

Apparition des "eaux rouges" à Gonyaulax polyedra
dans le Nord-Ouest de l'Adriatique (au large du Pô)

R. LALAMI-TALEB⁺, Y. LALAMI⁺, C. PICCINETTI^{**}, L. ABED⁺

⁺ Laboratoire de Matière Médicale - Université d'Alger

^{**} Laboratorio di Biologia Marina e Pesca - Fano, ITALIE

RESUME

L'apport d'eau douce dans le Nord-Ouest de l'Adriatique par le Pô, favorise le développement intense de Diatomées au détriment des autres phytoplanctontes. Pourtant, en septembre 1976, les aires intéressées par les dilutions du Pô, sont le siège d'une grande floraison de Gonyaulax polyedra. Il en résulte une sorte de nappe verdâtre ou brun-verdâtre qui s'étend à plusieurs milles de la côte.

Cette nappe d'"eaux rouges", moins dense que les eaux environnantes car plus chaude et moins salée, se caractérise également par une forte concentration de phosphates et de nitrates.

Outre ces conditions exceptionnelles, l'apparition des "eaux rouges" est sans doute liée aux apports terrigènes, riches non-seulement en substances organiques, mais aussi en certains facteurs de croissance comme la vitamine B12, favorables à la multiplication de Gonyaulax polyedra.

Différentes régions de la Méditerranée ont été également touchées par ce phénomène. Dans l'Adriatique, les "eaux rouges" ont été signalées : sur la côte NW, près de Rimini, dans les deux lacs de Mljet (côte orientale) à la suite d'un enrichissement naturel et/ou artificiel en sels nutritifs, et enfin dans le port de Pula (NE) à la suite de la multiplication massive depuis 1968 de Prorocentrum micans et de Gonyaulax polyedra.

ABSTRACT

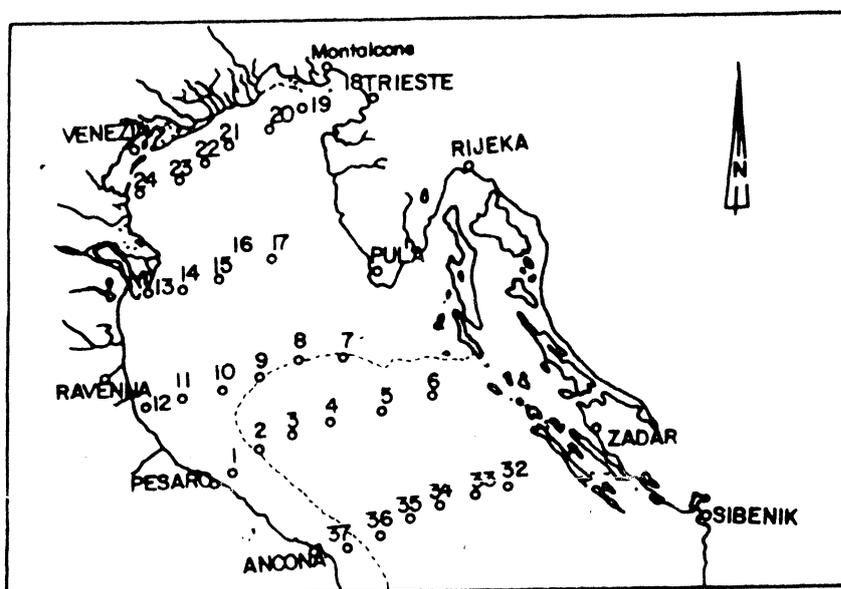
The contribution of fresh water in the North-West of the Adriatic by Pô, favours the intense development of Diatoms with detriment to others phytoplanktontes. Yet, in september 1976, the areas concerned by the dilutions of Pô, were the consequence of a great florescence of Gonyaulax Polyedra. This results in a kind of green or green-brown sheet which extends several miles off the coast.

This sheet of "Red Tides", which is less dense than the environment tides because it is more hot and less salted, is also characterized by an important concentration of phosphates and nitrates.

Furthermore to these exceptional conditions, the appea-

-rance of "Red Tides", is by no means linked to terrigenous contributions, which are not rich in organic substances, but in other growth factors such as vitamin B12 favorable to the multiplication of Gonyaulax Polyedra.

Different régions of the Méditerranéa have been affected by this phenomenon. In the Adriatic, the "Red Tides" have been signaled : on the coast NW, near Rimini in the two lakes of Mljet (oriental coast) following a natural and/or artificial enrichment in nutritive salts and in the Port of Pula (NE) following an important multiplication since 1968 of Prorocentrum micans and of Gonyaulax-Polyedra.



Emplacement des différents stations dans l'Adriatique Nord

En septembre 1976, les eaux intéressées par le processus de dilution du Pô, au nord-ouest de l'Adriatique, étaient recouvertes d'une substance verdâtre. La coloration de cette pellicule superficielle était provoquée par la pullulation massive de Gonyaulax-polyedra

L'étude biologique a montré que ce sont les eaux littorales très proches de l'embouchure du Pô qui étaient les plus affectées par ce phénomène d'"eaux rouges". Dans ces eaux en effet, la concentration de Gonyaulax polyedra était généralement supérieure à 2 millions de cellules par litre et pouvait même atteindre 15 millions.

Cette phyto-explosion n'est apparue que par temps calme, chaud d'où réchauffement de la couche superficielle et faible mouvement de la circulation des eaux d'ailleurs très diluées (moyenne des salinités des stations 13 et 13 bis : 30,52‰) déterminant donc des conditions océanographiques et météorologiques idéales pour le développement du phénomène de "red tides".

Ces "eaux rouges" se produisent par conséquent, dans une aire à salinité nettement inférieure à celle de l'eau environnante dont (la salinité moyenne est $36,34\text{‰}$) et à température légèrement supérieure. Ces caractéristiques, en lui conférant une densité nettement inférieure à celle des eaux sous-jacentes, l'isolent fortement et empêchent pratiquement tout mélange.

Cette nappe s'enrichit de plus par une quantité importante de substances nutritives ($36,70\text{mg/m}^3$ pour les phosphates et 107mg/m^3 pour les nitrates) alors que la moyenne de ces substances minérales ne dépasse pas $3,04$ et $77,01\text{mg/m}^3$ respectivement pour les phosphates et les nitrates dans les eaux environnantes de la haute Adriatique non contaminées.

Ce surpeuplement local est encore accru par des drainages terrigènes importants qui entraînent, en plus des éléments nutritifs de première nécessité, des substances organiques complexes, des hormones ou des facteurs de croissance, indispensables à une multiplication de certains Dinoflagellés. Chaque espèce de Péridiniens ayant une écologie bien particulière, ces substances de croissance favoriseraient un nombre restreint d'espèces planctoniques. C'est le cas notamment de Gonyaulax polyedra dont le développement est accéléré par la vitamine B12 (CARLUCCI, 1970).

La pullulation de cet organisme entraîne la destruction de toute la flore et la faune pélagique et benthique non seulement par les toxines qu'il sécrète, mais aussi par la saturation biologique. L'accumulation de matériel organique occasionne en effet, une diminution de l'oxygène dissous et l'apparition de l'hydrogène sulfuré d'où mort par anoxie de toutes les espèces qui ne peuvent désertier la zone polluée.

Dans ce milieu, seule subsiste l'espèce à l'origine du phénomène qui y prolifère pour atteindre une densité anormalement élevée jusqu'au retour des conditions météorologiques et physico-chimiques normales (grâce à une homogénéisation provoquée par les courants) et d'une reprise du cycle métabolique.

Quelles sont les causes de ce phénomène d'"eaux rouges" ?

Pour PINCEMIN (1969) qui a mis en culture dans un milieu enrichi, Cochlodinium sp., dinoflagellé responsable d'"eaux rouges" devant Juan-les-Pins, et n'a pas réussi à le faire proliférer in vitro, la formation d'"eaux rouges" en mer ne peut s'expliquer que par l'apparition de conditions physico-chimiques exceptionnelles et spécifiques pour chacune des espèces impliquées.

L'aire d'eau colorée, formant une nappe isolée du reste du bassin et possédant son enrichissement propre, va subir des transformations par le métabolisme des autres organismes jusqu'à un état qui favorisera l'espèce responsable. Celle-ci va envahir alors toute la zone superficielle et va exercer, de plus, un effet inhibiteur sur le développement des autres espèces.

D'autres auteurs imputent le rassemblement de Dinoflagellés à de très fortes densités, dans des zones limitées, à des processus dynamiques particuliers. Ainsi, a-t-on observé une concentration maximale d'organismes responsables d'"eaux rouges" au niveau de la zone de contact située au large entre les eaux saumâtres drainées par les fleuves et les eaux du large repoussées par les vents vers le continent.

Quoi qu'il en soit, ces "eaux rouges" qui sont connues depuis l'aube des temps et qui étaient autrefois localisées en général dans les zones peu profondes, franchement côtières ou proches des estuaires dans la région inter-tropicale, tendent à devenir de plus en plus fréquentes dans les pays tempérés industrialisés. Actuellement, elles représentent un danger réel, danger exacerbé par les rejets urbains ou certains effluents industriels qui déterminent une fertilisation excessive ou eutrophisation. Les exigences en substances organiques de nombreux Dinoflagellés, expliqueraient le déclenchement de ces eaux colorées près des ports ou des lieux localement pollués.

Parmi les "eaux rouges" décrites en Méditerranée, citons celles provoquées par Alexandrium minimum dans le port d'Alexandrie en 1958 (HALIM, 1960 a) par Chattonella subsala, dans la Baie de Villefranche en 1961 (TREGOUBOFF, 1962), par Gonyaulax polyedra à Juan-les-Pins en 1965 (PINCEMIN, 1969 a) et par Gymnodinium sp. à Izmir en 1955 (NUMANN, 1955 et 1957).

En Adriatique, de telles eaux ont été signalées dans les valli de la région de Venise (SCHREIBER, 1928, D'ANCONA, 1954 et MOZZI, 1964), dans les deux lacs de l'île de Mirjet en Adriatique orientale (CVIIC, 1955 et 1960) et dans la partie nord-ouest (près de Rimini par PICCINETTI-MANFRIN, 1969). Dans cette partie, c'est l'efflorescence massive de Peridinium depressum qui a causé la mort, par asphyxie, de nombreux poissons dont la décomposition entraîne la formation d'hydrogène sulfureux et le dégagement d'une odeur désagréable.

Plus récemment, MARETIC et al. (1978) ont signalé des multiplications importantes de Dinoflagellés depuis 1968 dans le port de Pula (nord-est de l'Adriatique), et pensent que ces poussées sont déterminées par des substances nutritives présentes dans le milieu. Les espèces à

L'origine de ces phénomènes sont : Prorocentrum micans, Gonyaulax polyedra et parfois Noctiluca miliaris. La durée de ce phénomène qui dépend donc étroitement des conditions météorologiques, peut avoir des répercussions dramatiques non seulement en provoquant la destruction de tous les peuplements in situ ou proches, par les toxines émises qui peuvent se transmettre tout le long de la chaîne alimentaire, mais aussi en déterminant des manifestations pathogènes chez les riverains par consommation de mollusques infestés et par les aérosols marins transportés par des vents qui irritent l'appareil respiratoire.

BIBLIOGRAPHIE

- BALECH, (E), 1977. Sur quelques *Protoperidinium* (Dinoflagellata) du Golfe du Lion. *Vie Milieu*, 26 (1976) (1-B) : 27-46.
- BALLE CRUELLAS, (P), 1965. Note sur des floraisons anormales de Diatomées au large des îles Baléares. *Rapp. P.-v. Réun. Commn int. Explor. scient. Mer Méditerran.*, 18 (2) : 371-372.
- BIECHELER, (B), 1936. Aperçu sur la population péridinienne euryhaline et eurytherme des mares saumâtres des environs de Sète. *C. r. 69^e Congr. Soc. sav., Montpellier*, : 65-66.
- BLANC, (F) & (M) LEVEAU, 1972. Etude de la zone d'eutrophisation correspondant à l'épandage des eaux du Rhône. Programme Biologique International, *C. r. Activ. Particip. franç.*, p. 107-109.
- BLASCO, (D), 1973. Etude cytologique de *Chattonella subsala* Biecheler. *Rapp. P.-v. Réun. Commn int. Explor. scient. Mer Méditerran.*, 21 (B) : 423.
- CABASSO, (V) & (H) ROUSSEL, 1942. Essai d'explication du phénomène dit "des eaux rouges" du lac de Tunis. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 31 (3-4) : 203-211.
- CARLUCCI, (A.F.), 1970 Vitamin B12, thiamin and biotin In : *the ecology of the plankton off La Jolla, California, in the period april through september 1967*, p. 23-31. Ed J.D.H., Strickland. *California Univ. Calif. Presse*.
- CARRADA, (G.C.) & (M) RIGILIO TRONCONE, 1974. Presence of "red water" and environmental condition in some meromictic brackish-water lagoons of the Pontine region. *Rapp. P.-v. Réun. Commn. int. Explor. scient. Mer Méditerran.*, 22 (6) : 33-35.

- CVIIC, (V), 1955. Red water in the lake "Malo Jezero", Island of Mljet. *Acta adriat.*, 6 (2) : 1-15.
- CVIIC, (V), 1960. Apparition d'"eau rouge" dans le Veliko Jezero (Ile de Mljet). *Rapp. P.-v. Réun. Commn. Int. Explor. scient. Mer Méditerr.* 15 (3) : 79-81.
- D'ANCONA, (U), 1954. "Fioriture" di fitoplancton in una valle da pesca. *Archo Oceanogr. Limnol.*, 9 (3) : 286-288.
- GANGEMI, (G), 1971. Apparizione di "Acque Rosse" a Volvocales sul litorale del golfo di Patti (Messina). *Rev. int. Océanogr. méd.* 24 : 149.
- GANGEMI, (G), 1973. Apparizione di "acque rosse" a Volvocales sul litorale del golfo di Patti (Messina). Nota preliminare. Atti 5. Coll. int. Oceanogr. med., Messina 1971, : 475-485.
- GENOVESE, (S), 1961 a. Sul fenomeno dell' "acqua rossa" riscontrato nello stagno salmastre di Fano (Messina). *Atti Soc. pelorit. Sci. fis. mat. nat.*, 7 (3-4) : 269-271.
- GENOVESE, (S), 1961 b. Sur la présence d'"eau rouge" dans le lace de Fano (Messine). *Rapp. P.-v. Réun. Commn. int. Explor. scient. Mer Méditerr.*, 16 (2) : 255-256.
- GENOVESE, (S), 1963. The distribution of H₂S in the lake of Fano (Messina) with partiuculate regard to the présence of "red water". In : Symposium on marine microbiology, C.H. Oppenheimer, Edit., Thomas, Springfield : 194-204.
- GENOVESE, (S), (C), RIGANO & (M), LA CAVA, 1963. Ulteriori osservazioni sulla presenza dell' "acqua rossa" nel lago di Fano. *Atti Soc. pelorit. Sci. fis. mat. nat.*, 8 (3-4) : 503-510.
- HALIM, (Y), 1960 a. *Alexandrium minutum* n.g. n. sp., Dinoflagellé provoquant des "eaux rouges". *Vie Milieu*, 11 (1) : 102-105.
- HALIM, (Y), 1960 b. Observations on the Nile bloom of phytoplankton in the Mediterranean. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer.*, 26 (1) : 57-67.
- HELDT, (J.-H.), 1952. Eaux rouges. *Bull. Soc. Sci. nat. Tunis.*, 5 (1-4) : 103-106.
- HOLLANDE, (A) & (M) ENJUMET, 1957. Sur une invasion des eaux du port d'Alger par *Chattonella subsala* (= *Hornellia marina* Sub.) Biecheler. Remarques sur la toxicité de cette Chloromonadine. *Bull. Trav. Stn Aquic. Pêche Castiglione*, n. Sér., 8 : 271-280.

- JACQUES, (G) & (A) SOURNIA, 1978-1979. Les "eaux rouges" dues au phytoplancton en Méditerranée. *Vie et Milieu*, 28-29, 2, AB : 175-187.
- MARETIC, (Z), POJED, (I), ZEHIC, (R), BULJAN, (M), 1978. Red tide due to dinoflagellates in the harbour of Pula. *Biol.*, 80 (Suppl. 1) : 153-159.
- MOZZI, (C), 1964. Osservazioni sul contenuto di ossigeno disciolto delle acque delle valli da pesca durante l'estate in occasione di fioriture di fitoplancton. *Atti Ist. Veneto Sci. Matem. Natur.*, 122 : 459-472.
- NUMANN, (W), 1955. Izmir körfezinde "Balik kirilmesi" hadisesi (en turc). *Hidro. Mec.*, Ser. A, 3 (2) : 90-93.
- NUMANN, (W), 1957. Natürliche und künstliche "redwater" mit anschließenden Fischsterben im Meer. *Arch. Fisch Wiss.*, 8 (3) : 204-209.
- PICCINETTI, (C) & (G), MANFRIN, 1969. Osservazioni sulla mortalità di pesci ed altri organismi verificatasi nel 1969 in Adriatico. *Note Lab. Biol. mar. Pesca Fano*, 3 (4) : 73-92.
- PICCINETTI, (C), MANFRIN, (G), PICCINETTI, (C), SCARANI, (A), 1981. Etude des causes de mortalité des larves et post-larves d'Anchois en Adriatique. *Document F.A.O. n° 253* : 137-139.
- PINCEMIN, (J.M.), 1969 a. Le problème de l'eau rouge. *Rev. int. Océanogr. méd.*, 13-14 : 181-203.
- PINCEMIN, (J.M.), 1969 b. Apparition d'une eau rouge à *Cochlodinium* sp. devant Juan-les-Pins. *Rev. int. Océanogr. méd.*, 13-14 : 205-216.
- SCHREIBER, (B), 1928. Osservazioni su di un principio di "mar sporco" in una valle lagunare veneta. *Archo zool. ital.*, 12 : 123-131.
- TREGOUNBOFF, (G), 1957. Myxophycées (Cyanophycées). In : manuel de planctonologie méditerranéenne, G. Trégouboff & M. Rose, Edit. Centre nat. Rech. scient., Paris, I : 33-34 ; II, pl. 2.
- TREGOUNBOFF, (G), 1962. Sur l'invasion de la baie de Villefranche-sur-Mer en juin 1961 par *Chattonella subsala* Biecheler. *Cah. Centre Etudes Rech. Biol. Océanogr. Méd.*, I : 9-13.
- TRUPER, (H.G.), & (S), GENOVESE, 1968. Caractérisation of photosynthetic sulphur bacteria causing red water in lake Faro (Messina, Sicily). *Limnol. Oceanogr.*, 13 (2) : 225-232.
- VOLTOLINA, (D), 1970. Fioritura di fitoplancton nella lagune veneta. *Archo Oceanogr. Limnol.*, 16 (3) : 275-279.
- VOLTOLINA, (D), 1973 a. A phytoplankton bloom in the lagoon of Venice. *Archo Oceanogr. Limnol.*, 18 (1) : 19-37.

- VOLTOLINA, (D), 1973 b..Osservazioni sulla composizione qualitativa del fito-plancton durante un fenomeno di fioritura nella laguna di Venezia. *Atti Ist. veneto Sci. Matem. Natur.*, 131 : 119-146.
- ZAOUALI, (J), 1975. Condition d'apparition et déroulement du phénomène des eaux rouges dans le lac de Tunis (années 1971-73). *Rapp. P.-v. Réun. Commn int. Explor. scient. Mer Méditerr.*, 23 (3) : 39-40.