

ROLE DES BACTÉRIES SULFATO-RÉDUCTRICES ET DES BACTÉRIES PHOTOTROPHES PENDANT LES PHÉNOMÈNES DE CRISES DYSTROPHIQUES À EAUX ROUGES DANS UN ÉTANG SAUMÂTRE MÉDITERRANÉEN (ÉTANG DU PREVOST, MONTPELLIER, FRANCE).

par P. CAUMETTE

Laboratoire d'Hydrobiologie marine, USTL, place E. Bataillon, 34060 Montpellier Cédex.

Dystrophic crisis with red water caused by purple bacteria appears in summer, in mediterranean brackish lagoons near Montpellier, France. This phenomenon were studied in the Prevost lagoon. It appears that excessive deposits of organic matter in the lagoon water and sediment lead to increased oxygen consumption and overproduction of hydrogen sulfide caused by sulfate reduction in the sediment. Sulfate reducing bacteria are activated in spring and summer and the production of sulfide increase at these periods. Sulfate reducers are able to use some different substrates: formiate, acetate, lactate...

*In the anoxic water with hydrogen sulfide, the purple sulfur bacteria (*Thiocapsa*, *Chromatium* and *Thiocystis*) develop a red water and oxidize H_2S to sulfate.*

Dans les étang littoraux languedociens de la région de Montpellier, et notamment, dans l'étang du Prévost, des phénomènes de crises dystrophiques se développent généralement chaque été, entraînant l'anéantissement complet de la faune et de la flore (AMANIEU et coll., 1975). Ces états de crise sont principalement dus à une perturbation dans le cycle du soufre. En effet, une surproduction d'hydrogène sulfuré favorise l'état de crise par anoxie de l'eau; consécutivement apparaît une eau rouge causée par la prolifération des bactéries phototrophes sulfoxydantes (*Chromatiaceae*) et plus particulièrement les genres *Thiocapsa*, *Chromatium* et *Thiocystis* (CAUMETTE et BALEUX, 1980).

Dans l'étang du Prévost, il apparaît que les fortes productions de sulfures sont dues à une sulfato-réduction intense liée aux apports importants de matières organiques à un sédiment réduit et aux concentrations élevées de sulfates provenant du milieu marin. L'étude des productions de sulfures par sulfatoréduction, ainsi que l'oxydation des sulfures dans la phase anaérobie par les bactéries phototrophes et l'étude de leur action sur les paramètres abiotiques font l'objet de ce travail.

L'étang du Prévost est une lagune de 380 ha fermée par un cordon littoral, communicant avec la mer par l'intermédiaire d'un grau et avec les autres étangs par de petits passages. De faible profondeur (1 m à 1,50 m d'eau) il reçoit des effluents continentaux (rivières). Les prélèvements d'eau et de sédiment ont été pratiqués par carottages à différentes stations de prélèvements et analysés en laboratoire.

Analyses bactériologiques: il a été utilisé le milieu de PFENNIG (1965) pour l'étude des bactéries photosynthétiques et le milieu de WIDDEL et PFENNIG (1977) pour les bactéries sulfato-réductrices.

Les analyses physico-chimiques ont été pratiquées, *in situ*, à l'aide d'électrodes spécifiques pour l'oxygène dissous, le pH, la salinité et la température; au laboratoire, le taux de sulfures a été évalué par la méthode au bleu de méthylène et le taux de sulfates par la méthode au chlorure de baryum. L'étude de la production de sulfures a été réalisée en flacons après 24 h d'incubation.

La production de sulfures par sulfato-réduction dans le sédiment, est à l'origine des bouleversements qui interviennent dans l'étang du Prévost lors des phénomènes de dystrophie. Les bactéries sulfato-réductrices sont capables d'oxyder lors de la sulfato-réduction différentes acides organiques: lactate, formate, acétate, propionate, butyrate. WIDDEL et PFENNIG 1977, WIDDEL, 1980). Ces bactéries sont présentes dans les sédiments de l'étang du Prévost à des taux relativement élevés (10^3 à 10^5 b/g de sédiment). Leur répartition en fonction de la profondeur fait apparaître un niveau préférentiel à - 10 cm. Leur nombre diminue ensuite avec la profondeur.

Dans l'étang du Prévost, le nombre de bactéries est maximum lorsque le lactate est utilisé comme substrat (10^5 à 10^6 b/g à - 10 cm). C'est le substrat préférentiel des sulfato-réducteurs issus de ces milieux aquatiques. A l'exception du lactate, les substrats les plus utilisés sont l'acétate et le formate. Ce sont des substrats de faible poids moléculaire C_2 et C_1). Les substrats en C_3 ou C_4 (propionate ou butyrate) ne sont pas ou très peu utilisés par les sulfato-réducteurs de l'étang du Prévost. CAHET (1975) a montré l'utilisation de ces substrats par les flores sulfato-réductrices. A 50 cm de profondeur, les bactéries se développant sur

acétate et formate sont présentes à des valeurs de 10^3 à 10^4 b/g tandis que pour le lactate, les taux bactériens sont compris entre 10^1 et 10^2 b/g. Il semble qu'en fonction de la profondeur dans les sédiments, par adaptation, les bactéries sulfato-réductrices utilisent des substrats organiques beaucoup plus simples. Les productions de sulfures vis à vis de différents substrats, sont maximum pour le lactate utilisé à 5-10 cm de profondeur dans le sédiment (0,73 mg/g/j). Pour l'acétate elles sont en moyenne de 0,25 à 0,30 mg/g/j; lors de l'utilisation du formate elles varient de 0,15 à 0,25 mg/g/j; elles sont pratiquement nulles dans le cas du propionate et du butyrate. En accord avec JØRGENSEN(1978), les résultats font apparaître que les productions sont fonction du nombre de bactéries sulfato-réductrices. Ces productions de sulfures varient avec les saisons.

Au printemps et en été, elles augmentent dans le sédiments, et l'hydrogène sulfuré produit peut envahir toute la masse d'eau. Par la balance entre les gaz dissous (O_2 , H_2S) il peut se créer un état d'anaérobiose, commencement de la crise dystrophique. L'augmentation de la quantité de matière organique est à l'origine de ces dystrophies (CAUMETTE et BALEUX 1980). Elle peut être importée (matière organique des effluents) ou produite (mortalité des populations d'algues).

L'analyse des eaux pendant un phénomène de crise dystrophique montre l'importance de l' H_2S (4 à 5 ppm) dans les eaux anoxiques. Les bactéries anaérobies sont activées et la production d'acides organiques a une forte influence sur le pH ($8 \rightarrow 7,2$). Ces conditions créent un état favorable à la prolifération des bactéries photosynthétiques sulfo-oxydantes. Elles se développent dans l'eau en formant une eau rouge ($8, 10^9$ b/ml). Une espèce de la famille des Chromatiaceae est dominante, *Thiocapsa roseopersicina*. Pendant la durée de l'eau rouge, le taux de sulfures dans l'eau diminue rapidement (5 ppm \rightarrow 0), tandis que le taux de sulfates augmente (2100 ppm \rightarrow 2900 ppm), soit 0,15 mM de diminution de $S^{=}$ pour 8 mM de $SO_4^{=}$ formé. Cela implique une sulfo-oxydation par les bactéries phototrophes plus active que la sulfato-réduction au niveau du sédiment superficiel. Les bactéries photosynthétiques sont les seuls organismes capables d'oxyder des composés réduits du soufre (SH^- , $S^{=}$, H_2S) en composés oxydés

($S_{\text{O}} \longrightarrow SO_4^=$) dans un milieu réducteur grâce à la photosynthèse anaérobie.

BIBLIOGRAPHIE

- AMANIEU, M.; B. BALEUX,; O. GUELOGENT, et P. MICHEL, 1975.- Etude biologique et hydrologique d'une crise dystrophique (malaigue) dans l'étang du Prévost à Palavas (Hérault). Vie et Milieu (ser B), 25, : 175-104.
- CAHET, G. 1975.- Transferts d'énergie en milieu sédimentaire. Cas des sulfato-réducteurs. Vie et Milieu, 25, 1B : 49-66
- CAUMETTE, P. et B. BALEUX, 1980.- Etude d'une eau rouge due à la prolifération de bactéries photosynthétiques (étang du Prévost, Montpellier, France). Marine Biology, 56, : 183-194.
- JØRGENSEN, B. 1978.- A comparison of methods for the quantification of bacterial sulfate reduction in a coastal marine sediments. I,II,III, Geomicrobiology Journal, 1, 1, : 11-63.
- PFENNIG, N. 1965.- Anreicherungskulturen für rote und grüne schwefelbakterien. Zent. Bakt. Parasit. Knde, 48, 136.
- WIDDEL, F. et N. PFENNIG, 1977.- A new anaerobic sporing, acetate oxidizing, sulfate reducing bacterium - *Desulfotomaculum acetoxidans*. Arch. Microbiol. 112, : 119-122.
- WIDDEL, F. 1980.- Anaerober abbau von fettsäuren und benzoessäure durch neu isolierte arten sulfat-reduzierender bakterien. Thèse de doctorat Université Georg-August, Göttingen, RFA.