

### Cause principale des variations de la production des sels nutritifs azotés dans les sédiments de la baie de Roquebrune-Monaco

M. BOISSON\*, J.C. BRACONNOT\*\*, F. FERNEX\*\* et R. PUCCI\*

\*Centre Scientifique de Monaco, 16 boulevard de Suisse, 98030 Monaco Cedex (Principauté de Monaco)

\*\* Centre d'Etudes Océanographiques, CNRS, 06230 Villefranche-sur-Mer (France)

Une grande part de la matière organique qui se dépose sur les fonds des mers est rapidement incorporée aux sédiments superficiels à cause de la bioturbation (Billen, 1977; Meadows et Tait, 1984; Schink et al., 1975). Là, cette matière organique est généralement soumise à une intense activité microbienne, ce qui permet la production de sels nutritifs azotés (Emerson et al., 1979; Golterman, 1984; Klump et Martens, 1981; Lyons, 1979; Knodgrass et Klapwijk, 1986; Wilson et al., 1985). Il en résulte qu'en général les teneurs en ces sels sont plus élevées dans les eaux interstitielles que dans l'eau de mer sus-jacente. Ainsi, un flux de sels azotés peut s'établir des sédiments vers l'eau de mer.

La distribution verticale des sels azotés dissous dans les eaux interstitielles des sédiments superficiels de la Réserve sous-marine du Larvotto à Monaco a été mesurée à 10 reprises, de Mars 1984 à Juillet 1986. Les sels azotés dissous dans les eaux interstitielles ont été prélevés à l'aide de capteurs qui utilisent le principe de la dialyse (cf Hesslein, 1976; Van Eck et Smits, 1986). Ces capteurs comportent, sur 30cm de hauteur, 10 logettes superposées de 10ml, qui sont remplies d'eau distillée et recouvertes d'une membrane de 0,2µm de porosité. Le capteur est planté verticalement dans le sédiment où il reste 3 semaines jusqu'à ce que l'équilibre ionique soit atteint. Les dosages des sels nutritifs ont été faits en appliquant les méthodes classiques en océanographie (Treguer et Le Corre, 1975).

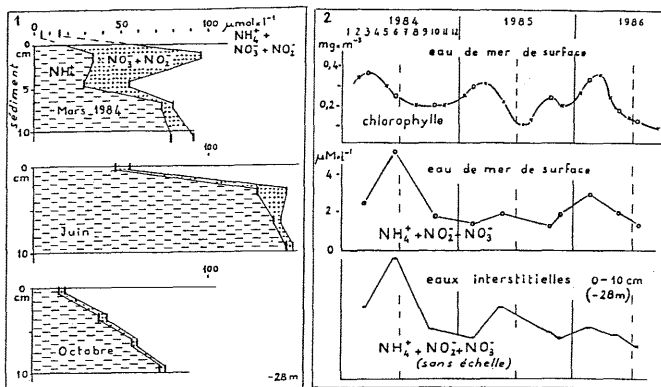


Fig. 1. Distribution verticale des sels nutritifs azotés dissous dans les eaux interstitielles.

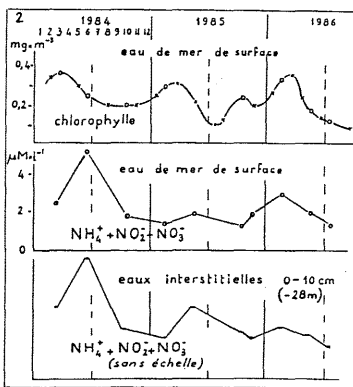


Fig. 2. Variations au cours du temps des teneurs en chlorophylle dans l'eau de mer, des sels nutritifs azotés dans l'eau de mer, et des sels azotés dans les eaux interstitielles.

On constate que les teneurs en sels nutritifs dans les 10 premiers cm de sédiments varient au cours du temps (Fig. 1). Afin d'exprimer les fluctuations de l'ensemble des profils, on considère la surface qu'ils délimitent, autrement dit on intègre linéairement les teneurs mesurées à chaque niveau. Les teneurs étaient les plus élevées en Mai-Juin de 1984 et 1985. Elles étaient faibles en automne de ces mêmes années. L'évolution est différente en 1986.

Quelle est la cause des fluctuations ? Afin de pouvoir apporter un élément de réponse il convient de considérer les teneurs en sels azotés dans l'eau de mer de la même région, ainsi que les concentrations de la biomasse phytoplanctonique qui a été estimée par la mesure de la fluorescence.

Considérées globalement, les teneurs en sels azotés fluctuent d'une façon similaire dans les eaux interstitielles et dans l'eau de mer de surface (tel n'est cependant pas le cas des eaux à mi-profondeur). Cela suggère que les fluctuations dans les deux milieux ont, du moins en partie, une même cause. Pour cerner le problème, considérons les fluctuations des concentrations en chlorophylle, telles qu'elles sont données par les moyennes mobiles (Fig. 2). Le maximum des concentrations se produit à la fin de l'hiver, peu avant le maximum des teneurs en sels azotés du mois de Juin qui est principalement dû à l'ammoniaque. La diminution de la concentration en chlorophylle est sans doute liée à la consommation du phytoplancton par le zooplancton herbivore. Précisément, les Salpes se sont grandement développées en Avril de 1984 et 1985. Ces organismes produisent des pelotes fécales qui ont tendance à sédimenter rapidement (Morris et al., 1987). Arrivées au fond, cette matière organique, plus ou moins agglomérée par du mucus, est rapidement décomposée. Cependant, une autre part de la matière organique particulière a une vitesse de chute beaucoup plus lente, et elle se décompose en pleine eau (Suess, 1980). La décomposition de la matière organique en pleine eau ainsi que les excretions du zooplancton conduisent à la formation d'ammoniaque. Il n'est donc pas surprenant que les rythmes de production des sels nutritifs dans les deux milieux présentent une tendance à un certain synchronisme.

En 1986, l'allure des fluctuations de teneurs dans les eaux interstitielles est apparue différente. Les teneurs étaient faibles en Mai. Précisément, cette année là les Salpes n'ont pas connu un développement aussi important que les deux années précédentes.

### Matière organique dissoute en milieu marin : les amino-acides

R.A. DAUMAS

Laboratoire de Microbiologie du Milieu Marin, Centre Universitaire de Luminy, 13288 Marseille Cedex 9 (France)

Bien que les océans renferment une quantité considérable de matière organique (MO) à l'état dissous, les concentrations sont si faibles qu'elles se situent aux limites de détection des méthodes analytiques. Les connaissances, dans ce domaine, ont progressé au cours de la dernière décennie, notamment dans le domaine des petites molécules. Ainsi les amino-acides (AA) ont-ils fait l'objet d'un grand nombre de travaux, notamment dans les régions côtières; ces études ont montré que les AA ne représentent qu'une faible fraction du C organique dissous (0,2 à 0,3 %) mais leur rôle dans la biologie des océans est primordial; ils sont présents sous deux structures chimiques: soit sous forme de monomères, ce sont les AA libres dissous (AALD), soit sous forme de polymères ou d'hétérocondensats comme les acides humiques, ce sont les AA combinés dissous (AACD); les formes libres ne constituent que 1/10 des AA dissous.

Les AA interviennent dans la vie des océans sous des aspects divers: - soit comme molécule active physiologiquement du fait de leur assimilation par les organismes hétérotrophes et de leur rôle dans le métabolisme protéique; à la différence des glucides, ils participent peu à la constitution de substances de réserve; - soit comme agent complexant pour les métaux-traces en raison de leur structure amphotère.

Les concentrations en AALD sont comprises entre 0,02µM et 1-2µM, et les AACD sont présents à des concentrations 5 à 10 fois supérieures, mais le principal obstacle à la détermination des AA dissous dans l'eau de mer réside dans la concentration en sels minéraux 10<sup>5</sup> fois supérieure. Un profond changement se produit en 1980 avec le développement de la chromatographie sous haute pression (HPLC) et son application à la détermination des AA dans l'eau de mer par Mopper et Lindroth (1979); la complexation des AA avec l'ortho-phthalaldehyde fournit des complexes fluorescents qui peuvent être séparés par chromatographie sur une colonne de silice. La sensibilité de la méthode de détection par fluorescence est si grande, qu'elle permet de détecter les AALD sans concentration préalable (limite de détection: 10<sup>-15</sup> mole); et ceci dans un temps relativement court (durée de l'analyse: 30 minutes);

Les teneurs en AALD ont été suivies pendant un an, dans la baie de Marseille. Les résultats font apparaître des valeurs irrégulières en surface et au fond (70 m), la zone la plus stable étant située à 30 m de profondeur avec des teneurs comprises entre 944 et 1278 nM. Les plus fortes valeurs sont observées en Décembre et en Juin, elles doivent être attribuées, en hiver, à la dégradation bactérienne du matériel organique accumulé sur le fond, et, en été, à la lyse du phytoplancton. Les taux les plus bas sont trouvés en Février-Mars; ils sont observés dans toute la colonne d'eau. En zone océanique, la distribution du seston, et de la fraction protéique des microparticules a été comparée aux teneurs en AALD et AACD pour une colonne d'eau prélevée au large de Villefranche. Les résultats obtenus font apparaître une concordance entre l'augmentation des microparticules et des teneurs plus élevées en AA dissous, pour une couche d'eau comprise entre 300 et 400 m de profondeur. L'existence d'une barrière ralentissant la chute des particules peut être à l'origine d'une augmentation des AA dissous; le même phénomène a été observé au large de Toulon, l'augmentation des AA dissous correspondait à une variation de la température et de la salinité. L'analyse complète de la colonne d'eau sur un fond de 1600 m met en évidence des fluctuations concomitantes entre les AALD et les AACD qui intéressent surtout la fraction supérieure de la colonne d'eau.

L'existence d'un pool relativement stable d'AA dissous dans l'eau de mer ne constitue en fait que le résultat de plusieurs actions, les unes ayant pour effet d'accroître le stock d'AA et les autres visant à les utiliser; ainsi dans le premier compartiment on placera les bactéries responsables de l'hydrolyse des biopolymères et de la dégradation des protéines particulières, les mécanismes d'excrétion du phytoplancton, des algues benthiques et du zooplancton, et surtout les mécanismes de lyse cellulaire qui vont être à l'origine d'apports massifs d'AA dissous lors de la dégénérescence des populations planctoniques. Le deuxième compartiment est dominé par les bactéries qui constituent les principaux utilisateurs d'AA dissous; le phytoplancton, le zooplancton et certains organismes de la macrofaune peuvent absorber des AA à l'état dissous soit dans des périodes de pauvreté du milieu environnant, soit pour combler un déficit en certains AA, non synthétisés par l'organisme. La présence d'un seuil d'utilisation des AALD par les bactéries et la limitation des populations bactériennes par les ciliés et les flagellés semblent être les causes principales de l'existence d'un stock minimum d'AALD. La régulation de ce stock est facilitée par la vitesse d'assimilation des AALD par les bactéries qui peut être de l'ordre de quelques minutes dans les cas les plus favorables. Ainsi le cycle des AA dissous passe-t-il en grande partie par les bactéries qui jouent le rôle de régulateur du stock existant en milieu marin; mais la population bactérienne n'est pas homogène et son influence sur le cycle des AA dépendra notamment de son aptitude à hydrolyser les structures protéiques transportées par les particules; c'est par l'intermédiaire d'enzymes hydrolytiques situées dans ou sur la membrane que plus de la moitié de la production pélagique primaire des systèmes côtiers est utilisée par les bactéries.

- BILLEN G. (1977). - Thèse; Univ. Libre Bruxelles, Fac. Sc., Lab. Environnement; 266p.  
 EMERSON S., JAHNKE R., BENDER M., FROELICH P., KLUMPKHAMMER G., BOWSER C., SETLOCK G. (1980). - Earth Planetary Sci. Lett., Amsterdam, 49, 57-80.  
 GOLTERMAN H. (1984). - Verh. intern. Verein. Limnol., Schweizerbart'sche Verl., Stuttgart, 22, 23-59.  
 HESSLEIN R. (1976). - Limnol. Oceanography, 23, 1066-1069.  
 KLUMP J.V., MARTENS C. (1981). - Geochimica Cosmochim. Acta, 45, 101-121.  
 LYONS W.B. (1979). - Ph. D. Thesis, Univ. of Connecticut; 274p.  
 MEADOWS P.S., TAIT J. (1984). - Proc. 19th European marine biology Sympos.  
 MORRIS R.J., BONE Q., HEAD R., BRACONNOT J.C., NYVAL P. (1987). - Marine Biology, 97, 237-291.  
 SCHINK D.R., GUINASSO N.L., FANNING K.A. (1975). - Journ. of Geophysical Research, 80, 21, 3013-3027.  
 SNODGRASS W.J., KLAPWIJK A. (1986). - Sediments and Water Interactions; Springer Verlag (P.G.Sly Edit., CCW); 243-250.  
 SUESS E. (1980). - Nature, 283, 260-264.  
 TREGUER P., LE CORRE P. (1975). - Manuel polyc., Lab. Océanogr. chimique, Univ. Bretagne occidentale, Brest; 110p.  
 VAN ECK C.T., SMITS J.G. (1986). - Sediments and Water Interactions; Springer Verlag (P.G.Sly Edit., CCW); 282-301.  
 WILSON T.R., THOMSON J., COLLEY S., HYDES D.J., HIGGS N., SORENSEN J. (1985). - Geochimica et Cosmochimica Acta, 49, 811-822.