

# 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 DENSA 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.

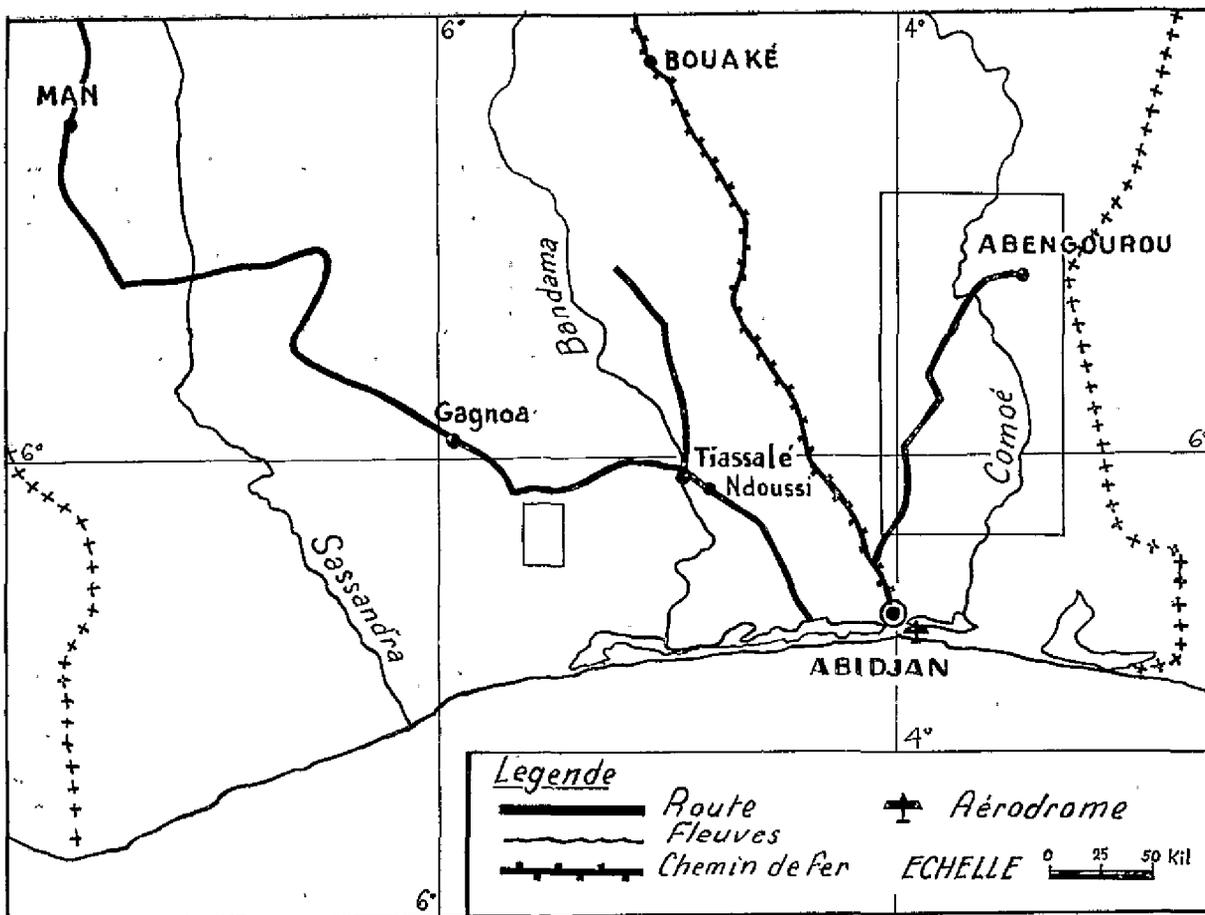
Les photographies aériennes peuvent être prises soit par l'Institut Géographique National, soit par des entreprises spécialisées.

## 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 :

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

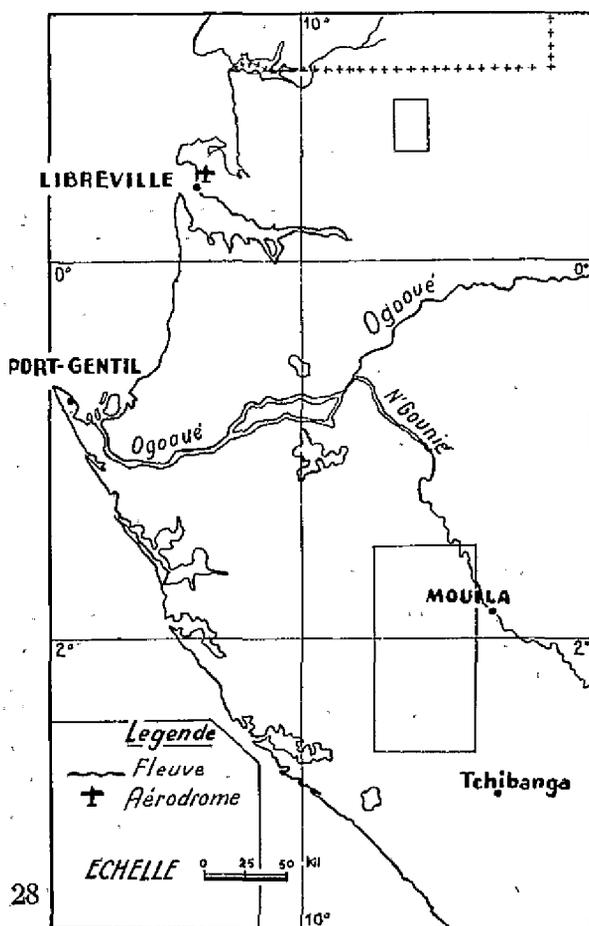
soit 1/50 000 environ

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<sup>er</sup> 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 :

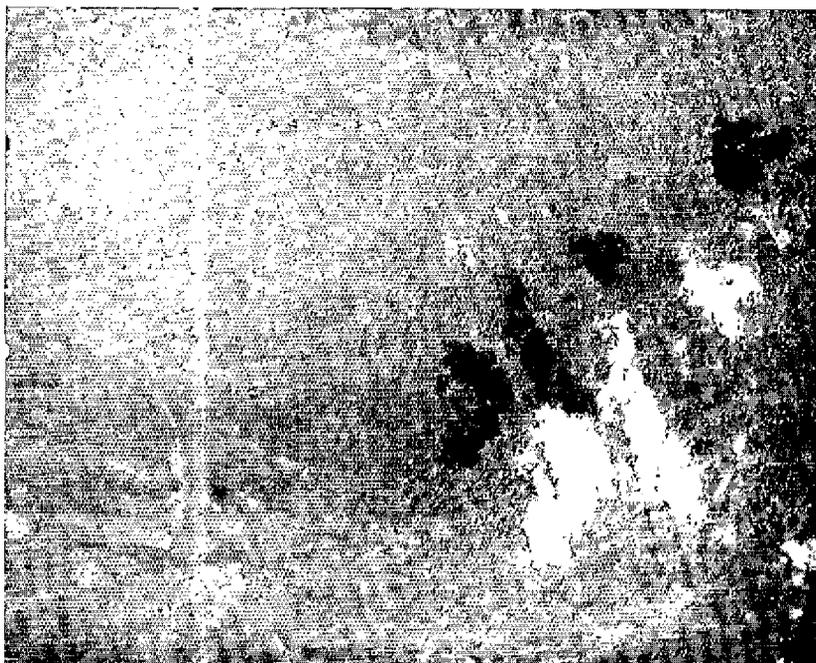
— Une tache blanche correspond à l'image du nuage, de mêmes dimensions et de même contour apparent que le nuage.

— 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<sup>e</sup> parallèle (Daloa, Bouafle). En 152h. 40 de vol, ont été pris 4 330 clichés couvrant 105 000 km<sup>2</sup> au 1/50 000 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 km<sup>2</sup> 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 km<sup>2</sup> 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<sup>e</sup> à 6 000 m. Là 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.

très limitée et une durée qui n'excède guère une heure ; ce dégagement localisé et fûgace ne peut pratiquement donner lieu à aucune photographie.

#### *La brume sèche*

En dehors des nuages, on se heurte le plus souvent aux phénomènes dits de brume sèche qui atténuent les différences de densité des clichés, ce qui en rend l'interprétation plus délicate. L'emploi de film à émulsion infra-rouge permet une meilleure photographie au travers d'une légère brume sèche mais toujours en l'absence de nuages. « On peut espérer (1) dans les zones de brume sèche équatoriales, soit de disposer d'un nombre plus grand de journées favorables par an, soit obtenir de façon générale des clichés d'une plus grande netteté. »

« On constate (1) que les clichés pris avec émulsion infra-rouge, beaucoup plus contrastés, présentent une gamme de teintes beaucoup plus importante. Mais, il est essentiel de noter que seule est génératrice d'enseignements, la comparaison et non l'étude isolée des deux couples d'épreuves pris simultanément avec les émulsions panchromatiques et infra-rouge... » La photographie avec émulsion infra-rouge ne peut être utilisée que pour doubler les photos avec émulsion panchromatique. Dans ce cas, elle apporte systématiquement des indications complémentaires notamment sur la végétation et l'humidité du

(1) Cf. M. BAUSSART : « L'exécution et l'exploitation de photographies aériennes infra-rouges à l'I. G. N. (note inédite). »

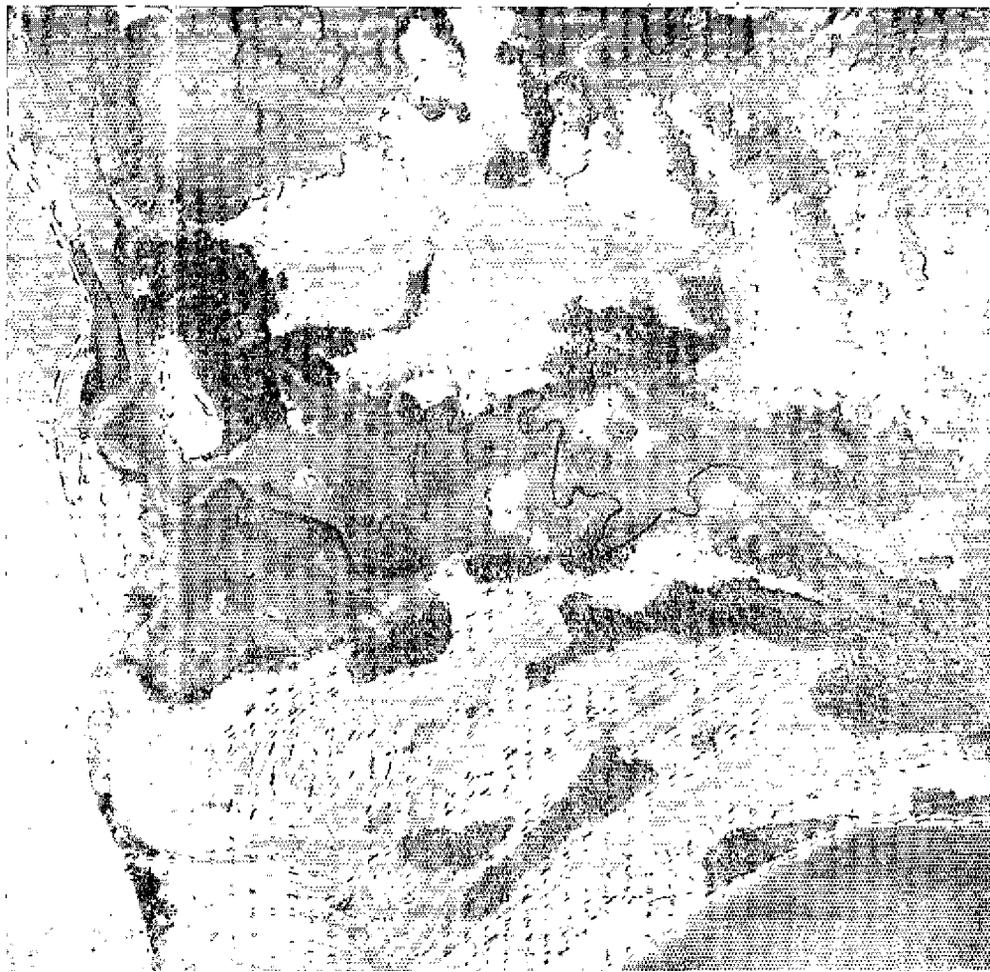
De haut en bas :

*Région de l'estuaire du Gabon, vue prise avec émulsion infrarouge.*

Photos Institut Géographique National n° NA 32-IV-250-IR-003.

*Région de l'estuaire du Gabon, vue prise avec émulsion panchromatique.*

Photo Institut Géographique National n° NA 32-IV-250-003.



soi. De nombreux tests ont déjà été effectués ; des essais sont en cours, notamment au Gabon.

En conclusion, au-dessus des zones de grande forêt, il ne semble pas que la photographie à des altitudes de l'ordre de 2 000 à 3 000 soit possible plus souvent qu'à 6 000 m mais il faut souligner que les connaissances concernant la prévision du beau temps photographique sont encore peu développées.

### UTILISATION DES PHOTOS AÉRIENNES EN EXPLOITATION FORESTIÈRE

Examinons maintenant les conditions auxquelles doivent satisfaire les photographies aériennes pouvant intéresser les exploitants forestiers. Pour la seule étude du terrain en vue du tracé des voies d'évacuation, l'échelle des photographies semble devoir être fixée au plus à 1/25 000<sup>e</sup>. Suivant le but que l'on poursuit, on doit examiner au stéréoscope les clichés obtenus à cette échelle ou se contenter des agrandissements de clichés pris à une échelle plus petite.

Si l'on désire effectuer une étude forestière des peuplements (localisation, densité, groupements) il faut disposer de photographies prises au 1/10 000<sup>e</sup> si possible avec émulsion panchromatique et avec émulsion infra-rouge. « A l'interpréteur spécialisé... comme le forestier... ce qui importe c'est la discrimination nette et sans ambiguïté du détail recherché. C'est alors que l'infra-rouge beaucoup plus sensible aux détails locaux est particulièrement intéressant qui permet de déceler et de comparer avec précision certains éléments comme l'humidité, les espèces végétales, la nature des sols (1). » Mais, d'une façon générale, on ne saurait se dissimuler que la lecture fructueuse et l'interprétation des photos aériennes ne peuvent guère être effectuées que par des personnes spécialement

entraînées à l'observation stéréoscopique et la photo-interprétation. En première urgence, un entraînement de 2 à 3 semaines peut toujours être effectué près de l'I. G. N. (Ecole des Sciences Géographiques, 2, Avenue Pasteur à Saint-Mandé (Seine)).

Dans la pratique, le choix de l'échelle résulte d'un compromis qui tient compte des nécessités de l'exploitation ultérieure des épreuves et du coût de la prise de vues. On sait que la durée de vol qui constitue un facteur important du coût de la couverture double approximativement quand l'échelle est deux fois plus grande. Lors de la prise de vues, le recouvrement ou partie commune des photographies d'une même bande est de 60 % environ tandis que le recouvrement d'une bande sur la bande voisine est de 10 % environ. L'observation stéréoscopique se fait en associant des photographies par couples, et toute la partie commune aux deux photographies peut alors être vue en relief.

Mais, du point de vue statistique et prix de revient de la couverture, on ne peut retenir que la surface utile moyenne d'un cliché dans l'ensemble de la couverture, et non la surface totale de chaque cliché. Aux différentes échelles la surface utile moyenne d'un cliché 19 x 19 est donnée par le tableau ci-dessous, dans lequel les altitudes indiquées correspondent à une chambre grand champ F = 125 mm (objectif Aquilon). Il vaut mieux d'ailleurs parler de hauteur de vol (sous-entendu au-dessus du terrain) que d'altitude, qui est la hauteur de vol au-dessus du niveau de la mer.

Surface utile (ha)	Hauteur de vol (m)	Echelle
2.600	6.300	1/50.000 <sup>e</sup>
600	3.125	1/25.000 <sup>e</sup>
100	1.250	1/10.000 <sup>e</sup>

### EXEMPLES PARTICULIERS

En matière de conclusion pratique, nous examinerons dans quelles conditions pourraient être exécutées des photographies intéressant les forestiers. Dans ce but, nous avons interrogé d'une part l'I. G. N., d'autre part, deux sociétés du secteur privé en leur soumettant deux problèmes concrets à la fois pour la Côte d'Ivoire et le Gabon. Le premier problème concernait une zone limitée correspondant éventuellement à la demande que pourrait présenter un exploitant. Le second problème intéressait l'ensemble d'une zone forestière dont la couverture pourrait être réalisée au profit de l'ensemble de la profession ou à la demande du Territoire (voir cartes p. 28).

(1) Cf. M. BAUSSART : « L'exécution et l'exploitation de photographies aériennes infra-rouges à l'I. G. N. (note inédite). »

Zones à photographier à double échelle  
1/25 000 et 1/10 000

#### Côte d'Ivoire. Au départ d'Abidjan :

1<sup>o</sup> Photographie de 60.000 ha (rectangle de 20 km sur 30) situés à 200 km environ.

Limites approximatives : longitude 5°28' 5°39' W — latitude 5°29' et 5°45' N.

2<sup>o</sup> Photographie de 1.492.000 ha (rectangle de 91 km sur 164 km) situés entre 50 et 230 km environ.

Limites approximatives : longitude 4°07' et 3°18' W ; latitude 7°08' et 5°39' N.

#### Gabon. Au départ de Libreville :

3<sup>o</sup> Photographie de 60.000 ha (rectangle de 20 km sur 30) situés à 130 km environ.

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.

