

# L'IMPORTANCE DE LA FRAGMENTATION ET DES INVASIONS BIOLOGIQUES DANS LA DYNAMIQUE DE RÉGÉNÉRATION DE LA FORÊT RÉUNIONNAISE

*Dominique STRASBERG, Jacques FIGIER et Christophe THEBAUD*

## RÉSUMÉ

A La Réunion comme dans la plupart des îles tropicales océaniques, la déforestation et les invasions d'organismes introduits ont provoqué la quasi disparition des forêts de basse altitude. Néanmoins, les rares vestiges forestiers de ce type fournissent l'opportunité d'examiner leur régénération à la faveur des perturbations volcaniques. Des résultats préliminaires suggèrent alors que la présence des plantes ligneuses introduites modifie la succession des communautés indigènes et contribue à long terme à une perte de diversité.

## INTRODUCTION

Le terme régénération est évidemment entendu ici dans son sens naturel : reconstitution d'un état forestier, sans intervention de l'Homme, après des perturbations d'origine naturelle. Dans le cas présent, il s'agira de coulées volcaniques.

La compréhension des conséquences biologiques de la fragmentation des écosystèmes devient cruciale pour aborder les problèmes de conservation d'un nombre croissant d'écosystèmes menacés de disparition (TERBORGH, 1992)

Cette question se pose en priorité dans les écosystèmes insulaires où les effets biologiques de la fragmentation peuvent être exacerbés par les invasions d'organismes étrangers. Beaucoup d'études ont montré que les îles océaniques subissent des niveaux élevés d'invasions de plantes étrangères qui peuvent avoir un impact significatif sur les communautés végétales indigènes (STONE et SCOTT, 1985 ; LORENCE et SUSSMAN, 1986 ; VITOUSEK, 1988). Cependant l'impact à long terme de la fragmentation combiné aux invasions demeure très peu documenté.

Sur les pentes du volcan actif de la Fournaise subsistent des morceaux de végétation répartis en taches dans une matrice de coulées de laves d'âge différent. Ce système fournit une opportunité unique d'examiner comment les processus de recolonisation d'un substrat neuf à partir d'îlots forestiers sont affectés par les plantes introduites.

Avant d'aborder cette étude proprement dite, nous dresserons un rapide bilan de l'extension actuelle des forêts naturelles à la Réunion, de manière à faire apparaître les écosystèmes les plus menacés et dont la conservation pose problème.

## LES VESTIGES DE FORÊTS NATURELLES

La carte de la figure 1, établie d'après CADET (1980) et présentée par DOUMENGE et RENARD (1989) donne une idée de l'extension probable de la végétation naturelle dans l'île avant l'arrivée de l'Homme au XVI<sup>e</sup> siècle.

On estime que, sur les 251 200 ha de l'île, 205 000, soit 82 % (Fig. 1) étaient couverts de forêts essentiellement humides et hétérogènes (65 %), les basses pentes de l'ouest (côte sous le vent) étant occupées par une forêt aussi hétérogène mais relativement sèche. Le reste de la superficie de l'île était constitué de formations arbustives et prairies altimontaines, d'une savane littorale dans l'ouest, de fourrés arbustifs hyperhumides dans l'est et de roches nues au niveau des édifices volcaniques et des cirques.

L'utilisation de bois de construction, la récolte de choux palmistes et l'agriculture ont très vite contribué (CADET, 1980, BORDERES, 1991) à la diminution des surfaces forestières. La culture du caféier, au début du XVIII<sup>e</sup> siècle, est responsable de la disparition de la quasi-totalité de la forêt semi-sèche de l'ouest, la canne à sucre de celle de la forêt humide de basse altitude à partir du début du XIX<sup>e</sup> siècle et le géranium, depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, de celle de la forêt de moyenne altitude et de montagne dans l'ouest.

On estime ainsi que, actuellement (Fig. 2, extraite de DOUMENGE et RENARD, 1989), il ne reste plus que 52 000 ha de forêts n'occupant plus que 21 % de la superficie de l'île. Donc les trois-quarts des forêts originelles ont disparu. La mieux conservée est la forêt humide hétérogène de montagne dont il reste environ 60 %, alors qu'il ne doit pas rester plus de 1 % de la forêt humide de basse altitude et que les vestiges de forêt relativement sèche de l'ouest sont tellement dispersés qu'on ne peut plus vraiment parler de forêt.

Certes, ces 25 % de vestiges sur l'île semblent faibles vis-à-vis des 40 % sur l'ensemble de la planète mais il convient de se situer dans le contexte des îles océaniques et l'on s'aperçoit alors que la Réunion est encore l'une des rares à posséder des habitats forestiers naturels relativement intacts. En effet, si l'on se réfère aux données rassemblées par GROOMBRIDGE (1992), l'île Maurice ne possède plus que 1,6 % de ses forêts d'origine (la troisième île des Mascareignes, Rodrigue, n'en ayant plus du tout), les Seychelles 11,1 %, les Comores 7,1 %. Par ailleurs, il ne reste plus, sur la grande île d'Hawaii (JACOBI et SCOTT, 1985), la mieux conservée de l'archipel, que 15 % des forêts naturelles (d'altitude) contre 1 à 2 % au maximum dans les autres îles.

Considérant néanmoins le peu qui reste, à la Réunion, de la forêt humide de basse altitude et la vitalité qui caractérise ses vestiges, on comprendra qu'il soit urgent et fondamental d'analyser les facteurs mis en jeu lors de la régénération naturelle de ce milieu.

Figure 1 : Extension de la végétation indigène avant l'arrivée de l'Homme à la Réunion

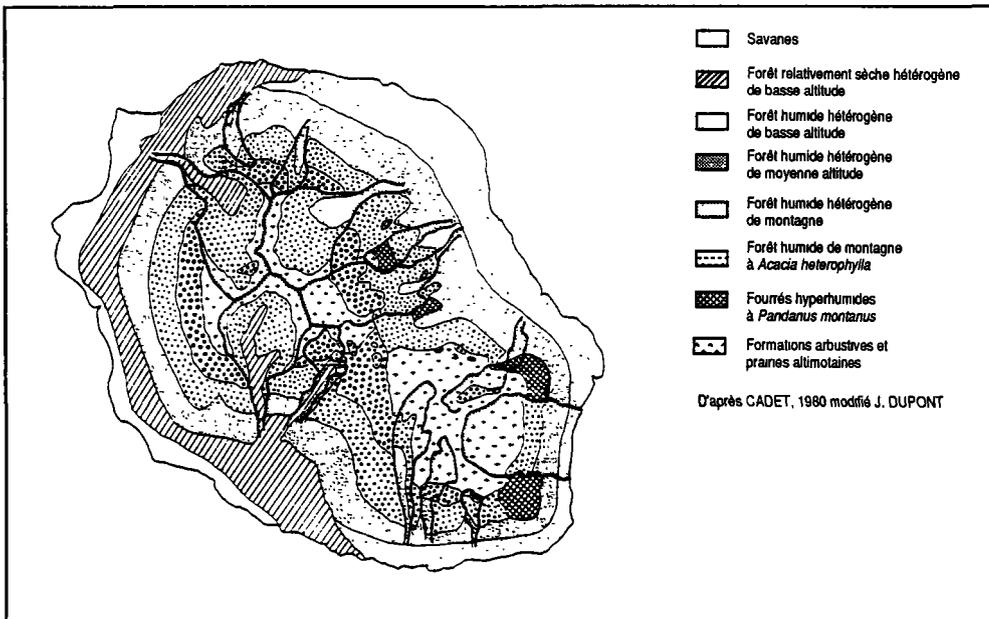
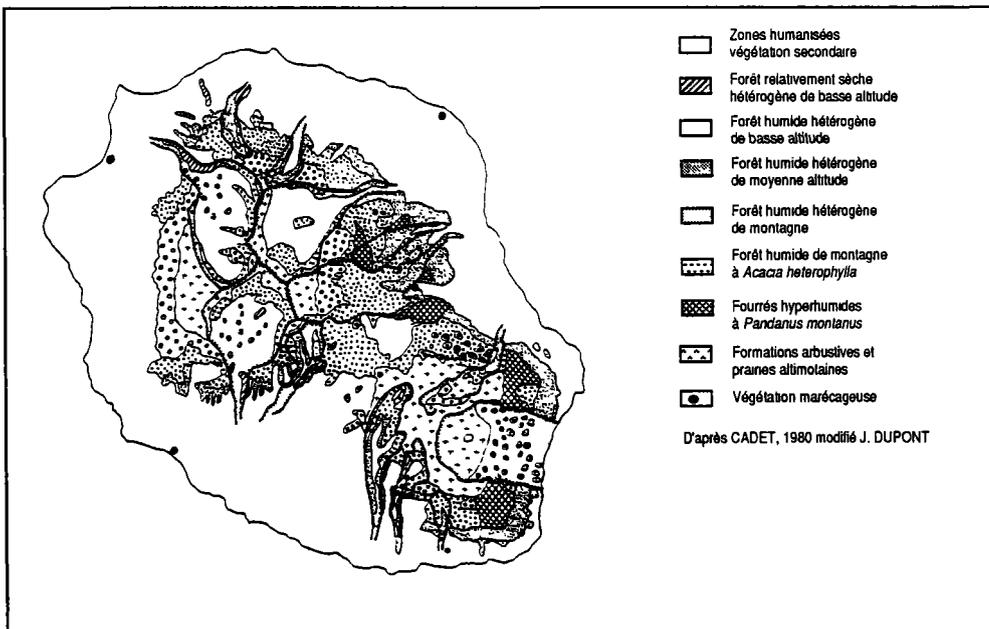


Figure 2 : Les vestiges actuels de la végétation indigène à la Réunion



## LA RÉGÉNÉRATION DE LA FORÊT HUMIDE DE BASSE ALTITUDE

Délaissant les régénérations en forêt à la suite de chablis, qui font l'objet d'une autre analyse, nous avons choisi d'étudier ici le phénomène sur des coulées volcaniques récentes traversant des îlots forestiers.

CADET (1973, 1980) a déjà décrit, en se basant sur l'observation de coulées historiques bien datées et échelonnées dans le temps, les principales étapes qui, en partant du stade bryolichénique, ont permis d'aboutir à la forêt de Nattes, terme actuel d'une évolution d'au moins trois siècles dont un exemple nous est fourni par la Réserve naturelle de Mare Longue, près de Saint Philippe.

Néanmoins, sur les coulées relativement récentes, il est flagrant que de nombreuses espèces exotiques viennent se mêler aux plantes indigènes de façon très compétitive, phénomène lié au fait que depuis trois siècles, le nombre des plantes introduites n'a fait que croître. Un premier bilan (THEBAUD, 1989) comptabilise 1100 espèces de ce type dont au moins 460 se sont naturalisées et une soixantaine sont devenues envahissantes.

L'impact de ces plantes exotiques sur les communautés naturelles a été estimé dernièrement (MACDONALD et coll., 1991).

Il convenait donc d'entreprendre une analyse plus systématique de cet impact sur la dynamique de reconstitution des forêts humides de basse altitude après fragmentation de ce type d'écosystème par des coulées volcaniques.

### Méthodes

La figure 3 situe les zones correspondant à la présente étude.

Figure 3 : Localisation des sites d'études sur les coulées dans la région du Grand-Brûlé

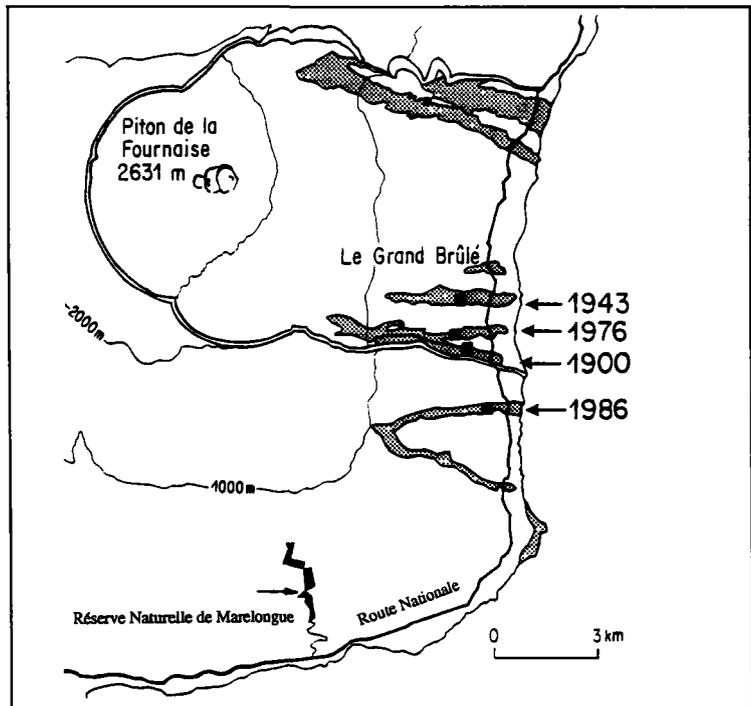
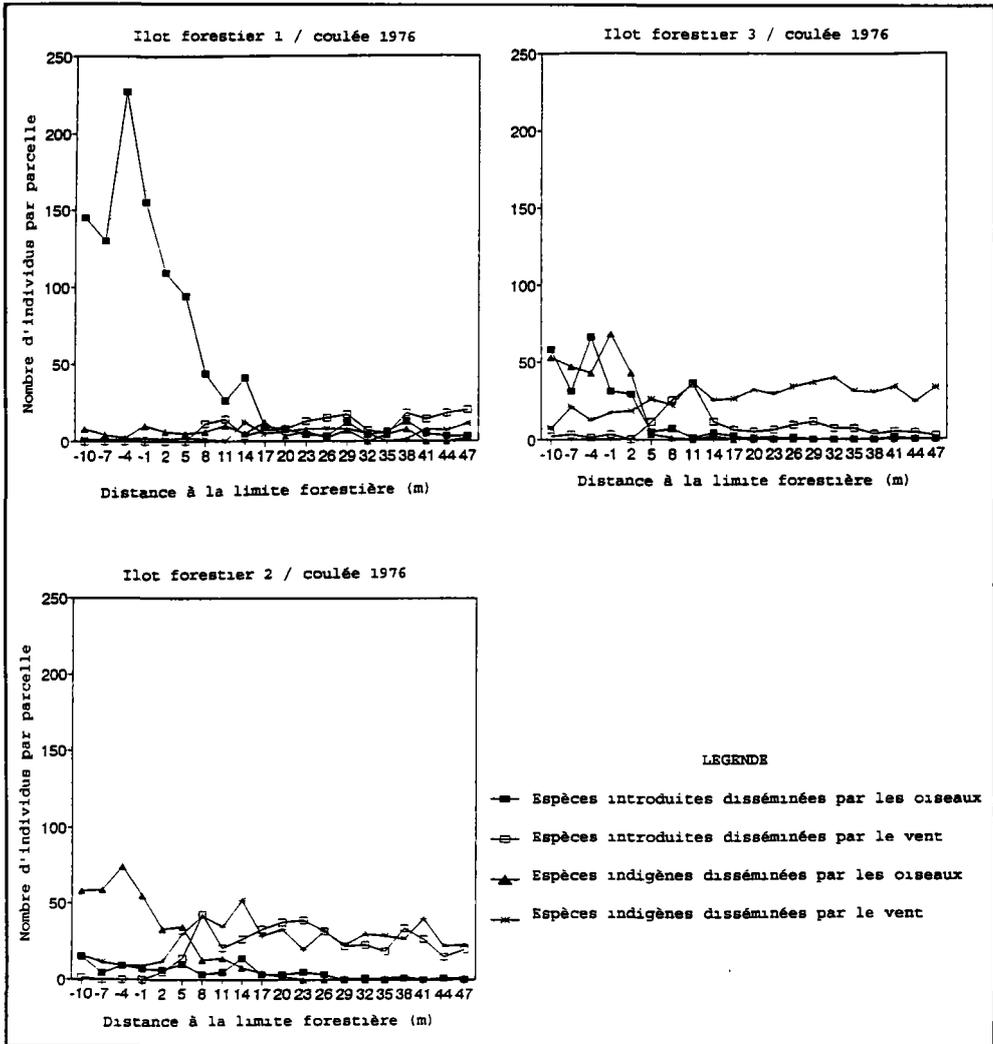


Figure 4 : Abondance des espèces ligneuses sur les coulées de lave selon la distance à la limite forestière



Chaque point est le nombre total d'individus recensés dans 3 quadrats de 4 m<sup>2</sup> centrés tous les 3 mètres le long des transects.

Nous avons sélectionné six îlots forestiers de 1 à 5 ha pour examiner la colonisation, par les espèces ligneuses, de coulées de lave adjacentes datant de différentes années : 1986, 1976, 1943, 1900.

Dans chaque site nous avons identifié et mesuré toutes les plantes ligneuses supérieures à 25 cm de hauteur dans des quadrats de 4 m<sup>2</sup> placés le long de transects de 60 m de longueur (3 transects sur 1986, 1976a, 1976b, 1976c, 1943, et 2 sur 1900, avec 20 quadrats par transect).

## Résultats

### Abondance des espèces selon leur mode de dissémination

Le tableau 1 dresse un premier bilan des plantes ligneuses installées sur les coulées.

Tableau 1 : Abondance, selon leur mode de dissémination, des espèces ligneuses indigènes et introduites colonisant les coulées

Espèces indigènes	Famille	Nbre ind.	Fréq rel%	Espèces réintroduites	Famille	Nbre ind.	Fréq rel%
<b>Dissémination potentielle par le vent</b>							
<i>Agauria salicifolia</i>	Ericacées	922	26	<i>Boehmeria penduliflora</i>	Urticacées	699	20
<i>Senecio ambavilla</i>	Composées	145	4	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarinacées	31	<1
<i>Dzanas fragans</i>	Rubiacées	86	2	<i>Boehmeria macrophylla</i>	Urticacées	25	<1
<i>Nuxia verticillata</i>	Loganiacées	79	2	<b>Total</b>		<b>758</b>	<b>22</b>
<i>Blechnum tabulare</i>	Blechnacées	11	<1				
<i>Stoebe passerinoides</i>	Composées	6	<1				
<i>Weinmannia tinctoria</i>	Cunoniacées	3	<1				
<b>Total</b>		<b>125</b>	<b>36</b>				
<b>Dissémination potentielle les animaux</b>							
<i>Antirhea borbonica</i>	Rubiacées	126		<i>Psidium cattleianum</i>	Myrtacées	296	8
<i>Doratoxylon apetalum</i>	Sapindacées	106		<i>Ardisia crenata</i>	Myrsinacées	256	7
<i>Aphloia theiformis</i>	Flacourtiacées	41		<i>Tristemma mauritianum</i>	Mélastomacées	174	5
<i>Genostoma borbonicum</i>	Loganiacées	39		<i>Rubus alceifolius</i>	Rosacées	96	3
<i>Sideroxylon borbonicum</i>	Sapotacées	36		<i>Schinus terebenthifolius</i>	Anacardiacées	30	1
<i>Molinaea alternifolia</i>	Sapindiacées	28		<i>Lantana camara</i>	Verbenacées	16	<1
<i>Gaertnera vaginata</i>	Rubiacées	23		<i>Loniceria confusum</i>	Caprifoliacées	13	<1
<i>Polyscias repanda</i>	Araliacées	23		<i>Syzygium cumini</i>	Myrtacées	13	<1
<i>Smilax anceps</i>	Liliacées	23		<i>Rubus rosifolius</i>	Rosacées	11	<1
<i>Pittosporum senacia</i>	Pittosporacées	20		<i>Litsea glutinosa</i>	Lauracées	8	<1
<i>Calophyllum tacamahaca</i>	Guttifères	15		<i>Trema orientalis</i>	Ulmacées	8	<1
<i>Ocotea obtusata</i>	Lauracées	13		<i>Syzygium jambos</i>	Myrtacées	4	<1
<i>Piper pyrrolifolium</i>	Pipéracées	7		<i>Passiflora suberosa</i>	Passifloracées	1	<1
<i>Ficus reflexa</i>	Moracées	5		<i>Psidium guajava</i>	Myrtacées	1	<1
<i>Syzygium sp.</i>	Myrtacées	5		<b>Total</b>		<b>927</b>	<b>27</b>
<i>Dracaena reflexa</i>	Liliacées	4					
<i>Mussaenda arcuata</i>	Rubiacées	4		<b>Dissémination par adhésion</b>			
<i>Ficus mauritiana</i>	Moracées	3		<i>Desmodium ramosissimum</i>	Légumineuses	9	<1
<i>Labourdonnasia calophylloides</i>	Sapotacées	3		<i>Desmodium incanum</i>	Légumineuses	3	<1
<i>Acanthophoenix rubra</i>	Palmiers	2		<i>Stachytarpheta indica</i>	Verbenacées	8	<1
<i>Casearia coriacea</i>	Flacourtiacées	2		<b>Total</b>		<b>20</b>	<b>1</b>
<i>Cordyline mauritiana</i>	Liliacées	2					
<i>Memecylon confusum</i>	Mélastomacées	2		<b>Multiplication végétative</b>			
<i>Chassalia corallioides</i>	Rubiacées	1		<i>Ipomea batatas</i>	Convolvulacées	3	<1
<i>Cnestis glabra</i>	Connaracées	1		<i>Ipomea sp.</i>	Convolvulacées	2	<1
<i>Xylopia richardii</i>	Annonacées	1		<b>Total</b>		<b>5</b>	<b>&lt;1</b>
<b>Total</b>		<b>535</b>		<b>Abondance des 22 espèces introduites</b>		<b>1705</b>	<b>49</b>
<b>Abondance des 33 espèces indigènes</b>		<b>1785</b>	<b>51</b>				

En terme de diversité spécifique, les communautés végétales sur les coulées montrent une prédominance des espèces indigènes, au total 33 dans notre échantillonnage contre 21 espèces introduites. Néanmoins, en nombre d'individus, l'abondance des deux groupes est presque identique avec 1787 plantes ligneuses indigènes comptabilisées et 1705 plantes introduites.

La totalité des espèces est répartie dans deux grandes catégories de mode de dissémination : espèces anémochores et zoochores.

L'ensemble des 7 espèces anémochores indigènes atteignent la plus forte abondance avec 1252 tiges ligneuses contre 758 pour les 4 espèces de plantes introduites anémochores. *Agauria salicifolia* (Fig. 5), arbre pionnier de la famille des Ericacées, contribue le plus à l'abondance des plantes indigènes avec 922 individus recensés.

Figure 5 : *Cigauria salicifolia*

Pour la catégorie des espèces à fruits charnus surtout disséminées ici par les oiseaux, la prédominance des 14 espèces de plantes introduites est très marquée par rapport aux indigènes (927 tiges vs 535) alors représentées par 26 espèces.

3 espèces introduites produisent des graines collantes qui sont surtout disséminées par l'homme et font partie des adventices des cultures.

Deux *Ipomea* peuvent s'étendre en bordure de coulée par clonage.

#### *Abondance des espèces selon la distance aux îlots forestiers*

L'analyse suivante se limite à la coulée et aux trois îlots forestiers qui la bordent. Elle est traduite par les graphiques de la figure 4.

On note une prédominance des anémochores sur l'ensemble de la coulée mais aussi en bordure de forêt dans les sites 2 et 3.

Sur le site 1, tous les quadrats situés en forêt et sur une lisière assez large sont dominés par les plantes à fruits charnus.

Sur les site 2 et 3, on retrouve le même phénomène mais atténué.

Les anémochores sur la coulée sont aussi bien des indigènes que des introduites sauf sur le site 3 qui se singularise par une nette dominance des indigènes. Peut-être est-ce à relier dans ce cas à la relative abondance de ces mêmes plantes à l'intérieur de l'îlot forestier.

Les plantes à fruits charnus qui dominent dans l'îlot forestier 1 sont toutes introduites, cette particularité est sans doute liée à la proximité de l'unique route traversant les coulées.

#### **Discussion et conclusion**

Dans cette matrice de coulées, les communautés végétales indigènes présentent encore un net dynamisme dû à l'abondance des espèces indigènes pionnières anémochores telles que *Agauria salicifolia*, *Senecio ambavilla*.

Figure 6 : *Antirhea*

Figure 7 : *Psidium cattleianum*

Néanmoins, au cours de la succession telle que l'a été décrite (CADET, 1980), l'abondance de ces espèces va diminuer au fur et à mesure que le couvert végétal se referme. Pour illustrer cette dynamique on peut signaler que, sur une surface en forêt comparable à la surface échantillon de cette étude, seulement 3 individus d'*Agauria salicifolia* ont été recensés (STRASBERG et LEPART, in prep.).

Les plantes indigènes à fruits charnus correspondant à la succession connue sont représentées par un bon nombre d'espèces (26) et par un grand nombre d'individus pour deux d'entre elles : *Antirhea borbonica* (Fig. 6) et *Doratoxylon apetalum* (Tableau 1). Ceci permet de souligner la compétitivité de ces espèces indigènes vis à vis des introduites envahissantes, alors qu'on admet l'inverse, tout particulièrement en milieu insulaire.

Néanmoins la forte densité de deux plantes introduites à fruits charnus (*Psidium cattleianum* (Fig. 7) et *Ardisia crenata*, Tableau 1) engendre nécessairement une compétition pour les ressources avec les espèces indigènes représentées chacune par peu d'individus. Il est alors vraisemblable, leur tolérance à l'ombre aidant et leurs fruits étant particulièrement attractifs, que ces deux plantes vont fortement contribuer à diminuer le nombre d'espèces indigènes dans la succession. Cette perte de diversité est bien documentée pour la plupart des îles océaniques (VITOUSEK, 1988)

Notons qu'actuellement, à l'échelle de l'ensemble des coulées du Grand Brûlé, c'est une espèce anémochore (*Casuarina equisetifolia*) qui semble représenter la plus grande menace pesant sur la biodiversité de ces habitats.

Ces résultats indiquent que dans les régions de basse altitude les communautés végétales indigènes relictuelles ont peu de chances de se reformer telles quelles après perturbation même à proximité des forêts encore en place.

De plus, les différences marquées dans le patron de recolonisation d'une coulée à partir de plusieurs îlots forestiers suggèrent que la dynamique interne de ces communautés forestières joue un rôle significatif dans le patron de recolonisation.

## REMERCIEMENTS

Ces études sont en partie financées par le Conseil Régional de La Réunion et par le S.R.E.T.I.E. du Ministère de l'Environnement.

**BIBLIOGRAPHIE**

- BORDERES M., « Histoire de la Végétation et de la Gestion des Espaces Naturels. », *Bois et Forêts des Tropiques*, 1991, **229**, 23-30.
- CADET T., « Histoire d'une forêt de Bois de Couleurs dans l'île de La Réunion. », *InfoNature*, n° spécial Forêt, 1973, 29-37.
- CADET T., « La Végétation de l'île de La Réunion. », *Etude Phytoécologique et Phytosociologique*. Imp. Cazal, St Denis, La Réunion, 1980, 312 p.
- DOUMENGE, C. et Y. RENARD., « La Conservation des Ecosystèmes Forestiers de l'île de La Réunion. », *IUCN/SREPEN*, 1989, 95 p.
- GROOMBRIDGE, 1992. « Global Diversity. », *WCMC*, Chapman & Hall., 1992, p. 262
- JACOBI J. D. et J. M. SCOTT., « An assessment of the current status of native upland habitats and associated endangered species on the island of Hawaiï. », In : STONE, C.P. et J. M. Eds., 1985, 3-22
- SCOTT. « Hawaii's Terrestrial Ecosystems : Preservation and Management. » *Cooperative National Park Resources Studies Unit*, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, U.S.A., 1985, 584 pp.
- LORENCE, D.H. et SUSSMAN R.W., « Exotic species invasion into Mauritius wet forest remnants. », *J. Trop. Ecol.*, 1986, **2**, 147-162.
- MACDONALD, I.A.W., THEBAUD C., STRAHM W.A., et STRASBERG D., « Effects of Alien Plant Invasions, on Native Vegetation Remnants on La Réunion (Mascarene Islands, Indian Ocean). », *Env. Conserv.*, 1991, **18** (1), 51-62.
- STONE C.P. et SCOTT J.M., « Hawaii's Terrestrial Ecosystems : Preservation and Management. », *Cooperative National Park Resources Studies Unit*, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, USA, 1985, 584 pp.
- STRASBERG, D. et LEPART J., « Tree species diversity, structure and spatial distribution in a tropical lowland rain forest on La Réunion Island. », en préparation.
- TERBORGH J., « Maintenance of Diversity in Tropical Forests. », *Biotropica.*, 1992, **24** (2b), 283-292.
- THEBAUD C. « Contribution à l'étude des plantes étrangères envahissantes à l'île de La Réunion. », *rapport au Conseil Régional de La Réunion*, 1989, 49 p.
- VITOUSEK P., « Diversity and Biological Invasions of Oceanic Islands. », In : Biodiversity, WILSON E.O. Ed., *Nat. Acad. Press*, Washington, USA., 1988, 181-189.



# LA DÉFORESTATION À MADAGASCAR UNE DYNAMIQUE INQUIÉTANTE

Jean-Noël SALOMON

## INTRODUCTION : LE CONSTAT

Chaque année, selon les dernières estimations (F.A.O., 1993), entre 15 et 20 M d'hectares de forêts disparaissent (surface équivalente à l'Autriche) dans les pays en voie de développement et ce malgré la mobilisation de la communauté forestière mondiale qui depuis 1985 a lancé un Plan d'Action Forestier Tropical (PAFT). En Amazonie, les études par imagerie satellitaire ont montré que 10 M d'ha disparaissaient par décennie. Plus des 2/3 de la surface boisée ont disparu en Afrique de l'Ouest. A ce rythme les prévisions laissent entrevoir que la moitié des forêts tropicales auront disparu en l'an 2 000 !

La destruction de la forêt malgache s'inscrit dans ce contexte. L'opinion de H. HUMBERT (1927) qui estimait que la forêt couvrait la quasi totalité de l'île avant l'arrivée de l'homme (entre le III<sup>e</sup> et le VIII<sup>e</sup> siècle selon VERIN (1967), et donc fort tardive) est sans doute excessive, mais presque tous les témoins (voyageurs, naturalistes, géographes) et les travaux les plus récents, s'accordent pour reconnaître l'importance de la couverture forestière dans le passé et celle des dévastations opérées par l'homme. Nous savons qu'au XVIII<sup>e</sup> siècle on allait encore de Tananarive à Ambositra en cheminant sous la forêt. Au XIX<sup>e</sup> siècle le tavy se pratiquait encore dans la région de Tananarive (RAISON, 1972) ce qui indique la présence de forêts importantes. Depuis l'Imerina est devenue chauve et nue : l'herbe a remplacé le bois.

En 1950, la forêt non dégradée occupait encore à Madagascar 15 millions d'ha, mais selon GUICHON, plus que 12,5 millions d'ha en 1960 (dont 6,1 pour la forêt ombrophile, 2 pour les forêts denses caducifoliées et 2,9 pour les bois-fourrés et fourrés du Sud ; cité par KOECKLIN et al., 1974) et certainement moins de 10 millions d'ha en 1993. Des études récentes fondées sur la comparaison d'images satellitaires, de photographies aériennes et de documents historiques ont montré que les 2/3 de la forêt de la côte Est ont disparu depuis le début du siècle. Au rythme actuel cette forêt aura quasiment disparu dans 40 ans. Dans les régions Ouest et Sud de l'île le rythme de la dégradation est encore plus rapide. La destruction est donc très rapide et une utilisation judicieuse de l'imagerie satellitaire devrait préciser l'ampleur d'un phénomène que l'on peut considérer à juste titre comme catastrophique et dénoncé depuis longtemps par les scientifiques.

## LES FORÊTS MALGACHES SONT PARTICULIÈREMENT FRAGILES

La fragilité spécifique des forêts malgaches reste en grande partie méconnue en dépit de sa mise en évidence par certains scientifiques (KOECKLIN P., MORAT P., GUILLAUMET, 1974 ; SALOMON J.N., 1982). Elle tient à la conjonction de plusieurs facteurs.

### Des sols médiocres et fragiles

De façon extrêmement schématique, il est possible de distinguer les sols du massif ancien composés d'argiles ferrallitiques, et les sols des régions sédimentaires plus variés mais souvent pauvres. Nous considérerons surtout ceux servant ou ayant servi de support à la forêt.

Il est désormais bien établi que les sols tropicaux forestiers sont souvent d'une grande fragilité et pauvres. De fait le géographe E.F. GAUTIER ne disait-il pas au début du siècle que

la Grande Ile avait la couleur, la consistance et la fertilité de la brique ? En effet ces sols, forestiers à l'origine, devraient être a priori riches en humus, mais l'activité dévorante des composeurs minéralise très rapidement la litière organique au lieu de bien l'humifier, ce qui affaiblit le complexe absorbant. L'enrichissement corrélatif en bases échangeables est à son tour annulé par l'intensité du lessivage (même la silice est dissoute !), si bien qu'on a pu parler de « podzols tropicaux », par l'abondance de l'eau tiède et par la perméabilité de l'argile forestière. Autrement dit ces sols sur altérite sont médiocres et ils deviennent franchement mauvais s'ils ne sont plus ravitaillés en litière. Seul l'horizon B est enrichi en sels minéraux mais il est assez profond (plus de 1 m). En fait la seule partie utilisable pour les arbres est l'horizon superficiel (d'où souvent un enracinement développé sur le plan horizontal).

Les sols tropicaux ont donc d'une façon générale de graves inconvénients : l'arbre ne peut utiliser que l'humus en voie de minéralisation, les sels sont lessivés et en l'absence de pente ils peuvent rester saturés d'eau assez longtemps. Bien entendu il convient de nuancer ce constat selon les multiples formations forestières qui se développent dans des conditions souvent fort différentes mais il n'en reste pas moins vrai que l'on peut retenir l'idée que la forêt tropicale vit en grande partie de ses propres déchets et que le sol est son talon d'Achille.

A Madagascar l'érosion de ces derniers est rapidement néfaste car les conditions actuelles de la morpho-pédogenèse sont très défavorables non seulement en raison d'un climat à saisons contrastées, mais aussi à cause des fortes pentes et de la nature des substrats.

### **Un fort taux d'endémisme facteur de faiblesse**

Nous savons que Madagascar est détachée du continent africain depuis le Secondaire et se situe depuis en position tropicale, de telle sorte que son évolution s'est effectuée en vase clos, ce qui a permis le développement d'un haut degré d'endémicité (qu'elle partage avec les îles voisines (Seychelles, Comores, et petits îlots du Canal de Mozambique et de l'Océan Indien). La richesse exceptionnelle de la flore endémique tient d'une part à la variété des conditions écologiques offertes (jeu de la latitude, de l'altitude, de l'exposition, du relief et de la nature des substrats et du climat), mais aussi au fait qu'il ne s'agit pas du dépérissement progressif d'une flore insulaire, mais au contraire d'une évolution et du développement à partir d'un fond ancien de celle-ci. On estime aujourd'hui cette flore originale à 12 000 espèces de Phanérogames (dont 85 % spéciales à Madagascar). Le domaine phytogéographique du Sud-Ouest notamment constitue un ensemble surprenant tant par la grande spécificité aux types biologiques inhabituels que par la vivacité et la netteté de ses associations végétales. « *Peu de régions au monde certainement réunissent sur une aussi faible superficie tant d'éléments intéressants* » (KOECKLIN et al., 1974). Parmi ceux-ci on retiendra le haut degré d'endémisme de cette flore (plus de 80 %).

Relativement moins soumise aux grandes variations paléoclimatiques que d'autres régions, et soustraite aux dures lois de la concurrence, (comme sur le continent africain), la flore malgache s'est fragilisée ce qui est remarquablement illustré par sa faible compétitivité face aux espèces étrangères introduites (comme l'Eucalyptus) et son inertie face aux « agressions ». En Afrique la forêt est habituée à une vieille compétition sur d'immenses surfaces et elle renaît dès que l'emprise de l'homme se relâche. A Madagascar la forêt, faite de peuplements délicats d'espèces rares, à croissance souvent lente, ne résiste pas aux attaques de l'homme. Le taux de croissance et de régénération des arbres est faible : l'*arofy* (essence très recherchée) met plus de 200 ans avant d'atteindre le diamètre de coupe acceptable ; l'*hazomalany* exige même 800 ans ! Ce manque d'adaptation explique qu'après un stress violent (abattis, brûlis) on ne retrouve pas de vigoureux recrues forestiers, mais de simples formations arbustives à Graminées, très sensibles au feu et faciles à défricher à nouveau.

Cette fragilité permet de comprendre pourquoi les savanes ont pu se développer de façon extraordinaire dans tout le pays, ce qui au premier abord peut paraître surprenant, compte tenu de l'arrivée récente de l'Homme et de la faible densité démographique. Par la suite les feux de savanes ne facilitent pas une éventuelle reconquête, bien au contraire.

## L'HOMME DESTRUCTEUR DE LA FORÊT

L'homme est le principal auteur des destructions forestières et les raisons qui l'amènent à le faire sont nombreuses, traditionnelles et perçues par lui comme indispensables.

### Des motivations multiples

De façon traditionnelle le bois a toujours été considéré comme une ressource permettant d'assouvir des besoins domestiques quotidiens : pour le bois d'œuvre (case, meubles, outils) et pour le bois de chauffe (au début des années 1980, pour la seule alimentation de Tulear en charbon de bois il était détruit 5000 ha de forêt par an ; ANDRIANBOLOLONA A., 1979). En 1990, 80 % des besoins énergétiques et 95 % des besoins des ménages de Madagascar étaient satisfaits grâce au bois. On détruit aussi la forêt pour de nombreuses autres raisons : pour la chasse (rabattage), pour la sécurité (autour des villages), pour des raisons sanitaires (nettoyage), politiques (contestation vis-à-vis de l'administration qui interdit les feux) ou de pyromanie.

Mais il est admis aujourd'hui que la principale cause de la déforestation est la recherche de nouvelles surfaces agricoles. L'agriculture itinérante sur brûlis largement pratiquée à Madagascar comme en témoignent ses multiples noms (*Tavy* de la Côte Est, *Jinga* du Nord-Est, *Hatsaka* des Sakalava, *Tetikala* des Mahafaly etc.) par les populations forestières (telles les Tanala ou les Betsimisaraka) a vu ses rotations s'accélérer. Ces perturbations pour la forêt ne seraient pas aussi graves qu'on a bien voulu le dire (l'agriculture itinérante sur brûlis a été la bête noire des administrations forestières coloniales) tant qu'elles restaient modérées (voir à ce sujet l'excellent travail de D. COULEAU, 1972), le problème est qu'elles se sont étendues et intensifiées sous l'effet de la pression de la croissance démographique. Ce système implique une très longue jachère, dont l'optimum écologique est d'une trentaine d'années. Tout raccourcissement conduit à une rupture d'équilibre : la forêt cesse de se régénérer spontanément car d'une part les arbres n'ont plus le temps de pousser et donner des graines, et d'autre part le feu n'élimine plus les graines d'herbacées faute de combustible. La savanisation apparaît, irréversible car entretenue par les feux. Sur le versant Est le développement de la riziculture de bas-fonds et l'exode rural sont les premières réponses apportées aux pertes de fertilité et à l'accroissement de l'érosion des sols. Sur le versant Ouest ce processus est aggravé par le dessèchement de l'air et la volonté des paysans éleveurs d'étendre les terrains de parcours et d'améliorer les pâturages, ceci afin d'accroître leurs troupeaux.

### Le rôle des feux

L'élevage est une activité fondamentale dans tout Madagascar et notamment sur tout le versant Ouest où les populations attachent beaucoup d'importance à leurs troupeaux et y consacrent souvent l'essentiel de leur temps. En effet le bétail y joue un rôle non seulement économique très net (il représente un capital que l'on doit faire fructifier et les bœufs servent de monnaie d'échange dans de nombreuses transactions) mais aussi social et culturel indéniable (un grand troupeau est source de prestige). Mais il s'agit d'un élevage extensif exigeant d'immenses surfaces : une règle grossière voudrait que chaque bête ait à sa disposition 1 ha de pâturage par mois de saison sèche car les pâturages sont assez pauvres. Les mouvements de transhumance sont donc obligatoires. En 1990, on peut estimer le troupeau de bovins à plus de 11 millions de têtes et comme celui-ci s'accroît lentement les savanes apparaissent aux yeux des éleveurs comme le domaine indispensable au parcours des troupeaux, domaine qu'il convient d'accroître. Pour eux la forêt non seulement ne doit pas se reconstituer mais il faut la détruire. Pour cela il existe un bon moyen : le feu.

Celui-ci est allumé en fin de saison sèche période très favorable pour des raisons climatiques au développement des incendies mais aussi parce qu'à cette époque de l'année les Graminées sont ligneuses et trop coriaces pour être consommées. Il faut donc éliminer ces vieilles tiges en les brûlant. Le feu transforme la strate herbeuse en vaste champ de cendres desquels émergent les chaumes calcinés et provoque une petite repousse qui est appréciée du bétail et permet de faire la soudure avec les pousses consécutives aux premières pluies.

En forêt comme en savane l'incendie comporte également d'autres avantages temporaires : les bases sont libérées et le pH augmente, d'où une prolifération des bactéries, en particulier des bactéries nitrifiantes et de la minéralisation de l'humus ce qui met à la disposition des plantes une grosse masse d'éléments minéraux assimilables. La croissance en est stimulée. Dans certains cas la chaleur brise les colloïdes et procure au sol une structure meuble rendant le travail possible. Aux yeux des paysans l'incendie signifie prospérité : les cendres vont recevoir les graines et assurer la nourriture de la famille.

Mais à plus long terme les *tavy* comme les feux de brousse présentent de graves inconvénients notamment celui d'empêcher toute reconstitution du couvert forestier. Le feu détruit une grande partie de la matière organique et de l'humus, et le sol est ensuite lentement décapé par l'érosion : on se souvient de sa faible épaisseur et de sa structure fragile. Plus insidieuse et plus grave est la perte d'éléments chimiques par lessivage vertical et oblique. Parmi les effets quasi irréversibles des feux on peut énumérer les suivants :

- une minéralisation de l'ensemble des matières du sol par amorphisation, en particulier de l'humus (POMEL, 1992) ;
- une oxydation accélérée des horizons à composés ferrugineux ;
- une modification du complexe absorbant et une importante baisse de la porosité ;
- une suppression totale, ou presque, de la faune du sol.

L'activité accrue de la microflore a procuré à la parcelle « un éclair de fertilité » mais l'humus trop vite minéralisé, non renouvelé, disparaît très vite. Les conditions micro climatiques sont modifiées, les rayons du soleil dardent directement le sol dénudé ce qui modifie les conditions de température, d'humidité et de luminosité. L'évaporation accrue par la suppression de l'ombre annule bien vite l'avantage originel. En lisière de forêt les feux d'herbes sèches, poussés par les vents, font peu de dégâts aux arbres sauf s'ils incendient les couronnes, mais les températures en profondeur dans le sol ont souvent des effets graves. Le feu peut couvrir longtemps dans un matelas humifère et provoque alors des destructions irrémédiables et imprime des formes de dégradation. Sur toutes les marges forestières de Madagascar au contact des savanes on observe des faits de régression.

## LA DÉGRADATION DE LA COUVERTURE VÉGÉTALE

Après qu'un abattis ait été consommé la parcelle apparaît au yeux de l'étranger comme une étendue désolée hérissée de moignons noircis et jonchée de troncs ; le spectacle semble d'autant plus hideux qu'il contraste avec la beauté des forêts environnantes. Commence alors un processus de dégradation qui modifie dans un premier temps la composition de la couverture végétale puis dégrade ensuite les sols de façon néfaste.

### L'atteinte aux arbres

En forêt comme en savane la dégradation du couvert végétal se fait par à-coups et nécessite souvent des abattis préalables.

Sur le versant Est dans le cas du *tavy* l'abattage est une opération indispensable et une période de séchage est nécessaire avant mise à feu. La forêt sur pied brûle très difficilement dans les conditions habituelles. La forêt elle-même joue souvent le rôle de pare-feu. En forêt dense il faut accorder un rôle fondamental aux ouvertures du couvert végétal soit par une cause naturelle soit par l'homme. Si ces trouées sont de faible superficie (cas le plus fréquent en l'absence de l'intervention de l'homme) la régénération naturelle (d'abord par les

héliophytes, puis par les sciaphytes) est rapide et peut être comparée à une « cicatrisation ». Mais avec le passage à une agriculture dont les rotations s'accroissent, ou devenue permanente, ces plantes pionnières en viennent à être considérées comme des mauvaises herbes que l'on doit éliminer. Leur destruction permet à la dynamique « régressive » de se poursuivre. Ainsi de destructions en destructions on aboutit à une baisse rapide de la fertilité des sols et à l'abandon des terrains devenus trop ingrats. Si la zone dégradée est vaste, les arbres semenciers sont rares ainsi que les animaux disséminateurs, le sol chimiquement est appauvri et les champignons mycorhiziens tués. Il faut alors pour permettre le retour de la forêt un temps de l'ordre de plusieurs siècles à un millénaire. Autant dire que quand elle est profonde, la dégradation est un phénomène irréversible.

Sur le versant Ouest, le feu de brousse ne pénètre normalement pas dans la forêt, mais il peut griller ses lisières et même en cas de grande sécheresse, entamer une partie du sous-bois. Dans ce cas les zones atteintes sont vite colonisées par les Graminées ce qui facilite les futurs incendies. Des mesures de température lors de passages de feux à 1 cm, 50 cm et 1 m, montrent que le feu ne détruit pas les rhizomes mais seulement les graines de surface. Par contre en lisière les températures sont plus élevées, pénètrent en profondeur avec des effets graves. Le feu peut couvrir longtemps dans un matelas humifère et reste au pied des arbres provoquant des destructions définitives.

Chaque feu favorise donc l'herbe au détriment de l'arbre. De nos jours plus de 80 % de l'Ouest malgache est recouvert de savanes. Celles qui sont sous climax forestier sont instables, l'état boisé ayant tendance à se reformer mais la reconstitution spontanée est mise en échec par la récurrence des feux de brousse. De ce processus résulte une sélection rigoureuse des espèces aboutissant à un appauvrissement floristique de la forêt où seuls les pyrophytes subsistent tels certains palmiers comme le Satra (*Hyphaene shatan*) le Satrabe (*Medemia nobilis*) ou quelques rares feuillus comme le Motalahy (*Acridocarpus excelsus*), le Mangarahara (*Stereospermum euphoroides*) et le Sakoa (*Poupartia caffra*). Les feux récurrents provoquent également une sélection sévère au sein même des Graminées. Ils éliminent de nombreuses espèces au profit des plus pyrrophiles, c'est-à-dire des plus ligneuses et donc des moins favorables quant à leurs qualités fourragères. Dans le Moyen-Ouest, les sols les plus riches portent une savane à Verobe (*Hyparrhenia rufa*) et Danga (*Heteropogon contortus*). Les passages des feux (et l'altération des sols) provoquent une évolution vers des groupements à *Hyperthelia dissoluta* d'abord, puis à *Heteropogon contortus*, à *Loudetia filifolia* et enfin à *Aristida multicaulis*. La présence de cette dernière représente l'ultime stade de dégradation avant la mise à nu du sol (P. GRANIER, 1967).

### La dégradation des sols

La destruction de la couverture végétale affecte très rapidement les sols. Tout d'abord l'alimentation de la litière en matière végétale (feuilles, écorce, brindilles, branches etc.) est interrompue ce qui pénalise les micro-organismes et la décomposition biologique. Or, habituellement le sol forestier est le siège d'une activité intense de la part des décomposeurs et des prédateurs (Bactéries, Champignons, Protozoaires, Nématodes, Rhizophages, Géophages, Termites et Fourmis, Arthropodes détritivores, etc.). Il se produit une dégradation rapide des matières organiques pour donner naissance à des minéraux solubles. On comprend que si l'on supprime la végétation au bout de quelques mois les sols sont appauvris.

Par ailleurs les sols dénudés sont soumis à un changement brutal : augmentation de l'éclairement et des écarts de température, conduisant, le jour, à une très forte évaporation, un dessèchement et un durcissement rapides peu favorables à une reprise végétative. Apparaît alors une croûte dure qui ne permet qu'une pénétration lente de l'humidité mais favorise le ruissellement de surface. Le lessivage des sols augmente ce qui accélère la perte de fertilité. De vastes secteurs autrefois productifs sont définitivement perdus.

L'élimination de la forêt supprime son rôle d'écran face aux pluies souvent brutales (pluies cycloniques) et fait disparaître l'entrave au ruissellement qu'elle apporte par le biais des troncs et des racines. Dans un premier temps les eaux se chargent de sédiments fins et, comme la litière a disparu, les acheminent vers les talwegs : la part prépondérante qui était celle des particules fines dans les sols forestiers disparaît au profit des particules grossières. Ensuite la disparition des entraves permet la prise en charge de sédiments de plus en plus grossiers. A terme, il ne reste en place que des sols sans fraction humique colloïdale, voués à une stérilisation d'autant plus rapide que les racines et la litière ne fournissent plus d'acides organiques.

Parmi les nombreux effets irréversibles de la déforestation sur les sols on observe (POMEL, 1992) :

- une induration des profils et une rubéfaction des horizons ferrugineux ;
- une inactivation des horizons argileux et humifères ;
- un non-recyclage de la matière organique ;
- une migration accélérée des particules fines (effet de défloculation des argiles et de dispersion des colloïdes).

On conçoit que dans ces conditions la déforestation conduise inéluctablement à une diminution des surfaces forestières, à un appauvrissement de la composition floristique (voire à des pertes génétiques), à l'amointrissement d'un capital pédologique et au gâchis d'une ressource économique.

Mais surtout, peut-être, la déforestation anthropique est à l'origine d'une crise morphogénétique sans précédent à Madagascar, caractérisée par des figures d'érosion spectaculaires et des atterrissements tout aussi désastreux.

### **La crise morphogénétique**

Dès que les pentes se relèvent un tant soit peu, le sol qui n'est plus protégé devient la proie des processus érosifs, tantôt insidieux, tantôt catastrophiques, mais le résultat final est toujours la destruction inexorable du sol, lequel est le support de toute activité agricole.

L'infiltration étant moins facilitée l'eau tombée est presque entièrement disponible pour le ruissellement et cela se répercute sur le débit des évacuateurs : le débit liquide connaît des variations brutales qui permet la prise en charge d'un débit solide accru. Les alluvions (grossières désormais) sont charriées avec force sur de grandes distances et déposées dans les zones de débordement. Sur les hauts des versants, il y a perte de la terre arable à commencer par les horizons supérieurs organo-minéraux, ce qui prive le sol des éléments régénérateurs de sa structure et du facteur d'infiltration. Ensuite les horizons sous-jacents sont érodés. En bas de versant on assiste à un colluvionnement d'autant plus important que l'érosion s'est attaquée aux horizons profonds. Dans les cas les plus extrêmes l'on parvient à de véritables désastres car les épandages de matériaux grossiers viennent recouvrir les terres de culture (ANDRIAMIHAEISOA J., 1985).

Si l'on compare la granulométrie des alluvions actuelles à celle d'alluvions plus anciennes constituant les basses terrasses des cours d'eau, on s'aperçoit que la proportion de sédiments de sables grossiers et de graviers a pratiquement doublé pour représenter aujourd'hui entre 80 et 90 % des sédiments fluviaux ! (ROSSI, 1979 ; SALOMON J.N., 1986). Les effets négatifs de cette situation sont doubles :

- Sur les hauts des bassins-versants l'érosion accélérée occasionne la perte d'un capital arable précieux. En effet les lavaka et les ravines ont tendance à ronger les champs attenants et à couper les chemins mais surtout il y a disparition des horizons pédologiques et en même temps attaque des horizons inférieurs les plus internes, peu évolués. Quelques dizaines d'années suffisent parfois pour mordre une colline et mettre à nu les horizons profonds du profil latéritique. Cette action insidieuse exclut la possibilité d'une reconstitution ultérieure (même à moyen terme) d'un capital pédologique. Enfin à chaque saison des pluies particulièrement arrosée, d'importantes quantités de matériaux

grossiers, arrachés au cœur des lavaka, s'épandent empiétant petit à petit sur les terroirs agricoles. Ceux qui sont rendus incultes sont de ce fait définitivement abandonnés. Un autre méfait est la disparition du manteau d'altération jouant le rôle de terrain aquifère, désormais il y a tarissement des sources en saison sèche voire même dans certains cas disparition totale.

- Dans les parties aval ce n'est pas mieux : les défluviations et les débordements sont plus fréquents du fait de l'augmentation de la brutalité des écoulements et de l'exhaussement du fond des lits (le cas de la Sisaony, affluent de la rive gauche de l'Ikopa est spectaculaire) : ils se multiplient (les ruptures de digues aussi) et s'accompagnent du recouvrement de terrains souvent fertiles (type baibofo) ou irrigués (rizières) par des couches épaisses de sédiments grossiers stérilisants. Autour du lac Alaotra, 1 000 à 3 000 ha de rizières deviennent inutilisables chaque année. Au plan national, RAZAFIMAHEFA (1986) a calculé que Madagascar perdait environ 1,2 millions de tonnes de terres fertiles par an !

Par ailleurs l'on sait que le déboisement peut entraîner un abaissement des nappes aquifères, une diminution du débit des petits cours d'eau et par suite une précarité croissante des conditions de culture, tel est le cas, depuis 25 ans, de toute la région comprise entre le Cap St-André et Tulear. Ces dégâts difficilement calculables, mais réels, grèvent lourdement non seulement les possibilités d'un développement agricole, mais aussi celui du maintien des surfaces mises en valeur.

Pour terminer on rappellera que la couverture végétale constitue la protection la plus efficace contre l'érosion et le ruissellement. Si elle disparaît les crues des rivières sont aggravées et peuvent devenir catastrophiques si elles surviennent dans des régions peuplées. La plaine de Tananarive est protégée par des digues, mais il arrive que de temps à autres celles-ci soient rompues (1959, février 1982). Ailleurs les conséquences sont lourdes, ainsi le 26 décembre 1978 à la suite du passage de la dépression cyclonique « Angèle » la crue du Fihierenana balaya le canyon et ravagea tout sur son passage : les habitants de la vallées furent emportés (environ 80 morts) et les eaux dégorgeaient dans la plaine de Tulear en emportant les digues de protection et inondant les quartiers de la ville. Les dégâts matériels furent considérables. Par exemple la superficie en coton qui était de 2 353 ha en 1978 est tombée à 664 ha en 1990 : les plantations ne se sont jamais relevées de la catastrophe.

Aujourd'hui, *le sol malgache est l'un des plus érodés de la planète* ; il se dégrade huit fois plus vite que celui de l'Éthiopie dont on connaît les problèmes alimentaires. L'exemple de Haïti, où il ne reste plus que 2 % de forêt (contre 80 % au début du siècle), préfigure un triste avenir.

Devant une situation aussi négative et le péril menaçant l'avenir de nombreux terroirs, les différents services ont tenté de réagir et de limiter les dégâts, mais force est de constater que les efforts entrepris ont eu une action limitée.

## LA PRISE DE CONSCIENCE

La surexploitation d'une ressource naturelle comme la forêt a comme conséquences des phénomènes d'appauvrissement, de fragilisation et de destruction de l'environnement.

La déforestation engendre divers problèmes socio-économiques, en particulier la perte de ressources provenant d'arbres rares et l'érosion des sols susceptible de provoquer à son tour des dégâts considérables à l'agriculture et à l'habitat. La Banque Mondiale a d'ailleurs estimé que Madagascar doit payer pour la déforestation et l'érosion un coût compris entre 100 et 300 millions de dollars US par an, soit de 5 à 15 % du P.N.B. du pays !

Par absence de respect de l'environnement on sait aujourd'hui qu'un certain développement agricole peut s'annuler de lui-même.

Les géographes ont depuis longtemps abordé la production agricole dans le contexte de milieux, en relevant leurs interférences par le biais de la lecture de paysages agraires, mais

ils sont restés esseulés. Aujourd'hui les progrès accomplis par les sciences de la nature d'une part et par les sciences humaines (ethnologie, sociologie, économie, démographie etc...) d'autre part, permettent de reprendre cette question avec de nouvelles perspectives. Les changements végétaux, l'érosion des sols, leur dégradation ou leur perte de fertilité doivent être étudiés et ce à différentes échelles, depuis celle de la parcelle jusqu'à celle de l'étude régionale.

Depuis quelques années à Madagascar, il semble que des efforts de conscientisation aient été effectués : promulgation d'une Charte de l'environnement et mise en œuvre d'un Plan d'Action Environnemental (P.A.E.). Il s'agit en quelque sorte d'inclure l'aspect environnement dans toutes les activités de développement et dans cette optique de développement, les questions de l'environnement devraient relancer les études de géographie physique et les études agraires. Mais déjà il convient de réfléchir et de proposer des solutions possibles.

### **Le reboisement**

Puisque la dégradation du couvert végétal apparaît si néfaste l'idée d'une interdiction ou d'une réglementation vient aussitôt à l'esprit. Mais d'une part cette idée n'est pas nouvelle (elle date d'avant la colonisation<sup>1</sup>) mais elle ne peut être efficace que si l'on peut la faire appliquer. La coercition n'est pas souhaitable et les tentatives de persuasion ont largement échoué à ce jour. Sans abandonner pour autant l'idée d'une réglementation, il nous apparaît plus judicieux d'essayer de reboiser. Il appartient aux pouvoirs publics de montrer la voie en effectuant des actions de démonstration respectant la vocation des sols et en choisissant les essences les plus intéressantes (ombrage, bois, fertilisation du sol, nourriture etc.). On sait maintenant que les méthodes extensives, voire expéditives de culture suppriment les arbres, mais aussi que les sociétés agraires les mieux enracinées à leurs terroirs construisent de véritables parcs arborés (Afrique de l'Ouest, Rwanda-Burundi). L'arbre utile est épargné, encouragé, entretenu et façonné. En Afrique tropicale l'arbre s'insère dans le champ dont il est un partenaire de production et une garantie de survie (P. PELISSIER, 1980).

Le reboisement et la réhabilitation des anciens défrichements, tels les monka de la Côte Ouest, est sans doute une alternative à considérer. Une telle voie permettrait de ne plus faire entrer en concurrence forêt et élevage, mais la tâche est immense : les boisements artificiels ne représentent que 1,5 % de la province de Tananarive. Les différents projets récents (ex. le projet « Gestion et Protection des forêts ») ou anciens (projets de la F.A.O. ou de boisement des Tempoketsa notamment) sont restés inopérants. D'une façon générale, les efforts de reboisement sont loin de compenser les destructions. A Madagascar on peut estimer que pour un arbre planté 100 autres sont détruits.

### **La gestion des feux**

En savane on ne peut dissocier le feu du fonctionnement de l'écosystème : il évite l'accumulation des litières et favorise les tapis herbacés par ailleurs, il détruit plus de la moitié de la faune non ailée. Nous avons vu ses avantages et ses inconvénients, ceux-ci étant à terme prépondérants. Il convient donc, sinon de supprimer le feu de brousse, du moins de le limiter. Une interdiction pure et simple, même suivie de sanctions, apparaît utopique tant que le paysan-éleveur l'utilisera pour « franchir » la saison sèche. La limitation des feux pourrait être présentée comme une alternative, un moindre mal, mais pour cela il faudrait le consensus des éleveurs généralement peu sensibilisés aux argumentations de l'Administration. Dès lors le seul moyen logique est de présenter une alternative aux éleveurs, de leur présenter une solution de remplacement agréée par eux. Une des solutions possibles est l'introduction massive d'espèces fourragères de substitution permettant aux

1. La dégradation de l'environnement préoccupait les responsables du pays dès le XVIII<sup>e</sup> siècle. Au temps du Roi Andrianampoinimerina, ils promulguèrent des textes législatifs concernant la protection des forêts (rassemblés dans le Code des 305 articles). Par exemple, l'abattage des arbres était soumis à autorisation.

troupeaux d'attendre les premières pluies et le recru végétal. A Madagascar, des espèces introduites telles que *Stylosanthes guyanensis* et *Stylosanthes humilis*, deux légumineuses ont donné de bons résultats expérimentaux. On pourrait ainsi améliorer les pâturages naturels ou mieux constituer des pâturages artificiels. Une autre solution serait de prévoir les rotations dans la pâture : celle-ci serait mieux utilisée et les bouses ainsi concentrées constitueraient un apport en matière nutritive, le seul en définitive. Mais ceci suppose un minimum d'enclosure et de surveillance.

Rappelons cependant que, de façon extravagante, la production de bétail, avec seulement un animal par hectare, et souvent de faible qualité, reste une des activités les moins rentables. Dans ce domaine les généticiens pourraient améliorer les races du bétail local.

### **L'agroforesterie**

Le concept d'agroforesterie est relativement nouveau en tant que science et technique d'exploitation agricole incluant la culture des arbres et arbustes fournissant fruits, noix, fibres, substances médicinales et bois de chauffe. Plusieurs objectifs peuvent être associés : production de bois de feu ou de bois pour d'autres usages ; boisement villageois ; restauration de la végétation arborée « naturelle ». La nourriture du paysan s'en trouve améliorée comme ses conditions de vie. Ces objectifs doivent s'adapter à l'évolution de la situation réelle, politique, sociale, économique et culturelle de chaque population concernée. Il faut prendre en compte les connaissances locales en matière d'agroforesterie traditionnelle et associer les agriculteurs aux décisions d'aménagement. Lorsqu'il ne l'a pas, il faut redonner au paysan le sens de l'importance de l'arbre et l'initier à de nouvelles techniques. La création et le développement d'un corps de vulgarisateurs apparaît nécessaire dans ce but. Celui-ci devra planter des essences à croissance rapide, dans la mesure du possible d'origine locale, pour assurer un approvisionnement plus fiable en bois de feu (les Eucalyptus ou les Pins ne sont pas toujours la bonne solution, ou bien encore intégrer des plantes fixatrices d'azote, tout en faisant œuvre éducatrice auprès des paysans. De nombreuses expériences heureuses existent déjà dans le monde (Costa Rica, Chine, Inde, Nigeria, Philippines, Brésil, etc.) dont il est possible de s'inspirer.

Auparavant, il faudrait établir une législation fondée sur une connaissance scientifique des milieux et des groupes sociaux qui les exploitent. Cela passe par une analyse des systèmes agricoles traditionnels (défriche-brûlis, extraction des ressources forestières, élevage extensif) et de leurs modifications. Il faut bien prendre conscience que certains instruments de protection de la nature, en altérant les modes d'exploitation des ressources naturelles, l'organisation de l'espace et l'organisation sociale, peuvent devenir des facteurs d'aggravation d'une économie paysanne en grande partie autarcique et déjà en proie à de multiples difficultés.

### **La protection de la biodiversité**

L'appauvrissement biologique de la planète s'est considérablement accéléré en un siècle or la plupart des espèces animales et végétales se situent en forêt. On estime aujourd'hui que 4 000 à 6 000 espèces disparaissent chaque année à cause du déboisement. Au rythme de la déforestation actuelle des millions d'espèces auront disparu en l'an 2000, des richesses insoupçonnées seront gaspillées à jamais dont certaines auraient pu être utiles à l'homme : aliments, fibres, résines, gommes, huiles essentielles, plantes d'agrément ou médicinales telle la pervenche rose de Madagascar (*Catharanthus roseus*) qui synthétise deux alcaloïdes très efficaces contre la maladie de Hodgkin et la leucémie. Le marché de ces deux substances est supérieur à 650 millions de francs par an. Cinq autres espèces de *Catharantus* poussent à Madagascar mais sont menacées de disparition par destruction de leur habitat. A Madagascar le patrimoine biologique est particulièrement riche : il comporte environ 12 000 espèces végétales qui ont évolué sur place, abritant 80 % de vertébrés endémiques. Ce patrimoine est aussi attaqué, ainsi les grands lémuriniens ont-ils tous disparu, les autres sont menacés à moyen terme (TATTERSALL, 1993). Il est donc urgent de protéger les zones

présentant un intérêt écologique non seulement par éthique mais aussi par intérêt économique. La création de réserves, sans considération pour la population locale, n'est aujourd'hui qu'une solution à court terme à la crise de la biodiversité, un pis aller.

Madagascar est d'ailleurs officiellement assez bien dotée en Aires Protégées avec 6 Parcs Nationaux, 11 Réserves Naturelles Intégrales (R.N.I.) où en principe toute intervention humaine est exclue, et 23 Réserves spéciales (conçues, comme les Parcs Nationaux, pour recevoir des visiteurs). Par ailleurs, l'intérêt international pour Madagascar en raison de l'originalité de sa biodiversité, a fait que de nombreux efforts se sont concentrés en faveur de la Grande Ile à partir des années 70 (W.W.F., P.N.U.D., U.N.E.S.C.O., Banque Mondiale, Coopérations étrangères etc.), qui sont à la base d'un vaste projet, le Plan d'Action Environnemental (P.A.E.). Mais en pratique, l'application des résolutions sur le terrain est difficile à mettre en œuvre et le travail à accomplir est immense.

## CONCLUSION

Madagascar compte aujourd'hui environ 11 M d'habitants et un taux de croissance de 3 %/an (ce qui est très fort). En 25 ans, la population a doublé tandis que 90 % des forêts ont disparu. A ce rythme la population atteindra 16 millions à la fin du siècle et aura triplé en 2015. A ce moment là le bois de chauffe sera inexistant.

En effet les bonnes intentions se heurtent à plusieurs types de difficultés :

- Les recherches et les inventaires, y compris pour les espèces dites secondaires ou qui nous sont moins connues sont encore très insuffisantes. De plus il faudrait replacer ces travaux dans une perspective plus globale sur les milieux déjà dégradés, perturbés, soumis au travail des paysans. Mais paradoxalement les différentes instances scientifiques « responsables » ne semblent pas toujours avoir compris l'intérêt des recherches fondamentales sur l'environnement en liaison avec l'aménagement et ce dans un but de développement. La volonté de séparer Sciences de la Nature et Sciences de l'Homme (l'exemple de la coupure voulue par un courant de pensée à la mode, entre Géographie Physique et Géographie Humaine est un exemple significatif) affichée par certains, est typique à cet égard. Quoi qu'il en soit, il est difficile d'échapper au fait que pour mieux gérer il faut mieux connaître.
- Le coût élevé des opérations est un problème essentiel. Selon le Tropical Forestry Action Plan (cité par NEWMAN A., 1990), un investissement de l'ordre de 30 millions de dollars serait nécessaire pour conduire Madagascar à une situation satisfaisante, ce pays ne peut y suffire seul. Mais comme par ailleurs les fonds internationaux alloués à la protection de l'environnement sont limités, le pays devra compter essentiellement sur lui-même. La déforestation est avant tout un phénomène socio-économique, aussi les remèdes doivent-ils tenir compte des réalités nationales.
- L'inertie, voire les entraves mises en œuvre par l'Administration, compromet bien des programmes. Les exemples sont nombreux et variés : employés qui ne reçoivent ni matériel, ni semences, ni avances pour commencer le travail ; agents forestiers complices de prédateurs ; gaspillages ou détournements ; blocage d'autorisations, délayage de responsabilités, etc. ;
- Enfin, la méfiance ou l'hostilité des paysans peut faire échouer le meilleur des projets. Dans tous les cas, ces derniers doivent être réellement associés aux décisions et celles-ci doivent être perçues par eux comme clairement avantageuses. Sans ce préalable indispensable les projets les mieux conçus sont souvent voués à l'échec.

La plupart du temps les divers projets relatifs à l'environnement ou au développement sont élaborés par des instances avec l'aide des diverses disciplines scientifiques à tendance naturaliste ou bien relatives aux sciences humaines. Dans les deux cas, les rapports intervenant entre nature et société sont négligés. Il est d'ailleurs paradoxal que les géographes soient la plupart du temps absents de ces programmes alors que par essence la

discipline géographique s'attache à l'analyse de ces rapports. Le recours à cette discipline devrait permettre une meilleure coordination et mieux utiliser des concepts usités par les géographes depuis longtemps et que certains semblent découvrir.

Enfin, les projets sont souvent trop ambitieux, et sont submergés par tous les problèmes évoqués ci-dessus : ils échouent donc. Leur impact apparaît alors comme négatif et compromet de ce fait l'avenir de nouveaux programmes. Il conviendrait mieux à notre sens consacrer ses efforts à quelques exemples bien choisis, mais condamnés à réussir pour servir ensuite d'exemple. En matière de politique d'environnement et de développement la prise de décision revient en dernier ressort au politique, encore faut-il que celui-ci soit éclairé et conscient des enjeux en cours. Dans le cas de la déforestation, à Madagascar, ils sont à la fois fondamentaux et urgents !

## BIBLIOGRAPHIE

- ANDRIAMIHARISOA J., « Contribution à l'étude de l'érosion des sols, facteur d'évolution des versants sur les Hautes Terres malgaches, région de Tananarive. », *Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle*, Aix en Provence, 1985, 310 p.
- ANDRIANBOLOLONA A., « L'approvisionnement en énergie de la région de Tulear. », *Mém. Maîtrise*, CUR de Tulear, 1979.
- COULEAU D., « Les Zafimaniry. », Madagascar, 1972, 350 p.
- GRANIER P., « Le rôle écologique de l'élevage dans la dynamique des savanes à Madagascar. », *I.E.M.V.T.*, Multigr. Tananarive, 1967, 80 p.
- HUMBERT H., « La destruction d'une flore insulaire par le feu. Principaux aspects de la végétation à Madagascar. Documents photographiques et notices. », *Mém. Acad. Malg., Fasc.*, 1927, V, XLI pl., 79 p.
- KÆCHLIN J., GUILLAUMET J.L. et MORAT P., « Flore et végétation de Madagascar. », *J. Cramer, Vaduz*, 1974.
- NEWMAN A., « Les forêts tropicales, comment les sauver ? », *Ed. Larousse*, Paris, 1990, 248 p.
- PELISSIER P., « L'arbre en Afrique tropicale. La fonction et le signe. », *Cahiers ORSTOM Ser. Sci. Hum.*, 1980, 17 n° 3/4, pp. 127-321, 18 fig., 6 tab., 41 photos, 18 cartes, Bondy.
- POMEL S., « Les indicateurs de l'anthropisation dans les sols des savanes au sud du Sahara. », *Com. Colloque « Umwelt 2 000 »*, Aachen (R.F.A.), 1992, (sous presse).
- RAISON J.P., « Utilisation du sol et organisation de l'espace en Imerina ancienne. », *Mélanges de Géographie tropicale offerts à Mr. le Pr. GOUROU*, Bordeaux, 1972.
- RAZAFIMZHEFA A. « Naturerstörung durch Wald und Weidebrände invon Madagascar. », *Ifo-Inst. für Wirtschaftsforschung*, München, 1986, 196 p.
- ROSSI G., « Importance, causes et conséquences de la crise morphologique actuelle à Madagascar. », *Rev. Géogr. Mad.*, Tananarive, 1979, 34, 11- 21.
- ROSSI G. et SALOMON J.N., « Un exemple d'érosion accélérée à Madagascar : les sakasaka. », *Zeit-für Geomorph.*, Berlin-Stuttgart, 23, 3, 271-280.
- SALOMON J.N., « Fourrés et forêts sèches du Sud-Ouest malgache. », *Mad.r ev. Géogr.*, 1978, 32, 19, 39.
- SALOMON J.N., « Réalités et conséquences de la déforestation dans l'Ouest malgache. », *Mad. Rev. Géogr.*, 1982, 40, 7-13.
- SALOMON J.N., « Le Sud-Ouest de Madagascar, étude de géographie physique. », *Presses Universitaires de Bordeaux*, 1987, 998 p. 3 cartes h.t., 238 fig., 68 photo.
- TATTERSAL I., « Les Lémuriens de Madagascar. », *Pour la Science*, 1993, 185, 66-73.
- VERIN P., « L'origine indonésienne des malgaches. », *Bull. de Madagascar*, 1967, 259, 947-976.

