

NOTES TECHNIQUES
SCIENCES DE LA TERRE
GÉOLOGIE-GÉOPHYSIQUE

N° 28

2004

Tectonique active, tsunamis et sismicité
en Nouvelle-Calédonie

Robert PILLET
Bernard PELLETIER



Institut de recherche
pour le développement

© IRD, Nouméa, 2004

/Pillet, R.
/Pelletier, B.

Tectonique active, tsunamis et sismicité en Nouvelle-Calédonie

Nouméa : IRD. septembre 2004. 19 p.
Notes Tech. : Sci. Terre ; Géol.-Géophys. ; 28

SISMICITÉ ; TECTONIQUE ; TSUNAMI ; RISQUE NATUREL / NOUVELLE CALEDONIE

Introduction

Cette note a pour objectif de présenter l'état des connaissances sur les risques sismiques et de tsunami en Nouvelle-Calédonie, afin de répondre notamment aux fréquentes sollicitations du public et des diverses institutions ou sociétés du territoire. Ces risques étant étroitement reliés au contexte tectonique, une synthèse des travaux et des données sur les mouvements actuels et la tectonique active en Nouvelle-Calédonie est également présentée.

A/ Mouvements actuels et tectonique active en Nouvelle-Calédonie

A-1 Contexte structural

La zone économique de Nouvelle-Calédonie, située dans le Pacifique Sud Ouest entre l'Australie et l'archipel du Vanuatu (ex Nouvelles-Hébrides) s'étend sur 1200 km du Nord au Sud et sur 1800 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 de Nouvelle-Calédonie se disposent sur deux rides parallèles orientées NW-SE : la Grande-Terre avec les îles de Belep au Nord et l'île des Pins au Sud sur la ride de Norfolk/Nouvelle-Calédonie, les îles Loyauté sur la ride des Loyauté (figure 1).

D'un point de vue géodynamique, la région est schématiquement composée d'une succession de rides et de bassins orientés NW-SE résultant de l'étirement du bord de la marge australienne pendant la période du Crétacé supérieur – Paléocène, puis d'une convergence à l'Eocène qui a abouti à la mise en place de la nappe des péridotites sur la ride de Norfolk (Grande-Terre, îles des Pins et de Belep). Ces rides et bassins sont actuellement portés par la plaque Australienne qui a un mouvement absolu de dérive vers le Nord et qui disparaît pour partie en subduction sous l'arc du Vanuatu (ex Nouvelles-Hébrides), avec un mouvement relatif de convergence orienté NE-SW. La ride des Loyauté présente un coude vers 22°S qui vient en subduction/collision avec la terminaison sud de l'arc du Vanuatu, duquel émerge les îles volcaniques de Matthew et Hunter qui appartiennent aussi au Territoire de Nouvelle-Calédonie. Ces dernières sont donc sur une plaque différente des autres îles du Territoire.

Les travaux sur la néotectonique et les mouvements actuels en Nouvelle-Calédonie sont abondants, en particulier ceux basés sur l'étude des récifs coralliens dont la Nouvelle-Calédonie possède une exceptionnelle diversité. Ils proviennent de nombreux programmes réalisés aussi bien à terre qu'en mer à partir du centre ORSTOM/IRD de Nouméa installé depuis 1946. Parmi les travaux portant sur les mouvements actuels ou récents, nous ne retiendrons essentiellement que les plus récents.

A-2 Mouvements horizontaux : convergence entre la Nouvelle-Calédonie et le Vanuatu

Dubois et al. (1977) furent les premiers à estimer la vitesse de convergence (12 cm/an) à la fosse du Vanuatu, entre les îles Loyauté et l'archipel du Sud Vanuatu. Ce résultat est notamment étayé par les mouvements verticaux des îles Loyauté (Dubois et al., 1974). En effet, les différentes îles des Loyauté coiffées de formations récifales quaternaires et situées à une distance variable de la fosse ont été portées à des altitudes différentes (46 m à l'Est Ouvéa, 104 m à Lifou, 138 m à Maré) et suivent le bombement de lithosphère océanique avant subduction (figure 2).

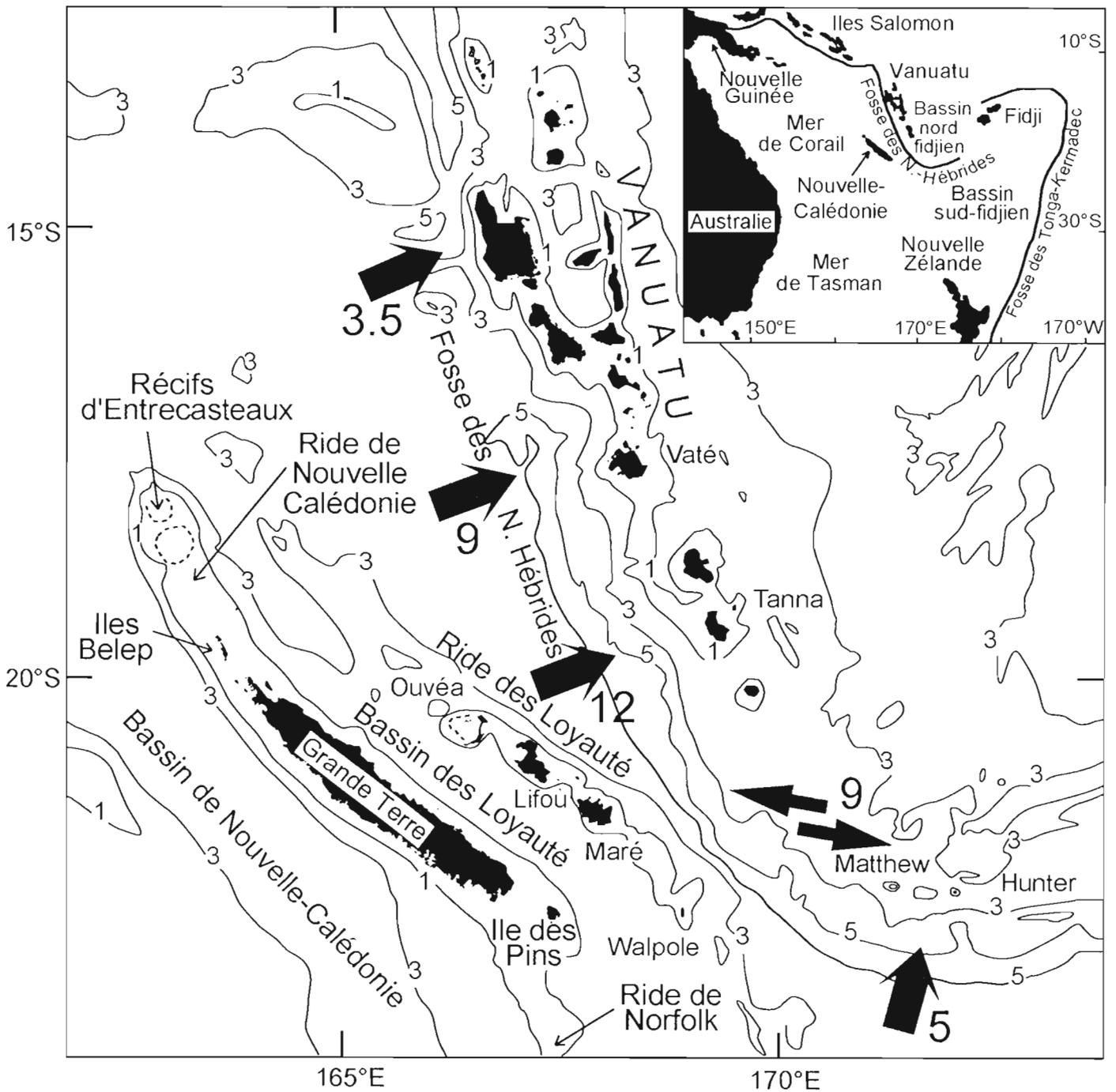


Figure 1 : La Nouvelle-Calédonie et les mouvements horizontaux de convergence (en cm/an d'après Calmant et al., 2003) entre la plaque Australie et l'arc du Vanuatu, le long de la fosse du Vanuatu. D'après Pelletier (2003).

Une estimation équivalente (12 cm/an) de vitesse de convergence moyenne sur le dernier Ma a été obtenue de manière indépendante à partir d'une part le taux et de la direction d'ouverture du bassin Nord Fidjien et d'autre part de la direction du glissement au contact des plaques déduite des mécanismes au foyer des séismes superficiels de type chevauchant (Louat et Pelletier, 1989 ; Pelletier et Louat, 1989).

Enfin les mouvements instantanés entre les différentes îles de la région Nouvelle-Calédonie / Vanuatu sont maintenant mesurés par géodésie spatiale depuis 1990 (réseau GPS d'une cinquantaine de sites dont 6 stations de réception permanente depuis 1996). Ces mesures ont permis de préciser les variations de vitesse le long de la zone de subduction et entre les îles et ainsi de proposer un modèle de déformation de l'arc du Vanuatu (Calmant et al., 1995 ; Pelletier et al., 1998 ; Calmant et al., 2003). La vitesse de convergence à la fosse est de 3-4 cm/an au niveau du segment central de l'arc, de 9 cm/an au niveau de Vaté et de 11.5-12.5 cm/an au niveau de Tanna (figure 1). Dans l'extrême sud de l'arc, les données indiquent que le mouvement de convergence est partitionné en un mouvement perpendiculaire à la fosse de 5 cm/an et un mouvement parallèle à la fosse de 9 cm/an, ce qui entraîne la formation d'une zone transformante E-W senestre en arrière de l'arc de Matthew-Hunter. Les mesures GPS confortent donc l'interprétation selon laquelle la subduction-collision de la ride des Loyauté inhibe la composante E-W de la convergence, provoque la fragmentation de la plaque supérieure et entraîne avec elle la microplaque de Matthew-Hunter vers l'Est par rapport à l'arc du Vanuatu (Louat et Pelletier, 1989; Monzier et al., 1990).

Les vecteurs des sites GPS en Nouvelle-Calédonie sont en bon accord avec le mouvement global de la plaque Australienne, les données ne suggérant pas de déformation significative intra plaque entre les îles de Nouvelle-Calédonie d'une part et entre l'archipel néo-calédonien et le reste de la plaque australienne d'autre part (Calmant et al., 2003). Cependant les données de géodésie par GPS du site le plus sud (sur l'île de Walpole) de la ride des Loyauté pourraient suggérer un mouvement senestre dans la plaque plongeante, en relation avec l'interaction ride des Loyauté-arc du Vanuatu (Lafoy et al., 1996).

A-3 Mouvements verticaux récents et niveaux marins

Les mouvements verticaux récents (Pléistocène supérieur, depuis 125 000 ans) ont pu être décryptés à partir d'un échantillonnage systématique des récifs soulevés des îles et de très nombreux forages sur les récifs frangeants et barrières autour de la Grande-Terre (Launay et Récy, 1972; Dubois et al., 1974; Coudray, 1976; Marshall et Launay, 1978; Cabioch, 1988 ; Cabioch et al., 1996). Le niveau repère du dernier interglaciaire de 125 000 ans (+ 6 m par rapport à l'actuel) permet de cartographier les zones en surrection et subsidence (Cabioch et al., 1996) (figure 3). Les îles Loyauté et l'île des Pins ont été soulevées ou se soulèvent à des vitesses de l'ordre de 0.12 à 0.25 mm/an selon les auteurs. Dans le Sud-Est de la Grande-Terre (Yaté) le récif de 125 000 ans est émergé et atteint une altitude maximale de 10 m, alors que dans cette même région le récif barrière se trouve profondément immergé (de 15 à 20 m). L'ensemble des zones en surrection dessine le bombement de la lithosphère océanique avant la subduction (figure 2). Ailleurs autour de la Grande-Terre, le récif de 125 000 ans est sous le récif postglaciaire holocène ou submergé, indiquant une subsidence (de 0.03 à plus de 0.16 mm/an). La disposition générale du récif de 125 000 ans souligne une tendance à une subsidence croissante de la Grande-Terre vers le Nord. La subsidence croît également, cette fois de façon plus nette, lorsque l'on s'éloigne de la côte, comme, par exemple, dans le lagon

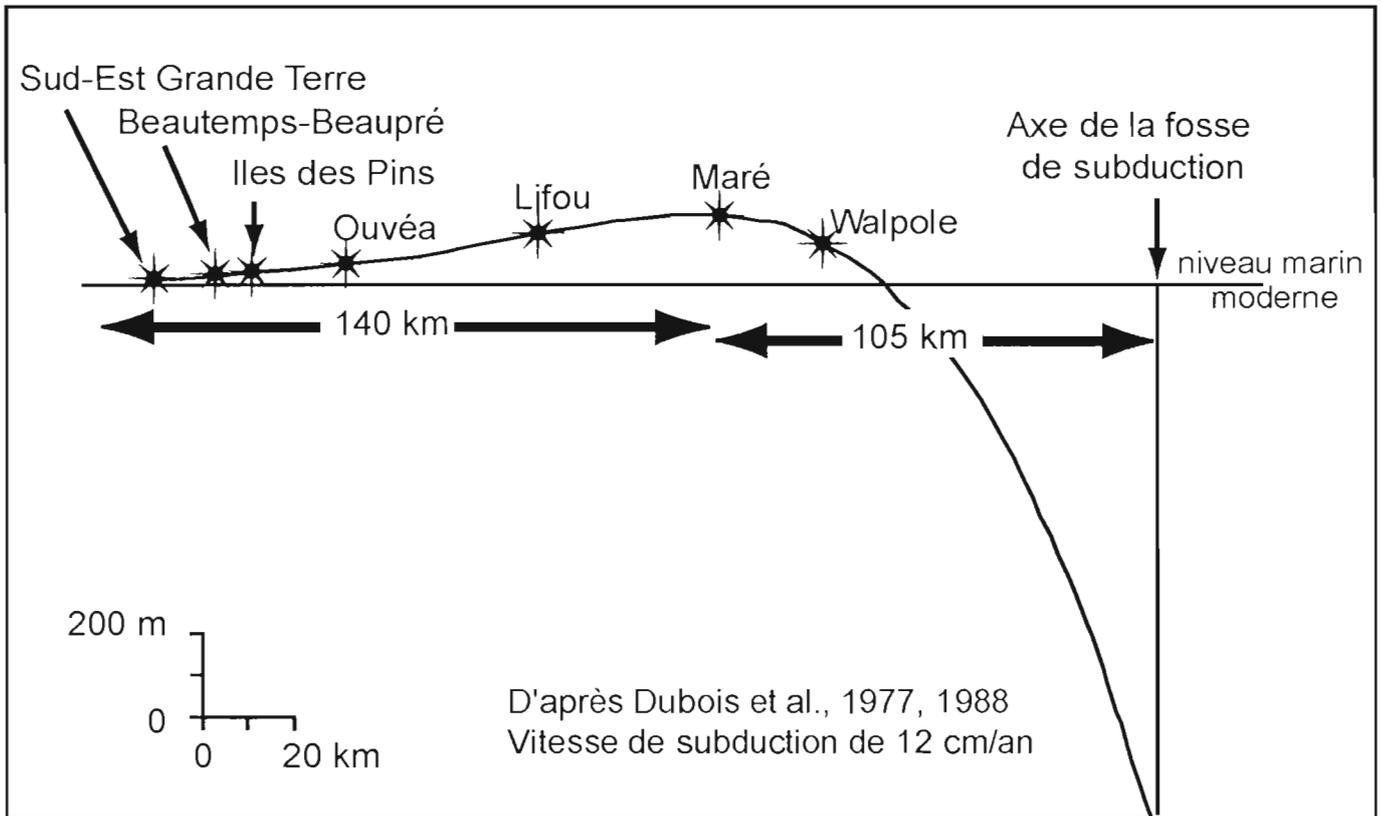


Figure 2 : Le bombement de la plaque australienne avant subduction illustré par l'altitude des différentes îles, notamment les îles Loyauté.

de Nouméa ou au niveau du récif barrière de Yaté. Le bâti néo-calédonien paraît donc avoir subi au cours des derniers 125 000 ans un double gauchissement, à la fois longitudinal et transversal. Ces études suggèrent par ailleurs que la Grande-Terre est découpée en plusieurs grands blocs.

Une étude complémentaire sur les variations du niveau marin depuis le dernier interglaciaire et sur la morphologie et l'évolution du récif barrière est menée depuis 2001, notamment grâce au sondeur multifaisceaux (0-1000m) qui équipe, depuis août 2001, le navire IRD l'Alis, basé à Nouméa. L'objectif est de cartographier les pentes externes du récif barrière afin d'y repérer les ruptures de pente, encoches et toutes traces d'anciens niveaux marins, de prélever des échantillons de ces niveaux et de faire des corrélations avec les niveaux d'émersion (discontinuités) observés dans les forages réalisés sur les îlots de ces mêmes récifs barrières. A ce jour environ 1000 km de récif barrière a été cartographié en grand détail lors de nombreuses campagnes à la mer (Pelletier et al., 2002, 2004), réalisées notamment dans le cadre d'un contrat visant à cartographier la totalité des pentes externes de la Province Nord de Nouvelle-Calédonie afin d'aider au développement de l'activité de la pêche côtière profonde. Plusieurs terrasses sous-marines ont été repérées et plus d'une cinquantaine de dragages ont été réalisés (Cabioch et al., 2002). La compilation et l'interprétation de ces très nombreuses données sont en cours.

B/ Tsunamis en Nouvelle-Calédonie

B-1 Données historiques

Plusieurs événements ont été reportés pour la Nouvelle-Calédonie. Le plus catastrophique concerne les îles Loyauté compte tenu de leur proximité avec la zone de subduction active du Vanuatu. On note, d'après les rapports de Soloviev (1992) pour la période 1863-1967 et de Louat et Baldassari (1989) pour la période 1729-1989, les événements suivants :

- 28-30 mars 1875, très fort séisme au Sud du Vanuatu/îles Loyauté, important raz-de-marée meurtrier à Lifou (25 morts, 17 blessés) (Gatcha, baie de Châteaubriand, Louengoni ; la zone la plus touchée : Mou, Amelewete et Thoth).

- 4 octobre 1931, séisme aux îles Salomon (San Cristobal, magnitude 7.9, 10.5°S, 161.75°E), raz-de-marée sur San Cristobal (18 villages détruits, 26 ou 50 morts, inondation jusqu'au 10 m), subsidence de 1 m à Santa Catalina. Raz-de-marée observé en Nouvelle-Calédonie à Hienghène de 1.3 m, nombreuses oscillations de 20-30 minutes.

- 19 juillet 1934, fort séisme au nord de l'arc des Nouvelles-Hébrides dans les îles Est Salomon (magnitude 8.1/8.2, 11.75°S, 166.5°E), raz-de-marée sur la côte Est de Nouvelle-Calédonie (Hienghène, Touho, Poindimié), période 10 minute, 1.2-1.3 m (rien sur la côte ouest)

- 21 juillet 1934, séisme nord de l'arc des Nouvelles-Hébrides/ îles Est Salomon (magnitude 7.3, 11°S, 165.75°E), raz-de-marée en Nouvelle-Calédonie (Touho, Thio, plus fort mais plus court que celui du 19 juillet, période 15 minutes, marée très haute). Un événement est reporté ? dans la baie de Magenta, le 22 juillet (période 10 minutes, pendant 45 minutes).

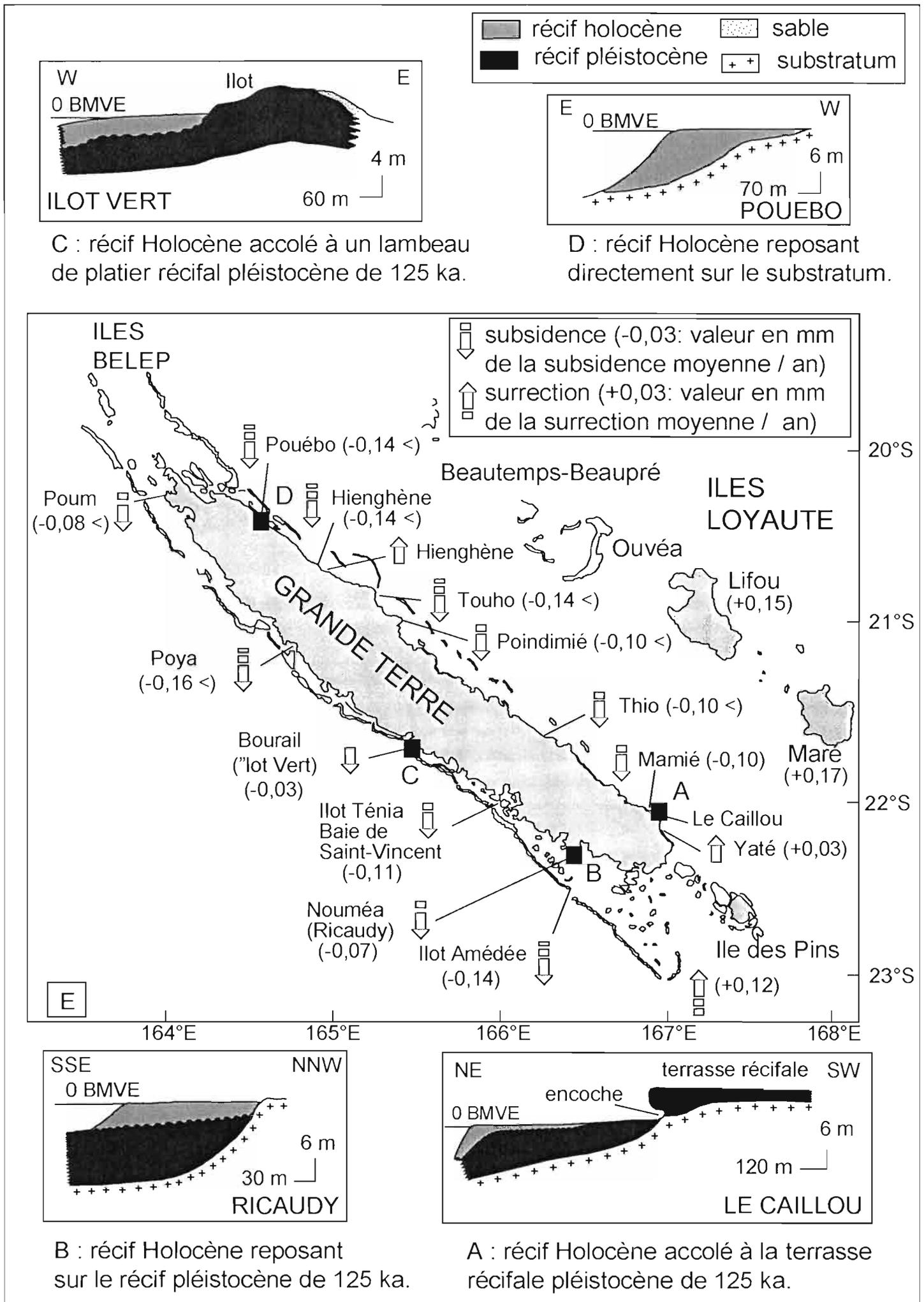


Figure 3 : Mouvements verticaux en Nouvelle-Calédonie depuis 125 000 ans.
D'après Cabioch et al. (1996)

- 1951, raz-de-marée ? dans le nord de l'île d'Ouvéa (2 morts).

B-1 Evaluation de l'aléa tsunami

Les données historiques indiquent que la Nouvelle-Calédonie semble à l'abri des tsunamis transocéaniques. En effet les tsunamis transocéaniques connus à travers tout le Pacifique et consécutifs aux grands séismes d'avril 1946 (Aléoutiennes), de mai 1960 (Chili) et mars 1964 (Aléoutiennes) n'ont pas eu d'effets notables sur le territoire.

Les Iles Loyauté et dans une moindre mesure la côte Est de Nouvelle-calédonie peuvent cependant être soumises à des tsunamis d'origine locale ou régionale. Ceux-ci, provenant comme celui de 1875 de la zone de subduction proche du Vanuatu, peuvent être meurtriers, notamment sur les côtes orientales des îles.

La côte Ouest de Nouvelle-Calédonie, qui n'a pas de zone sismique en face d'elle, semble épargnée par les tsunamis d'origine sismique. Des tsunamis d'origine gravitaire ne peuvent toutefois être exclus compte tenu des très fortes pentes au-delà du récif barrière et le long duquel des glissements ont été cartographiés.

Bien que la présence de la barrière récifale autour de la Grande-Terre soit souvent citée comme une protection pour les effets de tsunamis, son rôle d'atténuation n'a jamais été vraiment établi.

C/ Sismicité et risques sismiques en Nouvelle-Calédonie

C-1 Séismes ressentis en Nouvelle-Calédonie

Les témoignages relatifs à la sismicité historique en Nouvelle-Calédonie sont, non seulement pauvres, mais également le résultat d'un mélange entre la sismicité locale plutôt faible et la forte sismicité du Vanuatu.

La compilation intitulée "Chronologie des séismes et des tsunamis ressentis dans la région Vanuatu Nouvelle-Calédonie" de R. Louat et C. Baldassari (1989) a été faite pour l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie. On y rencontre aussi bien des séismes locaux que des séismes forts de l'arc des Vanuatu, surtout aux Îles Loyauté, proches de la frontière des plaques.

Une sélection a été faite en ne prenant en compte que les séismes situés sur et autour la Grande-Terre de Nouvelle-Calédonie (noté "Local" dans le tableau ci-dessous). Seuls 10 séismes ressortent pendant toute la période du vingtième siècle. Seuls les épicentres des événements numérotés 14, 15, 16, 18, 19, 20 et 21 sont déterminés et sont reportés sur la figure 4. Il s'agit de séismes plus récents que 1960 et donc de la période instrumentale. Sur cette carte (Figure 4) sont indiqués également pour les différentes villes concernées le numéro du séisme et l'intensité observée (voir annexe II).

Liste des séismes ressentis en Nouvelle-Calédonie

1		17 octobre 1843	Lifou V
2		17 septembre 1849	Lifou V
3		1863	Toute la Calédonie IV
4		1869	Toute la Calédonie IV
5		28 mars 1875	Lifou V, à 23 h + tsunami
6		29 mars 1875	Lifou IV, probable réplique
7		30 mars 1875	Ouvéa V
8		1876	Toute la Calédonie IV
9	Local	25 janvier 1894	Canala VII, dégâts, fissures
10		30 mars 1910	Loyauté V
11		2 mars 1914	Lifou V
12	Local	13 juin 1914	Canala, Thio, La Foa, Bouloupari IV
13	Local	23 janvier 1954	Nouméa IV

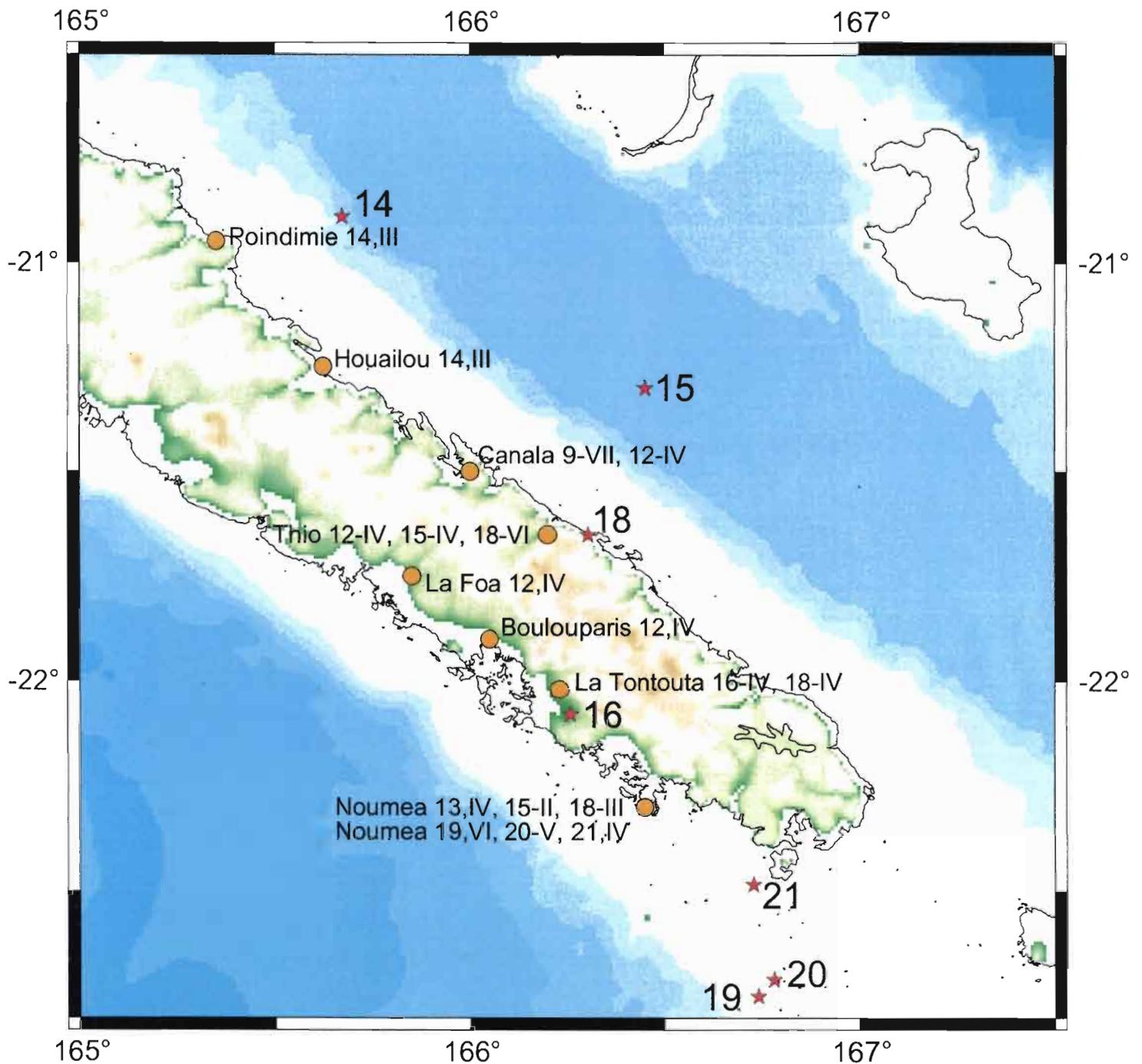
Fin de la période historique et début de la période instrumentale

14	Local	13 avril 1984	Houailou, Poindimié III -20.89°S, 165.67°E, mb=4.9
15	Local	8 novembre 1984	Thio IV, Nouméa II -21.30°S, 166.45°E, mb=4.5
16	Local	4 août 1986	La Tontouta IV -22.08°S, 166.255°E
17		6 février 1988	Lifou III
18	Local	9 mars 1989	Thio VI, La Tontouta IV, Nouméa III -21.65°S, 166.30°E
19	Local	3 décembre 1990	Nouméa VI -22.75°S, 166.74°E, mb=5.6, ms=5.4
20	Local	24 février 1991	Nouméa V -22.71°S, 166.78°E, mb=5.1
21	Local	19 février 1999	Nouméa IV -22.484°S, 166.77°E, mb=4.2

Ces données indiquent que :

- L'ensemble de la Nouvelle-Calédonie est quelquefois le lieu de secousses d'intensité IV ;
- La côte est (Houailou, Poindimié) ressent des séismes locaux d'intensité III ;
- la région de Thio-Canala a été par deux reprises fortement ébranlée par des secousses sismiques locales d'intensité VI et VII, qui ont fait quelques dégâts matériels ;
- la région de La Foa-Bouloupari-La Tontouta a été soumise à des secousses d'intensité IV ;
- la région de Nouméa, qui a plusieurs reprises a ressenti des secousses d'intensité IV, a subit des secousses d'intensité V à VI fin 1990-début 1991.

Les séismes forts de l'arc des Nouvelles-Hébrides peuvent atteindre la magnitude maximale M_w de 8.0 et être situés au minimum à 100 km de Maré, 150 km de Lifou et 280-300 km de Nouméa. Par exemple, le séisme du 15 mai 1995 de M_w 7.6 (M_s 7.8) a été ressenti IV à Nouméa situé à 370 km de l'épicentre. Dans ces conditions, les îles Loyauté sont largement exposées aux séismes du Vanuatu ainsi que Nouméa dans une moindre mesure.



Sismicite historique (XX siecle)

Figure 4 : Séismes ressentis en Nouvelle-Calédonie, d'après Louat et Baldassari (ORSTOM, 1989) et les informations du NEIC

C-2 La sismicité en Nouvelle-Calédonie

La sismicité superficielle de l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie, issue des catalogues du « National Earthquake Information Center » (NEIC, <http://neic.usgs.gov>) pour la période de 1960 à 2002, est représentée sur la figure 5. Il s'agit de séismes relativement forts (magnitude minimum de l'ordre de 4) car enregistrés et localisés par le réseau mondial. Outre la zone sismique associée à la subduction du Vanuatu, cinq zones de sismicité apparaissent. Du Nord au Sud et d'Ouest vers Est on distingue :

- une zone sismique (5 séismes) à la jonction entre la ride de Fairway et le bassin de Nouvelle-Calédonie,
- un groupe de 4 séismes à l'ouest des îles Belep au pied de la marge Ouest de la Grande-Terre,
- deux événements sur le bord oriental de la Grande-Terre,
- un groupe de trois séismes dans le lagon sud, au sud-est de Nouméa,
- deux séismes au sud et sud-est de l'île des Pins.

Les mécanismes au foyer des séismes supérieurs à la magnitude de 5.0 (CMTS (Centroid Moment Tensor Solution de l'Université de Harvard) pour la période 1976-2003 sont représentés sur la figure 6. Seules deux solutions ont pu être calculées. Les épicentres de ces séismes, localisés par le NEIC (National Earthquake Information Center), se situent dans le lagon sud entre l'îlot et la passe de Mato, au large de Nouméa. Cette zone sismique, caractérisée par les plus forts séismes de Nouvelle-Calédonie (hors zone de subduction du Vanuatu) et située à 60-70 km de la capitale Nouméa, est une menace pour le Sud de la Grande-Terre.

C-2 Stations sismologiques en Nouvelle-Calédonie

Les différentes stations de Nouvelle-Calédonie apparaissent sur les figures 5 et 6.

Les stations actuellement en fonctionnement sont:

- **LIF (Lifou, îles Loyauté)**. Le sismomètre est un Guralp CMG3-ESP avec une acquisition 24 bits/100Hz ViSeis. Le transfert des données vers Nouméa par ligne téléphonique Numéris est en cours d'installation.

- **DZM (Mont Dzumac)**. Le sismomètre est un Streckeisen STS-2. L'acquisition 24 bits/20 Hertz est du DASE-CEA (Division Analyses et Surveillance de l'Environnement - Commissariat à l'Energie Atomique, <http://www-dase.cea.fr>) Cette station appartient au réseau CTBT (Comprehensive Test Band Treaty). Elle a donc un accès réglementé, mais l'IRD dispose des données.

- **PLG/NOUC (Port Laguerre)**. Le sismomètre est un Streckeisen STS-1, VBB. L'acquisition 24 bits/20 Hertz est de l'INSU (Institut National des Sciences de l'Univers, <http://www.insu.cnrs-dir.fr>) sur PC-Linux. Cette station appartient au réseau sismologique international Geoscope (<http://geoscope.ipgp.jussieu.fr>). Une seconde station est aussi installée, il s'agit d'un sismomètre SS1 de Kinematics avec une acquisition 24bits/100Hertz Hathor3 de Léas. Ces deux acquisitions sont reliées par modem vers l'extérieur.

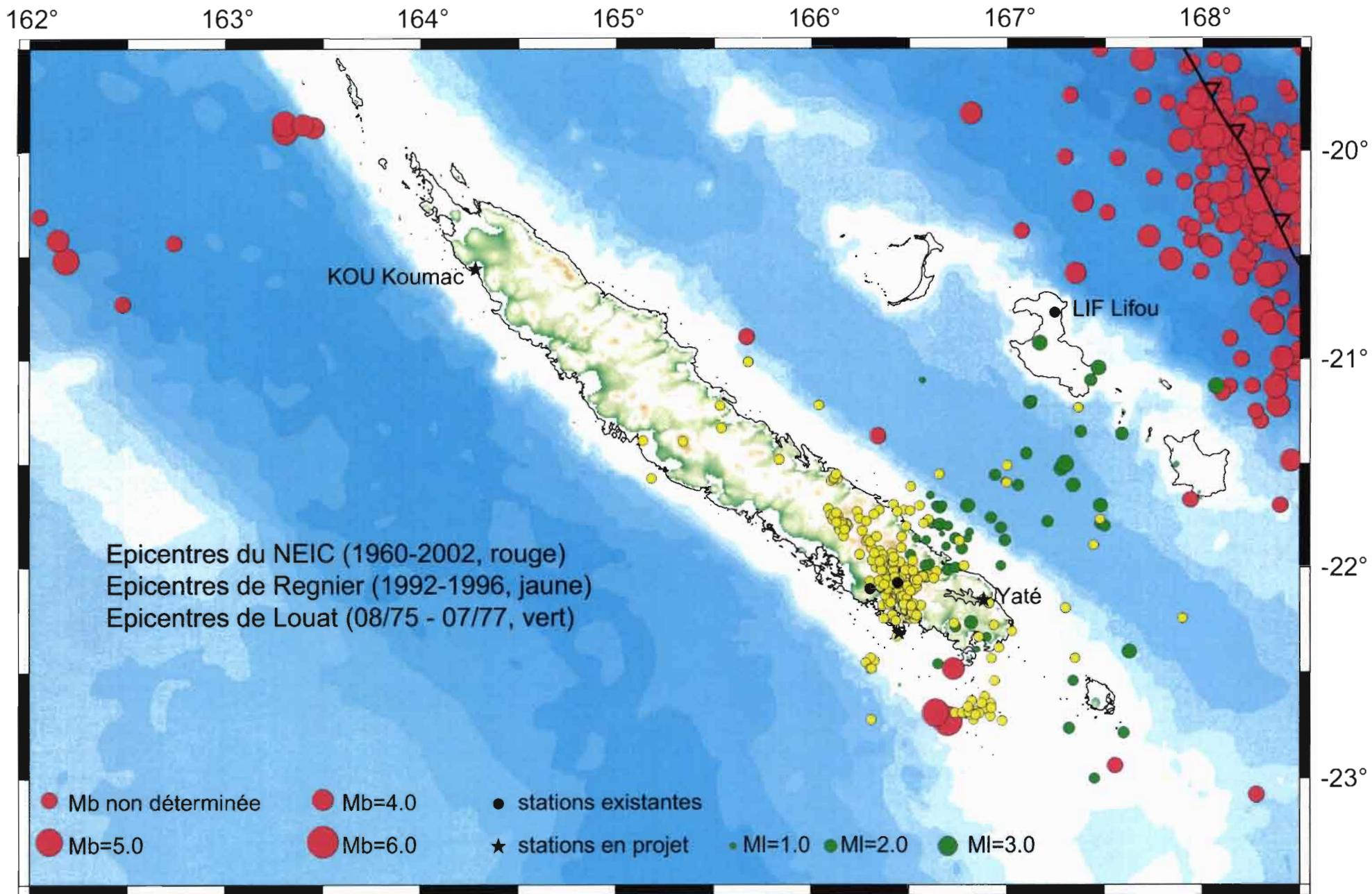


Figure 5 : Sismicité instrumentale de Nouvelle-Calédonie. Séismes du catalogue du NEIC et des travaux de Louat (1977) et de Régnier et al. (1999).

Les stations en projet sont :

- **Yaté.** Cette station a pour objectif la surveillance sismique du barrage hydro-électrique de Yaté. La société Enercal et l'IRD prévoient d'installer prochainement un accéléromètre EpiSensor de Kinematics avec une acquisition 24bits/125Hertz Titan3dg de Agecodagis. Faute de ligne téléphonique, il n'est pas prévu pour l'instant de transmission rapide des informations.

- **Koumac.** Equipée de sismomètres Geotech longue période avec élargisseur de bande, cette station devrait redémarrer prochainement avec une nouvelle acquisition numérique et une liaison téléphonique RTC.

C-4 Aléa sismique dans le sud de la Nouvelle-Calédonie

Compte tenu de la localisation des stations sismologiques et de la présence de la capitale Nouméa, seule la sismicité du sud de la Nouvelle-Calédonie a fait l'objet de deux études, celle de Louat (1977) et celle de Régnier et al. (1999). Ces auteurs établissent les premières cartes de sismicité de cette zone et confirment une activité sismique non négligeable autour de la capitale, dans la chaîne au nord de Nouméa et dans le lagon sud.

La carte des épacentres superficiels calculés par Louat (1977) pour la période 1975 à 1977 fait apparaître une sismicité située entre la Grande-Terre et les îles Loyautés (figure 5). Il faut cependant noter que les épacentres sont arbitrairement placés à l'Est de l'alignement des deux stations du Dzumac et du Ouen Toro (station opérationnelle à l'époque puis transférée ensuite à Port Laguerre). L'intérêt de cette étude est notamment le calcul de la valeur des magnitudes locales, comprises entre 0.8 et 2.7.

La carte de sismicité de Régnier et al. (1999) (événements également reportés sur la figure 5) donne une image de la sismicité sensiblement différente de celle de Louat (1977). Cette étude, basée sur les données de deux stations (PLG Port Laguerre et DZM Dzumac) pour la période 1992-1996, intègre les azimuts d'arrivées des ondes pour le calcul des épacentres. Les magnitudes, non calculées, sont aussi comprises entre 1 et 3.

Ces études indiquent (Figure 6):

- une sismicité assez importante (en nombre d'événements) dans la chaîne au nord de Nouméa ;
- un essaim de sismicité importante dans le lagon sud vers l'îlot Mato, situé dans la même zone que les deux événements majeurs du 03/12/1990 ($M_b = 5.6$) et du 24/02/1991 ($M_b = 5.1$). Cet essaim de séismes et les mécanismes au foyer des deux séismes majeurs suggèrent un accident tectonique actif de direction NE-SW rejoignant la Passe de la Sarcelle ou la Passe de la Havannah.
- une zone sismique autour de l'île Ouen en relation avec le séisme du 19 février 1999 de magnitude 4.2. Les séismes sont alignés sur une direction NE-SW et borde les falaises du sud de la Grande-Terre dans le prolongement de la passe de la Havannah.
- une sismicité diffuse entre la Grande-Terre et les îles Loyauté.

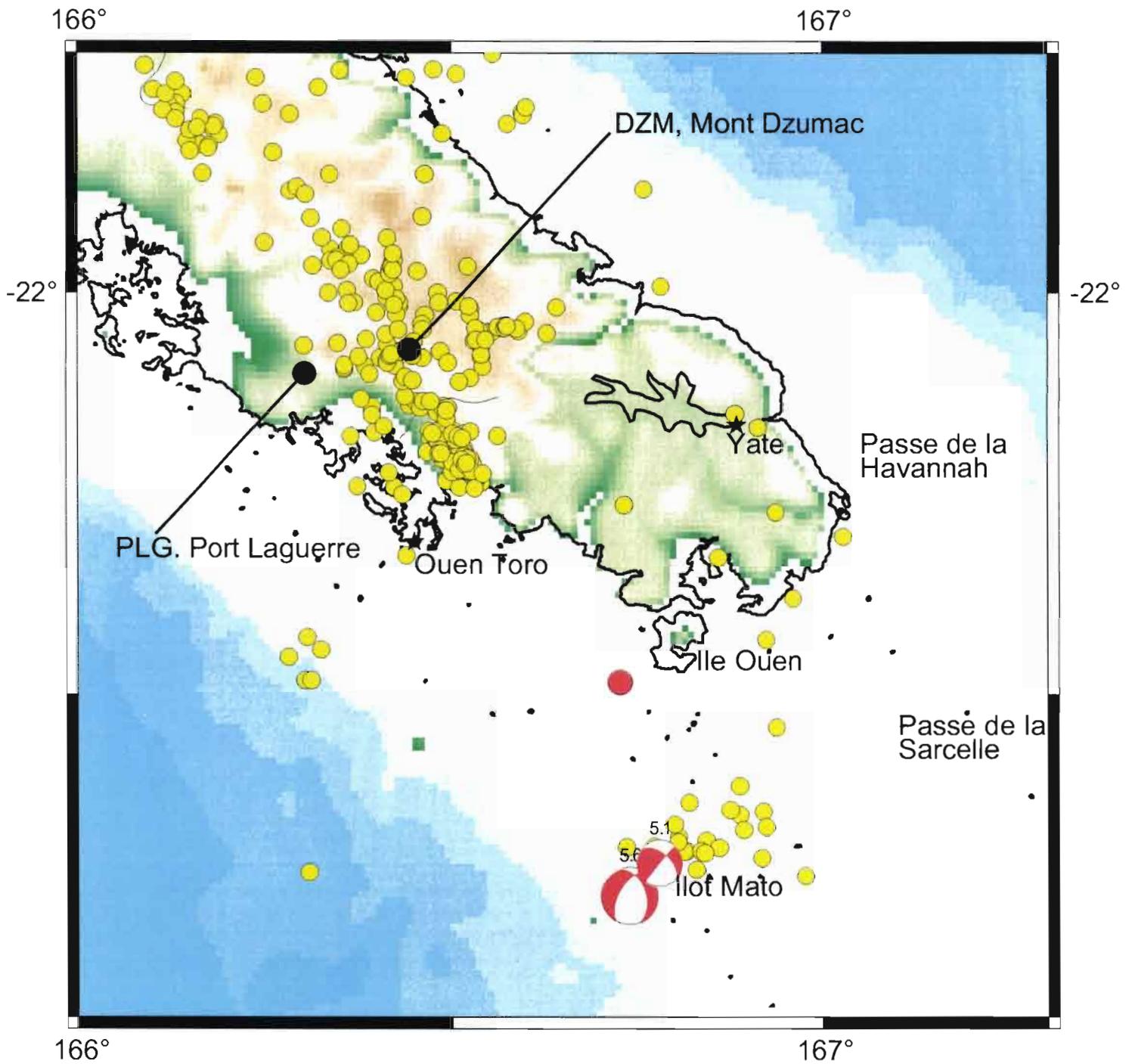


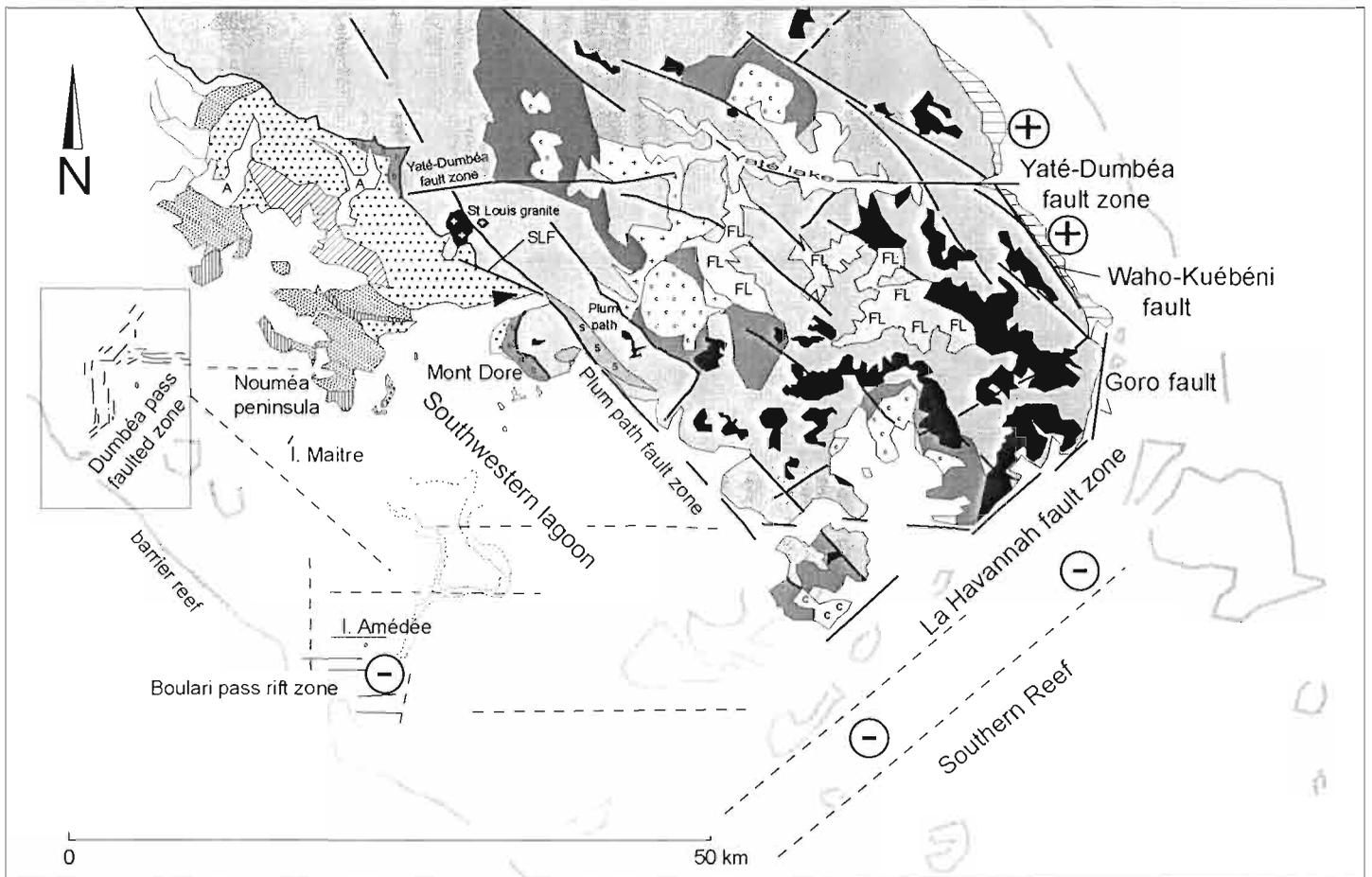
Figure 6 : Sismicité du Sud de la Grande-Terre. Sismicité d'après Régner et al. (1999) et d'après les catalogues CMTS de l'Université de Harvard et du NEIC

- une sismicité faible et diffuse dans la partie sud-est de la Grande-Terre. Deux épicentres calculés par Régnier (1999) se situent très près du barrage hydro-électrique de Yaté.
- une sismicité diffuse autour de l'île des Pins.

Cette sismicité du sud de la Nouvelle-Calédonie s'étend sur une étroite bande en travers de l'île, orientée parallèlement à sa marge ouest. Elle affecte principalement le domaine des péridotites, passe à proximité de Nouméa et se termine au sud par un essaim situé dans le lagon sud-ouest entre La Grande-Terre et l'île des Pins. Cette bande de sismicité sépare deux domaines structuraux différents, caractérisés par une élévation de la topographie et des anomalies gravimétriques différentes. Cette sismicité peut être interprétée comme le résultat de la réactivation de la suture d'âge Eocène terminal (entre le socle calédonien et le domaine d'origine océanique accréteé durant la phase d'obduction), ou bien comme le résultat d'une segmentation en blocs de la ride, en relation avec la déformation de la plaque australienne à l'approche de la zone de subduction du Vanuatu.

Les travaux sur la néotectonique du sud calédonien à terre et dans le lagon, menés ces dernières années en collaboration avec le BRGM (Bureau de la Recherche Géologique et Minière) et le Service des Mines de Nouvelle-Calédonie, ont mis en relief une importante tectonique cassante post-obduction, voire encore active, le long de failles normales et décrochantes (Lagabrielle et al., 2004). Cette tectonique extensive est marquée par des failles orientées E-W et NW-SE parallèlement à la direction de l'île (figure 7). Une telle faille normale délimite par exemple le front de la nappe des péridotites. Des figures néotectoniques sont aussi observées, notamment dans le lagon ; elles correspondent à des faisceaux de failles verticales d'orientation E-W, NE-SW et N-S (Figure 7), délimitant des blocs de 30-40 km de large. L'orientation de ces failles est en accord avec les solutions des mécanismes au foyer des deux séismes majeurs du lagon SW. Une campagne de cartographie et de sismique réflexion dans le lagon sud calédonien a été menée en 2004 pour progresser sur ce thème (Leroy et al., 2004).

La ville de Nouméa est construite sur des collines instables (essentiellement flyschs d'âge Eocène) et les glissements de terrain y sont fréquents. L'agglomération regroupe environ 200 000 habitants. Son expansion actuelle est très importante et d'imposants immeubles voient le jour. Aucune règle de construction n'est en vigueur sur tout le territoire de la Nouvelle-Calédonie (voir annexe I). Un étude spécifique de la ville de Nouméa est en projet avec la réinstallation de la station sismologique du Ouen Toro et l'implantation de deux stations accélérométriques du réseau français RAP (Réseau Accélérométrique Permanent, <http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>).



Ophiolites and associated superficial formations

-  partly serpentinized harzburgites
-  dunites
-  gabbro cumulates
-  plagiogranites
-  serpentinites
-  post-nappe granitic intrusion
-  basalts (Poya unit)
-  ferricrete surfaces
-  fluvio-lacustrine sediments (Quaternary)

Basement of the ophiolite nappe

-  mesozoic volcanics
-  cretaceous (coal formations and volcanics)
-  paleocene-eocene silicic sediments (phtanites) and limestones
-  eocene flyschs

Quaternary formations, tectonic features

-  uplifted reef (east-coast)
-  fluvial deposits
-  outline of present-day reef
-  fault
a : observed b: inferred
-  submerged channel of La Coulée-Pirogues river
- SLF : St Louis fault

Figure 7 : Schéma structural du Sud de la Grande-Terre. D'après Lagabrielle et al., 2004

Références

- Cabioch G., 1988 - Récifs frangeants de Nouvelle-Calédonie (Pacifique sud-ouest). Structure interne et influences de l'eustatisme et de la néotectonique. - Thèse Doct. Univ. Provence, Publ. Univ. Aix-MarseilleI, 291p.
- Cabioch, G., Récy, J., Jouannic, C., Turpin, L., 1996. Contrôle environnemental et néotectonique de l'édification récifale en Nouvelle-Calédonie au cours du Quaternaire terminal. Bull. Soc. géol. France 167, 729-742.
- Cabioch G., Pelletier B., Bore J.-M., Gallois F., Garel E., Leroy P., 2002 – Campagne PALEOPENTE. Cartographie multifaisceaux et dragages des pentes du récif barrière Ouest et Nord de Nouvelle- Calédonie. Rapports de missions, Science de la Terre, Géologie-Géophysique, IRD Nouméa, n°46, 19 p + annexes.
- Calmant S, Lebellegard P., Taylor F.W., Bevis M., Maillard D., Recy J. and Bonneau J., 1995. Geodetic measurements of convergence across the New Hebrides subduction zone, *Geophys. Res. Lett.*, 22, 2573-2576.
- Calmant S., Pelletier B., Bevis M., Taylor F., Lebellegard P., D. Phillips, 2003 - New insight on the tectonics of the New Hebrides subduction zone based on GPS results. *J. Geophys. Res.*, 108, B6, 2316.
- Coudray J., 1976 - Recherches sur le Néogène et le Quaternaire marins de la Nouvelle-Calédonie. Contribution de l'étude sédimentologique à la connaissance de l'histoire géologique post-éocène de la NELLE-Calédonie. - *Expéd. française sur les récifs coralliens de NELLE-Calédonie*, Fond. Singer-Polignac, Paris, 8, 1-276.
- Dubois J., Launay J., Recy J., 1974 - Uplift movements in New Caledonia - Loyalty islands area and their plate tectonics interpretation. – *Tectonophysics*, 24, 133-150.
- Dubois, J., Launay J., Récy J. and Marshall J., 1977. New Hebrides trench: subduction rate from associated lithospheric bulge. *Can. J. Earth Sci.*, 14, 250-255.
- Dubois, J., Deplus, C., Diament, M., Daniel, J., Collot, J. Y., Subduction of the Bougainville Seamount (Vanuatu); mechanical and geodynamic implications, *Tectonophysics*, 149 (1-2), p. 111-119, 1988.
- Lafoy Y., Missegue F., Cluzel D., Le Suave R., 1996 – The Loyalty-New Hebrides arc collision : effects on the Loyalty Ridge and basin system, Southwest Pacific (first results of the ZoNéCo Programme). *Marine Geophys. Res.*, 18, 337-356.
- Lagabrielle Y., Maurizot P., Lafoy Y., Cabioch G., Pelletier B., Chardon D., Régnier M., Wabete I., Calmant S., Neogene-Quaternary extensional tectonics in Southern New Caledonia : insights from onshore fault analysis and offshore seismic data. *tectonophysics*, 2004.
- Launay J., Recy J., 1972 - Variations relatives du niveau de la mer et néotectonique en Nouvelle-Calédonie au Pléistocène supérieur et à l'Holocène. - *Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.*, 14, 1, 47-65.
- Le Roy P., Begot J., Briere de l'Isle B., Cabioch G., Chauvet A., Chevillon C., Flamand B., Lagabrielle Y., Maurizot P., Panche J.-Y., Pelletier B., 2004 – Campagne Calgon, sismique réflexion haute résolution et cartographie multifaisceaux du lagon Sud-Ouest de Nouvelle-Calédonie. Rapports de missions, Science de la Terre, Géologie-Géophysique. 48 p.
- Louat R., 1977, Rapport sur la sismicité locale dans le sud de la Nouvelle-Calédonie. Notes Techniques de l'Orstom.
- Louat R. et C. Baldassari, 1989, Chronologie des séismes et des tsunamis ressentis dans la région Vanuatu Nouvelle-Calédonie. Notes Techniques de l'Orstom.

- Louat R. , Pelletier B.,1989 - Seismotectonics and present-day relative plate motions in the New Hebrides - North Fiji basin region. *Tectonophysics*, v.167, p. 41-55.
- Marshall J.F., Launay J., 1978 – Uplift rates of the Loyalty islands as determined by Th/U dating of raised coral terraces. *Quaternary Research*, 9, 186-192.
- Monzier, M., Daniel J., Maillet P., 1990. La collision « ride des Loyauté/arc des Nouvelles Hébrides » (Pacifique Sud-Ouest). *Oceanol. Acta*, 10, 43-56.
- Pelletier B., Louat R., 1989 - Mouvements relatifs des plaques dans le Sud-Ouest Pacifique. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t.308, série II, p.123-130.
- Pelletier B., Calmant S., Pillet R., 1998 - Current tectonics of the Tonga-New Hebrides region, *Earth Planet. Sci. Lett.* 164, 263-276.
- Pelletier B., Perrier J., Flamand B., 2002 - Cartographie au sondeur multifaisceaux des pentes externes du récif barrière de la Province Nord de Nouvelle-Calédonie. Campagne Province Nord 1, côte Est, de la passe de Thio à la passe de Balade 24 juillet au 1 août 2002. Rapport Final, 16 p., 9 cartes A0 en planches hors texte et 1 CDROM.
- Pelletier B., J. Perrier, F. Juffroy, B. Flamand, J.-Y. Panché, F. Gallois, 2004 - Cartographie systématique par sondeur multifaisceaux des pentes externes du récif barrière de la Grande-Terre et des Iles Loyauté, Nouvelle-Calédonie. Assises de la Recherche Française dans le Pacifique, 24-27 août 2004, Nouméa, Nouvelle-Calédonie.
- Regnier, M., van de Beuque, S., Baldassari, C., Tribot Laspiere, G., La sismicité du sud de la Nouvelle-Calédonie; implications structurales; *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Serie II. Sciences de la Terre et des Planètes* , 329 (2), p. 143-148, 1999.
- Soloviev S.L., C.N. Go, K.S. Kim, 1992 - "A catalog of tsunamis in the Pacific, 1969-1982." Moscow, *Translation by Amerind Publishing Company, Pvt Ltd., New Delhi, India*, 1988, 214 pp.

Annexe 1

Le décret du 14 mai 1991 détermine 5 zones de sismicité croissante :

*** une zone 0 de "sismicité négligeable mais non nulle" où il n'y a pas de prescription parasismique particulière : aucune secousse d'intensité supérieure à VIII n'y a été observée historiquement,**

* quatre zones Ia, Ib, II et III où l'application de règles de construction parasismique est justifiée.

Ces quatre zones sont définies de la manière suivante :

* une zone I de "sismicité faible" où :

- aucune secousse d'intensité supérieure ou égale à IX n'a été observée historiquement,
- la période de retour d'une secousse d'intensité supérieure à VIII dépasse 250 ans,
- la période de retour d'une secousse d'intensité supérieure à VII dépasse 75 ans.

Cette zone est elle-même subdivisée en deux :

- une zone Ia de "sismicité très faible mais non négligeable" où :
aucune secousse d'intensité supérieure à VIII n'a été observée historiquement,
les déformations tectoniques récentes sont de faible ampleur;

- une zone Ib de "sismicité faible" qui reprend le reste de la zone I ;

* une zone II de "sismicité moyenne" où :

- soit une secousse d'intensité supérieure à IX a été observée historiquement,
- soit les périodes de retour d'une secousse d'intensité supérieure ou égale à VIII et d'une secousse d'intensité supérieure ou égale à VII sont respectivement inférieures à 250 et 75 ans ;

* une zone III de "forte sismicité", limitée aux départements de la Guadeloupe et de la Martinique, où la sismicité relève d'un contexte différent : celui d'une frontière de plaques tectoniques.

Le zonage sismique établit une hiérarchie entre les diverses zones géographiques et quantifie le niveau sismique à prendre en compte dans chacune de ces zones.

(Informations extraites du site Web du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable)

Annexe II

ÉCHELLE D'INTENSITÉ DE MERCALLI MODIFIÉE (MM) DE 1931

D'après Wood, H.O., and F. Neumann, 1931.

Note: L'échelle de Mercalli modifiée est conçue afin de décrire les effets d'un séisme, à un endroit donné, sur des objets naturels, sur des installations industrielles et sur les êtres humains. L'intensité diffère de la magnitude, qui est liée à l'énergie relâchée par un séisme. Il y a plusieurs versions de l'échelle MM; celle qui suit est la version de 1931.

o MM I. Non ressenti ou seulement par quelques personnes dans des circonstances très favorables. Sous certaines conditions, les effets suivants peuvent apparaître dans la région immédiate affectée par une secousse: oiseaux et petits animaux semblent perturbés; rarement des nausées ou des étourdissements sont ressentis; quelquefois les arbres, les structures, les liquides et les étendues d'eau peuvent s'agiter les portes peuvent se balancer très lentement.

o MM II. Ressenti par quelques personnes, surtout par celles situées aux étages supérieurs des maisons ou par des gens nerveux ou sensibles. Certains effets peuvent être perçus comme pour l'intensité I, mais avec plus de vigueur: balancement possible des objets délicatement suspendus; quelquefois les arbres, les structures, les liquides et les étendues d'eau peuvent s'agiter les portes peuvent se balancer très lentement; oiseaux et petits animaux semblent perturbés; rarement des nausées ou des étourdissements sont ressentis.

o MM III. Ressenti par plusieurs à l'intérieur, souvent le mouvement semblable à une vibration rapide. Au début, plusieurs personnes ne se rendent pas compte qu'il s'agit d'un séisme. Durée appréciable et quelquefois estimée. Vibrations analogues à celles causées par des camions légers ou par des camions lourds circulant à bonne distance. Les objets suspendus peuvent osciller légèrement. Le mouvement peut être plus notable aux étages supérieurs des hautes structures. Les voitures en stationnement peuvent osciller légèrement.

o MM IV. Séisme ressenti à l'intérieur des constructions par de nombreuses personnes, à l'extérieur par quelques-unes. Dormeurs légers réveillés la nuit. Seules les personnes ayant ressenti un séisme important auparavant sont apeurées. Vibration semblable à celle d'un camion lourd passant tout près. Sensation analogue à un corps lourd heurtant l'immeuble ou comme si un objet lourd tombe dans la maison. Vibration des fenêtres, des portes, de la vaisselle et de la verrerie. Craquement des murs. Les objets suspendus se balancent vigoureusement. Les liquides dans les contenants ouverts sont agités. Les voitures en stationnement oscillent.

o MM V. Ressenti par presque tous à l'intérieur et par la plupart à l'extérieur. À l'extérieur on peut estimer la direction du mouvement. De nombreux dormeurs réveillés. Sentiment d'excitation, mais peu de gens sont effrayés. Une minorité coure à l'extérieur. Les immeubles tremblent en entier. Vaisselle, verrerie et quelques fenêtres brisées. Quelques petits objets instables sont déplacés, renversés ou tombent au sol. Les objets suspendus et les portes se balancent considérablement. Les cadres accrochés aux murs claquent contre ceux-ci ou sont tout simplement jetés par terre. Les portes et les volets s'ouvrent et se referment. Les pendules peuvent s'arrêter ou sonner. Le liquide se renverse des contenants les plus pleins. Perturbation possible d'arbres, poteaux et autres objets de haute taille.

o MM VI. Ressenti par tous; plusieurs sont effrayés et courent à l'extérieur. Excitation générale. Tous les dormeurs sont réveillés. Les gens se déplacent d'une manière chancelante. Arbres et buissons branlent modérément. Les liquides s'agitent vigoureusement. De petites cloches sonnent (école, église). Petit dégâts aux maisons de mauvaise construction. Quelques cheminées et plâtre endommagés (fissures). Vaisselle, verrerie et vitres brisées en bonne quantité. Bibelots, livres et cadres projetés au sol. Certains articles de mobilier lourd sont déplacés.

o MM VII. Alerte générale, tout le monde se précipite à l'extérieur. Souvent difficile de se tenir debout. Vibrations ressenties par les conducteurs d'automobiles. Arbres et buissons

balancent considérablement. Vagues perçues à la surface des étangs et des lacs. Fait sonner les grosses cloches d'église. Les objets suspendus peuvent trembler. Dégâts négligeables dans les édifices bien construits, légers à modérés dans les structures ordinaires d'assez bonne construction, considérables dans les structures mal construites ou mal conçues. Quelques cheminées brisées, murs craqués. Chute de plâtre et de stuc en grande quantité Plusieurs vitres brisées. Bris des corniches sur les tours et les grands immeubles. Briques et pierres des murs délogées, mobilier renversé. Dommages aux canaux de drainage en béton.

o MM VIII. Peur générale, près de la panique. Conducteurs d'automobiles en mouvement perturbés. Arbres balancent violemment, branches brisées. Éjection de petites quantités de sable et de boue. Changements dans le débit et le niveau d'eau des puits. Dégâts légers dans les structures spécialement conçues; considérables dans les gros immeubles ordinaires, avec effondrement partiel; très considérables dans les structures mal construites. Chutes de cheminées, colonnes, monuments, murs. Mobilier renversé.

o MM IX. Panique générale. Dégâts considérables dans les structures spécialement conçues; structures bien conçues mises hors d'aplomb; dégâts très considérables dans les gros immeubles, effondrement partiel. Immeubles détachés de leurs fondations. Sol fissuré. Rupture des réservoirs et des canalisations souterraines.

o MM X. Crevasses, importants glissements de terrain à partir des berges de rivières et dans les pentes abruptes. Sable et boue déplacés. Changements importants dans le niveau d'eau des puits. Eau des rivières et des lacs projetée sur le rivage. Changements importants dans le niveau d'eau des puits. Dommages aux barrages, aux remblais et aux ponts qui peuvent aussi être détruits. Destruction de quelques bâtiments à charpente bien construite; destruction de la plupart des structures à maçonnerie et à charpente et de leurs fondations; chemins de fer pliés, canalisations souterraines endommagées. Fissures dans les pavés et dans l'asphalte.

o MM XI. Affecte le sol en plusieurs endroits, surtout les sols mous et humides; glissements de terrain, effondrements, larges fissures. Eau transportant du sable et de la boue éjectée du sol. Dommages importants aux structures en bois, aux barrages, aux remblais, etc. Il ne reste pratiquement aucune structure de maçonnerie. Ponts détruits. Chemins de fer tordus. Canalisations souterraines hors de service.

o MM XII. Destruction totale. Pratiquement toutes les constructions sont grandement endommagées ou encore détruites. Topographie bouleversée - apparition de très larges fissures sur le sol, glissements de terrain, chutes de roches, effondrement des berges des rivières - en plusieurs endroits. Fracturation dans de grosses masses rocheuses, déplacements verticaux et horizontaux importants le long des failles. Modifications majeures dans le cours des rivières et des eaux souterraines, isolement des lacs, apparition de chutes. Ondes vues sur le sol. Peut projeter des objets verticalement dans les airs.