

ASPECTS ET POSSIBILITÉS DE LA PHOTOGRAPHIE AÉRIENNE EN ZONE DE FORÊT DENSE AFRICAINE *

J. LE RAY

*Chef de la Division des Exploitations
au Centre Technique Forestier Tropical.*

SUMMARY

SOME ASPECTS AND POSSIBILITIES OF AERIAL PHOTOGRAPHY AS APPLIED TO DENSE AFRICAN FORESTS

The endeavours of the I. G. N. to achieve photographic coverage of tropical French Africa are well known. The author describes in this paper the difficulties encountered over dense forests and the weather conditions required for satisfactory photography. The advantages to be derived by logging exploitations from the study of aerial photographs are fully discussed. The paper concludes with some data pertaining to the cost of a particular photographic coverage requested by private users.

RESUMEN

ASPECTOS Y POSIBILIDADES DE LA FOTOGRAFIA AÉREA EN ZONA DE SELVA DENSE AFRICANA

Se conocen los esfuerzos realizados por el I. G. N. para conseguir la fotogrametría del Africa Tropical Francesa. El autor expone las dificultades encontradas sobre la selva densa y las condiciones del buen tiempo fotográfico. También indica el partido que las explotaciones pueden sacar del examen de las fotografías aéreas. Al final del artículo se dan algunas indicaciones valoradas del coste de un trabajo fotogramétrico especial solicitado por entidades o beneficiarios particulares.

On sait que la photographie aérienne a pris, notamment depuis la dernière guerre, un développement tel que son emploi rencontre chaque jour de nouvelles applications.

En l'absence d'une carte régulière existant à une échelle suffisamment grande pour être utilisable par les exploitants forestiers en région tropicale, le problème s'est posé d'utiliser des photographies aériennes. Cette utilisation peut se faire dans un double but :

1° Rechercher le tracé des voies d'évacuation des bois en fonction du relief à l'aide de l'observation des photographies en vision stéréoscopique.

2° Permettre la reconnaissance et la localisation des peuplements ou arbres exploitables.

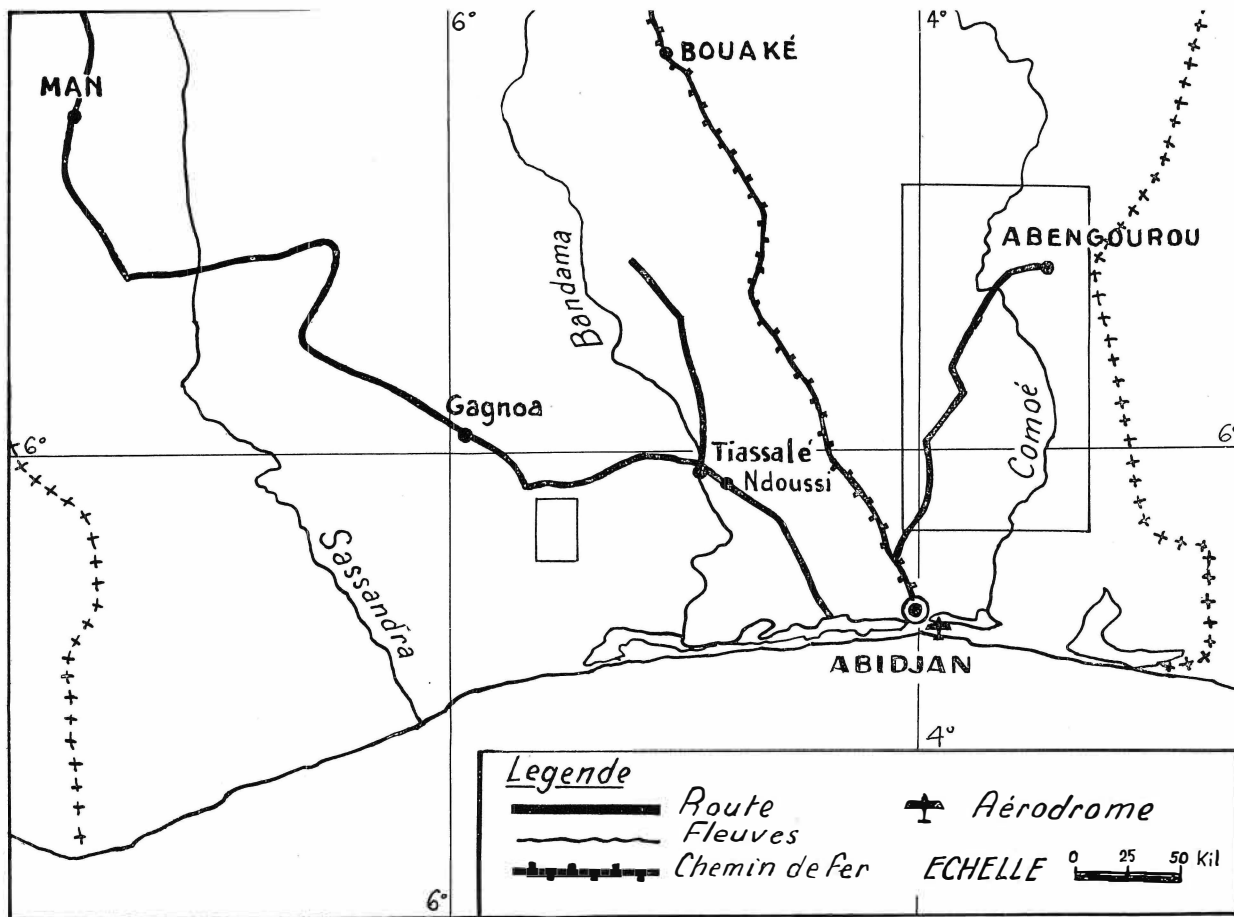
Les photographies aériennes peuvent être prises soit par l'Institut Géographique National, soit par des entreprises spécialisées.

COUVERTURE PHOTOGRAPHIQUE PAR L'INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL

Examinons d'abord les caractéristiques de photos prises par l'I. G. N. S'il ne peut avoir le monopole de la photographie aérienne, l'Institut Géographique National (I. G. N.) a pour rôle principal de réaliser la couverture photographique de tous les territoires français. La méthode utilisée a été mise au point en vue de la réalisation de photographies destinées à l'établissement de la carte aux échelles

de 1/50 000 et 1/100 000. Cette méthode tend à réaliser des photographies prises à une altitude de 6 000 à 6 500 m suivant les cas à l'aide d'appareils photographiques dotés d'objectifs de distance focale de 125 mm.

* Nous tenons à remercier Messieurs DANIEL, CARNEG et CARRÉ de l'I. G. N. pour l'aide très importante qu'ils ont eu l'obligeance de nous apporter dans l'établissement et la rédaction de cette note.



Côte d'Ivoire. Les zones dont le prix de la couverture photographique a été étudié sont délimitées par un rectangle. (cf. p. 32)

60.000 ha au sud de la route Tiassalé-Gagnoa,
1.492.000 ha entre Abengourou et Abidjan.

L'I. G. N. réalise surtout des photographies sur plaques à émulsion panchromatique de dimensions 19 cm x 19 cm à une échelle donnée par le rapport :

$$\frac{\text{distance focale}}{\text{altitude de prise de vue}} \text{ ici } \frac{125}{6\ 200\ 000}$$

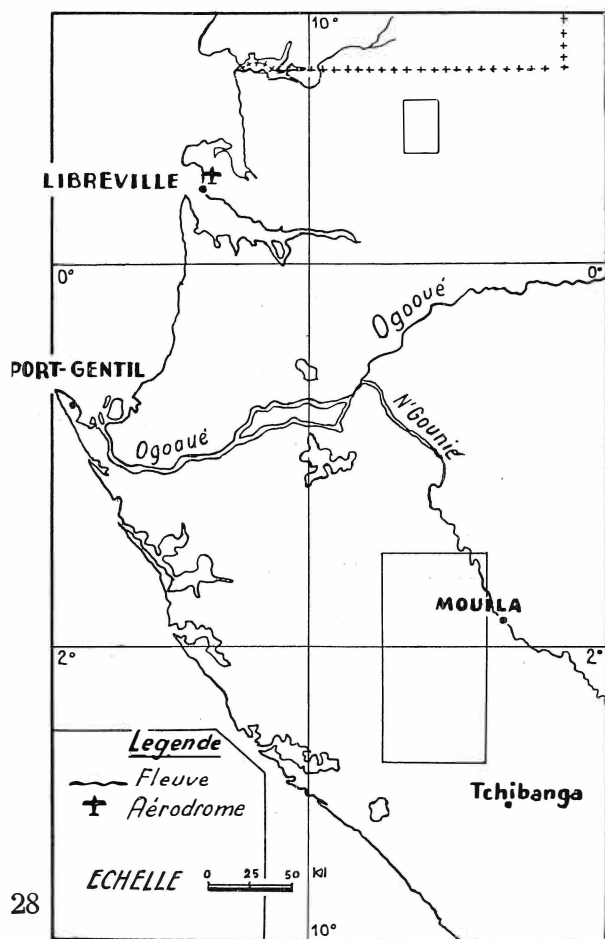
soit 1/50 000 environ

La couverture photographique est déjà réalisée sur la presque totalité de l'Afrique Française. Malheureusement, cette méthode s'est heurtée à des difficultés spéciales dues aux conditions climatiques rencontrées au-dessus des zones couvertes de grande forêt de l'Ouest tropical africain : Basse-Côte d'Ivoire, Sud-Cameroun, Gabon, Sud-Moyen-Congo. Actuellement (1^{er} mars 1958) les zones forestières couvertes sont les suivantes :

CÔTE D'IVOIRE : Couverte en totalité à l'aide de missions photographiques effectuées en 1952-1953, 1954-1955, 1955-1956, 1956-1957.

Gabon. Les zones dont le prix de la couverture photographique a été étudié sont délimitées par des rectangles. (cf. p. 32)

60.000 ha au sud de la Guinée espagnole.
655.000 ha à l'ouest de Mouila.



CAMEROUN : Couvert à moitié environ ; la couverture continue n'est réalisée qu'à l'Est d'une ligne Eseka-Ebolowa-Sangmelima.

GABON : Couvert au quart environ ; restent à photographier les bassins du Como et de l'Abanga,

de la basse et moyenne Ngounié et du bas Ikoy, le Fernan-Vaz, le bassin de la Nyanga.

MOYEN-CONGO : Couvert aux deux tiers environ : le Mayombe et la forêt de la Sangha ne sont pas photographiés.

LE BEAU TEMPS PHOTOGRAPHIQUE

Les difficultés rencontrées par l'I. G. N. sont dues à la présence de nuages ou plus généralement d'une nébulosité plus ou moins développée mais qui empêche la photographie. La question qui se pose est de savoir si la répartition en altitude de ces nuages particulièrement gênante à 6 000 m est telle qu'à des altitudes inférieures les chances d'obtenir de bonnes photographies sont meilleures et permettraient d'obtenir la couverture totale dans de meilleurs délais.

Pour répondre à cette question, examinons d'abord comment sont connues les conditions météorologiques. Les postes d'observations météorologiques ne savent actuellement apprécier ou mesurer que les éléments du « temps aéronautique » correspondant aux besoins de la navigation aérienne courante. Pour ces besoins, les conditions favorables correspondent à une nébulosité de 4/8 à 6/8 qui permet l'approche des terrains d'atterrissage à quelques kilomètres avec un plafond de 300 à 400 m au voisinage immédiat de la piste. Au contraire, le « beau temps photographique » correspond à une nébulosité nulle (0/8).

Chaque nuage, si petit soit-il, rencontré par l'avion au-dessous de la ligne de vol correspond sur l'épreuve à deux taches qui masquent le terrain :

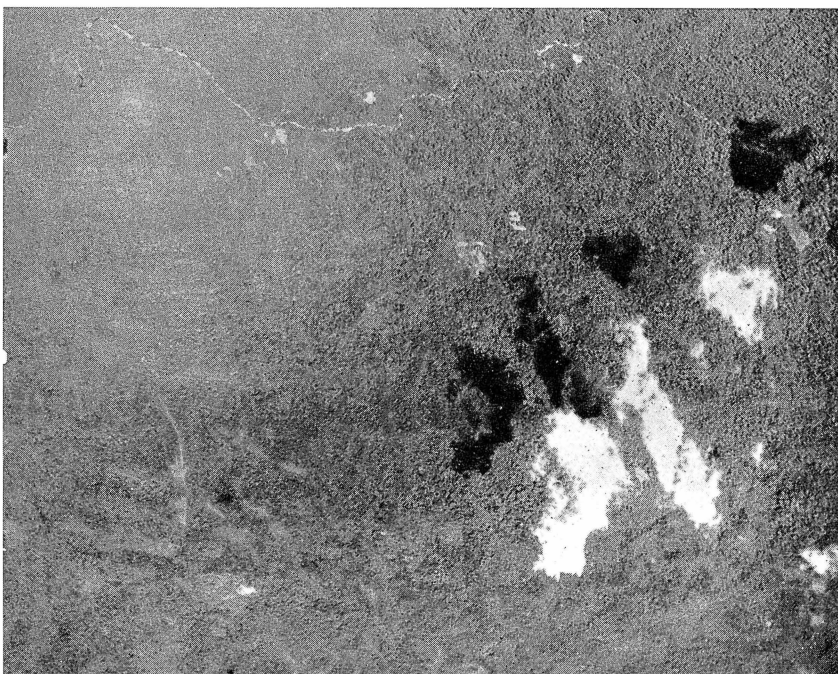
— Une tache blanche correspond à l'image du nuage, de mêmes dimensions et de même contour apparent que le nuage.

— Son ombre portée sur le sol apparaît comme une tache de teinte foncée dont les dimensions dépendent dans chaque cas de la position relative de l'avion photographique et du nuage qui forme un écran opaque.

Tandis que l'image claire du nuage ne se retrouve pas au même endroit sur deux

épreuves voisines et peut apparaître soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de l'ombre portée, celle-ci occupe sensiblement la même place sur deux épreuves voisines ; on peut donc dire qu'un nuage est triplement gênant lors d'observations stéréoscopiques d'un couple photographique puisque les zones correspondant sur les deux épreuves à l'ombre portée et aux images des nuages ne peuvent faire l'objet d'aucun examen.

Pratiquement, les seules observations systématiques dont on dispose sont celles qui sont effectuées par les équipages de l'I. G. N. au cours de leurs différentes missions photographiques. Il faut souligner que ces observations sont toujours faites d'une part avec le concours permanent des services météorologiques d'Outre-Mer, d'autre part, avec la collaboration dévouée de tous les équipages qui sillonnent les zones à photographier (Armée de l'Air, Air France, U. A. T., T. A. I., Compagnies locales). Ces études conduisent actuellement à la conclusion suivante : on n'a pu encore préciser aucune règle qui permette de prévoir avec une certaine précision les périodes favorables de beau temps photographique. On en est réduit à attendre systématiquement l'arrivée imprévue d'un jour de beau temps.



Partie du cliché 152 T 34-T 35. 1957. Nord de Madagascar. Vue partielle montrant à la fois les nuages (taches blanches) et leur ombre portée (taches noires).

Photo Institut Géographique National.

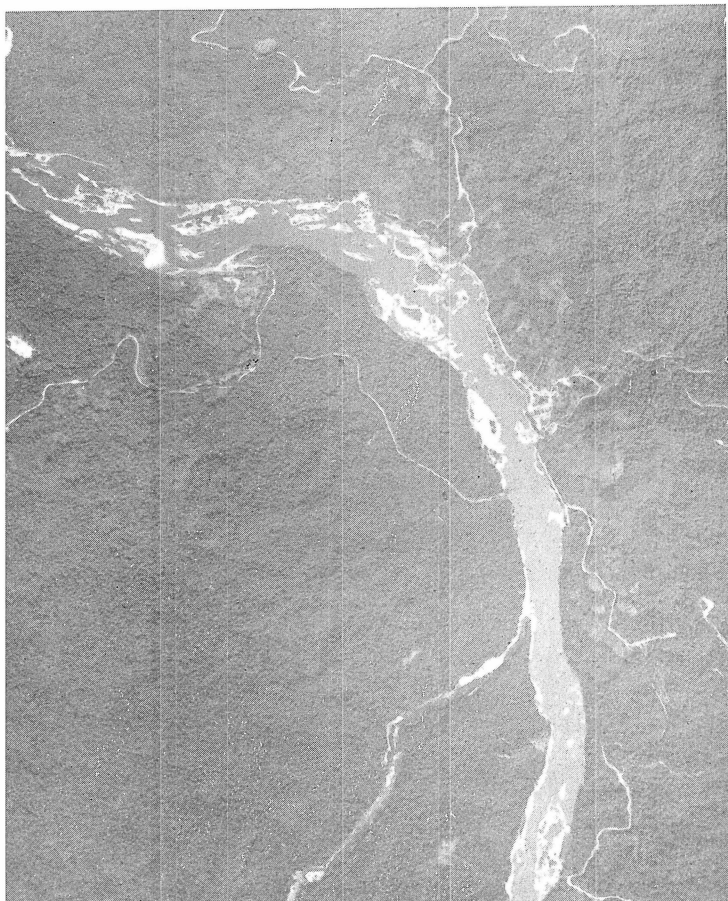


Exemples locaux

C'est ainsi que dans le cas de la Côte d'Ivoire, l'I. G. N. a maintenu une mission sur place à Abidjan durant la saison sèche de décembre à avril en 1953, 1954, 1955, 1956, soit pendant 4 ans ; elle n'a pu réaliser que des couvertures limitées, environs d'Abidjan, zone du chemin de fer, zone côtière. Puis au cours de la mission 1956-1957 qui s'est déroulée du 3 décembre 1956 au 27 janvier 1957 se sont rencontrées des conditions favorables de beau temps photographique, les 7, 8, 9 et 10 et en partie les 11 et 12 janvier. Durant ces 6 jours, la mission a pu mettre en vol successivement 2, 4, 4, 2, 2, 3 avions qui ont couvert toute la zone située au sud du 7^e parallèle (Daloa, Bouafle). En 152h. 40 de vol, ont été pris 4 330 clichés couvrant 105 000 km² au 1/50000 à l'altitude 6.250 m. Il faut ajouter que pendant ces 6 jours, a pu être réalisée une mission particulière au 1/20 000 portant sur une surface de 1 000 km² au-dessus de la zone forestière Agboville-Céchy. Cette couverture spéciale à grande échelle n'avait pu être réalisée avant cette date alors que les équipages de l'I. G. N. ont pour consigne permanente d'utiliser au mieux les périodes favorables pour photographier toute zone possible à toute altitude possible. Notons au passage que si les photos avaient été prises à une altitude de 3.200 m. 1/25 000, les 4.330 clichés n'auraient recouvert qu'une zone de 28 000 km² seulement.

De la Côte d'Ivoire, passons au Gabon ; nous constatons que diverses tentatives ont abouti à des résultats peu importants. Actuellement, l'I. G. N. a basé 2 avions à Libreville depuis avril 1957. Les équipages ont aussi comme consigne permanente de photographier à toutes les altitudes possibles, avec priorité pour les photos destinées aux cartes régulières 1/50 000^e à 6 000 m. La seule conclusion qui paraît pouvoir être avancée dans l'état actuel de nos connaissances est qu'il est impossible de faire des photos de mai à novembre.

D'une façon plus générale, on considère que les différents types de nuages gênants apparaissent dès l'altitude de 300 à 400 m et montent au delà de 3 à 4 000 m. On observe assez souvent en arrière des formations nuageuses appelées familièrement tornades, une zone très dégagée qui permettrait de photographier à une altitude inférieure à 3 000 m ; cette zone n'a en général qu'une étendue



De haut en bas :

L'Ogooué en amont de Ndjolé. Vue prise sur émulsion infrarouge.

Photo Institut Géographique National n° S A -32 - V - I. R. - 028

L'Ogooué en amont de Ndjolé. Vue prise avec émulsion panchromatique.

Photo Institut Géographique National n° S A -32 - 028 - 1957.

Sous la présidence de M. L. BÉGUÉ, Inspecteur général des Services Forestiers de la France d'Outre Mer, Chef de la Délégation française, et la vice-présidence de M. C. SWABEY, Forestry Adviser to the Secretary of State of the colonies, Chef de la Délégation britannique, se sont réunis 46 délégués représentant la Belgique, la France, le Ghana, le Portugal et le Royaume Uni ainsi qu'un observateur de la F. A. O.

A l'ordre du jour figuraient :

1) Bilan de la politique forestière (suite donnée aux Recommandations générales de la Conférence d'Abidjan).

I. — BILAN DE LA POLITIQUE FORESTIÈRE

Les délégués ont d'abord examiné la suite donnée aux recommandations générales de la Conférence d'Abidjan en ce qui concerne : la constitution et la défense du domaine forestier, les droits d'usage, les forêts communales régionales et provinciales, la propagande et la formation des cadres.

Après avoir étudié les rapports présentés par les gouvernements membres et certains aspects particuliers, la Conférence **recommande** :

— que dans chaque pays la constitution définitive d'un domaine forestier permanent soit poursuivie, à concurrence du taux de boisement reconnu nécessaire et adéquat, compte tenu des facteurs climatiques, démographiques et économiques qui

- 2) Etude des peuplements naturels.
- 3) Sylviculture artificielle.
- 4) Amélioration de la politique forestière.

Trois commissions séparées ont discuté respectivement du rapport de M. AUBREVILLE sur la terminologie des formations forestières, des problèmes relatifs aux forêts claires et des questions des feux courants.

En outre trois excursions ont donné aux congressistes l'occasion de discussions pratiques sur le terrain.

déterminent localement l'équilibre dans l'utilisation des terres ;

— que les Gouvernements responsables poursuivent leur effort par tous les moyens adéquats et notamment par l'enseignement et l'éducation de base pour persuader les populations de la grande importance que présentent en Afrique la protection de l'arbre et le bon usage de la forêt ;

— que les Gouvernements responsables mettent au premier rang de leurs préoccupations et de leurs programmes la formation de techniciens africains qualifiés, et que dans certains cas, il soit fait appel à la C. C. T. A. pour compléter la formation et la spécialisation en commun de techniciens forestiers servant dans des pays différents.

II. — ÉTUDE DES PEUPEMENTS NATURELS

a) Méthodes d'estimation des forêts d'Afrique tropicale en vue de leur aménagement et leur accroissement.

Certains délégués ont souligné la nécessité d'asseoir toute expérimentation forestière sur une base statistique solide et d'uniformiser les méthodes d'inventaires. Parmi celles-ci la photographie aérienne est très intéressante du point de vue de l'estimation du volume exploitable dans les forêts à dominance marquée d'une essence aisément repérable. De même la connaissance des caractéristiques de la surface terrière conduit à une estimation de la production de la forêt et devrait aboutir à l'établissement de tarifs de cubage locaux.

b) Reconstitution naturelle des forêts dans les zones exploitées et dans les régions parcourues par l'agriculture.

Il est reconnu que l'interférence humaine peut exceptionnellement favoriser la régénération naturelle de quelques espèces très héliophiles (okoumé, limba) mais elle est insuffisante pour reconstituer les peuplements exploités.

c) Méthodes dites naturelles de régénération et d'amélioration.

Le jardinage, qui consiste à appliquer dans les forêts tropicales un système d'enrichissement basé sur la sélection des espèces est, avant tout, fonction de la régénération préexistante dans la forêt avant toute intervention dans les catégories de grosseur comprises entre le gaulis et le perchis.

Suivant l'expérience de Ghana, le peuplement préexistant doit être au minimum de 23 pieds à l'hectare d'essences de valeur de 30 cm à 1 m 50 de circonférence pour décider de l'application de la méthode de jardinage.

Le concept d'essence de valeur ne doit pas trop se limiter au noyau d'essences connues sur le marché car au fur et à mesure des progrès de la technique d'utilisation il s'y ajoute une gamme de plus en plus grande d'espèces nouvelles. Les aménagements doivent donc viser à des productions suffisamment variées.

Quand la régénération préexistante est déficitaire on applique dans les forêts semi décidues de Nigeria et de Ghana le « Tropical shelterwood system »,

méthode d'amélioration par coupes progressives. Celle-ci exige une main d'œuvre qualifiée et sa réussite est conditionnée en grande partie par la continuité des dégagements.

Compte tenu des résultats très encourageants déjà obtenus, la **Conférence recommande** que les expériences actuellement en cours soient poursuivies et étendues à grande échelle sous un contrôle régulier comportant notamment des inventaires périodiques de placeaux permanents, de façon que leur efficacité soit scientifiquement constatée.

III. — SYLVICULTURE ARTIFICIELLE

a) **Essences spontanées.**

Les débats ont porté principalement sur la sylviculture du Chlorophora, du Limba et de l'Okoumé, ainsi que sur les avantages et inconvénients des méthodes de plantations serrées et celles à grand écartement.

En ce qui concerne le Chlorophora, on n'a pratiquement enregistré que des échecs dans les différents essais de plantations. Le problème principal au sujet de cette essence est celui de la lutte contre le *Phytolima lata*. Des investigations sont à poursuivre dans cette voie.

La sylviculture de l'Okoumé s'est fortement modifiée. Au début, l'on tentait de se rapprocher des conditions de régénération naturelles en ouvrant de larges bandes séparées par des bandes forestières intactes. Actuellement, la méthode employée est la plus brutale : l'on procède à l'élimination complète de la futaie par ceinturage et empoisonnement, et l'on plante à écartement de 5×6 ou 6×6 au lieu des écartements plus serrés adoptés précédemment.

La sylviculture à grand écartement du Limba soulève des observations quant au mauvais élagage qui diminue fortement la valeur du bois.

Ces discussions ont entraîné un large débat sur les valeurs des différentes méthodes intensives ou extensives. Certains reprochent aux méthodes extensives le défaut d'élagage, la conduite

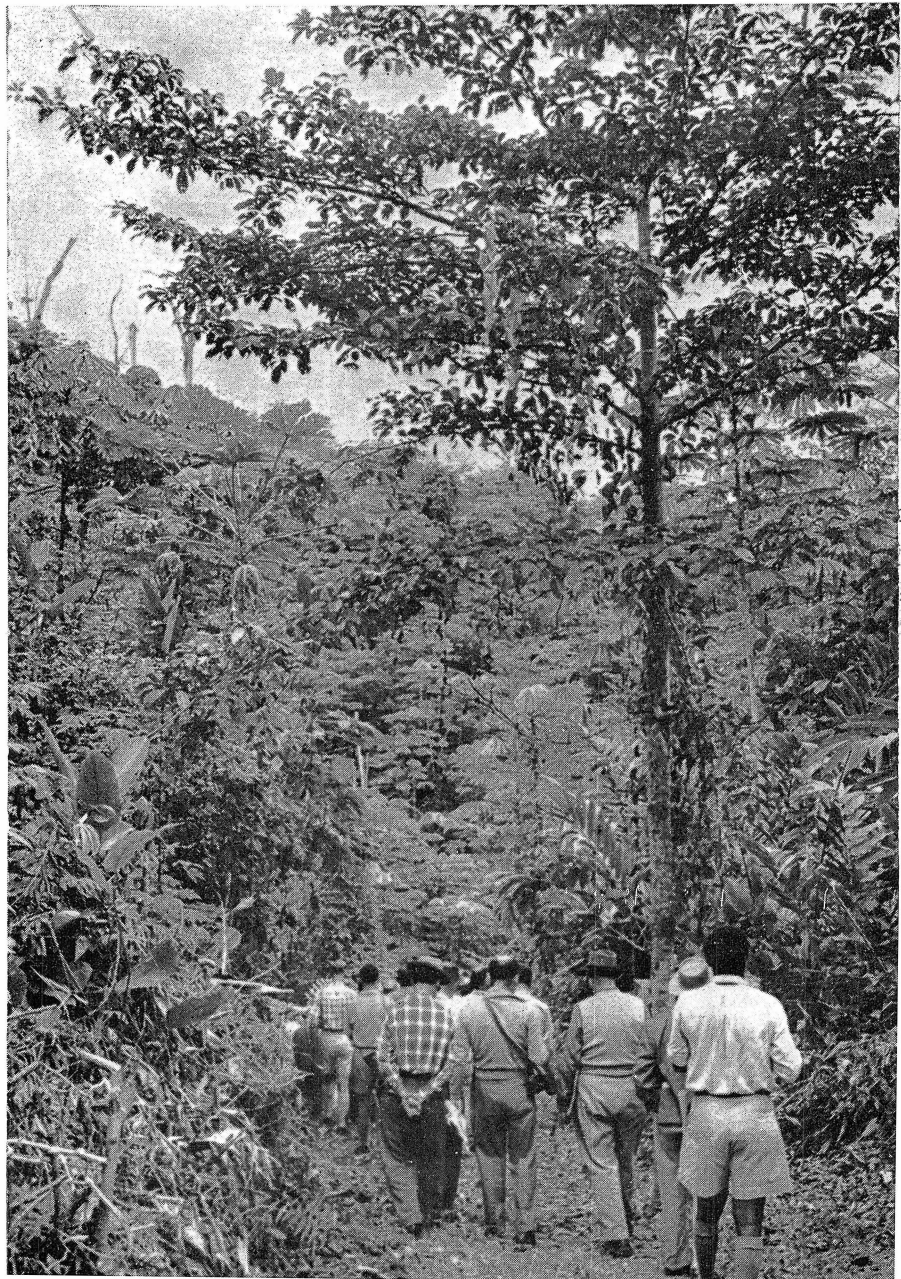
difficile du recrû et le trop petit nombre de sujets d'élite.

La méthode dite « des placeaux denses » permettrait de remédier à ces inconvénients.

On a fait observer que si les arbres plantés à grand écartement sont de moins bonne forme technologique, leur accroissement est beaucoup plus rapide. Or, il s'avère que l'évolution actuelle tend à utiliser la plus grande quantité de matières premières plutôt que des produits de grande valeur. Cette constatation, vraie en ce qui concerne l'Okoumé, est contestée pour certaines autres essences.

b) **Introduction d'espèces exotiques.**

L'introduction des essences exotiques soulève la question générale de savoir si les indications fournies par les écologistes sont suffisantes pour se



*Jeune plantation de Limba
dans la forêt de Boku N'Situ.*

Photo Ciné Loudan.

Limites approximatives : longitude 10°22' et 10°54' E ; latitude 0°34' et 0°52' N.

4° Photographie de 655 000 ha (rectangle de 59 km sur 111) situés entre 240 et 370 km environ.

Limites approximatives : longitude 10°22' et 10°54' E ; latitude 1°30' et 2°30' S.

La réponse des deux entreprises consultées a été négative ; elle sont estimé que la couverture photographique demandée ne correspondait pas aux moyens dont elles disposaient. En dehors de la photographie sur des zones d'accès moins difficiles, leur spécialité pour des surfaces situées dans la zone africaine qui nous intéresse les amène à se cantonner dans des travaux de restitution topo-

graphique à l'exclusion des travaux de photographie aérienne.

De son côté, l'I. G. N. nous a précisé que de tels travaux pourraient être exécutés plus aisément que par le passé, compte tenu des exigences de son programme général. Les prix à prévoir correspondraient aux chiffres ci-dessous.

Le coût des travaux dépend de la position des avions photographiques au moment de la demande. Nous donnons ici quelques indications chiffrées. Ces prix correspondent au cas où les avions seraient sur place notamment pour l'exécution d'autres missions. Si l'avion doit être spécialement mis en place, en partant de France, il faut majorer les prix suivants du coût du déplacement (soit actuellement 5 000 000 FM environ).

Cas 1 : Echelle 1/25.000 : Prix approximatif, soit 27 F. M. l'ha	1.600.000 F. M.
Echelle 1/10.000 : Prix approximatif, soit 63 F. M. l'ha	3.800.000 F. M.
Cas 2 : Echelle 1/25.000 : Prix approximatif, soit 17 F. M. l'ha	25.000.000 F. M.
Echelle 1/10.000 : Prix approximatif, soit 43 F. M. l'ha	65.000.000 F. M.
Cas 3 : Echelle 1/25.000 : Prix approximatif, soit 28 F. M. l'ha	1.700.000 F. M.
Echelle 1/10.000 : Prix approximatif, soit 61 F. M. l'ha	3.700.000 F. M.
Cas 4 : Echelle 1/25.000 : Prix approximatif, soit 28 F. M. l'ha	11.600.000 F. M.
Echelle 1/10.000 : Prix approximatif, 50 F. M. l'ha	33.000.000 F. M.

Ces prix correspondent à la fourniture de deux jeux d'épreuves en émulsion panchromatique. Au cas où la couverture serait demandée en même temps avec film à émulsion infra-rouge, il faudrait prévoir une légère majoration (10 %).

Nous nous sommes efforcé dans cette note de préciser les conditions de réalisation des photos aériennes pouvant intéresser les forestiers successivement des deux points de vue : technique et économique.

