

Photo Guignonis.

Forêt de Bimbo -- CPF -- FAO. Ayous défeuillés.

INVENTAIRE FORESTIER EN RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

par J. P. LANLY,
Ingénieur de Recherches au CTFT.

SUMMARY

A FORESTRY INVENTORY IN THE CENTRAL AFRICAN REPUBLIC

In 1963 and 1964 the Centre Technique Forestier Tropical carried out, in the South-Western part of the Central African Republic, an inventory of 1,175,000 acres of moist semi-deciduous forest. In this article, the author, after stating the definition of the survey requested, describes the method employed : a 1 % systematic inventory in rows of lots of two and a half acres each, counting all trees of diameter over 20 centimetres ; and, for the more important species, a rigorous evaluation of volumes (on the basis of accurate measurements of diameters and volume tariff tables) and a qualitative appreciation of standing timber.

RESUMEN

INVENTARIO FORESTAL EN LA RÉPUBLIQUE CENTROAFRICANA

Durante los años 1963 y 1964, el Centro Técnico Forestal Tropical ha realizado, en la parte sudoeste de la República Centro-africana el inventario de 450.000 hectáreas de selvas densas. En este artículo, y después de haber recordado la definición del estudio solicitado, el autor procede a la descripción del método utilizado, a saber: inventario metódico a 1 %, por línea de parcelas de una hectárea cada una, con cómputo de todos los árboles de diámetro superior a 20 centímetros, y, para las especies más importantes, evaluación rigurosa de los volúmenes (a partir de medidas precisas de los diámetros y de las tarifas de cubicación) y, asimismo, apreciación cualitativa de los árboles en pie.

La zone septentrionale de la grande forêt de la cuvette congolaise déborde sur la République Centrafricaine où elle ne dépasse qu'en de rares endroits le 5° parallèle. Sa superficie dans ce pays est évaluée très approximativement à 3.000.000 d'hectares, dont 1.200.000 seulement sont estimés exploitables. Cette forêt semi-décidue est divisée en trois parties qui sont (cf. fig. n° 1):

— à l'ouest, la forêt de la Haute-Sangha correspondant au bassin du cours supérieur de cette rivière et remontant le long de ses deux affluents, la Kadeï et la Mambéré.

— à l'est, la forêt de la Lobaye qui couvre le bassin du cours inférieur de cette rivière, entre le 4° parallèle et la frontière congolaise.

— au centre, une zone de forêt correspondant au bassin de la M'baéré entre la Sangha à l'ouest et la Lobaye à l'est. Elle recouvre un plateau très régulier à peine entaillé par de larges vallées (1).

Les journées des ingénieurs forestiers, les carnets de chantier des exploitations et le patient

(1) Cette distinction surtout d'ordre géographique s'est avérée par la suite correspondre approximativement à une division assez nette entre différents types de forêts.

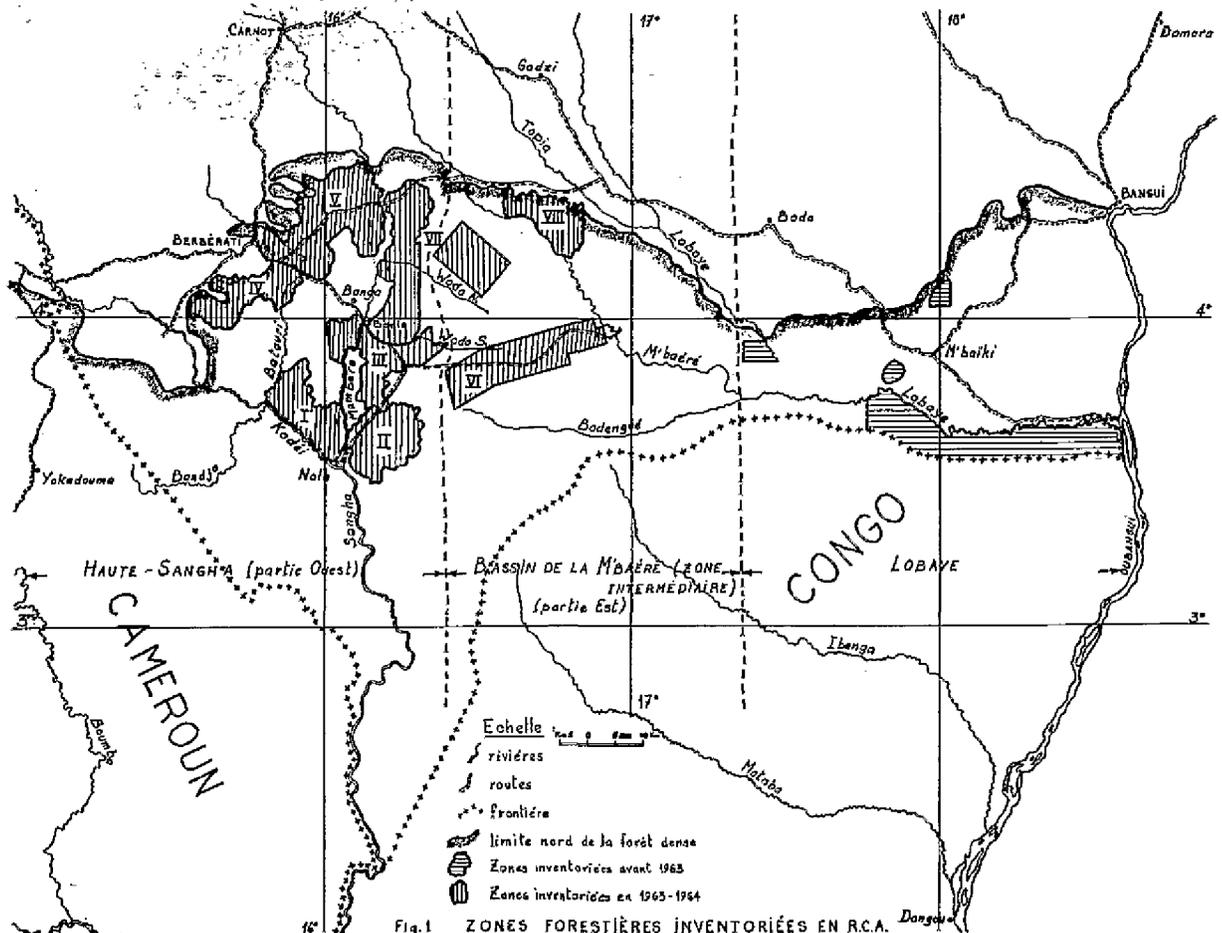


Photo aérienne au 1/15.000. On aperçoit, en haut à droite, le pont de Bania sur la Mambéré. La forêt dense qui occupe le bas de la photo est en limite septentrionale de la Zone III (voir carte).



travail de quelques botanistes ont servi à fournir bien avant les prospections systématiques, de nombreux renseignements, surtout qualitatifs, sur la forêt dense centrafricaine.

Le développement de l'exploitation forestière en Afrique, l'extension du marché des bois tropicaux, et, en même temps, la nécessité d'asseoir l'économie de la République Centrafricaine sur des bases solides, ont conduit les autorités à rechercher une connaissance quantitativement plus précise des ressources forestières du pays.

C'est pourquoi, dès la fin de l'année 1960, était entamée une campagne de prospection forestière en Lobaye, région considérée à juste titre comme l'une des plus économiquement utiles. 120.000 ha de forêt exploitable furent ainsi prospectés sous l'égide du Service des Eaux, Forêts et Chasses de la République Centrafricaine, jusqu'à la fin de l'année 1962.

Les résultats très encourageants trouvés dans cette première prospection, les possibilités de financement par le F. A. C. (Fonds d'Aide et de Coopération) ont incité les responsables locaux à décider deux autres campagnes de prospection, une première en Haute-Sangha, puis, un an après, une seconde dans le bassin de la M'Baéré.

Les deux conventions de travaux correspondantes signées par le CENTRE TECHNIQUE FORESTIER

TROPICAL (« Estimation du potentiel forestier d'une zone de 500.000 ha en Haute-Sangha » — 17.4.1963 — et « Inventaire des ressources forestières du Secteur M'Baéré - Bodengue » — 27.2.1964) ont permis l'inventaire de 450.000 ha de forêt répartis sur une superficie de 1.000.000 d'hectares environ, de la frontière camerounaise à l'ouest, jusqu'au bassin de la Lobaye à l'est. Les travaux sur le terrain, commencés en février 1963, se sont terminés en août 1964. Le dernier rapport a été remis en février 1965.

I. — DÉFINITION DE L'ÉTUDE

Avant d'exposer la méthode suivie, il est bon de rappeler dans quel cadre formel (définition de l'étude dans les conventions) et pratique (infrastructure et population de la région, documents existants, etc...), les travaux ont été organisés et menés à bonne fin. La méthode et le dispositif statistique utilisés furent en effet décidés de façon à tenir compte de toutes ces données.

La convention de travaux présentait ainsi l'étude à effectuer :

... « Un premier travail consistera à définir de façon précise, à l'intérieur de la zone considérée, les divers

types de la forêt grâce à l'examen et à l'interprétation des photographies aériennes ainsi que, éventuellement, à des survols et des reconnaissances complémentaires au sol. Cela permettra de déduire les zones pauvres en bois ou difficilement accessibles à l'exploitation et de répartir le reste, qui peut, en première approximation, être estimé devoir représenter de 200 à 250.000 ha de peuplements exploitables, en blocs de 20 à 30.000 ha sur lesquels il sera procédé à l'inventaire proprement dit.

Cet inventaire se fera par comptage effectif sur un pourcentage de 1 à 2 % de la superficie selon

des bandes de 50 m de large réparties au mieux en fonction du terrain et de la nature du peuplement. Il inclura toutes les espèces qu'on est en mesure de distinguer et d'identifier botaniquement, les arbres étant pointés à partir d'un diamètre de 20 cm. En outre, pour les espèces déjà appréciées commercialement (une trentaine), le volume fût exploitable sera également estimé.

On voit que l'inventaire est conçu en deux temps :

— une première étape consiste à « dégager » une zone accessible et riche à inventorier, d'une surface moitié de celle de la zone intéressée (200 à 250.000 ha), découpée en blocs de 20 à 30.000 ha.

— la deuxième étape comprend l'inventaire au sol proprement dit portant sur toutes les essences ayant des sujets de plus de 20 cm de diamètre, le taux de sondage et la largeur des unités d'échantillonnage étant indiqués.

REMARQUE.

Comme on peut le voir, aucune marge d'erreur (ou « intervalle de confiance ») n'est imposée aux résultats devant être donnés. Un essai de minimisation de la variance pour les variables cherchées en fonction du coût total de l'inventaire (fixé par les

conventions) aurait pu théoriquement être entrepris. Cependant, de nombreuses raisons s'y opposaient :

1) on ne disposait que de très peu de chiffres relativement à la dispersion des variables à étudier pour ces types de peuplements ;

2) le grand nombre des variables à étudier (nombres de tiges et volumes de plusieurs essences considérées individuellement ou groupées) interdisait un dispositif optimal pour toutes à la fois ;

3) l'absence de tout tarif de cubage valable rendait inutile le procédé de l'inventaire partiel pilote, du moins relativement aux variables « volume » qui sont les plus intéressantes ;

4) enfin, et surtout, les caractéristiques du dispositif statistique utilisé, une fois fixé le taux de sondage, n'influent que sur une proportion relativement faible (un dixième à un vingtième) du coût total dans des travaux de cette importance : une forte proportion de dépenses est indépendante de la méthode particulière utilisée.

Cette dernière remarque sans enlever l'intérêt théorique de la recherche de la meilleure « efficacité », lui retire une grande partie de son utilité pratique.

II. — LES AUTRES DONNÉES

LA RÉGION INVENTORIÉE.

La géographie de cette région, l'implantation des peuplements forestiers, la densité de l'occupation

humaine, l'infrastructure routière, sont autant d'éléments principaux à prendre en considération dans le choix de la méthode d'inventaire à utiliser.

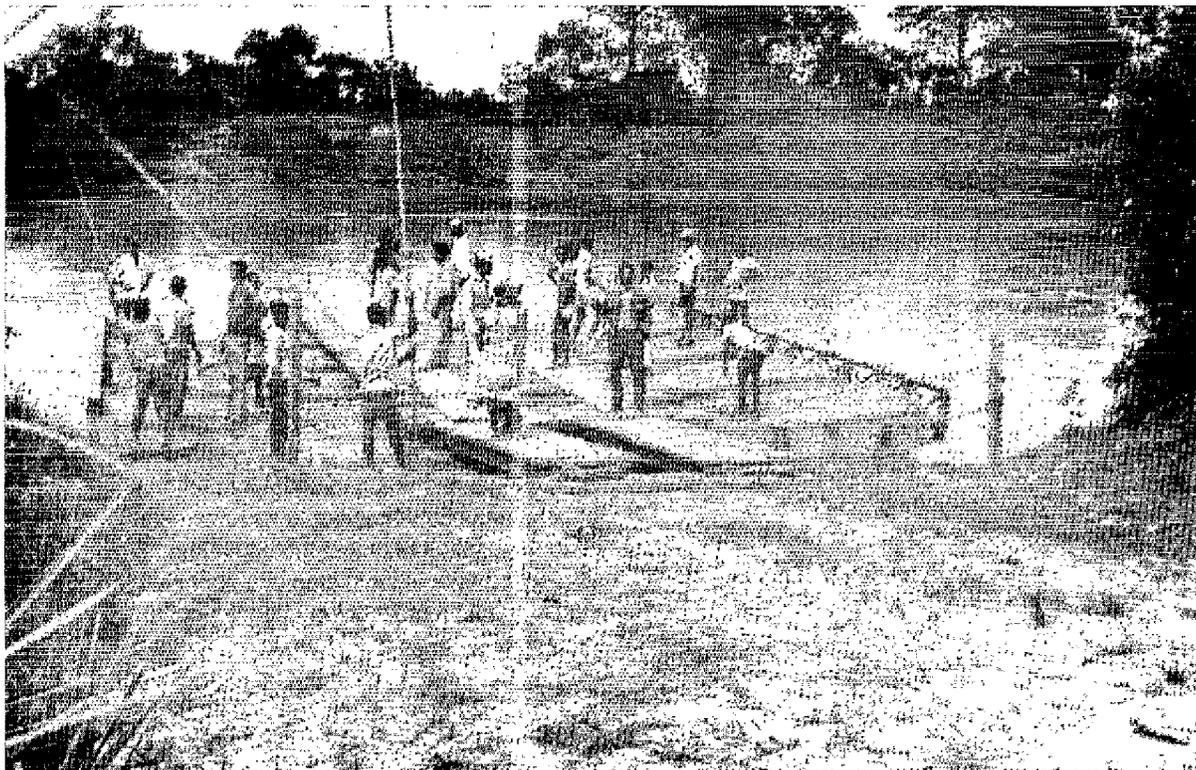


1) Aperçu géographique.

L'ensemble de cette région peut être défini géographiquement comme constitué à l'ouest par la réunion des bassins des deux grandes rivières, la Kadeï et la Mambéré qui forment la Sangha, et à l'est, par le plateau séparant ces rivières du bassin de la Lobaye, entaillé par un affluent important de celle-ci : la M'Baéré.

L'altitude moyenne se situe aux environs de 500 m, entre des

Un campement de l'équipe de prospection.



Bac utilisé par les prospecteurs.

extrêmes de 350 et 800 m. Mise à part seulement une zone de 60.000 ha, au confluent même de la Mambéré et de la Kadeï où le relief est particulièrement accidenté (escarpements, vallées étroites et profondes, éboulis rocheux), la région est dans son ensemble plate ou faiblement ondulée. Le relief n'est donc pas, en général, un obstacle à la prospection et l'exploitation forestières.

Les cours d'eau sont nombreux à l'ouest, rares à l'est, la M'Baéré et la Batouri (affluent de la Kadeï) étant les deux seules rivières à vallée marécageuse.

Seule la Mambéré est navigable, au moins jusqu'au 4^e parallèle avec des canots à moteur.

La Kadeï, malgré son importance, est impropre à la navigation du fait des nombreux bancs rocheux sur son cours inférieur.

2) Implantation des forêts.

On se trouve à la limite de la zone septentrionale de forêt dense. L'installation humaine a pénétré assez profondément à l'intérieur de la forêt, avant le regroupement datant de la colonisation, à l'ouest de cette zone. De grands ensembles de savanes, d'origine culturale, sont implantés en pleine forêt : il est difficile de délimiter dans cette zone des peuplements d'un seul tenant de plus de 40.000 ha.

Par contre, sur le plateau oriental, la couverture forestière est continue, entrecoupée seulement à l'ouest par quelques petites savanes remontant les affluents rive gauche de la Mambéré.

3) Densité de l'occupation humaine.

Le plateau oriental est pratiquement inhabité, conséquence probable du manque d'eau (les sources sont peu nombreuses et les cours d'eau à sec pendant la moitié de l'année). Par contre, la partie occidentale, beaucoup mieux irriguée, est l'une des régions les plus peuplées de la République Centrafricaine. Cette population s'est d'ailleurs accrue de l'apport de nombreux émigrants, attirés par la « cueillette » du diamant.

C'est cette dernière, plus que le manque de qualification des habitants qui a rendu par moment difficiles la poursuite et l'achèvement des opérations de prospection. Les travailleurs étaient plus attirés par la recherche du diamant que par un travail régulier et suivi (1). Cet inconvénient fut particulièrement ressenti dans les groupes spécia-

(1) La moitié des travailleurs non spécialisés de la brigade, a été recrutée dans le nord-ouest de la République Centrafricaine. La majorité de ceux-ci, bien que non habitués à la forêt et à son ambiance, se sont cependant très bien adaptés aux conditions du travail de prospection.

lisés du comptage proprement dit, car la formation de nouveaux compteurs fait perdre un temps précieux.

4) Infrastructure routière.

La longueur totale, sinon la valeur et le bon entretien du réseau de routes et pistes « jeepables », a considérablement facilité les opérations de prospection. Aucun point de la zone à inventorier ne s'est trouvé à plus de 30 km de marche d'une base

accessible en véhicule. Les campements installés en pleine forêt ont été moins nombreux que les installations dans les villages et sur les bords des routes et des pistes. Ce point est à souligner, car les zones de forêt tropicale inconnues sont le plus souvent dépourvues d'infrastructure routière, ce qui complique les opérations d'inventaire et augmente sensiblement les coûts. La brigade de prospection forestière a néanmoins été obligée de reconstruire certains ponts ou de rouvrir des pistes abandonnées.

LES DOCUMENTS DISPONIBLES.

1) Les photographies aériennes.

La couverture panchromatique régulière au 1/50.000^e de l'Institut Géographique National, a été faite en 1951 et 1952, dans cette région de la République Centrafricaine. Ces photos nous ont permis :

— là où des cartes complètes au 1/200.000^e n'existaient pas (Nola), de localiser approximativement les savanes et zones dégradées de la forêt, qui ont quelque peu évolué entre la date de prise de vue et les années de prospection :

— d'évaluer le relief des zones accidentées, ce qu'un premier examen stéréoscopique des photographies aériennes, permet beaucoup mieux qu'une simple lecture des cartes.

Cependant, cette appréciation du relief est souvent faussée par le fait que la hauteur relative des arbres des fonds et des sommets, compense dans une certaine mesure les dénivellations du terrain, les arbres des fonds de rivière pouvant être plus élevés que ceux des crêtes.

Les photographies aériennes, nous ont finalement permis de diviser géographiquement la région en deux grandes catégories de secteurs forestiers :

— des secteurs considérés comme exploitables du fait de leur accessibilité (essentiellement fonction du relief) et de leur homogénéité appréciée à partir du plus ou moins grand nombre et de la plus ou moins grande surface totale des inclusions de savanes et de brousses secondaires ;

— les secteurs estimés inexploitable — ou du moins exploitables en deuxième urgence — du fait des accidents du relief et de leur faible superficie forestière.

Cette distinction prévue par les conventions, et la reconnaissance préliminaire de la région ont constitué les principales utilisations des photographies aériennes. Compte tenu des délais, de la petite échelle et de la qualité médiocre des photos,

de l'absence de toute base sérieuse et constructive en matière de photo-interprétation des zones de forêt dense tropicale, aucune stratification *a priori*, permettant de réduire l'erreur finale sur les estimations, n'a pu être conduite. La photo-interprétation appliquée à la grande forêt tropicale est une technique à la fois trop complexe et encore trop mal connue pour qu'on puisse lui confier, par l'intermédiaire de la stratification, la répartition des travaux sur le terrain.

2) Les cartes.

Des cartes définitives au 1/200.000^e étaient déjà établies, sauf dans la région de Nola et au sud de la partie orientale (esquisse de Nola). Nous avons demandé à l'annexe de Brazzaville de l'Institut Géographique National de bien vouloir restituer au 1/200.000^e la partie de la carte correspondant à ces zones non encore couvertes. De sorte que nous avons bénéficié pour l'ensemble de la région d'une très bonne cartographie.

3) Les documents botaniques.

Comme partout en zone de forêt tropicale, la connaissance et la détermination des essences, ainsi que la mise au point des appellations vernaculaires, est longue et délicate. Notre travail a été facilité par la présence d'une équipe déjà formée de compteurs Issongos (1) et par les nombreuses reconnaissances effectuées par le R. P. TISSERAND et les inspecteurs du service forestier de la République Centrafricaine.

Cependant, afin de limiter le nombre des erreurs et des confusions, nous avons procédé pour les essences secondaires à quelques regroupements d'espèces à l'intérieur d'un même genre présentant le même intérêt au point de vue de l'utilisation éventuelle du bois.

(1) Ethnie habitant la région du cours inférieur de la Lobaye.

LES PROSPECTIONS ANTÉRIEURES.

Ces travaux d'inventaire s'intégraient dans un programme déjà entamé d'étude de la zone forestière de la République Centrafricaine.

Aussi, par souci de respecter l'homogénéité et la continuité des opérations, avons-nous retenu dans notre méthode d'inventaire, quelques caractéristiques fondamentales des travaux antérieurs. En plus du caractère « floristique » de l'inventaire, imposé d'ailleurs par les conventions de travaux (cf. § I), ont été maintenus les points suivants :

— première classification approchée des arbres en trois catégories de grosseurs, utilisant le diamètre 60 (62 cm exactement comme on verra plus loin) comme limite : cette dimension correspond approximativement au diamètre minimum d'exploitabilité de plusieurs essences commerciales en République Centrafricaine ;

— classification des essences en différents groupes d'intérêt commercial décroissant pour lesquels, comme nous le verrons plus loin, les mesures effectuées n'ont pas été les mêmes ;

— parcelle de 50 m de largeur, axées sur les layons et délimitées de part et d'autre par des « traces » longitudinales, ouvertures sommaires dans le sous-bois ;

— nombreuses pratiques d'exécution concernant le pointage, la discipline du comptage et les tâches des différents groupes de travail (cf. § III).

Par contre, comme nous l'avons déjà souligné, nous n'avons pu tirer suffisamment de chiffres sur la varia-



bilité du peuplement, qui eussent pu nous permettre de fixer objectivement toutes les caractéristiques du sondage.

III. — LA MÉTHODE D'INVENTAIRE

Des ensembles contigus de forêt pleine (appelés « zones ») de 50 à 100.000 ha, ultérieurement divisés en « blocs » homogènes de plus de 10.000 ha, ayant été délimités dans un premier temps par examen des photos aériennes et des cartes comme il a été

indiqué plus haut, la méthode restait à choisir.

Avant d'analyser l'échantillonnage (1) ou plutôt les échantillonnages choisis, il faut préciser la définition des variables cherchées et les mesures correspondantes.

VARIABLES RECHERCHÉES ET MESURES EFFECTUÉES.

La convention des travaux prévoyait seulement le comptage de « toutes les essences qu'on est capable d'identifier botaniquement, les arbres étant pointés à partir d'un diamètre de 20 cm », et une appréciation des volumes « fût exploita-

ble » pour les espèces « déjà appréciées commercialement (une trentaine) ».

(1) Le terme « échantillonnage » est utilisé ici pour désigner l'ensemble des parcelles du terrain — ou « unités d'échantillonnage » — qui sont effectivement inventoriées.



Photo Guignonis.

Bords de la M'Poko. Abattis dans une tâche de Parasolier.

Les mesures effectuées ont tenu compte de ces deux impératifs, l'un relatif aux nombres de tiges de toutes les essences sans définition précise de leur diamètre et l'autre, concernant des volumes, impliquant donc la mesure exacte des diamètres et la construction de tarifs de cubage.

1) Nombres de tiges.

Il était facile, sans compliquer beaucoup les opérations sur le terrain, d'apporter une précision supplémentaire dans le comptage pur et simple imposé par la convention en définissant des catégories de grosseur des diamètres à la base sans attacher trop d'importance à la mesure très exacte de ceux-ci, attitude qui permettait de consacrer moins de temps à ces appréciations que pour les mesures précises des diamètres de tous les arbres comptés. Leur introduction a permis néanmoins d'éviter de grouper dans un même chiffre global, des arbres d'ordres de grandeur très différents, tout en donnant une représentation plus exacte de la physiologie de la forêt dans toutes les essences.

Les catégories de grosseurs utilisées ont été les suivantes :

« Petits » 20 cm < D < 62 cm

« Gros » 62 cm < D < 94,5 cm
 « Très gros » D > 94,5 cm

Les limites non « rondes » de ces catégories de grosseur sont justifiées par le fait que l'on a utilisé pour les mesures des volumes, non des classes de diamètre mais des classes de surface terrière, — surface de la section droite du fût à une hauteur conventionnelle donnée, habituellement 1,30 m — chaque catégorie de grosseur correspondant à un certain nombre de classes de surface terrière (1).

Ces appréciations de catégories de grosseur ont donc été faites sur toutes les tiges rencontrées de D > 20 cm, dans l'échantillon principal à 1 % quelle que soit l'espèce (« commerciale » ou non).

Elles ont permis de déterminer par bloc, par zone et pour l'ensemble de la région des moyennes de nombres de tiges séparément par catégorie de grosseur.

(1) Ces classes de surface terrière furent choisies de manière à être au nombre d'une dizaine pour les arbres allant de 20 à 150 cm de diamètre, à correspondre à un intervalle « rond » de surface terrière (0,2 m²) et à avoir pour une des limites, un chiffre voisin de 60 cm; diamètre utilisé par la précédente brigade de prospection pour la classification en grosseurs qu'elle avait introduite, à savoir :

« Petits » : 20 cm < D < 60 cm.
 « Gros » : D > 60 cm.

2) Volumes.

Les volumes ont été appréciés avec d'autant plus de précision que les essences pouvaient être considérées comme plus importantes, tant du point de vue de leur intérêt économique que de leur relative abondance en République Centrafricaine. On a été ainsi conduits à récapituler les cent essences donnant des arbres de plus de 50 cm de diamètre en quatre groupes, qui sont, par ordre d'importance décroissante, les suivants :

— 3 essences commerciales, de loin les plus importantes en République Centrafricaine, à savoir l'Obeche (Ayous), le Limba et le Sapelli.

— 9 autres essences commerciales importantes mais beaucoup moins fréquentes en R. C. A., à savoir les Sipo, Tiama, Kosipo, Acajou blanc, Dibetou, Mukulungu, Bossé, Iroko et Azobé.

— 23 autres essences commerciales susceptibles d'être exploitées complémentaiement en R. C. A., à savoir les Ohia, Mukumari, Essia, Eyong, Niové, Aïélé, Nemba, Emien, Ilomba, Fromager, Doussié, Bété, Padouk, Dabéma, Bilinga, Kotibé, Ako, Tali, Ebène Bubinga, Sogué, Bahia, Tchitola.

— 65 essences dont certaines sont connues dans le commerce.

a) Pour les arbres des 12 essences des deux premiers groupes, on a pris des mesures précises par

classes de surface terrière dans un sous-échantillon constitué par le prélèvement systématique sur chaque ligne d'une parcelle sur cinq (soit un échantillon à 0,2 % environ).

Les classes de surface terrière adoptées, qu'on a présentées dans le paragraphe précédent, sont reprises dans le tableau 1, où l'on a indiqué les classes de diamètre usuelles et la correspondance avec les catégories de grosseur utilisées.

L'application aux nombres de tiges ainsi trouvés, par essence et par classe de surface terrière, d'un tarif de cubage « billes utilisables » a permis de donner par bloc, par zone, ou pour l'ensemble de la région, des moyennes de volume, par unité de surface, de chaque essence ou groupement d'essences.

b) Pour les 23 essences du troisième groupe, on s'est contenté d'appliquer par catégorie de grosseur et par essence, un volume unitaire calculé à partir d'un tarif de cubage moyen et de comptages effectués dans une région voisine de la République Centrafricaine, donnant la répartition de ces essences par catégorie de diamètre. Ces chiffres ont permis seulement de donner des indications mais n'ont évidemment pas la rigueur des chiffres établis pour les douze essences principales.

c) Pour le dernier groupe d'essences, aucune évaluation des volumes, même sommaire, n'a été faite.

TABLEAU 1. — Classes de Surface terrière

Surfaces terrières		Classes de Surface terrière		Classes de diamètre usuelles	Diamètres équivalents en cm	Circonférences équivalentes en cm
en unités conventionnelles	en cm ² ($\times 2.000$)	Centre de la classe en unités conventionnelles	Numéro d'ordre			
0,15	300	0,375	0	20	20	63
0,375	650			30	29	90
0,50	1.000	1	I	40	36	112
1	2.000			50	50,5	159
1,5	3.000	2	II	60	62	194
2	4.000			70	71,5	224
2,5	5.000	3	III	80	80	251
3	6.000			87,50	275	
3,5	7.000	4	IV	90	94,5	296
4	8.000			100	101	317
4,5	9.000	5	V	110	107	336
5	10.000			113	355	
5,5	11.000	6	VI	120	118,5	371
6	12.000			124	388	
6,5	13.000	7	VII	130	129	404
7	14.000			133,5	419	
7,5	15.000	8	VIII	140	138	434
8	16.000			143	448	
8,5	17.000	9	IX	150	147	462
9	18.000			151,5	476	
9,5	19.000	(10)	(X)	(160)	155,5	488
10	20.000			(160)	(159,5)	(502)

Les tarifs de cubage des 12 essences des deux premiers groupes ont été déterminés à partir d'échantillons d'arbres tirés au hasard dans les carnets de chantiers d'exploitation d'une grande scierie installée en Lobaye. Ceux-ci indiquaient les caractéristiques des billes utilisées, tirées de chaque arbre abattu. Chacun des échantillons comprenait 80 arbres pour lesquels on a ainsi obtenu les couples de valeurs D et V où D est le diamètre à la base (correspondant à la variable mesurée par l'inventaire), et V le volume total utile, c'est-à-dire le volume total des billes évacuées.

Les tarifs de cubage mathématiques à une entrée ainsi construits sont de la forme : $V = AD^n$, A étant variable avec les essences et n étant un exposant non nécessairement entier, en général compris entre 2 et 3. On a trouvé de cette manière pour dix essences principales les tarifs de cubage suivants :

OBECHE (Ayous)	: $V = 11,73 D^{3,10}$
LIMBA	: $V = 13,16 D^{3,34}$
SAPELLI	: $V = 11,44 D^{3,27}$
SIPO	: $V = 13,06 D^{2,05}$
TIAMA	: $V = 11,82 D^{1,95}$
KOSIPO	: $V = 10,35 D^{3,08}$
ACAJOU BLANC	: $V = 11,95 D^{1,95}$
DIBETOU	: $V = 12,43 D^{2,43}$
MUKULUNGU	: $V = 12,16 D^{1,91}$
IROKO	: $V = 11,95 D^{3,22}$

(V étant exprimé en m³ et D en mètres) donnant les volumes unitaires suivants (tableau 2) :

3) Volumes utiles.

Il était important de connaître pour les essences principales le volume effectivement disponible. Une partie seulement des tiges sur pied est en fait susceptible d'être exploitée.

Ce volume disponible total (ou à l'hectare), pour une essence donnée, V_u , est égal à :

$$V_u = \sum_h \bar{n}_{uh} V_h$$

l'indice h étant attaché à la classe de surface terrière, V_h étant le volume unitaire (billes utilisables) des tiges effectivement abattues de classe de surface terrière h, et \bar{n}_{uh} étant le nombre moyen à l'hectare des tiges exploitables de classe h de l'essence considérée.

En fait, les appréciations qualitatives permettant de déterminer la proportion des arbres exploitables n'ayant pu être suffisamment nombreuses (150 à 200 arbres cotés pour chacune des trois essences les plus importantes, une cinquantaine pour les autres sur l'ensemble de la surface inventoriée), on s'est seulement attaché à la détermination pour chaque essence d'une proportion des arbres exploitables ($D > 62$ cm), par rapport aux arbres sur pied.

Le tableau 3 indique les chiffres trouvés pour 11 essences principales (listes 1 et 2).

TABLEAU 2. — Volume unitaire "Billes utiles" de dix essences principales, en m³

Classe de Surface Terrière	Diamètres équivalents en cm	Ayous	Limba	Sapelli	Sipo	Tiama	Kosipo	Acajou blanc	Dibetou	Mukulungu	Iroko
0	20 29	0,9	0,7	0,7	1,0	0,8	0,8	1,0	0,6	1,1	0,8
1	36 50,5	2,8	2,7	2,4	3,2	2,8	2,5	3,0	2,4	3,3	2,6
2	62 71,5	5,8	6,0	5,3	6,6	5,8	5,2	6,0	5,5	6,4	5,7
3	80 87,5	8,9	9,6	8,4	9,9	8,9	7,8	8,8	9,0	9,4	8,9
4	94,5 101	12,0	13,5	11,7	13,3	12,0	10,6	11,7	12,7	12,4	12,2
5	107 113	15,2	17,5	15,1	16,8	15,2	13,0	14,5	16,7	15,4	15,7
6	118,5 124	18,4	21,7	18,7	20,3	18,4	16,2	17,4	21,0	18,3	19,3
7	129 133,5	21,5	25,9	22,1	23,6	21,5	18,9	20,1	25,1	21,1	22,7
8	138 143	24,8	30,4	25,8	27,2	24,8	21,8	23,0	29,6	24,1	26,4
9 et plus	147 151,5	28,0	34,8	29,5	30,6	28,0	24,6	25,7	34,0	26,9	30,0

TABLEAU 3

Appréciations qualitatives de 11 essences principales

Essences	Proportion	Arbres Exploitable Arbres sur pied
AYOUS		0,52
LIMBA		0,61
SAPELLI		0,87
SIPO		0,70
TIAMA		0,80
KOSIPO		0,90
DIBETOU		0,50
MUKULUNGU		0,85
BOSSÉ		0,90
IROKO		0,75
AZOBE		0,55

Une indication du volume utile total par essence a été donnée en multipliant le volume total trouvé par le coefficient correspondant. Cette détermination non rigoureuse offre néanmoins un ordre de grandeur valable de la réduction à opérer pour mieux cerner la réalité. Les critères utilisés et la pratique de ces observations qualitatives sont exposés au § IV.

ÉCHANTILLONNAGES CHOISIS.

1) Echantillon principal.

a) Mode de tirage.

On peut choisir un échantillon « réparti au mieux du terrain » ou le tirer par un procédé objectif (soit systématique, soit aléatoire), et le constituer par des bandes continues de terrain ou des unités plus petites (parcelles). Les options prises ont été les suivantes :

— Tirage objectif

Le choix, tel qu'il est parfois préconisé, d'un échantillon « réparti au mieux en fonction du terrain », est nécessairement subjectif et sujet à un biais impossible à estimer. D'autre part, il suppose une connaissance préalable précise du terrain et de la nature du peuplement qui ne peut être vraiment acquise qu'au prix d'une reconnaissance au sol détaillée, les photographies aériennes ne nous donnant pas encore, en la matière, des renseignements suffisamment précis. C'est pourquoi nous avons résolument opté pour un mode de tirage objectif de l'échantillon.

— Caractère systématique

Il semble superflu de développer les avantages et les inconvénients de l'échantillonnage systématique. Rappelons seulement les caractéristiques suivantes :

— facilité accrue et « standardisation » des opérations sur le terrain,



— meilleure estimation, en général, des variables,
— « sécurité » des estimations : l'uniformité du dispositif constitue un cadre très étroit dont le prospecteur n'est pas tenté de sortir,

— enfin, et surtout, bien que l'on s'attache à la connaissance dans ce genre d'inventaire du volume total (ou moyen à l'hectare) pour l'ensemble d'un secteur forestier, un réseau régulier d'unités d'échantillonnage permet une connaissance géographique uniformément répartie sur la surface considérée. Une telle implantation des unités de sondage permettra ainsi, par exemple, de dresser des « cartes de densité » des différentes essences.

Afin de respecter au mieux la part du hasard dans le tirage de l'échantillon correspondant à chaque secteur, aucun choix personnel n'a été fait de l'emplacement du premier layon et de la première parcelle sur ce layon. Seule, la direction des layons a été choisie de manière à correspondre à des azimuts magnétiques simples et être transversale par rapport aux axes de pénétration (routes et grands sentiers essentiellement).

— Lignes de parcelles

On a le choix entre quelques unités peu différentes entre elles (faible variabilité entre de longues bandes continues) et de nombreuses unités plus variables entre elles (parcelles le long des lignes). On a préféré la deuxième solution qui permet, à taux d'échantillonnage égal, d'avoir un écartement des lignes de sondage moins grand en resserrant le réseau des unités de sondage dans le sens où la connaissance topographique de la forêt est défavorisée.

Un juste milieu est à trouver entre cet avantage de la ligne de parcelles et l'augmentation du coût dû au layonnage supplémentaire qu'implique nécessairement ce dispositif.

Nous avons finalement opté pour un dispositif de lignes de parcelles où l'on a un segment de layon compté pour deux segments non comptés : entre deux parcelles consécutives axées le long du layon dans le sens de leur plus grande dimension, existe une longueur de layon « stérile » équivalente à deux fois la longueur d'une parcelle.

b) Caractéristiques des unités d'échantillonnage.

1) Forme.

La forme rectangulaire est la mieux adaptée dans ce type d'inventaire.

2) Largeur.

Nous entendons par là la dimension perpen-

diculaire à la direction du layon. Compte tenu de ce que le contrôle et la surveillance du comptage peuvent encore se faire à 25 m de distance du layon, c'est cette dimension qui a été retenue comme demi-largeur de la parcelle (implantation symétrique de la parcelle par rapport au layonnage).

3) Surface.

Il existe, théoriquement du moins, autant de surfaces optimales de parcelles, toutes choses égales par ailleurs, que de variables à estimer.

En l'absence de tout chiffre valable, sur la variabilité des quantités à estimer, permettant de déduire par le calcul une surface de parcelle optimale relativement à chacune d'entre elles, nous nous sommes basés sur les densités moyennes escomptées à l'hectare, en tiges (de diamètre supérieur à 62 cm) des essences importantes, à savoir l'Ayous et le Limba essentiellement, lesquelles en général sont plus grandes que 1. Les autres nombres de tiges importants étant relatifs à des groupements d'essences commerciales comprenant ces trois essences, sont donc en moyenne nécessairement plus forts à l'hectare.

On a ainsi estimé qu'une surface unitaire de 1 ha pouvait être considérée comme suffisamment « représentative » du peuplement quant aux densités des essences principales. C'est donc cette surface qui a été retenue, compte tenu aussi de la simplification des calculs qu'un tel choix implique.

Les parcelles sont en définitive des rectangles de 200 m de long sur 50 m de large.

c) Dimensions du réseau.

Les moyens et les délais correspondaient à un taux d'échantillonnage voisin de 1 %. Compte tenu de la distribution des parcelles sur le layon qui a été adoptée et de la longueur choisie pour les parcelles, il est facile de déterminer l'équidistance des layons lignes de parcelles : chaque parcelle peut être considérée au centre d'un rectangle ayant pour largeur la distance entre deux parcelles consécutives (soit $200 \times 3 = 600$ m) et comme longueur l'équidistance L des layons. On a alors en exprimant les longueurs en hectomètres :

$$\frac{\text{Surface de la parcelle}}{\text{Surface du rectangle}} = \frac{0,5 \times 2}{6 \times L} = \frac{1}{100}$$

ce qui donne $L = 16,6$ hm

Gr on a pris $L = 18$ hm et le taux de prospection exact est donc :

$$\frac{1}{6 \times 18} = \frac{1}{108} = 0,925 \%$$

Le réseau des parcelles se présente tel qu'il est indiqué sur la figure n° 2.

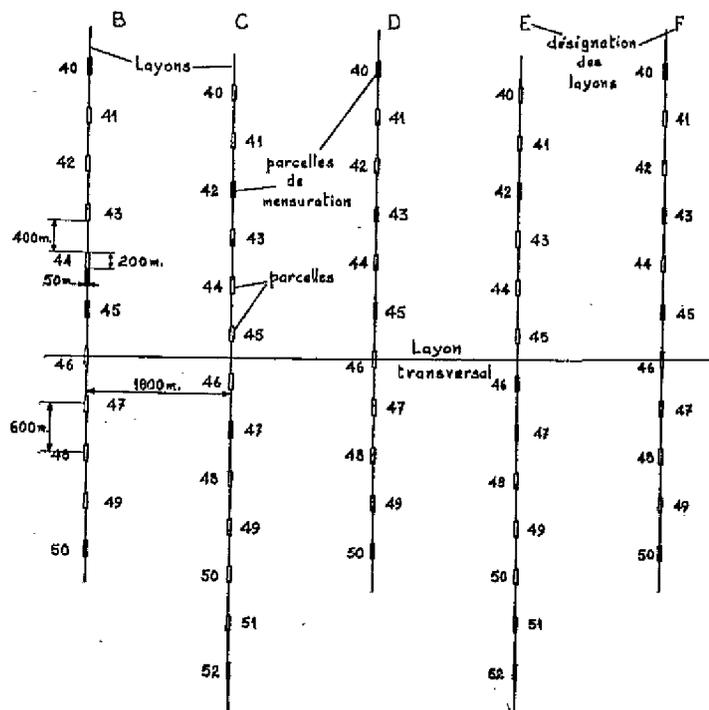


FIG. 2. — Réseau des parcelles.

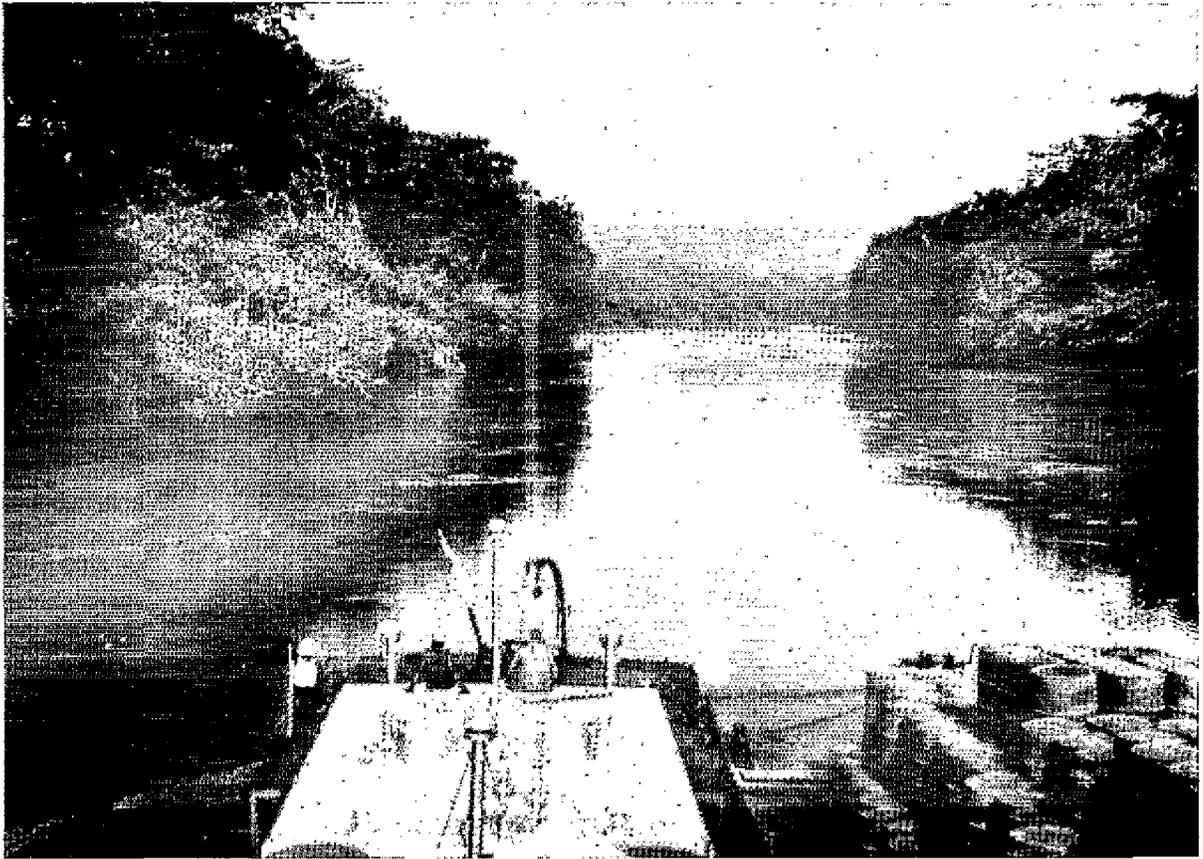


Photo Guignonis.

Sangha, en aval de Sato.

2) Echantillon secondaire.

Cet échantillon était destiné à l'estimation des volumes des essences principales par l'intermédiaire des mesures de classes de surface terrière des arbres correspondants.

On a vu que cet échantillon était constitué par le prélèvement systématique d'une parcelle sur

cinq, sur tous les layons de l'échantillon principal, soit un taux de sondage approximatif de 2 ‰. L'ensemble de ces parcelles forme un réseau sensiblement carré, à 45° par rapport à celui de l'échantillon principal, la maille ayant un côté de 2.300 m environ. Ces unités, appelées « parcelles de mensuration », sont donc des unités normales où des mesures complémentaires sont réalisées.

IV. — L'EXÉCUTION DE L'INVENTAIRE

LES DIFFÉRENTES OPÉRATIONS

Les trois opérations fondamentales sont :

- l'ouverture des layons,
 - la délimitation des parcelles,
 - les opérations de comptage dans les parcelles,
- les deux premières opérations réalisant la mise en place de l'échantillon, la dernière correspondant aux relevés et mesures de l'inventaire proprement dit.

1) Ouverture des layons.

Etant donné un secteur d'une superficie de l'ordre de 10 à 30.000 ha, traversé par un axe de pénétration

ou à proximité de celui-ci, on prend un orientation « rond », faisant un angle suffisamment grand avec la direction générale de cet axe, qui sera celui des layons. Ayant repéré un point remarquable de la carte (croisement de routes, pont, etc...) visible également sur les photographies aériennes, on implante un premier layon par rapport à ce point.

A une certaine distance sur ce layon, on ouvre perpendiculairement un layon transversal qui servira de base aux layons lignes de parcelles. Son orientation est déterminé à moins d'un demi-grade près, son jalonnement établi avec soin, son tracé ayant

été choisi *a priori* dans un terrain plat ou peu accidenté afin d'éviter les erreurs de distance dues aux pentes.

De ce layon partent perpendiculairement, tous les 1.800 m, les layons lignes de parcelles. D'autres layons transversaux sont établis tous les 6 à 8 km, de manière à rectifier éventuellement les layons défectueux et rétablir au mieux la régularité de la maille (1).

Les layons sont jalonnés tous les 50 m (distance sur le terrain) par des piquets numérotés, quatre intervalles entre 5 piquets successifs correspondant à la longueur d'une parcelle, huit intervalles entre neuf piquets successifs correspondant à la distance séparant sur le layon la fin d'une parcelle et le début de la suivante.

2) Délimitation des parcelles.

Les parcelles sont implantées tous les 600 m. En terrain accidenté, la longueur mesurée au sol étant plus grande que la longueur horizontale indiquée par la carte, des corrections de 50 m sont faites de manière à conserver au mieux la régularité de l'implantation des parcelles sur le layon ou la portion de layon considérée.

Les parcelles sont délimitées par des « traces », ouvertures sommaires faites dans le sous-bois à l'aide de la matchette ; les unes, transversales, ont 50 m de long et sont perpendiculaires au layon ; les autres, longitudinales, ont 200 m de long et sont parallèles au layon, à 25 m de part et d'autre de celui-ci.

Le profil longitudinal, pris le long du layon, et éventuellement transversal (le long d'une trace transversale) d'une parcelle, est relevé au moyen d'un clisimètre afin d'affecter à la surface (1 ha sur le terrain) un « coefficient de rectification » dû aux pentes, pour ramener les résultats trouvés à ceux correspondant à un hectare en projection horizontale.

L'utilisation de boussoles « Méridien » pour l'implantation des layons, de câbles ou cordes solides (drisses de nylon) pour la mesure des distances, la vérification fréquente de ces instruments et les corrections apportées en terrain accidenté, ont permis d'établir sur le terrain un réseau de parcelles reproduisant assez fidèlement le réseau théorique, de sorte que le taux de sondage et l'équirépartition des unités d'échantillonnage soient respectés.

3) Opérations de comptage.

a) Détermination des espèces.

Une liste botanique en dialecte Issongo, mise au point par le Service des Eaux, Forêts et Chasses,

(1) Il a été procédé plusieurs fois au levé d'une route servant alors de base. Cette méthode a l'inconvénient d'obliger le chef d'équipe à établir des relevés graphiques puis des corrections sur la polygonation effectuée, ce qu'il ne peut pas toujours faire dans de bonnes conditions.

a permis de démarrer très rapidement les travaux de prospection avec une équipe de compteurs Issongo, originaires de M'Baiki. Cependant, la forêt de la Haute-Sangha comporte des essences que l'on ne trouve pas en Lobaye, essences en général secondaires. Aussi a-t-il été rajouté à cette liste initiale plusieurs essences nouvelles.

D'autre part, des distinctions d'espèces ont été établies à l'intérieur d'une même appellation Issongo. Quelques-unes de ces différenciations intéressent des espèces importantes. Citons, par exemple, le *Mansonia altissima* (Bété du commerce), dont il a fallu imposer la distinction par rapport à d'autres essences de la famille des Sterculiacées que les compteurs avaient tendance à grouper sous la même appellation.

Lors du démarrage des deux autres équipes, une liste Baya fut mise au point ; l'existence de deux dialectes Baya différents dans cette région a été un obstacle important. Pour tenir compte de certaines confusions faites par les compteurs et difficiles à éliminer et de la similitude des qualités technologiques des bois d'espèces voisines, on a parfois groupé deux ou trois appellations différentes lors de la récapitulation. Tel est le cas, notamment, des *Chrysophyllum* (sous-genre Gambeya) qui ont été regroupés sous une même rubrique, de même que les *Parinari* (Sougué du commerce).

Au total 189 essences ou groupements d'essences donnant des arbres de plus de 20 cm de diamètre ont été ainsi définis, auxquels il faut rajouter 16 appellations vernaculaires non déterminées botaniquement. On a vu au § III qu'il y a eu un regroupement en quatre ensembles auxquels il faut rajouter un cinquième constitué par une centaine d'essences comptées mais dont le très faible intérêt n'a pas justifié la récapitulation.

b) Comptage proprement dit.

Les compteurs sont répartis sur une même ligne de front, de part et d'autre du layon, au nombre de 5 ou 6 (soit 1 pour 10 m de largeur environ) surveillés en général par un chef-compteur. Ils avancent en appelant tous les arbres de plus de 20 cm de diamètre situés à l'intérieur ou sur les traces, par leur nom vernaculaire et leur grosseur. Un pointeur placé sur ce layon, inscrit au fur et à mesure sur une feuille de comptage, les arbres appelés.

i) Appréciation des catégories de grosseur.

Le diamètre minimum est apprécié à l'aide d'un compas en bois bloqué de 20 cm, que les compteurs introduisent dans le sens de la progression, à hauteur de poitrine. Les diamètres limites des catégories (62 cm et 94,5 cm) sont matérialisés par des baguettes ayant ces dimensions et qui sont placées par le compteur contre l'arbre.

Afin d'éliminer au maximum les erreurs de comparaison (parallaxe), il est demandé au compteur de placer un bout de la baguette en coïncidence optique avec l'un des contours apparents de l'arbre et de « déplacer » son œil le long de la baguette pour apprécier le décalage entre la deuxième extrémité de la baguette et l'autre contour apparent de l'arbre.

Dans le cas d'arbres à contreforts (cas fréquent) on se contente d'une évaluation à vue d'œil. Au début de la formation d'un compteur, des rectifications fréquentes sont à faire, mais les erreurs sont moins nombreuses au bout d'un certain temps.

ii) Feuille de comptage.

Il y a deux catégories d'essences qui apparaissent séparément sur la feuille de comptage :

— les 12 essences principales avec des colonnes pour les classes de surface terrière,

— les autres essences avec des colonnes correspondant uniquement aux catégories de grosseur.

En tête de la feuille de comptage sont portées dans des emplacements réservés, les indications suivantes :

— numérotation de la parcelle,

— profils longitudinaux et transversaux de la parcelle, dont on déduit au bureau le « coefficient de rectification », inverse de la surface (en ha) réelle de la parcelle en projection horizontale,

— nature des formations végétales traversées quand la parcelle n'est pas entièrement située en forêt dense, grâce à un schéma en plan de la parcelle reproduisant l'emplacement exact des limites entre ces différentes formations. On en déduit un « coefficient de surface » à appliquer aux résultats trouvés dans la parcelle pour les ramener à 1 ha de forêt pleine.

Le produit du « coefficient de rectification » et du « coefficient de surface » donne le « coefficient global », chiffre par lequel il faut multiplier les résultats trouvés dans la parcelle pour les ramener à une surface de 1 ha, en projection horizontale de forêt pleine. Par exemple, la parcelle 12-F-27, parcelle n° 27 sur le layon F du secteur 12, a :

— un « coefficient de rectification » égal à 1,010 (pentes longitudinales de 10 à 20 %),

— un « coefficient de surface » de 1,33 (un quart de la parcelle est en savane) soit un « coefficient global » égal à : $1,01 \times 1,33 = 1,34$.

iii) Discipline et contrôle du comptage.

L'attention du groupe de comptage est en permanence attirée sur plusieurs règles à appliquer, de manière à éviter au maximum les erreurs qui peuvent se produire à l'énoncé des arbres et à la trans-

cription par le pointeur sur la feuille de comptage :

— appel des arbres à haute et intelligible voix ;

— interdiction de toute conversation entre les compteurs durant la période de comptage proprement dite ;

— répétition par le pointeur de tout arbre appelé par un compteur, avec éventuellement la mention de sa grosseur ;

— en cas de non-répétition par le pointeur d'un arbre appelé par un compteur, répétition par ce dernier de l'arbre avec la mention « répété » ;

— arrêt temporaire des compteurs à chaque trace transversale pour regroupement sur cette même ligne du groupe de comptage en entier ;

— d'une manière générale, arrêt de tout l'ensemble et non de quelques-uns seulement du groupe de comptage en cas de contestation, de mensurations ou d'incidents divers.

Outre un contrôle permanent oral par le chef d'équipe, le pointeur et le chef-compteur, quelques comptages de contrôle inopinés ont été faits en inversant les compteurs, montrant que :

— sur le plan des catégories de grosseur : les appréciations de deux compteurs ayant un certain entraînement différent peu (pas plus de 5 erreurs sur les 150 arbres d'une parcelle) ;

— sur le plan des appellations botaniques : il semble difficile d'éviter certaines confusions, soit d'appellations (un même arbre est appelé sous deux dénominations correspondant normalement à deux espèces bien distinctes), soit d'espèces (des arbres d'espèces différentes sont dénommés pareillement). Ainsi, par exemple, les nombreux *Drypetes* sont-ils confondus le plus souvent. De même, certaines confusions existent dans la famille des Sterculiacées.

Cependant, ces confusions ne concernent pas les essences principales (Tableaux I et II) pour lesquelles ne peut intervenir qu'une erreur éventuelle sur l'appréciation des grosseurs.

iii) Mensuration.

Comme on l'a indiqué au § III, des mesures des classes de surface terrière sont faites pour les 12 essences principales dans une parcelle sur cinq.

Pour les essences sans contreforts ou à contreforts inférieurs à 2 m, comme l'Iroko ou le Mukulungu, la classe de surface terrière à laquelle appartient l'arbre est mesurée par un décimètre-ruban ceinturant l'arbre et gradué directement en classes conventionnelles de surface terrière.

Pour les essences à contreforts d'une hauteur supérieure à 2 m, on a fait appel à un dispositif « optique » simple : une mire horizontale de 1 m étant placée à la naissance des contreforts, on se

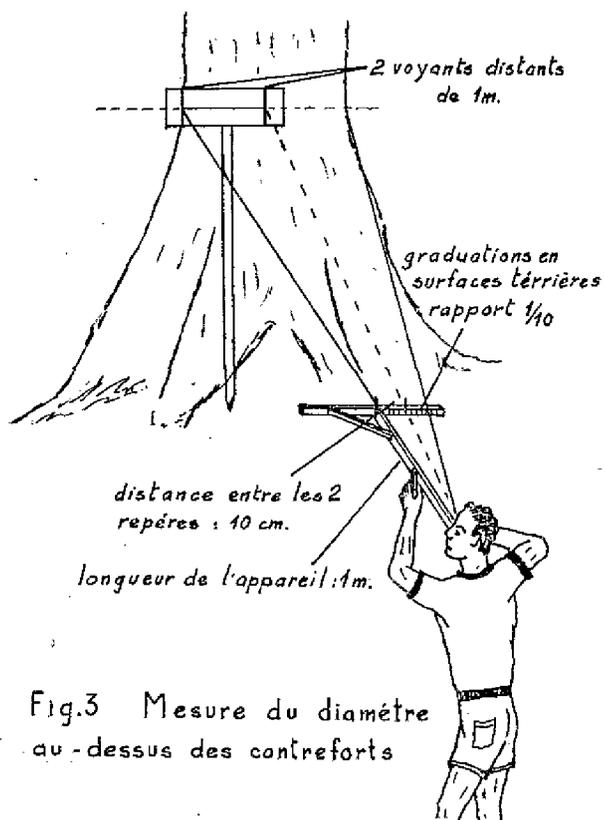


Fig.3 Mesure du diamètre au-dessus des contreforts

place à une distance telle de l'arbre que 2 graduations distantes de 10 cm sur une règle placée à 1 m de l'œil, soient en coïncidence optique avec les deux voyants de la mire (cf. fig. 3).

- Le rapport des lectures sur la règle et au niveau de l'arbre étant de 1/10, on en déduit par lecture directe de la règle graduée, la classe de surface terrière de l'arbre en plaçant le 0 sur un contour

apparent de l'arbre et en voyant la graduation dans laquelle « tombe » l'autre contour apparent.

iii) Appréciation qualitative des arbres.

Indépendamment des équipes, un prospecteur qualifié a parcouru la région inventoriée. Il a analysé les arbres des essences principales qu'il rencontrait le long des pistes et layons, en utilisant un mode de tirage systématique afin d'éviter toute espèce de choix personnel.

La cotation adoptée a retenu les quatre caractéristiques essentielles suivantes de l'état d'une tige :

- la rectitude du fût,
- la forme de la section (circulaire ou avec méplats),
- l'état de végétation (état sanitaire de l'arbre),
- structure apparente du bois (fil du bois apprécié d'après l'écorce).

A chacune de ces caractéristiques a été attribuée une note chiffrée allant de 1 à 5. Suivant que le total de ces quatre chiffres est inférieur (ou égal) ou supérieur à un certain chiffre (chiffre-limite d'exploitabilité), l'arbre est considéré comme exploitable, ou au contraire comme devant être laissé sur pied. On admet en procédant ainsi, une certaine compensation entre les anomalies relatives à ces quatre caractéristiques.

La cotation est celle indiquée par le tableau 4 :

Les chiffres-limites d'exploitabilité, choisis pour les arbres des catégories « Gros » et Très « Gros » ($D > 62$ cm) sont les suivants :

- pour le Sapelli de classé 2 ($D < 80$ cm) $n = 7$
- pour le Sapelli des classes supérieures ($D > 80$ cm) $n = 8$

TABLEAU 4. — Grille de cotation des arbres

Caractéristique	1	2	3	5
Rectitude du fût	Très droit	Une courbure peu prononcée ou 1 coude à $> \frac{3}{4} H$	Arqué ou courbé ou 1 coude à $< \frac{3}{4} H$	2 coudes (ou plus)
Forme de la section droite	Cylindrique et contreforts $< \frac{H}{4}$	1 méplat sur $> 2m$ ou contreforts $> \frac{H}{4}$	Gouttière sur $> 4 m$	Cannelé Côtelé
Etat de végétation	Très sain	1 gros gourmand ou branche cassée	Plus de 2 taches (ou branches cassées ou gourmands)	Trou pourri à la base ou tronc sonnante creux au choc
Structure du bois	Fil droit et aucune anomalie	Fil irrégulier (d'après l'écorce)	Fil vissé apparent à $< 15^\circ$ ou chenillage ou nombreux piquets ou petites bosses	Fil vissé $> 15^\circ$ Surface bosselée

— pour le Limba $n = 6$
 — pour l'Ayous de classe 2 ($D < 80$ cm) $n = 7$

— pour l'Ayous des classes supérieures ($D > 80$ cm) $n = 8$
 — pour les autres essences de toutes classes $n = 7$

LE DÉROULEMENT DES OPÉRATIONS.

1) Constitution d'une équipe.

Une équipe normale comprenait :

- 1 Chef d'équipe expatrié, ayant une spécialisation forestière
- 1 Adjoint, préposé forestier du Service des Eaux et Forêts, mis à la disposition de la brigade de prospection forestière 1
- 1 groupe de comptage comprenant :
 - 1 chef-compteur
 - 4 à 6 compteurs
 - 2 mesurateurs 7 à 9
- 3 groupes de layonnage comprenant chacun : 1 boussolier
8 à 10 hommes 27 à 33
- 1 groupe de traçage comprenant :
 - 1 chef-traceur
 - 4 à 6 hommes 5 à 7
- Divers (chauffeurs, manœuvres pour entretièn des campements et ravitaillement, etc 5

Une équipe d'environ 50 hommes ainsi constituée peut, après entraînement, inventorier 10.000 ha de forêt par mois.

Les groupes de layonnage représentent la plus grande partie de l'effectif. En moyenne, pour libérer une parcelle, compte tenu des layons transversaux (nécessaires à la mise en place de la maille et aux communications entre layons), il faut ouvrir 700 m de layons. Il a été ouvert ainsi, au total, près de 3.000 km de layons.

Les vitesses d'avancement par jour, étant pour un groupe de comptage de 6 parcelles (soit donc 4.200 m de layons) et pour un groupe de layonnage de 1.500 m, on voit qu'il faut prévoir un groupe de comptage pour trois groupes de layonnage environ.

Il est arrivé que soit formé un quatrième groupe de layonnage, de manière à augmenter le rendement d'une équipe et de permettre au groupe de comptage de réaliser pendant un certain temps une moyenne de 8 parcelles par jour.

2) Tâches des différents groupes.

Un groupe de layonnage comprenant un boussolier et 10 hommes, peut couvrir de

1.500 à 2.000 m de layons par jour en moyenne, soit 140 à 180 m par homme et par jour.

La tâche moyenne imposée au groupe de comptage (et par conséquent aussi à celui du traçage) est de 5 à 6 parcelles de 1 ha par jour, comprenant 1 ou quelquefois 2 ha de parcelles de mensuration.

3) Rendement d'une équipe.

En un mois une équipe en fonctionnement normal peut inventorier en moyenne de 100 à 120 parcelles de 1 ha, représentant une surface de 11.000 à 13.000 ha environ. Ce rendement moyen est le



*Piste sur la rive droite de la Lobaye.
 Forêt à Ayous, Celtis et Sapelli.*

Photo Guigonis.

résultat de nombreux facteurs tels que les conditions de terrain, l'approche possible en véhicule, l'entraînement du personnel, etc...

La brigade de prospection forestière était composée de trois équipes. La première équipe a commencé ses travaux le 15 février 1963 et les équipes ont été dissoutes entre le 15 juillet et le 1^{er} août 1964.

Au total, il y a eu 46 équipes, mois pour 450.000 ha de forêt pleine inventoriée, soit environ 10.000 ha par équipe et par mois.

Ce chiffre légèrement inférieur à la moyenne indiquée plus haut s'explique par le fait que le rythme normal des travaux ne fut atteint qu'après trois mois de fonctionnement ralenti.

V. — RÉSULTATS DE L'INVENTAIRE

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS.

Les totaux et moyennes des résultats trouvés pour chaque parcelle, éventuellement corrigés par les coefficients de rectification et de pente, ont été effectués pour chaque bloc de 15 à 30.000 ha.

La définition du « bloc » ainsi constitué est d'ordre phytogéographique : on a cherché à délimiter des ensembles forestiers continus ayant une unité géographique et une homogénéité floristique. La première a été déterminée facilement à partir des cartes (et éventuellement des photographies

aériennes). La deuxième a résulté d'une stratification *a posteriori* sur les feuilles de comptage des parcelles inventoriées utilisant comme variable de contrôle la présence ou l'absence de certaines essences principales ; l'Ayous a été très souvent utilisé pour cette stratification dans l'ouest de la région (Haute-Sangha) : en effet, il est apparu que cette essence avait une répartition discontinue à cette échelle et qu'on pouvait sans peine définir une limite bien nette séparant des zones où cette essence est abondante (en moyenne 7 tiges de plus de 62 à l'ha) et des zones où elle disparaît complètement.

Cette stratification a surtout été nécessaire dans l'ouest de la région où les blocs étaient souvent contigus. Par contre, dans la partie orientale, les secteurs inventoriés formaient déjà des ensembles très nettement distincts et la stratification « floristique » ne s'est pas révélée nécessaire.

Les blocs ainsi constitués ont été regroupés en quelques zones d'un seul tenant, d'une surface de l'ordre de 50.000 ha ou plus pour la présentation définitive des résultats.

Relativement à l'estimation des variables cherchées, aucune autre stratification ni utilisation d'informations supplémentaires n'ont été pratiquées. Mise à part la stratification *a posteriori* définissant les blocs, le sondage est donc un sondage systématique simple à un degré. Les surfaces forestières des blocs ont été considérées comme déterminées avec exactitude par le nombre d'hectares de forêt inventoriés dans l'échantillon, multiplié par le coefficient d'extension.

Afin de simplifier les calculs, les moyennes par bloc, à l'hectare horizontal de forêt, ont été déterminées, en divisant le total trouvé dans l'échantillon pour la variable



*Mukulungu, en bordure de la piste
du 4^e parallèle.*

correspondante, par la somme des surfaces exactes d'échantillonnage. Ceci revient à supposer — aux erreurs dues aux pentes près — que chaque variable trouvée dans une unité est pondérée par la surface relative de forêt pleine qu'elle représente (1).

Une méthode d'estimation particulière des volumes a été appliquée dans cet inventaire. A partir du sous-échantillon des parcelles de mensuration, on a déterminé, pour chaque essence et par bloc ou zone, les proportions des arbres des différentes classes de surface terrière dans une même catégorie de grosseur (classes 0 et 1 pour les « Petits », 2 et 3 pour les « Gros », 4 à 9 pour les « Très Gros »). L'application des volumes unitaires des arbres de chaque classe de cette essence, donnés par le tarif de cubage,

aux proportions correspondantes, a permis de déterminer par bloc ou par zone, le volume unitaire moyen des arbres de chaque catégorie de grosseur de l'essence considérée. Ceci a permis de fournir pour toutes les unités de l'échantillon principal une estimation des différentes variables « volume », et de déduire, par bloc, des moyennes de volume déterminées à partir de toutes les unités de l'échantillon principal.

La théorie de l'erreur ainsi commise n'a pas été établie. L'application, non rigoureuse, des formules classiques d'erreurs non adaptées à ce type d'estimation, peut donner un ordre de grandeur de l'amélioration de la précision ainsi apportée (cf. tableau n° 5).

APERÇU SUR LES ERREURS.

Tout inventaire de terrain par sondage est entaché d'un certain nombre d'erreurs qui sont de deux ordres :

-- les erreurs d'observation ou « subjectives », qui sont relatives à l'exécution des opérations sur le terrain,

— les erreurs objectives dues au principe même du sondage.

1) Les erreurs d'observation.

a) Les erreurs systématiques.

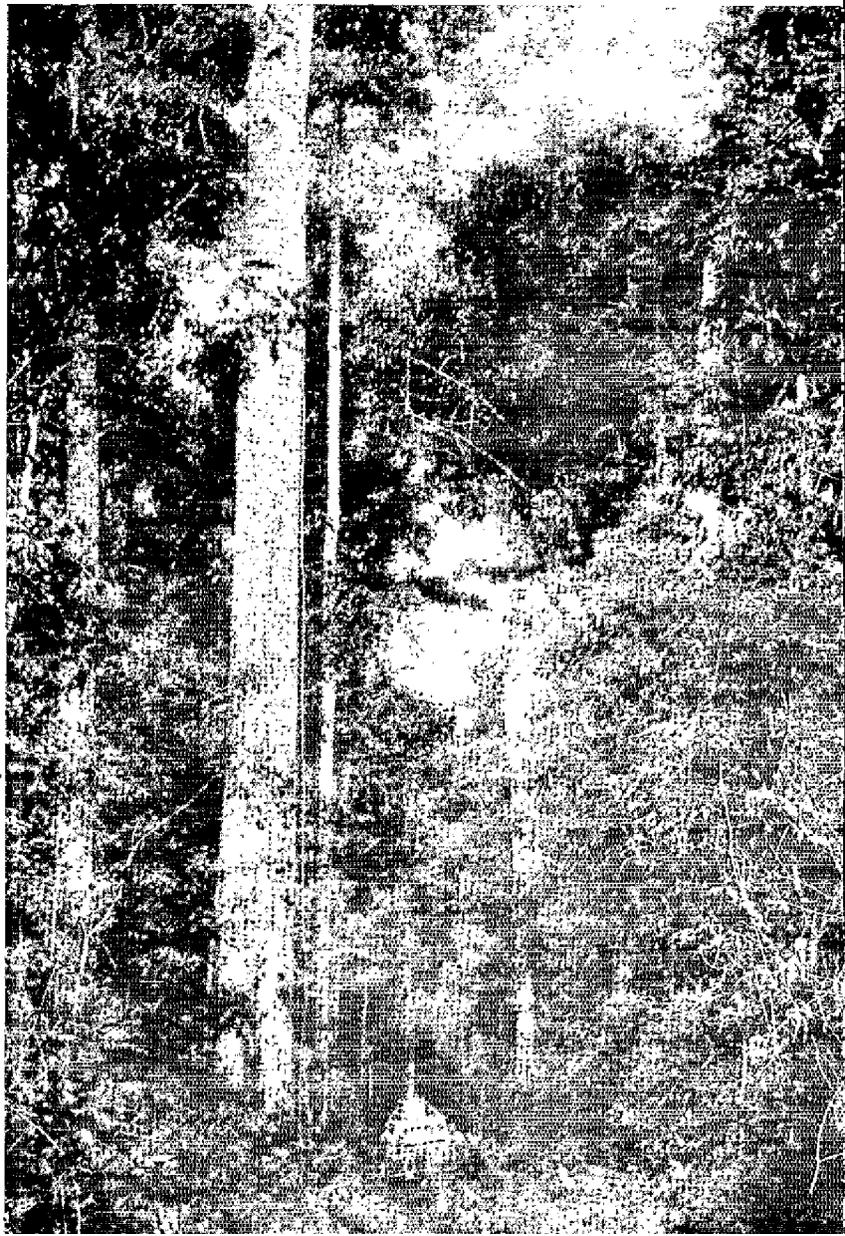
Nous appellerons ainsi les erreurs dont on sait, ou que l'on a remarqué, être toujours dans le même sens, quels que soient l'opérateur, le lieu ou le moment. Ainsi, certaines illusions optiques concernant la grosseur des arbres sont des erreurs systématiques. Un Limba sera jugé moins gros qu'un Sapelli de même diamètre du fait de la hauteur des contreforts et de sa forme plus élancée. Cette erreur systématique peut être importante lorsque les arbres à apprécier sont à la limite de deux catégories de grosseur.

D'une manière générale, les arbres à contreforts élevés sont systématique-

(1) Bien qu'il y ait une bonne corrélation entre les variables x_i cherchées et les surfaces S_i des parcelles, la différence calculée pour certaines variables dans quelques blocs, s'est avérée généralement faible, compte tenu du petit nombre relatif de parcelles implantées, partie dans des formations « forêt », partie dans des formations « hors-forêt ».

Toujours en bordure de la piste
du 4^e parallèle, *Irvingia « centrafricana »*.

Photo Guigonis.



ment sous-estimés en grosseur par rapport aux arbres sans contreforts.

L'erreur de parallaxe dans l'appréciation du diamètre des gros arbres sans contreforts est, elle aussi, une erreur systématique en moins. En effet, le compteur qui place les baguettes repères contre l'arbre a tendance à sous-estimer la grosseur des arbres lorsqu'il ne prend pas la précaution de « déplacer » son œil le long de la baguette.

La mesure au ruban de la circonférence des gros arbres des essences principales donne lieu, elle aussi, à une très légère erreur systématique, provenant de ce que le ruban n'est jamais tendu tout à fait le long d'une section droite de l'arbre.

CORRECTION DES ERREURS SYSTÉMATIQUES.

Les tendances à l'exécution une fois perçues ont été rectifiées. Ainsi, les erreurs de mesure au ruban et de parallaxe ont été limitées par les recommandations fréquentes faites aux mesurateurs et aux compteurs.

Quant aux illusions d'optique, il est bien évident que, sauf dans le cas de mesure précise, c'est-à-dire dans les parcelles de mensuration et pour les essences principales, elles ne peuvent être définitivement éliminées. On peut considérer que les erreurs systématiques sont peu nombreuses et de faible importance. Il n'en est pas de même, comme nous allons le voir, des erreurs accidentelles.

b) *Les erreurs accidentelles.*

Par opposition aux erreurs systématiques, elle ne sont pas permanentes et sont de sens variable.

ERREURS AU COMPTAGE.

Ce sont surtout des erreurs d'identification botanique : essences différentes appelées sous une même appellation, même essence appelée différemment suivant les régions ou les compteurs. Si certaines ont revêtu un certain temps un caractère systématique, beaucoup d'entre elles étaient intermittentes.

Plus difficiles encore à cerner sont les inévitables erreurs de pointage. Au départ, cette opération a été confiée aux chefs d'équipe et aux préposés adjoints, puis, après un long temps de formation pendant lequel on instituait un double pointage, à un lettré de coutume Baya ou Issongo, ceci de manière à éviter les confusions toujours possibles entre noms vernaculaires phonétiquement voisins, tels que Mbena et Mbelo, Boro et Boto, Sangue et Sengue, etc...

Pour les essences à forte densité (plus de 20 pieds à l'ha), les vérifications faites ont montré quelquefois des erreurs d'une unité provenant du fait que deux ou trois compteurs appelant au même instant le même nom d'arbre, il pouvait être pointé une fois en moins ou une fois en trop.

ERREURS DE DÉLIMITATION DES PARCELLES.

Elles peuvent provenir :

— d'une mauvaise mesure des longueurs, due aux cordes ou câbles servant au chaînage longitudinal

ou transversal (un rétrécissement d'1 m sur une corde de 50 m introduit à lui seul une erreur de 2 % sur la surface de la parcelle),

— d'un mauvais dessin des traces longitudinales de 200 m de long, parallèles au layon. Elles sont faites par segments de 50 m, « à la criée » : deux manœuvres s'appellent dont l'un est fixe et l'autre marche dans la direction du premier en entaillant le sous-bois à la matchette. Certaines traces, au lieu d'être constituées par un alignement de quatre segments de 50 m, se présentent sous la forme de quatre arcs de cercle à très légère courbure, donnant ainsi à la parcelle une allure « boursofflée »,

— d'une mauvaise orientation des traces transversales situées tous les 50 m qui ne sont pas exactement perpendiculaires au layon ; la parcelle réelle ayant la forme générale d'un polygone inscrit dans le rectangle de la parcelle théorique, a une surface inférieure à un hectare.

On peut admettre en première approximation, une certaine compensation relativement à la surface de la parcelle, entre les deux derniers défauts.

CORRECTION DES ERREURS ACCIDENTELLES.

— *erreurs au comptage :*

Les erreurs d'ordre botanique ont été réduites au minimum par les mesures suivantes :

— surveillance permanente des compteurs par un chef-compteur réputé pour sa bonne connaissance des essences ;

— recherche de l'homogénéité des groupes de compteurs pris dans les mêmes villages (à cause des différences de dialectes) et conservés par la brigade le plus longtemps possible (la moitié des compteurs, dont un groupe complet, a fait toute la campagne de prospection) ;

— visite des équipes par un botaniste de manière à « normaliser » les appellations ;

— regroupement, lors des récapitulations, de plusieurs essences voisines dont la distinction était mal faite par les compteurs ;

— *erreur de délimitation des parcelles :*

Des vérifications fréquentes des cordes ou câbles ont été demandées aux chefs d'équipe de manière à éviter, à la fois, les erreurs de cheminement et les erreurs de délimitation des parcelles. Certains layons, mal jalonnés du fait de cordes ou câbles n'ayant pas la dimension voulue, ont été repris et certaines parcelles mal délimitées ont été ou implantées à nouveau ou affectées d'un coefficient de rectification.

Il serait oiseux de chercher à dissimuler les erreurs d'observation dans un tel travail d'inventaire. Cependant, outre qu'il est impossible d'évaluer leur valeur, laquelle, compte tenu de certaines compensations à l'échelle d'un bloc, est du même ordre de grandeur que celle de l'erreur aléatoire de sondage, toutes les modifications et améliorations simples

qui pouvaient être apportées ont réduit leur importance : compas bloqués de 20 cm, drisse de nylon solide à faible coefficient d'élasticité, mesures au cilsiètre des pentes, consignes strictes de comptage, etc...

Par contre, d'autres erreurs sont inévitables puisque dues au principe même des sondages mais mesurables. Ce sont les erreurs objectives.

2) Les erreurs objectives.

a) Les erreurs de sondage.

Les calculs d'erreurs sur les moyennes et les totaux obtenus ont été faits en supposant les parcelles tirées au sort, alors qu'en fait on a affaire à un échantillonnage systématique : on a appliqué les formules classiques donnant l'erreur dans les sondages aléatoires simples à un degré. L'hypothèse de normalité des totaux et moyennes est vérifiée étant donné le nombre suffisamment grand des unités d'échantillonnage dans chaque bloc (en général supérieur à la centaine).

Pour l'estimation des moyennes ou totaux par zone (chaque zone regroupe plusieurs blocs), les formules donnant l'erreur dans un sondage stratifié (les strates étant les blocs) ont été utilisées.

1) Moyennes par bloc.

a) Nombres de tiges.

En prenant comme variables les quantités suivantes :

x : nombre de tiges de Sapelli à l'hectare des catégories « Gros » et « Très Gros » (D > 62 cm).

y : nombre de tiges à l'hectare des 12 essences principales des catégories « Gros » et « Très Gros » (D > 62 cm).

z : nombre de tiges à l'hectare, toutes essences de plus de 20 cm de diamètre,

on a trouvé pour un bloc de 26.000 ha les erreurs relatives suivantes en %, au seuil 0,95 (tableau 5) :

TABLEAU 5. — Erreurs sur les nombres de tiges

Quantités \ Erreurs	x	y	z
e (%)	± 15,2 %	± 9,9 %	± 2,6 %

b) Volumes.

On obtient pour un nombre d'unités d'échantillon-



nage compris entre 100 et 250 des erreurs de 15 à 20 % pour une seule essence non rare, de 10 à 15 % pour le groupe des 12 essences principales (cf. tableau 6).

2) Moyennes par zone ou pour l'ensemble de la région.

Le tableau 6 indique les erreurs en % calculées sur les volumes moyens à l'hectare pour le Sapelli et le groupe des 12 essences principales à partir des seules parcelles de mensuration ou de toutes les parcelles (en utilisant le procédé indiqué au § III).

b) Autres erreurs objectives.

1) Tarifs de cubage.

On a cherché à évaluer l'erreur sur les volumes, due à l'application des tarifs de cubage, dont on peut obtenir une estimation en supposant que l'échantillon prélevé pour l'établissement des tarifs de

TABLEAU 6. — Erreurs sur les volumes

Essences	Bloc 48 (19.500 ha)		Bloc 49 (27.600 ha)		Zone VIII (47.100 ha)		Zones VI, VIII et Bloc 47 (127.400 ha)	
	Parcelles de mensuration	Toutes parcelles	Parcelles de mensuration	Toutes parcelles	Parcelles de mensuration	Toutes parcelles	Parcelles de mensuration	toutes parcelles
Nombre de parcelles	36	182	49	256	85	438	228	1159
Sapelli	±41,6 %	± 18,2 %	± 32,3 %	± 14,7 %	± 25,6 %	± 11,6 %	± 16,9 %	± 7,8 %
Essences I et II...	±27,4 %	± 12,3 %	± 21,7 %	± 9,2 %	± 17,0 %	± 7,4 %	± 12,3 %	± 5,3 %

cubage fasse partie des peuplements inventoriés auxquels il est appliqué (hypothèse fautive en réalité puisque l'échantillon des arbres a été prélevé dans une région voisine, en Lobaye).

On a trouvé que l'application du tarif de cubage

du Sapelli, introduit une erreur de 3,8 % au seuil 0,95 (soit 1,9 % au seuil 0,63) sur l'estimation du volume de la zone VIII en cette essence. Cette valeur ne s'ajoute pas purement et simplement à l'erreur sur l'estimation du volume due au sondage.

2) Classification des arbres par grosseurs et catégories de surface terrière.

Il y a là deux types d'erreurs :

— les erreurs (« corrections de Shepard ») dues au fait que l'estimation des volumes pour chaque essence principale dans les parcelles de mensuration, est calculée à partir des mesures par classes de surface terrière des arbres (qui déterminent par application du tarif de cubage correspondant, des classes de volume sensiblement égales).

Ces erreurs inévitables sont peu importantes étant donné le nombre suffisamment grand de classes de surface terrière.

— les erreurs dont il a été question précédemment, provenant de l'évaluation d'un volume moyen par catégorie de grosseur dans chaque bloc ou zone et pour chaque essence. On a vu que ce procédé qui permet d'étendre à l'ensemble de l'échantillon l'estimation des volumes est entaché d'une erreur non calculée. Afin de réduire celle-ci, on a eu soin d'établir les proportions d'arbres des classes de surface terrière rentrant dans chaque catégorie de grosseur à partir d'échantillons d'arbres assez abondants en regroupant éventuellement les blocs ou même en considérant tous les arbres des essences de faible densité trouvés dans l'échantillon total de l'ensemble de la région.

Forêt en bordure de la piste du 4^e parallèle.

Photo Guignonis.



QUELQUES ÉTUDES ANNEXES.

1) Recherche de la dimension optimale des parcelles.

En isolant le résultat des comptages par unités carrées de 25 a à l'intérieur de chaque parcelle rectangulaire de 1 ha, on a pu déterminer l'erreur sur les nombres de tiges de plus de 62 cm de diamètre, respectivement avec des parcelles de 25, 50, 75 et 100 a (1 ha).

On a remarqué les points suivants :

— relativement à une essence « abondante » (2 tiges de plus de 62 cm de diamètre à l'ha, en moyenne), il y a une décroissance très nette de l'erreur quand on passe des parcelles de 25 a à celles de 1 ha, sans qu'il y ait un palier pour cette dernière valeur. On peut donc conclure, avec de nombreuses réserves, et dans les conditions de l'expérimentation ainsi faite, que la parcelle de 1 ha n'est pas « représentative » en ce qui concerne la variable considérée contrairement à ce qui avait été estimé *a priori* ;

— pour le nombre des tiges de diamètre supérieur à 62 cm du groupe des 12 essences principales (3 tiges en moyenne de plus de 62 cm à l'ha), il semble qu'il y ait un palier à partir d'une surface unitaire de 50 a : la parcelle de 1 ha est probablement suffisamment « représentative » quant à cette variable ;

— enfin, relativement à la densité des tiges « toutes essences » de plus de 20 cm de diamètre, on constate que la diminution de l'erreur est très faible, malgré la variation correspondante du taux de prospection, entre les parcelles de 25 a et celles de 1 ha.

2) Etude sur la répartition des essences.

a) Cartes de densité.

En utilisant la répartition régulière de l'échantillon sur le terrain et la contiguïté des blocs dans la partie ouest de la région inventoriée, on a établi au 1/200.000^e des cartes de densité pour les essences ou groupements d'essences suivants :

OBECHE

LIMBA

SAPELLI

IROKO

ACAJOU BLANC, DIBETOU, MUKULUNGU, BOSSÉ, SIPO, TIAMA, KOSIPO.

L'étude de cette représentation de la répartition topographique à petite échelle

Ayous en bordure de la route Bangui-M'Baiki.

Photo Guigonis.

d'essences importantes, pourrait permettre éventuellement quelques observations intéressantes sur les groupements d'essences forestières.

b) Etude théorique des répartitions.

1) Répartition du Sapelli (D > 62 cm).

Dans un bloc de 26.000 ha où cette essence est représentée, en moyenne, par une tige de plus de 62 cm de diamètre à l'ha, on a déterminé 14 échantillons, entre 0,3 % et 1,6 % de la surface totale, constitués par des parcelles de 1 ou 2 ha. Les chiffres obtenus respectivement pour les estimations de la moyenne \bar{x} des nombres de tiges de plus de 62 cm de diamètre à l'hectare, de l'écart-type d'une observation σ et du coeffi-

cient de variation $C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}}$ sont les suivants :

On remarque que pour des surfaces d'unités d'échantillonnage de 1 ha, les estimations de C_v sont systématiquement légèrement supérieures à 1



Echantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
f (%)	0,34	0,34	0,38	0,43	0,43	0,47	0,56	0,56	0,67	0,83	0,83	1,09	1,64	1,64
s (surface de parcelles).....	2 ha	1 ha	2 ha	2 ha	1 ha	2 ha	1 ha	2 ha	2 ha	1 ha	2 ha	2 ha	2 ha	1 ha
σ	0,90	1,05	0,76	0,77	1,03	0,83	1,22	0,92	0,90	1,11	0,82	0,85	0,88	1,15
\bar{x}	0,95	0,90	0,87	0,88	0,89	1,00	0,97	1,06	0,98	0,99	0,94	0,95	0,94	0,95
$Cv = \frac{\sigma}{\bar{x}}$	0,95	1,17	0,87	0,88	1,16	0,83	1,26	0,87	0,92	1,12	0,87	0,89	0,94	1,21

et que, par contre, elles sont pour tous les échantillons avec des parcelles de 2 ha, très peu inférieures à 1.

Si on étudie en outre le coefficient de variation pour le groupe des 12 essences principales (nombre de tiges de diamètre supérieur à 62 cm) relativement aux mêmes échantillons, on s'aperçoit que le coefficient de variation est nettement inférieur à 1 (entre 55 et 85 %).

On peut penser alors que la variable « nombre de tiges de Sapelli de plus de 62 cm de diamètre à l'ha » suit approximativement une loi de Poisson.

2) Répartition du Limba (D > 20 cm).

On a étudié la répartition des tiges de Limba de

diamètre supérieur à 20 cm dans deux secteurs, en déterminant chaque fois les courbes théoriques de GAUSS et de POISSON correspondantes (1). Le test du χ^2 (comparaison des effectifs théoriques et observés) a donné des résultats négatifs aux seuils de probabilité usuels, moins mauvais cependant pour l'assimilation à la loi de GAUSS qu'à la distribution de POISSON.

3) Répartition « toutes essences » (D > 20 cm).

Les tests ont aussi été négatifs, mais bien meilleurs cependant que pour le Limba en ce qui concerne l'assimilation pour la loi de GAUSS : le test du χ^2 donne dans un des deux secteurs un résultat significatif au seuil 0,50.

VI. — CONCLUSION

Le plan de sondage adopté dans cet inventaire s'est révélé satisfaisant dans son ensemble. Outre son caractère systématique qui facilite l'exécution de l'inventaire sur le terrain et permet une estimation plus précise et en même temps une connaissance géographique régulière de la forêt, la disposition utilisée des lignes de parcelles (un segment de layon inventorié pour deux segments non comptés) réalise un juste milieu entre un espacement des parcelles trop coûteux le long des layons et la continuité d'unités bandes trop espacées et trop peu nombreuses.

Mais ce dispositif d'inventaire ainsi mis au point était conditionné d'une part par la méthode utilisée dans les inventaires précédents réalisés en R. C. A. et d'autre part par l'obligation de compter toutes les essences. Aussi, dans une optique d'inventaire d'exploration, portant sur le seul potentiel en bois d'œuvre d'une région donnée, à la lumière des résultats trouvés et de notre expérience sur le terrain des améliorations semblent pouvoir être adoptées qui sont :

— généralisation des mesures, du moins pour les essences les plus importantes, à toutes les unités de l'échantillon. C'est à ce prix qu'on augmente la précision des évaluations des volumes sur pied qui sont les variables les plus importantes ;

— élaboration d'un système codifié d'estimation des arbres sur pied, simple et complet à la fois, permettant une meilleure précision dans l'estimation du volume « utile » ;

— essai d'une stratification *a priori* non seulement de différentes formations végétales mais aussi de types de forêt par interprétation des photographies aériennes.

En effet, on peut, d'une part, délimiter avec une bonne précision, sans grand entraînement et sur des photos à échelle relativement petite (1/50.000), les différentes formations végétales : forêts de terre ferme, zones et forêts périodiquement inondées, marécages et forêts marécageuses, forêts rabougries sur affleurements rocheux, forêts dégradées par les cultures et l'exploitation forestière, clairières et formations savanisées, etc... Et on peut, d'autre part, espérer parfois distinguer dans les zones déjà parcourues, différents types de forêt à l'intérieur d'une même formation végétale. Cette dernière opération permettrait ainsi une stratification *a priori* des zones à inventorier rendant plus efficace le sondage au sol.

(1) La densité moyenne en ces tiges est de l'ordre de 5 à 7 à l'ha.