintenant la confusion généralement

faite entre eaux rouges et manifestations toxiques.

a) Le terme d'eaux rouges, ou "eaux colorées" s'applique exclusivement à des proliférations massives (millions de cellules par litre) en zone côtière d'organismes phytoplanctoniques appartenant généralement au groupe des dinoflagellés. Lorsqu'il y a prolifération identique de diatomées il s'agit plutôt d'une conséquence possible d'un phénomène d'eutrophisation.

b) Les eaux colorées, selon les organismes qui les composent, peuvent être :

. non toxiques,

. toxiques pour les animaux marins (ichthyotoxines, brevetoxine),

. toxiques pour l'homme après concentration par les coquillages ou les poissons (PSP, DSP, VSP (1), ciguatoxines, prymnesine, etc.),

. néfastes pour les animaux marins en provoquant une anoxie du milieu.

c) Si certains phytoflagellés et dinoflagellés peuvent être toxiques à faibles concentrations dans l'eau (10² à 10³ cellules/litre) - et c'est le cas des Protogonyaulax et Dinophysis - d'autres doivent atteindre des concentrations importantes (106 cellules/litre) comme par exemple Chattonella, Gyrodinium, Gymmodinium.

1.1. Organismes responsables de la coloration des eaux

Les eaux colorées sont constituées par des organismes microscopiques, appartenant en majorité au règne végétal, dont la multiplication excessive permet d'enregistrer, lors de comptages dans les zones contaminées, des concentrations de l'ordre de dizaines de millions d'organismes par litre d'eau de mer.

Afin d'éviter la généralisation du phénomène aux seuls dinoflagellés, il faut rappeler qu'un grand nombre d'organismes ont, jusqu'à ce jour, été responsables de coloration des eaux côtières : des bactéries marines (Génovèse, 1961, Devèze et Fauvel, 1966, Kobayashi et Fujii, 1979) - des cyanophycées (Graham et Coll., 1954; Hutton, 1960) - des diatomées (Becking et Coll., 1927; Sournia et Plessis, 1974) - des phytoflagellés, dont les dinoflagellés qui sont effectivement les plus souvent rencontrés (Rounsefell et Nelson, 1966; Paster, 1968; Adachi, 1972) - des ciliés (Hart, 1934, Fenchel, 1968) et des organismes zooplanctoniques très pigmentés appartenant par exemple à l'ordre des copépodes (Hutton, 1960).

En ce qui concerne les dinoflagellés, un certain nombre de familles : noctilucidés, gymnodinidés, péridinidés, gonyaulacidés et cératidés ont fait l'objet de citations fréquentes.

Jusqu'à présent, les genres Gymnodinium, Gonyaulax, Gambierdiscus et plus récemment Dinophysis, ont été associés aux intoxications animales ou humaines mentionnées par la littérature et surtout par les journaux. Cependant, moins d'une dizaine d'espèces seulement, sur la centaine que comprennent ces genres, est reconnue comme réellement dangereuse. Autrement dit, une diagnose incertaine peut entraîner des prises de position parfois erronées.

1.2. Toxicité des dinoflagellés

Les espèces considérées comme toxiques (tabl. 1) ont fait l'objet de nombreux travaux, en particulier quant à l'extraction et à la caractérisation des toxines. En fait, les chimistes qui ont réussi à isoler ces toxines et à en établir la formule ont constaté que celle-ci variait quelque peu suivant les espèces : de 7 à 8 Gonyautoxines responsables du PSP, 2 à 3 toxines diarrhéiques pour le DSP, et 3 toxines pour la Ciguatera (CTX, MTX et STX).

Signalons que, d'après les travaux de Ayres et Cullum (1978), la toxicité des bivalves ayant ingéré *Gonyaulax tamarensis* excède largement la durée des eaux colorées. Autrement dit, la toxicité des mollusques — conventionnellement quantifiée par le test-souris (Sommer et Meyer, 1937) — peut être à son maximum bien après la disparition du phénomène, alors que les organismes responsables sont encore présents, mais à des concentrations seulement détectables par examen microscopique.

Les symptômes décrits qui apparentent le PSP à la toxine du botulisme ou au curare, ne peuvent en aucun cas être confondus avec de simples intoxications alimentaires relevant d'une action bactérienne, il en est de même dans le cas des intoxications ciguatériques des mers tropicales.

Tous les travaux se rapportant à la symptomatologie des intoxications humaines, après ingestion de moules ou d'huîtres ayant accumulé ces dinoflagellés par filtration, sont essentiellement d'origine américaine, japonaise ou anglaise. Citons pour les ouvrages généraux : Schantz, 1970 ; Prakash et Coll., 1971 ; Ayres et Cullum, 1978 ; Bagnis, 1981. La cartographie des intoxications mondiales par PSP et Ciguatoxine montre l'ampleur internationale du phénomène (fig. 1).

Il arrive que ces espèces aient également des effets toxiques secondaires sur l'homme et les animaux marins :

irritations des bronches par inhalation d'aérosols marins contenant Gymnodinium breve (Woodcock, 1948),

mortalités de poissons provoquées, soit par une ichthyotoxine (Gyrodinium, Gymnodinium), soit par l'appauvrissement du milieu en oxygène dissous, lors de la putréfaction de ces organismes (Connell et Cross, 1950; Reish, 1963).

Cependant, ces manifestations ont été généralisées, à tort, à l'ensemble des phénomènes d'eaux colorées.

1.3. Causes du phénomène

L'apparition d'eaux colorées est généralement due à deux types de mécanismes : d'une part, une multiplication importante des organismes planctoniques favorisée par des facteurs hydrologiques, climatiques et chimiques, et d'autre part, une concentration de ces organismes, généralement à la faveur de facteurs physiques, météorologiques ou hydrologiques.

1.3.1. Conditions générales favorisant la multiplication des organismes

Presque tous les observateurs s'accordent sur le fait que les eaux colorées apparaissent après une période assez prolongée de fortes températures de l'air et de l'eau, coîncidant avec l'absence d'agitation de la masse d'eau, (Hornell et Nayudu, 1923; Allen, 1946; Halim, 1960; Pincemin, 1969; Prakash et Coll., 1971).

Par ailleurs, les eaux rouges apparaissent souvent lors d'un abaissement de salinité dû à des apports d'eaux douces terrigènes ou à une forte pluviosité précédant l'eau colorée.

Enfin, les dinoflagellés ont souvent été considérés comme aptes à bien se développer à des concentrations extrêmement faibles de nitrates et de phosphates, sels nutritifs nécessaires au développement du phytoplancton (Gilson, 1937).

Tableau 1 : Liste des dinoflagellés toxiques actuellement connus et nature de leur toxine.

| Species | Toxic lab/field | Water or organic solvent soluble | Fish kills or ichthyotoxic in lab tests or hemolytiq | Ciguatera NSP, PSP or DSP | Sexual cycle known | References |
|--|--------------------|----------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------|---|
| *Amphidinium carteree Hulburt, 1957 | L | 0 | I/H | - | + | Nakajima et al. 1981; Ikawa and Sasner 1975; Ikawa and Taylor 1973. |
| *A. klebsii Kofoid & Swezy emend. D. Taylor, 1971 | L | 0 | I/H | - | ND | Nakajima et al. 1981; McLaughlin and Provasoli 1957 |
| A. rhychochepalum Anissimowa, 1926 | L | 0 | 1 | - | ND | McLaughlin and Provasoli 1957 |
| Dinophysis fortii Pavillard, 1923 | F | 0 | ND | DSP | ND | Yasumoto et al. 1980b; Murata et al. 1982 |
| *Gambierdiscus toxicus Adachi & Fukuyo, 1979 | L | O/W | Н | Ciguatera | + | Adachi and Fukuyo 1979; Nakajima et al. 1981 |
| Gonyaulex monitote Howell, 1953 | L | W | FK/I | PSP | + | Sievers 1969; Walker and Steidinger 1979 |
| G. polyedra Stein, 1883 | L(?) | W? | | - | ND | Schradie and Bliss 1962 |
| Gymnodinium catenatum Graham, 1943 | L/F | W | | PSP | ? | Morey-Gaines 1982 |
| G. veneficum Ballantine, 1956 | L | 0 | 1 | ND | ND | Ballantine 1956; Abbott and Ballantine 1957 |
| *Ostreopsis ovata Fukuyo, 1981 | L | 0 | Н | - | ND | Nakajima et al. 1981 |
| *O. siamensis Schmidt, 1901 | L | W | Н | - | ND | Nakajima et al. 1981 |
| Prorocentrum baiticum (Lohmann) Loeblich, 1970 | ? | 0 | FK | | ND | |
| *P. concavum Fukuyo, 1981 | L | 0 | ΝΉ | Ciguatera | ND | Fukuyo 1981; Nakajima et al. 1981 |
| *P. fisses (Ehrenberg) Dodge, 1975 | L | O/W | Н | Ciguatera? | DM | Dodge 1975; Fukuyo 1981; Nakajima et al. 1981; Murakami et al. 1982 |
| P. minimum [incl. P. minimum var, marie-lebourae] | ? | | | | ND | Nakajima 1965 |
| *P. mexicanum Tafall {=P. rhyathymum Loeblich, Shirley & Schmidt, 1979} | L | 0 | Н | Ciguatera? | ND | Loeblich et al. 1979; Steidinger and Dodge 1982; Nakajima et al. 1981 |
| Protogon vaulax acatenella (Whedon & Kofoid) Taylor, 1979 | L | W | - | PSP | ND | Taylor 1979a |
| P. cateneila (Whedon & Kofoid) Taylor, 1979 | L/F | ₩ | - | PSP | + | Taylor 1979a; Yoshimatsu 1981 |
| P. tamarensis (Lebour) Taylor, 1979 [incl. var. excavata & P. phoneus (Weloszynska & Conrad) Taylor, 1979] | L/F | ₩ | FK** | PSP | + | Taylor 1979a; Loeblich and Loeblich 1979; Turpin et al. 1978; Anderson and Wall 1978; White 1981, 1982a |
| Ptychodiscus brevis (Davis) Steidinger, 1979 | L/F | 0 | FK/I/H | NSP | +(in part) | Steidinger 1979; Walker 1982; Baden 1983 |
| Pyradinium bahamense var. compressa (Böhm) Steidinger, Tester & Taylor, 1980 | L/F | w | FK/I | PSP | ND | Maclean 1977; Worth et al. 1975; Steidinger et al. 1980; Harada et al. 1982 |

^{*}Beathic species.

^{**}Fish kills via food chain. ND = no data

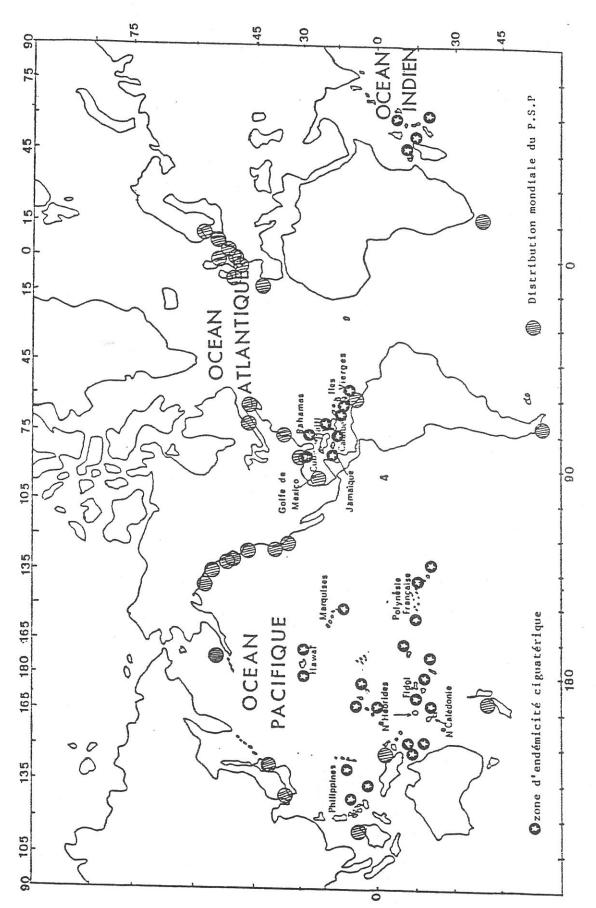


Fig. 1 : Distribution mondiale des intoxications par PSP et ciguatoxine d'après DURAND 1984, HALSTEAD et SCHANTZ, 1984).

World distribution of PSP and Ciguatoxin intoxications (after

Les sources de pollution, particulièrement d'origines urbaines ont été souvent invoquées comme facteur amplifiant le phénomène des eaux colorées. Braarud (1945) a observé la multiplication de dinoflagellés dans les eaux très polluées du fjord d'Oslo. Plus tard, ce même auteur et Pappas (1951) ont montré que l'addition de petites quantités d'eaux résiduaires brutes, à un milieu de culture, améliore la croissance de Peridinium triquetrum.

1.3.2. Facteurs contribuant à la concentration des organismes

a) Mobilité des organismes

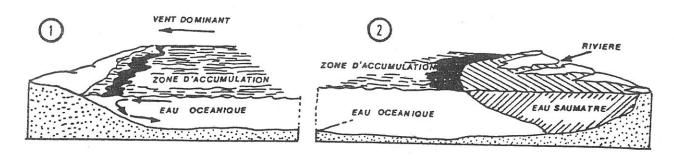
Alors que les diatomées sont obligées de tirer parti de l'agitation de la colomne d'eau et de leur morphologie pour se maintenir dans la couche superficielle des eaux marines, les dinoflagellés, en période de calme plat, peuvent se déplacer activement vers la surface, c'est-à-dire vers l'ensoleillement maximum. Ils peuvent également, du fait de leur possibilité de déplacement, utiliser les sels nutritifs présents dans la colonne d'eau même lorsque les concentrations sont basses (Ryther, 1955).

Cependant, en dépit de leur phototactisme positif, les dinoflagellés sont inhibés par une très forte luminosité (King, 1950); par conséquent leur regroupement se ferait par un phénomène de concentration hydrologique qui expliquerait mieux le nombre considérable de cellules observées en surface.

b) Processus d'accumulation

La multiplication à grande échelle de ces organismes ayant été favorisée, à l'issue d'une période de temps calme, de réchauffement des eaux et d'ensoleillement prolongé, il faut qu'ils soient concentrés dans un volume relativement faible pour créer le phénomène d'eau colorée.

Trois processus d'accumulation sont envisagés (Ryther, 1955) et résumés sur la figure 2.



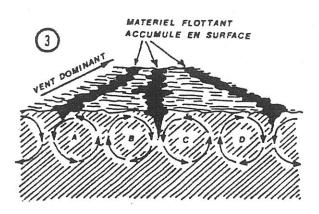


Fig. 2: Différents processus d'accumulation des dinoflagellés pendant les eaux colorées (RYTHER, 1955).

Different dinoflagellates accumulation processes during red tides (RYTHER. 1955).

1.3.3. Synthèse des différents facteurs mis en cause

5

Wyatt (1973) a tenté de schématiser (fig. 3) l'enchaînement des situations conduisant à une eau rouge. Sur la base de cette argumentation, nous avons tenté de réaliser un tableau synoptique plus complet. Par ailleurs, d'autre auteurs (Iwasaki, 1982) insistent davantage sur des paramètres plus difficiles à cerner tels les apports polluants (fig. 4).

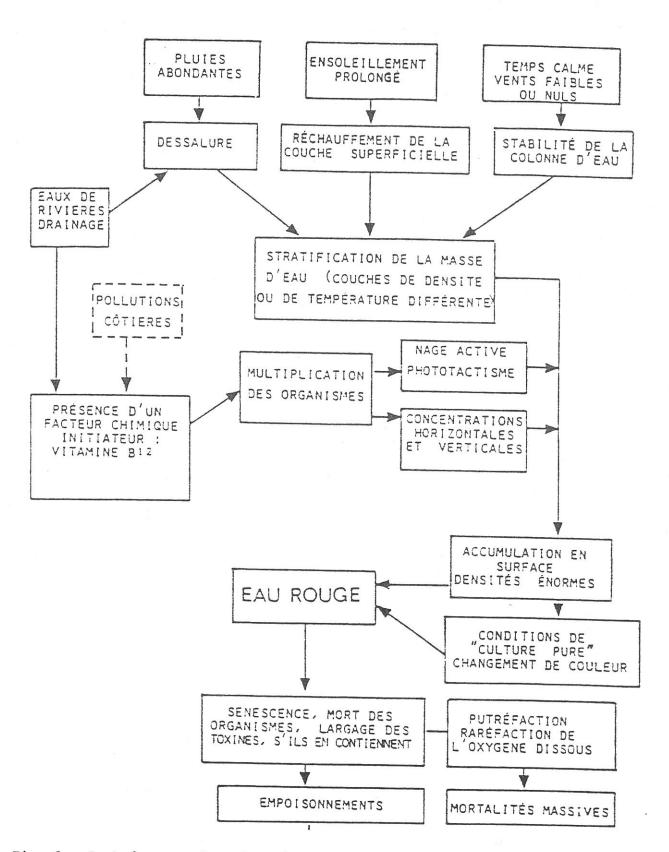


Fig. 3: Enchaînement des situations conduisant à une eau rouge (WYATT, 1973).

Situations leading to red tide phenomenon (WYATT, 1973).

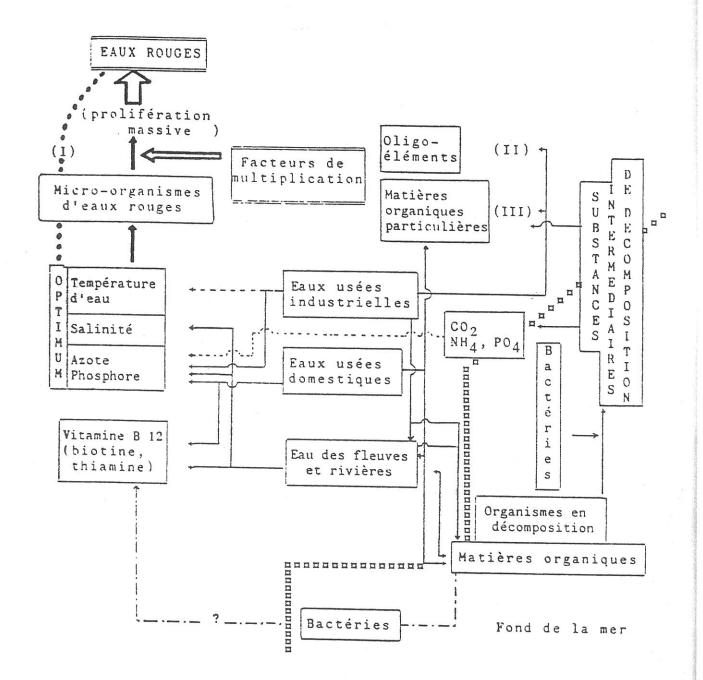


Fig. 4: Schéma de formation des eaux rouges. Relations de cause à effet entre les types I, II et III : ligne pointillée (TWASAKI, 1982).

Red tides formation schedule. Direct relation between types I, II, III : scattered line (TWASAKI, 1982).

2. LES ETUDES ACTUELLEMENT EN COURS EN FRANCE ET AU JAPON

Les phénomènes d'eaux colorées sont communs sur les côtes françaises comme dans les autres pays européens. Mais, à la différence des Etats-Unis, du Canada, du Japon, de la Grande Bretagne, de la Scandinavie et de l'Espagne, aucun phénomène d'intoxication paralytique (PSP) par des dinoflagellés n'a été recensé jusqu'ici en France. En fait, ce n'est qu'à partir de 1978 que les "eaux rouges" à dinoflagellés ont alerté l'opinion publique française avec les grandes eaux colorées du Calvados en juin-juillet. Néanmoins, les risques encourus par les consommateurs de coquillages contaminés par des espèces phytoplanctoniques supposées toxiques, ont moins préoccupé les pouvoirs publics qu'une éventuelle relation avec la pollution industrielle propre aux zones estuariennes.

Ce n'est qu'en 1983 que l'on commence à considérer que les moules, huîtres et palourdes de culture sont tout aussi exposées à des risques de contamination par dinoflagellés toxiques que dans les autres pays : les intoxications diarrhéiques de type DSP rencontrées en 1983, puis en 1984 (LASSUS et al., 1984) chez les consommateurs du sud Bretagne et de la côte normande se trouvent liées à la présence dans l'eau et les bivalves d'un dinoflagellé : Dinophysis acuminata. Il se trouve que personnen'aurait soupçonné cette espèce capable de rendre toxiques des mollusques (par ailleurs nullement inhibés euxmêmes) si des travaux hollandais (Kat, 1981) et surtout japonais, n'avaient mis en garde les phytoplanctonologistes.

Par ailleurs, des mortalités de coquillages survenues en 1978 puis en 1983 en baie de Douarnenez, ont été liées à des blooms estivaux de *Gyrodinium aureolum*, espèce supposée ichthyotoxique et faisant l'objet de très nombreux travaux de la part des laboratoires nord européens (U.K., Scandinavie, Allemagne).

Considérant le peu d'expérience au niveau français en ce qui concerne les biotoxines marines d'une part, et l'écologie/physiologie des dinoflagellés marins d'autre part, il a paru des plus urgents de combler ces lacunes en prenant connaissance des données accumulées par les scientifiques japonais dans ces domaines, et ce, depuis plus de 12 ans.

Sur un plan général, le contrôle des phénomènes d'eaux colorées, la prédiction de leur apparition, et l'étude des facteurs de l'environnement pouvant jouer un rôle, sont des thèmes de recherche coordonnés par la Fisheries Agency. De ce fait, il s'est rapidement avéré utile d'entrer en liaison avec le Département "Red Tides" du Laboratoire de Nansei (Hiroshima). Parallèlement, des Laboratoires universitaires, d'une haute compétence en matière d'étude des phénomènes d'eaux colorées, ont été contactés : il s'agit en particulier des Universités de Kagawa, de Mie et de Tohoku.

Sans schématiser outre mesure, il pourra être facile de distinguer les problèmes du sud du Japon (mers intérieures, Péninsule de Kii) davantage marqué par les eaux colorées à *Chattonella*, toxiques pour poissons et coquillages, de ceux du nord (Préfectures d'Hokkaido, Aomori, Iwate, Miyagi) concernés par des espèces toxiques pour l'homme à faibles concentrations dans l'eau (*Protogonyaulax* et *Dinophysis*).

2.1. Les problèmes d'eaux rouges dans les mers intérieures

Les dommages occasionnés par les eaux rouges à *Chattonella* à la pêche et à l'aquaculture (poissons - coquillages) sont énormes dans cette région. La production aquacole dans la mer intérieure de Seto est de l'ordre de 320 000 tonnes, soit le tiers de la production nationale, avec 60 % pour les cultures d'algues, 15 % pour les coquillages et 15 % pour les poissons.

Du fait de cette "concentration aquacole" dans des zones maritimes semi-fermées à faible circulation d'eau, les risques sont aigus. La figure 5 donne une idée, pour 1978, du nombre d'eaux colorées enregistré dans un secteur englobant les baies de Suô Nada, Hiroshima, Hiuchi-Nada, Harimanada et l'est de la grande île de Shikoku, de même que la fréquence annuelle des eaux rouges entre 1976 et 1978.

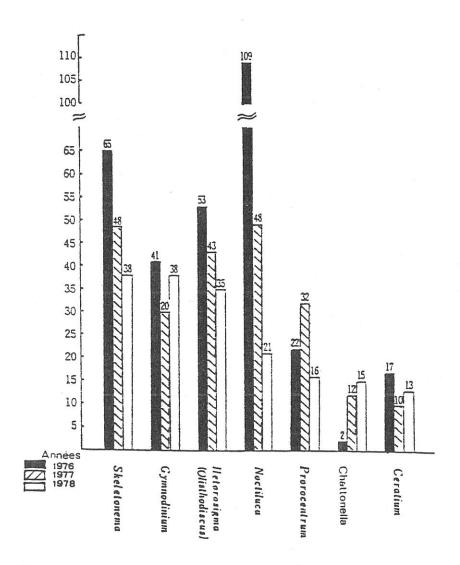


Fig. 5: Nombre d'eaux colorées par espèce et par an (1976, 1977 et 1978) dans les mers intérieures de Seto (ANRAKU, 1984).

Number of red tides by species and by year (1976, 1977 and 1978) in Seto Inland Seas (ANRAKU, 1984).

Deux systèmes de régulation ont été mis en place selon qu'il s'agit d'eaux rouges à *Chattonella* ou de contamination des coquillages par des dinoflagellés toxiques (fig. 6).

L'ensemble du système d'information/surveillance est régulé par la Fisheries Agency, à Tokyo, avec la participation du Bureau de régulation des pêches pour les mers intérieures, à Kobé, et le laboratoire de recherche de Nansei, près d'Hiroshima.

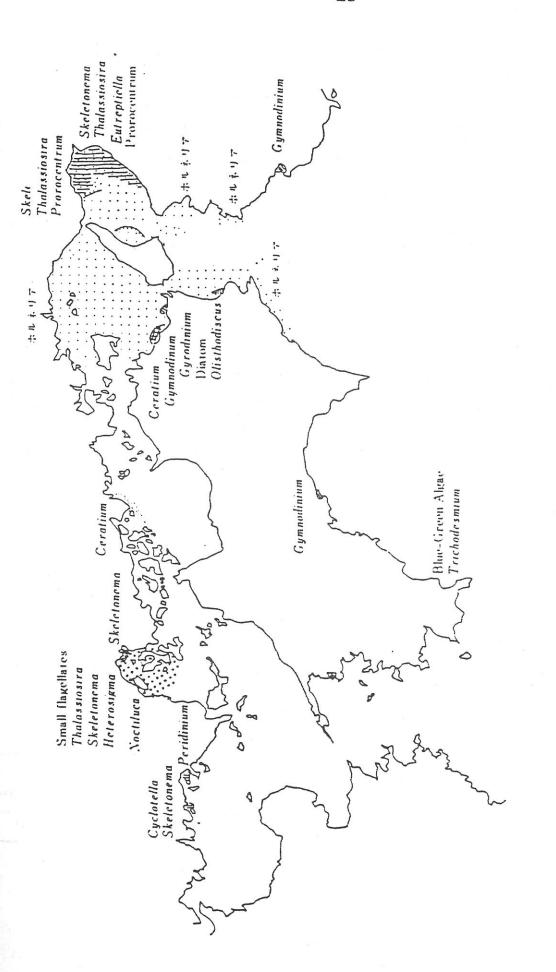


Fig. 5 bis : Localisation des eaux colorées et des espèces responsables en mer intérieure de Seto pendant l'année 1978 (ANRAKU, 1984).

Red tides and correspounding species in Seto Inland Seas during 1978 (ANRAKU, 1984).

Pêcheurs

Pêcheurs

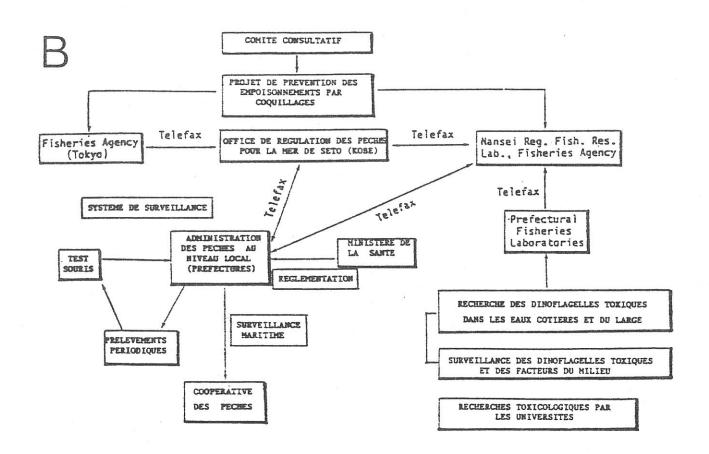


Fig. 6: Systèmes de surveillance des phénomènes d'eaux colorées (A) et de prolifération de dinoflagellés toxiques (B) au Japon (ANRAKU, 1984).

Red tide Monitoring systems (A) and toxic dinoflagellates survey (B) in Japan (ANRAKU, 1984).

Bien que les dommages sur les pêcheries et centres aquacoles soient en régression depuis 1972, le nombre annuel d'eaux colorées est relativement constant. De ce fait, des modèles prédictifs ont été développés (plus de 500 000 données sur bandes magnétiques) en particulier en utilisant les paramètres les plus faciles à obtenir régulièrement comme la température ou la salinité. Dans le cas de *Chattonella*, phytoflagellé dont le développement est très corrélé à l'augmentation thermique (seuil fixé à 20° C), cette facilité permet actuellement de prévoir les eaux colorées estivales à partir du 15 mai.

2.2. Dinoflagellés responsables du PSP et du DSP

A la différence des côtes françaises les intoxications paralytiques provoquées par des dinoflagellés du groupe *Protogonyaulax* ont été observées de nombreuses fois au Japon. Les deux espèces les plus courantes sont *Protogonyaulax* tamarensis et *P. catenella*.

Leur distribution, la formation de kystes et leur taxomonie, ont été étudiées à l'Université de Tokyo et un certain nombre de travaux sur ce sujet ont été publiés (Fukuyo, 1980 - 1985 ; Fukuyo et al., 1977).

Par ailleurs, il semble qu'une recrudescence de ces espèces soit décelable entre 1978 et 1982, de même que pour les espèces responsables du DSP (fig. 7).

A côté du système de surveillance décrit auparavant, un certain nombre d'études fondamentales sont en cours, en particulier en ce qui concerne la variation des proportions des différentes gonyautoxines entre différentes souches des deux espèces (Dr Oshima, Université de Sendai) ou la production de cultures axeniques de *Protogonyaulax tamarensis* en relation avec sa toxicité (Dr Ishimaru Ocean Research Institute Tokyo).

La distinction taxonomique entre *P. tamarensis* et *P. catenalla*, de même que le rôle de la température dans leur répartition saisonnière respective (Dr Fukuyo - Université de Tokyo), sont également étudiés, tandis que l'origine intra-nucléaire de la production des gonyautoxines (Dr Kodama, Kitasato University, Préfecture d'Iwate) est un sujet de recherche de portée internationale.

Pour ce qui concerne la distribution de *Dinophysis fortii* dans le nord du Japon et les intoxications du type DSP, les observations sont plus récentes. En premier lieu, il convient de rappeler la différence étonnante dans la relation :concentration en *Dinophysis* / toxicité des mollusques, entre le nord et le sud du Japon. La carte de la fig. 8 précise cette notion et met déjà en évidence le rôle important de la dérive nord du Kuroshivo.

En effet, à partir de deux sites "initiateurs" semble-t-il d'une prolifération de souches toxiques de *D. fortii*, un grand nombre d'observations réalisées tant par les laboratoires préfectoraux que par les universités, montre une diffusion dans le temps de cette espèce depuis la côte nord ouest (mer du Japon) jusqu'à Hokkaïdo et enfin la côte nord est (Pacifique), après passage dans l'isthme séparant le Honshu du Hokkaido.

Des études fondamentales sont actuellement en cours sur cette espèce qu'il s'agisse :

- de la détermination des toxines produites (acide okadaïque, DTX et PTX) et de leurs effets (laboratoire du Dr Yasumoto, à l'Université de Tohoku - Sendai),

- de la prédiction de l'apparition de ces espèces et des cinétiques de contamination / décontamination des coquillages (Laboratoires Préfectoraux de Kesennuma, d'Iwate et d'Aomori).

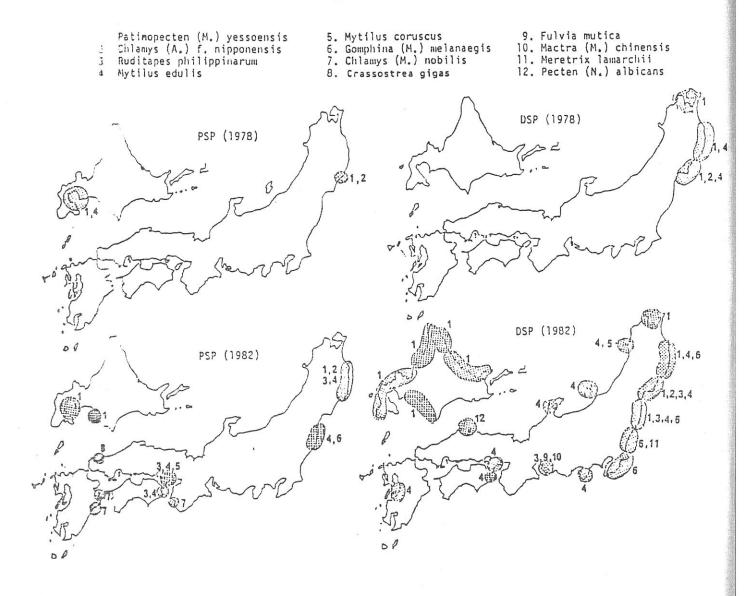


Fig. 7: Localisation des principales espèces conchylicoles contaminées par PSP et DSP en 1978 et 1982 sur les côtes du Japon (ANRAKU, 1984).

Distribution along japanase coasts of main shellfishes species contaminated by PSP and DSP in 1978 and 1982 (ANRAKU, 1984).

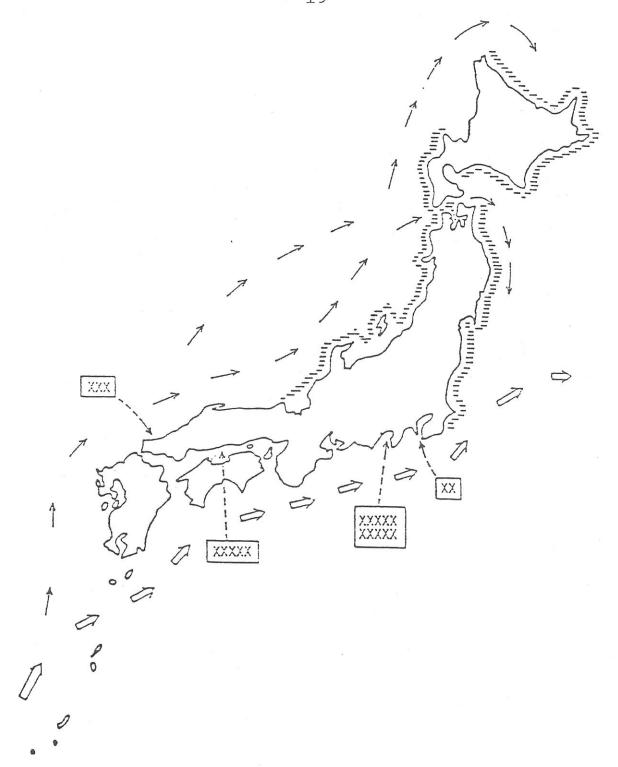


Fig. 8: Extension nord et sud du Kuroshivo (flèches) et zones contaminées par Dinophysis fortii, en liaison avec des intoxications diarrhéiques (tiretés) ou sans effets toxiques notés (nombre de croix proportionnel à la concentration en D. fortii) (YASUMOTO, 1984).

Northern and Southern extension of Kuroshivo (arrows) and D. fortii contaminated areas with (dotted lines) or without (number of crosses related to Dinophysis concentrations) observed toxic effects (YASUMOTO, 1984).

CONCLUSIONS

Depuis 1978 l'opinion publique française a été de plus en plus sensibilisée avec le problème des eaux colorées en bordure littorale, et en particulier au niveau des estuaires ; le lien avec la pollution côtière directe ou les effets d'aménagements urbains étant par ailleurs difficile à prouver.

Contrairement à de nombreux pays européens les cas d'intoxications par mytilitoxine sont inconnus jusqu'ici, malgré l'importance de la façade littorale française. En revanche, de nombreux cas d'intoxications du type DSP semblent apparaître depuis 5 ans et une surveillance plus accrue des zones suspectées a été mise en place.

D'autre part, les effets secondaires sur la faune marine de ces soudaines "explosions" phytoplanctoniques ont été néfastes à plusieurs reprises, soit du fait de l'asphyxie des organismes, soit en association probable avec une ichthyotoxine (Gyrodinium aureolum en baie de Douarnenez).

Ces phénomènes auraient tendance à montrer une légère recrudescence et justifient une attention plus particulière apportée prioritairement aux bassins conchylicoles du fait des risques à la fois sur la ressource marine et pour le consommateur.

Quelques points restent cependant à préciser :

- la ou les toxines accumulées par les coquillages français en 1983 et 1984 sont elles identiques, quelle que soit la provenance ? (côtes normandes ou bretonnes);

- l'identification de *D. acuminata* peut-elle être confirmée ? à ce sujet il est important de noter la différence morphologique entre l'espèce "européenne" et l'espèce japonaise ;

- la relation entre l'abondance de D. acuminata et une marge étroite de température / salinité - comme dans le cas de D. fortii - demande à être confirmée ou infirmée. L'utilisation d'un modèle prédictionnel simple pourrait être, alors, envisagée;

- la distribution bathymétrique de *D. acuminata* sur les côtes françaises reste à préciser également. Notons qu'en 1983 les moules de Barfleur ont été fortement contaminées à des profondeurs variant de - 20 à - 40 m (PAULMIER et al., 1984);

- aucune donnée ne permet actuellement de contrôler l'ubiquité de la toxicité de D. acuminata sur les côtes françaises : la "variété" méditerranéenne est- elle aussi toxique ou diffère-t-elle comme dans le cas des D. fortii du sud du Japon ?
- la vitesse de contamination des coquillages semble varier d'une espèce à l'autre. Il reste à le démontrer, comme cela a été réalisé au Japon pour D. fortii;
- reste le dernier problème : celui de la mise en culture de cette espèce, mise en oeuvre qui n'a rencontré jusqu'ici que des échecs.

Rappelons que les essais pratiqués au Japon sur *D. fortii* semble donner des résultats encourageants avec le milieu F de Guillard dilué au 1/10e et en utilisant des cellules isolées du milieu en début de phénomène (divisions les plus nombreuses "in situ").

Enfin, trop peu de données ont été obtenues en France sur Gyrodinium aureolum alors qu'en 1978 et 1983 des efflorescences en baie de Douarnenez ont provoqué des mortalités de coquillages. Il est invraisemblable que de très nombreux travaux anglosaxons et scandinaves aient été réalisés sur les "blooms" de Gyrodinium en Manche et Mer du Nord, en utilisant les moyens les plus appropriés (télédétection, cultures, tests toxicologiques) et

qu'aucune recherche française sérieuse sur cette espèce n'ait été envisagée. Rappelons encore que selon les taxonomistes japonais ce gymnodinien est très proche - voire identique - à Gymnodinium nagasakiense responsable de mortalités importantes de poissons dans les mers intérieures.

BIBLIOGRAPHIE

- ADACHI (R.), 1972. A taxonomical study of the red tide organisms. Journ. of faculty of fisheries, Pref. Univ. of Mie, 9 (1).
- ALLEN (W.E.), 1946. "Red water" in La Jolla Bay in 1945. Trans. Amer. Microscop. Soc. 65: 149 153.
- AYRES (P.A.) et CULLUM (M.), 1978. Paralytic shellfish poisoning. Fish Res. tech. Rep. n° 40 Lowestoft, 23 p.
- BAGNIS (R.), 1981. L'ichtyosarcotoxisme de type ciguatera : phénomène complexe de biologie marine et humaine. Oceanologica Acta (4) 3 : 375 385.
- BECKIN (G.), TOLMAN (C.F.), Mc MILLIN (H.C.), FIELD (J.) et HASHIMOTO (T.), 1927. Preliminary statement regarding the diatom "epidemica" at copalis Beach, Washington, and an analysis of diatom oil. Econ. Geol. 22 (4): 356 368.
- BRAARUD (T.), 1945. A phytoplancton survey of the polluted waters of inner Oslo Fjord. Hvalradets Skrifter, Norske Videnskaps, Akad. Oslo, n° 28.

 " , 1969. Pollution effect upon the phytoplankton of the Oslo Fjord. I.C.E.S., C.M./L: 15.
- BRAARUD (T.) et PAPPAS (I.), 1951. Experimental studies on the dinoflagellate Peridinium triquetrum (Ehrb.), Lebour. Norske Videnskaps. Akad. Oslo Mat-Naturv. n° 2.
- CONNELL (C.H.) et CROSS (J.B.), 1950. Mass mortality of fish associated with the protozoan *Gonyaulax* in the Gulf of Mexico. Science 112 (2909): 359 363.
- DEVEZE (L.) et FAUVEL (Y.), 1966. Un phénomène bactérien d'eaux rouges dans l'étang d'Ingril (Hérault). Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., 30 (4): 365 374.
 - FENCHEL (T.), 1968. On "red water" in the Iselfjord (Inner danish waters) caused by the ciliate Mesodinium rubrum. Ophelia, 5: 245 253.
- FRITSCH (F.E.), 1935. The structure and reproduction of the algae. The University Press. Cambridge, Mass. 1.
- FUKUYO (Y.), KITTAKA (J.), HIRANO (R.), 1977. Studies on the cysts of Marine Dinoflagellates. I Bull. Plank. Soc. of Japan 24 (1): 11 18.
- FUKUYO (Y.), 1980 1981. Cysts of naked dinoflagellates. Ibid: 205-214.
- FUKUYO (T.), 1985. Morphology of Protogonyaulax tamarensis (Lebour)
 Taylor and Protogonyaulax catenella (Whedon and Kofoid) Taylor
 from japanese Coastal waters. Submitted to Bull of Mar. Science
 38 (1) July 1985.

- GENOVESE (S.), 1961. Sur la présence d'eau rouge dans le lac de Faro (Messine). Comm. int. Explor. sci. Mer Médit. Rapp. et P.V., 16 (2): 255 256.
- GRAHAM (H.W.), AMISON (J.M.) et MARVIN (K.T.), 1954. Phosphorus content of waters along the west coast of Florida. Fish Wild. ser. Spec. Sci. Rep. Fish., 122, 43 p.
- HALIM (Y.), 1960). Alexandrium minutum, nov. g. nov. sp. dinoflagellé provoquant des "eaux rouges". Vie et Milieu, 11 (1): 102 105.
- HART (T.J.), 1934. Red "water bloom" in South African Seas. Nature, 134 (3 386): 459 460.
- HORNELL (J.) et NAYUDU (M.R.), 1923. -A contribution of the life history of the Indien sardine. Madras Fish. Bull., 17: 129 197.
- HUTTON (R.F.), 1960. Notes on the causes of discolored water along the southwestern coast of Florida. Quart. J. Fla. Acad. Sci., 23 (2).
- KAT (M.), 1983. Dinophysis acuminata Blooms in the Dutch coastal Area related to diarrhetic mussel poisoning in the Dutch Waddensea. Sarsia: 81 84.
- KING (G.S.), 1950. Production of red tide in the laboratory. Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst. 2 nd, Ann. Ser. Nov. 1949: 107 109.
- KOBAYASHI (M.) et FUJII (K.), 1979. Studies on Photosynthetic Bacteria in Red Tide. Bull. jap. Soc. sci. Fish., 45 (7): 849 855 (en japonais; résumé en anglais).
- LASSUS (P.), MARCAILLOU-LE BAUT (C.) et MAGGI (P.), 1984. Analyse des conditions ayant provoqué une efflorescence de *Dinophysis acuminata* en baie de Vilaine (été 1983 France). ICES C: 4. Special meeting on the causes, dynamics and effects of exceptional marine blooms and related events. Copenhagen. 4 5 october 1984.
- PASTER (Z.), 1968. Prymmesin: the toxin of Prymmesium parvum Carter. Rev. intern. Oceanogr. med., 10: 249 258.
- PINCEMIN (J.M.), 1969. Le problème de l'eau rouge. Rev. Int. Océan med., 13 14 : 181 203.
- PRAKASH (A.), 1967. Growth and toxicity of a marine dinoflagellate

 Gonyaulax tamarensis. J. Fish. Res. Bd. Canada. 24: 1589-1606.
- PRAKASH (A.), MEDCOF (J.C.) et TENNANT (A.D.), 1971. Paralytic shellfish poisoning in eastern Canada. Fish. Res. Bd. of Can. Bull, 177, 88 p.
- REISH (D.J.), 1963. Mass mortality of marine organisms attributed to the "red tide" in Southern California. Calif. Fish and Game, 49 (4): 165 170.
- ROUNSEFELL (G.E.) et NELSON (W.R.), 1966. Red-tide Research summarized to 1964, including an annoted bibliography. Spec. Scient. Rep. Fish. Wild Serv. Fish (535), 85 p.
- RYTHER (J.H.), 1955. Ecology of autotrophic marine dinoflagellates with reference to red water conditions. Contrib. n° 72 Woods Hole Oceanographic Institution: 387 414.
- SCHANTZ (E.J.), 1970. Algal toxins. In J.E. Zajic Edit., properties and products of algal plenum press New-York, N.Y., 154 p.
- SOMMER (H.) et MEYER (K.F.), 1937. Paralytic shellfish poisonning. Arch. Pathol., 24: 560 598.
- SOURNIA (A.) et PLESSIS (Y.B.), 1974. A Red-water diatom, Aulacodiscus kittonii var. africanus, in Marquesas islands, Pacific Ocean.-Bot. mar. 17 (2): 124.

- TANGEN (K.), 1983. Mussel poisoning and the occurence of potentially toxic Dinoflagellates in Norwegian waters. CIEM CM 1983/L : 3.
- WOODCOCK (A.H.), 1948. Note concerning human respiratory irritation associated with high concentration of plankton and mass mortality of marine organisms. J. Mar. Res., 7: 56 62.
- WYATT (T.), 1973. A mechanism for the origine of red tides and some note on the ecology of dinoflagellates. I.C.E.S., C.M./L: 12.
- YASUMOTO (T.), OSHIMA (Y.) et YAMAGUCHI (M.), 1978. Occurence of a new Type of Shellfish Poisoning in the Tohoku district. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 44 (11): 1249 1255.
- 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 Shell-fish Poisoning. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 46 (11): 1405 1411.

COLLOQUE FRANCO-JAPONAIS D'OCEANOGRAPHIE Marseille 16-21 Septembre 1985

Fascicule 2 : Eaux colorées

Aspects biologiques des eaux rouges dans les zones côtières au Japon

Biological aspects of red tides in coastal areas in Japan

Tomotoshi OKAICHI*
IKENOBE MIKI-CHO KITA-GUN, KAGAWA 761 07, JAPON

Résumé:

Les eaux colorées sont fréquemment la cause au Japon d'une forte mortalité de poissons de culture et d'une baisse des captures de la pêche pour une dizaine de jours. La plus forte mortalité a été observée en 1972 à Harima Nada, dans la mer intérieure du Japon, où un bloom de Chattonella antiqua a provoqué la perte de 14 millions de sérioles d'une valeur de plus de 7 milliards de yens. La destruction des cultures de poisson par C. antiqua a été observée en 1977, 1978, 1979 et 1982 à Harima Nada et dans d'autres régions côtières (tableau 1). Ces phénomènes d'eaux colorées sont attribués à des processus d'eutrophisation planctonique causés par une surcharge en COD, en azote et en phosphore provenant des activités humaines sur le littoral. Les caractères océanographiques des eaux ainsi que les particularités biologiques des organismes responsables des marées colorées semblent être aussi impliqués.

Dans cette étude les organismes suivants ont été isolés et cultives : Chattonella antiqua, C. marina, Heterosigma akashiwo (Rhaphidophysis), Prorocentrum micans, P. minimum, Protogonyaulax catenella, Gymnodinium type 65 (Dynophysis), Skeletonema costatum, Chaetoceros spp. et autres diatomées (Bacillariophysis). Les marées colorées causées par Noctiluca miliaris ont aussi été étudiées. Les régions étudiées sont la baie de Tokyo, le lac Hamana (Préf. de Shizuoka), la baie d'Ise, la baie de Maizuru (Préf. de Kyoto), Harima Nada et la baie d'Omura (Pref. de Nagasaki). Les résultats ont été publiés dans le n°B148-R14-8 des Rapports Scientifiques en Sciences de l'Environnement sous le titre "Recherche sur les Relations entre l'Environnement Marin et l'Apparition des Marées Colorées" (1982).Depuis 1982 il a été mis au point, dans le cadre de cette étude, des modeles de simulation de

l'apparition des marées colorées.

Les données océanographiques et biologiques nécessaires ont été collecténs dans l'objectif de réaliser un modèle de simulation des conditions d'apparition de marées colorées dues aux espèces <u>Chattonella</u> à Harima Nada. Les concentrations en azote, phosphore, cyanocobalamine et fer contenus dans l'eau de mer ont été estimées en juin 1982. Il a été prouvé que ces substances favorisent la croissance des espèces <u>Chattonella</u>. les résultats ont été les suivants : azote minéral dissout : 1,0-4,6 ugat 1⁻¹, phosphore minéral dissous: 0,03-0,38 ugat 1⁻¹, cyanobalamine : 0,8-3,5 ng 1⁻¹, fer dissout : 0,1 ugat 1⁻¹ou moins. En 1982, la marée rouge de <u>C. marina</u> est apparue à la fin de juillet dans la zone nord-ouest de Harima Nada, mais a disparu au début d'août à la suite d'un typhon sans couvrir une grande superficie. Lors de la marée rouge de la fin de juillet 1978 à Harima Nada il a été procédé à une évaluation du cycle de l'azote dans le phytoplancton en association avec <u>Chattonella</u> antiqua. La quantité totale d'azote, y compris azote minéral, azote organique et azote non dissout, a été évaluée à 17.440 tonnes dans les eaux de Harima Nada. Le 28

^{*} Chef de la délégation japonaise. Doyen de la Faculté d'Agriculture de l'Université de Kagawa.

juillet 1978, une marée rouge très dense a couvert la côte nord avec une densité de 5.800 cellules par litre et la zone centrale avec une densité de 700 à 1600 cellules par litre. La biomasse de <u>C. antiqua</u> estimée en azote était de 3.040 tonnes, soit 17% de l'azote total. La consommation d'azote par le phytoplancton en été est de 1330 à 2750 tonnes par jour dans la région. Ces valeurs correspondent à un taux de division cellulaire de 0,5 à 1,0 par jour pour <u>C. antiqua</u>, ce qui correspond aux observations de IIZUKA à Harima Nada.

Des modèles de simulation de base concernant la consommation de phosphore par le phytoplanction et différents autres organismes marins sont aussi proposés (KISHI, IKEDA et OUCHI).

Abstract :

Red tides in neritic waters of Japan frequently cause mass mortalities of cultured fish and other marine organisms together with decreased fish catches for some ten days. In 1972 the most severe case occurred in Harima Nada, the Seto Inland Sea, owing to Chattonella antiqua(HADA) 0NO, when 14 million yellowtail worth 72 billion yen were killed. Fish kills due to C.antiqua occurred in 1977, 1978, 1979 and 1982 in Harima Nada and other coastal water area (Table 1). Those outbreaks of red tide are now attributed to the development of eutrophication caused by human-induced loading of COD, nitrogen and phosphorus. In addition to the inflow of these substances, the oceanographic characters of the waters and biological specificities of the red tide organisms seen to be involved.

The red tide organisms isolated and cultured in this project were Chattonella antiqua, C. marina, Esterosigma akashiwo (Rhaphidophyceze), Prorocentrum micans, P. minimum, Protogomyaulax catenella, Gymnodinium type'65 (Dinophyceae), Skeletonema costatum, Chaetoceros spp. and other Red tides of Noctiluca miliaris were diatoms (Bacillariophyceae). The water area surveyed were Tokyo Bay, Lake Hamana also surveyed. (Shizuoka Pref.), Ise Bay, Maizuru Bay (Kyoto Pref.), Harima Nada and Results were cumulatively reported in Omura Bay (Nagasaki Pref.). Scientific Report on Environmental Science B148-R14-8 titled Fundamental Studies on the Effects of the Marine Environment on the Outbreak of Red From 1982 the project has generated ecosystem simu-Tides (1982). lation models on the outbreak of red tides.

Oceanographic and biological data were collected to support the proposal of simulation models on the outbreaks of red tide due to Concentrations of mitrogen, phospho-Chattomella spp. in Harima Nada. rus, cyanocobalamine and soluble iron in seawater of Harima Nada were These substances were reported to promote estimated in June 1982. The results were as follows : disthe growth of Chattonella spp. solved inorganic nitrogen; 1.0-4.6 ugat 1, dissolved inorganic phosphorus; 0.03-0.38 ugat 1, cyanobalamine; 0.8-3.5 ng 1, dissolved iron; 0.1 ugat 1 or less. In 1982, red tide of C. marina appeared In 1982, red tide of C. marina appeared in the end of July in the northwestern area of Harima Nada, but owing to a typhoon disappeared at the beginning of August and did not cover wide The nitrogen cycle through phytoplankton in association area of Mada. with Chattonella antiqua red tide which occurred in Harima Nada at the end of July, 1978, was proposed by the present author. Total nitrogen including soluble inorganic, organic and particulate nitrogen were estimated at about 17,440 tons in whole Harima Nada water. On July 28, 1978, a dense red tide covered the north coast area with a cell density of 5,800 cells 1^{-1} and a central area with 700-1,600 cells 1^{-1} .

The biomass of *C.antiqua* estimated by nitrogen was 3,040 tons, about 17% of total nitrogen in the Nada (Fig.1). Nitrogen uptake of phytoplankton in summer was assummed to be on the rate of 1,330-2,750 tons day—I in the whole area. The estimation was carried out by the light and dark tank method analyzing nitrogen in particle. These values elucidate a cell division rate of 0.5-1.0 day—I of *C.antiqua* and coincide well with IIZUKA's observation of 1.0—I as the highest value in Harima Nada. A maximum division rate of 1.0—I was also attained on *Gymnodinium* type'65 in Omura Bay. In addition to these data, the effect of feeding activities of zooplanktons to arrest the outbreaks of red tide will be combined in the simulation models. It was reported by UE that *Pseudodiaptmas marinus* fed 2,100 cells of *C.antiqua* per day and *Calanus sinicus* 16,200 cells per day.

Basic simulation models on the uptake of phosphorus by phytoplankton and elimination by various marine organisms are proposed (KISHI and IKEDA, and OUCHI).

Detailed results are shown by individual investigators.

日本沿岸域における赤潮発生に関する環境学的背景

窗市友利 (香川大学農学部)

1.五戸内海における赤潮研究

最近、沿岸の海洋汚染はかなり軽減されたように報じられているが、1984 年においても、三重県、和歌山県沿岸に Gymnodinium nagasakiense (従 来の Gymnodinium 65 年型種)による赤潮が発生し、養殖魚に被害が生じて いる。(Table 1)日本沿岸では、相変わらず赤潮発生の危険にあり、今後 も、海洋環境保全への努力が要求されている。環境科学特別研究では、1978 年度から赤潮の研究が続けられ、1982年には、「海洋環境特性と赤潮発生に 関する基礎研究」の報告書(B148-R14-8)が提出された。その後、この研究 は「内海域における赤潮発生環境のモデリングに関する研究」に発展してき た。赤潮研究は1965年から70年の後半まで、瀬戸内海や大村湾の赤潮を対象 としたため、この研究に参加した大学は、これらの海域に近い諸大学に限ら れ、その他は主として各府県水産試験場の研究者によって、研究が推進され てきた。しかし、環境科学特別研究が開始されるに至り、赤潮研究に参加す る大学関係の研究者が増加し、上述の、海洋環境特性と赤潮発生に関する基 礎研究班は、19機関によって編成され、海洋物理、化学、生物のすべての研 究分野にわたる29名の研究者が参加し、まさに学際的な海洋環境学研究のあ り方を示す一例となった。その成果は上述の研究報告書と共に、沿岸域保全 のための海の環境科学(恒星社厚生関1983)に概説されている。

1982年以降は、以上の成果をもとに、赤潮発生に関するシミュレーションモデルを検討し、播磨灘における赤潮発生について、何らかの社会的提言をなしうるように努めることにした。

広島大学豊瀬丸、東京大学淡青丸などによる共同調査を中心に研究を進めると共に、シンポジウム開催や研究班会議によって、研究の進め方や成果をどのように取りまとめるかについて討議を重ねてきた。 3年間の研究において、播磨選における赤潮発生に関する化学および生物学上の新しい知見をえることができ、それらを組合わせて鉛直一次元の数値モデルによる赤潮発生に関する諸要因間の因果関係の把握や低次栄養段階の閉鎖系モデルにおける同波数応答特性、Chl-a量の増加と水質要因の相互関係の理論化などを行なった。これらの結果は、今後の赤潮研究とその防止対策に重要な提言を含むが、なったの結果は、今後の赤潮研究とその防止対策に重要な提言を含むが、なった。本研究は 3年間で終了するが、その成果は研究班全員が学際的研究としての環境科学のあり方を理

解し、それを発展させようとした意欲によるものである。 (岡市、丸茂)

赤潮研究のみならず、環境科学研究は学際的であるために、研究の戦略を明確にし、戦略に従った柔軟な戦術的対応が要求される。播磨灘では、まず次の諸点が取り上げられた。

1)発生した赤潮に関する詳細な調査。 2)全海域の海洋物理および海洋生物学的特性の把握。 3)赤潮生物の分類培養とその生理的特性の解明。 4)海水中の赤潮生物の増殖因子の化学および生物学的調査。 5)赤潮生物の増殖におよぼす汚染物質の影響調査。

この戦略に従い広島大学豊潮丸、東京大学淡青丸などによる共同調査を中心に研究を進めると共にシンボジウム開催や研究班会議によって、研究の進め方や成果のとりまとめについて討議を重ねた。播磨灘に出現する赤潮生物は少なくとも、10数種類にのぼるので、対応生物は、現段階ではハマチの大量へい死に関係のある Chattonella antiqua および c.marina に限定し、必要に応じて夜光虫や Gymnodinium 属の赤潮生物を取り上げることにした。

ついで、シミュレーションモデルの作製を目標とした1982年以降、動物ブランクトンによる摂食が赤潮発生の初期段階で大きな影響を与えるという考え方が示されたので、この点も重視することにした。さらに、シミュレーションモデルの作製に必要な物質収支を把握するため、それらの物質として、Chattonella antiqua および C.marina の増殖に「必要」と考えられる窒素、リン、ビタミンB12 および鉄を取り上げて検討することにした。

現在の研究班の組織は表1の通りで、これまでの成果はこれらの共同研究者の文字通り共同研究によるものである。

| Investigator | Organization | Research Subjects |
|--------------------|--|---|
| OKAICHI, Tomotoshi | Fac.Agric., Kagawa Univ. | Research organizing |
| MARUMO, Ryuzo | Tokyo Univ. of Agric. | Research organizing |
| MONTANI,Shigeru | Fac.Agric., Kagawa Univ. | Dynamics of chemi- cal substances |
| HIRANO,Reijiro | Fac.Agric., Univ.Tokyo | Growth process of |
| FUKUYO,Yasuo | Fac.Agric., Univ.Tokyo | red tide organisms Growth process of |
| IIZUKA,shoji | Fac.Fish., Nagasaki Univ. | red tide organisms Growth process of |
| ENDO,Takuro | Fac.Appl.Biol.Sci., Hiroshima Univ. | red tide organisms Relationship bet- ween the growth of phytoplankton and |

| IMABAYASHI, Hiromichi | Fac.Appl.Biol.Sci., Hiroshima Univ. | Relationship bet- ween the growth of phytoplankton and marine environment |
|-----------------------|---|--|
| UYE,Shin' ichi | Fac.Appl.Biol.Sci., Hiroshima Univ. | Feeding activities of zooplankton |
| HATA, Yukihiko | Fac.Agric., Kochi Univ. | Dynamics of Vitamin B group |
| NISHIJIMA, Toshitaka | Fac.Agric., Kochi Univ. | Dynamics of Vitamin B group |
| SHIOZAWA, Takayuki | Govern.Indist.Res. Inst.Chugoku | Elution of heavy metals from bottom mud |
| YOSHIDA, Yoichi | Fac.Agric., Kyoto Univ. | Accumulation of red tide organisms |
| HIRANO, Toshiyuki | Ocean.Res.Inst., Univ.Tokyo | Modeling of water current and primary production system |
| NAKATA,Hideaki | Ocean.Res.Inst., Univ.Tokyo | Modeling of water current and primary production system |
| YANAGI,Tetsuo | Fac.Engin., Ehime Univ. | Box model due to salinity and other factors |
| IKEDA,Saburo | Inst.Socio-Economic Plan., Tsukuba Univ. | Population dynamics of Red Tide organisms-Numerical Experiment |
| OSAKI, Hirokazu | Fac.Engin., Okayama Univ. | Growth process of Phytoplankton and water quality |
| FUKUOKA, Jiro | Fac.Fish., Hokkaido Univ. | System analysis of mesosacale marine ecosystem |
| OHUCHI, Azuma | Fac.Engin. | System analysis of mesosacale marine ecosystem |

2.1982年以降の研究成果

1982年以前の研究成果は上述の報告書等に詳しいので、その後の研究について報告する。

1)播磨灘の赤潮発生状況

1982年には、<u>C.antiqua</u> は赤穂岬沖で、表層水に約1,500 細胞/ml(以下単位を略す)が認められたが、他の観測点では10~300 にとどまり 8月 1日夜の台風の影響もあって、それ以上赤潮は大規摸化しなかった。しかし、香川県直島町では約34万尾のハマチのへい死を招いている。この年には備讃瀬戸で<u>Gymnodinium</u> nagasakiense の赤潮が発生し高見島では5,800 ~60,000を計数した。

1983年には、7月21~22日に <u>C.marin</u>a の赤潮が発生し、発生海域約250 km^2 に及び、細胞数も表層で 1,500~5,400 であり、北部海域に発生した赤潮としては最大規模であった。

幸い、84年夏にはこのような赤潮は発生しなかったが、Chattonella marina は 7月20日頃には北部海域で200 まで増加したが、赤潮を形成するには至らなかった。現在、何故、Chattonellaがこれ以上増加しなかったかを検討中で、その理由の解明は赤潮発生原因を明らかにする上で重要であると思われる。

2)モデリング作製のための経過

本研究班では、広島大学豊潮丸、東京大学淡青丸などによる共同調査を中心に研究を進めると共に、シンポジウム開催や研究班会議によって、成果をどのように取りまとめるかを検討してきた。そこでまず、播磨灘における赤潮発生時期における窒素収支の概要を把握し、赤潮が物質循環の上で、どのような問題を有するかを明らかにし、その上で、窒素の汚染負荷や動物ブランクトンの役割をどう評価するかを検討しようとした。播磨灘の赤潮では1978年の赤潮調査時に最も資料が整っているので、この時の調査結果を基についしてまとめた。大阪湾や備讃瀬戸からの窒素の流入を塩分量な変動からみた海水交換量から求めた。植物プランクトンや動物ブランクトンの現存量は実測値から求めたが後者は1983年の測定によっている。降雨によるNの負荷は求められていない。

図1に示すように、1978年 6月末の赤潮発生前に播磨灘の全窒素量は本研究班の測定値から求めると18,000 tとなり、赤潮時には、Chattonella が3,080 t と算定され、全窒素の16%を占めた。陸上から汚染物質の流入は、50~95 t/日と推定されており、ここでは一応は柳の推定値 70t/日を採用しておく。隣接海域の影響としては大阪湾の影響が最も大きく、備讃瀬戸からの窒素は南部海域に流入する。流出は僅かに鳴門海峡からのみであり、流入量の1/10以下である。これらの流入からみて、播磨灘底泥への窒素の堆積量は約120t/日前後となる。動物プランクトンによる摂食については、実験結果と現場の動物プランクトン相から計算されたが、播磨灘の動物プランク

トン態窒素は 475~600 t であるが、そのうち63°。がかい脚類で、上によれ ば、 1ml当たり200 細胞の Chattonella 存在する条件で、その摂食率は平 均約 4.2%となる。この値は場所によって子となり、10%をこえる場合もあ りうる。この結果から Chattonellaの赤潮が進行してしまうと動物プランク トンの影響はほとんど認められないが初期の10~20細胞/mlの程度の段階で は十分摂食餌による赤潮発生抑制を期待しうるものと思われる。 Chattone-11a antiqua の分裂速度は、透析膜チューブに赤潮時の海水を封入して現 場に垂下した実験で、1日1回と考えて良いことが示され Vmax は 2とする ことにした。シミュレーションモデルの作製に当たって<u>Chattonella</u>に対す る珪藻のモデル種としては北部海域で、赤瀬前に優先的に出現するSkeletonema costatum を取り上げることにしたが、広島県福山沖の同種の赤潮か らの光合成速度は 8.9 mg C/mg Chl-a/hr となり、東京湾などで報告された 値の約2倍の高い値がえられた。これに応じて、最大吸収速度は硝酸塩0.45 mg N/I/hr 、リン酸塩については0.12 mg P/I/hr、炭酸塩では 2.3 mg C/I/ hrで、吸収速度の C:N:Pは 49:8:1 で、Redfield number にくらべてPが約 2倍になっており、沿岸の富栄養域の特徴を示した。ビタミン B12について は、濃度分布と共に、北部沿岸域 (446 km²) での収支が求められた。1日 当たりの供給量は34.7~41.4 kg で、そのうち22.1~26.8 kg がバクテリア によるもので、陸上からの供給は僅かに0.25~0.75 kg にすぎなかった。消 漬は供給に釣り合って35.6~41.6 kg となった。消費の主役はやはりバクテ リア19.8~22.7 kg であり、植物プランクトンは13.6~16.0 kg を吸収した。 夏の現存量は45.6 kg と見積られるので供給にしろ turnover timeは、1.1 ~1.3 となり、ビタミンB12 の回転が極めて速いことが判明した。海水中の 鉄濃度は $5\sim10\,\mu\,\text{g/l}$ で低いが、けん濁態鉄は $50\sim100\,\mu\,\text{g/l}$ とかなり高い 値がえられた。 Feを用いた最大吸収量から求めた K s 値は29 μ g/l となり、 鉄については<u>Chattonella</u> によるけん濁鉄の利用を考慮する必要のあるこ とが指摘されている。この他、集積による赤潮の形成についても調べられ、 潮流との関係で論議されている。

以上のような本研究班の研究成果に他の既発表のデータも加えて Chattonella の増殖に必要な栄養素等のKs 館を整理し、環境中の値と比較した (表2)。これらの値を用いて、まず鉛直一次元モデルが作製された。下記にモデル式を示す。

これらの値をモデル式に組入れると共に、Chattonella antiqua の夜間の 沈降を考慮すると播磨灘北部および中央部に赤潮が発生することがコンピュ ーター上で再現された(平野、中田、岸、池田)。 Fundamental formula for shimulation modeling on outbreak of red tide

$$\frac{\partial PO_4 - P}{\partial t} = -\frac{V_m(I)}{1 + PKP} \cdot PO_4 - P \cdot PR - \frac{V_m(I)}{1 + SKP} \cdot PO_4 - P \cdot SK$$

$$+ E_4 Z + E_2 D + E_3 F$$

PO₄-P: Phosphate

SK : Skeletonema

PR : Prorocentrum or red tide organism

Z : Zooplankton

F : Higher consumer

D : Detritus

Table 1 FISH DAMAGES DUE TO RED TIDES IN THE SETO INLAND SEA (1957-1982)

| Vo. | Water Area | Species | Fish Damages | | |
|-------|--|-----------------------------|----------------|------------|------------|
| Year | water Area | Species . | Species | Number | Amount(Yen |
| 1057 | Tokuyama Bay | Gymnodinium | Fishes | | 6xmillio |
| 1957 | tokaj ama aaj | | Fishes | | 14 |
| 1962 | Tokuyama Bay | | Fishes | | 24 |
| 1964 | Tokuyama Bay | Gymnodinium | Shell fishes, | | 750 |
| 1965 | Omura Bay | Gginz D Garrage | others | | |
| | a I i Dan | Gymnodinium | Yellowtail | 20,000 | |
| | Saeki Bay Tsukumi Bay of | Gymrodinium | 1011011011 | | |
| 1966 | Oita pref. Tsubakidomari Bay of Tokushima pref. | Gymnodinium | Yellowtail | 500,000 | 100 |
| 1970 | Cost of Hiroshima pref. and others | Chattonella | Yellowtail | 500,000 | 620 |
| 1070 | | Chattonella | Yellowtail | 14,000,000 | 7,100 |
| 1972 | Harima Nada | Prorocentrum | Yellowtail | 35,000 | |
| 1975 | Harima Nada | Chattonella | Yellowtail | 3,300,000 | 2,688 |
| 1977 | Harima Nada | Chattonella | Yellowtail | 1,200,000 | 700 |
| | Kagoshima Bay | | Yellowtail | 260,000 | 460 |
| | South of Mie pref. | Gymnodinium | Yellowtail, | 69,000 | 161 |
| | Hiroshima Bay | Gymriodentain | Other fishes | 142,000 | 18 |
| | | a : 1 . 1: . : | | 44,000 | 92 |
| | Shiranui Kai | Cochlodinium | Yellowtail | 200,000 | 73 |
| | | | Sea Bream | 50,000 | 76 |
| | Tanabe Bay of | Gymnodinium | Yellowtail | 50,000 | 76 |
| | Wakayama pref. | Chattonella | Yellowtail | 2,800,000 | 3,277 |
| 1978 | Harima Nada | Chattonella | Yellowtail . | 31,000 | 40 |
| | Osaka Bay, | Chattonetta | 16110MCA11 | 31,000 | 12.000 |
| | Kii Strait | 7 | Yellowtail | 1,042,000 | 316 |
| 1979 | Harima Nada | Chattonella | | 15,600 | 25 |
| | | Gymnodinium | Sea Bream | 549,000 | 496 |
| | Bungo Strait | Gymnodinium | Yellowtail | 219,000 | 12 |
| | | | Sea Bream | 213,000 | 262 |
| | Suho Nada | Gymnodinium | Shell fishes | 0.700 | 19 |
| 1980 | Wakayama pref. | Gymnodinium | Yellowtail | 9,700 | 10 |
| | | | Other fishes | 4,260 | ** |
| | Bungo Strait | Gymnodinium | Yellowtail | 468,000 | 326 |
| | Saeki Bay | Gymnodinium | Yellowtail | 41,200 | 23 |
| | Tsushima | Cochlodinium | Yellowtail | ¥ | 3 |
| | , 24311 1114 | Gymnodinium | Others | | |
| 1981 | Beppu Bay | Olisthodiscus | Flatfish Other | ers | 20 |
| (501 | Bungo Strait | Gymnodinium | Yellowtail | 77,760 | 71 |
| | Shido Bay | | Yellowtail | 8,000 | 20 |
| | Yatsushiro Kai | Eeterosigma Cochlodinium | Yellowtail | | 43 |
| | | | Yellowtail | | 34 |
| 1000 | Imari Bay | Gymnodinium | V-17~ +- 17 | | 25 |
| 1982 | The state of the s | Protogonyaulan | Yellowtail | 384,000 | 766 |
| | Harima Nada | Chattonella | Yellowtail | 294,500 | 290 |
| 1983 | Kii Strait | Chattonella | | 254,000 | 45 |
| | Harima Nada | Chattonella | Yellowtail | | 73 |
| | | 0 E9 | and others | | 3.2 |
| 1984 | Sufo Nada | Chattonella | Mullet and | | 3.4 |
| ,,,,, | | | others | | |
| | Kumano Nada | Gymnodinium | Yellowtail | 4 200 200 | 1 700 |
| | | nagasakiense | and others | 4,209,200 | 1,780 |
| | | | shellfishes | 9,720,000 | 1,020 |

Table 2 Half saturation constants required by Chattonella antiqua and environmental conditions

| Nutrient | Almax(day-1) | Ks | Concn. in Sea Water | |
|-------------------------|--------------|------------------|--|--|
| NO3-N | 0.53** | 2.98 µgat/1** | 4~7 µgat/1 | |
| PO4-P | 0.51** | 1.90 µgat/1** | $0.3 \sim 0.5 \mu \text{gat/l}$ | |
| Vitamin B ₁₂ | 0.48~0.69 | 0.05 ~ 0.35 ng/l | 1.4 ~ 20.0 ng/l (1.6 ~ 20.0) * | |
| Fe | 0.43 | 0.5 µgat/l | $0.1 \sim 0.2 \mu \text{gat/l}$ $(1 \sim 2) *$ | |

^{*} particulate type of vitamine B_{12} and iron

en)

ion

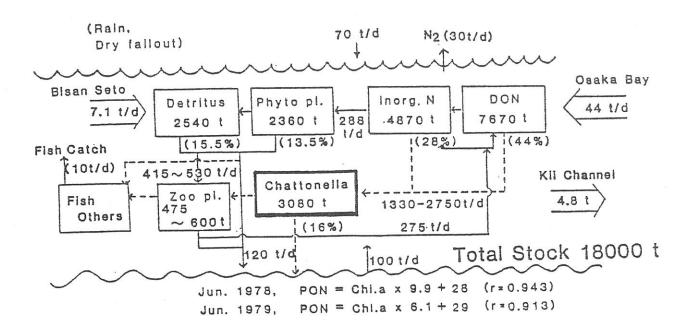


Fig.1 N circulation in Harima Nada (Whole Area)
Harima Nada, area; 3,425 km², volume; 88.7 m³

^{**} by NAKAMURA

| 研罗 | 已分拉 | 日音日 | 名 | 所風機関・部局・職 | 役 割 分 担 | |
|----|-----|-----|--------|-------------|---|--|
| 岡 | 市 | 友 | 利 | 香川大・農・表授 | 総括・化学物質の動態 | |
| 丸 | 茂 | 隆 | Ξ | 東農大・総合研・教授 | 総括 | |
| FS | 谷 | | 茂 | 香川大・農・助手 | 化学物質の動態 | |
| 平 | 野. | 礼さ | 郎 | 東大・農・教授 | 赤潮生物の増殖過程 | |
| 福 | 代 | 康 | 夫 | 東大・豊・助手 | 同上 | |
| 飯 | 塚 | 昭 | | 長埼大・水・教授 | 赤潮生物の増殖過程 | |
| 遠 | 藤 | 拓 | 郎 | 広大・生物生産・教授 | 植物プランクトン生産と水産環境との関連 | |
| 今 | 林 | 博 | 道 | 広大・生物生産・助手 | 同上 | |
| 上 | | 真 | | 広大・生物生産・助教授 | 赤潮生物群集に及ぼす動物プランクトンの役割 | |
| 畑 | | 幸 | 彦 | 高知大・農・教授 | B群ビタミン類の挙動と収支 | |
| 酉 | 島 | 敏 | 隆 | 高知大・農・講師 | 同上 | |
| 塩 | 沢 | 幸 | 之 | 中工試・研究室長 | 底質からの重金属の溶出現象に関する研究 | |
| 吉 | 田 | 陽 | wanten | 京大・農・助教授 | 赤潮生物の集積機構 | |
| 平 | 野 | 色 | 行 | 東大・毎洋研・教授 | 播磨灘の海水流動と低次生物生産系のモデル化 | |
| 中· | 田 | 英 | 昭 | 東大・毎洋研・助手 | 同上 | |
| 柳 | | 哲 | 堆 | 愛媛大・工・助教授 | 塩分の移流・分散Box モデルの作製 | |
| 池 | 田 | = | 郎 | 気波大・社工・助教授 | 赤潮発生に関与する低次生物生産系のモデル化 とシミュレーションに関するシステム的研究 | |
| 大 | 崎 | 盐 | | 岡大・工・助教授 | プランクトンの増殖過程と水質要因との関連性 について | |
| 福 | 岡 | - | 郎 | 北大・水・教授 | 沿岸域における低次栄養段階の海洋生態系に 対するシステム解析 | |
| 大 | 内 | ٠, | 東 | 北大・工・助教授 | 同上 | |

COLLOQUE FRANCO-JAPONAIS D'OCEANOGRAPHIE Marseille 16-21 Septembre 1985

Fascicule 2 : Eaux colorées

Bilan de la situation française en matière de contrôle conchylicole en relation avec les contaminations par Dinoflagellés toxiques

French status of shellfishes monitoring with regard to toxic Dinoflagellates contaminations

Jean-Paul BERTHOME et Patrick LASSUS INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER CENTRE DE BREST, RUE DE L'ILE D'YEU, B.P. 1049, 44037 NANTES CEDEX

RESUME

Le recensement des phénomènes "d'eaux colorées" le long des côtes françaises a débuté en 1975. L'ISTPM (Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes) actuellement IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer) a régulièrement publié des bilans annuels de ces observations qui sont rapportées dans cette étude.

Bien que la fréquence des observations "d'eaux colorées" ait progressivement augmenté jusqu'en 1983, peu d'effets toxiques sur la faune ou sur les consommateurs n'avaient été observés. Les étés 1983 et 1984 ont été marqués par d'abondants développements du dinoflagellé Dinophysis acuminata avec des conséquences diarrhéiques chez de nombreux consommateurs de bivalves.

Dès 1984, l'IFREMER a mis en place un réseau de surveillance et d'alerte sur tout le littoral français. Il est décrit ici, de même que les relations inter-administrations. La réglementation française en matière d'importation et la Directive Européenne en matière de surveillance des eaux conchylicoles sont brièvement rappelées.

ABSTRACT

Checking of "discolored waters" phenomenons along french coasts was started in 1975. Former ISTPM (Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes) presently IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer) was in charge to publish annual red-tides reports. Results of such observations are presented in this study.

Despite increase of "discolored waters" between 1975 and 1983, few toxic effects were observed among marine organisms or shellfishes consumers. Summers 1983 and 1984 were noticeable by high developments of dinoflagellate Dinophysis acuminata inducing diarrhetic effects among many bivalves consumers.

Not later than 1984, IFREMER set up a monitoring and warning program along french coastline. That program as well as administration interventions are here described. Besides, french importation rules and european settlment concerning shellfish culture areas are briefly related.

INTRODUCTION

Bien que connus depuis l'Antiquité, les phénomènes d'eaux colorées n'ont commencé à faire l'objet d'une surveillance que relativement récemment dans la plupart des pays à façade maritime.

Certes, la grande majorité des espèces phytoplanctoniques responsables ne sont pas toxiques (diatomées, phytoflagellés, ciliés) et ne perturbent que faiblement le milieu marin. En France, les mortalités par anoxie de la faune benthique n'ont été observées que cinq fois en dix ans. De même, sur les vingt six espèces de dinoflagellés ayant provoqué des eaux colorées, seules deux espèces secrètent une toxine (Gyrodinium aureolum = ichtyotoxine et Dinophysis acuminata = diarrhetic Shellfish Poison). Il est à noter qu'aucune intoxication du type P.S.P. (Paralytic Shellfish Poison) n'a été observée.

En France, les premiers recensements des phénomènes d'eaux colorées ont débuté en 1975 (Lassus, 1983). En 1978, à la suite d'une eau colorée à Gonyaulax polygramma et Gonyaulax spirifera, qui s'est étendue sur 30 km de côte en Normandie, la sensibilisation progressive des usagers du littoral a permis une plus abondante collecte d'informations. Un réseau de collecte de données sur ces phénomènes a été organisé en 1981 par l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes (I.S.T.P.M.) actuellement IFREMER. A la suite des intoxications du type D.S.P. observées en 1983 en Bretagne Sud et en Normandie, un réseau de surveillance et un système d'alerte ont été mis en place.

1 - Bilan des observations 1975-1984

Afin de mieux apprécier l'évolution des perturbations planctoniques au cours des dix dernières années, nous distinguerons dans cette étude :

- . les eaux colorées à diatomées,
- . les eaux colorées à dinoflagellés (toxiques ou non),
- les eaux colorées liées à d'autres groupes (ciliés, phytoflagellés, etc.),
- · les phénomènes dus à la présence de Dinophysis acuminata sans qu'il soit en quantité suffisante pour provoquer une coloration de l'eau.

1.1 - Evolution des perturbations planctoniques

La figure l'montre l'évolution du nombre de perturbations planctoniques observées chaque année depuis 1975. Le nombre total des eaux colorées liées aux différents groupes est souvent supérieur au nombre total de perturbations signalées en raison de l'existence d'eaux colorées plurispécifiques.

L'année 1978 a été l'une des plus fertiles en phénomènes de ce type. Au cours de cette année, en raison de la catastrophe de l'Amoco-Cadiz, nombreux ont été ceux qui ont voulu établir une relation entre les apparitions d'eaux colorées à dinoflagellés et le niveau de pollution des estuaires ou des baies. Ces hypothèses ont été infirmées dans ce cas de pollution massive par hydrocarbures (Le Fèvre, 1980).

25 at 5 4 24 7 14 18 11 . 25 29 Nombre de perturbations ie e, 30s, 20-S 10lues 84 Années 75 77 78 76 79 80 81 82 83 ıs Phytoflagellés + Ciliés + bactéries Indéterminés Gyrodinium aureolum Dinoflagellés non toxiques Dinophysis Diatomées al

iz,

ires

fig. 1 Importance des différentes eaux colorées observées de 1975 à 1984. Importance of différent discolored waters observed from 1978 to 1984.

Depuis 1980, la tendance générale est à l'augmentation de ces phénomènes. On peut cependant penser que la mise en place de réseaux de surveillance amplifie cette tendance (plus grande proportion de phénomènes déclarés et observés par rapport au nombre réel d'apparitions d'eaux colorées).

Le fait le plus marquant est l'apparition depuis 1983 du dinoflagellé Dinophysis acuminata. Bien que ne déclenchant que rarement des eaux colorées (Antifer 1983 et 1984), il provoque des gastro-entérites chez les consommateurs de coquillages. Par contre, les mollusques filtreurs ne semblent pas être sensibles à l'acide okadaïque, composant principal du D.S.P. Il est souvent admis qu'à partir de 200 cellules/litre, il y a un risque pour le consommateur. Ce chiffre est très faible au regard des quelques millions de cellules au litre qui composent habituellement les eaux colorées.

Enfin, on notera, parmi les dinoflagellés, la présence faible (en nombre de cas) mais relativement régulière de Gyrodinium aureolum, toxiques pour les cheptels, notamment dans certains secteurs tels que la baie de Douarnenez.

1.2 - Importance des différents groupes

Le tableau l'montre le pourcentage de présence des différents groupes dans les phénomènes d'eaux colorées (moyenne sur 10 ans). Le total est supérieur à 100 % en raison des développements plurispécifiques.

De 1975 à 1984, 140 perturbations phytoplanctoniques ont été répertoriées, 131 correspondaient à des phénomènes d'eaux colorées (dont 2 à Dinophysis acuminata) et 9 à des intoxications par Dinophysis acuminata sans coloration des eaux.

| Dinoflagellés | non toxiques | 66 % |
|----------------|-----------------------|----------|
| 11 | toxiques pour cheptel | 8 % |
| 11 | toxiques pour l'homme | 1,5 % |
| Di atomées | | . 18 % |
| Phytoflagellés | 5 | . 16,8 % |
| dont Chlorot | phycées | . 3 % |
| Hantopl | hycées | . 8 % |
| Crypton | phycées | . 2 % |
| Coccol: | ithophoridés | . 0,8 % |
| indéte | rminés | . 3 % |
| Ciliés | | . 11 % |
| Bactéries | | . 0,8 % |
| indéterminés | | 2 % |

Tableau 1 - Pourcentage de présence des différents groupes phytoplanctoniques dans les eaux colorées.

Les dinoflagellés sont responsables ou présents dans plus des trois quarts des phénomènes d'eaux colorées mais, dans 9,5 % des cas seulement, ce sont des espèces toxiques (1,5 % toxiques pour l'homme). Les phytoflagellés sont presque autant représentés que les diatomées alors que les ciliés ne sont présents que dans un peu plus de 10 % des cas. La présence de fortes concentrations de bactéries n'a été observée qu'une seule fois à Antifer en 1979 lors d'une eau colorée plurispécifique (Gonyaulax sp.; Gymnodinium sp. et phytoflagellés).

1.3 - Les espèces les plus représentées

Par rapport à l'ensemble des observations d'eaux colorées, trois espèces de dinofalgellés non toxiques dominent :

Noctiluca scintillans 23 % des cas

Prorocentrum micans 13 % Gonyaulax sp. 11 %

Sur les 26 espèces de dinoflagellés observées, Gyrodinium aureolum a développé des eaux colorées dans 9 cas sur 11 observations de mortalité de cheptel et Dinophysis acuminata deux fois sur 11 cas de développement avec intoxications.

Chez les diatomées, Rhyzosolenia delicatula (7 % des cas) et Nitzschia seriata (1,5 %) représentent à elles seules la moitié des eaux colorées à diatomées (14 espèces déterminées).

Les eaux colorées à ciliés sont presque exclusivement composées de Mesodinium rubrum, de même que les haptophycées par Phaeocystis pouchetti et les chlorophycées par Pyramimonas disomata et Nannochloris sp.

La seule eau colorée à cocolithophoridés était due à l'espèce Emiliana huxleyi.

Certaines eaux colorées plurispécifiques ont été observées dans un même secteur (Le Havre) et associant :

- . dinoflagellés et ciliés = Dinophysis acuminata et Mesodinium rubrum, 6 juin 1980
- . dinoflagellés et phytoflagellés = Gonyaulax spinifera et Pyramimanas disomata, 24 septembre 1978
- . dinoflagellés, diatomées et ciliés = Gonyaulax sp, Rhyzosolenia delicatula, Mesodinium rubrum, 18 juin 1979.

Enfin, plusieurs eaux colorées associant Dinoflagellés et diatomées ont été observées :

- . Noctiluca scintillans et Nitzschia seriata Estuaire de la Loire, 15.06.1978
- . Gonyaulax sp. et Chaetoceros sp., Antifer, 6-8 juillet 1983
- . Scrippsiella sp. et Rhyzosolenia delicatula, Le Havre, juin
- . Gonyaulax spinifera, Chaetoceros debilis et Thallassiosira rotula, Houlgate (Calvados), juin 1984.

Ces derniers cas peuvent inciter à la réflexion, au sujet des stratégies de développement "r" et "k" que l'on attribue respectivement aux diatomées et dinoflagellés.

1.4 - Les secteurs les plus touchés

La figure 2 montre l'ensemble des secteurs touchés par les différents types de perturbations planctoniques au cours des deix dernières années.

Si le Nord-Pas de Calais (A) n'a été touché que deux fois, les

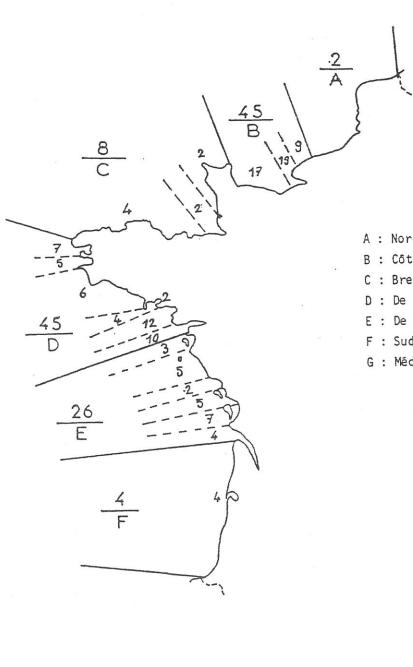
es.

}

ques

.e-/-Les

à



A : Nord-Pas de Calais

B : Côtes Normandes

C : Bretagne Nord

D : De Ouessant à la Loire

E : De la baie de Bourgneuf à la Gironde

F : Sud Golfe de Gascogne

G : Méditerranée et Corse

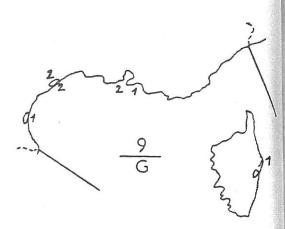


Fig. 2.- Fréquence d'apparition des eaux colorées le long du littoral français.

Frequencie of discolored waters occurences along french coustline.

côtes normandes (B) représentent le premier secteur français concerné par ces phénomènes : 19 cas dans l'estuaire de la Seine et 17 sur les côtes du Calvados.

Les côtes de la Bretagne nord (C) ont été peu touchées (8 cas) alors que d'Ouessant à la Loire (D) 45 observations ont été faites dont 22 pour la seule zone Estuaire de la Loire-Vilaine.

De la baie de Bourgneuf à la Gironde (E), 26 cas ont été observés dont 7 cas dans le bassin de Marennes-Oléron.

Le Sud du Golfe de Gascogne (F) a été peu touché (4 cas) de même que l'ensemble du littoral méditerranée (G) et les étangs languedociens (9 cas) ou la Corse (l cas).

La plupart des observations de *Gyrodinium aureolum* accompagnées de mortalités d'animaux marins se situent en baie de Douarnenez.

Les zones touchées par *Dinophysis acuminata*, avec des conséquences gastro-entéritiques chez les consommateurs de coquillages ont été les suivantes :

Côtes du Calvados 1983 - 1984

Barfleur 1983 - 1984

1.5 - Les conséquences

Il convient de signaler que si le nombre de perturbations liées à des dinoflagellés toxiques est très faible (l! cas sur 140 pour *Dinophysis acuminata*), les conséquences sur la santé publique et sur l'économie peuvent devenir très importantes.

1.5.1 - Conséquences sur les cheptels

Les mortalités observées sont généralement dues à une chute d'oxygène dissous sur le fond lors de la dégradation de la matière organique provenant de la fin d'une efflorescence planctonique. Les espèces mises en cause peuvent être aussi bien des diatomées que des dinoflagellés (oxyrrhis marina) (La Bernerie 1982), des haptophycées (Phaeocystis pouchetti) (Calvados 1978) ou des chlorophycées (Nannochloris sp.) (étang de Salses Leucate durant six mois en 1980).

Dans ces différents cas, les mortalités touchent aussi bien des bivalves que des crustacés ou des poissons.

Les mortalités par ichtyotoxine sont principalement liées à Gyrodinium aureolum. Les conséquences économiques peuvent être très importantes : en septembre 1980, 50 à 70 % du cheptel mytilicole a été détruit en baie de Douarnenez.

De même, en début 1985, des mortalités de coquillages ont été observées dans l'étang de Thau lors d'une efflorescence de Gyrodinium spirale.



1.5.2 - Conséquences sur les consommateurs

Au cours des étés 1983 et 1984, de nombreuses intoxications à D.S.P. ont été signalées. Il est vrai que les bilans globaux sont souvent difficiles à établir avec précision car de nombreux consommateurs atteints de gastro-entérites ne vont pas obligatoirement consulter un médecin ou même un pharmacien. De plus, en raison d'une symptomatologie proche, il peut y avoir confusion entre des gastro-entérites d'origine microbienne (coquillières ou non) et de type D.S.P.

En 1983, pour le seul département de la Loire Atlantique, 3 300 cas ont été estimés (443 cas prouvés). Sur les côtes du Calvados, le nombre de déclarations d'intoxication a été voisin de 150.

En 1984, on peut dénombrer 70 cas d'intoxication en Loire-Atlantique avec des coquillages en provenance de la baie de Vilaine, 4 par des coquillages de la baie de Douarnenez, quelques dizaines par des coquillages provenant des côtes du Calvados.

Par contre, entre l 500 et 2 000 personnes ont été intoxiquées par des moules pêchées sur le gisement de Barfleur. En effet, le temps nécessaire au résultat des test "souris" et de la décision administrative des de 48 heures après le prélèvement. Durant ce laps de temps, entre 150 et 200 tonnes de moules ont été pêchées et expédiées dans toute la France.

1.5.3 - Conséquences économiques

En 1983, 432 établissements d'expédition de coquillages ont vu leurs activités arrêtées pour une durée comprise entre un mois (baie de Vilaine) et deux mois et demi (quartier de Caen).

En 1984, les interdictions de pêche et de commercialisation de coquillages ont concerné :

- 84 établissements d'expédition pendant une semaine en baie de Vilaine
- Ol établissement d'expédition et deux pêcheurs à pied pendant deux mois en baie de Douarnenez
- 07 établissements d'expédition et 380 pêcheurs (toutes catégories confondus) pendant deux mois sur les côtes du Calvados et à Barfleur.

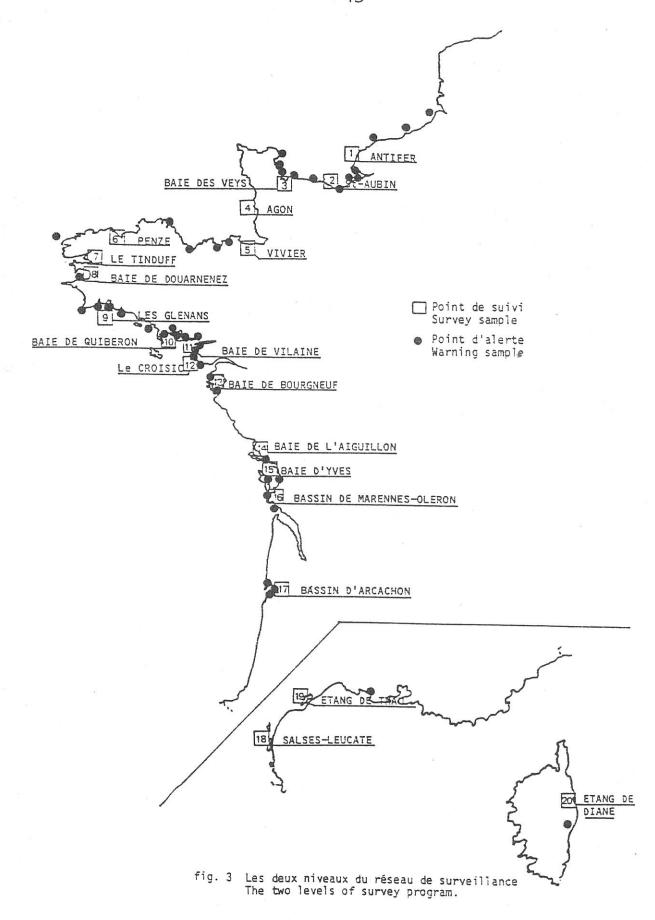
Pour les mytiliculteurs (les premiers touchés par ces mesures) le manque à gagner est lourd. Ce sont des périodes de vente importantes et même si le cheptel n'est pas détruit, il y a nécessité d'un surcroît de travail pour la remise en état des exploitations. De même, tout ceci entraîne de sérieux problèmes de trésorerie.

Il ne faut pas non plus négliger l'impact négatif sur les consommateurs de coquillages, ce qui a induit une baisse des ventes des produits provenant de secteurs indemnes de Dinophysis.

2 - La surveillance des perturbations planctoniques

Nous décrirons ici le réseau tel qu'il a fonctionné en 1984.

Le programme de surveillance mis en oeuvre a pour but de permettre :



IS

11-

- une collecte de données sur les populations phytoplanctoniques et les phénomènes associés
- une veille permanente destinée à dépister l'apparition des perturbations sur l'ensemble du littoral français
- en cas d'apparition de phénomènes pouvant avoir un impact néfaste sur les cheptels et surtout sur les consommateurs, de suivre leur évolution spatiotemporelle et de proposer à l'Administration les mesures susceptibles d'en limiter au maximum les conséquences.

L'expérience acquise, notamment en 1983, a démontré la nécessité de concevoir et de mettre en place deux niveaux de surveillance (figure 3):

- un réseau de surveillance léger, couvrant l'ensemble des côtes françaises,
- un système d'alerte se déclenchant dès l'apparition de dinoflagellés toxiques.

2.1 - Réseau de surveillance

Les stations de prélèvements ont été réparties le long du littoral en tenant compte à la fois de l'importance des cheptels en élevage, des zones historiquement favorables à l'apparition de dinoflagellés et d'un besoin de répartition géographiquement homogène.

Vingt zones font l'objet d'un prélèvement d'eau une fois par mois - de septembre à mai - et deux fois par mois - de juin à août -.

Le dénombrement total des espèces est effectué au microscope inversé par lecture de cuve à sédimentation de 10 cc (ou 25 cc).

Ces analyses sont réalisées dans chacun des laboratoires côtiers de l'IFREMER.

A chaque prélèvement, température et salinité sont mesurées.

2.2 - Système d'alerte

Il peut être déclenché soit à partir d'observations du réseau de surveillance soit à partir de tout informateur extérieur (pêcheurs, Affaires Maritimes, plaisanciers, D.D.A.S.S., etc.).

Le nombre de points de prélèvement est très sensiblement augmenté (59 sur tout le littoral en 1984).

Les observations concernent à la fois les eaux et les contenus stomacaux des moules (ou autres coquillages) et sont effectuées par toutes les stations côtières de l'IFREMER.

Des tests souris (méthode Yasumoto) sont réalisés sur chacun des prélèvements à partir d'hépatopancréas de coquillages prélevés localement et adressés aux quatre laboratoires principaux de Ouistreham, Nantes, La Rochelle et Sète.

La fréquence des prélèvements est accrue et devient hebdomadaire.

Toutes les informations sont centralisées dans les services centraux du département "Contrôle et Suivi des ressources et de leur utilisation".

2.3 - Relations inter-administration

Les procédures de circulation de l'information et de prise de décision sont noter dans la figure 4.

Il appartient à l'IFREMER au regard de ses missions de protection de la santé publique d'assumer la responsabilité de cette surveillance et d'en informer le plus rapidement l'Administration Régionale des Affaires Maritimes (Services extérieurs de secrétariat d'Etat chargé de la mer) qui prend, par délégation du Commissaire de la République de la région concernée, les décisions d'interdiction ou de levée d'interdiction de pêche et de commercialisation des coquillages pour la zone contaminée. Ces décisions font l'objet d'arrêté transmis aux Services Vétérinaires et Direction de la Répression des Fraudes.

Lorsqu'une décision de fermeture a été édictée, les résultats des prélèvements d'alerte sont adressés hebdomadairement aux administrations suivantes:

> Secrétariat d'Etat chargé de la Mer Commissaire de la République de Région Direction Régionale des Affaires Maritimes Délégation Départementale de l'action sanitaire et sociale.

La Direction Régionale des Affaires Maritimes informe les Quartiers des Affaires Maritimes et les reponsables professionnels et la Préfecture diffuse des communiqués de presse.

La Délégation départementale de l'action sanitaire et sociale met en place, s'il en existe, un réseau médical de surveillance épidémiologique des gastro-entérites et informe hebdomadairement l'IFREMER des conclusions de ces enquêtes.

2.4 - Réglementation à l'importation

Actuellement, en vertu de l'article 17 du décret du 20 août 1939, "... les produits importés doivent être accompagnés d'un certificat d'origine salubre délivré par un organisme de l'Etat expéditeur ou reconnu par lui et agréé par le Gouvernement français...".

Dans le cas où cet accord existe, les produits importés peuvent être vendus directement à la consommation s'ils sont accompagnés du certificat d'origine salubre.

Si l'accord n'existe pas ou que les produits proviennent de zones insalubres, une autorisation spéciale permet l'importation des coquillages qui doivent être immergés en station de purification ou en station d'entreposage avant d'être livrés à la consommation.

L'immersion en milieu ouvert est interdite pour tous les coquillages de taille marchande. Le naissain (coquillages juvéniles) peut être importé sur autorisation spéciale après quarantaine si l'IFREMER le juge opportun.

Ces accords bilatéraux étaient jusqu'à présent basés sur des normes bactériologiques. A titre d'exemple, le développement récent des phénomènes d'intoxications par P.S.P. en Espagne a conduit en 1982 à l'adjonction dans l'accord bilatéral de l'obligation de mentionner que les produits en provenance d'Espagne contiennent moins de 0,80 microgrammes de P.S.P. pour 100 g de chair de bivalves.

3 S

.

ral

'S

nté

es

es .t

re.

1i-

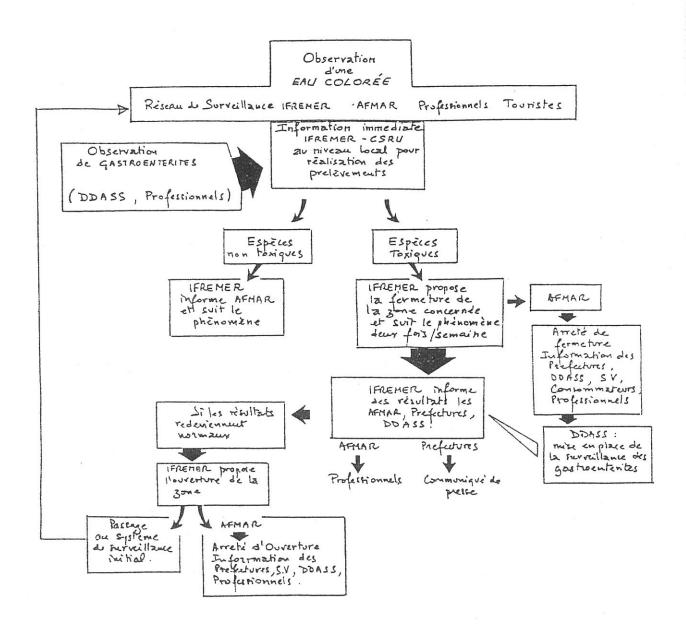


fig. 4 Les relations inter-administrations
Different administration intervention.

2.5 - La directive européenne sur la qualité des eaux conchylicoles

La directive du 30 octobre 1979, promulguée par la Communauté Economique Européenne, détermine les critères auxquels doivent répondre les eaux des zones conchylicoles. A partir de sa date de parution, les Etats membres avaient deux ans pour désigner les zones de production, puis six ans pour les mettre aux normes lorsqu'au jour de leur désignation elles n'y répondaient pas.

Outre les paramètres physico-chimiques, de pollution par métaux lourds et hydrocarbures, microbiologique, une surveillance des biotoxines (P.S.P.) est mentionnée. Ceci apporte une garantie supplémentaire aux consommateurs en l'attente d'une prochaine directive concernant les normes auxquelles devront répondre les produits.

Tout ceci montre la volonté d'intégrer ces phénomènes, somme toute récents, dans les préoccupations communautaires à l'égard du milieu marin et des produits qui en sont issus.

CONCLUSION

C'est à partir de 1978 que l'opinion publique française a été de plus en plus sensibilisée aux problèmes des eaux colorées en zone littorale, notamment au niveau des estuaires.

Contrairement à de nombreux pays européens, les cas d'intoxications par mytilitoxine sont inconnus jusqu'ici, malgré l'importance de la façade littorale française.

En revanche, le développement des intoxications de type D.S.P., depuis 1983, a conduit à renforcer largement la surveillance des eaux et des produits. Le système mis en place doit pouvoir progresser encore au niveau du temps de réponse par une plus grande décentralisation des prestations. Il a déjà permis de réduire le nombre d'intoxications dans les secteurs bretons par exemple.

Le suivi en routine des successions planctoniques le long du littoral permet une acquisition de données historiques utiles pour la recherche. A l'inverse, l'efficacité opérationnelle est largement augmentée par les résultats des programmes de recherches tels que l'étude de la causalité du phénomène en baie de Vilaine (secteur test) et des études plus fondamentales en toxicologie, culture de *Dinophysis*, en épidémiologie, etc.

C'est donc par une circulation rapide de l'information que l'on peut essayer de mieux répondre aux problèmes posés.

Tout ceci milite en faveur du développement de la coopération européenne et internationale tant au niveau opérationnel que scientifique.

BIBLIOGRAPHIE

- ALZIEU (C1.), 1983.- Contamination des coquillages des côtes bretonnes et normandes par une algue unicellulaire toxique *Dinophysis acuminata*.- Rapports techniques I.S.T.P.M., n° 4.
- BERTHOME (J.P.) et LASSUS (P.), 1984.- Inventaire des phénomènes d'eaux colorées et des apparitions de dinoflagellés toxiques sur les côtes françaises en 1984.- Rapport ISTPM, 42 pp.
- BERTHOME (J.P.) et LASSUS (P.), 1985.- Manifestation et suivi de l'algue toxique *Dinophysis acuminata* sur les côtes françaises en 1984.- Rapport IFREMER DRV-85.01-SR-NTES.
- BIRRIEN (J.L.), LE CORRE (P.) et VIDEAU (C.), 1985.- Développement de Gyrodinium aureolum en baie de Douarnenez et en mer d'Iroise pendant l'été 1983.- Quatrième colloque interdisciplinaire Francojaponais d'océanographie, Marseille 16-21 septembre 1985.
- JACQUES (G.) et SOURNIA (A.), 1978.- Les "eaux rouges" dues au phytoplancton en Méditerranée.- <u>Vie et Milieu</u>, vol. 28-29 (2) sér. AB: 175-187.
- 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., 298 : 1-28.
- LASSUS (P.), 1983.- Bilan des eaux colorées observées sur le littoral français entre 1975 et 1982.- ICES CM 1983/L : 29.
- LASSUS (P.), 1985.- Les eaux colorées et leur importance au niveau de la ressource exploitable.- Quatrième colloque interdisciplinaire franco-japonais d'océanographie, Marseille 16-21 septembre 1985.
- LEITAO (M.P.), LASSUS (P.), MAGGI (P.), LE BAUT (C.), CHAUVIN (J.) et TRUQUET (P.), 1983 (1982).— Etude qualitative du phytoplancton des zones mytilicoles de la baie de Vilaine en relation avec les intoxications par les coquillages.— Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 46 (3): 233-266.
- MAGGI (P.), SOULARD (L.), TRUQUET (I.) et CHAUVIN (J.), 1984.- Facteurs hydroclimatiques et apparitions d'eaux colorées en baie de Vilaine durant l'été 1983.- Rapports techniques I.S.T.P.M., n° 8.
- MARCAILLOU-LE BAUT (C.) et LASSUS (P.), 1985.- Manifestations d'un dinoflagellé responsable des intoxications diarrhéiques sur les côtes françaises en 1983 et 1984 : Dinophysis acuminata.- Quatrième colloque interdisciplinaire Franco-japonais d'océanographie, Marseille 16-21 septembre 1985.
- MARTEIL (L.) et PAULMIER (G.), 1970. Le phytoplancton des "eaux rouges" sur les côtes européennes de l'Atlantique. ICES CM 1970/L : 13.
- TRUQUET (I.), LASSUS (P.), TRUQUET (P.), et MAGGI (P.), 1985. Influence de la température et de la salinité sur les perturbations phytoplanctoniques observées dans le MOR BRAS en 1983 et 1984. Rapport IFREMER DERO 85/MR.