



Photo Sarlin.

Gabon 1958. Recul de la forêt sous l'influence des feux de brousse. La végétation arbustive a été éliminée. Les taches blanches d'Aframomum sont en train de disparaître.

LE PRÉSENT ET L'AVENIR DES FORÊTS TROPICALES HUMIDES

Possibilités biologiques et économiques des écosystèmes forestiers tropicaux
Les limites de leur transformation

Référence particulière à l'Afrique tropicale (1)

par R. CATINOT,
*Directeur Général du
Centre Technique Forestier Tropical*

(1) Une partie de ce document a été présentée au 7^e Congrès Forestier Mondial à Buenos-Aires en 1972. La totalité de l'étude a fait l'objet d'une communication lors de la réunion du Groupe de Travail International sur « les effets écologiques de l'augmentation des activités

humaines sur les écosystèmes forestiers tropicaux et sub-tropicaux » qui s'est tenue à Rio de Janeiro en février 1974 dans le cadre du programme de l'UNESCO consacré à l'« Homme et la biosphère ».

THE PRESENT AND FUTURE OF HUMID TROPICAL FORESTS

The biological and economic possibilities of tropical forest ecosystems and the limits of their transformation, with particular reference to Tropical Africa

Tropical forests account for 55 % to 65 % of the world's forests in terms of area, but their productivity, though improving, remains modest and their regeneration poses difficult problems. Natural tropical forests of the moist type constitute an ecosystem which may be examined from various aspects : structure (distribution of trees by categories of diameter), functioning (growth and photosynthetic yield), and organization (considerable number of species and competition between them).

The author then deals with the biological possibility of the tropical forest ecosystem : between 250 and 300 cubic metres of bole volume for the natural forest, but the tropical forest system modified by man can attain high levels and is characterized by rapid growth at an early age. The economic possibility depends on many other factors : accessibility, infrastructure, technological characteristics of the woods, population, etc. The figures are extremely variable, and improvements can be envisaged : the launching of new species, commercial grouping, industrialization, outlets such as paper pulp, energy supply, etc. The author concludes by indicating the possibilities and limitations of transforming one ecosystem into another.

RESUMEN

PRESENTE Y FUTURO DE LOS BOSQUES TROPICALES HUMEDOS

Posibilidades biológicas y económicas de los ecosistemas forestales tropicales. Los límites de su transformación. Referencia parcial al caso de Africa Tropical.

Los bosques tropicales representan de un 55 a un 65 % de la cobertura forestal mundial, pero su productividad, a pesar de encontrarse en progreso, sigue siendo modesta y su regeneración plantea difíciles problemas. El bosque tropical natural, del tipo bosque denso húmedo, constituye un ecosistema que puede ser examinado bajo distintos aspectos : estructura (reparto de los árboles por categoría de diámetro), funcionamiento (crecimiento y rendimiento de la fotosíntesis), organización (número considerable de especies, concurrencia de pie a pie).

Acto seguido, el autor estudia la posibilidad biológica del ecosistema forestal tropical : entre 250 m³ y 300 m³ de volumen de fuste para el bosque natural, pero el ecosistema forestal tropical remodelado por el hombre puede alcanzar cifras elevadas y se caracteriza por el crecimiento rápido de las plantas jóvenes. La posibilidad económica depende de otros muchos factores : accesibilidad, infraestructura, características tecnológicas de la madera, población, etc. Las cifras son sumamente variables y pueden ser vislumbradas ciertas mejoras : lanzamiento de nuevas especies, agrupación comercial, industrialización, diversas salidas, como por ejemplo, pasta de papel, suministro de energía, etc. El autor termina indicando las posibilidades y los límites de la transformación de un ecosistema en otro.

1^o IMPORTANCE DU PROBLÈME

Tantôt considérées comme un pactole sinon l'Eldorado des Forestiers de demain, tantôt remises au rang des rêves utopiques, les Forêts tropicales retiennent de plus en plus l'attention des Economistes soucieux de l'avenir du Monde, des Biologistes émerveillés par la complexité d'un milieu apparemment tout neuf et des Forestiers qui essaient d'analyser puis de manipuler les innombrables paramètres qui les définissent en vue de les aménager, de les régénérer, de les sauver. Ces Forêts tropicales humides sont en effet déconcertantes quand on a l'idée d'opposer la place énorme qu'elles tiennent dans le Monde végétal à leur faible productivité et aux difficultés que présente leur régénération malgré les caractéristiques climatiques a priori très favorables des zones qu'elles recouvrent. En effet :

— Sur les 4,1 milliards d'ha que représente la Forêt du Monde dont environ 3,2 milliards sont à couvert continu, on estime qu'environ 2,5 milliards d'ha appartiennent aux Forêts feuillues tropicales. C'est dire, avec les auteurs spécialisés, que la Forêt tropicale représente de 55 % à 65 % de la couverture forestière mondiale. A l'intérieur de cet immense domaine, 750 millions d'ha environ relèveraient vraiment de la Forêt tropicale humide (46 % en Amérique, 27 % en Asie, 27 % en Afrique). Il est donc indiscutable que la Forêt tropicale, et notamment la Forêt tropicale humide, se présente comme un facteur déterminant du potentiel forestier mondial ;

— Par contre sa productivité reste actuellement modeste bien que des progrès considérables soient en cours, dans le Sud-Est Asiatique notamment. En

1970 les 750 millions d'ha de Forêts denses humides n'ont produit d'après la F. A. O. que 111 millions de m³ de grumes, soit 1 m³ pour 7 ha. Cette productivité est d'ailleurs très inégale d'un continent à l'autre : alors qu'en Asie on retire d'un ha de forêt exploitée entre 35 et 150 m³ de grumes, on n'en retire plus que de 5 à 25 m³ en Afrique. Nous verrons plus loin que cette différence relève de causes tant floristiques qu'économiques. Mais, quoi qu'il en soit, cette productivité ne peut que surprendre par son niveau souvent très bas ;

— D'autre part sa régénération pose des problèmes particulièrement ardues encore très mal résolus. Les causes que nous exposerons plus loin sont maintenant assez bien connues et relèvent beaucoup de la multiplicité des espèces au tempérament très divers. Si l'on envisage enfin ce que les auteurs anglais appellent sa « manipulation » c'est-à-dire les possibilités de la transformer, soit en un autre type de peuplement forestier

(conversion, reboisement), soit en une formation agricole (culture, élevage), des difficultés considérables se présentent encore qui relèvent soit de la complexité de l'écosystème de départ soit de la fragilité et de la vulnérabilité des sols forestiers vis-à-vis de l'agressivité d'un climat chaud mais rude ;

— Le problème de l'avenir des Forêts tropicales humides se pose donc avec une grande acuité, puisque tant leur productivité que leur « manipulation » présentent actuellement des limites sévères. Nous allons essayer de les préciser et d'envisager la mise au point de remèdes appropriés, étant bien entendu que certains ne peuvent être basés encore que sur des hypothèses.

Comme la Forêt tropicale humide est enfin le domaine de Pays en voie de développement, son importance n'en est que plus grande sur le plan humain, politique et économique. Le problème de son devenir est donc primordial.

2^o LA FORÊT TROPICALE HUMIDE EN TANT QU'ÉCOSYSTÈME

La notion moderne, d'écosystème, un peu surprenante comme toute notion nouvelle, n'est pas déconcertante pour un forestier car, comme M. JOURDAIN, il la pratiquait depuis longtemps sans le savoir ;

— En effet depuis environ quatre siècles que des Auteurs forestiers essaient de préciser progressivement nos connaissances, ils ont de plus en plus mis l'accent sur la notion de « formation naturelle », cet ensemble qui se dégage — pour qui sait observer — de conditions naturelles constantes, qui présente des éléments identiques dotés de corrélations certaines, qui réagit toujours de la même façon dans les mêmes conditions ; on en vint à préciser les notions de « formation forestière », de « station forestière », d'« étage de végétation », etc... On tournait peut-être un peu autour du problème, d'un problème dont la notion d'écosystème a sans doute fait la synthèse : certains ne définissent-ils pas avec pertinence un écosystème comme un « niveau d'organisation de la vie » : est-ce tellement éloigné de notre traditionnelle notion de « formation forestière » ?

— L'important Programme lancé par l'UNESCO sur « L'Homme et la Biosphère (M. A. B.) » fait un très large appel à la notion d'écosystème forestier et nous nous permettons d'en citer notamment l'extrait suivant : « Au cours de son évolution, la « biosphère s'est différenciée en fonction du climat, « du substrat géologique, de l'information géné-



La forêt dense gabonaise, route vers les Monts de Cristal. Ebo (*Santiria trimera*) en bordure de la piste ouverte en forêt.

« tique existante et de l'action des organismes
 « vivants, en un système complexe d'unités inter-
 « dépendantes, les écosystèmes, qu'illustrent bien
 « les divers types de forêts, de steppes et de toun-
 « dras qui constituent les paysages du globe. Ces
 « écosystèmes, bien que faisant partie d'un vaste
 « continuum, ont des caractéristiques de compo-
 « sition plus ou moins spécifiques et il a été com-
 « mode de les utiliser comme unités de base pour
 « la recherche, tout en reconnaissant qu'ils peuvent
 « être groupés en unités plus vastes selon leurs
 « interactions ou les objectifs de la recherche.

« Le principe fonctionnel fondamental de l'éco-
 « système est celui d'une machine capable d'in-
 « tercepter l'énergie du rayonnement solaire, en
 « la transformant en énergie chimique par la photo-
 « synthèse et en répartissant cette énergie chi-
 « mique de manière à assurer la permanence de sa

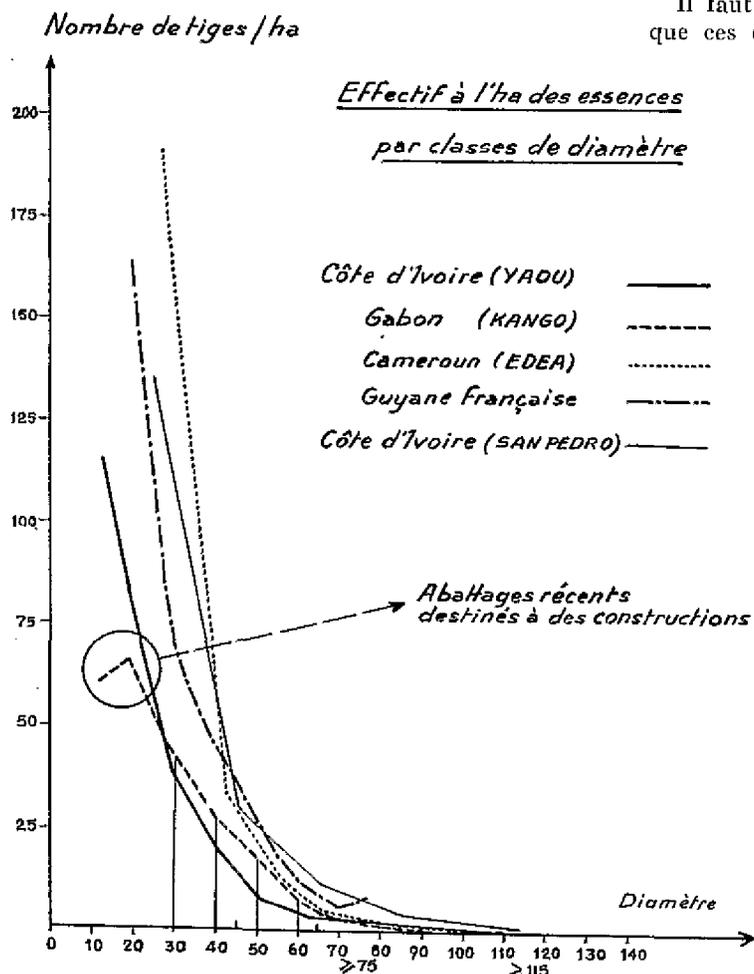
« structure fonctionnelle. Les végétaux sont des
 « instruments de la photosynthèse. les herbivores et
 « les prédateurs contribuent à la répartition de
 « l'énergie et de la matière, et les agents de décom-
 « position permettent la destruction des matières
 « organiques, rendant ainsi à nouveau disponibles
 « pour les végétaux les éléments minéraux qu'elles
 « renfermaient. Les mécanismes de régulation,
 « souvent en rapport étroit avec la diversité des
 « espèces, permettent aux écosystèmes de per-
 « pétuer, ou de rétablir lorsqu'elle est exposée à
 « des perturbations, leur structure fonctionnelle.

Nous pensons que cette définition, bien que
 longue, était utile pour situer le problème des éco-
 systèmes forestiers tropicaux dans un cadre précis.
 Nous allons pouvoir maintenant en étudier les
 caractéristiques principales.

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE LA FORÊT TROPICALE HUMIDE

Elles peuvent être abordées comme le propose le
 M. A. B. sous l'angle de :

Leur structure.



Il faut de prime abord avoir conscience de ce
 que ces écosystèmes des forêts denses tropicales
 correspondent dans la plupart des
 cas à des formations vierges ou du
 moins non aménagées, c'est-à-dire
 dont la structure n'a pas été modi-
 fiée sinon entièrement conçue par
 l'Homme comme c'est le cas dans
 les écosystèmes forestiers des pays
 tempérés. Cette structure se caracté-
 rise par une grande diversité et
 une grande richesse biologique, des
 étages de peuplements souvent bien
 marqués, notamment un étage
 dominant caractérisé par le gigan-
 tisme des arbres dont la hauteur
 dépasse couramment 40 m, un
 volume de bois sur pied assez
 modeste (250 à 300 m³/ha de volume-
 fût en Afrique) un sol forestier
 caractérisé par la rareté sinon l'ab-
 sence d'humus. Par hectare, la forêt
 semble essentiellement composée au
 premier coup d'œil d'une dizaine de
 très grands arbres dont le diamètre
 des couronnes varie de 15 m à 40 m
 et qui semblent protéger un trou-
 peau d'arbres beaucoup plus petits
 telle une sorte de taillis sous futaie
 vieilli ; la présence de ces quelques
 colosses dont l'extension des houp-
 piers et des systèmes radiculaires
 semble souvent absorber toute la
 lumière et le sol disponibles explique
 en partie le faible volume sur pied

à l'hectare car le coefficient diamètre du houppier/diamètre du fût est très fort (20 à 40), beaucoup plus fort que celui des arbres de forêt tempérée : mais ces derniers n'ont-ils pas été modelés par l'Homme qui en dirigeant la régénération leur a imposé une « forme forestière », alors que les arbres de la forêt naturelle qui se sont dégagés du couvert ont repris librement dans la lumière de l'étage dominant leur « forme spécifique ». Autrement dit la structure des écosystèmes actuels de forêt dense correspond à un équilibre naturel et originel ; mais l'écosystème de demain, entièrement remanié par l'Homme devrait être profondément différent dans sa structure et sa morphologie et se présenter comme un étage dominant à houppiers plus petits renfermant un plus grand nombre d'arbres et dominant des étages inférieurs beaucoup moins fournis : les plus vieilles plantations d'Okoumé (*Aucoumea klaineana*) âgées maintenant de 30 ans confirment bien cette vue d'avenir alors qu'on sait toutefois que certaines espèces comme les *Terminalia* conservent en plantation leur forme spécifique et même dès le jeune âge ne peuvent pousser qu'à grand écartement (8 m × 6 m d'abord, puis rapidement 12 m × 12 m)

Nous donnons ci-joint quelques exemples de courbes de répartition des arbres par catégorie de grosseur ; ils concernent quatre types de forêts naturelles africaines (Gabon, Cameroun, Côte-d'Ivoire) dans quatre zones constituant un bon échantillonnage des Forêts d'Afrique tropicale et un type de forêt de Guyane française. On y note d'assez sensibles différences dans l'allure des courbes montrant la plus grande richesse de l'échantillon camerounais ainsi qu'un certain surstockage des gros bois, sauf dans la forêt guyanaise. Mais il est sûr que de tels exemples doivent être maniés avec précautions, car ils ne reflètent qu'une moyenne correspondant à plusieurs dizaines de milliers d'ha et qu'en fonction du sol, de la composition floristique et des interventions anciennes de l'Homme de très grandes variations sont à attendre, parfois même à l'intérieur de faibles surfaces.

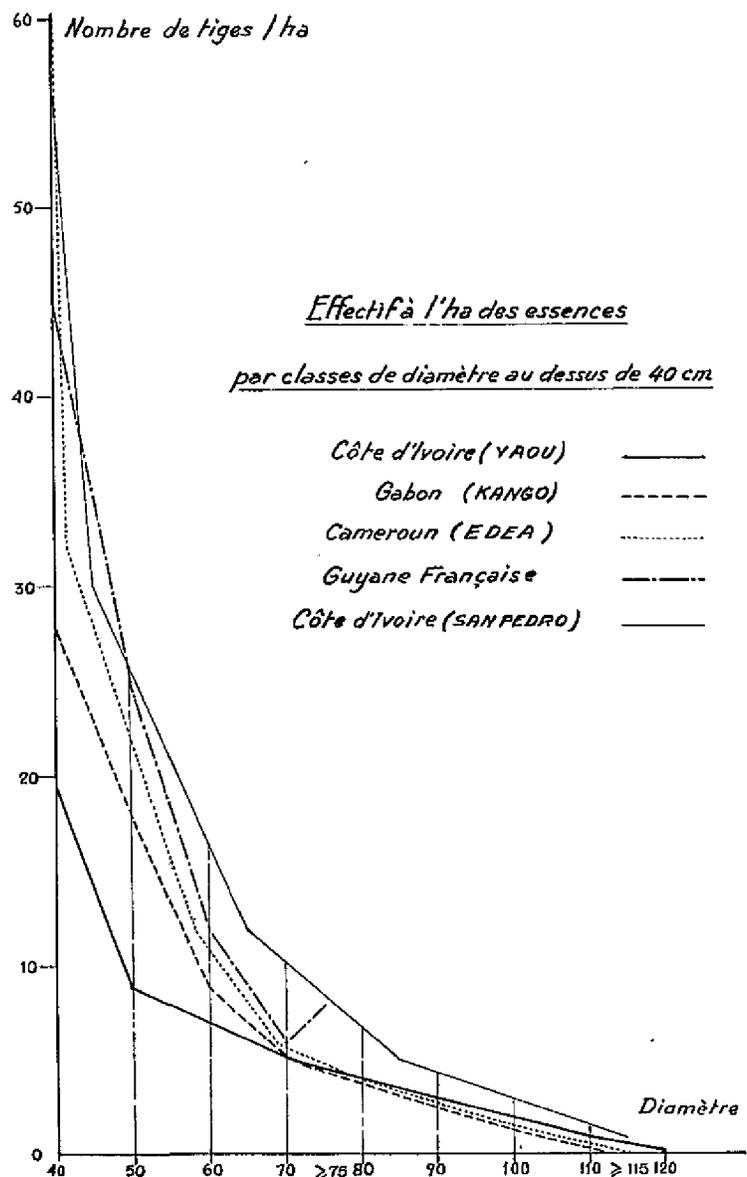
Leur fonctionnement.

Nous pénétrons là dans un domaine fort mal connu car les recherches sur la physiologie des arbres tropicaux et de la faune qu'ils protègent et nourrissent en sont à leur début.

Quand on voit les larges cornes

d'accroissement (que l'on sait maintenant être en général annuels) des arbres de l'étage dominant, on est en droit de supposer que chez eux le rendement de la photosynthèse est excellent : les *Aucoumea*, *Chlorophora*, *Sarcocephalus*, *Terminalia*, *Tripluchiton* ont un accroissement de 1 à 2 cm par an sur le diamètre jusqu'à 60-80 ans et certains individus le maintiennent au-delà de 100 ans.

Les phénomènes de transpiration semblent intenses, mais leur étude et spécialement celle de la régulation stomatique des espèces reste souvent à faire ; cette dernière risque d'être peu importante du fait d'une ambiance assez uniformément chaude et humide. C'est ce que confirment certaines études récentes, telles celles du Professeur G. LEMÉE en forêt dense de Côte-d'Ivoire qui a pu montrer que « la régulation stomatique des espèces de



lumière (de très loin les plus nombreuses) est très faible puisqu'elles gardent leurs stomates ouverts à l'obscurité et dans des conditions d'hydratation maximum, de telle sorte que leur intensité transpiratoire est élevée dès le début de l'exposition à la lumière contrairement à celle des essences d'ombre dont les stomates restent fermés à l'obscurité même après suspension de l'alimentation en eau » La conséquence de la durée d'ouverture des stomates sur le rendement de la photosynthèse se vérifie parfaitement quand on compare les résultats du Professeur G. LEMÉE avec les croissances forestières mesurées : les espèces d'ombre, *Turreanthus* et *Tarrietia*, ont effectivement une croissance en diamètre qui varie entre 0,5 cm et 1 cm/an alors que celle des espèces de grande lumière que sont *Chlorophora excelsa* et *Musanga cecropioides* se situe entre 2 cm et 4 cm/an. Voilà tout l'intérêt des recherches de physiologie végétale qui nous expliqueront probablement dans un proche avenir le comportement en croissance des espèces forestières tropicales.

A partir de ces premières données peut-on risquer deux hypothèses :

a) seul l'étage dominant de la forêt dense, — celui des colosses, — bien exposé à la lumière et

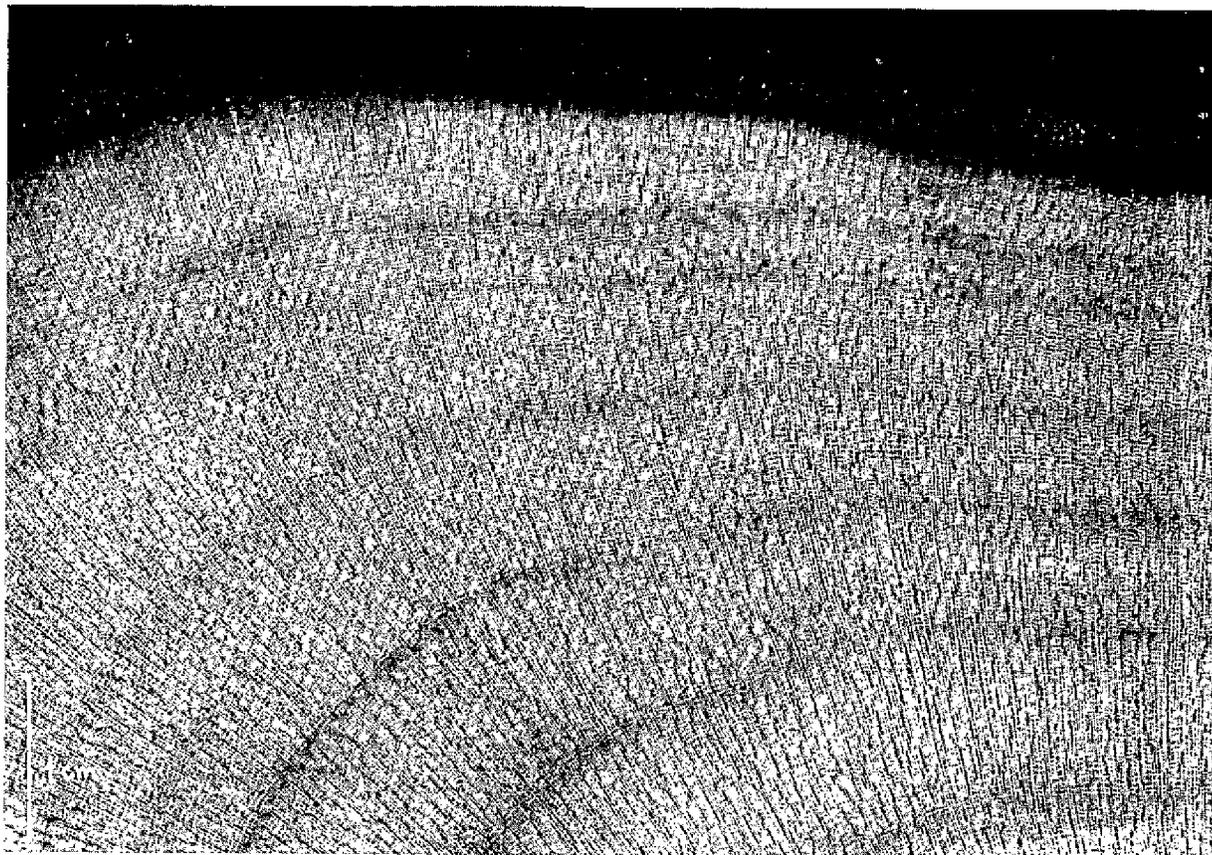
composé essentiellement d'espèces de lumière a un rendement photosynthétique excellent du fait de sa régulation stomatique faible, alors que les autres étages ombragés par l'étage dominant et composés de beaucoup d'espèces d'ombre, n'auraient qu'une faible production photosynthétique : ceci expliquerait en partie la faible productivité de l'ensemble ;

b) au fur et à mesure que les arbres croissent, la proportion de tissus assimilateurs, essentiellement portés par les feuilles, diminue par rapport à l'ensemble des tissus de l'arbre qu'ils doivent nourrir de sorte qu'à partir d'un certain âge le taux de croissance diminue, ce qui expliquerait dans une certaine mesure que les Forêts composées d'arbres âgés croissent beaucoup moins vite que lorsque les arbres sont jeunes.

Quant à la respiration, tout laisse supposer qu'elle s'exerce intensément du fait du niveau moyen élevé de la température (18 à 28 °C) ; les premières mesures qui en ont été faites le confirment et D. MÜLLER et J. NIELSEN ont montré à ce sujet que dans la forêt dense de Côte-d'Ivoire 43 t à l'ha de matière sèche synthétisée étaient consommées par la respiration de sorte qu'il ne reste plus que 25 % de cette matière pour assurer

Cernes d'accroissement dans un rondin de Douka de plantation (1934). Sibang (Gabon).

Photo Mariaux.



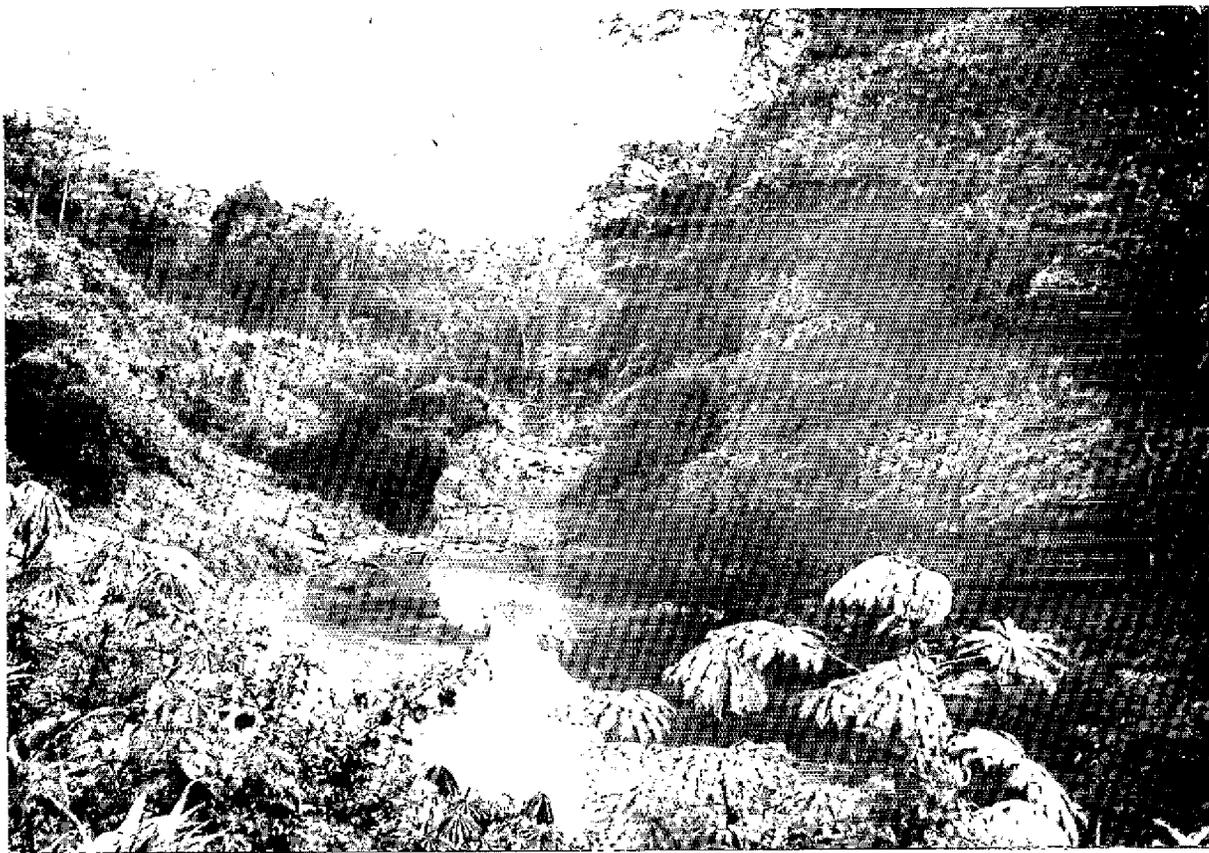


Photo Documentation Française.

République Populaire du Congo. Chemin de fer Congo-Océan. La traversée dans la forêt du Mayombé.

l'accroissement du peuplement. Bien que ces chiffres ne semblent pas définitifs, ils sont tout à fait importants et pourraient constituer une explication partielle à l'existence d'un volume à l'hectare relativement modeste dans les forêts humides tropicales. Ils sont d'ailleurs confirmés par d'autres chercheurs : Howard et Odun ont montré que dans une forêt âgée, celle de Montane, les besoins nécessaires au simple maintien de la respiration des feuilles, des racines et du sol, absorbent pratiquement toutes les disponibilités créées par la photosynthèse, ce qui pourrait expliquer aussi en partie la très faible croissance en volume de l'ensemble du peuplement.

Enfin on sait que l'assimilation des éléments nutritifs du sol appréhendés par les racines est prompte, ce qui se traduit par une circulation rapide des éléments minéraux ; le rôle des micro-organismes semble très important pour la libération de ces derniers.

Leur organisation.

Nos connaissances dans ce domaine sont peut-être encore plus modestes, du moins en Afrique. Mais ne devons-nous pas reconnaître avec J. D. O'VINGTON que la forêt dense tropicale constitue

peut-être le plus complexe des écosystèmes terrestres ? Sa dynamique, donc son évolution sont encore mystérieuses, en dehors de quelques remarques de base qui sont loin d'être des découvertes : si la forêt dense est ouverte par l'Homme par l'intermédiaire de l'exploitation et surtout de l'exploitation agricole, les espèces à graines légères deviennent envahissantes, alors que dans une forêt non perturbée les espèces à graines lourdes semblent être à la base de l'évolution enregistrée (Myristicacées en Afrique Centrale) ; le contraire serait évidemment étonnant. En dehors de ces observations banales on peut se demander si du fait du nombre considérable d'espèces, le hasard de la concurrence pied à pied n'est pas déterminant dans l'évolution de l'écosystème. P. BOUVAREL note à ce sujet : « En forêt dense, les espèces sont plus nombreuses, très souvent réparties pied à pied. Il semble que cela corresponde à une loi : plus les conditions écologiques sont favorables, plus grand est le nombre des espèces (les forêts montagnardes ou boréales ont moins d'espèces que les forêts de plaine sur alluvions). En forêt dense, la concurrence s'exerce entre espèces ; il est probable que le mécanisme de cette compétition est extrêmement complexe (intra et inter-

« strate) et que le hasard du voisinage joue, pour
 « la survie d'un individu, un rôle plus important
 « que son aptitude génétique. Quel est, dans ces
 « conditions, le meilleur système d'adaptation ?
 « D'abord, celui qui assure la survie par une
 « quantité importante de graines même si le
 « semencier se trouve éloigné d'autres arbres de la
 « même espèce ; ensuite celui qui produit, pour
 « chaque individu de l'espèce, un niveau moyen
 « d'adaptation, sans grands écarts par rapport à
 « cette moyenne, c'est-à-dire sans variabilité indi-
 « viduelle forte. En effet, une espèce à variabilité
 « individuelle forte peut voir ses génotypes les
 « mieux adaptés « gagner » sur les autres espèces,
 « mais seulement lorsque ces génotypes se trou-
 « vent chacun, par hasard, dans une situation éco-
 « logique individuelle favorable. Le risque est grand
 « du hasard contraire : les meilleurs génotypes
 « défavorisés, les moins bons favorisés, mais ne
 « pouvant dominer en raison de leur mauvais
 « génotype. Cette espèce se trouverait dans la
 « situation d'un joueur trop audacieux qui peut
 « gagner pendant un certain temps, mais qui,
 « dans une très longue partie, finit toujours par
 « tout perdre et doit quitter la table. Ces deux con-

« ditions : fertilité d'arbres isolés et niveau moyen
 « d'adaptation sont remplies par un système de
 « reproduction basé sur l'autogamie ».

Développant sa pensée, il présente comme la plus plausible l'hypothèse que les espèces de la forêt dense sont à autogamie dominante : en dehors du grand intérêt de cette hypothèse elle démontre que nous ignorons presque tout encore des systèmes de reproduction des espèces de la forêt dense. Dans ces conditions, que pouvons-nous affirmer sur l'organisation de l'écosystème sinon nous attaquer le plus vite possible aux problèmes qui se posent ?

Enfin, la même ignorance recouvre encore en Afrique les relations faune-flore, mises à part quelques données sur le rôle disséminateur des animaux au profit de certaines espèces et le potentiel considérable qu'offrent à certains animaux (Eléphants, Buffles, Antilopes, Suidés...) les disponibilités nutritives de la Forêt dense.

Voilà donc de notre point de vue les caractéristiques essentielles de l'écosystème forestier tropical ; au niveau de nos connaissances actuelles nous devons trop souvent rester dans le vague ou dans la brièveté.

3° POSSIBILITÉ BIOLOGIQUE DE L'ÉCOSYSTÈME FORESTIER TROPICAL

L'usine photosynthétique que constitue l'écosystème forestier tropical produit une masse de matières diverses (racines, débris végétaux jonchant le sol, bois, feuilles, etc...) qui constitue sa biomasse dont la part principale en poids revient au bois du fût et des branches : ce dernier représente

pour le forestier la production primaire nette, celle qui est mise à la disposition de l'Exploitant qui essaiera d'en tirer le maximum de rendement économique et commercial. Nous allons essayer de l'estimer et d'en fixer les limites pour les forêts denses d'Afrique.

PRODUCTIVITÉ PRIMAIRE

Cette productivité primaire est en général exprimée en mètres cubes selon deux critères :

Le volume-bois fort, c'est-à-dire le volume du fût et des branches d'un diamètre supérieur à 5-7 cm, qui est surtout employé lorsque les arbres sont destinés à fournir des bois de trituration (cellulose, panneaux) ; il atteint selon la composition floristique de la forêt de 275 à 425 m³/ha. Voici quelques chiffres provenant d'inventaires récents en forêt dense naturelle d'Afrique :

Forêt de Kango (Gabon) : la moyenne sur 100.000 ha est de 275 m³/ha,

Forêt de Yaou (Côte-d'Ivoire) : la moyenne sur 30.000 ha est de 325 m³/ha,

Forêt de la Mangombé (Cameroun) : la moyenne sur 100.000 ha est de 425 m³/ha.

Ces différences notables proviennent de la composition floristique mais aussi de l'intervention humaine plus ou moins ancienne ;

Le volume-fût c'est-à-dire le volume de bois compris entre le collet de l'arbre et la première couronne de branches, critère utilisé lorsque les arbres sont destinés à fournir du bois d'œuvre.

Les valeurs de ce volume se situent entre 250 m³ et 300 m³. De son côté, la surface terrière (1) n'atteint que 18 m²/ha à Kango (Gabon) contre 23 m²/ha à Yaou (Côte-d'Ivoire) et 29 m²/ha à La Mangombé (Cameroun).

On remarque que ces chiffres ne sont pas très élevés : la productivité primaire nette de la forêt dense africaine, tout en restant du même ordre de grandeur que celle des autres zones tropicales du monde n'est pas considérable et d'après quelques

(1) On appelle surface terrière d'un arbre, la surface de la section transversale de cet arbre à hauteur d'homme, et surface terrière d'un peuplement, la somme des surfaces terrières de tous les arbres qui le composent. (PARDE. — « Dendrométrie »).



estimations son taux d'accroissement annuel serait de l'ordre de : 3 m³/ha (Maudoux) soit d'environ 1 % du volume sur pied. Elle semble assez décevante par rapport aux forêts tempérées, mais comme nous l'avons déjà fait remarquer plus haut nous mettons ainsi en parallèle deux entités qui ne sont pas comparables puisque l'écosystème forestier tropical a conservé sa structure originelle tandis que l'écosystème forestier tempéré a été entièrement créé par l'homme à partir d'espèces forestières repérées pour leur haute productivité ; si l'on disposait encore d'échantillons de l'ancienne sylvie européenne à base de *Fagus-Carpinus-Quercus* on s'apercevrait sans doute que l'écosystème tropical n'a plus à être traité en parent pauvre.

RAPIDITÉ DE CROISSANCE DANS LE JEUNE AGE DE LA FORÊT DENSE TROPICALE REMANIÉE

L'écosystème forestier tropical remanié présente par contre une particularité, c'est sa rapidité de croissance dans le jeune âge. L'observation des courbes de surface terrière que nous reproduisons ci-après p. 13 le montre parfaitement : par rapport aux meilleures espèces des forêts tempérées (*Picea*, *Abies*, *Fagus*, *Quercus*) les espèces tropicales poussent deux à trois fois plus vite : il faut 35 à 40 ans à *Aucoumea* pour atteindre une surface terrière de 50 m²/ha contre 80-90 ans à *Picea* ou *Abies* ; il faut souvent à peine 10 ans aux Pins tropicaux pour atteindre 30 m².

La forêt dense tropicale remaniée pousse vite si sa production finale à l'hectare n'est pas des plus fortes.

Cette particularité nous suggère deux réflexions :

— une, indiscutable, qui est l'avantage considérable que présente sur le plan de la rentabilité financière cette rapidité de croissance dans le jeune âge,

— une autre, qui n'est qu'une hypothèse : le blocage rapide de l'accroissement en volume qui comme nous l'avons vu pourrait provenir d'une respiration très forte du système biologique, et du fait que seuls les gros arbres de l'étage dominant bénéficient pleinement de l'éclaircissement grâce à leurs feuilles de lumière, ne pourrait-il pas être dû également au fait que les disponibilités du sol en matières nutritives finissent par s'épuiser rapidement ? Car l'enracinement des espèces tropicales est en

Cette supposition est effectivement déjà corroborée par les faits : certaines parcelles de recherche des plus anciennes plantations d'*Aucoumea* au Gabon renferment, à 35 ans, de l'ordre de 750 m³/ha, et leur croissance ne semble pas encore terminée ; une parcelle de futaie naturelle quasi pure d'*Aucoumea* (Parcelle des Conservateurs) provenant de l'envahissement d'une ancienne plantation agricole dispose de son côté à 100 ans de plus de 600 m³/ha de fûts d'*Aucoumea*.

Jusqu'à preuve du contraire nous considérerons donc que la productivité primaire en bois de l'écosystème forestier tropical remanié est très proche de celle des autres zones écologiques du Monde.

général traçant ce qui signifie qu'une tranche de sol assez réduite est seule explorée (0,50 m à 1 m) mais par contre il présente une extension importante (40 m à 50 m) autour du fût ce qui augmente considérablement les phénomènes de concurrence dans le sol : ce dernier, utilisé sur une faible profondeur par un système racinaire puissant ne reçoit qu'une régénération insuffisante du seul fait des matières minérales libérées par les microorganismes à partir des matières organiques issues des débris végétaux tombant sur le sol ; cet épuisement relativement rapide dû aux besoins de croissance considérables des arbres pourrait constituer également une explication partielle de ce phénomène de blocage de la croissance.

En conclusion nous proposons de retenir trois idées pour caractériser la possibilité biologique de l'écosystème forestier tropical :

a) du fait que l'on ignore en général avec précision les interventions anciennes de l'Homme sur la forêt, les chiffres mesurant la production nette primaire, — et encore plus la biomasse, — doivent être accueillis avec circonspection et souvent interprétés ;

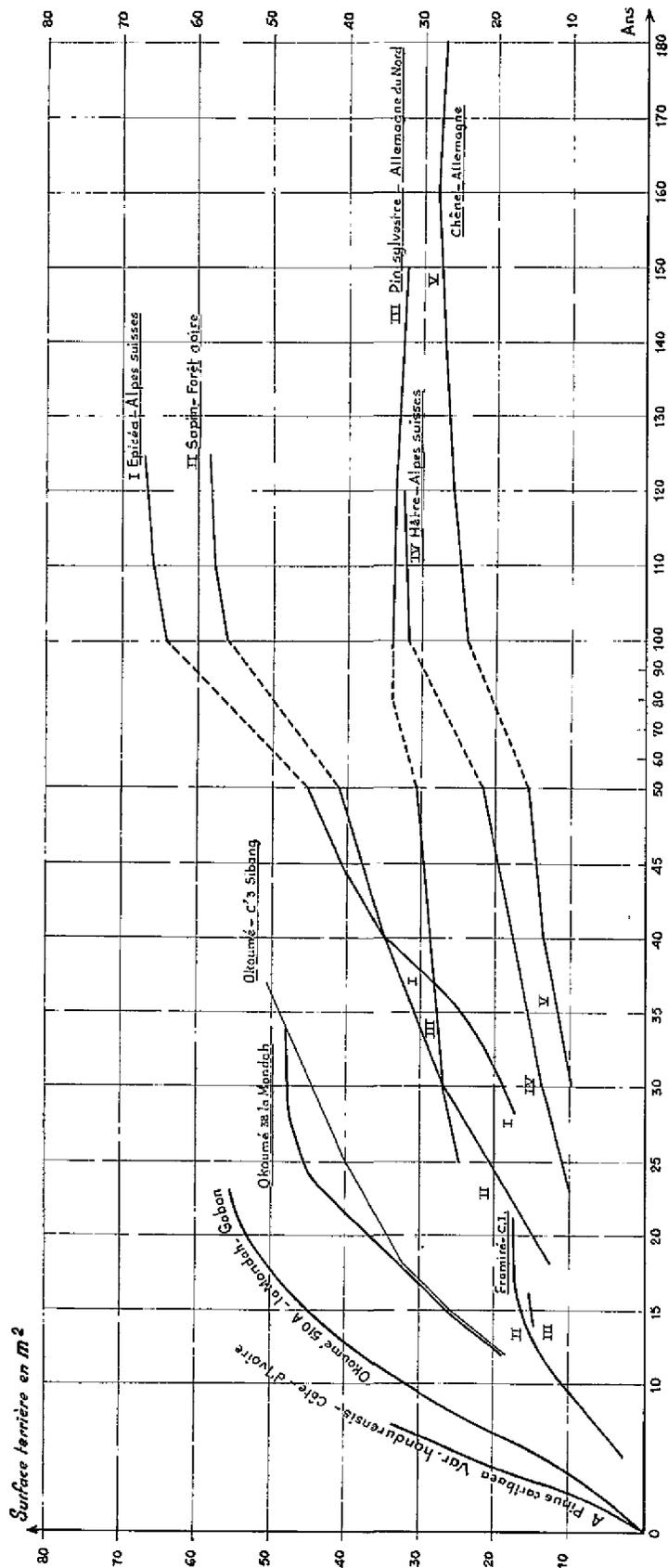
b) ces chiffres ne concernent que des forêts non aménagées et constituent donc des minima sur le plan de la productivité de l'écosystème ;

c) la substitution d'écosystèmes artificiels augmente considérablement cette productivité.

4° POSSIBILITÉ ÉCONOMIQUE DE L'ÉCOSYSTÈME FORESTIER TROPICAL

Il existe des différences souvent considérables entre la possibilité biologique et la possibilité économique d'un écosystème ; ces différences qui relèvent essentiellement de « l'accessibilité » de

l'écosystème au sens large du terme (topographie, nature du sol, climat, éloignement des zones d'utilisation ou d'exportation, état des voies d'évacuation, etc...) sont d'autant plus accusées en géné-



Surfaces terrières en m² à l'ha à différents âges de divers peuplements artificiels et naturels dans des régions tropicales et dans des régions tempérées.



Photo Documentation Française.

République Centrafricaine. La forêt entre M' Baiki et Bangui.

ral que le développement du pays est moins avancé, puisque dans les pays en voie de développement l'infrastructure générale est par définition incomplète ; elles sont également d'autant plus accusées que le pays est moins peuplé, car alors la plus grande partie de la production de l'écosystème doit être orientée vers l'exportation avec toutes les conditions de choix que cela impose. Dans les cas extrêmes, un écosystème situé dans une zone de mauvaise accessibilité à l'intérieur d'un pays peu peuplé peut présenter une possibilité économique nulle alors que sa possibilité biologique est consi-

dérable. Aussi est-il fort difficile d'essayer de définir des règles en la matière, surtout si l'on veut faire de la prospective, car tel écosystème actuellement mal situé peut détenir quelques années plus tard de grosses possibilités économiques si un centre de consommation (ville ou industrie nouvelle) se crée entre temps comme cela se produit souvent dans les pays en voie de développement. Nous allons toutefois énoncer les possibilités économiques actuellement connues et suggérer des solutions aux problèmes de sous-développement forestier qui se posent également de nos jours.

LA FORÊT DENSE TROPICALE EST GÉNÉRALEMENT SOUS-EXPLOITÉE

Une partie souvent très faible de la production primaire nette des forêts denses tropicales est finalement exploitée : la cause principale est encore la multiplicité des espèces (plusieurs centaines) qui pose des problèmes permanents d'identification en forêt et sur parc, de définition précise de leurs caractéristiques technologiques, d'emploi et de lancement commercial. Cette forêt constitue un véritable « puzzle » à l'intérieur duquel le producteur, le commerçant, et l'utilisateur ont beau-

coup de mal à se reconnaître. Aussi à ce jour le commerce n'a-t-il retenu qu'un nombre assez faible d'espèces, celles pour lesquelles l'abondance en forêt s'allie aux bonnes qualités technologiques ; si la zone forestière exploitée présente d'autre part une mauvaise accessibilité le choix doit être encore plus sévère et seules les hautes qualités des meilleures espèces sont finalement produites en vue de leur commercialisation. C'est ce qui explique par exemple qu'en Afrique tropicale dont la forêt est

riche mais floristiquement diverse on n'exploite actuellement que de 5 à 25 m³/ha de grumes.

À titre de comparaison il est indispensable d'indiquer que dans les forêts denses de l'Asie on exploite par contre de 35 à 150 m³/ha, ce qui est beaucoup plus satisfaisant. La raison est triple :

- les forêts du Sud-Est Asiatique sont dominées sur le plan floristique par un groupe, celui des Diptérocarpacées qui représente souvent à lui seul plus de 50 % du peuplement ; il se trouve que le bois (Lauan et Meranti) produit par les quelques dizaines d'espèces que constitue le groupe présente des qualités technologiques très voisines qui ont permis de les vendre sous la même dénomination commerciale ;

- la population des pays producteurs concernés est nombreuse, ce qui provoque des demandes locales de bois de plus en plus importantes absorbant facilement les moins bonnes qualités de bois (invendables à l'exportation) et permettant de ce fait d'obtenir un rendement d'exploitation volume grumes/volume fût excellent.

— La main-d'œuvre est abondante et peu coûteuse ce qui permet également de sortir plus facilement les basses qualités malgré un prix de vente peu rémunérateur et grâce à une industrialisation forestière relativement facile à créer.

On admettra volontiers que cette situation excellente de l'économie forestière asiatique, que l'on cite souvent en exemple aux Responsables des autres continents repose sur une convergence de conditions locales particulièrement favorables.

Ce faible taux d'exploitation des disponibilités de

l'écosystème forestier tropical et surtout africain est à la fois troublant et inquiétant pour la valorisation économique de ces forêts. Avant de proposer certaines mesures destinées à remédier à la situation actuelle, essayons d'analyser la situation présente à partir de résultats d'inventaires réalisés par le CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL sur plus de 15 millions d'ha en Afrique.

On peut classer les espèces en trois catégories :

- Catégorie I : espèces actuellement commercialisables et utilisables (35 espèces environ) = 20 à 25 % du volume ;

- Catégorie II : espèces encore non commercialisées mais technologiquement intéressantes (15 espèces environ) = 20 à 40 % du volume ;

- Catégorie III : espèces ni commercialisées ni intéressantes (150 espèces environ) = 40 à 60 % du volume.

Nous avons reporté dans le tableau ci-dessous, pour ces trois catégories les valeurs du volume-fût disponible en m³/ha pour les arbres d'un diamètre égal ou supérieur à 60 cm, les mêmes valeurs pour le volume-fût commercialisable (65 % environ du précédent) et enfin pour la catégorie I (la seule exploitée en partie actuellement) le volume effectivement commercialisé ; pour chacune de ces catégories nous avons donné la valeur du cubage moyen sur l'ensemble de l'inventaire encadré par deux chiffres entre parenthèses (-) qui représentent les valeurs extrêmes. On en déduit :

- que 60 % du volume-fût total (catégorie III) ne présente actuellement aucun intérêt eu égard à nos connaissances technologiques présentes,

Volumes disponible, commercialisable, et commercialisé dans des forêts denses d'Afrique centrale (m³ par ha)

Espèces		Zone inventoriée					
		Côte d'Ivoire	Cameroun central	Cameroun littoral	République Centrafricaine (S W)	République Populaire du Congo (N W)	Gabon littoral
Catégorie I	Volume fût brut	(20) 44 (93)	(25) 67 (105)	42	(25) 43 (89)	(12) 35 (85)	48
	Volume fût commercialisable	(13) 28 (60)	(16) 43 (68)	26	(16) 28 (58)	(7) 22 (55)	31
	Volume fût commercialisé	5 à 25	5 à 25	5 à 25	5 à 25	5 à 25	5 à 25
Catégorie II	Volume fût brut	(3) 11 (18)	(14) 24 (40)	18	(7) 12 (14)	(15) 21 (27)	18
	Volume fût commercialisable	(2) 7 (12)	(9) 15 (26)	12	(4) 8 (9)	(10) 13 (17)	12
Catégorie III		—	—	89	—	(33) 84 (103)	78
Total I + II + III	(Volume fût total disponible pour un diamètre ≥ 60 cm)	—	—	149		140	138

Les chiffres entre parenthèses (-) représentent les valeurs extrêmes. Les chiffres en caractères gras indiquent les volumes moyens.

- que le lancement commercial de la catégorie II présenterait une augmentation de volume exploité de 20 à 40 % par rapport aux espèces déjà connues du commerce,

- que les espèces de la catégorie I déjà connues du commerce représentent de 20 à 25 % du volume-fût total disponible,

- que 10 % seulement du volume-fût total disponible est commercialisé actuellement.

Après avoir bien pris conscience de la variabilité considérable des chiffres cités, nous pensons que quelques conclusions sont toutefois acceptables :

a) dans les conditions actuelles d'emploi des bois tropicaux près des 2/3 semblent inutilisables comme bois d'œuvre,

b) un producteur qui serait désireux de fenter la commercialisation des espèces des catégories I + II, aurait à traiter de l'ordre de 50 essences différentes,

c) si le volume moyen actuellement commer-

cialisé représente à peine 50 % du volume technologiquement commercialisable, la raison en est d'abord l'« accessibilité » difficile de beaucoup de zones exploitables qui oblige à ne sortir que les choix supérieurs et les espèces de grande valeur et ensuite les difficultés considérables de commercialisation simultanée de plusieurs dizaines d'espèces différentes (35 environ pour la catégorie I, 50 pour la catégorie I + II) surtout lorsque le marché, comme c'est le cas en Afrique est orienté vers l'exportation du fait de la faible consommation locale.

Voilà donc bien les limites des possibilités économiques actuelles de l'écosystème forestier africain qui sont dues à une composition floristique de la forêt relativement défavorable sur le plan économique, à la multiplicité des espèces d'intérêt commercial, à l'absence d'un marché local suffisant, enfin aux difficultés générales d'accessibilité du fait de l'éloignement progressif des zones exploitables par rapport aux lieux d'utilisation ou d'exportation.

LES ÉLÉMENTS QUI PERMETTRAIENT UNE MEILLEURE EXPLOITATION DES RESSOURCES DE LA FORÊT DENSE TROPICALE

Quelles améliorations peut-on imaginer ? Nous proposons les suivantes :

— La réalisation d'inventaires forestiers sérieux des massifs disponibles accompagnés d'études d'accessibilité et de prix de revient afin de programmer valablement des plans d'exploitation et de permettre aux futurs producteurs de prendre les risques calculés qui s'imposent : ceci est loin d'être fait partout ;

— une étude technologique poussée des espèces révélées abondantes mais peu connues, (*Cellis*, Andoungs, Limbali, etc...).

— le lancement d'espèces nouvelles du type Catégorie II,

— une tentative de groupage commercial des espèces afin de simplifier la tâche des commerçants et des utilisateurs à qui on ne peut pas demander de se transformer en encyclopédies vivantes s'ils veulent connaître les propriétés technico-commerciales de 50 espèces : sans espérer pouvoir simplifier le marché des bois africains autant que celui des bois asiatiques comme le permet la chance extraordinaire des Diptérocarpacées, de très gros progrès peuvent être faits à condition que ces futurs groupages soient décidés à partir de données technologiques sûres afin de garantir à l'intérieur de ces groupes une similitude suffisante des propriétés et aptitudes : des études sont en cours dans ce sens au niveau des Instituts de Recherche (Analyse en composantes principales des propriétés physiques et mécaniques des Bois tropicaux — CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL),

— un effort nouveau d'industrialisation locale afin de valoriser les choix inférieurs des espèces : mais il faut bien réaliser que cette formule n'est pas une panacée car l'établissement d'industries dans des zones de moins en moins accessibles entraînera consécutivement une augmentation sensible du prix de revient des bois débités et que des limites apparaîtront assez vite. Toutefois des progrès importants devraient résulter d'essais actuellement en cours visant à réaliser cette industrialisation à deux niveaux : transformation primaire en forêt à partir de matériels spéciaux de sciage et de déroulage (« sciage dans la masse, dérouleuses portatives ») puis transformation secondaire de ces premiers débits dans des usines de grosse capacité installées dans les centres d'utilisation ou d'exportation. On espère ainsi pouvoir tirer parti d'un certain nombre de choix inférieurs et d'espèces de valeur commerciale simplement moyenne poussant dans des zones forestières d'accessibilité difficile ; cet espoir est basé sur la diminution des frais de fabrication résultant du fait que l'on ne transportera plus que des produits semi-finis de bonne qualité puisqu'une sélection appropriée aura été faite au niveau de la transformation primaire,

— une tentative d'emploi de mélange « tout-venant » des bois en vue d'utiliser les 60 % d'espèces inutilisées de la catégorie III. Cette utilisation pourrait viser :

- La pâte à papier.

On sait maintenant fabriquer de la pâte avec des mélanges complexes de la forêt dense tropicale.