

4443  
~~Christophe~~  
Copie  
↻

21-01-93  
Nouméa, le 04/02/93

note n° 90149

73

**EXPERTISE D'ECHANTILLONS D'EAU DE MER PRELEVES  
DANS UNE NAPPE JAUNE-OCRE AU LARGE DE MARE  
(Eaux décolorées à *Trichodesmium*)**

par

Christophe CHEVILLON

Fonds Documentaire ORSTOM



010006417

Fonds Documentaire ORSTOM  
Cote: Bx-6417 Ex: 1

**INTRODUCTION.** Le samedi 9 janvier, le paquebot "Club Med II" rencontre, entre Maré et la Grande Terre par 21° 35' 6 S et 167° 21' 6 E, une nappe jaune-ocre s'étendant sur environ 8 milles nautiques de long et 2.5 milles nautiques de large. L'ouverture d'une information suivie contre x... pour pollution marine est requise par le Procureur de la République le 11 janvier. Le 13 janvier, M. L. FRIAT, Juge d'Instruction au Tribunal de Première Instance de Nouméa, commet comme experts MM. CHEVILLON (Chargé de Recherche à l'ORSTOM) et GUYARD (Chef de Service aux Mines) afin de déterminer la nature de la substance jaunâtre et de savoir si elle est susceptible de provoquer une pollution marine. Le 14 janvier, M. CHEVILLON reçoit les scellés n°1, 2 & 3 du P.V. n°008/93 de la Gendarmerie Maritime ; il s'agit de trois échantillons récoltés le 9 janvier dans la nappe à l'aide d'éponges de prélèvement.

## DESCRIPTION DES ECHANTILLONS, NATURE ET PROVENANCE DE LA SUBSTANCE

Deux des trois échantillons, correspondant aux scellés 1 et 3, ont été ouverts pour les besoins de l'analyse. Une fois les éponges de prélèvement pressées au dessus d'une boîte de Pétri, la substance se présente à l'oeil nu comme un liquide trouble, blanchâtre et chargé d'impuretés.

L'examen à la loupe binoculaire révèle la présence dans l'eau de mer des échantillons :

- de flocculats blanchâtres à l'aspect cotonneux ;
- d'agrégats de paillettes jaunes, qui sont sans aucun doute responsables de la couleur de la nappe ;
- de fragments transparents aux contours anguleux et à l'aspect siliceux, soit sous forme de filaments, soit sous forme subtriangulaire et prolongée par des cornes tronquées, apparemment brisées.

Les paillettes ou bâtonnets jaunes sont identifiées comme des colonies "en fagots" de Cyanobactéries (ou Cyanophycées) du genre *Oscillatoria* (Vaucher ex Gomont, 1893) syn. *Trichodesmium* (Ehrenberg). Il s'agit de filaments constitués de nombreuses cellules, droits ou flexueux, regroupés en amas (Fig. 1, 2 & 3). Ces Cyanobactéries peuvent, sous des conditions particulières (voir ci-après), s'agréger en colonies très denses et proliférer sur de plus ou moins vaste étendues en mers tropicales ou tempérées ; elles sont alors décelables à l'oeil nu sous l'aspect d'une poussière pailletée ou mordorée. Une microflore bactérienne abondante et une faune variée (depuis les crustacés jusqu'aux poissons) peuvent leur être associées.

Les éléments transparents ont posé un petit problème d'identification ; il est vite apparu qu'il s'agissait des fragments d'une structure plus importante, probablement siliceuse. Malgré de longues recherches dans les ouvrages spécialisés, ils ne pouvaient toutefois être identifiés avec certitude, aucun élément complet et intact n'ayant pu être trouvé dans les échantillons. Ils pouvaient en l'occurrence s'agir aussi bien de fragments de Diatomées centriques que de Dinoflagellés (g. *Ceratium*), de Silicoflagellés, de Radiolaires, de larves d'Echinodermes ou encore de Ptéropodes. La clef de l'énigme devait être

livrée par l'examen, réalisé en désespoir de cause, de l'éponge de prélèvement utilisée ! Il s'agissait en effet des fragments du polymère constituant l'éponge.

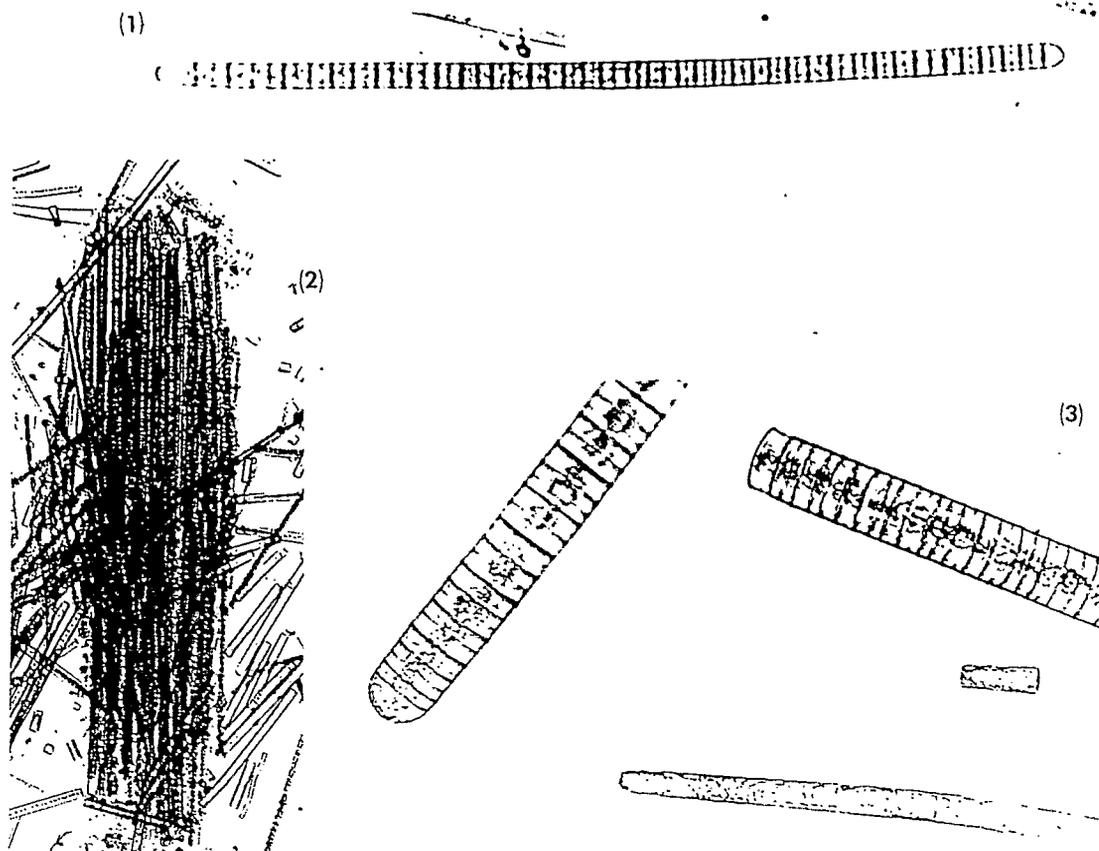


Fig. 1-3.- (1) *Oscillatoria*, filament entier ; (2) *Oscillatoria*, colonie "en fagot" ; (3) *Oscillatoria*, détails.  
(d'après SOURNIA A., 1986)

Quant aux flocons blanchâtres, ils sont dénués de structure identifiable. Il s'agit probablement de résidus organiques résultant de la dégradation des cellules phyto ou zooplanctoniques présentes dans l'eau de mer récoltée.

*Il faut noter ici, que les échantillons ont été récupérés dans un état de dégradation avancé (nous n'avons pu en disposer que 5 jours après leur prélèvement). Les éponges de prélèvements utilisées sont par ailleurs mal adaptées à ce type d'échantillonnage comme en atteste la mésaventure évoquée ci-dessus. Il aurait été préférable de prélever l'eau de mer de la nappe à l'aide d'un simple récipient (bocal) en verre ou en plastique, ce qui aurait permis de récolter les cellules en densité plus importante et d'éviter leur destruction ; en effet la restitution du liquide à analyser exige que les éponges soit pressées, ce qui tend à détruire les cellules planctoniques présentes dans le prélèvement. Enfin, il est fondamental pour ce type d'analyses biologiques que les échantillons puissent être examinés à l'état frais.*

## LE PHENOMENE

L'identification des agrégats de bâtonnets jaunes de *Trichodesmium* ne laisse dans ce cas aucun doute : nous sommes en présence d'un phénomène d'eaux décolorées généralement baptisé "eaux rouges" (*red tides*). Il s'agit d'eaux marines présentant temporairement, hors de toute influence terrigène (limons, polluants, etc...) une coloration anormale. C'est un phénomène biologique, toujours local et temporaire et qui intéresse le plus souvent les eaux côtières où la circulation est déficiente. Ces eaux peuvent être blanchâtres, jaunâtres, brunâtres mais les teintes rouges sont le plus fréquentes. Leur

occurrence est attribué à une élévation forte et rapide de la densité du phytoplancton ("bloom" phytoplanctonique). Le phénomène se traduit essentiellement par la présence dans la couche superficielle (quelques décimètres à moins de 2 m) d'un peuplement oligo ou monospécifique très dense (présence exclusive, ou presque exclusive, et toujours en très grande abondance d'une espèce ou d'un très petit nombre d'espèces très voisines). Les organismes responsables des *red tides* sont surtout, et de loin le plus fréquemment, les Dinoflagellés du genre *Noctiluca*, *Gonyaulax*, *Peridinium*, *Alexandrium* ou *Gymnodinium*. Dans les eaux du large les *red tides* les plus fréquentes sont imputées à l'abondance extrême de *Trichodesmium* ou, plus rarement, à la surabondance de Coccolithophoridae (g. *Coccolithus*).

### Formation de la nappe

La formation de la nappe commence par l'apparition à la surface de petits essaims ("patches") d'une espèce ou de quelques espèces voisines qui vont caractériser ce peuplement aberrant. Très rapidement, la confluence des essaims réalise une couverture plus ou moins continue et la densité cellulaire augmente jusqu'à atteindre plusieurs millions et parfois plusieurs dizaines de millions de cellules par litre. La durée du phénomène dépend étroitement des conditions météorologiques : un calme prolongé, accompagné de températures élevées, favorisera sa prolongation ; si, par contre, la stabilité et la stratification du milieu sont altérées par un changement des conditions météorologiques (reprise des vents), la nappe se disloquera et se dispersera rapidement.

L'origine de ce surpeuplement local en organismes phytoplanctoniques peut être imputé, soit à une forte poussée de production primaire *in situ* (*red tides* de multiplication) - c'est le cas fréquent des *red tides* survenant dans les baies - soit à la concentration des organismes sous l'effet d'une dynamique particulière des masses d'eaux (*red tides* de concentration). Ce dernier cas se produit par exemple à la limite entre les eaux côtières saumâtres qui tendent à s'étaler en surface et les eaux du large déplacées par un vent on shore (Fig. 4) ou - et c'est fréquemment le cas dans les *red tides* du large à *Trichodesmium* - lorsqu'un vent d'une certaine force engendre des cellules de convection qui tendent à rassembler les organismes en bandes parallèles, plus ou moins espacées, de même direction que le vent lui même (Fig. 5).

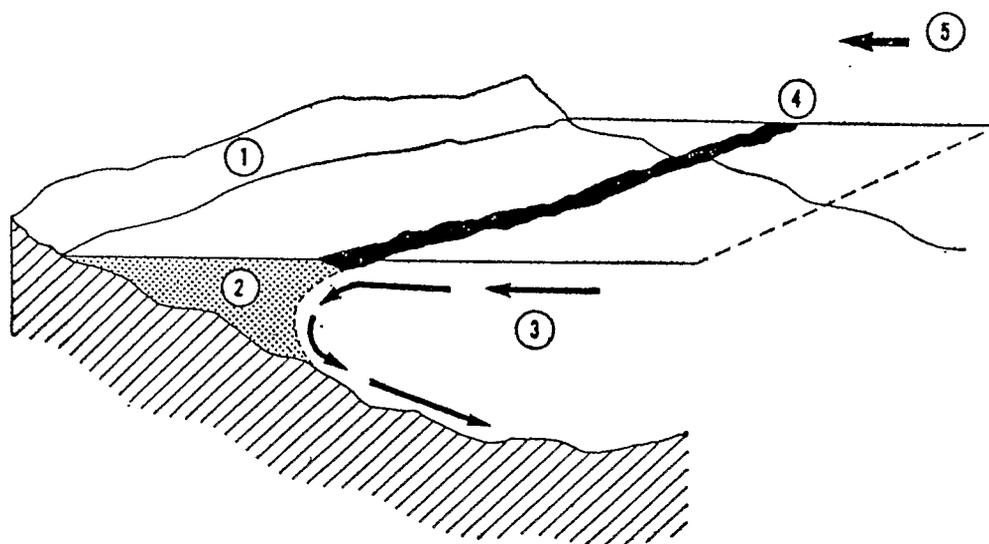


Fig. 4.- *Red tide* (4) par accumulation d'organismes parallèlement à la côte (1), à la limite entre les eaux côtières (2) et les eaux du large (3) déplacées par un vent on shore (5).  
(d'après PERES J.M., 1976)

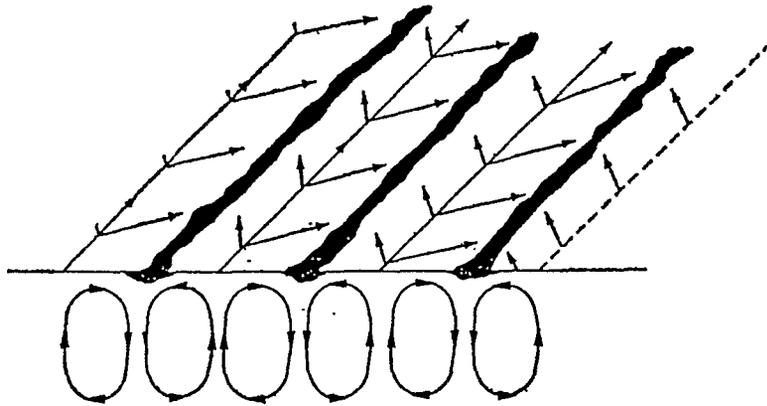


Fig. 5.- *Red tide* du large (généralement à *Trichodesmium*) agencée en bandes parallèles sous l'influence d'un vent engendrant des cellules verticales de circulation.  
(d'après PERES J.M., 1976)

### *Facteurs favorables au déclenchement du phénomène*

Les *red tides* se produisent généralement en été et au moment de modifications assez brutales des conditions du milieu telles que la température, la salinité, l'éclairement ou la concentration en sels minéraux nutritifs.

Mais, plus qu'un seul facteur, ce serait en fait une conjonction de facteurs qui déclencherait le phénomène. Ainsi une élévation de température, qui accroît l'intensité du métabolisme, est certainement un facteur favorable : en effet le phénomène, essentiellement localisé en zone intertropicale, ne se manifeste qu'en été sur les côtes tempérées. Un abaissement de la salinité serait aussi un facteur favorable, les *red tides* survenant souvent après de fortes pluies. Une diminution de la salinité en agissant conjointement avec une élévation de température diminue la densité de l'eau ; de ce fait, le mélange des eaux saumâtres avec l'eau de mer normale est alors rendu très difficile et confère à la nappe superficielle saumâtre un véritable caractère de milieu fermé. Enfin, une des principales cause de déclenchement semble être une eutrophisation excessive (liée aux apports de sels minéraux nutritifs par les eaux continentales) et le déséquilibre du rapport atomique N/P. Les valeurs très basses de ce rapport ( $< 1$ ) peuvent conduire à une sélection graduelle des espèces phytoplanctoniques au profit de celles qui toléreront le mieux cette anomalie hydrologique ; c'est ainsi que le processus aboutirait au peuplement très dense et oligo ou monospécifique caractéristique des *red tides*.

### TOXICITE

Une des premières conséquences des *red tides* est la mort par anoxie de toutes les espèces qui n'ont pas la possibilité de sortir de la zone polluée. En effet, les organismes meurent asphyxiés, soit par encombrement des branchies, soit par apparition d'un milieu anoxique du fait de l'accumulation de matériel organique (qui provoque une diminution de l'oxygène dissous et l'apparition d'hydrogène sulfuré).

Une seconde cause de mortalité est due à l'émission de toxines dans le milieu par les organismes impliqués dans le phénomène. En ce qui concerne les *red tides* à *Trichodesmium*, nous ne disposons pas de données certaines sur la question de leur toxicité. Mais leur occurrence dans les eaux du large diminue considérablement les répercussions possibles d'une éventuelle toxicité à travers la chaîne alimentaire et sur l'homme. La situation est mieux connue pour les *red tides* côtières à Dinoflagellés dont occurrence est en relation avec de fortes mortalités d'organismes marins. En effet, les Dinoflagellés émettent une toxine, la saxitoxine (STX), qui entraîne la destruction des peuplements in

*situ* et proches, pélagiques et benthiques. La toxicité peut ensuite se transmettre tout au long de la chaîne alimentaire. Ainsi les toxines accumulées dans les bivalves (moules, Pecten, Cardium, Venus) qui se sont nourris des Dinoflagellés d'une *red tide* peuvent provoquer chez l'homme des empoisonnements graves, parfois même mortels. Les cas de mortalité massives d'oiseaux de mer, de poissons et de mammifères marins se nourrissant d'organismes intoxiqués (bivalves, invertébrés benthiques) à la suite de *red tides* sont bien connus. Enfin, la saxitoxine libérée lors de *red tide* peut, après reprise des vents et de l'agitation de l'eau qui dissipe la nappe, être transportée par le vent en aérosol et provoquer chez les populations côtières des affections rhino-pharyngées.

**CONCLUSION.** La nappe jaune-ocre observée ce 09 janvier 1993 au large de Maré, correspond donc au phénomène biologique relativement bien connu des "eaux décolorées", globalement baptisées "eaux rouges" ou "*red tides*" du nom des eaux rouges à Dinoflagellés qui sont les plus fréquentes (la coloration anormale prise par l'eau de mer lors de ce phénomène peut être en fait aussi bien blanchâtre que jaunâtre ou brunâtre). C'est un phénomène local et temporaire qui prend naissance avec la conjonction de facteurs hydrologiques et dynamiques du milieu. Ainsi la modification de paramètres physico-chimiques comme une élévation de température, une baisse de la salinité, une eutrophisation excessive et/ou un déséquilibre du rapport atomique N/P (apport de sels minéraux nutritifs par les eaux continentales) provoquent une poussée excessive de production primaire qui conduit rapidement - par élimination des espèces ne tolérant pas ces anomalies hydrologiques - à l'apparition dans la couche superficielle d'un peuplement phytoplanctonique oligo ou monospécifique extraordinairement dense (jusqu'à plusieurs dizaines de millions de cellules par litre). Le rassemblement des organismes en bande plus ou moins continue - "l'effet de nappe" - est attribué à une dynamique particulière des masses d'eaux telle que l'affrontement des eaux saumâtres et des eaux du large ou telle que l'apparition de cellules de convection sous l'action du vent. Des mortalités massives, intéressant tous les échelons de la chaîne alimentaire, sont associées à ce phénomène des eaux décolorées, soit par anoxie (engorgement des branchies, diminution de l'oxygène dissous et apparition d'hydrogène sulfuré du fait de l'accumulation de matériel organique), soit par émission de toxines (cas des *red tides* à Dinoflagellés). Le cas qui nous intéresse est caractéristique des eaux décolorées du large et a pour origine la prolifération de la Cyanobactérie du genre *Trichodesmium* encore appelée *Oscillatoria*. Il n'existe quasiment pas de certitudes sur la toxicité des *red tides* à *Trichodesmium* et aucun cas connu de toxines imputables à des Cyanobactéries. D'autre part, le fait que les *red tides* à *Trichodesmium* surviennent au large diminue considérablement les risques de répercussion d'une éventuelle toxicité sur l'homme. Il s'agit donc d'un phénomène naturel et même s'il peut entraîner des mortalités massives dans les peuplements animaux (espèces benthiques, poissons, oiseaux de mer, mammifères marins) et des intoxications parfois graves chez l'homme, il est impossible de parler de "pollution".

#### - BIBLIOGRAPHIE -

- ANDERSON D.M. & WHITE A.W., 1992.- Marine biotoxins at the top of the food chain. *Oceanus*, 35 (3) : pp 55-61.
- CHRETIENNOT-DINET M.J., 1990.- *Atlas du phytoplancton marin. Volume III : Chlorarachniophycées, Chlorophycées, Chrysophycées, Cryptophycées, Euglénophycées, Eustigmatophycées, Prasinophycées, Prymnésiophycées, Rhodophycées, Tribophycées.* Editions du C.N.R.S., Paris. 261p.
- PERES J.M., 1976.- *Précis d'océanographie biologique.* Coll. "SUP". Presses Universitaires de France. Paris. 248 p.
- RICARD M., 1987.- *Atlas du phytoplancton marin. Volume II : Diatomophycées.* Editions du C.N.R.S., Paris. 297 p.
- SOURNIA A., 1986.- *Atlas du phytoplancton marin. Volume I : Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Raphidophycées.* Editions du C.N.R.S., Paris. 219 p.
- TREGOUBOFF G. & ROSE M., 1957.- Manuel de planctonologie méditerranéenne. Tome I (Texte). C.N.R.S., Paris. 587 p.
- TREGOUBOFF G. & ROSE M., 1957.- Manuel de planctonologie méditerranéenne. Tome II (Planches). C.N.R.S., Paris. 207 pl.
- VIOLA F., 1992.- Trip to a pea soup sea. *Sea Frontiers*, 38 (5) : pp 50-53.