

## Caractéristiques générales du milieu liquide lagonaire de l'atoll de Takapoto

par

F. ROUGERIE<sup>1</sup>

### I. - Le milieu physique.

Enserré totalement dans un anneau de beach-rock et de sable calcaire dont la largeur excède rarement 200 mètres et se réduit au niveau des hoa (chenaux) à un platier corallien de quelques dizaines de mètres de large battu par les fortes houles, le lagon de Takapoto doit être considéré comme une vasque d'eau salée érigée dans l'océan dont la profondeur moyenne est de 4.000 mètres dans la zone des Tuamotu du nord. Comme dans les autres atolls du Pacifique Central le tombant externe a une pente supérieure à 60% et cette texture corallienne fossile doit, conformément à la théorie de Darwin, s'appuyer à plusieurs kilomètres en profondeur sur la masse basaltique de l'ancien volcan aérien; cette configuration a effectivement été rencontrée lors des forages effectués sur les atolls de Bikini et de Mururoa et plaide en faveur de cette théorie évolutive de genèse des atolls. La caractéristique principale de celui de Takapoto est d'être dépourvu de passes et de ne communiquer avec l'océan que par quelques chenaux peu profonds (hoa) au fonctionnement intermittent dont les plus actifs sont Teavatika et Orapa (côté sud-est) et Takai (côté nord-ouest).

Les observations actuelles montrent que les apports d'eau océanique sont difficiles et discontinus et que les sorties sont négligeables et inférieures à 10% du volume entrant. Les implications importantes de ce type particulier de fonctionnement seront abordées lors de l'étude du bilan de sel.

Les caractéristiques approximées du lagon sont : longueur maximale 18 km, largeur maximale 6 km, largeur moyenne sur les 2/3 de la longueur 4 km, surface de la nappe 70 km<sup>2</sup>, profondeur maximale

50 mètres, profondeur moyenne 20 mètres et volume total diminué empiriquement de celui des nombreux pâtés de coraux affleurants : 1,3 à 1,5. 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>.

Par alizé bien établi, la surface du lagon est agitée par une houle de très courte période qui crée une surrelévation d'eau de plusieurs centimètres dans l'extrémité sud-ouest (surcote). Le niveau du lagon estimé sur le platier du Service de la Pêche s'est révélé insensible à la marée océanique (marée semi-diurne dont l'amplitude est inférieure à 1 mètre) mais réagit rapidement aux précipitations et au déferlement par les hoa (ensachage). L'eau du lagon est généralement claire sauf à la périphérie interne où les vagues remettent en suspension le fin sédiment blanc de la plage, ce qui augmente la turbidité et donne à l'eau une apparence laiteuse. Une seconde couche laiteuse a également été souvent observée là où les fonds sont supérieurs à 15-20 mètres, donc à un niveau où la nappe est pratiquement immobile; les phénomènes en cause sont dans ce cas d'ordre physique, floculation de la charge organique (agrégats) et/ou précipitation des carbonates; la matière particulaire en suspension au sein de la nappe est de l'ordre de 0,3 mg/l.

### II. - L'ambiance climatique.

Depuis 1976 une station météorologique installée sur le platier du Service de la Pêche enregistre quotidiennement une douzaine de paramètres parmi lesquels la température de l'air, les précipitations, l'évaporation et le vent constituent les données qui rendent compte le plus directement des échanges au niveau de l'interface air-lagon. En régime normal, le vent à Takapoto est semblable à celui relevé depuis 1957 dans l'atoll

1. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Nouméa, Nouvelle-Calédonie.

Fonds Documentaire IRD



010025936

Fonds Documentaire IRD

Cote : B \* 25936 Ex : 1



voisin de Takaroa avec pendant 70 % du temps un alizé oscillant entre le sud-est et le nord-est, de force comprise entre 8 et 18 nœuds, les pointes à plus de 20 nœuds étant peu fréquentes. Quelques jours de vent d'ouest sont notés chaque année, le passage de dépressions tropicales étant rare (février 1960 et 1978). Les moyennes établies sur 20 ans à Takaroa donnent 150 cm de précipitations annuelles et 200 cm d'évaporation, d'où une perte d'eau de 50 cm, conforme aux estimations de Dietrich pour la zone des Tuamotu. Toutefois de gros écarts peuvent s'observer : ainsi à Takapoto pendant les 10 premiers mois de 1976 les précipitations ont seulement atteint 70 cm alors que l'évaporation nette atteignait 114 cm ; en 1977 la situation s'inversait totalement avec 260 cm de précipitations et une évaporation négative de 40 cm, i.e., un apport net d'eau douce (figure 1).

### III. — Situation hydrologique du lagon.

Les premières mesures de la température et de la salinité effectuées en 1974 dans le lagon<sup>1</sup> ont mis en évidence une situation très particulière, bien différente de celle de l'eau océanique extérieure : un fort gradient de salinité existait alors entre le sud-ouest du lagon de salinité inférieure à 38,0 ‰ et le nord-est de salinité 39,5 ‰ et était associé à des inversions de température particulièrement développées dans la partie sud-ouest (27°6 en surface et 28°6 à 25 mètres). Cette situation apparemment hétérogène assurait en fait une stratification bien marquée, l'excédent de salinité des eaux du fond compensant largement leur anomalie thermique positive. Au milieu de l'année 1975 les conditions hydrologiques étaient fort différentes, la stratification ayant presque totalement disparu au profit d'une masse quasi-homogène en salinité (39,7 ‰) et sans aucune inversion de température. De 1976 à 1978 des mesures bi-mensuelles<sup>2</sup> ont permis de suivre dans le détail l'évolution de la structure thermo-haline du lagon et de coupler ces observations avec celles de la station météo locale. La figure 2 schématise les fluctuations thermiques et halines de l'eau océanique de surface et au centre du lagon. On constate que l'amplitude des variations thermiques annuelles est en moyenne de 4° C, le minimum étant plus prononcé en août 1976 (26°0 C) qu'en août 1977 (26°6 C). Les accidents de la courbe par rapport à la moyenne sont nombreux et peuvent être reliés à des faits météorologiques remarquables : excès de précipitation (novembre-décembre 1977) ou insolation exceptionnelle (juillet 76). Ces écarts qui constituent la réponse de la masse liquide piégée dans le lagon aux brusques perturbations climatiques

locales sont beaucoup plus atténués à l'extérieur de l'atoll où l'inertie du système océanique et l'advection horizontale assurent un amortissement efficace : l'amplitude thermique annuelle y est plus faible et de l'ordre de 2° C seulement (29° C en janvier et 27°2 en août 1977).

Mais plus que la courbe thermique, c'est l'évolution de la salinité qui va le mieux rendre compte de la profonde originalité du lagon de Takapoto. De l'ordre de 40,0 ‰ début 76, la salinité croît régulièrement pendant toute l'année et atteint en février 77 un maximum maximum de 41,2 ‰ au centre du lagon. À partir de ce mois, la pente s'inverse franchement et la salinité retombe à 40 ‰ en avril, continue à fléchir jusqu'à 38 ‰, atteint en décembre et après quelques fluctuations entre 37,6 et 38,4, conserve une valeur moyenne de 38,0 ‰ en mars 78. Globalement on peut donc aisément séparer deux étapes dans l'évolution de la salinité : une première où elle augmente progressivement de 0,1 ‰/mois jusqu'en février 1977 et une deuxième où elle diminue rapidement avec une pente négative moyenne de 0,3 ‰/mois. L'eau océanique extérieure possède une charge en sel beaucoup plus constante : comprise entre 36,0 et 36,4 ‰ en 1975, la salinité se stabilise autour de 36,0 ‰ en 76 puis décroche à 35,8 et 35,6 ‰ au premier trimestre 77. Les causes de cette lente diminution de la salinité sont à rechercher à l'échelle océanique et constituent en fait la résultante d'un équilibre précaire entre la poussée vers le nord-ouest des eaux très salées formées dans le Pacifique Central Tropical Sud et la présence à ces latitudes d'eau moins salée issue de la grande dérive équatoriale dont la composante est peu fluctuer notablement au cours des années. Les données transpacifiques de surface fournies par les navires marchands indiquent d'ailleurs que dans ce secteur océanique, la zone frontale la plus active entre ces deux systèmes est souvent localisée vers 15°-17° sud (Donguy, Henin, 1976).

Le diagramme évolutif de la figure 3 présente les différentes phases de l'évolution du milieu liquide (Océan et Lagon) entre fin 1974 et début 1978 et permet d'évaluer les densités successives des eaux de surface des 2 systèmes.

Trois situations types sont regroupées dans la figure 4 sur une coupe le long du grand axe du lagon. L'analyse hydrologique détaillée a été faite par Gueredrat et Rougerie (1978) dont les conclusions indiquent que :

- il n'y a pas de corrélation simple dans l'évolution des paramètres température et salinité entre les eaux du lagon et celles de l'Océan ;
- la variabilité du milieu est très grande et ses fluctuations sont régies par les conditions météorologiques locales : le rapport évaporation-précipitation est prépondérant et l'entrée d'eau

1. Dans le cadre du programme MAB, thème VII, de l'UNESCO.

2. Convention N° 75.380 entre le Service de la Pêche de Polynésie française et l'ORSTOM.

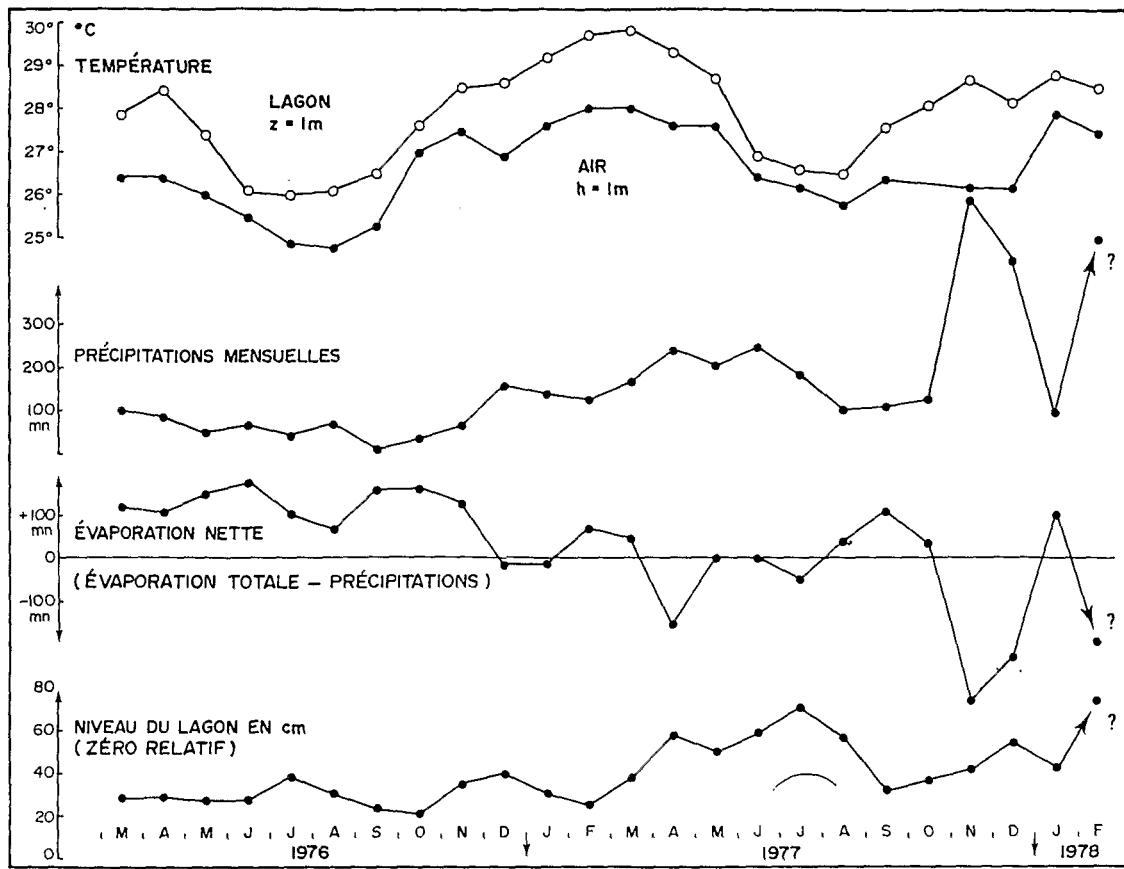


fig. 1

- par les hoa constitue un phénomène notable, mais de deuxième ordre ;
- la réponse du lagon aux perturbations climatiques majeures est rapide : quelques dizaines d'heures pour la couche-superficielle, quelques semaines pour l'ensemble du volume ;
- l'extrémité sud-ouest est la zone d'accumulation préférentielle des eaux les plus légères alors que les eaux les plus denses occupent le fond dans la deuxième moitié nord ;
- l'entrée d'eau océanique par les hoa n'est décelable qu'à proximité immédiate de ceux-ci (abaissement de la salinité) ;
- le lagon a donc une structure thermo-haline en réarrangement constant dont les fluctuations extrêmes sont encore inconnues.

Ces remarques impliquent une discussion sur le bilan de sel du lagon et sur son fonctionnement, discussion qui sera abordée au chapitre « Bilan de sel et modèle de fonctionnement ».

**IV. - Oxygène, sels nutritifs dissous et chlorophylle.**

Support indispensable de la vie marine par tous les processus d'oxydation qu'il entretient, l'oxygène dissous est produit notamment par le phytoplancton de la couche euphotique pendant la

période éclairée du cycle circadien. Son taux de dissolution maximum, ou saturation, est fixé par les conditions de température et de salinité du milieu, les anomalies positives ou négatives étant

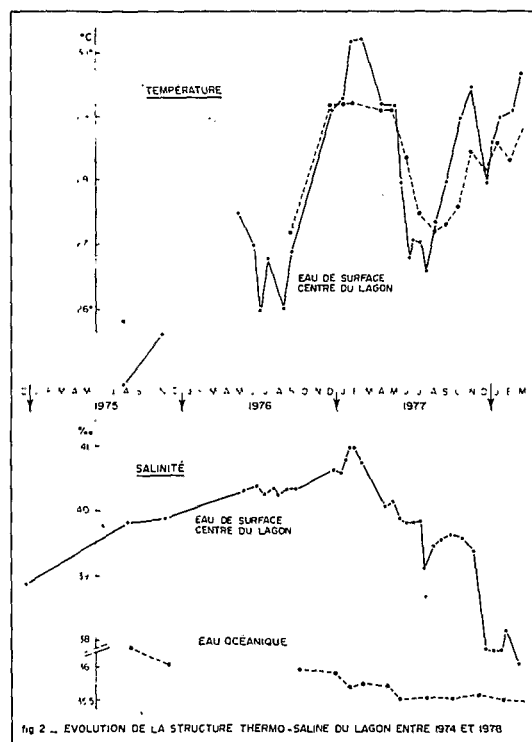
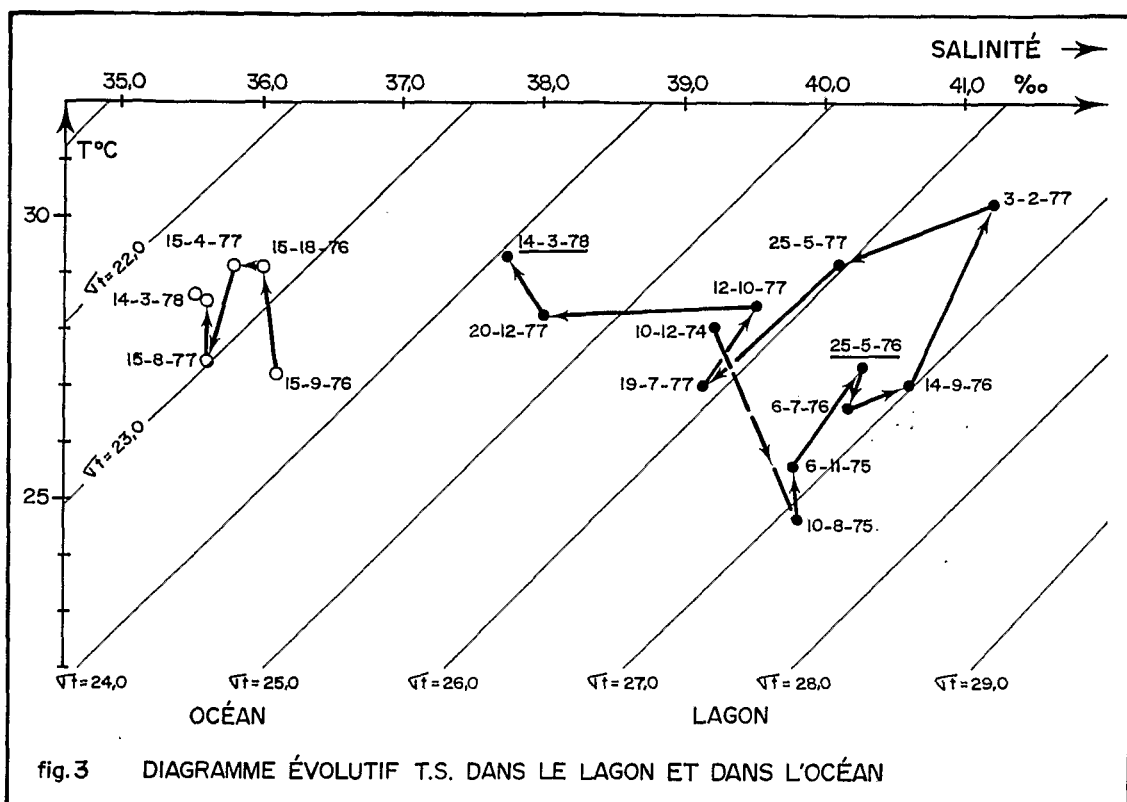


fig 2 - EVOLUTION DE LA STRUCTURE THERMO-SALINE DU LAGON ENTRE 1974 ET 1978



lentement corrigées par échange avec l'oxygène de l'air atmosphérique. Dans l'Océan Pacifique central et occidental sud, la couche de surface est généralement saturée en oxygène (Donguy et al. 1974), alors que les couches intermédiaires et profondes peuvent révéler des déficits importants, n'atteignant toutefois jamais le seuil de réduction. Dans les lagons ouverts où flot et jusant entretiennent un brassage efficace, l'eau est également bien oxygénée, seules quelques poches isolées et de faible profondeur pouvant montrer un déficit notable.

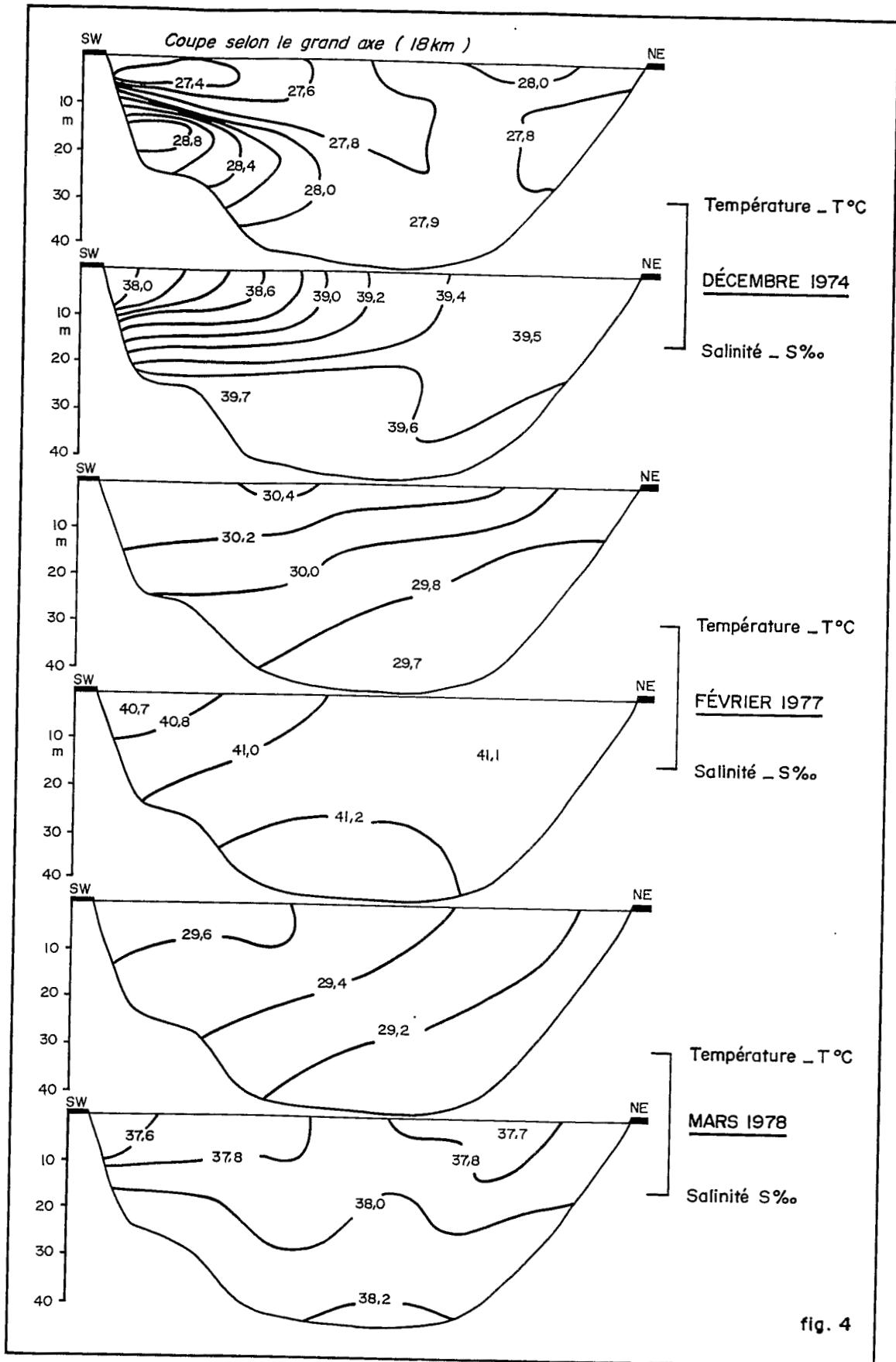
À Takapoto, les mesures d'oxygène dissous indiquent que malgré son confinement exceptionnel l'eau du lagon est bien oxygénée à tous les niveaux; les valeurs en surface oscillent entre 5,7 et 7,0 ml/l soit un pourcentage de saturation de 120 à 150; en profondeur les teneurs diminuent mais même au ras du fond ne descendent pas au-dessous de 4,8 ml/l, le pourcentage de saturation restant donc proche de 100. Au centre du lagon le gradient moyen surface-fond de 0,02 ml/l est identique à celui observé à l'extrémité sud-ouest.

La permanence de ce haut niveau d'oxygénation indique que, d'une part, les processus de mélange au sein du lagon, sont suffisamment actifs pour maintenir l'homogénéité de l'ensemble et que, d'autre part, la demande biologique en oxygène par les organismes en voie de dégradation est plus que compensée par la production photosynthétique *in situ*. Cette production primaire, qui exprime la fertilité réelle du milieu, est soumise

à des facteurs limitants qui en fixent le niveau maximal possible. En zone tropicale les facteurs limitants sont liés à la faible disponibilité en sels nutritifs azotés et phosphatés. Ces derniers, produits de la dégradation des cellules organiques détritiques, sont reminéralisés et remis en solution en un cycle court et sont donc réutilisables rapidement par le phytoplancton.

Dans le lagon de Takapoto, les teneurs en phosphate minéral dissous mesurées sur une période de huit mois, sont en moyenne de l'ordre de 0,10/uatg/l. Ces faibles valeurs, qui témoignent de la grande pauvreté du milieu, sont d'ailleurs inégalement réparties entre la surface et le fond où on note, en général, un doublement des teneurs. L'évolution dans le temps révèle l'ébauche d'un cycle: les concentrations en phosphates sont minimales en janvier, où en surface, elles sont à la limite de détection de la méthode analytique soit 0,02/uatg/l. Elles réaugmentent progressivement jusqu'en mai-juin, où au fond du lagon elles peuvent dépasser 0,15/uatg/l. L'affaiblissement relatif observé en juillet est partiellement dû aux très fortes pluies qui ont entraîné une dilution accrue de toutes les substances dissoutes. Par comparaison la teneur moyenne des eaux superficielles océaniques est dans cette zone de 0,30/uatg/l (Reid, 1965). Des mesures effectuées dans l'atoll de Rangiroa en 1969 ont fourni des chiffres semblables: 0,10/uatg/l de phosphates dans le lagon, 0,20 à 0,30/uatg/l au large des passes (Michel et al. 1971).

Les teneurs en sels nutritifs azotés et silicatés



n'ont été mesurées qu'en août 1975 et étaient respectivement de 0,1/uatg/l en nitrite, 0,2/uatg/l en nitrate, 0,5/uatg/l en silicate, chiffres qui confirment l'état d'épuisement presque total de la masse lagonaire en substances nutritives. La figure 5 permet de comparer ces valeurs avec celles de l'eau océanique entrant par un hoa, ces dernières étant significativement plus élevées (Sournia et Ricard 1976).

La concentration moyenne en chlorophylle a qui illustre la richesse en phytoplancton, est plus élevée que ne le laisserait supposer celle des sels nutritifs et peut atteindre 0,5 mg/m<sup>3</sup>. Les teneurs moyennes sont de l'ordre de 0,30 mg/m<sup>3</sup> mais présentent une dissymétrie : les teneurs les plus fortes se rencontrent dans la partie sud-ouest du lagon et à proximité du fond et l'hiver austral est moins riche que l'été.

Ce balancement saisonnier de la biomasse végétale indique soit une augmentation ponctuelle de la production primaire sous l'effet de facteurs locaux particulièrement favorables, soit une accumulation dynamique sous l'effet de la circulation. Sournia et Ricard (*op. cit.*) lient ce phénomène à l'influence du vent mais la rotation de celui-ci est faible tout au long de l'année, et la circula-

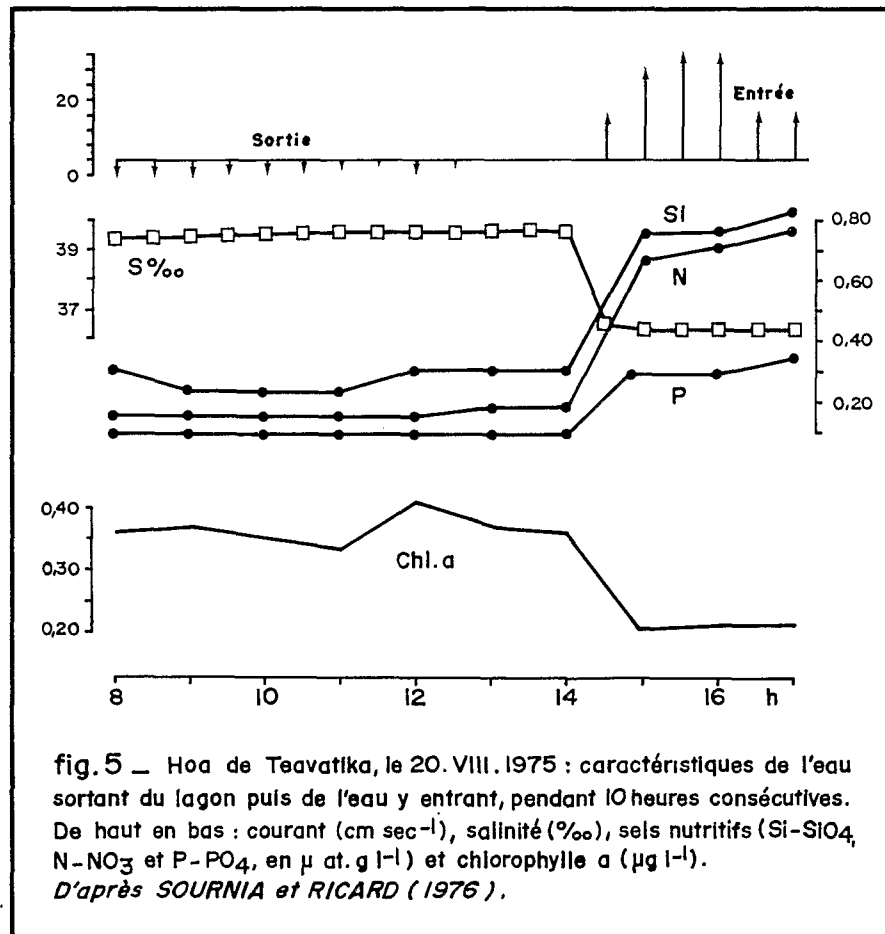
tion superficielle assez constante. En revanche il semble y avoir une relation entre la richesse en chlorophylle et la baisse de salinité superficielle, dont on sait qu'elle affecte préférentiellement l'extrémité sud-ouest. Dans ce cas il faudrait admettre que la salinité élevée a un effet inhibiteur sur le développement planctonique et que les fortes pluies corrigent heureusement cet effet néfaste. Ranson cité par Reed (1970) avait d'ailleurs formulé une hypothèse semblable pour expliquer le « nanisme » des nacres de Takapoto.

Dans les eaux océaniques voisines la chlorophylle a est moins abondante et ne dépasse par 0,15 mg/m<sup>3</sup> en surface (Dandonneau 1979). Aux abords des îles hautes de Polynésie les teneurs rencontrées se situent également à ce niveau (Gueredrat et *al.* 1976).

#### V. — Dynamique des eaux lagonaire\*.

Parce qu'il est bien isolé de l'Océan par son anneau corallien continu le lagon de Takapoto n'est pas soumis aux ondes internes et aux courants de marée qui conditionnent de façon prépondérante la dynamique des lagons ouverts

\* Ce chapitre et le suivant sont presque totalement extraits du rapport établi pour le Service de la Pêche de Polynésie française par Gueredrat et Rougerie et intitulé « Étude physico-chimique et planctologique du lagon de l'atoll de Takapoto ».



(Gallagher et al. 1971). L'impact de l'arrivée d'eau par les hoa étant négligeable, le vent reste le seul moteur capable d'animer de façon turbulente cette lentille d'eau de 1,3 milliards de m<sup>3</sup>. Ses effets sont complétés au sein de la masse par le lent réajustement des couches en fonction de leur densité et par des mélanges de type laminaire. Mais si faible qu'ils soient ces mouvements d'eau tendent à rétablir l'homogénéité de l'ensemble et leur connaissance est indispensable à l'élaboration du modèle dynamique du lagon.

Les premières observations courantométriques effectuées par une Mission conjointe CEA, EPHE, MNHN (Ricard et al. 1976) à Takapoto, ayant montré l'inadéquation des courantomètres au-delà de quelques mètres de profondeur, il fallait donc s'affranchir d'équipements mécaniques au seuil de sensibilité trop élevé et utiliser une technique basée sur la poursuite de flotteurs immergés.

Les données recueillies par cette technique originale peuvent être synthétisées de la manière suivante (fig. 6) : en surface, la dérive s'effectue globalement dans le sens du vent avec une vitesse comprise entre 10 et 20 cm/s pour les conditions de vent rencontrées, i.e. vent de secteur sud-est à nord-est entre 5 et 20 nœuds. Il y a donc transport global d'eau en surface de la côte est de l'atoll vers la côte ouest ; à proximité de celle-ci la dérive s'incurve vers le nord-est en faiblissant : le faible courant latéral ainsi créé est donc insuffisant pour drainer l'excès d'eau accumulé. La partie sud-ouest est un cul-de-sac et sa circulation se

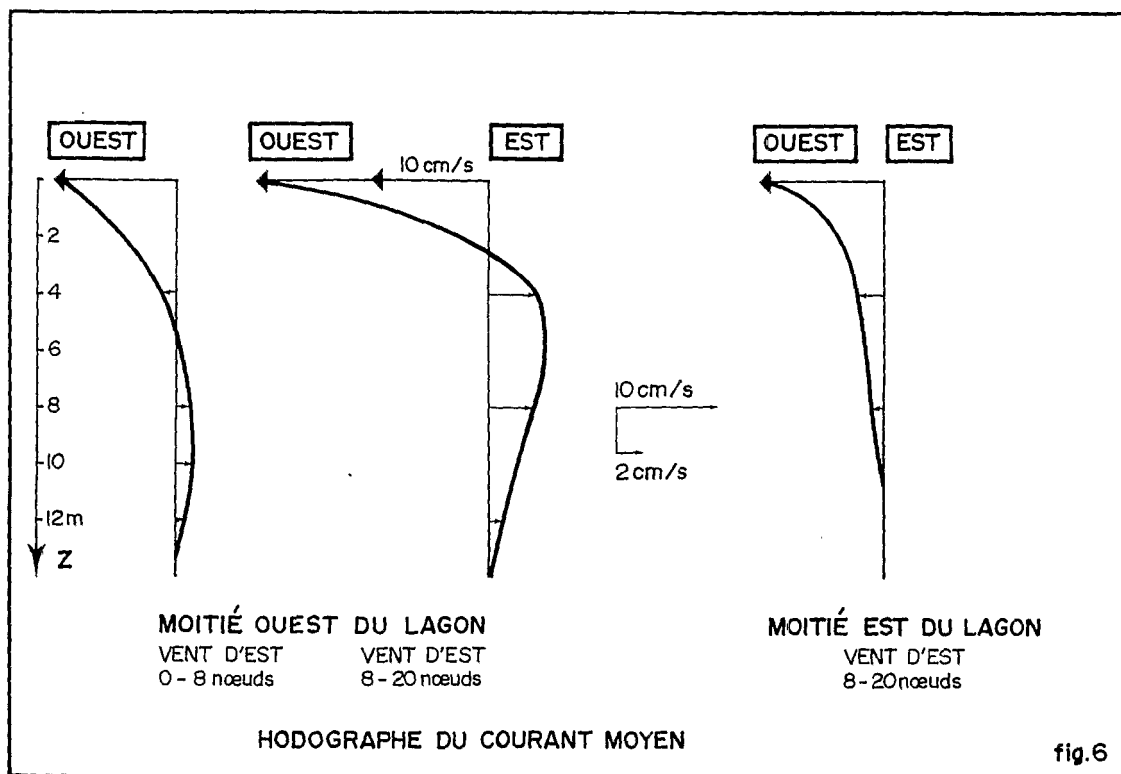
fait dans le sens des aiguilles d'une montre, le flux d'eau venant de l'est balayant l'extrémité de l'atoll puis obliquant vers le nord-est.

À 4 mètres de profondeur la vitesse de déplacement des eaux est de l'ordre du 1/10<sup>e</sup> de ce qu'elle est en surface et l'azimut peut être très variable.

À 8 mètres de profondeur la vitesse maximale observée a été de 3 cm/s et la direction fluctue entre le nord et le sud en passant toujours par l'est : il s'agit donc d'un courant de retour qui compense la dérive des eaux de surface.

Au niveau 12 mètres les temps d'observations sont seulement de quelques heures mais la dérive a paru semblable en direction à celle du niveau 8 mètres et de l'ordre de 1 cm/s en vitesse. Nous n'avons pas de données quantifiées à plus grande profondeur mais les observations visuelles effectuées avec un nuage du très fin sédiment vaseux du fond, ont montré une quasi immobilité de l'eau au-delà de 20-25 mètres.

Dans la moitié est du lagon, par rapport au grand axe, ce schéma se simplifie au fur et à mesure que l'on se rapproche du bord au vent et que le fetch diminue, on n'a plus alors qu'une faible dérive des eaux de surface et plus profondément le contre-courant n'apparaît pas. Nous n'avons pas d'observations en régime de vent d'ouest, dont la fréquence ne dépasse pas quelques jours par an, mais on peut supposer qu'il doit modifier notablement, mais pour une courte durée, ce schéma de circulation.





## VI. — Bilan de sel et modèle de fonctionnement.

Dans leur analyse des premières séries de données recueillies à Takapoto, Magnier et Wauthy (1976) acceptaient comme hypothèse de départ une équivalence globale entre les flux de sel entrant par les hoa et en ressortant. Cela les amenait à concevoir un modèle théorique du lagon et à calculer les taux de renouvellement pour l'eau et pour le sel. Ces calculs, basés sur les variations possibles du niveau du lagon autour de son niveau moyen, aboutissaient à fixer les limites probabilistes de la salinité; c'est ainsi qu'à partir d'une salinité moyenne de 39,8 ‰ tirée des premières séries de mesures ils concluaient « On peut donc s'attendre raisonnablement à des fluctuations de la salinité moyenne annuelle entre 39,2 ‰ et 40,4 ‰ ». On voit que ces prévisions pèchent par défaut puisque la salinité est passée de 40 ‰ en mai 1976 à 41 ‰ en février 1977 et s'est effondrée à 38 ‰ en décembre. Ricard et al. (*op. cit.*) discutant les éléments du bilan hydrologique, tentaient de quantifier l'apport annuel d'eau océanique par les hoa, duquel ils tiraient un temps de résidence de l'ordre de 4-5 ans, résultat proche de celui fourni par une méthode basée sur la différence de teneur en Césium 137 de part et d'autre de l'atoll. L'homogénéité apparente de ces résultats ne fait qu'illustrer les différentes étapes d'un raisonnement parfaitement logique sans vraiment tester l'hypothèse de départ; or le problème fondamental est celui-ci : oui ou non les sorties d'eau par les hoa dépendent-elles des entrées et plus précisément existe-t-il une équivalence possible entre les apports de sel et les pertes? Il est évident que sur une longue période toute accumulation conduirait à un déséquilibre énorme; or nous savons que :

- 1) l'atoll de Takapoto est dans une zone où en moyenne l'évaporation l'emporte sur les précipitations et crée un déficit en eau de 50 cm/an;
- 2) la baisse du niveau qui en résulte est apparemment compensée par les entrées d'eau océanique qui rétablissent par à coups le niveau moyen; on remplace donc de l'eau douce d'évaporation par de l'eau salée : l'accumulation de sel est évidente;
- 3) l'hypothèse d'une sortie significative d'eau par les hoa n'est pas confirmée par les observations, éparses certes, mais étalées sur quatre ans. Même si on tient compte du fait que la fraction d'eau qui sort est plus salée que celle qui rentre, l'équilibre du bilan de sel nécessiterait d'avoir un volume sortant de l'ordre de 90 % du volume entrant, ce qui est loin d'être le cas.

Le lagon de Takapoto devrait donc non seulement être très salé mais être transformé depuis longtemps en une nouvelle Mer Morte. Ce n'est manifestement pas le cas ce qui prouve que le sel ressort quand même. La quantité éliminée par les embruns étant négligeable, la seule autre possibilité réside dans une perte à travers l'anneau corallien. On sait que la texture corallienne fossile, d'origine organogène, est relativement poreuse, et possède des cavités karstiques, une perméabilité moyenne de  $10^{-6}$  cm<sup>2</sup> soit 100 darcy étant actuellement retenue pour les atolls du Pacifique sud (Lam, 1971). Cette structure micro-alvéolaire érigée dans l'océan peut donc être imprégnée d'eau de mer qui assure ainsi une jonction permanente entre l'eau du lagon et l'eau du large (Emery et al. 1954). La confirmation directe de la présence de cette eau interstitielle et de son phasage avec la marée océanique a d'ailleurs été fournie par Lam (1974) au moyen de puits verticaux forés dans le récif circulaire du lagon entièrement fermé de l'île Swain (Tokelau du sud). Cette jonction liquide permet de maintenir le niveau d'eau du lagon et d'assurer l'évacuation du sel en excès, puisque cet atoll se trouve également dans une zone de forte évaporation. Ce phénomène de percolation a d'ailleurs été évoqué « pour mémoire » par Ricard et al. (*op. cit.*) mais non retenu par eux car « la remarquable homogénéité des salinités et des concentrations en sels nutritifs... ne laisse aucun indice d'une éventuelle infiltration entre lagon et océan... ». En fait il ne s'agit pas de simple infiltration mais d'équilibre hydraulique à travers un système poreux et de réajustement ionique entre un bassin de concentration et l'océan. À Takapoto, la réalité du réajustement des niveaux par percolation s'impose encore plus quand on prend en compte les observations en période de tempête : la forte houle océanique entretient le débit des hoa même après que le lagon soit à sa côte maximale (+ 80 cm à l'échelle du Service de la Pêche); or le lagon n'en déborde pas pour autant. Cette apparente contradiction avait été signalée par Renon (1977), témoin du fonctionnement des deux gros hoa de la côte est pendant dix-huit jours de suite et qui concluait : « ... on doit poser l'existence d'un facteur inconnu, assurant une forme de régulation du lagon au moins lorsqu'il est plein ». Il admettait alors que ce phénomène régulateur pouvait relever du domaine de l'hydrogéologie.

Sur le plan théorique, on peut penser que la jonction liquide entre les deux systèmes établit un gradient de sel dans l'eau interstitielle; au niveau de la pente extérieure du récif le gradient s'annule, l'eau océanique toujours renouvelée se chargeant au fur et à mesure du sel ainsi exsudé. Dans le cas des sels nutritifs le transfert doit se

\* Le darcy est la perméabilité d'un matériau aquifère débitant 1 cm<sup>3</sup>/s. à travers une surface de 1 cm<sup>2</sup> sous un gradient normal à cette surface de 1 atmosphère par centimètre.

faire dans l'autre sens puisque le lagon est plus pauvre que l'océan. Ainsi pourrait s'expliquer l'incompatibilité apparente entre l'oligotrophie des lagons fermés ou semi fermés et leur fertilité plus élevée qu'au large (Johannes et al. 1972) : en produisant ils épuisent leur réserve en sels nutritifs mais bénéficient d'un apport léger mais permanent de l'extérieur en substances dissoutes, tout en conservant leur biomasse qui reste piégée. Dans les lagons bien ouverts le déséquilibre ionique peut à peine apparaître car les échanges turbulents sont très efficaces et le rôle de l'eau interstitielle devient mineur.

Si on compare les salinités théoriques, calculées à partir des données météorologiques recueillies sur place et donc très significatives, avec les salinités réellement mesurées, on constate que le lagon ne se sale pas assez en période sèche et se dessale trop en période humide ; dans les deux cas on a un déficit en sel qui est de 1 ‰ pendant la première période de 2 ‰ pendant la deuxième. Ces chiffres confirment la réalité de la perte en sel du lagon et renforcent d'autant la probabilité du processus du rééquilibrage homéostatique à travers la masse corallienne.

L'écart du déficit entre la première et la

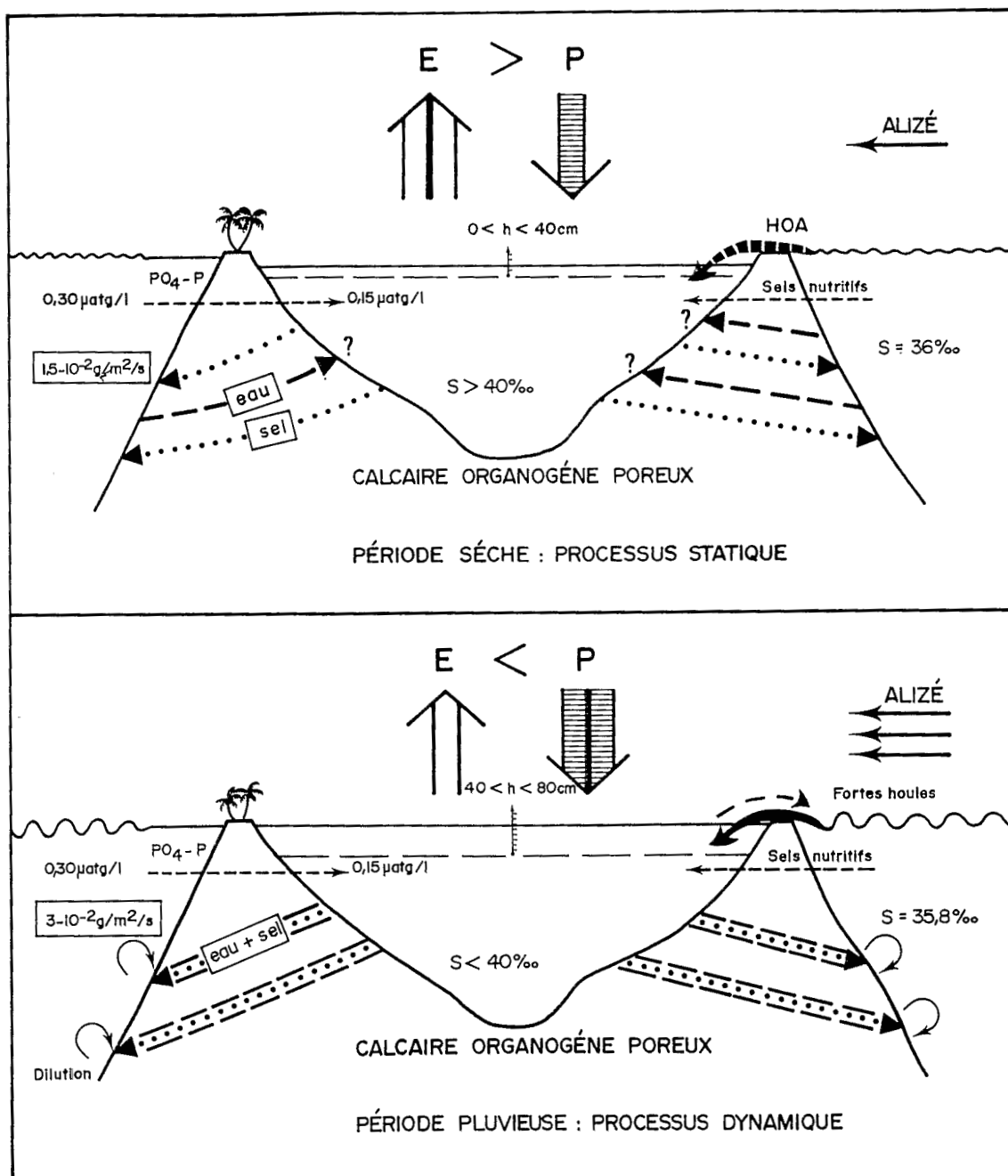


fig. 7 - Schéma de fonctionnement de l'atoll

deuxième période peut être interprété comme une conséquence du réajustement hydraulique (fig. 7).

- En période sèche, les hoa compensent incomplètement l'évaporation et l'excès de sel est évacué partiellement par la jonction liquide (processus statique : croissance lente de la salinité).
- En période pluvieuse et/ou par forte houle la surcote du lagon est permanente et est renforcée par le débit des hoa : le niveau s'équilibre par percolation d'eau à travers la masse poreuse ce qui favorise le transfert de sel (processus dynamique : décroissance rapide de la salinité).

Dans l'hypothèse où les échanges se font seulement latéralement et sur une hauteur de 50 mètres on peut calculer le flux moyen de sel à travers la paroi (estimée à 2,5 km<sup>2</sup>). On obtient 1,5 · 10<sup>-2</sup> g/m<sup>2</sup>/s dans le premier cas et 3 · 10<sup>-2</sup> g/m<sup>2</sup>/s dans le second.

Le bilan d'eau est tributaire de ce qui pénètre par les hoa et donc susceptible de varier considérablement d'une période à l'autre. Il est évident qu'en période de sécheresse prolongée et de calme plat la baisse du niveau du lagon sera lentement corrigée par infiltration d'eau océanique à travers la paroi. C'est ce processus de percolation qui permet au lagon de l'atoll Swain, dépourvu de hoa, de ne pas être asséché.

À Takapoto le système est plus vaste et plus complexe, les interactions des principaux paramètres météorologiques et océanographiques créent dans le lagon une succession de déséquilibres soudains ; à cet égard il n'y a pas lieu de penser que les fluctuations de la salinité observées ces dernières années puissent constituer un cas limite, bien que l'ampleur maximale de l'oscillation haline soit inconnue. Il reste que le lagon n'a pas de régime stationnaire et que toute évaluation du temps de résidence de l'eau ou des taux de renouvellement de l'eau et du sel suppose de définir au préalable les limites d'action de variables aléatoires comme la pluie, l'évaporation, le débit des hoa, les pertes ou gains par percolation, etc... Un tel modèle ne sera utilement élaboré qu'une fois toutes ces données quantifiées sur une période de temps assez longue pour recouvrir la majorité des événements séquentiels possibles.

Au plan géomorphologique, la réalité de ce processus d'homéostasie par percolation à travers la paroi poreuse mérite une attention toute particulière dans la perspective de plus en plus proche d'aquaculture intensive en milieu lagunaire, supportée ou non par pompage d'eau profonde océanique riche en substances nutritives.

Au plan biologique les brusques variations de la salinité constituent certainement un facteur limitant l'abondance des taxons, ceux-ci bénéficiant dans les eaux océaniques d'un environnement

beaucoup mieux tamponné. Mais en revanche les espèces résistantes comme les bénitiers *tridacna* ou les nacres *pinctada* sont soumises à une prédation moins forte et leur taux de survie en augmente d'autant.

## SUMMARY

*Caractéristiques générales du milieu liquide lagunaire de l'atoll de Takapoto.* As the lagoon of the Takapoto atoll is not linked with the ocean, its waters have different physicochemical properties from those of Pacific ocean. The local hydroclimatical measures since 1974, indicate that the important variation of the salinity of the lagoon waters is in close relation to the precipitation-evaporation ratio ; the inflow of oceanic water by some shallow passes (hoa) restitutes the level of the lagoon sporadically, but the lagoon - ocean transfers are practically negligible. The atoll being in an area of strong evaporation, the excess of salt is evacuated through the porous coral mass by a liquid junction as explained in the proposed diagram.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME. Compte rendu de Recherches, 1974/1976, programme de l'UNESCO sur l'Homme et la biosphère (MAB), thème VII sur les îles : *Écologie et utilisation rationnelle des écosystèmes insulaires, Takapoto, Tuamotu, Polynésie française, Papeete*. Mars 1977, 150 p.
- ANONYME. *Résumé mensuel du Temps*, service météorologique de l'aviation civile en Polynésie française, publié par les services météorologiques de la D.S.A.G. et du C.E.P., aéroport de Tahiti, Faaa.
- DANDONNEAU (Y.), 1979. Time and space variations of surface chlorophyll in the Pacific Ocean : first results, sous presse dans *Rapport du quatrième symposium CSK, Tokyo*.
- DIETRICH (G.) et KALLE (K.), 1957. *Allgemeine Meereskunde. Eine Einführung in die Ozeanographie*, Gebrüder Soru-traeger, Berlin, 492 p. + cartes.
- DONGUY (J. R.), HENIN (C.), JARRIGE (F.), ROUGERIE (F.), 1974. Esquisse dynamique et hydrologique du Pacifique Central Sud, *Cah. ORSTOM*, sér. océanogr., vol. XII, n° 2 : 129-139.
- DONGUY (J. R.), HENIN (C.), 1976. Anomalous navifacial salinities in the tropical Pacific Ocean, *Journal of Mar. Research.*, vol. 34, n° 3 : 355-364.
- EMERY (K. O.), TRACEY (J. J.-Jr.) and LADD (A. S.), 1954. Geology of Bikini and nearby stolls : part 1, *Geology, U.S. Geol. Survey Prof. Paper* 260-A, 265 p.
- GALLAGHER (B. S.), SHIMADA (K. M.), GONZALES (F. I.-Jr.) and STROUP (E. D.), 1971. Tides and currents in Fanning Atoll lagoon. *Pac. Sci.* 25 : 191-305.
- GUEREDRAT (J. A.), DESROSIÈRES (R.) et MAGNIER (Y.), 1976. *Étude hydrologique et biologique du lagon de Vairao et de ses abords extérieurs*, rapp. de convention ORSTOM-CNEXO, 25 p.

- GUEREDRAT (J. A.) et ROUGERIE (F.), 1978. *Étude physico-chimique et planctologique du lagon de l'atoll de Takapoto*, rapp. de convention ORSTOM-Service de la Pêche : 39 p., 3 annexes.
- JOHANNES (R. E.) and 22 co-authors, 1972. The metabolism of some coral reef communities : a team study of nutrient and energy flux at Eniwetok, *Bio-Science* 22 : 541-543.
- LAM (R. K.), 1971. *Atoll permeability : Calculated from ocean and ground water tides*, Ph. D. Thesis, Scripps Inst. of Oceanogr., Univ. of Calif., at San Diego, La Jolla.
- LAM (R. K.), 1974. Atoll permeability : Calculated from tidal diffusion, *Jour. of Geophys. Res.*, vol. 79, n° 21, 3073-3081.
- MAGNIER (Y.) et WAUTHY (B.), 1976. Esquisse hydrologique du lagon de Takapoto (Tuamotu), *Cah. ORSTOM*, sér. océanogr., vol. XIV, n° 4 : 279-287.
- MICHEL (A.), COLIN (C.), DESROSIÈRES (R.) et OUDOT (C.), 1971. Observations sur l'hydrologie et le plancton des abords et de la zone des passes de l'atoll de Rangiroa (Archipel des Tuamotu, Océan Pacifique central). *Cah. ORSTOM*, sér. océanogr., vol. IX, n° 3 : 375-402.
- RANSON (G.), 1957. « Observations sur l'époque de la reproduction de *Pinctada margaritifera* (L.) et quelques autres organismes marins dans les Tuamotu. La cause du nanisme de *P. margaritifera* (L.) dans le lagon de Takapoto. Eighth Pacific Science Congress.
- REED (W.), 1970. Étude sur l'industrie nacrifère en Polynésie française. *Bul. Tech.* n° 1, Service de la Pêche, Papeete.
- REID (J. L.-Jr.), 1965. *Intermediate waters of the Pacific Ocean*, Scripps Institution of Oceanography Univ. of Calif., La Jolla. The Johns Hopkins Press : Baltimore : 85 p.
- RENON (J.-P.), 1977. Zooplancton du lagon de l'atoll de Takapoto (Polynésie française). *Ann. Inst. Oceanogr.*, Paris, 53 (2) : 217-236.
- RICARD (M.), BADIE (C.), RENON (J. P.), SOURNIA (A.), 1976. Données sur l'hydrologie, la production primaire et le zooplancton du lagon de l'atoll fermé de Takapoto (Archipel des Tuamotu, Polynésie française). Programme MAB/UNESCO.
- SOURNIA (A.) et RICARD (M.), 1976. Données sur l'hydrologie et la productivité du lagon d'un atoll fermé (Takapoto, îles Tuamotu). *Vie et Milieu*, sér. B. 26 (2) : 243-279.