

Fonctions productives des forêts

D

Comment améliorer les fonctions productives des forêts tropicales ombrophiles

M.N. Salleh

RESUME

Le document examine les fonctions productives des forêts tropicales ombrophiles pour la production de biens et de services. Il se penche sur les questions d'aménagement des forêts naturelles, d'exploitation forestière, de sylviculture et de plantation d'enrichissement ainsi que sur la nécessité de mieux comprendre les fonctions des forêts dans ces domaines. L'auteur estime que les plantations d'enrichissement n'ont pas fait l'objet d'une attention suffisante alors qu'elles offrent de plus grandes possibilités d'améliorer la productivité des forêts que la sylviculture des forêts naturelles. D'autre part, les plantations forestières constituent la réponse à une grande partie des problèmes d'environnement se posant à l'échelle mondiale tels que la dégradation des terres et le piégeage du carbone, mais il faudra intensifier les activités de R-D. La FAO et l'OIBT sont invités à unir leurs efforts dans ce domaine.

Le document étudie également les produits forestiers non ligneux et l'environnement. Les fonctions des forêts sont dans l'ensemble comprises sous ces deux aspects mais le manque de compréhension des détails ne permet pas d'en apprécier tout le potentiel ni de tirer parti de tous les avantages offerts. Les produits forestiers non-ligneux représentent une affaire de plusieurs millions de dollars; toutefois à l'exception du rotin et du bambou et, dans une certaine mesure, de quelques plantes médicinales, il y a très peu d'activités organisées pour comprendre les fonctions de ces ressources dans l'environnement forestier. Dans le cas du rotin et du bambou, on a créé le Réseau international sur le bambou et le rotin (INBAR) et de nombreux pays mettent en oeuvre des programmes rudimentaires en matière de plantes médicinales. Il faut redoubler d'efforts en ce qui concerne la R-D. Il en est de même pour les fonctions écologiques des forêts. Bien que le CIFOR et le CIRAF fassent désormais partie du GCRAI, la recherche forestière a pris du retard par rapport aux autres sciences. Il reste beaucoup à faire.

En outre, les forêts sont des écosystèmes complexes et il est nécessaire de bien comprendre les fonctions des diverses composantes au sein des forêts pour saisir les liens et les rapports entre les diverses composantes et les différentes fonctions. Pour s'attaquer à ce problème, il faut disposer de ressources. Néanmoins, les connaissances sont suffisantes pour que les forestiers spécialisés puissent mettre en oeuvre de bonnes pratiques de foresterie et contribuer à la gestion durable de ces ressources.

INTRODUCTION

Le terme forêt tropicale ombrophile (*tropische regenwald*) a été utilisé pour la première fois par le botaniste allemand A.F.W. Schimper en 1898 (Whitmore, 1990). Aujourd'hui, la forêt tropicale ombrophile est présente dans les trois zones tropicales et couvre au total, selon les estimations, $17,6 \times 10^6$ km² (Dixon *et al.*, 1994). Le bloc le plus grand est la forêt ombrophile américaine ou néotropicale, qui affiche une superficie totale de 4×10^6 km². Vient ensuite un second bloc qui se trouve sous les tropiques à l'est et couvre, selon les estimations $2,5 \times 10^6$ km², alors que le bloc le plus petit se trouve en Afrique avec une surface de $1,8 \times 10^6$ km². Toutefois, il a été signalé que le

taux de déforestation des forêts tropicales ombrophiles est très élevé. En 1990, la FAO (1993) a signalé que le taux de déforestation sous les tropiques est de 0,6%, soit environ 460 000 ha par an. Si la déforestation se poursuit à ce rythme, de nombreux pays qui ont des taux de déforestation extrêmement élevés et seulement des quantités modérées de forêts ombrophiles, pourraient en réalité voir toutes leurs forêts disparaître d'ici à l'an 2025 (Institut mondial pour les ressources, 1988). Les mêmes prévisions ont été faites par le Groupe spécial inter-organismes des Etats-Unis sur les forêts tropicales, qui en 1980, a conclu que si la tendance actuelle se poursuit, les forêts tropicales ombrophiles du monde, hors de celles de l'Afrique centrale et du bassin de l'Amazonie ne seraient rien d'autres que des arbres restants éparpillés d'ici à l'an 2025 (Grainger, 1997).

Il ne fait pas de doute que des mesures peuvent et devraient être prises pour faire en sorte que toutes les forêts tropicales ombrophiles restantes ne disparaissent pas. Les préoccupations exprimées par tous les pays à la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED) en 1992 doivent donner lieu à des activités de suivi sur le terrain. Les mots prononcés par les dirigeants du monde exprimant une inquiétude et de bonnes intentions ne suffisent pas mais doivent être suivis d'une action. En outre, l'on craint que si les forêts sont aménagées pour la production de bois, cela se fasse au détriment d'autres biens et services qui peuvent être obtenus. Pour appliquer de bonnes pratiques d'aménagement, il est fondamental que tous les forestiers et tous les gestionnaires comprennent les fonctions des forêts tropicales ombrophiles avant de prendre des décisions sur l'aménagement et l'utilisation des forêts.

Un aménagement à des fins multiples pour l'obtention de bois d'oeuvre, de produits non ligneux et de services peut maximiser la croissance économique et, du même coup, conserver la valeur de la forêt pour l'avenir. Dans certaines conditions, la valeur des produits non ligneux et des services peut être la principale composante dans l'ensemble des revenus économiques de la forêt. Les produits forestiers non ligneux peuvent inclure des exsudats (gommes et résines), des cannes (rotin), des noix comestibles, des fruits, des légumes, des champignons, des épices, de la viande, du gibier et des produits d'origine animale, du bois de feu, du fourrage et des produits pharmaceutiques et médicinaux. Les services comprennent des avantages pour l'environnement et des services écologiques dérivés des forêts naturelles comme la protection des sols, des eaux et des espèces, des activités récréatives et le tourisme, et la conservation de la vie sauvage et de la biodiversité. Les forêts tropicales ombrophiles servent aussi comme éléments régulateurs des régimes climatiques aux niveaux régional et mondial moyennant l'évapotranspiration et le piégeage du carbone.

PRODUCTION DE BOIS

Forêts naturelles

La demande mondiale de bois tropicaux a sensiblement augmenté au cours des dernières décennies (Panayotou et Ashton, 1992) en raison de l'expansion démographique et de l'accélération du développement économique. Le volume annuel total de bois tropical enlevé a augmenté de 73 % en 1980, alors qu'il était de 78×10^6 m³ en 1965 (Grainger cité dans Panayotou et Ashton, 1992). En 2000, ce volume devrait augmenter et passer à 236×10^6 m³ (FAO, 1982; Erfuth, 1984), l'Asie du Sud-Est étant la principale source (Gills cité dans Denslow et Padoch, 1988). De 3 à 18% de la production totale de bois est commercialisé sur les marchés internationaux (Institut mondial pour les ressources, 1988). En même temps, les exportations de bois de feuillu tropical ont été multipliées par 14 de 1950 à 1980 (Grainger cité dans Panayotou et Ashton 1992).

En 1980, Brazier (1982) a estimé les exportations totales de bois tropicaux à l'échelon mondial à environ 8,7 milliards de dollars. L'Institut mondial pour les ressources (1988) a signalé que la valeur totale des produits du bois exportés était de quelque 50 milliards de dollars en 1985, représentant un pourcentage important (10% à 20%) des recettes en devises de quelques pays en développement (Grainger, 1986). Les forêts tropicales ombrophiles ne représentaient que 13% de toute la production de bois rond industriel du monde (Panayotou and Ashton 1992). Toutefois, si les tendances actuelles en matière d'exploitation forestière et de déforestation se poursuivent, il est à craindre qu'il ne reste plus beaucoup de forêts pour satisfaire les besoins de bois des générations futures.

Un des facteurs déterminants pour la production mondiale de bois est le taux de croissance des arbres tropicaux qui varie, allant de la croissance très rapide de certaines espèces dans les plantations forestières à la croissance extrêmement lente de certaines espèces de feuillus lourds.

L'aménagement et la sylviculture n'ont pas seulement pour fonction de renforcer la croissance des arbres et des forêts, mais aussi de faire en sorte que la qualité des arbres produits soit améliorée, que les services rendus soient maintenus et que l'environnement soit protégé.

Exploitation forestière et sylviculture

Dans les forêts, les opérations de récolte et de transport sont des composantes essentielles de l'aménagement forestier. Ainsi, on choisira avec beaucoup de soin les méthodes d'exploitation forestière et les modes de transport du fait qu'ils influent considérablement sur la productivité future de la forêt. Parmi les éléments sensibles de l'écosystème forestier pouvant subir les effets négatifs des opérations de récolte et de transport, il faut citer les peuplements résiduels, la stabilité des sols, le gibier, les espèces rares et la régulation des bassins versants (Marn et Jonkers, 1981). Des opérations effectuées avec négligence peuvent entraîner une mortalité trop élevée parmi les plants, avec pour conséquence un matériel sur pied des espèces à conserver insuffisant, une baisse des rendements de bois futurs et la prolongation du cycle de récolte.

L'exploitation forestière ou les opérations de récolte en forêts sont le premier effet important de l'intervention de l'homme sur la forêt et devraient donc être correctement planifiés et exécutés. Ils ont des incidences sur l'avenir des forêts et il est donc très important d'être prudent pour assurer la régénération et la croissance des forêts résiduelles. A cet égard, les opérations forestières à impact réduit constituent une initiative visant à assurer un traitement initial correct de la forêt. Par conséquent, en tant que telle, l'exploitation forestière devrait être considérée comme partie intégrante du processus sylvicole.

Actuellement, plusieurs méthodes d'exploitation forestière sont utilisées dans le monde telles que:

- tracteurs à roues ou à chenilles,
- câbles au sol actionnés par treuil,
- câbles aériens, et
- hélicoptères ou ballons.

Les systèmes de tracteurs à chenilles sont les plus populaires dans l'industrie forestière mais sont particulièrement nuisibles pour les peuplements résiduels (Nicholson, 1958), plus perturbants en général que les systèmes de câbles au sol actionnés par treuil (Hamilton et King, 1983). Les sols sont dans l'ensemble moins perturbés par les méthodes d'exploitation par câbles aériens que par le système de câbles au sol, étant donné qu'il y a moins besoin de routes forestières et de pistes de débardage. Les systèmes d'exploitation aérienne, à l'aide d'hélicoptères et de ballons, sont ceux qui provoquent le moins de dégâts, mais ce sont les plus coûteux.

La récolte du bois, même dans le cas d'une bonne gestion à rendement soutenu, met encore en danger la plupart des autres aspects de l'aménagement durable. Les dégâts causés à la structure des

forêts, à l'environnement forestier et social et à l'écosystème sont bien supérieurs à ceux causés par tout autre changement dans l'utilisation des terres à l'exception du défrichage des terres agricoles (Leslie, 1994). Pour réduire au minimum les dégâts à l'écosystème forestier, Leslie (1994) a proposé que des techniques de récolte à faible impact soient incorporées dans la gestion durable des rendements. Cela signifie notamment abattre moins d'arbres par hectare; éviter d'endommager les peuplements résiduels; et conserver et protéger les arbres et d'autres biens et produits non ligneux qui ont une valeur commerciale ou artisanale réelle ou potentielle ou une importance au plan écologique ou culturel.

Depuis la CNUED, il y a cinq ans, on privilégie des méthodes d'exploitation forestière et des modes de transport en forêt moins nuisibles à l'environnement. Depuis quelques années, les activités de recherche sont de plus en plus nombreuses à être axées sur l'impact écologique des opérations de récolte ou du développement des infrastructures et la nécessité de mieux contrôler les opérations forestières (Dykstra et Heinrich, 1997). Une planification soignée des routes forestières et des pistes de débardage peut minimiser les dégâts causés au couvert et au tapis forestiers. Dans le Sarawak, cette planification a permis d'enlever 36% de bois de plus à l'heure, avec une baisse globale des coûts de 19% et des espaces ouverts dans la forêt réduits de 40 à 17%, avec 60 tiges commerciales par hectare survivant au lieu de 40 (Marn et Jonkers, 1981).

D'autre part, la sylviculture en forêt tropicale ombrophile est la manipulation de la forêt dans le but de favoriser certaines espèces et par là de renforcer leur valeur pour l'homme (Whitmore, 1990). Le principe biologique de la sylviculture est qu'en contrôlant les ouvertures du couvert, il est possible d'influer sur la composition des espèces du prochain cycle de croissance. Dans les forêts où les plants et les gaules d'espèces à conserver sont insuffisants pour la régénération naturelle, soit en raison du taux de survie intrinsèquement bas des plants soit comme conséquence d'opérations forestières destructrices, les options disponibles sont limitées. La régénération artificielle par le biais des plantations d'enrichissement est peut-être la meilleure option pour rétablir dans la forêt restante les espèces que l'on souhaite conserver.

Cela s'explique par le fait que la régénération naturelle des essences commerciales dépend largement de la survie des plants établis, car la fructification est irrégulière et n'a donc guère de chances de se produire avant l'apparition d'adventices après l'abattage (Whitmore, 1984; Kio, 1987).

Le succès des plantations d'enrichissement varie énormément suivant les méthodes employées, les espèces plantées, la quantité et la qualité des soins donnés après la plantation (Panayotou et Ashton, 1992). Cette méthode a été expérimentée dans divers types de forêts tant en Asie qu'en Afrique, en mettant l'accent sur la régénération des diptérocarpées et des acajous respectivement (Whitmore, 1984; Nwoboshi, 1987). On applique aujourd'hui deux méthodes de plantation d'enrichissement: 1) la plantation en layons, dans laquelle des plants sont placés dans des corridors, généralement débarrassés dans une bonne mesure de leur partie supérieure, et 2) la plantation groupée, dans laquelle des groupes de plants sont plantés dans des ouvertures créées naturellement ou artificiellement dans le couvert forestier (Kio, 1987).

En général, les plantations d'enrichissement n'ont pas réussi à faciliter la régénération des espèces que l'on souhaite conserver. Souvent, les plants n'ont pas réussi à s'établir et ceux qui y sont parvenus ont fréquemment affiché une croissance médiocre ou ont été submergés par les plantes grimpantes et les adventices (Liew et Wong, 1973; Kio et Ekwebelam, 1987). Néanmoins, Kio (1987) a suggéré que l'échec des plantations d'enrichissement est dû à une mauvaise application des méthodes plutôt qu'à une déficience du concept lui-même. Ashton (cité dans Panayotou et Ashton, 1992) a d'ailleurs fait observer que les plantations d'enrichissement ont enregistré de très bons résultats dans le Karnataka et dans d'autres Etats de l'Inde ainsi qu'à Sri Lanka pendant de nombreuses années.

Les expériences faites en Malaisie ont aussi montré qu'il existe des possibilités encourageantes pour les plantations d'enrichissement tant avec des essences indigènes qu'avec des essences exotiques, mais celles-ci doivent s'accompagner d'un effort concerté concernant l'entretien et les soins, notamment l'application d'engrais. L'auteur est convaincu que les plantations d'enrichissement sont non seulement une option valable mais aussi une nécessité dans l'aménagement des forêts tropicales compte tenu de la diminution de la qualité des peuplements résiduels après les opérations d'exploitation. En outre, ces plantations garantiront les essences pour l'offre future et aideront à la planification des méthodes d'utilisation.

La sylviculture traditionnelle qui fait appel à des variations du système de coupe d'abri est encore pratiquée sur une petite échelle dans quelques pays. Toutefois, les dépenses que cela comporte, auxquelles viennent s'ajouter des résultats incertains et des difficultés de contrôle, ont conduit les gestionnaires à délaisser cette méthode traditionnelle. Les expériences menées par le Forest Research Institute of Malaysia (FRIM) montrent que la coupe pré-exploitation des plantes grimpantes peut réduire l'étendue des dégâts causés au peuplement résiduel. L'auteur n'est pas favorable à la méthode sylvicole traditionnelle en raison des avantages douteux qu'elle procure, des coûts élevés qu'elle comporte et de la difficulté de faire appliquer des méthodes appropriées. En outre, les méthodes d'exploitation standard actuelles causent souvent des dégâts trop étendus auxquels la sylviculture traditionnelle n'est pas en mesure de remédier et sont moins capables d'assurer une bonne régénération et la croissance future. Ainsi, les plantations d'enrichissement sont la seule option valable pour assurer une bonne récolte future.

Plantations forestières

L'établissement de plantations forestières sous les tropiques a beaucoup progressé au cours des dernières décennies. Selon Evans (1992), la surface plantée a été multipliée par six en 25 ans, passant de $6,7 \times 10^6$ ha en 1965 à $42,7 \times 10^6$ ha en 1990. Ces plantations dans leur quasi-totalité sont des peuplements équiennes en monoculture dont le but principal est la production de bois (Evans, 1992; Panayotou et Ashton, 1992; Kanowski, 1997), 90% étant consacrés à la production de bois industriel. La majorité des plantations ont été établies en raison des problèmes rencontrés dans les forêts naturelles, comme leur destruction qui a commencé il y a bien longtemps et se poursuit, des difficultés d'accès aux forêts existantes, leur régénération médiocre et le manque de gestion comme principaux facteurs (Evans, 1992).

Le fait que les plantations forestières augmentent montre bien que l'aménagement des forêts naturelles n'a pas réussi à fournir les bonnes essences dans les quantités nécessaires et en temps opportun. Certains diront que cela est dû en partie à des mouvements écologistes extrémistes qui préconisent partout dans le monde une politique de "non-exploitation" dans les forêts naturelles. Toutefois, il reste que dans de nombreux pays, l'offre de produits et de services provenant des forêts naturelles s'est sensiblement réduite et qu'en raison du peu d'investissements faits dans le passé pour l'enrichissement de la forêt naturelle, l'incertitude règne quant à la possibilité d'une offre continue. Le monde n'a pas d'autre choix que de consacrer plus de ressources aux plantations forestières. Malheureusement, elles porteront au défrichage de la couverture végétale. C'est pourquoi l'on a souvent des plantations d'espèces uniques à croissance rapide. Néanmoins, si elles sont correctement mises en place, les plantations forestières peuvent ne pas nuire à l'environnement et être gérées d'une manière durable tout en protégeant un écosystème qui peut encourager la biodiversité et les utilisations multiples.

Les estimations actuelles des surfaces des plantations forestières indiquent approximativement 135×10^6 ha (Mather, 1990; Gauthier, 1991; Sutton, 1991; FAO, 1993) dominés par quelques genres seulement - *Acacia*, *Eucalyptus*, *Picea* et *Pinus*. Des genres d'arbres tels que *Araucaria*, *Gmelina*,

Larix, *Paraserienthes*, *Populus*, *Pseudotsuga* et *Tectona* ont une importance régionale (Savill et Evans, 1986; Evans, 1992). Seulement 25% environ des plantations forestières existantes du monde se trouvent dans des régions tropicales et subtropicales, dont environ 15% dans la région Asie-Pacifique, 7% dans les continents américains et 3 % en Afrique (Gauthier, 1991; Evans, 1992; Konowski et Savill, 1992).

Lanly (1982) a classé les plantations forestières existantes sous les tropiques en trois grandes catégories: 1) plantations industrielles à courte rotation; 2) plantations non industrielles à courte rotation; et 3) plantations industrielles à rotation plus longue. Les essences choisies pour les plantations industrielles à courte rotation sont des essences à croissance rapide, notamment *Acacia*, *Paraserienthes*, *Eucalyptus*, *Gmelina* et *Pinus* (Whitmore, 1984; Evans, 1992). La plupart de ces plantations se trouvent dans l'hémisphère sud, dont quelque 40% dans chacune des régions Amérique du Sud et Asie/Pacifique (Sutton, 1991). Les plantations non industrielles, composées principalement d'espèces de *Pinus* et d'*Eucalyptus*, servent à la production de charbon de bois et de bois de feu (Lanly, 1982). Environ 46% se trouvent en Amérique latine et 36% in Asia. Bon nombre de ces plantations en Afrique et en Asie sont établies dans le cadre de projets de développement communautaire (Institut mondial pour les ressources, 1985).

Les plantations à rotation plus longue, constituant la troisième catégorie, sont établies avec des espèces climaciques pour la production de sciages et de placages de grande qualité. La majorité de ces plantations se trouvent en Asie (Lanly, 1982).

La FAO (1993) a estimé que le taux annuel d'établissement de plantations forestières est d'environ 2.6×10^6 ha dans les pays tropicaux, soit un chiffre très inférieur à celui enregistré dans les zones tempérées où il serait de quelque 10×10^6 ha (Mather, 1990). Des pays comme l'Indonésie et le Chili ont converti des forêts naturelles en plantations forestières, alors qu'en Nouvelle-Zélande et au Portugal, les plantations ont été établies sur des sites consacrés précédemment à l'agriculture (Kanowski, 1997). Actuellement, les plantations forestières fournissent environ 10% de la récolte de bois du monde, mais l'on prévoit une augmentation car la disponibilité des forêts naturelles à exploiter diminue à mesure que les pressions économiques et les changements technologiques favorisent les cultures de plantations et que les plantations forestières arrivent à maturité et s'étendent (Kanowski, 1997).

Si la principale fonction des plantations forestières est de produire du bois, elles peuvent être développées de manière à jouer un rôle beaucoup plus important dans l'environnement mondial. Le monde est accablé de problèmes liés à la dégradation des terres. Il y a actuellement des millions d'hectares de terres dégradées dans le monde. Les plantations forestières et la culture des arbres sont la seule activité pouvant être développée dans ce domaine et sur cette échelle. Une occasion unique est offerte à la foresterie et aux professionnels des forêts d'influer sur l'environnement mondial et de fournir en même temps une ressource renouvelable dont on a grand besoin pour l'avenir. L'auteur propose cette tâche à la FAO et à l'OIBT, c'est-à-dire soutenir un programme de reboisement massif des terres dégradées du monde en 20 ans, dans le but d'assurer qu'au moins 75% de ces terres seront plantées d'arbres d'ici à l'an 2020. L'auteur propose que ces deux organisations qui s'occupent de foresterie internationale unissent leurs efforts pour relever ce défi et mobiliser les ressources disponibles pour réaliser cet objectif.

Outre le "verdissage" de la terre, les plantations forestières peuvent jouer un rôle très important dans le piégeage du carbone et soutenir les efforts déployés au niveau mondial pour résoudre les problèmes des émissions de gaz à effet de serre et du changement climatique.

PRODUITS ET SERVICES NON LIGNEUX

Les produits forestiers non ligneux ou d'importance secondaire, terme utilisé pour tout ce que la forêt produit mis à part le bois d'oeuvre, sont une corne d'abondance de biens utiles à l'humanité. Souvent considérés comme des sous-produits de la forêt, ils ont une valeur économique potentielle (soit monétaire soit en termes d'utilisation) qu'habituellement les gestionnaires des forêts ne connaissent pas ou n'apprécient pas. La rapidité avec laquelle la végétation tropicale disparaît a poussé les chercheurs à étudier sans attendre plus en détail le potentiel de la forêt en tant que source de produits forestiers d'importance secondaire, du fait que les produits non ligneux d'oeuvre procurent des gains en espèces et des valeurs incorporelles. Les gestionnaires des forêts, en particulier, devraient essayer d'augmenter la productivité des forêts en produits forestiers non ligneux tout en continuant à fournir des produits et des services essentiels pour l'humanité.

Les produits forestiers non ligneux tels qu'ils sont définis par Wickens (1994) se réfèrent à des biens et à des services marchands ou de subsistance destinés à la consommation humaine ou industrielle et dérivés des ressources et de la biomasse renouvelables de la forêt, promettant d'augmenter les revenus des ménages ruraux et de créer des emplois. Ces produits comprennent l'utilisation des plantes à des fins diverses: aliments, boissons, fourrages, combustible et médicaments; animaux, oiseaux et poissons pour l'alimentation, fourrures et plumes et les services de la terre pour la conservation et les loisirs.

Pendant des millénaires, les ruraux et les habitants des forêts ont été tributaires des produits forestiers non ligneux pour leurs moyens de subsistance (Meulenhoff et Silitonga, 1978). Par rapport aux autres ressources naturelles, les forêts non seulement peuvent répondre pratiquement à tous les besoins des populations rurales, notamment en leur fournissant des matériaux pour la construction de maisons, des aliments, des produits médicinaux, des condiments et des cordes, mais aussi représentent une source potentielle de gains en espèces.

La récolte, la transformation et la commercialisation des produits forestiers non ligneux pour la production artisanale et les petites industries locales ou pour les marchés internationaux, peuvent créer des emplois étant donné que la plupart des opérations en jeu nécessitent une main-d'oeuvre. L'emploi dans ces industries peut dégager des revenus importants pour ceux qui récoltent et transforment sur place ces produits. Au Belize, Balick et Mendelsohn (1992) ont constaté que les plantes médicinales traditionnelles peuvent rapporter aux "maîtres de la brousse" ou aux cueilleurs un revenu annuel effectif deux à dix fois supérieur à celui des agriculteurs. L'AISE (1989) fait état d'un revenu annuel moyen de 960 dollars E.-U. par famille à Xapuri, (Brésil) grâce à la culture de l'hévéa et à la cueillette de noix pour les communautés locales. Si on y ajoute d'autres activités non monétisées telles que la pêche et la chasse, le revenu annuel total peut augmenter jusqu'à 1 500 dollars E.-U. par famille. Cela représente deux fois le revenu de la population générale dans la région du nord du Brésil.

Les produits forestiers non ligneux peuvent être une excellente source de devises dans certains pays en développement où les produits se sont implantés sur le marché international et sont taxés et enregistrés. Par exemple, 40 % des recettes totales du Ministère des forêts en Inde dans les années 90 proviennent de produits forestiers non ligneux (Mukerji, 1994). En Malaisie, les recettes d'exportation des produits forestiers non ligneux ont augmenté de 480 % de 1986 to 1988. De 1982 à 1987, les recettes d'exportation provenant des produits forestiers non ligneux en Thaïlande ont progressé de 81 % (de Beer et McDermott, 1989).

Les forêts tropicales ombrophiles contiennent aussi de nombreuses plantes fruitières sauvages, dont certains sont des ancêtres ou des parents d'espèces cultivées, et beaucoup ont des propriétés médicinales réelles ou potentielles (Collins cité dans McDermott, 1988). Actuellement, quelque 12,000 plantes servent à fabriquer des aliments mais 2 000 seulement ont été domestiquées et on

en compte que 150 cultivées à des fins commerciales. Aujourd'hui, une trentaine parmi ces espèces fournissent approximativement 90 % des disponibilités vivrières du monde (Mukerji, 1997). Dans la plupart des villages de la région Asie-Pacifique, des arbres fruitiers domestiqués comme *Nephelium*, *Mangifera*, *Sandoricum* et *Eugenia*, sont plantés par les villageois (Wee et Rao, 1980). Presque tous sont apparentés à des arbres de la forêt. *Parkia speciosa*, par exemple, a rapporté de 336 000 à 900 000 rm par an selon l'endroit sur le marché intérieur (Aminuddin et Abd. Latif, 1996). Woon *et al.* (1995) ont constaté que l'association *Parkia speciosa-Durio spp.* donne actuellement le rendement par hectare le plus élevé (rm 42,461) par rapport à la forêt primaire (rm 266). Les noix du Brésil (*Bertholletia excelsa*), un des rares produits non ligneux commercialisés sur le marché international, a rapporté au Brésil 40 millions de dollars en devises étrangères en 1988 (CGBD, 1989).

Les produits non ligneux peuvent remplacer les combustibles fossiles. Le tronc de *Copaifera langsdorfii*, une légumineuse arborescente de l'Amazonie produit une huile inflammable qui est exploitée et utilisée localement à la place du kérosène (Whitmore, 1990). Le bois de feu et le charbon de bois sont importants pour les communautés locales dans les pays en développement en tant que principale source d'énergie. La production de bois de feu et de charbon de bois dans le monde a augmenté de 28 % entre 1975-77 et 1985-87 (Institut mondial pour les ressources, 1990). En 1985-87, la production de bois de feu et de charbon de bois en Amérique du Sud, en Asie et en Afrique représentait respectivement 67 %, 75 % et 88 % de la production de bois rond (Institut mondial pour les ressources, 1990).

Pendant des millénaires, la forêt a permis à l'homme de couvrir ses besoins en médicaments. Ce fait est bien documenté dans un certain nombre de publications antérieures détaillant l'emploi de différentes parties des plantes pour soigner toutes sortes de maux (Burkill, 1966). La demande de produits médicinaux reste forte et stable dans de nombreux pays, en particulier dans le monde en développement où jusqu'à 80 % de la population pourrait continuer de dépendre des remèdes traditionnels (OMS, 1977). Selon Whitmore (1990), *America* est la source d'un relaxant musculaire utilisé dans les interventions chirurgicales importantes. Les constituants du curare sont extraits de la racine d'une plante grimpante (*Chondrodendron tomentosum*) et on extrait de la quinine de l'écorce de *Cinchone*. La cocaïne provient également d'Amérique du Sud; elle est préparée avec des feuilles d'*Erythroxylum coca*. La diogénine, stéroïde utilisé comme molécule-précurseur à partir de laquelle on fabrique des pilules contraceptives et de la cortisone, proviennent d'extraits des tubercules de l'igname (*Dioscorea*), que l'on peut trouver dans la nature tant en Amérique qu'en Afrique. Avec des extraits de *Rauwolfia*, plante buissonnante poussant en Afrique et en Asie, on fabrique la réserpine, glucoside cardiotonique qui réduit la pression sanguine et sert aussi à soigner les maladies mentales. Et l'on pourrait citer encore maints exemples.

Dans la région Asie/Pacifique, le rotin, qui provient de la forêt naturelle, est le principal produit forestier, après le bois d'oeuvre. La culture du rotin s'est révélée rentable tant pour les petits exploitants que les gros planteurs en Indonésie et en Malaisie. En 1983, les exportations de rotin ont rapporté à l'Indonésie 127 millions de dollars E.-U., qui représentent 4% de la valeur totale de toutes les exportations de bois d'oeuvre du pays (Repetto et Gillis, 1988). L'Indonésie fournissait 80 % des disponibilités de rotin du monde, dont 90 % proviennent des forêts primaires. La valeur brute totale du rotin pourrait se monter à 5 millions de ringgit (2 millions de dollars E.-U.) par mois dans la péninsule de Malaisie. Cette valeur peut être multipliée de 21 à 25 fois si le rotin est transformé en meubles ou en cordes et autres liens (Abd. Latif, 1989; Abd. Latif et Aminuddin, 1996). La valeur totale des exportations de meubles en rotin en Malaisie a augmenté de 1 929 % de 1985 à 1994, pour une valeur totale de 111,6 millions de ringgit (44 millions de dollars E.-U.) (Chew, 1996). Dans le Sarawak, la production a fait un grand bond en avant, passant de 533,7 tonnes en 1979 à 2 574 tonnes en 1987 (Pearce, 1989).

Outre les rotins, de nombreuses autres espèces de plantes sont largement utilisées par les entreprises artisanales, notamment le bambou, le kapok et d'autres espèces de palmier, notamment comme emballages pour aliments, paniers en paille de riz, filets de pêche et nattes (Pearce, 1989). On trouve aujourd'hui du bambou en quantités importantes dans des sites perturbés. Actuellement, la production mondiale de bambou dépasse 10 millions de tonnes par an (Sharma 1980). En Inde, selon les estimations, 2 millions de tonnes de bambou (en poids sec) fournissent 600 000 tonnes de pâte à papier par an (Lessard et Chouinard, 1980). Abdul Razak et Abd. Latif (1988) ont estimé que le bambou couvre une superficie d'environ 320 000 ha dans la péninsule de Malaisie, avec un matériel sur pied estimé à environ 7 millions de tonnes. Le marché local des produits dérivés du bambou de la Malaisie péninsulaire représente quelque 3 millions de ringgit (1,2 million de dollars E.-U.) (Aminuddin et Abd. Latif, 1994). Dans le Sarawak, des nattes tissées et des paniers de fabrication locale jouissent maintenant d'une grande popularité auprès des touristes (Pearce, 1989). Les orchidées et les sarracéniacées sont particulièrement prisées en Malaisie. *Paphiopedilum niveum*, qui ne pousse que dans l'île de Langkawi, a été pillée par les cueilleurs (Kiew *et al.*, 1985). Les sarracéniacées, notamment *Nepenthes rajah*, dont le prix peut atteindre 1 000 dollars à l'unité sur les marchés d'outremer se trouvent aussi dans les montagnes du Sabah et du Sarawak et certains cueilleurs n'hésitent pas à aller les chercher en hélicoptère jusque sur les sommets les plus reculés (Briggs, 1985).

Les forêts sont un véritable entrepôt de produits biochimiques. Diverses parties des plantes contiennent un grand nombre de substances chimiques. La lignine sert à la fabrication de matières plastiques, de résines échangeuses d'ions, de stabilisateurs des sols, d'agents de renforcement du caoutchouc, d'engrais, de vanilline, d'agents de tannage, de stabilisateurs pour les émulsions de bitume et d'agents dispersants pour le forage des puits de pétrole et la fabrication des céramiques (Whitmore, 1990). La cellulose peut être utilisée pour la rayonne et les matières plastiques et comme matière première pour l'hydrolyse du sucre qui, si on y ajoute de la levure, peut être transformé en alcool et en protéines comestibles (Whitmore, 1990). Un bon exemple est le latex provenant de l'hévéa qui s'est révélé important au plan commercial. Autrefois, le bois de *Caesalpinia sappan* servait à produire une matière colorante rouge en Malaisie (Burkill, 1966). *Rhizophora mucronata* dont le bois contient un fort pourcentage de tanin est utilisée en tannerie (Burkill, 1966). En Malaisie, les habitants des forêts recueillaient sur certains diptérocarpacées la résine des blessures anciennes et nouvelles. Le camphre, extrait de *Dryobalanops aromatica*, qui servait à la fabrication de médicaments, d'encens et pour l'embaumement était un produit d'exportation particulièrement important dans le Sarawak (Han, 1985). Les habitants des forêts de l'Amazonie produisent des résines ou des huiles résineuses commerciales avec *Copaifera* spp. *Couma* spp. *Manilkara* spp. (Dubois, 1996). Sur une échelle industrielle, l'huile extraite des graines du palmier babassu (*Attalea speciosa*) sert à fabriquer du savon et de la margarine (Balick, 1988). Il en est de même avec le neem (*Azadirachta indica*) en Inde (Tewari 1992). Le latex, les résines, les produits de beauté, les condiments et autres substances biochimiques qui sont exploités pour leurs propriétés chimiques uniques offrent des possibilités à valeur ajoutée élevée lorsqu'ils sont collectés et semi-transformés dans la nature. Toutefois, une fois que leur valeur sur le marché international dépasse un certain seuil, dans les pays développés ils risquent d'être remplacés par des produits synthétiques comme cela est arrivé avec les matières colorantes naturelles extraites de *Caesalpinia sappan* (Burkill, 1966).

Les produits forestiers non ligneux faunistiques tels que les animaux sauvages, les oiseaux, les poissons, les reptiles et les insectes sont des sources potentielles de gibier, d'aliments, de fourrures et de plumes qui ont une grande valeur commerciale. La faune sauvage est déterminante pour les économies régionales et locales. Pour les populations rurales, les animaux sauvages et les poissons procurent les seules protéines d'origine non végétale (Clay, 1988). En Afrique, des pays comme le

Cameroun, le Ghana, la Côte d'Ivoire, le Libéria, le Zaïre et le Nigéria étaient tributaires de la faune sauvage (de 20 à 90 %) comme source de protéines animales (de Vos, 1977; Asibey, 1978; Ajayi, 1979). Ces animaux vont des éléphants aux petits ongulés en passant par les longeurs, les reptiles et les oiseaux. Afolayan (1980) a estimé la valeur totale de la viande de gibier au Nigéria à 30 millions de dollars E.-U. Au Ghana, la consommation de viande d'animaux sauvages a été évaluée à 7,36 millions de dollars E.-U. par an. (de Vos, 1977). Au Pérou, le poisson du fleuve Amazone est la principale source de protéines animales (Prance et Lovejoy, 1985). Les animaux sauvages et les poissons non seulement fournissent des aliments mais sont aussi une source de revenu pour le peuple "de la longue maison" dans le Sarawak (Caldecott, 1987). Le sanglier à moustache (*Sus barbatus*) représentait 32 % de la consommation totale de viande et de poisson. D'autres viandes de gibier comme celle du chevreton (*Tragulus sp.*), du muntjac (*Muntiacus sp.*) et du rusa, (*Cervus unicolor*) représentaient 7 %, le poisson 18 %, et la viande de porc, de boeuf et de poulet constituait le reste. En 1984, un montant total de 4 millions de ringgit (1,6 million de dollars E.-U.) de sangliers à moustache (10 200) et de cerfs (1 400) ont été expédiés sur le fleuve Rajang, tandis que 6 400 carcasses de porcs et 2 300 carcasses de cerf ont été achetées pour la consommation locale. A Kapit, dans le Sarawak, les commerçants ont exporté 3 456 kg de poisson par mois, *Puntius schwanefeldii* étant de loin le plus précieux (Caldecott, 1987). Il faut 100 millions de ringgit (40 millions de dollars E.-U.) par an pour remplacer 20 000 tonnes de viande de gibier collectée chaque année dans le Sarawak par de la viande d'animaux domestiques (Caldecott, 1987).

En Thaïlande, pour plus de 60 % de la population rurale, le poisson est la principale source de protéines animales (Brennan, 1981). Pierret et Dourojeanni (1966) ont signalé que malgré la disponibilité de bovins et de porcs, 85 % environ de la viande consommée par les populations rurales de l'Amazonie sont constitués de poisson et de gibier (pécari, cerf et tapir). Des espèces rares peuvent fournir un revenu et des devises importantes au niveau local. Dans les années 80, par exemple, près de 100 millions de dollars E.-U. de papillons ont été exportés dans le monde entier (Collins et Morris, 1985). Les principaux pays exportateurs sont la Malaisie, les Philippines, l'Inde et Taiwan (Sayer, 1990).

Le tourisme est aussi la principale source de revenu notamment pour les pays de la savane africaine. Au Kenya, le tourisme rapporte 350 à 450 millions de dollars E.-U. par an (Dixon et Sherman, 1990). Au Costa Rica, le tourisme "vert" rapporte de 3 à 10 millions de dollars E.-U. par an (Laarman, 1987). Les droits d'entrée au parc seulement peuvent procurer 200,000 dollars E.-U. par an à l'économie du Rwanda (Weber et Vedder, 1984). Les forêts tropicales ombrophiles de l'Afrique sont une source de devises principalement grâce à l'exportation d'animaux sur pied. En 1985, le Ghana a obtenu 0.5 million de dollars E.-U. avec les exportations de 16 espèces d'animaux sauvages. L'Institut mondial pour les ressources (1990) a signalé qu'en 1986, la Tanzanie a exporté plus de 84 000 perroquets pour un montant estimé à environ 2,5 millions de dollars E.-U. Dans le monde entier, les peaux d'animaux semblent avoir le plus grand potentiel comme matière première pour l'industrie de type artisanal. Néanmoins, ce sont les pays importateurs qui se chargent de la transformation finale des fourrures et des peaux (Panayotou et Ashton, 1992).

Si les paragraphes ci-dessus indiquent à la fois les valeurs obtenues et le potentiel des ressources forestières non ligneux, il n'en demeure pas moins qu'il reste encore beaucoup à faire pour développer ces ressources d'une manière durable au plan économique de manière à ce qu'elles jouent un rôle à plus long terme dans la vie économique des populations rurales. A quelques exceptions près, presque toutes les ressources sont récoltées dans la nature et il n'y a pas de sécurité de l'offre, ni de contrôle de la qualité et souvent, la "tragédie des biens communs" entre en jeu. Du fait que les forêts continuent de disparaître ou de se dégrader, les problèmes de l'offre continue de produits forestiers non ligneux deviennent réels. En outre, les recherches sur la biologie, la

physiologie et la génétique de ces ressources fournissent très peu de connaissances scientifiques. L'initiative du Centre de recherche pour le développement international (CRDI) du Canada visant à promouvoir la R-D pour le bambou et le rotin est louable et a porté à la création de l'INBAR (Réseau international sur le bambou et le rotin). Toutefois, le bambou et le rotin sont les seuls produits forestiers non ligneux bénéficiant de l'aide d'une institution internationale spécialisée. Alors que de nombreux programmes nationaux existent dans le domaine des produits médicinaux provenant des forêts, ce sont les grandes multinationales des pays développés qui profitent de cette ressource. Il est nécessaire d'intensifier la R-D, mais qui devrait le faire et où trouver les fonds nécessaires?

Il faudrait élaborer une stratégie globale au plan international et réorienter les ressources allouées à des programmes moins importants ou moins urgents. La tâche est urgente et exige un effort concerté de la part à la fois des gouvernements et des organisations internationales. Le plus pressant est de faire en sorte que les ressources ne disparaissent pas. Il serait bon d'entreprendre un effort concerté pour identifier les ressources qui sont menacées en raison d'une surexploitation ou de la destruction de l'écosystème et de mettre au point un programme de conservation des ressources. On aura recours à des méthodes scientifiques modernes utilisant la cryoconservation et/ou d'autres biotechnologies afin de conserver les ressources identifiées. A cet effet, il faudra financer adéquatement les institutions capables d'entreprendre ces activités, en particulier les institutions nationales.

La deuxième tâche urgente consiste à identifier les domaines offrant des possibilités et à élaborer des programmes spécialisés. Par exemple, il faudra trouver un combustible économique renouvelable et sans danger pour l'environnement qui remplacera les combustibles fossiles. C'est là une stratégie à long terme. Si la Malaisie a réussi à fabriquer des produits à partir du palmier à huile pour faire fonctionner des moteurs d'automobile spécialement conçus, il faut étudier les possibilités offertes par d'autres solutions telles que *Copaiteira langsdorfii* de l'Amazonie. D'autres ressources potentielles pour la production de combustible exigent une attention urgente. Puisque l'énergie est indispensable pour toutes les activités humaines, la recherche de sources d'énergie pouvant remplacer les combustibles fossiles constitue un défi que la communauté forestière, notamment les spécialistes de la recherche et du développement, doit relever. Moyennant la plantation d'arbres et la sauvegarde des ressources forestières mondiales, la communauté des forestiers a une occasion unique d'influer réellement sur les vies humaines en mettant au point une source d'énergie non nuisible à l'environnement, renouvelable et durable. Toutefois, il n'est pas question de nous endormir sur nos lauriers; il faut faire appel à toutes nos énergies et nous engager pour la cause. Il pourrait y avoir d'autres domaines offrant d'immenses possibilités sur lesquels devrait se porter immédiatement notre attention, par exemple celui des produits pharmaceutiques dérivés de la forêt. Des produits de grande valeur détiennent la clé de l'exploitation rentable de nos forêts et il est urgent de les identifier et de les développer.

Enfin, il y a le domaine de la R-D. La recherche forestière et les sciences de la foresterie sont en retard par rapport aux autres sciences. La technologie de l'information et la science de l'électronique ont connu des hauts et des bas au cours des dernières décennies et les sciences agronomiques ont progressé dans l'ensemble à un bon rythme. Toutefois, les sciences de la foresterie ont stagné et ont pris du retard. Alors que le CIRAF et le CIFOR font maintenant partie du GCRAI (Groupe consultatif sur la recherche agricole internationale), nous avons plus de 20 ans de retard sur l'IRRI, la CIAT et les autres institutions internationales s'occupant de recherche agricole. Pour ce qui est des finances et de la main-d'oeuvre qualifiée, la recherche forestière est loin derrière l'agriculture. On retrouve le même manque d'appui dans les programmes nationaux dans le monde entier et la tendance à réduire les programmes de foresterie dans les pays développés suscite une réelle inquiétude.

Ainsi, alors que les produits forestiers non ligneux pourraient résoudre le problème de la survie de la foresterie en tant que discipline et en tant que profession, il reste beaucoup à faire pour comprendre les systèmes de production de ces produits. Tant qu'ils ne sont pas bien compris, il n'est guère possible d'exploiter tout leur potentiel.

FONCTIONS ECOLOGIQUES DES FORÊTS

Les forêts jouent un rôle important dans la régulation du cycle hydrologique. Quand les pluies tombent sur les forêts, une partie est interceptée par certaines parties des plantes et par la suite s'évapore. La pluie qui atteint le tapis forestier s'infiltré verticalement en profondeur, s'écoule latéralement sur les horizons pédologiques ou coule sur la surface du sol et finit dans le réseau hydrographique. Le passage de l'eau à travers l'écosystème forestier est influencé par un certain nombre de facteurs tels que l'intensité et la durée des orages, la couverture végétale, le type de pente, les propriétés du sol et les conditions précédentes (Bruijnzeel, 1990). En Malaisie, l'interception annuelle moyenne va de 64 à 78,2 % des précipitations au-dessus du couvert forestier (Brünig, 1971; Kenworthy, 1971; Low, 1972; Manokaran, 1977). Aiken *et al.* (1982) ont estimé que le rapport précipitations/ruissellement dans les bassins versants boisés dans la péninsule de Malaisie est de 40 à 50 %.

Rien ne prouve que le taux de précipitation régional augmente sensiblement sous l'effet des programmes de reboisement ou diminue sous l'effet de la déforestation de grande échelle (Goudie, 1986). Comme l'a fait remarquer Pereira (1989), à part quelques cas isolés, la pluviosité est déterminée par les conditions atmosphériques et les systèmes de basse pression et non par les conditions des terres. Néanmoins, le défrichage de la forêt peut provoquer des changements dans l'intensité et le régime des pluies (Brünig, 1977). Bien que les forêts non perturbées affichent des taux d'infiltration élevés et une forte capacité d'emmagasinage, cela ne signifie pas que les inondations seront moins graves s'il pleut abondamment et pendant longtemps (FAO, 1988).

Le cycle hydrologique des forêts fournit des services aux domaines de l'agriculture et des pêches, de l'énergie et des transports. Environ 40 % des agriculteurs des pays en développement sont tributaires des bassins versants (Banque mondiale, 1987). De même, Clay (1982) a estimé que des exportations agricoles d'un montant de 36 milliards de dollars E.-U. par an dépendent des bassins versants des forêts. Dans l'île de Java, où il ne reste plus maintenant que 15 % du couvert forestier initial, les terres agricoles perdent chaque année une partie de la couche arable équivalant à ce qui est nécessaire pour cultiver du riz pour environ 11,5 à 15 millions de personnes (Soemarwoto, 1979; Daryadi, 1981). La réduction du couvert forestier dans la partie supérieure du bassin versant de la plaine du Gange en Inde et au Népal a aggravé les dégâts causés par les crues de mousson. Les dégâts atteignent maintenant 1 à 2 milliards de dollars E.-U. chaque année contre 120 millions de dollars E.-U. estimés avant 1970. Les programmes d'atténuation des crues coûtent aujourd'hui à l'Inde de 100 à 250 millions de dollars chaque année, alors que des sommes négligeables sont dépensées pour la conservation des forêts (Myers, 1984). 75 % de tout le poisson vendu à Manaus (Brésil), provient des forêts *varzea* inondées en certaines saisons (Goulding, 1980). Toutefois, de 1970 à 1975, les captures de poisson dans les fleuves amazoniens ont diminué de 25 % après la déforestation advenue autour des aires de ponte des poissons (Soulé, 1982, cité dans Caufield, 1985).

La forêt peut fournir de l'énergie non seulement à partir du bois de feu et du charbon de bois mais aussi avec l'eau. En raison de la déforestation, de gros investissements ont été faits pour remettre en état les barrages envahis par les sédiments. Au Costa Rica, 99 % de l'électricité provient de l'énergie hydraulique. Toutefois, la sédimentation du barrage de Cashi aurait provoqué une perte de gains de 133 à 274 millions de dollars E.-U. (Leonard, 1986). Huit ans après son achèvement, 18 mètres de

sédiments s'étaient accumulés derrière le barrage de Tavera, en République dominicaine, réduisant de 40 % sa capacité d'emmagasinement d'eau morte et de 10 à 14 % celle de son entreposage actif (JRB Associates, 1981). On estime que la durée de vie du barrage de Tehri en Inde a été réduite de 30 à 40 ans par rapport aux 100 années prévues en raison de la déforestation massive et de la forte érosion sur les contreforts de l'Himalaya (McDonald et Reisner, 1986).

Le transport par voie d'eau est très important dans les pays en développement. Il est devenu impossible de passer certaines parties du Gange en raison de l'envasement (Panayotou et Ashton, 1992). Les ports de Calcutta et de Dhaka sont aussi envasés (Myers 1984). Pereira (1973, cité par la Banque mondiale, 1987) a signalé qu'au début des années 70 en Argentine, les autorités ont dépensé 10 millions de dollars E.-U. par an pour désenvaser l'estuaire de La Plata pour que les bateaux puissent arriver à Buenos Aires.

La végétation forestière peut effectivement absorber une plus grande partie du rayonnement solaire incident par rapport à la terre dénudée (Potter *et al.*, 1981; Dickinson et Henderson, 1988), ce qui signifie qu'ils possèdent un faible albédo. Un albédo plus élevé absorbe moins de rayons incidents et cela influe sur le bilan thermique régional et donc sur le climat. La surface de la partie la plus haute du couvert forestier est inégale. Ainsi, la rugosité de surface des forêts tropicales est forte et cela se répercute sur le climat en influençant les courants d'air et en augmentant l'évapotranspiration comme conséquence d'un mélange turbulent à la surface rugueuse.

Les forêts sont importantes pour le piégeage du carbone car elles emmagasinent de grandes quantités de carbone dans la végétation et dans le sol, et échangent du carbone avec l'atmosphère moyennant la photosynthèse et la respiration. Du fait que la concentration totale de gaz carbonique (CO₂) augmente au fil des ans avec le brûlage des combustibles fossiles et la production d'autres gaz à effet de serre, la planète se réchauffe. Avec le méthane, les oxydes d'azote (NO_x) et les chlorofluorocarbures anthropiques (CFC), ces gaz agissent en empêchant les rayonnements de revenir dans l'espace des rayons infrarouges.

On estime aujourd'hui que les forêts tempérées et boréales sont des réservoirs nets de carbone d'environ 0,7±0,2 Pg/an (Pg = 10¹⁵ g ou 1 gigatonne ou 1 000 millions de tonnes) car, en moyenne, elles sont composées de peuplements relativement jeunes ayant des taux de croissance relativement élevés (Brown, 1996). On pensait que les forêts tropicales étaient une source nette de carbone relativement grande de 1,65±0,4 Pg/an en 1990 (Brown, 1996). Toutefois, selon certains chercheurs, la fourchette est plus réduite (Lugo and Brown, 1992). Plus récemment, on a laissé entendre que 700 millions d'hectares de terre pourraient être disponibles pour des programmes de conservation et de piégeage du carbone (Trexler et Haugen, 1994; Nilsson et Schopfhauser; 1995), qui pourraient conserver et piéger 60 à 80 Pg de carbone d'ici à l'an 2050 (Brown *et al.*, cité dans Brown, 1996). La zone tropicale pourrait conserver et piéger de grandes quantités de carbone (80%), suivie de la zone tempérée (17 %) et de la zone boréale (3%) selon les estimations de Brown *et al.* (cités dans Brown, 1996), pendant la période 1995 - 2050, grâce au reboisement, à l'agroforesterie, à la régénération et à la lente déforestation. Les estimations de la valeur de ce service varient considérablement. La Banque mondiale (1991) a estimé une fourchette allant de 374 dollars E.-U. à 1 625 dollars E.-U. pour un hectare intact de forêt amazonienne. Krutilla (1991) a estimé que la valeur actuelle du carbone piégé par les forêts malaisiennes va de 2 950 à 3 682 dollars E.-U. l'hectare. Mais il n'en demeure pas moins qu'en raison de la croissance potentielle rapide des arbres sous les tropiques, les forêts tropicales en particulier moyennant les plantations peuvent jouer un rôle très important dans le piégeage du carbone.

La biodiversité est la propriété que possèdent les organismes vivants de se distinguer (Solbrig, 1991). "Biodiversité" est depuis quelque temps un mot à la mode. L'inquiétude suscitée par la menace de disparition estimée globalement à un taux de 1 à 9 % par décennie (Myers, 1979; Lovejoy, 1980;

Raven, 1987; Myers, 1988; Raven, 1988; Wilson, 1988; Wilson, 1989; Reid, 1992) a débouché sur un accord international sous la forme d'une Convention des Nations Unies sur la diversité biologique signée à Rio de Janeiro en juin 1992 durant le Sommet de la planète Terre (Nations Unies, 1992; Glowka *et al.*, 1994). Raven (1988) a estimé que deux tiers à trois quarts de la biodiversité totale se trouvent dans les forêts tropicales ombrophiles. Le taux élevé de déforestation estimé sous les tropiques réduira peu à peu la superficie de la forêt tropicale, ce qui peut conduire à une réduction du nombre des végétaux comme des animaux. Comme on l'a vu plus haut, les produits forestiers non ligneux offrent des avantages économiques directs et indirects. Un petit nombre d'espèces seulement ont fait l'objet d'études scientifiques et il faudrait relancer l'ethnobotanique pour découvrir et enregistrer de nouvelles espèces utiles.

Plusieurs produits provenant des forêts tropicales ombrophiles sont exploités depuis peu à des fins économiques. *Zea diploperennis*, téosinte pérenne, découvert en 1978 au Mexique possède des gènes assurant la résistance aux maladies et à la sécheresse utilisés pour améliorer le maïs (*Zea mays*) (Iltis *et al.*, 1979). Cette découverte avait permis à l'industrie d'économiser environ 4,4 milliards de dollars E.-U. par an dans le monde (Nations Unies, 1995). En Amérique du Sud, *Elaeis oleifera*, du même genre que *E. guineensis* (palmier à huile commercial), est moins haut, résiste mieux aux maladies et donne une huile de qualité supérieure (Kahn, 1988). Bien géré et bien développé, *E. oleifera* peut constituer une autre source d'huile de palme. La valeur en devises du palmier à huile en Malaisie a augmenté de 57 millions de dollars E.-U. la première année après l'introduction de son pollinisateur, un charençon africain, en provenance des forêts du Cameroun (Banque mondiale, 1987).

La biodiversité des forêts tropicales est littéralement une source inexploitée d'une valeur potentielle immense. Il appartient aux chercheurs audacieux de découvrir cette richesse et de commercialiser ce potentiel dans l'intérêt de la communauté mondiale. Toutefois, les pays en développement qui possèdent la ressource ne peuvent se permettre de rester inactifs laissant les pays développés riches, et plus particulièrement les sociétés multinationales exploiter ce potentiel. D'autre part, ces derniers ne doivent pas exploiter la faiblesse des pays en développement et pratiquer de nouvelles formes de colonialisme. La Convention sur la diversité biologique a fixé en gros les règles du jeu mais elle exige un engagement de la part de toutes les parties intéressées pour rendre la convention opérationnelle.

CONCLUSIONS

Le monde est confronté à maints problèmes, celui de l'environnement n'étant pas le moindre. Le Sommet de la planète Terre cinq ans après, tenu à New York en juin 1997 n'a pas suscité beaucoup d'espoir car il y a eu peu d'engagements de la part des dirigeants du monde pour résoudre les problèmes sur le tapis. Toutefois, si les responsables politiques ne peuvent nous donner de raisons d'espérer, les professionnels et les gestionnaires des ressources naturelles doivent faire tout leur possible pour consacrer leurs compétences et leurs efforts à la solution des problèmes actuels. Nous ne pouvons justifier notre inertie au plan professionnel par le manque d'engagements de la part des dirigeants politiques.

Alors que les ressources financières sont une nécessité pour s'attaquer à bon nombre des problèmes se posant à l'échelon mondial, nous professionnels des forêts, en menant à bien nos tâches journalières et dans l'exercice de nos responsabilités quotidiennes pouvons contribuer à résoudre ces problèmes. Par exemple, en tant que forestiers opérant sur le terrain, nous pouvons réduire au minimum les dégâts causés aux forêts par les opérations forestières en faisant appliquer les règles et règlements. Nous pouvons individuellement et collectivement essayer de faire notre métier comme une vocation. Nous pouvons encourager la plantation d'arbres, la gestion durable des ressources et susciter une prise de

conscience de l'environnement dans le public. Nous pouvons aider les ONG à mobiliser une aide publique en faveur des programmes de protection de l'environnement.

Néanmoins, le succès de ces efforts dépendra en grande partie de la compréhension des diverses composantes des forêts. S'il existe des connaissances suffisantes concernant les programmes d'action, il reste beaucoup à découvrir. Il est urgent de poursuivre les activités de recherche et de mieux comprendre les ressources, les écosystèmes et les liens qui les unissent. Il faut réorienter vers ces activités plus de ressources sous la forme de financements et de compétences humaines. A moins qu'il y ait un engagement total de la part de toutes les parties intéressées, il n'y a guère d'espoir de maximiser les avantages dérivant de nos forêts tropicales et d'assurer la durabilité à long terme de cette ressource importante et unique .

References

1. Abd. Latif, M. 1989. Ban on the export of rattan from Malaysia. *Rattan Information Centre Bulletin* 8(1/4): 18-19.
2. Abd. Latif, M. and Aminuddin, M. 1996. Priority areas of research and development on the processing and utilization of rattan. Paper presented at the *Workshop on Industry and Sustainability, Part A: Pioneer Industries on Sustainable Renewable Resource Use*. 22-25 August 1996. Amsterdam, The Netherlands.
3. Abdul Razak, M.A. and Abd. Latif, M. 1988. Properties of small-scale wood-based industries. Paper presented at the *Seminar on Opportunity and Technological Development in Small-scale Industries*. 28-29th March 1988, Kuala Lumpur.
4. Afolayan, T.A. 1980. A synopsis of wildlife conservation in Nigeria. *Environmental Conservation* 7(3): 207-212.
5. Aiken, S.R., Leigh, C.H., Leinbach, T.R. and Moss, M.R. 1982. *Development and environment in Peninsular Malaysia*. McGraw-Hill, Singapore.
6. Ajayi, S.S. 1979. *Utilization of forest wildlife in West Africa*. FAO:MISC/79/26. FAO, Rome.
7. Aminuddin, M. and Abd. Latif, M. 1994. Bamboo in Malaysia: Past, present and future research. In *Bamboo in Asia and the Pacific. Proceedings of the 4th International Bamboo Workshop*. Chiangmai, Thailand. 27-30 November 1991. Technical Document GCP/RAS/134/ASB. FORSPA Publication 6. International Development Research Centre and FAO.
8. Aminuddin, M. and Abd. Latif, M. 1996. Non-wood forest resources: Management and research considerations. Paper presented at *The Second International Short Course on Sustainable Tropical Forest Management*. UPM Serdang, Selangor, Malaysia, 4-16 November 1996.
9. Asibey, E.O.A. 1978. Wildlife production as a means of meat supply in West Africa, with particular reference to Ghana. Paper presented at the *8th World Forestry Congress, 16-28 October 1978, Jakarta*.
10. Balick, M.J. 1988. The use of palms by the Apinayé and Gaujarara Indians in northeastern Brazil. In Balick, M.J. (ed.). *The palm-tree of life: Biology, utilization and conservation. Advances in economic botany*, Volume 6. New York Botanical Garden, New York. Pp. 65-90.
11. Balick, M.J. and Mendelsohn, R. 1992. Assessing the economic value of traditional medicines from tropical rainforests. *Conservation Biology* 6(1): in press.
12. Brazier, J.D. 1982. *Patterns, trends and forecasts of wood consumption to the year 2000*. Address to the Annual Meeting of the British Association for the Advancement of Science.
13. Brennan, J. 1981. *The original Thai cookbook*. Richard Marek Publishers, Inc., New York.

14. Briggs, J.G. 1985. The current *Nepenthes* situation in Borneo. *Malayan Naturalist*, February: 46-48.
15. Brown, S. 1996. Present and potential roles of forest in the global climate change debate. *Unasylva* 47(185): 3-10.
16. Brown, S., Sathaye, J., Cannell, M. and Kauppi, P.E. (in press). Management of forests for mitigation of greenhouse gas emissions. In *Working Group II, Second Assessment Report, Intergovernmental Panel on Climate Change*. Chapter 24. Cambridge University Press, Cambridge.
17. Bruijnzeel, L.A. 1990. *Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: A state of knowledge review*. Unesco International Hydrological Programme, Humid Tropics Programme Publication, Paris.
18. Brünig, E.F. 1971. On the ecological significance of drought in the equatorial wet evergreen (rain) forest of Sarawak (Borneo). In Flenley, J.R. (ed.). *The water relations of Malesian forests*. University of Hull, Department of Geography Miscellaneous Series No. 11. University of Hull, Hull, UK. Pp. 66-88.
19. Brünig, E.F. 1977. The tropical rain forest - A wasted asset or an essential biopheric resource? *Ambio* 6: 187-191.
20. Burkill, I.H. 1966. *A dictionary of the economic products of the Malay Peninsula*. Ministry of Agriculture, Kuala Lumpur. Volume I and II.
21. Caldecott, J. 1987. *Hunting and wildlife management in Sarawak*. World Wildlife Fund Malaysia and National Parks and Wildlife Office, Sarawak Forest Department, Kuching. 2nd Impression.
22. Caufield, C. 1985. *In the rainforest: Report from a strange, beautiful, imperiled world*. Alfred A. Knopf, New York.
23. Chew Lye Teng 1996. The Malaysian timber industry - Present status & future trends. *Asian Timber*, February: 14-20.
24. Clay, J. 1982. Deforestation: The human costs. *Cultural Survival Quarterly* 6(2): 3.
25. Clay, J.W. 1988. Indigenous peoples and tropical forest: Models of land use and management from Latin America. *Cultural Survival Report* No. 27.
26. Collins, N.M. and Morris, M.G. 1985. *Threatened Swallowtail butterflies of the world*. The IUCN Red Data Book. International Union for the Conservation of Nature (INCU), Gland and Cambridge, England.
27. Consultative Group on Biological Diversity (CGBD). 1989. *Marketing non-timber tropical forest products: Prospects and promise*. A Workshop Report. Cultural Survival, Cambridge, MA.
28. Daryadi, L. 1981. *Forestry and agriculture: A key connection in Java*. Department of Forestry, Jakarta, Indonesia.
29. de Beer, J. and McDermott, M. 1989. *The economic value of non-timber forest products in Southeast Asia*. Netherlands Committee for the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (INCU), Amsterdam.
30. de Vos, A. 1977. Game as food: A report on its significance in Africa and Latin America. *Unasylva* 29(116).
31. Denslow, J.S. and Padoch, C. (eds.). 1988. *People of the tropical rain forest*. University of California Press, Berkeley.
32. Dickinson, R.E. and Henderson, S.A. 1988. Modelling tropical deforestation: A study of GCM land-surface parameterizations. *Quarterly Journal Royal Meteorological Society* 114: 439-462.

33. Dixon, J.A. and Sherman, P.B. 1990. *Economics of protected areas*. East-West Center. Island Press, Washington DC.
34. Dixon, R.K., Brown, S., Houghton, R.A., Solomon, A.M., Trexler, M. and Wisniewski, J. 1994. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science* 263: 185-190.
35. Dourojeanni, M. 1985. Over-exploited and under-used animals in the Amazon region. In Prance, G. and Lovejoy, T. (eds.). *Amazonia*. Pergamon Press.
36. Dubois, J.C.L. 1996. Uses of wood and non-wood forest products by Amazon forest dwellers. *Unasylva* 47(186): 8-15.
37. Dykstra, D.P. and Heinrich, R. 1997. Forest harvesting and transport: Old problems, new solutions. Special paper prepared for *XI World Forestry Congress*, Antalya, Turkey, 13-22 October, 1997.
38. Erfuth, T. 1984. Trends in timber supplies from tropical regions. In Proceedings 7341: International Forest Products Trade. Forest Products Research Society, Madison WI.
39. Evans, J. 1992. *Plantation forestry in the tropics*. Clarendon Press, Oxford. 2nd Edition.
40. FAO. 1988. *Guidelines for economic appraisal of watershed management projects*. FAO Conservation Guide No. 16, Rome.
41. FAO. 1993. *Forest resources assessment 1990. Tropical countries*. FAO Forestry Paper 112. FAO, Rome.
42. Glowka, L., Burhenne Guilmin, F. and Synge, H. 1994. *A guide to the convention on biological diversity*. IUCN, Gland, Switzerland.
43. Goudie, A. 1986. *The human impact on the natural environment*. Blackwell, Oxford. 2nd Edition.
44. Goulding, M. 1980. *The fishes and the forest: Explorations in Amazonian natural history*. University of California Press, Berkeley.
45. Grainger, A. (in press). *The tropical rain forests and man*. Columbia University Press, New York.
46. Grainger, A. 1986. *The future role of the Tropical Rain Forest in the world forest economy*. Ph.D. Dissertation. Oxford University, St. Cross College, Oxford.
47. Grainger, A. 1987. The future environment for forest management in Latin America. In *Management of the Forests of Tropical America: Prospects and Technologies*. Institute of Tropical Forestry/USDA Forest Service, Washington DC.
48. Grainger, A. 1991. Constraints on increasing tropical forest area to combat global climatic change. In *Proceedings: Technical Workshop to explore options for global forestry management*. IIED, ITTO and ONEB, Bangkok, Thailand. Pp. 196-208.
49. Hamilton, L. and King, P. 1983. *Tropical forested watersheds*. Westview Press, Inc., Boulder.
50. Han Wai Toon 1985. Notes on Bornean camphor imported into China. *Brunei Museum Journal* 6: 1-31.
51. Iltis, H.H., Doebley, J.F., Guzman, R.M. and Pazy, B. 1979. *Zea diploperennis* (Gramineae), a new teosinte from Mexico. *Science* 230: 186-188.
52. Institute for Amazonian Studies (IEA). 1989. *Man and the environment in Amazonia, potential forest use and the social management of natural resources*. Curitiba, Brazil.
53. JRB Associates. 1981. *Dominican Republic: Country environmental profile*. McLean, VA.
54. Kahn, F. 1988. Ecology of economically important palms in Peruvian Amazonia. *Advances in Economic Botany* 6: 42-49.

55. Kanowski, P. 1997. Plantation forestry at the millennium. Discussion paper prepared for *XI World Forestry Congress*, Antalya, Turkey, 13-22 October 1997
56. Kanowski, P.J. and Savill, P.S. 1992. Forest plantations: Towards sustainable practice. In Sargent, C. and Bass, S. (eds.). *Plantations Politics: Forest plantations in development*. Earthscan, London. Pp. 121-151.
57. Kenworthy, J.B. 1971. Water and nutrient cycling in a tropical forest. In Flenley, J.R. (ed.). *The water relations of Malesian forests*. University of Hull, Department of Geography Miscellaneous Series No. 11. University of Hull, Hull, UK. Pp. 49-58.
58. Kiew, B.H., Kiew, R., Chin, S.C., Davison, G. and Ng, F.S.P. 1985. Malaysia's 10 most endangered animals, plants, and areas. *Malayan Naturalist*, May: 3-4.
59. Kio, P.R.O. 1987. *ITTO project: Perspective for Africa*. Consultancy Report for the Harvard Institute for International Development, Cambridge.
60. Kio, P.R.O. and Ekwebelam, S.A. 1987. Plantations versus natural forests for meeting Nigeria's wood needs. In Mergen, F. and Vincent, J.R. (eds.). *Natural Management of Tropical Moist Forest*. Yale University, School of Forestry and Environmental Studies, New Haven. Pp. 149-176.
61. Krutilla, J.V. 1991. *Environmental resource services of Malaysian moist tropical forests*. Mineograph.
62. Laarman, J. 1987. *Tropical science on economic activity: OTS in Costa Rica*. Draft Manuscript.
63. Leonard, H.J. 1986. *Natural resources and economic development in Central America: A regional environmental profile*. Draft Manuscript. International Institute for Environment and Development.
64. Leslie, A.J. 1994. Sustainable management of tropical moist forest for wood. In *Readings in sustainable forest management*. FAO Forestry Paper 122, Rome. Pp. 17-32.
65. Lessard, G. and Chouinard, A. (eds.). 1980. *Bamboo Research in Asia. Proceedings of a Workshop held in Singapore, 22-30 May 1980*. International Development Research Center (Ottawa).
66. Liew That Chim and Wong Fung On 1973. Density, recruitment, mortality and growth of Dipterocarp seedlings in virgin and logged-over forests in Sabah. *Malaysian Forester* XXXVI(1): 3-15.
67. Lovejoy, T.E. 1980. A projection of species extinction. In *Council on Environmental Quality (CEQ): The Global 2000 Report to the President*. Council on Environmental Quality, Washington DC.
68. Low, K.S. 1972. Interception loss in the humid forested areas. *Malayan Nature Journal* 25: 104-111.
69. Lugo, A.E. and Brown, S. 1992. Tropical forests as sinks of atmospheric carbon. *Forest Ecology and Management* 48: 69-88.
70. Manokaran, N. 1977. *Nutrients in various phases of water movement in a lowland tropical rain forest in Peninsular Malaysia*. MSc. Dissertation, University of Malaya, Kuala Lumpur.
71. Marn, H.M. and Jonkers, W.B. 1981. *Logging damage in tropical high forest*. Paper presented at the International Forestry Seminar, Kuala Lumpur. Sarawak Forestry Department, Kuching, Sarawak, Malaysia.
72. Mather, A.S. 1990. *Global forest resources*. Bellhaven Press.
73. McDermott, M.J. (ed.). 1988. *The future of the tropical rain forest*. Oxford Forestry Institute, Oxford.

74. McDonald, R. and Reisner, M. 1986. The high costs of high dams. *In* Maguire and Brown (eds.). *Bordering on trouble: Resources and Politics in Latin America*. Adler and Adler, Bethesda.
75. Meulenhoff, L.W. and Silitonga, T.M. 1978. The importance of minor forest products. *In Proceedings from Eighth World Forestry Congress in Jakarta, Indonesia*.
76. Mukerji, A.K. 1994. India's forests: A status report - Concepts, definitions, trends, controversies. Paper presented at the *International Workshop on Asia's Forests Management and Ecological Revival*. New Delhi, 10-12 February 1994.
77. Mukerji, A.K. 1997. Importance of non-wood forest products (NWFPs) and strategies for sustainable development. Special paper prepared for *XI World Forestry Congress*, Antalya, Turkey, 13-22 October 1997.
78. Myers, N. 1979. *The sinking art: A new look at the problem of disappearing species*. Pergamon Press, Oxford.
79. Myers, N. 1984. *The primary source: Tropical forests and our future*. W.W. Norton and Company, New York and London.
80. Myers, N. 1987.
81. Myers, N. 1988. Threatened biotas: 'Hot spot' in tropical forests. *Environmentalist* 8: 1-20.
82. Nicholson, D.I. 1958. An analysis of logging damage in tropical rain forest, North Bornea. *Malaysian Forester* XXI: 235-245.
83. Nilsson, S. and Schopfhauser, W. 1995. The carbon-sequestration potential of a global afforestation program. *Climate Change* 30: 267-293.
84. Nwoboshi, C.L. 1987. Regeneration success of natural management, enrichment planting, and plantations of native species in West Africa. *In* Mergen, F. and Vincent, J.R. (eds.). *Natural Management of Tropical Moist Forest*. Yale University, School of Forestry and Environmental Studies, New Haven. Pp. 71-92.
85. Panayotou, T. and Ashton, P.S. 1992. *Not by timber alone: Economics and ecology for sustaining tropical forests*. Island Press, Washington DC and Covelo, California.
86. Pearce, K.G. 1989. Utilization of palms in Sarawak. *Malayan Naturalist*, November: 68-91.
87. Pereira, H.C. 1973. *Land use and water resources in temperate and tropical climates*. Cambridge University Press, Cambridge.
88. Pereira, H.C. 1989. *Policy and planning in the management of tropical watersheds*. Belhaven, London.
89. Pierret, P.V. and Dourojeanni, M. 1966. La Caza la Alimentacion Humana en las Riberas del rio Pachitea. Peru, *Turrialba* 6(3).
90. Potter, G.L., Elsasser, H.W., MacCracken, M.C. and Elliss, J.J. 1981. Albedo change by man: Test of climate effects. *Nature* 291: 47-50.
91. Raven, P. 1988. Biological resources and global stability. *In* Kawano, S., Connell, J.H. and Hidaka, T. (eds.). *Evolution and Coadaptation in Biotic Communities*. University of Tokyo Press, Tokyo.
92. Raven, P.H. 1987. The scope of the plant conservation problem world-wide. *In* Bramwell, D., Hamann, O., Heywood, H.V. and Synge, H. (eds.). *Botanic gardens and the World Conservation Strategy*. Academic Press, London.
93. Reid, W. 1992. How many species will there be? *In* Sayer, J.A. and Whitmore, T.C. (eds.). *Tropical Deforestation and Species Extinction*. Chapman and Hall, London.
94. Repetto, R. and Gillis, M. (eds.). 1988. *Public policies and the misuse of forest resources*. Cambridge University Press, New York.

95. Savill, P.S. and Evans, J. 1986. *Plantation silviculture in temperate regions*. Clarendon Press, Oxford.
96. Sayer, J.A. 1990. *Using non-timber products to support forest conservation programmes. Seminar on Sustainable development of Tropical Forests* (Draft Report), Kamakura, Japan. Permanent Committee on Reforestation and Forest Management, Quito, Ecuador.
97. Sharma, Y.M.L. 1980. Bamboo in the Asia-Pacific region. In Lessard, G. and Chouinard, A. (eds.). *Bamboo Reserach in Asia: Proceedings of a Workshop help in Singapore, May 28-30, 1980*. IDRC, Canada.
98. Soemarwoto, O. 1979. *Ecological and environmental impacts of energy use in Asian developing countries, with particular reference to Indonesia*. Institute of Ecology, Bandung, Indonesia.
99. Solbrig, O. 1991. *Biodiversity, scientific issues and collaborative research proposals*. MAB Digest 9. Unesco, Paris.
100. Soulé, M.E. 1982. Address to Earthscan Seminar on Genetic Resources. Bali, October 1982.
101. Sutton, W.R.J. 1991. Are we too concerned about wood production? *New Zealand Forestry* 36(3): 25-28.
102. Tewari, D.N. 1992. *Monograph on neem (Azadirachta indica A. Juss.)*. International Book Distributors, Dehra Dun, India.
103. Trexler, M.C. and Haugen, C. 1994. *Keeping it green: Evaluating tropical forestry strategies to mitigate global warning*. World Resources Institute, Washington DC.
104. United Nations 1992. *Report of the United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, 3-14 June 1992*. United Nations, New York.
105. United Nations 1995. Commission on sustainable development, Third Session. Conservation of Biological Diversity. *Report of the Secretary General*. Paper E/CN.17/1995/7. United Nations, New York.
106. Weber, W. and Vedder, A. 1984. Forest conservation in Rwanda and Burundi. *Swara* 7: 32-36.
107. Wee, Y.C. and Rao, A.N. 1982. Current and potential plant resources of the tropical rain forest. In Srivastava, P.B.L. (ed.). *Tropical Forests: Source of Energy Through Optimization and Diversification. Proceedings of International Forestry Seminar, 11-15 November 1980.*. Serdang, Selangor, Malaysia.
108. Whitmore, T.C. 1984. *Tropical rain forests of the far east*. Clarendon Press, Oxford. 2nd Edition.
109. Whitmore, T.C. 1990. *An introduction to tropical rain forests*. Clarendon Press, Oxford.
110. Wickens, G.E. 1994. Sustainable management for non-wood forest products in the tropics and subtropics. In *Readings in sustainable forest management*. FAO Forestry Paper 122, Rome. Pp. 55-66.
111. Wilson, E.O. 1988. The current state of biological diversity. In Wilson, E.O. and Peter, F.M. (eds.). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington DC.
112. Wilson, E.O. 1989. Threats to biodiversity. *Science of America*, September 1990: 108-116.
113. Woon, W.C., Lim, H.F., Dan, Y.M. and Poh, L.Y. 1995. *The economic value of Parkia speciosa*. Unpublished report.
114. World Bank 1987. *Wildlands: Their protection and management in economic development*. Washington, DC.
115. World Bank 1991. *The forest sector: A World Bank policy paper*. Washington, DC.

116. World Health Organization of the United Nations (WHO). 1977. The selection of essential drugs. Second Report of the WHO Expert Committee. *WHO Technical Report Series* 641.
117. World Resources Institute (WRI). 1988. *World resources 1988*. International Institute for Environment and Development and World Resources Institute, Basic Books, New York.
118. World Resources Institute (WRI). 1990. *World resources 1990-1991*. In collaboration with The United Nations Environment Programme and The United Nations Development Programme. Oxford University Press, New York

