



Photo Sarlin.

Survol de la forêt à l'ouest de Ouesso-République Populaire du Congo.

MÉTHODOLOGIE ET PRATIQUE DES INVENTAIRES FORESTIERS TROPICAUX

par Jean CLÉMENT, Francis CAILLIEZ, François GUINAUDEAU,

*Ingénieurs du Génie Rural, des Eaux et des Forêts
Division Inventaires, Statistique et Aménagement Forestiers
Centre Technique Forestier Tropical*

Revue *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 150, Juillet-Août 1973

49

SUMMARY

METHODOLOGY AND PRATICAL OF TROPICAL FORESTRY INVENTORIES

This article explains in condensed form the general methodology employed by the CTFT in carrying out the forestry inventories assigned to it.

After enumerating the general and particular objectives of these inventories, the authors give an account of the general method followed in order to achieve the objectives ; they successively analyse the tasks of photointerpretation and cartography whose purpose is to estimate the surfaces in question, followed by the field work enabling data to be gathered for the estimation of volumes. This latter estimation is made in two distinct stages :

1. Estimation of gross volumes of standing timber, resulting from the application of the cubic table (generally single entry) to the number of trees counted in the survey sample and classed by category of diameter.

2. Estimation of marketable volumes, deduced from gross volumes of standing timber by means of a marketing coefficient calculated on the basis of a qualitative survey of standing trees and a survey aimed at estimating the yield of each category of quality in terms of commercial volume.

The authors also explain the data-processing system, which is performed on an electronic computer in two stages :

- 1) Control of the validity of the data.
- 2) Compilation and printing of tables of results.

RESUMEN

En este artículo se expone de forma condensada la metodología general utilizada por parte del C. T. F. T. con motivo de la ejecución de inventarios forestales tropicales que le son encomendados.

Después de haber precedido a una enumeración de los objetivos generales y particulares relativos a estos inventarios, los autores exponen el método general seguido para la realización de estos objetivos y analizan sucesivamente los trabajos de fotointerpretación y de cartografía destinados a la estimación de las superficies y, acto seguido, los trabajos sobre el terreno que permiten obtener los datos necesarios para la estimación de los volúmenes. Esta última estimación se efectúa en dos fases distintas, que son las siguientes :

1) La estimación de los volúmenes brutos en pie, que se deriva de la aplicación de la tarifa de cubicación generalmente de una entrada, a los efectivos contados en la muestra de sondeo y clasificados por categoría de diámetro.

2) La estimación de los volúmenes comercializables que son deducidos de los volúmenes brutos en pie, por aplicación de un coeficiente de comercialización calculado a partir de un estudio cualitativo de los árboles en pie y de un estudio denominado de « recolement » por el cual se trata de estimar el rendimiento de cada categoría de calidad en pie en volumen comercial.

Finalmente, los autores exponen los procedimientos de tratamiento de datos. Este tratamiento se efectúa mediante calculadora electrónica y se divide en dos fases :

- 1) Control de la validez de los datos.
- 2) Cálculo y edición de las tablas de resultados.

PRÉAMBULE

La présente note expose de façon condensée la méthodologie générale utilisée par le C. T. F. T. lors de l'exécution des inventaires forestiers tropicaux qui lui sont confiés.

Cette méthodologie et cette pratique sont le résultat d'une longue expérience acquise après dix années de réalisation effective d'inventaires en forêt tropicale portant sur près de 20 millions d'hectares de forêt.

Mais les grandes lignes à la fois méthodologiques et pratiques ont été tracées par J. P. LANLY (aujourd'hui Responsable des questions d'inventaires à la division des ressources forestières de la F. A. O.), fondateur de l'activité inventaire au C. T. F. T. et à qui nous sommes redevables de l'invention ou de l'adaptation d'un certain nombre de techniques et de procédures.

* * *

INTRODUCTION

OBJECTIFS DES INVENTAIRES FORESTIERS TROPICAUX

OBJECTIFS GÉNÉRAUX

On peut en dresser la liste suivante :

A. Connaissance des volumes disponibles pour l'exploitation (exploitation de bois d'œuvre ou exploitation papetière).

B. Connaissance de la population d'avenir (n'ayant pas encore atteint le diamètre fixé pour l'exploitabilité à la date de l'inventaire) des essences inventoriées.

C. Connaissance de la composition floristique des massifs inventoriés.

Ces objectifs ne sont pas contradictoires mais complémentaires et l'expérience prouve que la saisie des données supplémentaires nécessaires à la réalisation des objectifs B et C qui paraissent secondaires ne demande pas un surcroît de travail

considérable et constitue une dépense marginale par rapport au coût global de l'inventaire.

OBJECTIFS PARTICULIERS A CHAQUE OPÉRATION

Ils concernent :

a) La localisation de la ou des zones d'inventaire.

b) La délimitation de blocs d'exploitation.

c) L'estimation des surfaces des blocs et des différentes catégories de peuplements à l'intérieur de ces blocs.

d) L'estimation des paramètres suivants (par essence et groupe d'essences) :

- nombre de tiges moyen à l'hectare,
- volumes moyens et totaux bruts à l'hectare,
- volumes commercialisables totaux pour les essences les plus importantes.

MÉTHODE GÉNÉRALE SUIVIE POUR LA RÉALISATION DE CES OBJECTIFS

Les travaux peuvent se classer en trois grandes catégories.

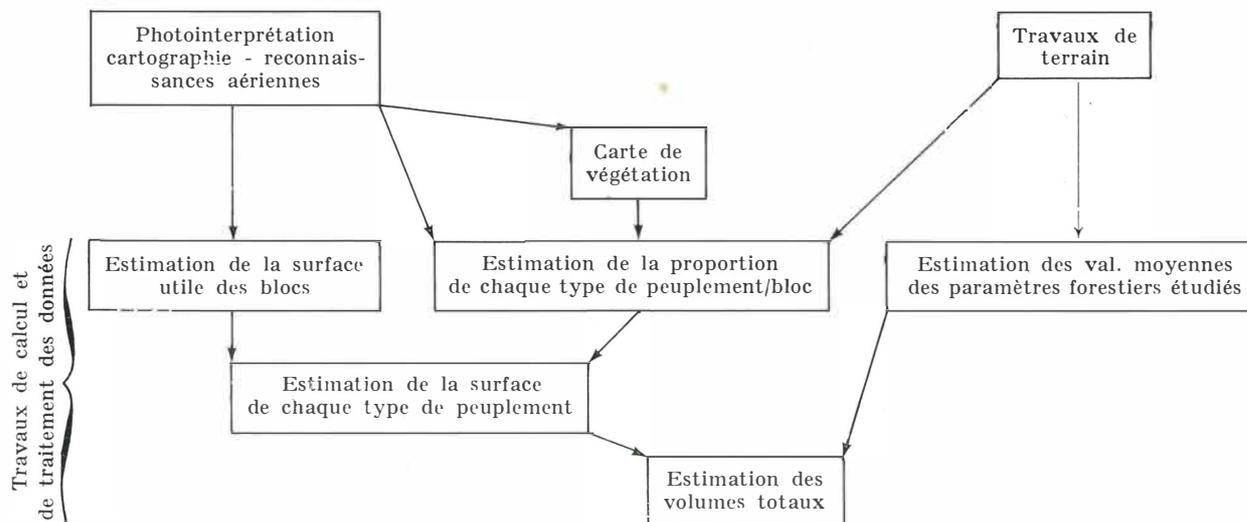
1° Des travaux de photo-interprétation et de cartographie, appuyés éventuellement par des reconnaissances aériennes.

2° Des travaux de terrain, axés essentiellement sur la réalisation de sondages en forêt et l'acqui-

sition des données nécessaires à l'estimation des paramètres forestiers étudiés.

3° Des travaux de calcul et de traitement des données acquises au cours des deux phases précédentes.

Chacune de ces catégories de travaux contribue à la réalisation des objectifs de l'inventaire suivant le schéma ci-après.



On retrouve dans ce schéma les deux éléments constitutifs de tout inventaire forestier ayant pour but l'estimation de volumes totaux dans une zone donnée à savoir :

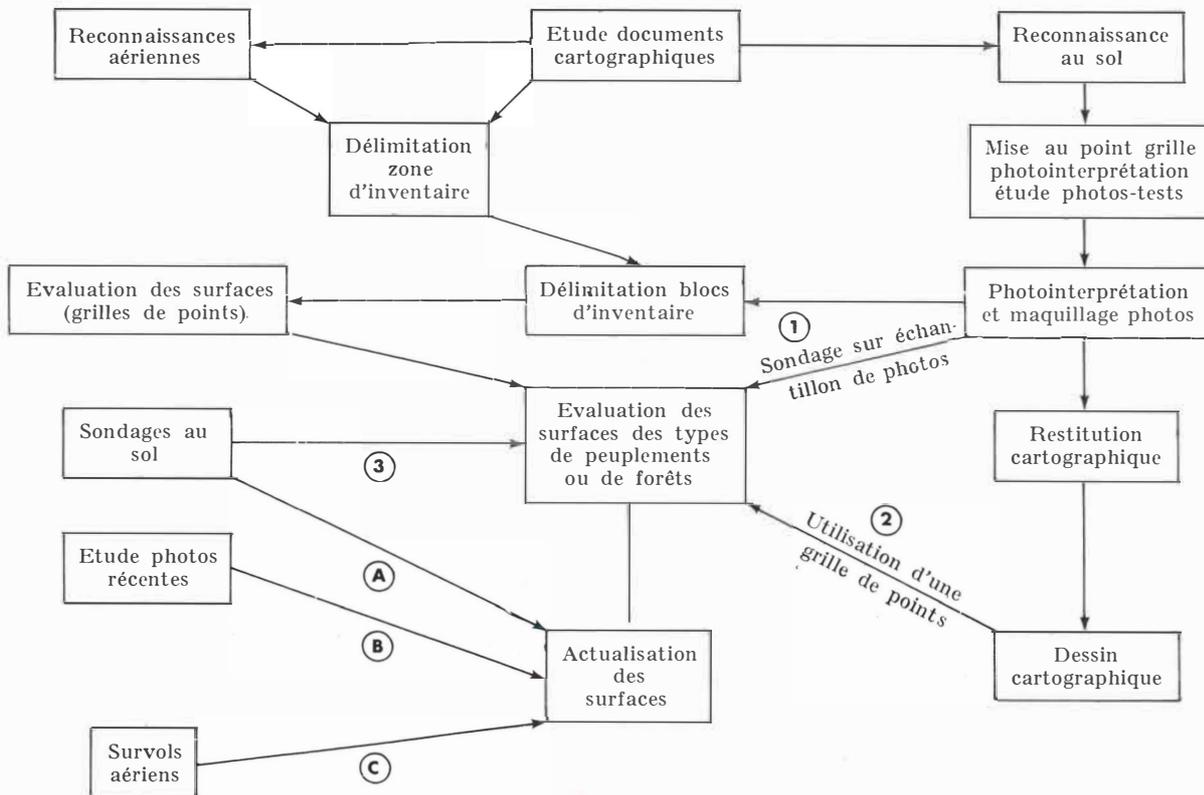
- une estimation des surfaces des différents types de forêts et de peuplements,
- une estimation des volumes moyens à l'hectare de chaque essence inventoriée.

TRAVAUX DE PHOTOINTERPRÉTATION ET CARTOGRAPHIE. ESTIMATION DES SURFACES

MÉTHODOLOGIE

Le schéma suivant détaille la chaîne complète

des travaux de photointerprétation et cartographie qui peuvent être exécutés pour les besoins d'un inventaire.



Les chiffres 1, 2 et 3 indiquent les trois voies possibles pour estimer les surfaces des types de peuplements ou des types de forêts.

Les lettres A, B et C indiquent les trois moyens possibles d'estimation des surfaces à la date de l'inventaire pour déduire par régression des coefficients d'évolution des surfaces.

DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES ET PHOTOGRAPHIQUES

Les travaux d'études cartographiques et de photointerprétation supposent bien entendu l'exis-

tence de tels documents. Les échelles cartographiques doivent aller du 1/5.000 au 1/200.000 et les échelles photographiques du 1/20.000 au 1/80.000.

DÉLIMITATION DES ZONES D'INVENTAIRES ET ESTIMATION DE LEUR SURFACE

La délimitation des zones est rendue nécessaire par l'élimination de zones soit inaccessibles (relief, état du sol) soit inintéressantes pour l'exploitation (forêt dégradée ou partiellement défrichée).

Cette délimitation est généralement reproduite sur carte à l'échelle du 1/50.000 et l'estimation des surfaces s'effectue par grille de points, méthode préférée au planimètre en raison de sa précision bien supérieure.

IDENTIFICATION ET DÉLIMITATION DES FORMATIONS VÉGÉTALES ET DES TYPES DE FORÊTS

Cette étape nécessaire de stratification des surfaces pour la présentation des résultats ne pose actuellement aucun problème au niveau de la distinction des grands types d'occupation du sol et des grands types de forêts.

Plus délicate est la stratification des forêts en classes de densité et de hauteur. L'expérience montre qu'il ne faut pas multiplier à l'excès ces classes et que dans le cas de ces études toute cartographie est illusoire : elles ne peuvent servir qu'à estimer des proportions à l'intérieur d'un type de forêt qui, lui, peut être cartographié.

ESTIMATION DES SURFACES DES DIFFÉRENTS TYPES DE FORMATIONS ET TYPES DE FORÊTS A L'INTÉRIEUR DES BLOCS A INVENTORIER

Trois voies possibles s'offrent à l'inventoriste.

1) La plus rigoureuse est celle utilisant une cartographie des types de peuplements et de forêts

résultant d'une restitution de la photo-interprétation exhaustive de la couverture aérienne.

L'estimation des surfaces est effectuée dans ce cas par grille de points.

2) Les deux autres voies résultent de sondages.

— soit sondage sur un échantillon de photographies aériennes (grilles systématiques de points, cercles de surface constante, etc...);

— soit utilisation des sondages au sol en calculant la proportion en surface de chaque type de forêt rencontré dans l'échantillon inventorié sur le terrain. Cette dernière méthode est la seule possible dans le cas où il y a absence de couverture aérienne utilisable.

ACTUALISATION DES SURFACES

Les documents photographiques étant souvent assez anciens, il importe dans certains cas d'estimer les modifications intervenues dans la répartition des types de peuplements et de forêts.

Par une méthode de régression entre des surfaces calculées sur un échantillon réduit récent constitué soit de photographies aériennes prises pour la circonstance, soit de transects de survols aériens effectués à basse altitude, soit des sondages au sol et les surfaces anciennes calculées sur ce même échantillon réduit, on peut estimer des coefficients d'évolution des surfaces et donc actualiser l'estimation obtenue à l'aide des documents photographiques anciens.

SONDAGES AU SOL ET TRAVAUX D'ACQUISITION DES DONNÉES NÉCESSAIRES A L'ESTIMATION DES VOLUMES

ESTIMATION DES VOLUMES BRUTS SUR PIED

Définition du volume brut.

Nous appelons volume brut d'une essence ou d'un groupe d'essences une estimation du volume total, constitué par tous les fûts des arbres d'une dimension minimale « à la base » choisie préalablement (il s'agit en général d'un diamètre pris soit à 1,30 m du sol, soit au-dessus des contreforts si ceux-ci ont une hauteur supérieure à 1,30 m). Ce volume est un volume fût sur écorce de la *découpe de base* jusqu'à la première grosse branche. (Par découpe de base, il faut entendre la section d'abattage pour les arbres sans contrefort ou l'extrémité des contreforts pour ceux qui en possèdent).

Il n'est fait aucune réfaction pour défaut au niveau de l'estimation des volumes bruts.

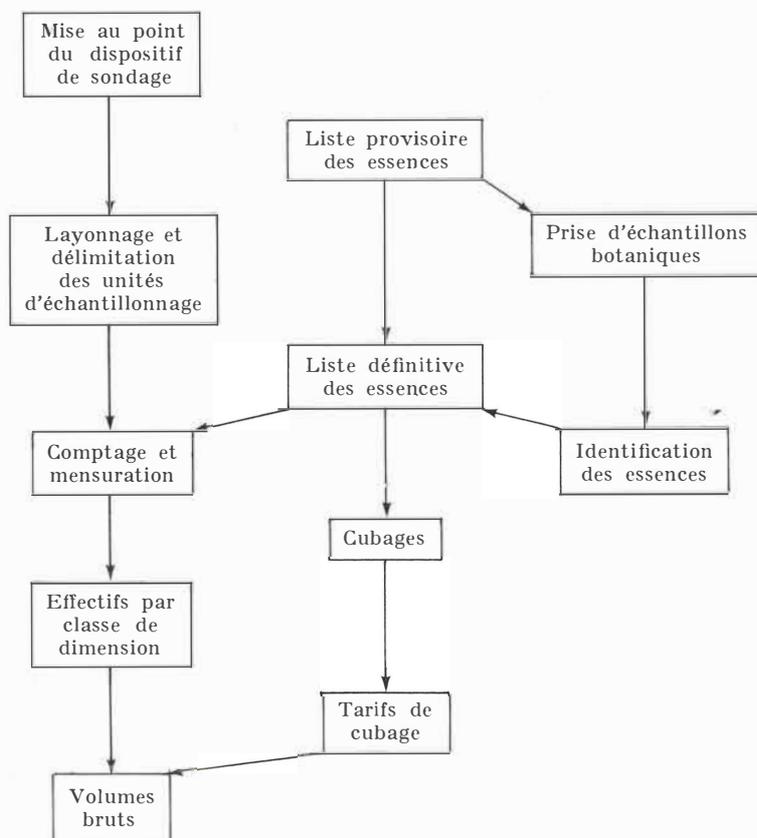
Méthodologie générale.

L'évaluation des volumes bruts moyens à l'hectare des différentes espèces inventoriées résulte de l'application de tarifs de cubage aux effectifs comptés dans l'échantillon de sondage et classés par catégorie de diamètre.

Le schéma de la p. 54 résume l'ensemble de la chaîne qui aboutit à l'évaluation du volume brut de chaque essence.

Liste des essences, problème d'identification.

La grande richesse floristique des forêts tropicales rend particulièrement difficile l'identification



des espèces inventoriées. Cette difficulté est d'ailleurs sans cesse croissante pour deux raisons.

- 1) Les inventaires concernent un nombre de plus en plus élevé d'espèces.
- 2) Les habitants traditionnels de la forêt perdent peu à peu le contact avec celle-ci et connaissent de moins en moins la flore de leur région.

Une grande attention doit donc être apportée à cet aspect botanique des inventaires en forêt tropicale.

Dispositif de sondage.

Nous utilisons deux grands types de dispositifs selon la nature des inventaires à exécuter.

1° Sondages systématiques à un degré.

L'échantillon est dans tous les cas supporté par des layons seul moyen efficace de pénétration dans les massifs forestiers tropicaux.

Il est constitué soit de bandes parallèles de largeur réduite (10 à 12,5 m de chaque côté du layon) soit de parcelles de surface variant de 0,5 à 1 ha et de forme allongée (25 m de chaque côté du layon au maximum), voir étude LANLY-VANNIÈRE sur la précision d'un inventaire forestier en fonction de

certaines de ses caractéristiques B. F. T., n° 125.

Ce type de sondage est utilisé dans tous les inventaires à but d'exploitation immédiate, les résultats devant être donnés avec une marge d'incertitude $\leq \pm 20\%$ au seuil 0,95 pour des blocs de surface variant de 20.000 à 60.000 ha (compte tenu des coefficients de variation connus, les taux de sondage varient de 0,4 % à 1 %).

2° Sondages à deux degrés.

Ce type d'inventaire est utilisé chaque fois que les surfaces à inventorier étant de plusieurs millions d'hectares, les résultats sont donnés pour des zones de plusieurs centaines de milliers d'hectares. Les taux de sondage sont inférieurs à 1 ‰.

Les unités primaires sont des surfaces géométriques (carrés de 2.000 à 5.000 ha) très souvent tirées aléatoirement. Les unités secondaires disposées soit aléatoirement, soit systématiquement, sont constituées soit de bandes, soit de parcelles disposées le long de layons comme dans le cas des sondages à un degré.

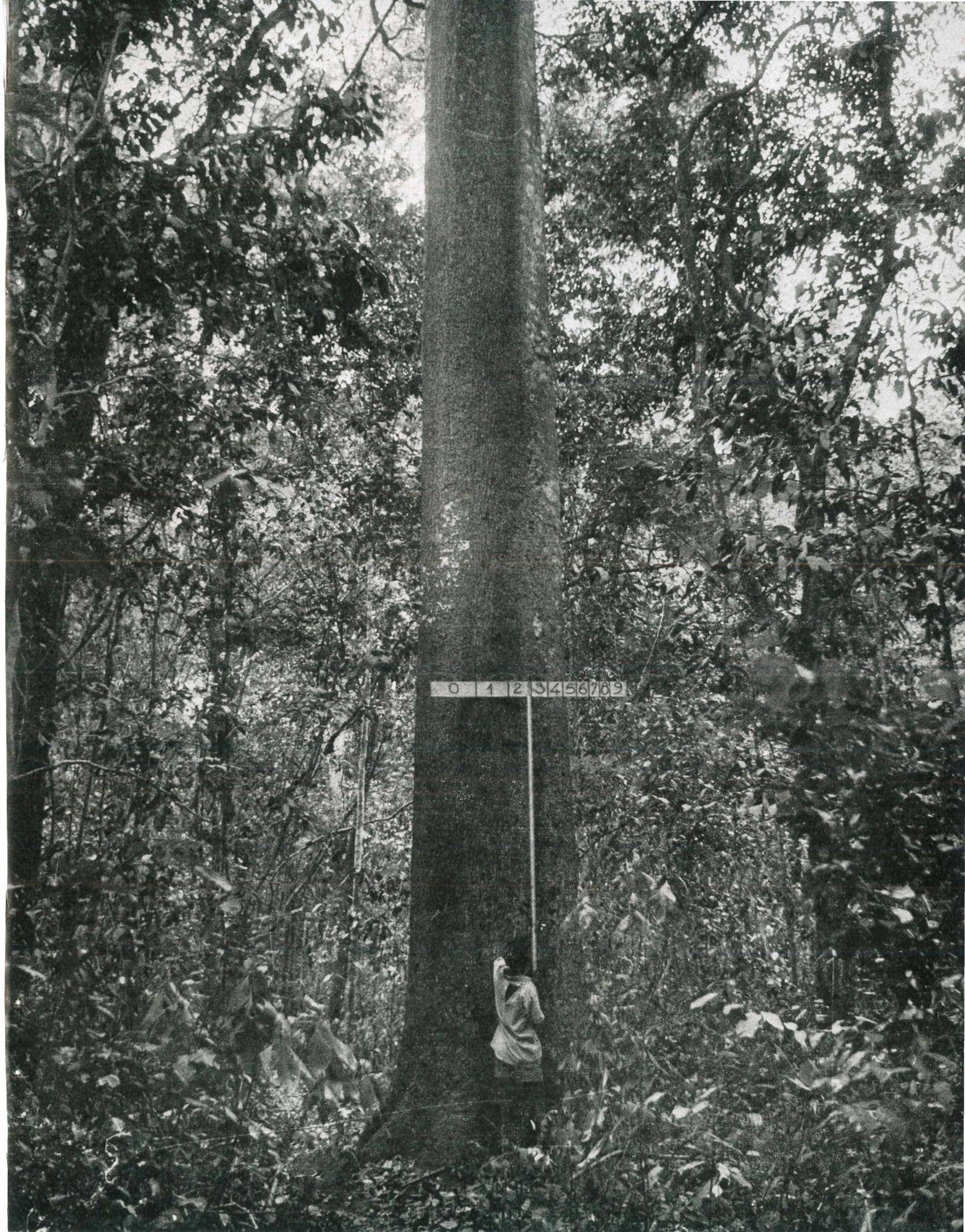
Layonnage.

Cette opération permet de pénétrer dans les massifs forestiers, et de localiser avec exactitude les unités de sondage. Les layons sont ouverts par des équipes spécialisées dirigées par un boussoleur. Les layons sont mesurés par segments de 25 m le long de la pente moyenne du terrain et piquetés tous les 50 m.

Le boussoleur remplit un carnet de layonnage qui renseigne sur la topographie et l'état de la forêt.

Délimitation des unités de sondage.

Si la largeur des parcelles ou des bandes dépasse 25 m (12,5 m de chaque côté du layon), il est nécessaire de délimiter les unités de sondage à l'aide de traces. Si la largeur ne dépasse pas 12,5 m de chaque côté du layon, on peut éviter de délimiter les bordures en utilisant des cordelettes pour vérifier l'appartenance des arbres à la parcelle. Mais cette opération demande beaucoup d'attention et de surveillance lors du comptage. Dans les inventaires à but d'évaluation papetière et dans les inventaires floristiques, il est préférable de délimiter les parcelles. On peut dans ce cas tracer la parcelle sur un des côtés du layon et non de part et d'autre de celui-ci.



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



*République Centrafricaine.
Piste du 4^e parallèle. Irvingia excelsa.*

Photo Guignonis.

Aucune mesure de hauteur n'est en général effectuée sur l'échantillon des arbres sondés. Ceci résulte de la grande difficulté de réaliser pratiquement des mesures de hauteur en forêt dense humide tropicale avec suffisamment de précision. Le problème est différent en zone de forêt claire ou de forêt dense sèche où l'on peut envisager des mesures de hauteur.

Les tarifs de cubage utilisés sont donc, en général, des tarifs à une entrée.

Autres relevés.

LIMITES DES FORMATIONS VÉGÉTALES.

Au fur et à mesure de la progression le long de la bande inventoriée, le pointeur indique avec précision les limites des types de forêt rencontrés sur un schéma et inscrit les arbres comptés sur une feuille de pointage affectée à un seul type de forêt. Ce schéma permet lors du dépouillement l'évaluation des surfaces de chaque formation dans l'échantillon de sondage.

MESURE DES PENTES.

Cette mesure est nécessitée par l'obligation de rapporter toutes les surfaces à des surfaces **horizontales**. Les mesures de longueur étant prises le long des pentes du terrain ceci pour des raisons de commodité et de simplicité, il est nécessaire de relever un certain nombre de pentes pour déterminer des coefficients de transfert des surfaces gauches du terrain à des surfaces horizontales. Les mesures de pente se font tous les 25 ou 50 m selon le relief. Le pointeur mesure les 2 pentes longitudinales et les 2 pentes transversales.

Les calculs de coefficient sont ensuite effectués sur machine de bureau programmable.

RELEVÉS ÉCOLOGIQUES ET BOTANIQUES.

Ils concernent soit la nature superficielle du sol, soit la présence d'espèces caractéristiques, soit l'état de la végétation.

ANALYSE DU PEUPELEMENT FORESTIER.

Cette analyse qui peut concerner le degré du couvert ou la hauteur des divers étages contribue à valoriser l'inventaire mais ce type d'information (comme les précédentes) est très difficile à synthétiser lors du dépouillement des données. C'est pourquoi son intérêt reste limité.

Comptage et mensuration.

Le comptage est réalisé par des équipes spécialisées composées d'un pointeur, de compteurs et de mesurateurs.

Les arbres sont appelés après avoir été mesurés.

Les classes de grosseurs sont :

- des classes de diamètres égales pour les petits arbres (diamètre ≤ 80 cm) ;
- des classes de surface terrière égales pour les gros arbres.

Les arbres sans contrefort sont mesurés à 1,30 m à l'aide d'un ruban gradué en classes de grosseurs. Les arbres à contrefort de hauteur supérieure à 1,30 m sont mesurés à l'aide d'une planchette dont les graduations sont rectifiées pour permettre une lecture à une distance de 10 m sans erreur de paralaxe.

*Forêt secondaire ancienne de la Nkoulounga
à 80 km de Libreville, Gabon.*

Photo Sarlin.

Feuille de pointage.

Tous les renseignements pris sur les unités de sondage sont consignés sur la feuille de pointage qui est le document de saisie des informations de terrain.

Cette feuille doit être conçue de manière à être facilement transcribable en cartes perforées.

L'identification de la feuille est très importante pour la phase correction du fichier. Une feuille pointage correspond en général à une sous-parcelle, c'est-à-dire à la partie d'une parcelle située dans un type de forêt donné. Il y a autant de sous-parcelles, donc de feuilles de pointage, qu'il y a de types de forêts dans une parcelle.

Cubages d'arbres sur pied.

Cette opération a pour but l'établissement de tarifs de cubage permettant de traduire les données du comptage (effectifs par classe de dimension) en terme de volumes bruts.

Deux raisons motivent l'utilisation de tarifs de cubage construits à l'aide d'un échantillon d'arbre distinct du sondage :

1° Le cubage des arbres sur pied en forêt dense humide est une opération longue et minutieuse qui ralentirait trop les opérations de comptage si l'échantillon cubé était un sous-échantillon des arbres comptés.

2° La forme des arbres tropicaux est de manière générale très constante d'une région à l'autre et rend possible l'utilisation de tarifs déjà établis pour un autre inventaire.

Le cubage des arbres sur pied s'effectue à l'aide du relascope de Bitterlich à bande large par décomposition du fût en billons de 2 m dont on mesure le diamètre médian.

Les tarifs calculés sont en général des tarifs à une entrée établis par calcul de régression pondérée de la forme :

$$V = a + bD^2$$

la fonction de poids étant $1/D^4$.

Un effectif minimum de 80 arbres est nécessaire pour obtenir un tarif dont le coefficient de corrélation qui mesure la qualité de l'ajustement soit supérieur à 0,95.



ÉVALUATION DES VOLUMES COMMERCIALISABLES

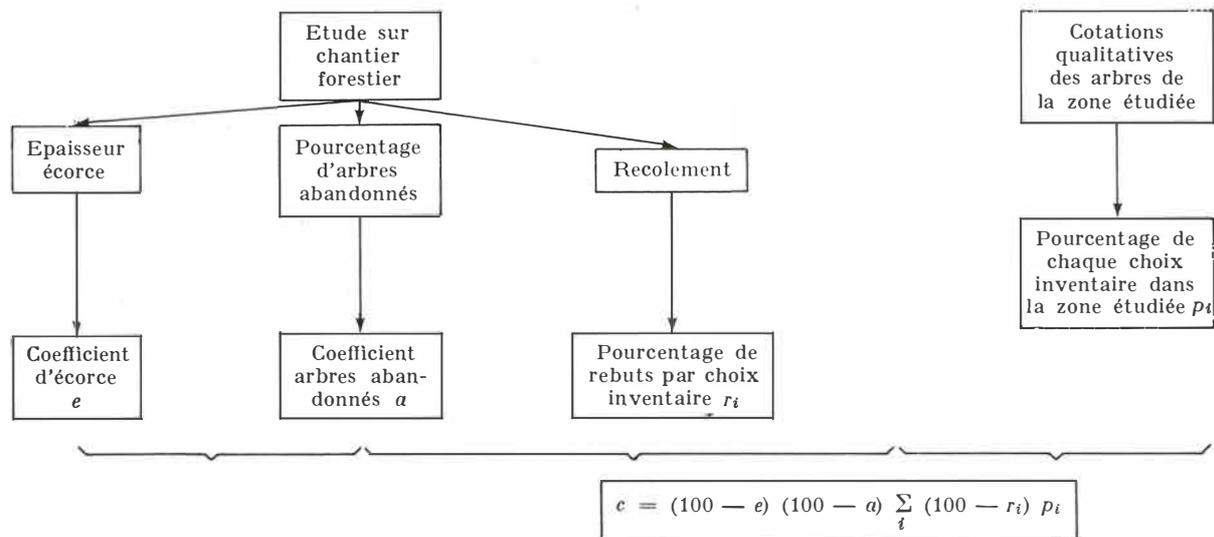
Notion de volume commercialisable.

On entend par volume commercialisable le volume total des billes susceptibles d'être extraites de la forêt pour alimenter les circuits de commercialisation (industries locales ou exportation).

Le volume sur pied qui représente la totalité du volume fût sur écorce, existant dans un massif forestier donné ne peut pas être considéré en totalité comme commercialisable :

1° Un volume commercial est mesuré **sous écorce**.

2° Un certain nombre d'arbres sont jugés **sur pied inexploitable** par suite de graves défauts de conformation, d'état de végétation ou d'aspect du bois.



3° **Après abattage** un certain nombre d'arbres sont **abandonnés** en forêt soit par suite d'accidents (fentes ou éclatement) dus à l'abattage soit par suite de la détection de graves défauts internes interdisant l'utilisation du fût.

4° Sur les parcs de tronçonnage un certain volume de rebuts résulte du tronçonnage des fûts, nécessités soit pour des raisons de transport, soit pour éliminer de graves défauts externes ou internes.

Ainsi donc, le volume commercialisable V_C peut être considéré comme la partie du volume brut sur pied V_B obtenue après soustraction :

- du volume écorce V_e ;
- du volume représenté par les arbres considérés comme inexploitable (ou arbres éliminés) V_E ;
- du volume représenté par les arbres abandonnés en totalité après abattage V_A ,
- du volume des rebuts effectués lors du tronçonnage V_R

$$V_C = V_B - (V_e + V_E + V_A + V_R).$$

Méthodologie générale.

Dans la pratique, on recherche une méthode d'évaluation d'un coefficient de commercialisation qui, multiplié par le volume brut, permet l'estimation du volume commercialisable.

Le schéma ci-dessus résume le mode d'estimation de ce coefficient de commercialisation.

Cotations qualitatives.

Ces cotations qualitatives sont exécutées au fur et à mesure du comptage dans les parcelles d'inventaire sur un sous-échantillon de plusieurs centaines d'arbres par essence.

La grille et la méthode de cotation qui ont été exposées dans divers articles (voir en particulier

le manuel du Chef d'Equipe d'inventaire du C. T. F. T.) sont utilisées dans tous les inventaires réalisés par le C. T. F. T. permettant une comparaison objective entre essences, entre types de forêts et entre régions.

Des études dites de « cotations comparatives » consistant à faire coter une même population d'arbres par plusieurs observateurs, ont montré que l'utilisation de cette grille assurait une grande objectivité de la cotation en éliminant une grande partie des facteurs personnels (voir note I. U. F. R. O., décembre 1970, « Influence de l'observateur dans les cotations qualitatives des arbres sur pied (méthode C. T. F. T.) » par J.-P. LANLY).

La cotation qualitative des arbres sur pied permet une **stratification statistique** du volume brut sur pied en diverses classes de qualité appelées « **choix inventaires** ». Elle permet, en particulier, d'estimer la proportion du volume brut sur pied représentée par les arbres dits « éliminés ». Celui constituant un « choix inventaire » particulier, dont on estime, *a priori* qu'il constitue un rebut dans sa totalité.

Mais ces cotations ne peuvent en aucun cas permettre de donner, pour chaque arbre pris isolément, ce qui revient à l'exploitation, ni d'apprécier s'il sera exploité ou non en fonction du nombre des billes de qualité et de leur place dans le fût.

Etudes sur chantier.

Ces études sont rendues nécessaires pour estimer :

- le volume écorce par des mesures d'écorce effectuées sur arbres abattus ;
- le volume des arbres abandonnés après abattage en dépouillant des carnets de chantier ;
- le rebut dû au tronçonnage par une étude dite de recolement.

Les deux premières études sont simples et ne présentent aucune originalité particulière ; par contre, l'étude dite de recolement a été mise au point par le C. T. F. T. et utilisée depuis 1967 dans la grande majorité des inventaires réalisés.

POSITION DU PROBLÈME.

Par le biais des cotations qualitatives, nous disposons d'une répartition du volume brut sur pied en choix inventaire. Cependant, le système de cotation utilisé ne permet pas d'évaluer directement la part du volume « rebut » après exploitation :

a) le système de cotation utilise certes les mêmes pénalisations que celles retenues par l'Association technique internationale des Bois tropicaux, relativement aux défauts visibles sur le roulant des billes, mais cette correspondance ne doit pas faire oublier qu'un décalage existe entre les défauts visibles sur un arbre debout et ceux qui déprécient une bille après tronçonnage. En effet, la qualité de cette bille dépend aussi de l'aspect de ses faces, celles-ci présentant souvent des défauts invisibles sur l'arbre sur pied (fentes, roulures, pourritures, taches, etc...).

b) plus important encore est le décalage inévitable entre les volumes trouvés dans chacune des catégories de « choix inventaire » et les volumes réellement sortis :

- un défaut grave mais très localisé sur un fût entraîne le classement de la totalité du tiers de fût en cause dans une classe de cotation très défavorable, même si le reste du fût est sans défaut. Au moment du tronçonnage, l'exploitant éliminera ce grave défaut par une découpe appropriée ;

- des pertes ont lieu lors du tronçonnage par l'éboutage et le découpage en billes qui laissent des coursons.

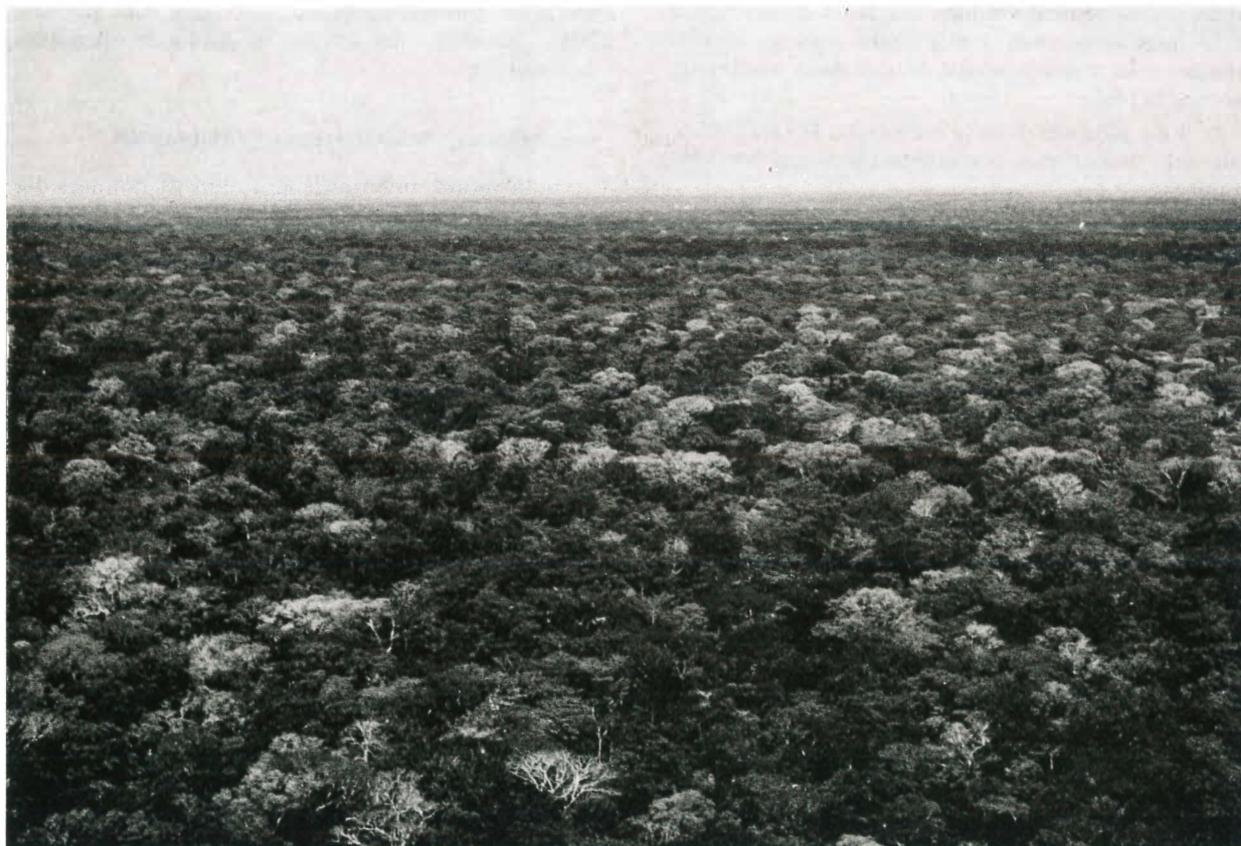
Ces diverses considérations nous conduisent à rechercher une méthode pour estimer statistiquement le pourcentage de rebuts de chaque choix inventaire ; c'est cette méthode que nous appelons « recolement. »

LE RECOLEMENT.

Le recolement visant à estimer le rendement de chaque choix inventaire en volume commercial, on étudie un échantillon d'arbres sur chantiers forestiers en activité situés à proximité de la zone

République Centrafricaine. Forêt de Bimbo. Ayous défeuillés.

Photo Guignonis.



d'inventaire et on procède pour chaque arbre aux opérations suivantes :

- 1° appréciation qualitative de l'arbre sur pied,
- 2° mesure des rebuts laissés en forêt après abattage,
- 3° mesure des rebuts laissés sur parc après tronçonnage,
- 4° mesure des rebuts éventuels sur le lieu de vente.

Tous les cubages sont réalisés sur écorce par mesure de la longueur des billons et de 2 diamètres en croix pris à chaque extrémité. Il est nécessaire de constituer des échantillons d'au moins une centaine d'arbres par essence.

PROCÉDURES DE TRAITEMENT DES DONNÉES

Le traitement des données d'inventaire est actuellement effectué par des procédés automatiques sur calculateur électronique. Ceci est justifié par le volume d'informations traitées. Mais le traitement automatique a d'autres avantages que celui de permettre d'obtenir en des temps relativement courts des tableaux de résultats :

- 1) il est plus souple en ce sens que l'on peut en cours du traitement changer certaines de ses caractéristiques sans avoir à reprendre tous les calculs comme cela serait souvent le cas dans un traitement à la main,
- 2) il est plus sûr dans la mesure où le calculateur suit sans défaillance les instructions qui lui sont données,
- 3) il permet d'éviter des travaux de dactylographie importants, les tableaux de résultats obtenus de la machine pouvant être publiés directement.

En revanche, la faiblesse du calculateur réside dans le fait que, suivant à la lettre les instructions qui lui sont données, il est incapable d'interpréter une donnée douteuse. On doit porter un effort très important sur la préparation des données et leur contrôle. C'est pourquoi, dans un traitement automatique cette phase préparatoire coûte aussi cher sinon plus que le calcul des tableaux de résultats qui pourrait pourtant paraître pour l'utilisateur la phase essentielle du traitement.

PRÉPARATION ET CONTRÔLE DES DONNÉES

Les équipes de comptage transcrivent sur des fiches les observations de terrain à savoir essentiellement les effectifs par essence et par catégorie de grosseur.

CRITIQUE DE LA MÉTHODE.

Cette méthode est critiquable pour deux raisons

1° elle nécessite la présence d'un ou plusieurs gros chantiers forestiers à proximité de la zone d'inventaire ;

2° elle est très dépendante des conditions d'exploitation des chantiers dans lesquels elle s'effectue. En particulier, la proportion de rebuts peut varier considérablement selon l'emplacement de l'exploitation, ses moyens et ses débouchés (exportation ou industries locales). Une correction peut être apportée à ce fait par l'étude objective de la qualité des rebuts et une estimation de la quantité de rebuts qui apparaît récupérable.

Ces documents sont confiés à un atelier de perforation qui les transcrit sur cartes perforées. Il est important d'éviter tout recopiage. La fiche du terrain doit donc être commode à la fois pour le travail de terrain et pour la perforation et son modèle résulte d'un compromis.

Les risques d'erreur à la perforation sont augmentés du fait qu'on confie à l'atelier un document qui n'est pas spécialement fait pour être perforé. Pour pallier ce défaut, on multiplie les procédés de contrôle.

Contrôle par informations redondantes.

On introduit volontairement dans les données des informations redondantes de manière à confronter entre elles les informations provenant de 2 sources.

Les deux plus usuelles sont (par document) :

- nombre d'espèces différentes présentes sur le document,
- effectif par catégorie de grosseur toutes essences.

Contrôle formel.

Il consiste à vérifier la forme des données. C'est ainsi qu'un code essence doit avoir une valeur figurant dans la liste des codes essence utilisés, de même que le code formation végétale ou d'autres codes.

Contrôle d'exhaustivité.

Il consiste à vérifier que le fichier des données contient la totalité des données sans omission.

Pour ce faire, on dresse un état récapitulatif du fichier qui est ensuite examiné au bureau.

Contrôle de l'information en elle-même.

Ce contrôle ne peut être effectué que si l'on dispose de normes précises pour la forêt étudiée. Supposons par exemple qu'il y ait sur une parcelle de 1/2 ha en forêt tropicale 9 tiges de Sapelli dans une catégorie de grosseur très forte, cette donnée est probablement erronée, mais il est difficile de fixer une règle générale pour dire à partir de quel effectif pour une essence donnée et dans une catégorie donnée il y a erreur.

Un essai dans ce sens a été fait : il consiste à vérifier que la surface terrière rapportée à l'ha ne dépasse pas une certaine norme (40 m² par exemple). Si sur une parcelle cette norme est dépassée, il n'y a pas nécessairement erreur, mais l'attention est attirée et les données sont vérifiées manuellement.

De la même manière, la surface d'une parcelle lorsque les pentes sont mesurées sur le terrain n'est pas une constante (0,5 ha par exemple) mais change selon le relief. Elle reste toutefois dans 99 % des cas comprise entre 2 valeurs (0,47 et 0,50 par exemple). On peut donc vérifier ce fait.

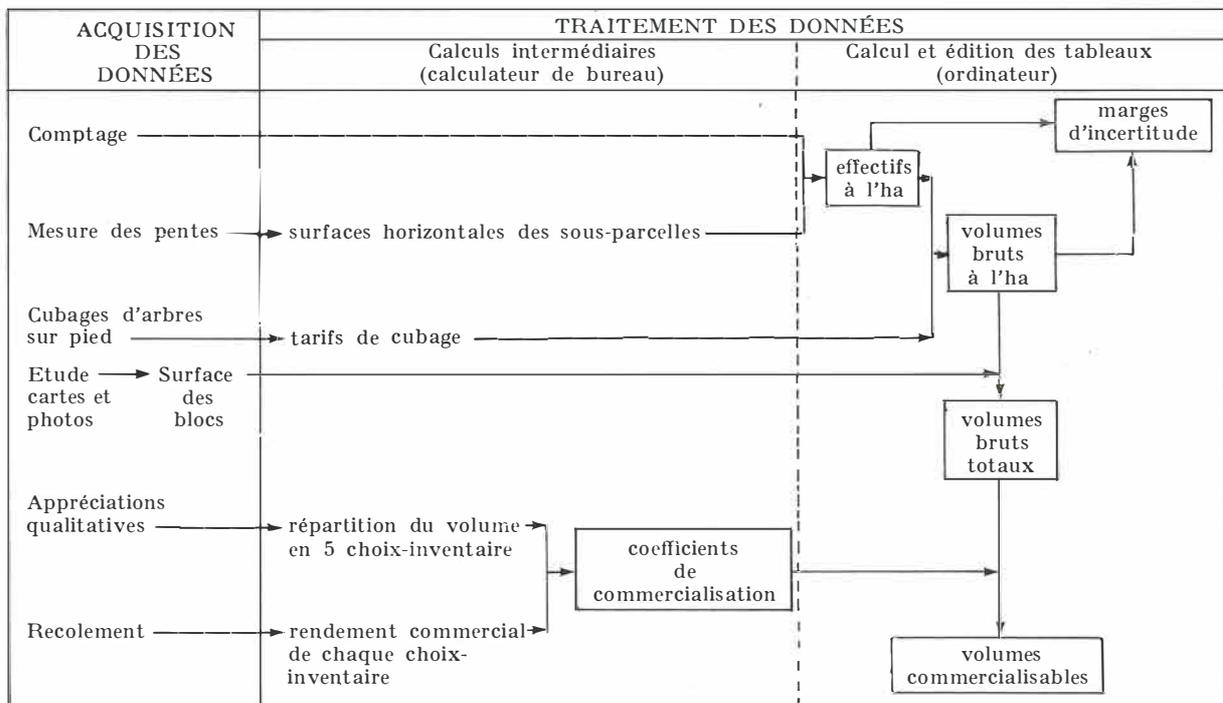
CALCUL ET ÉDITION DES TABLEAUX

Le fichier des données ayant été préalablement passé au crible d'un contrôle et corrigé jusqu'à obtenir un fichier formellement sain et conforme à l'original (fiches de terrain) il est ensuite exploité par un programme de calcul et l'édition des tableaux de résultats.

Cette partie du traitement ne présente pas de particularités par rapport au calcul de tableaux statistiques et il existe des programmes tout faits ou des langages spécialisés pour obtenir rapidement de tels tableaux. Au CTFT on préfère actuellement utiliser des programmes particuliers à chaque inventaire car cela permet une très bonne présentation des résultats.

ORGANISATION DU TRAITEMENT

Le schéma ci-après montre quelle est l'organisation du traitement en distinguant notamment les calculs intermédiaires effectués sur calculateur de bureau et les calculs définitifs effectués sur ordinateur.



CONCLUSION

Ce rapide survol méthodologique montre que les méthodes utilisées par le C. T. F. T. dans les inventaires forestiers tropicaux sont des méthodes simples et faciles à mettre en œuvre. Cette simplicité volontaire des procédures de mise en pratique est une garantie d'efficacité. De cette simplicité naît, en effet, l'objectivité et la rigueur, éléments indispensables à la réussite d'une opération d'inven-

taire forestier. Les aspects méthodologiques ne doivent jamais faire oublier que toute la valeur d'un travail d'inventaire repose sur le sérieux et la compétence des agents d'exécution et que tout schéma méthodologique, si bien conçu soit-il, n'est qu'un leurre si sa complexité le rend difficilement applicable ou si sa rigueur est trahie par ceux qui sont chargés de le mettre en œuvre.

BIBLIOGRAPHIE

CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL. — Division Inventaires.

- Manuel du Chef d'Equipe d'inventaire.
 - Rapports d'inventaires. Ces rapports sont la propriété des Etats pour lesquels ils ont été réalisés.
 - Evaluation du potentiel bois d'œuvre de la Côte-d'Ivoire, 1967.
 - Inventaire de 100.000 hectares de forêt dense dans la région d'Edéa (Cameroun), 1969.
 - Reconnaissance des ressources forestières et inventaire forestier du Togo, 1971.
 - Inventaire forestier préliminaire dans le Haut-Nyong et la Boumba-Ngoko au Cameroun, 1967.
 - Inventaire forestier dans le Lom et Kadei (Cameroun), 1966.
 - Inventaire des ressources forestières de la région d'Ouessou (Congo), 1972.
 - Inventaire forestier dans le secteur de Nola (R. C. A.), 1968.
 - Inventaire forestier en Haute-Sangha (R. C. A.), 1964.
 - Inventaire forestier dans la région de Lambaréné (Gabon), 1970.
 - Reconnaissance générale des forêts et inventaire détaillé d'Azuero (Panama), 1972.
 - Inventaire du périmètre industriel XV (Sud-Ouest Côte-d'Ivoire), 1973.
 - Inventaire des ressources forestières de la zone Sibiti-zanaga (Congo), 1973.
 - Inventaire forestier du Bassin de la M'Baéré (R. C. A.), 1964.
- LANLY, J. P. — Communication au colloque sur le rôle des recherches techniques dans le développement des bois tropicaux en Europe, 1968.
- Régression de la forêt dense en Côte-d'Ivoire (Bois et Forêts des Tropiques, n° 127).
 - Les tarifs de cubage (Bois et Forêts des Tropiques, n° 100).
 - Influence de l'observateur dans les cotations qualitatives des arbres sur pied, méthode C. T. F. T., réunion I. U. F. R. O., 1970.
 - Estimation des volumes commercialisables dans les inventaires forestiers (Bois et Forêts des Tropiques, n° 129).
- LANLY, J. P. et VANNIÈRE, B. — Evaluation de la précision d'un inventaire en fonction de certaines de ses caractéristiques (Bois et Forêts des Tropiques, n° 125).