

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE.

1. Notice de la carte géologique de la France à 1/80 000^e, feuille de Nice Pont-Saint-Louis, 3^e édition.
2. IAWORSKY G. (1971). — La présence de six cycles sédimentaires associés à six terrasses de l'estuaire du Var dans la stratigraphie des limons rouges à Nice. *C.R. Ac. Sc. Paris*.
3. FERNEK F., IAWORSKY G. et POUTIER J. (1971). — Sur la susceptibilité magnétique des limons et des sols rouges pléistocènes de la région de Nice (A.-M.). *Bull. Mus. Anthropol. préhist. Monaco*, n° 17, p. 71-85.
4. Communication orale du Prof. ELUARD (université de Dakar), confirmée par M. MEKO (université des Canaries) qui prépare une thèse sur l'écologie des Strombes sous différentes latitudes.
5. BARRAL L., SIMONE S. (1967). — Nouvelles fouilles à la grotte du Prince (Grimaldi, Ligurie italienne). Découverte de Paléolithique inférieur. *Bull. Mus. Anthropol. préhist. Monaco*, n° 14, p. 5-14.
7. Opinion confirmée par Fr. BOURDIER, lors de sa visite au chantier des Tulipes.
6. IAWORSKY G. (1967). — L'industrie à bifaces et le niveau de 22 m à Nice. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*

III. - PACIFIQUE

EMERSION DE TRACES DE NIVEAUX MARINS QUATERNAIRES DANS LA RÉGION DE NOUVELLE CALÉDONIE - ILES LOYAUTÉ ET TENTATIVE D'EXPLICATION DU PHÉNOMÈNE PAR UN BOMBEMENT DE LA LITHOSPHERE

par J. DUBOIS, J. LAUNAY et J. RECY
O.R.S.T.O.M., B.P. A5, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

ABSTRACT

Emergence of traces of marine quaternary deposits in the New Caledonia-Loyauté Islands area, and

attempt to explain this phenomena by a lithospheric swelling.

I. - GÉNÉRALITÉS

La Nouvelle-Calédonie est allongée sensiblement NW-SE (310° - 130°) et séparée des îles Loyauté qui représentent les témoins émergés d'une chaîne volcanique sous-marine, par un bassin à remplissage sédimentaire, à fond plat et monotone dont la profondeur croît régulièrement, du S au N, de 2000 m à 2400 m. Plus loin vers le NE, s'aligne la fosse des Nouvelles-Hébrides dont la direction (340° - 160°) fait un angle de 30° avec celle de la Nouvelle-Calédonie et de la chaîne des Loyauté (fig. 1). Cette fosse représente le lieu où s'effectue la subduction de la plaque australienne (au sens large) sous la plaque océanique.

II. - RAPPELS GÉOLOGIQUES

L'histoire géologique de la Nouvelle-Calédonie débute au Permo-Trias par des tufs et des grauwackes ; on rencontre ensuite des terrains sédimentaires du Crétacé supérieur à l'Eocène ; la fin de la dernière grande phase orogénique, l'orogénèse alpine, est marquée par la mise en place sous l'action d'une phase tangentielle, à l'Oligocène probable, d'une nappe de péridotites qui recouvre la plus grande partie de la Nouvelle-Calédonie (GULLON et ROUTHIER, 1971). L'émersion de ces péridotites s'accompagne d'une pénéplation intense suivie d'une surrection irrégulière qui s'est poursuivie au moins jusqu'à une époque récente. On remarque qu'après la dernière phase

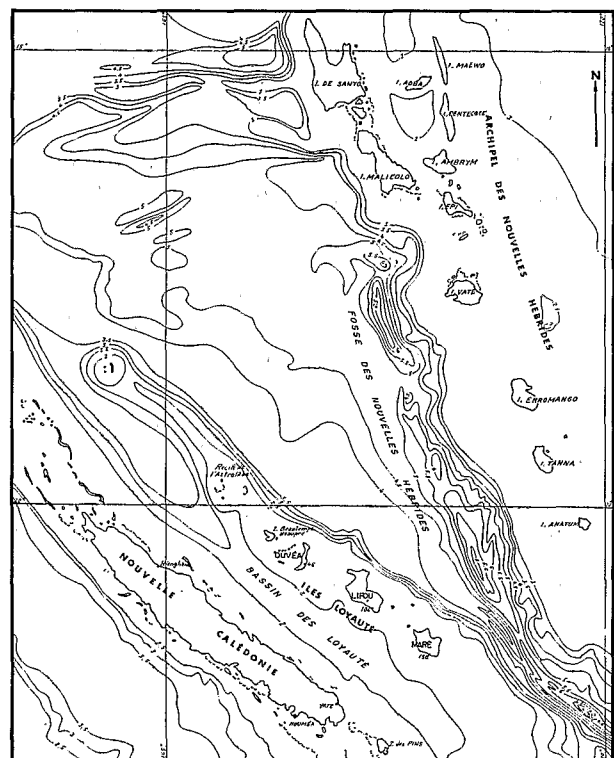


FIGURE 1.

tangentielle de l'orogénèse alpine, on n'observe plus en Nouvelle-Calédonie que des mouvements verticaux.

L'archipel corallien des îles Loyauté est constitué d'atolls surélevés, installés sur les sommets d'une chaîne volcanique; un basalte prélevé sur un des affleurements de l'île Maré a été daté de 29 ± 4 M.A. (CHEVALIER, 1968). Des tufs à rognons organogènes dont la microfaune a indiqué un âge aquitaniens probable reposent sur un substratum basaltique et sont recouverts par les formations coralliennes du fond de l'ancien lagon. La subsidence de la chaîne volcanique responsable de l'édification des formations reposant sur ces tufs est donc aquitanienne ou post-aquitaniennes.

III. - MOUVEMENTS VERTICAUX QUATERNAIRES

a) AUX LOYAUTÉ.

L'altitude des atolls surélevés des Loyauté décroît du SE vers le NE: Maré, l'île la plus septentrionale, atteint aujourd'hui 138 m d'altitude, Lifou, 104 m; seule la barrière est du lagon d'Ouvéa est surélevée et atteint 46 m, tandis que la barrière ouest affleure. Les atolls de Beautemps-Beaupré et les récifs de l'Astrolabe sont peu ou pas surélevés.

CHEVALIER (1968) indique un âge pléistocène inférieur pour la faune de Madréporaires recueillie au sommet de la couronne récifale de Maré; cette faune pourrait dater la fin de la subsidence génératrice de l'atoll et partant, le début de la surrection.

Il semble qu'un mouvement de surrection ait affecté la partie sud-est de l'arc des Loyauté dès le Pléistocène inférieur. Ce mouvement qui se poursuit actuellement (jeunesse de la terrasse la plus basse) n'a pas encore touché ou a peu touché la partie nord de l'arc (barrière ouest immergée d'Ouvéa, atolls de Beautemps-Beaupré, récifs de l'Astrolabe).

Le développement des coraux se produit pendant les périodes chaudes, c'est-à-dire pendant les périodes de haut niveau de la mer. On peut donc considérer que les coraux du Pléistocène inférieur de la couronne récifale de Maré se sont construits pendant une période de haut niveau de la mer, assez proche du niveau actuel. Ainsi, la valeur de l'altitude atteinte par la couronne récifale est proche de celle de l'amplitude du mouvement de surrection. La vitesse moyenne de surrection de l'île Maré depuis approximativement 2 M.A. serait de l'ordre de 7.10^{-5} m/an. Cette vitesse étant relativement lente, les terrasses et encoches visibles sur les flancs des récifs-barrières des atolls marquent l'action des périodes de stabilité du niveau relatif de la mer au cours de la surrection et non pas forcément des arrêts de la surrection. Les variations eustatiques du Quaternaire, d'amplitude inégale, ont certainement perturbé l'agencement des terrasses successives. L'ordre chronologique pourrait donc être différent de l'ordre altimétrique.

b) EN NOUVELLE-CALÉDONIE.

On distingue, d'une part, les traces situées juste au-dessus de la zone d'action actuelle de la mer qu'on observe en de nombreux points sur toute la Nouvelle-Calédonie, d'autre part, les niveaux nettement soulevés que l'on rencontre surtout dans la partie sud-est de la Nouvelle-Calédonie.

La présence des premières (encoches, plages et ter-

rases entre 2 et 4 m d'altitude (1), partie supérieure morte des récifs frangeants située actuellement à un niveau de la zone intertidale impropre à la vie des coraux) est observable en de nombreuses localités en Nouvelle-Calédonie. Des datations au ^{14}C sur des coraux ou des coquilles de gastéropodes (LAUNAY et RECY, 1970-1972) ou sur des tourbes provenant de niveaux de mangroves (BALTZER, 1970) ont indiqué, pour ces niveaux surélevés, un âge holocène moyen (entre 7 300 et 4 000 ans B.P.). Ces niveaux marins de l'Holocène moyen semblent être le résultat d'une oscillation positive puis négative du niveau relatif de la mer, fonction de la résultante des vitesses de la variation eustatique et d'un mouvement tectonique positif aux points considérés, entre 7 500 ans B.P. et l'actuel. Il semble qu'on soit en présence d'un phénomène tectonique de courte période et d'amplitude variable suivant les localités, peut-être oscillatoire et dont la cause reste inconnue. La vitesse de surrection moyenne est de l'ordre de $0,5$ à 1.10^{-3} m/an et parfois plus, suivant les localités et suivant la courbe de variation eustatique prise comme référence.

On n'observe pas dans la région néo-calédonienne de constructions coralliennes aussi surélevées que celles de l'archipel des Loyauté. Les plus élevées apparaissent au SE de la Nouvelle-Calédonie à l'île des Pins, qui se présente comme un massif de péridotites latéritisées presque entièrement pénéplané, entouré d'un platier corallien dont les parties les plus hautes atteignent une vingtaine de mètres d'altitude. Un échantillon prélevé dans la partie la plus ancienne du platier à 20 ± 3 m d'altitude a donné par la méthode $\text{I}_0/\text{U}234$ un âge de 118 000 ans ± 8 000 B.P. La vitesse moyenne de surrection depuis 118 000 ans est faible (1 à 2×10^{-4} m/an) si l'on admet pour cet âge un niveau de la mer proche de l'actuel ou légèrement supérieur (VEEH and CHAPPEL, 1970). Si l'on accepte l'hypothèse de l'existence de mouvements de surrection relativement plus rapides à l'Holocène moyen ou supérieur, la vitesse moyenne de surrection anté-Holocène serait de l'ordre de $0,7$ à 1.10^{-5} m/an, comparable à celle observée sur les îles Loyauté.

Dans la région de Yaté, dans la partie sud-est de la Nouvelle-Calédonie, un platier récifal surélevé borde la côte sur 30 km de longueur; il culmine à une dizaine de mètres. Son âge reste inconnu; il est sans doute proche de celui du platier daté de l'île des Pins. Partout ailleurs en Nouvelle-Calédonie, on n'observe pas de traces d'action de la mer quaternaire à de telles altitudes, sauf dans la région de Hienghène sur la côte nord-est, où la présence d'une grotte dans une falaise calcaire a permis la conservation entre 9 et 13 m d'altitude de traces d'encoches très anciennes.

IV. - TENTATIVE D'EXPLICATION DES MOUVEMENTS DE SURRECTION

L'étude des anciens niveaux marins surélevés permet de mettre en évidence deux types de mouvement:

- un mouvement rapide holocène moyen à supérieur qui affecte la Nouvelle-Calédonie proprement dite et dont la vitesse et l'amplitude varient avec les localités;
- un mouvement régional lent affectant les îles

(1) Altitude par rapport au zéro du Service hydrographique français.

Loyauté, l'île des Pins et le Sud de la Nouvelle-Calédonie. Ce mouvement peut être assimilé à une onde épirogénique positive, dont les effets se font sentir dès le Pléistocène inférieur dans la partie sud-est de l'archipel des Loyauté, puis plus tardivement dans la partie sud-est de la Nouvelle-Calédonie, les parties nord-ouest de la Nouvelle-Calédonie et de l'arc des Loyauté n'étant pas affectées.

Il semble que cette onde épirogénique soit due à l'existence d'un bombement de la lithosphère de la plaque australo-tasmantienne avant sa subduction sous la plaque océanique au niveau de la fosse des Nouvelles-Hébrides ; l'orientation de l'axe de ce bombement parallèle au plan de plongement de la lithosphère est différente de celle des arcs de Nouvelle-Calédonie et des îles Loyauté. Au cours de la migration de la plaque australo-tasmantienne, la région îles Loyauté-Nouvelle-Calédonie aurait atteint progressivement la zone du bombement résultant de la flexure de la plaque ; les régions les plus proches de l'axe sont les premières affectées et celles dont la surrection est la plus importante (2).

V. - MESURES DES PENTES REPRÉSENTATIVES DE LA DÉFORMATION DE LA LITHOSPHERE

1. MESURE DES NIVEAUX DES ATOLLS DES ÎLES LOYAUTÉ.

Le haut niveau de la mer responsable de l'édification des couronnes récifales devait être proche du niveau actuel (3) ; avant leur surrection, chacune d'entre elles devait être au même niveau (1).

Les atolls atteignant successivement la zone d'influence du bombement, on peut admettre que :

1°) la valeur des altitudes atteintes est proche de celle de l'amplitude réelle du mouvement vertical de chaque atoll ;

2°) les différences de niveaux entre les îles rendent compte de la morphologie du bombement dans la direction de l'alignement de l'archipel.

Nous présentons, ci-dessous, les pentes des différents segments du profil de direction sensiblement 300-310° reliant les points d'altitude maximum des différentes îles, ces points étant tous situés dans le secteur sud à sud-est de chaque île.

	Altitude	Distance km	Pendage m/km
Beautemps	+ 4 m	52,5	0,80
Ouvéa	+ 46 m	95	0,80
Lifou	+ 104 m	87,5	0,610
Maré	+ 138 m		0,388

(2) Les termes de *lithosphère* et de *plaque* (COULOMB, 1969) sont les traductions des termes « lithosphere » et « plate » donnés par les Anglo-Saxons à la zone rigide et à ses blocs surmontant la couche à moindre vitesse de GUTENBERG. Ces termes sont contestés, car ils impliquent une cristallisation et un état de la matière qui ne peuvent pas être étudiés *in situ* (pression et température élevées du manteau supérieur). Compte tenu des réserves à faire sur ces termes et pour simplifier les calculs, nous raisonnons ici sur un modèle constitué par une « plaque » rigide, d'épaisseur égale à la profondeur du toit de la couche à moindre vitesse et de paramètres égaux à ceux donnés par la séismologie pour le milieu, sous la discontinuité de MOHOROVICIC (vitesse des ondes P et S, coefficient de rigidité).

(3) Il n'est évidemment pas impossible qu'une subsidence plus rapide que la construction ait provoqué une submersion plus ou moins importante des couronnes récifales avant le mouvement de surrection, ce qui annulerait les deux hypothèses proposées.

La pente est maximum pour le segment de profil nord et diminue vers le Sud de l'archipel.

2. MESURE DES NIVEAUX AU FOND DU BASSIN DES LOYAUTÉ.

Le bassin des Loyauté est une structure de remplissage relativement ancienne, ayant atteint son équilibre avant le début du Quaternaire. Le bombement de la lithosphère a dû induire un basculement du fond de ce bassin, mais on peut admettre que la faiblesse des pentes n'a pas altéré les conditions de sédimentation. Les différences de niveau n'ont donc pas dû être masquées par la sédimentation au fur et à mesure qu'elles se créaient.

Un certain nombre de profils bathymétriques ont été réalisés dans le bassin. Nous résumons, ci-dessous, les azimut et les pentes de ces profils (pour le détail et la carte de situation cf. DUBOIS *et al.*, 1973) :

Azimut	(N)	(S)	(S)	(N)	(N)	(N)
du segment	(4)	(4)				
en degrés	359	314	320	344	225	316
Pente						
du segment	0,88	0,84	0,78	0,42	0,96	1,22
m/km				(5)		

L'azimut de la ligne de pente et la valeur du pendage ont été calculés par la méthode de BROOKS à l'intersection de deux profils. L'azimut calculé est de 263° et sensiblement perpendiculaire à la direction de la fosse des Nouvelles-Hébrides, donc de l'axe supposé du bombement. Pour cet azimut, la valeur du pendage est 1,55 m/km. La pente du fond suivant l'azimut 310-320° est moins accentuée pour les profils sud, plus proches de l'axe du bombement que pour les profils nord, résultat en accord avec ceux des segments du profil des sommets des îles Loyauté. On peut donc considérer que la pente du bombement de la lithosphère diminue quand on se rapproche de la fosse des Nouvelles-Hébrides. Les valeurs de la pente sont un peu plus élevées dans les différentes parties du bassin que celles des segments correspondant au profil des îles Loyauté.

VI. - ÉTUDE DES MÉCANISMES POUVANT JOUER LORS D'UNE SURRECTION

1. RAPPEL DE QUELQUES DÉFINITIONS.

On utilise ici le terme de lithosphère tel qu'il est défini par les sismologues, c'est-à-dire l'ensemble croûte et partie rigide du manteau supérieur (60 à 150 km d'épaisseur). En effet, la distinction croûte-manteau était basée sur le critère de la discontinuité des vitesses des ondes sismiques P et S ; on préfère, en géodynamique, la distinction lithosphère-asthénosphère basée sur des critères de rigidité des milieux physiques. Ainsi, la lithosphère rigide repose sur l'asthénosphère plus « visqueuse » qui est aussi la couche à moindres vitesses des P et S des sismologues.

Les propagations des ondes de volume et des ondes de surface (DUBOIS, 1969, 1971) nous donnent les paramètres physiques de la lithosphère dans la région

(4) (N) profils réalisés dans la partie nord du bassin.
(S) profils réalisés dans la partie sud du bassin.
(5) L'erreur relative sur les segments courts peut être importante

(rigidité, module de Young, coefficient de Poisson) et son épaisseur 60 ± 5 km. A partir de ces paramètres, on peut calculer la rigidité en flexion qui est comprise entre $x = 100$ km et $x = 230$ km (cf. DUBOIS *et al.*, 1973).

2. MÉCANISMES POSSIBLES D'UNE SURRECTION.

On a cherché quels mécanismes pouvaient induire des mouvements relatifs verticaux en certains endroits de cette plaque lithosphérique rigide, indépendamment des phénomènes de rupture qui correspondent à des cassures par failles. Ainsi, on a étudié le problème des charges et décharges par érosion, eustatisme, émergence d'une île et le problème de la flexure de la lithosphère associée au prolongement d'une plaque sous une autre plaque.

a) Soulèvement dû à l'érosion.

En Nouvelle-Calédonie, on connaît l'ordre de grandeur de l'érosion du massif péridotitique du Sud. Les mesures et hypothèses de BALTZER et TRESCASES (1971) donnent des chiffres d'une érosion mécanique de 11 mm pour 1000 ans d'un matériau de densité 1.8 et une érosion chimique de 25 mm pour 1000 ans d'un matériau de densité 3.3. A cette érosion correspond une décharge de la lithosphère sur la Nouvelle-Calédonie et par conséquent un soulèvement de la plaque. Connaissant sa rigidité en flexion, il est possible de calculer ce soulèvement pour une période donnée, 1 M.A., par exemple, correspondant à l'érosion d'une tranche de 38 m d'épaisseur. On a étendu cette valeur à toute l'île pour simplifier le calcul. Au point de soulèvement maximum — au centre de l'île — le soulèvement est de 5,69 m, soit environ 1/6 de l'épaisseur érodée (pour le détail de calcul, voir DUBOIS *et al.*, 1973). De tels mouvements paraissent faibles durant le Quaternaire pour interpréter nos observations.

b) Effet de l'eustatisme.

Les variations de niveau de la mer au Quaternaire sont connues et on peut chercher à calculer l'effet de ces charges et décharges successives sur les zones océaniques au niveau des îles. En effet, une surcharge maximum de 100 m d'eau, par exemple, due à une montée du niveau de la mer, qui s'exerce sur la totalité des fonds océaniques n'existe pas sur les îles et tout se passe mécaniquement comme si à l'emplacement des îles on exerçait une décharge (force vers le haut) de la lithosphère correspondant à 100 m d'eau. Une montée des eaux se traduit donc par un soulèvement des îles (par rapport au centre du globe terrestre). Le calcul (voir DUBOIS *et al.*, 1973) montre que pour une montée de 100 m, l'effet de surrection au centre de la Nouvelle-Calédonie est de 4,7 m et au centre de Maré de 0,5 m, ce qui signifie que sur la Nouvelle-Calédonie on n'observera qu'une montée des eaux de $100 - 4,7 = 95,3$ m et sur Maré de 99,5 m. Le mouvement vertical induit par l'eustatisme est donc faible.

c) Effet de surrection d'une île.

La naissance d'un volcan ou la surrection d'un atoll émergeant pour une raison quelconque produit un effet de poinçonnage de la lithosphère par la surcharge résultant de l'émergence. La surrection de l'île Maré, par exemple, a produit un tel effet secondaire d'enfoncement, que l'on peut calculer; il est de 1 m environ, faible valeur comparée à l'émergence de 138 m qui lui a donné naissance.

Ainsi, les mouvements verticaux en Nouvelle-Calédonie et aux îles Loyauté ne peuvent pas être interprétés dans leur ensemble par des effets de charge

ou de décharge par érosion, eustatisme ou surrection d'un relief. Cependant, ces effets ne sont pas tous négligeables puisqu'ils peuvent atteindre dans certains cas 1/6 de l'effet perturbateur (cas de l'érosion). Mais la cause principale des mouvements quaternaires observés dans cette région nous semble liée au phénomène de flexure associé au plongement de la plaque australo-tasmanienne sous la plaque pacifique.

d) Effet de flexure.

A partir des paramètres physiques de la plaque lithosphérique et de son épaisseur, on peut calculer sa déformation avant son plongement sous l'arc insulaire où se produit sa rupture (LIBOUTRY, 1969; HANKS, 1971). L'ordonnée du point milieu de la plaque ξ dans le plan vertical perpendiculaire à l'axe du plongement est donnée en fonction de x distance à l'arc par l'équation :

$$\xi = \xi_0 \left(\cos ax - \frac{B}{\xi_0} \sin ax \right) e^{-ax}$$

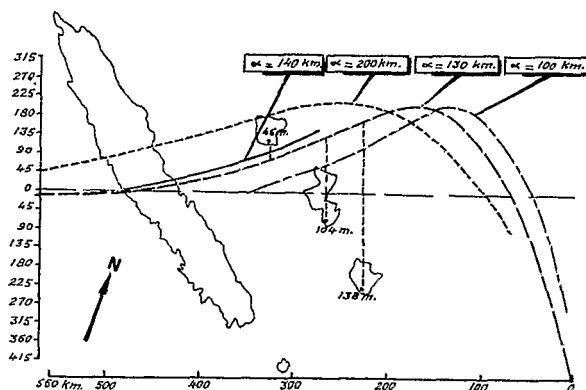
$a = 1/\alpha$, B , ξ_0 sont des constantes, fonctions des paramètres du milieu constituant la lithosphère, et de son épaisseur.

Compte tenu de la marge d'incertitude existant sur ces paramètres, nous avons fait le calcul de cette déformation théorique tracée sur la fig. 2 pour $\alpha = 100, 130, 200$ km. Les projections des différents atolls sur ce plan perpendiculaire à l'axe du plongement se répartissent bien le long de la courbe théorique $\alpha = 130$ km. Maré, la plus proche de l'axe du plongement, est la plus soulevée, Lifou et Ouvéa sont plus éloignées et Beautemps-Beaupré émerge à peine à proximité du point où $\xi = 0$.

A ces arguments de caractère géométrique s'ajoutent des arguments « dynamiques ». Le mouvement relatif de la plaque australo-tasmanienne qui porte la Nouvelle-Calédonie et les Loyauté, par rapport à la plaque pacifique (plateau Fidjien), a été étudié par LE PICHON (1968). Le centre instantané de rotation de ce mouvement se trouve au point $52^{\circ}2$ S, 179° E, la vitesse angulaire relative de rotation est de $12,3 \cdot 10^{-7}$ deg. par an, soit une vitesse relative linéaire au niveau des Nouvelles-Hébrides de 7 cm/an. Dans la zone étudiée elle est de 5 à 6 cm/an. Dans ces conditions (courbe $\alpha = 140$ km), l'île Maré était à l'altitude actuelle d'Ouvéa il y a 2 M.A. (hypothèse 5 cm/an) ou 1,4 M.A. (hypothèse 7 cm/an). Ces valeurs sont en bon accord avec les âges de la formation de la couronne récifale proposés par CHEVALIER (1968).

VII. - CONCLUSION

L'étude des différents mécanismes possibles ayant entraîné l'émergence de traces de niveaux marins quaternaires nous a permis de rejeter un certain nombre d'entre eux comme cause principale des phénomènes : charge ou décharge par érosion, eustatisme, surrection d'un relief. Dans la région Nouvelle-Calédonie - Iles Loyauté, il nous semble que le mécanisme principal doit être cherché dans la présence d'une onde épirogénique associée au plongement de la plaque australo-tasmanienne sous la plaque pacifique, au niveau des Nouvelles-Hébrides. Le déplacement de cette onde de flexure, du fait du mouvement relatif des plaques, serait ainsi à l'origine de la lente émergence des atolls des Loyauté et de la partie sud de la Nouvelle-Calédonie. La forme de cette onde de flexure et son déplacement tel qu'on le déduit des mouvements relatifs connus des plaques sont en bon accord avec les observations : géométrie de la déformation et âges des couronnes récifales émergées.



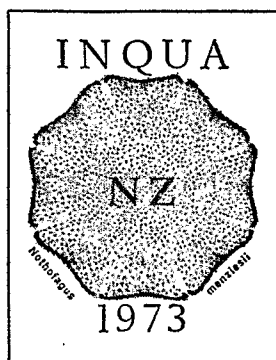
TRACE DE LA LITHOSPHERE POUR $\alpha = 100, 130, 200, 140$ km. DANS LE PLAN VERTICAL
PERPENDICULAIRE A L'AXE DE PLONGEMENT

*La trace est rabattue sur la carte à la même échelle
pour une vitesse d'expansion de cinq centimètres par an.*

FIG. 2

BIBLIOGRAPHIE.

- BALTZER F. (1970). — Datation absolue de la transgression holocène sur la côte ouest de la Nouvelle-Calédonie sur des échantillons de tourbe à palétuviers. Interprétation néotectonique. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 257, p. 2251-2254.
- BROOKS M. (1970). — Quelques formules trigonométriques pour l'interprétation des profils de sondage sismique continu. *Rev. Hydrog. Intern.*, vol. XLVII, n° 2, p. 67 à 75.
- CHEVALIER J.-P. (1968). — Expédition française sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie. Vol. 3, Ed. Fondation Singer-Polignac.
- DUBOIS J., LAUNAY J., RECY J. (1973). — *Cah. O.R.S.T.O.M.*, série Géol., t V.
- DUBOIS J. (1969). — Contribution à l'étude structurale du Sud-Ouest Pacifique d'après les ondes sismiques observées en Nouvelle-Calédonie et aux Nouvelles-Hébrides. Thèse, Paris.
- DUBOIS J. (1971). — Propagation of P Waves and Rayleigh Waves in Melanesia. Structural implications. *Journ. Geophys. Research*, vol. 76, n° 29.
- FAURE H. (1971). — Relations dynamiques entre la croûte et le manteau d'après l'étude de l'évolution paléogéographique des bassins sédimentaires. *C.R. Acad. Sc. Paris*, sér. D, t. 273, p. 3239-3242.
- GUILLON J.H., ROUTHIER P. (1971). — Les stades d'évolution et de mise en place des massifs ultramafiques de Nouvelle-Calédonie. *Bull. B.R.G.M.*, (2), IV, n° 2.
- HANKS T. (1971). — The Kuril trench, Hokkaido rise system: large shallow earthquake and simple models of deformation. *Geophys. J.R., astr. Soc.*, 23, p. 171-189.
- LAUNAY J., RECY J. (1972). — Variations relatives du niveau de la mer et néo-tectonique en Nouvelle-Calédonie au Pléistocène supérieur et à l'Holocène. *Revue Géog. phys. et Géol. dyn.*, vol. XIV, fasc. 1.
- LE PICHON (1968). — Sea-floor spreading and continental drift. *J. Geophys. Res.*, vol. 73, n° 12, p. 1661-1697.
- LLIBOUTRY L. (1969). — Sea-floor spreading, continental drift and lithosphere sinking with an asthenosphere at melting point. *J. Geophys. Res.*, 74, p. 6525-6540.



9^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE L'INQUA

CHRISTCHURCH, Décembre 1973

LE QUATERNAIRE

GÉODYNAMIQUE
STRATIGRAPHIE ET ENVIRONNEMENT

TRAVAUX FRANÇAIS RÉCENTS

Ouvrage publié avec le concours du
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

par le

COMITÉ NATIONAL FRANÇAIS DE L'INQUA

16 JUL 1974
O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

B6978 Geoph.