

INVENTAIRE DES FORÊTS TROPICALES PAR PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES

par B. BERGEROO-CAMPAGNE
*Conservateur des Eaux et Forêts
de la F. O. M.*

FOREST SURVEYS ACHIEVED FROM THE AIR

SUMMARY

Photographic air survey is already being applied on a large scale, in many tropical countries, for the establishment of maps.

Its application to forestal surveys, which is still in its early stages, involves quite a few problems in relation with the type of film to be used. However, it is also of importance that a first ground control survey should be carried out in order to allow for qualitative and quantitative interpretation of pictures taken.

INVENTARIOS FORESTALES MEDIANTE FOTOGRAFÍAS AERIAS

RESUMEN

Las fotografías aéreas han ya sido utilizadas en gran escala por la cartografía de numerosos países tropicales.

Pero su empleo para los inventarios forestales, empezado hace poco, dirige algunas preguntas concerniendo los tipos de film los mas adecuados para tales tareas. Queda tambien necesario establecer el primer inventario de " control " al suelo para permitir la interpretacion cualitativa y cuantitativa de las fotografías.

La photographie aérienne à but forestier est une application de la photographie aérienne assez spéciale pour avoir les exigences précises, différentes par exemple de celles que l'on rencontre lorsqu'est poursuivi l'établissement d'une carte. Comme les spécialistes qui travaillent pour notre compte sont surtout habitués à travailler pour la cartographie, il n'est pas inutile que nous puissions leur préciser les conditions dans lesquelles doivent être effectuées les photographies pour présenter le maximum d'intérêt forestier. Ceci ne veut nullement dire que les photographies prises dans un autre but que le but forestier ne méritent pas toute notre attention et nous verrons un exemple de leur utilisation. Quoi qu'il en soit, nous croyons de-

voir utiliser les conclusions auxquelles, à notre connaissance, sont arrivés des forestiers très expérimentés, comme Stephen SPURR, en les exploitant spécialement sous l'angle des forêts tropicales.

— Emploi de photographies stéréoscopiques verticales qui sont d'un report facile; dimensions aussi voisines que possible de 23 cm × 23 cm.

— Emploi d'une combinaison film-filtre répondant étroitement au type de forêt et au but poursuivi.

C'est ainsi que les films **orthochromatiques**, à sensibilité maximum dans le vert et le bleu, seront employés de préférence sur les zones de rainforest où dominent les colorations vertes; un filtre jaune sera utilisé lorsqu'on désirera surtout éliminer les

brumes bleutées de l'air, mais on emploiera le plus souvent possible un filtre vert pour accentuer les contrastes dans les verts.

Les films **panchromatiques**, à sensibilité maximum dans le rouge, seront employés avec les mêmes filtres sur les deciduous forest ou les savanes si les vues sont prises à l'époque où ces formations ont des colorations variées ; cependant qu'un film panchromatique avec filtre rouge accentuant les couleurs rouges sera recommandé même en rain-forest si l'on désire mettre en évidence une essence présentant à un moment donné un feuillage rouge (okoumé).

Les films **infra-rouges** qu'on emploiera avec un filtre jaune foncé ont l'avantage de percer les brumes dans une certaine mesure et d'accentuer les contrastes entre les feuillages. Il y aura donc intérêt à les employer lorsque cela sera possible sur la forêt dense et même sur la savane car ils traduisent par des tons plus ou moins foncés les degrés d'humidité du sol, ce qui constitue un guide précieux tant pour l'exploitation que pour les études écologiques. On ne les emploie pas aux grandes échelles (1/10.000^e) car ils font perdre trop de détails.

Les films en **couleurs**, très coûteux sont en outre d'un emploi aléatoire en raison de l'obligation où l'on est de les exposer très exactement.

Ces données font ressortir l'importance de la saison pour la prise de vues, on se souviendra en outre que les arbres défeuillés ne donnent pas de résultats utilisables et qu'il y a, en principe,

intérêt à opérer en pleine saison de végétation. Mais dans les régions tropicales, une autre considération l'emporte de beaucoup ; il est très difficile, sur la forêt dense, de trouver des journées où le ciel est bien dégagé ; en outre, la rareté des bons points de repère rend difficile l'exécution des couvertures partielles dans les éclaircies locales. Ces considérations nous paraissent si importantes que nous pensons qu'il est nécessaire, avant de lancer un programme de photographies, de déterminer patiemment au sol les époques au cours desquelles les meilleures conditions d'ensemble sont réunies.

Le choix de l'échelle est normalement un compromis entre le prix de revient des travaux et les résultats que l'on veut en tirer : en doublant l'échelle, on double la durée du temps de vol nécessaire. Nous ne devons pas oublier que la valeur économique de nos forêts est très inégale et que les journées favorables aux prises de vues sont très rares. On pourra se contenter en général sur les savanes d'une échelle de l'ordre du 1/30.000^e ; en forêt dense le 1/15.000^e sera le plus souvent préféré au 1/20.000^e, et le 1/10.000^e sera réservé aux petites zones à aménager.

Les courtes distances focales, de l'ordre de 15 cm, seront souvent intéressantes : elles permettent de voler plus bas et accentuent l'effet de relief.

L'interprétation des photographies se fait toujours au stéréoscope, à partir de positifs non agrandis. L'agrandissement stéréoscopique ne doit pas dépasser $\times 4$. Le forestier n'a guère intérêt à utiliser les assemblages photographiques très coûteux et souvent décevants en raison des variations de tonalité des photographies. L'interprétation doit être effectuée par des forestiers entraînés contrôlant fréquemment leurs résultats sur le terrain avec photographies et stéréoscope.

Côte d'Ivoire. Photo au 1/20 000 de savane à îlots forestiers (Sud Bouaké).

Photo Institut Géographique National



LES RÉSULTATS QUE L'ON A PU OBTENIR DANS LES FORÊTS TEMPÉRÉES ET FROIDES

a) **Connaissance générale de la forêt :**

La valeur forestière des diverses parties du terrain peut être déterminée directement avec une certaine approximation sur les photographies aériennes qui donnent le degré d'occupation par la forêt et l'aspect des peuplements et de la topographie, elle-même liée à la nature du sol. D'importants éléments sont donnés par l'aspect d'ensemble du réseau des eaux superficielles et par la forme de l'érosion.

Il est possible, comme nous allons le voir, de compléter ce tableau de fond par

des renseignements décisifs, tels que l'identification de certaines essences, ou complémentaires tels que la mesure de la hauteur des fûts, du diamètre des cimes, du couvert.

b) Identification des essences et des groupements : basée sur la brillance, le grain, l'ombre, la forme et la dimension de l'image de la cime et sur la connaissance de l'écologie des espèces. Aux échelles moyennes, avec de fréquents contrôles sur le terrain, on arrive à déterminer 5 à 10 types de groupements.

c) Mesure des hauteurs : utilise plusieurs méthodes :

— l'observation directe ou stéréoscopique des photographies qui exige un entraînement analogue à celui que demande l'évaluation directe des hauteurs au sol mais donne, si elle est bien contrôlée, des résultats équivalents.

— la mesure de la déformation de l'image pour les arbres situés en bordure des photographies et dont le pied et la cime sont visibles.

— la mesure des ombres portées qui n'est précise qu'à l'occasion des ombres portées dans les clairières ; il n'est pas nécessaire de voir le pied de l'arbre, mais il est indispensable de connaître la hauteur du soleil au moment de la prise de vues.

— la mesure de la parallaxe qui est d'une application plus générale, mais demande la présence au moins de petites trouées atteignant le sol.

Pratiquement, aux échelles moyennes, on peut classer les essences en 5 à 10 catégories de hauteurs.

d) Comptage des cimes des arbres dominants et des grands arbres de l'étage moyen : ne présente aucune difficulté ; les résultats, toujours sous-estimés, sont d'autant meilleurs que les peuplements sont plus hétérogènes et âgés.

e) Evaluation du couvert : de mesure aisée pour l'étage dominant et immédiatement inférieur. Résultats, toujours surestimés, meilleurs pour les peuplements denses d'âge moyen.

f) Mesure du diamètre des cimes : l'échelle de la photographie élimine les petites variations de forme de la cime et la précision est supérieure à celle des mesures au sol.

g) Mesure de la surface des peuplements : évaluée directement et aisément avec une précision supérieure à celle des mesures au sol, tant que les variations du relief sont inférieures à 30 % de l'altitude de prise de vues.

APPLICATION AUX FORÊTS TROPICALES

Nous nous efforcerons de déterminer les renseignements que peuvent donner ici les photographies aériennes et la mesure dans laquelle ceux-ci peuvent aider le forestier tropical dans ses principales tâches qui sont :

- la connaissance générale de la forêt,
- la constitution du domaine forestier,
- l'aménagement de ce domaine.

a) Connaissance générale de la forêt : Le forestier des régions tempérées et froides travaille dans les forêts moins complexes, plus pénétrables, où les observations ont pu être multipliées, tandis que le forestier tropical a de la peine à saisir au travers d'observations limitées des phénomènes généraux qu'aucune tradition locale ne lui a, au surplus dégrossis.

La photographie aérienne, en lui permettant de comparer immédiatement les aspects de la végétation sous des climats divers, sur des sols différents, dans des conditions topographiques variées, en lui donnant l'aspect de la forêt à la fois au voisinage et loin des causes d'actions biotiques que sont les groupements humains, lui donnera des renseignements d'une interprétation plus facile en raison de l'effacement des détails et de la continuité de l'observation.

Côte d'Ivoire. Région sud Bondoukou (Village Diamba). Passage du Tarkwaïen au sud au granit calco-alcalin au nord.

Photo Institut Géographique National.



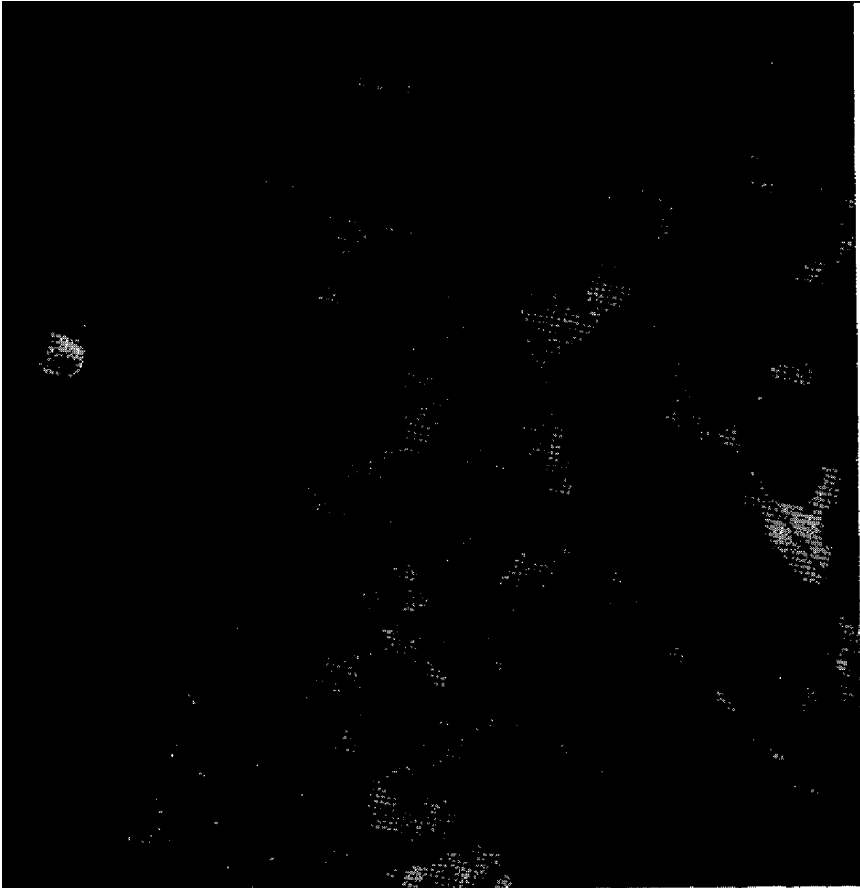


Photo Institut Géographique National.

Région Sud-Est Zuenoula (Côte d'Ivoire). Passage sur bande de granit alcalin incluse dans des micaschistes.

Les couvertures à petite échelle sont utilisables : ainsi l'examen de photographies trimétriques prises sur la Côte d'Ivoire permet de vérifier l'influence dominante du climat sur la végétation, mais attire l'attention sur le rôle déterminant du sol lorsqu'on approche de la limite climatique d'une formation, notamment de la forêt dense, puis sur le rôle très important de la topographie dans les secteurs où les formations sont mélangées (district pré-forestier), et renseigne enfin sur la tendance des facteurs biotiques dans un passé récent :

A l'Est du territoire, la limite forêt-savane suit fort exactement la limite des terrains schisteux et granitiques, tandis qu'au centre, elle traverse en diagonale des sols en majeure partie granitiques pour s'appuyer finalement, à l'ouest, sur un vaste massif montagneux.

Au cours de cette traversée, la forêt émet dans la savane des prolongements importants chaque fois que le terrain lui est plus favorable ; même lorsque ces prolongements ont été détruits par l'homme, on peut en suivre le contour primitif surtout grâce aux vues obliques qui condensent les impressions.

On s'aperçoit, en outre, que bien avant sa limite et dans des régions dépourvues de toute trace d'occupation humaine, la forêt présente souvent des

zones de savane naturelle : sur les sols granitiques, ces zones apparaissent le long des thalwegs ; d'abord minces et parfois discontinues, les bandes s'élargissent progressivement et à leur centre apparaît la galerie forestière qui subsistera seule en savane, avec les noyaux isolés de forêt dense. Sur les sols schisteux au contraire, c'est une autre forme de dégradation qui apparaît d'abord : les bovés. La présence ou l'absence de ces phénomènes, manifestement indépendants de l'action humaine, permet sans doute dans de nombreux cas, d'évaluer la profondeur de la pénétration de l'homme dans la forêt et paraît, en tout cas, mériter une étude approfondie.

L'examen au sol de défrichements effectués au voisinage de la limite de la forêt, de petits flots de forêt isolés dans une savane soumise aux feux annuels, toutes choses que l'on peut à loisir choisir sur des photographies déjà anciennes, ne manque pas d'intérêt et permet de suivre l'évolution suivant les conditions de climat et du sol.

En savane, la photographie permet de déceler immédiatement le rôle de la topographie et de l'érosion dans la répartition des formations et de vérifier l'existence de catena.

b) Identification de types de forêt : Certains types sont d'une identification aisée : mangroviennes et forêts marécageuses, en forêt dense — peuplements d'isoberlinia et uapaca en savane, même sur des photographies à petite échelle où il est également possible de distinguer les peuplements denses anciens des brousses et forêts secondaires jeunes. Pour pousser plus loin la connaissance, il est nécessaire de disposer de vues à échelle moyenne ou grande et, même dans ce cas, l'identification des groupements ne paraît possible que lorsqu'une essence particulière caractéristique y est très largement représentée : turreanthus africana-tarrietia utilis-chlorophora excelsa-triplochiton scleroxylon, par exemple. Il est cependant certain qu'une meilleure connaissance des groupements permettrait d'accroître les résultats obtenus par l'examen des photographies.

c) Constitution du domaine forestier : La photographie aérienne, même à petite échelle, permet d'identifier aisément les zones traditionnellement consacrées à leurs cultures par les villageois ; de plus, le travail de délimitation, guidé par la photographie rencontre des conditions d'économie maximum. Dans ces domaines, où le forestier travaille contre le temps, le secours de la photographie est inestimable.

d) Aménagement du domaine forestier :

— *Exploitation* : L'exploitation forestière tropicale porte le plus souvent sur des sujets isolés,

et des caractéristiques de diamètre, de forme de fût, des exigences sylvicoles, impossibles à déceler sur une photographie, interviennent si largement qu'il ne peut être établi de programme d'exploitation précis à partir des seules vues aériennes. Celles-ci peuvent, cependant, fournir des indications préalables et, en particulier, permettre, au fur et à mesure des progrès de l'identification des espèces, l'évaluation générale des réserves d'un territoire. Mais les photographies peuvent jouer immédiatement un rôle essentiel dans l'économie de l'exploitation en guidant la recherche du tracé des voies principales d'évacuation par l'observation de la topographie, des zones mouilleuses et marécageuses.

— **Etablissement des parcelles :**

Ici, peuvent intervenir, outre les renseignements topographiques, les résultats du comptage des cimes, de la mesure de leur diamètre, de l'évaluation du couvert et de la hauteur des peuplements ; ces déterminations ne rencontrent pas de difficultés spéciales pour des forêts d'âge moyen ou vieilles.

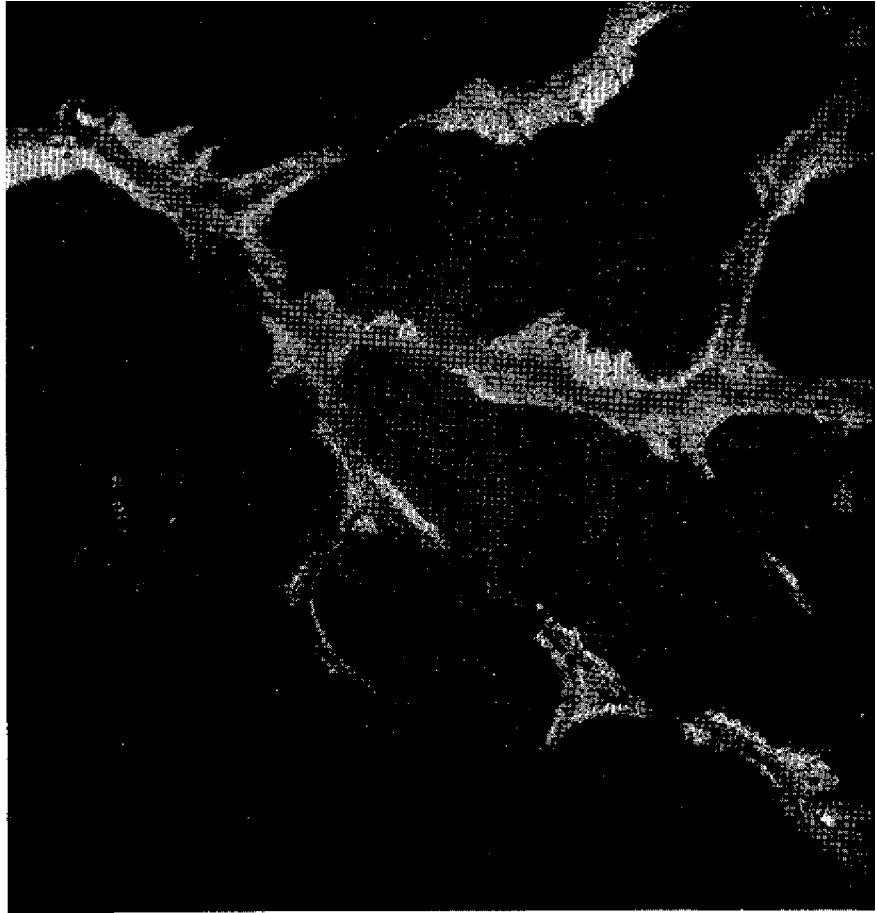


Photo Institut Géographique National.

Côte d'Ivoire. Au voisinage de la limite de la forêt dense (Région Sud Vavoua) sur gneiss granitoïde calco-alcalin.

CONCLUSION

L'utilisation des photographies aériennes rend donc de très grands services dans l'inventaire des forêts tropicales ; presque indispensables dans certains cas, elle rencontre des difficultés spéciales en ce qui concerne, notamment, l'identification des essences en forêt dense. Cependant, l'identification

des essences et des groupements est souvent efficacement aidée par l'observation aérienne.

Dans tous les cas, il convient d'insister sur le fait que les progrès dans l'utilisation des photographies et dans la connaissance au sol sont étroitement connexes.

