

RAPPORTS DE MISSIONS
SCIENCES DE LA TERRE
GÉOLOGIE-GÉOPHYSIQUE

N° 60

2003

**Rapport de terrain sur les terrasses
du Nord-Ouest de MALAKULA (Vanuatu)
(21 au 28 octobre 2003)**

**Guy CABIOCH
Thierry CORRÈGE
Pierre GENTHON
Jean-Louis LAURENT**



**Institut de recherche
pour le développement**

© IRD, Nouméa, 2004

/CABIOCH G.
/CORRÈGE T.
/GENTHON P.
/LAURENT J-L

Rapport de terrain sur les terrasses du Nord-Ouest de MALAKULA (Vanuatu) (21 au 28 octobre 2003)

Nouméa : IRD. Octobre 2003. 13 p.
Rap. Miss : Sci. Terre ; Géol.-Géophys. ; 60

TERRASSE MARINE; RÉCIF CORALLIEN; GÉOMORPHOLOGIE; ÉCHANTILLONNAGE;
NIVEAU MARIN / VANUATU; MALEKULA

Mission de terrain sur les terrasses du Nord-Ouest de Malakula (Vanuatu) (21 au 28 octobre 2003)

Guy Cabioch, Thierry Corrège, Pierre Genthon & Jean-Louis Laurent

(IRD, centre de Nouméa, B.P. A5, 98848 Nouméa CEDEX, Nouvelle-Calédonie)

I - Introduction

Dans le Pacifique Sud-Ouest, à la convergence des plaques Australienne et Pacifique (figure 1), en raison de la subduction de la ride d'Entrecasteaux, on observe une interruption de la fosse des Nouvelles-Hébrides dans sa partie centrale, face aux îles d'Espiritu Santo et de Malakula. La subduction de ce relief provoque également d'importants mouvements de soulèvement de ces îles. Ces mouvements sont enregistrés par les récifs coralliens qui lorsqu'ils sont soulevés forment alors des terrasses récifales (Jouannic *et al.*, 1980, 1982, Taylor *et al.*, 1985, 1987, Taylor, 1992). Les soulèvements cosismiques, comme ceux du séisme de 1965 dans la région du Nord de Malakula et du Sud d'Espiritu Santo, peuvent être parfois de l'ordre du mètre (Benoit & Dubois, 1971, Jouannic *et al.*, 1980, 1982, Taylor *et al.*, 1987).

Les premières études sur les terrasses soulevées des îles du Vanuatu dans leur ensemble ont montré le grand potentiel de leur utilisation dans la reconstitution des variations du niveau de la mer au cours du dernier cycle glaciaire (Mitchell, 1968, Kaplin *et al.*, 1975, Neef & Veeh, 1977, Jouannic *et al.*, 1980, 1982, Taylor *et al.*, 1980). En particulier, le nord-ouest de l'île de Malakula (figure 1) montre une série de terrasses étagées dont les premières datations ont montré qu'elles pouvaient représenter l'ensemble de ce dernier cycle glaciaire (Mitchell, 1968 ; Jouannic *et al.*, 1980, 1982 ; Taylor *et al.*, 1980, 1985). Une première campagne de terrain en 1997 (Cabioch & Laurent, 1998) nous a permis d'observer les terrasses majeures signalées auparavant (Mitchell, 1968, Jouannic *et al.*, 1980) et d'en observer plusieurs autres intermédiaires dont certaines ont été échantillonnées et datées (figure 2). La mission de terrain qui s'est déroulée du 21 au 28 octobre 2003 dans cette même région du Nord de Malakula (Figure 1) a eu pour objectifs d'effectuer un échantillonnage complet de chacune de ces terrasses afin de pouvoir reconstituer au mieux les variations du niveau marin depuis les derniers 125.000 ans..

I – Géomorphologie des terrasses récifales

Les récifs coralliens le long de la côte Nord-Ouest de Malakula sont des récifs frangeants étroits dont le développement dépend des variations du niveau de la mer et de la tectonique.

Les premières observations faites sur ces terrasses à Npénavet ont permis à Mitchell (1968) et à Jouannic *et al.* (1980) d'identifier 6 terrasses majeures culminant jusqu'à une hauteur de 350 m. Ils ont également noté des différences d'altitude de ces terrasses selon la localisation des coupes, ceci étant dû à l'existence de blocs tectoniques déterminant des taux de surrection différentiels.

| Terrasses | Mitchell (1968) | Jouannic et al. (1982) (modifié) |
|-----------|-----------------|----------------------------------|
| 1 | 45 m | 57 m |
| 2 | 73 m | 68 m |
| 3 | 121 m | 154 m |
| 4 | 180 m | 173 m |
| 5 | 213 m | 231 m |
| 6 | 240 m | 289 & 353 m |

Figure 1
Localisation de la zone d'étude

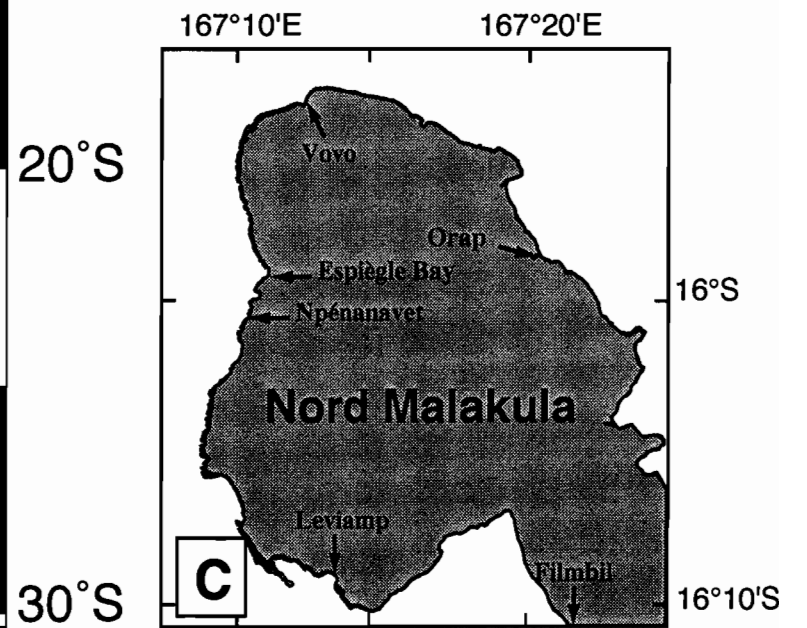
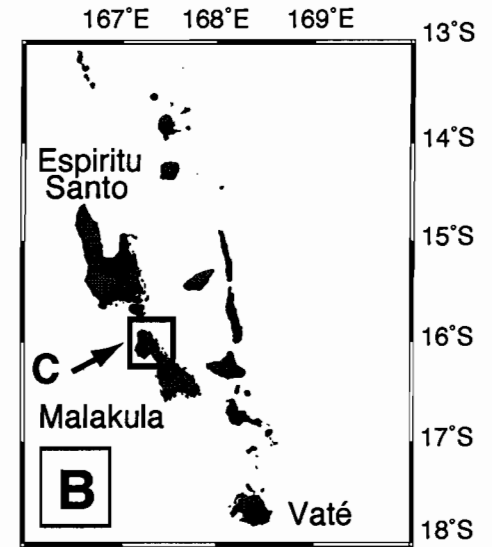
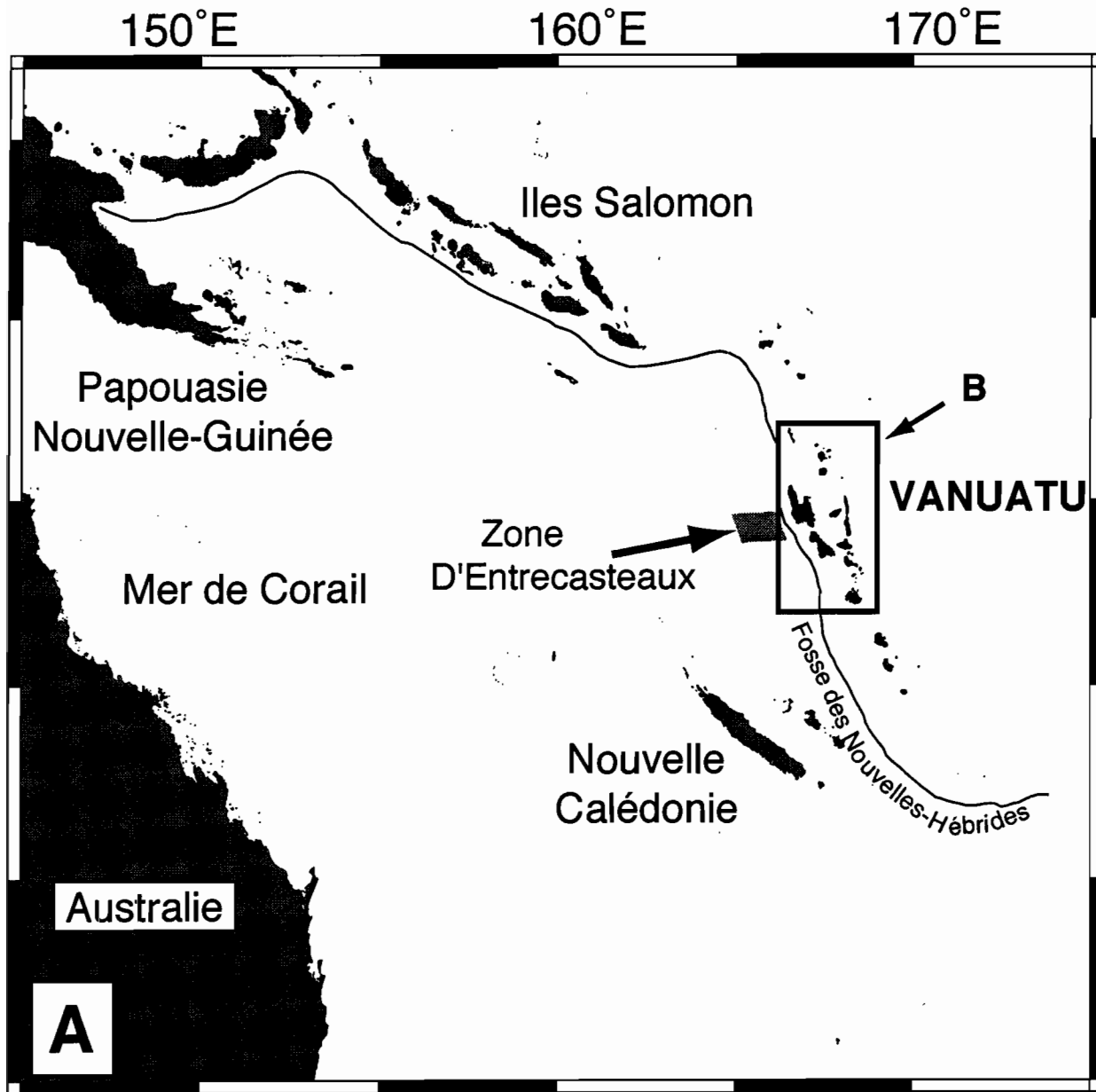
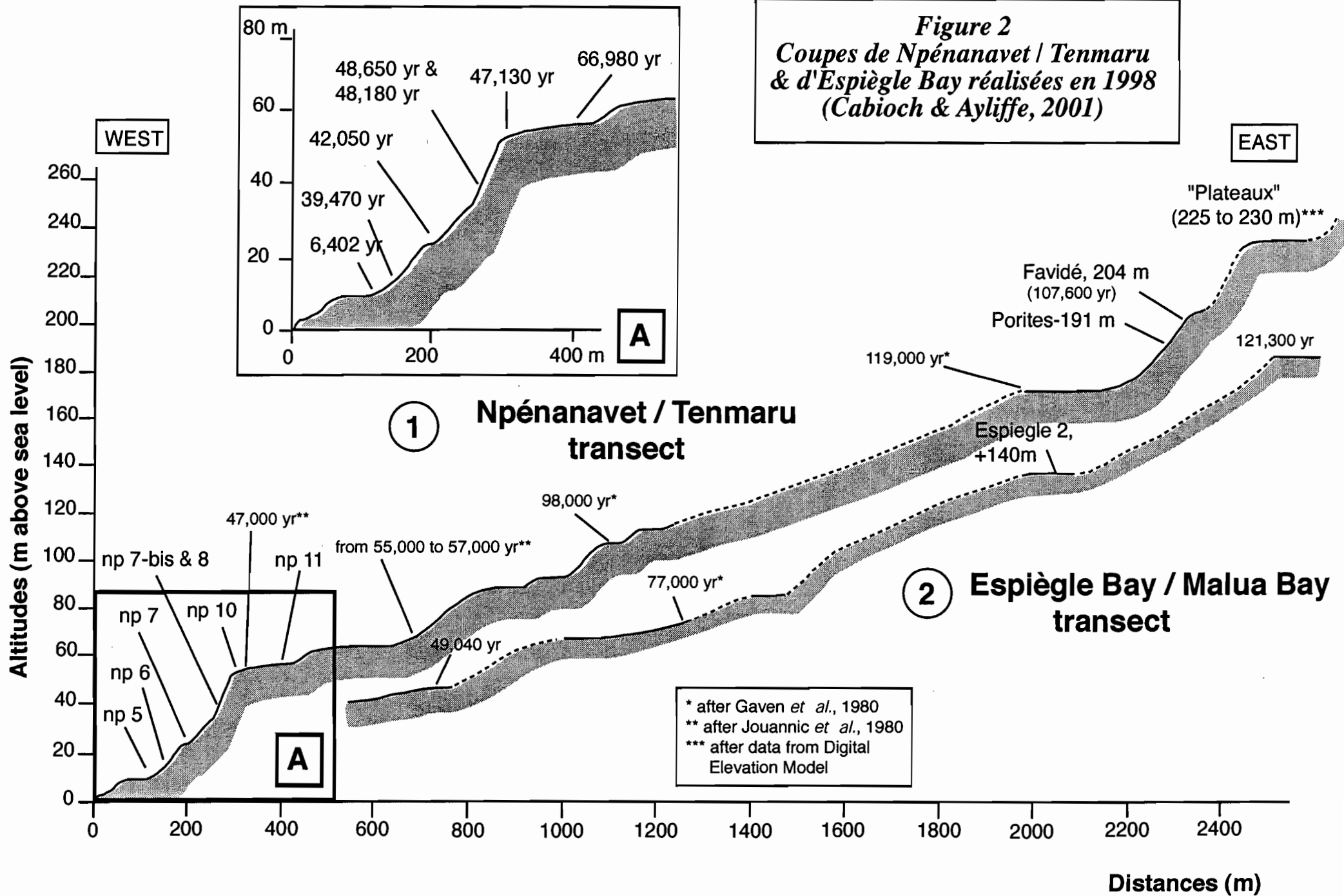


Figure 2
Coupes de Npénanavet / Tenmaru
& d'Espière Bay réalisées en 1998
(Cabioch & Ayliffe, 2001)



L'étude menée en 1997 dans la région de Npénavet / Tenmaru a permis d'observer les larges terrasses signalées auparavant mais également de petits escarpements et des terrasses intermédiaires plus étroites. Lors de cette mission, plusieurs niveaux récifaux ont été observés aux altitudes de 13 m, 24 m, 54 m, 65 m, 90 m, 94 m, 115 m, 125 m, et 204 m à l'arrière desquelles sont parfois présentes de petites falaises ou des encoches (figure 2).

1) Jusqu'à +13 m, on observe une formation récifale soulevée à l'arrière de laquelle on observe une petite falaise de +13 à +24 m. Cette falaise est marquée à sa base à +13 m d'une encoche dans laquelle un certain nombre de coraux, massifs ou encroûtés sont parfois visibles. Cette encoche est partiellement remplie de sables et graviers qui pourraient marquer une ancienne ligne de rivage.

2) Un petit escarpement légèrement incliné est noté entre +24 et +34 m.

3) Entre +34 et +54 m, on note une pente plus ou moins fortement inclinée avec des constructions coralliennes sur de petits escarpements.

4) Entre +54 et +59 m, une terrasse.

5) Une série de petites terrasses très étroites séparés par de petits escarpements sont trouvés à +90 m, +94 m et +115 m. Ces terrasses sont parfois marquées par des bords proéminents.

6) De 204 to 210 m, un étroit plateau peut être observé

7) Puis une série de terrasses dont une à 230 m.

L'opération de terrain menée en 2003 sur cette même coupe a permis de compléter le relevé des différents ressauts et des petites terrasses et de poursuivre l'échantillonnage pour compléter la série (voir tableau).

Le taux de surrection

Dans le secteur de Npénavet, Jouannic et al. (1980, 1982) ont calculé un taux de surrection de $1,6 \text{ mm.yr}^{-1}$ sur la base d'une datation de 55.000 ans de la terrasse culminant à +68 m. En 1985, Taylor *et al.* (1985) estimaient le taux de surrection à 2 mm.yr^{-1} pour cette même partie de Malakula. En raison de ces taux différentiels de surrection trouvés par les auteurs précédents et en raison des problèmes de remaniements des échantillons et d'erreurs dans certaines des altitudes signalés par Jouannic (1982), le calcul du taux de surrection de cette région de Npénavet a été revu à l'occasion de cette première mission.

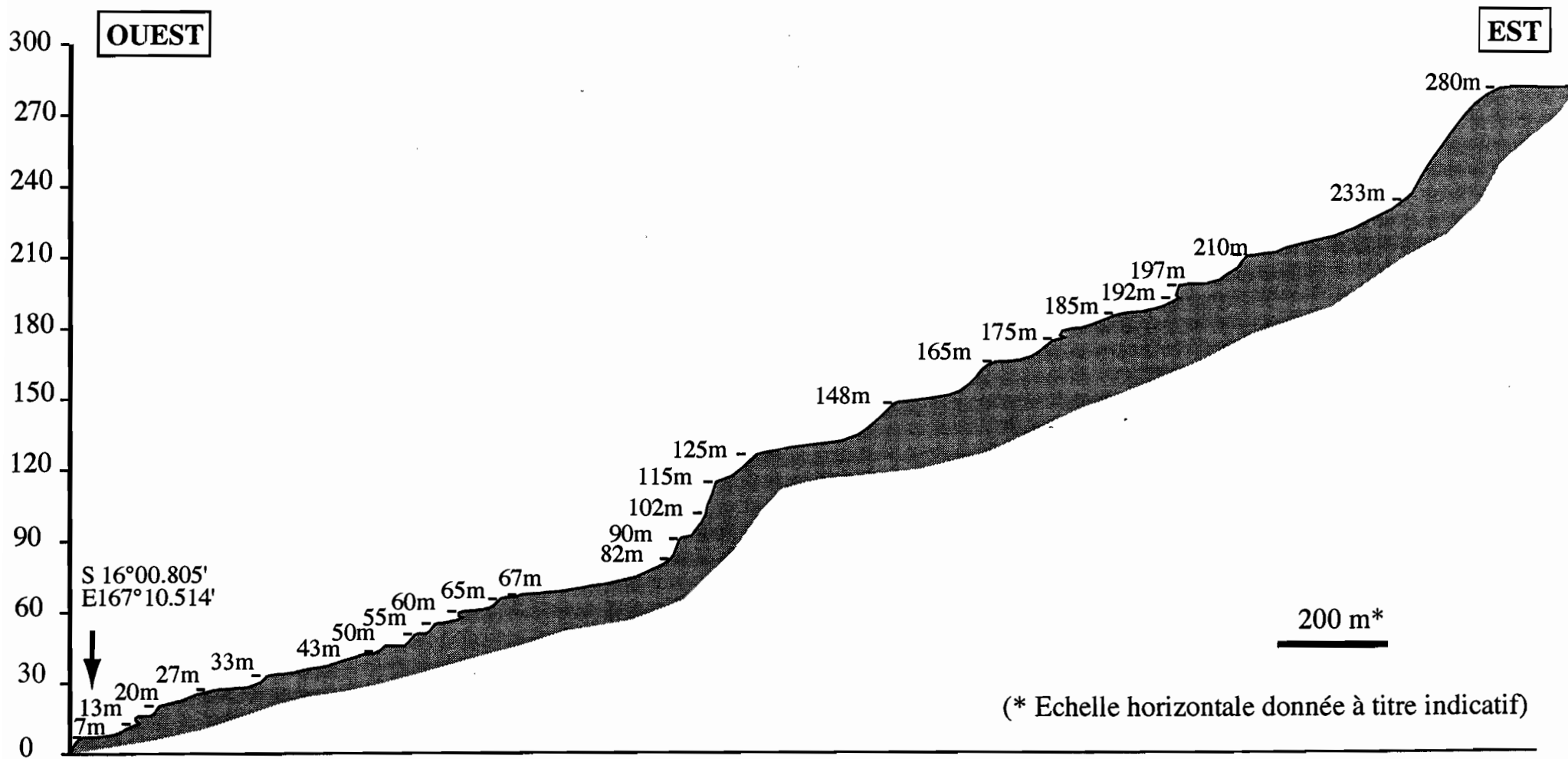
Afin de ré-examiner ce taux de surrection, 2 niveaux de référence ont été utilisés. Concernant le premier, un corail trouvé dans l'encoche à +13 m, à la base de la petite falaise, a été daté de 6.402 ± 56 ans correspondant au haut niveau marin holocène. Le second niveau correspond à la petite terrasse +204 m dont un corail daté a donné un âge de 107.600 ± 1.100 ans. Cela correspond au stade isotopique 5c, période pendant laquelle le niveau de la mer est considéré avoir été à $-15 \pm 5\text{m}$ plus bas que l'actuel (cf. Mathews, 1973, Bloom *et al.*, 1974).

Le taux de surrection calculé à partir du niveau holocène est ainsi de $2,03 \pm 0,31 \text{ mm.yr}^{-1}$ et celui calculé à partir du niveau du stade isotopique 5c de $2,06 \pm 0,11 \text{ mm.yr}^{-1}$. Ces 2 taux peuvent être considérés comme égaux compte-tenu de leurs limites d'incertitudes respectives. Ils sont également voisin du taux de surrection de 2 mm.yr^{-1} estimé par Taylor *et al.* (1985) dans cette partie de Malakula.

II - Déroulement de la mission

Avant le départ sur Malakula, visite des récifs soulevés entre 0 et 10 m de la pointe de Pongo et de la pointe du Diable sur l'île d'Effaté.

Figure 3
Coupe de Npénanavet / Tenmaru
(Octobre 2003)



A Malakula, outre la coupe de Npénanavet – Tenmaru, nous avons également observé quelques petites coupes dans le Nord et le Nord-Ouest en bordure de littoral à Vovo, Espiègle Bay, Léviamp et Orap (figure 1).

II - 1 - Coupes au Nord de Malakula

Stop 1 : présence d'halimédite (sable induré riche en articles d'Halimeda) au point GPS :

S 15°53.684'
E 167°15.601'

Stop 2 : carrière avant Vovo (figure 1). Présence de petites colonies de *Porites* sp. ainsi que de *Tridacna* sp. au point GPS :

S 15°53.401'
E 167°15.601'

II - 2 - Coupe de Npénanavet (ou Mbénénavet) - Tenmaru (figures 1 et 3)

Début de la coupe au niveau du point GPS installé par les géodésiens il y a quelques années (S 16° 00' 47" ; E 167° 10" 26"). La coupe a été effectuée jusqu'aux plateaux culminant à plus de 280 m.

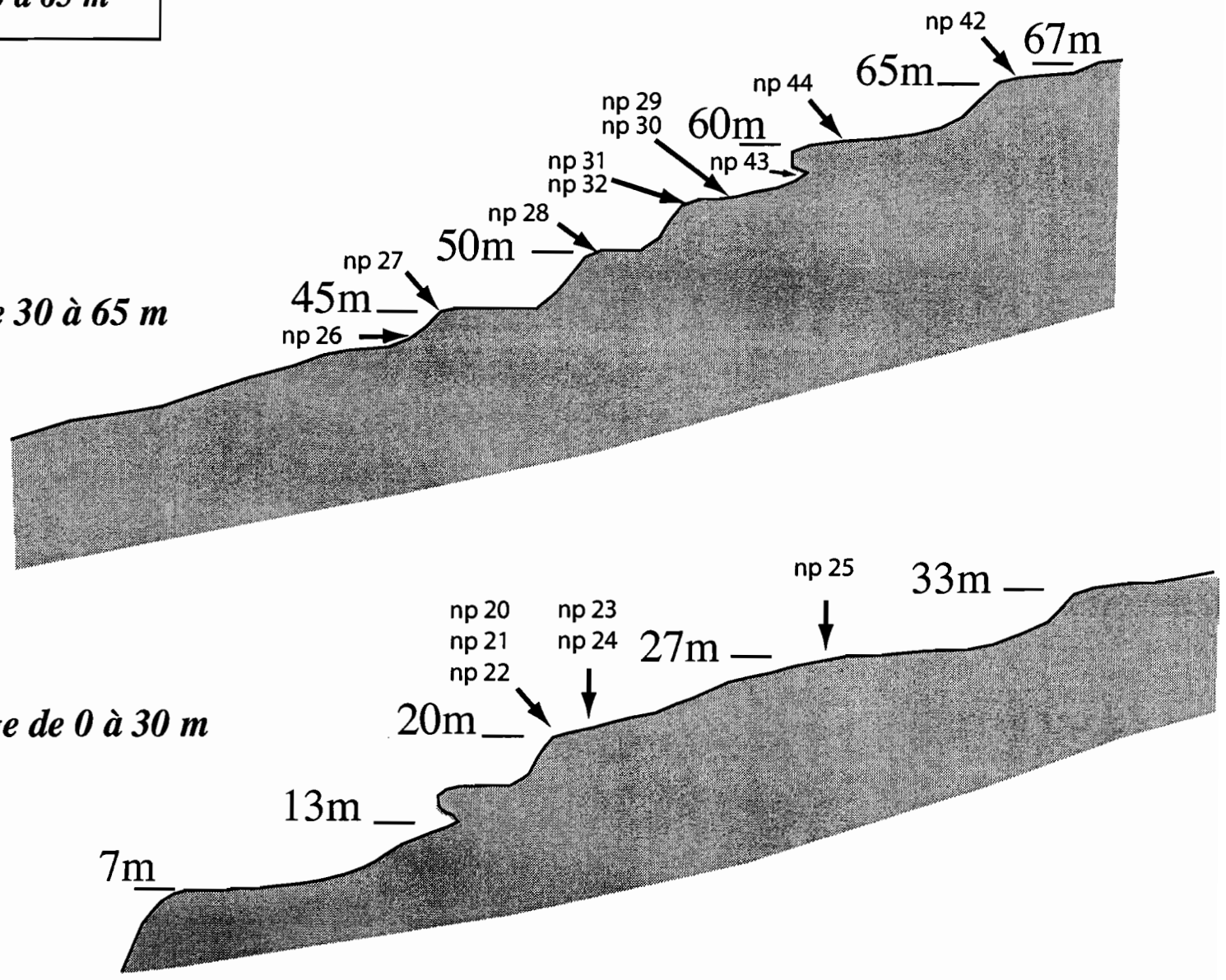
Chaque terrasse, chaque petit resaut et chaque pente ont fait l'objet d'une reconnaissance (relevé) et d'un échantillonnage (figure 4 & 5 ; tableau) quand cela était possible (c'est à dire lorsque des colonies coralliennes y ont été trouvées en position de croissance et qu'elles paraissaient saines sans calcite visible).

- Récif surélevé entre +2 et +7 m avec de grosses colonies coralliennes en place.
- Plateau incliné entre +7 et +13 m.
- A +13 m, petite encoche emplie par endroits de graviers et de sables et dépôts de concrétion.
- A +14 m, petit ressaut avec des dépôts d'accumulation de débris divers dont coralliens (accumulations liés à des dépôts de tempêtes ?).
- Entre +14 et +20 m, pente relativement importante.
- Entre +20 et 27 m, pente moins forte ; échantillons : np 20 (+20 m), colonie de favidé pulvérulente (probablement due à la dissolution mais pas de trace de calcite apparente) ; np 21 (+20 m), favidé et np 22 (+20 m), bénitier ; échantillon np 23 (+24 m), corail plus ou moins calcitisé (?) ; np 24 (+25 m), échantillon de favidé dans une petite grotte.
- Petit plateau entre 27 et 33 m. Echantillon np 25 (+27 m).
- Entre +33 et +43 m, petit plateau. Echantillon np 26 (+43 m) à S16°00.800' et E167°10.632'.
- Entre +43 et +50 m, pente avec des blocs effondrés de la terrasse sus-jacente à +55 m. Echantillon np 27 (+46 m).
- Entre +50 et +55 m, pente plus importante. Echantillon np 28 (+53 m), *Porites* plus ou moins recristallisé. Le long de la pente, échantillon np 31 (+52 m) à S16°00.821' et E167°10.634' et échantillon np 32 (+52 m).
- A +55 m, petit plateau. Echantillon np 29 (+55 m), échantillon situé juste sous la surface de cette terrasse ; échantillon np 30 (+55 m).

Figure 4
Coupe de Npénavet / Tenmaru
Echantillonnage de 0 à 65 m

Echantillonnage de 30 à 65 m

Echantillonnage de 0 à 30 m



- A +60 m et +65 m, petits plateaux. Echantillon np 42 (+65 m) à S16°00.868' et E167°10.781'. Echantillon np 43 (+58 m) sur la pente. Echantillon np 44 (+60 m), Porites sp prélevé sur un bloc cassé de la petite terrasses de +60 m.
- Entre +67 et +73 m, petite terrasse.
- Entre +73 et +78 m, pente assez marquée.
- Entre +78 et +82 m, petite terrasse.
- Entre +82 et +90 m, pente assez marquée.
- A +90 m, petit replat. Echantillon np 40 (+90 m).
- Entre +90 et 102 m, pente relativement faible. Echantillon np 41 (+91 m), Porites recristallisé sur les bords mais sain au centre de la colonie.
- Entre +102 et +115 m, pente forte (petite falaise). Echantillon np 37 (+114 m), Porites en partie recristallisé à S16°00.691' et E167°10.976'. Puis au niveau de l'ouverture de la grotte, échantillon np 38 (+112 m), corail favidé (au niveau du plafond de la grotte) et échantillon np 39 (+112 m), Porites en partie dissous (échantillon juste à l'entrée de la grotte).
- De +115 à +125 m, pente relativement peu importante.
- Entre +125 et +130 m, plateau relativement large. Echantillon np 33 (+125 m) à S16°00.837' et E167°11.209' ; échantillon np 34 (+125 m).
- De +130 à +148 m, pente assez forte.
- A +148 m, +165 m et +175 m, série de petits plateaux.
- De +175 à +180 m, pente relativement faible avec encoche à +180 m.
- De +180 à +185 m, pente plus forte. Echantillon np 36 (+180 m) juste au-dessus de la petite encoche.
- De +185 à +192 m, plateau en pente peu forte.
- A +192 m, encoche.
- De +197 à +204 m, petit plateau. Echantillon np 35 (+197 m) à S16°00.950' et E167°11.732'.
- Puis de +210 à +233 m, plateau relativement large.
- De +233 à +280 m, pente relativement forte.
- A +280 m, large plateau.

II - 3 - Espiègle Bay

La coupe d'Espiègle Bay (figure 1) perpendiculaire à la côte, est parallèle à la piste montant sur les hauts plateaux. A noter la végétation très dense sur les terrasses.

- De +195 à +200 m, plateau.

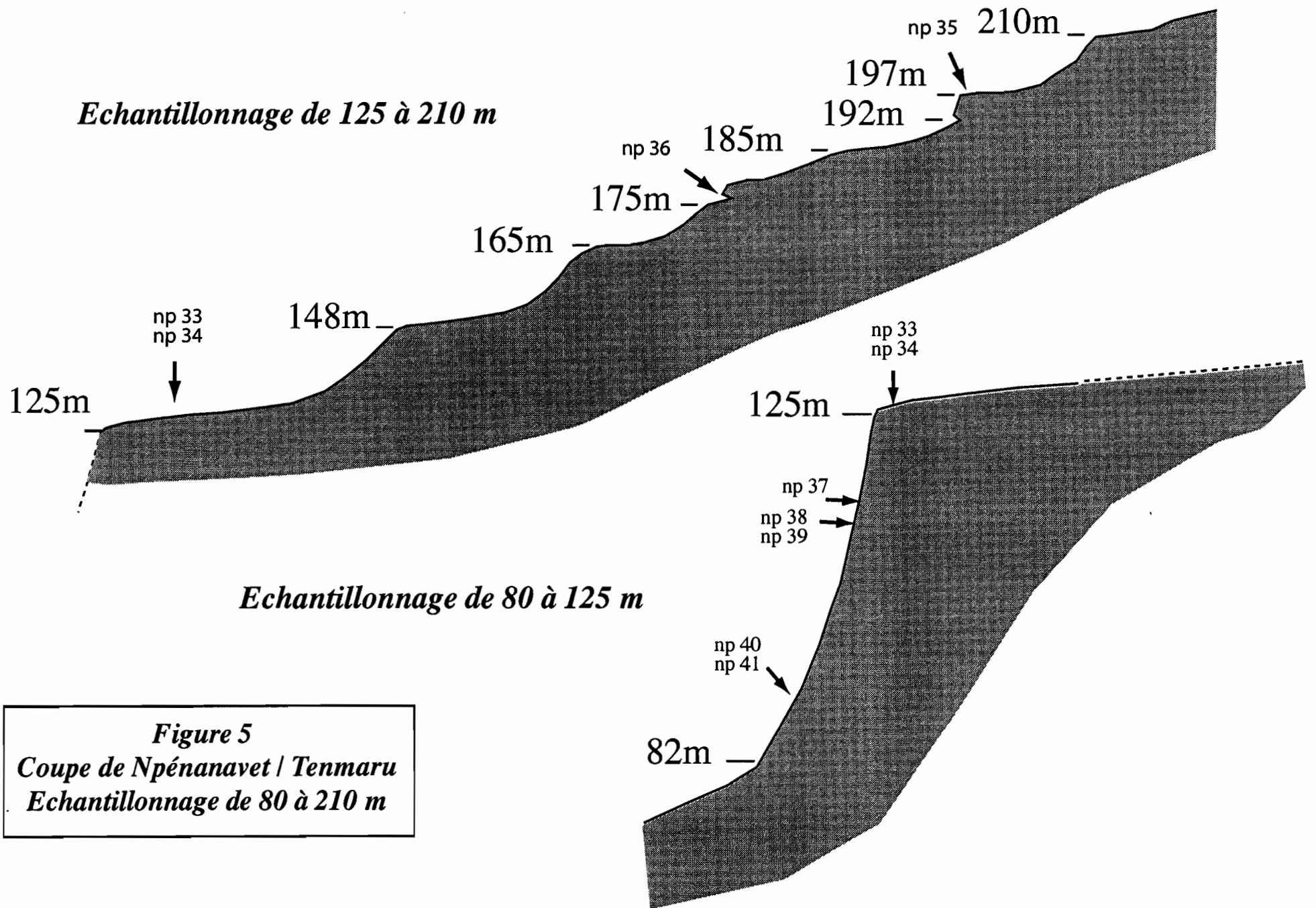


Figure 5
Coupe de Npénanavet / Tenmaru
Echantillonnage de 80 à 210 m

- Entre +160 et +195 m, pente. Echantillons np 45 (+187 m), corail favidé et np 46 (+ 185 m), corail Porites à S15°58.331' et E167°12.359'.

- Succession de plateaux à +160 m, +125 m, +105 m, +90 m, +65 m (point GPS à S15°58.382' et E167°11.752') et +45 m.

II - 4 – Stop à Orap (Nord Nord-Est de Malakula) (figure 1)

Présence de récif émergé (soulevé) le long de la plage. Echantillon np 47 (+2 m), corail favidé *Platygyra* sp. à S15°58.179' et E167°20.763'.

II - 5 - Léviamp (figure 1)

Le platier est surélevé d'un peu plus d'1 m et présente de nombreuses colonies de corail avec plusieurs niveaux de croissance verticale sur une hauteur quelques dizaines de centimètres de haut. En se déplaçant vers l'est au niveau d'une petite baie, on observe sur le platier une abondance de ces petites colonies de 10 à 15 cm de haut nécrosées. Sur ce platier soulevé, présence de cassures et d'arrivées d'eau douce. La petite baie dans laquelle on peut voir de grosses colonies de *Porites* vivants est soumise à l'arrivée d'eaux douces. Point GPS à S16°09.353' et E167°14.133'. Au fond de cette baie, développement d'une mangrove.

II - 6 – Site de Filmbil

Départ à partir du débarcadère le long de la baie et examen du récif soulevé d'au moins 0,50 m à +2 m. Présence de nombreux blocs effondrés (de 5 à 6 m de haut, voire plus). Echantillon np 48 (+2 m), corail *Porites* sp. Provenant d'un bloc effondré de la falaise sus-jacente ; point GPS à S16°11.082' et E167°23.348'.

III - Conclusion

Les coupes faites à Npénanavet / Tenmaru et Espiègle Bay ont permis de compléter l'échantillonnage de coraux réalisé en 1997 sur ces terrasses s'étageant du niveau actuel de la mer jusqu'à près de 200 m. De plus le relevé de la coupe Npénanavet / Tenmaru montre que si le relevé des terrasses majeures s'avère aisé, celui des petits ressauts et des petits plateaux est plus complexe et la signification devra en être cherchée dans les épisodes de régression et transgression et être analysé autant en termes de variations du niveau marin que de mouvements tectoniques.

Remerciements

Nous tenons à remercier Ioan Christopher et Eslie Garaebiti du service de Géologie, des Mines et Ressources en eau de Vanuatu pour leur aide et assistance dans la réalisation de cette mission. Nous remercions également M. Bernard Sexe et l'ambassadeur de France à Vanuatu M. Garbe pour leur accueil à l'Ambassade lors de notre passage à Port-Vila.

Références

- Benoit, M. and Dubois, J. (1971) The earthquake swarm in the New Hebrides archipelago, August 1965. *R. Soc. New Zealand*, **9**, 141-148.
- Cabioch G. & Ayliffe L. (2001) - Raised coral terraces at Malakula, Vanuatu, Southwest Pacific, indicate high sea level during isotope stage 3. *Quaternary Research*, **56(3)** : 357-365.
- Bloom, A.L., Broecker, W.S., Chappell, J.M.A., Matthews, R.K., and Mesolella, K.J. (1974). Quaternary sea-level fluctuations on a tectonic coast : new Th230 / U234 dates from the Huon Peninsula, New Guinea. *Quaternary Research* **4**, 185-205.
- Chappell, J., Omura, A., McCulloch, M., Pandolfi, J., Ota, Y., and Pillans, B. (1996). Reconciliation of late Quaternary sea levels derived from coral terraces at Huon Peninsula with deep sea oxygen isotope records. *Earth and Planetary Science Letters* **141**, 227-236.
- Gaven, C., Bernat, M., Jouannic, C., and Taylor, F.W. (1980). Mouvements verticaux des Nouvelles-Hébrides pendant les derniers 120000 ans. Datation de coraux par la méthode Io-U. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* **290** : 175-178.
- Jouannic C., Taylor F.W., Bloom A.L. & Bernat M. (1980) - Late Quaternary uplift history from emerged reef terraces on Santo and Malekula islands, central New Hebrides island arc. *UN ESCAP, CCOP/SOPAC, Tech. Bull.*, 3 : 91-108.
- Jouannic C., Taylor F.W. & Bloom A.L. (1982) - Sur la surrection et la déformation d'un arc jeune : l'arc des Nouvelles-Hébrides. In : Equipe de Géologie - Géophysique du Centre ORSTOM de Nouméa. Contr. à l'étude géodynamique du Sud-Ouest Pacifique. *Trav., Doc. ORSTOM*, 147 : 223-246.
- Kaplin, P.A., Leontev, O.K., and Orlov, A.E. (1975). Coastal form of Efaté island. In "Insular Shelves of the tropical ocean", pp. 159-165. Academy of Sciences, Moscow.
- Mitchell, A.H.G. (1968). Raised reef-capped terraces and Plio-Pleistocene sea level changes, North Malekula, New Hebrides. *Journal of Geology* **76**, 56-67.
- Neef, G., and Veeh, H.H. (1977). Uranium series ages and late Quaternary uplift in the New Hebrides. *Nature* **269**, 682-683.
- Taylor F.W. (1992) - Quaternary vertical movements of the central New Hebrides island arc. In : *Proceed. O.D.P. Init. Rep.* (Ed. by J.-Y. Collot, H.G. Greene and L.B. Stokking), 134, 33-42.
- Taylor, F.W., Isacks, B.L., Jouannic, C., Bloom, A.L., and Dubois, J. (1980). Coseismic and Quaternary vertical tectonic movements, Santo and Malekula islands, New Hebrides island arc. *Journal of Geophysical Research* **85**, 5367-5381.
- Taylor F.W., Jouannic C. & Bloom A.L. (1985) - Quaternary uplift of the Torres Islands, Northern New Hebrides frontal arc : comparison with Santo and Malekula islands, Central New Hebrides arc. *J. Geol.* : 419-438.
- Taylor F.W., Frohlich C., Lecolle J. & Strecker M. (1987) - Analysis of partially emerged corals and reef terraces in the Central Vanuatu arc : comparison of contemporary coseismic and nonseismic with Quaternary vertical movements. *J. Geophys. Res.*, 92 : 4905-4933.

Tableau : Liste des échantillons

| Numéros Échantillon | Altitudes (m) | Positions GPS (Lat / Long) |
|-----------------------------|------------------|-------------------------------|
| Npénanavet / Tenmaru | | |
| NP 20 | + 20 | |
| NP 21 | + 20 | |
| NP 22 | + 20 | |
| NP 23 | + 24 | |
| NP 24 | + 25 | |
| NP 25 | + 27 | |
| NP 26 | + 43 | S 16°00.800' ; E 167°10.632' |
| NP 27 | + 46 | |
| NP 28 | + 53 | |
| NP 29 | + 55 (?) | |
| NP 30 | + 55 | |
| NP 31 | + 52 | S 16°00.821' ; E 167°10.634' |
| NP 32 | + 52 | |
| NP 33 | + 125 | S 16°00.8370' ; E 167°11.209' |
| NP 34 | + 125 | |
| NP 35 | + 197 | S 16°00.950' ; E 167°11.732' |
| NP 36 | + 180 | |
| NP 37 | + 114 | S 16°00.691' ; E 167°10.976' |
| NP 38 | + 112 (?) | |
| NP 39 | + 112 | |
| NP 40 | + 90 | S 16°00.707' ; E 167°10.940' |
| NP 41 | + 91 | |
| NP 42 | + 65 | S 16°00.868' ; E 167°0.781' |
| NP 43 | + 58 | |
| NP 44 | + 60 | |
| Espiègle Bay | | |
| NP 45 | + 187 | |
| NP 46 | + 185 | S 15°58.331' ; E 167°12.359' |
| Orap | | |
| NP 47 | + 2 | S 15°58.179' ; E 167°20.763' |
| Filmbil | | |
| NP 48 | + 2 | S 16°11.082' ; E 167°23.348' |