

**EVALUATION OF DAMAGE DONE BY THE CYCLONES
OF 1982-1983 TO THE OUTER SLOPES
OF THE TIKEHAU AND TAKAPOTO ATOLLS
(Tuamotu Archipelago)**

**EVALUATION DES DEGATS CAUSES PAR LES PASSAGES
DES CYCLONES DE 1982-1983 EN POLYNESIE FRANÇAISE
SUR LES PENTES EXTERNES
DES ATOLLS DE TIKEHAU ET DE TAKAPOTO (Archipel des Tuamotu)**

P. LABOUE

Centre ORSTOM de Tahiti, B.P. 529, Papeete, TAHITI, POLYNESIE FRANCAISE

ABSTRACT

Of the six cyclones which devastated French Polynesia from Dec. 1982 to April 1983, only two passed in the immediate vicinity of these atolls - "ORAMA-NISHA" on TAKAPOTO, and "VEENA" on TIKEHAU.

The outer slopes of both atolls suffered severe damage. Eighty per cent of Tikehau's outer reef communities were destroyed, with only the Northwest sector being spared. Between 50 and 100% destruction was recorded on the outer slopes of Takapoto's East coast, representing in all 40% of the atoll's periphery. The rest would seem to be intact.

The most spectacular damage occurs when the outer platform is narrow and the slope particularly steep - at levels of 12-20 meters, massive species of madrepores (Porites, Acropora, Astreopora, Montipora), uprooted by the force of the cyclonic swells, are hurled towards the slope bottom.

Then, by avalanche effect, the madreporic communities just below, like the "Pachyseris speciosa" which sometimes cover up to 100% of the particular area, are in turn smashed and dragged down in the same way, taking all the surrounding associated fauna with them.

When the platform is wider and the slope less abrupt, the avalanche effect is not quite so dramatic, and many coral skeletons are still in place, though most often covered in algae (microdyction and calcareous algae). Coral dependant fish have deserted these areas and the sessile fauna has become scarce due to lack of shelter.

Two years later, the madrepores species that once colonized these traumatized reef slopes are slowly coming back.

It will probably take several decades before the exuberant beauty of these biotopes will once again flourish.

RESUME

Sur les 6 cyclones qui ont ravagé la Polynésie française de décembre 1982 à avril 1983, seuls 2 d'entre eux sont passés à proximité de ces atolls. Il d'agit de "ORAMA-NISHA" pour TAKAPOTO et de "VEENA" pour TIKEHAU. Les dégâts subis sur les pentes externes de ces deux atolls sont considérables. 80% des communautés récifales externes de Tikehau sont détruites, seule la partie Nord-Ouest ayant été épargnée. Pour Takapoto, les pentes externes de la côte est sont endommagées à des degrés allant de 50 à 100%, ce qui représente au total 40% du pourtour de l'atoll. Le restant est apparemment intact.

Les dégâts les plus spectaculaires apparaissent lorsque la plateforme est étroite et la pente très forte : aux niveaux 12-20 m, les espèces massives de madrépores (Porites, Acropora, Astreopora et Montipora) arrachées par la force de la houle cyclonique ont été précipitées vers le bas de la pente. Puis par effet d'avalanche les communautés madréporiques situées en aval comme Pachyseris speciosa dont les taux de recouvrement atteignaient parfois 100%, ont été cassées à leur tour et entraînées de la même façon, engloutissant avec elles toute l'épifaune associée.

Lorsque la plateforme est plus large, et la pente moins abrupte, l'effet d'avalanche a été moins important et de nombreux squelettes de madrépores sont encore en place, mais le plus souvent recouverts d'algues (Mycrodyction et algues calcaires). Les poissons strictement coralliens ont déserté ces zones et toute la faune sessile y est devenu très rare faute d'abris.

Deux années après, les madrépores constituant l'essentiel des espèces initialement présentes recolonisent lentement ces pentes détruites.

Il faudra probablement attendre plusieurs décennies pour retrouver l'exubérance et la beauté de ces biotopes.



I - ESTIMATION DES DEGATS

Lors des cyclones "ORAMA-NISHA" à TAKAPOTO entre le 22 et le 27 février 1983, et "VEENA" à TIKEHAU entre le 6 et le 13 avril 1983, les communautés benthiques des pentes externes de ces deux atolls ont subi des dégâts considérables.

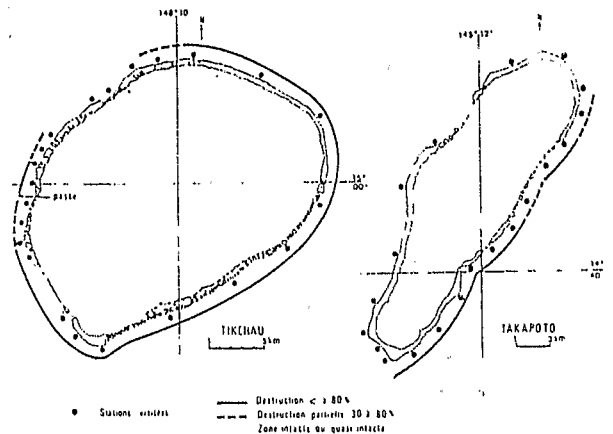
- Les surfaces détruites (SD) sont calculées en multipliant la longueur de récif effectivement détruite (L1), par 200 m (ℓ) (longueur de pente moyenne comprise entre 0 et 90 mètres de profondeur, limité de l'habitat des coraux hermatypiques)

$$SD = (L) \times \ell$$

Si ℓ est une valeur moyenne, L1 est une estimation de terrain basée sur 22 stations visitées à Tikehau et 20 stations visitées à Takapoto.

- A Tikehau les surfaces coralliennes détruites sont estimées à 13 millions de m² soit environ 80 % de la pente externe.

- A Takapoto, seule la côte Est a été touchée. Les surfaces coralliennes détruites sont estimées à 3 millions et demi de m², soit environ 36 % de la pente externe.

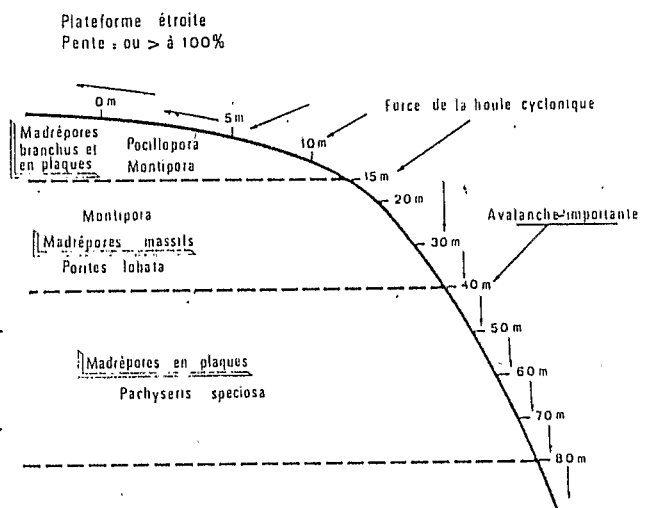


II - MÉCANISME DE DESTRUCTION

- Les observations effectuées en divers points des Tuamotu et par les services de la Météorologie Nationale permettent de proposer une amplitude de 10 à 15 m pour les houles cycloniques avec une période chaotique. Il est difficile de déterminer la limite inférieure d'action des houles. Toutefois la morphologie des pentes externes étant préalablement connue, 3 types de mécanismes de destruction peuvent être proposés selon le profil de la pente externe. Il s'agit là de processus théoriques, naturellement sujets à variations en fonction des détails du profil de pente.

1°) La plateforme corallienne immergée est étroite, la rupture de pente est à moins de 15 m de profondeur et la pente forte (> à 100 %). De 0 à 15 m ce sont les madrépores branchus ou en plaques qui dominent : *Pocillopora*, *Acropora*, *Montipora*, *Astreopora*, *Favia*, *Pavona*. Tous sont relativement fragiles et ont été arrachés par la force des houles, puis brisés, et leurs débris ont contribué à détruire les colonies plus résistantes par percussions répétées, et par l'abrasion des sables. La plupart de ces débris ont été rejetés sur le platier externe.

Au niveau de la rupture de pente vers 12 à 15 m, se développaient des espèces de madrépores plus massives et lourdes comme *Porites lobata* et aussi *Montipora*. Elles ont elles aussi été arrachées, mais croissant à proximité immédiate ou même sur la pente de forte déclivité, leurs débris ont été précipités vers le bas de la pente. Puis par avalanche les madrépores situés plus bas ont été brisés, arrachés à leur tour et entraînés de la même façon, emportant avec eux toute l'épifaune associée. Les sondages effectués autour de Tikehau montrent que les pentes qui sont de forte déclivité se poursuivent au-delà de 320 m. Il est donc logique de supposer que tous ces débris coralliens se sont accumulés au bas de la pente dont on ne connaît pas la topographie précise au-delà de quelques centaines de mètres de profondeur.

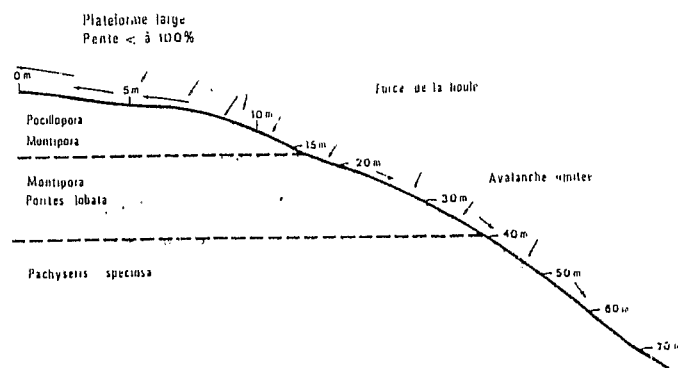


2°) La plateforme corallienne immergée est large avec une faible déclivité, la rupture de pente plus profonde (≈ 25 m), et la pente plus faible (< à 100 %).

La distribution bathymétrique des espèces de madrépores est à peu près la même que dans le cas précédent.

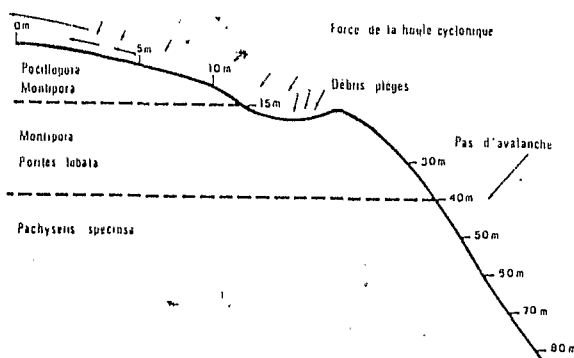
Pour les 15 premiers mètres, une partie des débris coralliens a été rejetée sur le platier externe, l'autre partie demeurant dans la zone.

Les espèces massives présentes entre 15 et 25 mètres ont aussi été arrachées, mais la rupture de pente étant plus éloignée, de nombreux débris de grandes tailles sont restés sur place, et l'avalanche citée précédemment a été limitée.



3°) La plateforme corallienne immergée est indifféremment large ou étroite avec une dépression ou une zone de très faible déclivité située avant la rupture de pente.

Dans ce cas les espèces de madrépores situées avant la dépression et dans les 15 premiers mètres, (espèces branchues ou en plaques) ont été comme dans les deux autres cas rejetées sur le platier externe, les autres débris étant piégés par la dépression. Cette dépression ou zone de très faible déclivité à d'autre part empêché le phénomène d'avalanche au-delà de 20-25 m. Les colonies de Porites lobata de 20 à 40/45 m, puis de Pachyseris speciosa de 40 à 80 mètres ont ainsi été préservées.



Les phénomènes de destruction dans la passe et ses abords immédiats constituent un type original qu'il convient de signaler.

La passe de Tikehau située à l'ouest de l'atoll et profonde de 6 à 14 m était colonisée par de nombreux Pocillopora (P. meandrina, P. verrucosa, P. eydouxi, et P. damicornis). Les taux de recouvrement atteignaient par endroit 80 %, surtout sur les bords de la passe entre 2 et 8 m de profondeur. Les dalles du fond ne supportaient à l'inverse que des colonies de madrépores très dispersées : Lepastrea purpurea, Montipora sp., Porites lobata, Fungia fungites, Fungia scutaria, Millepora platyphylla.

Des plongées effectuées en septembre 1984, soit environ 6 mois après le cyclone "VEENA" permirent d'observer ces mêmes colonies madréporiques dans l'état où elles avaient été observées avant le cyclone. Mais de façon inattendue, en mai 1985, la presque totalité des madrépores de la passe étaient morts, les squelettes encore en place. Les observations effectuées à la suite du cyclone ont permis de constater l'importance des phénomènes de vidange du lagon par la passe, et une sédimentation accrue aux abords. La turbidité engendrée a été très forte, jouant sur l'apport lumineux aux madrépores.

Ces phénomènes peuvent expliquer cette mortalité post-cyclonique quasi générale des madrépores de la passe.

III - RECOLONISATION

- Ce n'est qu'un an, environ, après les cyclones qu'est devenue visible la recolonisation par les madrépores. Et encore ne concernait-elle que les 15 premiers mètres de profondeur.

- A cette date (Mai 1984) dominaient les Pocillopora dans la taille variait de 2 à 4 cm ; venaient ensuite les Favia stelligera dont le développement n'était encore qu'encroutant, puis les Acropora (2 à 7 cm), les Millepora platyphylla et dans une moindre mesure quelques petites colonies de Pavona

minuta et Favia rotumana. Au-delà de 15/20 m, dans les zones entièrement détruites, aucune recolonisation madréporique ou autre n'était visible, excepté par l'éponge noire dominante (cf. OI P. Laboute) qui était loin cependant d'être aussi abondante qu'avant les cyclones.

Après la disparition des poissons récifaux au lendemain des cyclones, de nombreuses espèces étaient revenues sauf celles inféodées aux madrépores : Cirrhitidae, Pomacentridae, Chaetodontidae, Centropyge, Anthiidae, Labridae.

- De nouvelles observations effectuées sur la côte Est de TAKAPOTO en décembre 1984 soit 18 mois après les cyclones, ont montré que ce sont surtout Acropora (2 espèces) et Montipora verrilli qui recolonisaient le plus entre 3 et 15 m de profondeur. Les nouvelles colonies d'Acropora mesuraient alors de 4 à 15 cm d'envergure et les Montipora verrilli 7 à 12 cm. On pouvait trouver aussi de jeunes colonies de Pocillopora (2 espèces), de Pavona minuta, de Favia stelligera, d'Astreopora myriophthalma, de Porites lobata et de Millepora platyphylla. Les algues Microdycyon disparues presque totalement réapparaissaient entre 1 et 30 mètres.

Au-delà de 20/25 m aucune recolonisation madréporique n'était encore visible à cette date.

- A Tikehau en février-mars 1985, sur la côte ouest, on pouvait noter une intense recolonisation madréporique et algale entre 3 et 15 m par : Pocillopora, de loin les plus abondants (1 à 20 cm) Montipora caliculata, Montipora verrilli, Astreopora myriophthalma (10 à 30 cm), Favia stelligera (2 à 12 cm), Halimeda taenicola, Microdycyon et Caulerpa urvilliana.

- Enfin en juin 1985, toujours sur la côte ouest de Tikehau les recolonisations madréporiques et algales surtout entre 3 et 15 m se poursuivaient : Pocillopora (4 à 23 cm), Acropora (2-3 espèces) (4 à 20 cm), Favia rotumana (4 à 15 cm), Porites lobata (2 à 11 cm), Pavona minuta (5 à 9 cm), Millepora platyphylla (15 à 50 cm, en plaque). Les algues Halimeda taenicola, Microdycyon et Caulerpa urvilliana étaient bien en place, aussi nombreuses qu'avant les cyclones.

Dans les zones partiellement détruites et au-delà de 15 m, la recolonisation madréporique est plus rapide, du fait du maintien en vie de colonies plus ou moins nombreuses. En voici quelques exemples :

à 20 m, Acropora robusta de 60 cm ; mais encore très encroutant sauf à ses extrémités (rare) ; Favia stelligera de 10 à 40 cm (parfois nombreux) ; Porites lobata de 6 à 17 cm (peu nombreux) ; Fungia fungites de 8 à 10 cm (nombreux) à 30 m, Millepora platyphylla de 100 cm mais toujours mince et encroutant ; Astreopora myriophthalma de 8 à 35 cm, à 40 m, Porites lobata très mince sur ancien socle de la même espèce de 17 cm (peu nombreux), à 50 m, Fungia sp. de 3 cm encore fixés (rares) ; Pachyseris speciosa de 4 à 7 cm (rares).

Compte-tenu des migrations périphériques (autour de l'atoll et dans la passe), les poissons semblent être aussi nombreux qu'avant les cyclones (exception faites cependant pour les Chaetodontidae et les Cirrhitidae) dans les zones détruites partiellement où la recolonisation est plus rapide. Par exemple en Juin 1985 sur la côte ouest de Tikehau entre 3 et 10 m on a pu remarquer de très nombreux Naso litturatus et Ctenochaetus striatus juvéniles capables déjà de se réfugier dans les nouvelles colonies de madrépores.

III - Tableau des dégâts occasionnés aux macro-espèces principales des pentes externes.

	Disparitions totales	Disparitions partielles	Espèces restées en place	Observations
Crête algale 0 m - 1 m	<i>Pocillopora</i> <i>Acropora</i>	<i>Heterocentrotus manillatus</i> <i>Colobocentrotus pedifer</i> <i>Echinothrix calamaris</i> <i>Montipora caliculata</i> <i>Porites lobata</i> <i>Millepora platyphylla</i>	<i>Heterocentrotus</i> sp. --- <i>Actinopyga mauritiana</i> ---	creusent des galeries ancrage par podia abrasion par sable et débris coralliens
Zone éperons- sillons 0-4 m	<i>Pocillopora verrucosa</i> <i>P. meandrina</i> <i>P. damicornis</i> <i>Pavona clavus</i>	<i>Caulerpa urvilliana</i> <i>C. pickeringi</i> <i>Microdyction</i> <i>Anphiroa</i> Algues calcaires diverses <i>Acropora robusta</i> <i>Acropora abrotanoides</i> <i>Montipora caliculata</i> <i>Montastrea curta</i> <i>Favia stelligera</i> <i>F. rotumana</i> <i>Millepora platyphylla</i> <i>Linckia multifora</i> <i>Linckia</i> sp. <i>Asteropsis carinifera</i> <i>Didemnum</i> sp. <i>Cypraea leviathan</i> <i>C. schilderonum</i> <i>C. ventriculus</i> <i>Erosaria caputserpentis</i> <i>Mauritia scurra</i> <i>Talparia talpa</i> , <i>T. isabella</i> <i>Drupa</i> sp. <i>Conus vexillum</i> <i>C. miles</i> <i>Gastridium tulipa</i>	<i>Peyssonellia</i> sp. { <i>Lobophora variegata</i> { <i>Echinostrephus</i> sp. { <i>Echinometra mathaei</i> {	très incrustées habitat gaviaire vivent dans galeries abrasion par sable et débris coralliens
Plate forme co- rallienne 4 à 15/22 m	<i>Caulerpa urvilliana</i> <i>Microdyction</i> Eponge dominante (cf O1 P. Laboute) 1 Actinie 2 Hydralires 1 Alcyonaire (cf Lobophy- ton) <i>Acropora robusta</i> <i>A. humilis</i> <i>A. digitifera</i> <i>A. variabilis</i> <i>Pocillopora eydouzi</i> <i>Pocillopora</i> sp. <i>Favia stelligera</i> <i>F. rotumana</i> <i>Astreopora myriophthalma</i> <i>Montipora incrassata</i> <i>Montipora verrilli</i> <i>M. caliculata</i> <i>Pavona clavus</i> <i>Fungia fungites</i> <i>Herpolitha limax</i> <i>Porites lobata</i> <i>Millepora platyphylla</i> <i>Trapezia</i> sp.	Algues calcaires diverses <i>Halimeda taenicoala</i> <i>Halimeda</i> sp. <i>Leucetta</i> sp. <i>Didemnum</i> sp. <i>Linckia multifora</i> <i>Linckia</i> sp. <i>Leiaster laachi</i> <i>Neoferdina cumingi</i> <i>Theletoa ananas</i> <i>Halodeima cf adults</i> <i>Soithopus horrens</i> <i>Holothuria (theleothuria)</i> <i>Turriceloa</i> <i>Microthele nobilis</i> <i>Euapta godeffroyi</i> 2 <i>Holothuries</i> <i>Echinothrix calamaris</i> <i>Paraselenia gratiosa</i> 3 <i>Ophiures</i> 2 <i>Stylasters</i> <i>Etisus splendidus</i> <i>Zocimus</i> sp. <i>Carpilius maculatus</i> <i>C. convexus</i> <i>Liomera cinctimana</i> <i>Enoplometopus holthuisi</i> <i>Saron</i> sp. <i>Cerithium</i> sp. <i>Lambis chiragra</i> <i>Cypraea carneola</i> <i>C. mappa</i> <i>Erosaria erosa</i> <i>E. helvola</i> <i>Gastridium geographus</i> <i>Cymatium</i> sp. <i>Vasium</i> sp.	Eponges cornées --- (2 espèces) <i>Patinurus pennicillatus</i> <i>Parribacus holthuisi</i> --- <i>P. Antarticus</i> <i>Dardanus megistos</i> ---	non identifiée (2 espèces) non identifiée rare rare non identifiées non identifiées non identifiées

BIBLIOGRAPHIE

- AUZENAU S. et DARCHEN J., 1983. Autour de la saison 82-83 des perturbations tropicales en Polynésie Française. *Météorologie Maritime*, Paris, 120: 14-30.
- BLUMENSTOCK D.T., ed., 1961. A report on typhoon effects on Jaluit Atoll. *Atoll Res. Bull.*, 75: 1-105.
- ENDEAN R., 1976. Destruction and recovery of coral reef communities, in: Jones O. and Endean R., eds, *Biology and Geology of coral reefs*, 2, Biology 1, Academic Press: 215-254.
- FAURE G. et LABOUE P., 1984. Formations récifales: 1 Définition des unités récifales et distribution des principaux peuplements de Scléractiniaires, in: L'atoll de Tikehau, premiers résultats, ORSTOM TAHITI, Notes et Doc. *Oceanogr.*, 22: 108-136.
- HARME LIN-VIVIEN M. et LABOUE P., 1983. Preliminary data on underwater effects of cyclones on the outer reef slopes of Tikehau island (Tuamotu, French Polynesia) and its fish fauna. *Internat. Soç. for Reef Studies*, Nice 1983, Abstract: 27.
- HIGHSMITH R.C., RIGGS A.C., D'ANTONIO C.M., 1980. Survival of hurricane-generated coral fragments and a disturbance model of reef calcification/growth rates. *Oecologia*, 46: 322-329.
- RANDALL R.H. et ELDREDGE L.G., 1977. Effects of the typhoon Pamela on the coral reefs of Guam. *Proc. 3rd Intern. Coral Reef Symp.*, 2: 526-531.
- ROGERS C.S., SUCHANEK Y.H. et PECORA F.A., 1982. Effects of hurricanes David and Frederic on shallow *Acropora palmata* reef communities, St Croix, US Virgin Islands. *Bull. Mar. Sci.*, 32: 532-548.
- STODDART D.R., 1962. Catastrophic storm effects on the British Honduras reefs and cays. *Nature*, 196: 512-515.
- STODDART D.R., 1963. Effects of hurricane Hattie on the British Honduras reefs and cays. October 30-31, 1961. *Atoll Res. Bull.*, 95: 1-142.
- STODDART D.R., 1969. Post-hurricane changes on the British Honduras reefs and cays: resurvey of 1965. *Atoll Res. Bull.*, 131: 1-25.
- WOODLEY J.D., et alii, 1981. Hurricane Allen's impact on Jamaican coral reefs. *Science*, 214: 749-755.