

# La bathymétrie et la structure du domaine océanique



**D**urant les vingt dernières années, une masse considérable de données géophysiques et géologiques de plus en plus détaillées (bathymétrie, imagerie, sismique, gravimétrie, magnétisme, prélèvements, plongées, forages profonds et mesures géodésiques) a été recueillie dans le Pacifique sud-ouest par les communautés nationale et internationale. La connaissance morphostructurale des rides, bassins et fosses a beaucoup progressé, grâce à la réalisation de nombreuses campagnes de cartographie

maritime par sondeurs multifaisceaux. Ce fut le cas dans la zone économique de Nouvelle-Calédonie via le programme ZONÉCO lancé au début des années 1990. De plus, les anomalies gravimétriques dérivées de mesures altimétriques par satellite ont permis d'avoir depuis la fin des années 1990 une vue globale et assez fine de l'ensemble des structures océaniques de la région. Par ailleurs, les mesures déduites d'observations géodésiques par GPS à partir de la fin des années 1980, depuis les

Tonga jusqu'en Nouvelle-Calédonie, ont permis de quantifier les mouvements instantanés de convergence\* et de divergence\* entre les plaques et les microplaques.

La Nouvelle-Calédonie sera tout d'abord replacée dans le contexte structural actuel du Pacifique sud-ouest, puis les différents éléments morphostructuraux de la zone économique exclusive de la Nouvelle-Calédonie seront présentés.

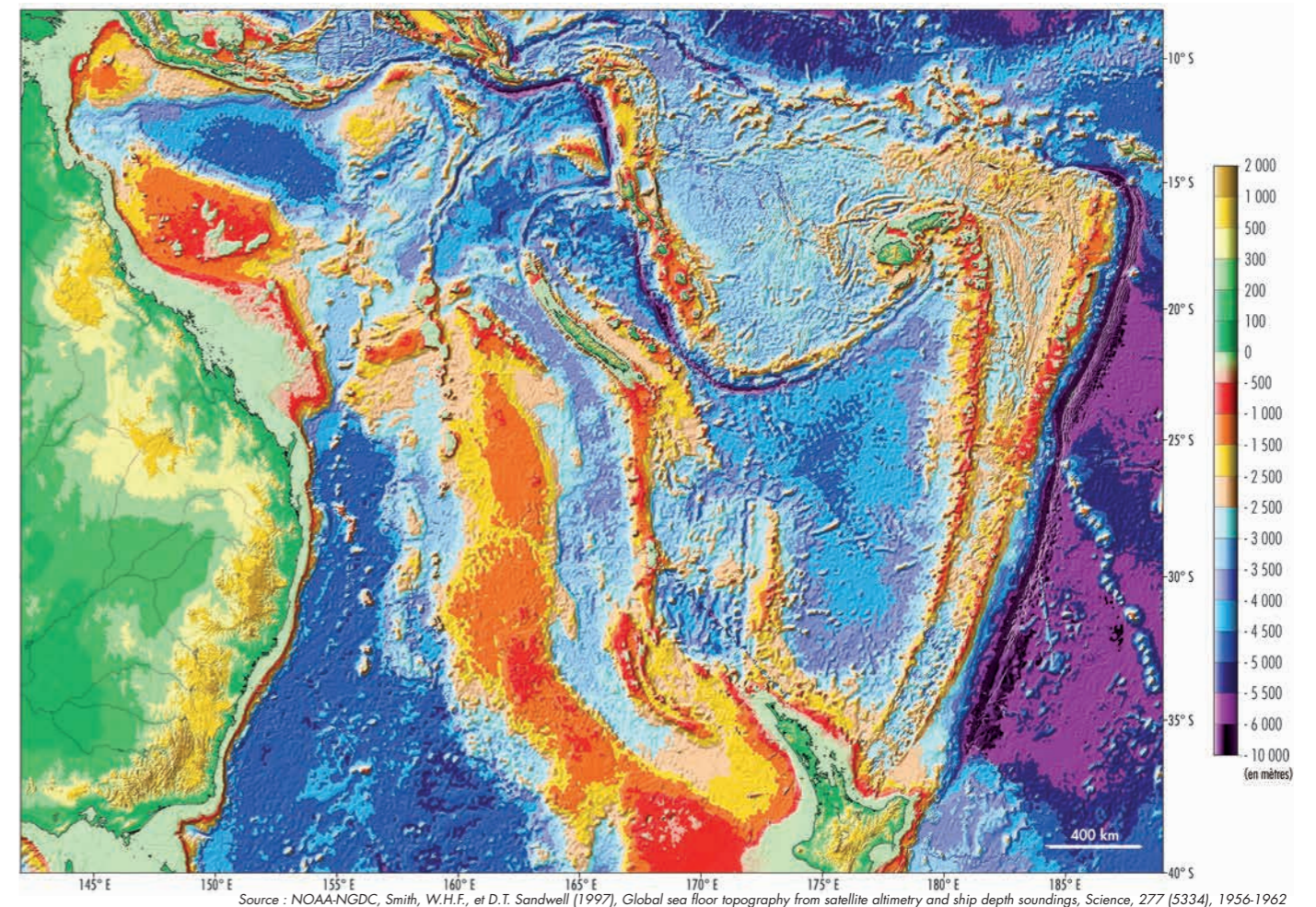
## La place de la Nouvelle-Calédonie dans la géodynamique du Pacifique sud-ouest

La ZEE\* de la Nouvelle-Calédonie est située entre l'Australie et l'archipel du Vanuatu. Avec 1,4 million de kilomètres carrés, elle s'étend sur 1 200 km du nord au sud et sur 1 800 km d'ouest en est depuis les îles Chesterfield jusqu'aux îles de Matthew et Hunter, à l'extrême sud de l'arc insulaire actif du Vanuatu. Les principales îles se disposent sur deux rides parallèles, en grande partie submergées et de direction NO-SE : la Grande Terre (400 x 50 km) et ses petites îles associées, les Belep au nord et l'île des Pins au sud, émergent du tronçon septentrional de la ride de Norfolk-Nouvelle-Calédonie ; les îles Loyauté s'échelonnent le long de la ride des Loyauté.

D'un point de vue géologique, le domaine océanique de la Nouvelle-Calédonie est schématiquement composé d'une succession de rides et de bassins orientés NO-SE, résultant d'abord de l'étirement du bord de la marge australienne du Gondwana pendant la période du Crétacé supérieur\* au Paléocène\*, puis d'une convergence à l'Éocène\*. Cette dernière période s'est terminée par la mise en place de l'ophiolite\* néo-calédonienne sur la ride de Norfolk-Nouvelle-Calédonie, notamment la nappe des péridotites\* (connue sur la Grande Terre, l'île des Pins et Belep), un des plus grands panneaux de manteau\* affleurant au monde, qui, par altération météoritique\*, a donné naissance à une des plus grandes réserves mondiales de nickel.

Actuellement, ces rides et bassins sont portés par la plaque australienne qui disparaît en subduction\* sous l'arc du Vanuatu, avec un mouvement relatif de convergence orienté ENE-OSO. La ride des Loyauté présente un coude vers 22° S qui vient en

Figure  
Carte bathymétrique



subduction/collision\* avec la terminaison sud de l'arc du Vanuatu, duquel émergent les îles volcaniques de Matthew et Hunter. Ces

dernières sont donc sur une plaque (en fait, une microplaque) différente de celle qui porte les autres îles formant l'archipel calédonien.

Plus globalement, la marge active du Vanuatu n'est qu'un des segments de l'affrontement entre les grandes plaques Pacifique et Australie. En effet, la tectonique actuelle de la région du Pacifique sud-ouest s'exprime par deux subductions de sens opposé, derrière et entre lesquelles s'ouvrent des bassins océaniques. Entre elles, la zone de déformation peut atteindre jusqu'à 1 000 km de largeur entre le Sud-Vanuatu et le Nord-Tonga.

Dans la partie sud-est de la région, la plaque Pacifique s'enfonce sous l'arc des Tonga-Kermadec et du nord de la Nouvelle-Zélande. La vitesse de convergence à la fosse des Tonga-Kermadec varie de 6-7 cm au sud à 24 cm par an au nord. Dans la partie nord-ouest de la région, c'est, à l'inverse, la plaque Australie qui plonge sous les archipels du Vanuatu, des Salomon et de Papouasie-Nouvelle-Guinée le long des fosses du Vanuatu, de San Cristobal (ou Sud-Salomon) et de Nouvelle-Bretagne. La vitesse relative de convergence varie ici de 9 à 17 cm par an. Ces deux zones de subduction sont jalonnées du sud au nord par des bassins qui constituent une zone tampon entre les deux grandes plaques : le fossé du Havre en arrière de l'arc des Kermadec, le bassin de Lau en arrière de l'arc des Tonga, le bassin nord-fidjien et les fossés du Vanuatu en arrière de l'arc du Vanuatu, le bassin de Woodlark et enfin le bassin de Manus en arrière de l'arc de Nouvelle-Bretagne.

La zone de liaison entre les deux terminaisons des zones de subduction Nord-Tonga et le Sud-Vanuatu, qui s'éloignent très rapidement l'une de l'autre, est marquée par un système complexe d'axes d'ouverture et de relais transformants. Les taux d'ouverture atteignent 16 cm par an pour le nord du bassin de Lau et 12 cm par an pour le sud du bassin nord-fidjien. Le mouvement décrochant est notamment souligné par deux zones transformantes : la faille transformante\* nord-fidjienne qui s'étend depuis la terminaison nord de la fosse des Tonga jusqu'à l'axe d'accrétion\* central du bassin nord-fidjien, en longeant le sud de l'archipel de Futuna et le bord nord de la plate-forme fidjienne ; la zone transformante de Matthew-Hunter-Conway qui relie le sud de l'axe d'accrétion central du bassin nord-fidjien au sud de la fosse du Vanuatu.

Le bassin nord-fidjien est bordé au nord par la fosse du Vitiaz. Dans la plupart des reconstitutions, cette fosse actuellement inactive est considérée comme la zone de frontière convergente entre les plaques Pacifique et Australie de l'Éocène supérieur au Miocène\* supérieur, après l'épisode compressif néo-calédonien et avant le développement du bassin nord-fidjien. L'arc du Vitiaz, maintenant dispersé, incluait l'arc ancien des Salomon et du Vanuatu, et se raccordait au sud-est à la plate-forme fidjienne et à l'arc ancien de Lau-Tonga.

La collision au Miocène supérieur entre les plateaux d'Ontong-Java et du bord de la Mélanésie, portés par la plaque Pacifique, avec l'arc du Vitiaz aurait eu pour conséquence de bloquer la subduction de la plaque Pacifique sous l'arc du Vitiaz, d'en inverser localement le sens depuis la Papouasie-Nouvelle-Guinée jusqu'au nord des îles Fidji, et de provoquer la naissance de la zone de subduction du Vanuatu-Sud-Salomon. L'arc du Vanuatu a ensuite dérivé vers l'ouest, en ouvrant dans son sillage le bassin nord-fidjien depuis le Miocène supérieur. La dérive, cette fois-ci vers l'est, de la partie sud-est de l'arc, au niveau des îles Fidji/ride de Lau, a entraîné plus récemment la formation du bassin de Lau depuis le Pliocène\*.

## Géologie des différentes unités morphostructurales de la région de la Nouvelle-Calédonie

D'ouest en est, les principales unités morphostructurales entre l'Australie et la Nouvelle-Calédonie sont le bassin de la mer de Tasman, la ride de Lord Howe avec ses bassins, rides et chaînes sous-marines associées, le bassin de Nouvelle-Calédonie, la ride de Nouvelle-Calédonie/Norfolk, le bassin Sud-Loyauté appelé aussi bassin Ouest-Loyauté, la ride des Loyauté, le bassin Nord-Loyauté appelé aussi bassin Est-Loyauté et l'arc volcanique\* du Vanuatu.

### Le bassin de la mer de Tasman

Au sud-est de l'Australie, le large (jusqu'à 2 000 km) et profond (4 000 m) bassin de la mer de Tasman a été formé par ouverture océanique du Crétacé (85 Ma) jusqu'à l'Éocène inférieur (52 Ma). Dans le centre du bassin, la chaîne volcanique sous-marine Tasmanid, issue du fonctionnement d'un point chaud\* de l'Oligocène\* au Miocène inférieur, indique le déplacement vers le nord de la plaque australienne.

### La ride de Lord Howe

La ride de Lord Howe s'étend sur 400 km de large et 1 600 km de long depuis le plateau de Challenger au nord de la Nouvelle-Zélande jusqu'à la zone des îles Chesterfield. Le sommet de la ride culmine entre 1 200 et 750 m de profondeur. Dans sa partie nord, à la latitude de la Nouvelle-Calédonie, elle comprend, d'ouest en est, la ride de Dampier, le bassin de Middleton, le plateau des Chesterfield-Bellona, le bassin de Faust, le sommet de la ride de Lord Howe *sensu stricto*, le bassin de Fairway et la ride de Fairway. La ride de Lord Howe est interprétée comme un fragment de croûte continentale amincie et détachée du Gondwana par extension puis ouverture océanique du bassin de la mer de Tasman. Elle semble constituée d'un substrat d'âge paléozoïque\* et de bassins ayant jusqu'à

9 km de sédiments mésozoïques\* et cénozoïques\*. La stratigraphie indique une discordance et une émergence partielle de l'Éocène supérieur à l'Oligocène inférieur, synchrone de structures compressives.

La ride de Lord Howe comprend également des chaînes de monts sous-marins d'âge cénozoïque, comme l'alignement nord-sud de petits édifices volcaniques sur son sommet et la chaîne de guyots\* de Lord Howe d'âge oligo-miocène sur son flanc ouest, le plateau de Chesterfield-Bellona formé de cinq guyots en constituant la terminaison septentrionale et la plus ancienne (vraisemblablement de l'Oligocène supérieur).

Le bassin de Fairway, long de 800 km et large de 130 km, est orienté NO-SE à NNO-ESE et s'approfondit vers le sud jusqu'au large de l'île du nord de Nouvelle-Zélande (de 1 000 à 3 000 m). Son socle, d'abord considéré comme étant de nature océanique, est maintenant interprété comme le résultat de l'amincissement de la croûte continentale, comme l'indiquent les modélisations sismiques grand angle et gravimétriques, ainsi que la présence de diapirs\* de sel ou de boue issus des séries d'âge crétacé et de structures extensives de type graben\* et horst\*. Il est maintenant proposé que la formation du bassin de Fairway résulte de deux phases : une phase de rifting\* au Crétacé qui a donné naissance à un bassin peu profond et une phase de subsidence\* à l'Éocène-Oligocène de l'ordre de 2 à 3 km.

La ride de Fairway, allongée NO-SE sur 600 km, culmine à son extrémité nord au niveau du banc de Lansdowne et s'approfondit jusqu'à s'enfouir sous les sédiments vers le sud où elle se connecte à la ride Ouest-Norfolk. L'origine de cette ride a été sujette à controverses. D'abord interprétée comme de nature océanique puis comme une partie du bassin de Nouvelle-Calédonie ayant chevauché la ride de Lord Howe, elle est maintenant considérée comme de nature continentale amincie.

### Le bassin de Nouvelle-Calédonie

Le bassin de Nouvelle-Calédonie s'étend du nord-ouest de la Nouvelle-Zélande à l'ouest de la ride de Nouvelle-Calédonie, parallèlement à la ride de Lord Howe. La partie nord (au nord de 22° 30' S) la plus profonde (3 600-3 700 m) est orientée NO-SE alors que la partie centrale (3 000 m) s'allonge NNO-SSE. La nature de la croûte de ce bassin a été proposée comme étant soit océanique, soit continentale amincie. La structure en horst et grabens de la croûte avec des blocs basculés vers l'ouest et le remplissage sédimentaire atteignant 8 km d'épaisseur suggèrent une origine de type croûte continentale amincie pour la partie nord du bassin. Là, le substratum est basculé vers l'est et plonge sous le bord ouest de la marge de Nouvelle-Calédonie ;

il est recouvert d'une puissante série sédimentaire d'âge oligocène à actuel, résultant de l'érosion des terres alors émergées. Contrairement à la partie nord, les données de géophysique révèlent dans la partie centrale du bassin une croûte de 8 km d'épaisseur recouverte de 4 km de sédiments. Cette partie est interprétée comme le résultat d'une accrétion océanique.

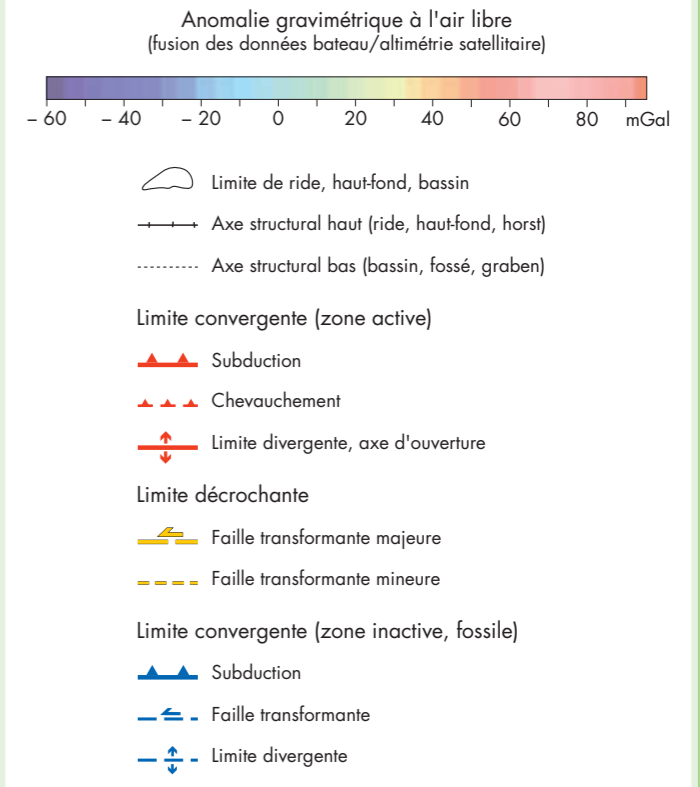
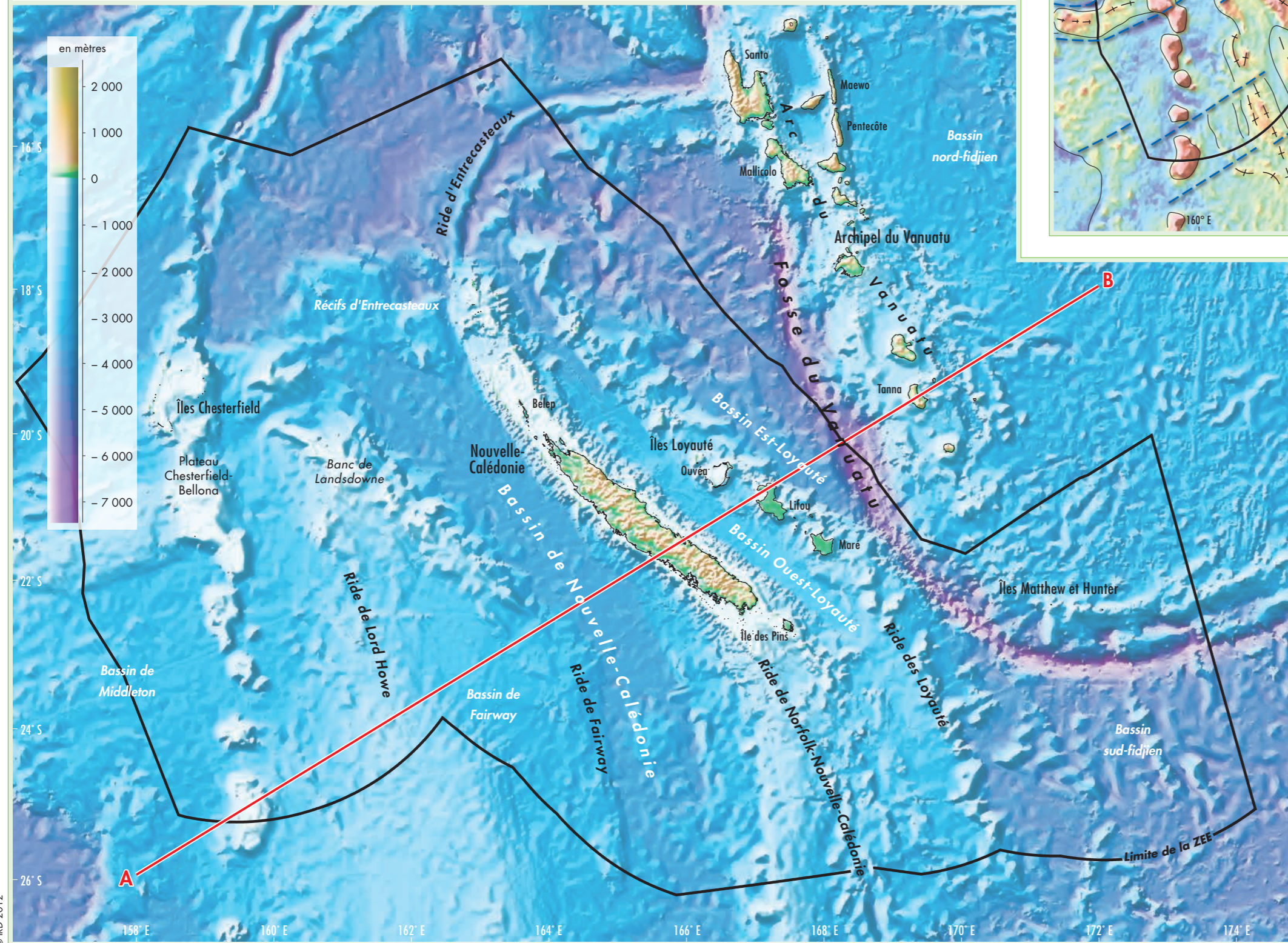
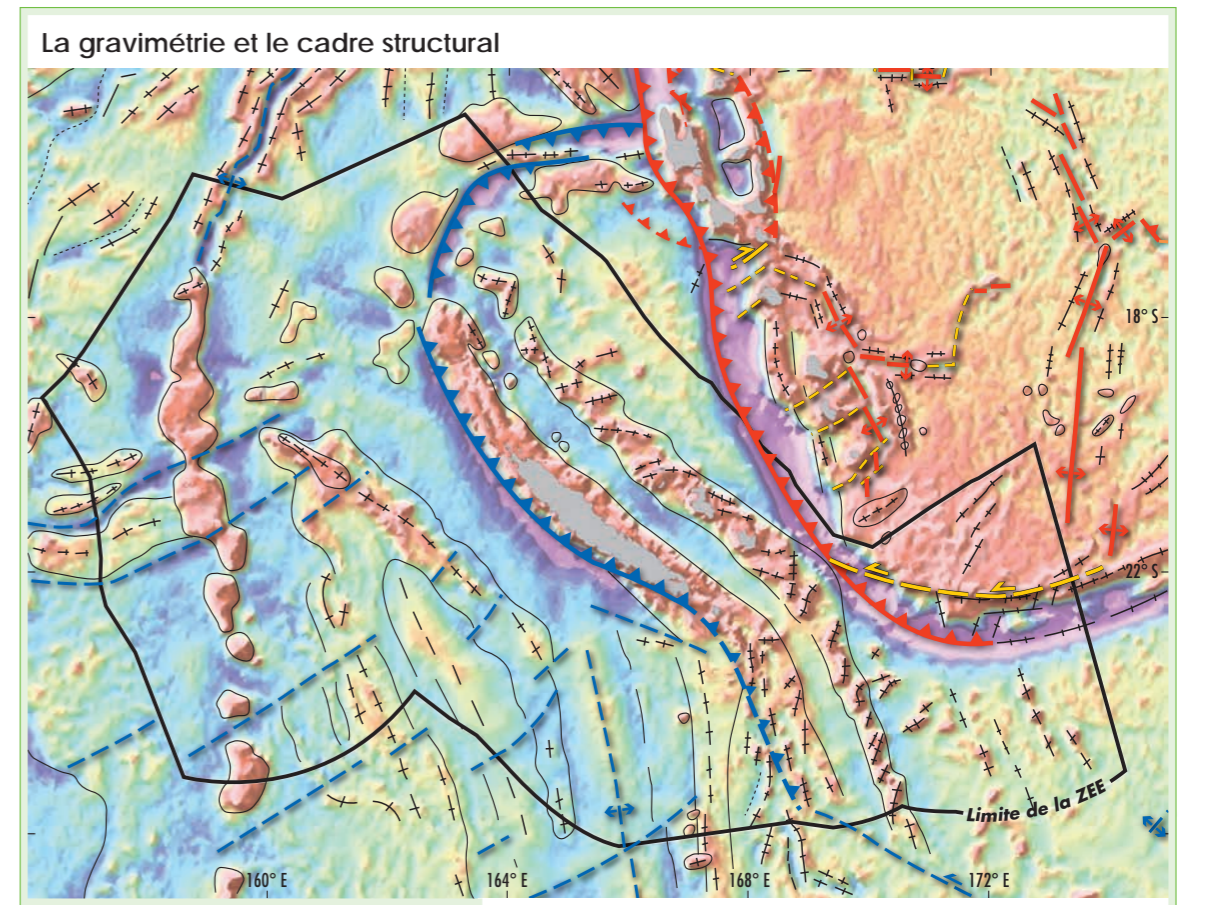
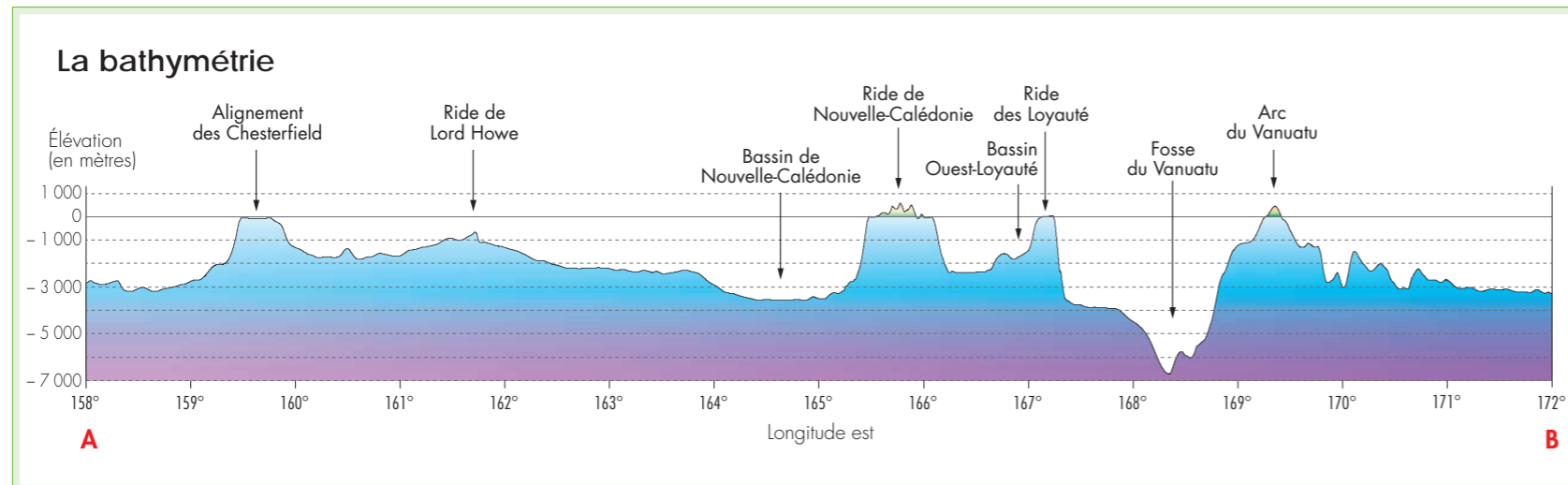
### La ride de Nouvelle-Calédonie

La ride de Nouvelle-Calédonie, large de 70-100 km et orientée NO-SE, constitue le segment nord de la ride de Norfolk qui s'étend sur 1 500 km depuis les récifs d'Entrecasteaux jusqu'au nord de la Nouvelle-Zélande. Comme la ride de Lord Howe, la ride de Norfolk est considérée comme un fragment continental de la marge gondwanienne. La Grande Terre est composée de terrains variés assemblés lors de deux grands événements majeurs : un collage tectonique\* au Jurassique supérieur-Crétacé inférieur et une subduction-collision d'âge éocène, responsable de la mise en place à l'Éocène terminal de la nappe ophiolitique\*.

Les terrains anté-crétacé, situés dans la Chaîne centrale et recouverts en discordance par des sédiments du Crétacé supérieur à l'Éocène inférieur, comprennent une unité ophiolitique d'âge carbonifère\* supérieur, des unités volcano-sédimentaires d'arc du Permien\* moyen au Jurassique supérieur, une unité Post-lias, composée de dépôts volcano-sédimentaires et de fragments de croûte océanique, transformée par le métamorphisme\* au Jurassique supérieur.

Les terrains postérieurs au Crétacé inférieur et affectés par l'épisode éocène supérieur comprennent : une série sédimentaire principalement détritique et affleurant dans l'ouest de la Grande Terre, d'âge crétacé supérieur à éocène supérieur ; une unité de basaltes de type océanique d'âge crétacé supérieur à éocène inférieur, située tectoniquement sous les massifs ultrabasiques et au-dessus des sédiments éocène supérieur ; des unités métamorphiques formant le nord de l'île et traduisant un enfouissement maximum (métamorphisme haute pression-basse température) à l'Éocène supérieur (44 Ma) et une exhumation\* rapide (40-34 Ma) ; la nappe de péridotites formant le grand massif du Sud et les massifs isolés le long de la côte nord-ouest, d'âge incertain (Crétacé supérieur à Paléocène) et mise en place à l'Éocène terminal (voir planche 13).

Depuis l'Oligocène, l'île a été soumise à l'altération météoritique et à une tectonique extensive cassante, ce qui a conduit au développement de surfaces et d'horizons latéritiques riches en nickel sur les massifs de péridotites, ainsi qu'au façonnement et à la subsidence des marges de la ride de Nouvelle-Calédonie. Les mouvements verticaux récents, depuis



125 000 ans, indiquent une tectonique en touches de piano avec différents blocs et une subsidence générale lente (0,03 à 0,16 mm par an) sauf pour la partie sud-est de la Grande Terre et l'île des Pins, toutes deux en soulèvement. Failles quaternaires et sismicité sont présentes dans le sud de l'île.

### Le bassin Sud-Loyauté

Parallèle à la ride de Nouvelle-Calédonie sur 1 300 km, le bassin Sud-Loyauté est étroit (45-65 km de largeur) et s'approfondit vers le nord, de 2 000 à 3 800 m. Il présente une croûte océanique d'âge inconnu, mais considérée comme Crétacé supérieur à Paléocène ou antérieure au Crétacé supérieur, inclinée vers l'est et surmontée par une épaisse série sédimentaire (jusqu'à 8 km) principalement d'âge post-éocène et résultant de l'érosion des terres émergées. Les données géophysiques suggèrent que le substratum océanique du bassin représente la continuité de la nappe ophiolitique de la Grande Terre.

### La ride des Loyauté

La ride des Loyauté est une ride étroite, parallèle au bassin Sud-Loyauté et à la ride de Norfolk-Nouvelle-Calédonie, et plus ou moins continue de la zone de fracture de Cook au sud jusqu'à la zone d'Entrecasteaux au nord. Le segment sud, étroit et globalement orienté nord-sud, est constitué de guyots allongés nord-sud à NNE-SSO. Le segment nord, plus massif et globalement orienté NO-SE, est structuré en blocs NNO-SSE et porte les îles Loyauté. Celles-ci sont principalement constituées de formations récifales soulevées d'âge miocène supérieur à pléistocène\*, recouvrant un socle volcanique plus ancien. Elles résultent du bombement de la plaque australienne et de l'émergence diachrone depuis le Pléistocène (peut-être même au Pliocène terminal pour Maré), des parties sommitales de la ride en avant de sa subduction sous l'arc du Vanuatu.

La nature et l'origine de la ride, au moins en partie volcanique, restent encore mal connues. Son parallélisme avec les rides et les bassins de Lord Howe et de Nouvelle-Calédonie suggère la présence d'un substratum ancien de nature continentale ou d'arc insulaire. Compte tenu de son raccord possible avec la ride d'Entrecasteaux plus au nord et de l'interprétation de l'histoire géodynamique de la région, elle est généralement considérée comme un arc insulaire d'âge éocène. Une origine liée à

un volcanisme anorogénique\* d'âge oligocène moyen-supérieur et localisé le long de failles transformantes a également été proposée. Jusqu'à ce jour, seules quelques roches volcaniques ont été récoltées en deux endroits. De rares pointements de basaltes alcalins\* du Miocène supérieur (9-11 Ma) affleurent sur l'île de Maré. Les plongées en submersible sur le flanc de la ride à l'est de cette île ont permis la récolte de brèches volcaniques, de rhyolites peralcalines\* de l'Oligocène moyen (32 Ma), de grès tuffacés\* d'âge oligocène moyen, de craies d'âge oligocène moyen-terminal, de basaltes alcalins de l'Oligocène supérieur (27 Ma), de basaltes tholéitiques\* de type bassin d'arrière-arc\* d'âge miocène inférieur (20 Ma), et de calcaires récifaux remaniant des faunes d'âge éocène-oligocène et aquitanien\*-pliocène. La ride semble donc avoir été au moins édifiée en partie à l'Oligocène moyen à supérieur (34-26 Ma) par un volcanisme alcalin s'étant ensuite poursuivi jusqu'au Miocène supérieur (11-9 Ma). Aucun indice ne vient pour l'instant étayer une origine d'arc insulaire, bien que cette idée, attrayante, soit largement répandue dans les publications scientifiques.

### Le bassin Nord-Loyauté

Le bassin Nord-Loyauté est un bassin profond (3 000 à 5 000 m) à substratum océanique anté-éocène moyen dans sa partie nord. Il s'agit en fait de la partie restante d'un bassin de plus grande dimension, disparu largement à l'est dans la subduction sous l'arc du Vanuatu. Initialement interprété comme la partie ancienne du bassin sud-fidjien formée par ouverture à l'Éocène inférieur, le bassin Nord-Loyauté est maintenant considéré comme un bassin d'arrière-arc de l'arc des Loyauté d'âge éocène supérieur.

### La fosse et la ride du Vanuatu

La fosse du Vanuatu, atteignant plus de 8 000 m de profondeur, est un des segments de la frontière convergente actuelle entre les plaques Pacifique et Australie, le long duquel cette dernière disparaît. Le mouvement relatif de convergence est orienté ENE-OSO et varie largement d'environ 10 cm par an au centre de l'arc (mouvement réparti pour moitié à la fosse à l'ouest de Santo-Mallicolo et moitié en arrière de l'arc à l'est de Maewo-Pentecôte) à 17 cm par an au nord de l'arc. Le taux est d'environ 12 cm par an entre Lifou (îles Loyauté) et Tanna (partie sud de l'arc). Vers 22° S, la ride des Loyauté est entrée dans la subduction depuis 300 000 ans, ce qui a provoqué une

réduction du mouvement de convergence à l'extrême sud de l'arc sud et induit un mouvement décrochant est-ouest senestre\* dans l'arc, isolant une microplaque sur laquelle se situent les volcans actifs de Matthew et Hunter.

La ride (ou arc) du Vanuatu est un arc insulaire de 1 500 km de long, dont la lithostratigraphie indique qu'il est lié à la subduction de la plaque australienne depuis le Miocène supérieur (11-8 Ma) et associé à une marge convergente au moins depuis le Miocène basal. Les roches volcaniques les plus anciennes, présentes dans les grandes îles soulevées de la partie centrale de l'arc (Santo-Mallicolo), sont interprétées comme le résultat de la subduction fossile de la plaque Pacifique sous la plaque Australie, le long de la fosse du Vitiaz.

Bernard Pelletier, Julien Collot, Yves Lafoy

## Bathymetry and the structure of the offshore domain of New Caledonia

*Geological Knowledge of the Exclusive Economic Zone (EEZ) of New Caledonia has developed considerably in the past twenty years, in particular thanks to the result of the multi-disciplinary and multi-operator ZONÉCO research programme, funded by the French State, and the New Caledonia territorial and provincial authorities. With the exception of the zone located around the volcanic islands of Matthew and Hunter to the extreme south of the Vanuatu volcanic arc, the New Caledonia EEZ is mainly composed of a NW-SE oriented basin and ridge system, which reveals continental to thinned continental and oceanic crustal affinities. The evolution of these morpho-structural elements can be roughly divided into five main periods. The period from the Palaeozoic to the Lower Cretaceous is characterised by west-dipping subduction beneath the eastern margin of Gondwanaland, culminating with a major compressive event during the Late Jurassic to the Early Cretaceous, which resulted in the accretion of older terrains such as those forming the New Caledonia and New Zealand basement. Breakup of the eastern Gondwana margin then occurred which resulted in the isolation of continental fragments such as the Norfolk Ridge and the Lord Howe Rise mainly through Upper Cretaceous to Palaeocene extension and/or seafloor spreading (Tasman sea, New Caledonian basin, West Loyalty Basin). The eastern part of the system was then affected by convergence during Eocene, which culminated at latest Eocene with the obduction of the New Caledonia ophiolitic nappe onto the Norfolk - New Caledonia Ridge. Oligocene to Miocene was a period the intense erosion of the emergent terrains governed by extension tectonics, great vertical motions and volcanic activity. Since the end of the Upper Miocene and the inception of the Vanuatu subduction, the eastern part of the domain has disappeared in the subduction zone and the ridges and trenches surrounding New Caledonia are plunging beneath the Vanuatu island arc, and are therefore undergoing deformation corresponding to the flexure of the plunging plate prior to its subduction.*

### ORIENTATIONS BIBLIOGRAPHIQUES

- CLUZEL D., AITCHISON J.-C., PICARD C., 2001 – Tectonic accretion and underplating of mafic terranes in the Late Eocene intraoceanic fore-arc of New Caledonia (Southwest Pacific): geodynamic implications. *Tectonophysics*, 340 : 23-59.
- COLLOT J., VENDÉ-LECLERC M., ROUILLARD P., LAFOY Y., GÉLU L., 2012 – Map Helps Unravel Complexities of the Southwestern Pacific Ocean. *Eostratigraphy of American Geophysical Union*, 93(1): 1-2.
- LAFOY Y. *et al.*, 2005 – Structure of the basin and ridge system west of New Caledonia (Southwest Pacific): A synthesis. *Marine Geophysical Researches*, 26 : 37-50.
- PELLETIER B., 2006 – « Geology of the New Caledonia region and its implications for the study of the New Caledonian biodiversity ». *Doc. Sci. Tech.* IRD, 117, oct. 2006 : 17-30.
- PELLETIER B., CALMANT S., PILLET R., 1998 – Current tectonics of the Tonga-New Hebrides region. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 164 : 263-276.

Pelletier Bernard, Collot J., Lafoy Y.

La bathymétrie et la structure du domaine océanique.

In : Bonvallot Jacques (coord.), Gay Jean-Christophe (coord.), Habert Elisabeth (coord.).  
Atlas de la Nouvelle Calédonie.

Marseille (FRA), Nouméa : IRD, Congrès de la Nouvelle-Calédonie, 2012, p. 29-32.

ISBN 978-2-7099-1740-1