

*Floristique*

- Herbiers et flores
- Richesse et hétérogénéité
- Inventaires
- Phytosociologie
- La flore
  - Problèmes de répartition
- La répartition des familles et des genres
  - Gymnospermes
  - Familles subtropicales ou extratropicales
  - Familles cosmopolites
  - Familles intertropicales
  - Familles pantropicales
    - Arbres et arbustes
    - Lianes
    - Plantes herbacées
  - Épiphytes, parasites et saprophytes
- Flore et altitude
- Quelques caractéristiques floristiques continentales

*Les types de forêts*

- Les inventaires physiologiques et structuraux
- Nomenclature
- Classifications
- Les types de forêts et les climats
- Les types de forêts et les sols
- Les types de forêts et l'altitude

*Conclusions : les recherches nécessaires et les priorités**Bibliographie sélective***Floristique**

Dans l'écosystème forestier tropical, les relations existant entre tous les êtres vivants et entre ces derniers et leur milieu sont parfois évidentes, parfois difficilement perceptibles, parfois ignorées à ce jour. Nul être vivant, nul végétal en particulier, ne peut être délaissé, compte tenu de son rôle passé, présent ou à venir et toute analyse de l'écosystème doit donc être aussi complète que possible. Inventaire exhaustif mais également précis; en ce domaine, l'emploi des dénominations scientifiques est une nécessité. L'analyse d'un écosystème forestier néglige bien souvent quantité d'éléments vivants; il ne peut en être autrement sur le plan de la pratique et de l'efficacité.

**Herbiers et flores**

Les inventaires floristiques se rattachent à la connaissance de la flore en général et, à ce titre, relèvent plus ou moins directement des organismes d'études et de recherches qui constituent des structures nationales désignées sous le nom d'herbiers. Le plus grand nombre d'entre eux travaille à l'échelle internationale. On trouvera dans l'*Index Herbariorum* de Lanjou tous les renseignements concernant leur rôle en matière de rassemblement des spécimens de référence, d'élaboration de flores locales, nationales, régionales, continentales. Ces herbiers sont en mesure d'indiquer les titres des multiples flores publiées à ce jour, ainsi que l'état d'avancement de celles qui sont en cours de publication. A côté de territoires ou de pays dotés de flores assez complètes et modernes, beaucoup d'autres en sont dépourvus; ou bien celles-ci sont seulement en cours d'élaboration et rarement achevées. L'Afrique bénéficie cependant de synthèses régionales assez bien élaborées; on consultera avec profit les publications dans ce domaine, de l'Association pour l'étude taxonomique de la flore d'Afrique tropicale.

**Richesse et hétérogénéité**

Compte tenu de cette situation, on ne s'étonnera guère de voir le nombre global des espèces de végétaux supérieurs varier, dans le monde entier et selon les auteurs, entre 200 000-250 000 et 300 000-400 000 (et même 700 000). G. Mangenot (1973) fournit une estimation de 230 000. Les premiers chiffres sont en général empruntés à des documents anciens; les seconds, quoique très approxi-

matifs, sont sans doute plus proches de la réalité. Les régions tropicales sont en règle générale les plus mal loties. Les forêts sont plus mal connues que les savanes et les déserts, non pas en ce qui concerne la richesse de leurs flores mais en ce qui concerne l'étude de celles-ci. Il y a des raisons historiques et matérielles à cela et il faut ajouter que les difficultés pratiques d'identification exacte des arbres des forêts tropicales constituent un sérieux obstacle à la progression rapide des connaissances.

Une idée approximative de la richesse en végétaux supérieurs des forêts tropicales d'Afrique peut être donnée par les quelques exemples suivants (certains englobent toutefois des espèces non forestières) :

Madagascar, près de 8 500 espèces avec 1 382 genres et 207 familles (Koechlin, Guillaumet et Morat, 1974) mais plus vraisemblablement entre 10 000 et 12 000 espèces (Dejardin, Guillaumet et Mangenot, 1973) dont 2 000 espèces d'arbres (DBH  $\geq$  10 cm) avec 450 genres et 100 familles d'après Capuron ; Ouest africain, au sud du Tropique du Cancer, du Sénégal au Cameroun occidental inclus : 7 072 espèces au total, d'après Hepper ; Côte-d'Ivoire : 600 espèces d'arbres (DBH  $\geq$  10 cm) avec 275 genres et 60 familles en forêt dense, d'après Aubréville (1959) ; Nigeria : 4 500 plantes au total, d'après Hall et Lowe ; Cameroun : 8 000 plantes au total avec 1 800 genres et 220 familles, d'après Letouzey (1976) ; Zaïre : 11 000 plantes au total, d'après Léonard.

Pour Good (1974), le nombre total d'espèces en Afrique tropicale serait de l'ordre de 30 000. Il est intéressant de noter que J. Léonard (1975) signale que 7 478 espèces ont été décrites en Afrique et à Madagascar en 21 ans, de 1953 à 1973.

Pour des surfaces beaucoup plus limitées, on peut indiquer :

Madagascar : 239 individus sur 100 m<sup>2</sup>, répartis en 32 familles et 102 espèces, d'après H. Perrier de la Bâthie (1921) ; Côte-d'Ivoire : 87 à 142 espèces selon les types de forêts, d'après Mangenot (1955) ; C. Huttel (1975) a identifié 99 espèces d'arbres au Banco, 124 à Yapo et 107 à Taï, sur environ 5 hectares pour chacune de ces forêts ; Nigeria : 170 espèces d'arbres (DBH  $\geq$  10 cm) avec 18 espèces représentées par plus de 100 individus et, à l'opposé, 90 espèces représentées par moins de 10 individus, sur 18 hectares, d'après Jones (1955) ; Cameroun : 230 espèces (toutes plantes groupant 1 300 individus) avec 1 espèce représentée par 150 individus et, à l'opposé, 125 espèces représentées par 1 seul individu, sur 1 are, d'après Letouzey (1968) ; Gabon : 122 espèces d'arbustes et d'arbres (hauteur  $\geq$  3 m) pour 418 individus et 26 espèces de lianes pour 96 individus, sur 0,08 hectare, d'après Hallé, le Thomas et Gazel (1967).

Ces exemples, qui concernent pour une bonne part arbres et arbustes, donnent une idée de la richesse et de l'hétérogénéité des forêts tropicales d'Afrique, mais ceci est un fait quasi général pour ces forêts dans le monde. Richards (*in* Lowe-McConnell, 1969) souligne à juste raison que la richesse spécifique en toutes plantes, rapportée à l'unité de surface, est due en grande partie à la pré-

sence conjointe de nombreuses synusies, présence qu'on ne retrouve pas en d'autres forêts du monde.

Rares sont les cas où l'on peut parler de forêts composées d'une seule espèce très nettement dominante, avec un nombre d'individus de cette espèce extrêmement important et un nombre d'espèces compagnes et d'individus correspondants fort réduits. Ces forêts peu hétérogènes existent dans des conditions très particulières, topographiques ou édaphiques, comme les mangroves et les raphiales africaines. Sur terre ferme, des « peuplements » de *Gilbertiodendron dewevrei* au Zaïre groupent cependant 347 espèces de plantes (pour 12 relevés de 25 ares, d'après Gérard, 1960) ; des forêts à *Brachystegia laurentii*, dans le même territoire, représentent encore 535 espèces de plantes (pour 11 relevés de 25 à 100 ares, d'après Germain et Evrard, 1956), et il en est ainsi pour d'autres forêts africaines où certaines Césalpiniacées paraissent à première vue absolument prépondérantes.

La diversité des biocénoses végétales est de deux types : intrinsèque ou diversité  $\alpha$  — nombre d'espèces constituant une biocénose — et extrinsèque ou diversité  $\beta$  — variation en fonction du biotope. Cette diversité extrinsèque peut exister à différentes échelles, depuis les différences d'une flore muscinée située sur l'écorce d'un arbre à l'ombre ou sur un rocher exposé au soleil, à celles enregistrées au niveau des grandes zones climatiques, des régions ou des continents. Des biocénoses comprenant quelques espèces ou une seule espèce comme les peuplements de la mangrove à *Rhizophora apiculata* sont très proches des forêts les plus riches du monde des régions de basse altitude de Malésie, et il s'agit dans les deux cas du même climat. Les forêts mélangées à Diptérocarpées qui sont fondamentalement d'une grande diversité montrent des variations discrètes en rapport avec les conditions édaphiques et topographiques ; il n'est cependant pas rare de constater une modification de près de 90 % de la composition floristique sur une faible distance lorsque la nature des sols change. Les raisons de cette variation sont complexes ; elles ont été peu étudiées et elles défient souvent une recherche critique. On peut toutefois avancer les principales causes suivantes :

1. Paléogéographie (voir chapitre 3). Les premiers restes angiospermiens indiscutables et situés dans des sédiments datés avec sécurité apparaissent, pour la première fois, en diverses régions, au Barrémien, c'est-à-dire vers le sommet du crétacé inférieur, 110 à 115 millions d'années avant la période actuelle. Des consécutions biogéographiques confirment cependant que les premières angiospermes sont apparues plus anciennement, sans doute avant le Jurassique (G. Mangenot, 1973). Le Crétacé fut caractérisé par une activité tectonique intense qui coïncida avec la division des continents laurasien au nord et du Gondwana au sud. Ces continents ont été probablement reliés par l'Afrique du Nord et la Lusitanie au Crétacé, mais ils demeurèrent séparés par la suite jusqu'à ce que, durant le Tertiaire (pendant les 30 derniers millions d'années), un fragment méridional migrât vers le nord pour s'unir à la Laurasie et former l'Inde, puis que l'Amérique du Nord

et l'Amérique du Sud s'unirent et que l'Afrique et l'Australie prirent leur position actuelle. Ces événements géologiques eurent pour effet d'isoler des flores importantes et d'offrir en même temps la possibilité de migrations périodiques ; ils expliquent en partie la géographie des plantes actuelle. Raven et Axelrod (1974) ont fait à ce sujet une mise au point. Le déplacement et la collision éventuelle de ces plaques ont eu pour conséquence une orogénèse qui a abouti, durant le Tertiaire, à la formation de l'Himalaya, des Andes, des montagnes de Nouvelle-Guinée, de Sumatra et de Kinabalu à Bornéo ; cela a accru la diversité des climats et a permis l'évolution dans les régions tropicales de flores qui ont pu migrer par la suite pour se développer dans les zones tempérées à mesure que ces dernières prenaient plus d'extension à la fin du Tertiaire. Le Pléistocène (1,5 à 3 millions d'années) a été marqué par des modifications profondes du climat dans le monde entier et l'on a enregistré la disparition totale de flores sédentaires ou qui n'avaient pas la possibilité de migrer ainsi qu'un développement rapide, une brève évolution et une diversification de ces flores. On a de plus en plus de données paléontologiques sur l'évolution des flores tropicales, en particulier depuis le Crétacé, et cela grâce à la palynologie (Van der Hammen, 1957 ; voir chapitre 3).

Si la sélection naturelle intervient dans l'évolution et le maintien de la diversité floristique dans le cas des biocénoses riches en espèces végétales comme les pluvieuses (voir chapitre 8), la diversité intrinsèque devrait augmenter avec l'âge. Cela expliquerait la plus grande richesse des forêts de plaine de Malésie situées sur des terres qui semblent avoir été soumises au même climat tropical et humide au moins depuis le Crétacé, par rapport à celle des forêts d'Amérique du Sud et surtout d'Afrique qui ont connu des périodes d'orogénèse et d'érosion et qui ont été plus affectées par les changements du régime des précipitations au cours du Pléistocène.

2. L'âge et la stabilité des surfaces terrestres, en influant sur les processus géomorphologiques, exerceront leur influence sur la diversité des biotopes, quoique l'intensité des variations géomorphologiques soit aussi fonction du climat. Les paysages jeunes sont plus rapidement érodés et leur topographie est généralement plus accusée ; leurs surfaces sont recouvertes de sols peu profonds et plus variés. Les régions instables du point de vue tectonique ont pu être caractérisées par des cycles de soulèvement et d'érosion et les roches sédimentaires formées ont pu être lessivées avec pour conséquence des conditions édaphiques limitantes pour la croissance des plantes. On pourrait alors expliquer la plus grande diversité extrinsèque des forêts mélangées à Diptérocarpacées du nord-ouest de Bornéo, qui poussent sur des sols peu profonds et de faible fertilité avec la physiographie peu évoluée d'un néogéosynclinal, alors que ce n'est pas le cas des forêts de Malésie, où la profondeur des sols résiduels sur un terrain accidenté peut dépasser 15 m.

Plusieurs familles d'Angiospermes arborées tropicales montrent une préférence pour certains sols et climats : les Myrtacées se rencontrent sur des sols lessivés et les Méliacées sur des sols fertiles, les Légumineuses dans des

climats à saisons marquées et les Myristicacées dans des climats sans saisons tranchées. Ces préférences s'observent généralement au niveau du globe et elles doivent avoir une origine très ancienne.

3. L'aire occupée par une forêt influera sur les possibilités de diversification au cours de l'évolution, sur les risques d'extinction des populations peu nombreuses et par suite sur l'appauvrissement de la flore. L'endémisme élevé et la faible diversité intrinsèque qui sont si caractéristiques de plusieurs écosystèmes insulaires peuvent trouver une explication de cette sorte ; MacArthur et Wilson (1967 ; voir chapitre 7) ont à ce sujet développé une théorie approfondie. Il faut cependant noter que des différences existent entre les « îles continentales » comme Madagascar et les îles « océaniques » comme les Mascareignes. Les mêmes considérations s'appliquent aux flores regroupant des populations d'espèces présentant des possibilités écologiques étroites et/ou se trouvant dans des biotopes disséqués au sein d'un paysage varié du point de vue morphologique. Les mêmes considérations s'appliquent aux flores regroupant des populations d'espèces présentant des possibilités écologiques étroites et/ou se trouvant dans des biotopes disséqués au sein d'un paysage varié du point de vue morphologique.

4. Lorsque les conditions du milieu physique deviennent moins aléatoires on constate une plus grande intensité des interactions de nature biologique et un déclin des facteurs physiques limitants au cours de l'évolution sélective. Ces interactions, en fournissant un éventail théoriquement illimité de possibilités d'évolution, peuvent en partie expliquer la grande diversité intrinsèque des écosystèmes forestiers des tropiques hyperhumides, et, au contraire, sa diminution à mesure que les saisons deviennent plus tranchées, surtout lorsque les pluies deviennent plus aléatoires et que d'autres éléments imprévisibles comme les éruptions volcaniques et les ouragans deviennent fréquents à l'échelle de l'évolution historique.

5. Ces quatre facteurs du milieu physique (extrinsèques) conduisent, à travers leurs relations avec les espèces végétales, et grâce à la sélection naturelle, à l'évolution de systèmes de reproduction parfaitement adaptés et donc tout à fait caractéristiques d'un biotope particulier ; ils circonscrivent le potentiel des espèces vis-à-vis d'une évolution et d'une diversification ultérieures. Bien que les études soient encore peu nombreuses, on estime, d'après les recherches faites à la fois dans les régions tropicales hyperhumides et de mousson, que les populations d'arbres sont génétiquement variables et qu'elles présentent une reproduction croisée plus ou moins libre ou stricte (voir chapitre 8). Cela donne la possibilité d'une évolution rapide lorsque les populations sont divisées par des obstacles naturels, mais la spéciation est inhibée lorsque de tels obstacles sont absents. Les systèmes de reproduction, parallèlement à une coévolution des moyens de dissémination du pollen et des diaspores (surtout grâce aux animaux), agissent sur la facilité de séparation des populations. Les facteurs biotiques intrinsèques et mésologiques extrin-

sèques varient souvent dans le même sens lorsqu'on compare la pluvisylve et la forêt de mousson ou la savane, et cela pourrait expliquer la grande différence que l'on constate au niveau de la diversité intrinsèque.

Ainsi, quoique la probabilité soit faible pour un écosystème forestier quelconque d'avoir définitivement atteint son stade évolutif extrême, il est tout à fait possible que certains aient eu une évolution plus poussée que d'autres, et, bien qu'il existe des situations floristiques comparables dans les trois grandes régions tropicales, des voies différentes ont pu être suivies sur le plan de l'évolution. On peut ainsi mieux comprendre l'accroissement des rendements souvent enregistré lorsqu'on cultive une plante en dehors de son domaine d'origine; cela est en grande partie dû à l'absence de parasites spécifiques et de prédateurs, mais ces derniers finiront par se multiplier et ils pourraient alors réduire la productivité au niveau atteint dans la région d'origine de la plante. Cela souligne la nécessité cruciale de conserver les pools génétiques représentés par les espèces sauvages et par les cultivars autochtones, car ils seront toujours utiles à la création de variétés résistantes aux maladies et aux ravageurs.

D'une manière générale, c'est l'hétérogénéité floristique qui caractérise la forêt intertropicale et les exemples précédents montrent que pour quelques espèces représentées par d'assez nombreux individus il existe inversement une multitude d'espèces représentées par un nombre très réduit d'individus, bien souvent par un seul exemplaire.

Le développement de la connaissance fondamentale des flores tropicales peut être illustré par les trois exemples suivants (qui montrent aussi les incertitudes auxquelles conduit l'emploi de documents anciens) : pour Madagascar, de 1917 à 1957, le nombre des espèces connues du genre *Ocotea* passe de 17 à 33 et celui des espèces connues du genre *Cryptocarya* de 18 à 33; pour le Zaïre, en 1896, on comptait 103 familles, 479 genres, 854 espèces; en 1940 ces nombres passent à 170 familles, 1 631 genres, 9 705 espèces; pour l'ensemble de l'Afrique au sud du Sahara, de 1954 à 1962 l'inventaire de la flore concernée s'accroît de 194 genres et de 3 550 espèces (auxquels il faudrait ajouter 980 unités infraspécifiques, tout en retenant aussi 2 803 modifications nomenclaturales).

Actuellement, en ce qui concerne la seule forêt tropicale, on peut dire que les flores africaines sont assez bien connues par rapport aux flores océaniques ou américaines par exemple.

En ce qui concerne l'identité des lianes, tout au moins sous l'aspect pratique de leur détermination rapide, la méconnaissance reste encore en général grande; on citera cependant pour la Côte-d'Ivoire l'intéressant travail de M. Obaton (1960) sur les structures anatomiques. Au sujet des appellations vernaculaires, aussi bien pour les lianes que pour les autres plantes, il y a lieu de noter qu'elles sont totalement insuffisantes pour réaliser des inventaires botaniques corrects, car une seule appellation groupe souvent plusieurs espèces parfois totalement différentes et, inversement, une seule espèce peut porter plusieurs noms.

En Afrique les déterminations sont peut-être meil-

leures qu'ailleurs, mais il reste encore une large part d'incertitude : Letouzey, pour le Cameroun, sur 0,5 hectare environ, pour les arbres (DBH  $\geq$  20 cm), rencontre 60 espèces dont 10 de détermination incertaine au niveau de l'espèce, du genre ou de la famille.

### Inventaires

A ces défauts de connaissance botanique s'ajoutent trop souvent les impératifs de temps de réalisation et d'interprétation, ainsi que le manque de documents de vulgarisation mettant les données scientifiques, lorsqu'elles existent, à la portée immédiate des utilisateurs. Bien souvent, les inventaires floristiques tropicaux se réduisent à des inventaires « forestiers », où seules les plantes ligneuses de dimensions appréciables, dépassant une certaine hauteur ou un certain diamètre plus accessible aux mesures, sont prises en compte. Ainsi ont été réalisés en Afrique et à Madagascar de nombreux inventaires, parfois sur de grandes surfaces, mais qui adoptent tous un diamètre minimal de base : 10 cm, 15 cm (Centre technique forestier tropical, sondages sur 100 000 ha au Cameroun), 20 cm (CTFT sur 30 000 ha en Centrafrique), voire 60 cm (Centre technique forestier tropical au Gabon). Au-dessous de 25 cm de diamètre, on constate toujours un rapide accroissement du nombre d'individus et l'identification de la totalité des espèces, qui croît elle aussi, devient beaucoup trop ardue.

Ces inventaires forestiers ont été établis avant tout dans un but économique bien qu'ils puissent fournir des données très importantes pour la biogéographie. Bien souvent on se borne même à recenser à l'avance les essences commerciales ou commercialisables; ils ne représentent donc qu'une première approche de l'analyse de l'écosystème forestier considéré.

La meilleure connaissance des écosystèmes forestiers tropicaux requiert donc une meilleure connaissance de la flore forestière dans son ensemble, indirectement de la flore tropicale en général et l'on doit déplorer la modicité des moyens accordés à cette science ainsi que le nombre restreint de botanistes se consacrant à de telles études, surtout sur le terrain. Ceci est particulièrement vrai pour l'Afrique. Les organismes régionaux et internationaux compétents ont un rôle non négligeable à jouer dans la promotion de ces études botaniques et l'établissement des flores locales, territoriales, régionales et peut-être plus tard continentales, voire des monographies de quelques grands genres, indispensables à la connaissance des écosystèmes forestiers tropicaux; ces impératifs doivent être considérés comme prioritaires. De même, la formation botanique, théorique et appliquée du personnel forestier appelé à réaliser des inventaires doit être sérieusement complétée et améliorée.

### Phytosociologie

Un inventaire floristique complet devrait être en mesure d'énumérer toutes les espèces figurant dans les diverses synusies : arbres, arbustes, plantes herbacées, lianes, épiphytes, saprophytes, phanérogamiques ou cryptogamiques, quelle que soit leur taille.

De tels relevés n'ont à ce jour été effectués que sur de très faibles surfaces, hors forêt bien souvent, et leur nombre ne dépasse pas au total quelques unités. Ils ont d'ailleurs été réalisés (Côte-d'Ivoire, Zaïre) avec l'arrière-pensée de mettre en évidence des groupements de végétaux, des « associations » végétales au sens large, et de justifier l'application à la flore tropicale des principes et des méthodes de la phytosociologie de l'école zuricho-montpellieraine ou autre ; ainsi ont procédé Mangenot (1955) pour la Côte-d'Ivoire, Lebrun et Gilbert (1954) pour le Zaïre, etc., malgré les difficultés incontestables d'application de notions telles que celles d'abondance-dominance, de recouvrement d'espèces caractéristiques, à la forêt tropicale. Les auteurs admettent en définitive l'importance plus grande, dans la situation actuelle en milieu tropical et sauf cas particuliers, des études taxonomiques de base que des études purement phytosociologiques, au sens strict du terme.

Un premier pas paraît néanmoins réalisé en ce sens avec la conception des espèces dominantes ou espèces prépondérantes (les termes « prépondérantes » et « dominantes » pouvant prêter à confusion) (bien définies par Schulz (1960) dont les travaux au Suriname sont basés sur des inventaires sinon exhaustifs du moins très poussés dans le détail, à partir de 560 quadrats de 10 m × 10 m). Par « espèces prépondérantes », il faut entendre celles qui, bien représentées, affichent une vitalité notable et ainsi modèlent la forêt où elles se trouvent. C'est en fait pratiquement à un tel concept, plus ou moins clairement perçu et exprimé, que tentent de se rallier forestiers et phytogéographes lorsqu'ils distinguent en Afrique, des forêts à *Brachystegia* et *Isobertinia*, à *Aucoumea klaineana* et *Saccoglottis gabonensis*, à *Brachystegia laurentii*, à *Antiaris-Chlorophora*. Les bases d'analyse et d'appréciation sont cependant extrêmement diverses et ne peuvent être considérées le plus souvent que sous la forme de désignations pratiques, à usage provisoire, ne reflétant parfois que de très loin la structure floristique de la forêt en cause.

Ces conceptions et appellations reposent d'ailleurs sur le seul fait suivant : dans toutes les forêts tropicales du monde, on constate, pour les arbres d'une certaine taille, que dans un périmètre donné et souvent assez étroit, une ou deux espèces sont très abondantes, quelques rares espèces sont abondantes et une multitude d'autres ne sont représentées que par un ou deux individus c'est le peuplement en mosaïque d'Aubréville. En dehors des exemples déjà cités, Aubréville (1964) a montré, à propos d'inventaires forestiers effectués sur 26 550 ha par sondage à 1 % dans la République centrafricaine, que pour 44 000 arbres (DBH ≥ 20 cm) représentant 170 espèces, 12 espèces de gros arbres sur 115 espèces représentaient 54 % du nombre des gros arbres et 13 espèces de petits arbres sur 150 espèces représentaient 50 % du nombre des petits arbres ; la proportion des petits arbres par rapport aux gros arbres pour les quatre principales des espèces communes aux deux types lui permettait de mettre en évidence le rôle important de ces quatre espèces dans le dynamisme de la forêt (bien que certaines d'entre elles

indiquent en fait des perturbations apportées antérieurement par l'homme au sein de cette forêt). Ch. Huttel (1975) fournit d'autres exemples de ce caractère phytosociologique.

### La flore

Malgré la grande part d'incertitude signalée quant à la connaissance floristique des milieux tropicaux, il est actuellement possible d'avoir une idée de la répartition approximative de certaines familles et de certains genres de végétaux supérieurs à l'échelle intercontinentale ou continentale et de certaines espèces à l'échelle continentale ou régionale.

Les familles spécifiquement intertropicales sont de faible importance par le nombre de genres et d'espèces, souvent monogénériques et de position systématique incertaine, n'occupant parfois que des aires extrêmement restreintes ; ce sont en Afrique les Medusandraceae (2 g., 6 esp.), Dioncophyllaceae (3 g., 3 esp.), Pandaceae (2 g., 9 esp.), Hoplestigmataceae (1 g., 2 esp.), Scytopetalaceae (5 g., 32 esp.), Cyanastraceae (1 g., 4 à 6 esp.) ; on trouve à Madagascar et aux Seychelles les Humbertiaceae (1 g., 1 esp.), Geosinidaceae (1 g., 1 esp.), les Didymleaceae (1 g., 1 esp.). Certaines espèces chevauchent parfois deux continents : (Cténolophonacées et Irvingiacées d'Asie et d'Afrique, Rapatéacées d'Afrique et d'Amérique. Par contre, pour certaines familles très souvent pantropicales, à nombreux genres et espèces, nulle n'est rigoureusement inféodée au milieu intertropical car toutes ont des représentants en milieu extratropical, telles les Annonacées, Bombacacées, Césalpinniacées, Ebénacées, Lauracées, Moracées, Myrtacées, Palmiers, Sapotacées, Zingibéracées, etc. L'origine de ces éléments égarés est à rechercher dans des phénomènes de nature paléogéographique.

Un autre aspect du problème concerne le contact ou l'éventuel mélange de flores forestières tropicales et tempérées ; à l'exception de l'Afrique septentrionale où existe une nette solution de continuité, ces contacts sont observables en plusieurs points du globe et ont fait l'objet d'études particulières.

### Problèmes de répartition

Beaucoup plus importantes et liées encore à des phénomènes paléogéographiques sont les répartitions de certaines sous-familles ou de certains genres sur des continents déterminés. Le problème n'a en fait été abordé et plus ou moins quantifié que pour quelques familles, alors que pour d'autres, également importantes par leur nombre de genres et d'espèces, répandues en plusieurs points du globe, parfois moins bien connues du point de vue systématique, les renseignements dont on dispose sont fragmentaires et incertains ; il en est ainsi pour les Annonacées, Ebénacées, Euphorbiacées, Sapindacées, Rubiacées, Violacées, etc. Il s'agit souvent d'arbustes de sous-bois pour lesquels des genres entiers, extrêmement riches en espèces, nécessitent des études restées jusqu'à ce jour embryonnaires (*Psychotria* pantropical avec 800 espèces, *Ixora* pantro-

pical avec 400 espèces, *Rinorea* pantropical avec 350 espèces, *Ouratea* pantropical avec 300 espèces, *Drypetes* pantropical avec 200 espèces, *Pavetta* paléotropical avec 400 espèces, *Memecylon* paléotropical avec 300 espèces, *Elaeocarpus* océanien et asiatique avec 250 espèces et deux espèces à Madagascar ; il s'agit aussi de plantes lianescentes ou herbacées, terrestres ou épiphytes, à genres comportant de multiples espèces (*Alpinia*, *Begonia*, *Peperomia*, *Piper*) ; tous ces éléments constituent souvent des fragments non négligeables, floristiquement et biologiquement, des écosystèmes forestiers.

Il est en réalité difficile, dans l'état actuel des connaissances et des publications botaniques, de faire un inventaire, limité au niveau des familles et des genres, des composants des forêts africaines et malgaches. Les ouvrages modernes, utilisables pour une telle entreprise, tels le « Willis, *Dictionary of the flowering plants and ferns* » (Airy Shaw, 1973), le « Engler, *Syllabus der Pflanzenfamilien* » (Melchior, 1964), voire le « Chadefaud et Emberger, *Traité de botanique systématique* » (Emberger, 1960), ne font évidemment pas de distinction entre espèces intertropicales ou subtropicales forestières et espèces non tropicales ou extraforestières (mais parfois en limite latitudinale ou altitudinale de forêts intertropicales) ; les nombres que l'on peut trouver dans ces ouvrages quant au nombre d'espèces par genre ou de genres par famille varient, parfois dans des proportions notables, les écarts pouvant souvent dépasser 20 % ; l'explication de ces différences provient pour une part de nouvelles descriptions d'espèces, beaucoup plus rarement de genres et, pour ceux-ci, la conception des délimitations génériques peut influencer fortement sur le nombre d'espèces attribuées à ces genres ; en règle générale, on a retenu ici, pour les espèces, les nombres supérieurs relevés qui sont plus proches de la réalité ; en cas de dissemblances accusées, les nombres minimaux et maximaux ont été indiqués. Dans la mesure du possible n'ont été retenus que les familles et les genres se rencontrant en forêts intertropicales, le nombre des espèces par genre, souvent fourni, ne donnant qu'une indication sur le « poids » de ces genres au sein du monde forestier tropical ; l'absence d'un tel nombre indique par contre que le genre considéré est beaucoup mieux représenté en milieu tempéré ; parfois aussi cette absence se rapporte à des genres secondaires quant au nombre d'espèces mais importants sur le plan phytogéographique ou phytosociologique, car ils constituent des genres remarquables, comportant souvent des espèces prépondérantes ou importantes sur le plan économique.

La répartition des genres, voire de certaines espèces se limite aussi à de grandes unités géographiques et c'est ainsi que les îles avoisinant Madagascar sont adjointes à la région principalement orientale de cette grande île et que l'Afrique recouvre l'Afrique forestière humide et parfois l'Afrique forestière sèche australe voire boréale. Des divisions floristiques ont été introduites par Engler en 1910 en ce qui concerne l'Afrique.

La valeur réelle de la tentative de répartition détaillée de familles et de genres doit être considérée avec quel-

ques réserves, compte tenu des difficultés précédemment exposées. La présentation de cet ensemble, portant sur une centaine de familles (beaucoup de petites familles monogénériques ou monospécifiques et d'importance secondaire ont été négligées), ne peut obéir à une disposition à la fois logique et pratique ; cette présentation fêste donc très critiquable.

### La répartition des familles et des genres

#### *Gymnospermes*

Assimilées ici aux Conifères des forestiers, ces plantes, toujours mélangées aux feuillus sous les tropiques, représentent des éléments à caractère relictuel sur le plan paléobotanique, souvent localisés en altitude, avec une aire étroite voire endémique. Trois genres de Gymnospermes sont à signaler en Afrique et à Madagascar : *Podocarpus* (Afrique et Madagascar), *Juniperus* (Afrique orientale) *Gnetum* (Afrique).

La famille des Podocarpacees est importante dans tout l'hémisphère austral avec le genre *Podocarpus* mais une dizaine d'espèces seulement sur 100 vivent à Madagascar et en Afrique, sur les montagnes d'Afrique méridionale, centrale et orientale, atteignant l'Éthiopie vers le Nord.

Aux Cupressacées se rattache l'espèce *Juniperus procera*, qui n'existe que sur les montagnes d'Afrique orientale, entre 2 000 et 3 000 m, de l'Éthiopie au Malawi.

#### *Familles subtropicales ou extratropicales*

Ces familles (présentées par ordre alphabétique) sont représentées en Afrique et à Madagascar, en milieu intertropical et souvent en montagne, principalement par des arbres et arbustes.

Astéracées (Composées) (900/13 000-20 000, cosmopolite) : *Brachylaena*, quelques arbres à Madagascar et en Afrique ; *Vernonia* (600-1 000), pantropical et extraforestier, quelques arbres en milieu forestier.

Cunoniacées (26/200-350), hémisphère Sud : *Weinmannia* (150-190), plus de 20 espèces à Madagascar, toutes endémiques.

Éricacées (50-80/1 300-2 500, cosmopolite, le plus souvent en montagne sous les Tropiques).

*Erica* (500-800, surtout Afrique du Sud, montagnes d'Afrique orientale) ; *Vaccinium* (200-400, hémisphère Nord, 4 espèces à Madagascar, Afrique du Sud) ; *Agauria* (7 espèces) et *Philippia* (40 espèces), région malgache ; une ou deux espèces de ces deux derniers genres en Afrique.

*Hamamélidacées* (25/120, régions tempérées chaudes et subtropicales), centrées sur l'Asie orientale, se retrouvent sous forme disjointe sur tous les continents, un seul genre à Madagascar.

Monimiacées (et Siparunacées) (25-34/300-450, surtout hémisphère Sud avec prolongements jusqu'au tropique du Cancer en Extrême Orient et en Amérique ; nombreuses disjonctions, absent de la région guineo-congolaise (1 g : *Glossocalyx*) ; 1 genre en Afrique orientale ; 6 genres et plus de 35 espèces à Madagascar.

Myrsinacées (35/1 000, régions chaudes et tempérées chaudes) : *Ardisia* (400) pantropical ; *Embelia* (130),

paléotropical ; *Maesa* (200), paléotropical ; *Rapanea* (200), pantropical.

Myrtacées (100/3 000, régions chaudes et tempérées chaudes).

*Eugenia* (600-1 000), pantropical ; *Syzygium* et *Jambosa* (500), paléotropicaux ;

Oléacées (30/600, régions tempérées et tropicales, surtout en Asie orientale) : *Olea* (20-60), paléotropical, quelques espèces en Afrique et à Madagascar.

Pittosporacées (9/240, régions chaudes et tempérées chaudes paléotropicales et surtout en Australie) : *Pittosporum* (200), paléotropical avec seulement quelques espèces en Afrique et à Madagascar.

Protéacées (60/1 000-1 400, avec 600 espèces en Australie et 300 en Afrique du Sud, répandues ailleurs dans l'hémisphère Sud avec des prolongements vers le Nord en Afrique et en Asie, mais souvent espèces extra-forestières). Il n'y a pas de Protéacées en Afrique humide ; une seule espèce d'un genre endémique à l'est de Madagascar : *Dilobeia* à thonaisii.

Théacées (Ternstroemiacées) (35/600, régions intertropicales et subtropicales surtout montagneuses), un genre à Madagascar.

Wintéracées (7/120, régions tempérées chaudes avec aires disjointes), une espèce à Madagascar.

#### Familles cosmopolites

Ces familles sont importantes en milieu intertropical africain et représentées principalement par des arbres et arbustes.

Boraginacées (et Ehrétiacées) (100/2 000) : *Cordia* (*Sebestena*) (250), pantropical.

Célastracées (60/850), en fait assez mal représentées en milieu forestier intertropical.

Euphorbiacées (300/5 000-10 000 ?) : *Antidesma* (170), quelques espèces à Madagascar et en Afrique ; *Croton* (750), pantropical (régions humides et régions sèches) ; *Drypetes* (200), pantropical ; *Macaranga* (280), paléotropical ; *Mallotus* (150), paléotropical (quelques espèces seulement à Madagascar et en Afrique) ; *Sapium* (120), pantropical ; *Uapaca* (50), Madagascar et Afrique.

Graminées (Poacées) (700/8 000-10 000). Cette importante famille n'est représentée en milieu forestier intertropical que par quelques genres et espèces herbacées d'une part, et d'autre part par la sous-famille des Bambusoïdées (40-100/500) groupant des bambous de différentes tailles, érigés ou lianescents qui, en montagne ou en région sèche particulièrement, peuvent former des peuplements dans toutes les zones intertropicales bien qu'étant de faible importance en Afrique ; leur rôle dans le sous-bois de forêts denses humides, surtout dans les forêts tropicales de type semi-caducifolié ou dégradées, est loin d'être négligeable.

Légumineuses. Le groupe des Légumineuses (ou Fabacées) est divisé en trois familles largement répandues de par le monde, mais d'inégale importance en ce qui concerne les écosystèmes forestiers tropicaux.

• La famille des Papilionacées (ou Faboïdées) (400-600/9 000-12 000) est essentiellement représentée par deux tribus (Dalbergiées et Sophorées), accessoirement par des arbres, arbustes et lianes appartenant à d'autres tribus (*Milletia* (180), pantropical) ; le nombre de ces Papilionacées ne dépasse guère 1 200 espèces au total.

Parmi les Dalbergiées : *Dalbergia* (300), pantropical, avec de nombreuses lianes ; *Derris* (100), surtout paléotropical ; *Lonchocarpus* (150), Afrique et Amérique, quelques espèces en Australie ; *Pterocarpus* (100), pantropical.

Parmi les Sophorées : *Baphia* (60), Madagascar et Afrique (avec une espèce à Bornéo).

A ces Papilionacées s'ajoutent des genres moins importants mais remarquables sur les plans phytosociologique ou économique :

*Pericopsis* (*Afrormosia*) paléotropical et *Andira* neotropical, avec une espèce atteignant l'Afrique.

• La famille des Mimosacées (ou Mimosoïdées) (40-50/2 000) occupe une place restreinte dans les zones humides. Les importants genres *Acacia* (800) et *Mimosa* (500) étant pratiquement exclus de ces zones. *Pithecellobium* (et *Samanea*) (200, avec quelques espèces en Afrique), *Calliandra* (150) sont présents en Asie et à Madagascar ; le genre *Albizia* (150) est surtout paléotropical.

A ces Mimosacées s'ajoutent encore des genres moins importants mais remarquables sur les plans phytosociologique ou économique : soit paléotropical (*Xylocarpus*, surtout Madagascar et Afrique), soit africains (*Calpocalyx*, *Cylindrodiscus* avec *C. gabunensis*), soit commun aux continents africain et américain (*Pentaclethra*).

• La famille des Césalpiniacées (ou Césalpinioïdées) (100-150/2 200) est particulièrement bien représentée dans les forêts intertropicales des zones humides ou sèches, surtout par des arbres et arbustes. Les grands genres sont rares au sein de cette famille : *Caesalpinia* (120), *Cynometra* (70), tous pantropicaux ; de nombreux genres ne sont représentés que par quelques espèces et les genres monospécifiques sont fréquents.

A propos de cette famille et des Légumineuses en général, bien représentées en Afrique et en Amérique, beaucoup moins en Océanie et en Asie, Aubréville (1961) a établi des comparaisons entre les deux premiers continents, tout au moins entre les flores guinéo-congolaise (95 genres : 18 Papilionacées, 13 Mimosacées, 64 Césalpiniacées) et guyano-amazonienne (106 genres : 47 Papilionacées, 19 Mimosacées, 40 Césalpiniacées) les plus représentatives de ces continents, cela cependant pour les arbres de taille notable uniquement. Cet auteur fait apparaître, en ce qui concerne les Césalpiniacées, la prépondérance des Cynométrées-Amherstiées en Afrique et des Sclérolobiées en Amérique, avec des genres communs (*Cassia*, *Copaifera*, *Crudia*, *Cynometra*, *Guibourtia*) ; de même il souligne la prépondérance de certains genres en Afrique (*Dialium*, 25 espèces pour 1 américaine) ou au contraire en Amérique (*Copaifera*, 30 espèces pour 5 africaines) ; *Swartzia*, 100 espèces pour 2 africaines).

L'Afrique centrale humide représente un foyer de concentration des Césalpiniacées avec en particulier :

62 genres et 175 espèces dans le domaine floristique camerouno-gabonais, 48 genres et 100 espèces dans le domaine congolais, 42 genres et 81 espèces dans le domaine ouest-africain (Aubréville, 1968). Il faut noter, pour cette Afrique centrale humide, que les grands genres de Césalpiniacées sont beaucoup moins riches que les grands genres américains ; seules peuvent être relevées de 10 à 30 espèces pour chacun des genres : *Anthoantha*, *Berlinia*, *Brachystegia*, *Dialium*, *Gilbertiodendron*, *Hymenostegia*, *Monopetalanthus*, malgré l'adjonction possible à certains d'entre eux de petits genres très voisins.

Comme pour les deux précédentes familles, à toutes les Césalpiniacées ci-dessus mentionnées, viennent s'ajouter des genres moins importants mais encore remarquables sur les plans phytosociologique ou économique : *Peltophorum*, pantropical ; *Azelia* (et *Intsia*), *Erythrophloeum*, tous deux paléotropicaux ; *Sindora*, essentiellement en Malésie et en Asie, avec une espèce africaine ; *Distemonanthus* (*D. benthamianus*), *Gossweilerodendron*, *Oxystigma*, *Scorodophloeus* et *Tessmannia* des forêts humides africaines.

Palmiers (Arécacées). Cette famille cosmopolite, avec quelque 200 à 240 genres et 2 800 à 3 400 espèces, joue un rôle non négligeable dans les sous-bois des forêts humides, de plaines ou de montagnes malgaches assez souvent sur les sols frais ou marécageux ou inondables ; ce rôle est par contre beaucoup plus restreint en Afrique où les Palmiers n'existent plus en forêts de montagne.

Quant à la répartition des Palmiers, les nombres cités par Moore (Meggers *et al.*, 1973) sont particulièrement significatifs, même si l'on ramène ces nombres aux seules zones intertropicales, humides ou sèches, les Palmiers ne vivant pas nécessairement sous climat chaud et humide car il existe des Palmiers de régions désertiques, de haute montagne et qui supportent la neige et le gel.

Sous les Tropiques orientaux, on compte 97 genres et 1 385 espèces ; à Madagascar, îles Mascareignes et Seychelles, ces nombres se réduisent à 29 et 132 ; en Afrique, ils ne sont plus que 16 et 117 ; en Amérique du Sud ils montent à 64 et 837, enfin en Amérique du Nord à 48 et 339.

Le pourcentage d'endémicité est partout important et dépasse largement 80 % dans les régions extrêmes-orientales (92 sur 97) et malgache (25 sur 29) ; certains groupes sont uniquement paléotropicaux (Phoenicoïdées, Borasoïdées, Nipoïdées, Caryotoïdées, Podococcoïdées) ; d'autres uniquement néotropicaux (Pseudophoenicoïdées, Iriar-teoïdées, Géonomoïdées, Phylelephantoidées).

Rhamnacées (60/900), en fait assez mal représentées en milieu forestier intertropical et surtout par des lianes appartenant aux deux genres ci-après : *Gouania* (70), pantropical ; *Ventilago* (40), Océanie et Asie (quelques espèces à Madagascar et en Afrique).

Rosacées (200/2 000-3 000). Famille cosmopolite, particulièrement bien représentée dans l'hémisphère Nord. Seul le genre *Pygeum* (*Prunus*, *Laurocerasus*, 90) paléotropical, surtout malésien, revêt quelque importance en milieu forestier intertropical.

Rubiacées (450-500/7 000). Les genres importants sont nombreux en milieu intertropical, souvent sous forme d'arbustes de sous-bois : *Canthium* (*Plectronia*) (200), paléotropical ; *Cephaëlis* (*Uragoga*, 200), pantropical, surtout américain ; *Grumilea* (100), paléotropical ; *Ixora* (400), pantropical, surtout malésien ; *Lasianthus* (100), paléotropical, surtout malésien ; *Mussaenda* (200), paléotropical ; *Pavetta* (400), paléotropical ; *Psychotria* (800), pantropical ; *Randia* (genre souvent démembré, 300), pantropical ; *Sabicea* (100), malgache, africain et américain ; *Tarenna* (*Chomelia*, 400), paléotropical.

Parmi les genres, très peu nombreux, remarquables sur le plan économique : *Coffea*, africain et malgache.

Rutacées (et Flindersiacées, 150/900-2 000 ?) : *Fagara* et *Zanthoxylum* (250) pantropicaux.

Thyméléacées (50/650), surtout paléotropicales et en fait mal représentées en milieu forestier intertropical ; cependant 2 genres en Afrique et 1 genre à Madagascar.

Ulmacées (15/200) : *Celtis* (80), pantropical (et de régions tempérées).

Violacées (20/900) : *Rinorea* (350), pantropical, surtout africain, et en Afrique le si étrange genre endémique *Gymnorinorea* dont le fruit s'ouvre après la fécondation.

#### Familles intertropicales

Il s'agit de familles à aire restreinte, souvent continentale, représentées par des arbres et arbustes principalement.

Avicenniacées (2/15), Rhizophoracées (16/120), Sonneratiacées (Blattiacées) (2/7).

Ces trois familles renferment les constituants essentiels des mangroves. Alors que les Avicenniacées, avec le seul genre *Avicennia* (14), sont répandues partout, les Rhizophoracées renferment quant à elles, et en ce qui concerne les mangroves, outre deux genres secondaires (*Ceriops* et *Kandelia*), un genre paléotropical, mais absent de l'Afrique atlantique (*Bruguiera* avec 6 espèces) ainsi qu'un genre pantropical (*Rhizophora* avec 8 espèces, celles-ci étant localisées, en particulier *R. conjugata* et *R. mucronata* en Asie et en Afrique orientale, *R. racemosa* en Afrique et en Amérique atlantique, *R. mangle* en Afrique atlantique et en Amérique atlantique et pacifique, se retrouvant même en Nouvelle-Calédonie). Les Sonneratiacées, avec le genre *Sonneratia* (7), entourent l'océan Indien et débordent sur les rives occidentales de l'océan Pacifique. Beaucoup d'auteurs ont souligné cette répartition des espèces des mangroves, en particulier Van Steenis (1958a), Schnell (1971) et beaucoup d'autres.

Dichapétalacées (*Chaillétiacées*) (4/250). Localisée en Afrique et à Madagascar et représentée surtout par le genre *Dichapetalum* (220).

Diptérocarpacées. Cette famille groupe environ 20 genres et quelque 400-600 espèces, son domaine d'élection est le Sud-Est asiatique et la Malésie, sauf la Nouvelle-Guinée. Groupés au sein de la sous-famille des Diptérocarpoïdes (représentée aussi aux îles Seychelles), des représentants de cette famille vivent surtout en forêts humides. Quelques autres représentants de la famille ne se rencontrent par contre qu'à Madagascar et en Afrique : il s'agit

de la sous-famille des Monotoïdées, dont l'habitat principal est celui des forêts sèches (et des formes dégradées qui en dérivent), avec les deux seuls genres *Marquesia* et *Monotes*, le premier avec néanmoins 1 espèce en forêt humide gabonaise.

Humiriacées (8/50). Localisée en Amérique, avec cependant une espèce (*Saccoglottis gabonensis*) au long de la côte occidentale africaine.

Pandanacées (3/900). Famille paléotropicale, dont les espèces, à port très particulier, vivent le plus souvent sur terrains marécageux, ou au bord de la mer : *Pandanus* (630), paléotropical, arbres ou arbustes.

Sarcolaenacées (*Chlaenacées*, 8/40). Localisée à Madagascar où elle participe largement à la constitution des forêts sèches dans le domaine occidental, mais avec plusieurs genres et espèces en forêt humide.

Vochysiacées (6/200). Localisée en Amérique, avec cependant un genre (*Eriomadelpus*) en Afrique de l'Ouest.

#### Familles pantropicales

##### Arbres et arbustes

Agavacées (20/670) : *Dracaena* (150), paléotropical.

Annonacées (120/2 100) : *Artabotrys* (100), paléotropical, lianes essentiellement ; *Polyalthia* (150), paléotropical, surtout Malésie ; *Popowia* (100), paléotropical ; *Uvaria* (180), paléotropical, lianes essentiellement ; *Xylopi* (160), pantropical, surtout africain.

Apocynacées (200/2 000) : *Alstonia* (60), paléotropical, surtout en Océanie, Malésie et Asie ; *Alyxia* (130), Océanie, Asie et Madagascar ; *Ervatamia* (100), Océanie, Asie et Madagascar ; *Landolphia* (60), Madagascar et Afrique, lianes essentiellement ; *Rauvolfia* (100), pantropical (sauf Australie) ; *Strophanthus* (60), Malésie, Asie, Madagascar et Afrique, lianes essentiellement ; *Tabernaemontana* (140), Afrique et Amérique.

Araliacées (50-70/700, surtout en Océanie, Malésie et Amérique) : *Dendropanax* (*Gilibertia*) (80), pantropical ; *Didymopanax* (40), néotropical ; *Oreopanax* (120), néotropical ; *Polyscias* (80), paléotropical mais rare en Afrique ; *Schefflera* (200), pantropical.

Bignoniacées (120/800).

Bombacacées (20-30/200, surtout en Amérique) : *Bombax* (genre souvent démembré, 60), surtout Amérique ; *Ceiba* (20), pantropical.

Burséracées (20/600) : *Canarium* (70), paléotropical ; *Protium* (90), Malésie, Asie, Madagascar et surtout Amérique.

A ces genres s'ajoutent, moins importants en nombre d'espèces mais notables au point de vue phytosociologique ou économique : *Aucoumea* (*A. klaineana* d'Afrique centrale), *Dacryodes* (*Pachylobus*) pantropical (surtout africain).

Chrysobalanacées (12/400, surtout en Amérique) : *Acia* (30), Afrique (et quelques espèces en Amérique) ; *Hirtella* (90) Amérique (et quelques espèces en Afrique et à Madagascar) ; *Magnistipula* (10), Afrique ; *Maranthes* (10, surtout en Afrique) et *Parinari* (60), pantropicaux.

Combrétacées (20/600) : *Anogeissus*, Asie et Afrique ; *Combretum* (250), pantropical (sauf Australie), avec de nombreuses lianes ; *Terminalia* (250), pantropical.

Dilléniacées (10/400, surtout en Australie, rare en Afrique) : *Dillenia*, îles Seychelles ; *Tetracera* (60), pantropical, liane.

Ébénacées. Le genre *Diospyros* (*Maba* inclus), qui constitue l'essentiel de cette famille, groupe près de 500 espèces vivant dans toutes les régions intertropicales sans exception, surtout en forêts humides, mais aussi en forêts sèches ; il atteint d'autre part toutes les régions tempérées chaudes. Pour l'Afrique, prenant ce genre en exemple, White (1971) a montré les relations d'interdépendance entre taxonomie, chorologie et écologie.

Élaeocarpacees (12/400, régions chaudes et tempérées chaudes) avec 2 espèces à Madagascar ; totalement absent de l'Afrique.

Érythroxylicées (4, mais 1 seul important/250) : *Erythroxylum* (250), pantropical, surtout Madagascar et Amérique et 2 espèces en Afrique.

Flacourtiacées (Samydacées incluses) (90/1 300) : *Casearia* (160), pantropical ; *Homalium* (200), pantropical.

Guttifères (Clusiacées) et Hypéricacées (40-50/1 000) : *Garcinia* (200-400), paléotropical, surtout Asie ; *Mammea* (*Ochrocarpos*, 50), paléotropical, surtout Océanie et Malésie (25), ainsi qu'à Madagascar (20, et quelques espèces en Afrique et en Amérique) ; *Rheedia* (40), Amérique (et quelques espèces à Madagascar) ; *Symphonia* (20), surtout Madagascar (18, quelques espèces en Afrique et en Amérique) ; *Vismia* (40), Amérique (et quelques espèces en Afrique).

Lauracées (30/2 500) : *Beilschmiedia* (200), pantropical (bien représenté à Madagascar et en Afrique) ; *Cryptocarya* (250), pantropical (mais absent de l'Afrique centrale, seulement en Afrique du Sud et à Madagascar) ; *Ocotea* (et *Nectandra*, 400) Madagascar et Amérique, rare en Afrique.

Lécythidacées (surtout néotropical) et Barringtoniacées (surtout paléotropical) (20/400 au total) : *Barringtonia* (40), paléotropical ; *Petersianthus*, 1 espèce (*P. macrocarpus*) en Afrique ; *Foetidia* (5) à Madagascar ; *Crateranthus* (3) et *Napoleonea* (8) en Afrique de l'Ouest.

Loganiacées (et Strychnacées) (18/500) : *Strychnos* (200), pantropical, avec de très nombreuses lianes.

Malpighiacées (60/800, surtout en Amérique du Sud) : *Heteropteris* (et *Banisteria*) (160), néotropical (et une espèce en Afrique).

Mélastomatacées (et Mémécylacées) (200-240/4 000, surtout en Amérique) : *Memecylon* (300), paléotropical.

Méliacées (50/1 400) : *Guarea* (170), Amérique (et quelques espèces en Afrique) ; *Trichilia* (300), Madagascar, Afrique et Amérique. Cette famille renferme également plusieurs genres beaucoup moins riches en nombre d'espèces mais importants du point de vue économique, beaucoup plus rarement du point de vue phytosociologique : *Melia*, paléotropical ; *Sandoricum*, Malésie et Maurice ; *Entandrophragma*, *Khaya* (présent aussi à Madagascar), *Lovoa* et *Turraeanthus* africains ; *Carapa* (avec quelques espèces en Afrique).

Moracées (60/1 500) : *Dorstenia* (170), Afrique et Amérique ; *Ficus* (1 000), pantropical et renfermant beaucoup d'épiphytes et étrangleurs.

A ces trois genres importants s'ajoutent quelques autres, moins riches en nombre d'espèces, mais économiquement intéressants : *Antiaris*, paléotropical ; *Chlorophora*, Madagascar, Afrique et Amérique ; et le genre *Musanga* africain, avec une seule espèce très banale (*M. cecropioides*). Ce dernier est capable de former des peuplements, mais ce genre est en fait absent des forêts primitives et ne prend rapidement de l'extension que dans les forêts remaniées.

Myricacées (18/300, dominant en Asie) : cependant *Pycnanthus* (*P. angolensis*), Afrique et 5 genres à Madagascar.

Ochnacées (30-40/600) : *Lophira* (*L. alata*), Afrique ; *Ochna* (90), Asie et Afrique ; *Ouratea sensu lato* (300), pantropical, surtout Afrique et Amérique.

Olacacées (25/250) : *Coula* (*C. edulis*), Afrique ; *Heisteria* (60), Amérique (et quelques espèces en Afrique) ; *Strombosia*, paléotropical.

Sapindacées (150/2 000) : *Allophylus* (190), pantropical ; *Paullinia* (180), néotropical, lianes essentiellement.

Sapotacées. Cette importante famille, une des plus représentatives de la flore forestière intertropicale, demeurée longtemps peu étudiée, a fait l'objet d'analyses approfondies récentes de la part d'Aubréville (1965a). Les 126 genres reconnus par cet auteur, et qui se rencontrent surtout dans les zones intertropicales humides, beaucoup plus rarement dans les zones intertropicales sèches, groupent de 600 à 800 espèces ; d'autres auteurs n'admettent que de 40 à 80 genres pour cette famille.

La répartition du nombre de genres par continent est assez équilibré ; également l'endémicité continentale pour la majorité d'entre eux, endémicité que l'on retrouve même au niveau des tribus ; ainsi 42 genres (dont 38 endémiques) se rencontrent en Océanie et en Asie ; 44 genres (dont 39 endémiques) peuplent Madagascar et l'Afrique et 47 genres (dont 43 endémiques) vivent en Amérique.

Un vaste ensemble groupant quatre tribus (Chrysophyllées, Malacanthées, Planchonellées, Poutériées) ainsi que celle des Manilkarées, est véritablement pantropical alors que les neuf autres tribus reconnues sont plus régionalement localisées. Seul le genre *Manilkara* (80 espèces environ) est, au sein de cette famille, pantropical mais surtout africain et américain ; l'importance des autres genres est très variable et la tribu des Poutériées, particulièrement en Amérique du Sud (21 genres), représente une prolifération de genres (36 délimités à ce jour au total) encore bien mal connus. D'une manière générale, des recherches plus approfondies sont nécessaires quant à cette famille, notamment en Océanie et en Amérique.

Aux principaux genres (en dehors de *Manilkara*), bien représentés hors d'Afrique quant au nombre d'espèces, s'ajoutent quelques autres, surtout malgache (*Faucherea*), africains (*Aningueria*, *Austranella*, *Baillonella*, *Gambeya*, *Tieghemella*), qui ont quelque importance sur les plans phytosociologique ou économique.

Simaroubacées et Irvingiacées (24/120) : *Quassia* (*Simarouba*) (40), Amérique (et quelques espèces en Afrique).

Les Irvingiacées (faisant partie des *Ixonanthacées* pour certains auteurs, famille elle-même incorporée aux Linacées par d'autres) groupent trois genres phytosociologiquement importants en Afrique : *Desbordesia* (*D. glaucescens*), *Irvingia* et *Klainedoxa*, ces trois genres étant peu remarquables par ailleurs quant aux nombres d'espèces.

Sterculiacées (60-70/1 000) : *Byttneria* (90), pantropical ; *Cola* (120), Afrique, d'intérêt économique ; *Sterculia* (300), pantropical.

Les genres *Heritiera* (et *Tarrietia*) (30), paléotropical et *Mansonia*, asiatique et africain, ainsi que le genre *Triplachiton* (*T. scleroxylon*), uniquement africain, ont un intérêt certain sur les plans phytosociologique et économique.

Tiliacées (50/450) : *Grewia* (160), paléotropical.

Verbénacées (75-100/3 000) : *Premna* (200), paléotropical ; *Vitex* (270), pantropical.

#### Lianes

Parmi les genres les plus caractéristiques mentionnés ci-dessus, plusieurs sont en partie ou en totalité représentés par des lianes : *Dalbergia* (Papilionacée), *Gouania* et *Ventilago* (Rhamnacées), *Artabotrys* et *Uvaria* (Annonacées), *Landolphia* et *Strophanthus* (Apocynacées), *Combretum* (Combrétacées), *Strychnos* (Loganiacées), *Paullinia* (Sapindacées). A ces lianes pourraient être ajoutés les *Ficus* (Moracées) étrangleurs, et diverses Aracées lianescentes. Tous ces genres appartiennent cependant à des familles où les arbres et les arbustes dominent en nombre et en importance.

Par contre, certaines familles sont beaucoup plus riches en lianes qu'en arbres ou arbustes.

Aristolochiacées (7/600), pantropicale : *Aristolochia* (500).

Connaracées (16-24/400), pantropicale et surtout paléotropicale : *Conarus* (100), pantropical.

Hippocratéacées (18/300), pantropicale : *Hippocraetea* (120), pantropical ; *Salacia* (genre souvent démembré) (200), pantropical.

Ménispermacées (65/420), pantropicale.

Passifloracées (12/600, surtout africaine et américaine) : *Adenia* (100), paléotropical, surtout en Afrique ; *Passiflora* (500), surtout en Amérique.

Pipéracées (5/800-2 000 ?), pantropicale (Pépéromiacées herbacées exclues) : *Piper* (700-1 900 ?), pantropical peu fréquent en Afrique.

#### Plantes herbacées

On ne mentionnera que les principales familles, un grand nombre d'herbes forestières pouvant par ailleurs appartenir à d'autres familles.

Acanthacées (250/2 600), régions chaudes, surtout en Malésie, en Afrique et en Amérique, rares en régions tempérées.

Aracées (115/2 000), régions chaudes, surtout en Malésie et Amérique du Sud, rares en régions tempérées ; plantes terrestres ou souvent grimpantes, voire lianescentes, parfois épiphytes. Nombreux genres importants : *Amorphophallus* (100), paléotropical ; *Arisaema* (et *Alocasia*) (150), pantropical, sauf Australie et Amérique du Sud ; *Pothos* (70), (une espèce à Madagascar) ; *Rhaphidophora* (100), Malésie (et une espèce en Afrique).

Commélinacées (40/600), régions chaudes, surtout en Afrique et en Amérique, rares en régions tempérées. Certains genres sont exclusivement forestiers, d'autres à la fois forestiers et extraforestiers.

Cypéracées (70-90/4 000) ; famille en réalité cosmopolite, bien représentée sous les tropiques en milieu extraforestier et par un nombre limité d'espèces en forêt, particulièrement sur terrains marécageux, exceptionnellement sur sols fermes (*Mapania* (80), pantropical ; *Hypolytrum*).

Gesnériacées (120-140/2 000), peu nombreuses en Afrique, plus nombreuses à Madagascar.

Marantacées (30/400), régions chaudes, surtout en Afrique et en Amérique ; souvent capables de prendre une grande extension en forêts remaniées.

Pépéromiacées (4/1 000), pantropicale (souvent rattachée aux Pipéracées) : *Peperomia* (1 000), pantropical, surtout en Amérique ; souvent épiphytes.

Zingibéracées (et Costacées) (50/1 500), régions chaudes, surtout paléotropicales souvent capables de prendre une grande extension en forêts remaniées. Nombreux genres importants : *Aframomum* (50), Afrique ; *Costus* (150), pantropical, surtout Afrique et Amérique ; *Hedychium* (50), Malésie, Asie (et deux espèces à Madagascar) ; *Renanthera* (70) Afrique et Amérique.

A ces familles de plantes herbacées doivent être ajoutées les Fougères terrestres qui, appartenant à diverses familles de Ptéridophytes et à divers genres, occupent une place appréciable dans les sous-bois des forêts intertropicales, en particulier de type humide. Elles font souvent partie de familles et de genres pantropicaux dont la systématique et la nomenclature ne sont pas toujours parfaitement assises, ce qui rend très difficile tout travail de généralisation. A noter l'importance physiologique des Fougères arborescentes, en zones accidentées ou montagneuses le plus souvent, tant en Océanie qu'en Asie ; cette importance est nettement moindre en Afrique et en Amérique.

#### *Épiphytes, parasites et saprophytes*

On ne mentionnera que les principales familles où sont représentées de telles plantes, qui peuvent aussi se rencontrer dans des familles particulières d'importance secondaire ou appartenir à d'autres déjà indiquées. Ainsi les Moracées renferment des espèces de *Ficus* épiphytes à l'état juvénile, évoluant ensuite comme lianes étrangleuses. Les Aracées, Mélastomatacées, Pépéromiacées, comportent des plantes terrestres ou épiphytes.

Balanophoracées (18/120), parasites des régions chaudes, aucun genre n'étant commun aux mondes paléotropical et néotropical : *Balanophora* (80), paléotropical.

Loranthacées (et Viscacées) (40/1 400), famille cosmopolite bien représentée en milieu intertropical par des plantes parasites, dont 600 espèces de « *Loranthus* » et 500 espèces de « *Viscum* », genres paléotropicaux démembrés le plus souvent par divers auteurs.

Orchidacées (700/17 000-20 000), famille cosmopolite bien représentée en milieu intertropical par des espèces parfois terrestres et extraforestières, le plus souvent épiphytes en milieu forestier, exceptionnellement terrestres et saprophytes. Parmi les genres les plus riches en nombre d'espèces : *Bulbophyllum* (1 500), surtout paléotropical.

Cette famille manifeste d'importantes disjonctions continentales au niveau des sous-tribus et des genres ; Brieger (1971), malgré de lourdes incertitudes concernant la consistance de quelques genres (*Bulbophyllum*, *Habenaria*, *Malaxis*), ne peut signaler, pour les zones tropicales, que l'existence de 7 genres communs à l'Amérique, à l'Asie et à l'Afrique (avec Madagascar) et de 13 genres seulement communs à ces deux dernières régions certains étant beaucoup mieux représentés en Asie qu'en Afrique et Madagascar (*Calanthe*, *Oberonia*, etc.), d'autres à l'inverse (*Satyrium*, *Polystachya*, etc.).

Plusieurs sous-tribus, essentiellement localisées sur l'un ou l'autre de ces trois continents, en zone tropicale, présentent quelques rares genres dispersés sur un autre, et dans ce cas, parfois avec une seule espèce : Spiranthinées et Sobraliines d'Amérique avec respectivement une espèce de *Manniella* et une espèce de *Diceratostele* en Afrique ; Habeniines d'Afrique avec une espèce de *Sylvorchis* en Asie du Sud-Est.

Brieger a publié un schéma de la distribution des Orchidacées américaines en cinq aires et il souligne les disjonctions importantes entre l'Afrique (avec quelque 1 200 espèces) et Madagascar (avec quelque 700 espèces, et plus vraisemblablement près de 1 000).

Rafflesiacées (9/50), parasites des régions chaudes.

A ces différentes familles doivent être ajoutées les Fougères épiphytes, appartenant encore à diverses familles de Ptéridophytes (Hyménophyllacées en particulier) et à plusieurs genres et qui représentent, à l'image des Fougères terrestres, une part non négligeable de la synusie épiphytique des forêts intertropicales, de type humide en particulier.

Non moins importantes comme épiphytes, en ce même milieu, sont les Mousses. En région montagneuse, particulièrement au niveau des couches de nuages permanentes, elles deviennent, ainsi que les Lichens, une caractéristique physiologique remarquable du paysage végétal. Par contre, en forêts sèches de plaine, Fougères, Mousses et Lichens épiphytes jouent un rôle beaucoup plus restreint, alors qu'ils se retrouvent encore notablement au niveau des forêts sèches de montagne.

Participant aussi à la composition de l'écosystème forestier, il faut encore mentionner les plantes épiphytes qui appartiennent à divers groupes de végétaux inférieurs : Algues, Champignons (importants aussi comme saprophytes), Lichens, Hépatiques. L'étude des végétaux inférieurs du milieu forestier intertropical n'a fait l'objet que d'études

fragmentaires, sporadiques et une intensification des recherches apparaît nécessaire dans ce domaine.

### Flore et altitude

L'inventaire précédent ne fait ressortir qu'accessoirement certaines répartitions altitudinales, en particulier pour les Gymnospermes et pour les familles subtropicales ou extratropicales. Ces répartitions existent mais il s'agit de phénomènes locaux, d'autant plus que les limites entre forêts de plaine et forêts de montagne sont variables suivant la latitude ou la continentalité, souvent d'un massif, à l'autre dans une même région floristique, voire sur deux versants d'une même montagne. On peut cependant donner les grandes lignes d'une telle répartition.

Entre 1 000 et 2 000 m, on constate une diminution puis une disparition de certains éléments planitiaires comme les Césalpiniacées en Afrique. Corrélativement apparaissent puis prennent de l'extension des Lauracées et diverses autres familles.

En ce qui concerne les Conifères, seuls quelques genres (*Podocarpus*, *Widdringtonia*, *Juniperus*), auxquels il faudrait ajouter les Ericacées, dénotent à Madagascar et en Afrique le passage en altitude ; à noter cependant la présence de Cunoniacées et Monimiacées dans les formations montagnardes malgaches.

A ces familles assez caractéristiques, et à d'autres plus secondaires, s'ajoutent en réalité une multitude de genres appartenant à la flore planitiaire qui se trouvent représentés en altitude par des espèces propres au milieu forestier montagnard.

### Quelques caractéristiques floristiques continentales

L'Afrique possède une flore forestière relativement pauvre par rapport aux autres continents, ainsi que le souligne Richards (*in* Meggers *et al.*, 1973) ; l'origine de cette pauvreté est à rechercher, d'après cet auteur, dans la paléogéographie, dans la relative siccité de ce continent et enfin dans les influences humaines modernes. L'Afrique constitue, avec l'Amérique, la terre d'élection préférentielle des Légumineuses. Plusieurs auteurs ont mis en évidence l'existence d'une bande équatoriale africaine de forêt dense humide à Césalpiniacées, bordée au nord d'une lisière forestière où dominent Sterculiacées et Ulmacées. Au sud de cette forêt, en Afrique centrale, après des savanes périforestières, s'étend une zone de forêts sèches composées, elles aussi, de Césalpiniacées mais différant des précédentes par les genres ou au moins par les espèces. On peut dire que la flore forestière africaine forme un ensemble homogène où existent des variations génériques et spécifiques de l'ouest à l'est, au centre et vers le sud.

Humbert (1965) a énuméré pour Madagascar les diverses familles rencontrées dans les différentes strates de la forêt orientale, y distinguant d'ailleurs à basse altitude un domaine de Myristicacées, indépendamment d'étages montagnards ; il mentionne en outre des forêts sèches à Burséracées et à Sarcolaenacées dans le domaine

occidental. A noter que la flore malgache présente surtout des affinités avec la flore africaine, s'enrichissant cependant de genres australiens ou asiatiques.

## Les types de forêts

### Les inventaires physionomiques et structuraux

Les analyses de structure physionomique se réduisent bien souvent à des descriptions qualitatives, qui sont parfois suffisantes lorsqu'elles sont clairement exprimées avec de bons détails caractéristiques. Elles sont souvent appuyées par des tableaux ou des illustrations basés sur des transects, des profils, des quadrats et des parcelles d'analyse. Rollet (1974) et R. A. A. Oldeman citent ainsi beaucoup d'exemples, plus ou moins complets, intéressant les forêts humides de plaine et les forêts de montagne. Van Dillewijn (1957) à l'occasion d'études de la végétation essentiellement forestière au Suriname, a montré l'intérêt des documents photographiques stéréoscopiques combinés en vues terrestre et aérienne (voir chapitre 5).

Tout comme pour les inventaires floristiques, l'analyse n'intéresse en général que de faibles surfaces lorsqu'elle veut être aussi complète que possible ; les longueurs ou surfaces inventoriées peuvent être beaucoup plus importantes, mais l'analyse n'est alors que fragmentaire, n'intéressant le plus souvent que les arbustes ou arbres de taille supérieure à une certaine dimension. Bien souvent ces inventaires physionomiques détaillés ne sont pas effectués par sondage systématique au sein d'un massif forestier donné et il peut y avoir danger à généraliser une physionomie particulière si le témoin n'a pas été bien choisi. Quoi qu'il en soit, ces inventaires physionomiques, même sur petites longueurs ou surfaces, sont extrêmement précieux et l'on doit souhaiter leur multiplication, à condition qu'ils soient aussi fouillés que possible. Le temps requis pour leur exécution nécessite de multiples abattages et de nombreuses mesures et constitue donc toujours un obstacle sérieux à leur réalisation, sans parler des problèmes d'identification floristique.

### Nomenclature

Toutes les classifications proposées des « types de forêts », à l'échelon territorial ou continental, utilisent une hiérarchie similaire mettant en jeu en premier lieu et en dehors d'éventuelles considérations topographiques, les facteurs climatiques dont l'importance est toujours au moins régionale, puis en second lieu les facteurs édaphiques dont l'importance est au moins locale ; les éventuelles subdivisions sont ensuite basées sur la composition floristique de ces types de forêts. Divers auteurs, à la suite de Beard (1955) pour l'Amérique, ont établi une hiérarchie qui, à l'échelon régional, distingue des communautés, des associations, des assemblages, des faciès, des lociations, des faciatisations, des consociations, termes qui semblent prêter à confusion chez d'autres phytogéographes. Pour l'Afrique

et Madagascar il convient de citer Lebrun et Gilbert (1954), Schnell (1952), Mangenot (1973).

Il apparaît opportun de faire état des difficultés soulevées par l'emploi de certains termes particuliers, correspondant localement à des types de forêts bien déterminés, mais dont l'emploi généralisé est sans doute inacceptable ; c'est le cas des termes *bush* ou *scrub* désignant la grande forêt intertropicale australienne (alors que le terme *forest* est appliqué en Australie essentiellement aux forêts d'*Eucalyptus*) ; du terme *heath forest* — sans rapport avec les Ericacées — utilisé en Malésie pour désigner une forêt établie sur terrasses sablonneuses côtières du terme *jungle* fort imprécis, du Sud-Est asiatique et de l'Inde ; du terme *miombo* se rapportant à certaines forêts sèches de l'Afrique centrale méridionale ; des termes *igapó* et *mata de várzea* pour désigner la forêt marécageuse et la forêt périodiquement inondée des abords de l'Amazonie. Les dénominations utilisées pour les formations arbustives de haute montagne, *elfin forest* par exemple, s'éloignent assez rapidement de la notion classique de forêt. Une autre difficulté réside dans l'acception d'une langue à l'autre, ou par différents auteurs, des termes utilisés en matière de phytogéographie intertropicale. On peut mentionner par exemple :

*Forêt équatoriale et tropical forest* (au sens d'intertropicale) ;

*Rain forest* pouvant être tropical, subtropical ou temperate en Australie, cette dénomination *rain forest* se retrouvant encore en d'autres régions subtropicales ou tempérées (Chili, côte pacifique des États-Unis d'Amérique, Canada) ;

*Bosque pluvial tropical* et *bosque pluvial subtropical*, en fait mal délimités ;

*Wet* et *moist* traduits simultanément par humide ;

*Bosque húmedo*, *bosque muy húmedo*, *bosque pluvial*, correspondant à *moist forest*, *wet forest* et *rain forest*, ce dernier terme englobant souvent toutes les forêts intertropicales nettement humides, alors qu'ici sa signification réelle serait *forêt hyperhumide* ;

*Semi-evergreen* et *semi-deciduous*, voire *moist deciduous*, impliquant de subtiles distinctions dans le pourcentage d'arbres à feuillage caduc de l'étage supérieur ;

*Evergreen rain forest* et *evergreen seasonal forest*, parfois *half evergreen seasonal forest*, requérant aussi de fines différenciations quant à la durée de la très courte saison sèche que subissent ces formations ; de même *dry facies of tropical wet evergreen forest* et *moist facies of tropical dry evergreen forest* notés à Sri Lanka ;

*Semi-evergreen mesophyll vine forest* australienne, assimilable à la *semi-evergreen forest* mais pour laquelle il est difficile de trouver des termes strictement équivalents dans la littérature se rapportant aux autres continents ;

*Peat swamp forest* de Malésie qui pourrait malencontreusement être interprétée en français comme forêt sur tourbe de *Sphagnum*, alors qu'il s'agit de débris organiques divers.

Lorsque l'altitude est en cause, l'interprétation des termes utilisés est également délicate : telle *forêt d'altitude* du Cambodge ou de la Péninsule malaise ne serait qu'une

*forêt de colline* en Afrique, tel *bosque pluvial premontano* sur certaines pentes andines est ailleurs un *bosque pluvial montano bajo*. A propos de ces questions de végétation d'altitude il faut signaler par ailleurs que peut intervenir un effet d'élévation de masse, phénomène constaté par plusieurs auteurs, analysé en détail par Van Steenis (1936) pour les montagnes de Malésie, et qui n'a toujours pas reçu une explication générale satisfaisante. En raison de ce phénomène, une espèce donnée, un groupement végétal limité ou une formation particulière, se rencontre sur une petite montagne isolée à altitude plus basse que sur un massif montagneux compact plus élevé ; ainsi la *mountain moss forest* apparaît un peu au-dessus de 500 m aux îles Seychelles d'après Jeffrey, à partir de 1 000 m aux Philippines d'après Brown, vers 2 400 m au Mt Kaindi et 3 100 m au Mt Wilhelm en Nouvelle-Guinée, d'après Mc Vean (Flenley, 1974).

En conséquence, il n'est pas étonnant de constater l'existence d'une multitude de termes plus ou moins équivalents pour désigner certaines formations. Rollet (1974) cite ainsi une cinquantaine de termes pour désigner la forêt dense humide de plaine. Cain et De Oliveira Castro (1959) fournissent une douzaine de termes différents, utilisés avant 1950, pour caractériser un seul type de forêt de montagne au Tanganyika.

### Classifications

Quelques auteurs seulement ont, au cours des dernières décennies, essayé d'établir des classifications des forêts intertropicales valables à l'échelon continental et, pour certains, à l'échelle mondiale : Schimper et Von Faber en 1935, Champion en 1936 pour l'Asie, Burt Davy en 1938. Toutes ces classifications ont été revues par Puri (*in Anon.*, 1958b), par Baur (1962) qui distingue 10 types de *rain forest* et fournit utilement des profils schématiques et des tableaux de caractéristiques structurales, par Ellenberg et Mueller Dombois (1967) et par Champion et Seth (1968) ; Richards (1952) a également effectué un tel travail, puis Beard (1955) pour l'Amérique, Webb (1959) pour l'Australie (cette classification ayant la particularité d'être avant tout physiologique) enfin Holdridge (*in Espinal et Montenegro*, 1963), Aubréville (1965b), Fosberg (1970), celui-ci mettant l'accent sur la nécessité, pour de telles classifications, d'être à la fois physiologiques, structurales et physiologiques, accessoirement floristiques, dynamiques, historiques et écologiques, ce dernier facteur étant cependant pris en compte avec rang prioritaire par la plupart des auteurs. Ainsi Brünig (1972, voir chapitre 2) attache une importance prépondérante au gradient d'humidité, ce qui lui permet indirectement de définir des macro-écosystèmes caractérisés par leur physiologie ; cette classification, appliquée essentiellement aux Tropiques, hiérarchise les écosystèmes (macro-, méso-, micro-, nano-, pico-, et communautés) en conservant ces mêmes principes de base (écologie, physiologie, structure, physiologie).

Une mention particulière peut être faite pour l'Afrique, à la suite d'une réunion de phytogéographes tenue à

Yangambi (Zaïre) en 1956 ; un certain accord (Anon., 1956) a pu en effet se dégager quant à la terminologie, en français et en anglais, concernant toutes les formations végétales africaines représentées au sud du Sahara. Cette terminologie qui n'aborde que les grandes lignes de la classification des forêts intertropicales africaines constitue un cadre utile de définition et de travail ; elle a déjà fait l'objet de commentaires de la part de Trochain (1957), entre autres, et de critiques utiles à signaler, en particulier celles de Boughey (1957), de Monod (1963) et de Greenway (1973), bientôt de White (sous presse). Tout comme la classification de Yangambi, les classifications précédemment mentionnées à l'échelon territorial, régional ou continental ne sont pas toujours reconnues comme valables ou suffisamment détaillées et font l'objet de modifications partielles et surtout d'adjonctions complémentaires, en particulier pour des formes de transition ; ainsi s'explique aussi la difficulté des comparaisons d'une région ou d'un continent à l'autre, que l'on peut illustrer par trois exemples.

Richards (1952) a tenté d'établir une correspondance entre *semi-evergreen seasonal* (= avec petite saison sèche) *forest* de Trinidad, *dry evergreen forest* et *mixed deciduous forest* ouest-africaine, *monsoon forest* et *moist teak forest* du Sud-Est asiatique ; or la *dry evergreen forest* asiatique est considérée par d'autres auteurs comme un type de *forêt dense sèche*, alors que la *mixed deciduous forest* ouest-africaine décrite par Richards correspond à la *forêt dense humide semi-décidue* d'autres auteurs et que la *mixed deciduous forest* d'auteurs étudiant l'Inde se rapprocherait des *forêts sèches, denses ou ouvertes* africaines.

Vareschi (1968) a fort bien montré les conceptions différentes que l'on peut se faire de la *selva pluvial* (de Schimper, ou *jungla tropical* de Grisebach, ou *hilea* de Humboldt), au Venezuela, en cartographiant l'aire occupée par celle-ci, d'après six auteurs différents et cela malgré les lacunes et imprécisions inhérentes au support cartographique utilisé.

Van Steenis (1958a) considère que les *rain forests* de type asiatique sont très rares en Afrique et que les *monsoon forests* de ce même continent, sous leur faciès *evergreen*, il faut le souligner, sont équivalentes aux *rain forests* de type africain. Vareschi (1968) assimile quant à lui les *selvas alisias* ou *selvas húmedas néotropicales* aux *forêts de mousson* asiatiques, tout en dénommant *selvas eupluviales* les *rain forests* de type asiatique ; pour l'Amérique, cependant, on trouve fréquemment la notion supplémentaire de *selvas muy húmedas*. Divers auteurs proposent de réserver le terme *forêts de mousson* aux formations asiatiques, assimilant dans leur ensemble ces forêts au faciès *deciduous* mentionné aussi par Van Steenis, et parlent de *rain forests* africaines ou américaines.

L'explication de ces différences terminologiques paraît devoir être recherchée dans le fait que l'Afrique, à l'exception peut-être du Golfe du Bénin et de quelques très rares autres points, ne reçoit pas des quantités de pluie aussi élevées que certaines régions asiatiques (golfe du Siam, sud de la Péninsule malaise, Bornéo, par exemple) ou américaine (haut bassin de l'Amazone, côte pacifique de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud, en particulier). Mais il semble de plus exister un certain déca-

lage, d'une manière générale, entre les classifications asiatiques et les classifications africaines, celles-ci qualifiant de *formations sèches* ce qui n'est encore que *formations subhumides* pour celles-là, malgré des régimes de pluie et de siccité temporaire très voisins ; ce décalage se constate typiquement pour les forêts denses semi-caducifoliées mentionnées par Legris (in Anon., 1974) dans le Sud-Est asiatique.

Tous ces aperçus concernant la nomenclature et la classification des types de forêts sont en définitive assez déroutants, mais il y a des raisons à cela, en particulier le choix des critères de classification. Sous l'égide de l'Unesco, un Comité permanent de phytogéographes pour la classification et la cartographie de la végétation sur une base mondiale a publié un canevas de classification (Anon., 1969) ; cette classification s'inspire en fait de celle d'Ellenberg et Mueller Dombois de 1967 et elle est parfois citée sous le titre de *Classification de l'Unesco*. Plus pragmatique que systématique, elle se propose de permettre l'élaboration coordonnée de cartes au 1/1 000 000 ou à des échelles plus petites ; elle serait utilisable à plus grandes échelles par adjonction de subdivisions. Elle est fondée essentiellement sur des bases physiologiques, structurales et écologiques et elle distingue des classes, sous-classes et groupes de formations, celles-ci pouvant englober des subformations, voire d'autres subdivisions ; ultérieurement, les couleurs, les trames et les symboles conventionnels s'y rapportant pourront permettre une large homogénéisation des cartes phytogéographiques. Bien que récente, cette classification a déjà pu être testée, en particulier au Costa Rica, territoire possédant une grande diversité de formations végétales tropicales ; les critiques formulées restent très secondaires et n'ont souvent qu'une valeur locale.

Cette *Classification de l'Unesco* constitue incontestablement un excellent cadre de travail où la part des formations tropicales, même si elle nécessite encore quelques enrichissements, est très satisfaisante par rapport à celle des formations extratropicales, ce qui n'avait pas encore été le cas jusqu'ici. Une première étape pour une large utilisation pratique de cette classification sera marquée par l'apparition des équivalences linguistiques aux différents termes proposés en anglais, ce qui ne semble pas poser de problèmes sérieux. Plus ardues risquent d'être les incorporations des synonymes déjà employés pour désigner localement ou régionalement les différentes formations végétales ; si les phytogéographes locaux ou régionaux font l'effort de remplacer les termes utilisés plus ou moins traditionnellement jusqu'à ce jour par les termes équivalents les plus appropriés de la nouvelle classification, un grand progrès sera certainement réalisé en matière de phytogéographie mondiale ; il restera ensuite à affiner, dans le détail, une telle classification.

### Les types de forêts et les climats

Des descriptions physiologiques d'ensemble concernant les forêts humides planitaires de terre ferme sont fournies par de nombreux auteurs et notamment par Burtt Davy (1938), Aubréville (1949a), Richards (1952), Van Steenis

(1958a et b), Cain et De Oliveira Castro (1959), Knapp (1965, 1973), Mildbraed et Domke (1966), Schnell (1971), Whitmore (1975). Ces descriptions portent essentiellement sur les points suivants : densité et hauteur des arbres et arbustes, stratification apparente, contreforts et racines échasses, forme des fûts et des cimes, bourgeons, taille et forme des feuilles, rythme foliaire et innovations, cauliflorie, floraison, pollinisation, fruits et graines, lianes et étrangleurs, épiphytes, saprophytes, parasites, herbes, éventuellement végétaux particuliers (fougères arborescentes, conifères, *Pandanus*, palmiers, bambous). De multiples caractéristiques communes se retrouvent dans les mêmes conditions climatiques sur tous les continents, mais on doit souligner que les forêts américaines, et particulièrement amazoniennes, présentent, par rapport aux forêts africaines, une moindre abondance de gros arbres et de contreforts, que leurs sous-bois sont plus clairs et que des palmiers de toute taille, surtout lorsque le sol devient humide, y sont nombreux (ainsi Takeuchi (1962) recense 114 palmiers sur 1 850 m<sup>2</sup> en forêt de terre ferme près de Manaus en Amazonie et 176 palmiers sur 2 200 m<sup>2</sup> en forêt de dépression de terrain). Une comparaison assez analogue semble réalisable, d'après Schnell (1964), entre forêts du Sud-Est asiatique et forêts africaines.

A l'échelle mondiale, il est possible de distinguer 3 types physionomiques correspondant aux 3 types climatiques, différenciés par une pluviosité jamais inférieure à 1 500 mm et s'accompagnant d'une sécheresse temporaire de durée toujours inférieure à 3 mois (rarement plus).

Climats hyperhumides : *rain forests* asiatiques de Van Steenis, forêts superhumides américaines d'Aubréville et pluviales des auteurs de langue espagnole; ces forêts sont rares en Afrique et présentes en Australie (Queensland).

Climats très humides : *rain forests* africaines et américaines de type sempervirent, *monsoon forests* asiatiques de type sempervirent (= *semi-evergreen rain forests* de Baur); ces forêts sont présentes en Australie.

Climats humides : *rain forests* africaines de type semi-décidu, *monsoon forests* asiatiques de type décidu; ces forêts sont rares en Amérique.

En Afrique, en se référant aux études effectuées dans les pays francophones et en appliquant les résultats de la Conférence de Yangambi (Zaïre) dont il a été fait mention précédemment, les distinctions suivantes sont généralement faites :

### 1. Les forêts denses humides

Les expressions : forêts ombrophiles, hygrophiles, pluviophiles sont parfois utilisées pour les désigner. Le terme de « tropical rainforest » ou « rain forest » tout court est universellement employé en anglais mais on a utilisé aussi les expressions « moist tropical forest », « closed forest », « tropical lowland forest ». En allemand on parle de la « Regenwald » et en espagnol de la « Selva pluviale ».

La forêt dense humide présente en Afrique les principaux caractères suivants (d'après A. Aubréville) :

C'est une forêt feuillue très dense à couvert étroitement fermé ; les plus hautes cimes culminent en moyenne à 45 m de hauteur et parfois plus (50-60 m) avec un mélange d'arbres de toutes tailles et de tous âges. On trouve des arbres de très grandes dimensions, mais peu nombreux, en moyenne, par hectare ; ces grands arbres peuvent être absents dans certaines aires.

Ces arbres sont d'un type remarquable : houppiers souvent peu volumineux relativement à la hauteur du fût ; parfois au contraire frondaisons majestueuses chez les très grands arbres qui dominent l'étage moyen de la forêt ; grande hauteur et parfaite rectitude des fûts libres, présence ordinaire de contreforts, parfois considérables, à la base des fûts.

Le feuillage est persistant mais, dans certaines formations, des arbres de l'étage dominant perdent leurs feuilles pendant la courte saison sèche.

Les lianes de toutes catégories sont très abondantes ; les lianes basses fleurissent dans le sous-bois, et les lianes très élevées s'élèvent d'un seul jet depuis le sol jusqu'aux plus hautes cimes où elles s'épanouissent. Lorsque le sol devient très humide ou marécageux (bas-fonds) les lianes sont excessivement nombreuses. On trouve de nombreux épiphytes sur les branches des arbres et parfois sur les fûts.

Le tapis herbacé est absent ou très maigre, sauf dans les clairières accidentelles ou artificielles.

Ces forêts sont hétérogènes, du point de vue botanique, très riches en espèces, avec souvent des espèces ou des familles plus abondantes ou même dominantes qui peuvent être employées pour caractériser un type de forêt.

Dans les formations à édaphisme prédominant il peut exister des peuplements presque homogènes.

La forêt de Côte-d'Ivoire fournit un exemple de ce type de forêts. Elle fait partie du massif forestier guinéen qui borde le littoral septentrional du golfe de Guinée. En dehors de la basse Côte-d'Ivoire, il s'étend sur une petite partie de la Sierra Leone et de la Guinée, le Libéria et le Sud Ouest du Ghana, le Sud du Nigéria et couvre actuellement environ 20 millions d'hectares.

Cette forêt guinéenne est sous la dépendance directe de l'Océan Atlantique et de la mousson et présente sur le plan floristique une homogénéité certaine : le massif forestier de l'Afrique de l'Ouest constitue sur le plan écologique une entité bien définie avec des dominantes caractéristiques.

Les forêts du Cameroun, Gabon, Congo, R.C.A., Zaïre, forment quant à elles un immense massif forestier équatorial qui s'étend sans solution de continuité de part et d'autre de l'équateur, depuis la mer jusqu'aux hauteurs qui dominent les grands lacs de l'Afrique Orientale, sur 2 400 km environ. Elles représentent un bloc continu d'environ 150 millions d'hectares.

Ce massif forestier est en relation avec le régime équatorial des pluies de l'Afrique Centrale, mais est floristiquement beaucoup plus hétérogène que le massif forestier d'Afrique de l'Ouest ; la forêt gabonaise constitue notamment une entité assez particulière.

Jusqu'à environ 1 000 m, dans les pays humides d'altitude, la forêt dense change peu dans son aspect comme dans sa composition floristique. Ce n'est qu'à partir de ce niveau approximatif que l'on rencontre des formations forestières différentes qui seront signalées dans les forêts de montagne.

La présence de forêts denses humides semble liée partout à deux facteurs climatiques simultanés : une chute de pluies annuelle, élevée, supérieure à 1 350 mm et une saison sèche courte ne dépassant pas 3 à 4 mois.

Il existe évidemment des exceptions à ces valeurs : de nombreuses stations de forêt dense africaine ne reçoivent pas une hauteur annuelle moyenne de pluies supérieure à 1 250 mm (Guinée, Dahomey) ; dans certains cas au contraire à un indice pluviométrique assez fort, 1 400 à 1 500 mm, et une saison sèche de 2 à 3 mois ne correspond pas de forêt dense humide mais une forêt plus sèche (ceci en dehors de toutes questions de sol), par exemple : formations de savanes de Kerkessédougou (Côte-d'Ivoire), d'Ankpa (Nigéria) ; forêt sèches denses à Anogeissus de R.C.A. C'est que là interviennent d'autres facteurs : proximité de la mer, caractère continental du climat, vents humides ou desséchants qui augmentent ou diminuent la tension de vapeur d'eau. Le déficit de saturation durant la saison sèche joue donc un rôle essentiel pour le maintien de la forêt dense humide.

On distingue parmi les forêts denses humides :

#### *La forêt dense humide sempervirente*

Elle est ainsi désignée parce que les arbres des étages supérieurs ne perdent pas en même temps leurs feuilles, même pendant la saison sèche. Un arbre est rarement entièrement dépouillé ; le renouvellement des feuilles se fait progressivement et à des époques variables suivant les espèces, d'où cet aspect de forêt toujours verte.

Le terme de « evergreen rain forest » est le plus utilisé en anglais mais on emploie aussi : « tropical wet evergreen forest », « tropical lowland evergreen rain forest » et même « high forest ».

En langue française d'autres termes ont été employés : « forêt ombrophile sempervirente » (Lebrun) et plus spécialement « forêt ombrophile équatoriale » pour le Centre de la cuvette congolaise au Zaïre et « forêts ombrophytes » pour cette même cuvette congolaise (Léonard).

En Afrique, la forêt dense humide sempervirente correspond à une pluviosité moyenne annuelle supérieure à 1 600 mm, avec une saison sèche principale très brève, de deux mois environ, pendant laquelle le déficit de saturation reste faible. La présence d'une petite saison sèche secondaire n'a guère d'influence.

Parmi les types floristiques de forêt dense sempervirente on peut citer : L'ensemble de la forêt Guinéo-Congolaise : forêt à légumineuses Césalpiniciées. En Côte-d'Ivoire, dans la forêt sempervirente : forêt à légumineuses (Aubreville), forêt à Uapaca (Mangenot).

G. Mangenot distingue :

Les forêts à *Mapania* sur sols argileux (forêts pélohygrophiles) caractérisées par une plante herbacée à grandes

feuilles du genre *Mapania* avec des essences forestières telles que le *Niangon* (*Heritiera utilis*), l'*Apomé* (*Cynometra ananta*) et de nombreux *Diospyros*.

Les forêts à *Turraeanthus* sur sols sableux (forêts psammohygrophiles) caractérisées par la présence de l'*Avo-diré* (*Turraeanthus africana*). La forêt à *Turraeanthus* est limitée à une partie de la zone côtière dans la région des lagunes, la forêt à *Mapania* l'englobe et couvre la plus grande partie de la zone forestière sempervirente.

Au Cameroun : forêt à *Lophira* et *Saccoglottis*.

Au Gabon : forêt à *Aucoumea* et *Saccoglottis* ; forêt à *Dialium* et *Desbordesia*.

Au Congo : forêt à *Brachystegia laurentii* ; forêt à *Scorodophleus zenkeri*.

Au Zaïre : forêt à *Gilbertiodendron dewevrei*.

#### *La forêt dense semi-décidue*

Elle est ainsi appelée parce que les arbres de certaines espèces de l'étage supérieur perdent leurs feuilles durant la saison sèche. Ces périodes peuvent être échelonnées suivant les espèces, le sol et l'exposition, mais surtout le milieu forestier, n'étant pas absolument uniforme, l'impression de défeuillaison peut être différente d'un site à l'autre.

Parfois aussi le nouveau feuillage remplace très rapidement l'ancien de sorte que la différence se manifeste surtout par la teinte des jeunes feuilles.

D'autres termes ont été employés pour désigner la forêt dense humide semi-décidue, notamment : forêt mésophile semi-caducifoliée (Lebrun) ; forêt dense équatoriale tropophyte (Duvigneaud) ; forêt tropophyte (Léonard) ; forêt dense héli-ombrophile (Trochain). Parmi les auteurs de langue anglaise : mixed deciduous forest (forestiers africains) ; tropical semi evergreen forest (Champion). En langue espagnole, les termes de « selva tropofila », « selva de transición », « selva veranera » ont été utilisés.

La forêt semi-décidue correspond à une pluviosité moyenne annuelle comprise entre 1 350 et 1 600 m avec une saison sèche qui ne dépasse pas trois à quatre mois.

En saison des pluies, si la forêt dense semi-décidue ne se distingue pas tellement par son aspect général de la forêt sempervirente, elle se caractérise plutôt par des particularités floristiques.

Parmi les types floristiques de forêt dense humide semi-décidue, on peut citer : l'ensemble de la forêt Guinéo-Congolaise : le terme forêt à *Malvales* et *Ulmales* est proposé par Aubreville ; en Côte-d'Ivoire : forêt à *Celtis* (Mangenot), forêt à *Malvales* et *Ulmales* (Aubreville) ; au Cameroun, Congo, R.C.A. : forêt à *Ulmacées*, *Sterculiacées*, *Sapotacées* et *Meliacées* (Aubreville), caractérisée par *Triplohyton scleroxylon*, *Celtis* divers, *Entandrophragma cylindricum*, *Petersianthus*, *Staudtia*, *Eribrroma*, etc. ; au Zaïre : forêt à *Cynometra alexandrii* (Lebrun et Gilbert) (forêt de transition entre 800 m à 1 300 m d'altitude).

## 2. Les forêts tropicales sèches

On distingue parmi elles :

*Les forêts denses sèches.* Ce sont des formations fermées dont le couvert ne laisse pas largement filtrer la lumière jusqu'au sol. Les arbres de l'étage supérieur sont assez largement espacés, le sous-bois forme un fourré dense d'arbustes ; les graminées de la savane apparaissent çà et là mais n'occupent pas le sous-bois.

Il existe dans le monde des forêts denses sèches sempervirentes (forêt australienne d'*Eucalyptus*), semi-décidues (forêt malgache occidentale) et décidues (forêt indienne à Teck et Sal) mais en Afrique on ne trouve guère que quelques formations décidues, facilement combustibles et très fragiles. On peut citer à titre d'exemple :

En République Centrafricaine, les forêts à *Anogeissus leiocarpus*, pures ou mélangées d'espèces de forêt dense humide (*Albizia*), qui ont constitué autrefois des forêts de transition entre la forêt dense humide et des formations plus sèches. Elles subsistent encore dans l'Est du pays (Dakoa, Fort Crampel, Ipy, Bakouma). On estime qu'elles constituaient autrefois la formation-climax en grande partie détruite par l'homme.

Le climat correspond à une hauteur moyenne annuelle de pluies de 1 400 à 1 600 mm avec 6 à 7 mois très pluvieux, 2 à 3 mois secs et 2 à 4 mois intermédiaires.

Des forêts sèches à légumineuses mélangées parfois avec l'*Anogeissus* existent dans le district de Mbomou au Sud-Est de la R.C.A.

Au Zaïre, dans la province du Katanga comme dans divers pays de l'Afrique australe (Angola, Tanzanie), les forêts à *Brachystegia* et à *Isobertinia* sont le plus souvent des forêts claires pouvant constituer des peuplements fermés qui correspondent souvent à un climax.

*Les forêts claires.* Les forêts denses sèches sont des peuplements fermés avec un sous-bois arbustif ; lorsque le couvert est suffisamment ouvert pour que le sol reçoive assez de lumière et se garnisse de graminées, on parle de forêts claires tant que les arbres restent assez grands et la savane à graminées suffisamment maigre pour que l'ensemble garde un faciès forestier. Lorsque les arbres sont de petite taille et la strate herbacée puissante, on parle suivant les cas de savanes boisées, arborées ou arbustives.

On peut citer en particulier, en Haute Côte-d'Ivoire (Ferkéssédougou), dans le Nord Cameroun (Adamaoua) et en République Centrafricaine (Appy, Bria, Yalinga, N'Délé) les forêts sèches claires à *Isobertinia* (principalement *I. doka*) et *Uapaca* (*U. togoensis*) qui forment les plus belles forêts des zones soudano-guinéennes. Malheureusement ces formations sont grignotées sans cesse par l'homme et par le feu, et leur disparition à terme est probable.

Les plus beaux peuplements reçoivent annuellement de 1 200 à 1 500 mm de pluie avec ordinairement 5 à 6 mois secs.

Dans la zone d'Afrique centrale, au Zaïre (province du Katanga) il existe une forêt claire appelée parfois « Miombo » à *Brachystegia* et *Julbernardia* qui est moins

typique car, suivant le cas, il s'agit d'une forêt claire, d'une forêt dense sèche ou d'une savane boisée.

## 3. Les zones de transition, forêt dense humide-savane

La forêt sèche dense et la forêt claire constituent rarement une transition des zones humides vers les zones plus sèches et ne se trouvent qu'assez exceptionnellement en contact avec la forêt dense humide. A cet égard, on peut citer les forêts à *Anogeissus* et *Albizia* de République Centrafricaine qui devaient autrefois former une large bande de transition entre la forêt dense humide et les formations de savane, mais ne subsistent maintenant qu'à l'état de relict.

Par ailleurs les forêts claires sèches à *Isobertinia* et à *Uapaca* de la zone boréale voient toujours leur limite Sud se maintenir à distance de la limite septentrionale de la forêt dense humide et, en Afrique Australe, les forêts sèches denses ou claires forment une immense ceinture boisée qui entoure le massif forestier équatorial mais sans s'en approcher.

En fait, c'est la savane plus ou moins boisée qui succède à la forêt dense humide mais, dans une large zone de transition, il existe une large mosaïque « forêt dense humide-savane ». La forêt remontant le long des cours d'eau, subsiste dans les bas fonds, ou est conservée sur certains sommets et paraît souvent former les mailles d'un filet.

A Madagascar, où la végétation a été profondément modifiée par l'homme, on observe les différents types de forêts tropicales suivants :

### 1. Les forêts denses humides

#### *La forêt orientale*

Elle s'étend le long de la Côte Est de Madagascar sur 1 500 km environ depuis la Montagne d'Ambre jusqu'à Fort-Dauphin, c'est-à-dire de l'extrémité Nord à la Pointe Sud de l'Ile.

Cette bande, comprise entre la côte et le rebord des hauts plateaux qu'elle escalade, a été extrêmement fragmentée par les défrichements ; la zone littorale proprement dite est complètement déboisée ; la forêt qui subsiste sur les contreforts des plateaux est excessivement morcelée surtout vers le Sud. Elle est limitée à une altitude de 800 m où elle laisse la place à des formations de type montagnard.

C'est une forêt dense humide sempervirente, mais elle diffère de la forêt guinéo-congolaise africaine par la taille plus réduite de ses arbres : la futaie est haute de 25 m à 30 m ; elle est très hétérogène, sans essence dominante, avec 3 étages bien marqués. En dépit de son extension en latitude, son faciès reste le même partout. Seules les espèces botaniques peuvent changer d'une région à l'autre :

Les épiphytes sont nombreux surtout quand l'altitude s'élève (*Platyterium*, *Asplenium nidus*) ; le sous-bois est dense.

Les arbres de l'étage supérieur appartiennent aux genres *Canarium*, *Ocotea*, *Symphonia*, *Ravensara*. On trouve aussi des *Ravenala* et, dans les parties humides, des *Ficus*.

L'étage intermédiaire est constitué par de petits arbres (Rubiacées, Myrsinacées, Ochnacées), des *Dracena* et des palmiers *Vonitra*.

L'étage inférieur est constitué par des Cyperacées, des Fougères et de nombreux palmiers nains ou acaules (*Dypsis* et *Neophloga*) qui sont caractéristiques de la forêt orientale.

En bordure de la côte s'étend une bande étroite de forêts et de bosquets littoraux ayant parfois un aspect de parc et qui recouvre en général des dunes de sables marins de création récente, géologiquement parlant. Les espèces les plus communes sont : *Calophyllum inophyllum*, *Hibiscus tiliaceus*, *Azalia bijuga* ; les *Diospyros* sont assez abondants. Les *Pandanus* et une espèce de *Cycas* caractérisent le paysage.

Des marais littoraux couvrent les alentours des lagunes et présentent un type particulier de tourbière tropicale.

Cette forêt correspond au climat d'alizé humide permanent qui est celui de la côte Est depuis Vohemar jusqu'à Fort-Dauphin, avec un indice pluviométrique annuel souvent très élevé (de 1 500 mm à plus de 5 m), 11 à 12 mois très pluvieux, une forte tension de vapeur d'eau, un faible déficit de saturation ; c'est donc un climat typique de forêt dense.

#### La forêt de Sambirano

Au Nord-Ouest de Madagascar, la zone du bassin du Sambarino et de l'île de Nossy-Bé était autrefois occupée par une forêt dense sempervirente dont il ne reste que quelques vestiges couronnant les hauteurs. Bien que située sur la côte Ouest, elle présente une réelle ressemblance de faciès et de nombreuses affinités botaniques avec la forêt orientale.

Elle correspond à un indice pluviométrique annuel élevé (2 850 mm) avec une saison sèche de 4 à 5 mois mais sans mois vraiment sec. La température et le déficit de saturation sont plus élevés que sur la côte Est.

## 2. Les forêts denses sèches

### Les forêts denses sèches semi-décidues

Elles s'observent par endroits dans les régions mises à l'abri de l'alizé humide austral par le plateau central, c'est-à-dire dans la zone de la côte occidentale. Elles présentent, au milieu de savanes dégradées, quelques rares vestiges de formations jadis très importantes. Cette forêt occidentale est constituée par des futaies en général assez claires dominant un sous-bois arbustif serré. Selon le climat et le terrain, ces futaies sont plus ou moins hautes et denses et passent insensiblement de la haute futaie à une futaie plus basse puis à des fourrés en station sèche. Elles sont botaniquement toujours très hétérogènes.

Les types les plus humides peuvent rappeler la forêt dense humide sempervirente ou semi-décidue.

Les types les plus courants appartiennent à la forêt dense sèche semi-décidue qui sur certains sols plus secs passe à des formations buissonnantes (bush à xérophytes).

Perrier de la Bâthie distingue :

Les forêts des alluvions et des bords des cours d'eau, avec, dans la futaie dense, de grands arbres (25 à 30 m de

haut), certains à feuilles persistantes, d'autres à feuilles caduques, appartenant aux genres *Cephalanthus*, *Protorhus*, *Eugenia*, *Canarium*, *Acacia*, *Grewia*, *Terminalia* et deux grands palmiers, *Medemia nobilis* et *Borassus madagascariensis*.

Les arbustes du sous-bois sont des *Erythroxyllum*, *Alyxia*, *Cipadessa* etc... ; les plantes herbacées des *Acanthacées*.

Les bois des collines latéritiques avec une futaie claire d'arbres de 20 à 25 m de haut appartenant surtout à la famille des légumineuses (*Acacia*, *Dalbergia*) ; on trouve aussi les genres *Stereospermum*, *Homalium*, *Grewia* etc. et quelques *Ficus*.

Les lianes sont assez abondantes ; le sol est souvent nu ou portant quelques *Acanthacées*.

Les bois des plateaux calcaires.

Sur les sols profonds peu rocaillieux on trouve une futaie irrégulière de 12 à 15 m formée de Légumineuses, avec quelques grands arbres dispersés : *Adansonia*, *Diospyros*, *Acacia*, Terebinthacées, Meliacées, Sapindacées.

Sur les sols rocaillieux, creusés par l'érosion, on trouve de grands arbres dans les crevasses et, dans les rocaillies, on passe à des formations buissonnantes.

Les bois des collines arénacées se composent de grands arbustes et quelques petits arbres formant une forêt basse de 8 à 10 m de hauteur passant, dans les endroits plus secs, à des formations buissonnantes à xérophytes.

Ces forêts correspondent à un climat chaud de mousson à indice pluviométrique moyen, parfois élevé dans le Nord-Ouest, mais à saison sèche très accusée (6 mois dont 3 très secs).

### La forêt dense sèche décidue

C'est la forêt à Euphorbes arborescentes et *Adansonia* du Sud-Ouest de Madagascar qui marque une accentuation de l'aridité du climat, l'indice pluviométrique est très faible mais les pluies sont relativement bien distribuées sur 5 à 7 mois ; la saison sèche compte également 5 à 7 mois très secs.

Ces forêts denses sèches présentent le caractère commun d'être très sensibles au feu et de pouvoir disparaître facilement en laissant la place à une prairie nue.

## 3. Les forêts claires

On peut signaler les forêts claires à *Tapia* (*Uapaca clusiacea*) des pentes occidentales du plateau malgache ; il s'agit de formations déjà profondément modifiées par les feux.

### Les types de forêts et les sols

Plusieurs auteurs, dont Ashton pour Bornéo (*in* Anon., 1958a ; Anon., 1965), Robbins et Wyatt-Smith (1964) pour la péninsule malaise, Schmid pour l'Asie du Sud-Est (*in* Anon., 1958b) ainsi qu'ultérieurement pour la Nouvelle-Calédonie, Mangenot (1955) pour la Côte-d'Ivoire, mettent l'accent sur l'importance des facteurs édaphiques pour les forêts de terre ferme, sans mécon-

naître cependant la prépondérance des climats régionaux. Dans le cas de ces forêts planitiaires de terre ferme, on note en effet des différences physionomiques et floristiques entre forêts sur sol argileux et forêts sur sol sableux ; ces dernières paraissent — relativement — « mal venantes » et moins riches en espèces.

L'influence pédologique est cependant loin d'être toujours prépondérante au point de vue physionomique et on cite le cas des forêts de lianes (*matas de cipó*) qu'on rencontre le long de la route transamazonienne entre Marabá et Altamira, aussi bien sur des sols très pauvres que sur des terres réputées riches ; aucune explication satisfaisante n'a encore été donnée de ce phénomène qui peut aussi relever de causes paléophytogéographiques, une stabilisation différentielle selon les terrains n'ayant pas encore été atteinte. Cette hypothèse a été avancée par Letouzey (1968) par les *forêts clairsemées à strate inférieure de Marantacées* du bassin zaïrois occidental, qui sont aussi d'apparence globale homogène, malgré la diversité des sols. Par contre, sous une apparence d'homogénéité écologique entraînant, pourrait-on croire, une répartition floristique « au hasard », des analyses floristiques numériques, effectuées à l'aide d'un ordinateur, ont mis en évidence de subtiles influences topographiques, pédologiques ou autres. Ainsi Ashton a pu démontrer, au Sarawak, que des variations floristiques et structurales sont fréquemment sans relation, les premières étant dépendantes de phénomènes nutritifs (teneur en phosphate), les secondes de la profondeur de l'enracinement et de la capacité de rétention de sol pour l'eau. L'intérêt des analyses numériques de variation floristique, sur des bases adéquates et traitées éventuellement par ordination, doit donc être souligné, si l'on veut approfondir les rapports des groupements végétaux et de leur milieu.

Il faut noter la tendance au monophytisme des forêts placées dans de mauvaises conditions édaphiques, avec des répercussions physionomiques, alors que le polyphytisme est de règle pour les forêts placées dans des conditions édaphiques moyennes. Cette tendance s'accuse pour les forêts établies sur sols hydromorphes qui acquièrent des physionomies et des compositions floristiques très particulières ; de nombreux auteurs se sont attachés à mettre en évidence ces caractéristiques concernant essentiellement :

Les mangroves, qui ont fait l'objet d'une très abondante littérature, mais leur surface totale est en définitive extrêmement réduite et leur intérêt très localisé (exploitation, surtout pour la production de bois de feu, ou défrichage pour l'installation de rizières) ;

Les forêts marécageuses d'arrière-côte, parfois rabougries, qui se retrouvent en divers points d'Afrique et peuvent passer progressivement à des forêts marécageuses plus continentales ; ces forêts proviennent peut-être de la transformation d'anciennes mangroves ;

Les forêts ripicoles, qui forment des rideaux étroits le long des fleuves et des grandes rivières.

Les forêts périodiquement inondées, qui représentent des surfaces appréciables, sont en fait de surface totale réduite par rapport aux forêts de terre ferme ; elles sont caractérisées par l'abondance d'arbres de taille moyenne juchés sur des racines échasses et par de nombreux arbres à contreforts et à pneumatophores, par la présence de nombreuses lianes et par une strate basse réduite ; la nature des eaux d'inondation et leur hauteur conduisent à distinguer un certain nombre de types bien connus en Afrique.

Les forêts marécageuses, qui sont aussi d'importance restreinte par rapport aux forêts de terre ferme, mais ne peuvent passer inaperçues sur aucun continent. Les palmiers ne sont représentés que par le genre *Raphia* dans les forêts marécageuses africaines (l'extension de ces Raphiales y semble due bien souvent à l'action humaine).

Les types édaphiques de forêts tropicales distingués en Afrique, sur la base des résultats de la Conférence de Yangambi (Zaïre), sont les suivants :

#### *La mangrove*

Appelée aussi forêt halophile, c'est une forêt littorale typiquement tropicale des côtes marécageuses.

On la trouve dans les deltas, les baies abritées, les lagunes des bords de mer, les embouchures de fleuves jusqu'aux points où remonte l'eau salée.

Elle vit sur des sols boueux d'alluvions et de matières organiques, en eaux saumâtres, et constitue un peuplement difficilement pénétrable d'arbres bas branchus et de diamètre relativement faible, caractérisés par leurs racines aériennes pour ceux qui appartiennent au genre *Rhizophora* et leurs pneumatophores pour ceux qui appartiennent aux genres *Avicennia* et *Sonneratia*.

Parmi les palétuviers, le *Rhizophora mangle* se trouve en avant, sur le front de mer et *R. racemosa*, vivant dans des eaux moins salées, remonte le long des estuaires ou se rencontre dans les lagunes.

Les *Avicennia*, en particulier *A. germinans*, se développent dans l'arrière mangrove vers la terre ferme et sur des terrains plus ou moins colmatés.

La mangrove africaine est une mangrove principalement à *Rhizophora*.

#### *Les forêts marécageuses*

Les forêts marécageuses qui s'observent dans la zone de la forêt dense humide sont celles dans lesquelles l'eau stagne continuellement, à peu près au ras du sol.

On peut citer :

La forêt à *Pandanus* (notamment *P. candelabrum*), à *Syzygium*, à *Mitragyna (Abura)*, à *Alchornea cordifolia*, à *Symphonia globulifera*, etc.

Peuvent être mentionnés également les peuplements de *Raphia* sur sols marécageux.

#### *Les forêts périodiquement inondées*

Tous les fleuves tropicaux ont des crues qui inondent leurs rives chaque année et qui submergent, parfois sur de grandes surfaces, une partie de leur bassin.

On peut citer :

La forêt à Copalier (*Guibourtia demeusei*) de la Sangha et de l'Oubangui en Centrafrique, la forêt à *Uapaca heudelotii*, à *Sterculia subviolacca*, à *Oxystigma*, etc...

#### Les forêts ripicoles

Installées sur les berges des lits des rivières, elles ne forment souvent qu'une frange étroite d'essences spéciales qui se rattachent, suivant les cas, aux forêts marécageuses ou aux forêts périodiquement inondées.

#### Les forêts sur sables

Les sols sableux qui retiennent mal l'eau et sont de plus pauvres en éléments minéraux peuvent porter, en forêt dense humide, des formations particulières (forêts psam-mohygrophiles).

C'est le cas de la forêt à Avodiré (*Turraeanthus africana*) de Basse Côte-d'Ivoire depuis l'Agneby jusqu'au Ghana.

Ce type de forêt est particulièrement fragile.

#### Les forêts sur sols argileux

Les sols argileux humides peuvent également porter des formations particulières (forêts pelohygrophytes). On peut citer à titre d'exemple la forêt à *Mapanea* de Côte-d'Ivoire caractérisée par une association *Diospyro-Mapanietum*.

#### Les savanes édaphiques

Il existe en Afrique des savanes littorales (Côte-d'Ivoire, Gabon) et des « plaines » herbeuses (Congo) qui paraissent « déplacées » sous un climat qui correspond à celui de la forêt dense humide. Leur origine est discutée : les savanes littorales de Côte-d'Ivoire sont sans doute anthropiques, mais il est certain qu'elles ne se seraient pas établies, ou que la forêt se serait reconstituée, si elles ne s'étaient installées sur des sols sableux, qui ne conservent pas l'eau.

A Madagascar, on distingue :

#### La mangrove

La mangrove est bien développée dans les estuaires où les marées se font sentir avec une certaine amplitude ; cette formation comporte des espèces beaucoup plus étendus sur la côte Ouest que sur la côte Est car sur le canal de Mozambique les côtes sont plus basses, les rivages plus découpés, les marées plus fortes que sur la côte occidentale.

Les espèces qui la composent se retrouvent sur les côtes africaines orientales et les rivages de l'Océan Indien : le palétuvier *Rhizophora mucronata*, *Avicennia officinalis*, *Ceriops boiviniana*, *Brughiera gymnorhiza*, etc.

#### Les formations de bord de mer

Sur les côtes non marécageuses et parfois en arrière de la mangrove, on rencontre des formations dont les espèces sont nettement halophiles. Elles se trouvent sur toutes les côtes, quelque soit le climat. Les espèces ne sont pas spécifiquement malgaches.

#### Les marais à *Raphia*

Dans la région occidentale de l'Ile, des terrains arénacés portent des marais permanents occupant des dépressions

dans lesquelles se développent le palmier *Raphia* et également des fougères, des *Cyperus* et aussi plusieurs espèces de *Pandanus*.

Le raphia peut être abondant et presque exclusif mais il peut être accessoire quand le marais constitue une véritable tourbière.

Il existe à Madagascar d'autres types de marais dans la région occidentale, sur les plateaux et dans la région orientale, mais ils constituent généralement des tourbières et comportent peu de végétation forestière.

#### Les divers types de forêt de la zone occidentale

Les forêts de la zone occidentale, à l'abri des alizés, sont classés parmi les forêts denses semi-décidues mais, suivant la nature du sol, elles peuvent être de types différents et Perrier de la Bâthie distingue :

les forêts des alluvions et des bords des cours d'eau, avec de grands arbres aux fûts droits présentant parfois des contreforts et formant une futaie de 25 à 30 m de haut. Certaines espèces sont à feuilles persistantes (*Cephalanthus*, *Protorhus*, *Eugenia*, etc.), d'autres à feuilles caduques (*Canarium*, *Khaya*, *Terminalia*, etc.). On y trouve deux grands palmiers : *Mademia nobilis* et *Borassus madagascariensis*. Le sous-bois est très clairsemé avec des arbustes à feuilles persistantes ; le sol est nu ou couvert de quelques plantes herbacées.

#### Les types de forêts et l'altitude

Les forêts de montagne diffèrent essentiellement des forêts de plaine par un certain nombre de caractères : hauteur réduite des arbres, étagement des cimes moins accentué, réduction des contreforts, fûts tortueux, feuilles réduites et coriaces, persistance du feuillage, cauliflorie raréfiée, grandes lianes peu développées, étranglements souvent présents, abondance des épiphytes et des épiphytes (tout au moins au niveau supérieur de ces forêts de montagne), également des mousses et des lichens sur le sol, abondance çà et là de grandes plantes herbacées, présence éventuelle de palmiers et de bambous surtout à Madagascar.

Sous réserve de l'effet d'élévation de masse dont il a déjà été question, c'est d'une manière très générale, au voisinage de 1 000 m que la forêt de plaine perd ses caractères physiologiques et floristiques pour se transformer en forêt de montagne. Beaucoup d'auteurs distinguent fréquemment, au-dessus de 1 000 m, forêt *submontagnarde* et forêt *montagnarde*, les limites entre ces deux formations étant assez floues et difficilement comparables d'un continent à l'autre, ou même d'une région à l'autre. Par contre, sur toutes les montagnes de quelque importance, les auteurs signalent une forêt *des nuages* (forêt *néphéliphile*, *moist forest*, *cloud forest*, *nebelwald*, *selva nublada*, *ceja de la montaña* andine ; ou encore *mossy forest*, *sylve à lichens malgache*, etc.) ; cette forêt baigne dans une humidité intense qui favorise le développement abondant des mousses, des lichens et des épiphytes ; elle est soumise aussi parfois à l'action de vents forts qui créent des chablis et des trouées clairiérées. Au-dessus de cette couche de nuages peuvent être mises en évidence d'éventuelles forêts sèches

de montagne à feuillage persistant, qui existent aussi à plus basse altitude sur certains versants particulièrement secs. Vers leur limite supérieure, forêts humides et forêts sèches acquièrent rapidement une allure de forêts rabougries, arbustives (*elfin forests, elfin woodlands*) qui marquent l'extinction de la végétation ligneuse, avant le passage aux formations herbacées de haute montagne.

Pendant longtemps on a considéré que le gradient altitudinal, sous les Tropiques, agissait à l'inverse du gradient latitudinal et le seul facteur mis en cause pour expliquer la physionomie des formations montagnardes se trouvait être de fait la température. A l'heure actuelle, une telle conception est presque unanimement abandonnée, de même que des désignations telles que *montane temperate forest, selva pluvial templada*, et ce sont les divers composants des climats et des sols de montagne, propres aux régions intertropicales, qui sont pris en considération pour expliquer la physionomie particulière de ces forêts de montagne. Whitmore (1975) reprend ces idées d'une manière plus exhaustive et générale afin de rechercher des explications aux caractéristiques physiologiques et structurales des différentes formations forestières de montagne.

A titre d'illustration, pour l'Afrique, une étude faite dans les pays francophones a montré qu'il n'y a pas de discontinuité entre les forêts de montagne et celles des altitudes inférieures ; la transition se fait insensiblement et on peut la suivre sur les pentes occidentales du Ruwenzori (Zaïre) ou du Mont Cameroun (Cameroun) où les formations de montagne se relient sans solution de continuité à la forêt dense humide de moyenne altitude. Le plus souvent cependant les forêts de haute altitude sont isolées formant des couronnes coiffant les sommets, la base des montagnes est couverte de savanes, boisées ou non, qui correspondent à un indice pluviométrique plus faible ou qui, ayant été déboisées sont maintenant couvertes de cultures ou de brousses secondaires.

On estime en général qu'en zone équatoriale la forêt dense humide de basse et moyenne altitude change de caractère vers 1 000 m pour laisser la place à la forêt de montagne qui se maintient jusque vers 2 100 à 2 800 m.

Cette forêt tropicale humide d'altitude se caractérise par la disparition des très grands arbres rectilignes des forêts de plaines ; les arbres sont plus petits, noueux, relativement isolés et aux larges cimes dans l'étage supérieur ; les étages inférieurs comportent une strate arbustive épaisse. Les épiphytes sont extraordinairement abondants avec des fougères et des lichens. Les fougères arborescentes sont fréquentes et peuvent former des peuplements dans les ravins. Le feuillage est persistant avec quelques espèces à feuilles caduques.

La pluviosité est élevée et augmente avec l'altitude jusqu'à un maximum puis elle décroît ensuite à une altitude qui est marquée par la limite supérieure de la forêt dense humide.

Parmi les formations remarquables, on peut citer : la forêt à *Cynometra alexandri*, formation de transition au Zaïre oriental ; la forêt à *Parinari excelsa* : forêt de transition vers 1 000 m d'altitude (Mont Nimba-Côte-

d'Ivoire) ; la forêt à *Hagenia abyssinica* et Ombellifères (Zaïre) ; la forêt à bruyères arborescentes, etc.

Lorsque le milieu montagnard devient écologiquement sec, des formations spéciales remplacent la forêt humide.

Elles ont quelquefois le caractère d'une forêt basse ou plus souvent d'un fourré arbustif. Ce sont généralement des formations sclérophylles à feuilles caduques.

Parmi les formations tropicales de haute altitude, on peut encore citer les forêts de bambous (*Arundinaria alpina*) qui apparaissent souvent vers 2 300 m d'altitude, elles correspondent à une pluviosité moindre et différente (des pluies fines et non des averses) et une température plus basse : Monts Bamboutos au Cameroun, et, au Zaïre, diverses montagnes dont le versant Ouest du Ruwenzori.

A Madagascar, l'effet de l'altitude se fait sentir sur les forêts du Centre et des Plateaux, mais elles ont le plus souvent pratiquement disparu, pour laisser la place à la prairie.

Perrier de la Bâthie distingue :

la forêt à sous-bois herbacé avec une futaie dense de 15 à 20 m et un sol couvert de plantes herbacées sur les surfaces balayées par l'alizé. Elle dérive directement de la forêt orientale modifiée par l'altitude.

La sylve à lichens sur les crêtes et les cimes soumises à l'alizé. La forêt est basse, de 6 à 8 m de haut, les troncs et les rameaux sont couverts de mousses et de lichens

La forêt à arbustes éricoïdes groupés en un seul étage sur les plus hauts sommets.

La forêt des pentes occidentales soustraites à l'action de l'alizé avec une futaie de 10 à 15 m dominant un sous-bois clair d'arbustes surtout éricoïdes. Les forêts claires à *Tapia* se rattachent à cette formation.

L'indice pluviométrique est moyen ou assez élevé (1 300 à 1 800 mm) et le régime des pluies correspond à 5 mois très pluvieux et 4 ou 5 mois secs.

Ce régime, plus aride que celui qui a été indiqué comme constituant une limite pour la forêt africaine, explique l'extrême fragilité des forêts des hauts plateaux malgaches et leur disparition presque complète malgré l'abondance des précipitations occultes qui se manifeste par la présence des lichens.

## Conclusions : les recherches nécessaires et les priorités

Elles sont présentées ici pour l'ensemble du monde, le problème dépassant le cadre de l'Afrique.

La floristique des forêts intertropicales et leur typologie se caractérisent par la richesse et l'hétérogénéité.

Toute étude floristique des écosystèmes forestiers doit largement s'appuyer sur les herbiers existants et les flores publiées, car la complexité de la flore nécessite des assises sérieuses, l'homogénéité des forêts tropicales restant très exceptionnelle et très relative. Herbiers et flores en milieu tropical, sont cependant encore loin d'être des

œuvres achevées. Les inventaires forestiers à but économique ne constituent que des fragments très partiels de l'analyse floristique générale de l'écosystème.

Les recherches et les mesures suivantes sont nécessaires pour favoriser l'étude floristique de ces écosystèmes :

1. Une aide matérielle plus substantielle devrait être apportée à la constitution et à la gestion des herbiers, ainsi qu'à l'élaboration des flores locales, territoriales et régionales.
2. La formation, théorique et pratique, de botanistes taxonomistes et de forestiers de terrain, de tous niveaux, devrait être intensifiée; en particulier, en forêt, doivent être améliorées la reconnaissance des arbres et des lianes et la récolte des échantillons botaniques en général.
3. Un encouragement devrait être apporté à la publication d'ouvrages sérieux de vulgarisation botanique (comme, par exemple, la *Flore du Nigeria*, les *Arbres du Nigeria*).
4. Les dénominations scientifiques devront remplacer, aussi rapidement que possible, les appellations vernaculaires dans tout inventaire.
5. Tout inventaire entrepris dans une perspective économique devrait être jumelé, au moins partiellement, à un inventaire botanique correctement effectué; l'existence de ce dernier ne doit cependant pas masquer les buts d'un inventaire forestier qui peut aboutir à la modification brutale et parfois totalement destructive de l'écosystème.
6. Les inventaires botaniques réalisés dans le but de l'étude de l'écosystème devront prendre en considération toutes les plantes présentes, celles-ci étant intervenues, intervenant ou pouvant intervenir dans la vie de l'écosystème, du point de vue écologique, biologique, économique ou autre. Les inventaires floristiques des forêts secondaires sont également très importants, car celles-ci sont l'objet de formes très variées d'utilisation par les populations en pleine expansion.

On peut difficilement appliquer aux groupements de plantes des forêts tropicales les méthodes phytosociologiques utilisées dans des pays tempérés où la flore est totalement connue et les structures beaucoup moins complexes; on s'attache donc provisoirement à la détermination des espèces prépondérantes.

L'étude de la répartition continentale des familles et des genres de plantes se trouve limitée par les lacunes des connaissances taxonomiques; en particulier, l'étude de certains très grands genres, importants dans les sous-bois forestiers, reste à ce jour embryonnaire. Un tableau portant sur près de cent familles offre un aspect de la richesse et de la complexité de la flore forestière tropicale; quelques travaux concernant un nombre très limité de familles importantes (Conifères, Légumineuses, Palmiers, Diptérocarpacées, Sapotacées, Orchidacées) permettent d'avoir une vue synthétique de la place et du rôle de ces familles sur certains continents, mais de tels travaux sont encore trop peu nombreux. Quant aux études sur les végétaux inférieurs, elles sont encore très fragmentaires.

1. L'étude monographique de quelques très grands genres (*Psychotria*, *Ixora*, *Rinorea*, *Ourata*, *Drypetes*, *Pavetta*, *Garcinia*, *Memecylon*, *Begonia*, *Peperomia*, *Piper*, etc.) devrait être encouragée et soutenue.
2. L'étude des végétaux inférieurs des écosystèmes forestiers tropicaux doit être intensifiée.

La complexité de la flore et les lacunes dans nos connaissances ont pour conséquence d'incontestables difficultés pour dresser ne serait-ce qu'une esquisse du contenu floristique de chaque continent, à l'échelon des familles, des sous-familles ou des tribus de genres.

La nomenclature des types de forêts décrits à ce jour est extrêmement complexe et confuse, sans parler de l'utilisation restrictive de termes locaux, des difficultés de traduction d'une langue à l'autre, des coupures arbitraires établies parmi les facteurs écologiques, climatiques et topographiques. Depuis près de cinquante ans, plusieurs classifications des types de forêts ont été proposées, extrêmement nombreuses à l'échelle locale ou nationale et valables seulement à ce niveau; elles ont été synthétisées par quelques auteurs à l'échelle régionale ou continentale, englobant alors le plus souvent tous les types, même non forestiers, de végétation (voir classification de Yangambi). Des tentatives ultérieures récentes ont cherché à établir des classifications valables non seulement pour le milieu tropical, mais pour toute la végétation terrestre. Les classifications universelles proposées reposent sur des considérations physiologiques, structurales, physiologiques et écologiques, l'ordre de priorité accordé à ces trois ou quatre facteurs variant avec chacune d'elles; toutes délaissent les facteurs floristiques, dynamiques et historiques, sinon pour les considérer comme devant entraîner de virtuelles subdivisions. La classification dite de l'Unesco (Anon., 1969) représente un incontestable effort de synthèse réalisé par un groupe de phytogéographes travaillant à l'échelle mondiale et quelques tests permettent déjà d'en apprécier les qualités et les défauts.

1. Les phytogéographes devraient suivre la classification dite de l'Unesco pour les définitions qu'ils proposent, pour les coupures qu'ils établissent, pour les travaux de cartographie qu'ils entreprennent (après fixation conventionnelle des couleurs, trames et symboles) (classification Unesco).
2. Une attention particulière devrait être apportée à la traduction officielle en différentes langues de la terminologie employée dans cette classification.
3. Les dénominations utilisées jusqu'à ce jour en matière de phytogéographie tropicale devraient être progressivement mises en synonymie de cette terminologie. Cette opération permettrait de modifier, de compléter et d'enrichir éventuellement la classification de l'Unesco.

L'intérêt de ces classifications universelles dépasse la simple spéculation intellectuelle; tout comme les dénominations taxonomiques utilisées en floristique, les dénominations typologiques doivent correspondre à des caractéristiques aussi précises que possible; un terme nomenclatural hiérarchisé de telles classifications n'est qu'un instrument commode de synthèse et permet des comparaisons valables dans les domaines physiologique, écologique, biologique, économique, etc.

Les méthodes modernes d'analyse numérique, secondées par l'ordination, ont un rôle incontestable à jouer dans l'affinement de la connaissance de liens d'interdépendance existant entre éléments floristiques et éléments écologiques. Malgré quelques divergences à l'échelon intercontinental, des liaisons valables semblent à présent établies entre types de forêts et gradients d'humidité ou de sécheresse. De même sont assez bien définis les types de forêts relevant de grandes catégories de sol parfaitement tranchées. En montagne, l'effet d'élévation de masse n'a pas encore reçu d'explication précise malgré de nombreux travaux (botanistes belges et suédois ; Prof. Emberger, de France ; ainsi que Jacques Felix au Cameroun, etc.) ;

les forêts de nuages correspondent à une unité assez bien définie sur tous les continents mais au-dessus et en dessous règnent encore de grandes confusions qui ne peuvent être résolues que par l'observation minutieuse des divers composants des climats et des sols de montagne propres aux régions intertropicales : a) les études détaillées de variation floristique, utilisant les techniques modernes d'analyse numérique à présent disponibles, basées sur des échantillons adéquats, doivent être encouragées pour contribuer à l'approfondissement des connaissances écologiques ; b) une attention particulière doit être portée aux divers composants des climats et des sols de montagne propres aux régions intertropicales.

## Bibliographie sélective

- AIRY SHAW, H. K. (Willis, J. C.) *A dictionary of the flowering plants and ferns*. 8th ed. Cambridge, Cambridge University Press, 1973, 1 245+66 p.
- ANON. C.S.A./C.C.T.A. *Phytogéographie—Phytogeography, Yanguambi (1956)*. London, Publ. n° 22, 1956; réimp. Publ. n° 53 (1961), 35 p.
- . *Study of tropical vegetation. Proceedings of the Kandy Symposium. Recherches sur la zone tropicale humide*. Paris, Unesco, 1958b, 226 p.
- . *Symposium on ecological research in humid tropics vegetation. Kuching, Sarawak (1963)*. Government of Sarawak and Unesco Science Co-operation Office for South-East Asia, 1965, 376 p.
- . *A framework for a classification of World vegetation*. Paris, Unesco, 1969, 26 p. multigr. *International classification and mapping of vegetation*. Ecology and Conservation no. 6. *Classification internationale et cartographie de la végétation*. Écologie et Conservation n° 6. Paris, Unesco, 1973, 93 p.
- . *Ressources naturelles de l'Asie tropicale humide*. Paris, Unesco, Recherches sur les ressources naturelles, vol. XII, 1974, 490 p.
- ASHTON, P. S. Some problems arising in the sampling of mixed rain forest communities for floristic studies. In : *Ecol. Res. Humid Tropics Veg.*, Proc. Kuching Symposium, p. 235-240. Paris, Unesco, 1965, 376 p.
- AUBREVILLE, A. *Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale*. Paris, Soc. Ed. géographiques, maritimes et coloniales, 1949a, 351 p.
- . *La flore forestière de Côte-d'Ivoire*. CTFT, Nogent-sur-Marne, 1959, 3 vol. : 372, 342, 334 p.
- . *Étude écologique des principales formations végétales du Brésil et contribution à la connaissance des forêts de l'Amazonie brésilienne*. Nogent-sur-Marne, Centre technique forestier tropical (CTFT), 1961, 268 p.
- . *La forêt dense de la Lobaye. Cahiers de la Maboké* (Paris), 2, 1964, p. 5-9.
- . Sapotacées. *Adansonia*, Mém. n° 1, 1965a, 157 p.
- . Principes d'une systématique des formations végétales tropicales. *Adansonia*, 5, 1965b, p. 153-196.
- . Les Césalpinioïdées de la flore camerouno-congolaise. *Adansonia*, 8, 1968, p. 147-175.
- AUSTIN, M. P., GREIG-SMITH, P., WHITMORE, T. C. The application of quantitative methods to vegetation survey. I. Association analysis and principle component ordination of rain forest. *J. Ecol.*, 55, 1967, p. 483-503.
- , GREIG-SMITH, P. The application of quantitative methods to vegetation survey. II. Some methodological problems of data from rain forest. *J. Ecol.*, 56, 1968, p. 827-844.
- BAUR, G. N. *The ecological basis of rain forest management*. Forestry Commission New South Wales, 1961-62. Rome, FAO, André Meyer Fellowship Programme Report, 1962, 499 p.
- BEARD, J. S. The classification of tropical American vegetation types. *Ecology*, 36, 1955, p. 89-100.
- BOUGHEY, A. S. The physiognomic delimitation of West African vegetation types. *J. West Afr. Sc. Ass.*, 3, 1957, p. 148-165.
- BRIEGER, F. G. Botanische Grundlagen der Orchideenforschung. In: Brieger, F. G.; Maatsch, R.; Senghas, K. (Schlechter, R.). *Die Orchideen*, p. 123-137. Berlin und Hamburg, Parey, 1971.
- BRUNIG, E. F. A physiognomic-ecological classification of tropical forests, woodlands and scrubland. In : *Silvies and silvicultural management in humid tropical forests*, in press, 1972, multigr.
- BURTT DAVY, J. *The classification of tropical woody vegetation types*. Oxford, Imp. For. Inst. Paper no. 13, 1938, 85 p.
- CAIN, S. A.; DE OLIVEIRA CASTRO, G. M. *Manual of vegetation analysis*. New York, 1959, 325 p.
- CHAMPION, H. G. A preliminary survey of the forest types of India and Burma. *Indian For. Rec.*, n.s. 1, 1936, p. 1-286.
- ; SETH, S. K. *Forest types of India*. Dehra Dun, Forest Research Institute, 1965, revised ed. 1968, multigr.
- DEJARDIN, J., GUILLAUMET, J. L., MANGENOT, G. Contribution à la connaissance de l'élément non endémique de la flore malgache (végétaux vasculaires). *Candollea*, 28, 1973, p. 325-391.
- DILLEWIJN, F. N. Van. *Sleutel voor de interpretatie van begroeiingsvormen uit luchtfoto's 1:40 000 van het Noordelijk deel van Suriname*. Paramaribo, 1957, 45 p.
- ELLENBERG, H.; MUELLER DOMBOIS, D. Tentative physiognomic-ecological classification of plant formations of the earth, based on a discussion draft of the Unesco working group on vegetation classification and mapping. *Ber. geobot. Inst. ETH, Stifg. Rübel* (Zürich), 37, 1967, p. 21-55.

- EMBERGER, L. Les végétaux vasculaires. In: Chadeffaud M.; Emberger, L. *Traité de Botanique systématique*. 2 vol. Paris, Masson, 1960, 1 539 p.
- ESPINAL, L. S.; MONTENEGRO, E. *Formaciones vegetales de Columbia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico (1/1 000 000)*. Bogotá, 1963, 201 p.
- FLENLEY, J. R. (ed.). *Altitudinal zonation in Malesia*. Transactions of the third Aberdeen-Hull Symposium on Malesian ecology (Hull, 1973). University of Hull, Dept. of Geography, Misc. ser. no. 16, 1974, 119 p.
- FOSBERG, F. R. A classification of vegetation for general purposes. In: Peterken, G. F. *Guide to the checklist for IBP areas. IBP Handbook no. 4*, 2nd ed., p. 73-120. London, Oxford, Blackwell, 1970, 133 p.
- GÉRARD, P. *Étude écologique de la forêt dense à Gilbertiodendron dewevrei dans la région de l'Uele*. Publ. INEAC (Bruxelles), Sér. sci., n° 87, 1960, 159 p.
- GERMAIN, R.; ÉVRARD, C. *Étude écologique et phytosociologique de la forêt à Brachystegia laurentii*. Publ. INEAC (Bruxelles), Sér. sci., n° 67, 1956, 105 p.
- GOOD, M. *The geography of the flowering plants*, 4 éd., Longman, London, 1974.
- GOTTWALD, H. P. J. L'identification et l'appellation des bois de 'Lauan' et de 'Meranti'. *Bois et Forêts des Tropiques*, 121, 1968, p. 35-45.
- GREIG-SMITH, P. Notes on the quantitative description of humid tropics vegetation. In: *Ecol. Res. Humid Tropics Veg.*, Proc. Kuching Symposium, p. 227-230. Paris, Unesco, 1965, 376 p.
- GREENWAY, P. J. A classification of East African vegetation. *Kirkia*, 9, 1973.
- GRUBB, P. J.; LLOYD, J. R.; PENNINGTON, T. D.; WHITMORE, T. C. A comparison of montane and lowland rain forest in Ecuador. *J. Ecol.*, 51, 1963, p. 567-601.
- HALLÉ, F.; LE THOMAS, A.; GAZEL, M. Trois relevés botaniques dans les forêts de Bélinga. Nord-Est du Gabon. *Biologica Gabonica*, vol. 3, n° 3, 1967, p. 3-16.
- HEINSDIJK, D. *Interim report to the Government of Brazil on the dry land forests on the Tertiary and Quaternary south of the Amazon River*. Rome, FAO Report no. 1284, 1960.
- HUMBERT, H.; COURS DARNE, G. *Notice de la Carte de Madagascar, au 1/1 000 000*. CNRS/ORSTOM. Carte Internationale du Tapis végétal, 1965.
- HUTTEL, Ch. Recherches sur l'écosystème de la forêt subéquatoriale de basse Côte-d'Ivoire. III. Inventaire et structure de la végétation ligneuse. *La Terre et la Vie*, 1975, p. 178-191.
- JONES, E. W. Ecological studies in the rain forest of Southern Nigeria. IV. The plateau forest of the Okomu Forest Reserve. Part 1. The environment, the vegetation types of the forest and the horizontal distribution of species. *J. Ecology*, 43, 1955, p. 564-594.
- KEAY, R. W. J. *Vegetation map of Africa south of the tropic of Cancer, 1/1 000 000*. Oxford, Unesco/AETFAT, 1959.
- KNAPP, R. *Die Vegetation von Nord und Mittelamerika*. Stuttgart, 1965, 373 p.
- . *Die Vegetation von Afrika*. Stuttgart, 1973, 626 p.
- KOECHLIN, J., GUILLAUMET, J. L., MORAT, Ph. *Flore et végétation de Madagascar*. Vaduz, Cramer éd., 1974, 687 p., 187 ill.
- LANJOUW, J. *Index Herbariorum (A guide to the location and contents of the World's public Herbaria)*. Lanjouw, J.; Stafleu, F. A. *The Herbaria of the World*. Part 1. IUBS/Unesco; Utrecht (106 Lange Nieuwstraat), The International Bureau of Plant Taxonomy and Nomenclature, 1964.
- LEBRUN, J.; GILBERT, G. *Une classification écologique des forêts du Congo*. Publ. INEAC (Bruxelles), Sér. sci., n° 63, 1954, 89 p.
- LEONARD, J. Statistiques des progrès accomplis en 21 ans dans la connaissance de la flore phanérogamique africaine et malgache (1953-1973). *Boissiera*, 24, 1975, p. 15-19.
- LETOUZEY, R. *Étude phytogéographique du Cameroun*. Paris, Lechevalier (Encyclopédie Biologique 69), 1968, 508 p.
- . *Flore du Cameroun*. *Boissiera* (Genève), 24, 1976, p. 571-573.
- LOWE-MCCONNELL, R. H. Speciation in tropical environments. *Biol. J. Linn. Soc.*, 1, 1969, p. 97-133 (Van Steenis, C. G. J.), p. 135-148 (Hedberg, O.), p. 149-153 (Richards, P. W.).
- MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. *The theory of island biogeography*. Princeton, N. J., Princeton University Press, 1967, 203 p.
- MANGENOT, G. Étude sur les forêts des plaines et plateaux de la Côte d'Ivoire. *Études éburnéennes*, 4, 1955, p. 5-81.
- . Données élémentaires sur l'angiospermie. *Ann. Univ. Abidjan, Série E*, VI (1), 1973, 254 p.
- MEGERS, B. J.; AYENSU, E. S.; DUCKWORTH, W. D. *Tropical forest ecosystems in Africa and South America: a comparative review*. Washington, D. C., Smithsonian Institution, 1973, 350 p.
- MELCHIOR, H. A. *Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien*, II. Berlin, 1964, 666 p.
- MILDBRAED, J.; DOMKE, W. Grundzüge der Vegetation des tropischen Kontinental-Afrika. *Willdenowia*, 2, 1966, 253 p.
- MONOD, Th. Après Yangambi (1956): notes de phytogéographie africaine. *Bull. IFAN*, vol. 25, sér. A, 2, 1963, p. 594-619.
- OBATON, M. *Les lianes ligneuses à structure anormale des forêts denses d'Afrique occidentale*. Masson, Paris, 1960, 220 p.
- PERRIER DE LA BATHIE, M. La végétation malgache. *Ann. Mus. Colon. Marseille*, 1921, 268 p.
- RAVEN, P. H.; AXELROD, D. I. Angiosperm biogeography and past continental movements. *Annals Missouri Botanical Garden*, 61, 1974, p. 539-673.
- RICHARDS, P. W. *The tropical rain forest: an ecological study*. Cambridge, Cambridge University Press, 1952, 450 p. 4th reprint with corrections, 1972.
- ROBBINS, R. G.; WYATT-SMITH, J. Dry land forest formations and forest types in the Malayan Peninsula. *Malayan Forester*, 27, 1964, p. 188-216.
- ROLLET, B. *L'architecture des forêts denses humides sempervirentes de plaine*. Nogent-sur-Marne, Centre technique forestier tropical (CTFT), 1974, 298 p.
- SCHIMPER, A. F. W.; VON FABER, F. C. *Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage*. 3 ed. Iena, 1935, 2 vol., 1 613 p.
- SCHNELL, R. Remarques préliminaires sur quelques problèmes phytogéographiques du Sud-Est asiatique. *Rev. gén. Bot.*, 69, 1962, p. 301-366.
- . *Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Les problèmes généraux*. 2 vol. Paris, Gauthier-Villars, 1970 et 1971, 500 p., 452 p.
- . *Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. La flore et la végétation de l'Afrique tropicale*. Paris, Gauthier-Villars, 2 vol., 1977, 950 p.
- SCHULZ, J. P. *Ecological studies on rain forest in northern Surinam*. Amsterdam, 1960, 267 p.
- STEENIS, C. G. J. Van. Tropical lowland vegetation: the characteristics of its types and their relation to climate. In: *Proceedings of the Ninth Pacific Science Congress (1957)*, vol. 20 (Humid tropics), 1958a, p. 25-37.

- TAKEUCHI, M. The structure of the Amazonian vegetation. *J. Fac. Sc. Univ. Tokyo, Sect. III, Bot.* 8, 1961, p. 1-26, 27-35; 1962, p. 279-288, 289-296, 297-304.
- TROCHAIN, J. L. Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale. *Bull. Inst. Ét. Centrafr.*, 13-14, 1957, p. 56-93.
- VAN DER HAMMEN, T. Climatic periodicity and evolution of South American Maestrichtian and Tertiary floras. *Boletín Geológico* (Bogotá), vol. 5, no. 2, 1957, p. 49-91.
- VARESCHI, V. Comparación entre selvas neotropicales y paleotropicales en base a su espectro de biotipos. *Acta Botanica Venezuelica*, 3, 1968, p. 239-263.
- WALTER, H. *Ecology of tropical and sub-tropical vegetation* (transl. Mueller Dombois, D.). Edinburgh, Oliver and Boyd, 1971, 539 p.
- WEBB, L. J. A physiognomic classification of Australian rain forest. *J. Ecol.*, 47, 1959, p. 551-570.
- ; TRACEY, J. G.; WILLIAMS, W. T.; LANCE, G. N. Studies in the numerical analysis of complex rain forest communities. I. A comparison of methods applicable to site/species data. *J. Ecol.*, 55, 1967, p. 171-191.
- ; —; —; —. Studies in the numerical analysis of complex rain forest communities. II. The problem of species sampling. *J. Ecol.*, 55, 1967, p. 525-538.
- WHITE, F. The taxonomic and ecological basis of chorology. In: *Mitt. Bot. München 10, Proceedings 7th plenary Meeting AETFAT* (Munich, 1970), 1971.
- WHITMORE, T. C. *Tropical rain forests of the Far East*. Oxford, Clarendon Press, 1975, 278 p., 550 références.