



Les témoins les plus anciens des constructions récifales de Tikehau sont situés sur le Motu Tuherahera à une altitude de 12 m. Ce sont des pitons de calcaire corallien acérés, à morphologie karstique typique, analogue à celle des "tsingy" décrits à Madagascar. Par analogie avec les mêmes formes décrites à Makatea et en l'absence de datations absolues, un âge mio-pliocène a été proposé pour ces constructions (Harmelin-Vivien, 1985). Puisqu'il s'agit d'édifices bioconstruits, leur position topographique met en lumière un soulèvement de l'atoll d'une dizaine de mètres. Ce mouvement serait dû à la charge exercée sur la plaque océanique par les édifices volcaniques des îles du Vent (Tahiti, Moorea, Mehetia) et à la compensation isostatique positive qui en résulterait à la périphérie de la zone subsidente (Lambeck, 1981).

Les conglomérats récifaux actuellement émergés, à environ 1 m au-dessus du niveau marin actuel et formant l'ossature de subsurface de l'atoll, sont les témoins d'un ancien niveau marin dont le maximum à + 1 m a eu lieu aux alentours de 2 000 ans B.P. (Pirazzoli et Montaggioni, 1988). L'émersion de l'atoll due à la baisse du niveau marin est donc un phénomène géologique récent.

Le démantèlement progressif du conglomérat par formation d'une micro falaise au-dessus d'une dalle de platier et épandage des blocs et cailloux résultant de l'érosion dans les hoa, semble montrer qu'une nouvelle pulsation du niveau marin vers le haut a débuté.

II- LE PROCESSUS D'ENDO-UPWELLING GEOTHERMIQUE COMME EXPLICATION DE LA CONSTRUCTION DES ATOLLS ET SES IMPLICATIONS

Dans les grandes zones marines tropicales oligotrophes la productivité primaire de la couche éclairée est faible et peut devenir quasiment nulle au centre des grands gyres comme celui du Pacifique Central sud entre la Polynésie et l'île de Pâques. De superbes atolls comme celui de Tikehau et récifs barrières prospèrent toutefois dans ce "désert marin" en étant balayés par des houles dont les très faibles teneurs en sels nutritifs et en plancton ne peuvent rendre compte de la forte productivité/calcifération de la couronne corallienne externe et notamment des volumes bioconstruits au cours de l'histoire géologique récente de ces appareils. Des travaux menés depuis 15 ans en Polynésie par l'ORSTOM ont conduit à élaborer un modèle de fonctionnement des atolls selon un processus appelé endo-upwelling** géothermique. Ce processus repose sur la pénétration, à la base du socle calcaire, d'eaux profondes océaniques qui possèdent de fortes teneurs en sels nutritifs dissous à partir des niveaux 300-400 mètres. Ces eaux de pénétration subissent un réchauffement dû au flux géothermique émis par le soubassement basaltique, et tendent ainsi à circuler vers les parties hautes du socle calcaire poreux. Le réseau de mégaporosité emprunté et entretenu par le flux d'eau aboutit à la couronne corallienne externe où les colonies sont ainsi alimentées de façon lente mais continue en nutriments neufs. Ce processus d'endo-upwelling est rendu possible par la conjonction en un même site de trois facteurs (ROUGERIE et WAUTHY, 1986) : 1) une couche géologique poreuse et perméable 2) un flux géothermique dans le substrat ; 3) un océan profond contigu, source de nutriments.

Endo-upwelling et réseau trophique

**Upwelling : Remontée jusqu'en surface d'eaux océaniques profondes riches en sels nutritifs.

la production primaire en milieu tropical pauvre stimulée par l'apport d'engrais exogènes comme dans les zones d'upwelling équatorial ; son efficacité ne dépend plus d'adaptations exceptionnelles comme la fixation de l'azote atmosphérique ou l'assimilation de la matière organique dissoute océanique réfractaire. Le fonctionnement trophique de l'atoll est ainsi en accord avec le schéma classique : 1) Production primaire benthique ; 2) Symbiose zooxanthelles-coraux dans la calcification des squelettes formant le substrat, 3) Activité bactérienne dans le circuit interne de décomposition de la matière organique détritique ; 4) Exportation d'une partie de la production vers l'océan après transit lagonaire.

Variabilité du flux géothermique

Si, à cause de la variabilité du volcanisme interne, le moteur géothermique faiblit, l'endo-upwelling s'atténue et l'écosystème perd de sa productivité ; la croissance verticale de la biocénose corallienne devient alors insuffisante pour compenser la montée du niveau marin consécutive soit à une déglaciation (transgression Holocène par exemple) soit à la lente subsidence de la plaque océanique : la couronne récifale "décroche" de la surface et s'ennoie de plus en plus profondément. On observe actuellement ce stade dans les atolls submergés à quelques dizaines de mètres de profondeur, mêlés aux "atolls typiques" dans les Carolines, les Samoa ou Tuamotu.

Le problème des guyots

Il semble que le modèle d'endo-upwelling puisse apporter une réponse simple à l'existence de ces formes. En effet, si on l'admet qu'en zone océanique oligotrophe le maintien de la biocénose corallienne sur le socle volcanique après son ennoisement dépend de l'établissement et de l'entretien d'un endo-upwelling géothermique, certains "guyots" pourraient avoir comme antécédents :

- soit une île volcanique à récifs frangeants où le flux géothermique s'est avéré d'emblée insuffisant à établir un endo-upwelling efficace au moment de l'immersion de l'île ; dans ce cas nous aurions affaire à un "atoll avorté" ;
- soit un "atoll" bien développé, mais dont le flux géothermique a subi une diminution entraînant un affaiblissement de l'endo-upwelling ; dans ce cas il s'agirait d'un "atoll prématurément décédé".

Endo-upwelling et diagenèses

L'endo-upwelling peut également rendre compte de la phosphatogenèse si caractéristique des atolls de la région Pacifique. L'élément phosphore

Le vieux problème mal résolu de la dolomitisation trouve également une réponse simple et convaincante dans le modèle d'endo-upwelling ; le magnésium apporté par le flux océanique profond de pénétration s'échange avec le calcium de la structure calcaire, l'excès en Ca étant éliminé vers le haut de l'atoll par la cellule de convection.

Mais d'autres applications de ce modèle peuvent être proposées, notamment dans le domaine de la kérogénèse, car l'eau océanique profonde contient aussi des matières organiques dites réfractaires qui peuvent s'accumuler dans la partie centrale sublagonaire anaérobie. Par réduction bactérienne ces matières organiques peuvent être lentement transformées en kérogène, puis en hydrocarbures. C'est par exemple le cas dans l'île de Tongatapu aux Tonga où existent des suintements d'hydrocarbures. Comme pour la phosphatogénèse et la dolomitisation, c'est bien l'énorme réservoir océanique profond qui constitue la source de ces éléments repris par diagenèse dans la partie supérieure de la structure carbonatée après transport par endo-upwelling. Ce modèle aux implications si diverses constitue donc un véritable paradigme dont certains aspects sont en cours de vérification (ROUGERIE et WAUTHY, 1988).

BIBLIOGRAPHIE RESTREINTE

AHARON (P.), SOCKI (R.), CHAN (L.), 1987. -Dolomitization of atolls by sea water convection flow : test of a hypothesis at Niue, South-Pacific. Journal of Geology, 95, p. 187-203.

BATTISTINI (R.) et al., 1975. -Eléments de terminologie récifale indopacifique. Thétys, 7 (1):1-111.

HARME LIN-VIVIEN (M.), 1985. -Contribution à l'étude de l'atoll de Tikehau. Présentation générale de l'atoll. ORSTOM. Notes et Documents d'Océanographie, 24 : 2-27.

LAMBECK (K.), 1981. -Flexure of the ocean lithosphere from island uplift, bathymetry and geoid height observations : The Society islands. Geophys. J.R. Abst. Soc., 67 : 91-114.

PIRAZZOLI (P.A.), MONTAGGIONI (L.F.), 1988. -The 7,000 YR Sea-level curve in French Polynesia : Geodynamic Implications for Mid-plate volcanic Islands. Reef's 88. 6th International Coral Reef Symposium. Townsville. Multigr.6p.

ROUGERIE (F.), WAUTHY (B.), 1986. -Le concept d'endo-upwelling dans le fonctionnement des atolls-oasis. Oceanologica Acta, vol. 9, (2), p. 133-148.

ROUGERIE (F.), WAUTHY (B.), 1988. -The endo-upwelling concept : a new paradigm for solving an old paradox. Proceeding of the sixth Coral Reef Congress, Townsville, Australia, 6 p.



SECOND FORUM NATIONAL DU
GROUPE FRANCAIS DE GEOMORPHOLOGIE

Caen, Jeudi 24 et Vendredi 25 Novembre 1988

GEOMORPHOLOGIE ET FONCTIONNEMENT D'UN ATOLL
L'EXEMPLE DE TIKEHAU, TUAMOTU
J. Bonvallot, F. Rougerie, B. Wauthy
ORSTOM - PAPEETE