LA BIODIVERSITÉ

Robert BARBAULT

Parler de biodiversité à Madagascar est particulièrement symbolique, d'une part parce que ce pays est un haut lieu de la diversité du vivant — avec sa flore et sa faune à la fois riches et fortement endémiques — d'autre part parce qu'il s'agit d'un pays du Sud.

Nous voilà donc au cœur du sujet, car le concept de *biodiversité* n'est pas un simple descriptif ou constat de la diversité du vivant. La Convention sur la Diversité Biologique signée à Rio de Janeiro en juin 1992 par 157 Etats l'a bien montré : au-delà de la dimension génétique et écologique des problèmes qu'elle soulève la biodiversité est le lieu d'inquiétudes et d'enjeux. Inquiétudes, parce qu'elle est menacée par les activités humaines ; enjeux, parce qu'elle représente un patrimoine et des richesses inégalement distribués : la biodiversité est particulièrement abondante en région tropicale, c'est-à-dire dans les pays du Sud, tandis que les convoitises émanent de pays du Nord.

On voit l'étendue du champ à traiter, puisqu'il concerne non seulement la diversité du vivant en tant que telle, son origine, ses mécanismes, ses fonctions, sa dynamique, mais aussi son utilisation et sa conservation - c'est-à-dire les défis que posent aux sociétés humaines la nécessité de concilier les besoins de développement avec la sauvegarde du patrimoine biologique, base de ce développement. Il y faudrait des livres entiers (Barbault, 1993).

Avec le point de vue d'un écologue j'aborderai ici trois aspects du problème :
- pourquoi se préoccuper de la biodiversité ?
- comment poser les problèmes pour espérer les résoudre ?
- quelles leçons faut-il en tirer, quelles sont les perspectives ?

POURQUOI SE PRÉOCCUPER DE LA BIODIVERSITÉ ?

On peut répondre simplement à cette question : parce qu'elle est menacée ; parce que des espèces et des variétés disparaissent à un taux sans précédent (Wilson, 1988).

Mais cela ne saurait suffire. Aux intégristes de la conservation, pour qui toute espèce vivante est sacrée et doit être protégée, on peut rétorquer : « Des espèces disparaissent... et alors ? C'est le propre de la vie. Depuis toujours des espèces disparaissent. L'homme ne sait-il pas maintenir des écosystèmes à biodiversité réduite et néanmoins propres à assurer sa subsistance ? N'est-ce pas le cas de ces champs et plantations, où, avec un très petit nombre d'espèces, à variabilité génétique réduite qui plus est, on parvient néanmoins à nourrir une humanité croissante en nombre ? »

Parce que les mesures de conservation peuvent être coûteuses, parce que les espaces de terre qu'il faudrait mettre en protection peuvent avoir d'autres usages, susciter d'autres intérêts, il devient nécessaire de justifier les politiques de conservation ou de gestion des espaces et des espèces.

On avance habituellement trois types de justification :
- des justifications d'ordre éthique ou culturel ;
- des justifications biologiques ou écologiques ;
- des justifications économiques.

J'ai discuté ailleurs la prééminence des deux premiers types d'argumentation (Barbault, 1993), en soulignant que les arguments de type économique sont nécessairement corrélatifs de choix de société, donc des valeurs morales ou culturelles. Les trois approches sont d'ailleurs complémentaires et étroitement liées.

« L'extinction des organismes vivants est le dégât biologique le plus important de notre époque car il est totalement irréversible. Chaque pays possède trois formes de richesses : ses ressources matérielles, culturelles et biologiques. Nous comprenons très bien les deux premières, car elles font partie intégrante de notre vie quotidienne. En revanche, on néglige les ressources biologiques : c'est une grave erreur stratégique, que nous regretterons de plus en plus. Les animaux et les végétaux sont une partie de l'héritage d'un pays ; ils sont le résultat de millions d'années d'évolution, en un endroit précis ; leur valeur est au moins égale à celle de la langue ou de la culture. De plus les organismes vivants sont une source immense de richesses inexploitées, de nourriture et de médicaments, par exemple » (E.O. Wilson 1988).

De fait, les approches économiques modernes du problème intègrent ces trois dimensions de la biodiversité pour tenter d'en faire une évaluation pertinente (Lévêque et Glachant, 1992).

Cela dit, j'aimerais illustrer brièvement chacun de ces trois points de vue.

L'approche éthique et culturelle

Indépendamment de toute considération directement économique ou pragmatique ,il y a des raisons purement morales à préconiser une sagesse conservationniste : la première est naturellement celle qui nous conduit, d'une manière générale, à respecter les droits d'autrui.

De fait, protéger et entretenir son propre environnement c'est d'abord respecter celui de son voisin. Conserver un patrimoine naturel qui ne nous appartient pas, c'est tout simplement respecter les droits d'autres hommes, ici et ailleurs. Ailleurs dans l'espace, bien sûr, mais aussi ailleurs dans le temps : conserver le patrimoine biologique c'est d'abord et fondamentalement sauvegarder la terre de nos enfants et petits-enfants.

« Pourquoi, dans certains cercles « éclairés », est-il de bon ton de sourire des passions protectionnistes que suscitent bébés phoques, baleines ou éléphants ? Parce qu'il s'agit d'attitudes affectives, de sentiments, plutôt que d'argumentations rationnelles. Serait-il plus convenable de défendre la restauration de monuments historiques ? Ne serait-on pas choqué d'entendre évoquer, fut-ce à partir d'arguments rationnels, de calculs économiques, la démolition de la cathédrale de Chartres — sans que personne n'ose en rire ? Certes, les dinosaures ont tous disparu : ça ne nous empêche pas de vivre ! Peut-être même ne serions-nous pas là si ces grands reptiles n'avaient pas laissé le champ libre aux mammifères. Mais nous ne sommes pour rien dans cette extinction : si baleines, éléphants ou pandas venaient à disparaître, sans que nous n'ayons rien fait pour l'empêcher, alors ce serait bien différent. Nos cultures impliquent la mémoire. Elles sont faites de monuments, mais aussi de livres et de légendes, les uns et les autres riches de plantes et d'animaux variés : éléphants ou araignées, chênes ou roseaux, hantent nos rêves, peuplent contes et légendes... Oui, quelque part au fond de nous, les splendeurs de la vie ont quelque chose de sacré, touchent à nos racines : la diversité biologique c'est aussi la musique du vivant » (Barbault, 1993).

L'approche biologique et écologique

Cette approche consiste à insister sur la signification biologique de la diversité du vivant. Parmi les arguments avancés j'en résumerai trois :

La variabilité génétique des populations naturelles est la condition première de leur survie à long terme, puisque d'elle dépend leur capacité d'adaptation à des conditions changeantes.

Les agronomes savent bien aujourd'hui que l'homogénéisation génétique des variétés de plantes produites et cultivées à une échelle industrielle les exposent particulièrement aux ravageurs à évolution rapide, virus, champignons ou insectes (Riba et Silvy, 1989).

Ainsi, tandis que les pratiques de croisement avaient réduit 85 % du maïs cultivé aux Etats-Unis à une presque totale homogénéité génétique, la résistance à la rouille fut surmontée par le champignon en 1970 et l'épidémie provoqua des dégâts considérables. En 1980, pour les mêmes raisons, 90 % de la récolte cubaine de tabac fut détruite par le mildiou !

Si la variabilité génétique est, pour toute espèce, une assurance pour parer à l'imprévu, on peut dire que la diversité des espèces, et donc celle des écosystèmes, devraient être considérées dans les mêmes termes par l'homme, pour ses propres besoins connus ou à venir.

De fait, à l'heure où l'on parle beaucoup de changements climatiques ou planétaires, à l'heure où l'utilisation des sols et des milieux est profondément affectée par les besoins des hommes, on ne peut douter que changent les conditions de l'environnement dans les années et décennies à venir. Pour remédier à ces changements ou les contrôler, pour mieux gérer à notre convenance et d'une façon durable les systèmes biologiques dont nous dépendons, il faudra pouvoir disposer de toute la diversité des compétences écologiques qui existent dans la nature : gènes, complexes de gènes ; espèces, complexes d'espèces ; écosystèmes.

Oui, la diversité biologique est bien un patrimoine précieux qu'il nous faut apprendre à conserver et à gérer.

La diversité des écosystèmes et des paysages assure et régule les grands cycles biogéochimiques (eau, carbone, azote, phosphore...) essentiels au fonctionnement de la planète et à ses équilibres climatiques.

Cependant, il faut reconnaître que nos connaissances sur ce dernier point sont largement insuffisantes : la signification précise de la biodiversité pour le fonctionnement des écosystèmes et de la biosphère est encore largement inconnue — au-delà de la fonction particulière de certaines espèces dans des processus majeurs comme la production primaire, la nitrification, la fixation d'azote, etc. (Schulze et Mooney, 1993).

L'approche économique : la biodiversité comme « ressource naturelle ».

« *Si l'extraordinaire diversité du vivant est bien l'expression, à la fois du jeu de la sélection naturelle et des enjeux qu'elle représente pour les espèces et les systèmes écologiques qui l'exhibent, alors c'est certainement une mine prodigieuse de solutions à bien des problèmes que rencontre notre propre espèce. Comme n'importe quel organisme en effet, l'homme doit lutter contre de nombreux autres êtres vivants, bactéries, virus, champignons, parasites, qui menacent sa santé en s'attaquant à ses propres ressources : pourquoi ne pas utiliser à notre profit ces armes biologiques que l'Evolution a créés tout au long de milliards d'années chez des millions d'espèces ?* » (Barbault, 1993).

De fait, c'est ce que nous faisons depuis longtemps avec l'agronomie, l'amélioration des plantes, la sélection animale, la lutte biologique et, plus récemment, le génie génétique.

Plantes, animaux et micro-organismes sont, à la fois, des sources de médicaments, d'aliments et de produits à usages variés (bois, essences végétales...).

Cependant, l'évaluation en termes économiques de ces ressources est chose difficile, discutée, même si des progrès ont été faits dans ce domaine.

Tableau : Typologie des valeurs de la biodiversité proposée par les économistes

Catégories de valeur	Définitions
Valeurs d'usage	
– consommation directe	consommation des ressources sans transformation : chasse, cueillette
– productive	utilisation des ressources génétiques dans des cycles productifs (obtention variétale, exploitation forestière, pêches, médicaments à base de plantes)
– récréative	exploitation sans consommation (promenade, safari-photo)
Valeur écologique	liée à l'interdépendance entre organismes et au bon fonctionnement des systèmes naturels
Valeur d'option	liée à l'exploitation future des ressources génétiques
Valeur d'existence	liée à la satisfaction et au bien- être que procure l'existence de la biodiversité

(adapté de Lévêque et Glachant, 1992).

Ainsi, on reconnaît aujourd'hui quatre catégories de valeurs : valeurs d'usage ; valeur d'option ; valeurs d'existence et valeurs écologiques. Le tableau ci-dessus en donne les définitions. Mais il subsiste bien des difficultés pour évaluer monétairement ces valeurs !

COMMENT POSER LES PROBLÈMES ?

On l'aura compris, les problèmes qui se posent sont clairement de deux types différents, les uns relevant du référent écologique et biologique, les autres exigeant un référent social et économique. Dans le premier cas, on est concerné par ce que l'on peut appeler la *dynamique de la biodiversité* —origine, mécanismes de maintien, fonctions, érosion — tandis que dans le second on se préoccupe de sa conservation, de son utilisation — de sa gestion en un mot.

C'est l'existence de ce second volet qui justifie le succès politique et médiatique du terme de biodiversité et les débats qui entourent la Convention sur la Diversité Biologique.

Dans le cadre limité de cet exposé je me cantonerai cependant à la perspective biologique et, à cet égard, l'écologie des populations et des peuplements me paraît constituer un excellent cadre pour analyser la dynamique de la biodiversité (Barbault, 1992 ; Barbault et Hochberg, 1992).

Richesse spécifique, diversité spécifique - voilà des concepts très classiques en écologie. En même temps que les écologistes discutaient des causes de la diversité spécifique, les généticiens se penchaient sur la variabilité génétique des populations naturelles. Depuis plus longtemps encore, paléontologues et systématiciens recensaient la diversité des êtres vivants et tentaient d'en reconstituer l'histoire et les liens de parenté.

Alors qu'y-a-t-il de véritablement nouveau dans l'intérêt actuel pour la diversité biologique ?

En ce qui concerne l'approche scientifique de la question, et particulièrement écologique, on remarque notamment :

- que l'accent est placé sur la signification fonctionnelle de la biodiversité, avec une prise en compte explicite des diverses dimensions de celle-ci ;
- que l'éclairage se déplace de l'espèce au système (métapopulations, peuplements, écosystèmes, paysages) ;
- que la perspective « Environnement » des problèmes est mise en relief.

Après un examen rapide de ces trois points, je soulignerai les problématiques scientifiques prometteuses qui en découlent.

Relier entre elles les différentes dimensions de la biodiversité

Bien que la biodiversité puisse être étudiée à tous les niveaux d'organisation des systèmes biologiques et écologiques, depuis les complexes moléculaires jusqu'à la biosphère toute entière, il paraît avantageux de rassembler cette diversité d'approches à travers une structuration schématique en niveaux hiérarchiques interdépendants ; on peut reconnaître notamment :

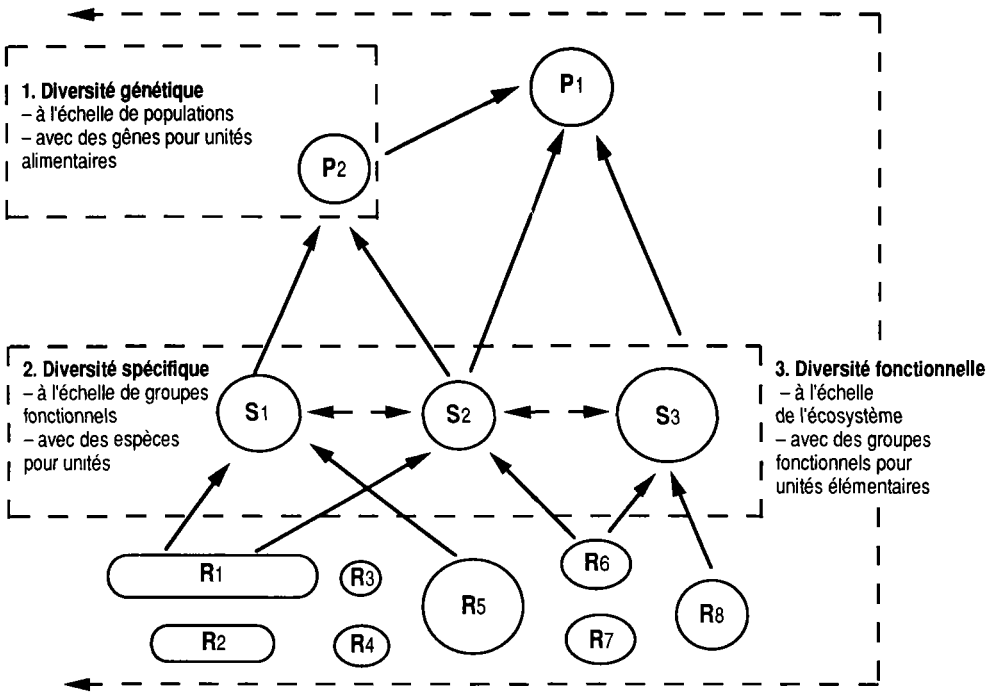
1. la diversité infraspécifique, d'ordre génétique et phénotypique, appréhendée à l'échelle des populations, des métapopulations et des espèces ;
2. la diversité spécifique, appréhendée à l'échelle de groupes fonctionnels (guildes, niveaux trophiques) ;
3. la diversité fonctionnelle, appréhendée à l'échelle des réseaux trophiques.

Dans cette perspective qui privilégie la dynamique de communautés plurispécifiques et le parti pris de faire des populations les unités élémentaires des systèmes étudiés (Barbault, 1992 ; Barbault et Hochberg, 1992), on peut représenter la biodiversité de manière schématique comme le montre la figure 1.

Cette représentation a toutefois le triple inconvénient :

1. de gommer la dimension temporelle et historique des problèmes ;

Figure 1 : Une façon (parmi d'autres) d'exprimer les trois composantes de la diversité biologique



– la dynamique de ce système doit être appréhendée aux différentes échelles d'espace et de temps ;
– le point 1 comporte aussi la singularité des individus et la variabilité de leurs compétences physiologiques, démographiques et comportementales

2. de laisser dans l'ombre la question centrale des relations de parenté entre taxons ;

3. d'ignorer la toile de fond spatiale, avec son hétérogénéité à de multiples échelles - de l'écosystème proprement dit au paysage et à la biosphère.

En outre, la notion de groupe fonctionnel, comme ce que l'on entend par « diversité fonctionnelle » méritent une réflexion approfondie.

Déplacer l'éclairage de l'espèce au système

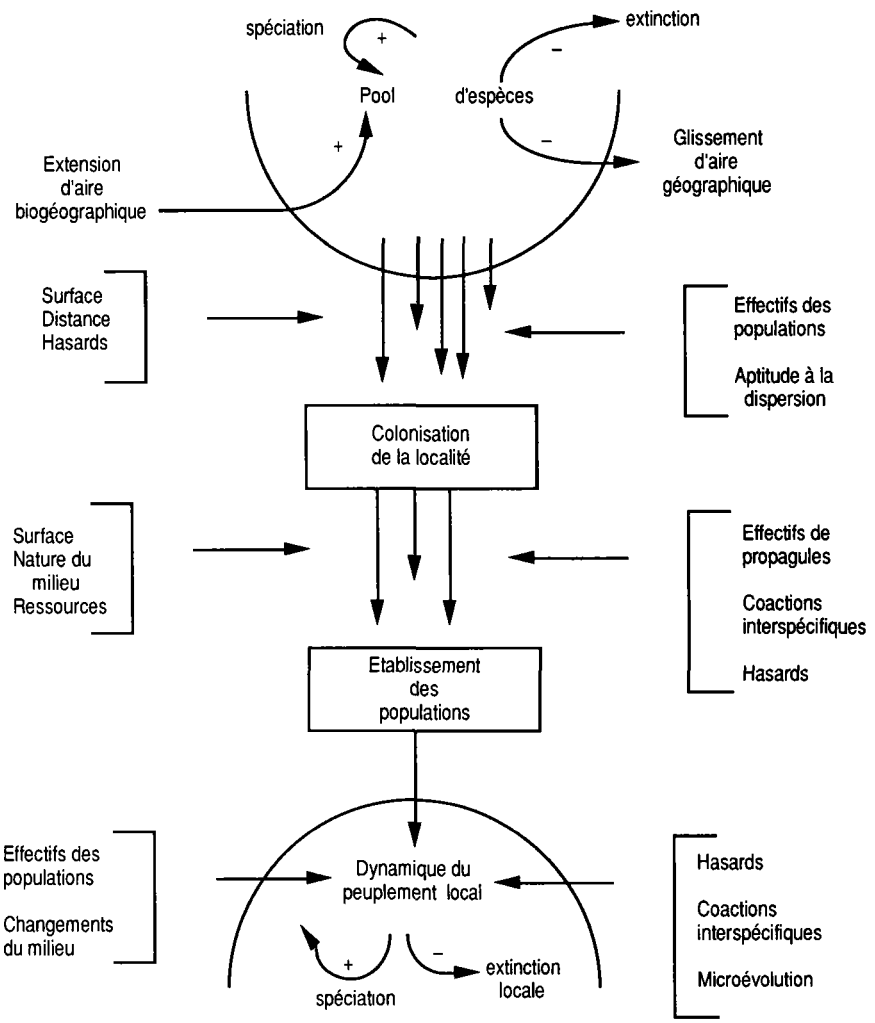
En dépit de ces inconvénients, sur lesquels je reviendrai, le schéma précédent a l'extrême avantage de substituer une vision systémique, et donc profondément écologique, à une vision trop exclusivement « inventaire » dans laquelle l'espèce est l'arbre qui cache la forêt.

Il y a plusieurs raisons pour poser les problèmes relatifs à la biodiversité au niveau des communautés plurispécifiques ou des réseaux trophiques (Barbault et Hochberg, 1992 ; Pimm, 1992). De fait, mettre au premier plan la dynamique des peuplements dans une approche écologique de la biodiversité, c'est :

1) lier les problèmes de biologie des populations et de biologie de la conservation au contexte écologique qui leur donne une certaine généralité — et leur véritable signification ;
2) encourager les approches qui prennent en compte aussi bien la structure hiérarchisée de la biodiversité que sa signification fonctionnelle depuis l'individu jusqu'au paysage ;
3) souligner les mécanismes qui conduisent localement à la mise en place, au maintien ou à la réduction de la diversité biologique, reliant ainsi les structures aux processus.

De nombreux facteurs ont été invoqués pour expliquer la diversité spécifique des communautés animales et végétales, depuis des contraintes géographiques jusqu'à des raisons historiques en passant par la diversité des interactions biotiques (voir Begon et al., 1986 ; Barbault, 1992 — par exemple).

Figure 2 : Facteurs contribuant à la mise en place et la dynamique de la biodiversité (MODIFIE DE WIENS, 1989, IN BARBAULT, 1992)



Dans les années 60 et 70, sous l'impulsion de Hutchinson et MacArthur, l'écologie des communautés connut un renouvellement profond, avec un renforcement de l'éclairage théorique mais, par ailleurs, une focalisation excessive sur la compétition interspécifique comme facteur majeur d'organisation des peuplements (Cody et Diamond, 1975 ; Roughgarden, 1983). Il en résulta une profusion de travaux théoriques et empiriques reliant la richesse spécifique des guildes à l'abondance et la diversité des ressources. Avec la décennie 80, s'ouvrit une nouvelle ère pour l'écologie des peuplements : la compétition redevient un facteur parmi d'autres tandis que s'imposent à l'attention la variabilité

temporelle et l'hétérogénéité spatiale (voir Strong et al., 1984 ; Diamond et Case, 1986 ; Barbault, 1992). C'est de toute première importance pour les questions relatives aux effets directs et indirects des perturbations d'origine humaine sur la biodiversité.

On peut résumer ce bilan, dans la perspective qui est la nôtre ici, par un schéma classique dans sa conception mais remis à jour (Fig. 2) : c'est dans ce cadre que doivent être posées aujourd'hui les questions relatives à la dynamique de la biodiversité, que l'on se place du point de vue théorique ou que l'on adopte celui du biologiste de la conservation.

En d'autres termes, insister sur la dimension dynamique des phénomènes dont la biodiversité n'est que le bilan apparent, dans une perspective systémique, c'est mobiliser la totalité des acquis de la biologie des populations et de l'écologie des communautés.

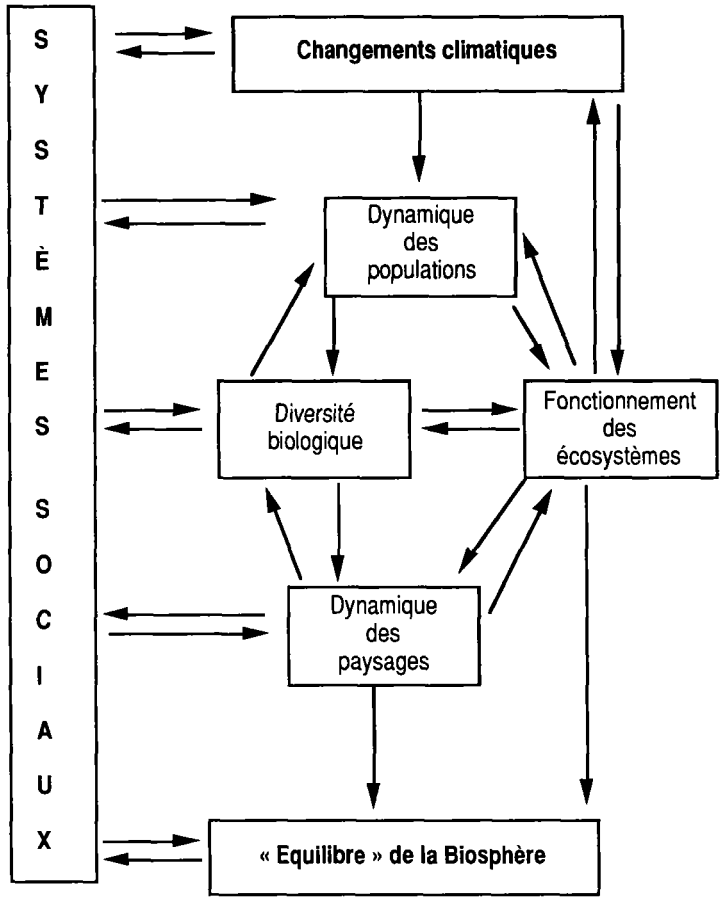
Souligner la perspective « Environnement »

Ce nouvel intérêt pour la diversité biologique évoqué en introduction, et particulièrement mis en relief par la Convention sur la Diversité Biologique, résulte en grande partie des préoccupations croissantes relatives à la préservation de la biosphère : chercheurs, hommes politiques et simples citoyens sont de plus en plus conscients de l'importance qu'il y a à comprendre comment fonctionne la biosphère avant de prétendre la gérer (Di Castri, 1989 ; Di Castri et Younès, 1990 ; Lubchenco et al., 1991 ; Solbrig, 1991).

Si l'on garde cela présent à l'esprit, il est clair que les problèmes relatifs à l'origine, au maintien, à l'érosion ou à la restauration de la biodiversité, doivent être posés dans une toile de fond systémique et écologique qui souligne les liens entre sociétés humaines, changements planétaires et systèmes écologiques (Fig. 3). D'un point de vue écologique en effet, les sociétés humaines influent directement et indirectement, sur les interactions géosphère-biosphère et le fonctionnement même de la biosphère par le jeu de la dynamique des écosystèmes et des paysages. Si l'un des aspects de cette dynamique d'ensemble repose sur les cycles bio-géochimiques, l'autre relève de la dynamique des populations et des communautés. C'est par là que les problématiques « biodiversité » devraient relever de grands programmes tels que IGBP et SBI[1] (Lubchenco et al., 1991 ; Barbault et Hochberg, 1992). Cependant, les recherches sur la diversité biologique ne doivent pas être considérées simplement comme un sous-produit des connexions logiques schématisées dans la figure 3 : *« biodiversity is the tangible currency which is influenced by, and reflects the state of the biosphere itself »* (Barbault et Hochberg, 1992).

1. Sustainable Biosphere Initiative

Figure 3 : La gestion de la biosphère ou de la diversité biologique



Elle implique la prise en compte des actions et priorités des sociétés humaines. Mais cela suppose aussi, sur le plan scientifique, une analyse du fonctionnement des systèmes écologiques en cause : la dynamique des populations et des peuplements est au cœur de cette analyse (d'après Barbault et Hochberg, 1992)

En d'autres termes, développer une théorie générale dans le but de lier les patterns de diversité avec la dynamique des populations et la structure des peuplements et des réseaux trophiques est, à mon avis, la voie la plus féconde pour comprendre et prédire la diversité. C'est en tout cas préférable à l'accumulation d'études descriptives en dehors de toute base commune.

QUELQUES THÉMATIQUES PROMETTEUSES

Quand on considère que toute espèce est soit un parasite, soit un hôte pour de nombreux parasites, on réalise que les relations hôtes-parasites ne peuvent continuer d'être négligées par la littérature écologique. Développer nos connaissances sur le rôle des parasites dans la dynamique et l'évolution des populations d'hôtes, dans l'organisation des peuplements, et donc la biodiversité des communautés d'hôtes — mais aussi sur les conséquences de tout cela sur la biodiversité des parasites eux-mêmes, voilà un champ de recherche particulièrement prometteur pour les prochaines décennies.

Un autre champ prometteur est l'exploration des propriétés des réseaux trophiques, pourvu là aussi que l'accent soit mis sur les propriétés dynamiques plutôt que sur la description statique. En particulier, il faudrait :

- insister sur la force ou l'intensité des liens entre espèces ;
- identifier les espèces et guildes-clés ;
- préciser la signification des groupes fonctionnels ou des « espèces fonctionnelles ».

L'analyse des conséquences, sur la structure des communautés et leur biodiversité, des introductions d'espèces et des extinctions, est aussi un domaine de recherche à promouvoir (Pimm, 1992) :

- Les espèces introduites ont-elles des effets, et quels effets, sur les communautés dans lesquelles elles s'implantent ?
- Y a-t-il des types de communautés particulièrement vulnérables ou résistantes aux extinctions ou introductions d'espèces ?
- Quelle est l'importance des extinctions secondaires, provoquées par la disparition ou l'introduction d'une espèce ?
- Y a-t-il des espèces potentiellement plus importantes, des espèces-clés (keystone species) dont la perte entraînerait une cascade d'extinctions ?

On a des réponses, encore éparses, à ces questions, mais la théorie des réseaux trophiques devrait permettre d'aller plus loin.

Une autre voie à explorer concerne les effets des changements planétaires (climatiques, pollutions, morcellement du paysage...) sur la dynamique des populations et des écosystèmes : comment les populations répondent-elles à ces changements ; comment les processus qui opèrent à l'échelle des populations affectent-ils les communautés ?

Par exemple, des modifications relativement légères du climat local peuvent entraîner l'extinction de certaines espèces et favoriser au contraire la prédominance ou l'invasion d'autres espèces. Il est crucial pour la crédibilité du programme géosphère-biosphère d'approfondir ce type d'analyses, particulièrement en ce qui concerne les plantes, leurs consommateurs... et les ennemis de ces consommateurs.

Citons encore comme thématiques prometteuses :

- l'analyse des patterns macroévolutifs de la biodiversité, en relation avec l'hypothèse des zones adaptatives de Simpson ;
- l'étude des corrélats biodémographiques et écologiques de la diversité taxonomique ;
- l'analyse et la modélisation des effets du morcellement des milieux sur la génétique et la dynamique des populations et l'organisation des peuplements.

LEÇONS ET PERSPECTIVES

La diversité biologique est une caractérisrique essentielle du vivant, son essence même pourrait-on dire. Sur ce plan, la biologie des populations et l'écologie des communautés apportent les fondements théoriques et méthodologiques pour une approche renouvelée de la dynamique de la biodiversité. Inversement, la montée en puissance de préoccupations et d'intérêts pour la diversité biologique, ses origines, son maintien, sa restauration et sa conservation, devrait favoriser un renouvellement de la biologie des populations et des communautés et leur développement comme sciences prédictives.

Naturellement, cette approche écologique que j'ai choisi de présenter ici n'est pas la seule à préconiser : des approches génétiques, paléobiologiques, biogéographiques et taxonomiques sont tout aussi essentielles à mettre en oeuvre simultanément.

Une deuxième leçon majeure qui se dégage de ce rapide survol est que la biodiversité est l'expression d'enjeux : enjeux en terme de survie pour les espèces elles-mêmes, homme compris ; mais aussi enjeux pour les sociétés humaines, en termes de conflits d'intérêts, de compétition pour les ressources. Il y a de toute évidence nécessité de débats sur les

objectifs. Parler de gestion —qu'il s'agisse de la gestion de la biodiversité ou de celle de la biosphère toute entière — c'est poser la double question : pour qui ? et pour quoi ? Vaste problème qui correspond an second volet de la problématique associée à la biodiversité et auquel doivent s'attaquer, à côté des sciences du vivant, celles de l'homme et de la société. Parce que l'essentiel des ressources biologiques se localise dans les pays du Sud tandis que les convoitises pour ces ressources prédominent au Nord ; parce que les niveaux de développement sont inégaux entre Nord et Sud et que la croissance démographique est surtout préoccupante au Sud, la problématique « biodiversité » ne saurait se réduire à une analyse de gestion biologique des ressources naturelles : elle est liée à la problématique du « *développement durable* » et impose une dimension sociale, économique et politique.

Enfin, dernière leçon : les problèmes abordés indirectement ici, comme tous les problèmes d'environnement, nécessitent une mobilisation de la plupart des disciplines scientifiques et... l'engagement des citoyens. En effet, les obstacles ne sont ni seulement ni même principalement d'ordre scientifique ou technique : « les problèmes posés mettent en jeu la diversité des cultures, la divergence des intérêts. Le défi à relever est très clairement un *défi de civilisation* » (Barbault, 1993).

RÉFÉRENCES

BARBAULT R., « Ecologie des peuplements. Structure, dynamique et évolution. », *Masson*, Paris, 1992.

BARBAULT R., « Jeux et Enjeux du Vivant. L'homme et la biodiversité. », *Editions Odile Jacob*, 1993.

BARBAULT R. et HOCHBERG M., « Population and community level approaches to studying biodiversity in international research programs. », *Acta Oecologica*, 1992, **13**, 137-146.

BEGON M., HARPER J.L. et TOWNSEND C.R., « Ecology, Individuals, Populations and Communities. », *Blackwell Sc. Publ.*, Oxford, 1986.

CODY M.L. et DIAMOND J.M. « Ecology and evolution of communities. », *Belknap Press of Harvard University*, Cambridge, 1975.

DIAMOND J. and CASE T.J. « Community ecology. », *Harper & Row*, New York, 1986.

DI CASTRI F., « Global crises and the environment. », In : G.B. MARINI-BETTOLO Ed., A modern approach to the protection of the environment, *Pontificiae Academiae Scientiarum Scripta Varia*, Vatican, 1989, 75, 7-39.

DI CASTRI F. et YOUNES T., « Fonction de la diversité biologique au sein de l'écosystème. », Acta Oecologica, 1990, **1**, 429-444.

LEVEQUE F. et GLACHANT M., « Diversité biologique. La gestion mondiale des ressources vivantes. », *La Recherche*, 1992, **239**, 114-123.

LUBCHENCO J. et al., « The sustainable biosphere initiative : an ecological research agenda. », *Ecology*, 1991, **72**, 371-412.

PIMM S.L., « The balance of nature ? Ecological issues in the conservation of species and communities. », *The University of Chicago Press*, Chicago, 1992.

RIBA G. et SILVY C., « Combattre les ravageurs des cultures. Enjeux et perspectives. », *INRA*, 1989.

ROUGHGARDEN J., « Competition and theory of community ecology. », *Am. Nat.*, 1983, **22**, 583-601.

SCHULZE E.D. et MOONEY H.A., « Biodiversity and Ecosystem Function. », *Springer-Verlag*, Berlin, 1993.

SOLBRIG O.T. « From genes to ecosystems : a research agenda for biodiversity. », *IUBS*, Paris, 1991.

STRONG D.R., SIMBERLOFF D., ABELE L.G. et THISTLE A.B. « Ecological Communities. Conceptual issues and the evidence. », *Princeton University Press, Princeton*, New Jersey, 1984.

WIENS J.A., « The ecology of birds communities. », *Cambridge University Press*, Cambridge.

WILSON E.O., « La diversité du vivant menacée. », *Pour la Science*, 1988, **145**, 66-73 (version française 1989).

BIODIVERSITÉ ANIMALE À MADAGASCAR
CARACTÉRISTIQUES GÉOGRAPHIQUES

Sylvère RAKOTOFIRINGA

Madagascar, avec une superficie de 590 000 km², constitue un véritable petit continent à l'Est de l'Afrique dont il est séparé par le Canal de Mozambique.

S'allongeant sur 1 500 km du Nord au Sud et s'étalant sur 500 km d'Est en Ouest, il présente dans sa plus grande partie un relief de collines et de moyennes montagnes dont le plus haut sommet culmine à Tsaratanana à 2 876 m.

Des étendues peu accidentées constituent la partie occidentale et une bande littorale étroite la partie orientale. Ces différentes régions sont parcourues par des fleuves et des rivières qui forment souvent de nombreuses barrières géographiques, isolant des niches écologiques particulières.

Les conditions climatiques, quoique de type tropical, sont très variées. En effet, la présence de crête centrale culminant à plus de 1 000 m et orientés sensiblement Nord-Sud permet de retenir les vents humides de l'Est sur le versant oriental, déterminant :

- une zone orientale, chaude et humide, avec des périodes sèches peu marquées et, où la pluviométrie varie de 2 000 à 4 000 mm. C'est le domaine des forêts ombrophiles ;
- une zone centrale à saisons marquées, recevant 800 à 1 8000 mm de pluie : domaine des savanes à graminées ;
- une zone occidentale à pluviométrie plus faible (200 à 1 000 mm), caractérisée par une grande saison sèche de Juin à Novembre, où prédominent des prairies, des forêts caducifoliées ou des bush xérophytiques dans le Sud-Ouest.

Malgré ces conditions climatiques variées, Madagascar avait jadis un couvert forestier naturel continu présentant différents aspects. A l'heure actuelle, la couverture forestière, tous types confondus, ne dépasse guère 20 % de la surface initiale soit 8 à 10 millions d'ha de forêts primitives.

ISOLEMENT DE MADAGASCAR

Selon l'interprétation des géophysiciens qui ont établi des cartes paléocontinentales (A.G. SMITH et J.C. BRIDEN, 1974), la chronologie de la dislocation se présenterait de la façon suivante :

1 – ***Jurassique supérieur*** (140 M. d'années) :
Présence d'un bloc formé par l'Amérique du Sud, l'Afrique, Madagascar, l'Inde et l'Antarctique.

2 – ***Crétacé inférieur*** (120 M. d'années) :
a) Séparation de l'Amérique du Sud de l'ensemble formé par l'Afrique et Madagascar.
b) Séparation de l'Inde, d'Afrique et de Madagascar, mais rattachement à l'Antarctique.

3 – ***Crétacé moyen Cénomanien*** (100 M. d'années) :
a) Madagascar rattaché à l'Afrique.
b) Mouvements de séparation des blocs s'accentuent mais l'Inde reste rattachée à l'Antarctique.

4 – ***Crétacé supérieur Santonien*** (80 M. d'années) :
a) Madagascar séparé de l'Afrique.
b) Inde séparé de l'Antarctique et dérive vers le Nord-Est.

5 – ***Eocène Cénozoïque*** (60 - 40 M. d'années) :
Poursuite de la dérive de l'Inde vers le Nord.

Sans entrer dans les discussions concernant l'existence du territoire du Gondwana, nous considérons que cette séparation d'avec le bloc et le continent africain a eu lieu dans le courant du tertiaire. Cette interprétation des géophysiciens nous apportera des éléments pour mieux discuter des origines et des affinités de la faune malgache.

En effet, les géologues ont été frappés par la similitude des dépôts continentaux de la fin de l'ère primaire à Madagascar, en Afrique Australe, en Amérique du Sud, en Australie et en Inde. Ceux-ci renfermaient des fougère appartenant aux genres *Gangampteris* et *Glossopteris*.

Il devait être de même pour la paléofaune. Ainsi après les fractures de ce grand continent austral et après ses dislocations, les faunes originelles ne peuvent plus se mélanger que par des communications accidentelles et temporaires et à intervalles très éloignés (TAQUET, 1974).

Madagascar, dès son isolement définitif, a donc vu sa faune évoluer dans un sens qui lui est propre, avec une multiplication des formes endémiques et une conservation de certaines formes qui sont restées archaïques. Dès lors, il n'est pas étonnant d'y retrouver des fossiles de faune particulière qui hantait les écosystèmes primitifs : les Lémuriens géants, *Megaladapis*, les *Paléopropithèques — Hadropithèques — Archaeolémurs* ou encore les oiseaux géants, tels que *Aepyornis* et *Mullerornis*.

Ces formes fossiles traduisent donc déjà la présence d'une faune malgache différente de ce qu'on trouve dans l'ancienne Gondwanie et plus particulièrement de celle de l'Afrique, son voisin immédiat.

Cette faune malgache se singularise par son endémisme élevé, son évolution radiative et son archaïsme.

ENDÉMISME

L'endémisme de la faune malgache se manifeste dans les différentes échelles de la taxinomie. Il apparaît dès le niveau sous-ordre chez les Lémuriens, le niveau famille chez certains oiseaux (Vangidae), le niveau sous-famille chez les Batraciens (Racophinae, etc.) et chez les Carnivores (cryptoproctinae) et bien entendu les niveaux genres, espèces et sous-espèces chez la plupart des groupes.

L'isolement ancien de Madagascar (courant tertiaire) lui a valu de ne pas être envahi par des éléments étrangers et que ses éléments propres étaient préservés et se développaient sans encombre. Ainsi, malgré l'importance des lacunes faunistiques (Manotrèmes, Marsupiaux, Grands Herbivores, etc.), les niches vacantes ont permis l'explosion des formes endémiques. Celles-ci, selon leur apparition dans le temps géologique et leur degré d'évolution au moment de la dislocation du bloc, présentent un degré d'endémisme plus ou moins élevé.

Et, signalons enfin que cet isolement insulaire a permis l'instauration d'un équilibre faunistique où la pression de la sélection naturelle reste faible, permettant d'une part le maintien de formes anciennes ou de véritables fossiles vivants et d'autre part l'épanouissement des différentes formes existantes.

A titre d'illustration, donnons quelques exemples dans les groupes les plus significatifs.

Endémisme chez les invertébrés

Il nous est impossible de prendre en considération les différents groupes d'invertébrés, étant donné le temps qui nous est imparti, pour parler de la biodiversité animale malgache. Aussi, nous cantonnons-nous à quelques exemples qui nous paraissent les plus frappants.

Mollusques terrestres

La faune malacologique terrestre de Madagascar renferme 350 espèces réparties en 3 ordres. Ces 350 espèces appartiennent à 22 familles comprenant 49 genres. Parmi ces familles, 4 sont particulièrement dominantes : Acavidae (74 espèces), Pornatiasidae (87), Ariophantidae (76) et Cyclophoridae (10).

L'endémisme des Mollusques terrestres malgaches se présente de la façon suivante : sur les 350 espèces connues, 166 sont endémiques et appartiennent à 10 genres, eux-mêmes endémiques. Ce qui se traduit par un taux d'endémisme de 20 % au rang générique et de 67 % au rang spécifique. L'importance spécifique de ces 10 genres endémiques se répartit ainsi : *Ampelita* (64), *Kalidos* (46), *Helicophanta* (15), *Clavator* (12), *Acroptychia* (11), *Boucardicus* (7), *Leucotaenia* (7),*Madecalus* (2), *Malarinia* (1), *Batina* (1).

Il est à noter que ces formes endémiques ont une répartition périphérique, spécialement dans le quart nord du pays où on rencontre 60 à 70 % de l'endémisme. La région centrale est très pauvre ou même dépourvue de faune malacologique (pour le genre *Ampelita*, seule une espèce sur 64 habite la région du centre). Cela correspond sans doute à une exigence écologique très stricte qui n'a pas permis à ce groupe de s'épanouir ailleurs que dans le Nord de l'île.

Arthropodes

— Arachnides :

La faune arachnologique de Madagascar n'est pas complètement recensée actuellement. Toutefois, au stade actuel de nos connaissances, on peut déjà noter l'absence totale de 2 ordres : *Solifuges* et *Ricinulei*.

Parmi les Scorpions, nous signalons l'existence de 2 genres endémiques : *Grosphus* avec 8 espèces et *Heteroscorpion*, 1 espèce.

Les Araignées malgaches forment 2 groupes : les *Mygalomorphes* et les *Aranéomorphes*.

Les *Mygalomorphes* comprennent 5 familles riches de 25 genres. Parmi ceux-ci, 20 sont endémiques et 3 communs à l'Afrique. Les 23 genres connus comportent 29 espèces dont 28 sont endémiques et 1 commune à l'Afrique. Nous notons donc ici un taux d'endémisme particulièrement élevé.

Les *Aranéomorphes*, contrairement aux Mygalomorphes, présentent un taux d'endémisme assez faible. Cet endémisme ne se manifeste d'ailleurs qu'au niveau spécifique, en particulier chez le genre (très ancien) *Archaea* : 6 espèces endémiques et 1 commune à l'Afrique. Ceci s'expliquerait probablement par la présence du groupe aranéomorphe avant la dislocation du bloc austral, et c'est seulement après la séparation que la souche avait évolué différemment. La biologie des espèces d'*Archaea* de part et d'autre du Canal de Mozambique confirme cette hypothèse à notre avis. En effet, toutes les *Archaea* africaines sont terricoles et les formes endémiques malgaches arboricoles. L'espèce africaine présente à Madagascar est restée terricole (*A. godfreyi*).

Insectes

L'entomofaune malgache est une faune prodigieusement riche mais ne présente pas d'endémisme au niveau famille. Par contre, il y a une véritable explosion de formes endémiques au niveau des genres et espèces.

Ordre		Nombre d'espèces endémiques	%
Dictyoptère	Blattide	95	80 %
	Mantide	60	70 %
Chélentoptères		80	100 %
Coléoptères	Buprestides	500	100 %
	Chrysomelides	800	100 %
	Cerambycides	600	100 %
	Brenthides	71	95 %
	Lucanides		100 %
	Curculionides	1300	99 %
Lepidoptères (toutes familles confondues)			97 à 98 %

Comme nous le savons, le groupe des insectes est un groupe très ancien dont la plupart des représentants étaient présents dès la fin de l'ère primaire. Il n'est donc pas étonnant que les familles soient communes aux faunes du bloc avant la dislocation. Par contre, lors de l'isolement des souches dans les différentes niches écologiques malgaches, et grâce à la présence de facteurs favorables, il y aurait eu une véritable explosion des différents représentants entraînant la formation de formes nouvelles qu'on ne rencontre pas ailleurs.

Endémisme chez les vertébrés

Poissons

La faune ichtyologique malgache se singularise par sa pauvreté. En effet, seulement 23 familles sur 48 présentes sur le continent africain se rencontrent à Madagascar. Les familles caractéristiques de l'ichtyofaune africaine sont absentes de Madagascar : *Ostéoglossidae, Cyprinidae, Characidae, Mormyridae, Polypteridae.* La même constatation apparaît quand on fait la comparaison avec la faune indienne.

Malgré cette pauvreté, certaines familles sont bien représentées à Madagascar : *Cichlidae, Gobiidae* et *Atherinidae.*

Du point de vue endémisme, Pellegrin souligne que la faune ichyologique continentale est très riche en formes endémiques. Kiener (1963) les estime à 43 espèces malgaches dont 32 dulçaquicoles et 11 euryhalines. Selon Bertin (1948), le taux d'endémisme s'éléverait à 32 %. Mais si on l'envisage par familles, certaines sont particulièrement riches :

50 % pour les Siluridae et Gobiidae ;
70 % pour les Atherinidae ;
100 % pour les Cichlidae (avant l'introduction du genre *Tilapia* vers les années 1950).

Pour cette dernière famille, l'endémisme se manifeste au niveau genre : *Paratilapia* (1 sp), Ptychochromis (2), Paretrophus (7), Oxylapia (1). Selon Kiener (1963), cette endémicité se compliquerait par la présence de formes micro-endémiques qui pourraient être des races géographiques ou des sous-espèces.

Cette endémicité se caractérise en outre pour la plupart des espèces, sauf pour *Paratilapia*, par une aire de répartition restreinte, *Ptychochromis betsileanus*, voire ponctuelle *Oxylapia polli*. Ces formes endémiques semblent en effet exiger des conditions écologiques particulières qui ne sont remplies que dans une niche écologique bien définie. Ce qui expliquerait la fragilité et la rareté de ces formes.

Batraciens

La batrachofaune malgache est un exemple type de la haute endémicité de la biodiversité. En effet, sur les 140 espèces recensées, toutes sont endémiques sauf 2 espèces de Ranidae : *Ptychadena mascareniensis* et *Rana tigerina.*

Répartie dans 4 familles, cette faune présente un endémisme au rang sub-familial.

Mycrophylidae	Cophylinae
	Scaphyophrinae
	Dyscophinae
Ranidae	Mantellinae

En revanche, la faune batrachologique malgache présente une lacune importante : absence de crapauds, d'urodèles et de coecilidées vermiformes et aveugles.

Il est à noter que l'explosion de grenouilles pourrait s'expliquer par leur aptitude à peupler une variété de biotopes : aquatiques, terrestres, fouisseurs, arboricoles. Certaines se sont même affranchies du milieu aquatique aussi bien pour la vie adulte que pour la reproduction.

Reptiles

Les reptiles constituent un groupe où le taux d'endémisme reste parmi les plus élevés du monde. Au niveau générique, sur 55 genres recensés à Madagascar, 34 sont endémiques et au niveau spécifique, sur 260 espèces identifiées, 242 sont endémiques.

L'endémisme intéresse également une sous-famille, celle des *Uroplatinae*.

Si l'on considère les différents groupes de Reptiles, l'endémisme se présente de la façon suivante :

– Lézards et Caméléons :
180 espèces réparties en 5 familles
1. Geckonidae : *Uroplatus* et *Geckolepis* endémiques
2. Iguanidae : *Oplurus* et *Chalarodon* endémiques
3. Gerrhosauridae : *Tracheloptychus* et *Zonosaurus* endémiques
4. Cameleonidae : *Chameleo*
Brookesia endémique
5. Scincidae : 10 genres comportant 48 espèces dont 1 seule n'est pas endémique.

– Serpents :
3 Familles présentes à Madagascar :
1. Typhlopidae monogénérique
Typhlos avec 8 espèces endémiques
2. Boidae : *Sanzinia* et *Acrantophis* endémiques
3. Colubridae : 16 genres dont 1 seul non endémique.

Cette faune des serpents est en outre caractérisée par l'absence d'Elapidae (Cobras, Mamba), de Viperidae (vipères, Crotales).

Oiseaux

La faune avicole malgache est très pauvre en espèces par rapport au continent africain et aux autres pays. Des groupes entiers manquent à Madagascar tels que les *Piciformes* abondants en Afrique ou les *Trogons*, oiseaux forestiers primitifs richement représentés en Inde-Malaisie. En revanche, Madagascar possède un grand nombre de groupes endémiques qui se manifestait au niveau familial. 3 familles sont typiquement malgaches :

1. *Mesithornithidae* ou *Mesoceratidae* avec 2 genres : Moesonas et Monias.
2. *Philepittidae* avec 2 genres : *Philepitta* et *Neodreparus*.
3. *Vangidae* avec 11 genres.

A côté de ces 3 familles, d'autres ne renferment que des genres ou des espèces typiquement malgaches :

– Famille des *Cuculidae* : Coua, Coucal et Coucou ;
– Famille des *Coracidae* avec 6 genres endémiques : *Eurystomus*, *Leptosomus*, etc.

Parmi les rapaces rencontrés, 8 des 14 rapaces nichant à Madagascar sont endémiques :

– *Halietus vociferoïdes* (Pygargue de Madagascar) ;
– *Eutriorchis astur* (Aigle autour) ;
– *Polyboroïdes radiatus* (Petit serpentaire).

Mammifères

Malgré son ancienneté, Madagascar ne possède ni Monotrèmes (Mammifères ovipares des régions australiennes), ni Marsupiaux.

Les ruminants abondants en Afrique n'ont jamais pénétré dans l'île : ni buffles, ni girafes, ni antilopes. Les Proboscidiens sont également absents. Beaucoup de groupes florissants ailleurs font défaut à Madagascar : Singes, Périssodactyles, Édentés, grands fauves (Tigre, Lion, etc.), Lagomorphes (Lapins, Lièvres...).

Ce déséquilibre de la faune mammalienne malgache s'explique par diverses raisons :

– d'une part par l'isolement ancien de Madagascar qui a empêché les Mammifères d'atteindre l'île que de façon accidentelle et discontinue soit par des radeaux de branchages, soit par des ponts continentaux temporaires ;
– d'autre part par l'existence d'un couvert forestier très ancien, empêchant les grands animaux de savane et de prairies de s'épanouir.

En revanche, certaines formes ont littéralement explosées et se sont diversifiées dans les biotopes malgaches.

Insectivores

Le groupe des Insectivores se singularise par la famille des *Tenrecidae* (Tenrecinae et Oryzoryctinae) dont la plupart, des représentants sont endémiques et présentent des caractères archaïques (*Tenrec ecaudatus* qui passe par une période d'hibernations et dont la reproduction donne naissance à un nombre élevé de petits).

Rongeurs

La faune des Rongeurs malgaches est très pauvre. Elle ne comporte que 18 espèces appartenant à 8 genres endémiques de la sous-famille des *Nesomyinae* (*Eliurus, Brachytarsomys, Hypogeomys*, etc.).

La compétition avec les formes cosmopolites (*Rattus rattus, R. norvegicus*, etc.) expliquerait cette pauvreté de la faune locale.

Carnivores

Bien que 3 familles se rencontrent dans l'île, tous les carnivores malgaches appartiennent à la famille des *Viverridae.*

Les représentants des *Felidae* et *Canidae* sont introduits par l'homme.

Les Viverridae endémiques malgaches se répartissent en 3 sous-familles endémiques :

1. *Fossinae* avec 2 genres monospécifiques :
   - *Fossa fossana* ;
   - *Eupleres gondoti.*
2. *Galidiinae* avec 4 genres monospécifiques :
   - *Galidia elegans* (3 sous-espèces) ;
   - *Salanoia coucolar* ;
   - *Mungotictis decembineata* (2 sous-espèces) ;
   - *Galidictis fasciata* (2 sous-espèces).
3. *Cryptoproctinae* : 1 genre monospécifique :
   - *Cryptoprocta ferox.*

Lémuriens

Les lémuriens possèdent 5 grandes familles toutes endémiques de Madagascar.

1. Famille de *Cheirogaleidae* avec 4 genres nocturnes : *Microcebus, Cheirogalus, Phaner* et *Allocebus.*

C'est un groupe primitif vivant en solitaire, et ayant un régime alimentaire mixte : frugivore et insectivore, sauf le *Phaner* qui s'est spécialisé pour consommer de la gomme des arbres.

2. Famille des *Lepilemuridae* monogénérique *:*

Lepilemur avec 7 espèces, toutes nocturnes et ayant un régime alimentaire strictement folivore.

L'organisation particulière de son tube digestif l'atteste : présence d'un coecum très développé contenant des bactéries qui détruisent les celluloses et dont l'absorption se fait au niveau du côlon proximal.

3. Famille des *Lemuridae* :

Comprend 3 genres diurnes dont les représentants, de taille moyenne à grande, gardent le corps horizontal pendant leur déplacement.

Le *genre Hapalemur* (3 espèces) est un genre particulier qui, comme le Panda d'Asie, se nourrit principalement de pousses de bambou.

Le *genre Lemur* renferme 6 espèces et de nombreuses sous-espèces (*L. catta, L. fulvus*, etc.).

Le *genre Varecia* monospécifique renferme des individus de grande taille.

4. Famille des *Indriidae* :

Les représentants de cette famille sont caractérisés par des placements par sauts au cours desquels le corps est maintenu vertical.

3 genres :

1. *Avahi* de mœurs nocturnes, il forme un groupe familial de 4 à 5 individus.
2. *Propithecus* diurne et de grande taille. Le genre renferme 2 espèces ayant leur propre répartition :
   . *P. verreauxi* localisée à l'Ouest où elle présente au moins 5 sous-espèces ;
   . *P. diadema* à l'Est. Elle comporte également 5 sous-espèces.
3. *Indri* : genre monospécifique. *I. indri* localisé aux zones d'altitude de la falaise orientale (Région de Périnet).

5. Famille des *Daubentonidae* :

Renferme 1 seul genre et 1 seule espèce : *Daubentonia madagascariensis.*

Le *D. madagascariensis* est un animal dont la position systématique a posé des énigmes. En effet, il synthétise les différents caractères morphologiques d'autres mammifères : « dents de lapin, oreilles de chauve-souris, soies de sangliers, mains de singe et queue de renard ».

Le « Aye-Aye » est nocturne et son régime est principalement insectivore. Il utilise ses incisives puissantes à croissance continue pour enlever les écorces, et son médius allongé, grêle pour extraire les larves xylophages de leur trou.

ÉVOLUTION RAYONNANTE

En parcourant les différents groupes de la faune malgache, on a été frappé par une spéciation d'une intensité exceptionnelle.

Grâce aux diversités extrêmes des écosystèmes, à la présence de plusieurs niches écologiques vacantes et à une faible pression de la sélection naturelle (pression de prédation plus faible qu'ailleurs), il s'est créé un mécanisme de spéciation actif. Ainsi, la faune malgache a connu une grande diversification morphologique et éthologique comme chez les Mammifères, et surtout une apparition d'une multitude d'espèces distinctes par des caractères morphologiques mais semblables du point de vue éthologie, comme chez les Insectes.

Cette « spéciation explosive par pulvérisation » selon Paulian, se rencontre chez la plupart des Invertébrés et également chez les Vertébrés.

Pour illustrer ceci, prenons quelques exemples dans les groupes les plus significatifs.

Nous avons vu chez les Mollusques terrestres, une très forte spéciation chez certains genres endémiques à Madagascar, en particulier chez *Ampelita* (64 espèces), *Kalidos* (46 espèces) et *Helicophanta* (15 espèces).

Lorsqu'on examine au niveau ordre, cette explosion intéresse spécialement celui des *Mésogastropodes* avec 123 espèces et celui des *Stylommatophores* avec 224 espèces.

La répartition géographique de ces espèces dans ces zones phériphériques du pays et plus particulièrement dans le Nord nous laisse penser que les Mollusques y ont trouvé des conditions écologiques optimales pour leur développement et leur épanouissement, conditions qu'ils n'auraient pas trouvées dans la région centrale de l'île. En outre, l'absence de prédation a dû aussi jouer un rôle déterminant dans cette radiation.

Chez les Insectes, malgré une connaissance incomplète de certains groupes, on peut dire sans risque de se tromper que tous les ordres sont pratiquement concernés par cette évolution rayonnante.

En effet, selon Griveaud, « Isolés dans un milieu naturel au relief, au climat et à la végétation prodigieusement variés, les quelques formes qui ont peu s'établir dans l'île, se sont diversifiées à l'infini ». Il poursuit en disant : « Aucune autre région du Globe n'a montré une formation aussi active d'espèces et leur adaptation à tous les milieux habitables ». Il serait fastidieux d'énumérer tous les groupes.

Citons en guise d'illustration quelques cas :
- chez les Lépidoptères *Nymphalidae*, les genres *Strabena* et *Henostesia* renferment chacun 41 espèces ;
- chez les Coléoptères *Curculionidae*, 1300 espèces se répartissent dans une cinquantaine de genres ;
- chez les différents groupes de Vertébrés, la même caractéristique se retrouve, bien que de faible ampleur.

Les Poissons endémiques de Madagascar comportent 4 genres différents et le genre *Paretropus* renferme, à lui seul, 7 espèces ayant chacun une localisation bien définie.

Chez les Batraciens, on note la présence d'une multitude de formes endémiques (genres et espèces). Mais c'est surtout dans le genre *Mantidactylus* qu'il y a une véritable explosion avec 53 espèces.

Les Reptiles sont caractérisés par une richesse spécifique considérable. Toutefois, un certain contraste apparaît quant à l'importance relative des genres. Certains sont pauvres en espèces, tandis que d'autres sont fortement diversifiés comptant plus de 20 espèces :
- Geckonidae : *Phelsuma* (23 espèces) ;
- Chameleontidae : *Chameleo* (34 espèces) ;
- Scincidae : *Amphiglossus* (22 espèces).

Chez les Oiseaux, 2 familles illustrent parfaitement cette évolution rayonnante : celle des Cuculidae avec le genre *Coua* qui a vu la différenciation de nombreuses espèces dont les niches écologiques sont très variées. Fait assez exceptionnel chez la faune malgache, 3 espèces sont savanicoles : *Coua cristata* (huppé), *Coua verreauxi* et *Coua coquereli*.

Les Mammifères montrent également des exemples de spéciation active surtout chez les Insectivores notamment chez le genre *Microgale* (16 espèces) et chez les lémuriens avec 5 familles dont celle des Lemuridae qui est particulièrement riche avec le genre *Lemur*.

Dans tous ces exemples que nous venons de citer, il apparaît une constante qui mérite d'être soulignée. La pression de la sélection naturelle est pratiquement faible dans les différents écosystèmes et les différents groupes ont acquis un équilibre qui leur a permis de se diversifier malgré une dégradation sensible de l'environnement.

ARCHAÏSME

Tous les biologistes qui ont travaillé sur la faune malgache s'accordent à reconnaître le caractère archaïque de celle-ci. Selon Paulian, « Aucune région ne présente vraisemblablement une richesse de formes archaïques comparables à celle de Madagascar sur un espace aussi restreint ».

L'isolement ancien de Madagascar et l'absence de cataclysmes majeurs expliquent cette richesse de la faune en types archaïques. Certaines formes originelles ont ainsi trouvé refuge dans le milieu insulaire formant une mosaïque d'écosystèmes variés. Ces formes, depuis des millions d'années, n'ont que peu ou pas évolué pour devenir de véritables fossiles vivants. Ce qui a fait dire à Commerson (1771) que Madagascar est une « véritable terre de promissions pour les naturalistes où la nature s'est retirée dans un sanctuaire pour y travailler sur d'autres modèles que ceux auxquels elle s'est asservie ailleurs. Les formes les plus insolites et les plus merveilleuses s'y rencontrent à chaque pas ».

Cette présence de formes archaïques se manifeste à des degrés divers chez les principaux groupes zoologiques.

Les Nématodes parasites d'Insectivores malgaches sont tous archaïques et évoquent une faune relique éliminée chez les insectivores du reste du monde (A.G. CHAMBAUD et all., 1964). Ces Nématodes donnent une image approximative de ce qu'étaient les Nématodes parasites d'insectivores à l'époque où Madagascar s'est isolé du continent.

Chez les Mollusques, le genre *Clavator* endémique de Madagascar rappelle certaines formes fossiles d'Afrique.

Parmi les Arachnides, le genres *Archae* connu dans l'ambre de la Baltique, a gardé tous ses caractères primitifs, et n'a pas évolué depuis.

Les Vertébrés malgaches regorgent d'exemples de formes archaïques. Le Cichlidé endémique *Oxylapia polli* est reconnu pour son caractère archaïque et rappelle les formes fossiles africaines.

Parmi les Reptiles, les *Bolyerinae* et les *Boinae* ont conservé le type archaïque apparenté à des souches sud-américaines.

Quant aux Rongeurs, la sous-famille des Nesomyinae est apparentée à des fossiles du Tortonien de France (Région du Quercy).

Les Insectivores réunissent 3 groupes archaïques : le *Limnogale* de mœurs aquatique dont les parents se retrouvent en zone africaine forestière ; le *Microgale* et l'*Oryzoryctes* ; et le *Tenrec* et l'*Hémicentetes*.

Les caractères dentaires des Tenrecidae, les moins évolués représentent un type archaïque que l'on ne rencontre pas chez les Euthériens : organisation particulière de la canine et apparition tardive d'une 4ème molaire, à la manière d'une dent de sagesse.

Du point de vue biologique, le Tenrec présente également une fécondité prodigieuse : 30 petits à chaque portée et une période de croissance très longue.

Les carnivores ont aussi leur lot de formes archaïques avec *Fossa fossana*, *Galidia* et *Cryptoprocta ferox*. Ce dernier est adapté à une vie arboricole grâce à la présence de griffes rétractiles que les autres carnivores n'ont pas, la présence de coussinets aux doigts et à la plante des quatre pattes et grâce à une longue queue qui joue à la fois un rôle de balancier et de support.

Chez les Lémuriens, nous ne citerons que le cas de *Daubentonia madagascariensis* qui comme nous l'avons dit plus haut est une véritable énigme pour les zoologistes. On le considère comme une véritable relique vivante. Par ses caractères primitifs, on l'avait classé parmi les Rongeurs pendant longtemps. C'est seulement en 1866, après une étude anatomique qu'Owen le plaçait parmi les Lémuriens.

C'est à dessein que nous avons limité les exemples à ces quelques groupes pour éviter une énumération fastidieuse. Toutes les espèces pourraient être prises comme exemple-type, car selon R. Legendre « Chaque animal malgache a son cachet ».

AFFINITÉS DE LA FAUNE MALGACHE

Il est difficile de faire une généralisation sur les affinités de la faune malgache et de l'affilier à celle de telle ou telle région. En effet, même au sein d'une même famille, il semble que les différents genres aient des origines différentes. Tel est le cas de Cichlidés endémiques avec les 4 genres. *Oxylapia* aurait une origine africaine sans qu'on puisse l'affirmer de façon catégorique. *Ptychochromis* serait apparenté aux genres *Hemichromis* et *Pelmatochromis* africains. Quant à *Paretroplus* et *Paratilapia*, ils seraient plutôt asiatiques et se rapprocheraient de *Etroplus* de Ceylan.

La ressemblance de la faune parasitaire semble confirmer l'origine asiatique de *Paretroplus* et de *Paratilapia*. Par contre, *Ptychochromis* se rapprocherait plutôt de *Symphysodon*, Cichlidé Sud-américain par sa faune parasitaire.

La même divergence d'origine se retrouve chez la plupart des groupes.

Le scorpion *G. groshys* serait affilié à la faune africaine tandis que le genre Héréroscorpion serait à la fois africain, type *Hadogenus* et australien, type *Urodacus* et *Hemiolaphus*.

Quant aux araignées proprement dites, elles sont typiquement africaines.

Chez les Mollusques terrestres, les affinités sont encore plus disparates. En effet, à côté des types strictement malgaches, *Hainesia* (actuel et fossile du Pleistocène), on note une affinité africaine, type *Vitrina*, une affinité américaine, type *Bavieia*, une affinité indienne, *Clavator* et une affinité européenne, *Tropidophora*.

Chez les oiseaux, l'affinité est d'abord africaine : *Agapornis, Jacana, Vangidae*, etc., puis asiatique : *Dicrurus forficatus* ; proche de la forme indienne, *Upupa epops* et *Cuculus rochi* sont des simples sous-espèces d'Inde et de Chine.

Les Philepittidae malgaches sont apparentés aux *Pittidae* asiatiques.

Quant aux carnivores, ils sont très énigmatiques. Selon ALBIGNAC, ils seraient issus d'une évolution locale, d'une souche montrant une convergence avec les groupes africains.

Les lémuriens, quant à eux, proviennent d'un petit nombre d'invasions et se sont différenciés sur place (Alison JOLY).

HABITAT DE LA FAUNE TERRESTRE MALGACHE

La plupart de la faune terrestre de Madagascar, y compris les formes cosmopolites, ont un habitat sylvicole. Cela s'explique sans doute par la présence d'une couverture forestière très ancienne depuis l'isolement de Madagascar.

Selon Perrier de la Bathie, 1936, « Toutes les espèces actuellement malgaches, aussi bien botaniques que zoologiques, sauf quelques espèces endémiques adaptées aux conditions nouvelles, sont des êtres sylvicoles ou rupestres, inaptes à vivre dans la prairie ».

En gros, 72 % de la faune sont forestières. Le passage aux savanes arborées serait une adaptation secondaire plus ou moins heureuse, dictée par un problème de survie. En effet, la dégradation du biotope initial, pour diverses raisons, a amené certains groupes à émigrer. D'autres moins plastiques sont réduits à se cramponner aux lambeaux forestiers restants. Les populations animales y sont prisonnières et y évoluent en vase clos, ce qui favorise une dérive génétique, ou conduit à leur disparition si les vestiges forestiers sont trop réduits ou l'écosystème trop perturbé. Tel est le cas des Lémuriens qui sont typiquement adaptés à la vie forestière. Aucune espèce n'arrive à survivre en dehors de ce biotope.

La survie de la plupart de la faune malgache est impensable sans une protection efficace de la forêt.

CONCLUSION

La biodiversité animale malgache est soumise actuellement à deux pressions majeures, dues essentiellement à l'homme : la pression de la chasse et la destruction des habitats.

Pression de chasse

- chasse à des fins nutritionnelles et culinaires : *Tenrec, Testudo, Lémuriens, Serpents, Crocodiles*, etc. ;
- chasse à des fins commerciales.

La richesse de la faune malgache est bien connue dans le monde, surtout les formes endémiques. Depuis toujours, la faune a fait l'objet d'une commercialisation et d'une exportation plus ou moins réglementée, mais depuis un certain temps, la demande s'est considérablement accrue et a entraîné une exportation à grande échelle d'une gamme variée d'animaux : différents groupes d'invertébrés et de vertébrés.

En l'absence de ferme d'élevage, le plus grand fournisseur d'animaux d'exportation ne pouvait être que la nature ; la ponction sauvage se fait d'une façon démesurée et risque, à la longue de porter préjudice aux richesses génétiques de Madagascar. Les données officielles indiquent pour 1991, 80 000 reptiles et amphibiens exportés. Au cours des premiers mois de

1993, 20 000 spécimens ont été officiellement reconnus exportés. Il y a aussi un commerce illégal d'importance inconnue de Tortues, de Boas (*Sanzinia, Acrantophis*).

Destruction des habitats

Zone de forêts

Comme nous avons dit plus haut, la presque totalité des espèces animales a comme habitat les milieux forestiers, aussi bien dans les zones humides que des zones sèches. Ceci concerne surtout la plupart des formes endémiques.

Les causes actuelles de la dégradation et de la réduction des couverts forestiers sont dues essentiellement aux :

1. *Cultures sur brûlis ou Tavy :*
   On estime à au moins 300 000 ha/an cette perte du couvert forestier pouvant conduire ainsi à une disparition presque totale des forêts restantes à très court terme.
2. *Utilisation de la forêt comme source d'énergie.*
3. *Coupes de bois pour les constructions et les menuiseries.*
4. *Exploitation zones minières.*

Zones de Steppes et de Savanes

Feux de savanes ou feux de brousse, surtout dans les zones d'élevage extensif. Le passage répété des feux dénude complètement les sols et favorise l'érosion.

PRÉSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ DE L'ILE MAURICE

Yousoof MUNGROO

RÉSUMÉ

La forêt indigène de Maurice est envahie par des espèces de plantes exotiques et la faune s'est considérablement appauvrie. Ces plantes et ces animaux restent encore soumis à des pressions considérables. Cette biodiversité a pu cependant être sauvée au moyen d'actions concrètes : élevage en captivité, gestion à l'état sauvage, mise en liberté des animaux reproduits en captivité, conservation « in situ » et « ex-situ » des plantes indigènes, préservation des écosystèmes et enfin création des Réserves Naturelles et d'un Parc National.

INTRODUCTION

L'île Maurice qui, avec la Réunion et Rodrigues, fait partie de l'Archipel des Mascareignes est située à 880 km à l'est de Madagascar, entre 19°50′ et 20°32′ latitude Sud et 57°18′ et 57°46′ longitude Est. D'origine volcanique, elle a une superficie de 1 860 Km et elle est constituée d'un plateau central. Son point culminant est le Piton de la Rivière Noire à 816 m d'altitude. Avec une population de 1,2 million d'habitants, c'est l'île la plus peuplée des Mascareignes.

Du fait de sa position stratégique dans l'Océan Indien, elle fut nommée « *Stella Clavisque Maris Indici* » — Étoile et Clé de l'Océan Indien. En fait, ceci a conduit à son occupation et à l'exploitation de ses ressources naturelles par les navigateurs et les colonisateurs — au détriment, bien évidemment, de ses richesses génétiques.

Avant sa découverte par les Portugais en 1507, l'île était couverte d'une riche forêt verdoyante où évoluaient de nombreux animaux qui n'avaient pas de prédateurs. Les premiers visiteurs ont été fascinés par la richesse de la flore et de la faune.

Le déboisement commencera avec l'arrivée des Hollandais en 1598. Ceux-ci exploitèrent d'abord les ébéniers puis firent de la place pour les cultures et le réseau routier. Le processus se poursuivra avec les Français (1715) et plus tard avec les Anglais (1810).

Les forêts autochtones sont maintenant limitées au S-O de l'île d'une part à cause de la topographie accidentée et d'autre part parce que leur exploitation n'est plus économiquement viable. Il reste aujourd'hui à peine 1 % de la forêt d'antan. Ce reliquat est lui-même menacé par l''invasion et la prolifération des plantes introduites telles la goyave de Chine (*Psidium cattlevianum*), le troène (*Ligustrum robustum var walkeri*) et la framboise maronne (*Robus moluccanus*). C'est pourtant dans cette forêt indigène envahie par des plantes nuisibles que la majeure partie des oiseaux endémique de l'île Maurice a trouvé refuge. En effet, cette forêt S-O de l'île Maurice est en tête de liste des 75 forêts de la région Afrique servant d'habitat à des oiseaux en voie de disparition établie par le Conseil International pour la préservation des oiseaux (CIPO).

Outre la dégradation de l'habitat et la déforestation, les colonisateurs ont introduit — délibérément ou accidentellement — des animaux pour leur chair ou pour la chasse comme le cerf (*Cervus timorensis*), la chèvre (*capra hircus*) ou le cochon (*Sus scofa*).

Par contre, la mangouste (*Herpestes edwardsii*) n'a été introduite qu'au XIX^{e} siècle pour contrôler les rats qui ravagaient les champs de canne à sucre. Les Français, de leur côté, ont introduit le Martin de l'Inde (*Acridotheres tristis*), une des toutes premières tentatives de contrôle biologique des sauterelles, devenues, en l'absence de prédateurs, une nuisance grave.

En dépit de cette diminution drastique de la forêt mauricienne et de la compétition avec les plantes exotiques à développement rapide, 234 espèces endémiques subsistent dont 194 sont cependant menacées. Il est vrai que le palmier (*Hyophorbe amaricaulis*) n'est plus représenté que par un unique exemplaire.

La faune aussi a été appauvrie par manque d'espace et du fait des prédateurs introduits. IL ne reste guère que 11 espèces d'oiseaux endémiques sur les 30 que comptait l'île (Tableau I).

Plantes et animaux n'en demeurent pas moins soumis à de multiples pressions. Si rien n'est entrepris pour les secourir, cette biodiversité risque de disparaître à jamais. Ces espèces endémiques (flore et faune) ne survivraient pas longtemps si des mesures de conservation ne sont pas prises. Le gouvernement mauricien, conscient de la richesse des ressources naturelles, a entrepris diverses actions pour sauvegarder la flore et la faune autochtones et empêcher la disparition de ce patrimoine national.

L'ÉLEVAGE EN CAPTIVITÉ

Le programme de l'élevage en captivité a été mis sur pied en 1976 par le gouvernement et des organisations internationales pour venir en aide aux trois espèces d'oiseaux les plus menacées.

Il y avait, à ce moment là, seulement six à sept crécerelles (*Falco punctatus*) vivant sur le territoire mauricien. C'était là l'oiseau de proie le plus rare du monde. La population des pigeons des mares (*Neseonas mayeri*), recensée en 1973-74, comptait 20-25 individus et se trouvait uniquement dans les forêts humides du S-O du pays. La population de perroquet (*Psittacula echo*) estimée à moins de soixante individus a diminué de manière dramatique dans les années 70 suite à la dégradation des habitats. Il n'en reste actuellement que dix-huit à vingt représentants.

Depuis 1977, quand le premier pigeon des mares s'est reproduit en captivité, plus de 225 oiseaux ont éclos à la volière du gouvernement de Rivière Noire et au Jardin Zoologique de Jersey. La propagation en captivité de crécerelles (*Falco punctatus*) n'a pas été aisée. Ce n'est qu'en 1984 que le projet a pu décoller avec l'aide du « Peregrine Fund ». A ce jour quelques 250 crécerelles ont été reproduites en recourant aux différentes techniques. Les œufs sont retirés du nid à l'état sauvage et en captivité, pour permettre à la femelle de pondre une seconde couvée puis transférés dans des incubateurs où les oisillons sont élevés. Quant à l'élevage des perroquets (*Psittacula echo*) en captivité, il s'est révélé très difficile. Les adultes ne s'adaptent pas facilement au changement d'alimentation. Des petits ont été pris dans la nature et élevés dans la volière de Rivière Noire. Ils pourraient constituer le noyau d'un élevage en captivité en vue de la propagation d'une espèce hautement menacée.

GESTION À L'ÉTAT SAUVAGE

Les Pigeons des mares (*Neseonas echo)* se nourrissent essentiellement de fruits et de feuilles des plantes tant exotiques qu'indigènes. Des fluctuations dans la nourriture existent, notamment au cours des mois suivant la saison sèche de l'hiver (septembre à décembre). On fournit alors aux pigeons des graines — nourriture additionnelle — sur des plate-formes érigées dans les arbres. De la même manière, la productivité de la crécerelle a été améliorée en lui présentant de la nourriture additionnelle et des nids artificiels. On a aussi augmenté la couvée en retirant les œufs ce qui conduit la femelle à pondre de nouveau. En ce qui concerne le perroquet (*Psittacula echo*) son étude dans la nature se poursuit. On lui fournit aussi de la nourriture d'appoint et des nids artificiels pour réduire la compétition pour les nids avec le perroquet à collier (*Psittacula krameri*).

Pour réduire la prédation sur les oiseaux et leurs nids, on empoisonne les rats (*Rattus rattus*) et on dispose des pièges pour attraper les mangoustes (*Herpestes edwardsii*).

LE PROGRAMME DE MISE EN LIBERTÉ

Dans les années 80, les deux institutions, l'une à Jersey et l'autre à l'île Maurice, ont reproduit en captivité des pigeons des mares en nombre suffisant pour commencer à les relâcher en vue d'en augmenter le nombre à l'état sauvage. Un programme initié en 1984 et visant à libérer des pigeons des mares au Jardin Botanique des Pamplemousses échoua. La plupart des pigeons furent massacrés avec des frondes ou bien les tentatives d'édification des nids furent infructueuses du fait des prédateurs tels le Martin (*Acridotheres tristis*) ou le corbeau (*Corvus splendens*). Néanmoins, ces études ont fourni des données inestimables et ont préparé la voie pour la mise en liberté dans les forêts indigènes. Quarante pigeons ont été ainsi relâchés et au moins deux jeunes produits de ces couples ont été aperçus.

En 1990, la centième crécerelle élevée en captivité fut relâchée à l'île des Aigrettes, un îlot à moins d'un km de la côte Sud de l'île Maurice. A ce jour, quelques 241 crécerelles ont été relâchées pour augmenter la population de cet oiseau dans les gorges de la Rivière Noire et en vue de réintroduire des crécerelles dans la chaîne de montagnes de Moka au N-O et de Bambous au S-E de l'île d'où elles avaient disparu dans les années 50 suite à un empoisonnement au D.D.T. Cet insecticide avait été répandu sur toute l'île — excepté les régions du S-O — pour contrôler l'anophèle. On utilise des récepteurs-émetteurs pour suivre les mouvements des volatiles et des bagues pour les identifier.

Au cours de la dernière saison de ponte (Octobre-décembre 1992), on a recensé 45 couples ayant reproduit là où ils ont été relâchés. Ces résultats sont très encourageants d'autant que les crécerelles s'adaptent beaucoup plus facilement qu'on ne l'avait pensé et, de ce fait, elles ont prouvé que la réintroduction était possible.

LA CONSERVATION DE LA FLORE

Une des premières actions entreprise pour la préservation de notre flore a été la décision d'affecter certaines parties de la forêt à des « Réserves Naturelles ». La première Réserve a été créée en 1951 et, en 1974, il y en avait un total de vingt. La philosophie présidant à la création des Réserves, comme on le sait aujourd'hui, est la préservation des échantillons des différents types de forêts indigènes. La plus grande menace pour les forêts indigènes existantes de l'île Maurice est indubitablement l'invasion de ces forêts par les plantes et les animaux exotiques introduits dans le passé. La solution idéale aux problèmes de conservation de l'écosystème de la forêt indigène serait l'éradication pure et simple de tous les nuisibles. C'est là une tâche impossible et irréalisable. Même si toutes les forêts indigènes sont envahies par les plantes exotiques, il existe des endroits où la densité est plus faible et où l'on peut envisager de sauver la forêt naturelle. Cinq lots d'un à deux ha chacun ont ainsi été choisis pour la propagation « in-situ » et clôturés pour protéger les plantules contre les herbivores. Les plantes exotiques et envahissantes ont été arrachées manuellement pour faciliter la régénération des plantes endémiques. Une autre approche pour la préservation de la flore est la propagation « ex-situ » des espèces très rares et difficiles à propager dans la nature. Le gouvernement mauricien a mis sur pied une pépinière et une serre pour la propagation des plantes indigènes menacées. Celles-ci sont par la suite transplantées dans les forêts. Un système de fiches a été institué pour enregistrer les plantes tant à la pépinière que dans la nature.

LE PARC NATIONAL DES GORGES DE LA RIVIÈRE NOIRE

Un premier Parc National de 6 000 ha est en voie de création. Il couvrira les Réserves Naturelles de Macchabée / Bel Ombre et les régions des Gorges de la Rivière Noire dans le S-O de l'île. C'est dans cette région en effet, que l'on trouve les dernières forêts indigènes du pays et où depuis quinze ans on travaille à des projets de conservation des espèces menacées d'extinction. La législation relative à ces projets a été présentée à l'Assemblée Nationale en avril 1993.

Les principaux objectifs du premier Parc Mauricien sont :

1) La conservation des ressources naturelles de cette région avec une attention particulière pour les espèces en voie de disparition.
2) La restauration des forêts qui ont subi au fil des décennies une dégradation constante en raison des actions néfastes de l'homme et de l'invasion des plantes exotiques et des effets déprédateurs des animaux introduits.
3) La protection, l'embellissement et la promotion du paysage à des fins récréatives pour les Mauriciens et les touristes.
4) La promotion de l'éducation sur l'environnement et la conscientisation de la population sur la nécessité de protéger les plantes et les animaux indigènes.

L'aménagement du parc national coûtera environ 2,4 millions de dollars américains échelonné sur quatre ans et sera financé conjointement par la Banque Mondiale et le Gouvernement de Maurice.

Ce projet de mise en place du premier Parc national à Maurice se situe dans le cadre d'une prise de conscience des autorités mauriciennes de la nécessité de préserver des sites naturels qui font partie du patrimoine national. Ces sites jouent en outre un rôle important dans la protection de l'environnement, constamment menacé par les impératifs du développement.

Les autres projets de conservation actuellement en chantier ont tous pour but la sauvegarde de la biodiversité.

ILE RONDE

Cette île se trouve à 22 km de la côte nord de l'île Maurice. Elle revêt une très grande importance biologique. C'est la plus grande superficie dans le groupe des Mascareignes où on ne trouve pas de mammifères. Les lapins et les chèvres qui s'y trouvaient ont été éliminés par des efforts continus du Gouvernement de Maurice et des organisations internationales. L'île Ronde est le refuge de la Savane des Palmiers qui, dans le passé, recouvrait les plaines au nord de Maurice. Elle est devenue le sanctuaire d'au moins huit espèces de reptiles (Tableau II) et de milliers d'oiseaux de mer qui y nichent. Un plan d'aménagement a été conçu pour la restauration de sa végétation et la préservation de sa faune. Quatre expéditions composées de six personnes sont organisées annuellement pour contrôler les mauvaises herbes envahissantes comme *Desmodium* et *Desmanthus*.

ILE AUX AIGRETTES

La « Mauritian Wildlife Appeal Fund » (MWAF), une organisation internationale non-gouvernementale poursuit un programme d'élimination des plantes et animaux introduits pour restituer la végétation indigène de l'île aux Aigrettes, une autre île de valeur inestimable pour la conservation de la biodiversité. L'île a été louée à bail à la MWAF.

ESTUAIRE DE LA RIVIÈRE TERRE ROUGE

Cet estuaire est le plus important site pour un très grand nombre d'oiseaux migrateurs qui y trouvent refuge et nourriture pendant l'hiver septentrional. Il a été élevé au rang de sanctuaire.

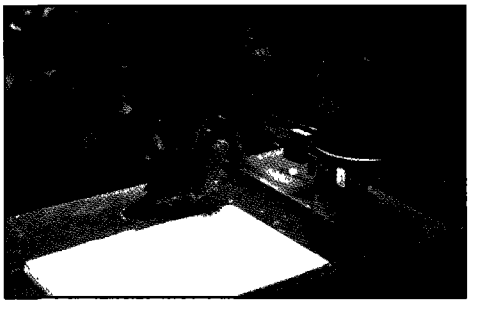
Tableau I : Liste des oiseaux endémiques de l'île Maurice établis en 1978 par ICPB

Nom Scientifique	Nom Commun	Statut
Falco punctatus	Crécerelle	En danger de disparition
Neseona (Columba mayeri)	Pigeon des Mares	En danger de disparition
Psittacula (echo) eques	Grosse Cateau Verte	En voie de disparition
Coracina typica	Merle cuisinier	Rare
Hysipetes olivacea	Merle charpentier	Peu commun
Terpsiphona bourbonnensis	Coq des bois	Peu commun
Zosterops chloronothos	Oiseau à lunettes	Rarissime
Zosterops borbonica	Oiseau banane	Commun
Foudia rubra	Cardinal de Maurice	Rarissime
Collocacia francia	Petite Hirondelle	Commun
Phenida borbonica	Grosse Hirondelle	Commun

Tableau II : Liste des reptiles de l'Ile Ronde

Nom Scientifique	Nom Commun	Statut
Phelsuma guentheri	Le gecko de Guenther	Unique à l'île Ronde
Leiolopisma telfairii	Le Scinque de Telfair	Unique à l'île Ronde
Casarea dussumieri	Boa de l'île Ronde	Unique à l'île Ronde
Bolyeria multocarinata	Boa de l'île Ronde	Unique à l'île Ronde
Scelotes bojerii	Scinque de Bojer	Sur d'autres îlots
Nactus serpensuisula	gecko nocturne	l'île Ronde et l'île aux Serpents
Phelsuma ornata	gecko bleu	d'autres îlots et l'île Maurice
Cryptoblepharus boutonii	Scinque de Bouton	sur d'autres îlots

Crécerelle de maurice (bébe et adulte)



Pigeon des Mares (bébe et adulte)

RÉFÉRENCES

Ministry of Environment and Quality of Life, Government of Mauritius.

BOLTON M., « Feasibility study for establishing Black River Gorges National Park. », *World Bank and Government of Mauritius*, Port-Louis, 1990, p. 88.

BRIGHT J.W., « Implementation Plan, Black River Gorges National Park », *Ministry of Agriculture, Fisheries and Natural ressources and FAO*, Port-Louis, 1990, 45 pp.

BROUARD N.R., « A history of woods and forests in Mauritius. », *Government Printer.*, Port-Louis, 1963, 86 pp.

CHEKC A.S. « An ecological history of the Mascarene Islands, with particular reference to extinctions and introductions of land vertebrates. » In : DIAMOND A.W. Ed., Studies of Mascarene Island birds, *Cambridge University Press*, 1987, pp. 5-89.

MERTON D.V. et all., « A management plan for the restoration of Round Island. », *Mauritius Jersey Wildlife Preservation Trust*, UK, 1989, 46 pp.

State of the Environment in Mauritius, June 1992.

BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE ET DÉFORESTATION À MADAGASCAR

Charlotte RAJERIARISON

Madagascar possède un patrimoine biologique et écologique unique au monde. La richesse extraordinaire de sa faune et sa flore, le nombre impressionnant de ses espèces endémiques sont bien connus. Cette grande richesse est attribuée d'une part à l'ancienneté de l'isolement de cette île (120 à 140 millions d'années), et d'autre part à la diversité des écosystèmes naturels qui ont favorisé l'évolution des espèces végétales mises en place avant la séparation des Continents.

On assiste depuis plusieurs années à une déforestation pratiquement irréversible de ce patrimoine et elle se poursuit inexorablement avec une vitesse sans cesse accrue. Les conséquences peuvent être très graves sur le plan scientifique et socio-économique.

BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE

Les substances découvertes dans la pervenche rose (*Catharanthus roseus*) plante endémique malgache, a quadruplé le taux de survie chez les enfants atteints de leucémie dans le monde. La médecine traditionnelle utilise de nombreuses plantes forestières et leur utilisation, à Madagascar, s'est considérablement accrue ces dernières années (à cause du faible revenu de la population en zones rurales). L'amélioration de la culture du café dépend de nouvelles matières génétiques provenant de plantes sauvages de la même famille qui croissent principalement à Madagascar et en Éthiopie. La destruction des écosystèmes forestiers conduit inexorablement à l'ensablement des rivières et des fleuves...

Ces quelques exemples illustrent l'importance que revêtent la connaissance et la nécessité de protéger la biodiversité végétale, pas seulement à Madagascar, mais partout dans le monde.

Biodiversité floristique

La connaissance de la flore de Madagascar est loin d'être complète alors qu'elle devrait être considérée comme une nécessité préalable à toute étude fondamentale ou appliquée, présentant un intérêt économique actuel ou potentiel telle que l'étude des plantes médicinales, aromatiques, industrielles, agronomiques ou forestières.

Malgré le nombre très important des récoltes faites à Madagascar, depuis le XVII^{e} siècle par FLACOURT ou COMMERSON, jusqu'à nos jours en tenant compte des travaux effectués par PERRIER DE LA BATHIE, HUMBERT et CAPURON, l'inventaire floristique actuel nécessite un effort important de prospection et de révisions systématiques. De nombreuses régions dont la flore n'est pas bien connue doivent être prospectées plus intensément : végétation des tsingy de l'Ankarana, du Bemaraha ou du Kelifely, forêts humides de l'Est : Masoala, et Nosy Mangabe, et les grands massifs montagneux du Nord de Madagascar : Marojejy, Tsaratanana, Montagne d'Ambre.

A l'heure actuelle, il est donc impossible d'avoir une estimation exacte et exhaustive des espèces végétales malgaches. Les travaux de PERRIER DE LA BATHIE et de HUMBERT, les résultats des recherches effectuées ces dernières années en collaboration avec des équipes françaises et internationales, font apparaître 10 000 à 12 000 espèces. 207 familles ont été mentionnées par HUMBERT en 1959 et elles sont ainsi réparties :

- 157 familles d'Angiospermes Dicotylédones ;
- 32 familles de Monocotylédones ;

- 2 familles de Gymnospermes ;
- 16 familles de Cryptogames vasculaires.

Le niveau d'endémisme est relativement élevé :
- endémisme spécifique : 85 % ;
- endémisme générique : 20 % ;
- 6 familles endémiques :
  . *Didieraceae,*
  . *Sarcolenaceae,*
  . *Rhopalocarpaceae,*
  . *Diegodendraceae,*
  . *Humbertiaceae,*
  . *Didymelaceae.*
- et une incertitude sur une éventuelle 7ème famille : les *Geosiridaceae.*

L'endémisme est plus ou moins marqué suivant les régions phytogéographiques. Ce fort pourcentage d'endémisme a été attribué à l'isolement ancien de l'île qui aurait permis aux espèces mises en place avant la séparation des Continents de se diversifier intensément et de donner naissance à de nouvelles espèces. Une grande originalité de cette flore malgache réside également dans le véritable éclatement de certaines taxons : genres ou familles :
- *Bulbophyllum* : 180 espèces malgaches sur 500 connues dans le monde ;
- *Angraecum* : 150 sur 200 ;
- *Dombeya* : 190 espèces malgaches sur 200 ;
- *Diopyros* : 100 sur 400 ;
- *Delonix* : 11 espèces dont 9 endémiques ;
- *Palmiers* : 128 sur 133 sont endémiques ;
- *Melastomaceae* : 282 espèces à Madagascar dont 4 non endémiques ;
- *Apocynaceae* : 10 genres endémiques sur 23 et 140 espèces endémiques.

Principales familles

La famille des Orchidées est la mieux représentée à Madagascar avec 900 espèces. Beaucoup sont propres à la forêt orientale de basse et moyenne altitude, mais le milieu le plus riche est la forêt au-dessus de 800 m. Peu voyantes en général, les fleurs des Orchidées malgaches peuvent parfois être très belles, parmi les spectaculaires, il faut citer : *Angraecum sesquipedale, Eulophiella rumpleriana, Cymbidiella rhodochila* et quelques *Aeranthes.*

D'autres milieux abritent encore quelques très beaux représentants de la famille comme les milieux rocheux où on les trouve installées à même la roche ou en bordure des touffes de végétation : c'est le cas de l'*Angraecum sororium* que l'on trouve sur les dômes granitiques de la région centrale et du genre *Aerangis.*

D'autres familles sont également bien représentées si l'on tient compte du nombre d'espèces :
- *rubiacées* : 650 espèces, dans toutes les formations végétales : sèches ou humides ;
- *composées* : 550 espèces dans les formations d'altitude surtout où l'on note un très fort pourcentage d'endémisme ;
- *légumineuses* : 500 espèces ;
- *acanthacées* : 452 espèces.

Origine et affinités

La flore malgache présente de nombreuses affinités étrangères en dehors des types endémiques qui ne présentent pas d'affinités bien nettes avec ceux d'autres régions. Elle présente des affinités africaines et asiatiques témoignant d'anciennes liaisons continentales, des affinités pantropicales, des éléments exotiques récents (*Mangifera, Ziziphus*) et des éléments des pays tempérés que l'on trouve sur les Hauts sommets africains et malgaches dont on ignore encore comment elles sont venues à Madagascar :
- *Cardamine africana,*
- *Viola abyssinica.*

Tout ceci démontre la très grande diversité de la flore malgache qui mérite une étude plus approfondie pour les raisons déjà énoncées. De plus, l'étude des écosystèmes naturels ne pourra être mené à bien sans la connaissance précise de la flore.

Diversité des écosystèmes naturels

L'île de Madagascar présente tous les caractères d'un petit continent avec les multiples facettes d'une nature extrêmement variée. Elle compte une gamme de climats très variés : tropical humide dans la région orientale, tropical sec dans toute la région occidentale, de type aride dans le Sud-Ouest, type tempéré sur les Hauts-Plateaux au-dessus de 800 m.

A ces variations climatiques s'ajoutent les conditions édaphiques et le relief qui sont déterminants dans la répartition des formations végétales.

Principaux écosystèmes naturels

- *Forêts denses humides de basse et de moyenne altitude le long de la côte orientale.* L'originalité de cette formation réside dans sa forte endémicité (36 % au niveau des genres et 90 % d'endémisme spécifique) et dans sa physionomie : la hauteur de la voûte est nettement inférieure à celle des forêts tropicales de même type. C'est une végétation riche en formes primitives (monocaulie, cauliflorie...).
- *Forêts denses sèches tropophiles.* Elles s'étendent sur toute la région occidentale de 0 à 800 m d'altitude, de Diégo jusqu'à Tuléar. Le principal caractère biologique de cette formation est la caducité du feuillage dans la strate arborée. On y distingue plusieurs types forestiers conditionnés par la nature du substrat :
  . *Forêts sur sables roux / d'âge pliocène* à Morondava et sables blancs crétacés à Ankarafantsika.
  . *Forêts sur argiles latéritiques* dont il ne reste plus que quelques vestiges dans le Nord-ouest.
  . *Forêts des alluvions et des bords des cours d'eau,* caractérisées par un mélange d'espèces caducifoliées et sempervirentes. Elles se trouvent sur les sols à vocation agricole et sont pratiquement détruites actuellement et remplacées par des cultures industrielles : cotonnier, canne à sucre...
  . *Végétation des plateaux calcaires.* C'est une des formations les plus intéressantes et les plus originales. La nature du substrat (non favorable à la culture) et l'accès difficile a permis la conservation de la végétation (Bemaraha, Ankarana, Kelifely). Une conjonction des facteurs tectoniques (relèvement du plateau) et climatiques (érosions pluviales et fluviales) ont abouti à sculpter littéralement ces blocs karstiques donnant cet aspect formé par un réseau de failles, de crevasses et de blocs calcaires sculptés en lames ou en pitons acérés (20 à 30 cm de hauteur) à l'allure de flèches de cathédrale, connus localement sous le nom de tsingy. Un réseau souterrain de galeries complète l'ensemble en relation avec des cours d'eau ou des lacs et des gorges de 100 à 200 m de hauteur. Ces caractères déterminent l'existence d'une très grande variété de faciès végétaux :
    - forêts denses sèches sur les dalles calcaires sub-affleurantes.
    - végétation xérophytique, type bush sur les lapiez de surface,
    - végétation rupicole avec de nombreuses formes pachycaules et crassulescentes,
    - forêts denses sub-humides dans les canyons où le sol est plus épais et plus frais.

La flore et la végétation des plateaux calcaires ne sont pas encore très bien connues et elles font actuellement l'objet d'attentions particulières de la part des organismes internationaux (PNUD, UNESCO).

- *Bush xérophytique du Sud-Ouest* : une des formations remarquables également par ses caractères physionomiques (végétation basse, type fourré), biologiques (grandes variétés des formes d'adaptation à la sécheresse), et floristiques (48 % endémisme générique, 95 % endémisme spécifique, 1 famille endémique : Didieraceae).
- *Végétation spécialisée* régie par des conditions écologiques particulières (mangroves, marécages, rochers) qui forment autant d'écosystèmes naturels, avec de nombreuses ressemblances avec les autres régions tropicales.

Ces différents écosystèmes abritent de nombreuses espèces animales. Le déséquilibre observé à leur niveau constitue de graves menaces entraînant la disparition de nombreuses espèces animales et végétales.

Intérêts des écosystèmes naturels

Il importe donc de préserver ce patrimoine de la biodiversité végétale malgache, par les énormes intérêts qu'il peut apporter non seulement au niveau de la nation, mais aussi au niveau mondial :

- les écosystèmes naturels assurent la sauvegarde des lieux propices à la poursuite des processus biologiques ;
- ils sont importants dans la protection des ressources génétiques indispensables à l'amélioration des plantes cultivées et pour l'obtention des plantes médicinales (2ème objectif de la stratégie mondiale dans la conservation de la biodiversité) ;
- ils jouent un rôle dans la régulation des climats et constituent un laboratoire vivant pour les recherches fondamentales et appliquées ;
- ils protègent les bassins versants contre l'érosion et la sédimentation ;
- ils jouent un rôle capital dans le bien être psychique de l'homme et sur sa santé.

Dans cette optique de protection et de conservation de la biodiversité, de nombreuses mesures ont été prises sur le plan national avec l'aide de nombreux organismes internationaux.

DÉFORESTATION

Feux de brousse et défrichements forestiers sont des pratiques courantes à Madagascar depuis de longues années. Ils se poursuivent de façon alarmante, détruisant l'environnement et leurs impacts se font sentir sur toutes les couches de la population.

Causes actuelles

Elles sont nombreuses et multiples :

- *Pression démographique* : avec une population estimée à 11 millions sur 592 000 km^2, Madagascar est un pays peu peuplé. La forte demande en bois, seule source d'énergie, est à l'origine de la déforestation dans les zones à forte concentration humaine. Le bois énergie est non seulement utilisé pour les besoins domestiques (coût élevé de l'énergie fossile), mais également pour les activités para-industrielles locales (séchage de poissons, distillations de toute nature, fabrication des briques...) et pour la construction et la confection de l'habitat surtout dans les régions côtières.
- *Pratiques culturales itinérantes* (tavy), anciennes pratiques ancestrales qui consistent à couper en totalité ou en partie une forêt, à laisser sécher la végétation et d'y pratiquer ensuite un « feu de nettoyage » avant la culture (riz, maïs, manioc...). La parcelle est cultivée pendant deux ou trois ans, limite d'épuisement des réserves du sol et un nouveau tavy est pratiqué plus loin.

De nombreux hectares de forêts naturelles disparaissent ainsi chaque année. Cette pratique s'est nettement accélérée depuis 10-15 ans, en relation certes avec les problèmes démographiques mais surtout avec la baisse des ressources financières des populations rurales. Elle entame le couvert forestier de façon presque définitive et la désertification guette de nombreuses régions.

- *Exploitation sauvage des forêts* : par la population locale d'une part, les grands exploitants forestiers d'autre part. Ces derniers ne respectent pas toujours la législation en vigueur qui devrait être appuyée par de mesures d'accompagnement comme la reforestation par les essences nouvellement exploitées. Cette exploitation sauvage est en plein essor actuellement dans la région de Tuléar, à la suite d'une importante immigration venue du Sud de l'Onilahy (à cause de la famine dans la région sud). Cette population nouvellement installée pratique la culture du maïs sur brûlis, et exploite les forêts pour la

commercialisation du bois de chauffe et de charbon. Les espèces autochtones rares sont très prisées : *Baudouinia rouxevillei*, Cedrelopsis à cause de leur bois dur.

La destruction de la végétation dans cette région est pratiquement irréversible car les conditions écologiques (substrat squelettique et fragile, climat aride ou sub-aride) ne permettent pas la régénération de la végétation primitive.

- *Insuffisance d'encadrement* en zones forestières et de la sensibilisation de la population en zones rurales sur la nécessité de protéger et de sauvegarder l'environnement. Des mesures d'accompagnement s'imposent bien entendu si l'on voudrait atteindre les objectifs préconisés.
- *Force des habitudes ancestrales.* D'aucuns soutiennent le lien mystique qui lie les paysans forestiers à leurs ancêtres par la pratique du tavy. Ils pensent également que le riz « tavy » est plus savoureux que le riz irrigué.

D'autres raisons peuvent être évoquées pour expliquer la destruction des écosystèmes naturels. C'est le cas des exploitations minières dont l'importance pour l'économie nationale est indiscutable, entre autres :

- l'exploitation de l'Ilménite mettant en danger les belles forêts littorales du Sud-Est malgache ;
- l'exploitation du graphite à Falierana à proximité d'Andasibe-Perinet, exploitation à ciel ouvert consistant à abattre toute la végétation et à décaper le sol au fur et à mesure jusqu'au filon ;
- l'exploitation des pierres précieuses dans le Centre-Est où des montagnes entières avec leur couverture végétale ont été littéralement saccagées.

Il faudrait mentionner également l'utilisation des plantes utiles pour la population autochtone, plantes médicinales ou autres, mais elle ne paraît pas avoir une influence prépondérante sur la dégradation de la biodiversité.

Modalités

Les modalités diffèrent suivant les régions et sont aussi fonction de la nature même des formations végétales :

- La région orientale est le domaine du tavy par excellence. La topographie et le relief favorisent cette pratique. Mais le climat humide impose un défrichement préalable des formations végétales avant le brûlage.
- Dans l'Ouest de Madagascar, la caducifolie de la végétation favorise le passage du feu, ce qui n'est pas le cas dans le Sud-Ouest où l'absence de tapis graminéen et la prépondérance des formes d'adaption à la sécheresse : crassulescence, microphyllie, aphylie, limite l'action du feu.
- Les formations forestières d'altitude et les forêts des pentes occidentales, riches en essences inflammables sont vulnérables à l'action du feu. De plus la strate muscinale et les horizons tourbeux propagent lentement le feu (observation ces dernières années dans une partie de la forêt d'Ambohitantely).

Évaluation actuelle

Par ces différentes pratiques, 200 000 à 300 000 hectares de forêts naturelles disparaissent chaque année. Cette estimation a été faite pale Service des Eaux et Forêts, mais avec l'insuffisance des moyens pour recueillir de telles données, il faut penser que ces chiffres ne reflètent certainement pas la réalité.

Les forêts primaires ou peu dégradées ne couvrent plus actuellement que 9 500 00 hectares et les forêts dégradées, de type savoka, 1 500 000 hectares. A la vitesse actuelle de défrichements forestiers, ces formations auront disparu totalement pendant les 50 années à venir.

Causes passées

D'autres facteurs auraient contribué également à la destruction des formations végétales. L'homme est un phénomène récent à Madagascar et son avènement dans l'île remonterait à 600-800 ans après J.C. (Deschamps, 1965).

En 1895, l'Ouest était déjà une immense prairie faiblement occupée par les pasteurs Sakalava, installés le long de la côte sur une profondeur de 60 à 120 km. Koechlin et all. (1974) affirmait que le climat à Madagascar serait forestier même dans les endroits les plus arides. Reste à savoir par conséquent comment ces immenses étendues herbeuses avaient pris place dans l'Ouest, si au début de ce siècle l'occupation humaine était encore faible ?

Cette rapidité de la disparition du couvert végétal pourrait être expliqué d'une part par la fragilité de la flore malgache, qui est une flore insulaire, et d'autre part, par des variations climatiques du Quaternaire. D'après Bourgeat (1972) des périodes sèches (displuviales) et des périodes humaines (pluviales) se sont succédées, provoquant ainsi un déséquilibre entre la végétation et le milieu :

- disparition des forêts pendant les périodes sèches (moramangien et Sambavien) sauf en quelques endroits (bas-fonds humides) ;
- extension pendant les périodes humides (Ambovombien et post-Sambavien).

Au cours de la période actuelle, marquée par un assèchement climatique plus ou moins important, une certaine stabilité s'est rétablie mais l'action humaine (tavy répétés et feux de brousse) de plus en plus pressante conduira inexorablement à la disparition de la végétation naturelle et de ses ressources.

Impacts de la déforestation

La première conséquence de la déforestation est la destruction systématique des ressources naturelles dont l'exploitation abusive et irrationnelle peut entraîner l'extinction de certaines espèces : plantes endémiques ou médicinales, essences de bois précieux, plantes industrielles (caoutchouc liane qui était encore exploité à Madagascar vers 1945). Il faut y inclure également les ressources génétiques. De plus la disparition du couvert végétal met le sol à nu favorisant aussi le ruissellement des eaux dont les effets sont catastrophiques :

- lessivage du sol et baisse de fertilité par perte des matières organiques ;
- accélération des phénomènes d'érosion dont les impacts se font ressentir sur l'économie nationale ;
- envasement des post de Majunga et de Mananjary, ensablement des fleuves, des plaines alluviales (rizières et baiboho) ...
- fréquence des inondations par la diminution des infiltrations et l'augmentation du ruissellement en saison pluvieuse.

D'une année à l'autre, on assiste également à un appauvrissement des pâturages naturels consécutifs à l'appauvrissement du sol.

CONCLUSION

La disparition des écosystèmes naturels constitue une des plus graves menaces pour la conservation, elle ne permet pas à des espèces qui ont mis des millions d'années pour y évoluer, de se réadapter à de nouvelles conditions écologiques.

La déforestation présente donc des impacts socio-économiques importants et constitue un frein au développement national. Plusieurs mesures ont été prises à ce sujet : plan d'action environnemental (PAE), création des aires protégées dont la gestion actuelle s'effectue à l'aide d'organismes internationaux, création du Centre National pour la Recherche Environnementale car tout le développement rural devrait être basé sur des recherches fondamentales et appliquées, introduction progressive des matières environnementales dans les programmes d'éducation, sensibilisation de la population à tous les niveaux.