

1

LE CADRE GÉNÉRAL ET LES TRAITS ESSENTIELS DE L'ARC INSULAIRE DES TONGA - KERMADEC

Par Jacques DUPONT

SITUATION GÉOGRAPHIQUE DE L'ÉTUDE

L'arc insulaire des Tonga-Kermadec dans le Pacifique

Le système arc-fosse des Tonga-Kermadec se situe dans le Pacifique sud entre 14°30 et 36° de latitude sud et entre 172° de longitude ouest et 179° de longitude est (Fig. V-1).

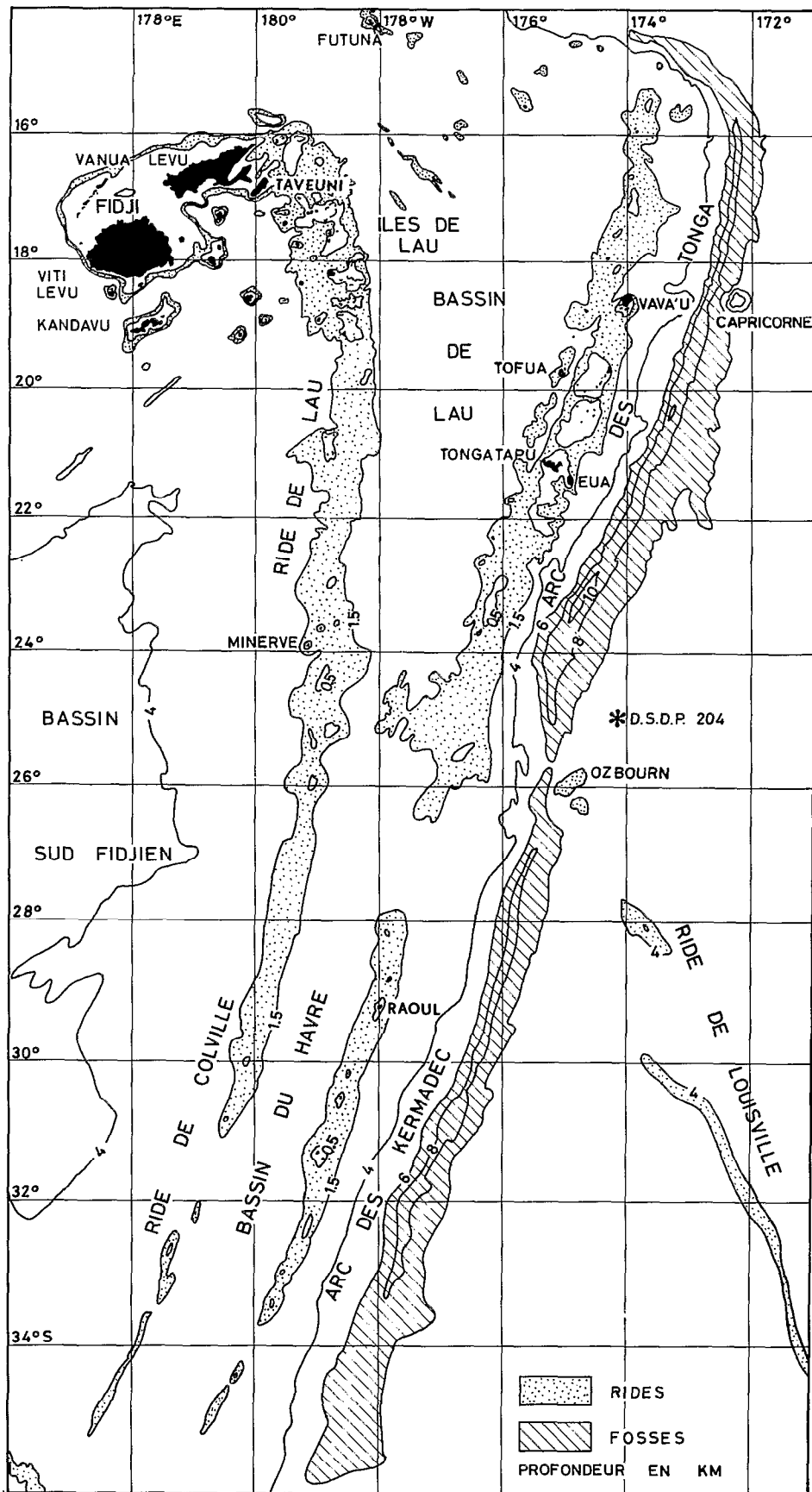


Fig. V-1 . Carte générale de la zone des Tonga-Kermadec. Bathymétrie simplifiée des Tonga d'après la carte d'HAWKINS (1974), des Fidji et des Kermadec d'après la carte de MAMMERICKX *et al.* (1971).

Les structures constituant l'arc des Tonga sont longues de plus de 1.300 km et quasiment rectilignes sur environ 1.000 km avec une orientation NNE-SSW (21°). On note seulement deux changements de direction d'inégale importance aux extrémités de la fosse des Tonga :

- au nord la partie terminale de la fosse vire d'environ 90° et prend une direction EW en devenant moins profonde,
- au sud, c'est-à-dire avant le seuil provoqué par l'intersection de la fosse et de la ride de Louisville le tronçon méridional de la fosse s'oriente nord-sud.

Les structures de l'arc des Kermadec sont elles aussi rectilignes sur plus de 1.100 km et dans le prolongement des Tonga.

L'actuel système arc-fosse des Tonga-Kermadec n'est qu'une partie d'un ensemble structural ayant commencé à se former avant l'Eocène supérieur. Cet ensemble comprend plusieurs structures que l'on peut schématiquement classer en zones actives et passives (Fig. V-2) :

- système arc insulaire - fosse des Tonga : zone active
- système arc insulaire - fosse des Kermadec : zone active
- le bassin de Lau : zone active
- le bassin du Havre : zone active
- la plate-forme des Fidji : zone passive
- la ride de Lau : zone passive
- la ride de Colville : zone passive

Au sud, la fosse et l'arc des Kermadec, le bassin du Havre et la ride de Colville se terminent vers 36° S mais ils sont relayés par la fosse de Hikurangi et la zone volcanique de Rotorua de l'île Nord de la Nouvelle-Zélande qui sont aussi des zones actives.

Les nouvelles données recueillies par l'ORSTOM concernent essentiellement la zone des Tonga. Toutefois, chaque fois que cela sera possible nous ferons des comparaisons avec l'arc des Kermadec en utilisant les deux profils GEORSTOM recoupant cette structure.

L'arc insulaire des Tonga

Le Royaume des Tonga est formé par environ 150 îles regroupées approximativement en trois groupes (Fig. V-3) :

- le groupe de Tongatapu qui est l'île principale avec Nuku'alofa, la capitale du Royaume,
- le groupe de Ha'apai,
- le groupe de Vava'u.

Schématiquement ces îles sont alignées suivant deux directions parallèles orientées NNE-SSW (20° environ). L'alignement oriental regroupe le plus grand nombre d'îles et les plus importantes : Tongatapu, Eua, Nomuka, Lifuka et Vava'u. Ce sont des îles coralliennes dont le socle serait d'origine volcanique comme à Eua la seule île où sous les calcaires on retrouve ce socle volcanique. L'alignement occidental est formé d'îles volcaniques, Ata, Tofua, Kao, Late et Fonualei dont certaines ont toujours une activité fumerolienne et de récifs affleurants (anciens volcans arasés) comme Falcon, Metis Shoal, Home Reef et Curaçao Reef à l'extrême nord de l'arc (voir Pl. 7).

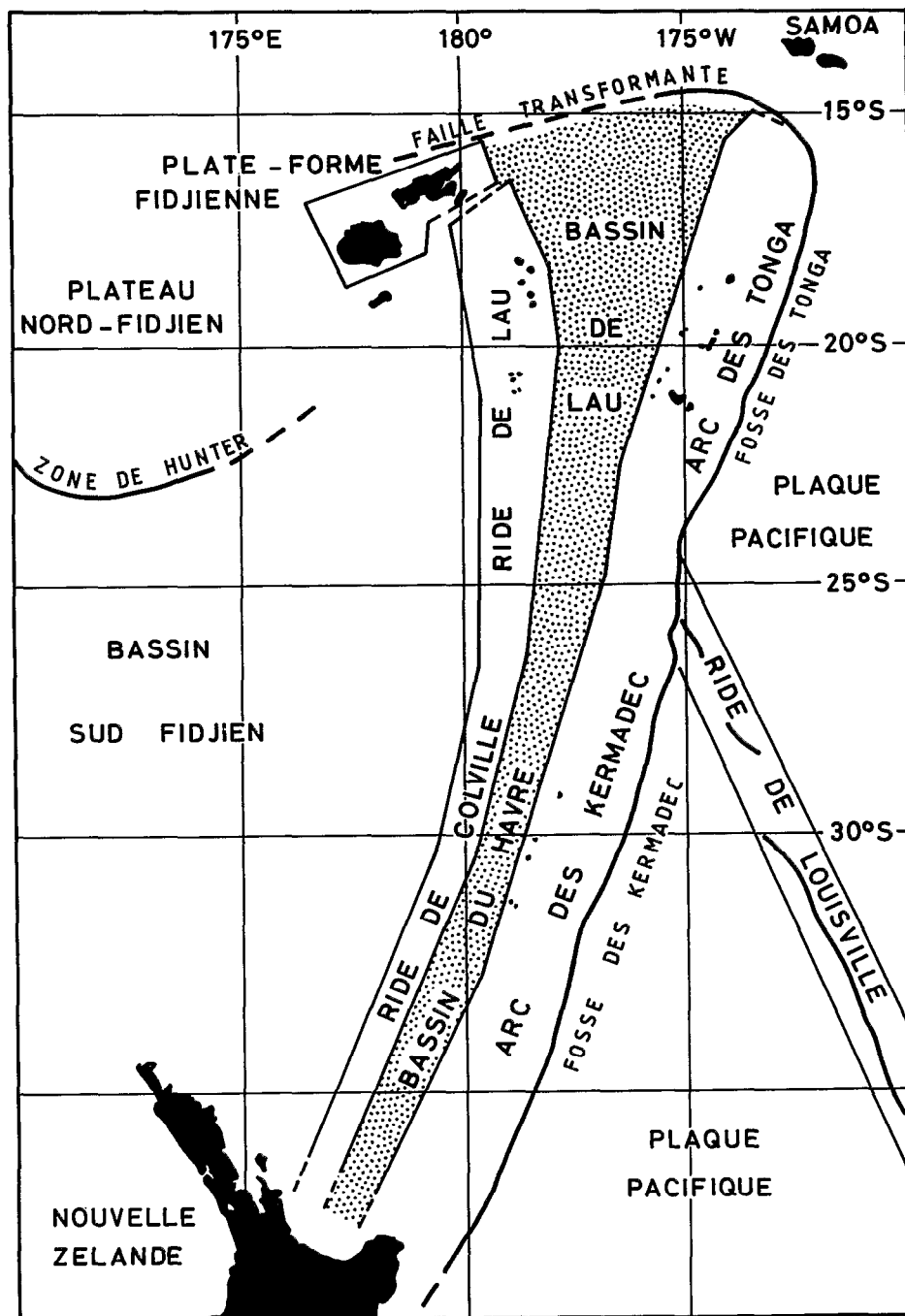
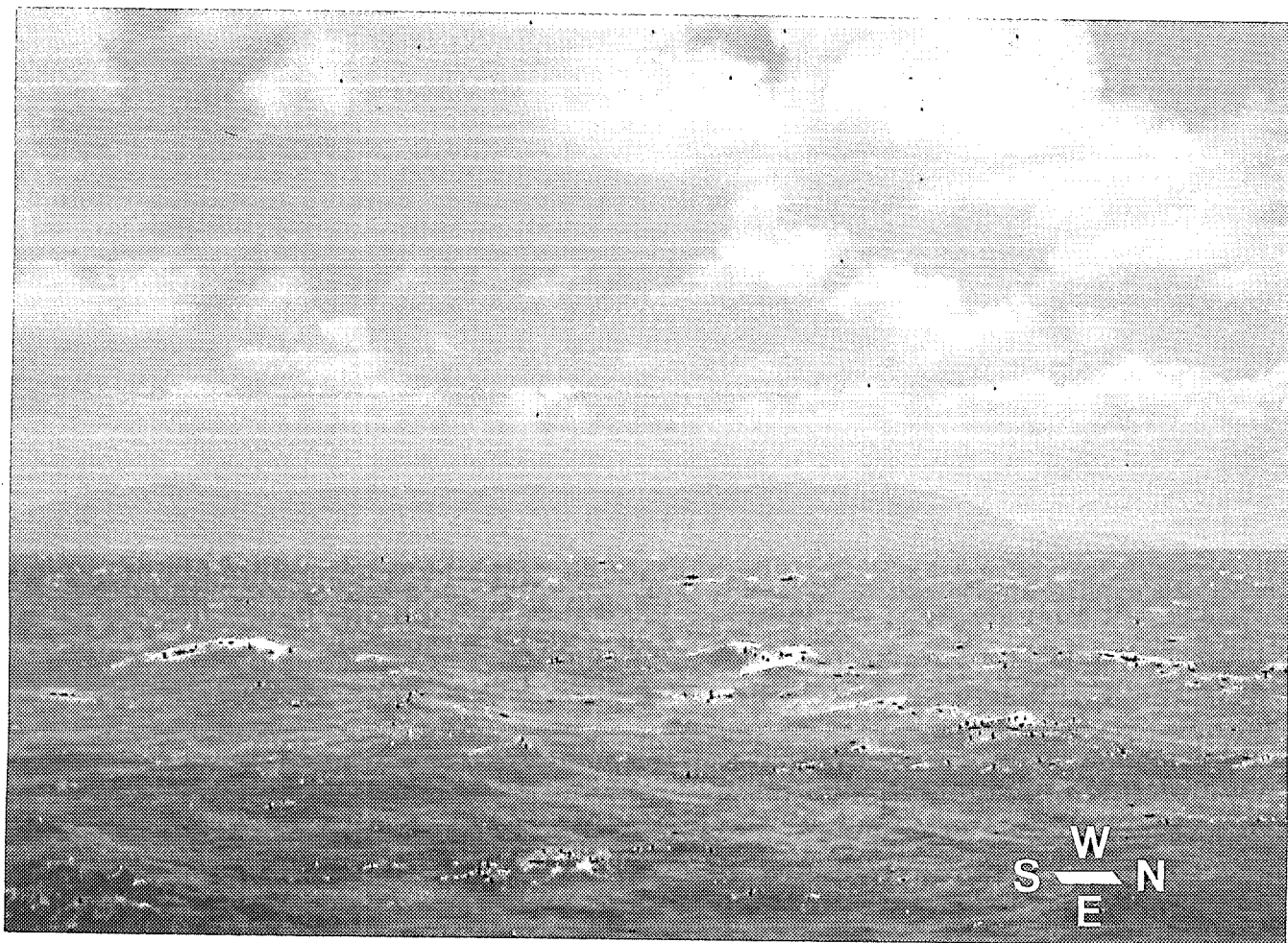
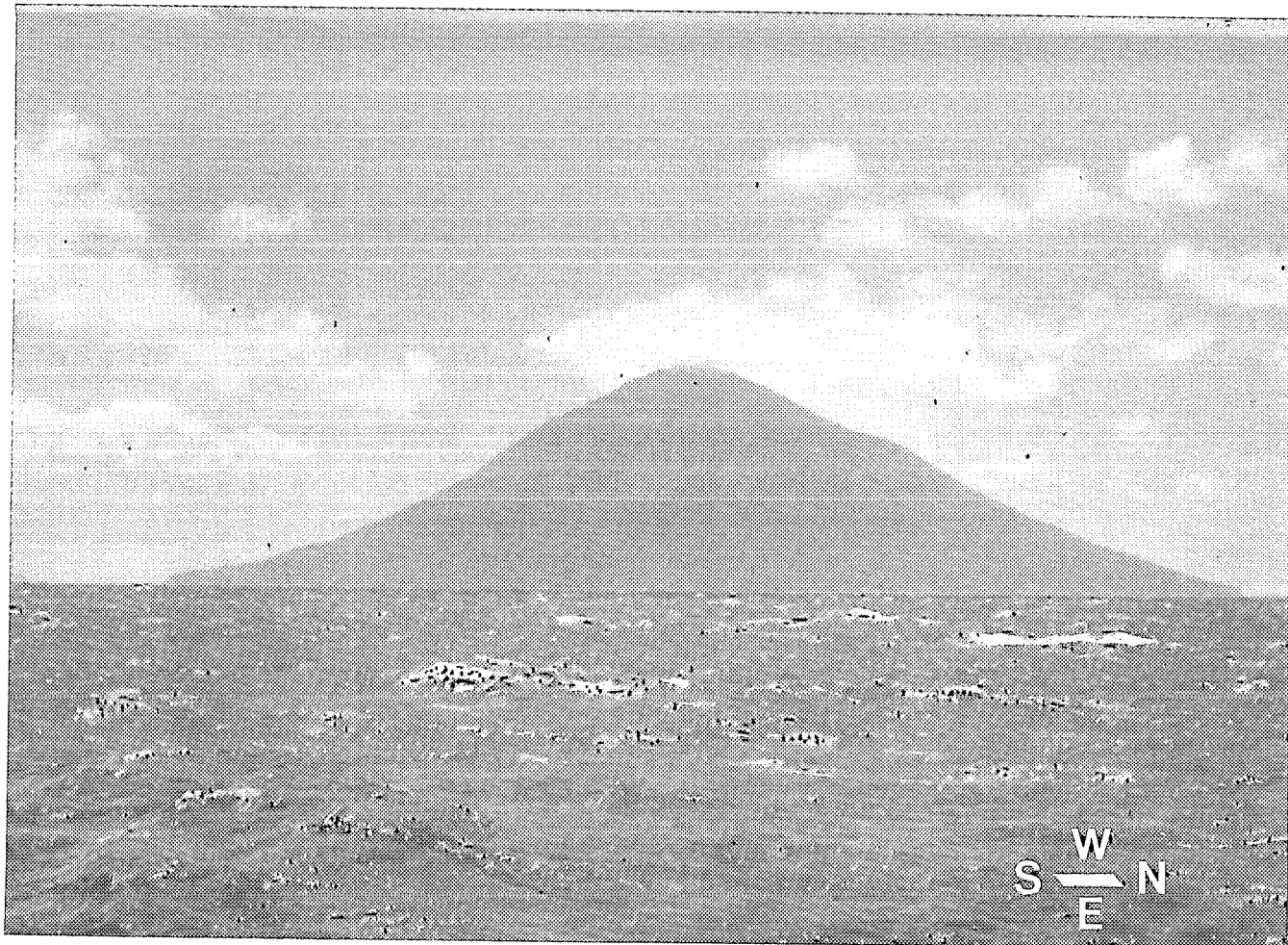


Fig. V-2 . Carte schématique de la région montrant les grandes zones structurales.

Planche 7 - Volcans de l'arc insulaire des Tonga. En haut : Kao, le point culminant du Royaume des Tonga (1109 m). En bas : Tofua est une caldeira avec un lac d'eau douce. Photos J. DUPONT (clichés ORSTOM) prises à bord du N.O. CORIOLIS lors du profil EVA 729. Pour la localisation voir les figures V-3 et 6.



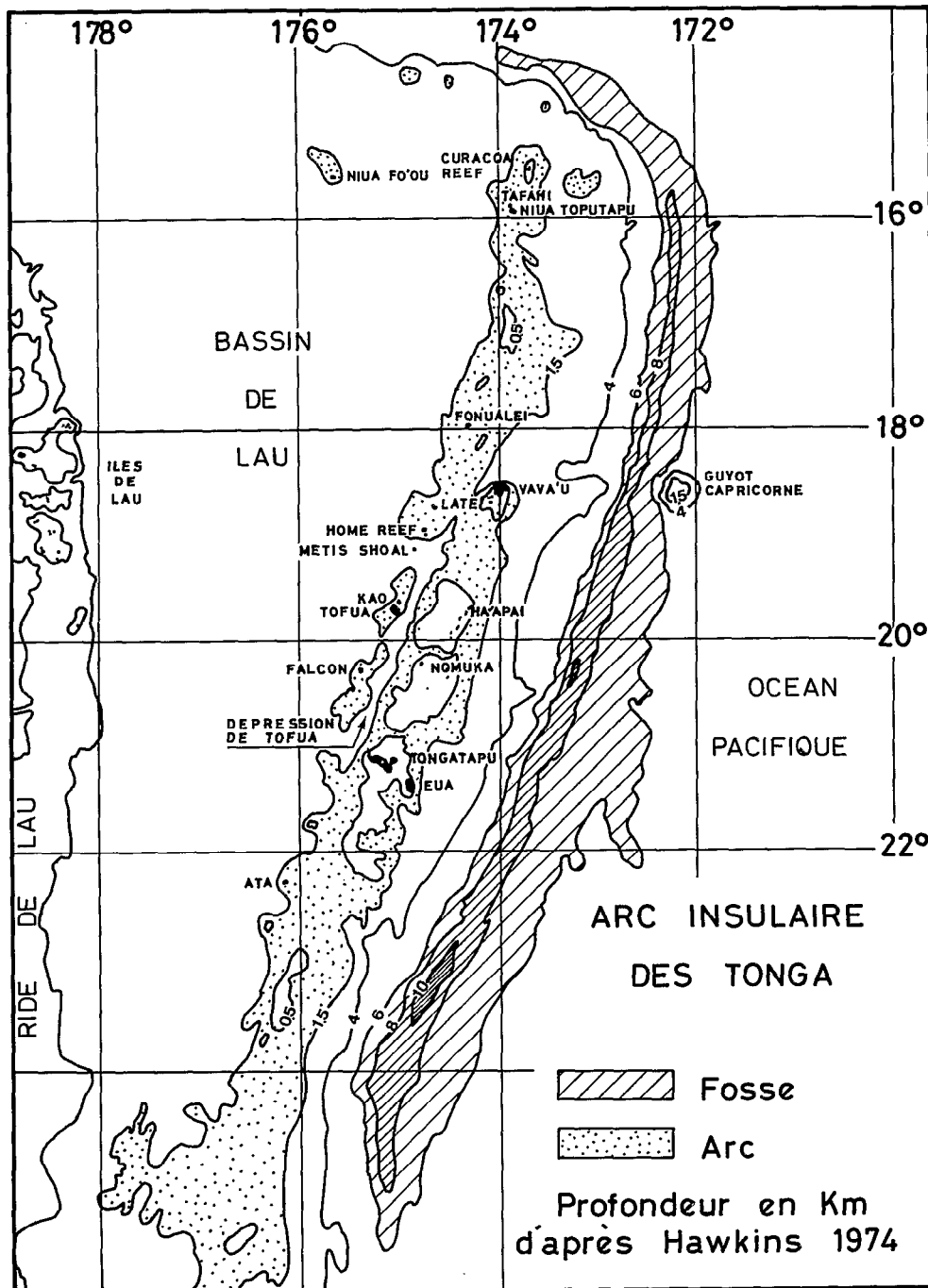


Fig. V-3 . Le Royaume des Tonga. Bathymétrie simplifiée d'après la carte d'HAWKINS (1974).

Le point culminant du Royaume est le volcan éteint de l'île de Kao (1109 m). En dehors de tout groupe et de tout alignement on trouve une île volcanique Niua Fo'ou.

Le volcanisme est toujours actif. L'île Falcon depuis sa découverte en 1781 a fait plusieurs apparitions, sa dernière disparition date de février 1949 (RICHARD, 1962). Curaçao Reef était en éruption en juillet 1973 et tout récemment un nouveau volcan est apparu entre Kao et Late en juin 1979, en août cette nouvelle île baptisée Lateiki avait une superficie de 3 hectares.

L'arc insulaire des Kermadec

Les Kermadec sont constituées par un petit nombre d'îles volcaniques dont les principales sont Raoul, Macauley, Curtis, Herald et l'Espérance. Ces îles appartiennent à la Nouvelle-Zélande, elles sont inhabitées sauf Raoul sur laquelle une station météorologique nécessite la présence d'une dizaine de personnes (Fig. V-1 et 7).

La région des Tonga-Kermadec est étudiée depuis de longues années car c'est une zone tectoniquement importante. Notre étude aura deux buts :

- faire le point des recherches déjà réalisées sur cette frontière actuelle des plaques Australo-indienne et Pacifique à l'est de la zone de marges du Sud-Ouest du Pacifique,
- contribuer à une meilleure connaissance de cette limite grâce à la sismologie et à un nouveau levé de profils bathymétriques associé à des données récentes en réfraction et gravimétrie recueillies essentiellement sur le système arc-fosse des Tonga.

TRAVAUX ANTÉRIEURS

Antérieurement à 1800, seuls les écrits des navigateurs ayant touché terre aux Tonga nous apportent des informations sur ces îles. De 1800 à 1900 outre les récits de voyages, nous trouvons aussi des descriptions de volcans, quelques premières études pétrographiques et même une étude géologique des Tonga datée de 1811. De 1900 à 1950 les études scientifiques se multiplient, en géologie (HOFFMEISTER, 1932), en pétrographie, en volcanologie et toutes viennent enrichir nos connaissances aussi bien sur les îles coralliennes que sur les volcans en activité. De 1950 à nos jours toute la gamme des Sciences de la terre, de la Géologie à la Géophysique, est employée pour mieux connaître cette région : sismicité par GUTENBERG et RICHTER (1954), réfraction par RAITT, FISHER et MASON (1955), gravimétrie par TALWANI, WORZEL et EWING (1961), pétrographie par EWART et BRYAN (1973). Si l'expansion des océans et le renouvellement de la croûte océanique ont pu être démontrés à partir de l'étude des anomalies magnétiques et de la ride médio-atlantique vers 1960-1965 c'est dans le Pacifique et plus spécialement après l'étude sismologique des arcs insulaires des Tonga et Kermadec que la disparition de la croûte océanique dans les zones de subduction a complété le schéma de la tectonique globale comme le prouvent les travaux de SYKES (1966), ISACKS *et al.* (1968-1969).

Les données antérieures sont nombreuses ; parmi elles on peut citer :

- les cartes bathymétriques existantes (MAMMERICKX *et al.*, 1971 ; EADE, 1971 ; HAWKINS, 1974) (1) montrent des différences morphologiques entre la ride des Tonga et celle des Kermadec que nous préciserons par de nouveaux profils bathymétriques (voir H.V. V-1, 2, 3, 4).
- les données géophysiques, essentiellement la sismologie, apportent des précisions sur les mécanismes de subduction de la plaque Pacifique sous les arcs insulaires :

. disparition vers l'ouest de la plaque Pacifique sous la plaque Australo-indienne au niveau de la fosse des Tonga-Kermadec et passage de la zone de subduction à une faille transformante senestre au nord des Tonga (ISACKS *et al.*, 1968-1969),

(1) Les nouveaux profils bathymétriques ne montrent que peu de différence avec la carte de J.W. HAWKINS, l'auteur a préféré utiliser cette dernière. Elle a déjà été publiée dans "The geology of Continental Margins". 1974. Editeurs C.A BURK et C.L. DRAKE, Springer-Verlag, New-York.

. continuité du plan de Benioff entre Tonga et Kermadec (ISACKS and BARAZANGI, 1977),
 . à la zone de moindre activité sismique située au niveau de l'intersection de la fosse Tonga-Kermadec et de la ride de Louisville on peut opposer, au nord, une zone de forte activité sismique correspondant au passage de la subduction à la faille transformante est-ouest (LOUAT, 1977),
 . à l'ouest des rides Tonga et Kermadec on trouve respectivement les bassins de Lau et du Havre. Le manteau supérieur sous le bassin de Lau est caractérisé par une grande atténuation des vitesses des ondes P et S. La limite orientale de cette zone d'atténuation est située près de la ligne volcanique active des Tonga. Ces caractéristiques ne semblent pas s'étendre au bassin du Havre (BARAZANGI and ISACKS, 1971 - AGGARWAL *et al.*, 1972). Le bassin de Lau est aussi caractérisé par un flux de chaleur élevé, une couverture sédimentaire fine et par une croûte de type océanique.

- Enfin il est important de noter les différences existant entre le système arc-fosse des Tonga-Kermadec et le système de subduction fonctionnant sous l'île Nord de la Nouvelle-Zélande, le premier s'étend dans un environnement de croûte océanique tandis que le second se développe juste au sud des Kermadec dans un environnement de croûte continentale.

- Les données géophysiques en notre possession et résumant les travaux antérieurs ont été regroupées dans le tableau V-1. Ce tableau montre l'absence de mesures de réfraction dans le bassin et sur la ride de Lau. Les données de réfraction recueillies sur la ride de Colville et dans le bassin du Havre (SHOR *et al.*, 1971) sont reprises par beaucoup d'autres auteurs et présentées comme des données applicables au bassin et à la ride de Lau. La réciproque est également vraie entre Tonga et Kermadec, cette dernière ride étant moins étudiée.

La zone des Tonga-Kermadec s'étend entièrement dans un environnement de croûte océanique. Cette homogénéité nous permettra sans faire de distinction particulière de voir, tour à tour, les travaux antérieurs réalisés sur la plate-forme fidjienne, la ride de Lau, le bassin de Lau et la ride des Tonga.

Zones	Réfraction★ Épaisseur croûte	Profondeur maxi zone sismique	Profondeur zone sismique s/volcans	Angle de plon- gement du Benioff	Vitesse subduction plaque Pacifique au niveau	Age d'ouvertu- re des bassins
Plaque Pacifique	6.1 km (1)					
Fosse Tonga	11.2 km (1)					
Arc Tonga	10.1 km (1) (Tofua) Vitesse maximale = 7.7 km/s	650 km (5)	100 km (6) 150-180 km (4) (7)	45° (8) 43°-45° (4)	91 mm/an (9)	
Bassin Lau		données de sismique réflexion - magnétisme - bathymétrie - flux de chaleur				5 MA (3) 10-5 MA (10) (11)-(12) 6 à 5 et 3.5 MA (13) 2.5 MA (14)
Ride de Lau		données de sismique réflexion - magnétisme - bathymétrie				
Fosse Kermadec	2.7 à 5.6 km (2) V = 7.8 km/s					
Arc Kermadec	13.7 à 18.4 km (2) (3)	550 km (5)	200-240 km (6) 240-260 km (4) (7)	50° (6) 55°-60° (4)	47 mm/an (9) (Sud Kermadec)	
Bassin Havre	5.8 à 9.4 km (2)					1.8 MA (14)
Ride Colville	11.7 à 18.3 km (2) (3)					
Nelle Zélande	≈ 30 à 40 km (4)	300 km (5) 200 km au SO (4) 400 km au NE	120-150 km (4) (7)	70° (7) (4)	32 mm/an (9)	
★ épaisseur de la croûte à partir du fond de la mer. Quand le Moho n'est pas atteint la vitesse maxi est marquée (1) Raitt <i>et al.</i> , 1955 (5) Uyeda et Kanamori, 1979 (9) Le Pichon, 1968 (13) Weissel, 1977 (2) Shor <i>et al.</i> , 1971 (6) Sykes, 1966 (10) Chase, 1971 (14) Malahoff <i>et al.</i> (in prep) (3) Karig, 1970 <i>a et b</i> (7) Sameshima, 1975 (11) Sclater <i>et al.</i> , 1972 <i>a</i> (4) Ewart <i>et al.</i> , 1977 (8) Isacks <i>et al.</i> , 1968 (12) Hawkins, 1974						

Tableau V-1 . Récapitulation des données géophysiques.

La plate-forme fidjienne

La pétrographie et la tectonique des Fidji (Fig. V-1 et 2) ont surtout été étudiées par RODDA (1967) sur l'île de Viti Levu. De ses conclusions on peut retenir que :

- les plus vieilles roches volcaniques connues sont d'âge Eocène moyen ;
- l'alternance de roches volcaniques et sédimentaires à foraminifères implique une succession de phases éruptives séparées par des périodes plus ou moins longues pendant lesquelles les dépôts sédimentaires s'accumulaient ;
- les mouvements tectoniques sont toujours localisés ;
- le volcanisme a pris fin il y a 5 à 4.7 M.A.

Les études du magnétisme et du paléomagnétisme laissent supposer que la plate-forme fidjienne a subi suivant les auteurs, soit une rotation de 21° dans le sens inverse des aiguilles d'une montre en 4 à 4.5 M.A. (hypothèse de JAMES et FALVEY, 1978), soit une rotation de 55° dans le même sens alors que le plateau Nord-Fidjien se formait en 8 M.A. (hypothèse de MALAHOFF *et al.*, 1979b).

Sans être sûr de la valeur du mouvement effectué par la plate-forme fidjienne, il semble bien que l'on puisse la considérer comme un ancien élément de la ride de Lau, autrefois dans le prolongement de cette dernière.

Les îles et la ride de Lau

Alors qu'il fallait attendre 1970 pour que la morphologie sous-marine de la ride de Lau soit étudiée (PACKHAM and TERRILL, 1975 ; PACKHAM, 1978) les îles faisaient déjà l'objet de nombreuses études entre 1880 et 1930 par AGASSIZ, DANA et DAVIS qui voulaient y voir l'exemple type de l'évolution des atolls. LADD et HOFFMEISTER (1945) étudient la morphologie et la pétrographie de ces îles volcaniques et coralliennes. De leurs travaux il faut retenir que :

- ces îles ont une origine volcanique,
- elles ont été le siège de nombreux mouvements verticaux avec émergence, érosion aérienne, immersion, sédimentation de dépôts calcaires, nouvelle émergence. Les surrections peuvent atteindre 60 à 95 m, les périodes de stabilité ont permis la formation de terrasses au niveau de la mer que nous pouvons maintenant retrouver à des altitudes variables.

Relations entre la plate-forme fidjienne et la ride de Lau

GILL et Mc DOUGALL (1973), GILL (1976a-1976b) ont revu les caractères pétrographiques de cette zone. D'après GILL (1976a) on trouve aux îles de Lau la série suivante en commençant par les formations les plus anciennes :

- socle volcanique des îles, daté de 9 à 6.4 M.A.,
- calcaire futunien daté par des foraminifères planctoniques comme Miocène supérieur à Pliocène inférieur,
- une nouvelle série volcanique âgée de 3.9 à 3.5 M.A.

D'un point de vue pétrographique, GILL (1976 a) considère d'une part que la plate-forme fidjienne (Viti Levu, Vanua Levu, Kandavu et Taveuni) malgré sa position géographique spéciale par rapport à la ride de Lau fait partie de cette dernière structure et d'autre part que, même si les roches les plus anciennes connues de Lau sont âgées de 9 à 6.4 M.A., cela ne veut pas dire qu'on ne puisse y trouver, comme à Viti Levu des formations Eocène supérieur.

Suivant cette hypothèse et avec les datations K/Ar de GILL et Mc DOUGALL (1973) l'histoire géologique de la ride de Lau serait connue de l'Eocène supérieur au Pliocène supérieur (Tableau V-2).

AGE	FIDJI	LAU (Tles)
Eocène supérieur Miocène moyen	Analogie entre le volcanisme tholéiitique de Viti Levu (1) et d'Eua (Tonga)(2)	
Miocène supérieur		Volcanisme calco-alcalin 9 à 6.4 MA (3)
Limite Mio/Pliocène	Volcanisme calco-alcalin 6 à 5 MA (4)	Calcaire futunien
Pliocène inférieur	Volcanisme shoshonitique 5.3 à 4.9 MA (4)	
Pliocène moyen	Volcanisme shoshonitique 4.5 à 3.0 MA (4)	
Pliocène supérieur		Volcanisme calco-alcalin 3.9 à 2.8 MA (3)

(1) P. Rodda (1967) (3) Gill (1976 a)
(2) Ewart et Bryan (1972) (4) Gill et McDougall (1973)

Tableau V-2 . Chronologie des événements géologiques sur Fidji et les îles de Lau.

La ride des Tonga

La première étude importante concernant la géologie a été faite sur l'île d'Eua par HOFFMEISTER (1932) et a permis de mettre en évidence des roches volcaniques anciennes sous des calcaires datés Eocène supérieur. C'est le résultat le plus important de l'étude d'HOFFMEISTER et c'est l'argument qui a fait qu'on donne un âge anté-Eocène supérieur à l'arc insulaire des Tonga. Sur cette île comme pour celles de la ride de Lau, HOFFMEISTER met en évidence une série de mouvements verticaux depuis l'Oligocène avec érosion aérienne lors des surrections.

Vingt ans après, l'expédition Capricorne (1952-1953) réalise des travaux de géophysique sur la fosse des Tonga et RAITT *et al.* publient en 1955 leurs résultats de morphologie et de réfraction qui comprennent en particulier l'étude morphologique du guyot Capricorne et de la fosse et trois profils réfraction implantés parallèlement aux structures majeures de l'arc, l'un sur la plaque plongeante (C 9), un second pratiquement au fond de la fosse (C 10-11) et le dernier dans la dépression de Tofua (C 8) en arrière de l'arc (Fig. V-17).

Les vitesses observées dans les différentes couches de ces profils ont été regroupées avec les résultats de la campagne EVA VII dans le tableau V-4. Les résultats principaux sont :

- . la faible épaisseur des couches sédimentaires tant sur la plaque plongeante qu'au fond de la fosse,
- . l'existence d'une couche à 5.2 km/s beaucoup plus épaisse sous la fosse que sur la plaque plongeante et probablement d'origine volcanique ou volcanoclastique,
- . l'existence sous la dépression de Tofua, d'une vitesse à 7.6 km/s qui pose le problème de la profondeur du Moho. Cette vitesse est-elle représentative du manteau supérieur ?

Ces travaux ont été repris par TALWANI *et al.* (1961) et réinterprétés en tenant compte des mesures gravimétriques effectuées en 1956 par le sous-marin HMS Telemachus à l'aide d'un pendule Vening Meinesz (mesures en station). L'anomalie de gravité calculée à partir du modèle de vitesse, en utilisant la loi de correspondance vitesse-densité de NAFE et DRAKE (1957b) est en bon accord avec les valeurs observées si on introduit, au niveau de la fosse, une couche "sismiquement masquée" de vitesse 7.6 km/s vers 20 km de profondeur ; le Moho serait alors 23 km plus bas que ne l'indique le profil C 8 de RAITT. A partir de cette hypothèse on trouve sous l'arc proprement dit une croûte d'une épaisseur totale de 36 km tandis que sous la plaque plongeante elle n'est que de 11.5 km. Les courbes de dispersion des ondes de Love et de Rayleigh calculées à partir de ce modèle ne sont en accord avec les valeurs observées par OFFICER (1955) que si on admet une vitesse de cisaillement anormalement basse correspondant à une valeur de σ de l'ordre de 0.34.

Toujours en ce qui concerne les études gravimétriques sur l'arc des Tonga il faut noter une mission de la National Oceanic and Atmospheric Administration effectuée en 1971, la South Pacific Traverse RP-7-SU-71 (LUCAS, 1972) et la campagne 49 du N/O VITYAZ en 1971 par l'Institut de Physique de la Terre de Moscou (KOGAN, 1976).

Au cours de l'expédition Nova (1967) des roches sont draguées dans la zone des Tonga par plus de 9000 m vers 20°25 S et 173° 16 W. FISHER et ENGEL (1969) ont trouvé des basaltes et des tufs dans les dragages de plus de 7000 m, des péridotites et des dunites fraîches ou serpentinisées dans ceux entre 9150 et 9400 m. Pour ces auteurs les roches ultramafiques draguées par plus de 9000 m forment le flanc interne de la fosse à la suite de fractures.

A partir de 1970 toute une série de travaux pétrographiques sur les îles tongiennes est publiée. BAUER (1970) donne un âge Pléistocène supérieur à Tofua, BRYAN *et al.* (1972) concluent d'après la topographie et quelques données de paléomagnétisme que l'activité des volcans des Tonga est récente. EWART et BRYAN (1972) postulent que la série ancienne d'Eua représente le sommet d'un complexe ophiolitique formé dans cette zone au tout début de la subduction. En 1973 les mêmes auteurs concluent que le volcanisme ancien d'Eua est pétrographiquement fort semblable aux laves des arcs insulaires. Enfin en 1977 EWART *et al.* font une synthèse de toutes les données géologiques et géophysiques de Kermadec et des Tonga. Du point de vue pétrographie on peut tirer de leur conclusion les faits suivants :

- le volcan de Niua Fo'ou n'est pas lié à l'arc des Tonga. Les laves sont des tholéïtes comme celles du bassin de Lau beaucoup plus proches des laves de plancher océanique ;
- les laves des Tonga sont typiquement des tholéïtes d'arc insulaire, celles des Kermadec ont les mêmes caractéristiques pétrochimiques mais présentent une plus grande variabilité ;
- depuis les tholéïtes des arcs insulaires Tonga et Kermadec jusqu'à celles du volcan Niua Fo'ou et du bassin de Lau il semble que l'on ait une série continue.

Du point de vue sédimentologie, les profils sismique réflexion réalisés sur l'arc des Tonga par la Mobil Oil Corporation ainsi que les résultats des forages sur l'île de Tongatapu donnent de bonnes informations sur l'épaisseur des sédiments recouvrant cet arc. Sur Tongatapu les deux forages ont dépassé une profondeur de 1680 m, presque exclusivement dans des sédiments volcanoclastiques ayant les caractères de dépôts marins de moyenne à grande profondeur. La base du forage est datée Miocène inférieur (TONGILAVA and KROENKE, 1975 ; KATZ, 1976) et la transition entre les sédiments pélagiques et les calcaires récifaux se situe vers 300 m de profondeur à la limite Pliocène supérieur -

Pliocène inférieur (3.5 M.A. environ). De leur côté, les profils de sismique réflexion multitrace montrent une épaisseur de plus de 3.000 m sur la ride des Tonga (KROENKE and TONGILAVA, 1975; KATZ, 1976).

Relations entre les rides de Lau et Tonga

Les données pétrographiques de GILL (1976 a) lui permettent d'opter pour l'hypothèse de KARIG (1970 a) qui fait des rides de Lau et Tonga les deux parties d'un même arc, actuellement séparées par l'ouverture du bassin inter-arc de Lau. Cette hypothèse est étayée par une symétrie entre les deux rides par rapport au bassin de Lau, symétrie morphologique puisque les flancs se faisant face sont plus abrupts que les pentes extérieures mais aussi, symétrie dans la distribution et l'épaisseur des sédiments. GILL est donc amené à faire une série de comparaisons entre ces deux rides. Outre les ressemblances morphologiques, nous avons une série de caractères concordants que nous étudierons chronologiquement.

- A l'Eocène :

Une faune de mer peu profonde se retrouve sur les deux rides. Elle est datée Eocène supérieur, c'est la plus vieille faune trouvée dans cette zone. Aux Tonga cette faune recouvre sur Eua un volcanisme non daté.

EWART et BRYAN ont suggéré en 1972 que ces roches anté-Eocène supérieur pouvaient être représentatives du volcanisme d'un arc insulaire en formation mais c'est GILL (1976 a) en conclusion de ses travaux qui dit que le socle volcanique exposé à Eua appartient à un arc insulaire existant avant l'Eocène supérieur et qu'il ne s'agit ni d'un morceau de croûte océanique surélevée ni d'un guyot du même âge.

Aux Tonga comme aux Fidji les deux volcanismes appartiennent à la série tholéïtique du type arc insulaire.

- Au Miocène :

Le Miocène inférieur et moyen semble sans changement sur les deux rides.

Au Miocène supérieur le volcanisme de Lau et les séquences volcanosédimentaires de la série des Tonga impliquent que les rides étaient encore contigües à cette époque. Toujours d'après GILL (1976 a) ces rides représentaient, l'une, l'arc frontal et la ligne volcanique (Lau) tandis que l'autre figurait la partie comprise entre la fosse et l'arc frontal (Tonga) d'un arc insulaire unique - Miocène supérieur - sous lequel la plaque Pacifique s'enfonçait d'est en ouest.

GILL et GORTON (1973) s'appuient sur des critères géochimiques pour dire que les îles de Lau et Vanua Levu étaient plus près de la zone de subduction Miocène supérieur que ne l'était Viti Levu et que la subduction venait de l'est.

GILL (1976 a) remarque que la ligne volcanique Miocène supérieur (6 à 5 M.A.) se trouve actuellement sur le bord oriental de la ride de Lau comme l'indique la distribution des roches de cet âge. A l'ouverture du bassin de Lau, la rupture sur la ride de Lau-Tonga a dû se développer dans une zone de faiblesse structurale comme celle qui existe le long des lignes volcaniques ainsi que le suggère BISCHKE (1974).

- Au Pliocène :

Le fonctionnement de cet arc insulaire miocène n'a pas dû se poursuivre bien au-delà de la limite Miocène-Pliocène inférieur car la sédimentation sur les Tonga devient récifale à partir du Pliocène supérieur (TONGILAVA and KROENKE, 1975), ce qui indique une surrection de la ride car la sédimentation n'est plus pélagique mais récifale et aussi un isolement complet de la ride des Tonga par rapport aux sources de sédiments volcanoclastiques. Les causes qui provoquent l'arrêt des apports volcaniques sur le sommet de l'arc pourraient être de deux sortes :

- . éloignement des volcans de Lau car c'est le début de l'ouverture du bassin inter-arc ;
- . piégeage des dépôts des volcans tongiens. Malgré le début du nouveau volcanisme tholéitique des Tonga les dépôts n'atteignent plus la ride car les sédiments volcanoclastiques se déposent à la fois à l'ouest en bordure du bassin de Lau naissant, et à l'est dans la dépression de Tofua.

Le volcanisme se poursuit sur Lau puisque des manifestations volcaniques y sont datées de 2.8 M.A. et même plus tard sur l'île de Taveuni (sud-est de Vanua Levu) où elles ne semblent avoir que 2.000 à 700 ans (GILL and Mc DOUGALL, 1973). Ceci est comparable aux volcans de la côte occidentale des Etats-Unis qui ont émis des laves andésitiques 15 M.A. après la fin de la subduction (GIROD, 1978).

Les bassins de Lau et du Havre

Le phénomène d'ouverture en arrière des arcs conduit à la création de nouvelle croûte océanique et à l'expansion de bassins inter-arc. C'est KARIG (1970 a) qui le premier a fait des bassins de Lau et du Havre, des bassins inter-arc en expansion. Lors de son ouverture le bassin de Lau émet des basaltes tholéitiques assez proches de ceux des rides médio-océaniques mais montrant une tendance "arc insulaire" par leurs caractères isotopiques et la présence de certains éléments traces (GILL, 1976 a).

Depuis KARIG différentes hypothèses s'affrontent tant pour l'âge du bassin de Lau que pour le mécanisme d'ouverture. Chronologiquement on a :

- KARIG (1970 a) propose une ouverture du bassin à partir d'un "vieux" arc insulaire qui se divise en deux il y a 5 M.A. De ce fait il crée le concept du bassin inter-arc et de l'arc rémanent ou 3ème arc de Vening-Meinesz. Le volcanisme des Tonga aurait 5 M.A.

- De son côté CHASE (1971) pense que l'ouverture du bassin a commencé il y a au moins 10 M.A. Cet auteur propose deux mécanismes d'ouverture dans lesquels la ride de Peggy joue le rôle d'axe d'expansion avec une seule ouverture NE-SW dans la première hypothèse à laquelle il ajoute une ouverture NW-SE dans la seconde, le bassin de Lau étant alors limité au nord par une faille transformante est-ouest faisant suite à la zone de subduction des Tonga.

- Les résultats de SCLATER *et al.* (1972a) confortent l'hypothèse initiale de KARIG mais dans le mécanisme d'ouverture proposé par ces auteurs la ride de Peggy n'est pas un axe d'expansion mais une faille transformante. L'ouverture du bassin est NW-SE et a commencé entre 10 et 5 M.A.

- Pour HAWKINS (1974) le stade initial d'ouverture du bassin se place aussi entre 10 et 5 M.A. mais son mécanisme diffère de celui de KARIG car il n'y a pas coupure en deux de l'ancien arc insulaire mais création d'un deuxième, conséquence de la migration vers l'est de la zone sismique.

- En 1977 WEISSEL étudie les anomalies magnétiques et propose un mécanisme d'ouverture du bassin de Lau en deux temps :

- . entre 6 ou 5 M.A. et 3.5 M.A. : formation d'un bassin en expansion compris entre les rides de Lau et Tonga assez semblable au bassin du Havre actuel ;

- . de 3.5 M.A. à nos jours : après un déplacement brutal de l'axe d'expansion ("jump" des auteurs anglo-saxons) l'ouverture reprend suivant le schéma actuel lequel comprend plusieurs éléments importants : un rift orienté N-S entre 17°30 et 21° sud où il se bloque contre l'arc des Tonga,

une première faille transformante NW-SE qui est la ride de Peggy, une deuxième faille transformante SW-NE appelée zone de fracture de Roger, enfin un point triple, jonction des trois premiers éléments (Ride-Faille-Faille).

- MALAHOFF *et al.* (in prep.) ont réalisé pour la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) des missions aéromagnétiques sur les bassins de Lau et du Havre. D'après ces données, ces auteurs donnent un âge plus récent au bassin de Lau dont l'ouverture aurait débuté il n'y a que 2.5 M.A. (anomalie 2') et 1.8 M.A. (anomalie 2) pour le bassin du Havre.

- Enfin certains auteurs (LAWVER and HAWKINS, 1978) pensent que l'expansion des bassins arrière-arc peut se faire d'une manière plus complexe en donnant des anomalies magnétiques diffuses impossibles à corréler, ce qui pourrait expliquer les nombreuses hypothèses sur l'ouverture des bassins inter-arc tandis que KATZ (1976) explique la formation du bassin de Lau par un effondrement régional entre les deux rides de Lau et Tonga remontées par un jeu de failles.

Manuscrit remis en novembre 1979

Manuscrit révisé en août 1980