

MOTIVATIONS ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE DES STRUCTURES DU SUD-OUEST PACIFIQUE

par Jacques DUBOIS et Jacques RECY

L'objectif principal de cet ouvrage est de faire le point sur les résultats acquis à la fin de 1980 dans le cadre du programme sur l'Evolution des Arcs Insulaires (EVA), mené par l'équipe des géologues et géophysiciens de Nouméa depuis 1976. Le choix de cette date correspond à la fin d'une décade au cours de laquelle l'essentiel des activités de ce groupe dans le Sud-Ouest du Pacifique a porté sur la géologie et la géophysique en mer. Pour éviter un développement trop long de cette présentation, le cadre géographique général du Sud-Ouest Pacifique ne sera pas décrit. On se reportera à la carte Hors-Volume I-1 qui donne ce type d'information.

Depuis l'introduction du concept général et cohérent de la tectonique des plaques, la région de marges du Sud-Ouest Pacifique a été un laboratoire exceptionnel où de nombreux éléments de cette théorie ont pu être découverts (ISACKS and OLIVER, 1968 ; DUBOIS *et al.*, 1973a, 1974a, 1975b), ou testés. Il faut noter que la majeure partie des progrès des connaissances en géodynamique dans cette région du globe ont été acquis pendant la dernière décade.

Un bref historique des activités montrera l'évolution des programmes des géologues et géophysiciens du Centre ORSTOM de Nouméa.

Les programmes antérieurs à 1969 portaient en géologie sur les processus d'altération des péridotites et de transport et dépôt des produits de ces altérations. En géophysique, après une phase de reconnaissance à terre en gravimétrie et magnétisme, l'étude de la sismicité de l'arc des Nouvelles-Hébrides constituait l'essentiel des activités.

En 1969, les sections de géologie et de géophysique commencèrent à regrouper leurs activités autour de programmes marins ; la participation de chercheurs du Centre aux expéditions NOVA de la Scripps Institution of Oceanography avait donné, dès 1967, l'impulsion nécessaire au démarrage de ces programmes. L'ORSTOM consentait alors un effort d'équipement en géophysique marine et, malgré de grosses difficultés pour la section d'obtenir du temps bateau à Nouméa, les premières campagnes en mer démarraient en 1970. C'est à cette époque qu'une deuxième phase intervenait avec le projet AUSTRADDEC ; il s'agissait d'une opération de grande reconnaissance menée en coopération avec l'Institut Français du Pétrole (IFP), le Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO) et les Sociétés Pétrolières Nationales. Avec deux mois de mer par an sur une période de quatre ans, ce programme a permis de réaliser une couverture très complète des grandes structures géologiques du Sud-Ouest Pacifique. Les techniques employées (sismique lourde multitrace, bathymétrie, magnétisme) et la navigation par satellites mettaient le groupe de Nouméa en possession des données les plus élaborées que l'on pût obtenir à l'époque. Pour compléter et "caler" les profils AUSTRADDEC, des campagnes de sismique réflexion monotrace et de collectes d'échantillons étaient lancées dans le cadre du programme complémentaire GEORSTOM mené par l'ORSTOM avec, pour partie, l'aide de l'IFP. De nombreux échantillons ont été prélevés par dragages (une centaine entre 1973 et 1976) ; certains d'entre eux sont encore en cours d'étude.

Aux données acquises au cours des opérations menées par l'ORSTOM et ses partenaires se sont ajoutées celles obtenues auprès des organismes étrangers effectuant des campagnes dans la région. Les chercheurs de l'ORSTOM ont en effet participé à peu près à toutes les croisières réalisées dans le Sud-Ouest du Pacifique par les navires de ces organismes : Argo 1967 (campagnes NOVA de la Scripps Institution of Oceanography, USA), Vityaz 1971 (Academia Sciencia, URSS), Kimbla 1971 (University of New South Wales, Australie), Mendeleyev 1972 (URSS), Thomas Washington 1972 (Scripps, USA), Fred H. Moore 1972 (Mobil, USA), Gulfrex 1973 (Gulf Australie), Chain 1974 (Woods Hole, USA), Thomas Washington 1974 (Scripps, USA), Valdivia 1975 (République Fédérale d'Allemagne), Vema 1977 (Lamont, USA), Machias 1979 (CCPM/PACSU (1), Nations Unies). Cette participation, outre les publications qui ont pu être réalisées a posteriori, a permis des échanges ou des cessions de données. La banque de données de géophysique en mer sur le Sud-Ouest du Pacifique ainsi constituée à Nouméa par l'équipe est probablement une des plus complètes existant actuellement.

Parallèlement aux opérations de géologie-géophysique marine AUSTRADDEC et GEORSTOM, le programme de sismologie aux Nouvelles-Hébrides était développé en collaboration avec l'Université américaine de Cornell (N.Y.). Au réseau permanent des 7 stations ORSTOM furent ajoutées, dans une première phase, des stations de terrain installées pendant des périodes de courte durée en différentes zones de l'archipel afin de tenter de définir avec plus de précision la disposition des zones sismiques.

(1) Comité pour la Coordination des Prospections des ressources Minérales dans le Pacifique Sud

Des études sur la surrection des terrasses coralliennes en Nouvelle-Calédonie et aux îles Loyauté conduisaient à des résultats nouveaux sur le comportement de la lithosphère en avant des zones de subduction, qui s'intégraient parfaitement aux travaux sur la géodynamique réalisés lors des programmes marins.

A la fin des opérations AUSTRADEC et GEORSTOM un symposium, parrainé par la Commission Inter-Union de Géodynamique du 25ème Congrès géologique international (Sydney), était organisé en 1976 au Centre ORSTOM de Nouméa par l'ORSTOM, l'Institut Français du Pétrole et le Bureau de Recherches Géologiques et Minières. Les Editions Technip éditaient en 1977 un recueil en anglais des trente-sept articles présentés à ce symposium dont seize exposaient les résultats acquis au cours des programmes AUSTRADEC et GEORSTOM, complétant ainsi ceux déjà publiés dans diverses revues.

L'objectif de reconnaissance générale fixé aux programmes AUSTRADEC et GEORSTOM paraissait alors atteint ; la poursuite systématique de ce type d'étude avec une maille plus fine sur les huit millions de km² déjà reconnus, aurait conduit à un volume de travaux qu'il n'était pas raisonnable d'envisager. Les recherches menées avaient montré l'importance, dans le Sud-Ouest du Pacifique, de la notion d'évolution dans le temps et l'espace des zones de subduction et des structures associées ; l'étude détaillée, par différentes méthodes complémentaires, de secteurs géographiquement limités mais jugés représentatifs d'un stade d'évolution de ces zones a constitué l'approche retenue pour le programme EVA (Evolution des Arcs Insulaires) qui a pris la suite des programmes AUSTRADEC et GEORSTOM à partir de 1976. Simultanément, l'optique des grands programmes nationaux ou internationaux se modifiait de façon radicale. Aux grandes reconnaissances systématiques succédaient des programmes thématiques focalisés sur l'étude de secteurs caractéristiques, d'extension limitée, tel le programme FAMOUS, pour lequel tout un arsenal méthodologique était utilisé. L'évolution du programme des forages profonds réalisés par le Glomar Challenger suivait cette tendance générale ; après le programme JOIDES (Joint Oceanographic Institutions for Deep Earth Sampling) dont l'objectif était d'évaluer à partir de l'âge de la couverture sédimentaire celui du substratum sous-jacent dans les différents bassins océaniques du globe, le programme IPOD (International Program of Ocean Drilling) qui débutait en 1975 retenait comme thèmes l'évolution de la croûte océanique, la structure et la genèse des limites continent-océan et le paléo-environnement. "In this program the geographic scope of the drilling has been limited to those areas in which specific problems can be best resolved. Steaming time of the drilling vessel has been reduced to a minimum and drilling time on sites has been increased by drilling only a few well surveyed locations" (1). Sur les marges actives le programme IPOD avait pour objectif la compréhension des mécanismes de la subduction, ce qui impliquait l'étude des processus intervenant au niveau de la fosse et de l'arc et de ceux à l'origine du développement des bassins arrière-arc. Les objectifs du programme IPOD, l'approche multidisciplinaire des problèmes, l'intégration des résultats obtenus à terre et en mer et l'éventail méthodologique recommandé pour les études préliminaires à l'implantation de forages sur les secteurs d'arcs jugés représentatifs eurent une influence certaine sur la conception et le déroulement du programme EVA. Rappelons qu'au cours des réunions du Comité IPOD l'éventualité de forage sur l'arc des Tonga et celui des Nouvelles-Hébrides a été à plusieurs reprises évoquée.

Le programme EVA avait retenu cinq objectifs principaux :

- Etudier sur le plan de la structure, de la sismicité, du magmatisme et de l'activité tectonique deux secteurs de zone de convergence, la partie centrale de l'arc des Tonga et la partie sud de l'arc des Nouvelles-Hébrides (H.V.I-1), considérés comme respectivement représentatifs d'une subduction mature et juvénile.

(1) *in* : the future of scientific ocean Drilling - Report accepted by the JOIDES Executive Committee in July 1977.

- Etudier les modalités de la transition zone de subduction - faille transformante au niveau de la terminaison d'une zone de subduction. La terminaison sud des Nouvelles-Hébrides a constitué l'exemple retenu d'une zone de transition active tandis que la zone d'Entrecasteaux semblait pouvoir être considérée comme un exemple fossile de ce même type de structure.

- Rechercher les mécanismes impliqués dans le développement des bassins marginaux et leurs relations avec les zones de subduction voisines. Des bassins marginaux actifs apparemment directement liés à une zone de subduction (bassin de Lau) ou sans relation évidente (bassin Nord-Fidjien) ainsi que des bassins marginaux inactifs (bassin Sud-Fidjien, bassin Nord-Loyauté) ont été les principaux exemples choisis.

- Etudier les structures consécutives à l'obduction d'une lithosphère océanique et les mécanismes qui ont pu intervenir dans ce processus. La région de la Nouvelle-Calédonie, où l'obduction n'a pas été suivie de collision continent-continent masquant les structures originelles, a été choisie comme exemple particulièrement démonstratif.

- Etudier les conséquences de l'arrivée d'un massif ou d'une chaîne dans une zone de subduction.

La réalisation d'un tel programme impliquait la mise en oeuvre de diverses méthodologies, complémentaires de celles utilisées jusqu'alors. Le groupe de Nouméa ne pouvant pas disposer en propre de certains équipements coûteux, une politique de coopération a été développée par l'ORSTOM avec divers laboratoires spécialisés. C'est ainsi que de nouvelles opérations de sismologie ont été menées dans le cadre d'un accord tripartite entre l'ORSTOM, l'Université de Cornell (département de géologie) et le gouvernement des Nouvelles-Hébrides (aujourd'hui Vanuatu) et d'une coopération entre l'ORSTOM et l'Université du Texas. Des stations de terrain, financées par l'Université de Cornell et des stations sous-marines conçues par l'Université du Texas, ont été installées pendant des périodes de courte durée (2 mois) en différentes zones de l'archipel des Nouvelles-Hébrides pour constituer des réseaux temporaires à petite maille, non tributaires de la disposition des îles. Dans un deuxième temps, un réseau permanent de vingt stations sismologiques téléométrées, de sept inclinomètres et de deux réseaux de repères géodésiques était mis en place pour suivre de façon continue l'évolution de la sismicité et les éventuels signes prémonitoires d'événements sismiques majeurs.

Des profils de sismique réfraction en mer avec des stations d'enregistrement sous-marines ont aussi été réalisés en collaboration avec l'Université du Texas.

Les profils de gravimétrie en mer ont été obtenus grâce à une collaboration avec la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) qui a prêté à l'ORSTOM un gravimètre LaCoste et Romberg type S embarquable et un gravimètre immergeable type G.

L'étude des mouvements de surrection quaternaires des Nouvelles-Hébrides à partir des terrasses surélevées soulignant les niveaux relatifs successifs de la mer a été menée en collaboration avec le département de géologie de l'Université de Cornell. Au-delà de ces coopérations formelles, des contacts ont été noués avec différents laboratoires et organismes spécialisés qui seront évoqués dans les articles qui suivent.

L'attribution par le CNEXO de temps bateau en quantité suffisante a constitué un élément essentiel pour la réalisation du programme. Sept croisières ont pu être organisées sur les navires du CNEXO (N.O. Coriolis et N.O. Le Noroît), représentant un total de 270 jours de mer. A ces campagnes se sont ajoutées les opérations complémentaires menées avec le Vauban, navire de l'ORSTOM, et le Galibi, navire du Service des Phares et Balises de Nouvelle-Calédonie, utilisé comme boutefeu pour les profils de sismique réfraction à l'explosif. Ces moyens ont permis d'effectuer 21.700 milles de profils de bathymétrie, 10.150 milles de profils de magnétisme, 10.000 milles de sismique réflexion monotrace, 11.700 milles de gravimétrie, 31 profils de réfraction dont 9 avec utilisation d'explosifs, 53 dragages et

de mettre en place successivement trois réseaux sismologiques temporaires. A ces opérations se sont ajoutés des travaux tels que le levé gravimétrique de la Nouvelle-Calédonie, l'étude pétrographique des formations des appareils volcaniques de la terminaison sud des Nouvelles-Hébrides et le prélèvement d'échantillons par dragages sur la zone d'Entrecasteaux, pour ne citer que les plus importants d'entre eux.

Ce programme n'avait évidemment pas l'ambition de couvrir l'intégralité des domaines abordés dans chacun des secteurs d'études considérés ; ainsi, par exemple, les travaux de pétrographie à terre ont été limités à des secteurs jusqu'ici non étudiés de l'arc des Nouvelles-Hébrides, puisque de nombreuses études ont été menées aux Nouvelles-Hébrides et aux Tonga par des scientifiques français (dans le cadre des Actions Thématiques Programmées IPOD et Géodynamique), australiens, américains et anglais et par les géologues du Geological Survey du Vanuatu ; il y sera d'ailleurs fait largement référence.

On trouvera dans les différents chapitres de cet ouvrage les résultats des opérations menées pour atteindre les objectifs fixés au programme EVA. La compréhension de certains mécanismes ou phénomènes a nécessité d'élargir pour certaines disciplines le cadre géographique ou thématique. Les différentes études n'ont pu être conduites au même niveau tant sur le plan de l'acquisition des données que de la réflexion : un certain nombre de données n'ont pu être traitées ou analysées suffisamment à temps pour que les résultats soient intégrés à ce travail qui représente un stade de réflexion avant d'aborder la seconde phase du programme EVA qui doit se poursuivre jusqu'en 1984.

L'ouvrage se divise en treize chapitres consacrés à quatre sujets principaux :

- 1) La subduction et les phénomènes qui lui sont liés avec l'étude des arcs insulaires des Nouvelles-Hébrides, des Tonga-Kermadec, des Salomon et celle des corrélations établies entre certains paramètres observés sur diverses zones de subduction.
- 2) La terminaison d'une zone de subduction avec l'exemple de l'extrémité méridionale de l'arc des Nouvelles-Hébrides.
- 3) L'expansion secondaire et sa liaison éventuelle avec la subduction, étudiées à partir d'exemples de bassins marginaux actifs ou fossiles du Sud-Ouest Pacifique.
- 4) L'obduction étudiée ici sur le cas concret de la Nouvelle-Calédonie.

L'introduction d'une chaîne asismique dans une zone de subduction, quoique évoquée dans divers chapitres, n'a pas donné lieu à un exposé particulier, les travaux sur ce thème n'étant pas assez avancés.

Deux chapitres (X et XI), l'un consacré à la zone d'Entrecasteaux, dont le rôle géodynamique reste encore hypothétique, et l'autre au remplissage sédimentaire des bassins du Sud-Ouest Pacifique, s'articulent de façon plus lâche avec les thèmes principaux retenus.

On peut se demander comment se situe cet ouvrage par rapport aux publications antérieures car il rassemble une série de résultats sur des thèmes ayant déjà donné lieu à de nombreuses études ; dans chaque chapitre les auteurs se sont attachés à réaliser une synthèse de ces travaux antérieurs, avant de décrire les apports nouveaux qu'ils amenaient. Du fait de l'effort considérable qui a été consenti pour les programmes marins, on verra que ces apports sont très importants pour la connaissance des phénomènes géodynamiques des marges actives.

Les différentes techniques ont été employées comme des outils en vue de résoudre des problèmes géodynamiques : qu'il s'agisse par exemple de l'étude des traces de fission utilisée par les géologues pétrographes, ou de la forme du géoïde, domaine des géophysiciens, les objectifs étaient, dans le premier cas, de dater une structure sous-marine et, dans le deuxième cas, de comprendre la structure profonde d'un bassin arrière-arc. Ainsi la pluridisciplinarité a été la règle dans la manière d'aborder les différents problèmes posés.

L'ouvrage tel qu'il se présente ne prétend pas décrire tous les aspects des travaux issus des multiples opérations réalisées à terre et en mer. Il ne pouvait pas non plus constituer une synthèse définitive, selon une idée chère à certains, de la géodynamique de cette région complexe. Il fallait faire un choix parmi les différents travaux réalisés, et nous avons recommandé d'éliminer a priori toutes les imageries géopoétiques qui ont fleuri ici comme ailleurs, pour nous consacrer essentiellement à l'apport de données nouvelles acquises pendant la période considérée. Il ne s'agit pas non plus d'un catalogue de données ; les auteurs ont tenu à donner leurs interprétations des observations, et de nombreux modèles sont présentés ; toutefois ces modèles sont fondés sur des données précises.

Parmi les 29 auteurs qui ont contribué à cet ouvrage, certains ont participé à plusieurs parties (c'est le cas des sismologues, des pétrographes et des gravimétriciens) alors que d'autres ont eu un rôle de coordination plus ou moins marqué à l'échelle des chapitres ou à celle de l'ouvrage : animation des différents groupes de recherche et de l'équipe dans son ensemble, rédaction d'introductions et de conclusions particulières ou générales. D'autre part, et en plus de leur travail scientifique propre, deux des auteurs se sont attachés à la réalisation pratique de la maquette définitive de cet ouvrage.

Manuscrit remis en mars 1981
Manuscrit révisé en avril 1981