

Aucune de ces trois techniques possibles ne risque d'introduire de l'eau salée dans une lentille d'eau douce existante. Il est évident que cela doit être évité à tout prix; d'une part, ce serait une absurdité — la dernière chose qu'on veut faire est d'accroître la salinité de la lentille —, d'autre part, l'eau tombant sur le sol entraînerait dans la lentille le sel déposé par les embruns.

Deux points concernant ces aspects de la culture méritent d'être soulignés.

- (1) Il y a des moyens d'accroître les réserves naturelles d'eau douce. Pour savoir si cela est rentable, il faut essayer toutes sortes de méthodes mises au point jusqu'ici et en trouver éventuellement d'autres adaptées à la structure et aux ressources d'un îlot.
- (2) Le mieux, lorsqu'on arrose avec de l'eau salée, est de le faire dans des récipients d'un genre ou d'un autre (îlot entièrement consacré à la culture, bacs, cuvettes ou

bassins en ciment, ou colonnes verticales). Il serait bon également d'étudier l'intérêt des enclos (pour limiter l'action des ravageurs et augmenter la température et l'humidité).

Enfin, voici quelques réflexions sur les cultures elles-mêmes.

Ce n'est pas faire preuve de bon sens que d'attendre d'un atoll qu'il se prête à cultures commerciales extensives. Les prix ne seront sans doute pas compétitifs, il y a des problèmes de transport et de distribution et enfin, il faut des débouchés sûrs. Il y aurait lieu d'insister avant tout sur la production destinée à satisfaire les besoins des habitants des atolls, du point de vue de leurs goûts et de leur bon équilibre alimentaire.

On peut envisager l'hybridation pour répondre aux niveaux de tolérance spécifiques fixés par les paramètres importants pour la culture sur atolls. Cela se fait depuis longtemps ailleurs et semble mériter la peine d'être étudié.

L'hybridation, les besoins d'engrais, etc., ont fait l'objet de nombreux travaux concernant les cultures de zone tempérée. La sélection elle-même (opérée sur toute une gamme génétique à l'intérieur d'une même espèce, par exemple le goyavier) s'est révélée très avantageuse. Je suis convaincu qu'il y a beaucoup à faire avec les cultures pratiquées sur les atolls depuis des milliers d'années: d'innombrables variétés et clones d'arbre à pain, de papayer, de *Tacca*, de bananier, d'*Alocasia*, de *Colocasia*, de *Xanthosoma*, de *Pandanus*, etc., n'ont jamais eu l'occasion de montrer ce qu'ils peuvent faire sur un atoll. Il est très possible que certains d'entre eux qui sont actuellement connus dans d'autres régions aient une fructification plus précoce, une saison de fructification plus étalée, un plus fort rendement, des besoins plus modestes en eau et en engrais, etc., que les quelques plantes qui ont toujours entretenu la vie sur les atolls. A bien des égards, il y a là un domaine de recherche qui pourrait être des plus fructueux. □

... la flore marine et terrestre des atolls

par Jan Newhouse

On a écrit que "retrouver les plaisirs simples d'antan, . . . retrouver une vie proche de la nature" apporterait peut-être plus de satisfactions que des'accommoder des trépidations de la vie moderne. Ce tableau idyllique est essentiellement nourri par la vision chère aux romantiques des îles des mers du sud: "croissants de lumière" des plages de sable blond, lagons de "turquoise", "poissons multicolores" jouant à cache cache entre les coraux et — de quoi surprendre Copernic — 29,27 nuits de pleine lune; sans oublier, bien sûr, la manne "tombant toujours du ciel".

Pour connaître cette vie de rêve, quoi de mieux qu'un atoll, cette île corallienne de plain-pied avec la mer, où une partie de la nourriture nous vient des cocotiers "gracieusement inclinés" au-dessus des

croissants de sable?

Il y a tellement mieux! Du moins pour les hommes de la première génération. En effet, sur les atolls comme ailleurs, tout ce qui vit dépend en fin de compte de la photosynthèse par laquelle l'énergie de la lumière solaire se transforme en énergie chimique. Mais ici, comme nulle part ailleurs, l'environnement a des propriétés uniques qui peuvent avoir un effet limitant ou inhibiteur sur les organismes capables d'opérer cette conversion.

Avant de décrire ces caractéristiques dans leurs grandes lignes ainsi que les organismes eux-mêmes, il convient de préciser que nous ne comptons pas étudier ni mentionner les points suivants:

- (1) Ce qui constitue "la richesse" de l'atoll. Est-ce le cocotier ou peut-être la symbiose entre les algues et

les coraux hermatypiques? Que dire des algues bleu-vert qui fixent l'azote? et des mycorrhizes qui poussent sur les racines de quelques plantes terrestres?

- (2) Conditions dites "extrêmes et défavorables". En règle générale, ce jugement est fondé sur l'idée subjective que notre race se fait du confort. Toutefois, les organismes que l'on trouve dans certains habitats n'y seraient pas si les conditions de température, de salinité, d'humidité, etc. n'étaient pas tolérables. La plupart des végétaux (et animaux) que l'on trouve dans les conditions que nous jugeons "extrêmes et défavorables" ne survivraient pas dans nos appartements.

- (3) "Microdistribution", par exemple, sur un récif ou un îlot. Bien qu'il y ait quelque avantage à classer les végétaux par catégories — plantes de bord de mer, plantes sous abri, plantes conquérantes et associations végétales — la nature ne se prête pas toujours à notre désir de rationaliser ni à nos interprétations.
- (4) "Rareté". La rareté de la flore est trop souvent décrétée à la suite de recherches superficielles ou parce que tel ou tel organisme vit dans un habitat très étranger à celui que nous connaissons. Par exemple, la liste des végétaux découverts à Kapingamarangi, Takapoto et Mururoa est beaucoup plus complète que pour les atolls d'Etal, Kili et Napuka, uniquement parce que les trois premiers atolls ont fait l'objet d'enquêtes plus poussées. J'étais là, en 1968, quand on a remonté une drège qui avait été posée entre les îles Galapagos et la côte de l'Equateur, remplie de milliers de poissons d'une espèce dite "rare", dont on ne connaissait jusque-là que trois spécimens.

Toutes choses égales, la variété des organismes présents sur un atoll est liée à la proximité de sources de biotes et/ou à l'importance de l'influence humaine.

A quelques exceptions près, notamment à Aldabra et Laysan, l'endémisme est virtuellement inexistant, contrairement à ce qui se passe dans les îles élevées. Il n'y a pas de quoi être surpris: le relief que l'on voit aujourd'hui n'a certainement pas plus de 8.000 ans. Par ailleurs, on sait qu'un îlot peut être fait et défait en l'espace d'une nuit par une tempête.

Bien que pour l'observateur inexpérimenté presque tous les atolls se ressemblent, il arrive que les plantes individuelles qui en constituent la flore soient très différentes — tout comme dans le cas des forêts ombrophiles du Sri Lanka et des Andes qui ont à la fois si peu et tant de choses en commun.

Nous analyserons séparément la flore marine et la flore terrestre, encore que cette division soit mal tranchée en ce qui concerne les atolls. En effet, certaines des algues bleu-vert que l'on trouve au-dessus de la laisse de haute mer pourraient bien être des écophènes de celles que l'on trouve en milieu marin, les organismes benthiques du récif étant tributaires des éléments nutritifs qui leur parviennent des îlots, par lessivage, et les matières terrestres qui se trouvaient sur l'atoll avant la venue de l'homme ayant été entièrement apportées par la mer.

D'après notre interprétation, les algues jouent cinq rôles différents.

- (1) Les espèces phytoplanctoniques et benthiques sont évidemment les producteurs primaires à la base de toutes les chaînes et réseaux alimentaires en milieu marin. Les éléments nutritifs sont des facteurs limitant le développement de larges peuplements végétaux c'est pourquoi ceux-ci sont moins nombreux que sur les récifs des îles élevées voisines ou des côtes continentales comparables. Les sargasses sont inconnues et l'on ne trouve une certaine quantité d'ulves qu'autour des sorties d'égouts. La croissance du benthos est en général plus importante sur la bordure récifale et autour des passes. En outre, les espèces phytoplanctoniques et benthiques ainsi que la biomasse sont plus



importantes dans les lagons enclavés que dans ceux qui communiquent avec l'océan. Les étendues d'eau retenues sur les platiers externes sont particulièrement dénuées de toute flore luxuriante; en raison de la fluctuation de la marée, la température peut y marquer des écarts de 32° en l'espace de six heures.

- (2) Les algues sont à l'origine de trois types de construction. Le *Porolithon onkodes* que l'on trouve sur la crête algale est l'élément stabilisateur de la bordure récifale extérieure, qui relie les autres organismes par des squelettes calcifiés offrant à la mer un front uni sur lequel se brisent les vagues. On suppose que les variations diurnes du rapport P/R chez les algues bleu-vert agit sur le pH, ce qui provoque la cimentation des matières (sable fin et gravier) au-dessus de la laisse de haute mer. Enfin, toutes les algues calcaires

contribuent à la structure de l'atoll: si la part des fragments brisés et fins des crustacés est mineure, celle du *Porolithon* et du *Goniolithon* est très importante sur les récifs et îlots, comme celle des fragments de *Halimeda* sur les fonds du lagon.

- (3) La destruction par les algues se fait sous deux formes. La dissolution des carbonates est en partie imputable à la variation du pH mentionné ci-dessus. Toutefois, l'action des mollusques et poissons herbivores qui se nourrissent des algues microscopiques occupant les matières déjà cimentées (par exemple les beachrock ou grès de plage) est encore plus destructive sur les substrates immergées ou exposées aux embruns.
- (4) Les coraux hermatypiques qui contribuent à la construction du récif contiennent dans leurs tissus des Zooxanthelles. Bien que la nature exacte de leurs relations ne soit pas encore parfaitement établie, la plupart des chercheurs pensent qu'il y a symbiose entre coraux et Zooxanthelles qui exerceraient l'un sur l'autre une action bénéfique. La couleur du manteau du bénitier (*Tridacne*) s'explique aussi par la présence de Zooxanthelles; là encore on pense à un phénomène de symbiose.
- (5) On a découvert que quelques algues bleu-vert (par exemple *Nostoc*) fixent l'azote; en dehors des fientes et détritiques laissés par les oiseaux, c'est probablement la principale source d'azote des végétaux des atolls.

Il y a un autre rôle dont nous n'avons pas parlé plus haut, c'est le rôle économique qui n'a pas été oublié pour autant. Un groupe de personnes dont le désir d'élargir la base de l'économie a été desservi par sa méconnaissance de l'écologie s'est lancé dans de regrettables tentatives d'introduction d'*Eucheuma* à Rangiroa et Kaukura, dans les Tuamotu. Il aurait dû être évident dès le départ que la faible teneur des eaux lagunaires en éléments nutritifs condamnait toute culture d'*Eucheuma* à l'échec, mais les conditions locales (effluents en provenance des villages de Rangiroa, par exemple) auraient pu favoriser cette opération, et c'est bien là le danger. Car si tel avait été le cas, il est probable que tous les écosystèmes récifaux s'en seraient trouvés modifiés, ce qui aurait eu des répercussions sur les populations de crustacés et de poissons dont les communautés humaines sont tributaires.

Quelques atolls (comme Minerve à Tonga) ne s'élevant pas au-dessus de la laisse de haute mer, leur flore est entièrement composée d'algues. D'autres ne sont que de simples îlots de sable nu, mais la *très grande majorité d'entre eux sont recouverts de végétation*. La superficie des terres émergées de ces atolls va de moins d'un hectare à plus de 57.000 hectares (Christmas, dans les îles de la Ligne).

Toutes les terres qui ne sont pas recouvertes par la marée haute — en fait, tout ce qui se situe au-dessus des organismes qui poussent sur le platier, le récif lagunaire et les pâtés coralliens — est le résultat de l'érosion, de l'action de l'homme, ou des tempêtes.

En ce qui concerne l'érosion, c'est la dernière baisse du niveau de la mer enregistrée il y a environ 3.000 ans, ainsi que des remontées localisées d'eau profonde qui ont laissé des traces (en particulier le beachrock). L'homme, quant à lui, est intervenu de différentes manières. Johnston, par exemple, est le produit des dragues et bulldozers; de nombreux atolls ont des jetées et des bassins de pisciculture, et quelques îlots (tels que Touhou à Kapingamarangi) ont été en partie construits par la main de l'homme. Toutefois, quiconque a vu les grands remparts de sable grossier et de conglomerats bordant les plages extérieures ou les dépôts attribués au passage d'un phénomène particulier (le cyclone de 1906 qui a frappé le nord de Takapoto) sait que ce sont surtout les ondes de tempête qui sont responsables de la construction (et de la destruction) des îlots.

Ces derniers sont presque entièrement composés de débris calcaires provenant de coraux, algues, mollusques et foraminifères. On compte également de petites quantités de pierres ponces qui sont parfois déposées par les vagues, de graviers et de pierres retenus dans les racines de troncs à la dérive, de terre volcanique transportée par l'homme et d'objets d'artisanat en basalte introduits par les habitants aborigènes. De nombreux îlots, en particulier ceux qui sont entièrement constitués de sable, seraient éphémères sans l'action des racines qui retiennent le sol. Dans la plupart des cas, il s'agit de racines de plantes introduites par des agents naturels, mais l'on trouve parfois des exemples de plantation faite par l'homme: j'ai moi-même essayé par trois fois de planter des palétuviers pour stabiliser la côte de l'île Johnston.

Dire que les îlots se trouvent plus souvent du côté au vent que du côté sous le vent de l'anneau formé par l'atoll n'est rien moins qu'une généralisation; les ondes de tempête peuvent venir de n'importe quelle direction. L'atoll de

Rangiroa est si grand que les vagues formées dans le lagon sont à l'origine de la construction d'îlots (l'un d'entre eux est couvert de végétation) sur plusieurs pâtés coralliens.

En règle générale, la taille moyenne des fragments qui constituent le sol d'un îlot diminue progressivement de la côte bordant l'océan à la côte bordant le lagon. En effet, la plupart d'entre eux sont déposés par la mer et ce sont de toute évidence les plus petits qui sont roulés plus loin. De même, comme la plupart des îlots doivent leur existence à des matières qui se trouvaient à l'origine au-delà de la bordure récifale extérieure, ils sont en général plus élevés du côté de l'océan et s'inclinent en pente douce vers le lagon.

Il y a vingt ans seulement, les théories sur l'origine des plantes terrestres étaient contradictoires. Pour les uns, les atolls seraient assis sur les sommets de continents engloutis et leur végétation actuelle en serait la survivance. Pour les autres, ce sont des agents tels que les oiseaux, le vent et les courants qui auraient apporté les premières plantes.

Des études entreprises (notamment à Funafuti, Mururoa et Enewetak) ont en effet confirmé que les atolls sont construits sur des soubassements basaltiques qui se sont lentement affaissés; ces socles ne sont cependant pas les sommets d'anciens continents; mais le résultat d'activités volcaniques isolées. D'ailleurs, comme nous l'avons mentionné plus haut, la terre des atolls n'a que quelques milliers d'années.

Les recherches et le travail expérimental entrepris ces dernières années donnent beaucoup de poids à l'hypothèse selon laquelle la flore terrestre des atolls n'est pas un vestige de la végétation de continents engloutis, mais le fait d'introductions aussi bien fortuites que délibérées.

- (1) On a trouvé des graines dans les plumes et les fientes d'oiseaux de mer pélagiques ainsi que dans la terre adhérent à leurs pattes.



- (2) Grâce à des dispositifs spéciaux fixés sur des aéronefs, on a récupéré des graines — et plus particulièrement des spores de fougères et de mousses — dans les couches supérieures de l'atmosphère.

- (3) On a fait des expériences pour vérifier à la fois la capacité de flottaison et la viabilité de graines et de fruits de nombreuses plantes d'atolls après des périodes prolongées d'immersion dans l'eau salée. Il en a été conclu qu'un certain nombre de végétaux proviennent de graines et fruits déposés sur la côte par les vagues et peut-être aussi d'autres organes végétaux transportés par des bois flottants.

- (4) L'apport de l'homme est à la fois intentionnel et volontaire. Les végétaux qui poussent le long des pistes d'atterrissage de certains atolls (tels que Midway, Hao, Wake, Canton, Kwajelein) présentent une remarquable similitude, et certains d'entre eux ne se retrouvent en aucun autre endroit de l'atoll. On pense qu'un certain nombre d'entre eux doivent leur origine à des graines qui auraient été retenues dans les jointures extérieures des avions. La mode des pantalons à revers y a peut-être aussi été pour quelque chose; les spores et graines qui s'y étaient glissées ont germé par la suite. Quant aux introductions délibérées, elles ont commencé il y a des centaines, voire des milliers d'années, et se poursuivent encore.

Le nombre et les espèces de graines et spores qui atterrissent sur les atolls sont fonction des éléments suivants: direction et vitesse du vent, à la fois dans l'atmosphère inférieure et la stratosphère supérieure, direction et vitesse des courants, proximité d'autres étendues de terre, y compris de source de biote et degré d'intervention de l'homme.

Une fois les graines et spores présents, la germination dépend d'un certain nombre de facteurs.

- (1) Tolérance à la salinité (des embruns et de la nappe phréatique).
- (2) Il existe moins de niches que sur les îles élevées. Par exemple, un champignon parasite d'une plante hôte spécifique peut ne pas s'établir sur l'atoll parce que cette plante hôte est incapable de survivre aux conditions ambiantes.
- (3) Bien qu'il y ait quelques poches d'acidité dans les rares accumula-

tions d'humus, le pH est presque uniformément élevé. Il se situe entre 7,4 et 7,8 dans la nappe phréatique pour atteindre 8.3 et plus lorsqu'il n'y a que des eaux capillaires.

- (4) Les sols sont composés d'une ou plusieurs des matières suivantes: matières calcaires finement pulvérisées, fientes d'oiseaux et matière végétale en décomposition. Des recherches plus approfondies confirment la première impression quant à la rareté du sol.
- (5) Les éléments nutritifs sont rares en particulier le fer, l'azote, le phosphore et le potassium.
- (6) En théorie, tout atoll devrait recevoir quelques précipitations orographiques, mais à Enewetak, où les études ont été les plus détaillées on n'a pas pu les mesurer. Ainsi, contrairement à ce qui se passe sur les îles élevées telles que Moen, Raiatea et Savai'i, le niveau des précipitations sur les atolls est effectivement le même que sur l'océan. Il varie de façon considérable – d'une moyenne annuelle de 400 mm pour Canton à 3.990 mm

à Jaluit. La capacité d'eau de pluie retenue par un îlot dépend de la forme et de l'étendue de cet îlot, ainsi que de la perméabilité des déblais dont il est constitué. Ces eaux d'infiltration forment une poche d'eau douce appelée lentille de Gyben-Hertzberg qui flotte sur l'eau salée souterraine, et les mouvements de la marée entraînent un brassage constant au niveau de l'interface.

Dans ces conditions (étendue limitée des terres et caractère aléatoire des introductions naturelles) il n'est pas surprenant de constater que le nombre des espèces indigènes présentes sur les atolls est nettement inférieur à celui des îles élevées. Le rapport indiqué ci-après entre les plantes vasculaires indigènes et celles qui ont été introduites montre bien cette pauvreté: Arno, 68/57; Kapingamarangi, 38/60; Johnston, 13/41.

Dans chaque atoll, la flore est fonction, d'une façon ou d'une autre, des besoins et des désirs de notre race.

Le régime des premiers hommes installés sur un atoll a dû être pendant longtemps riche en protéines. Ils ont dû

creuser des fosses jusqu'à la partie supérieure de la lentille d'eau douce, puis des pailler abondamment pour cultiver des taros. Il a également fallu nourrir avec soin les boutures de l'arbre à pain; quant aux plantations de cocotiers (cet arbre a toujours été introduit) elles n'ont pu commencer à produire, au mieux, qu'au bout de huit ans. Par la suite, ces cultures de base ont été complétées notamment par le *Pandanus* (alimentation et cordage), l'*Hisbiscus* (tapa, cordage et bois de construction), le *Tacca* (hydrate de carbone très semblable à l'amidon de maïs), le *Calophyllum* (récipients en bois et autres objets d'artisanat) et le *Musa*.

Les choses ont radicalement changé il y a environ 160 ans lorsque l'on a pour la première fois établi des cocoteraies pour la production de coprah. Pour faire place à cette culture de rapport presque entièrement on a fait disparaître de chaque îlot et parfois d'atolls entiers la végétation originale. Aussi notre vision actuelle de ce paysage vierge aux cocotiers "gracieusement inclinés" n'est-il en réalité que le produit assez récent d'une nouvelle ère économique.

La flore des atolls n'est, dans le fond, que ce que l'homme a bien voulu en faire. □

...approche des problèmes de nutrition et santé aux Tuamotus

par Kim Hien DELEBECQUE, Pierre DELEBECQUE
Bernard PHILIPPE, Jean-Michel SENELARD

Dans le domaine de l'alimentation, comme en bien d'autres domaines, le développement des contacts avec le monde occidental a bouleversé les habitudes nutritionnelles des habitants des atolls des Tuamotus.

Le temps est révolu où l'alimentation de base des Paumotus reposait sur la récolte des produits du cocotier, des fruits du pandanus et des tubercules d'arrowroot ("Tacca leontopetaloides") – la culture difficile des taros ("Cyrto-sperma chamissonis") autrefois pratiquée

dans des fosses de compostage a été abandonnée depuis longtemps. Par contre, la consommation des fruits de l'arbre à pain, des bananes, des produits de la pêche et des petits élevages domestiques qui contribuaient jadis à l'équilibre alimentaire n'a pas cessé mais ces produits se font plus rares.

L'ouverture au monde extérieur, en rapport avec l'établissement des liaisons maritimes puis aériennes, a entraîné des changements considérables dans l'économie et la santé des habitants des atolls.

L'exploitation du coprah et des nacres, productrice de revenus financiers, le développement des emplois salariés, l'émigration des adultes jeunes vers Papeete ou les bases du Centre d'Expérimentation du Pacifique, l'installation dans les îles des commerçants asiatiques vendant à crédit des boîtes de conserves et aliments prêts à la consommation, ont accéléré le processus d'abandon des cultures. Cette attitude est évidemment compréhensible compte tenu de la pauvreté des sols et de l'irrégularité de l'approvisionnement en eau.