

Hors-thème

Les atolls et le risque cyclonique

Le cas des Tuamotu

Jean-François DUPON

ORSTOM, 213, rue La Fayette, 75480 Paris cedex 10

RÉSUMÉ

L'intervention irrégulière des épisodes catastrophiques dans la construction et le démantèlement des îlots composant les atolls pose le problème des effets des cyclones tropicaux lorsque ceux-ci se présentent comme un risque de faible fréquence.

Avec des nuances qui tiennent à l'étendue du groupe en latitude et en longitude et à leur dispersion relative, les atolls des Tuamotu ne paraissent menacés de subir un cyclone que tous les dix à vingt-cinq ans en moyenne. Les ressources limitées de ces milieux en sols et en eau douce, supports de vie, peuvent alors subir de graves atteintes. Avec un arsenal végétal enrichi par le peuplement polynésien puis par l'ouverture au monde sanctionnée par l'intervention européenne, les atolls des Tuamotu présentaient toutefois en 1983 une physionomie économique différente de celle du début du siècle. Ils portaient des cocoteraies vieilles et négligées, des cultures vivrières traditionnelles tombées en désuétude et des formes nouvelles de spéculation lorsqu'ils furent frappés de janvier à avril par une série inhabituelle de cyclones dévastateurs. En sus d'effets spectaculaires d'accumulation et d'érosion sur les parties émergées et la zone récifale, les destructions matérielles furent amplifiées par la localisation exposée des villages regroupant la population, l'absence complète de prévention, l'utilisation de matériaux coûteux et mal adaptés, l'existence d'équipements sophistiqués et d'infrastructures de transport diversifiés et vulnérables. Les destructions subies par les cocoteraies se sont avérées salutaires. Elles ont précipité leur nécessaire régénération et le redressement rapide de la production du coprah a confirmé leur sous-utilisation antérieure. La reconstitution du milieu vivant s'est opérée dans des conditions normales. L'effort de reconstruction et de remise en état de l'habitat individuel a conduit à intégrer les dispositifs préventifs de base qui manquaient jusque là, mais un seul village a été déplacé vers un site moins exposé. Enfin, la protection des populations a justifié la mise en œuvre d'un programme de construction d'abris collectifs polyvalents portant sur 15 atolls. Sans présenter de garanties absolues de sécurité, cette solution coûteuse illustre une prise de conscience de la permanence du risque. Il est toutefois à craindre que les destructions occasionnées et l'effort diversifié de réhabilitation qui s'en est suivi, aient encore renforcé la dépendance des 8 000 habitants des atolls vis-à-vis de Tahiti et plus généralement du monde extérieur, malgré l'effet de révélateur produit par une conjonction qui n'a eu que les apparences de l'exception.

MOTS-CLES : Polynésie française — Tuamotu — Atolls — Cyclones — Milieu naturel — Genres de vie — Prévention — Protection.

ABSTRACT

The atolls and the potential cyclone. The case of the Tuamotu islands

The catastrophic events which have an influence on the development and destruction of the islets forming atolls raise the problem concerning the effects of the tropical cyclones when the latter are not considered as a high risk.

Due to their differences in the latitude and longitude and to their relative dispersion, the atolls of the Tuamotu islands are likely to be affected by a cyclone only every ten or twenty-five years on an average. Then their limited soil and fresh water resources which are essential to human life can be seriously damaged. The atolls of the Tuamotu islands whose plant environment was developed by the Polynesian population and by the European intervention were, however, faced in 1983 with an economic situation which was different from that observed in the early century. They were characterized by old and untended coconut groves, obsolescent traditional food crops and new forms of speculation when they were affected by successive devastating cyclones from January to April. In addition to the considerable effects of accumulation and erosion on the emerged parts and the reefs, the material damage were increased by the dangerous situation of the inhabited villages, the total lack of preventive measures, the use of expensive and inadequate materials and the existence of sophisticated equipment as well as diversified and vulnerable transport facilities. The damage caused to the coconut groves proved to be beneficial. They led to their necessary regeneration and the rapid increase in the production of copra confirmed that they were not utilized fully. The physical environment has been reconstructed under normal conditions. The efforts made to rebuild the individual habitat led to integrate the basic preventive devices which were lacking until then, but only one village has been transferred to a less dangerous site. Finally, a programme concerning the building of multi-purpose collective shelters has been launched in 15 atolls in order to protect the populations. Though this expensive solution is not quite reliable, it shows that there is a sudden awareness of the permanent risk. However, it is to be feared that the damage caused and the subsequent diversified attempts at rehabilitation should still make the 8 000 habitants of the atolls more dependent on Tahiti and more generally on the outer world despite the significant effect produced by a situation which was exceptional only on the surface.

KEY WORDS : French Polynesia — Tuamotu — Atolls — Cyclones — Natural environment — Forms of life — Prevention — Protection.

L'ENVIRONNEMENT DES ATOLLS

Parmi les îles du domaine intertropical de l'océan Pacifique, la plupart des terres peu émergées sont des atolls, et c'est dans cette partie du monde que se rencontre le plus grand nombre d'entre eux, près de 300 pour à peine plus de 100 dans les autres océans de la planète. Sans revenir sur les théories relatives à leur formation, on se bornera à rappeler que la plupart des atolls vrais se caractérisent par un chapelet circulaire d'îlots étroits (quelques dizaines à quelques centaines de mètre en général) dominant seulement de quelques mètres (3 à 10) le niveau moyen de l'Océan. Cet anneau de *motu*, dans la terminologie Polynésienne, entoure un espace de faible profondeur, le lagon (photo 1).

La communication du lagon avec les grands fonds de la haute mer, qui se fait par des passes et des chenaux (*hoa*) plus ou moins profonds, est parfois interrompue lorsque l'évolution de l'atoll amène la disparition des solutions de continuité entre les *motu*. Les terres émergées ne représentent ainsi qu'une faible part de la superficie de l'anneau périphérique, parfois moins de 10 %, souvent 30



PHOTO 1. — Atoll d'Anaa (Cliché navette Nasa). ▷ Tuuhora. ↑ Nord

à 35 % seulement. Cette superficie ne constitue qu'une fraction encore plus réduite de la surface d'ensemble de l'atoll, si l'on y inclut le lagon. Ainsi l'atoll de Rangiroa dans l'archipel des Tuamotu, au centre du Pacifique Sud, et le plus grand de cette région, ne comporte-t-il que 79 km² de terres émergées réparties en 240 îlots pour une superficie d'ensemble proche de 1 640 km² (STODDART, 1969) (1).

Or le matériel constituant ces îlots est en majeure partie fait d'apports détritiques surtout coralliens et de sables accumulés par les vagues qui peuvent les submerger lors de tempêtes exceptionnelles et notamment lors des cyclones tropicaux d'été (TRACEY *et al.*, 1961). Ces apports se superposent ou se juxtaposent aux restes d'édifices coralliens anciens dont l'émersion est généralement due à la dernière chute du niveau de base marin et plus rarement à des mouvements tectoniques localisés (SMCB, 1972). Avec eux, ils constituent le milieu précaire qu'ont colonisé les êtres vivants du domaine terrestre et parmi eux, l'homme. Des épisodes catastrophiques, cyclones, sécheresses, tsunamis, interrompent et compromettent périodiquement la continuité de ce processus d'occupation.

Celui-ci est favorisé par la proximité des îles hautes ou des espaces continentaux, foyers de diffusion diversifiés d'espèces voire de matériaux (ponces). Il l'est aussi par la régularité du climat et l'abondance des précipitations, toutes choses égales d'ailleurs, ainsi que par la position de l'atoll, son orientation par rapport aux courants marins facilitant les dérives, aux vents qui rendent possibles les transports. La taille et l'altitude absolue des îlots qui composent l'atoll sont également des paramètres influents.

De ces derniers sont responsables non seulement la différenciation des biotopes mais d'abord l'importance de la lentille d'eau douce d'infiltration reposant en équilibre dynamique dans le substratum perméable sur l'eau salée plus dense qui imbibe l'ensemble de l'édifice. A l'inverse, l'isolement, l'irrégularité des précipitations, le risque et la fréquence plus grande des cyclones tropicaux, la situation à l'écart des courants marins majeurs baignant les espaces continentaux et les îles hautes, la taille réduite, sont des facteurs qui accentuent la lenteur de la colonisation d'un écosystème homogène, renforcent sa fragilité, permettent de définir des seuils.

Ainsi, la superficie minimum (dans les conditions optimales d'une forme ramassée, proche du cercle ou du carré) pour qu'une lentille d'eau douce puisse exister serait légèrement supérieure à 1 ha (TRACEY *et al.*, 1961). Des sécheresses périodiques associées à des précipitations moyennes annuelles supérieures à 2000 mm sont un facteur suffisant pour éliminer certaines plantes, alors que la régularité des précipitations de cet ordre, dans les atolls de l'océan Pacifique Occidental proches de l'Équateur, autorise une diversification maximum de la flore. Au-dessous de 750 mm de pluies moyennes annuelles, 15 à 20 espèces seulement ont des chances de survivre, les limites extrêmes de l'échelle des flores naturelles d'atolls allant de 3 à 150 espèces (FOSBERG, 1953). Les cyclones tropicaux, dont les vents font sentir leur atteintes à la végétation des îles basses dès que des vitesses de l'ordre de 75 à 80 km/h sont enregistrées, agissant sur celle-ci par les contraintes mécaniques, le dessèchement qu'ils provoquent, les embruns et les vagues qu'ils soulèvent. Celles-ci s'ajoutent à l'élévation moyenne du niveau de l'Océan consécutive à la baisse de pression atmosphérique qui accompagne les cyclones pour créer la marée de tempête, responsable de l'inondation des parties basses en général jusqu'à une altitude de 4 à 6 m au-dessus du niveau moyen de l'Océan (SIMPSON-RIEHL, 1981). L'érosion des sols, l'accumulation des débris, le déplacement de la lentille d'eau douce peuvent avoir sur la végétation des atolls des conséquences très néfastes. Seules les espèces très résistantes au vent et au sel peuvent survivre si la fréquence des cyclones devient supérieure à 1 sur 5 ans, période minimum de reconstitution de la végétation dans des conditions optimales de pluviosité (ALKIRE, 1978) (tabl. I).

TABLEAU I

Quelques valeurs limites du milieu local déterminant la colonisation végétale et l'implantation humaine permanente sur un îlot corallien (d'après ALKIRE, 1978)

	Etendue	
	< 1 ha (100 x 100 m) ≃	
	Élévation	
	> 6 m. au dessus de 0 ≃	
Conditions marginales ou inadéquates	Précipitations moyennes annuelles	Conditions suffisantes à optimales
	< 900 à 2000 mm ≃	
	Fréquence des sécheresses	
	> 1/5 à 10 ans ≃	
	Fréquence des cyclones	
	> 1/5 à 10 ans ≃	

Le contenu minéral et organique du sol est à la fois reflet de la végétation qu'il porte et condition de celle qu'il est en mesure de porter (2). A cet égard, la précarité fréquente des conditions de vie et la pauvreté floristique des atolls contrastent avec la richesse de la faune marine qui prolifèrent autour d'eux et parfois dans leurs lagons, par opposition au caractère semi-désertique de certaines des étendues océaniques qui les séparent.

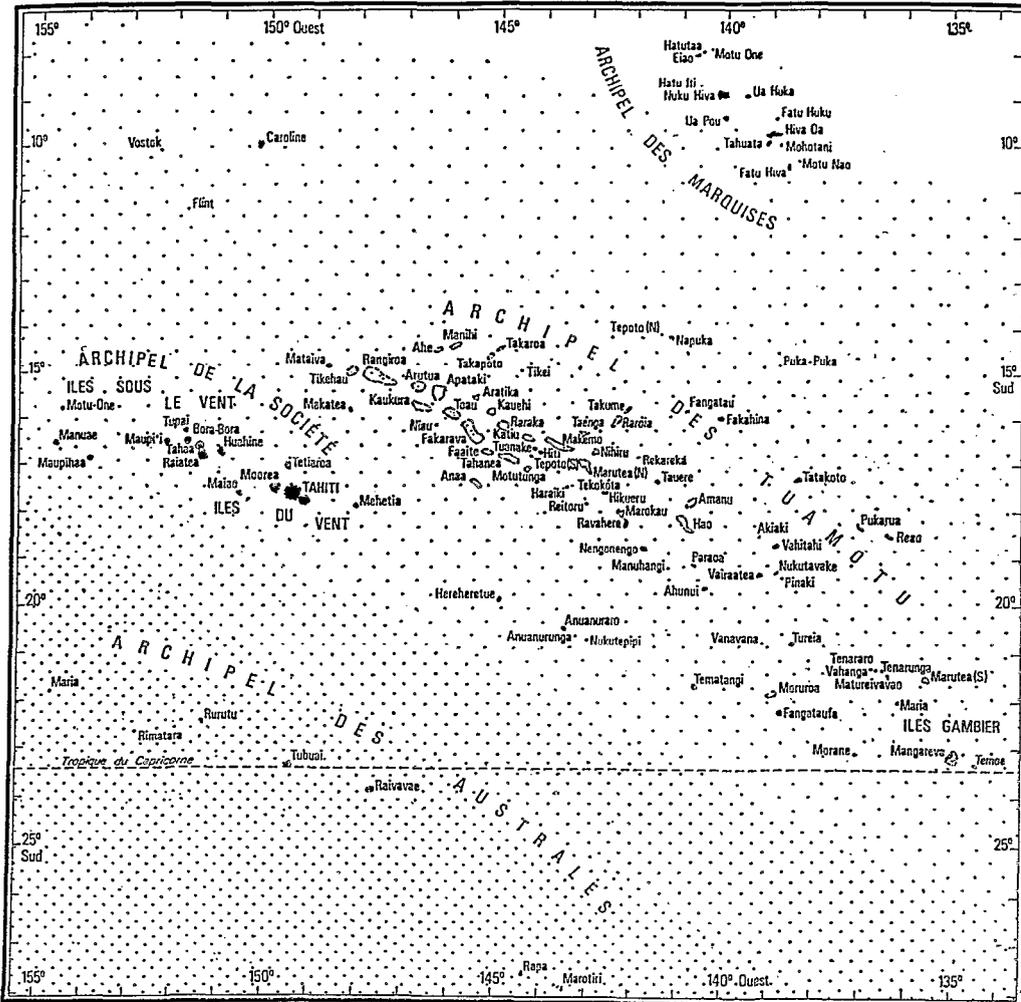
L'équilibre relatif lentement réalisé des sols et de la végétation est toujours susceptible d'une remise en question radicale dans les atolls les plus exposés aux risques naturels majeurs. Cette hypothèse existe *a fortiori* dans un milieu modifié et adapté, par les cultures pratiquées et la nature des installations, au maintien optimal des groupes humains. Les changements ont été profonds depuis que l'intégration de la plupart des atolls du Pacifique au courant des échanges internationaux a substitué dans ces îles aux frontières de l'œkoumène, de nouvelles sujétions aux anciennes.

LES TUAMOTU : MILIEU ET RISQUE CYCLONIQUE

Le cas des Tuamotu, un des ensembles d'atolls les plus étendus du Pacifique Tropical, sera étudié sous l'angle de la réponse du milieu qui vient d'être défini, mais aussi de l'homme occupant ce milieu, au risque cyclonique. Les 75 atolls du groupe se dispersent dans une orientation nord-ouest-sud-est sur près de 1 500 km entre 14 et 23° sud, 135 à 148° ouest (fig. 1). Si l'on excepte certains atolls faisant partie des îles de la Société, les atolls les plus proches des îles hautes de cet archipel (Tahiti) en sont séparés de 300 km environ. Moins dispersés à l'ouest qu'à l'est, où leurs chances d'être touchés lors du passage des cyclones se trouvent de ce fait réduites, les atolls des Tuamotu n'enregistrent que des précipitations moyennes (1 000 à 1 900 mm de pluies annuelles) comparativement à ceux situés entre 5 et 10° nord et sud de part et d'autre de l'Équateur (Marshall du Sud et Carolines [FSM], Gilbert [Kiribati], Tuvalu, Tokelau) où les pluies annuelles dépassent 2 000 voire 3 000 mm. Ces précipitations moyennes augmentent du nord-est vers le sud-ouest. Leurs variations saisonnières peuvent dépasser 50 %, leurs variations interannuelles atteignent ce taux. La majeure partie du total des pluies tombe souvent en une trentaine de jours, ménageant des périodes sèches pouvant se prolonger pendant plusieurs semaines. L'ensoleillement est important, l'évapotranspiration potentielle varie entre 1 500 et 1 900 mm.

L'ensemble de l'archipel n'est pas compris dans une zone à forte fréquence cyclonique. Les observations faites depuis le premier tiers du siècle dernier permettent de différencier très approximativement la zone allant des Cook aux Australes où le risque est d'un cyclone tous les deux ou trois ans, de celle englobant l'ensemble des Tuamotu où il n'est plus compris qu'entre 1/10 et 1/25 ans, au-delà d'une zone de transition, incorporant l'archipel de la Société (fig. 1).

Comme les autres sols d'atolls, les sols des Tuamotu, de texture surtout sableuse, sont très perméables et leur capacité de rétention est basse sauf en surface, dans l'horizon humifère qui concentre les éléments assimilables essentiels (JAMET *in* CPS, 1982). A Tikehau par exemple, JAMET (1985) ne distingue à côté de sols minéraux bruts et de sols peu évolués, que des sols calco-magnésiques de type rendzine et des sols hydromorphe de dépressions marécageuses et de fosses à taros. Si leurs carences ne permettent à ces sols essentiellement calcaires de ne porter qu'une végétation limitée et spécifique, leur décapage superficiel par les marées de tempête lors des cyclones peut représenter une perte considérable, même si des observations ont montré que la reconstitution de la végétation était beaucoup plus rapide que l'effacement des modifications de la morphologie de détail (TRACEY *et al.*, 1961). Des différences très sensibles ont toutefois été notées



© J.C.J. ORSTOM TAHITI, 026/02-86.

FIG. 1. — Les archipels de Polynésie Française et le risque cyclonique moyen. Il décroît des Australes (plus de 2 cyclones en 10 ans) aux Marquises (moins de 1 cyclone par siècle). Diminution du risque matérialisée par le dégradé de la trame

entre des zones d'atolls ayant été envahies par la mer et celles ayant seulement subi l'action du vent et des embruns (BLUMENSTOCK, 1958-1961).

Les ressources fournies par les noix du cocotier, la collecte directe de l'eau de pluie à partir des troncs ont permis à l'homme de résoudre le problème fondamental de l'eau douce. Il paraît également avoir utilisé de tout temps l'eau souterraine, qui conditionne aussi la vie des plantes. L'équilibre de la lentille d'eau douce est ici d'autant plus fragile qu'elle est mince, puisque son épaisseur théorique est une fonction directe de l'altitude de l'île par rapport au niveau moyen de l'Océan et de la salinité de ce dernier. A cet égard le Pacifique est moins favorable que l'Atlantique (MEYER *in* CPS, 1982). Cet équilibre est influencé par

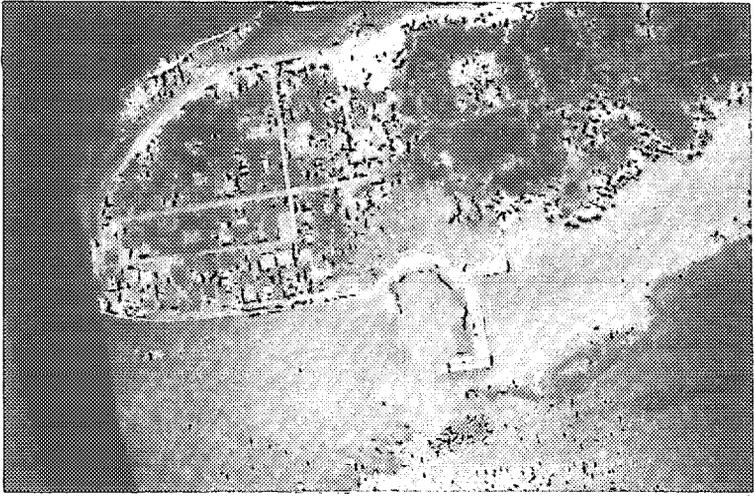
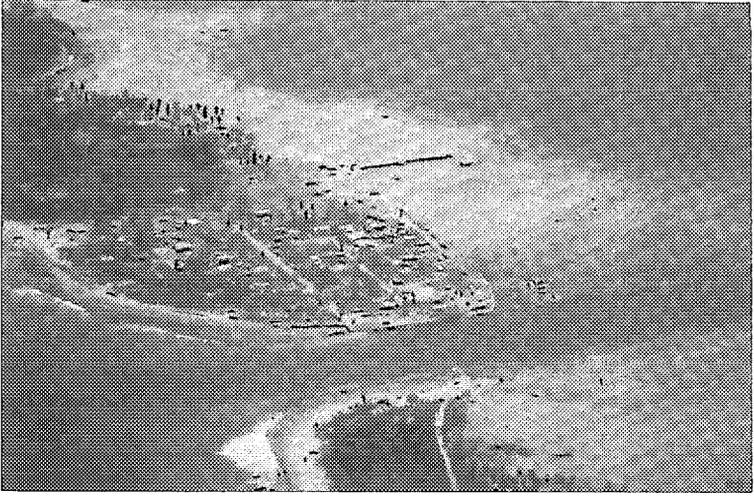
les marées, les précipitations, l'évaporation, l'extraction de l'eau par les plantes et naturellement par l'homme. Il peut donc être largement compromis par l'invasion partielle, voire la submersion des îlots par la mer lors des cyclones. La contamination par l'eau salée ne paraît cependant jamais avoir été irréversible dans ce cas, bien que le retour à l'équilibre soit sans doute très lent. La littérature n'offre pas d'exemples de cultures de taros en fosses qui aient dû être abandonnées définitivement à la suite des cyclones, bien qu'aux Tuamotu, modérément arrosées, elles aient pu être longuement interrompues. L'extraction prudente par l'homme d'une eau d'ailleurs presque toujours saumâtre, au cours de la période ayant précédé l'adoption des toits de tôle et des citernes pour la collecte de l'eau pluviale, était le fruit d'une expérience empirique de l'utilisation de la nappe : puits toujours plus éloignés de l'Océan (plus de 100 m) que du lagon (50 m), fixes, espacés, répertoriés par leur nom (EMORY, 1975). Les ressources sont de fait plus abondantes dans les sédiments fins qui prédominent du côté du lagon, où la lentille est moins perturbée par les marées que du côté de l'Océan.

Le développement du tourisme, la politique de fixation des populations, ont suscité récemment des études de ressources en eau souterraine. On connaît mieux, désormais, leurs possibilités et leurs limites. A la prudence de pompes aussi isolées que possible doit s'ajouter la nécessité absolue d'un périmètre de protection et le rejet en mer des effluents si l'on veut éviter la pollution bactérienne. Les ressources en eau souterraine sont aussi menacées aujourd'hui, dans plusieurs atolls, par la percolation des engrais et des pesticides appliqués parfois en quantités importantes à des cultures spécialisées. Mal résolu par les citernes, polluées par la mer et les embruns lors des cyclones, le problème de l'eau douce aux Tuamotu pourrait être maîtrisé par l'utilisation conjointe des puits dont la technique ancienne s'est rapidement perdue (3), et des possibilités offertes par les nouvelles techniques de désalinisation économique. Si les cyclones font peser sur l'approvisionnement en eau douce un risque périodique non négligeable, ce besoin vital est donc aussi menacé, aujourd'hui, par les techniques et les produits d'un genre de vie importé.

Le volume des ressources locales servait naguère de régulateur aux effectifs du peuplement. On entend désormais maintenir les habitants sur place en les faisant bénéficier des éléments sophistiqués d'un confort de type urbain. Or l'accroissement de cette population, les nouveaux besoins ainsi créés, imposent une gestion d'autant plus prudente du milieu que celui-ci, naturellement pauvre, a déjà été considérablement modifié depuis plus d'un siècle par les apports résultant des contacts multipliés avec l'extérieur. Ces contacts ont amené la disparition des anciennes cultures de subsistance au profit de spéculations qui ont sensiblement accru la vulnérabilité des groupes et de l'économie au risque cyclonique.

L'UTILISATION DES ATOLLS, SON ÉVOLUTION

Les Tuamotu ont reçu dès le XI^e siècle des îles de la Société, des Marquises et de Gambier, les éléments distinctifs de la culture polynésienne. Le climat des atolls et leur position excentrée dans le domaine Indo-Pacifique leur valaient de ne supporter naturellement que quelques dizaines d'espèces de plantes et d'arbres, sévèrement sélectionnées par l'éloignement des centres de diffusion occidentaux, les sauts d'île en île, le hasard des transports par le contre-courant équatorial ou par des dérives occasionnelles triomphant de la circulation générale vers l'ouest, au nombre desquelles les cyclones. Cette flore n'avait que peu de choses en commun avec le domaine américain, isolé par un obstacle maritime continu efficace. Les éléments émergés des atolls n'ont sans doute que moins de quatre millénaires d'existence. La précarité de ces constructions à fleur d'eau s'est



PHOTOS 2 et 3. — Le site du village de Manihi, près de la passe. Vue oblique (Lagon à droite). Vue verticale (Lagon partie inférieure du cliché, passe à gauche) (Clichés Aménagement)

ajoutée à leur jeunesse pour en exclure l'endémisme. L'enrichissement par les introductions dues à l'homme s'est fait en deux temps. Avant les contacts avec les Européens et jusqu'au premier quart du siècle dernier, les plantes alimentaires introduites, à côté du pandanus (*Pandanus inermis* Blanco), sont le taro (*Cyrtosperma*, *Colocasia esculenta*), l'arbre à pain (*Artocarpus altilis*), le kava (*Pometia pinnata* Forster), arbre fruitier de la famille du litchi, le pia, arrow root polynésien (*Tacca leontopetaloides*), et bien entendu le cocotier (*Cocos nucifera*). Des arbres et arbustes à usage artisanal, médicinal et ornemental, des mauvaises

herbes, s'ajoutent à cette gamme de plantes qui n'est complète que dans les conditions les plus favorables. Les limitations du milieu, la fréquence et la nature des relations interinsulaires la modulent.

L'insécurité, la localisation des fosses à taros, le système social peuvent rendre compte des implantations dispersées qui caractérisent souvent les atolls dans le passé. Des disettes saisonnières, exceptionnelles (cyclone, sécheresse) ou conjoncturelles (surcharge démographique) imposent le recours à des rapports de force. La rareté du cocotier jusqu'au XIX^e siècle serait largement le résultat de raids dirigés depuis les atolls les plus surpeuplés, principalement Anaa, sous la pression de la nécessité (OTTINO, 1965 ; ALKIRE, 1978). L'horticulture laborieuse sur compost des fosses à taros paraît pourtant avoir permis, en complément des ressources de la mer (coquillages) des effectifs locaux de population voisins des chiffres actuels (CHAZINE in CPS, 1982) (4). La pratique régulière des réserves de nourriture par des procédés de conservation utilisés dans certaines îles de Micronésie jusqu'avant la seconde guerre mondiale (gâteaux de pulpe de fruits de pandanus, séchage ou ensilage du fruit à pain) atteste toutefois l'acuité du problème alimentaire pour des populations dont les pertes après les cyclones, du fait des famines, devaient parfois être plus importantes que celles qui résultaient de leur action directe.

A l'inverse, l'insécurité favorise le renforcement des liens d'alliance, modifiant les rapports à la terre dans les îles et entre elles. Dès avant la fin du XVIII^e siècle, les relations entre les îles ont conduit à un regroupement de la population dans les *motu* (îlots) les plus accessibles par mer, les plus hauts et les mieux dotés en eau douce. La vie des atolls est bouleversée par la diffusion du christianisme, l'implantation du commerce et de l'administration européenne, l'instauration de la paix, l'établissement des plantations commerciales de cocotiers et de relations maritimes fiables avec Tahiti et le reste du monde au cours de la seconde moitié du XIX^e siècle. Le regroupement de la population en villages permanents fréquemment uniques près d'une passe et d'un ancrage le plus souvent sous le vent, autour de la mission et de l'église, se généralise, servi par les besoins nouveaux des échanges (photos 2 et 3). Les plantations systématiques de cocotiers éliminent sur des vastes espaces la végétation naturelle que l'utilisation économe de certains arbres pour la construction des pirogues et de l'habitat, celle de plantes ornementales, médicinales et de disette avait sauvegardée. L'exportation régulière du coprah ajoute à cet appauvrissement. Les nécessités de la production commerciale, l'introduction de l'économie monétaire et les séductions précoces des nourritures importées conduisent à l'abandon progressif des fosses à taros, d'ailleurs peut-être précipité par les dévastations qu'elles subissent lors des forts cyclones du début du siècle (1903-1905-1906). LESSA (1964), relève l'absence en 1960 des cultures de courges, patates, papayes de l'atoll d'Ulithi (Carolines) encore prospères en 1945, et attribue leur disparition à l'action des cyclones survenus lors des années 50. BLUMENSTOCK *et al.* (1961) notent au contraire à Jaluit (Marshall) la reprise des cultures vivrières, surtout bananes et patates, deux ans après un cyclone sévère ayant nécessité l'approvisionnement en vivres de secours à 60 % de besoins. Ils remarquent par contre la reprise très lente des cultures de taros en fosses.

L'importance de la généralisation du cocotier, arbre dont la polyvalence providentielle a été soulignée maintes fois, ne saurait toutefois être méconnue. Enfin, parmi les multiples plantes utiles introduites par les Européens dans les îles de la Société, un certain nombre passent dans les atolls, soit qu'elles tolèrent les particularités de leurs sols, soit qu'à l'ancienne pratique des composts se substitue le transport de sol des îles hautes pour l'établissement des jardins.

Cette diffusion est restée limitée. Dans les 17 atolls des Tuamotu les plus touchés par les cyclones de 1982-1983, qui concernent près du quart des atolls habités du groupe et les plus peuplés, la fréquence des espèces présentes, d'après un inventaire des Services de l'Économie Rurale réalisé quatre ans auparavant,

était de 100 % pour la papaye, proche de 95 % pour le citron, comprise entre les 2/3 et les 3/4 pour la banane, le pamplemousse. L'orange, le corossol étaient encore présents dans près de 60 % des cas. La plupart des autres espèces n'étaient représentées que dans moins du 1/3 voire du 1/5^e des cas, s'agissant des espèces assimilables à des légumes, seul l'arbre à pain, d'introduction polynésienne déjà ancienne, était présent dans près de 90 % de ces atolls. Les autres plantes les plus représentées, dans une gamme très réduite, étaient la courge et la tomate (moins de 50 %), la patate douce (40 %), le chou de chine (Petsai) (30 %). Le taro était désormais complètement absent.

C'est dire que, sauf exception, ces espèces ne jouent qu'un rôle d'appoint dans une alimentation depuis longtemps fondée sur les produits importés et dominée par les hydrates de carbone, le sucre, les graisses végétales (provenant toutefois largement du cocotier), les conserves de viande et paradoxalement, de poisson. Dès 1956, BARRAU pouvait attribuer 2 000 calories par adulte et par jour à l'apport de ces seuls produits, l'ensemble des denrées importées fournissant près de 90 % des calories alimentaires (DELEBECQUE *et al.* in CPS, 1982).

Un travail d'éducation des populations, de vulgarisation et d'encouragement aux cultures maraîchères et fruitières et à l'élevage est allé de pair avec l'application, depuis les années 70, d'une politique de fixation et de réinstallation des habitants des atolls destinée à freiner l'exode vers Tahiti et le foyer urbain de Papeete. La population des Tuamotu, après un net fléchissement, avait en effet retrouvé en 1951 son effectif de 1860 : 6 500 habitants. Elle devait continuer à augmenter ensuite pour dépasser 7 800 habitants en 1971. La chute de l'effectif au recensement de 1977 (6 800), a toutefois justifié l'accélération de cette politique qui paraît avoir porté ses fruits. Les atolls abritaient plus de 8 100 habitants au recensement d'octobre 1983, à l'exclusion des personnels du Centre d'Expérimentation du Pacifique. Fixer les habitants actuels dans leurs atolls d'origine, y attirer à nouveau ceux qui les ont quittés, suppose que l'on crée des conditions attractives : celles d'une desserte régulière et de liaisons commodes avec Tahiti et secondairement l'intérieur de l'archipel, d'un habitat et d'équipements équivalant à ceux qui existent théoriquement en ville. Un niveau de consommation analogue est recherché à travers l'exploitation de ressources nouvelles ou réactivées. D'où l'effort consenti pour le développement de diverses formes de tourisme, la pêche, la perliculture, l'exploitation de la nacre, l'aquaculture qui ont sensiblement changé l'économie de l'archipel au cours des deux dernières décennies. Ces spéculations sont destinées à prendre le relais du coprah, au moins des les atolls du centre et de l'ouest. Malgré l'aide importante accordée aux producteurs par le gouvernement territorial qui en subventionnait l'achat et prenait à sa charge le coût de son transport jusqu'à Papeete où il était traité dans une huilerie, le coprah n'était plus fourni au début des années 1980 qu'en quantités notablement insuffisantes (8 000 à 10 000 t par an) pour la superficie des cocoteraies (entre 30 et 40 000 ha). Les plantations, négligées du fait d'un régime foncier ambigu, des aléas du cours du coprah et des opportunités salariales passagères du CEP ou incitatives des nouvelles spéculations, devaient absolument être régénérées. La moitié d'entre elles était composée d'arbres de plus de 75 ans, 80 % d'arbres de plus de 50 ans. Mal entretenues, infestées de rats et de parasites mal contrôlés, elles faisaient l'objet d'une récolte peu régulière. L'exportation du coprah, le brûlis des déchets n'étaient pas compensés par l'application systématique d'engrais. Telle était la situation des quelque 40 atolls habités en 1982, alors qu'une opération de régénération de la cocoteraie progressait lentement et ne pouvait encore avoir produit de résultats décisifs, alors que se multipliaient les installations diverses des nouvelles activités de pêche, de perliculture et de tourisme soutenues par le gouvernement.

LES CYCLONES DE 1983 DANS L'ARCHIPEL

C'est dans ce contexte que les Tuamotu ont été touchées, entre janvier et avril 1983, par 5 cyclones qui ont causé 22 % du total des dommages estimés pour l'ensemble des archipels du Territoire de Polynésie Française. Plus des 3/4 des atolls habités ont été affectés et si le nombre des victimes, résultant en majeure partie de pertes en mer, a été étonnamment réduit comparativement aux cyclones du début du siècle, l'importance relative des dommages rapportée à celle de la population (5 % du total du territoire) est un indice grossier mais éloquent de la gravité des atteintes aux plantations, à l'habitat, aux secteurs nouveaux de l'économie et à des infrastructures faiblement diversifiées mais dispersées et fragiles (pistes d'aérodromes, installations portuaires) (DUPON, 1984) (5).

Nous nous efforcerons de faire la part des dommages résultant des particularités du milieu naturel des îles basses et de ceux qui ont répondu à la présence dans ce milieu d'activités et d'implantations humaines plus ou moins bien adaptées à un risque naturel majeur de faible fréquence. Nous tenterons ensuite de faire le bilan des conséquences de cette série exceptionnelle pour l'archipel.

Les atteintes au milieu

Dans tous les atolls habités les plus touchés, plus de 30, pour lesquels le recensement des dégâts a suscité des témoignages suffisamment précis et où des observations ont pu être faites, l'action du vent et de la mer a produit sur le milieu terrestre et l'environnement marin des effets analogues à ceux qui ont été décrits dans les mêmes milieux d'autres parties du Pacifique (BLUMENSTOCK, 1958, 1961). Pour les trois premiers cyclones, la vitesse maximum des vents a été comprise entre 150 et 180 km/h dans les rafales. Elle a atteint 200 km/h lors du quatrième mais ne paraît pas avoir dépassé 120 km/h lors du cinquième.

La marée de tempête et les vagues associées ont provoqué accumulation et érosion, visibles surtout dans la partie nord-ouest des atolls et dans la zone sous le vent qui sont en général les premières et les plus touchées aux Tuamotu en fonction de la trajectoire des cyclones. Alors que la plupart des atolls ne dépassent pas 5 à 6 m d'altitude par rapport aux plus hautes eaux et que les marées sont de 60 cm environ, les villages sont rarement établis sur les points les plus élevés. Ils se trouvent plus fréquemment sous le vent, au bord des passes ou sur la retombée en pente douce des îlots du côté du lagon. La submersion totale ou partielle des lieux habités a dépassé 1 m dans la plupart des cas. Elle a souvent atteint 1,50 m. C'est dire que l'amplitude de la marée de tempête a été de l'ordre de 3 à 4 m au moins.

Outre les destructions auxquelles elle a contribué, l'invasion de la mer a occasionné des transports spectaculaires de matériaux : blocs de dimension métrique arrachés à la bordure extérieure du récif et déposés sur le platier (Anaa, Arutua, Tikehau par exemple), crêtes et nappes de débris grossiers de plusieurs dizaines de centimètres d'épaisseur, s'amenuisant en direction du lagon quand les îlots ont été traversés sur toute leur largeur sur plusieurs centaines de mètres. Ces dépôts ont souvent envahi les villages, parfois recouvert des infrastructures telles que routes, pistes d'aviation (Hao), ils ont fréquemment masqué entièrement des sols plantés, surtout de cocotiers, et obstrué des *hoa* qui ont de la sorte cessé d'être fonctionnels (HARMELIN-VIVIEN, 1985). Les formes d'érosion les plus évidentes sont l'élargissement de chenaux déjà existants entre les îlots, des surcreusements en coup de gouge, dus vraisemblablement aux turbulences de

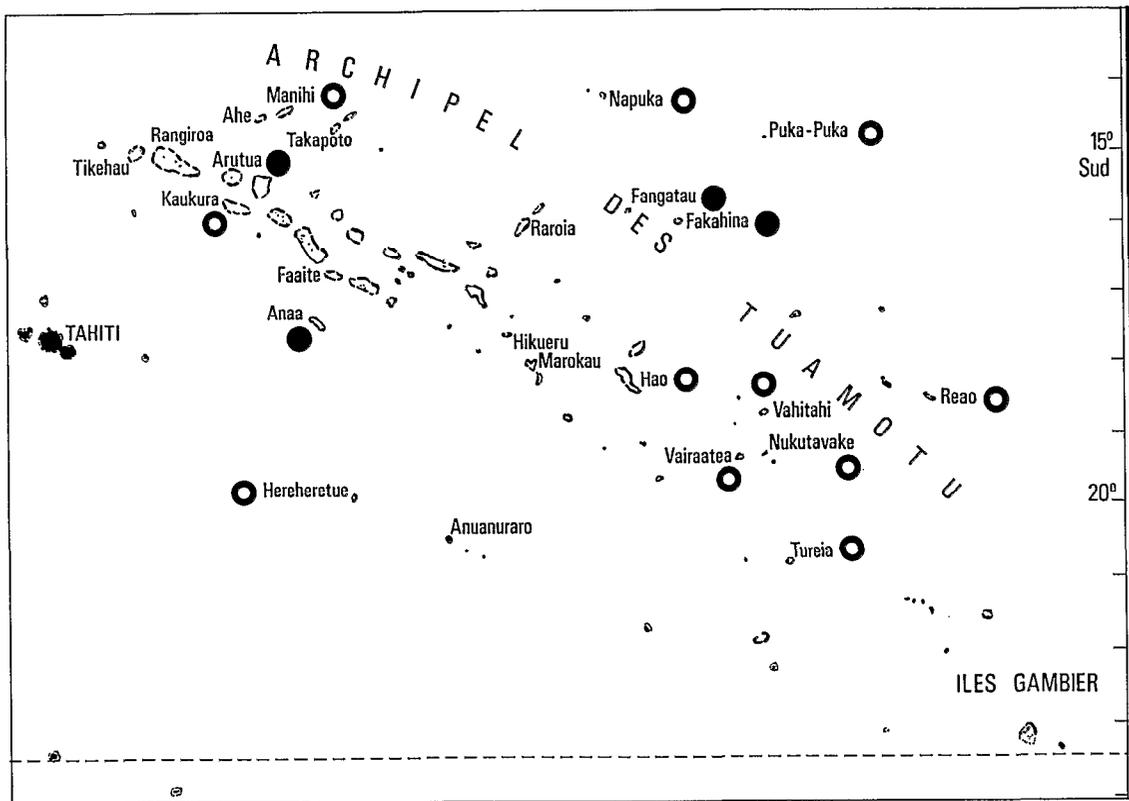


FIG. 2. — Atolls cités dans le texte. État des constructions de refuges collectifs en juin 1986. Construction terminées : 4. Constructions en cours : 11

l'eau armée de matériaux divers. Ces formes s'atténuent en direction des lagons et avaient déjà été décrites à Raroia (NEWELL, 1954) et Rangiroa (STODDART, 1969).

Lorsque, en fonction de l'orientation favorable et d'une compétence suffisante de la marée de tempête, les processus érosifs l'ont emporté, les sols, au lieu d'être enfouis sous les débris coralliens, ont été décapés, parfois en totalité, jusqu'au matériel détritique consolidé en profondeur par la cimentation des apports anciens d'autres tempêtes. Dans les crevasses, le sable, plus abondant à proximité des lagons, atteste l'entraînement généralisé des éléments non consolidés des sols contemporains dont l'horizon humifère a disparu (Anaa).

Dans la plupart des atolls, la végétation naturelle, les espèces introduites, les plantations de cocotiers ont été sévèrement éprouvées. Dans plus de la moitié d'entre eux, les cocoteraies ont subi localement des pertes dépassant plus de 50 % des arbres. L'action du vent et de la mer (par affouillement, sur des espèces peu enracinées) a été directe : bris, torsion, arrachement des feuilles, déracinement, ou indirecte : enfouissement sous les débris coralliens et le sable, dessèchement et action du sel sur un appareil végétatif diminué, ébranlement. Les arbres fruitiers introduits, souvent établis sur des sols d'apport et dans d'anciennes fosses à taros, ont parfois été totalement éliminés, de même que les rares cultures maraîchères. Les cocotiers, surtout ceux ayant atteint leur plus grand développement, ont été plus souvent abattus par l'action combinée de la mer et du vent que brisés ou dépouillés de leur couronne. La résistance inégale des autres espèces arborées les plus communes a partout été observée. Celle de *Pemphis acidula* (Ngiengie), *Cordia subcordata* (Kiripoa), *Callophyllum inophyllum* (Tamanu) est meilleure que celle du pandanus, de l'arbre à pain, du badamier — amandier de l'Inde — (*Terminalia catappa*) ainsi que l'ont signalé pour d'autres atolls BLUMENSTOCK (1958) et ALKIRE (1978).

Enfin l'action des cyclones ne s'est pas bornée à modifier la partie émergée des atolls. La présence de blocs charriés sur le platier en avant des plages, la prépondérance de débris de coraux dans les accumulations et les épandages du côté de l'Océan en provenance du récif extérieur soulignent les atteintes produites par le choc des vagues déferlant sur la partie supérieure du tombant (6). Des traces spectaculaires et généralisées de ces chocs ont été observées sur les communautés benthiques lors de plongées effectuées notamment sur le récif de plusieurs atolls (Tikehau, Takapoto, Anuanuraro) (LABOUTE, 1985). Jusqu'à 15-20 m, les coraux branchus ont fourni les matériaux des épandages à la houle cyclonique. Au-dessous, les dommages aux constructions fragiles (Madrépores branchus) de la pente externe ont résulté du glissement de gros blocs de porites arrachés à la partie supérieure du récif, avec effet d'avalanche. Dans les lagons, notamment à Tikehau, les pinacles de corail ont souvent été endommagés par les vagues. Dans les passes, les madrépores paraissent avoir été tués par la turbidité accrue lors de la vidange en grand du lagon provoquée par les cyclones.

Il est difficile de mesurer en revanche l'influence que les cyclones ont pu avoir sur la faune marine des atolls. Plus de deux ans après, on n'avait pas observé les flambées de toxicité (*ciguatera*) qui ont pu se produire après des tempêtes bouleversant l'environnement corallien de certaines espèces de poissons (BAGNIS, 1981). Les meilleures prises de la pêche, observées ailleurs quelques mois après (Jaluit, îles Marshall, 1958) ne se sont produites que beaucoup plus tard aux Tuamotu, après deux années, et dans une saison ordinairement creuse, alors qu'on avait au contraire enregistré après un an une forte diminution (7). P. LABOUTE établit une relation directe entre la faible fréquence du risque et l'impact important des cyclones sur les récifs des atolls des Tuamotu, où le développement rarement perturbé des coraux multiplierait les déséquilibres, par opposition aux réajustements plus fréquents et par là moins spectaculaires qui s'opèrent par exemple dans le Pacifique occidental. On peut étendre cette interprétation aux activités humaines.

Les atteintes aux installations et aux activités

Si l'on compare les pertes en vies humaines causées par les cyclones de 1983 aux Tuamotu et celles des plus forts cyclones ayant touché l'archipel depuis plus d'un siècle, on ne peut manquer d'être frappé du faible nombre de victimes (une dizaine) alors que 117 personnes au moins y périrent en février 1878, 515 en janvier 1903, plus de 120 en février 1906. Les progrès considérables de la prévision météorologique, l'existence d'un système d'alerte adéquat et rapide expliquent sans doute le bon résultat des quelques mesures de protection prises à temps et d'une prévention assez efficace, si imparfaite qu'elle soit encore. On peut d'ailleurs s'interroger sur le rapport qu'ont pu avoir les changements induits par les nouvelles activités qui se développaient dans les atolls, le regroupement de leur population et les hécatombes des cyclones de 1878 et 1903. Les spéculations commerciales conduisaient les habitants dès cette époque, alors que les communications à l'intérieur même des atolls étaient plus lentes, à abandonner des sites d'habitat relativement sûrs, généralement pourvus d'une construction pouvant servir de refuge collectif (église), pour se livrer saisonnièrement dans les campements temporaires de *motu* plus exposés à la production du coprah (la majeure partie de la population de Kaukura est ainsi surprise en 1878), ou à la récolte de la nacre (377 morts dans les mêmes conditions à Hikueru en 1903). Ces activités soulignaient déjà la dépendance des habitants vis-à-vis de l'économie monétaire, les conduisant à affronter un risque connu qu'ils n'auraient pas bravé dans les mêmes conditions dans le cadre d'une économie familiale traditionnelle de subsistance. A Jaluit, en janvier 1958, lors du cyclone Ophelia qui devait faire 14 victimes sur 1 200 habitants, le hasard a joué en sens inverse : 150 personnes d'un îlot qui fut complètement balayé par les vagues furent sans doute épargnées parce qu'elles se trouvaient ailleurs, pour des visites traditionnelles de fin d'année, dans le village de l'îlot le plus densément peuplé qui ne fut pas complètement inondé. Le regroupement général des populations près des passes permettant l'ancrage des goélettes ou leur accès au lagon, présentes dans plus de 30 atolls et situées sous le vent, dans la zone d'exposition privilégiée aux cyclones, a révélé une ambivalence du même ordre (photo Manihi). Les secours peuvent sans doute y parvenir plus vite par mer mais certains villages, comme Tuuhora à Anaa, ont ainsi été détruits plusieurs fois sur le même site. Tuherahera, village de Tikehau détruit par les cyclones du début du siècle, a été presque entièrement détruit en 1983 bien qu'il ait été déplacé, tout en restant sur le même *motu* au sud de l'atoll. L'église elle-même — ou le temple protestant — qui dans ces villages, ont encore servi très souvent de refuge collectif en 1983, apparaîtront eux-mêmes comme un avantage équivoque. Comme cela s'est produit dans d'autres îles du Pacifique, ils peuvent s'écrouler sur les réfugiés (Marokau, 1903), puisqu'ils ne sont pas conçus comme de véritables abris, même si ils sont souvent plus solidement construits que les habitations individuelles, et le bilan s'en trouve alourdi (FRANCO, HAMNETT, MAKASIALE *et al.*, 1982).

Rendue depuis longtemps lourdement tributaire d'une nourriture importée qui est la contrepartie de l'orientation commerciale donnée aux activités de l'archipel, la population des Tuamotu l'est en outre devenue de toute une gamme de matériaux, de moyens techniques et de services dont les cyclones ont révélé l'inadaptation et le coût élevé.

L'habitat traditionnel, comme les cultures, a complètement disparu et il a fait place à des constructions de transition, souvent légères, où dominent le bois et les panneaux (contreplaqué, agglomérés). Comme à Tahiti, la faible fréquence du risque cyclonique avait conduit aux Tuamotu à un relâchement de la vigilance, en l'absence de toute réglementation administrative relative à cet égard

aux normes de la construction individuelle. Il en a été de même en matière de prévention saisonnière et de prévention générale. Aucun abri collectif éprouvé, adapté au risque cyclonique et au risque de tsunami n'existait en 1983 dans des îles dont la vulnérabilité est patente.

Lors du recensement général de la population et de l'habitat d'octobre 1983, six mois après les cyclones, plus de 16 % de l'habitat individuel des Tuamotu était encore un habitat dit « de fortune » illustrant une reconstruction inachevée qui a pourtant été organisée rapidement, et largement facilitée. De fait, de nombreux villages notamment à Kaukura, Arutua, Manihi, Nukutavake, et surtout Anaa, ont pratiquement été rayés de la carte par l'action conjuguée du vent et de la mer armée de débris (fig. 3, photo 4). Sur un peu moins de 1 800 habitations individuelles dans l'archipel, plus de 1 500 devaient faire l'objet de réparations ou d'une reconstruction complète, dont les 3/4 dans les îles occidentales et centrales. Les effets du cyclone Ophelia sur l'habitat de Jaluit aux îles Marshall (BLUMENSTOCK, 1958) il y a 25 ans, ceux du cyclone de novembre 1960 décrits à Uliithi (Carolines) par LESSA (1964) et qui y fut le plus fort depuis 1907, furent les mêmes que ceux observés aux Tuamotu sur l'habitat en panneaux à couverture de tôle : éclatement et dispersion de structures légères mal contreventées et mal ancrées (photos 5 et 6). Pratiquement toutes les habitations des îlots non submergés furent détruites. Des bâtiments en béton construits à l'époque de l'administration japonaise servirent efficacement de refuges à Jaluit. Les églises furent utilisées à Uliithi. On peut estimer que, aux Tuamotu, la moitié environ de l'habitat a été détruit à 100 % par les cyclones.

Couvert de tôles à plus de 95 %, l'habitat individuel — à l'exclusion des constructions de fortune —, était pour plus des 2/3 composé en 1983 de bois et de panneaux, doté dans plus de 80 % des cas d'un plancher de béton. Il s'agit dans la quasi-totalité des cas d'une dalle coulée à terre, sans surélévation. On notera enfin que 80 % des logements de l'archipel étaient tributaires de l'eau d'une citerne, beaucoup plus rarement de celle d'un puits, et ne possédaient pas l'eau courante ; que le rejet des eaux usées avait lieu dans tous les cas sans protection particulière du sous-sol, qu'un équipement susceptible d'assurer cette protection en totalité ou en partie (fosse septique ou puisard) n'existait que dans 41 % des W.C. familiaux (INSEE, 1984).

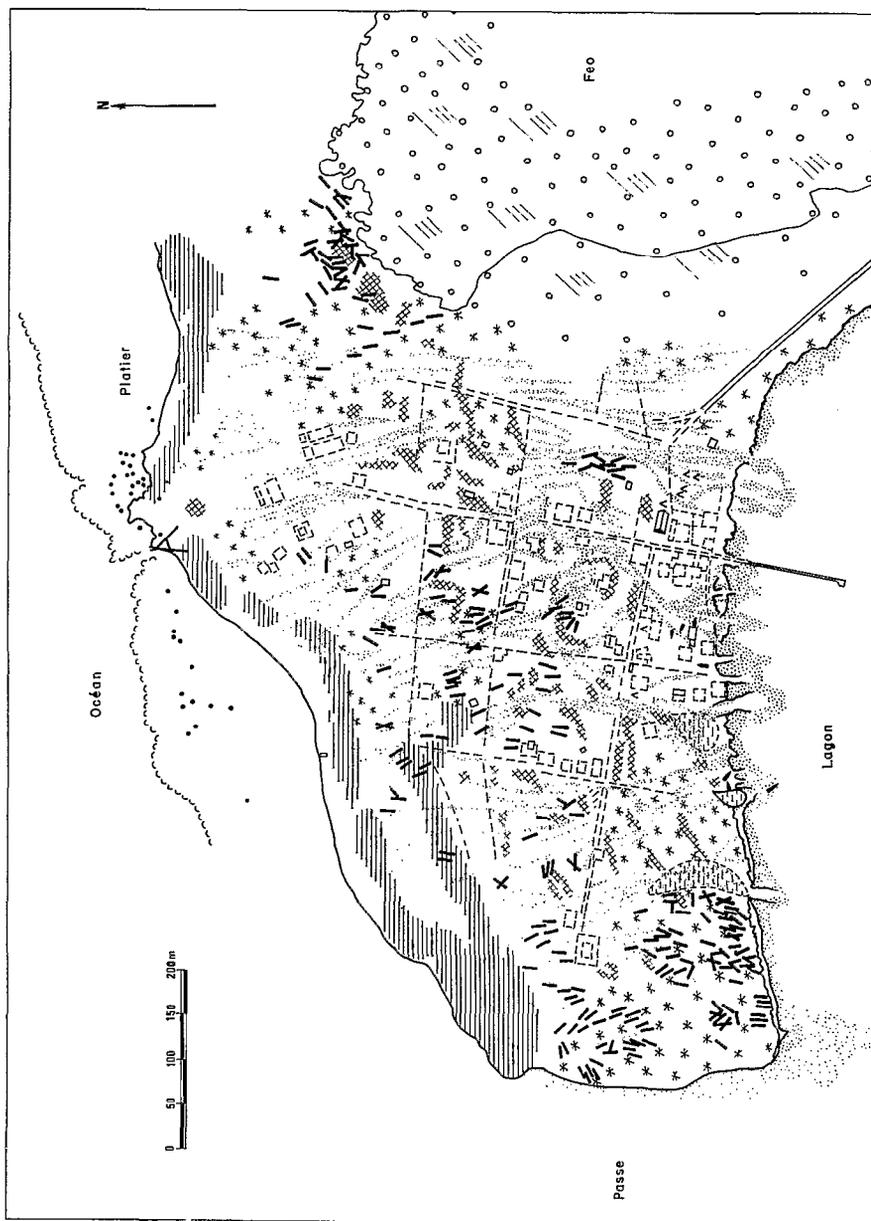
Dans la plupart des cas, l'invasion marine des villages s'est accompagnée de la pollution des citernes familiales par l'eau salée. Dans les meilleurs cas, l'eau douce a été polluée par les embruns une fois les citernes décoiffées. Les mêmes effets ont été observés à Jaluit en 1958, entraînant une pénurie temporaire d'eau douce observée aux Tuamotu en 1983 dans un quart environ des atolls touchés. L'annexe ORSEC-cyclones du Service de la Protection Civile de Polynésie Française, adopté en novembre 1983, recommande désormais parmi les mesures de prévention immédiate le débranchement de l'alimentation pluviale des citernes communales et leur obturation hermétique.

Ce tableau d'un habitat techniquement peu adapté au risque et qui a subi pour cette raison d'importants dommages, doit être complété par celui des bâtiments administratifs et religieux. Quoique ceux-ci aient souvent servi efficacement de refuges collectifs dans des situations extrêmes (église d'Anaa, école de Kaukura, mairie de Ahe), leur construction fréquente en dur, pourtant souvent récente, ne les a pas mis à l'abri d'une destruction parfois totale soulignant ainsi, dans la moitié environ des atolls touchés, des défaillances de conception presque aussi graves face aux cyclones que celles de l'habitat (photos 7, 8, 9, 10, 11).

Les infrastructures, principalement portuaires et aéroportuaires, ont enregistré pour leur part des dommages d'autant plus élevés qu'elles ont été multipliées depuis 20 ans dans le cadre de la politique de désenclavement des atolls. La reconstruction partielle ou totale des wharfs et des quais dans les meilleurs cas, l'obligation de draguer les passes et les chenaux, de refaire le balisage des

ancrages dans les atolls moins bien dotés, le dégagement des pistes d'atterrissage envahies par les nappes de débris ont été le plus fréquemment rendus nécessaires à côté de la remise en état d'autres installations publiques endommagées (radio, téléphone, observatoires météorologiques).

Enfin, dans les atolls les plus touchés, la proportion des embarcations perdues ou rendues inutilisables a pu atteindre 80 % au total. Ces embarcations n'ont plus rien à voir avec les anciennes pirogues. Il s'agit de bateaux de



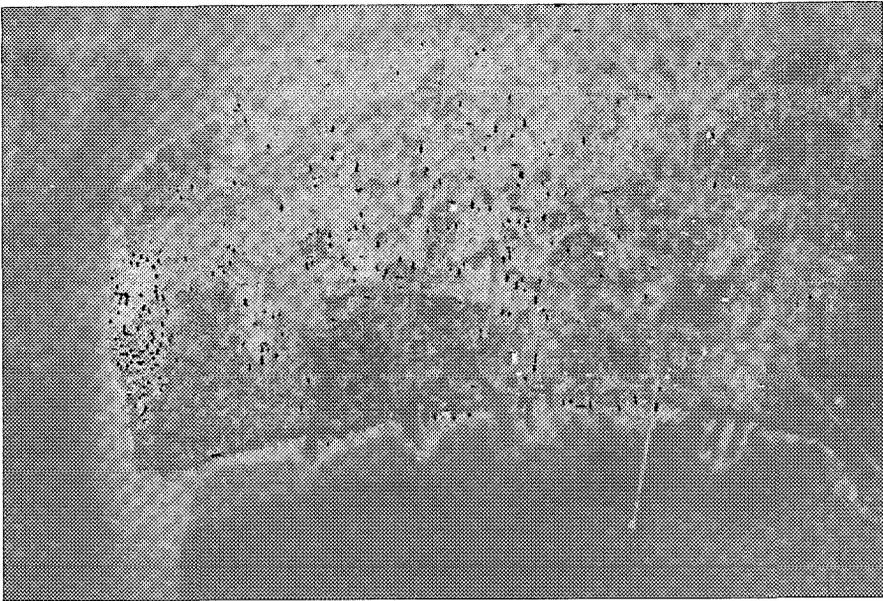


PHOTO 4. — Le village de Tuuhora (nord de l'Atoll d'Anaa) détruit par la marée de tempête du cyclone ORAMA (Cliché Aménagement)

FIG. 3. — Atoll d'Anaa. Effets du cyclone Orama (février 1983) sur le village de Tuuhona

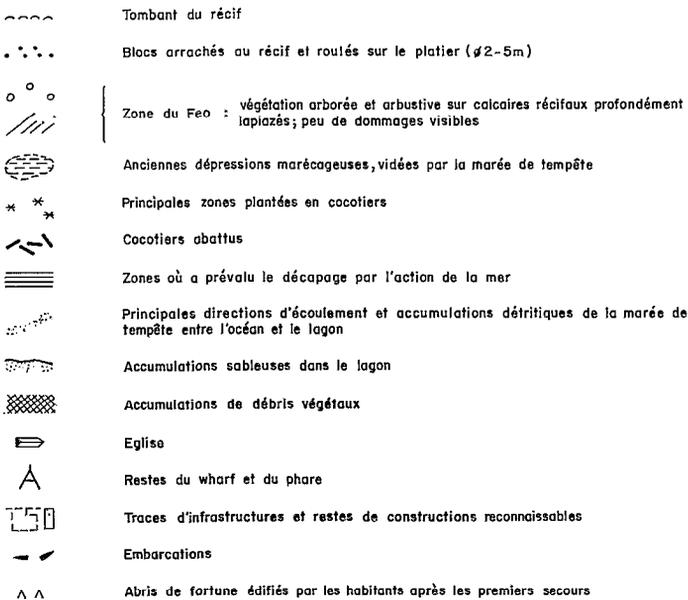




PHOTO 5. — Effets de la marée de tempête sur les bâtiments de la partie centrale de Tuuhora (Cliché Aéronavale - 12 S)



PHOTO 6. — Effets de la marée de tempête et du vent sur quatre bâtiments du même type établis à proximité du lagon (Tuuhora-Anaa) (Cliché Aéronavale - 12 S)

construction moderne, souvent légère, équipés de moteurs hors-bord dont la généralisation a aggravé les pertes, beaucoup de propulseurs ayant été endommagés par l'eau salée. Le coût de ces équipements, dont l'usage est tributaire de l'importation d'une source d'énergie non renouvelable, souligne un autre aspect de la dépendance des atolls, même si une partie est mise au service d'activités commerciales (pêche, perliculture). Alors que le recensement de 1983

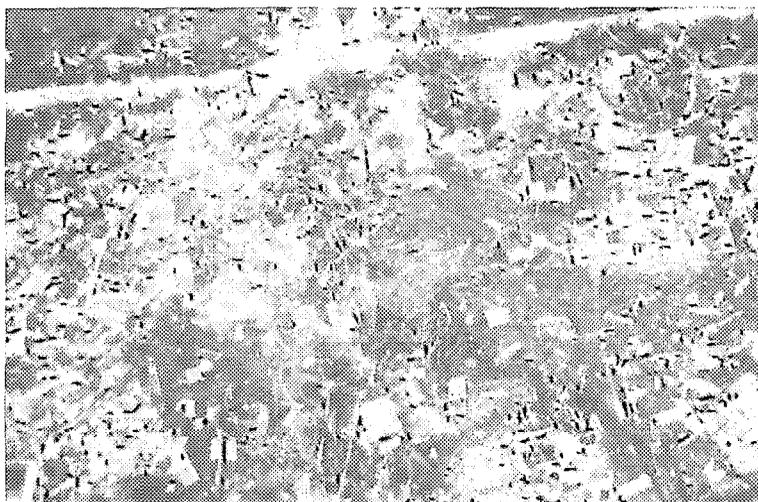


PHOTO 7. — Dommages à un habitat léger et à une végétation longtemps épargnée par les vents cycloniques (Cyclone Orama, Atoll d'Arutua) (Cliché Aéronavale - 12 S)

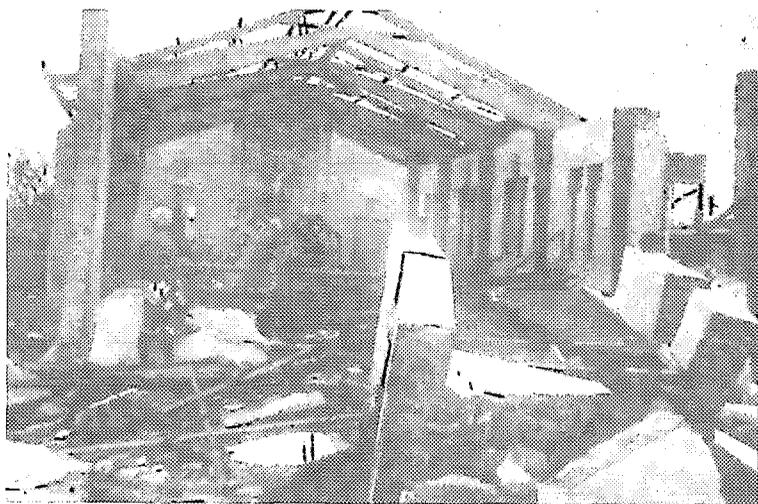


PHOTO 8. — Destruction d'une église en apparence solidement bâtie (Cyclone Orama, Atoll d'Arutua)

faisait état de 41 % de ménages possédant une embarcation, celle-ci étant équipée d'un moteur hors-bord dans 77 % des cas, le remplacement des bateaux et des moteurs dans le cadre de la reconstruction devait intervenir dans 60 % des cas pour les premiers, plus de 85 % pour les seconds. On rapprochera ces proportions de la destruction par le typhon Ophelia, dans l'atoll de Jaluit (1 200 habitants), de tous les bateaux à voile et de 50 à 60 pirogues à balancier en 1958. Dans l'atoll

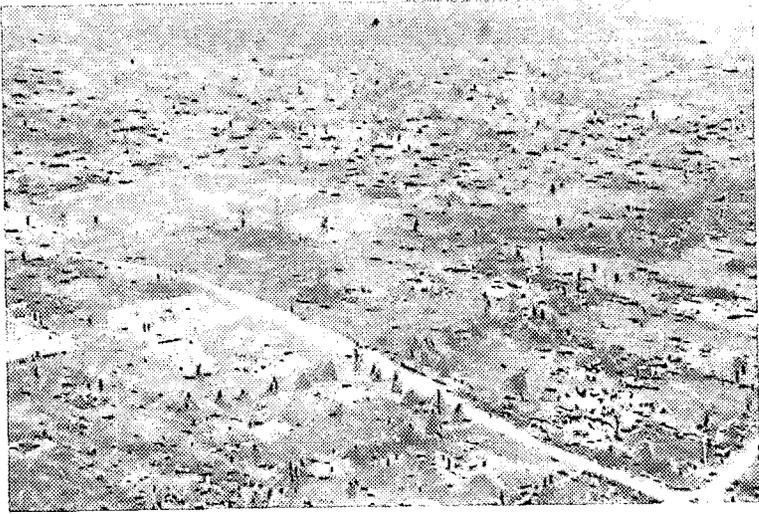


PHOTO 9. — Dommages à la cocoteraie, aux bâtiments de divers types, aux citernes (Cyclone Orama, Atoll de Kaukura) (Cliché Presse)

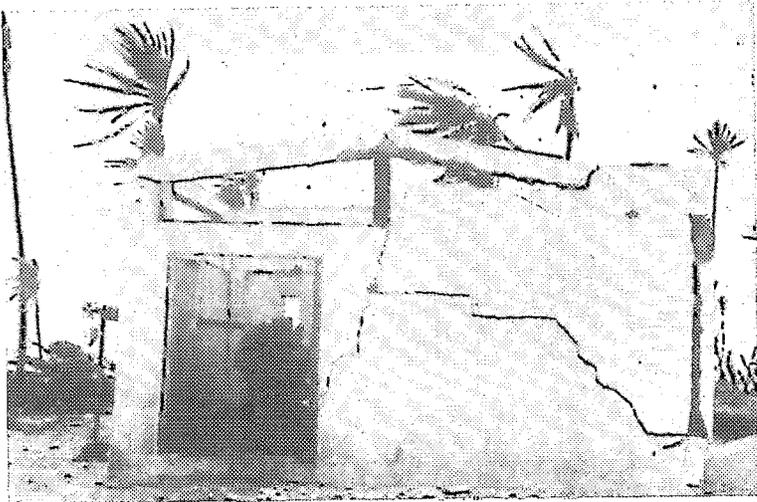


PHOTO 10. — Dislocation d'un bâtiment en dur par la marée de tempête et le vent (Cyclone Orama, Atoll de Kaukura)

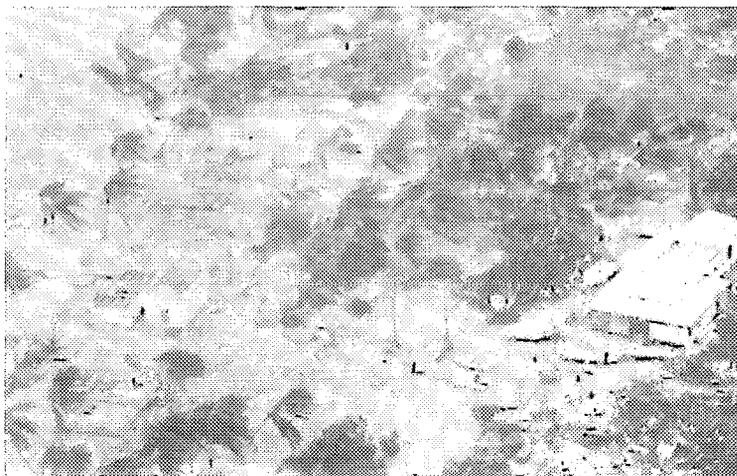


PHOTO 11. — Effet visible d'une marée de tempête d'ampleur modérée dans un village de l'atoll d'Ahe où la mairie, à droite, a pu suffire comme refuge collectif (Cyclone Orama) (Cliché Aéronavale - 12 S)

d'Ulithi, le cyclone de 1960 avait entraîné la perte complète de 21 pirogues cependant que 22 autres étaient endommagées sur un total de 59, pour 514 habitants. Anaa et l'atoll voisin de Faaite comptaient 30 bateaux (dont 20 à moteur) en octobre 1983 pour 585 habitants et en avaient perdu 26 lors des cyclones. Pour l'ensemble des Tuamotu, 400 bateaux sur près de 700 devaient être remplacés à la suite des cyclones de 1983.

La perte des embarcations et des propulseurs s'est doublée de celle des installations des fermes perlières : plates-formes et pièges à naissain, et de la destruction des parcs à poisson établis au débouché des zones privilégiées d'échanges entre l'Océan et le lagon : passes et *hoa*. Le remplacement de ces outils de travail est venu alourdir le bilan d'une reconstruction dans laquelle la prise en compte de certaines insuffisances manifestes révélées par les cyclones peut constituer une contrepartie positive (8).

La résistance psychologique des habitants des atolls les plus touchés a été remarquable en dépit de la succession de leurs épreuves. Elle a été attribuée par les observateurs comme à Jaluit (1958) et à Ulithi (1960), soit à l'acceptation fataliste d'un acte de Dieu soit à l'habitude de conditions d'existence ordinairement difficiles. Toutefois les réactions extrêmes caractéristiques des situations de crises aiguës (polarisation du comportement) se sont parfois produites : abattement collectif de l'état de choc ou, au contraire, apparition spontanée de leaders prenant des initiatives salutaires propres à assurer la survie du groupe. La faible fréquence du risque permet peut-être de rendre compte de ces comportements. L'entraide et la reconstruction volontaire l'ont emporté globalement sur les comportements individualistes.

Il ne paraît y avoir eu qu'un seul cas de demande unanime d'évacuation de la part des habitants d'un atoll d'ailleurs peu peuplé (Vahitahi, 70 habitants). La plupart des quelques familles évacuées à Tahiti ou ayant décidé d'y partir de leur propre initiative ont très vite regagné leurs atolls d'origine. L'acheminement des secours d'urgence, l'évacuation des blessés et l'estimation des dommages ont été rapides, mettant notamment en œuvre les moyens militaires maritimes et aériens présents à Tahiti. Ainsi ont pu être palliées les pénuries locales de médicaments (par destruction du stock), d'eau douce (par pollution des citernes) et parfois de vivres de première nécessité (lait, nourriture pour bébés).

CONSÉQUENCES ET LEÇONS DES CYCLONES

Dans les secours apportés aux populations sinistrées de Polynésie Française on doit faire une distinction entre les *secours* en argent ou nature acheminés par l'État et provenant du Fonds Européen de Développement, du Secrétariat d'État aux Départements et Territoires d'Outre-Mer, du Fonds National de Secours aux victimes des calamités publiques, d'une souscription nationale. On peut estimer que les 2/3 des familles des Tuamotu (sur un total de 1 655) ont bénéficié après les cyclones de ces secours qui ne concernent en principe que les biens mobiliers.

D'autre part, la *reconstruction* proprement dite, essentiellement financée par le Gouvernement Territorial au moyen de taxes exceptionnelles, d'emprunts bancaires et de prélèvements sur son budget, a été conduite par un organisme créé pour la circonstance, l'Agence Territoriale de la Reconstruction (ATR). L'action de l'ATR a porté sur la régénération de la cocoteraie et la reconstitution de l'outil de production dans le domaine de l'agriculture, de la perliculture et de la pêche, ainsi que sur la reconstruction de l'habitat. Dans les autres secteurs (infrastructures, bâtiments publics), l'interpénétration des compétences territoriales et du gouvernement central a modulé les interventions (DUPON, 1984).

Les destructions subies par la cocoteraie, si elles ont eu l'effet d'une sélection salubre, ont été assez graves pour faire sentir la nécessité de précipiter et généraliser la régénération entreprise avant les cyclones. L'établissement de nouvelles plantations a été plutôt favorisé, dans les zones n'ayant pas été envahies par la mer, par l'accumulation en surface de la matière organique provenant de la végétation détruite. Plus de la moitié des 5 000 ha prévus étaient replantés 18 mois après les cyclones et ce travail avait fourni à 225 allocataires la première année, 232 la seconde, des ressources monétaires élémentaires destinées à compenser la chute de la production du coprah. Il semble que celle-ci, considérable (baisse de plus de 60 % par rapport à 1982) ait amorcé depuis la fin de 1984 une reprise qui devait se confirmer en 1985. Ce délai paraît démentir les prévisions les plus pessimistes et confirmer à la fois la sous-exploitation de la cocoteraie et le fait qu'une partie des plantations ne contribuait plus à la production au cours des dernières années. Elle a sans doute été servie par les fortes hausses du cours du coprah en décembre 1983 et juin 1984. Les Tuamotu ont produit 6 160 t en 1983 et seulement 3 700 en 1984, soit environ la moitié du tonnage du territoire, mais le redressement se dessinait à partir des variations trimestrielles à la fin de 1984 alors qu'il n'était pas amorcé après plus de deux ans à Jaluit (BLUMENSTOCK, 1961). A Ulithi (LESSA, 1964), le retour de la production à la normale, pour des destructions totales estimées à près du quart, partielles à 45 % de la cocoteraie, devait prendre deux ans.

La réhabilitation des plantations d'arbres fruitiers, qui restent un des éléments d'équilibre d'un régime alimentaire trop largement fondé sur les produits importés, a également été entreprise dans le cadre des activités de l'ATR dans plus de la moitié des atolls touchés, grâce à la fourniture de plants en provenance des Marquises et aux indemnités fournies à plus de 200 producteurs.

D'une manière générale, la reprise de la végétation, notamment dans les zones où le vent, même chargé d'embruns, a agi seul, a été rapide. La colonisation des épandages coralliens en apparence stériles par des espèces pionnières était commencée un an après les cyclones. De même, la recolonisation par les madrépores dans les quinze premiers mètres était observée par LABOUTE dans ce délai. Elle se confirmait et se diversifiait par la suite, devenant intense après deux ans. Parallèlement, le retour des poissons s'accroissait, à l'exception des espèces les plus inféodées aux coraux. HARMELIN-VIVIEN (1985) note toutefois la

persistance de la turbidité des eaux du lagon deux ans après les cyclones à Tikehau.

La réhabilitation de l'outil de production a justifié de la part de l'ATR un effort considérable aux Tuamotu en matière de pêche et de perliculture. Outre les embarcations et les propulseurs, 167 collecteurs à naissain, 350 parcs à poissons (soit près de 90 % du total) devaient être fournis en remplacement des installations détruites. Cet effort, comme celui de la régénération de la cocoteraie, ne peut être dissocié de la remise en état des infrastructures de transport des atolls. La rentabilisation de leur desserte dépend de l'augmentation et de la diversification de leurs productions. Mais cette desserte doit aussi être facilitée parce qu'elle reste une garantie indispensable contre une reprise de l'exode vers Tahiti. Le coût de la remise en état des équipements portuaires et aéroportuaires des Tuamotu était estimé à 5,5 millions de F.F au lendemain des cyclones de 1983. Dans la plupart des cas, ces travaux étaient en voie d'achèvement 18 mois plus tard.

Plus de 80 % des habitations individuelles des Tuamotu ont été touchées à divers degrés par les cyclones, justifiant soit des réparations effectuées assez facilement par les familles (pour plus de la moitié d'entre elles), soit une reconstruction quasi complète ou complète pour laquelle la fourniture de nouveaux matériaux s'est avérée indispensable. Dans le cas d'une reconstruction complète, l'ATR s'est efforcée de proposer un modèle d'habitation modulaire, à ossature de bois couverte de panneaux et toit de tôle, construite de manière à pouvoir résister au vent, et légèrement surélevée sur des pilotis. Dans un seul cas cependant un village établi dans un site jugé particulièrement exposé a été déplacé

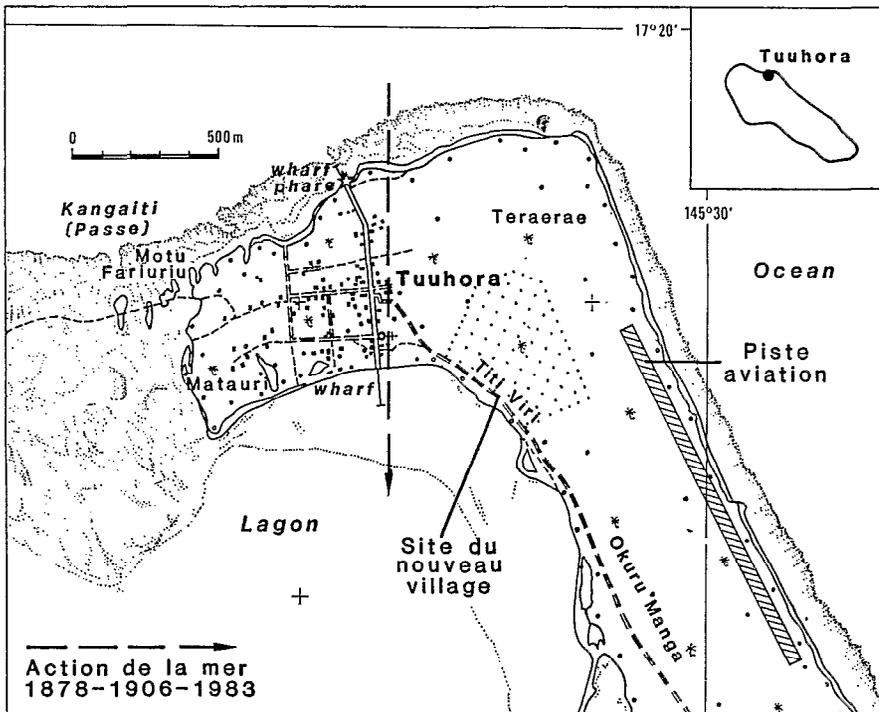


FIG. 4. — Atoll d'Anaa. Site du village de Tuuhora

(Tuuhora à Anaa, 89 logements) (fig. 4). Les logements nouveaux ont été édifiés en partie par des techniciens de l'ATR avec l'aide d'un membre de la famille bénéficiaire (ossature, couverture), en partie par les familles elles-mêmes (habillage, installations intérieures, peintures) avec les matériaux prêts à l'assemblage. Les gouttières ne furent fournies qu'aux Tuamotu, de manière à permettre en même temps aux habitants de recueillir l'eau de pluie. Le village nouveau d'Anaa a été établi au bord du lagon, à l'est de l'ancien et à l'écart de la passe, en arrière de la piste d'atterrissage et d'une zone un peu plus élevée de *feo* (restes surélevés de couronne récifale creusés de lapiez et très indurés), s'élevant à plus de 5 m, mais qui s'est avérée impossible à aménager. Ce déplacement ne résout donc pas complètement le problème de la protection contre les marées de tempête, s'il paraît atténuer la vulnérabilité du village. Il en est de même pour de nombreuses autres implantations dans l'archipel.

On peut considérer que l'installation de l'habitat sur le versant de l'atoll donnant du côté du lagon, lorsque les îlots présentent comme à Anaa une surélévation centrale, constitue déjà en soi une protection. Ces villages sont souvent situés dans la partie sous le vent de l'atoll qui est aussi fréquemment la plus exposée aux cyclones et pour cette raison la plus élevée (NEWELL, 1954). Le fait d'être établi du côté du lagon diminue l'éventualité des dommages dus à la vitesse directe de la marée de tempête et au choc des vagues par augmentation de la pression sur les murs, aux courants et aux turbulences favorisant l'érosion à la base des constructions grâce notamment à la charge de sable et de graviers. Par contre, le rôle des débris de toutes sortes pris en charge par l'onde de tempête au cours de sa pénétration à l'intérieur des terres et agissant comme des béliers peut se trouver accru. Enfin, le risque d'effondrement des constructions par effet de flottaison n'est pas supprimé si l'invasion marine pénètre assez profondément dans les terres pour atteindre les bâtiments. Or il n'est pas exceptionnel que l'onde de tempête traverse toute la largeur des îlots pour rejoindre le lagon. Le cas s'est produit aussi bien lors des cyclones ayant frappé les Tuamotu au début du siècle, que de ceux de la saison 1983.

La société américaine INTERTECT a étudié aux îles Cook les possibilités de protection du village permanent de l'atoll de Palmerston, à 430 km au nord-ouest de Rarotonga (18°04 S-163°10 W). Ce village de 65 habitants est situé de manière classique dans la partie sous le vent de l'atoll et côté lagon. Il est particulièrement vulnérable, car l'atoll ne dépasse pas 3,5 m au point le plus haut alors qu'il se trouve dans une zone où la fréquence du risque cyclonique, plus élevée qu'aux Tuamotu, a été d'un fort cyclone tous les 7 ans, d'un cyclone fort ou modéré pour moins de 5 ans au cours de la période 1943-1980.

Parmi les solutions envisageables, l'évacuation d'une population réduite, qui paraît la plus simple, n'est pas toujours possible, soit du fait de l'éloignement des centres de repli, par mer, soit de l'absence d'infrastructures de transport aérien. Ces obstacles existent aux Tuamotu pour quelques atolls. La procédure d'évacuation doit être rigoureusement planifiée à l'avance et coordonnée avec le système d'alerte. Une autre solution est difficilement applicable dans les atolls : celle des refuges surélevés (*escape mounds*) édifiés par exemple dans les zones basses menacées du Bangladesh. La hauteur de ces buttes artificielles est calculée en fonction de la hauteur théorique maximum de la marée de tempête, augmentée de 50 % pour tenir compte des vagues. La surface disponible au sommet est de 3,5 m² par habitant. Dans beaucoup d'atolls, outre les difficultés de débarquement du matériel de travaux publics, il est difficile de construire ces buttes sans porter atteinte à des ressources déjà limitées en végétation, sols, eau souterraine, espace. A Anaa par exemple, le respect des normes conduirait à édifier une butte de 1400 m² au sommet. Certains matériaux composant les îlots, comme le *feo*, sont pratiquement impossible à mobiliser, y compris avec des explosifs classiques. Enfin, l'obtention par dragage du lagon des matériaux nécessaires se heurterait à de multiples obstacles : atteintes à l'environnement, à supposer que le lagon soit

accessible, coût très élevé de l'opération. Les mêmes raisons et les grandes profondeurs excluent des dragages océaniques. Le renforcement des bâtiments n'exclurait ni l'éventualité de leur destruction, comme l'ont montré les destructions de bâtiments en dur aux Tuamotu, ni le risque de noyade des habitants en cas d'inondation. La construction sur pilotis est une amélioration de la solution précédente mais elle rend les bâtiments surélevés plus vulnérables aux vents et leur implantation peut s'avérer coûteuse en raison des risques d'affouillement à la base, qu'il convient de prévenir. Une meilleure solution peut consister à établir les constructions sur des socles pleins bien ancrés, dans les sites les mieux placés. Elle n'offre toutefois une garantie de protection que pour les marées de tempête d'ampleur modérée. C'est également le cas des abris individuels incorporés sous la forme d'une pièce renforcée, conçue pour résister au vent, et dont la partie supérieure peut servir de refuge en cas de marée de tempête moyenne. Enfin la solution des abris collectifs, bâtiments spécialement étudiés pour résister aux cyclones et pouvant servir en temps normal à divers usages : église, école, locaux administratifs, dispensaires, salles communales, entrepôts, etc., peut être envisagée. Elle présente aussi plusieurs inconvénients : moindre stabilité des grands bâtiments, risque accru pour toute la collectivité qui s'y abrite en cas de défaillance, coût élevé.

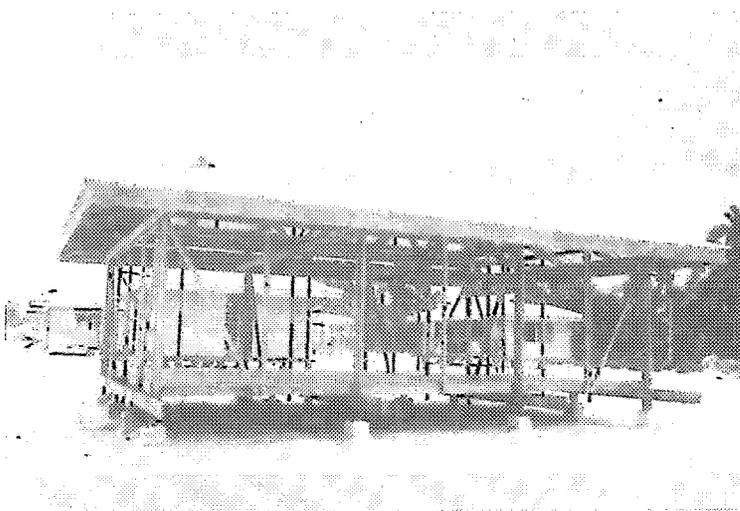
INTERTECT a recommandé, dans le cas de l'atoll de Palmerston, la diversification des solutions de bâtiments à l'exclusion de la butte refuge et de l'évacuation. Elle permet au moindre coût de mieux répartir les risques, en incorporant successivement notamment plusieurs types de protection aux bâtiments individuels (socle puis abri intérieur par exemple) et de moduler leur utilisation en fonction de la gravité du danger. La seule solution offrant une garantie totale reste toutefois l'évacuation.

Aux Tuamotu, où existe pourtant un réseau assez dense d'aérodromes publics et privés, la multiplicité des atolls habités et l'existence dans certains de populations assez nombreuses excluent toutefois, outre la distance séparant certains d'entre eux de Tahiti, le recours généralisé à l'évacuation préventive qui serait cependant possible dans plusieurs cas.

Les cyclones de 1983 en Polynésie Française ont révélé l'insuffisance de la protection des populations contre ce risque : inadaptation de l'habitat, recours généralisé à des refuges collectifs de fortune (églises, temples, mairies, écoles, logements de fonction, voire citernes vidées) eux-mêmes inadaptés. Efficaces dans la plupart des cas, ces solutions ont montré leurs limites de façon suffisamment dramatique pour susciter des mesures concrètes. Les pouvoirs publics ont, de fait, opté pour une combinaison des mesures préventives en matière de construction. Le modèle d'habitat individuel proposé par l'ATR incorpore les dispositifs classiques qui doivent lui permettre de résister au vent : ancrage au sol, contreventements, ossature boulonnée, continuité de la chaîne des efforts notamment à hauteur de la jonction entre les murs et la charpente, fixation renforcée de la couverture, courts pilotis, ouvertures appropriées (photos 12, 13, 14).

En second lieu, l'État a décidé l'application de nouvelles normes de construction aux bâtiments publics, les rendant capables de résister à des vents supérieurs à 200 km/h. Le surcoût de construction qui en résulte est compris entre 3 et 10 % suivant les cas. Aux Tuamotu, le coût des cyclones pour les bâtiments publics (dont la construction et l'entretien sont assumés aux 2/3 par le Gouvernement local, au tiers environ par l'État Français) a été de 1,65 million de F.F., dont près de la moitié a été consacrée à la mise aux normes nouvelles de bâtiments existants, le reste à leur réparation. Ces chiffres ne concernent pas les bâtiments publics communaux dont la construction et la réparation sont intégralement à la charge de l'État.

Enfin, dès avant la fin de la saison cyclonique 1982-83, la décision était prise de lancer dans les atolls un programme de construction d'abris collectifs d'un



PHOTOS 12 et 13. — Logements modulaires de l'A.T.R. en cours de construction (octobre 1984), et en novembre 1986 dans le nouveau village de Tuuhora (Anaa)

coût global de 16,5 millions de F.F. portant sur 11 atolls. L'année suivante, une extension de programme portait sur 2 autres atolls pour un coût de 5,5 millions de F.F. (9). En fait, 18 mois après les cyclones, 26,5 millions de F.F. avaient été réservés pour cette opération, dont 5,7 en crédits d'État pour des bâtiments à usage communal, et 20,8 en crédits imputables au budget du Territoire pour des bâtiments publics destinés à d'autres fonctions, outre celle de refuge.

Les normes communes retenues pour ces abris collectifs doivent leur permettre de résister à des vents de 300 km/h. Ils sont construits de manière à pouvoir supporter une pression de l'eau de 4 tonnes par m² sur 3 m au-dessus du sol et des chocs équivalents à l'application d'une force de 5 tonnes. A l'intérieur,

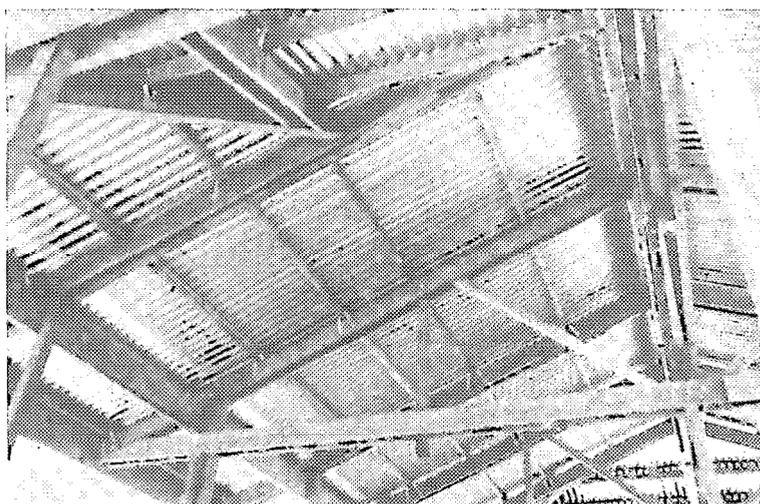
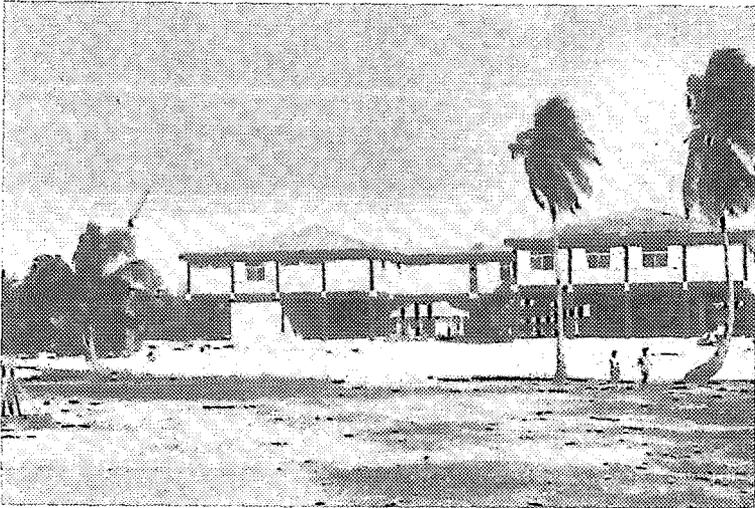
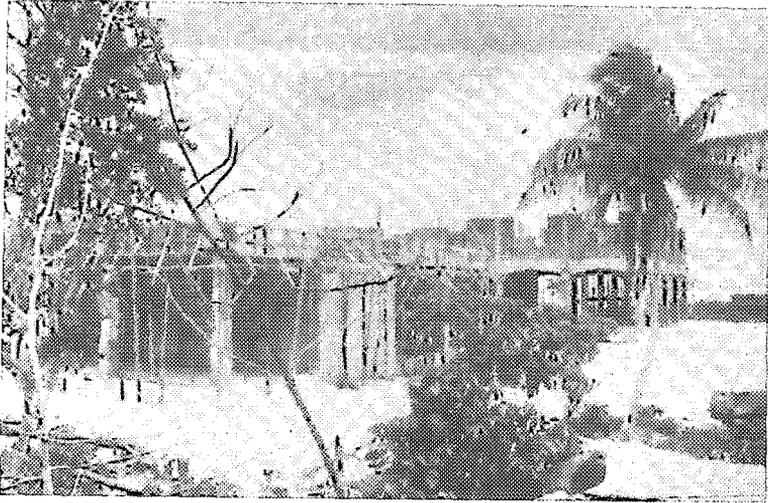


PHOTO 14. — Détail de l'ossature boulonnée et des dispositifs de consolidation de la charpente dans les logements A.T.R.

chaque habitant dispose de 1 m². Dans la majorité des cas, ces abris serviront soit de mairie, soit d'infirmerie en temps ordinaire. Dans certains cas, ils associeront ces deux fonctions. Tel est le cas de l'abri d'Anaa, implanté sur le site du nouveau village. Dans le cas de ces fonctions multiples, le financement est partagé entre le Territoire et l'État.

Le refuge collectif d'Anaa, le plus coûteux (4,45 millions de F.F.) est composé de deux corps de bâtiments réunis par une passerelle fermée. Les zones d'abri sont élevées sur des pilotis de 35 cm de section à 3 m au-dessus du sol. Ces pilotis sont ancrés dans une semelle de béton à une profondeur de plus de 1 m. Comme le plancher de la zone d'abri, le plafond est constitué par une dalle de béton. La cohésion est assurée par une armature modulaire de poutres. L'un des modules entre les pilotis (3,8 × 3,8) est occupé par une cage d'escalier à murs de béton et une citerne, qui jouent le rôle de noyau rigide de la structure sur pilotis. Les murs de la zone d'abri sont en parpaings de béton (photos 15-16). L'ensemble est couvert d'un toit de tôle peinte nervurée, destiné à sauvegarder une certaine unité esthétique avec le village voisin et à assurer la collecte de l'eau de pluie. En outre, ce toit supporte les panneaux solaires pour la production de l'énergie électrique. Il a été prévu que, dans la plupart des cas, les abris pourraient aussi incorporer la salle de transmissions radio, les cyclones de 1983 ayant révélé à cet égard l'insuffisance fréquente des installations existantes.

Le programme de construction des abris collectifs des Tuamotu a été freiné, beaucoup plus semble-t-il pour des raisons tenant aux particularités des atolls que pour des raisons budgétaires. En premier lieu, il s'est avéré malaisé de trouver des entrepreneurs disposés à ouvrir des chantiers importants dans les conditions logistiques difficiles offertes par ces îles. Ensuite et surtout, la question du terrain a presque toujours retardé, voire bloqué l'ouverture des chantiers, obligeant les autorités à entamer des procédures d'expropriation longues et délicates. En septembre 1984, 6 des 10 chantiers prévus initialement n'avaient pu être ouverts pour cette seconde raison et les réticences des entrepreneurs à répondre aux appels d'offre avaient consacré le retard des autres. L'abri d'Anaa, le plus avancé, n'avait été mis en chantier que 15 mois après le dernier cyclone. Avec celui de



PHOTOS 15 et 16. — Chantier de l'abri collectif du nouveau village de Tuuhora à Anaa (octobre 1984), et abri achevé (novembre 1986)

Fangatau, commencé peu après, on espérait que l'ouverture d'autres chantiers permettrait peut-être l'achèvement de quatre refuges en 1984. C'était seulement le cas en juillet 1986, tandis que la construction de six refuges était en cours et que le programme initial avait été étendu à 15 atolls.

Les dépressions cycloniques ont épargné les Tuamotu depuis 1983. Mais ces phénomènes, qui ont contribué depuis quelques millénaires à l'édification comme à la destruction des atolls, demeurent pourtant une partie intégrante de leur environnement avec laquelle il faut compter. Ni la maîtrise accrue de la prévision météorologique à court terme, ni les espoirs d'une prévision à moyen terme fondés sur une meilleure compréhension des relations entre l'Océan et l'atmosphère dans le domaine intertropical, ne permettent de négliger dans ces îles la prévention et la protection des établissements humains.

Contrairement à la situation décrite par LESSA à Ulithi il y a vingt ans, les cyclones de 1983 ne paraissent pas, en dépit du choc qu'ils ont occasionné, avoir accéléré l'acculturation, déjà largement acquise, de la société Paumotu. Tout au plus ont-ils contribué à renforcer sa dépendance vis-à-vis de l'extérieur. Or, si la fin de l'isolement a consacré depuis longtemps dans les atolls les changements des conditions d'existence, la précarité du milieu demeure. Comme dans les autres espaces marginaux de la planète (pôles, déserts), l'homme doit se montrer ici strictement économe des ressources disponibles. En ce sens, la manifestation d'un risque de faible fréquence peut agir comme un révélateur. En mettant en évidence la contingence apparente de certains rythmes de la nature, elle souligne clairement, dans ce type de milieu, les limites de la vitalité de celle-ci et partant, les impératifs de sa protection.

Mais dans des conditions aujourd'hui aussi artificielles que celles des Tuamotu, de tels événements peuvent accroître la tentation des habitants de s'en remettre entièrement à la solidarité collective pour sauvegarder les cadres matériels d'un genre de vie déjà bien éloigné de celui résultant de la sélection opérée jadis par la seule conjonction des distances océaniques et des tempêtes.

Les efforts entrepris sur place pour la création de ressources nouvelles, la maîtrise de ressources potentielles (énergies renouvelables) vont au contraire dans le sens d'un affranchissement, mais dans le contexte toujours risqué d'une spécialisation accrue, qui reproduit celle de l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

- ALKIRE (W.-H.), 1978. — Coral Islanders. Worlds of Man. Studies in cultural Ecology AMH Publishing Corp. 164 p.
- BAGNIS (R.), 1981. — L'ichtyosarcotoxisme de type Ciguatera. Processus biologiques connus et perspectives au seuil des années 80. *Ann. Inst. Océanogr.* 57 (1) : 5-24.
- BLUMENSTOCK (D. I.), 1958. — Typhoon effects at Jaluit Atoll in the Marshall Islands. *Nature* n° 4645. V. 182. Nov. 8 : 1267-1269.
- BLUMENSTOCK (D. I.) Ed., 1961. — A report on typhoon effects upon Jaluit Atoll. *Atoll Research Bulletin* n° 75. 15/04. 105 p.
- BLUMENSTOCK (D. I.), FOSBERG (F. R.), JOHNSON (C. G.), 1961. — The Re-Survey of Typhoon effects on Jaluit Atoll in the Marshall Islands. *Nature* n° 4765. V. 189. Feb. 25 : 618-620.

- FRANCO (A. B.), HAMNETT (M. P.), MAKASIALE (J.) and contribution of SERE (K.), SEUI (F.), STAFF (R.), ROUGHAN (J.), DUPON (J.-F.), MATSUMOTO (K.), 1982. — Disaster preparedness and Disaster Experience in the South Pacific. Pacific Islands Development Program. East West Center. Honolulu, Hawaii, 380 p.
- DUPON (J.-F.), 1984. — Where the exception confirms the Rule : The cyclones of 1982-1983 in French Polynesia. *Disasters* 8.1.1984 : 34-47.
- DUPON (J.-F.), 1985. — Disaster preparedness and disaster experience in French Polynesia. Pacific Islands Development Program. East West Center. Honolulu. Hawaii, 86 p.
- EMORY (K. P.), 1975. — Material culture of the Tuamotu archipelago. *Pacific Anthropological Records* n° 22 Dept. of Anthropology. Bernice P. Bishop Museum. Honolulu. Hawaii. 253 p.
- Équipe pluridisciplinaire de recherche du Service Mixte de contrôle Biologique. Direction des Centres d'Expérimentation Nucléaires, 1972. — Le Monde vivant des Atolls. Polynésie Française, Tuamotu-Gambier. *Publication de la Société des Océanistes*, n° 28. Musée de l'Homme. Paris. 147 p.
- FOSBERG (F. R.), 1953. — Vegetation of Central Pacific Atolls, a brief summary. *Atoll Research Bulletin* n° 23 : 1-26.
- HARMELIN-VIVIEN (M.), 1985. — Présentation générale de l'atoll et description des sites de l'excursion du 5^e Congrès international sur les récifs coralliens. In Contribution à l'étude de l'atoll de Tikehau. Centre ORSTOM de Tahiti. *Notes et Doc. d'Océanogr.* n° 24 : 2-50.
- INSEE, 1984. — Résultats du recensement de la population du 15 octobre 1983. Polynésie Française. Paris : 1-125, 1-134.
- INTERTECT, 1982. — Improvement of low cost housing in the Cook Islands to withstand tropical storms. mimeo. Dallas. Texas. 72 p. Study and recommendations prepared for office of U.S. Foreign Disaster Assistance. AID. App. V, pp. 60-72 : Protection of settlement on atolls from storm surges.
- JAMET (R.), 1985. — Les sols de l'atoll. In Contribution à l'étude de l'atoll de Tikehau. Centre ORSTOM de Tahiti. *Notes et Doc. d'Océanogr.* n° 24 : 98-113.
- LABOUTE (P.), 1985. — Évaluation des dégâts causés par les passages des cyclones de 1982-83 en Polynésie Française sur les pentes externes des atolls de Tikehau et de Takapoto (archipel des Tuamotu). *Actes du 5^e Congrès international sur les Récifs Coralliens*, vol. 3 : 323-329.
- LESSA (W. A.), 1964. — The social effects of typhoon Ophelia on Ulithi (Carolines). *Micronesica*, vol. 1, nos 1-2 : 1-47.
- NEWELL (N. D.), 1954. — Expedition to Raroia, Tuamotus. *Atoll Research Bulletin* n° 31. Nov. 30 : 1-21.
- SIMPSON (R.-H.), RIEHL (H.), 1981. — The hurricane and its impact. Basil Blackwell. Oxford. 398 p.
- SPC, 1982. — Regional technical meeting on Atoll Cultivation (Papeete, Tahiti, French Polynesia 14-19/04/1980). SPC Technical paper n° 180, 242 p. Nouméa, 1982-02. Contributions by NEWHOUSE (J.), JAMET (R.), MEYER (X.), GUÉRIN (M.), RAVAU (F.), DELEBECQUE (P.) et al., CHAZINE (J.-M.), GROS (R.).
- STODDART (D. R.), 1969. — Reconnaissance geomorphology of Rangiroa Atoll Tuamotu Archipelago. *Atoll Research Bulletin* n° 125. March 30 : 1-31.
- TRACEY (J. I.), ABBOTT (D. P.), ARNOW (T.), 1961. — Natural history of Ifaluk Atoll : Physical environment. B.P. Bishop Museum. *Bulletin* 222. Honolulu. 75 p.

Notes

- (1) KWAJALEIN, en Micronésie (îles Marshall), est le plus grand atoll du Pacifique Nord et du monde : 2 335 km².
- (2) Interviennent aussi, dans le cas particulier des sols d'atolls, les apports organiques et minéraux des oiseaux marins, des crustacés terrestres, de l'homme enfin lorsqu'il s'implante et dont l'action ambivalente est à la fois d'enrichissement et d'appauvrissement du milieu.
- (3) Les 200 habitants du village de l'atoll de Napuka (Tuamotu du Centre) étaient alimentés en eau douce au début de ce siècle par un puits de 2 m de profondeur fournissant 20 à 40 litres d'eau par jour à ses 25 foyers (EMORY, 1975).
- (4) Les 18 ha de fosses à taros de Takapoto, offrant une surface « utile » de moins de 5 ha auraient permis de satisfaire les besoins de plus de 300 habitants au XVIII^e siècle, selon cet auteur.

(5) Cyclones	Nano	Orama	Reva	Veena	William
Part du total des dommages pour les Tuamotu lors de chaque cyclone en 1983.....	57	83	15	7	100 (en %)
Part correspondante de chaque cyclone dans le total des dommages en Polynésie Française.....	5	14	21	57	1 (en %)

(Source : *Protection Civile*)

- (6) STODDART (1969) fait état de blocs de plus de 100 m³ charriés sur le platier dans la partie ouest de Rangiroa.
- (7) P. LABOUTE, communications personnelles.
- (8) L'annexe au plan ORSEC de la Protection Civile pour la Polynésie Française recommande désormais d'amarrer les bateaux transportables au point le plus haut des atolls à des cocotiers coupés à 2 m de hauteur. Beaucoup de bateaux paraissent avoir été perdus en 1983 faute de précautions suffisantes.
- (9) Il s'agit des atolls d'Anaa (400 hab.), Arutua (249 hab.), Fakahina (86 hab.), Fangatau (165 hab.), Hereheretue (22 hab.), Kaukura (211 hab.), Manihi (313 hab.), Napuka (264 hab.), Nukutavake (139 hab.), Puka Puka (166 hab.), Reao (291 hab.), Tureia (136 hab.), Vahitahi (90 hab.), Vairaatea (68 hab.). Un abri était également envisagé à Hao (913 hab. en 1983). La réalisation de la totalité du programme intéresserait 30 à 40 % de la population de l'archipel.

ANNEXE

Une enquête a été conduite moins d'un an après les cyclones à Kaukura par Roy WITHERS, étudiant de Maîtrise à l'Université de Waikato (Hamilton, Nouvelle Zélande) sur les attitudes mentales de la population face au risque et à la reconstruction, dans le cadre du programme CORDET. On en trouvera ci-après quelques conclusions.

Cet atoll, un des plus proches de Tahiti (350 km), comptait 210 habitants en 1983. Les 3/4 des chefs de famille ont été interrogés. L'enquête a révélé la méconnaissance profonde du phénomène par les adultes pourtant informés de la destruction du village de Kaukura par le cyclone de 1906 grâce à la tradition orale. Les consignes de protection diffusées avant le cyclone Orama (février 1983), qui fut le premier ressenti et le plus dévastateur de la série, n'ont pas été appliquées dans leur intégralité. Les habitants déclarent avoir assimilé le cyclone annoncé à un coup de vent assez fort faute de l'expérience d'un phénomène d'ampleur analogue au cours de leur vie. Les bateaux ont été tirés au sec et quelques habitations haubannées mais aucune provision particulière d'eau et de nourriture n'a été faite. De même est-ce seulement après le début du cyclone, et alors que les destructions se multipliaient, que le Maire (tavana) (dont l'autorité administrative se double de l'autorité religieuse conférée par sa fonction de diacre de l'église catholique), décide que la population se réfugiera dans l'école dont le bâtiment récent paraît le plus propre à résister. Dix personnes s'abriteront toutefois dans l'église catholique et ne la quitteront que juste avant la désintégration du bâtiment. Ces transferts de population ont pu se faire sans victimes, par chance, et en raison de la proximité des bâtiments dans le village.

Si l'expérience a été salutaire, révélant aux habitants qui ne la discutent plus la nécessité de la prévention, une majorité (19 sur 32) estime que de nouveaux cyclones ne se produiront pas avant très longtemps. Parmi eux, le maire, qui n'hésite pas à pronostiquer une périodicité de 77 ans fondée sur la succession 1906-1983. La plupart des autres, il est vrai, demeurent dans l'incertitude. A peine plus de 10 % des habitants attribuent une origine naturelle aux cyclones. Pour les autres, la relation, établie avec Dieu, est ambivalente : les catholiques âgés y voient une punition directe résultant d'infractions répétées aux lois chrétiennes. Plus nombreux sont ceux qui, écartant l'idée d'un Dieu vengeur, estiment simplement qu'un respect plus strict des « principes chrétiens » pourrait diminuer la probabilité de voir l'atoll touché par un cyclone. Pour les fidèles de l'église Sanito, la soumission est le corollaire de la perception du phénomène comme acte de Dieu, mais en même temps l'intervention divine peut être positive, en réponse à la foi et aux prières. Les leurs auraient écarté de Kaukura un autre cyclone, et la volonté divine se serait clairement manifestée par un signe (un arc-en-ciel rouge).

La même ambiguïté paraît avoir dominé les réactions des habitants concernant un éventuel départ de l'atoll à la suite de ces cyclones. La plupart considèrent Papeete comme le point de repliement naturel dans l'éventualité d'un départ et beaucoup paraissent avoir envisagé de partir. Mais très peu l'ont fait, et seulement de manière temporaire. R. WITHERS remarque un attachement profond et affirmé des habitants pour leur île. Il note que les secours ont été acheminés très vite de Tahiti et que la pénurie de nourriture et d'eau douce a été de courte durée. Par la suite, la reconstruction organisée par l'ATR est intervenue rapidement à la satisfaction générale, au moins pour l'habitat. Dans d'autres secteurs comme la pêche, le processus a été plus lent, ou marqué par un conflit entre les agents de l'administration et la population comme dans le cas de régénération de la cocoteraie, dont il est manifeste qu'elle porte en germe de multiples querelles foncières dans l'avenir en raison de l'opposition existant entre le principe coutumier de l'indivision, toujours vivant, et le découpage individuel de la loi française, dont la matérialisation sur le

terrain a d'ailleurs été bouleversée par les cyclones. De l'un comme de l'autre il n'a pas été tenu compte, au nom de l'urgence de la reconstitution des moyens de production.

R. WITHERS note enfin que le maire a joué de façon responsable son rôle de garant de la cohésion de la collectivité qu'il administre en organisant après les cyclones successifs des réunions publiques pour inciter les habitants à ne pas quitter Kaukura. Il a mis à cette occasion son autorité religieuse au service d'une cause défendue pour des raisons essentiellement politiques. Le fidéisme des Sanito, qui voient en toute situation une manifestation de la volonté de Dicu, à laquelle l'homme doit s'adapter par son travail au lieu de la contourner, a également joué dans un sens favorable. Un dernier élément favorisant le maintien de la population sur place a été l'étendue des dommages subis par Tahiti, principalement lors du cyclone Veena (avril 1983), qui a dissuadé les émigrants potentiels de gagner le chef-lieu. On remarquera le rôle qu'a pu jouer à cet égard l'information : radio, vidéo (cette dernière fait partie des équipements communaux) dans un atoll bénéficiant par ailleurs de bonnes liaisons avec Tahiti (un vol hebdomadaire de Twin-Otter et deux à trois bateaux par semaine, notamment pour l'approvisionnement en poisson du marché de Papeete).