

...qu'est-ce qu'un atoll ?

par Jan Newhouse

C'est le propre de l'homme de s'efforcer de définir avec précision la réalité qui l'entoure et de la répartir en catégories. On constate par ailleurs que ces tentatives sont souvent source de difficultés et de désaccords (par exemple, à partir de quelle altitude une colline devient-elle une montagne?). Il en va de même avec les différents types de récifs. Les définitions et classifications sont souvent le fruit d'une expérience personnelle limitée ou d'idées préconçues, plutôt que d'une étude de la grande variété des récifs existants. Il semble donc sage de rechercher une définition concrète de l'"atoll".

Le mot atoll lui-même vient du mot Malayalam "atolu", qui désigne un récif aux Iles Maldives. Toutefois, beaucoup d'entre nous ne considèrent pas que tous les atolls sont identiques à ceux des Maldives. Nous souhaitons également une définition moins restrictive que celle du dictionnaire selon lequel: "Un atoll est une île et un récif coralliens en forme d'anneau entourant entièrement ou presque un lagon". (Suivant cette définition, il faudrait exclure de notre examen des îles telles que Makatea, Helen Reef et Johnston. Par ailleurs, quel est le sens du mot "presque" dans cette définition?). Compte tenu de la variété de la topographie des atolls, les caractéristiques telles que l'existence d'îlots et de lagons ne devraient pas être citées dans la définition. Il s'ensuit également que nous souhaitons exclure les îles à caractéristiques minérales qui sont d'origine volcanique et d'autres types de récifs tels que les récifs frangeants et barrières et les "patates". La définition proposée est la suivante:

"Un atoll est un récif vivant séparé de la terre la plus proche d'origine volcanique par des eaux d'une profondeur supérieure à celle à laquelle peuvent vivre des coraux hermatypiques".

Les coraux hermatypiques, c'est-à-dire les coraux formant les récifs, sont des organismes symbiotiques. Ils sont envahis

par des algues photosynthétiques (zooxanthellae) qui ne peuvent survivre, prospérer et jouer leur rôle que dans la zone euphotique — c'est-à-dire dans la couche d'eau pénétrée par une énergie radiante suffisante pour permettre ces activités. Bien que l'épaisseur de cette couche d'eau varie d'un endroit à l'autre selon la turbidité, la profondeur généralement acceptée est de 80 mètres. Les récifs relativement peu profonds (frangeants et barrières) bordant les îles volcaniques sont donc automatiquement exclus, tout comme les "patates" qui se trouvent dans les lagons des atolls.

En tout état de cause, comme il s'agit ici essentiellement d'étudier les matériaux en grande partie calcaire se trouvant au-dessus des niveaux des marées hautes (*motu* ou ilot), qu'ils se trouvent sur un atoll ou un récif barrière, c'est cet aspect qui devrait être retenu.

Les considérations qui suivent sur l'origine des récifs (aussi bien les récifs barrières que les atolls) sont théoriques, mais bien étayées par les connaissances que nous avons acquises à partir des indices que l'on a maintenant recueillis.

Origine géologique

Les théories qui ont été avancées pour expliquer la nature des atolls sont tout aussi nombreuses que les définitions. Elles présupposent toutes une sinon les deux conditions suivantes: ou bien le socle sous-marin sur lequel repose le récif atollien et le niveau des eaux de l'océan ont été statiques durant la formation de l'atoll, ou bien ils ont subi des mouvements relatifs vers le haut ou vers le bas.

Etant donné que certaines de ces théories ne sont guère crédibles (par exemple, celles qui concernent les plates-formes coralliennes flottantes, le corail projeté par les vagues dans les fissures volcaniques à des profondeurs supérieures à 1.300 mètres), seules les principales théories suivantes seront retenues ici:

(a) *Troncature*. Cette théorie repose sur l'hypothèse selon laquelle une

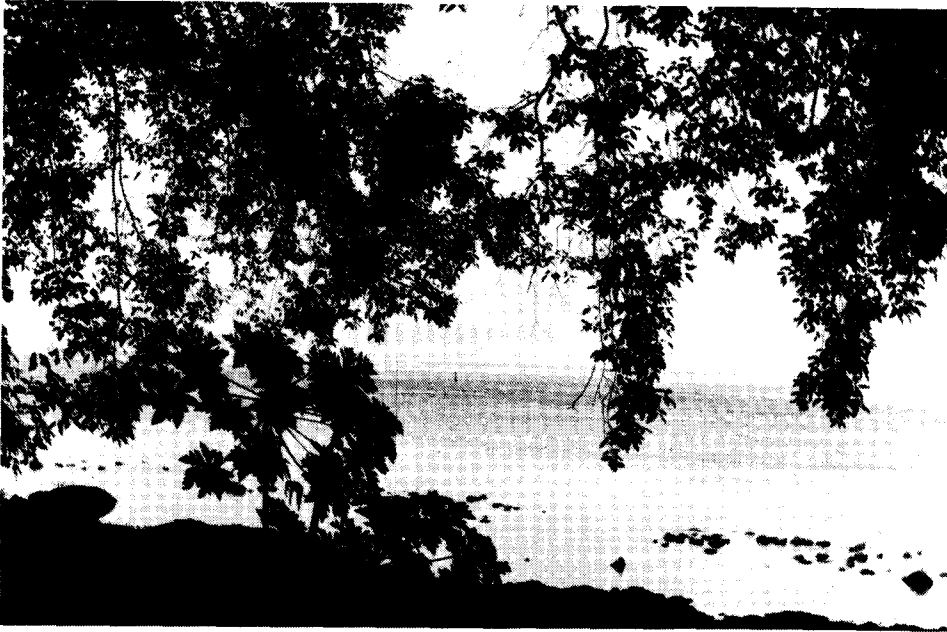
île volcanique élevée a subi la lente érosion des éléments atmosphériques et océaniques. Après érosion complète, la surface a été recouverte par des coraux formant le récif. On dispose de preuves suffisantes de l'inexactitude de cette théorie.

(b) *Plate-forme antérieure*. Cette théorie suppose qu'à un certain moment, le fond de l'océan s'est trouvé ou est parvenu dans la zone euphotique. Les coraux ont commencé à croître au fond et sont arrivés à la surface de l'océan (ou à proximité) pour former un atoll. Il se peut que plusieurs atolls des Caraïbes se soient constitués de cette manière.

(c) *Affaissement*. Une faille, une crevasse ou un "point chaud" s'ouvre au fond de l'océan et la lave s'en écoule. Si ce processus se poursuit pendant une très longue période géologique, deux phénomènes en résultent: tout d'abord, le socle s'enfoncé lentement en raison du poids de la nouvelle masse volcanique et ensuite, celle-ci peut ultérieurement atteindre ou dépasser la surface.

Si la nouvelle île se trouve dans une zone océanique où un développement récifal peut se produire, il s'ensuit quatre activités: la croissance de l'île peut se poursuivre (comme c'est le cas à Hawaï), l'affaissement est un processus continu, les récifs frangeants se développent et l'érosion atmosphérique freine la croissance des récifs là où se produit un écoulement d'eau douce. Si l'île continue de s'enfoncer plus rapidement qu'elle n'est alimentée par le flux continu de lave, il en résulte un large "récif tabulaire" ne comportant aucun matériau d'origine volcanique au-dessus de la surface de l'océan.

Nous supposons que de tels processus ont commencé il y a des millions



Magnifique vue du lagon de Huahine, en Polynésie française.

d'années et qu'ils se poursuivent encore aujourd'hui. Les caractéristiques océaniques qui en résultent et que nous observons aujourd'hui sont de quatre ordres, mais avant de les examiner, il conviendrait d'étudier les mouvements eustatiques se produisant au niveau de l'océan.

L'anhydride carbonique (CO_2) fait écran, retenant la chaleur provenant de l'énergie radiante qui atteint la surface terrestre. On le trouve aussi bien dans l'atmosphère que dissout dans l'océan. Supposons que nous soyons à une période où le niveau de l'océan est bas — c'est-à-dire en période froide, durant laquelle une grande partie de l'eau est retenue aux pôles sous forme solide. Cela signifie qu'il y a moins d'eau dans les océans et que l'atmosphère contient une quantité relativement importante de CO_2 . Dans ces conditions, la température de la terre commencera à augmenter, les glaciers et les régions polaires fondront et le niveau de l'océan s'élèvera. Parallèlement, davantage d'eau sera disponible sous forme liquide pour la solution de CO_2 , la quantité de CO_2 dans l'atmosphère diminuera et la terre se refroidira.

Tous les éléments dont on dispose laissent penser que la terre est passée par cette série de phases, les plus récentes diminutions et élévations sensibles de niveau étant respectivement de 100 et 80 mètres.

Compte tenu de ce qui précède, il est maintenant possible de définir les quatre

caractéristiques océaniques cités plus haut:

- (1) Supposons qu'une île se soit enfoncée jusqu'au stade du récif tabulaire *après* la dernière élévation importante du niveau de

- l'océan, nous nous attendrions dans ce cas à trouver un récif plat, sans lagon (par exemple, Oeno).
- (2) Si l'île s'est enfoncée aussi bien pendant la diminution que l'élévation de niveau et qu'elle reste cependant au-dessus du niveau de l'océan, on s'attendrait à ce qu'un récif barrière se soit développé à la limite de l'ancien récif frangeant érodé (par exemple, Palau, Truk, Huahine).
 - (3) Si tous les éléments volcaniques avaient disparu avant les dernières diminutions et élévations sensibles de niveau, on s'attendrait à ce qu'un nouveau récif se soit développé à partir de l'ancien récif tabulaire. Dans ce cas, on observerait un lagon classique dans un atoll, conformément à la définition du dictionnaire (par exemple, Nukuoro, Paluwat, Manihi).
 - (4) Si toutefois, des forces tectoniques ont joué en dehors de l'élévation et de l'enfoncement eustatiques, on peut s'attendre à un certain nombre de formes variées (par exemple, Oroluk, Nauru, Swain).

La question qui nous intéresse ici étant la culture sur les îlots, il importe de souligner qu'il existe six moyens par lesquels des matériaux peuvent parvenir sur un récif situé au-dessus du niveau de la marée haute.



La fabrication d'une pirogue à Majuro (Iles Marshall).

- (1) Exceptionnellement, les alluvions d'une haute ile voisine peuvent s'amasser sur son récif frangeant. (Par exemple, Temae, à Moorea) et cela a également été le cas de Fetuna à Raiatea après le cyclone de mai 1978.
- (2) On peut observer des vestiges dus à l'érosion consécutifs au dernier abaissement du niveau de la mer (environ deux mètres) survenu il y a trois mille ans. Ces vestiges sont appelés rochers de plage ou conglomérats et sont présents à la périphérie de nombreux atolls ou même sur des "patates" (par exemple, Takapoto).
- (3) En raison du mouvement du lit de l'océan, des matériaux récifaux peuvent être élevés très au-dessus du niveau actuel des eaux (par exemple Makatea).
- (4) Des matériaux peuvent être introduits de l'extérieur par accident — par exemple des pierres ou des cailloux pris dans les racines d'un bois flottant ou de la pierre ponce ayant dérivé.
- (5) Des matériaux peuvent être introduits par l'homme. C'est le cas de la terre à Enewetak, Wake, Canton (cette terre servant souvent de remblai) et des objets de basalte prisés par les habitants aborigènes.
- (6) L'action des tempêtes. C'est de loin, la principale origine des matériaux des îlots — tels que les carbonates de magnésium et de calcium provenant des récifs qui sont déposés par de fortes vagues. Il est paradoxal de constater que les phénomènes qui sont les plus redoutés par les habitants des atolls sont en même temps ceux qui leur apportent leur terre nourricière.

Facteurs climatiques

Bien qu'en théorie, les atolls exercent une certaine influence sur les conditions météorologiques et le climat qui sont les leurs, les études qui ont été faites ne sont pas suffisamment approfondies ni précises pour permettre de connaître ces effets du point de vue statistique. Comme en tout état de cause, ceux-ci ne peuvent être que secondaires, il suffit d'indiquer que les atolls sont soumis aux conditions générales propres à la zone dans laquelle ils sont situés.

"Le climat de la zone où sont situés les atolls océaniques est océanique et tropical. La température de l'air varie donc d'environ 20° par an, cette amplitude s'accroissant légèrement lorsqu'on se rapproche des 15 - 20° de latitude Nord et Sud. Les vents sont

essentiellement des alizés et des vents liés aux dépressions cycloniques. Aux extrémités occidentales de cette zone, les masses d'air continentales de l'Asie et de l'Australie constituent un facteur qui intervient également. L'humidité relative moyenne est élevée mais les températures élevées sont modérées par les brises qui rafraîchissent les atolls. Les conditions climatiques des atolls sont rarement pénibles là où il y a exposition aux vents dominants".

variables: elles varient d'une région du Pacifique à une autre, suivant les saisons et les années. Le tableau 1 indique l'importance relative (moyenne) des précipitations annuelles dans les principaux archipels comportant des atolls. Tous les chiffres ont été arrondis.

La variabilité suivant les saisons et les années est extrêmement importante, presque autant que la moyenne générale des précipitations. Etant donné que des sécheresses se produisent même sur les

TABLEAU 1: PRECIPITATIONS MOYENNES DANS LES ATOLLS

Archipel	Précipitations en cm
Marshall	140 (Enewetak) à 400 (Jaluit): les précipitations diminuent du sud au nord.
Caroline Iles de la Ligne	200-300 70-330, les atolls méridionaux étant plus secs que ceux qui sont situés plus au nord.
Cook	200-280
Tokelau	300
Phoenix	40-130
Gilbert	100-300
Tuvalu	230-360
Tuamotu	120-190

Dans l'hémisphère nord, les vents de surface sont surtout des vents d'est et les tempêtes sont rares. Bien que celles-ci soient un peu plus fréquentes dans l'hémisphère sud, et qu'elles se produisent plus souvent dans le Pacifique occidental, là aussi les vents soufflent généralement de l'est.

Les précipitations sont nettement plus

atolls les plus arrosés et que le taux de variation peut être important, il est capital de tenir compte de ces extrêmes lorsque l'on étudie la question des cultures. A titre d'exemples du caractère saisonnier des précipitations, on peut citer: les Tokelau où la saison sèche va d'avril à septembre, les Tuamotu où elle va de mai à octobre.



Terrain remblayé planté de cocotiers et d'arbres fruitiers à Tarawa (Kiribati).

De graves sécheresses annuelles constituent le phénomène le plus marqué. A Onotoa, les précipitations annuelles vont de 17 à 220 cm. On peut citer également comme exemple Fanning (70–530 cm), Penrhyn (90–380 cm) et Malden (10–240 cm). Il est évident que ces phénomènes météorologiques extrêmes ont beaucoup plus d'importance sur les atolls que sur des îles hautes. Les habitants des atolls savent depuis longtemps que les deux phénomènes naturels les plus redoutables sont les tempêtes, qui s'accompagnent généralement d'un excès d'eau et les sécheresses, qui ont les conséquences inverses.

Bien que les relevés météorologiques soient beaucoup plus complets depuis quelques décennies, il n'existe à ma connaissance aucun organisme qui ait recueilli et coordonné des données en vue de la culture sur les atolls. Il est évident que des études comparatives sur les cultures effectuées sur plusieurs atolls doivent comporter des relevés météorologiques portant sur la période de culture et la période antérieure, et il serait par conséquent utile de disposer d'un centre de documentation centralisant ces données.

Il conviendrait d'enregistrer chaque jour puis d'analyser les données concernant l'humidité et la température, l'ensoleillement et l'évaporation, les précipitations et le vent afin de rechercher aussi bien des corrélations à court terme que des phénomènes cycliques. (Ces derniers pouvant permettre de faire des prévisions).

Ressources en eau douce

Six sources d'approvisionnement en eau seront examinées bien que du point de vue de leur volume, plusieurs d'entre elles soient tout-à-fait insuffisantes pour permettre des cultures ou une irrigation sur place.

- (a) Le cocotier. Cet arbre sert certainement depuis plusieurs milliers d'années de principale source d'eau potable. Tout bien considéré, c'est l'élément le plus sûr à cette fin, notamment pour l'avenir.
- (b) Les habitants des atolls ont mis au point une technique pour recueillir dans des réservoirs l'eau ruissellant au-dessous des cocotiers. D'une façon générale, une feuille de cocotier était fixée à la base de l'arbre, près du sol. Elle était introduite dans des récipients tels qu'une noix de coco, un bol en bois ou une coquille de *Tridacna*.
- (c) Le captage des eaux au-dessus du niveau du sol est encore pratiqué



L'eau douce est souvent rare sur les atolls.

de nos jours, mais d'une façon plus fréquente et beaucoup plus efficace. Les toits galvanisés et les gouttières captent et dirigent l'eau dans des citernes de dimensions et de construction variées. Dans certains cas, on filtre cette eau pour éliminer les corps étrangers (par exemple les lézards et les feuilles) et les réservoirs sont recouverts pour ne pas servir de gîtes aux moustiques. A des fins directement humaines, cette technique est plus largement pratiquée que toute autre sur les atolls.

- (d) Sur un atoll, l'eau peut-être captée comme indiqué plus haut, s'évaporer de la surface de la terre, être perdue par l'évapotranspiration des plantes, s'écouler vers la mer ou le lagon (en petite quantité), contribuer à la saturation de la matrice constituant un îlot ou s'infiltrer jusqu'à la nappe phréatique.

En fonction des trois variables suivantes: dimension et forme de l'îlot (la forme est au moins aussi importante que la dimension), les précipitations (aussi bien la fréquence que la quantité) et la perméabilité, une lentille d'eau douce de dimensions et de stabilité variables se formera sur la couche d'eau salée sous-jacente. Cette lentille aura tendance à flotter en raison de la différence de densité entre l'eau douce et l'eau salée. Cette

lentille d'eau (souvent appelée lentille de Gyben-Herzberg) comporte une partie au-dessus du niveau moyen de la mer pour quarante parties au-dessous, elle est en équilibre dynamique (fonction du mouvement des marées, des précipitations, de l'évaporation et du prélèvement exercé par les plantes et les hommes) et elle dure relativement moins longtemps que les nappes phréatiques des îles hautes.

“D'autres complications interviennent lorsque l'on veut effectuer l'inventaire des stocks d'eau. En particulier, du fait du brassage résultant des marées, il existe parfois seulement une couche relativement mince d'eau très douce, par-dessus une profonde zone intermédiaire d'eau de plus en plus saumâtre (en fonction de la profondeur. Ce brassage peut être affecté par la structure géologique de l'îlot). Il existe certains obstacles fondamentaux à l'exploitation des eaux souterraines d'une île. Il est tout-à-fait évident que le prélèvement annuel moyen doit être inférieur à la réalimentation moyenne étant donné qu'une partie des apports d'eau est inévitablement perdue du fait du processus de brassage naturel, etc. Un autre problème, peut-être moins évident, est lié au prélèvement de tout ou partie de l'eau potable de la lentille ou d'une partie de celle-ci. Cette eau est partiellement remplacée par de l'eau plus salée de la zone intermédiaire et lorsque la lentille est réalimentée, une partie du sel reste dans les sédiments et se mélange aux

nouveaux apports d'eau. Si ce phénomène se répète, il entraîne une augmentation progressive de la salinité des eaux de surface, même si le volume effectif de l'eau douce est remplacé chaque année. Un problème connexe est celui de l'apport d'eau salée si les taux de prélèvement sont trop élevés; une large et mince lentille d'eau potable ne peut être pleinement utilisée par pompage intensif en quelques points isolés car cela fera monter l'eau saumâtre plus rapidement que l'eau douce ne pourra être réalimentée (puits latéral). La technique appropriée consiste à prélever lentement de l'eau sur une surface aussi grande que possible. Enfin, il faut bien voir que si un système de lentille contient comme stock équilibrant environ dix années de réalimentation, il sera possible de prélever l'eau excédentaire pendant plusieurs années avant l'épuisement . . . sans gestion prudente, il sera possible d'obtenir un taux de production plus élevé que cela ne sera effectivement possible à long terme".

L'exploitation de la lentille a une importance capitale qu'il s'agisse d'utiliser son eau pour des plantes poussant à la surface (par exemple, arbre à pain), dans des fosses (par exemple, taro) ou pour l'irrigation. En tant que système naturel, la lentille doit être comprise sous tous ses aspects actuels, et compte tenu des variations saisonnières et des moyennes à long

terme. Des paramètres particulièrement intéressants sont ceux qui concernent les précipitations, l'évaporation, les réactions aux marées et la teneur en chlore. Compte tenu de cette mesure et des chiffres exacts relatifs à l'exploitation humaine, un budget de l'eau douce pourra être établi.

Il convient de signaler que la partie la plus épaisse d'une lentille est généralement plus proche de la rive du lagon que de l'océan. Cela s'explique par le fait que les particules plus petites constituant un îlot se trouvent plus près du lagon, les îlots étant constitués par des matériaux apportés par les tempêtes, les plus petites particules sont portées plus loin. En outre, les rives des lagons sont souvent soumises à des courants locaux qui apportent et déposent des particules.

(e) Il existe visiblement une possibilité de distillation qui permettrait d'augmenter les ressources naturelles en eau douce. Des moyens très techniques fondés sur des carburants ne sont certainement ni rentables ni recommandables, mais des systèmes simples et pourtant éventuellement utilisables sur une grande échelle, et faisant appel à de la peinture noire, des tissus ou du plastique pourraient fournir l'eau nécessaire

à la consommation humaine et permettre ainsi l'utilisation exclusive de l'eau "naturelle" pour les cultures.

Ainsi, compte tenu des stocks d'eau douce, trois programmes et/ou études de contrôle sont recommandés ici en vue de la culture sur les atolls:

- relevés concernant les précipitations, l'évaporation et l'ensoleillement,
 - mesures concernant la lentille proprement dite et également facteurs affectant cette dernière,
 - faisabilité de la distillation et notamment, faisabilité des sources d'approvisionnement en matériaux requis.
- (f) Enfin, il est possible d'apporter de l'eau douce de l'extérieur sur un atoll. Il faut signaler que pour les spécialistes de l'étude des ressources, l'eau est considérée comme la ressource la moins économique, quoique peut-être la plus importante. Le projet de remorquage d'icebergs de l'Antarctique en Arabie Saoudite a échoué pour des raisons économiques, bien que les Saoudiens aient de gros moyens financiers et que les icebergs soient gratuits! □

...aperçus sur quelques atolls du Pacifique

par Michel Lambert
Agronome tropical

1. ILES COOK

Les Iles Cook sont situées à peu près à l'est de Tonga, au-dessus du Tropique du Capricorne. Elles se composent de sept atolls coralliens au nord — Pukapuka, Nassau, Palmerston, Suvarrow, Rakahanga, Manihiki et Penrhyn — et de huit îles volcaniques au sud: Rarotonga, Mangaia, Atiu, Mauke, Mitiaro, Aitutaki, Manuae et Takutea.

Les habitants des Iles Cook ont le droit de s'établir et de vivre en Nouvelle-Zélande: c'est une histoire qui remonte aux premiers temps où leurs ancêtres, naviguant dans leurs pirogues de guerre, abordèrent par hasard à une île étrange

qui est maintenant la Nouvelle-Zélande. Les Iles Cook comptent environ 25.000 habitants, non compris ceux qui vivent actuellement en Nouvelle-Zélande.

Dans le domaine de l'agriculture, les Iles Cook vivent essentiellement de l'exportation de fruits et de légumes. Les îles du nord s'attachent surtout à la culture du coprah et à la pêche des nacres, tandis que les îles du sud fournissent la majeure partie des fruits et légumes. Les produits agricoles sont exportés surtout vers la Nouvelle-Zélande. Les îles du nord ont des problèmes de production très semblables à ceux des autres atolls du Pacifique.

2. ETATS FEDERES DE MICRONESIE (i) Ponape

Ponape, l'un des quatre Etats fédérés de Micronésie, se compose d'une île haute et de huit atolls (Oroluk, Pakin, Ant, Mokil, Pingelap, Ngatik, Nukuoro et Kapingamarangi). Les terres émergées, d'une superficie totale d'environ 420 kilomètres carrés, sont dispersées sur 440.000 kilomètres carrés d'océan, entre l'Equateur et 12° de latitude Nord et entre 154° et 166° de longitude Est. Le climat maritime, tropical humide, se caractérise par des températures et une humidité constamment élevées et une très forte moyenne de précipitations.