

Menaces sur la flore

par J.-L. GUILLAUMET* et Ph. MORAT**

Résumé - Le monde végétal intertropical a subi et continue à subir des destructions et/ou transformations importantes tant au niveau des «écosystèmes» que de leurs composants. L'explosion démographique à l'échelon planétaire a accentué ces nouvelles modifications de l'espace, en favorisant l'apparition de menaces : les feux, l'agriculture sur brûlis, les feux de savane, les introductions d'animaux, les introductions d'espèces végétales, les actions anthropiques.

Summary - Threats to Flora. The intertropical world of vegetation has endured and continues to endure destruction and/or significant transformation both as regards its ecosystems as well as its components. The sharp demographic growth everywhere in the world has accelerated these new transformations of space by favoring the appearance of various menaces : fire, farming after land has been cleared and burned, savannah fires, animal introductions, introductions of various plant species, and anthropic actions.

Mots clés - Zone intertropicale, flore, menaces, feu, action anthropique, introduction d'espèces végétales, introduction d'espèces animales.

L'explosion démographique et les mutations socio-économiques qui ont affecté depuis le début du siècle l'ensemble des pays tropicaux, ont transformé fondamentalement les paysages considérés, sans aucun doute un peu rapidement, comme naturels. Et si, depuis longtemps, des cris d'alarme ont été lancés, ce n'est que l'accélération des événements au cours des dernières décennies qui a sensibilisé l'opinion mondiale aux problèmes d'environnement et de conservation : réduction des surfaces forestières, avancée de la «désertification» entraînant raréfaction et disparition des espèces végétales, comme nous le montreront maints exemples.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 34651 ex 1

Cpte : B

*Directeur de recherches-Orstom

**Professeur au Muséum. Directeur du laboratoire de phanérogamie.

Cahiers d'Outre-Mer, 43, (172), Octobre-Décembre 1990.

PAR IX 28 OCT. 1991

Cette contraction de « *l'espace sauvage* » est différemment ressentie. Si elle est perçue comme la perte d'un capital appartenant à l'humanité entière - Amazonie, « *poumon du monde* », « *réserves de gènes* » - par les populations de nos pays industrialisés, elle l'est aussi comme la disparition de leur « *espace vital* » par les populations concernées dans leur quotidien avec la destruction et la transformation de leur capital de chasse, de cueillette et de culture.

Cependant depuis que l'homme existe, il agit sur le milieu où il vit et, avant d'aborder les processus actuels, il nous faudra rappeler, sans vouloir tenter un impossible bilan, quelques faits fondamentaux. A partir de ces données préliminaires, nous tenterons de mettre en évidence l'aggravation des destructions et transformations du monde végétal intertropical en l'illustrant d'exemples précis, tant au niveau des « *écosystèmes* » que de leurs composants. En effet une plante est menacée par la perturbation (qui peut aller jusqu'à la destruction) de son habitat ou par une pression directe dont elle peut être l'objet, celle-ci étant, sans aucun doute, moins grave parce que moins généralisée que celle-là.

Nous distinguerons les atteintes aux écosystèmes, transformation, substitution et destruction, qui sont des menaces indirectes, des éradications d'espèces ou menaces directes.

On sépare ou oppose, souvent et à tort, les époques antérieures à l'arrivée des Européens durant lesquelles la balance aurait penché en faveur de la « *nature* » (l'indigène, « *bon sauvage* » est un écologiste sans le savoir qui protège le milieu d'où il tire tous les produits nécessaires à sa subsistance) de la période postérieure à la découverte par les Européens et à leur installation qui génère peu à peu (ou parfois brutalement il est vrai) de nouvelles transformations de l'espace jusqu'à l'époque moderne, où l'explosion démographique à l'échelon planétaire accentue dramatiquement le phénomène pour arriver aux premières prémices de catastrophes, peut-être déjà irrémédiablement dans certains cas.

En fait si l'on excepte les civilisations de cueillette (Indiens d'Amazonie, Pygmées d'Afrique, etc.) tous les premiers contacts homme-« *milieu vierge* » se sont traduits par des ruptures d'équilibre et, quelles que soient les époques considérées, les conséquences ont été dramatiques.

Les milieux insulaires, pour lesquels on connaît souvent la date de ce premier impact avec une précision relative, en sont les exemples les plus frappants. Les premières implantations humaines ont toujours eu pour corollaire la destruction du couvert forestier (Hawaï, Mascareignes, Ile de Pâques) parfois sur des surfaces considérables (Madagascar, Nouvelle-Zélande), des changements de flore (Australie), des introductions d'espèces animales étrangères (rat et cochon en Polynésie, zébu à Madagascar, dingo en Australie, etc.) simultanément à des destructions (chasse, prédation des oeufs,...) entraînant la raréfaction, voire la disparition, d'une partie de la faune indigène

(oiseaux et reptiles en Nouvelle-Zélande et Nouvelle-Calédonie, marsupiaux en Australie, oiseaux et lémuriers à Madagascar, etc.).

Ce n'est que plus tard, avec la mise en place de nouveaux écosystèmes où l'homme est dorénavant intégré qu'il est devenu « *sage* » dans la gestion de ses ressources. Cette phase a souvent coïncidé avec l'arrivée des Européens qui ne virent que des paysages naturels là où ces milieux étaient pourtant profondément transformés.

Dans certains cas, même en l'absence de ces derniers arrivants, le cycle de modification s'est quand même poursuivi localement : surpopulations d'où surexploitations et perturbations graves du milieu pouvant entraîner l'arrêt de certaines activités (île de Pâques) ou l'extinction de civilisations ; (précolombiennes en Amérique : mississippiennes, centraméricaines ou andines, khmère en Asie, etc.).

L'arrivée des Européens (dans la mesure où ils n'étaient pas les premiers occupants) est à l'origine d'une nouvelle rupture d'équilibre et de la reprise d'un phénomène antérieur déjà amorcé. Les conséquences en furent souvent encore plus funestes parce que ces nouveaux occupants étaient pourvus de techniques et d'outils plus destructeurs.

I - Les menaces indirectes : les atteintes aux écosystèmes.

« *L'ancienneté du peuplement humain et des migrations des peuples, la puissance des moyens mis en œuvre, par le fer et par le feu, permettent de comprendre l'ampleur de cette action anthropique, et ne doivent pas être perdues de vue dans l'interprétation des structures actuelles de la flore et de la végétation* » (Schnell, 1976). Si, comme nous l'avons dit, les civilisations de cueillette n'ont pas d'action destructrice notable sur la forêt, on peut rappeler que certaines formes d'agriculture aux techniques perfectionnées ont totalement modifié le milieu : Asie du Sud-Est, Indo-Malaisie, Nord Cameroun, Andes, etc. Ces régions supportent des densités humaines parmi les plus élevées du monde, leurs paysages sont essentiellement agricoles. Nous ne nous y attarderons pas et n'envisagerons que quelques faits moins apparents.

I - Les feux.

« *Aucun système naturel n'est dépourvu du feu* » (Dewar, 1984). En effet, des traces de charbon de bois sont fréquemment, mais irrégulièrement, réparties dans les sédiments depuis la fin du Tertiaire et cela dans plusieurs pays tropicaux, notamment en Australie (Kershaw, 1984) donc bien avant l'arrivée de l'Homme.

Mais ces feux naturels étant aléatoires, leur fréquence est faible et sur plusieurs millénaires le bilan de leurs dégâts limité comme peut l'être celui de

catastrophes naturelles (tremblements de terre, glissements de terrain, inondations, cyclônes, etc.)

Ce n'est qu'avec l'arrivée de l'homme que les mises à feu deviennent profondément destructrices parce que volontaires et répétitives. Ces mises à feu exécutées selon des techniques appropriées interviennent essentiellement pour des besoins de culture, d'élevage ou de chasse. Elles sont à l'origine de la plupart des grands espaces dégagés (savanes et toutes formations similaires d'appellations variées) existant en pays tropicaux qui, au moment de leur découverte par les premiers Européens, furent considérées comme formations naturelles.

Ces reculs forestiers sur des surfaces immenses sont aussi la cause de la disparition d'un grand nombre d'espèces de la faune originelle de certaines îles comme Madagascar ou la Nouvelle-Zélande, en les concentrant dans les espaces réduits où elles devenaient plus facilement accessibles : extinction des Dinornis (moas) en Nouvelle-Zélande, des Aepyornis et de plusieurs espèces de Lémuriens à Madagascar (Trotter et Mc Culloch, 1984 ; Mahe et Sourdât, 1972). Il est maintenant prouvé que l'Homme a été contemporain des derniers de ces subfossiles.

Dans de nombreux cas, les premières mises à feu volontaires sont à l'origine de changements de flore. De récentes analyses palynologiques et de sites fossilifères effectués en Australie (au Queensland et Nouvelle-Galles du Sud) (Kershaw, 1984) montrent que les alternances de forêts denses humides et de forêts à *Araucaria* plus sèches, qui se sont succédées durant les derniers 140.000 ans selon les variations climatiques, ont été brusquement interrompues vers 38 000 BP (date de l'arrivée de l'Homme) par l'installation de la flore sclérophylle dominante actuelle à base d'*Eucalyptus* et de *Casuarina*. Cette flore substituée, qui s'est maintenue malgré le retour d'une phase humide vers 8 000 BP, correspond à un accroissement important du charbon de bois (donc des feux) dans tous les prélèvements effectués. En même temps que le déclin des *Araucaria*, les genres *Dacrydium*, *Phyllocladus* et *Nothofagus* du groupe *brassii* disparaissaient totalement de la flore australienne alors qu'ils étaient encore présents il y a 40 000 ans.

Dans le détail, les feux peuvent être considérés différemment selon les buts poursuivis.

2 - L'agriculture sur brûlis.

L'agriculture sur brûlis, improprement qualifiée d'itinérante ou nomade, basée sur une longue jachère forestière, est pratique commune dans de nombreuses régions forestières humides. Dans les conditions de respect du temps de jachère, jusqu'à la restauration du potentiel édaphique notamment, ce qui suppose une faible densité de population humaine, elle peut être considérée

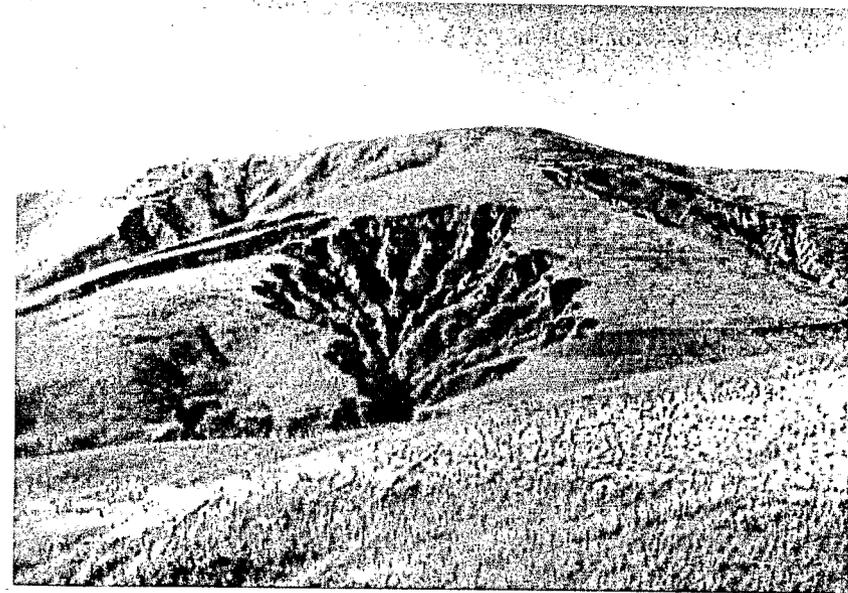


Photo 1: Forme d'érosion très répandue appelée Lavaka à Madagascar prenant naissance dans la végétation secondarisée par l'homme. On retrouve ce phénomène dans de nombreuses régions intertropicales.



Photo 2: Mine de nickel en Nouvelle-Calédonie illustrant les dégâts occasionnés sur la végétation

comme peu destructrice. On considère que l'abandon des surfaces cultivées doit permettre la reconstitution d'un état forestier proche de l'état initial.

Il n'en est pas toujours ainsi : la forêt camerounaise à *Lophira alata*, quoiqu'elle présente «une physionomie d'apparence primaire», a été interprétée comme résultant de défrichements cultureux intenses et répétés (Letouzey, 1968). Les conditions de régénération de *Lophira alata*, l'absence d'individus intermédiaires entre jeunes et grands sujets, la répartition particulière des arbres et leur abondance relative amènent à cette supposition, corroborée par la tradition orale des populations locales et la découverte, en ces lieux, de vestiges d'activités humaines : «bracelets» de métal, charbon de bois, tessons, levées de terre.

Les grands peuplements gabonais d'okoumé, *Aucoumea klaineana*, auraient une origine identique (Aubréville, 1949). Les «Brousses à *Maranthacées* et *Zingibéracées*» de l'Ouest de la Côte d'Ivoire ont été interprétées, aussi, comme résultant d'une agriculture prolongée sur des sols ne permettant pas la reconstitution d'un couvert forestier «normal» (Guillaumet, 1967).

Il est évident que l'agriculture sur brûlis avait déjà marqué, avant les découvertes européennes, au moins dans certaines conditions locales et particulières de concentrations humaines importantes, les paysages forestiers mais était aussi à l'origine de nombreuses formations secondaires comme les «savoka» à Madagascar et de nombreuses savanes du monde tropical.

3 - Les feux de savane.

La pratique des feux utilisés à différentes fins, reconstitution du pâturage par élimination des herbes sèches pour stimuler la repousse, chasse, «nettoyage», existe dans toutes les régions intertropicales sèches à condition que le tapis herbacé, essentiellement constitué de Graminées (Cypéracées ou fougères dans les îles du Pacifique), soit suffisamment dense. Un trop grand espacement entre les touffes d'herbe ne permet pas la propagation de l'incendie. Les steppes soudaniennes, les «caatingas» brésiliennes, les fourrés à Didiéracées et Euphorbiacées du Sud malgache, ne brûlent pas grâce à l'absence ou à la pauvreté du tapis herbacé ; d'autres dangers les menacent !

Des expériences de mises en défens, en Afrique centrale (Katanga) et de l'Ouest (Côte d'Ivoire, Nigeria, Guinée, Sénégal,...), au Brésil, et même dans les zones les plus arides de Madagascar, montrent toujours une tendance à l'embroussaillage par augmentation des ligneux, tant en individus qu'en espèces, et une diminution des herbacées avec dominance de quelques taxons (Schnell, 1976 ; Monnier, 1968 ; Morat, 1973).

Ces faits prouvent que, dans les conditions actuelles, les savanes, dont on distingue différents types physionomiques selon la présence, la nature et la

densité des éléments ligneux (savane herbeuse, arbustive, arborée, boisée,...), doivent leur aspect au passage des feux et ne sont que des étapes intermédiaires qui évoluent dans un sens ou dans l'autre selon la pression anthropique. Il y a certes quelques exceptions dues à des facteurs d'ordre édaphique principalement, mais, sans feu, nul doute que l'aspect des régions sèches tropicales serait tout différent. Il est clair que ce «climax du feu» s'accompagne d'un appauvrissement de la composition floristique.

4 - La destruction d'une végétation insulaire : exemple de Madagascar

Madagascar représente l'exemple rare dans le monde tropical d'une aussi grande surface où l'homme est présent depuis si peu de temps : 1 500 ans environ dans l'état actuel de nos connaissances.

Paradoxalement les conséquences de l'impact humain, aidé bien sûr par des facteurs climatiques et édaphiques particuliers, n'en ont été que renforcées. Il y a eu ici rupture brutale d'équilibre et les premiers témoignages européens, tant sur la végétation côtière (Flacourt, 1661) que sur celle des hautes terres (Mayer, 1785) où précisément la densité humaine était la plus forte, montrent que l'ampleur des dégâts était déjà telle que ces «steppes» ne pouvaient à leurs yeux qu'apparaître naturelles. Actuellement 20 % de la superficie de Madagascar sont couverts de forêts (denses, humides ou trophiques) et cette surface continue de régresser à un rythme alarmant principalement du fait des cultures sur brûlis, méthode pourtant traditionnelle.

La fragilité d'une flore épanouie en vase clos, un assèchement du climat et l'arrivée de l'homme possédant déjà le fer et le feu, suffisent à expliquer la disparition des 4/5 de la forêt malgache en un millénaire.

En plusieurs grands incendies successifs avec ou sans abattage préalable, en bénéficiant de conditions favorables (saisons sèches anormalement longues) la plus grande partie de la forêt primitive a disparu. Une des rares relations que l'on possède sur les premiers contacts de l'homme avec un milieu malgache vierge concerne les premières ascensions du Tsaratanana. Elles montrent un phénomène semblable. Entre 3 expéditions (1899, 1900, 1903) de quelques semaines chacune, la quasi-totalité de la végétation des cimes avait totalement disparu, brûlée par des incendies volontaires et dévastateurs (Morat, 1973).

Sur tous les espaces débarrassés de leur végétation forestière, enrichis par les cendres des précédents incendies, les herbacées à cycle rapide comme les Graminées se développèrent et facilitèrent les mises à feu ultérieures, de plus en plus fréquentes suivant l'accroissement démographique et l'emprise grandissante sur l'espace.

Il ne restait çà et là que des forêts résiduelles encore très vastes ne subsistant sur des positions de repli qu'à la faveur de conditions particulières d'ordre climatique, édaphique ou topographique. Leurs lisières stabilisées un

temps reculèrent par la suite de plus en plus difficilement mais inexorablement sous l'action répétée des cultures sur brûlis, de l'exploitation forestière, de l'augmentation du cheptel liée à l'accroissement démographique. Ce scénario commencé sur la côte orientale et dans le Sambirano où s'étaient implantées les premières communautés humaines (Deschamps, 1965) s'est reproduit au fur et à mesure de leur avancée dans la Grande Ile.

Le mécanisme fut le même chaque fois : un recul par paliers successifs dont les premiers furent sûrement les plus catastrophiques. On lui doit les concentrations des dernières espèces animales de subfossiles actuelles dans des refuges de surfaces réduites, prélude à leur extinction. Car là aussi il y eut coexistence entre l'Homme et ces derniers (Flacourt, 1661 ; Fontoynt, 1908 ; Mahe et Sourdat, 1972).

L'arrivée des Européens n'accentua guère le processus. Si certaines cultures industrielles apportées par eux se firent indéniablement au détriment de la forêt primaire (caféier, cacaoyer, sisal, palmier à huile, giroflier, cocotier), dans la plupart des cas ce sont les végétations secondarisées ou les savanes qui en pâtirent : pois du Cap, coton, arachide, ... Simultanément s'effectuaient aussi les premiers reboisements (pins, Eucalyptus) et les mises en réserve de nombreux secteurs forestiers freinant considérablement la dégradation.

Dans les vingt dernières années, l'explosion démographique et la pauvreté ont engendré la reprise sauvage d'une pratique traditionnelle : la culture sur brûlis. Les dernières images satellitaires Landsat (Green et Sussman, 1990) montrent qu'il ne reste plus de forêts denses humides intactes que sur 3,8 millions ha soit la moitié de la surface qu'elles occupaient en 1950. Cette destruction s'effectue au rythme de 111 000 ha par an !

D'autres exemples tout aussi tragiques de déforestation peuvent être cités, dans lesquels les Européens premiers arrivants jouèrent eux aussi, un rôle particulièrement destructeur dans les siècles passés.

II - Les découvertes européennes et leurs conséquences

Les découvertes européennes ont d'abord eu pour objet la recherche et l'exploitation de matières premières qui faisaient défaut aux pays tempérés. La recherche des épices fut une des grandes causes des voyages de découvertes. La colonisation proprement dite ne prit naissance que bien des décennies après les premières implantations réduites, pour l'essentiel, à quelques forts et comptoirs côtiers.

1 - L'arrivée dans les îles.

Les îles pâtirent particulièrement comme les Galapagos où « la nature était intacte au XVI^e siècle, lors de la découverte... par les Espagnols. L'influence de l'homme y fut immédiatement des plus nuisibles... » (Dorst, 1965).

Les Mascareignes retiendront notre attention : découverte au XVI^e siècle, la Réunion, qui possède actuellement 600 000 habitants n'en comptait que 12 en 1665 et seulement 37 000 en 1772, mais, les équipages des navires qui relâchaient dans ces îles avaient déjà sérieusement menacé les grands oiseaux aptères dont les espèces de la Réunion et de Rodrigue ont définitivement disparu au cours du XVIII^e siècle.

L'exemple de Rodrigues est particulièrement démonstratif. On sait grâce à une « relation de l'île Rodrigue » déposée au Ministère de la Marine datant de 1730, qu'à cette date toute la faune essentiellement ornithologique décrite par Leguat, qui y séjourna de 1691 à 1693, était encore présente, habitant une végétation entièrement forestière. En 1761, soit trente ans plus tard, cette faune avait pratiquement disparu : l'astronome Pingre parle de quelques espèces par oui-dire, devenues rarissimes. Une extinction aussi rapide s'explique par le rôle de garde-manger occupé par cette île pour tous les navires qui fréquentaient ces parages (Milne-Edwards, 1875). Les oiseaux qui, pour la plupart aptères, se défendaient mal, servaient de nourriture aux équipages tandis que les tortues, tant marines que terrestres, étaient prélevées par milliers à chaque escale pour le ravitaillement non seulement des matelots mais aussi celui des populations des îles de France et de Bourbon. Les archives du Ministère de la Marine sont précises et édifiantes sur ce sujet. Et il n'y a plus de forêt à Rodrigues depuis bien longtemps.

Prédation excessive, déboisement, cultures (géranium à la Réunion, canne à sucre à la Réunion et à Maurice), urbanisation, eurent pour conséquences de tels désastres écologiques que l'actuelle répartition de la seule famille des Palmiers illustre, en un saisissant raccourci, le phénomène. Des 11 espèces, réparties en 5 genres tous endémiques, des Mascareignes, aucune n'est maintenant commune. La plupart ont disparu avec la destruction de leur habitat ; la disparition de *Dyctiosperma album* est peut-être due à une surexploitation de son « chou » comestible. Certaines espèces comptent si peu de représentants qu'elles sont menacées à brève échéance, tel *Tectyphiala ferox* dont on ne connaît plus qu'une unique population de 30 individus. Tous ces palmiers, très décoratifs heureusement, se maintiendront dans les jardins des îles ou à l'extérieur, à l'exemple du dernier survivant de *Hyophorbe amaricaulis* du Jardin Botanique de Curepipe à Maurice. Combien d'espèces de la flore des Mascareignes sont-elles dans la même situation ?

Ailleurs, là où ils n'étaient pas les premiers, les Européens ont rompu un équilibre harmonieux solidement installé depuis l'impact primitif. Les témoignages sont là aussi particulièrement accablants. Comme l'écrit Dorst (1965) à propos des Antilles « il est peu de régions au monde qui aient autant souffert de conséquences de la colonisation par les Blancs », de l'Australie où « aux ravages dont sont responsables les animaux introduits par les Européens... l'homme ajouta bien entendu ses propres ravages en

transformant profondément les habitats sauvages mis en culture ou convertis en pâturage pour les moutons» .

2 - La disparition des forêts.

Il n'existe que très peu de statistiques relatives aux faits ci-dessus exposés brièvement. Ce n'est qu'au début du siècle que quelques hommes de science élèvent la voix, souvent d'ailleurs avec un pessimisme exagéré, tel Chevalier qui dès 1948 annonce la disparition à moyenne échéance, de la forêt ivoirienne ou Perrier de la Bathie qui en 1921 prévoyait la disparition complète des forêts de Madagascar dans les trente années à venir.

Cà et là, les pouvoirs publics s'émeuvent. En 1910 est créée la première réserve forestière au Congo Belge (Sankurukasai), suivie en 1925 du Parc National Albert au Kivu (Kendrick, 1989). Pour Madagascar il faut attendre 1927 pour que de telles initiatives voient le jour, tandis qu'en 1933 le Gouvernement Général de l'Afrique Occidentale française envisageait... «comme moyen efficace d'empêcher une trop grande déforestation du pays, de créer un vaste domaine des terres boisées vacantes et sans maître, bien constitué en droit, définitivement assis en superficie et spécialement protégé» (Schnell, 1976).

Et cependant, la forêt dense humide de Côte d'Ivoire ne représentait plus en 1981 que 27 % de sa superficie en 1990. Sans grand risque d'erreur, on peut dire que les derniers vestiges du bloc forestier guinéen ne sont plus représentés dans l'Ouest du pays que par le Parc National de Taï, lui même amputé au fil des ans : 710 000 ha lors de la convention internationale de Londres en 1933, et 340 000 ha actuellement du propre Parc National, augmentés des 36 000 de la zone périphérique et des 95 000 ha de la Réserve partielle de Faune du N'Zo (Bonny, 1989).

Bien qu'il soit très difficile d'estimer avec un semblant d'exactitude les rythmes de déforestation (mélange des forêts primaires et secondarisées), à l'échelle mondiale, la situation en 1981 (F.A.O.), pour l'ensemble des forêts tropicales, humides et sèches, serait la suivante (Tabl. I) :

Si la déforestation a suivi le même rythme, et il y a tout lieu de craindre un accroissement important, ce serait une superficie presque égale à deux fois la France qui aurait été déforestée dans le monde entre 1981 et 1990 !

L'Amérique latine est habituellement présentée comme le continent le plus menacé. Les derniers chiffres fournis montrent que Madagascar, et même certaines régions d'Afrique le seraient encore plus. Woodwell *et al.* dans Prance (1989) citent une déforestation de 55 000 ha/an pour l'Amazonie brésilienne, taux bien inférieur à celui déjà cité de Madagascar, 111 000 ha/an (Green et Sussman, 1990) et de 260 000 ha/an pour le Nigeria (Ola-Adams et Iyambo, 1977).

Régions tropicales	Forêts tropicales (millions d'ha)	Déforestation	
		(millions d'ha)	%
Amérique	895	5,61	0,63
Afrique	703	3,68	0,52
Asie	337	2,02	0,60
TOTAL (* moyenne)	1 935	11,31	0,58*

Tableau I - Estimation des superficies des forêts tropicales et déforestées en 1981.

On peut imaginer, en dehors de toute autre considération, l'effet sur les espèces végétales : depuis le début du siècle combien de stations, naguère forestières, ont disparu, transformées en caféières, en cacaoyères, englobées dans des villes en accroissement constant, détruites par la construction de routes et de voies ferrées, noyées par les lacs de retenue de barrages hydroélectriques géants ou éliminées par l'exploitation de minerai à ciel ouvert (nickel et chrome en Nouvelle-Calédonie, Tasmanie, Australie occidentale). Ce sont presque à chaque fois des milieux naturels qui disparaissent, des populations détruites menaçant directement, par la réduction de l'hétérogénéité intraspécifique, l'existence même des espèces.

3 - Les introductions d'animaux

L'introduction d'animaux étrangers, principalement de mammifères herbivores, sauvages ou domestiques, quelquefois retournés à l'état sauvage, est le plus souvent néfaste pour la végétation naturelle et les espèces végétales. Faute de prédateurs et autres ennemis naturels, les animaux introduits se multiplient exagérément.

Les zones tempérées s'avèrent les plus sensibles : le lapin, en Australie, n'a guère dépassé le Tropic. Les îles, encore une fois, sont particulièrement

menacées : les Galapagos, Socotra, les Gambier par les chèvres, l'île Maurice par les cerfs et les singes, Tromelin par le lapin qui serait responsable de la pauvreté floristique actuelle, etc.

Les mammifères ne sont pas les seuls en cause. L'histoire, telle qu'elle nous est contée par Dorst (1965), de l'introduction de l'Achatine, ce gros escargot terrestre d'origine africaine, est exemplaire : « sans aucun doute non indigène à Madagascar, où sa présence remonte à la nuit des temps, cette Achatine fut pour la première fois signalée hors d'Afrique à l'île Maurice, en 1803, puis vers 1821 à la Réunion : le Gouverneur de l'époque l'avait fait venir de Madagascar et l'élevait dans son jardin, son épouse ayant un faible pour le potage à l'escargot qui passait pour guérir les poitrinaires. En 1847 le malacologiste W.H. Benson transporta cette Achatine de Maurice aux Indes, où il la libéra dans le jardin de la Bengal Asiatic Society ». Puis, on la signale aux Seychelles en 1840, aux Comores en 1860, à Ceylan en 1900, à Perak et en Malaisie en 1928, en Chine méridionale en 1931, à Java en 1935, à Hawaï en 1936, à Sumatra et au Siam en 1937, aux Mariannes en 1938, où les Japonais l'introduisirent « à des fins culinaires », à Guam en 1946 « à la faveur du transport de matières végétales », en Californie, enfin, en 1947 où elle arriva probablement avec « des véhicules militaires rapatriés du Pacifique après la guerre ». Heureusement le climat californien ne semble pas convenir à l'Achatine, « mollusque propre aux habitats humides des Tropiques ».

On croit lire une fable moralisatrice : l'épouse d'un Gouverneur, puis des Japonais, qui aiment la chair de l'escargot, un savant bien-intentionné vraisemblablement lui-aussi, des transports de plantes, de matériel militaire..., tous les ingrédients s'y retrouvent. A priori sans intentions mauvaises, l'homme a répandu un escargot originaire des forêts humides africaines à travers une grande partie de l'Ancien Monde, où il s'est mis à pulluler, à s'adapter à de nouveaux milieux en modifiant, « d'une manière très curieuse », son comportement. En effet, dans ses nouvelles conquêtes l'Achatine « a accentué ses tendances arboricoles ». Il est resté lié essentiellement aux plantes cultivées, mais présente un réel danger pour le milieu végétal tout entier. La suite de l'histoire, avec les moyens de lutte mis en oeuvre, n'est pas moins exemplaire !

Des introductions, généralement involontaires, d'insectes ont été catastrophiques. Aux îles Bermudes, deux cochenilles, *Carulaspis visci* et *Lepidosaphes newsteadi*, arrivées accidentellement en 1942, détruisirent plus de 90 % des individus de *Juniperus bermudiana*, ce gymnosperme endémique au bois de valeur, constituait l'espèce dominante de la végétation de l'île, où il est maintenant remplacé par des espèces introduites et naturalisées. Seuls quelques vieux sujets survivent et, actuellement, de jeunes plants réapparaissent dans des régions protégées ; mais plus jamais l'espèce ne retrouvera sa place, face au « développement touristique » de l'île qui exclut tout programme de reforestation (Lucas et Synge, 1978 ; Davis *et al.*, 1986).

Icerya seychellarum, cochenille pantropicale, fut signalée pour la première fois en 1968 sur *Casuarina equisetifolia* et *Tarenna sp.* à Aldabra. On présume qu'elle y fut introduite accidentellement avec des plantes ou des fruits contaminés. Les années suivantes, elle est constatée sur d'autres espèces végétales, endémiques ou non, et atteint l'ensemble de l'île en 1972. En 1975, la population semble avoir atteint un niveau maximum et fluctue ensuite jusqu'à l'état actuel. Son action sur la flore est préoccupante : actuellement 42 espèces ont été reconnues attaquées. Plusieurs parmi les plus rares sont gravement menacées, leur existence peut-être irrémédiablement compromise : *Malaria pendula*, *Psychotria pervillei* et *Backerella clavata* n'ont pas été retrouvées depuis 1975. L'attaque des cochenilles a un effet destructeur notable sur des espèces végétales plus fréquentes qui peut aller jusqu'à l'annihilation de certains peuplements (Chazeau et Friedmann, 1988 ; Gery et Serret, 1989).

L'atoll d'Aldabra, inscrit au Patrimoine mondial en 1982, avait déjà largement été éprouvé depuis son occupation à la fin du XVIII^e siècle, pêche, exploitation des tortues et des plantes, introduction de chèvres, chats, chiens et rats, installation militaire durant la dernière guerre. En 1980, Fosberg et Renvoise y signalaient 275 espèces et taxons infra-spécifiques de plantes vasculaires, dont 43 endémiques et 46 introduites.

4 - Les introductions d'espèces végétales...

Depuis toujours, l'homme a transporté des plantes, intentionnellement pour ses besoins, involontairement aussi en disséminant des graines lors de ses pérégrinations. Ces étrangères sont restées confinées dans les champs et les jardins ou limitées aux bords des chemins et près des établissements humains. Ce processus s'est fait lentement, sur des siècles.

L'intensification des transports, leur rapidité ont modifié ce schéma. On a vu ainsi en quelques années *Eupatorium odoratum*, qui avait déjà envahi bien des régions tropicales, et *Solanum verbascifolium* s'avancer le long des routes de l'Afrique de l'Ouest, envahir friches et jachères de peuplements denses et impénétrables, rendant impropres à la culture d'immenses surfaces. Ce n'est encore que l'effet du hasard servi par des conditions nouvelles. Mais nombre d'espèces, introduites volontairement à titre ornemental, s'échappèrent des cultures et envahirent des milieux « fragiles ».

La jacinthe d'eau, *Eichhornia crassipes*, parfaitement contrôlée dans son aire d'origine en Amazonie, fut cultivée pour l'ornementation des pièces d'eau d'où elle s'échappa rapidement en Afrique centrale et orientale, à Madagascar, en Asie. Outre les graves inconvénients qu'elle provoque en obstruant des voies navigables, elle modifie totalement les groupements originels, en éliminant rapidement les plantes aquatiques autochtones.

Lantana camara, originaire d'Amérique tropicale, s'échappa rapidement des jardins en Inde, aux îles Hawaï, en Nouvelle-Calédonie où, en

compagnie d'autres espèces aussi redoutables *Acacia farnesiana*, *Psidium guajava*, *Mimosa invisa*, *Leucaena leucocephala*, elle a envahi les pâturages de l'Ouest au détriment des espèces autochtones.

Même la forêt humide n'est pas à l'abri de ces invasions : *Miconia calvescens* introduite comme plante ornementale à Tahiti en 1937 a envahi les formations ombrophiles les plus humides à la faveur d'un cyclône. Sa croissance rapide, son tempérament héliophile, ses nombreux fruits lui confèrent une grande capacité à coloniser de nouveaux milieux, les clairières ouvertes dans la forêt, et à concurrencer les espèces autochtones moins compétitives : « 34 espèces ou variétés endémiques de Tahiti soit 25 % des 132 endémiques insulaires sont menacées de disparaître à plus ou moins long terme. En particulier, le genre *Cyrtandra* semble extrêmement sensible aux invasions de *Miconia* puisque, sur 11 espèces endémiques, 7 risquent de disparaître. Parmi les *Psychotria*, on dénombre 5 espèces menacées sur 8 endémiques et l'extinction du genre n'est pas improbable (Birbaum, 1989).

Miconia calvescens se révèle également dangereuse à Ceylan et aux Hawaï. En Amérique tropicale, d'où elle est originaire, ses populations sont toujours réduites. *Clidemia hirta* et *Melastoma denticulatum* sont de même envahissantes dans de nombreuses îles du Pacifique. Partout ces espèces, et bien d'autres dont il serait fastidieux d'établir la liste, altèrent profondément les milieux naturels au détriment des espèces autochtones et ouvrent la voie à d'autres espèces étrangères. Le phénomène est particulièrement marqué et grave dans les systèmes insulaires.

III - Les menaces directes : exploitation et collectes de plantes indigènes.

Même aux époques anciennes l'homme a pu être responsable de la raréfaction voire de la disparition d'espèces végétales comme il l'a été d'espèces animales.

Nicolas Mayeur qui, en 1785, fut le premier européen à décrire les hauts plateaux malgaches comme immensités « steppiques » signale que toutes les constructions étaient en bois. Comme l'usage de la scie était inconnu, chaque arbre ne pouvait fournir qu'une planche, et les bois étaient choisis pour leurs qualités particulières. Aux mêmes endroits, Baron en 1889 signale que « toutes les villes et villages où réside un gouverneur hova sont entourés d'une palissade, souvent double et construite avec les troncs de jeunes arbres fichés en terre et se touchant. J'ai eu la curiosité de compter les arbres... il y en avait à peu près 10 000 et on les remplace tous les huit ou dix ans ».

De même en Afrique, Letouzey (1968) a noté des « disparitions notables » le long de certains cours d'eau du Cameroun, de grands arbres dont les troncs servent à la fabrication des pirogues.

1 - Surexploitation de matières premières d'origine végétale.

La découverte du monde tropical par les Européens a entraîné une collecte des produits naturels sans aucune commune mesure avec ce qu'elle avait pu être antérieurement. La recherche effrénée de nouvelles matières premières, nécessaires aux besoins des pays européens, entraîne sans discernement la raréfaction de nombreuses plantes, tinctoriales, plantes à parfums, médicinales, fibres, etc.

Le Brésil tirerait son nom du « pau-brasil », le bois de braise, *Caesalpinia echinata*, dont le bois rouge était utilisé en teinturerie ; avant les colorants chimiques, le rouge était d'obtention difficile. Ce petit arbre fut tellement exploité qu'il est devenu très rare et jouit depuis de mesures de protection. Bien d'autres végétaux connurent le même sort, sans toutefois de protection particulière. Le bois de rose, *Aniba rosaedora*, utilisé pour la production d'une essence recherchée en parfumerie, le caoutchouc, *Castilloa elastica*, parmi bien d'autres, ont vu leurs populations diminuer fortement : en effet, l'obtention du linalol comme celle du latex se fait directement à partir du bois et pour se faire les arbres sont purement et simplement abattus.

Au Cameroun, la surexploitation du yohimbé, *Pausinystalia johimbe*, dont l'écorce possède des propriétés thérapeutiques recherchées, « conduit progressivement à la disparition de cette espèce » dans certaines régions (Letouzey, 1968).

A Madagascar, *Baudouinia rouxvillei*, légumineuse arbustive, dont le tronc très décoratif, après enlèvement de l'écorce, est recherché pour en faire des pieds de lampe ou supports divers, est en voie de disparition. Encore très fréquente il y a une vingtaine d'années, cette espèce est devenue introuvable.

Il est vraisemblable que l'exploitation forestière sélective menace directement certaines essences. On sait que le palissandre de Cuba est pratiquement devenu introuvable de même que l'ébène, *Diospyros tessellaria*, de Maurice, réputé le plus beau du monde, ou *Khaya comorensis* aux îles Seychelles.

2 - La recherche de plantes ornementales.

Dès la découverte des régions tropicales, les Européens ont été attirés par les nombreuses plantes qui s'offraient à leur regard et les ramenèrent en Europe pour les cultiver. C'est ainsi que la première Orchidée, *Brassavola nodosa*, fut introduite en 1698 aux Pays-Bas en provenance de Curaçao.

Ce mouvement, louable en soi, certes, n'a pas été sans excès et continue à l'être. Tous les taxons ne présentaient pas le même intérêt pour les collectionneurs. Ce sont surtout les Orchidées, les plantes crassuléscentes, certaines plantes carnivores qui sont les plus recherchées et donc certaines sont menacées.



Photo 3 : *Cyathea novaecaledoniae* : la plus grande fougère arborescente du monde (jusqu'à 30 mètres de haut). Cette espèce, comme ses congénères, est menacée par l'utilisation de la base de son stipe comme support dans la culture des plantes ornementales, en particulier des orchidées.

Les Orchidées, particulièrement les espèces spectaculaires, firent l'objet de cueillettes massives entraînant le pillage de localités accessibles. Actuellement en Amazonie, certaines espèces ont pratiquement disparu de la proximité des villes, telles Manaus et Belem au Brésil, tout comme les *Paphiopedilum* de Nouvelle-Guinée. Ajoutons que pour beaucoup de ces fragiles épiphytes, l'altération de l'habitat est fatale.

Beaucoup d'espèces de Cactacées sont menacées, et d'autant plus qu'elles sont plus rares. C'est aussi le cas d'autres plantes grasses, *Aloe* de Madagascar et d'Afrique du Sud, Mésembryanthémacées d'Afrique du Sud, certaines formes basses de *Pachypodium*, etc. Pour toutes ces plantes, même

si très souvent l'existence de l'espèce en tant que telle n'est pas menacée, sa diversité l'est par destruction de populations et réduction de sa variabilité interne. Heureux encore, lorsque certaines espèces ont pu survivre dans quelques jardins botaniques ou chez des collectionneurs, les sauvant *in extremis* d'une disparition totale !

Une conséquence de l'horticulture est la collecte massive de troncs de fougères arborescentes, genre *Cyathea*, à Madagascar ou en Nouvelle-Calédonie dans les forêts d'altitude ou au Brésil dans la forêt atlantique. Des troncs, coupés en morceaux ou fragmentés, servent de supports à des plantes, plus ou moins ornementales et plus ou moins fragiles, auxquelles elles servent trop souvent d'éléments de décor. La demande est telle que les populations de ces plantes exigeantes et à croissance lente sont gravement menacées.

3 - Menaces diverses.

La destruction de plantes par des botanistes pourra sembler relever de l'anecdote, mais elle existe cependant. Si l'absurde technique des «centennies», qui consistait à collecter 100 échantillons d'une même espèce dans une même localité pour, par échanges, satisfaire au penchant douteux de quelques amateurs, n'a plus cours, il n'en reste pas moins que certaines espèces rares et étranges sont menacées. Le livre rouge de l'U.I.C.N. (Lucas et Syngé, 1978) cite le cas de «cette extraordinaire création du règne végétal», *Rafflesia arnoldii*, une Rafflésiacée parasite de Sumatra : «maints botanistes de terrain ont été incapables de résister à collecter la fleur spectaculaire (la plus grande du monde) même dans les localités où elle l'avait déjà été». Cette espèce est menacée de plus par la disparition de son habitat et parce que recherchée à des fins médicinales.

Un exemple de prédation dans un but alimentaire d'une espèce pouvant conduire à sa disparition est donné par *Pritchardiopsis jeanneneyi*, espèce endémique de palmier de la Nouvelle-Calédonie et seul représentant dans ce Territoire du groupe des Coryphoïdes.

Récolté pour la première fois en 1893 par Jeanneney près de l'établissement pénitentiaire de Prony, il était signalé comme abondant mais déjà menacé par les détenus qui en consommaient en grande abondance le «coeur». Quand 17 ans plus tard Beccari donna la description et un nom spécifique à l'espèce, en 1910, il ne parvint pas à en obtenir d'autre spécimen que celui de Jeanneney. Par suite, jamais personne ne réussit à en retrouver, malgré les recherches entreprises intensivement jusque dans les années 1970. Il fut alors considéré comme éteint. Mais en avril 1980, une feuille et une inflorescence desséchée provenant des environs de Prony et récoltées d'après les indications d'un chasseur qui avait remarqué ce palmier 3 ans plus tôt sans

se douter de l'importance de sa découverte, furent montrées à un spécialiste qui confirma leur appartenance à l'espèce supposée éteinte. Des explorations systématiques permirent de localiser quelques individus tous immatures à l'exception d'un unique adulte, le seul au monde capable de donner des fruits.

L'espèce bénéficie maintenant d'une surveillance spéciale et ses fruits ont été envoyés dans différents jardins botaniques du monde. Elle est désormais sauvée.

Bien avant l'arrivée des premiers Européens, bien avant l'entrée des pays tropicaux dans le cycle de l'économie actuelle, ces régions avaient déjà connu une longue confrontation avec l'homme, tout particulièrement l'Afrique où pour Richard (1973), qui en explique la relative pauvreté floristique par l'ancienneté de l'occupation humaine, «*la forêt tropicale vierge... est un mythe*». Les actuels paysages de savane sont une création de l'homme et on a vu, précisément, comment les choses se sont passées à Madagascar.

L'intérieur des continents, et tout particulièrement les massifs forestiers denses humides, résistèrent plus longtemps, tant à l'homme ancien, à quelques notables et remarquables exceptions près, qu'à l'homme moderne. Mais celui-ci, avec des besoins et des moyens de plus en plus importants, les pénètre depuis le début du XXe siècle. Les derniers bastions vacillent aujourd'hui. Que restera-t-il de la forêt amazonienne, en tant qu'ensemble d'écosystèmes, dans quelques années ? Combien d'espèces auront disparu ? Les activités humaines actuelles... «*ressemblent aux formes catastrophiques de perturbations naturelles qui ont conduit à l'extinction d'un vaste nombre d'espèces*» (Colinvaux, 1989).

Ce n'est pas seulement la forêt amazonienne qui est actuellement menacée mais tous les espaces naturels intertropicaux, des mangroves aux sommets des montagnes, sur les îles, particulièrement fragiles, comme sur les continents.

L'altération, poussée jusqu'à la destruction, provoque tout d'abord une perte de la diversité globale, l'extinction d'espèces ensuite, par modification et disparition des habitats. Il s'ensuit une banalisation générale des milieux; savanes herbeuses brûlées et rebrûlées et «*brousses secondaires*» domineront bientôt le paysage, entraînant un manque d'originalité floristique générale ; les plantes les plus tolérantes ou les plus résistantes envahissent d'immenses territoires au détriment des nombreuses espèces complexes qui sont déjà en sursis.

La complexité même des paysages ruraux avec leurs «*mauvaises herbes*», est, elle aussi, menacée : les pratiques culturelles «*modernes*», l'usage des herbicides, l'extension de la monoculture en sont les raisons. En Europe,

bleuet, coquelicot et nielle des blés sont devenus des raretés ! Avant d'arriver à cette situation dans les pays tropicaux, situation qui n'est pas du tout une prévision pessimiste mais déjà réalité dans certaines régions, sauvégarçons ce qui peut l'être.

BIBLIOGRAPHIE.

- AUBREVILLE, A., 1949. - Richesses et misères des forêts de l'Afrique noire française. Mission forestière A.E.F. - Cameroun- A.O.F., 1945-1946. Paris, 250 p.
- BARON, R., 1889. - The flora of Madagascar. *Linnean Society's Journal Botany*, 25.
- BECCARI, O., 1910. - Le Palme della nuova Caledonia. *Webbia*, 3, p.132.
- BIRNBAUM, Ph., 1989. - *Miconia calvescens* DC. Une Mélastomatacée perturbatrice de l'écosystème tahitien. Rapport préliminaire. Papeete, Centre ORSTOM de Tahiti, 26 p. Multig. Papeete.
- BONNY, E. K., 1989. - Monographie des Parcs nationaux et réserves analogues de Côte d'Ivoire. Université de Montpellier III, 504 p. (Thèse).
- CHAZEAU, J. et FRIEDMANN, F., 1988. - L'invasion d'Aldabra par la cochenille *Icerya seychellarum* Westwood : état du problème en décembre 1987 et proposition d'intervention. Paris, ORSTOM, 16 p. dact., annexes.
- CHEVALIER, A., 1948. - Biogéographie et écologie de la forêt dense ombrophile de la Côte d'Ivoire. *Revue de Botanique Appliquée*, 305-306, p. 101-115.
- COLINVAUX, P., 1989. - Le passé et l'avenir de la forêt amazonienne. *Pour la Science*, 141, p. 86-92.
- DALY, D., et PRANGE, G., 1989. - Brazilian Amazon in Floristic inventory of tropical countries. In : D. Campbell and H. Hammond, Eds, New York.
- DAVIS, D.D. ; DROOP, S.J.M. ; GREGERSON, P. ; HENSON, L. ; LEON, C.J. ; VILLA-LABOS, J.L. ; SYNGE, H. et ZANTOVSKA, J., - 1986. - Plants in Danger. What do we know ? Gland (Suisse), Cambridge, (U.K.), I.U.C.N. p.461
- DESCHAMPS, H., 1965. - Histoire de Madagascar. Paris, Ed. Berger Levrault. (Coll. «*Monde d'Outre-Mer*»).
- DEWAR, R., 1984. - Extinctions in Madagascar, The Loss of the subfossil fauna in Quaternary Extinctions. In : Martin and Klein, Eds., Tucson, Arizona, 26, p. 574-593.
- DORST J., 1965. - Avant que nature meure. Neuchâtel, Ed. Delachaux et Niestlé, 424 p.
- F.A.O./U.N.E.P., 1981. - Tropical Forest Ressources Assessment Project. Rome, F.A.O. (Technical reports, n° 1-3).
- FLACOURT, E., 1661. - Histoire de la Grande Ile de Madagascar. Paris, Gervais Clouzier.
- FONTOYNONT, M., 1908. - Les gisements fossiles d'Ampasambazimba. Compte rendu des fouilles effectuées par l'Académie malgache en 1908. *Bulletin de l'Académie Malgache*, 6, p. 3-12.
- FOSBERG, F.R. et RENVOISE, S.A., 1980. - The Flora of Aldabra and Neighbouring Islands. *Kew Bulletin*, Add. Series 7, 358 p.

- GERY, R.J. et SERRET, H., 1989. - Introduction de l'agent prédateur *Rodolia chermesina* Mulsant (Coleoptera : Coccinellidae) dans le cadre du programme de lutte biologique contre la cochenille pan-tropicale *Icerya seychellarum* Westw. (Hemiptera : Margarodidae) sur l'atoll d'Aldabra. 14 p. Dact.
- GREEN et SUSSMANN, 1990. - Deforestation History of the Eastern Rain Forests of Madagascar from Satellite Images. *Science*, 248, p. 212-215.
- GUILLAUMET, J.-L., 1967. - Recherches sur la flore et la végétation de la région du bas Cavally (Côte d'Ivoire). Paris, ORSTOM, 247 p. Mémoires ORSTOM n° 20).
- KENDRICK, K., 1989. - Equatorial Africa in Floristic inventory of tropical countries. In : D. Campbell and H. Hammond Eds., New York.
- KERSHAW, A., 1984. - Late Cenozoic Plant Extinctions in Australia. In : *Martin and Klein Editors*, Tucson, Arizona, 31, p. 691-707.
- LETOUZEY, R., 1968. - Etude phytogéographique du Cameroun. Paris, Ed. P. Lechevalier, 511 p. (Encyclopédie biologique n° 69).
- LUCAS, G. et SYNGE, H., 1978. - The I.U.C.N. Plant Red Data Book. Gland (Suisse), Cambridge (U.K.), I.U.C.N., 540 p.
- MAHE, J. et SOURDAT, M., 1972. - Sur l'extinction des vertébrés fossiles et l'aridification du climat dans le Sud-Ouest de Madagascar. *Bulletin de la Société Géographique de France*, 14, p. 295-309.
- MAYEUR, N., 1785. - Voyage au pays d'Ancove. *Bulletin de l'Académie Malgache*, Nelle série, 1913, 12, p. 13-42.
- MILNE-EDWARD, A., 1875. - Nouveaux documents sur l'époque de la disparition de la faune ancienne de l'île Rodrigue. *Annales Sciences Naturelles*, 4, p. 1-20.
- MONNIER, Y., 1968. - Les effets des feux de brousse sur une savane préforestière de Côte d'Ivoire. *Etudes éburnéennes*, 9, p. 5-260.
- MORAT, Ph., 1973. - Les savanes du Sud-Ouest de Madagascar. Paris, ORSTOM (Mémoires O.R.S.T.O.M., n° 68).
- OLA-ADAMS, B.A. et IYAMBO, D.E., 1977. - Conservation of natural vegetation in Nigeria. *Environnemental Conservation*, 4 (3), p. 217-226.
- PERRIER DE LA BATHIE, H., 1921. - La végétation malgache. *Annales du Musée Colonial de Marseille*, (Paris). 3ème série, 9.
- RICHARD, P.W., 1973. - Africa, the «Old Man Out.» In : B.J. MEGGERS ; E.S. AYENSY et W.D. DUCKWORTH, eds. *Tropical Forest Ecosystems in Africa and South America : A comparative Review*. Washington, Smithsonian, institution Press, pp. 21-26.
- SCHNELL, R., 1976. - Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. 3 - La Flore et la végétation de l'Afrique tropicale. Paris, Ed. Gauthier-Villars, 470 p.
- TROTTER, M. et Mc CULLOCH, B., 1984. - Maos, Men and Middens. In *Quaternary Extinctions*. In : *Martin and Klein Eds*, Tucson, Arizona, 32, p. 700-727.
- WOODWELL, G. ; HOUGHTON, R. et STONE, T., 1989. - Deforestation in the Brazilian Amazon Basin : agricultural development in Rondônia based on satellite imagery. In : *Tropical rainforests and the world atmosphere*. Boulder, Colorado, Westview Press.