

OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Nouvelles données sur le fonctionnement interne des lagons d'atoll.* Note (*) de **Francis Rougerie**, présentée par Maurice Fontaine.

Des relevés physico-chimiques de longue durée portant sur un lagon d'atoll fermé (Takapoto) et un lagon semi-ouvert (Mururoa) permettent de mettre en évidence les caractéristiques propres de leur fonctionnement interne, et révèlent le rôle fondamental des échanges ioniques entre le lagon et l'océan, à travers l'eau interstitielle du socle corallien poreux.

PHYSICAL OCEANOGRAPHY. — New Data on Atoll Lagoon Internal Functioning.

Long lasting physical and chemical measurements in the lagoons of two atolls of Tuamotu archipelago, French Polynesia, one closed (Takapoto) and the other one half open (Mururoa) have made possible to put forward the main features of their internal functioning: the prime part is played by ionic exchanges between lagoon and ocean through porous coral base interstitial water. Vertical diffusion brings up continuously to the bottom of the lagoon exogenous nutrients stored in the deep ocean; primary production in open lagoons is thus sustained and can balance the biomass lost to the ocean through every falling tide.

Dans le cadre du programme international MAB de l'UNESCO, thème n° 7, le lagon de l'atoll fermé de Takapoto (Archipel des Tuamotu, Polynésie Française) a été l'objet d'une étude hydrologique complète pendant la période 1974-1978 [1]. Outre les aspects essentiels portant sur les cycles physico-chimiques contrôlant la productivité, l'établissement du bilan de sel de l'eau lagonaire piégée permet de mettre en évidence un mécanisme d'exportation vers l'océan de l'excès de sel issu de l'évaporation, à travers la couronne corallienne poreuse de l'atoll [2].

L'atoll de Takapoto se trouve en effet dans une zone océanique où l'évaporation (E) l'emporte en moyenne sur les précipitations (P) de 50 cm/an, la variabilité annuelle du terme évaporation vraie (E-P) atteignant ± 30 cm/an [3]. En situation normale d'évaporation vraie positive, la baisse de niveau du lagon est apparemment compensée par des entrées intermittentes d'eau océanique par deux ou trois passages (hoa) qui entaillent légèrement la couronne de l'atoll. L'eau douce d'évaporation étant remplacée par une quantité équivalente d'eau océanique, l'accumulation de sel est d'autant plus évidente, qu'aucune sortie significative d'eau lagonaire n'existe par les hoa dans le sens lagon-océan. Le lagon de Takapoto devrait donc être fortement sursalé et transformé en une nouvelle Mer Morte. Comme ce n'est pas le cas, la sursalure dans le lagon n'atteignant en moyenne que 10% de la charge en sel de l'océan, il doit exister un processus efficace d'évacuation de l'excès de sel à travers la couronne et le socle corallien poreux de l'atoll. Le suivi des variations thermo-halines de l'eau lagonaire couplé aux mesures locales du bilan évaporation-précipitation permet d'interpréter les fluctuations du bilan de sel en respectant un principe de causalité directe. A partir de l'équation de conservation du sel $M = V \times S$ (où M = Masse du sel, V = Volume du lagon, S = Salinité), il est possible de calculer la salinité théorique du lagon en situation normale comme en 1976 (évaporation vraie positive) et en saison des pluies exceptionnelle comme en 1977 (évaporation vraie négative).

En comparant ces salinités théoriques avec les salinités réellement mesurées, on constate que l'augmentation de salinité est trop faible en période sèche et la diminution trop forte en période humide; dans les deux cas on a un déficit de croissance de la salinité, qui est de 1‰ pendant la première période et de 2‰ pendant la deuxième (fig. 1). Ces chiffres ne peuvent s'interpréter que comme la confirmation de la réalité de la perte en sel du lagon par diffusion à travers la masse corallienne poreuse de l'atoll. Ce réajustement

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 16 161, ex 1

Cote : B

10 DEC. 1984

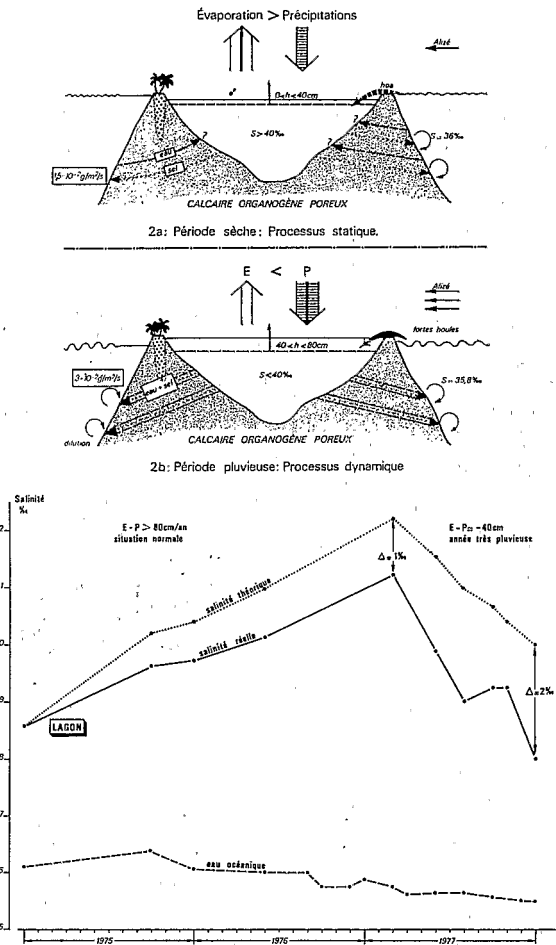


Fig. 1. — Évolution de la salinité réelle et de la salinité théorique calculée à partir de l'équation de conservation de sel et de l'évaporation-Précipitation.

Fig. 2. — Schéma de fonctionnement du lagon de l'atoll fermé de Takapoto.

halin (processus statique, *fig. 2 a*) est complété par un réajustement hydraulique en période pluvieuse puisque le lagon ne déborde jamais : son niveau s'équilibre par percolation de l'eau de fond, à travers la masse poreuse ce qui favorise le transfert de sel (processus dynamique, *fig. 2 b*). Dans l'hypothèse où les échanges se font latéralement, on peut calculer le flux moyen de sel vers l'océan à travers la paroi : il est de $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ g/m}^2/\text{s}$ dans le premier cas et de $3 \cdot 10^{-2} \text{ g/m}^2/\text{s}$ dans le deuxième.

Une étude ultérieure du lagon de l'atoll semi-ouvert de Mururoa (Tuamotu du sud-est) permet de généraliser ce modèle de fonctionnement interne en prenant en compte le bilan des sels nutritifs qui contrôlent la production primaire du lagon [4]. Exprimée par la teneur en pigments chlorophylliens, la biomasse végétale est cinq fois plus forte dans le lagon ($0,5 \text{ mg/m}^3$) que dans la couche euphotique océanique voisine ($0,1 \text{ mg/m}^3$). Or à chaque marée descendante, le lagon exporte dans l'océan une fraction notable de la biomasse qu'il produit, exportation contrôlée par la valeur du temps de résidence moyen des eaux lagunaires, de l'ordre de 50 jours. La machine récifo-lagonaire est ainsi traversée par une eau océanique claire, pauvre en sels nutritifs et en biomasse planctonique tout en restituant le même volume d'eau considérablement enrichi en pigments et espèces

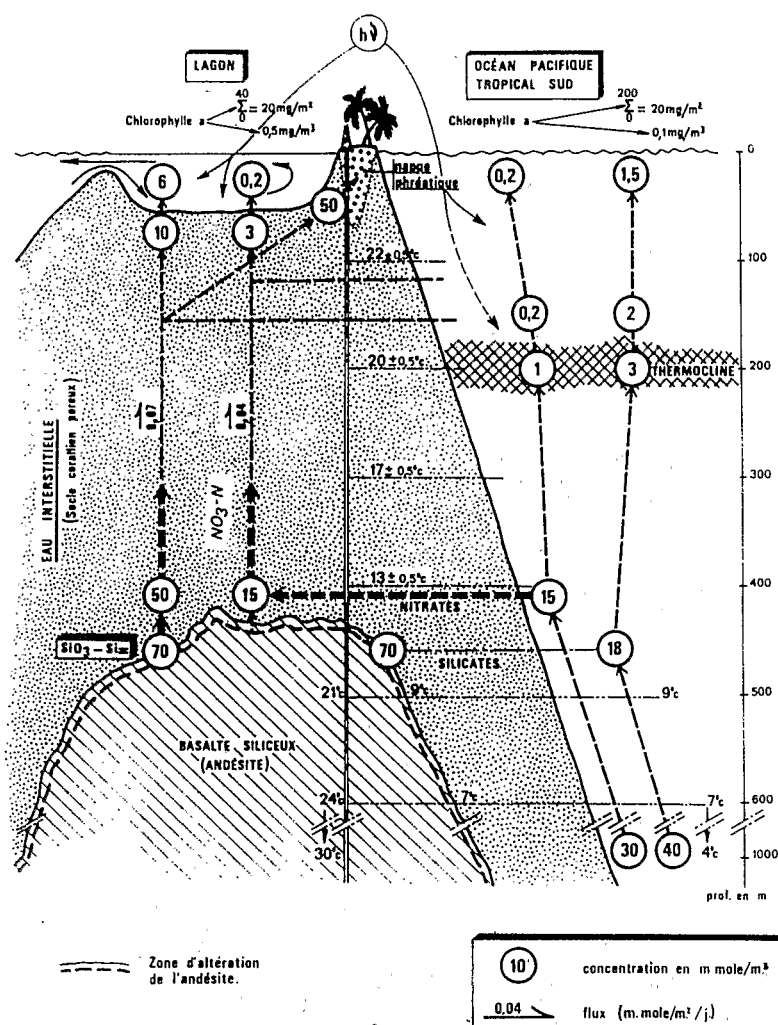


Fig. 3. — Échanges lagon/océan par diffusion et conduction-convection à travers le socle corallien poreux.

planctoniques, diatomées notamment : cet état paradoxal est très mal explicité par les modèles horizontaux traditionnels de fonctionnement des écosystèmes coralliens [5], qui n'ont jamais pris en compte la possibilité d'échanges internes avec des couches océaniques profondes.

A Mururoa, des prélèvements réalisés dans l'eau des puits forés, depuis la couronne de l'atoll à travers le socle corallien poreux jusqu'au basalte, permettent de comparer les caractéristiques hydrologiques de l'eau interstitielle présente dans le socle à celles de l'eau océanique [6].

Il apparaît ainsi que, bien que les gradients verticaux thermiques soient voisins dans les deux systèmes, les concentrations en sels minéraux dissous sont, à profondeur donnée, plus fortes dans l'eau interstitielle que dans l'océan. Cette distribution (fig. 3) est révélatrice d'une migration verticale ou diffusion, des sels nutritifs azotés, phosphatés et silicatés à partir des niveaux océaniques de profondeur supérieure à 300 m où ils sont abondants.

Cette diffusion dans l'eau du socle est en fait analogue à celle qui se produit à travers la pycnocline océanique et qui entretient un flux ascendant de nutriments exogènes consommés par photosynthèse à leur arrivée à la base de la couche éclairée, vers 150 m de profondeur.

Dans l'eau du socle, une estimation de ces flux verticaux donne la valeur de 0,7 mmole/m²/jour pour la silice, et 0,4 mmole/m²/jour pour l'azote-nitrate. Cet apport de nutriments neufs constitue donc bien le processus nécessaire et suffisant au maintien de la fertilité des lagons d'atoll, l'exportation de biomasse par les passes étant compensée, atome par atome, par ce flux nutritif interne qui tend à équilibrer les charges ioniques entre les milieux lagunaires et océaniques profonds, la jonction liquide étant assurée par l'eau interstitielle du socle poreux.

Affleurant à la surface océanique, la vasque lagunaire fonctionne ainsi de façon analogue à une lampe à pétrole : la photosynthèse « brûle » les nutriments qui apparaissent au fond du lagon après avoir migré dans le socle corallien (la mèche) à partir du riche réservoir océanique profond (Eau Antarctique Intermédiaire). Dans des lagons fermés comme Takapoto où la biomasse est piégée, les flux de nutriments doivent être faibles : dans ce cas limite, ce sont seulement les sels inertes en excès qui s'évacuent à travers le système poreux afin de diminuer l'écart de charge ionique entre le lagon et l'océan. Dans le cas intermédiaire des lagons semi-fermés ou réticulés, ce modèle peut rendre compte de l'ensemble des phénomènes de réajustement ionique : évacuation interne d'une fraction plus ou moins importante de l'excès de sel en situation habituelle d'évaporation vraie positive, et apport simultané de nutriments exogènes par l'eau interstitielle du socle afin de compenser les pertes de l'écosystème récifo-lagunaire.

Le fonctionnement des lagons d'atoll et l'équilibre de leur balance énergétique sont donc aussi étroitement tributaires de processus de diffusion interne de certains sels que des échanges directs avec la couche superficielle océanique.

(*) Remise le 24 octobre 1983, acceptée le 7 novembre 1983.

[1] B. SALVAT, *Journal des Océanistes*, 62, XXXV, 1979.

[2] J. A. GUEREDRAT et F. ROUGERIE, *Notes et Doc. d'Océanogr.*, n° 1, 1978, O.R.S.T.O.M.-Tahiti.

[3] F. ROUGERIE, *Toan Newsletter*, n° 7, 1981.

[4] F. ROUGERIE, R. GROS et M. BERNADAC, *Notes et Doc. d'Océanogr.*, n° 4, 1980, O.R.S.T.O.M.-Tahiti.

[5] A. MICHEL, C. COLIN, R. DESROSIERES et C. OUDOT, *Cah. O.R.S.T.O.M., Ser. Océanogr.*, IX, n° 3, 1971.

[6] F. ROUGERIE, M. RICARD et E. MAZAURY, *Document S.M.C.B.-O.R.S.T.O.M.*, 1982.

O.R.S.T.O.M., B. P. n° 529, Tahiti.